İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ILIMLI-NEMLİ İKLİM KOŞULLARINDA KEÇE ESASLI BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHE SİSTEMLERİNİN ISIL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Elif ÖZER YÜKSEL

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Bilimleri Programı

TEMMUZ 2019

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ILIMLI-NEMLİ İKLİM KOŞULLARINDA KEÇE ESASLI BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHE SİSTEMLERİNİN ISIL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Elif ÖZER YÜKSEL
(502122062)

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Bilimleri Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. A. Nil TÜRKERİ

TEMMUZ 2019

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502122062 numaralı Doktora Öğrencisi Elif ÖZER YÜKSEL, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "Ilımlı-Nemli İklim Koşullarında Keçe Esaslı Bitkilendirilmiş Cephe Sistemlerinin Isıl Performansının Değerlendirilmesi" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. A. Nil TÜRKERİ** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. İkbal ÇETİNER** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Erkan AVLAR .....
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Cem ALTUN .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Tülay TIKANSAK KARADAYI .....
Gebze Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 10 Haziran 2019
Savunma Tarihi : 03 Temmuz 2019

Canım oğlum Çınar'a,
Rahmetli ve biricik anneanneme,
Çok kıymetli anneme ve babama,
Sevgili Evren'e,

ÖNSÖZ

Bu tez, ilk göz ağrım olan peyzaj mimarlığı eğitimimdeki birikimlerim ile mimarlık lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca edindiğim bilgi ve tecrübeleri birleştirdiğim bir çalışmadır. Yeşile ve yeşilin bina ile kurduğu ilişkiye olan merakım ve daha sonra sevgili danışmanım Sayın Prof. Dr. Nil Türkeri ile tanışmam bu tezin ana motivasyonunu oluşturmuştur. Bu nedenle, öncelikle, çok sevgili ve saygıdeğer hocam ve danışmanım Prof. Dr. Nil TÜRKERİ'ye, tezin fikirsel, kavramsal, kurgusal, teknik, maddi, manevi ve tüm yönleriyle ilgili sağladığı değerli katkılarına, detaylarda her kayboluşumda beni çekip çıkardığı ve bir ileriki noktaya taşıdığı için öngörüsüne, motivasyonumu daim kılan enerjisine, akademik ve mesleki anlamda beni olgunlaştırıp yetiştirdiği, yüreklendirdiği, kendimi keşfetmemi sağladığı ve kadife dokunun altındaki çeliği görünür kıldığı için çok değerli emeklerine, hem mesleki hem de yaşama dair aktardığı tüm tecrübelerine, fikirlerine, duyarlılığına ve sabrına sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmanın perde arkasındaki ekip ise ailemdir. Hayatımın her döneminde ve her anında sabırla yanımda olan, maddi manevi desteklerini hiç esirgemeyen, beni sevgiyle yetiştiren, büyüten, fiziksel, zihinsel, entelektüel alt yapımı oluşturan, can sıkıntılarımı paylaşan çok sevgili annem Emel Özer ve babam Rasim Özer'e minnettarım. Çocukluğumun kahramanı, bana olan inancıyla beni her daim yüreklendiren, tez yazım sürecimin sıkıntılarını hafifletmek için kendi hayatını kolaylaştıran şeylerden feragat eden ve sevgisiyle her zaman yanımda olan rahmetli ve sevgili anneannem Nermin Kaya'ya çok teşekkür ederim. Doktora sürecim boyunca heyecanımı ve sıkıntılarımı paylaşan, test düzeneklerinin kurulumunda, bitkilerin budanmasında ve gübrelenmesinde sahada bizzat görev alan eşim Evren Yüksel'e sabrından, anlayışından ve emeklerinden dolayı teşekkür ederim. Tez sürecinin içine doğan canım oğlum Çınar'dan paylaşamadığım anları için özür diler; kendisine içimdeki çocuğu ve heyecanı her zaman taze tuttuğu, zaman zaman gösterdiği tepkiler ile bütünü görmemi sağladığı, ayrıca ben çalışırken yanımda resim yaparak bana eşlik ettiği için çok teşekkür ederim. Ayrıca, bu süreçte, annelik rolümü paylaşan, sevgisiyle desteğini esirgemeyen sevgili yoldaşım Ümide Pazylova'ya çok teşekkür ederim. Test düzeneği için yeni ölçüm aletlerinin satın alınmasında sağladığı maddi katkılardan, bana ve teze olan inancından dolayı sevgili büyük teyzem Meral Fevzioğlu'na ve bu süreçte yaşadığım sağlık problemlerimde daima yanımda olan ve beni enerjisi ile destekleyen sevgili teyzem Dr. Seher Kaya'ya teşekkür ederim. Varlığıyla beni her zaman yüreklendiren, yokluğunda dahi izlerini hep taşıdığım, çalışma azmini ve disiplinini kendisinden öğrendiğim rahmetli ve sevgili teyzem Belkıs Köprüceli'ye çok teşekkür ederim. Hayatta severek yaptığımız her iş ile bir değer ürettiğimizi öğreten sevgili ablam Yeşim Akbulut'a tezim ile kurduğum bağı daha anlamlı kıldığı için teşekkür ederim.

Fikirleriyle ve tecrübeleriyle bu çalışmaya verdikleri desteklerden dolayı Sayın Doç.Dr. İkbal Çetiner ve Sayın Doç. Dr. Erkan Avlar hocalarıma çok teşekkür ederim. Ayrıca, Sayın Prof. Dr. Tülay Tıkansak Karadayı ve Dr. Öğr. Üyesi Cem Altun'a teze sundukları katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Bitkilendirilmiş cephe sisteminin kurulumundaki maddi ve manevi desteklerinden dolayı Aktaş Plant firmasına ve uygulama ekibine, bitkilerin hayatta ve canlı kalmasına dair fikirlerini ve danışmanlığını esirgemeyen peyzaj mimarı Sayın Seval Aslan'a, deney düzeneğinin kurulumunda önemli rol üstelenen, ölçüm verilerinin elde edilebilmesine ilişkin gerekli altyapıyı oluşturan ve süreç boyunca desteğini ve danışmanlığını esirgemeyen Sayın Tansenin Uçarer, Murat Dalbaz ve Büşra Çalışçı'ya çok teşekkür ederim.

Yardımları ve anlayışları için Sayın Prof. Dr. Nilay Coşgun, Prof. Dr. Tülay Tıkansak Karadayı, Prof. Dr. Elif Özlem Aydın, Doç. Dr. Cahide Aydın İpekçi ve Dr. Öğr. Üyesi Ferhat Pakdamar hocalarım başta olmak üzere GTÜ'deki tüm değerli hocalarıma çok teşekkür ederim. Bu süreçte fikirleriyle, fiziksel ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan, taşıdığım ağır yükü hafifleten GTÜ'deki çok sevgili araştırma görevlisi ve öğretim üyesi arkadaşlarıma minnettarım. Ayrıca okulda olamadığım zamanlarda bitkilerin haftalık kontrollerinin yapılmasında destek veren GTÜ personeline teşekkür ederim.

Sadece bu tezi hazırlayanlar değil aynı zamanda tezin araştırma konusundaki ana rolü üstlenen elemanlar (bitkiler) da canlı idi, ve hala canlılar.. O nedenle, 3 yıldır kar, kış, soğuk, kurak demeden hayatta kaldıkları ve canlılıklarını sürdürme konusundaki azimleri için sevgili 'taflan'larımıza çok teşekkür ederim.

Ayrıca, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerini Destekleme Birimi'ne doktora tezindeki desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Temmuz 2019

Elif Özer Yüksel
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xi**
SEMBOLLER ..... **xiii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xv**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xxiii**
ÖZET ..... **xliii**
SUMMARY **xlviii**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Sorun 1
1.2 Tezin Amacı 3
1.3 Kapsam 3
1.4 Yöntem 4
1.5 Hipotez 5
2. BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHE SİSTEMLERİ **7**
2.1 Tarihçe 7
2.2 Terim ve Tanımlar 15
2.3 Sınıflandırma 18
2.4 Sistem Bileşenleri 37
2.4.1 Bitki 37
2.4.2 Büyüme ortamı 39
2.4.3 Taşıyıcı elemanlar 41
2.4.4 Drenaj sistemi 42
2.4.5 Sulama sistemi 43
2.5 Ulusal ve Uluslararası Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi Örnekleri 44
2.5.1 Bitki ve büyüme ortamının cephenin bir bileşeni olmadığı sistemler (Ağaçlı sistem) 45
2.5.2 Büyüme ortamının üstte olup bitkinin aşağıya doğru sarktığı sistemler (Büyüme ortamı üstte olan sistemler) 48
2.5.3 Büyüme ortamının zeminde ve bitkinin cephe kaplamasının önünde olduğu sistemler (Büyüme ortamı altta olan sistemler) 52
2.5.3.1 Bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı sistemler (Doğrudan sistemler) 53
2.5.3.2 Bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistemler (Dolaylı sistemler) 55
2.5.4 Büyüme ortamının ve bitkinin cephe kaplamasının önünde ve/veya cephe kaplaması olduğu sistemler (Büyüme ortamı duvarda olan sistemler) 59
2.5.4.1 Büyüme ortamı olarak toprak kullanılan sistemler (Topraklı sistemler) 60

2.5.4.2 Büyüme ortamı olarak toprak kullanılmayan sistemler (Topraksız sistemler) 65
2.6 Sertifika Sistemleri, Standartlar ve Yasal Düzenlemeler 73
2.6.1 Bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili standartlar 73
2.6.2 Bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili yeşil bina sertifika sistemleri .. 80
2.6.3 Bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili teşvikler 98
3. BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHE SİSTEMLERİNİN ISIL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLDİĞİ MEVCUT ÇALIŞMALAR ..... Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.1 Isı ve Yapı Dış Kabuğunda Isı Geçişi ile İlgili Temel Kavramlar 99
3.2 Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi Isıl Performansının İncelendiği Çalışmalar .. 104
3.2.1 Tropikal iklim bölgesindeki çalışmalar 104
3.2.2 Kurak iklim bölgesindeki çalışmalar 109
3.2.3 Ilımlı-Sıcak iklim bölgesindeki çalışmalar 111
3.2.4 Karasal (soğuk) iklim bölgesindeki çalışmalar 134
3.2.5 Bitkilendirilmiş cephe sistemi ısıl performansının incelendiği çalışmaların değerlendirilmesi 139
3.3 Ölçüm Düzeneğinin Belirlenmesi 142
4. KEÇE ESASLI BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHE SİSTEMİ VE REFERANS CEPHE SİSTEMİ TASARIMI & YAPIMI VE ÖLÇÜM DÜZENEKLERİNİN KURULUMU ..... Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
4.1 Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi ve Referans Cephe Sistemi Tasarımı ve Yapımı 149
4.1.1 Bitkilendirilmiş cephe sistemi tasarımı 152
4.1.1.1 Bitkilendirilmiş cephe sistemi malzemeler 152
4.1.1.2 Bitkilendirilmiş cephe sistemi katmanlaşma modeli 156
4.1.2 Bitkilendirilmiş cephe sistemi yapımı 158
4.1.3 Referans cephe sistemi malzeme ve katmanlaşma modeli 164
4.2 Ölçüm Aletleri, Ölçüm Düzeneği ve Ölçüm Verilerinin Toplanması 165
4.2.1 Ölçüm Aletleri 166
4.2.2 Ölçüm Düzeneği 172
4.2.3 Ölçüm Verilerinin Toplanması 186
5. KEÇE ESASLI BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHE SİSTEMİ ISIL PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ 189
5.1 Ölçüm Verilerinin Analizi 189
5.2 Ölçüm Verilerinin Değerlendirilmesi 547
6. SONUÇLAR 579
KAYNAKLAR 589
ÖZGEÇMİŞ 605

KISALTMALAR

AS : Australian Standards
ASTM : American Society for Testing and Materials
b.u. : bilgiye ulaşılamamıştır
BCS : Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi
BEAM : Building Environmental Assessment Method
BREEAM : BRE's Environmental Assessment Method
BSI : British Standards Institution
ÇEDBİK : Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
CEN : European Committee for Standardization
CNIS : China National Institute of Standardization
CSA : Canadian Standards Association
DGNB : German Sustainable Building Council
DIN : German Institute for Standardization
GBI : Green Building Index
GRIHA : Green Rating for Integrated Habitat Assessment
HQE : High Environmental Quality
ISO : International Organization for Standardization
JISC : Japanese Industrial Standards Committee
LEED : Leadership in Energy and Environmental Design
LIDERA : Lead for the Environment
NEN : Netherlands Standardization Institute
NIST : National Institute of Standardization
RCS : Referans Cephe Sistemi
SPRING : Singapore Standardization Programme
TSE : Türk Standartları Enstitüsü
UNE : Spanish Standards

SEMBOLLER

Af	**:** Her mevsimi yağışlı tropikal iklim
AV	**:** Hava hızı
Aw	**:** Kışı bazen ilkbaharı kurak, tropikal savan iklim
Bwh	**:** Sıcak kurak çöl iklimi
Cfa	**:** Kışı ılık, yazı çok sıcak ve her mevsim yağışlı iklim
Cfb	**:** Kışı ılık, yazı sıcak ve her mevsim yağışlı iklim
Csa	**:** Kışı ılık, yazı çok sıcak ve kuru iklim
Cwa	**:** Kışı ılık, ve kurak, yazı çok sıcak iklim
Dfa	**:** Kışı şiddetli, yazı uzun ve sıcak, her mevsim yağışlı iklim
Dfb	**:** Kışı şiddetli, yazı kısa ve sıcak, her mevsim yağışlı iklim
Dwa	**:** Kışı şiddetli ve kurak, yazı uzun ve sıcak iklim
HF	**:** Isı akışı
RH	**:** Bağıl nem
t°	**:** Yüzey veya ortam sıcaklığı
V	**:** Rüzgar hızı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Tarihteki bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulamalarına ilişkin zaman çizelgesi. **14**
Çizelge 2.2 : Bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin terimler. **32**
Çizelge 2.3 : Ağaçlı sistem örnekleri. **45**
Çizelge 2.4 : "Newton Suites" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **46**
Çizelge 2.5 : "Solaris" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **47**
Çizelge 2.6 : "Bosco Verticale" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **48**
Çizelge 2.7 : Büyüme ortamı üstte olan sistem örnekleri. **49**
Çizelge 2.8 : "Acros Fukuoka" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **50**
Çizelge 2.9 : "Tamagawa Takashimaya S.C Marronier Court" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **51**
Çizelge 2.10 : "Medianera Verde" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **52**
Çizelge 2.11 : Doğrudan sistem örnekleri. **53**
Çizelge 2.12 : "Hundertwasser Evi" isimli bitkilendirilmiş cephe uygulamasına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **54**
Çizelge 2.13 : "Hotel Stadthalle" isimli bitkilendirilmiş cephe uygulamasına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **54**
Çizelge 2.14 : "Grow" isimli bitkilendirilmiş cephe uygulamasına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **55**
Çizelge 2.15 : Dolaylı sistem örnekleri. **56**
Çizelge 2.16 : "Consorcio Santiago" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **57**
Çizelge 2.17 : "Helios Residence" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **58**
Çizelge 2.18 : "Şişli Belediye Binası"na ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **59**
Çizelge 2.19 : Topraklı sistem örnekleri. **60**
Çizelge 2.20 : "One PNC Plaza" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **62**
Çizelge 2.21 : "Hotel Intercontinental" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **63**
Çizelge 2.22 : "Erasta AVM" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim **64**
Çizelge 2.23 : Topraksız sistem örnekleri. **65**
Çizelge 2.24 : "Sportplaza Mercator" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **67**

Çizelge 2.25 : "B3 Hotel Virrey" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **68**
Çizelge 2.26 : "Swissotel Bodrum Beach" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **69**
Çizelge 2.27 : "Procore Ofice Center" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **70**
Çizelge 2.28 : "Triptych Apartments" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **71**
Çizelge 2.29 : "Illura Apartments" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **71**
Çizelge 2.30 : "Medibank" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim. **72**
Çizelge 2.31 : Kuzey Amerika, Kanada, Avrupa ve Asya-Pasifik bölgelerindeki standartlarda bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartların incelenmesi. **79**
Çizelge 2.32 : Kuzey Amerika, Kanada, Avrupa ve Asya-Pasifik bölgelerindeki yeşil bina sertifika sistemlerinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek sertifika sistemlerinin incelenmesi. **97**
Çizelge 3.1 : Tropikal İklim Bölgesindeki (A Grubu) Çalışmalar. **107**
Çizelge 3.2 : Kurak İklim Bölgesindeki (B Grubu) Çalışmalar. **111**
Çizelge 3.3 : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Cfa" ve "Cfb" alt grubundaki çalışmalar. **113**
Çizelge 3.4 : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Cwa" alt grubundaki çalışmalar. **120**
Çizelge 3.5 : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Csa" alt grubundaki çalışmalar. **130**
Çizelge 3.6 : Karasal İklim Bölgesindeki (D Grubu) Çalışmalar. **137**
Çizelge 3.7 : Tropikal iklim, kurak iklim, ılımlı-sıcak iklim ve karasal iklim bölgelerindeki çalışmalara ait ölçüm düzenekleri. **143**
Çizelge 4.1 : Ölçüm düzeneğindeki aletlere ve parametrelere ilişkin sembollerin açıklamaları. **176**
Çizelge 5.1 : 06-12 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **191**
Çizelge 5.2 : 06-12 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **191**
Çizelge 5.3 : 13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **198**
Çizelge 5.4 : 13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **198**
Çizelge 5.5 : 20-26 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **204**
Çizelge 5.6 : 20-26 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **204**
Çizelge 5.7 : 27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **211**
Çizelge 5.8 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **211**
Çizelge 5.9 : 06-12 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **217**
Çizelge 5.10 : 06-12 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **217**

Çizelge 5.11 : 13-19 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **224**
Çizelge 5.12 : 13-19 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **224**
Çizelge 5.13 : 20-26 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **230**
Çizelge 5.14 : 20-26 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **230**
Çizelge 5.15 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **237**
Çizelge 5.16 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **237**
Çizelge 5.17 : 03-09 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **243**
Çizelge 5.18 : 03-09 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **243**
Çizelge 5.19 : 10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **250**
Çizelge 5.20 : 10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **250**
Çizelge 5.21 : 17-23 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **256**
Çizelge 5.22 : 17-23 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **256**
Çizelge 5.23 : 24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **263**
Çizelge 5.24 : 24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **263**
Çizelge 5.25 : 01-07 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **269**
Çizelge 5.26 : 01-07 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **269**
Çizelge 5.27 : 08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **276**
Çizelge 5.28 : 08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **276**
Çizelge 5.29 : 15-21 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **282**
Çizelge 5.30 : 15-21 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **282**
Çizelge 5.31 : 22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **289**
Çizelge 5.32 : 22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **289**
Çizelge 5.33 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **295**
Çizelge 5.34 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **295**

Çizelge 5.35 : 05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **302**
Çizelge 5.36 : 05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **302**
Çizelge 5.37 : 12-18 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **308**
Çizelge 5.38 : 12-18 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **308**
Çizelge 5.39 : 19-25 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **315**
Çizelge 5.40 : 19-25 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **315**
Çizelge 5.41 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **321**
Çizelge 5.42 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **321**
Çizelge 5.43 : 03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **328**
Çizelge 5.44 : 03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **328**
Çizelge 5.45 : 10-16 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **334**
Çizelge 5.46 : 10-16 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **334**
Çizelge 5.47 : 17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **341**
Çizelge 5.48 : 17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **341**
Çizelge 5.49 : 24-30 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **347**
Çizelge 5.50 : 24-30 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **347**
Çizelge 5.51 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **354**
Çizelge 5.52 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **354**
Çizelge 5.53 : 07-13 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **360**
Çizelge 5.54 : 07-13 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **360**
Çizelge 5.55 : 14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **367**
Çizelge 5.56 : 14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **367**
Çizelge 5.57 : 21-27 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **373**
Çizelge 5.58 : 21-27 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **373**

Çizelge 5.59 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **380**
Çizelge 5.60 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **380**
Çizelge 5.61 : 04-10 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **386**
Çizelge 5.62 : 04-10 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **386**
Çizelge 5.63 : 11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **393**
Çizelge 5.64 : 11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **393**
Çizelge 5.65 : 18-24 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **399**
Çizelge 5.66 : 18-24 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **399**
Çizelge 5.67 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **406**
Çizelge 5.68 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **406**
Çizelge 5.69 : 02-08 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **412**
Çizelge 5.70 : 02-08 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **412**
Çizelge 5.71 : 09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **419**
Çizelge 5.72 : 09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **419**
Çizelge 5.73 : 16-22 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **425**
Çizelge 5.74 : 16-22 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **425**
Çizelge 5.75 : 23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **432**
Çizelge 5.76 : 23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **432**
Çizelge 5.77 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **438**
Çizelge 5.78 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **438**
Çizelge 5.79 : 06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **445**
Çizelge 5.80 : 06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **445**
Çizelge 5.81 : 13-19 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **451**

Çizelge 5.82 : 13-19 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **451**
Çizelge 5.83 : 20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **458**
Çizelge 5.84 : 20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması **458**
Çizelge 5.85 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **464**
Çizelge 5.86 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **464**
Çizelge 5.87 : 04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **471**
Çizelge 5.88 : 04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması **471**
Çizelge 5.89 : 11-17 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **477**
Çizelge 5.90 : 11-17 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **477**
Çizelge 5.91 : 18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **484**
Çizelge 5.92 : 18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması **484**
Çizelge 5.93 : 25-31 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **490**
Çizelge 5.94 : 25-31 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması **490**
Çizelge 5.95 : 01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **497**
Çizelge 5.96 : 01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **497**
Çizelge 5.97 : 08-14 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **503**
Çizelge 5.98 : 08-14 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **503**
Çizelge 5.99 : 15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **510**
Çizelge 5.100 : 15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **510**
Çizelge 5.101 : 22-28 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **516**
Çizelge 5.102 : 22-28 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **516**
Çizelge 5.103 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **523**
Çizelge 5.104 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **523**
Çizelge 5.105 : 05-11 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **529**

Çizelge 5.106 : 05-11 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **529**
Çizelge 5.107 : 12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **536**
Çizelge 5.108 : 12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **536**
Çizelge 5.109 : 19-25 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri. **542**
Çizelge 5.110 : 19-25 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması. **542**
Çizelge 5.111 : 05 Mart 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri. **550**
Çizelge 5.112 : 30 Nisan 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri. **553**
Çizelge 5.113 : 13 Mayıs 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri. **555**
Çizelge 5.114 : 03 Haziran 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri. **557**
Çizelge 5.115 : 30 Temmuz 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri. **560**
Çizelge 5.116 : 12 Ağustos 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri. **562**
Çizelge 5.117 : 24 Eylül 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri **564**
Çizelge 5.118 : 21 Ekim 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri. **567**
Çizelge 5.119 : 25 Kasım 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri **569**
Çizelge 5.120 : 03 Aralık 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri. **571**
Çizelge 5.121 : 07 Ocak 2018 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri. **573**
Çizelge 5.122 : 18 Şubat 2018 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri. **576**

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Skara Brea Evleri, Orkney, İskoçya. **7**
Şekil 2.2 : Babil'in Asma Bahçeleri, Babil, Mezopotamya. **8**
Şekil 2.3 : İrlanda Çim Evleri. **9**
Şekil 2.4 : Almanya'nın Bavyera Eyaleti'ndeki balkon tasarımı geleneğine bir örnek. **9**
Şekil 2.5 : Saenautasel Turf House, İzlanda. **10**
Şekil 2.6 : Eco-Cathedral**,** Mildam, Hollanda. **11**
Şekil 2.7 : Hundertwasser Evi, Viyana, Avusturya. **11**
Şekil 2.8 : Universal CityWalk, Kaliforniya, Amerika. **12**
Şekil 2.9 : Canada Life Building, Toronto, Kanada. **12**
Şekil 2.10 : "Vertical greenery systems" sınıflandırması. **18**
Şekil 2.11 : Ağaçlı sistem (a), büyüme ortamı altta olan sistem (b), büyüme ortamı üstte olan sistem (c), büyüme ortamı duvarda olan sistem (d) sembolik gösterimleri ve örnekleri. **19**
Şekil 2.12 : "Living wall systems" sınıflandırması. **20**
Şekil 2.13 : "Vertical greening systems" sınıflandırılması. **21**
Şekil 2.14 : Doğrudan sistemler (a), dolaylı sistemler (b), büyüme ortamı üstte olan sistemler (c), büyüme ortamı altta ve büyüme ortamı saksıda olan doğrudan sistemler (d), büyüme ortamı altta ve büyüme ortamı saksıda olan dolaylı sistemler (e) sembolik kesit gösterimi. **22**
Şekil 2.15 : Doğal (kendiliğinden oluşan) sistem sembolik kesit gösterimi (a) ve örnekleri (b,c). **23**
Şekil 2.16 : "Prefabricated panels for vegetation" sistemde kullanılan beton örnekleri. **23**
Şekil 2.17 : Prefabricated systems (a) ve in-situ systems (büyüme ortamı olarak toprak kullanılmayan- keçe esaslı- sistemler (b) sembolik gösterimleri. **24**
Şekil 2.18 : "Vertical green" sınıflandırması. **24**
Şekil 2.19 : Doğrudan sistemler (a), dolaylı sistemler (b) ve büyüme ortamı saksıda olan sistemler (c) kesit gösterimleri. **25**
Şekil 2.20 : Topraklı sistemler (a), köpük esaslı sistemler (b) ve keçe esaslı sistemler (c) kesit gösterimleri. **25**
Şekil 2.21 : "Green vertical systems" sınıflandırması. **26**
Şekil 2.22 : "Green walls" sınıflandırması. **27**
Şekil 2.23 : Keçe esaslı sistem (continous system) (a) ve topraklı sistem (modular system) (b) örnekleri. **28**
Şekil 2.24 : Bitkilendirilmiş cephe sistemleri için sınıflandırma önerisi. **35**
Şekil 4.1 : Bitkilendirilmiş cephe sistemi arkasında yer alan odaya ait plan (solda) ve kesit (sağda). **150**
Şekil 4.2 : Referans cephe sistemi arkasında yer alan odaya ait plan (solda) ve kesit (sağda). **151**
Şekil 4.3 : Bitkilendirilmiş cephe sistemi, referans cephe sistemi ve meteoroloji istasyonunun kurulduğu binaya ait vaziyet planı. **151**

Şekil 4.4 : Geotekstil keçe malzeme. **153**
Şekil 4.5 : Yeşil taflan (euonymus japonica). **153**
Şekil 4.6 : Drenaj kanalı. **154**
Şekil 4.7 : Drenaj boruları. **154**
Şekil 4.8 : Sulama borusu. **156**
Şekil 4.9 : Gübreleme tankı ve zamanlayıcı. **156**
Şekil 4.10 : BCS katmanları, düşey kesit ve plan. **157**
Şekil 4.11 : Binanın yakınındaki su kaynağı. **158**
Şekil 4.12 : Binanın yakınındaki su kaynağından sulama hattının çekilmesi. **158**
Şekil 4.13 : Taşıyıcı konstrüksiyonun kaldırılması. **159**
Şekil 4.14 : Taşıyıcı konstrüksiyonun monte edilmesi. **159**
Şekil 4.15 : 1.kat keçe örtünün sabitlenmesi. **160**
Şekil 4.16 : En üstteki damla sulama borusunun yerleştirilmesi. **160**
Şekil 4.17 : Damla sulama borularının yerleştirilmesi. **161**
Şekil 4.18 : 2.kat keçenin yerleştirilmesi. **161**
Şekil 4.19 : Otomatik sulama kabininin kurulması. **162**
Şekil 4.20 : İlk gübrenin verilmesi. **162**
Şekil 4.21 : Bitki dikimi. **163**
Şekil 4.22 : Bitkinin keçe cep içerisine yerleştirilmesi. **163**
Şekil 4.23 : Bitkilendirilmiş cephe sisteminin kurulum tamamlandıktan sonra cephenin görünümü. **164**
Şekil 4.24 : RCS katmanlar, düşey kesit. **164**
Şekil 4.25 : GTÜ Kimya Mühendisliği dış duvarının içeriden dışarıya doğru matkapla delinmesi. **165**
Şekil 4.26 : GTÜ Kimya Mühendisliği dış duvarının dışarıdan içeriye doğru matkapla delinmesi. **165**
Şekil 4.27 : İlk aşamada kurulan meteoroloji istasyonu (basınç, sıcaklık-nem, rüzgar hızı ve yönü sensörlü). **166**
Şekil 4.28 : İkinci aşamada kurulan sıcaklık-nem sensörü (solda) ve koruma kılıfı (sağda). **168**
Şekil 4.29 : İkinci aşamada kurulan basınç sensörü. **168**
Şekil 4.30 : İkinci aşamada kurulan rüzgar hızı sensörü (solda) ve rüzgar yönü sensörü (sağda). **168**
Şekil 4.31 : Piranometre disksiz (solda), piranometre diskli (sağda). **169**
Şekil 4.32 : Kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü. **170**
Şekil 4.33 : Temaslı sıcaklık ölçüm sensörü. **170**
Şekil 4.34 : Sıcaklık ve nem ölçüm sensörleri. **171**
Şekil 4.35 : Veri kayıt aleti. **172**
Şekil 4.36 : Mikro iklim verileri ölçüm aletleri. **174**
Şekil 4.37 : Referans cephe sistemi ölçüm aletleri, düşey kesit. **174**
Şekil 4.38 : Bitkilendirilmiş cephe sistemi ölçüm aletleri, düşey kesit. **175**
Şekil 4.39 : Bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesi. **177**
Şekil 4.40 : Bitkilendirilmiş duvar panel arka yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesi. **178**
Şekil 4.41 : Bitkilendirilmiş duvar panel ön yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesi. **178**
Şekil 4.42 : Çatı parapetine monte edilen meteoroloji istasyonu ve sıcaklık-nem sensörü. **179**
Şekil 4.43 : 2.kat keçe yüzey sıcaklık sensörü. **179**

Şekil 4.44 : Referans cephedeki demir profilin monte edilmesi..... **180**
Şekil 4.45 : Referans duvar dış yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesi..... **180**
Şekil 4.46 : Referans duvardan yansıyan güneş ışınımı şiddetini ölçen piranometre (solda) ve referans duvara gelen güneş ışınımı şiddetini ölçen piranometrenin (sağda) yerleştirilmesi..... **181**
Şekil 4.47 : Bitkilendirilmiş cephede yaprakların arasına yerleştirilmiş yaprak ortam sıcaklık sensörü (solda) ve sensör kablosunun bitki dalları arasına yerleştirilmesi (sağda). **181**
Şekil 4.48 : Bitkilendirilmiş cephedeki demir profilin monte edilmesi (solda) ve montaj tamamlandıktan sonra demir profilin cephe önündeki görünümü (sağda). **182**
Şekil 4.49 : Bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı şiddetini ölçen piranometrenin yerleştirilmesi (solda) ve montaj tamamlandıktan sonra piranometrenin görünümü (sağda). **182**
Şekil 4.50 : Bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık sensörü ve iç ortam sıcaklık ve bağıl nem oranı ölçüm sensörünün yerleştirilmesi. **183**
Şekil 4.51 : Veri kayıt aletinin bitkilendirilmiş duvar iç yüzeyine yerleştirilmesi..... **183**
Şekil 4.52 : Referans duvardaki yüzey ve ortam sıcaklık-nem sensörleri ve veri kayıt aleti. **184**
Şekil 4.53 : Çatı parapetine monte edilen meteoroloji istasyonu ve sıcaklık-nem sensörü. **185**
Şekil 4.54 : Bitkilendirilmiş duvardaki (solda) ve referans duvardaki (sağda) temassız iç yüzey sıcaklık sensörlerinin yerleştirilmesi. **185**
Şekil 5.1 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı..... **192**
Şekil 5.2 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **192**
Şekil 5.3 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti..... **193**
Şekil 5.4 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **193**
Şekil 5.5 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **194**
Şekil 5.6 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **194**
Şekil 5.7 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri..... **195**
Şekil 5.8 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri..... **195**
Şekil 5.9 : 06 Şubat 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **196**
Şekil 5.10 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı..... **198**
Şekil 5.11 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **199**
Şekil 5.12 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti..... **199**
Şekil 5.13 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **200**
Şekil 5.14 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **200**
Şekil 5.15 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **201**
Şekil 5.16 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri..... **201**
Şekil 5.17 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri..... **202**

Şekil 5.18 : 13 Şubat 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **202**
Şekil 5.19 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **205**
Şekil 5.20 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **205**
Şekil 5.21 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **206**
Şekil 5.22 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **206**
Şekil 5.23 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **207**
Şekil 5.24 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **207**
Şekil 5.25 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **208**
Şekil 5.26 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **208**
Şekil 5.27 : 22 Şubat 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **209**
Şekil 5.28 : 27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **211**
Şekil 5.29 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **212**
Şekil 5.30 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **212**
Şekil 5.31 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **213**
Şekil 5.32 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **213**
Şekil 5.33 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **214**
Şekil 5.34 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **214**
Şekil 5.35 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **215**
Şekil 5.36 : 03 Mart 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **215**
Şekil 5.37 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **218**
Şekil 5.38 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **218**
Şekil 5.39 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti **219**
Şekil 5.40 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **219**
Şekil 5.41 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **220**
Şekil 5.42 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **220**
Şekil 5.43 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri **221**
Şekil 5.44 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **221**
Şekil 5.45 : 10 Mart 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **222**
Şekil 5.46 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **224**
Şekil 5.47 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **225**

Şekil 5.48 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **225**
Şekil 5.49 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **226**
Şekil 5.50 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **226**
Şekil 5.51 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **227**
Şekil 5.52 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **227**
Şekil 5.53 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **228**
Şekil 5.54 : 16 Mart 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **228**
Şekil 5.55 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **231**
Şekil 5.56 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **231**
Şekil 5.57 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **232**
Şekil 5.58 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **232**
Şekil 5.59 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **233**
Şekil 5.60 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **233**
Şekil 5.61 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **234**
Şekil 5.62 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **234**
Şekil 5.63 : 22 Mart 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **235**
Şekil 5.64 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **237**
Şekil 5.65 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **238**
Şekil 5.66 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **238**
Şekil 5.67 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **239**
Şekil 5.68 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **239**
Şekil 5.69 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **240**
Şekil 5.70 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **240**
Şekil 5.71 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **241**
Şekil 5.72 : 31 Mart 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **241**
Şekil 5.73 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı **244**
Şekil 5.74 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **244**
Şekil 5.75 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti **245**
Şekil 5.76 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **245**
Şekil 5.77 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **246**

Şekil 5.78 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **246**
Şekil 5.79 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **247**
Şekil 5.80 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **247**
Şekil 5.81 : 03 Nisan 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **248**
Şekil 5.82 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **250**
Şekil 5.83 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **251**
Şekil 5.84 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **251**
Şekil 5.85 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **252**
Şekil 5.86 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **252**
Şekil 5.87 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **253**
Şekil 5.88 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **253**
Şekil 5.89 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **254**
Şekil 5.90 : 09 Nisan 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **254**
Şekil 5.91 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **257**
Şekil 5.92 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **257**
Şekil 5.93 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **258**
Şekil 5.94 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **258**
Şekil 5.95 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **259**
Şekil 5.96 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **259**
Şekil 5.97 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **260**
Şekil 5.98 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **260**
Şekil 5.99 : 17 Nisan 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **261**
Şekil 5.100 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **263**
Şekil 5.101 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **264**
Şekil 5.102 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **264**
Şekil 5.103 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **265**
Şekil 5.104 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **265**
Şekil 5.105 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **266**
Şekil 5.106 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **266**
Şekil 5.107 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **267**

Şekil 5.108 : 24 Nisan 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **267**
Şekil 5.109 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı..... **270**
Şekil 5.110 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti..... **270**
Şekil 5.111 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti..... **271**
Şekil 5.112 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **271**
Şekil 5.113 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **272**
Şekil 5.114 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **272**
Şekil 5.115 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri..... **273**
Şekil 5.116 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **273**
Şekil 5.117 : 03 Mayıs 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **274**
Şekil 5.118 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı..... **276**
Şekil 5.119 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti..... **277**
Şekil 5.120 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti..... **277**
Şekil 5.121 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **278**
Şekil 5.122 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **278**
Şekil 5.123 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **279**
Şekil 5.124 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri..... **279**
Şekil 5.125 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **280**
Şekil 5.126 : 09 Mayıs 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **280**
Şekil 5.127 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı..... **283**
Şekil 5.128 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti..... **283**
Şekil 5.129 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti..... **284**
Şekil 5.130 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **284**
Şekil 5.131 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **285**
Şekil 5.132 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **285**
Şekil 5.133 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri..... **286**
Şekil 5.134 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **286**
Şekil 5.135 : 16 Mayıs 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **287**
Şekil 5.136 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı..... **289**
Şekil 5.137 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti..... **290**
Şekil 5.138 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti..... **290**
Şekil 5.139 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **291**

Şekil 5.140 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **291**
Şekil 5.141 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **292**
Şekil 5.142 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **292**
Şekil 5.143 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **293**
Şekil 5.144 : 22 Mayıs 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **293**
Şekil 5.145 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **296**
Şekil 5.146 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **296**
Şekil 5.147 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **297**
Şekil 5.148 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **297**
Şekil 5.149 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **298**
Şekil 5.150 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **298**
Şekil 5.151 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **299**
Şekil 5.152 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **299**
Şekil 5.153 : 29 Mayıs 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **300**
Şekil 5.154 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **302**
Şekil 5.155 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **303**
Şekil 5.156 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **303**
Şekil 5.157 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **304**
Şekil 5.158 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **304**
Şekil 5.159 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **305**
Şekil 5.160 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **305**
Şekil 5.161 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **306**
Şekil 5.162 : 05 Haziran 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **306**
Şekil 5.163 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **309**
Şekil 5.164 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **309**
Şekil 5.165 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **310**
Şekil 5.166 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **310**
Şekil 5.167 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **311**
Şekil 5.168 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **311**

Şekil 5.169 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **312**
Şekil 5.170 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **312**
Şekil 5.171 : 12 Haziran 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **313**
Şekil 5.172 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **315**
Şekil 5.173 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **316**
Şekil 5.174 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **316**
Şekil 5.175 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **317**
Şekil 5.176 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **317**
Şekil 5.177 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **318**
Şekil 5.178 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **318**
Şekil 5.179 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **319**
Şekil 5.180 : 19 Haziran 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **319**
Şekil 5.181 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **322**
Şekil 5.182 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **322**
Şekil 5.183 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **323**
Şekil 5.184 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **323**
Şekil 5.185 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **324**
Şekil 5.186 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **324**
Şekil 5.187 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **325**
Şekil 5.188 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **325**
Şekil 5.189 : 28 Haziran 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **326**
Şekil 5.190 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **328**
Şekil 5.191 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **329**
Şekil 5.192 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **329**
Şekil 5.193 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **330**
Şekil 5.194 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **330**
Şekil 5.195 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **331**
Şekil 5.196 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **331**

Şekil 5.197 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **332**
Şekil 5.198 : 03 Temmuz 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **332**
Şekil 5.199 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **335**
Şekil 5.200 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **335**
Şekil 5.201 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **336**
Şekil 5.202 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **336**
Şekil 5.203 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **337**
Şekil 5.204 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **337**
Şekil 5.205 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **338**
Şekil 5.206 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **338**
Şekil 5.207 : 10 Temmuz 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **339**
Şekil 5.208 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **341**
Şekil 5.209 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **342**
Şekil 5.210 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **342**
Şekil 5.211 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **343**
Şekil 5.212 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **343**
Şekil 5.213 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **344**
Şekil 5.214 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **344**
Şekil 5.215 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **345**
Şekil 5.216 : 17 Temmuz 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **345**
Şekil 5.217 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **348**
Şekil 5.218 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **348**
Şekil 5.219 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **349**
Şekil 5.220 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **349**
Şekil 5.221 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **350**
Şekil 5.222 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **350**
Şekil 5.223 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **351**
Şekil 5.224 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **351**
Şekil 5.225 : 25 Temmuz 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **352**

Şekil 5.226 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **354**
Şekil 5.227 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **355**
Şekil 5.228 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **355**
Şekil 5.229 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. ... **356**
Şekil 5.230 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **356**
Şekil 5.231 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **357**
Şekil 5.232 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **357**
Şekil 5.233 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **358**
Şekil 5.234 : 04 Ağustos 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **358**
Şekil 5.235 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **361**
Şekil 5.236 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **361**
Şekil 5.237 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **362**
Şekil 5.238 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **362**
Şekil 5.239 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **363**
Şekil 5.240 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **363**
Şekil 5.241 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **364**
Şekil 5.242 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **364**
Şekil 5.243 : 08 Ağustos 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **365**
Şekil 5.244 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **367**
Şekil 5.245 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **368**
Şekil 5.246 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **368**
Şekil 5.247 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **369**
Şekil 5.248 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **369**
Şekil 5.249 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **370**
Şekil 5.250 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **370**
Şekil 5.251 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **371**
Şekil 5.252 : 15 Ağustos 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **371**
Şekil 5.253 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **374**
Şekil 5.254 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **374**

Şekil 5.255 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **375**
Şekil 5.256 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **375**
Şekil 5.257 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **376**
Şekil 5.258 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **376**
Şekil 5.259 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **377**
Şekil 5.260 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **377**
Şekil 5.261 : 25 Ağustos 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **378**
Şekil 5.262 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **380**
Şekil 5.263 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **381**
Şekil 5.264 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **381**
Şekil 5.265 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **382**
Şekil 5.266 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **382**
Şekil 5.267 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **383**
Şekil 5.268 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **383**
Şekil 5.269 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **384**
Şekil 5.270 : 31 Ağustos 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **384**
Şekil 5.271 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **387**
Şekil 5.272 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **387**
Şekil 5.273 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **388**
Şekil 5.274 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **388**
Şekil 5.275 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **389**
Şekil 5.276 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **389**
Şekil 5.277 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **390**
Şekil 5.278 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **390**
Şekil 5.279 : 05 Eylül 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **391**
Şekil 5.280 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **393**
Şekil 5.281 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **394**
Şekil 5.282 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **394**
Şekil 5.283 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **395**
Şekil 5.284 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **395**

Şekil 5.285 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **396**
Şekil 5.286 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **396**
Şekil 5.287 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **397**
Şekil 5.288 : 12 Eylül 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **397**
Şekil 5.289 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **400**
Şekil 5.290 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **400**
Şekil 5.291 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **401**
Şekil 5.292 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **401**
Şekil 5.293 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **402**
Şekil 5.294 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **402**
Şekil 5.295 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **403**
Şekil 5.296 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **403**
Şekil 5.297 : 22 Eylül 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **404**
Şekil 5.298 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **406**
Şekil 5.299 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **407**
Şekil 5.300 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **407**
Şekil 5.301 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **408**
Şekil 5.302 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **408**
Şekil 5.303 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **409**
Şekil 5.304 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **409**
Şekil 5.305 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **410**
Şekil 5.306 : 26 Eylül 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **410**
Şekil 5.307 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **413**
Şekil 5.308 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **413**
Şekil 5.309 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **414**
Şekil 5.310 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **414**
Şekil 5.311 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **415**
Şekil 5.312 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **415**
Şekil 5.313 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **416**
Şekil 5.314 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **416**
Şekil 5.315 : 03 Ekim 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **417**

Şekil 5.316 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **419**
Şekil 5.317 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **420**
Şekil 5.318 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **420**
Şekil 5.319 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **421**
Şekil 5.320 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **421**
Şekil 5.321 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **422**
Şekil 5.322 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **422**
Şekil 5.323 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **423**
Şekil 5.324 : 10 Ekim 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **423**
Şekil 5.325 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **426**
Şekil 5.326 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **426**
Şekil 5.327 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **427**
Şekil 5.328 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **427**
Şekil 5.329 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **428**
Şekil 5.330 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **428**
Şekil 5.331 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **429**
Şekil 5.332 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **429**
Şekil 5.333 : 17 Ekim 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **430**
Şekil 5.334 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **432**
Şekil 5.335 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **433**
Şekil 5.336 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **433**
Şekil 5.337 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **434**
Şekil 5.338 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **434**
Şekil 5.339 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **435**
Şekil 5.340 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **435**
Şekil 5.341 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **436**
Şekil 5.342 : 24 Ekim 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **436**
Şekil 5.343 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **439**
Şekil 5.344 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **439**
Şekil 5.345 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **440**

Şekil 5.346 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **440**
Şekil 5.347 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **441**
Şekil 5.348 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **441**
Şekil 5.349 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **442**
Şekil 5.350 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **442**
Şekil 5.351 : 31 Ekim 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **443**
Şekil 5.352 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **445**
Şekil 5.353 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **446**
Şekil 5.354 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **446**
Şekil 5.355 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **447**
Şekil 5.356 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **447**
Şekil 5.357 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **448**
Şekil 5.358 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **448**
Şekil 5.359 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **449**
Şekil 5.360 : 07 Kasım 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **449**
Şekil 5.361 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **452**
Şekil 5.362 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **452**
Şekil 5.363 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **453**
Şekil 5.364 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **453**
Şekil 5.365 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **454**
Şekil 5.366 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **454**
Şekil 5.367 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **455**
Şekil 5.368 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **455**
Şekil 5.369 : 16 Kasım 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **456**
Şekil 5.370 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **458**
Şekil 5.371 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **459**
Şekil 5.372 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **459**
Şekil 5.373 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **460**
Şekil 5.374 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **460**
Şekil 5.375 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **461**
Şekil 5.376 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **461**
Şekil 5.377 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **462**

Şekil 5.378 : 21 Kasım 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **462**
Şekil 5.379 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **465**
Şekil 5.380 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **465**
Şekil 5.381 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **466**
Şekil 5.382 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **466**
Şekil 5.383 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **467**
Şekil 5.384 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **467**
Şekil 5.385 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **468**
Şekil 5.386 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **468**
Şekil 5.387 : 28 Kasım 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **469**
Şekil 5.388 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **471**
Şekil 5.389 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **472**
Şekil 5.390 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **472**
Şekil 5.391 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **473**
Şekil 5.392 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **473**
Şekil 5.393 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **474**
Şekil 5.394 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **474**
Şekil 5.395 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **475**
Şekil 5.396 : 05 Aralık 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **475**
Şekil 5.397 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **478**
Şekil 5.398 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **478**
Şekil 5.399 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **479**
Şekil 5.400 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **479**
Şekil 5.401 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **480**
Şekil 5.402 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **480**
Şekil 5.403 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **481**
Şekil 5.404 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **481**
Şekil 5.405 : 15 Aralık 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **482**
Şekil 5.406 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **484**
Şekil 5.407 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **485**

Şekil 5.408 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **485**
Şekil 5.409 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **486**
Şekil 5.410 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **486**
Şekil 5.411 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **487**
Şekil 5.412 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **487**
Şekil 5.413 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **488**
Şekil 5.414 : 19 Aralık 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **488**
Şekil 5.415 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **491**
Şekil 5.416 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **491**
Şekil 5.417 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **492**
Şekil 5.418 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **492**
Şekil 5.419 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **493**
Şekil 5.420 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **493**
Şekil 5.421 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **494**
Şekil 5.422 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **494**
Şekil 5.423 : 28 Aralık 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **495**
Şekil 5.424 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **497**
Şekil 5.425 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **498**
Şekil 5.426 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **498**
Şekil 5.427 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **499**
Şekil 5.428 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **499**
Şekil 5.429 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **500**
Şekil 5.430 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **500**
Şekil 5.431 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **501**
Şekil 5.432 : 04 Ocak 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **501**
Şekil 5.433 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **504**
Şekil 5.434 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **504**
Şekil 5.435 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **505**
Şekil 5.436 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **505**
Şekil 5.437 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **506**
Şekil 5.438 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **506**

Şekil 5.439 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **507**
Şekil 5.440 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **507**
Şekil 5.441 : 10 Ocak 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **508**
Şekil 5.442 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **510**
Şekil 5.443 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **511**
Şekil 5.444 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **511**
Şekil 5.445 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **512**
Şekil 5.446 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **512**
Şekil 5.447 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **513**
Şekil 5.448 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **513**
Şekil 5.449 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **514**
Şekil 5.450 : 15 Ocak 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **514**
Şekil 5.451 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **517**
Şekil 5.452 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **517**
Şekil 5.453 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **518**
Şekil 5.454 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **518**
Şekil 5.455 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **519**
Şekil 5.456 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **519**
Şekil 5.457 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **520**
Şekil 5.458 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **520**
Şekil 5.459 : 22 Ocak 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **521**
Şekil 5.460 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **523**
Şekil 5.461 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **524**
Şekil 5.462 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **524**
Şekil 5.463 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **525**
Şekil 5.464 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **525**
Şekil 5.465 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **526**
Şekil 5.466 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **526**
Şekil 5.467 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **527**

Şekil 5.468 : 02 Şubat 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **527**
Şekil 5.469 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **530**
Şekil 5.470 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **530**
Şekil 5.471 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **531**
Şekil 5.472 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **531**
Şekil 5.473 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **532**
Şekil 5.474 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **532**
Şekil 5.475 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **533**
Şekil 5.476 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **533**
Şekil 5.477 : 07 Şubat 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **534**
Şekil 5.478 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **536**
Şekil 5.479 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **537**
Şekil 5.480 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **537**
Şekil 5.481 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **538**
Şekil 5.482 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **538**
Şekil 5.483 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **539**
Şekil 5.484 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **539**
Şekil 5.485 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **540**
Şekil 5.486 : 13 Şubat 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü. **540**
Şekil 5.487 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı. **543**
Şekil 5.488 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti. **543**
Şekil 5.489 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti. **544**
Şekil 5.490 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili. **544**
Şekil 5.491 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili. **545**
Şekil 5.492 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri. **545**
Şekil 5.493 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri. **546**
Şekil 5.494 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri. **546**
Şekil 5.495 : 19 Şubat 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü. **547**
Şekil 5.496 : 05 Mart 2017 tarihinde saat 13:30'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **550**
Şekil 5.497 : 05 Mart 2017 tarihinde saat 16:50'de referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **550**

Şekil 5.498 : 30 Nisan 2017 tarihinde saat 15:10'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **552**
Şekil 5.499 : 30 Nisan 2017 tarihinde saat 15:40'ta referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **552**
Şekil 5.500 : 13 Mayıs 2017 tarihinde saat 14:40'ta referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **554**
Şekil 5.501 : 13 Mayıs 2017 tarihinde saat 15:30'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **554**
Şekil 5.502 : 03 Haziran 2017 tarihinde saat 14:30'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **557**
Şekil 5.503 : 03 Haziran 2017 tarihinde saat 15:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **557**
Şekil 5.504 : 30 Temmuz 2017 tarihinde saat 14:10'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **559**
Şekil 5.505 : 30 Temmuz 2017 tarihinde saat 15:30'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **559**
Şekil 5.506 : 12 Ağustos 2017 tarihinde saat 14:40'ta referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **561**
Şekil 5.507 : 12 Ağustos 2017 tarihinde saat 16:40'ta referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **561**
Şekil 5.508 : 24 Eylül 2017 tarihinde saat 15:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **563**
Şekil 5.509 : 24 Eylül 2017 tarihinde saat 15:50'de referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **564**
Şekil 5.510 : 21 Ekim 2017 tarihinde saat 14:50'de referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **566**
Şekil 5.511 : 21 Ekim 2017 tarihinde saat 15:10'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **566**
Şekil 5.512 : 25 Kasım 2017 tarihinde saat 15:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **568**
Şekil 5.513 : 25 Kasım 2017 tarihinde saat 16:30'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **568**
Şekil 5.514 : 03 Aralık 2017 tarihinde saat 15:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **570**
Şekil 5.515 : 03 Aralık 2017 tarihinde saat 15:40'ta referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **571**
Şekil 5.516 : 07 Ocak 2018 tarihinde saat 15:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **573**
Şekil 5.517 : 07 Ocak 2018 tarihinde saat 16:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **573**
Şekil 5.518 : 18 Şubat 2018 tarihinde saat 15:20'de referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **575**
Şekil 5.519 : 18 Şubat 2018 tarihinde saat 15:50'de referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri. **575**

ILIMLI-NEMLİ İKLİM KOŞULLARINDA KEÇE ESASLI BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHE SİSTEMLERİNİN ISIL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Sanayi devriminden bu güne dünyadaki ortalama sıcaklıklar 1°C artış göstermiştir. Herhangi bir önlem alınmazsa devam edecek bu artışın azaltılması amacıyla, ilgili aktörler ve sektörler için küresel ölçekte çeşitli stratejiler geliştirilmektedir. Bu bağlamda, tüm yaşam döngüsü boyunca yapılardan kaynaklanan fosil tabanlı enerji tüketiminin azaltılması veya durdurulması, yapı sektörünün önemli rollerinden biridir. Fosil tabanlı enerji tüketiminin indirgenmesi amacıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve/veya enerji tüketiminin azaltılması gereklidir. Yapı sektöründen kaynaklanan enerji tüketimde, yapılarda kullanım aşamasında tüketilen enerjinin önemli bir payı vardır. Dolayısıyla, yapılarda kullanım aşamasındaki enerji tüketimlerinin azaltılması amacıyla enerji etkin yapı/sistem tasarımları geliştirilmektedir. Enerji etkin sistemlerden biri olarak kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının ortaya konulduğu çeşitli uluslararası bilimsel çalışmalar vardır. Ancak, kaynak araştırması sonucunda, "C" iklimindeki bölgelerde keçe sistemlere ait ısıtma dönemini kapsayan bir çalışma olmadığı, ayrıca, keçe esaslı sistemlerin "Csa" iklim bölgesinde ısıtma ve soğutma dönemindeki ısıl performasının ölçüldüğü ve değerlendirildiği herhangi bir çalışma olmadığı görülmüştür. Türkiye'de ise artan sıcaklık artışının önüne geçilmesi amacıyla yapılarda enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik çeşitli eylem planları yapılmaktadır. Uluslararası çalışmalarda enerji etkin sistemlerden biri olarak ortaya konulan bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının ülkemizdeki gerçek hizmet koşullarında ölçüldüğü herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu tezde, Köppen iklim sınıflandırmasına göre "Csa" iklim bölgesinde ve Zeren ve diğ'nin sınıflandırmasına göre "ılımlı-nemli" iklim bölgesinde, keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl performansının ısıtma ve soğutma dönemlerini kapsayacak şekilde, gerçek hizmet koşullarında ve sürekli ölçüm yöntemiyle ölçülmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sisteminin ve referans cephe ile bitkilendirilmiş cepheye ilişkin deney düzeneklerinin kurulacağı bina ve duvar yüzeyleri, keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sistemi katmanları, bitkilendirilmiş ve referans cephe sistemlerine ilişkin ölçüm parametreleri, ölçüm noktaları ve aletleri belirlenmiştir. Böylece, 07-09 Eylül 2016 tarihlerinde, Gebze Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği Binası'nın güney yönünde yer alan opak duvar yüzeylerinden biri üzerine keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sistemi ve deney düzeneği kurulmuştur. Aynı bina üzerinde güney yönüne bakan diğer bir opak duvar yüzeyi ise referans cephe olarak belirlenmiş ve bu duvar üzerinde söz konusu tarihlerde referans cepheye ilişkin deney düzeneği kurulmuştur. Ölçüm parametreleri; deney düzeneğinin bulunduğu alandaki mikroiklim verileri, referans ve bitkilendirilmiş cepheye gelen güneş ışınımı değeri, referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı değerleri, referans ve

bitkilendirilmiş duvar iç ve dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvardaki 2.kat keçenin yüzey sıcaklığı, panel ön ve arka yüzey sıcaklıkları ile referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odaların iç ortam hava sıcaklıklarıdır.

Bitkilendirilmiş cephe sistemi ve deney düzeneklerinin kurulumu gerçekleştirildikten sonraki beş ay boyunca deneme ölçümleri yapılmış, dolayısıyla 06 Şubat 2017 tarihinden itibaren elde edilen ölçüm verileri analiz edilmiştir. Hafta içi günlerinde, bitkilendirilmiş ve referans cephenin arkasındaki odaların iç ortam sıcaklıkları kullanıcı davranışına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği için iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları hafta sonu günlerine ait veriler üzerinden değerlendirilmiştir. Veriler, sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz olmak üzere dört farklı mevsim/ dönem altında ele alınmıştır. Her dönemi temsil eden aylara ait güneş ışınım şiddetinin ve referans cephe dış yüzey sıcaklığının yüksek olduğu birer haftasonu günü seçilmiştir. Bu tarihler için, referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatler belirlenmiş ve bu saatlere ait sıcaklık kesitleri oluşturulmuştur. Bu saatlere ait referans ve bitkilendirilmiş cephe kesitleri üzerinden her iki cepheye ilişkin dış yüzey, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları karşılaştırılmıştır. Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ortaya konulmuştur. Ayrıca, bitkilendirilmiş ve referans cephenin iç ortam sıcaklıkları, ülkemizde binalarda ısı yalıtımı kuralları için geçerli olan TS 825 Standardı'na ve uluslararası bir standart olan ISO 7730 standardına göre değerlendirilmiştir. Yanı sıra, referans ve bitkilendirilmiş duvarın iç ortam ve iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar TS 825 Standardı'na göre değerlendirilmiştir. Ayrıca, bu tarihlerdeki bitkilendirilmiş ve referans cephenin yansıtıcılık oranları karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak, bitkilendirilmiş cephe sisteminin, gündüz saatlerinde, mevcut duvarın dış yüzey sıcaklıklarının azaltılmasında oldukça etkili olduğu görülmüştür. Bu durum, soğutma döneminde mevcut duvarın ısıl performansı açısından olumludur. Buna karşın, kış döneminde, güney yönünde yer alan duvarın güneş ışınımına maruz kalarak dış yüzey sıcaklığının yükselmesi beklendiği için bu durum ısıtma dönemi için olumlu değildir. Ancak, kışın, gece saatlerinde, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları referans cepheninkinden düşüktür. Bu durum ise, ısıtma döneminde mevcut duvarın ısıl performansı açısından olumludur. Bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları, tüm dönemlere ait temsili günlerdeki gündüz saatlerinde, referans cepheninkinden düşük çıkmıştır. Ancak, her iki cephenin dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar yüksek olmasına karşın iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar düşüktür. Bunun nedeni, mevcut dış duvarın ısı yalıtım katmanı içermesidir. Benzer şekilde, her iki cephe arkasında yer alan odaların iç ortam sıcaklık değerleri birbirine oldukça yakındır. İlgili standartlara uygunluğu açısından değerlendirildiğinde, yaz ve kış döneminde her iki cephenin arkasında yer alan odaların iç ortam sıcaklıklarının konfor sıcaklığı sınır değerlerinin dışında olduğu görülmüştür. Ancak, ilkbahar ve sonbahardaki soğutma gereksinimi olan bazı temsili günlerde, bitkilendirilmiş cephe iç ortam sıcaklıkları konfor sıcaklığı aralığında iken referans cephenin iç ortam sıcaklıkları konfor aralığının biraz üzerine çıkmıştır.

Söz konusu bitkilendirilmiş cephe sistemi, ısı yalıtımsız bir duvar üzerine uygulandığında, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarındaki azalmanın duvar iç yüzey ve iç ortam sıcaklıklarını daha belirgin bir şekilde etkileyeceği ve referans cephe ile bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklıkları ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farkın artacağı açıktır.

Yansıma oranı sonuçlarına bakıldığında; referans cephe yansıma oranının bitkilendirilmiş cephe yansıma oranından 3-8 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Referans cephenin yansıma oranının bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranına göre oldukça fazla olması, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin kent ısı adası etkisinin azaltılmasındaki önemli rolünü göstermektedir.

Bu çalışmanın, uluslararası ve ulusal düzeyde, mimarlara, peyzaj mimarlarına, akademisyenlere, cephe mühendislerine ve danışmanlarına, yerel yönetimlere, ilgili bakanlıklara ve tüm karar vericilere yol gösterici olması beklenmektedir. Ayrıca, bu çalışmanın sonuçlarının, Türkiye'nin 2030 yılına kadar sera gazı salınımlarının azaltılması konusundaki hedeflerine yönelik eylem planlarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler:

Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi, Keçe Esaslı Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi, Sürdürülebilirlik, Enerji Etkinliği, Gerçek Hizmet Koşullarında Ölçüm, Saha Deneyi, Isıl Performans, Yüzey Sıcaklığı

EVALUATION OF THERMAL PERFORMANCE OF FELT TYPE VEGETATED FACADE SYSTEMS UNDER TEMPERATE-HUMID CLIMATE CONDITIONS

SUMMARY

Average air temperature on earth has increased by 1°C from the industrial revolution until today. There are two main reasons which cause to increase ambient air temperatures. Urban heat island effect which occurs through degradation of green surfaces and usage of materials with high albedo value cause to increase ambient air temperatures. Another factor that cause ambient air temperatures to increase is the greenhouse effect caused by the use of fossil fules. Use of vegetated surfaces and materials with high albedo value play an important role in reducing urban heat island effect. Also, in order to decrease the greenhouse effect it is essential to use renewable energy sources instead of fossil fuels and/or reduce energy consumption. The energy consumed in the usage phase of buildings has a significant role. Energy efficient buildings/ systems are being designed in order to reduce energy consumption caused in the usage phase. Vegetated facade systems have been used as energy efficient systems in recent years. Using vegetated facade systems for ecological strategies and evaluating thermal performance of these sytems are not a new concept. There are various numerical and experimental international studies investigating the contribution of vegetated facade systems used as energy efficient systems on enhancing the thermal performance of existing building facade. However, there is not any study in literature which measures and evaluates thermal performance of felt type vegetated facade system located in "C" Köppen climate during heating period. Also, there is not any study in literature which measures and evaluates thermal performance of felt type vegetated facade system applied on a insulated existing building wall which is located in "Csa" climate during cooling and heating periods. In Turkey there are some strategies and action plans in order to reduce the energy consumption in buildings. Nevertheless, in Turkey there is not any experimental study which has measured and evaluated the thermal performance of vegetated facade systems. Hence, in the present phd thesis, thermal performance of felt type vegetated facade system in "Csa" and "temperate-humid" climate conditions during heating and cooling periods are aimed to be measured and evaluated.

An existing building whose exterior wall will be vegetated and used as reference was chosen. Also, the layers of felt type vegetated facade systems were specified. In addition, measurement parameters of vegetated and reference facades, location and types of sensors were established. Measurement parameters and location of sensors were specified by means of the literature review, and having regard to existing experimental setups. Based on the criteria, an existing building located at Gebze Technical University Campus was selected. Two rooms whose opaque exterior walls face south and are exposed to solar radiation for the majority of the day were selected. Existing building exterior wall assemblies consist of 2cm thick interior plaster, 19cm thick hollow brick, 3cm thick exterior plaster and 5cm thick expanded

polystrene foam thermal insulation, from inside to outside. In addition to these layers, vegetated facade assemblies consist of 40x40mm galvanized steel box profiles, PVC panel, 2 layers of felt and evergreen plants named as eounymus japonica, from inside to outside. Measurement parameters were determined as ambient air temperature, humidity, wind direction and velocity, solar radiation reaches to the referance and vegetated facades, solar radiation reflected from the reference facade, solar radiation reflected from the vegetated facade, air temperature among leaves, surface temperature of 2.layer of felt, surface temperature of back and front side of PVC panel, exterior surface temperature of reference facade, interior surface temperature of vegetated facade, indoor air temperature and humidity behind the vegetatede facade, exterior surface temperature of reference facade, interior surface temperature of reference facade, indoor air temperature and humidity behind the reference facade. Surface temperature sensors will be mounted on the interior surface and the exterior surface of the vegetated wall, the back and front side of the PVC panel, on the second layer of felt and on the interior surface and the exterior surface of the reference wall. A temperature sensor will also be placed inside the leaves to measure the air temperature among leaves. A Pyranometer will be mounted vertically in front of the vegetated facade in order to measure solar radiance reflected from the vegetated surface. Two pyranometers will be also mounted in front of the reference facade vertically. These two pyranometers will be mounted back to back; one of them measures solar irradiation reflected from the reference facade while the other measures solar radiation reaches to the reference and vegetated facades. Additionally, indoor temperature and humidity sensors will be placed 20 cm in front of the interior wall surfaces of the vegetated and reference facades. Also, ambient air temperature, humidity sensors, wind direction sensor and wind velocity sensor were mounted on the roof parapet. Data obtained through instruments measuring parameters regarding microclimate variables, reference facade and vegetated facade are collected with a datalogger which was mounted on the interior side of wall behind the vegetated facade system. For each instrument, data was recorded every 10 minutes through datalogger and transferred directly to a computer via wireless connection.

Vegetated facade system components and experimental set up of both vegetated and reference facades were installed in 07-09 September 2016. Subsequently trial tests were conducted for a duration of 5 months. Monitoring of the parameters was initiated on 06 February 2017. Data was analyzed weekly and thermal performance of both systems were evaluated for each season. Monitoring periods included months representing spring, summer and fall seasons of the year 2017 and winter season 2018. User behaviours were found to be different in office rooms during weekdays behind vegetated and reference rooms. Hence, two representative weekend days were chosen for each period. Weekend days when exterior surface temperatures of reference facade reached its maximum values and weekend days with maximum incident solar radiation observed along each month was selected as the representative days for each season. Hours when exterior surface temperature of reference wall and vegetated wall reached to their maximum values during these representative days were selected. Instant values of each parameter on the specified hours were given and cross sections of reference and vegetated facades were drawn. Exterior and interior surface temperatures and indoor air temperatures of vegetated and reference facades obtained on the specified hours of the representative weekend days were compared with each other. Differences between exterior and interior surface

temperatures of vegetated and reference walls were indicated. Indoor air temperatures were evaluated according to comfort temperature range identified in TS 825 and ISO 7730 Standards. Differences between interior surface and indoor air temperatures of both facades were evaluated according to TS 825 Standard criteria. Also, solar reflectance ratio of reference facade and vegetated facades were compared with each other.

Exterior surface temperatures of vegetated wall were extremely lower than exterior surface temperatures of reference wall for each period during the day time. Differences between maximum exterior surface temperatures of reference and vegetated facades were 39.7°C, 24.4°C, 32.2°C and 37.2°C for spring, summer, fall and winter periods, respectively. Whereas this result is positive for cooling period, it is not favorable for heating period. Also, during the night time, exterior surface temperatures of vegetated wall is higher than exterior surface temperatures of reference walls. This case is positive to enhance thermal performance of exterior wall of existing building during heating period. Interior surface temperatures of reference facade were also higher than interior surface temperatures of vegetated facade along the day time. However, differences between interior surface temperatures of reference and vegetated facades are negligible. Differences between maximum interior surface temperatures of reference and vegetated facades were 1.1°C, 1.3°C, 1.8°C and 0.8°C for representative days in spring, summer, fall and winter periods, respectively. Although high differences between exterior surface temperatures of vegetated and reference walls were observed, there was no significant difference between interior surface temperatures of vegetated and reference walls. This is due to the fact that existing building exterior wall assembly includes 5 cm thickness expanded thermal insulation material which enchance thermal performance of brick wall. Also, indoor air temperatures behind both facades were close to each other. In addition, for representative summer days with high ambient air temperatures and representative winter days with very low ambient air temperatures indoor air temperatures behind both facades were not suitable according to comfort temperature ranges indicated in TS 825 and ISO 7730 Standards. Nevertheless, indoor air temperatures behind vegetated facade were in the comfort range in the fall and spring representative days which required cooling, while indoor air temperatures behind reference facade were not in the comfort range in these days. In the case the vegetated facade system is applied on a non-insulated wall, it is clear that the decrease in the exterior surface temperatures of the vegetated wall will affect the interior surface temperatures of the vegetated wall and indoor air temperatures behind the facade more dramatically.

Solar reflectance of reference facade was 3-8 times higher than solar reflectance of vegetated facade. Although solar reflectance of reference facade was higher than solar reflectance of vegetated facade, exterior surface temperature of reference facade was significantly higher than exterior surface temperature of vegetated facade. That is because vegetated facade system transfers less energy to exterior wall of building even though vegetated facade system absorbs more solar radiation compared with reference facade system. Thus, it can be claimed that vegetated facade system uses most of energy reaching on its surface and so transfers less amount of energy to the exterior wall surface of building wall. Also, lower solar reflectance values of vegetated facade indicate that vegetated facade systems have positive impact on reducing urban heat island effect.

It is expected that this phd thesis will guide the architects, landscape architects, academicians, facade engineers and consultants, local governments, ministries and all decision makers at the international and national area. In addition, it is assumed that the results of this study will shed light on national targets and strategies regarding the reduction of greenhouse gas emissions until 2030 in Turkey.

Keywords:

Living Walls, Felt Type Vegetation Facade Systems, Sustainability, Energy Efficiency, Field Measurements, Field Experiment, Thermal Performance, Surface Temperature

1. GİRİŞ

Sanayi devriminden bu güne, dünyadaki ortalama sıcaklıklar 1°C artmıştır (Allen ve diğ., 2019). Herhangi bir önlem alınmazsa hızla devam edecek olan bu artışın azaltılması amacıyla küresel anlamda çeşitli toplantılar yapılmış ve kararlar alınmıştır. 2015 yılında düzenlenen Paris Anlaşması'nda belirtilen hedef, küresel artışın 2°C'nin altında tutulmasıydı (Backlagon ve diğ., 2018; Paris Agreement, 2015). Ancak, 2018 yılında düzenlenen Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nde yayımlanan "1,5 Derece Özel Raporu"nda, küresel ısınma düzeyinin 1,5°C'nin altına çekilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur. Buna göre, küresel salınımların 2030 yılında, 2010 yılına göre %45 oranında azaltılması, 2050 yılında ise tamamen sıfırlanması hedeflenmektedir. Bu bağlamda, tarım, enerji, sanayi, ulaşım ve bina sektörlerinde önemli stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, fosil yakıtların kullanımının en az seviyeye indirgenmesi hatta durdurulması ve tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Allen ve diğ., 2019).

1.1 Sorun

Hava sıcaklıklarındaki artışın; solunum ve dolaşım sistemini olumsuz yönde etkilediği, enfeksiyonlara bağlı hastalıkları tetiklediği, özellikle yaşlı ve çocuk sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bilinmektedir (Allen ve diğ., 2019; Climate Change and Health, 2018; Haines ve diğ., 2006; McMichael ve diğ., 2003). Dış hava sıcaklıklarının artmasına neden olan iki önemli faktör vardır. Bunlardan biri, yoğun kentleşmeden dolayı yeşil alanların azalması ve bu alanların yerini koyu renkli, düşük albedolu (yansıtıcılık değeri düşük) çatı, cephe ve yol kaplama malzemelerinin alması sonucu oluşan kent ısı adası etkisidir (Kaloustian ve Diab, 2015; Nuruzzaman, 2015). Bu malzemeler, yüzeylerine gelen güneş ışınımını soğurur; böylece malzemenin yüzey sıcaklığı artar ve malzemede soğurulan ısı enerjisinin özellikle akşam saatlerinde atmosfere tekrar ısı enerjisi olarak yansıması sonucu çevresindeki ortam sıcaklıkları artar. Bu durumda kentlerin ortalama sıcaklıkları, çevrelerindeki

kırsal alanlara göre daha fazla olmaktadır (Tam ve diğ., 2015; Kaloustian ve Diab, 2015). Kentlerdeki yeşil alanların artmasıyla ve kentlerde kullanılan yansıtıcılık değeri düşük yapı malzemelerinin yerine yüksek albedo değeri olan malzemelerin kullanılmasıyla kent ısı adası etkisi azaltılabilmektedir (Nuruzzaman, 2015; Taha, 1997). Dış ortam sıcaklıklarının artmasında etkili olan diğer bir faktör de yoğun kentleşme sonucu ortaya çıkan fosil yakıt tüketiminin neden olduğu sera etkisidir. Metan, koloroflorokarbon, azotoksit ve özellikle CO_2 gazlarının atmosferde birikmesi sonucu yeryüzünden yansıyan ışınların bu gazlar tarafından uzun dalga boyunda soğurularak yeryüzüne geri gelmesi ve böylece yerkürenin beklenenden daha fazla ısınması ile sera etkisi oluşmaktadır (Climate Change, 2007). Sera gazı etkisinin azaltılması için herhangi bir önlem alımazsa günümüzde 413 ppm olan CO_2 salınımı, Uluslararası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) Beşinci Değerlendirme Raporu'na göre, 2030 yılında 450 ppm, 2100 yılında ise 750-1300 ppm seviyelerine kadar yükselecektir (Letcher ve House, 2019; Climate Change, 2014). Yapı sektörünün, fosil yakıt tabanlı enerji tüketimi bakımından rolü büyüktür. Yapı sektöründeki enerji tüketiminin, tüm sektörlere ait enerji tüketiminin %40'ını oluşturduğu bilinmektedir (Hossain ve Poon, 2018). Yapı sektöründen kaynaklanan fosil tabanlı enerji tüketilmesinin indirgenmesi için, yenilenebilir enerji kaynaklarının ve/veya enerji etkin sistemlerin kullanılması gereklidir. Uluslararası çalışmalar, sera gazı ve kent ısı adası etkisinin azaltılmasında bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin etkin sistemler olduğunu ortaya koymuştur. Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının değerlendirildiği son 30 yıldaki uluslararası tezler, makaleler ve bildiriler incelendiğinde; "C" iklimindeki bölgelerde keçe sistemlere ait ısıtma dönemini kapsayan bir çalışma olmadığı, ayrıca, keçe esaslı sistemlerin Csa iklim bölgesinde ısıtma ve soğutma dönemindeki ısıl performasının ölçüldüğü ve değerlendirildiği herhangi bir çalışma olmadığı görülmüştür.

Türkiye'de de iklim değişikliğine neden olan seragazı salınımları artmaktadır. Türkiye'deki CO_2 salınımı, Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, 1990-2016 yılları arasında %135 oranında artış göstermiştir (TÜİK, 2016). Türkiye, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik olarak, CO_2 salınımını 2030 yılına kadar referans senaryoya göre %21 oranında azaltma taahhüdünde bulunmuştur (Türkiye İklim Değişikliği 6. Bildirimi, 2016; Bilgiç, 2017). Ayrıca, 2017-2023 yılları arasında gerçekleştirilecek eylemleri içeren "Ulusal Enerji

Verimliliği Eylem Planı" kapsamında, Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin %14 azaltılması hedeflenmektedir. Birincil enerji tüketimini içeren sektörlerden biri de, bina ve hizmetler alanıdır. Ayrıca, eylem planı kapsamında, "sürdürülebilir çevre dostu yapıların yaygınlaştırılması ve mevcut yapıların daha verimli hale getirilmesi" ifadesiyle yapı sektöründe enerji etkinliğinin sağlanması yönünde çalışmalar yapılması gerektiği belirtilmiştir (Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023). Uluslararası çalışmalarda enerji etkin sistemlerden biri olarak ortaya konulan bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının ülkemizdeki gerçek hizmet koşullarında ölçüldüğü herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Bu tezin ana amacı, Köppen iklim sınıflandırmasına göre "Csa" (kışı ılık, yazı çok sıcak ve kuru iklim) ve Zeren ve diğ.'nin iklim sınıflandırmasına göre "ılımlı-nemli" iklim bölgesinde, keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl performansının ısıtma ve soğutma dönemlerini kapsayacak şekilde, gerçek hizmet koşullarında ve sürekli ölçüm yöntemiyle ölçülmesi ve değerlendirilmesidir.

Tezin alt amacı ise; bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin adlandırılması ve sınıflandırılması konusundaki karışıklığın giderilmesi amacıyla yeni bir sınıflandırma sistemi geliştirmektir.

1.3 Kapsam

Tezin kapsamı; tezin ürün ölçeğindeki kapsamı, zamansal ve süreçsel anlamdaki kapsamı ve yöresel kapsamı olarak dört farklı bağlamda ele alınmıştır. Tezin ürün ölçeğindeki kapsamı, bitkilendirilmiş cephe sistemi alt tiplerinden biri olan keçe esaslı sistemin seçilmesidir; ayrıca, mevcut dış duvarın ısı yalıtımlı olmasıdır. Zamansal olarak, 1980'li yıllardan bu yana bitkilendirilmiş cephe sistemi ısıl performansının ölçüldüğü tezler, bildiriler ve makalelerdeki veriler tez kapsamına dahil edilmiştir. Benzer şekilde, 1980'li yıllardan itibaren günümüze kadar gerçekleştirilen bitkilendirilmiş cephe sistemi örnekleri detaylı olarak incelenmiştir. Süreçsel anlamdaki kapsam, deney süresini ifade eder ve bu süre, ısıtma ve soğutma dönemini ve dört mevsimi kapsayacak şekilde, 1 yıl olarak belirlenmiştir. Yöresel kapsam ise, deneyin gerçekleştirildiği yeri ifade eder ve Köppen iklim

sınıflandırmasına göre "Csa" alt grubunda ve Zeren ve diğ. (1987)'nin yaptığı sınıflandırmaya göre "ılımlı-nemli" iklim bölgesinde yer alan Kocaeli İli olarak belirlenmiştir. Uluslararası kaynaklarda, dil birliği oluşturması açısından sıklıkla kullanılan Köppen iklim sınıflandırmasına göre "Csa" olarak adlandırılan ve kışı ılık, yazı çok sıcak ve kuru iklim olarak tanımlanan iklim bölgesi, bu çalışmada, Zeren ve diğ. (1987) tarafından yapılan Türkiye'ye ait iklim sınıflandırmasına göre "ılımlı-nemli iklim" olarak adlandırılmıştır (Zeren ve diğ., 1987). Dolayısıyla çalışmanın yöresel kapsamını oluşturan "Kocaeli İli", Köppen iklim sınıflandırmasına göre ılımlı-sıcak iklim ("C") üst başlığı altında yer alan "ılımlı-nemli" ("Csa") alt iklim grubunda yer almaktadır.

1.4 Yöntem

Tezde, veri toplama yöntemi ve açık alanda sürekli ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Isıl performansı ölçülecek bitkilendirilmiş cephe sistem tipinin belirlenmesinde, veri toplama yöntemlerinden biri olan kaynak taraması yöntemi kullanılmıştır. Bu bağlamda, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının değerlendirildiği uluslararası tezler, makaleler ve bildiriler taranmıştır. Bu çalışmalara ait yapım yılı, iklim bölgesi, bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, yönlenme, ölçüm parametreleri, ölçüm süresi ve dönemi gibi veriler tablo halinde derlenerek literatürdeki eksikler saptanmıştır. Ülkemizde, bitkilendirilmiş cephe sistemi örneklerinin yer aldığı kaynaklar oldukça az sayıdadır. Bu nedenle, kaynak taramasına ek olarak, veri toplamadan yöntemlerinden bir diğeri olan yüz yüze görüşme yöntemi kullanılmıştır. Bu bağlamda, Türkiye'deki bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulayıcı firmalarının bir kısmı ile yüz yüze görüşülmüş, bir kısmından ise elektronik posta aracılığı ile bilgi edinilmiştir; böylece ülkemizde yaygın olarak kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi belirlenmiştir.

Bitkilendirimiş cephe sistemine ait özgün sınıflandırma sisteminin oluşurulmasında kaynak taraması yönteminden yararlanılmıştır. Bu bağlamda, uluslararası kaynaklardaki sınıflandırma sistemleri taranmış ve incelenmiştir. Ayrıca, yurtdışında ve ülkemizde kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipleri ve alt tipleri, ulusal ve uluslararası tezler, kitaplar, bildiriler ve makalelerde yer alan ve 1980'li yıllardan itibaren günümüze kadar gerçekleştirilen örneklerin taranmasıyla ortaya konulmuştur. Bu örnekler, sistem tiplerine göre ayrılmıştır ve künye bilgisi ile

birlikte, katmanlaşma modellerine ve sistem kesitlerine ait detayların yer aldığı ayrı tablolar halinde derlenmiştir.

Bitkilendirilmiş cephe sistemleri hakkındaki standartların ve sertifika sistemlerinin derlenmesi amacıyla veri toplama yöntemi kullanılmıştır. Kuzey Amerika, Kanada, Avrupa, Asya-Pasifik bölgesindeki standartların web sayfalarındaki teknik komiteler, bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin çeşitli anahtar kelimeler ile taranmış ve ilişkili olabileceği düşünülen bölümlerin özetleri incelenmiştir. Ayrıca, tüm standartların web sayfalarındaki ilgili adreslere elektronik posta gönderilerek bitkilendirilmiş cephe sistemleri hakkında düzelenmiş bir standart olup olmadığı hakkında bilgi edinilmiştir. Bitkilendirilmiş cephe sistemleri hakkındaki yeşil bina sertifika sistemleri de Kuzey Amerika, Kanada, Avrupa, Asya-Pasifik olmak üzere çeşitli coğrafi bölgelere ayrılarak incelenmiştir. İlgili sertifika sistemine ait web sitesinde yer alan katologlar taranmıştır; ayrıca elektronik posta yoluyla yetkili kişilerden bilgi alınmıştır.

Isıl performans ölçümleri, açık alanda sürekli ölçüm yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, deney düzeneğinin bulunduğu alandaki mikroiklim verileri, referans ve bitkilendirilmiş cepheye gelen güneş ışınımı değeri, referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı değerleri, referans ve bitkilendirilmiş duvar iç ve dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvardaki 2.kat keçenin yüzey sıcaklığı, panel ön ve arka yüzey sıcaklıkları ile referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odaların iç ortam hava sıcaklıkları ölçülmüştür. Elde edilen veriler, excel programına aktarılmıştır; böylece excelde sayısallaştırılan veriler ile ilgili grafikler oluşturulmuştur. Tüm mevsimlere ait haftalık veriler; hava sıcaklığı ve bağıl nem grafiği, gelen ve yansıyan güneş ışınım şiddeti grafikleri, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe sıcaklık profili grafikleri ve değerleri üzerinden analiz edilmiştir. Her ay için seçilen temsili hafta sonu günlerindeki bitkilendirilmiş cephe sistemi ısıl performansı, referans cephe ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

1.5 Hipotez

Ilımlı-nemli iklim bölgesinde yer alan Kocaeli İli'ndeki keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sistemi dış yüzey sıcaklıklarının referans cephe sistemi dış yüzey sıcaklıklarına göre soğutma döneminde daha düşük çıkması beklenmektedir;

dolayısıyla ılımlı-nemli iklim bölgesindeki keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sisteminin soğutma dönemde referans cephenin ısıl performansını iyileştireceği varsayılmaktadır. Isıtma döneminde ise, bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları ile referans cephe dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farkların ne şekilde değişeceği bu tezin araştırma sorularından biridir. Araştırma sorularından bir diğeri ise, ısı yalıtımlı mevcut bir duvar üzerine uygulanan bitkilendirilmiş cephe sisteminin, referans cephe sistemine kıyasla, dış yüzey sıcaklıklarındaki artışın/azalmanın iç yüzey sıcaklıklarına ne şekilde yansıyacağıdır. Ayrıca, yansıma oranı daha düşük olması beklenilen bitkilendirilmiş cephe sisteminin referans cephe yansıma oranına kıyasla ne oranda düşük çıkacağı tezin araştırma sorularından bir diğeridir.

Kocaeli İli'ndeki keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıtma ve soğutma dönemlerindeki ısıl performans sonuçlarının, uluslararası ve ulusal düzeyde, mimarlara, peyzaj mimarlarına, akademisyenlere, cephe mühendislerine ve danışmanlarına, yerel yönetimlere, ilgili bakanlıklara ve tüm karar vericilere yol gösterici olması hedeflenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarının, Türkiye'nin 2030 yılına kadar sera gazı salınımlarını azaltma konusundaki hedeflerine yönelik eylem planlarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

.

2. BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHE SİSTEMLERİ

Bu bölümde, bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin ulusal ve uluslararası kaynaklarda yer alan çeşitli terimlere, tanımlara ve farklı sınıflandırma tiplerine yer verilmiştir ve bu sistemlere ait özgün bir tanım ve sınıflandırma yapılmıştır. Ayrıca bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin tarihçesi, bitkilendirilmiş cephe sistemini oluşturan bileşenler ve özellikleri, ulusal ve uluslararası bitkilendirilmiş cephe sistemi örnekleri ve ilgili standartlar, sertifika sistemleri ve yasal düzenlemeler ilgili veriler farklı alt başlıklar altında ele alınmıştır.

2.1 Tarihçe

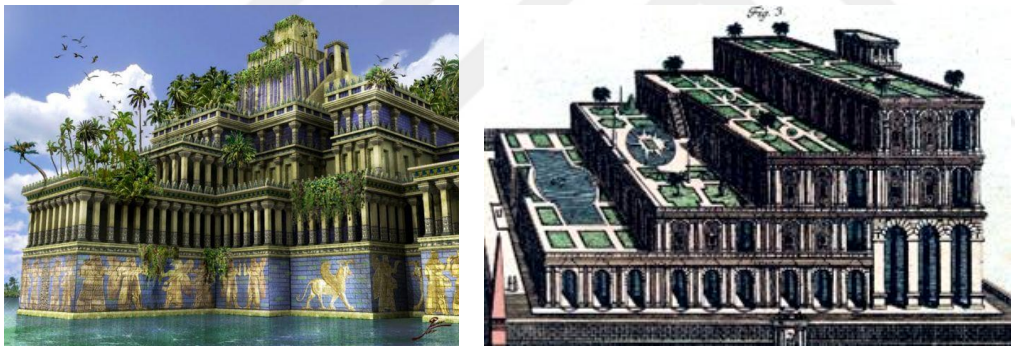
M.Ö. 3000 yıllarında İskoçya'da Orkney Adaları'ndaki "Skara Brae Evleri" bitkilendirilmiş cephelerin ilk örnekleri olarak ortaya konulmaktadır (Şekil 2.1) (Waterman, 2009).



Şekil 2.1 : Skara Brea Evleri, Orkney, İskoçya (Waterman, 2009).

M.Ö. 604-562 yılları arasında Mezopotamya'daki Babil'in Asma Bahçeleri'nde bitkilendirilmiş cephe uygulamaları gerçekleştirilmiştir. (Gültekin, 2001; Leenhardt ve diğ, 2007; Freed ve diğ., 2008). Babil'in Asma Bahçeleri'nde, teraslar üzerindeki

ve duvarların önündeki ağaçlarla bitkilendirme yapılmıştır (Şekil 2.2). Yerel olmayan bitki türleri kullanıldığı için yoğun bakım gerektirmiştir. Dönemin hükümdarı Nebuchadnezzar'ın isteğiyle yapılan bu uygulama, bitkilerin doğal ortamlarından uzaklaştırılarak Babil'deki binaların teraslarında yeniden kullanılması ile insanoğlunun doğa üzerindeki baskın tavrını vurgulayan bir örnek olmuştur (Leenhardt ve diğ, 2007). Bitkiler, arşimed burgusuna benzer bir yöntem ile sulanmıştır (Görcelioğlu, 1975; Jialin, 2013). Ayrıca bu sistemin günlük su ihtiyacının en az 37000 litre olduğu ileri sürülmektedir. Suyun döşemelere zarar vermesini engellemek amacıyla döşemelerde masif taş bloklar kullanılmıştır (Jialin, 2013). Taş blokların üzeri asfalta benzeyen bir madde ile sıvanarak su geçirimsizlik sağlanmıştır; bu geçirimsiz tabakanın üzerinde ise iki sıralı tuğla yerleştirilmiştir; en üst kısım ise kurşundan yapılmış bir tabaka ile kaplanmıştır. Büyük ağaçların yetiştirilebilmesi amacıyla çatıya yeterli derinlikte toprak doldurulmuştur; çatıda oluşan bu yükün taşınabilmesi amacıyla özel olarak tasarlanan birtakım yapısal elemanlar da mevcut taşıyıcı sisteme eklenmiştir (Gültekin, 2001).



Şekil 2.2 : Babil'in Asma Bahçeleri, Babil, Mezopotamya (The history of living walls, 2012; Uffelen, 2016).

İlk çağda Antik Roma'da sarayların avlularında sarmaşık bitkiler ile cepheler bitkilendirilmiştir. Orta çağda ise İrlanda bölgesinde Vikingler tarafından yapılan İrlanda Çim Evleri'nde yapının soğuktan korunması ve ısı kaybının en aza indirgemesi amacıyla yapı kabuğu, torf ve çim ile kaplanmıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 : İrlanda Çim Evleri (Turf Houses in the Viking Age).

Ayrıca, orta çağda Avrupa ülkelerinde özellikle sarmaşık gülleri ve üzüm asmaları ile şatoların, malikanelerin ve köy evlerinin cepheleri, balkonları ve terasları bitkilendirilmiştir. Ayrıca bu dönemde sarmaşıkların kafeslerin üzerine sarıldığı örnekler de vardır (Şekil 2.4) (Köhler, 2008).



Şekil 2.4 : Almanya'nın Bavyera Eyaleti'ndeki balkon tasarımı geleneğine bir örnek (Köhler, 2008).

Orta Çağda Avrupa ülkelerindeki bitkilendirilmiş cephe uygulamalarında, evlerin bahçelerinde yer alan söğüt ve çeşitli ağaçların dalları ile örülmüş hasırlara sarılan bitkiler zamanla ahşap ve demir strüktürlere sarılmaya başlamıştır. Böylece çeşitli boyutlardaki konteynerler ve kafesler, bitkilerin tutunacağı destek elemanları olarak kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu destekli elemanların kullanıldığı uygulamalar ile Babil'in Asma Bahçeleri'ndeki uygulamalar arasındaki benzerlik her ikisinde de bitkinin kendi büyüme ortamından koparılıyor ve farklı bir yerde yeniden kullanılıyor olmasıdır (Leenhardt ve diğ, 2007). Yakın çağda ise, 16.yüzyıl ile 18.yüzyıl arasındaki Barok dönemde mimari ve peyzaj tasarım ilkelerinden biri de duvarların bitkilendirilmesi idi (Turner, 2005). Yakın çağdaki önemli örneklerden

biri 1843 yılında İrlandalıların Çim Evleri'ne benzer yöntemlere oluşturulan İzlanda'daki "Saenautasel Turf House" örneğidir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : Saenautasel Turf House, İzlanda (Ragnarsdottir).

Modernizm ile birlikte 19. yüzyılın sonlarındaki "bahçe şehirler" hareketi "yeşil"i kent tasarımlarına entegre etmiştir (Köhler, 2008; Manso ve Gomes, 2015). 19. yüzyılda Avrupa ve Kuzey Amerika şehirlerinde bir çok binanın cephesi sarmaşıklar ile kaplanmıştır. 20 yüzyılın başlarındaki Art Nouveau akımı, "yeşil"in konut tasarımlarına entegre edilmesini desteklemiştir (Köhler, 2008; Manso ve Gomes, 2015). 20. yüzyılın başlarında bazı Orta Avrupa şehirlerinde (Münih, Berlin gibi) bazı binaların cephelerinde sıva yerine orman sarmaşığı ve amerikan sarmaşığı ile duvar yüzeyleri kaplanmıştır (Köhler, 2008; Freed ve diğ., 2008). 1960'larda Hollanda'nın Mildam ilçesinde mimar Louis G.LeRoy tarafından gerçekleştirilen "Eco-Cathedral" uygulaması dikkat çekici bir örnektir. Bu uygulamada duvarlar, arasına çakıl veya sıkıştırılmış toprak doldurulmuş boşluklardan/derzlerden oluşan tuğla elemanlardan meydana gelmektedir. Bu modüllerde genellikle, mukavameti arttırmak için içerisinde çelik çubukların yerleştirilebileceği hazır delikler bulunmaktadır. Bitkiler, duvar içerisinde kendiliğinden doğal olarak büyümüştür; bazı bitkiler ise insan müdahalesi ile dikilmiştir (Şekil 2.6) (Dunnett ve Kingsbury, 2004; Woudstra).



Şekil 2.6 : Eco-Cathedral, Mildam, Hollanda (Woudstra).

1970-80'lerde, dünyada ekolojik sorunların dile getirilmesiyle ve konunun mimarlık alanına da yansımasıyla bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulamaları ivme kazanmıştır (Uffelen, 2016). Bu dönemde Orta Avrupa'daki "yeşil hareketi" sadece çatılara değil cephelere de odaklanmaya başlamıştır. Bu dönemde kent çevrebilimcileri ve mimarlar tarafından kent alanlarında mümkün olduğunca bitki kullanılması görüşü benimsenmiştir. Viyana'daki Hundertwasser Evi de bu dönemde yapılan önemli bitkilendirilmiş cephe örneklerinden biridir (Şekil 2.7.). 1982 yılında Brezilya'nın Sao Paulo şehrinde yapımı gerçekleştirilen Safra Bank Headquarters Binası'nın cephesinin bir bölümü sarmaşıklar ile kaplanmıştır ve saksıda ve cephe önünde yer alan çalılar ve ağaçlar ile gölgelendirilmiştir (Adams, 1991; Petty, 2008).



Şekil 2.7 : Hundertwasser Evi, Viyana, Avusturya (Yoneda,2010; Schenkein, 2014).

1980'lerde Berlin'de bitkilendirilmiş cephe sistemi kullanımının arttırılması amacıyla teşvik programları geliştirilmiştir ve böylece Berlin'de 1983-1997 yılları arasında yaklaşık 245.584m^2 bitkilendirilmiş cephe uygulaması gerçekleştirilmiştir (Köhler, 2008). 1988 yılında "paslanmaz çelik kablo ve kafes sistem" uygulamaları

başlamıştır. 1993 yılında Kaliforniya'da gerçekleştirilen "Universal CityWalk" uygulaması ilk geniş ölçekli kafes sistem örneğidir (Şekil 2.8) (Freed ve diğ., 2008). 1990'larda modüler paneller ile bitkilendirilmiş cephe uygulamaları başlamıştır (Köhler, 2008). Bu dönemde, bitkilendirilmiş cephe sistemleri iç mekanlarda kullanılmaya başlanmıştır. 1994 yılında Toronto'daki "Canada Life Building" binasının iç mekanında bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulanmıştır (Şekil 2.9) (Freed ve diğ., 2008; Timur ve Karaca, 2013).



Şekil 2.8 : Universal CityWalk, Kaliforniya, Amerika (Applications wall mounted).



Şekil 2.9 : Canada Life Building, Toronto, Kanada (Timur ve Karaca, 2013).

2000'lerde oldukça geniş alanlarda BCS uygulamaları gerçekleştirilmeye başlanmıştır ve Amerika'da BCS kursları ve araştırma fonları oluşturulmuştur (Freed ve diğ., 2008). 1990-2010 yılları arasında, Patrick Blanc'ın topraksız keçe sistem

uygulamaları dünyaya yayılmıştır (Jialin, 2013). 2010'ların başında ise Türkiye'de topraksız keçe sistem ve modüler sistem uygulamaları başlamıştır.

Kaynak taraması sonucunda elde edilen bilgilere göre, tarihteki bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulamalarına ilişkin düzenlenen zaman çizelgesi Çizelge 2.1'de görülmektedir (Leenhardt ve diğ., 2007; Köhler, 2008; Freed ve diğ., 2008; Waterman, 2009; Uffelen, 2011; Jialin, 2013; Wood ve diğ., 2014).

Çizelge 2.1 : Tarihteki bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulamalarına ilişkin zaman çizelgesi.

TARİH ÖNCESİ ÇAĞLAR | **TARİH ÇAĞLARI**

M.Ö 3200 | M.S. 375 | M.S. 1453 | M.S. 1789 | Günümüz

İLK ÇAĞ | **ORTA ÇAĞ** | **YENİÇAĞ** | **YAKIN ÇAĞ**

M.Ö. 3000 ***"Skara Brae Evleri"***

M.Ö. 600-800 ***"Babil'in Asma Bahçeleri"***

M.S. 10.yy-14.yy ***"İrlanda Çim Evleri"***

M.S. 15.yy ***"Bavaria Evleri"***

"Orta Çağ Avrupa Evleri & Şatoları & Malikaneleri"

M.S. 1546 ***"Cabinet de Treliage" Eskizi***

M.S. 16.yy-18yy. ***Barok dönem uyg.***

M.Ö. 300 – M.S. 17.yy

Akdeniz bölgesindeki "**Roma evleri, şatoları ve malikaneleri"nin** ve bahçelerindeki pergolaların üzüm asmaları ve sarmaşık gülleri ile bitkilendirildiği örnekler

MODERNİZM

1843 ***"Saenautasel Turf House"***

1850 **BCS ile ilgili ilk makale**

1900'lerin başı **"Art Nouveau" akımı ile yeşil'in konut tasarımına entegre edilmesi**

1920'ler **Kuzey Amerika ve İngiltere'deki "yeşil şehir hareketi"**

1960 ***"Eco-Cathedral"***

MODERNİZM SONRASI

1980 **Avrupa'daki "yeşil hareketi" + BCS'nin ekolojik işlevleri ile ilgili bilimsel çalışmaların ivme kazanması**

1986 ***"Hundert wasser House"***

1988 **İlk paslanmaz çelik kablo uygulamaları**

1990'ların başı **Kablo, halat, ağ ve kafes sistemlerin Kuzey Amerika piyasasına girmesi + İlk büyük ölçekli topraklı sistem örnekleri**

1993 **İlk geniş ölçekli kafes sistem uygulaması: *"Universal CityWalk"***

1994 **İç mekanda BCS ilk örnekleri *"Canada Life Building"***

2002 ***"MFO Park"***

2005 ***"Expo 2005"***

1990'lar-2010
Patrick Blanc'ın **topraksız keçe sistem** uyg. dünyaya yayılmıştır.
2010'ların başı
Türkiye'de **topraksız keçe sistem ve topraklı sistem** uyg. başlamıştır.

2.2 Terim ve Tanımlar

Bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili ulusal ve uluslararası kaynaklarda çeşitli tanımlara rastlanmaktadır ve bu sistemlerin farklı şekilde adlandırıldığı görülmektedir. Aşağıda farklı kaynaklardan elde edilen terimlere ve tanımlara yer verilmiştir.

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin uluslararası kaynaklarda yer alan terimler şu şekildedir:

- biofacade (Rahman ve diğ., 2011; Sunakorn ve Yimprayoon, 2011)
- facade greening (Dunnet ve Kingsbury, 2008; Hoelscher ve diğ., 2016)
- green facades (Perez ve diğ, 2011a; Sheweka ve Mohamed, 2012; Cameron ve diğ., 2014; Cameron ve diğ., 2015)
- green vertical systems (Perez ve diğ, 2011a; Perez ve diğ., 2011b; Perez ve diğ., 2014)
- green walls / green wall systems (Sheweka ve Magdy, 2011; Jialin, 2013; Wood ve diğ., 2014; Haggag ve diğ., 2014; Cameron ve diğ., 2014; Manso ve Gomes, 2015)
- living walls / living wall systems (Dunnet ve Kingsbury, 2008; Hopkins ve diğ., 2010; Chen ve diğ., 2013)
- plant canopy (Ip ve diğ., 2010)
- plant covered wall (Eumorfopoulou ve Kontoleon, 2009)
- plant curtain (Fang ve diğ., 2011)
- vegetated cladding systems (Cheng ve diğ., 2010)
- vegetated envelopes (Djedjig ve diğ., 2015)
- vegetal facades / vegetated facades (Susorova ve diğ., 2013; Olivieri ve diğ., 2014a, Olivieri ve diğ., 2014b; Wood ve diğ., 2014)
- vegetated vertical building surfaces (Köhler, 2008)
- vertical garden (Leenhardt ve diğ, 2007; Blanc, 2008; Hindle, 2012)
- vertical greenery/ greening systems (Yu ve Hien, 2009; Wong ve diğ., 2010; Cheng ve diğ., 2010; Mir, 2011; Perini ve diğ, 2013, Mazzali ve diğ., 2013; Safikhani ve diğ, 2014; Pulselli ve diğ., 2014; Perez ve diğ., 2014; Basher ve diğ., 2016)

- vertical green/ greening/ greenery (Ottele, 2011; Perini ve diğ., 2011; Jim ve He, 2011; Liang ve diğ., 2014; Raji ve diğ., 2015)

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin ulusal kaynaklarda yer alan terimler şu şekildedir:

- dikey bahçe (Örnek, 2011; Yüksel, 2013; Üçok, 2014; Beyhan, 2014; Kanter, 2014)
- dikey/ düşey yeşil sistemler (Aygencel, 2011; Erdoğdu, 2014)

Bitkilendirilmiş cephe sistemleri, uluslararası kaynaklarda farklı şekilde adlandırılmaktadır. Bu sistemler için genellikle, "vertical green/greening/greenery" ve "vertical greenery/greening systems", "living walls/ living wall systems", "green walls/ green wall systems", "vertical garden" ve "vegetated facades" ifadelerinin kullanıldığı görülmektedir. Genellikle yeşil cepheler, düşey/dikey yeşil sistemler, cephe bitkilendirmesi, yaşayan duvarlar, yeşil duvarlar, düşey/dikey bahçeler gibi farklı şekillerde adlandırıldığı görülmektedir. Ulusal kaynaklarda ise, genellikle "dikey bahçe" ifadesinin kullanıldığı görülmektedir. Bu tezde, söz konusu sistemlerin, bina dış duvarının önünde ve cephenin bir elemanı olarak tasarlanması ve sistemi oluşturan ana bileşenlerin ve sistemin performansını önemli oranda etkileyen katmanların bitki ve bitkinin büyüme ortamı olması nedeniyle "**bitkilendirilmiş cephe sistemleri**" olarak adlandırılması uygun bulunmuştur.

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin çeşitli kaynaklarda yer alan tanımlar aşağıdaki gibidir:

Dunnet ve Kingbury (2008)'e göre, cephe bitkilendirmesi, binalar için yaşayan dolayısıyla kendini yenileyebilen kaplama sistemleridir.

Ip ve diğ. (2010)'ne göre, bina cephesine entegre edilen yaprak döken sarmaşık bitki katmanı, iklimsel değişikliklere duyarlı dinamik bir gölgeleme elemanı olarak davranan bir sistemdir.

Sheweka ve Magdy (2011)'e göre, yeşil cepheler veya düşey bitkilendirme, bitkilerin bina cephesine entegre edilmesidir.

Ottele (2011)'e göre, düşey bitkilendirme; zeminde, duvarın içerisinde veya duvara monte edilen bitki modüllerinin içerisinde köklenen ve gelişen bitkilerle düşey yüzeylerin kaplanması sonucunda elde edilen sistemdir.

Rahman ve diğ. (2011)'ne göre, "biofacade", doğal çevre ile yapılı çevre arasındaki ilişkinin kurulduğu biyolojik cephe kabuğudur.

Jialin ve diğ.'ne göre (2013), yeşil duvar, kısaca, bitki ile kaplı bir duvar şeklinde tanımlanmaktadır. Ayrıca, yeşil duvar, kısmen veya tamamen bitki ile ve bazı durumlarda toprak ve inorganik büyüme ortamı malzemesi ile kaplı olan, serbest duran veya binanın bir parçası olan bir duvardır.

Yüksel (2013)'e göre, dikey bahçe; dikey olarak sınırlandırılmış bir alanın üzerine yayılan bitki örtüsü olarak tanımlanmaktadır.

Wood ve diğ. (2014)'e göre, yeşil duvar veya bitkilendirilmiş cephe, bina cephesi gibi düşey bir yüzey üzerinde bitkilerin kontrollü bir şekilde ve düzenli bakım ile büyüdüğü sistemler olarak tanımlanmaktadır.

Safikhani, ve diğ. (2014)'e göre, düşey yüzeyler üzerinde büyüyen bitkiler, düşey yeşil sistemler olarak adlandırılmaktadır.

Yeşil duvarlar, belirli bir kısmi veya tamamen bitki ile kaplanmış bir binanın veya serbest duran bir elemanın bir parçasıdır (Green roofs and walls policy).

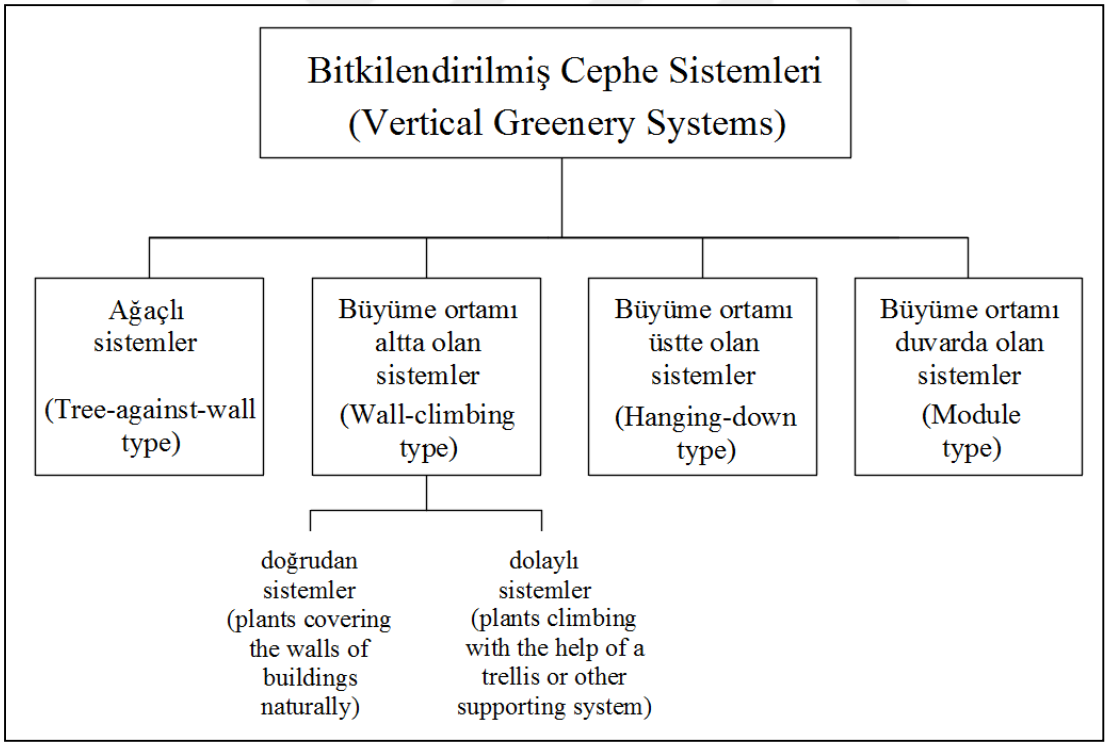
Pulselli ve diğ. (2014)'e göre, düşey yeşil sistemler, bina cephesine sabitlenen bitkisel yapılar olarak tanımlanmaktadır.

Literatürde bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin çeşitli tanımlar yapıldığı görülmektedir. Bu bağlamda; bitkilendirilmiş cephe sistemleri; **"bina cephesine bütünleşik olarak oluşturulan, cephe sisteminin bir bileşeni olan, kaplama performansı göstermesi beklenilen, opak cephe kaplamasına alternatif olarak oluşturulan, ana katmanları bitki ve büyüme ortamı olan, yaşayan dolayısıyla kendini yenileyebilen sistem bileşenleri/sistemler"** olarak tanımlanabilir. Bitkilendirilmiş cephe sistemi ifadesi, bu tezde, "BCS" olarak kısaltılmıştır.

2.3 Sınıflandırma

Bu bölümde, bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili uluslararası kaynaklarda yer alan farklı sınıflandırma tipleri ele alınmıştır ve bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ait yeni bir sınıflandırma sistemi ortaya konulmuştur. Uluslararası kaynaklarda yer alan 6 farklı sınıflandırma biçimi aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır. Bu kaynaklarda yapılan farklı sınıflandırma tiplerine ait terimler, sınıflandırmada yer alan İngilizce terimlerin orijinal haliyle ve bu terimlerin tezde ortaya konulan özgün sınıflandırmada kullanılan ifadelere göre Türkçe'ye çevirilmiş şekli ile yer almaktadır.

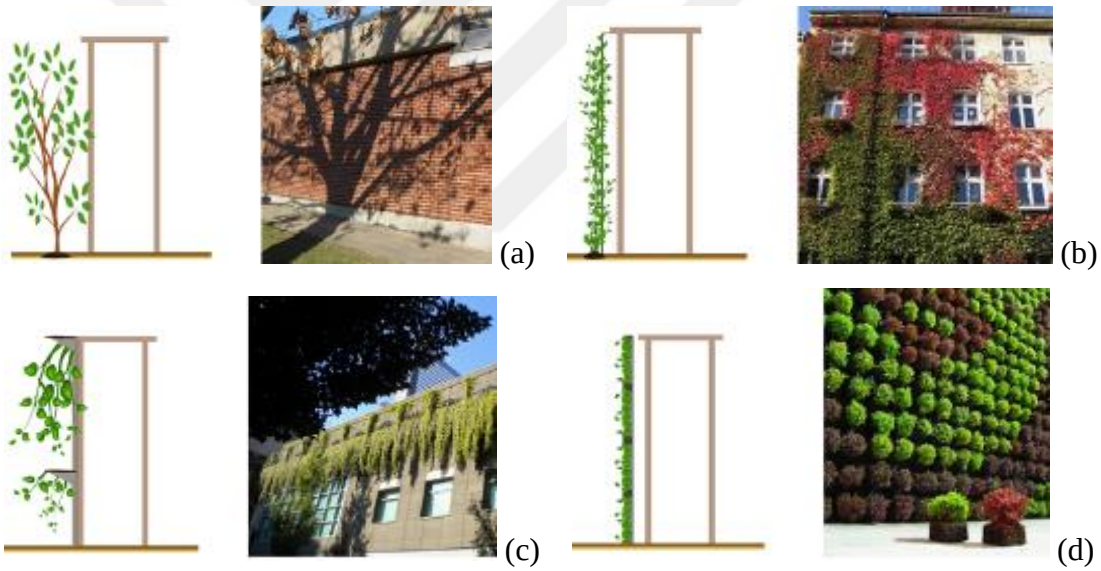
Yu ve Hien (2009)'e göre bitkilendirilmiş cephe sistemleri, "vertical greenery systems" olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemler, "tree against wall type", "wall climbing type", "hanging down type" ve "module type" olmak üzere dört tip olarak ele alınmaktadır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 : "Vertical greenery systems" sınıflandırması (Yu ve Hien, 2009 kaynağından uyarlanmıştır).

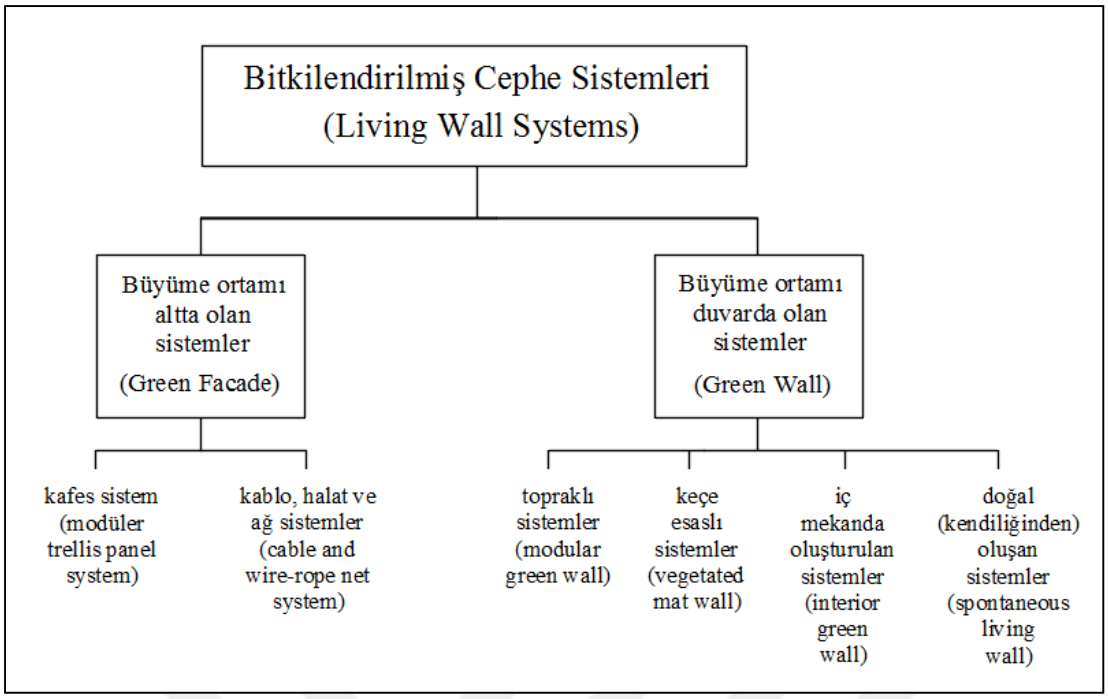
"Tree against wall type", "ağaçlı sistemler" olarak adlandırılmaktadır (Çizelge 2.2). Bu sistemde, ağaçlar cephenin önünde ve cepheye belli bir mesafede olacak şekilde konumlandırılmaktadır (Şekil 2.11a). Bu sistemler aslında tam olarak bir cephe

bitkilendirme yöntemi olmamakla birlikte performansı bakımından benzer özellik gösterdiği için bitkilendirilmiş cephe sistemi olarak ele alınmaktadır. “Wall climbing type”, “büyüme ortamı üstte olan sistemler” olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.11b). Bu sistemler ise “plants covering the walls of buildings naturally” (doğrudan sistemler) ve “plants climbing with the help of a trellis or other supporting system” (dolaylı sistemler) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Çizelge 2.2). “Hanging down type”, “büyüme ortamının üstte olduğu sistemler” olarak adlandırılmaktadır (Çizelge 2.2). Bu sistemler, döşemeden veya çatıdan bitkilerin aşağıya doğru sarkmasıyla gelişmektedir (Şekil 2.11c). Bu sistemler, bitkilendirilmiş çatı ve bitkilendirilmiş cephe arasında yer alan hibrit bir sistem olarak düşünülebilir. “Module type”, “büyüme ortamı duvarda olan sistemler” olarak adlandırılmaktadır (Çizelge 2.2). Bu sistemler, içerisinde bitkinin köklerinin ve toprağın yer aldığı belirli ölçülerdeki panellerden oluşmaktadır (Şekil 2.11d), (Safikhani ve diğ., 2014).



Şekil 2.11 : Ağaçlı sistem (a), büyüme ortamı altta olan sistem (b), büyüme ortamı üstte olan sistem (c), büyüme ortamı duvarda olan sistem (d) sembolik gösterimleri ve örnekleri (Safikhani ve diğ., 2014).

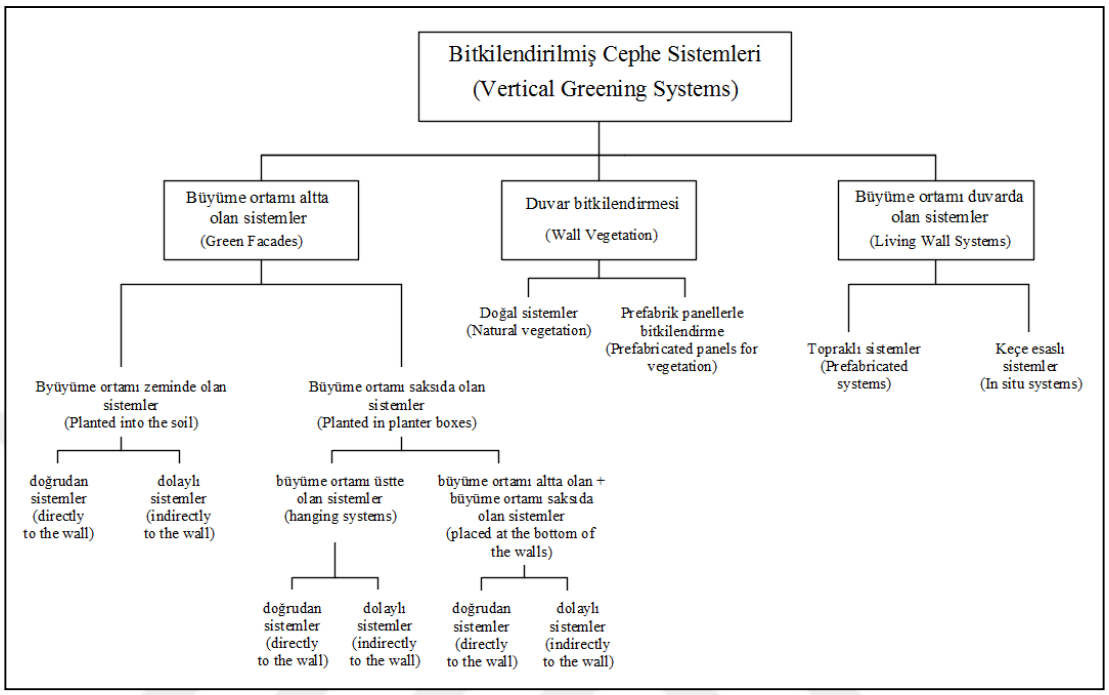
Hopkins ve diğ. (2010)’a göre bitkilendirilmiş cephe sistemleri, “living wall systems” olarak adlandırılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre bitkilendirilmiş cephe sistemleri, iki ana başlık altında ele alınmaktadır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 : "Living wall systems" sınıflandırması (Hopkins ve diğ., 2010 kaynağından uyarlanmıştır).

"Green facade", "büyüme ortamı altta olan sistem" olarak adlandırılmaktadır (Çizelge 2.2). Bu sistemler, sarmaşık bitkisinin geliştiği düzlemin özelliklerine göre ikiye ayrılmaktadır (Şekil 2.12). Her iki sistemde de bitkiler doğrudan zemindeki toprakta büyüyebildiği gibi saksı içinde de gelişebilmektedir. "Green wall", "büyüme ortamı duvarda olan sistem" olarak adlandırılmaktadır (Çizelge 2.2). Bu sistemler de dört başlık altında ele alınmaktadır. "Modular green wall", "topraklı sistem"i temsil etmektedir ve doğrudan cepheye veya bir çerçeveye sabitlenen önceden bitkilendirilmiş ön üretimli panellerden ve bitkiden oluşmaktadır. "Vegetated mat wall", "keçe esaslı sistemler" olarak adlandırılmaktadır (Çizelge 2.2). Bu sistemler, cephe yüzeyine su yalıtım örtüsü uygulaması yapıldıktan sonra duvara sabitlenen çerçeve üzerine gelen panellerin birden fazla keçe katmanı ile kaplanması ve keçenin içerisine bitki dikilmesi ile oluşmaktadır. "Spontaneous living wall", "doğal (kendiliğinden oluşan) sistemler" olarak tanımlanmaktadır (Çizelge 2.2). Bu sistemler, bitkilerin zamanla duvar üzerinde kendiliğinden büyümesiyle oluşmaktadır. Hopkins ve diğ. (2010)'nin yaptığı sınıflandırmada, Yu ve Hien (2009)'inkine ek olarak "doğal (kendiliğinden) oluşan sistemler" eklenmiştir (Hopkins ve diğ., 2010).

Mir (2011)'e göre bitkilendirilmiş cephe sistemleri, "vertical greening systems" olarak adlandırılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre bitkilendirilmiş cephe sistemleri, üç ana başlık altında ele alınmaktadır (Şekil 2.13).

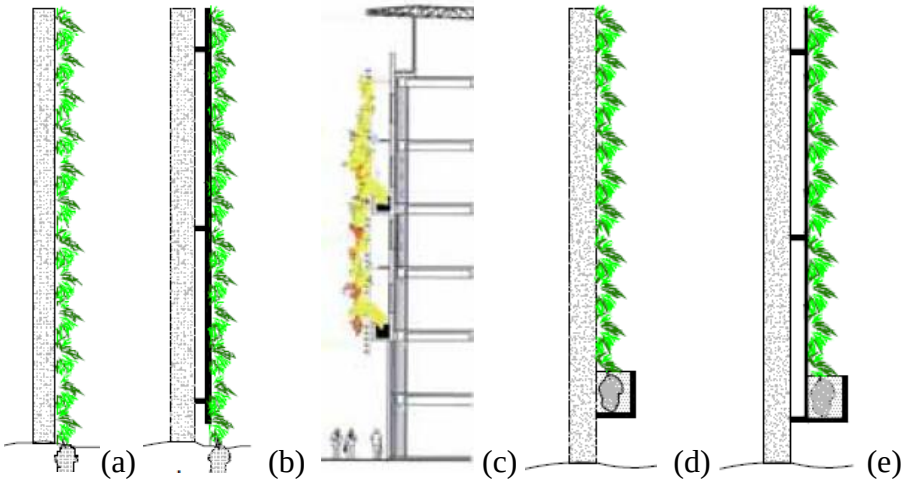


Şekil 2.13 : "Vertical greening systems" sınıflandırılması (Mir, 2011 kaynağından uyarlanmıştır).

"Green facades", "büyüme ortamı altta olan sistemler" olarak adlandırılmaktadır (Çizelge 2.2). Bu sistemler, "planted in the soil (büyüme ortamı zeminde olan sistemler)" ve "planted in planter boxes (büyüme ortamı saksıda olan sistemler)" olarak ikiye ayrılmaktadır (Şekil 2.13). Büyüme ortamı zeminde olan sistemler, bitki köklerinin yatay düzlemde yer alan toprakta geliştiği sistemlerdir. Bu sistemler, ek yapısal bir eleman olmaksızın doğrudan duvar yüzeyinde gelişen "directly to the wall (doğrudan sistemler)" (Şekil 2.14a) ile ek bir eleman yardımıyla gelişen "indirectly to the wall (dolaylı sistemler)" (Şekil 2.14b) olmak üzere iki tip olarak ele alınmaktadır. Büyüme ortamı saksıda olan sistemler, bitki köklerinin saksı içerisinde geliştiği sistemlerdir. Bu sistemler, "hanging systems" (Şekil 2.14c) ve "placed at the bottom of the walls" olmak üzere iki tip olarak ele alınmaktadır. "Hanging systems", "büyüme ortamının üstte olduğu sistemler" olarak adlandırılmaktadır ve çatıda veya üst kat döşemesinde yer alan saksılardan sarkarak gelişmektedir (Çizelge 2.2). "Placed at the bottom of the walls", "büyüme ortamı altta olan sistemler ve büyüme ortamı saksıda olan sistemler"e karşılık gelmektedir ve bitkilerin duvarın önünde yer

alan saksılarda geliştiği sistemlerdir. Bu sistemler, ek bir taşıyıcı eleman olmaksızın doğrudan duvar yüzeyinde gelişen ve "bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı sistemler" olarak adlandırılan "directly to the wall (doğrudan sistemler)" (Şekil 2.14d) ile ek bir taşıyıcı eleman yardımıyla gelişen ve "bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistemler" olarak adlandırılan "indirectly to the wall (dolaylı sistemler)" (Şekil 2.14e) olmak üzere iki tip olarak ele alınmaktadır (Mir, 2011).

"Wall vegetation (duvar bitkilendirmesi)", "natural vegetation (doğal sistemler)" ve "prefabricated panels for vegetation (prefabrik panellerle bitkilendirme)" olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Şekil 2.13). Doğal sistemler, herhangi bir insan müdahalesi olmadan kendiliğinden ve doğrudan duvar yüzeyinde gelişmektedir (Şekil 2.15a). Bu sistemler, genellikle tarihi binaların, cephesi uzun süre gölgede kalan eski yapıların ve özellikle taş ve tuğla duvarların yüzeylerinde görülmektedir (Şekil 2.15b,c). Prefabrik panellerle bitkilendirme, içerisinde toprak ve beton parçalarının arasında geniş boşluklar bulunan ön üretimli beton elmanlar ve bu panellerin içerisinde yetişen bitkiler ile gerçekleştirilir (Şekil 2.16). Bu sistemler, herhangi bir sulama sistemi ihtiyacı olmadan kar ve yağış suyu gibi doğal yollarla su gereksinimini karşılayan sistemlerdir. Ancak, betonun pH değeri oldukça yüksek (pH=13) olduğu ve su temini sınırlı olduğu için bu sistemde yetişebilecek bitki türü azdır (Mir, 2011).



Şekil 2.14 : Doğrudan sistemler (a), dolaylı sistemler (b), büyüme ortamı üstte olan sistemler (c), büyüme ortamı altta ve büyüme ortamı saksıda olan doğrudan sistemler (d), büyüme ortamı altta ve büyüme ortamı saksıda olan dolaylı sistemler (e) sembolik kesit gösterimi (Mir, 2011).



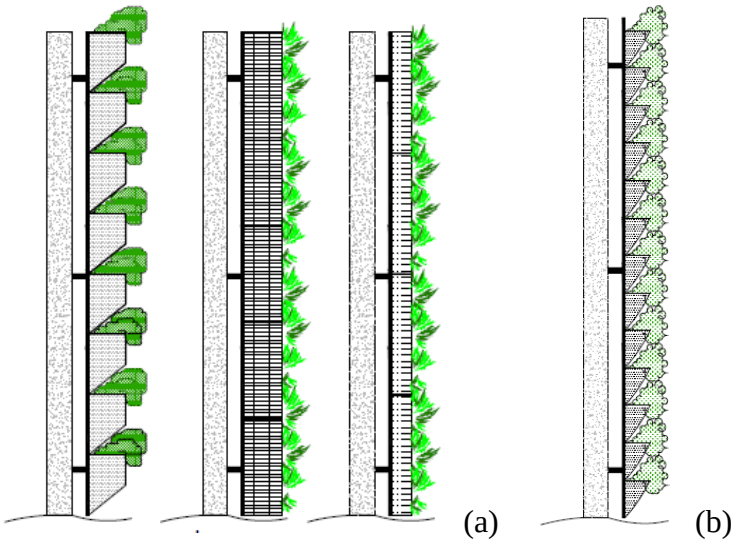
(a) (b) (c)

Şekil 2.15 : Doğal (kendiliğinden oluşan) sistem sembolik kesit gösterimi (a) ve örnekleri (b,c) (Mir, 2011).



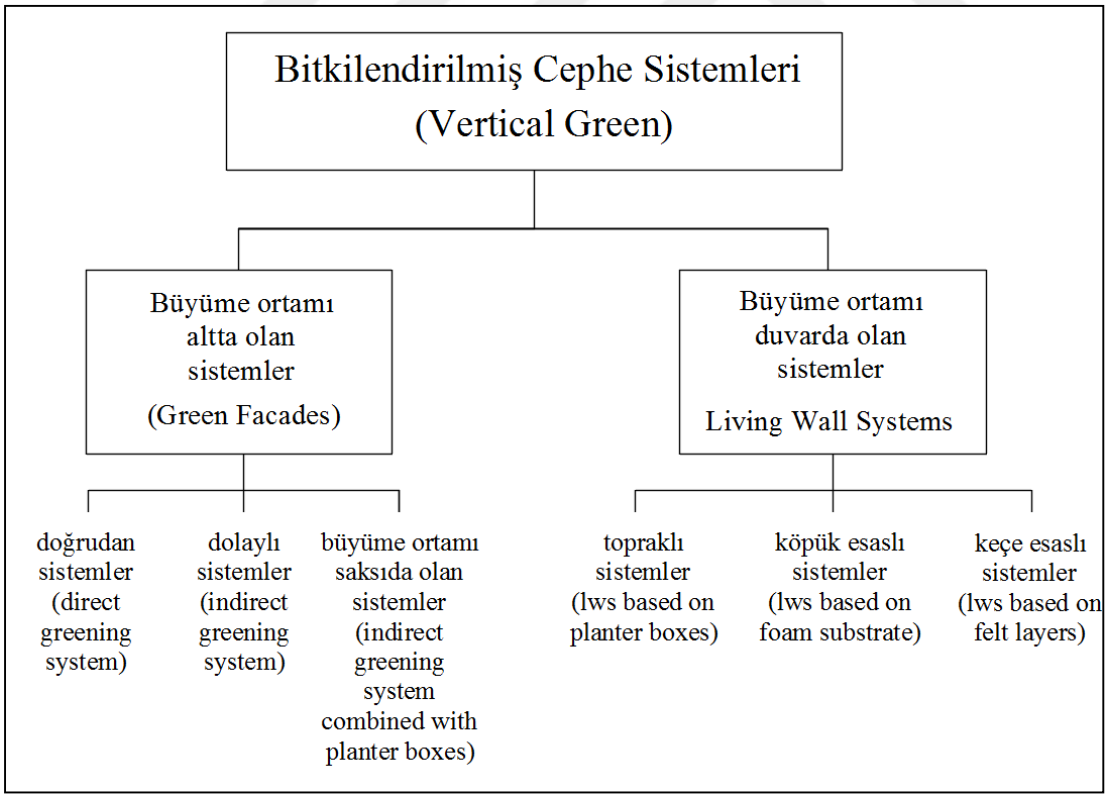
Şekil 2.16 : "Prefabricated panels for vegetation" sistemde kullanılan beton örnekleri (Mir, 2011).

"Living wall systems", "büyüme ortamı duvarda olan sistemler" olarak adlandırılmaktadır (Çizelge 2.2). Bu sistemler, çerçeve veya duvara sabitlenen ve içerisinde toprak, taş yünü aminoplast reçine köpüğü bulunan ön üretimli elemanlardan oluşan "prefabricated systems (topraklı sistemler)" (Şekil 2.17a) ile duvar önüne sabitlenen keçe elemanların içerisine bitkilerin uygulama alanında yerleştirilmesi ile oluşan "in situ systems (keçe esaslı sistemler)" (Şekil 2.17b) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.



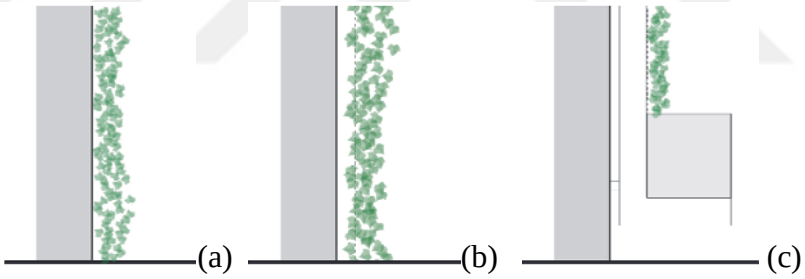
Şekil 2.17 : Prefabricated systems (a) ve in-situ systems (büyüme ortamı olarak toprak kullanılmayan- keçe esaslı- sistemler (b) sembolik gösterimleri (Mir, 2011).

Perini ve diğ. (2011)'e göre bitkilendirilmiş cephe sistemleri, "vertical green" olarak adlandırılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre bitkilendirilmiş cephe sistemleri, iki ana başlık altında ele alınmaktadır (Şekil 2.18).

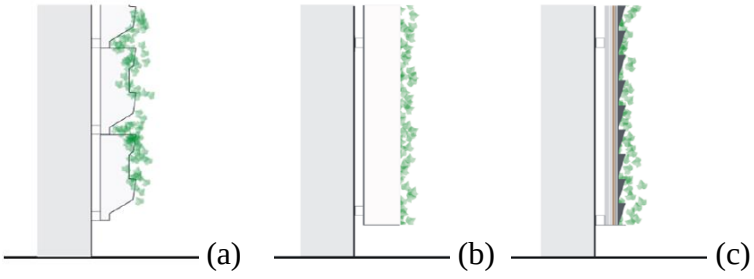


Şekil 2.18 : "Vertical green" sınıflandırması (Perini ve diğ, 2011 kaynağından uyarlanmıştır).

"Green facades (büyüme ortamı altta olan sistemler)", sarmaşıkların duvar yüzeyine doğrudan sarıldığı "direct greening system (doğrudan sistem)" (Şekil 2.19a), sarmaşıkların duvar ile sarmaşık arasında yer alan taşıyıcı elemana tutunarak geliştiği "indirect greening system (dolaylı sistem)" (Şekil 2.19b) ve taşıyıcı elemana tutunan sarmaşıkların zemindeki toprak yerine saksıdaki toprakta geliştiği "indirect greening system combined with planter boxes (büyüme ortamı saksıda olan sistem)" (Şekil 2.19c) olmak üzere üç başlık altında ele alınmaktadır. "Living wall sytems (büyüme ortamı duvarda olan sistemler)" bitkinin büyüme ortamına göre sınıflandırılmaktadır. Bu sistemler, "lws based on planter boxes (topraklı sistemler)", "lws based on foam substrate (köpük esaslı sistemler)" ve "lws based on felt layers (keçe esaslı sistemler)" olmak üzere üç başlık altında ele alınmıştır (Perini ve diğ., 2011). Topraklı sistemde, bitki cepheye veya cephe önündeki çerçeveye sabitlenen saksıların içerisindeki toprakta gelişmektedir (Şekil 2.20a). Köpük esaslı sistemde, büyüme ortamı olarak inorganik malzeme kullanılmaktadır ve bitki bu malzeme içerisinde gelişmektedir (Şekil 2.20b). Keçe esaslı sistemde, bitkiler, cephe önündeki panellere sabitlenen keçe katmanları üzerinde gelişmektedir (Şekil 2.20c).



Şekil 2.19 : Doğrudan sistemler (a), dolaylı sistemler (b) ve büyüme ortamı saksıda olan sistemler (c) kesit gösterimleri (Perini ve diğ, 2011).



Şekil 2.20 : Topraklı sistemler (a), köpük esaslı sistemler (b) ve keçe esaslı sistemler (c) kesit gösterimleri (Perini ve diğ, 2011).

Perez ve diğ. (2011, 2014)'ne göre bitkilendirilmiş cephe sistemleri, "green vertical systems" olarak adlandırılmaktadır. Perez ve diğ. (2011, 2014) iki farklı

sınıflandırma yapmaktadır. Buna göre, bitkilendirilmiş cephe sistemleri "extensive systems (seyrek sistemler) ve intensive systems (yoğun sistemler)" veya "green facades (büyüme ortamı altta olan sistemler) ve living walls (büyüme ortamı duvarda olan sistemler)" altında ele alınmıştır (Şekil 2.21).

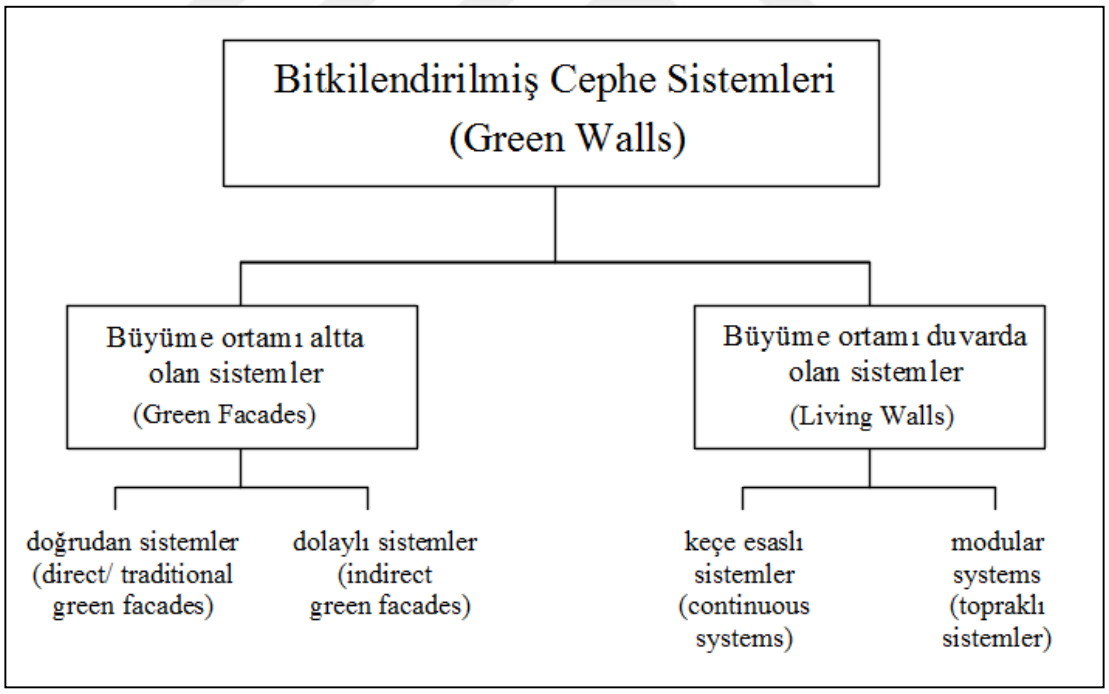
	Seyrek sistemler (Extensive systems)	Yoğun sistemler (Intensive systems)
Büyüme ortamı altta olan sistemler (Green facades)	- doğrudan sistemler (traditional systems) - dolaylı sistemler (double-skin systems) • kafes sistemler (modular trellis systems) • kablo sistemler (wired systems) • ağ sistemler (mesh systems)	- büyüme ortamı üstte olan sistemler (perimeter flowerpots systems)
Büyüme ortamı duvarda olan sistemler (Living walls)		- topraklı sistemler (panel systems) - keçe esaslı sistemler (geotextile felt systems)

Şekil 2.21 : "Green vertical systems" sınıflandırması (Perez ve diğ, 2011; Perez ve diğ, 2014 kaynaklarından uyarlanmıştır).

Seyrek sistemler, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde yapılan sınıflandırmaya benzer şekilde, fazla bakım gerektirmeyen ve yapımı kolay bitkilerden oluşur. Bu sistemler aynı zamanda "green facades (büyüme ortamı altta olan sistemler)" olarak da adlandırılmaktadır. Bu sistemler, "traditional systems (doğrudan sistemler)", "double skin systems (dolaylı sistemler)" ve "perimeter flowerpots system (büyüme ortamı üstte olan sistemler)" olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Doğrudan sistemler, sarmaşıkların doğrudan bina yüzeyine tutunarak geliştiği sistemlerdir. Dolaylı sistemler, sarmaşıkların bina cephesi önüne sabitlenen bir taşıyıcı üzerinde geliştiği sistemlerdir. Bu sistemler, bitkinin geliştiği yüzeyin formuna göre "modular trellis systems (kafes sistemler)", "wired systems (kablo sistemler)" ve "mesh systems (ağ sistemler)" olarak ayrılmaktadır. Büyüme ortamı üstte olan sistemler, bitkilerin kat

döşemesinden veya çatıdan aşağıya doğru sarkmasıyla geliştiği sistemlerdir. Yoğun sistemler, yoğun bakım gerektiren, yapımı karmaşık ve yüksek maliyetli bitkilendirilmiş cephe sistemleridir. Büyüme ortamı duvarda olan sistemler aynı zamanda yoğun sistemlerdir. Büyüme ortamı duvarda olan sistemler, "panel systems (topraklı sistem)" ve "jeotextile felt systems (keçe esaslı sistem)" olarak ikiye ayrılmaktadır (Perez ve diğ, 2011; Perez ve diğ, 2014). Topraklı sistemler, plastik, metal vd. malzemelerden elde edilen panellerin/ modüllerin içerisine büyüme ortamı konulmasıyla ve bu modüllerde bitki yetiştirilmesi ile oluşturulan sistemlerdir. Keçe esaslı sistemler, panel üzerine sabitlenen keçe örtü içerisinde bitki köklerinin geliştiği sistemlerdir ve çeşitli türdeki çalı ve yerörtücü karakterindeki bitkilerin kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Perez ve diğ, 2014).

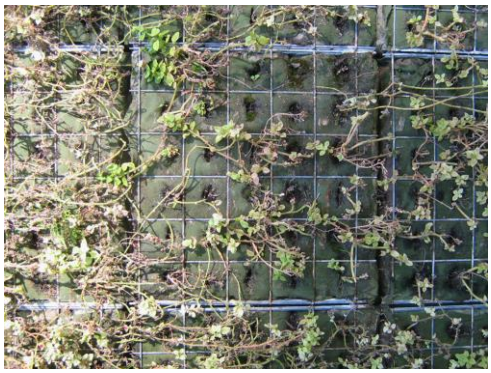
Manso ve Gomes (2015)'e göre bitkilendirilmiş cephe sistemleri, "green walls" olarak adlandırılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre bitkilendirilmiş cephe sistemleri, iki ana başlık altında ele alınmaktadır (Şekil 2.22).



Şekil 2.22 : "Green walls" sınıflandırması (Manso ve Gomes, 2015" kaynağından uyarlanmıştır).

"Green facades", "büyüme ortamı altta olan sistemler"i ifade etmektedir (Çizelge 2.2). Bu sistemler, "direct/ traditional green facades (doğrudan sistemler)" ve "indirect green facades (dolaylı sistemler)" olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Doğrudan sistemler, duvar yüzeyine doğrudan ve kendiliğinden tutunabilen bitkilerin cepheyi kaplamasıyla oluşan sistemler olarak tanımlanmıştır. Dolaylı sistemler, ek bir taşıyıcı üzerinde bitkilerin tırmanarak geliştiği sistemlerdir. Bu sistemler de, kendi içerisinde ikiye ayrılmaktadır. "Living walls", "büyüme ortamı duvarda olan sistemler"i ifade etmektedir (Çizelge 2.2). Bu sistemler uygulama yöntemine göre "continous systems" ve "modular systems" olarak ikiye ayrılmaktadır. "Continous systems" bitkinin büyüme ortamı sürekli olduğu, herhangi yapısal bir elemanla kesintiye uğramadığı sistemlerdir ve "keçe esaslı sistemler"i temsil etmektedir (Çizelge 2.2). Bu sistemler, hafif ve geçirgen ve içerisinde bitki köklerinin serbestçe gelişebileceği bir büyüme ortamı malzemesi olan keçeden oluşmaktadır (Şekil 2.23a). Keçe örtüler yine düşeyde sürekli olarak devam eden paneller üzerine monte edilmektedir. "Modular systems" ise "topraklı sistemler"i ifade etmektedir ve düşeyde yer alan büyüme ortamı modüler elemanlarla/bitki modülleri ile kesintiye uğramaktadır. Bu sistemler, belirli ölçülerdeki modüller/elemanlar, içinde bitkinin yaşayabileceği büyüme ortamı ve bitkiden oluşmaktadır (Şekil 2.23b). Her eleman bir taşıyıcı eleman ile taşınmaktadır veya doğrudan bina cephesine sabitlenmektedir. Modüler sistemler, ağırlıkları, formları, montaj şekilleri ve kompozisyonları bakımından farklılık göstermektedir ve özelliklerine göre dört başlık altında ele alınmaktadır. (Manso ve Gomes, 2015).


(a)

(b)

Şekil 2.23 : Keçe esaslı sistem (continous system) (a) ve topraklı sistem (modular system) (b) örnekleri (Manso ve Gomes, 2015).

Kaynaklardaki sınıflandırma tipleri incelendiğinde bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin sınıflandırmanın, üretim biçimlerine (ön üretimli veya yerinde üretim), büyüme ortamının konumuna (düşeyde veya yatayda), büyüme ortamı için kullanılan malzeme türüne (keçe, toprak, mineral yün vs.), büyüme ortamını taşıyan elemanların (panel, saksı, keçe vs.) modüler veya sürekli olma durumuna göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Kaynaklarda yer alan sınıflandırmalardan ve

ulusal ve uluslararası örneklerden yola çıkılarak bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ait yeni bir **sınıflandırma sistemi** ortaya konulmuştur (Şekil 2.24). Söz konusu sınıflandırma sisteminde, bitki ve büyüme ortamının bina dış duvarı ile ilişkisi göz önünde bulundurulmuştur. Bitki ve büyüme ortamının cephenin bir bileşeni olup olmama durumuna göre, "bitki ve büyüme ortamının cephenin bir bileşeni olmadığı sistemler" ve "bitki ve büyüme ortamının cephenin bir bileşeni olduğu sistemler" olmak üzere iki temel grup oluşturulmuştur. **"Bitki ve büyüme ortamının cephenin bir bileşeni olmadığı sistemler",** "ağaçlı sistemler"den oluşmaktadır. Bu sistemler, peyzaj elemanı olarak kullanılan ağaçların cephe önünde konumlandırılması ile oluşmaktadır. Zeminde veya kat döşemesinde yer alan ağaçlar cephe üzerinde gölge oluşturmaktadır. Bu sistemde, gölgelendirme elemanı olarak kullanılan ağaçlar cepheye belirli bir uzaklıkta olmalıdır. "**Bitki ve büyüme ortamının cephenin bir bileşeni olduğu sistemler"** bitkilendirilmiş cephe sistemleri olarak da tanımlanmaktadır. **"Bitkilendirilmiş cephe sistemleri",** "büyüme ortamının üstte olup bitkinin aşağıya doğru sarktığı sistemler", "büyüme ortamının zeminde ve bitkinin cephe kaplamasının önünde olduğu sistemler" ve "büyüme ortamının ve bitkinin cephe kaplamasının önünde olduğu sistemler" olmak üzere üçe ayrılmaktadır. **"Büyüme ortamının üstte olup bitkinin aşağıya doğru sarktığı sistemler"**, "büyüme ortamı üstte olan sistemler" olarak kısaltılmıştır. Bu sistemler, bitkilerin döşemeden veya çatıdan aşağıya doğru sarkmasıyla gelişmektedir. Büyüme ortamı üstte olan sistemler, "bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı sistemler" ve "bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistemler" olarak ikiye ayrılmaktadır. **"Büyüme ortamının zeminde ve bitkinin cephe kaplamasının önünde olduğu sistemler",** "büyüme ortamı altta olan sistemler" olarak kısaltılmıştır. Büyüme ortamı altta olan sistemler, bitkinin cephe yüzeyi ile ilişkisine göre iki ayrı başlık altında ele alınmaktadır. Buna göre, büyüme ortamı altta olan sistemler, "bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı sistemler (doğrudan sistemler)" ve "bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistemler (dolaylı sistemler)" olarak da ikiye ayrılmaktadır. "Bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı sistemler", sarmaşık bitkilerin herhangi bir ek taşıyıcı olmadan doğrudan bina cephesine tutanarak geliştiği sistemlerdir. "Bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı sistemler"de, sarmaşıklar bina dış duvar yüzeyine doğrudan tutundukları için sarmaşık bitki türünün özelliklerine bağlı olarak duvara zamanla zarar verebilmektedir. Bu nedenle, bitki ve duvar arasında ek bir taşıyıcı eleman

gereksinimi doğmuştur. “Bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistemler”de ise bina cephesine monte edilen ve sarmaşık bitkilerin tutanacağı kafes, halat/kablo veya ağ şeklindeki elemanlardan oluşan bir ızgara sistem bulunmaktadır. Bu sistemde, sarmaşıklar bina cephesine doğrudan tutunmadıkları için bitkilerin dış duvara herhangi bir zarar vermesi söz konusu değildir. Doğrudan ve dolaylı sistemler kendi içerisinde, büyüme ortamının bulunduğu yere göre “büyüme ortamının zeminde yer aldığı sistemler (büyüme ortamı zemindeki sistemler)” ve “büyüme ortamının zemindeki veya kat döşemesindeki saksılarda yer alan sistemler (büyüme ortamı saksıdaki sistemler)” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Büyüme ortamı zeminde olan sistemler, “doğal (kendiliğinden oluşan)” ve “insan eliyle oluşturulan” sistemler olmak üzere iki başlık altında ele alınmıştır. Doğal (kendiliğinden oluşan) sistemler, genellikle tarihi binaların dış duvalarında, istinat ve bahçe duvarlarında görülmektedir. Taş, tuğla vb. duvarların arasındaki derzlerde veya içerisindeki boşluklarda kendiliğinden oluşan veya zemindeki toprakta kendiliğinden köklenip duvar yüzeyinde gelişen sistemlerdir. **“Büyüme ortamının ve bitkinin cephe kaplamasının önünde ve/veya cephe kaplaması olduğu sistemler”**, “büyüme ortamı duvarda olan sistemler” olarak kısaltılmıştır. Bu sistemler, büyüme ortamının türüne göre “büyüme ortamı olarak toprak kullanılan (topraklı) sistemler” ve “büyüme ortamı olarak toprak kullanılmayan (topraksız) sistemler” olarak ikiye ayrılmaktadır. Söz konusu sistemler, cephe kaplamasının önünde belirli mesafede konumlandırıldığı gibi cephe kaplama elemanı olarak da kullanılmaktadır. “Büyüme ortamı olarak toprak kullanılan sistemler (topraklı sistemler)”, doğrudan cepheye veya bir çerçeveye sabitlenen içerisinde bitki ve büyüme ortamı bulunan panellerden oluşmaktadır. Bitkiler, uygulama alanına getirilmeden önce panellerin içerisine yerleştirilmektedir. Büyüme ortamı tamamen toprak veya toprak + karışım olabilmektedir. Paneller içerisinde yer alan büyüme ortamının topraktan oluştuğu sistemler “tamamen topraklı” sistemler olarak adlandırılmaktadır. Büyüme ortamı malzemesi olarak toprakla birlikte perlit, ponza gibi malzemelerin kullanıldığı sistemler “toprak + karışım” sistemler olarak adlandırılmaktadır. “Büyüme ortamı olarak toprak kullanılmayan sistemler (topraksız sistemler)”de büyüme ortamı olarak keçe, taş yünü, aminoplast reçine köpüğü, hindistan cevizi lifleri gibi inorganik malzemeler kullanılmaktadır. Büyüme ortamı olarak keçe kullanılan sistemler “keçe esaslı” sistemler olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemde, cephe önüne sabitlenen çerçeve üzerine düşeyde sürekli olarak devam eden su geçirmez paneller monte

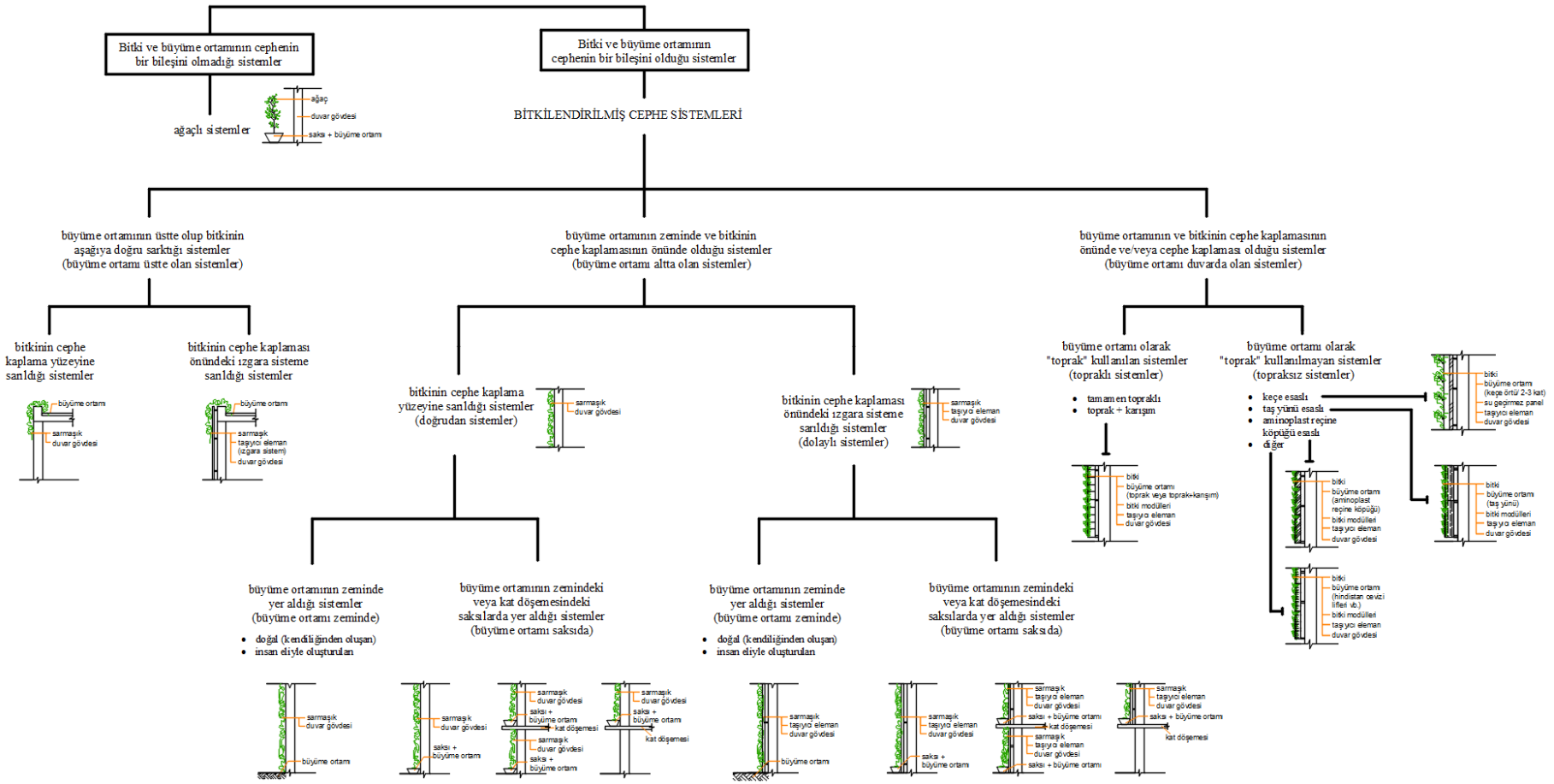
edilmektedir. Keçe örtü, iki veya üç kat olacak şekilde bu panellerin üzerine sabitlenmektedir. Yer örtücü, çalı, mevsimlik çiçek vs. türündeki bitkiler keçe örtünün cephelerine yerleştirilmektedir. Bu sistemlerde, bitkinin büyümesi için gerekli olan besin maddelerini bitki köklerine ulaştıran bir otomatik sulama sistemi kurulmaktadır. Keçe katmanının arkasına belirli aralıklarla farklı yükseliklerde yer alan sulama boruları yerleştirilmektedir ve fazla suyun her bir keseden bir aşağıdakine aktarılmasıyla tüm bitkilerin köklerine su ulaştırılmaktadır. Büyüme ortamı olarak taş yünü kullanılan sistemler "taş yünü esaslı" sistemler olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemde, içerisinde taş yünü bulunan ve bitki yetiştirilen paneller duvar üzerindeki çerçeveye sabitlenmektedir. Büyüme ortamı olarak aminoplast reçine köpüğü kullanılan sistemler "aminoplast reçine köpüğü esaslı" sistemler olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemde, içerisinde aminoplast reçine köpüğü bulunan ve bitki yetiştirilen paneller, duvar üzerindeki çerçeveye sabitlenmektedir. Büyüme ortamı olarak, yukarıda sözü geçen malzemelerden farklı olarak hindistan cevizi lifleri ve benzeri malzemelerin kullanıldığı sistemler "diğer" sistemler olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.24).

Çizelge 2.2 : Bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin terimler.

Yu ve Hien (2009) (makale)	vertical greenery systems	-
	tree-against-wall type	ağaçlı sistemler
	wall-climbing type	büyüme ortamı üstte olan (büyüme ortamının zeminde ve bitkinin cephe kaplamasının önünde olduğu) sistemler
	climbing plants can cover the walls of buildings naturally	doğrudan (bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı) sistemler
	climbing plants can climb with the help of a trellis or other supporting system	dolaylı (bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı) sistemler
	hanging-down type	büyüme ortamı üstte olan (büyüme ortamının üstte olup bitkinin aşağıya doğru sarktığı) sistemler
	module type	büyüme ortamı duvarda olan (büyüme ortamının ve bitkinin cephe kaplamasının önünde ve/veya cephe kaplaması olduğu) sistemler
Hopkins ve diğ. (2010) (rapor)	living wall systems	-
	green facade	büyüme ortamı üstte olan (büyüme ortamının zeminde ve bitkinin cephe kaplamasının önünde olduğu) sistemler
	modüler trellis panel system	kafes sistemler
	cable and wire-rope net sys.	kablo, halat ve ağ sistemler
	green wall	büyüme ortamı duvarda olan (büyüme ortamının ve bitkinin cephe kaplamasının önünde ve/veya cephe kaplaması olduğu) sistemler
	modular green wall	topraklı sistemler
	vegetated mat wall	keçe esaslı sistemler
	interior green wall	iç mekanda oluşturulan sistemler
	spontaneous living wall	doğal (kendiliğinden oluşan) sistemler
Mir (2011) (y.lisans tezi)	vertical greening systems	-
	green facades	büyüme ortamı üstte olan (büyüme ortamının zeminde ve bitkinin cephe kaplamasının önünde olduğu) sistemler
	planted into the soil	büyüme ortamı zeminde olan (büyüme ortamının zeminde yer aldığı) sistemler
	directly to the wall	doğrudan (bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı) sistemler
	indirectly to the wall	dolaylı (bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı) sistemler
	planted in planter boxes	büyüme ortamı saksıda olan (büyüme ortamının zemindeki veya kat döşemesindeki saksılarda yer aldığı) sistemler
	hanging systems (rooftops)	büyüme ortamı üstte olan (büyüme ortamının üstte olup bitkinin aşağıya doğru sarktığı) sistemler
	placed at the bottom of the walls	büyüme ortamı altta olan sistemler + büyüme ortamı saksıda olan sistemler
	wall vegetation	duvar bitkilendirmesi
	natural vegetation	doğal (kendiliğinden oluşan) sistemler
	prefabricated panels for vegetation	prefabrik panellerle bitkilendirme
	living wall systems	büyüme ortamı duvarda olan (büyüme ortamının ve bitkinin cephe kaplamasının önünde ve/veya cephe kaplaması olduğu) sistemler
	prefabricated systems	topraklı sistemler
	in situ systems	keçe esaslı sistemler

Çizelge 2.2 (devam) : Bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin terimler.

Perini ve diğ. (2011) (makale)	vertical green	-
	green facades	büyüme ortamı üstte olan (büyüme ortamının zeminde ve bitkinin cephe kaplamasının önünde olduğu) sistemler
	direct greening system	doğrudan (bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı) sistemler
	indirect greening system	dolaylı (bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı) sistemler
	indirect greening system combined with planter boxes	büyüme ortamı saksıda olan (büyüme ortamının zemindeki veya kat döşemesindeki saksılarda yer aldığı) sistemler
	living wall systems	büyüme ortamı duvarda olan (büyüme ortamının ve bitkinin cephe kaplamasının önünde ve/veya cephe kaplaması olduğu) sistemler
	lws based on planter boxes	topraklı sistemler
	lws based on foam substrate	köpük esaslı sistemler
	lws based on felt layers	keçe esaslı sistemler
Perez ve diğ. (2011) Perez ve diğ. (2014) (makale)	green vertical systems	-
	extensive systems	seyrek sistemler
	intensive systems	yoğun sistemler
	green facades	büyüme ortamı üstte olan (büyüme ortamının zeminde ve bitkinin cephe kaplamasının önünde olduğu) sistemler
	traditional	doğrudan (bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı) sistemler
	double-skin	dolaylı (bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı) sistemler
	modular trellis systems	kafes sistemler
	wired systems	kablo sistemler
	mesh systems	ağ sistemler
	perimeter flowerpots	büyüme ortamı üstte olan (büyüme ortamının üstte olup bitkinin aşağıya doğru sarktığı) sistemler
	living walls	büyüme ortamı duvarda olan (büyüme ortamının ve bitkinin cephe kaplamasının önünde ve/veya cephe kaplaması olduğu) sistemler
	panels	topraklı sistemler
	geotextile felt	keçe esaslı sistemler
Manso ve Gomes (2015) (makale)	green walls	-
	green facades	büyüme ortamı üstte olan (büyüme ortamının zeminde ve bitkinin cephe kaplamasının önünde olduğu) sistemler
	direct/ traditional green facades	doğrudan (bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı) sistemler
	indirect facades	dolaylı (bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı) sistemler
	continuous guides	-
	modular trellis	-
	living walls	büyüme ortamı duvarda olan (büyüme ortamının ve bitkinin cephe kaplamasının önünde ve/veya cephe kaplaması olduğu) sistemler
	continuous systems	keçe esaslı sistemler



Şekil 2.24 : Bitkilendirilmiş cephe sistemleri için sınıflandırma önerisi.

2.4 Sistem Bileşenleri

Bitkilendirilmiş cephe sistemi, taşıyıcı eleman, büyüme ortamı, bitki katmanı, drenaj sistemi ve sulama sistemi bileşenlerinden oluşur. Bitkilendirilmiş cephe sistemine ilişkin dıştan içe doğru yer alan sistem bileşenleri aşağıda açıklanmıştır.

2.4.1 Bitki

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerine uygun bitki türünün seçilebilmesi için bitkinin boyutları, formu, rengi, yaprak özellikleri, büyüme oranı, su, besin ve ışık ihtiyacı gibi özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Uygun bitki seçimi, iklim koşullarına, bitkilendirilmiş cephe sistem tipine, bina özelliklerine ve dış çevresel koşullara göre gerçekleştirilmelidir (Jialin, 2013; Technical guidelines for urban green cover in NSW, 2015). Büyüme ortamı altta olan ve büyüme ortamı üstte olan sistemlerde sarmaşık bitki türleri kullanılırken büyüme ortamı duvarda olan sistemlerde çim ve yer örtücü, mevsimlik çiçek, çalı gibi çok çeşitli bitki türleri kullanılmaktadır.

Sarmaşıklar, herdemyeşil veya yaprak döken türde olur. Sarmaşıklar, düşey yüzeye tırmanıcı ve yapışkan kökleriyle tutunur ve kendi kendilerini taşıyabilir veya tutundukları ek bir strüktür tarafından taşınır. Örneğin, hedera helix (orman sarmaşığı) ve parthenocissus quinquefolia (amerikan/ virjinya sarmaşığı) havai kök yapısı ile kendiliğinden duvar yüzeyine tutunabilirken clematis (orman/yaban asması) ve lonicera (hanımeli) türleri sarılacakları ek bir strüktüre ihtiyaç duyar (Jialin, 2013). Sarmaşık bitkilerin belirli bir yüksekliğe ulaşma sınırları vardır (Manso ve Gomes, 2015). Genelde birçok sarmaşık türü en fazla 10 metre yükseliğe ulaşabilirken, nadiren 20 metreye kadar ulaşabilen sarmaşık türleri bulunmaktadır. 30 metreye kadar ulaşabilen sarmaşık türü oldukça az sayıdadır (Afrin, 2009; Hopkins ve diğ., 2010). Sarmaşıkların cepheyi daha kısa bir sürede kaplaması amacıyla ana sürgünler budanmaktadır. Böylece yan sürgünler daha hızlı gelişerek sarmaşık bitkisinin daha hızlı bir şekilde yüzeyi kaplaması sağlanmaktadır (Francis ve diğ., 2014). Karasal Akdeniz ikliminde (İspanya'da) yapılan bir çalışmada hedera helix (orman sarmaşığı) ve lonicera japonica (japon hanımeli) gibi çok yıllık tırmanıcı bitkiler ve parthenocissus quinquefolia (amerikan/ virjinya sarmaşığı) ve clematis sp. (orman/yaban asması türleri) gibi yaprak döken sarmaşıklar 1 yıl içerisinde

ulaştıkları yaprak yoğunluğuna göre karşılaştırılmıştır. Deney sonucunda, parthenocissus quinquefolia (amerikan sarmaşığı) bitkisinin yaprak yoğunluğu bakımından en iyi sonuçları verdiği görülmüştür. Ancak, deneyde gözlemlenen hiçbir bitki türünün 1 yıl içerisinde tüm cepheyi kaplayamadığı görülmüştür (Manso ve Gomes, 2015). Ilıman iklimlerde uygulanan bitkilendirilmiş cephe sistemleri için en yaygın olarak kullanılan sarmaşık bitkileri, orman sarmaşığı (hedera helix_ivy), boston sarmaşığı (parthenocissus tricuspidata_boston ivy) ve amerikan/ virjinya sarmaşığı (parthenocissus quinqufolia_virjinya creeper) türleridir. Bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı bitkilendirilmiş cephe sistemleri için, amerikan/ virjinya sarmaşığı, orman sarmaşığı ile kıyaslandığında özellikle taş ve tuğla gibi malzemelerden oluşan mevcut duvarların gövdesine zarar vermemesinden dolayı daha uygundur (Hopkins ve diğ., 2010).

Büyüme ortamı duvarda olan sistemlerde çok fazla çeşitlilikte bitki türü kullanılabilir. Böylece farklı büyüklüklerde, formlarda, dokuda, yoğunlukta ve renkte bitkilendirilmiş cephe sistemleri oluşturulur. Yeterli sulama ve besin takviyesi yapıldığı sürece bodur çalılar, çok yıllık bitkiler, mevsimlik çiçekler, çim ve yer örtücüler gibi çok çeşitli bitkiler kullanılabilir (Perez ve diğ., 2011a). Büyüme ortamı olarak toprak kullanılmayan bitkilendirilmiş cephe sistemleri de çok çeşitli bitkilerin yetişmesine olanak tanımaktadır; ancak bu sistemde bitkinin büyüyebileceği bir toprak katmanı olmadığı için gerekli su ve besin miktarının verilmesi çok önemlidir. Burada sürdürülebilirlik hedefleri açısından önemli olan düşük sulama ihtiyacı olan bitkilerin seçilmesi (bunun için mümkün olduğunca yerel bitkilerin tercih edilmesi), yerel koşullara (güneş, gölge ve yarı gölge koşullarına) dayanıklı ve dış ortam koşullarına (rüzgar, yağmur, sıcaklık, kuraklık, don) dayanıklı olan türlerin seçilmesidir. Son zamanlarda uygulanan sistemlerde, çok yıllık bitkiler ve çalılar yerine sukkulent yer örtücüler tercih edilmektedir. Sukkulent bitkilerin kullanımı sulama ihtiyacını azaltmaktadır. Bu bitkiler ayrıca daha az bakıma ihtiyaç duymaktadır ve sistemin yükü azalmaktadır. Ancak, sukkulent bitkiler düz bir bitkilendirilmiş cephe görünümü ortaya koyarlar. Bitkilendirilmiş cephe sistemleri, kentsel alanlarda tarım yapılabilmesi için fırsat oluşturur. Yeni yaklaşımlarda, bu sistemlerde çeşitli aromatik otlar ve sebzeler yetiştirilebilmektedir (Manso ve Gomes, 2015). Bitki seçim ölçütleri, bitkilendirilmiş cephe sistem tipine göre farklılık gösterebilir. Örneğin, büyüme ortamının zeminde ve bitkinin cephe

kaplamasının önünde olduğu bitkilendirilmiş cephe sistemine ait bitki seçiminde, sarmaşıkların hızlı büyümesi, bitkilendirilmiş cephe sisteminin en alt kotundan başlayarak en üst kotuna kadar yapraklanıyor olması ve rüzgar etkisine dayanıklı olması önemlidir. Büyüme ortamının ve bitkinin cephe kaplamasının önünde ve/veya cephe kaplaması olduğu bitkilendirilmiş cephe sistemindeki bitki seçiminde ise güçlü gövde-kök birleşimine sahip olan, rüzgar etkisine dayanıklı ve özellikle kök gelişimi için sınırlı ve kısıtlı bir alan sağlayan modüler sistemler için saçak kök yapısına sahip türlerin seçimi önemlidir. Bitkilendirilmiş cephe sistemleri için bitki seçimi, bina türüne ve iklime göre de değişiklik gösterir. Örneğin, yüksek yapıların üst kotlarında rüzgar etkisi artacağından bu binalarda uygulanan bitkilendirilmiş cepheler için rüzgara dayanıklı bitki türlerinin seçimi önemli olmaktadır. Rüzgar, bitkinin havadaki nemi absorbe etme miktarını azaltır; bu nedenle bitkinin köklerine yeterli miktarda veya gereğinden fazla su ulaşması durumunda bile bitkinin hayatta kalması mümkün olmayabilir. Bitkinin yapraklarındaki buharlaşma miktarı fazla olduğunda bitkinin yapraklarındaki su kaybı artacaktır ve bitki canlılığını kaybedecektir. Rüzgarın yanısıra sıcaklık da bitki seçiminde önemli bir etkendir. Dış ortam sıcaklığının 32°C'nin üzerinde olması durumunda bitkinin büyümesi yavaşlamakta, 40°C ve üzerinde olması durumunda bitkinin gelişimi durmaktadır. Kuraklığa dayanıklı bitki türlerinde buharlaşma ve terleme daha az olacağından bu bitkilerin özellikle sıcak ve kurak iklimlerde ve yüksek binalarda veya binaların yüksek kotlarındaki uygulamalarda kullanımı uygun olmaktadır. Rüzgara karşı dayanıklı olmasını gerektiren iklim koşullarındaki ve yüksek binalardaki bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulamalarında, sert iklim koşullarına adapte olabilen kayalık bitkileri de kullanılabilir (Hopkins ve diğ., 2010).

2.4.2 Büyüme ortamı

Bitkinin köklerinin geliştiği ve köklerine besin ve su ulaştığı ortam, büyüme ortamı olarak adlandırılır. Bitki kökleri toprakta gelişebildiği gibi genleştirilmiş şist, genleştirilmiş veya kalsine kil, vermikulit, kum, perlit, ponza, mineral yün, geri dönüştürülmüş kumaşlar, keçe, hindistan cevizi lifleri vb. malzemeler ve bu malzemelerden bazılarının karıştırılmasıyla oluşturulan büyüme ortamı içerisinde de büyüyebilir (Jialin, 2013; Manso ve Gomes, 2015; Mir, 2011). Büyüme ortamı seçiminde bitki türü ve bitkilendirilmiş cephe tipi önemlidir.

Büyüme ortamı altta olan sistemlerde bitkiler, zemindeki toprakta veya kat döşemesinde yer alan saksılar içerisindeki toprakta gelişir. Büyüme ortamı zemindeki sistemlerde, bitkinin ihtiyacına göre toprak hazırlanmalı, gübrelenmeli ve sulanmalıdır (Jialin, 2013). Bitkinin zemindeki toprakta geliştiği sistemlerde büyüme ortamı, kök gelişimi için oldukça elverişlidir (Francis ve diğ., 2014). Büyüme ortamı saksıdaki sistemlerde binanın farklı kotlarında yer alan saksılardaki büyüme ortamının hafif olması gereklidir. Bu uygulamalarda, saksıların içerisinde yer alan toprağın miktarının azaltılması ve toprak yerine ponza, perlit, hindistan cevizi lifleri gibi malzemelerin kullanılması ile büyüme ortamının ağırlığı azaltılabilir (Manso ve Gomes, 2015). Büyüme ortamı saksıdaki sistemlerde büyüme ortamı alanı kök gelişimi açısından sınırlıdır. Bu sistemde, sarmaşık bitkilerin geniş yüzeyleri kaplayabilmesi için büyüme ortamının yeterli hacimde olması gerekmektedir (Francis ve diğ., 2014).

Büyüme ortamı duvarda olan sistemlerde, büyüme ortamı bina cephesine ek bir ağırlık getireceği için kullanılacak malzemenin seçimi önemlidir. Keçe esaslı sistemlerde bitkiler, hafif ve emici keçe örtüden elde edilen ceplerin içine yerleştirilmektedir ve bitki kökleri bu ceplerin içerisinde gelişmektedir. Aminoplast reçine köpüğü sistemlerde büyüme ortamı olarak aminoplast reçine köpüğü kullanılmaktadır. İnorganik bir malzeme olan aminoplast reçine köpüğü, bitki panellerinin içerisine yerleştirilmektedir (Mir, 2011). Taş yünü esaslı sistemlerde büyüme ortamı olarak taş yünü kullanılmaktadır. İnorganik bir malzeme olan taş yünü, bitki panellerinin içerisine yerleştirilmektedir (Mir, 2011). Keçe esaslı, taş yünü esaslı ve aminoplast reçine köpüğü esaslı sistemlerde toprak kullanılmadığı için sisteme sürekli su ve besin sağlanmalıdır (Ottele, 2011). Ayrıca, bitkinin gelişimi için faydalı organik ve inorganik gübreler, metal şelatlar, mineraller ve hormonlar gibi besin maddeleri büyüme ortamına eklenebilir (Manso ve Gomes, 2015). Topraklı sistemlerde, bitki modüllerinin içerisinde büyüme ortamı yer alır. Bu sistemde, bitki köklerinin gelişebilmesi için gerekli büyüme ortamı minimum derinliği 15-25 cm arasında olmalıdır (Jialin, 2013). Büyüme ortamı tamamen topraktan oluşabildiği gibi ağırlığın azaltılması amacıyla büyüme ortamına granüler, genleştirilmiş ve/veya delikli malzemeler (perlit, ponza, hindistan cevizi lifleri vb.) de katılabilir. Bu malzemeler ayrıca toprağın su tutma kapasitesini arttırırlar. Büyüme ortamı olarak toprak kullanılan bitkilendirilmiş cephe sisteminin

bazılarında, büyüme ortamının koparak düşmesini engellemek amacıyla geotekstil keseler kullanılmaktadır. Bu keseler tüm modülü tutarak veya her bitkinin bulunduğu büyüme ortamını kaplayarak bitkinin ve büyüme ortamının kopmasını engeller. Bazen de her bitki kendi önünde büyüme ortamının düşmesini engelleyecek koruyucu bir file katmana sahiptir (Manso ve Gomes, 2015).

Bitkilendirilmiş cephe tiplerinin tümünde, büyüme ortamının hafif, besin ve su tutma kapasitesi yüksek, kök gelişimine izin veren, iyi drene olabilen, hava değişimi sağlayan nitelikte olması gereklidir (Jialin, 2013; Francis ve diğ., 2014).

2.4.3 Taşıyıcı elemanlar

Bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı sistemlerde, bitkiyi taşıyan herhangi bir taşıyıcı eleman yoktur. Bitkiler kökleriyle bina cephesine doğrudan tutunurlar; ancak sarmaşık bitkiler cepheyi tamamen kapladığında ağırlıkları artar ve bitki için düşme riski oluşur (Manso ve Gomes, 2015). Ayrıca, bu sistemlerde sarmaşık bitkisi, kök yapısına ve tutunduğu duvarın malzemesine ve yapısına bağlı olarak dış duvara zarar verebilir (Ottele, 2011; Mir, 2011).

Bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistemlerde, bitkiyi bina dış duvar yüzeyinden ayıran ve üzerinde bitkinin gelişebileceği bir taşıyıcı eleman vardır. Taşıyıcı elemanlar aynı zamanda sistemin rüzgar, kar ve yağmur gibi çevresel etkilere karşı dayanımını arttırır (Manso ve Gomes, 2015). Bu elemanlar genellikle paslanmaz/ galvanize çelik kablo ve halat, yüksek yoğunluklu polietilen veya paslanmaz çelik ağ ve kafes elemanlardan oluşur (Freed ve diğ., 2008; Perez ve diğ., 2011a). Sarmaşıkların tutunduğu kablo, halat, ağ ve kafes elemanlar bina cephesi boyunca cepheye bütünleşik olarak sürekli devam edebildiği gibi taşıyıcı elemanlar farklı kotlarda kesintiye uğrayarak bina cephesinden bağımsız olarak da ayakta durabilmektedir (Manso ve Gomes, 2015). Sarmaşık bitki köklerinin hem düşeyde hem de yatayda gelişebilmesi isteniyorsa taşıyıcı elemanlar enine, boyuna ve/veya farklı doğrultulardaki bileşenlerden oluşmalıdır (Francis ve diğ., 2014).

Büyüme ortamı duvarda olan sistemlerde büyüme ortamı ve bitki katmanlarının taşınması amacıyla bina dış duvarına paslanmaz çelik veya alüminyum taşıyıcı çerçeve monte edilmektedir. Topraklı sistemlerde taşıyıcı elemanlar, taşıyıcı çerçeve ve su geçirmez panellerdir. Taşıyıcı çerçeve, panel + büyüme ortamı + bitki

katmanlarını taşır ve bu katmanlardan gelen yükü dış duvara aktarır. Taşıyıcı çerçeve üzerindeki su geçirimsiz polivinilkolorür esaslı paneller, büyüme ortamı + bitki katmanlarını taşır ve duvarı nemden korur. Sistemin nem içeriği fazla olduğu için bazı durumlarda ek olarak su yalıtım örtüsü uygulanır (Francis ve diğ., 2014). Keçe esaslı sistemlerde, bitkinin büyüme ortamı olan esnek ve kök dayanımlı keçe örtü (iki veya üç kat örtü) su geçirimsiz panellerin üzerine zımbalanır. Keçe örtünün dış tarafı cep oluşturacak şekilde kesilir ve bitkiler bu keselerin içine teker teker yerleştirilir (Freed ve diğ., 2008; Manso ve Gomes, 2015). Topraklı sistemler ile taş yünü esaslı ve aminoplast reçine köpüğü esaslı sistemlerde, taşıyıcı çerçeve ve bitki modülleri/panelleri taşıyıcı elemanlardır. Bitki modülleri/panelleri, büyüme ortamı + bitki katmanlarını taşımaktadır ve üzerine gelen yükü taşıyıcı çerçeveye aktarmaktadır. Bitki modülleri/panelleri polimer, polipropilen veya polietilen gibi plastik veya alüminyum ve paslanmaz çelik gibi metal malzemeden meydana gelmektedir. Bu modüller, belirli ölçülerde üretilmektedir. Bitki modülleri genellikle çok sayıda birbirine geçebilen parçalardan oluşur. Sistemin sürekliliğinin sağlanabilmesi yani modüllerin birbirine bağlanabilmesi için her modül yan ve/ veya alt ve üst taraflarında bir kilitleme sistemine sahiptir; böylece birbirlerine geçmeli olarak monte edilebilirler. Bitki modülleri doğrudan bina dış duvarına monte edilebildiği gibi düşey ve /veya yatay taşıyıcı çerçeve üzerine de sabitlenebilmektedir (Manso ve Gomes, 2015).

2.4.4 Drenaj sistemi

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinde fazla su yerçekimi ile kolayca uzaklaştırılmaktadır. Keçe esaslı sistemlerde, ilk kat keçenin üzerinde yer alan sulama borularının başlıklarından gelen suyun bir kısmı bitki kökleri tarafından alınır; bir kısmı buharlaşır; bir kısmı da yerçekiminin etkisiyle aşağıya doğru akar. Bitkiler tarafından kullanılmayan fazla su, sistemin altındaki drenaj kanalına ulaşır ve kanaldaki süzgeçler ve drenaj boruları aracılığıyla dışarıya verilir. Drene edilen suyun zemindeki toprağa verilmesi durumunda fazla su bahçe sulamasında da kullanılır. Topraklı sistem ile taş yünü esaslı ve aminoplast reçine köpüğü esaslı sistemlerde genellikle modüller birbirine bağlı olduğu için suyun uzaklaştırılması ve suyun tekrar kullanımı bir modülden aşağıdaki modüle aktarılarak gerçekleştirilir. Etkin bir drenaj sağlamak için modüler sistemde modüllerin üst kısmı iç bükey,

eğimli, delikli ve/veya geçirgen bir malzemeden yapılır. Bazı uygulamalarda modüllerin üst kısmına genleştirilmiş kil, genleştirilmiş arduvaz ve çakıl gibi granüler dolgu malzemeleri eklenir. Bu malzemeler suyun uzaklaştırılmasını sağlarken bir yandan da köklerin gelişimine imkan tanır (Manso ve Gomes, 2015).

2.4.5 Sulama sistemi

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinde sulama ihtiyacı, bitki türüne, bitkilendirilmiş cephe sistem tipine ve iklim koşullarına göre değişir. Büyüme ortamı üstte olan sistemlerde ve büyüme ortamı altta olan sistemlerde, büyüme ortamı yatayda olduğu için sistem, yağmur suyu ile kendiliğinden veya şebeke suyu ile manuel olarak sulanabilir. Yağmur suyunun veya manuel sulamanın yeterli olmadığı durumlarda otomatik sulama sistemi kurulur. Büyüme ortamı duvarda olan sistemlerde, büyüme ortamı düşey doğrultuda yer aldığı için sistemin yağmur suyu ile kendiliğinden veya manuel olarak sulanması mümkün değildir. Dolayısıyla, bu sistemde gerekli su miktarının bitkilere ulaştırılması için otomatik sulama sistemine ihtiyaç duyulur (Freed ve diğ., 2008; Köhler, 2008). Otomatik sulama sistemi, yağmur suyu toplama sistemi ve/veya gri su arıtma sistemleri ile bağlantılı olarak kurgulanabilir (Jialin, 2013). Büyüme ortamı duvarda olan sistemlerde en üst kısıma sürekli bir sulama borusu yerleştirilir. Keçe esaslı sistemlerde üstteki sulama sistemi merkezdeki sulama sistemi ile bağlantılıdır. Bu sistemlerde geçirgen keseler suyun aşağıya doğru akmasıyla besinlerin eşit bir şekilde bitki köklerine dağılmasına imkan tanır (Freed ve diğ., 2008; Bjerre, 2011). Bu sistemde, büyüme ortamı malzemesi keçe olduğu için sulama sisteminde kullanılan suya gübre, mineral, aminoasitler, fosfat gibi çeşitli besin maddeleri eklenir. Bu sistemin bünyesinde toprak olmadığı için besin maddelerinin miktarı, oranı ve içeriğinin uygun şekilde ayarlanması önemlidir (Francis ve diğ., 2014). Topraklı sistemler ve aminoplast reçine köpüğü esaslı sistemlerde ise genellikle modüllerin en üst yüzeyinde bir girinti bulunur; bu girintiye sulama boruları yerleştirilir. Modüllerdeki bu girintilerde çok sayıda delik bulunmaktadır. Bu delikler fazla suyun aşağıdaki modüle aktarılmasını sağlar (Manso ve Gomes, 2015; Kaltenbach, 2008). Bu sistemde, kullanılan büyüme ortamı malzemesine ve bitki türüne göre sulama sistemindeki suya çeşitli besin maddeleri eklenir. Büyüme ortamı duvarda olan sistemlerde sulama periyotları ve süresi mevsime, kullanılan bitki türüne ve büyüme ortamı malzemesine göre değişmekle

birklikte genellikle günde en az 3-5 defa 1-5 dakika arasında sulama yapılmalıdır. Yaz aylarında ve kurak iklim bölgelerinde sulama periyotları ve süreleri arttırılabilir. Bitkilendirilmiş cephe sistemi için gerekli su miktarı yaz aylarında ortalama 3litre/m^2'dir (Jialin, 2013). Sulama boruları ve bağlantı parçaları kauçuk, plastik, termoplastik ve silikon gibi çeşitli malzemelerden meydana gelir. Sulama borularının damlalık, sprinkler (püskürtücü) başlıklar, delikler gibi farklı çıkışları bulunur ve bu çıkışların dağılımı ve yoğunluğu bitkinin su ihtiyacına göre ayarlanır. Sulama sisteminin tıkanmaması için ayrıca bir filtreleme sistemi bulunmaktadır (Manso ve Gomes, 2015).

Günümüzde büyüme ortamı duvarda olan sistemlerde su kullanımını en aza indirgeyecek çözümler üretilmektedir. Yağmur miktarı, nem oranı, sıcaklık ve atmosfer basıncı gibi hava koşullarını, sulama süresini ve su tankı seviyesini kontrol eden sensörler aracılığıyla su ihtiyacı kontrol edilerek suyun etkin kullanılması sağlanır (Jialin, 2013; Manso ve Gomes, 2015). Ayrıca, sistemin en altına bir oluk yerleştirilir; böylece fazla su burada depolanır ve yeniden kullanılmak üzere sulama sistemine aktarılır (Francis ve diğ., 2014). Diğer bir yöntem de bitkilerin besin ihtiyacının hesaplanabilmesi için büyüme ortamına sensörler yerleştirilmesidir. Bu yöntem ile sadece bitkinin ihtiyacı kadarı sisteme verilir; böylece gereksiz besin tüketimi engellenir (Manso ve Gomes, 2015).

2.5 Ulusal ve Uluslararası Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi Örnekleri

Bu bölümde, sınıflandırma önerisinde yer alan her bir bitkilendirilmiş cephe sistem tipine ait ulusal ve/veya uluslararası örnekler verilmiştir. Bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin ulusal ve uluslararası tezlerin, makalelerin, kitapların ve sivil toplum kuruluşlarına ait raporların incelenmesiyle bu sistemlere iilişkin örnekler ortaya konulmuştur. Bitkilendirilmiş cephe sistemi örnekleri, sistemin yapım yılı, mimarı/peyzaj mimarı/tasarımcısı, yapının işlevi, yeri, bulunduğu iklim bölgesi, bitkilendirilmiş cephe sisteminin yer aldığı yön, yapının taşıyıcı sistemi, bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, bitkilendirilmiş cephe sisteminin kapladığı alan ve tasarım ilkeleri açısından detaylı olarak ele alınmıştır.

2.5.1 Bitki ve büyüme ortamının cephenin bir bileşeni olmadığı sistemler (Ağaçlı sistem)

Ağaçlı sistemlere ilişkin 1982-2013 yılları arasında gerçekleştirilen örnekler Çizelge 2.3'te yer almaktadır.

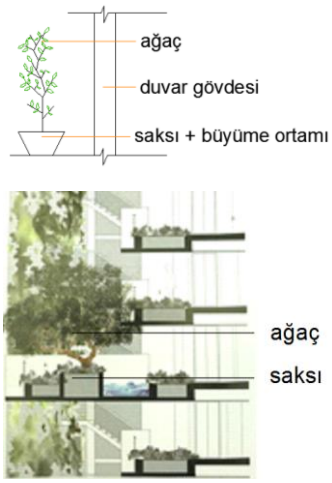
Çizelge 2.3 : Ağaçlı sistem örnekleri (Leenhardt ve diğ, 2007; Petty, 2008; Uffelen, 2011; Wood ve diğ, 2014; Danzhi, 2014; Url-1; Url-2; Url-3; Url-4).

Bina adı			Yapım yılı	Yeri	İklim bölgesi	Yönü	Sistem tipi
Uluslararası Örnekler	1	Safra Bank Headquarters	1982	Sao Paulo, Brezilya	Cfa	-	ağaçlı sistem & büyüme ortamı üstte olan sistem & doğrudan sistem
	2	Hundertwasser House	1986	Viyana, Avusturya	Cfb	-	ağaçlı sistem & doğrudan sistem
	3	Acros Fukuoka	1995	Fukuoka, Japonya	Cfa	güney	ağaçlı sistem & büyüme ortamı üstte olan sistem
	4	Flower Tower	2004	Paris, Fransa	Cfb	-	ağaçlı sistem
	5	Newton Suites	2007	Singapur	Af	güney	ağaçlı sistem & dolaylı sistem
	6	The Met	2009	Bangkok, Tayland	Aw	kuzey güney	ağaçlı sistem
	7	Solaris	2011	Singapur	Af	tüm yönler	ağaçlı sistem
	8	Stacking Green	2011	Saigon, Vietnam	Aw	doğu batı	ağaçlı sistem
	9	Parkroyal on Pickering	2012	Singapur	Af	kuzey güney	ağaçlı sistem
	10	Shinjuku Gardens	2012	Tokyo, Japonya	Cfa	-	ağaçlı sistem
	11	IDEO Morph 38 Tower	2013	Bangkok, Tayland	Aw	tüm yönler	ağaçlı sistem & dolaylı sistem & büyüme ortamı saksıda olan sistem
	12	Bosco Verticale	2013	Milano, İtalya	Cfa	tüm yönler	ağaçlı sistem & büyüme ortamı üstte olan sistem

Çizelge 2.3'te yer alan örneklerden "Newton Suites", "Solaris" ve "Bosco Verticale" binaları detaylı olarak ele alınmıştır (Çizelge 2.3, Çizelge 2.4, Çizelge 2.5).

Singapur'da 2007 yılında yapımı tamamlanmış "Newton Suites" konut yapısında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipleri, ağaçlı sistem ve dolaylı sistemdir (Çizelge 2.4).

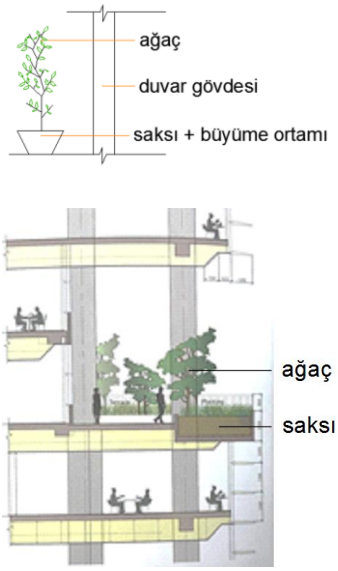
Çizelge 2.4 : "Newton Suites" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Wood ve diğ., 2014).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / SİSTEM KESİTİ	RESİM
Yapının Adı: Newton Suites **Yapım Yılı**: 2007 **Mimarı/ Peyzaj Firması/ BCS Tasarımcısı:** WOHA / Cicada Pte. Ltd. / WOHA **Yapının İşlevi:** konut **Yer**: Singapur **İklim Bölgesi**: "Af" Köppen iklim bölgesi (tropikal iklim) **BCS Yönü**: güney **BCS Tipi:** ağaçlı sistem & dolaylı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** betonarme **BCS Alanı:** 1274m^2		

Newton Suites yapısındaki bitkilendirilmiş cephe sistemi, binanın kat döşemelerindeki toprakta yetişen ağaçlar ve binanın güney cephesinde yer alan kafes elemanlar üzerinde yetişen sarmaşıklar ile iki farklı sistem tipinin bir arada kullanıldığı bir örnektir. Paslanmaz çelik metal kafes elemanlar üzerine thunbergia grandiflora, nephrolepis exaltata gibi herdemyeşil sarmaşık bitkileri sarılarak cephenin belirli bir yüzeyi kaplanmıştır. Kat döşemelerinde ise döşemenin üstüne konulan toprak içerisinde gölge yapan ağaçlar yetiştirilerek bina cephesinde gölge oluşturulmaktadır (Çizelge 2.4). Böylece, binada pasif soğutma sağlanmıştır (Wood ve diğ., 2014).

Singapur'da 2011 yılında yapımı tamamlanmış "Solaris" ofis yapısında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, ağaçlı sistemdir (Çizelge 2.5).

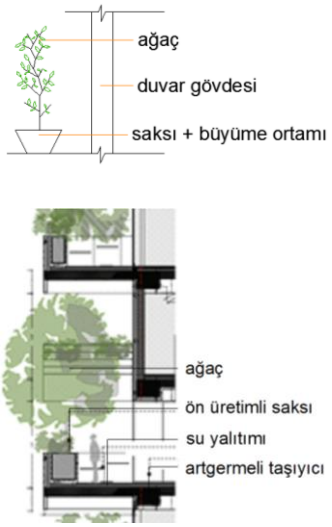
Çizelge 2.5 : "Solaris" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Url-5; Wood ve diğ., 2014).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / SİSTEM KESİTİ	RESİM
Yapının Adı: Solaris **Yapım Yılı:** 2011 **Mimarı/ BCS Tasarımcısı:** TR Hamzah & Yeang **Yapının İşlevi:** ofis **Yer**: Singapur **İklim Bölgesi:** "Af" Köppen iklim bölgesi (tropikal iklim) **BCS Yönü:** kuzey, güney, doğu, batı **BCS Tipi**: ağaçlı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** betonarme **BCS Alanı**: 3065 m^2		

Solaris binasında, bitkilendirilmiş cephe ve çatı sistemi bir arada kullanılmıştır. Yapıda ve yapı çevresinde kullanılan toplam yeşil alan miktarının, yapının bulunduğu arazinin alanından daha fazla olması hedeflenmiştir. Yapının cephesi ile çatısındaki ve yapı çevresindeki toplam yeşil alan miktarı 8000m2, bitkilendirilmiş cephe alanı ise 3065m2'dir. Eko-koridor fikriyle tasarlanmış olan yapıda, cephe boyunca eğimli şekilde devam eden rampa koridor üzerinde yer alan ve koridor boyunca devam eden saksılarda çeşitli türdeki ağaçlar ve çalılar yer almaktadır (Çizelge 2.5). Bitkiler, yağmur suyunun rampa boyunca aşağıya doğru ilerlemesiyle sulanmaktadır. Fazla su, en alt kotta yer alan yağmur suyu tankına ulaşmaktadır ve burada depolanmaktadır (Anholts, 2012; Wood ve diğ., 2014).

Milano'da 2013 yılında yapımı tamamlanmış "Bosco Verticale" konut yapısında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipleri, ağaçlı sistem ve büyüme ortamı üstte olan sistemdir (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6 : "Bosco Verticale" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Url-6; Wood ve diğ., 2014).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / SİSTEM KESİTİ	RESİM
Yapının Adı: Bosco Verticale **Yapım Yılı:** 2013 **Mimarı/ Peyzaj Firması/ BCS Tasarımcısı:** Stefano Boeri Architects **Yapının İşlevi:** konut **Yer:** Milano, İtalya **İklim Bölgesi:** "Cfa" Köppen iklim bölgesi (kışı ılık, yazı çok sıcak, her mevsim yağışlı iklim) **BCS Yönü:** kuzey, güney, doğu, batı **BCS Tipi:** ağaçlı sistem & büyüme ortamı üstte olan sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** betonarme **BCS Alanı:** 10142 m^2		

"Bosco Verticale" bitkilendirilmiş cephe uygulamasının temel hedefi, 1 hektar ormana eşdeğer bitkilendirmenin bir bina cephesinde oluşturulması; böylece gürültü ve hava kirliliğinin azaltılması ile pasif soğutma sağlanmasıdır. Binanın kat döşemelerindeki saksılarda yetişen ağaçların ve bu saksılardan sarkan bitkilerin cephe önünde gölge oluşturduğu bitkilendirilmiş cephe sistemi örneğidir. Büyüme ortamının altına 2 kat keçe filtre katmanı yerleştirilmiştir; böylece büyüme ortamı, kat döşemesinin üzerindeki su yalıtım katmanından ayrılmıştır. Ağaç, ağaççık, çalı, yer örtücü ve çok yıllık çeşitli bitki türleri kullanılmıştır. Bitkilerin kökleri, saksıların altında yer alan toprak katmanına sabitlenmiş çelik ağlarla desteklenmektedir. Bitkiler, uzaktan kontrol edilebilen ve sistemin nemini ölçen otomatik sulama sistemi ile sulanmaktadır. Böylece, bitkilerin ihtiyacı olan miktardan daha fazlasının verilmesi engellenmektedir. Ayrıca, toplanan yağmur suyu da bitkilerin sulanmasında kullanılmaktadır (Yüksel, 2013; Wood ve diğ., 2014; Üçok, 2014)

2.5.2 Büyüme ortamının üstte olup bitkinin aşağıya doğru sarktığı sistemler (Büyüme ortamı üstte olan sistemler)

Büyüme ortamı üstte olan sistemlere ilişkin 1982-2013 yılları arasında gerçekleştirilen örnekler Çizelge 2.7'de yer almaktadır.

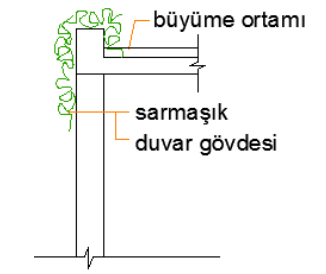
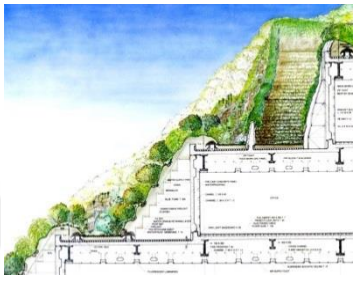
Çizelge 2.7 : Büyüme ortamı üstte olan sistem örnekleri (Adams, 1991; Leenhardt ve diğ., 2007; Petty, 2008; Chiang ve Tan, 2009; Uffelen, 2011; Helzel, 2012; Jialin, 2013; Wood ve diğ., 2014; Url-7; Url-8).

	Bina adı		Yapım yılı	Yeri	İklim bölgesi	Yönü	Sistem tipi
Uluslararası Örnekler	1	Safra Bank Headquarters	1982	Sao Paulo, Brezilya	Cfa	-	ağaçlı sistem & büyüme ortamı üstte olan sistem & doğrudan sistem
	2	Hundertwasser House	1986	Viyana, Avusturya	Cfb	-	ağaçlı sistem & doğrudan sistem
	3	Acros Fukuoka	1995	Fukuoka, Japonya	Cfa	güney	ağaçlı sistem & büyüme ortamı üstte olan sistem
	4	Chan Center for the Performing Arts	1997	Vancouver, Kanada	Cfb	doğu	büyüme ortamı üstte olan sistem
	5	Einkaufzentrum in Basel	2009	Basel, İsviçre	Cfb	-	büyüme ortamı üstte olan sistem
	6	Tamagawa Takashimaya S.C Marronier Court	2009	Tokyo, Japonya	Cfa	-	büyüme ortamı üstte olan sistem
	7	Medianera Verde	2011	Barselona, İspanya	Csa	-	büyüme ortamı üstte olan sistem
	8	Bosco Verticale	2013	Milano, İtalya	Cfa	kuzey güney doğu batı	ağaçlı sistem & büyüme ortamı üstte olan sistem
	9	Singapore Polytechnic Graduates' Guild	-	Singapur	Af	-	büyüme ortamı üstte olan sistem
	10	Singapore Management University- City Campus	-	Singapur	Af	-	büyüme ortamı üstte olan sistem

Çizelge 2.7'de yer alan örneklerden "Acros Fukuoka", "Tamagawa Takashimaya S.C Marronier Court" ve "Medianera Verde" binaları detaylı olarak ele alınmıştır (Çizelge 2.8, Çizelge 2.9, Çizelge 2.10).

Japonya'da 1995 yılında yapımı tamamlanmış "Acros Fukuoka" yapısında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipleri, ağaçlı sistem ve büyüme ortamı üstte olan sistemdir (Çizelge 2.8).

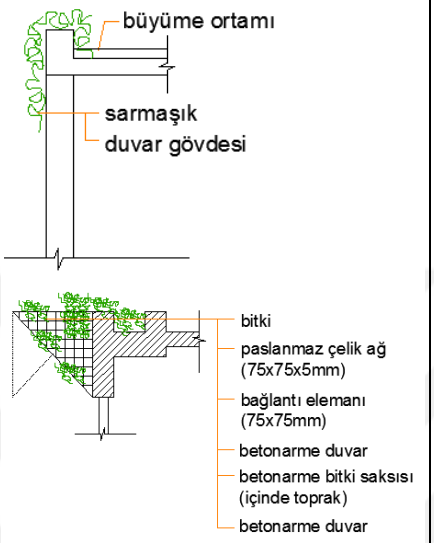
Çizelge 2.8 : "Acros Fukuoka" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Url-9).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Acros Fukuoka **Yapım Yılı**: 1995 **Mimarı/ Peyzaj Firması/ BCS Tasarımcısı:** Emilio Ambasz & Associates / Takenaka Corporation **Yapının İşlevi:** ofis **Yer**: Fukuoka, Japonya **İklim Bölgesi**: Cfa Köppen iklim bölgesi (kışı ılık, yazı çok sıcak, her mevsim yağışlı iklim) **BCS Yönü**: güney **BCS Tipi:** ağaçlı sistem & büyüme ortamı üstte olan sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** çelik **BCS Alanı:** - (çatı bahçeleri ile birlikte toplam yeşil alan yaklaşık: 5326m^2)	 	 

Bu projenin kente estetik görünüm kazandırmak, kent ısı adası etkisini azaltmak ve yağmur suyu yönetimi sağlamak gibi temel hedefleri bulunmaktadır. Kademeli çatı bahçeleri ile oluşturulmuş bir uygulamadır (Çizelge 2.8). Bu yapıda, ağaçlı sistem ve büyüme ortamı üstte olan sistem bir arada kullanılmıştır. Bitkinin büyüme ortamı bir üstteki döşeme üzerinde yer almaktadır; sarmaşık türü bitkiler aşağıya doğru sarkmaktadır; ağaç ve ağaççık türü bitkiler ise cephenin önünde gelişmektedir. İlk uygulama yapıldığında bitki türü 76 iken günümüzde 120 farklı bitki türünün kullanıldığı görülmektedir. Bitkiler sulama sistemine bağlı sprinkler ile sulanmakla birlikte daha çok yağmur suyu ile doğal şekilde sulanmaktadır. Sistem kendi ekosistemini oluşturduğu için sulama ihtiyacı beklenenden daha az olmuştur (Wood ve diğ., 2014).

Tokyo'da 2009 yılında yapımı tamamlanmış "Tamagawa Takashimaya S.C Marronier Court" yapısında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, büyüme ortamı üstte olan ve bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistemdir (Çizelge 2.9).

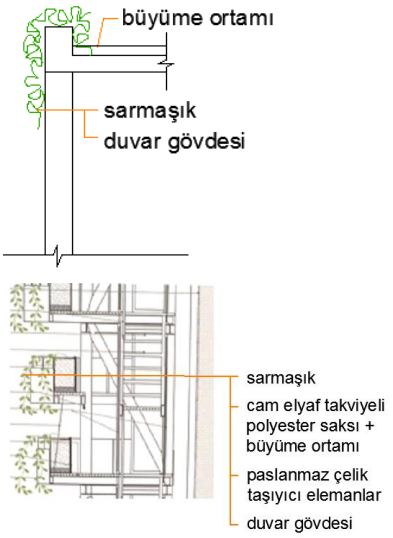
Çizelge 2.9 : "Tamagawa Takashimaya S.C Marronier Court" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Jialin, 2013).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / SİSTEM KESİTİ	RESİM
Yapının Adı: Tamagawa Takashimaya S.C Marronier Court **Yapım Yılı:** 2009 **Mimarı/ Peyzaj Firması/ BCS Tasarımcısı:** Kengo Kuma & Associates **Yapının İşlevi:** ticari **Yer:** Tokyo, Japonya **İklim Bölgesi:** Cfa Köppen iklim bölgesi (kışı ılık, yazı çok sıcak, her mevsim yağışlı iklim) **BCS Yönü:** b.u. **BCS Tipi:** büyüme ortamı üstte olan ve bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** betonarme **BCS Alanı:** 6629 m^2		

"Tamagawa Takashimaya" bitkilendirilmiş cephe uygulamasının temel hedefi, mevcut saçağın doğal aydınlatmanın enegellenmeden bitkilendirilmesidir. Saçak, büyüme ortamı üstte olan ve bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistem ile bitkilendirilmiştir (Çizelge 2.9). Betonarme konsol duvar önüne 75x75x5mm boyutlarındaki paslanmaz çelik ağ elemanlar sabitlenmiştir. Betonarme konsol üzerinde oluşturulan ve saksı görevi gören boşluklar içerisinde toprak bulunmaktadır ve bitkiler burada köklenmektedir. Orman sarmaşığı, yasemin, mavi çarkıfelek gibi sarılıcı bitki türleri kullanılmıştır (Jialin, 2013).

Barselona'da 2011 yılında yapımı tamamlanmış "Medianera Verde" yapısında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, büyüme ortamı üstte olan sistemdir (Çizelge 2.10).

Çizelge 2.10 : "Medianera Verde" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Jialin, 2013; Papadopoulou, 2013; Url-10).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / SİSTEM KESİTİ	RESİM
Yapının Adı: Medianera Verde/ Green Side Wall **Yapım Yılı:** 2011 **Mimarı/ BCS Tasarımcısı:** Capella Garcia Arquitectura **Yapının İşlevi:** b.u. **Yer:** Barselona, İspanya **İklim Bölgesi:** "Csa" Köppen iklim bölgesi (kışı ılık, yazı sıcak ve az yağışlı iklim) **BCS Yönü:** b.u. **BCS Tipi:** büyüme ortamı üstte olan sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** b.u. **BCS Alanı:** 288 m^2		

Medianera Verde, mevcut bir yapının tamamen opak dış duvarının iyileştirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiş bir bitkilendirilmiş cephe sistemi örneğidir. Bu örnekte, mevcut binanın dış duvarının önüne duvara paralel olacak şekilde ve bina taşıyıcı sisteminden bağımsız olarak kendi kendini taşıyabilen ön üretimli paslanmaz çelikten oluşan bir taşıyıcı sistem bulunmaktadır. Taşıyıcı sistem, ağaç formundan esinlenerek tasarlanmıştır. Her bir kottaki metal döşemeler üzerinde cam elyaf takviyeli polyester saksılar yer almaktadır. Bu saksıların içerisindeki büyüme ortamında köklenen sarmaşıklar aşağıya doğru gelişmektedir (Çizelge 2.10). Sistemin tasarımı, bakımının ve sürdürülebilirliğinin kolayca sağlanmasına yönelik olarak gerçekleştirilmiştir; her bir bitkiye ve saksıya kolayca ulaşılmaktadır. Otomatik damla sulama yöntemiyle her bir bitki köküne su ve gübre ulaştırılmaktadır ve su tüketimi en az seviyede tutulmaktadır. Yazın pasif soğutma, kışın ise ek bir yalıtım sağlanmaktadır (Jialin, 2013; Papadopoulou, 2013).

2.5.3 Büyüme ortamının zeminde ve bitkinin cephe kaplamasının önünde olduğu sistemler (Büyüme ortamı altta olan sistemler)

Büyüme ortamı altta olan sistemler, bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı sistemler (doğrudan sistemler) ve bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistemler (dolaylı sistemler)den oluşmaktadır. Bu sistemler, büyüme ortamının zeminde yer aldığı (büyüme ortamı zemindeki) ve büyüme ortamının

zemindeki veya kat döşemesindeki saksılarda yer aldığı (büyüme ortamı saksıdaki) sistemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Söz konusu sistemlerle ilgili örnek yapılara ilişkin bilgiler aşağıda yer almaktadır.

2.5.3.1 Bitkinin cephe kaplama yüzeyine sarıldığı sistemler (Doğrudan sistemler)

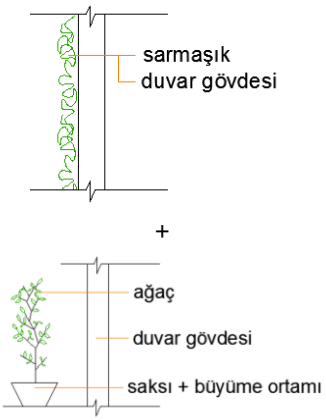
Doğrudan sistemlere ilişkin 1982- 2013 yılları arasında gerçekleştirilen örnekler Çizelge 2.11'de yer almaktadır.

Çizelge 2.11 : Doğrudan sistem örnekleri (Adams, 1991; Petty, 2008; Lapare, 2013; Danzhi, 2014; Francis ve diğ., 2014; Kanter, 2014; Url-7; Url-8).

		Bina adı	Yapım yılı	Yeri	İklim bölgesi	Yönü	Sistem tipi
Uluslararası Örnekler	1	Safra Bank Headquarters	1982	Sao Paulo, Brezilya	Cfa	-	ağaçlı sistem & büyüme ortamı üstte olan sistem & doğrudan sistem
	2	Hundertwasser Evi	1986	Viyana, Avusturya	Cfb	-	ağaçlı sistem & doğrudan sistem
	3	Hotel Stadthalle	2009	Viyana, Avusturya	Cfb		doğrudan sistem
	4	Grow	2013	Besançon, Fransa	Cfb	-	doğrudan sistem
	5	Can Travi Nou Restaurant	-	Barselona, İspanya	Csa	-	doğrudan sistem
	6	Oxford University Christ Church Coll.	-	Oxford, İngiltere	Cfa	-	doğrudan sistem
	7	Princeton University	-	Princeton, Amerika	Cfa	-	doğrudan sistem
	8	University of Melbourne's Burnley Campus	-	Melbourne, Avusturalya	Cfb	-	doğrudan sistem
	9	Victoria Barracks	-	Melbourne, Avusturalya	Cfb	-	doğrudan sistem
Ulusal Örnekler	10	Yıldız Teknik Üniversitesi Binası	-	İstanbul, Türkiye	Csa	-	doğrudan sistem

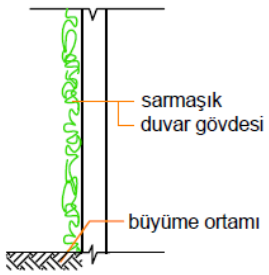
Çizelge 2.11'de yer alan örneklerden "Hundertwasser House", "Hotel Stadthalle" ve "Grow" detaylı olarak ele alınmıştır (Çizelge 2.12, Çizelge 2.13, Çizelge 2.14).

Çizelge 2.12 : "Hundertwasser Evi" isimli bitkilendirilmiş cephe uygulamasına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Yoneda, 2010).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Hundertwasser Evi **Yapım Yılı:** 1986 **Mimarı/ BCS Tasarımcısı:** Friedensreich Hundertwasser **Yapının İşlevi:** konut, müze **Yer:** Viyana, Avusturya **İklim Bölgesi:** "Cfb" Köppen iklim bölgesi **BCS Yönü:** b.u. **BCS Tipi:** ağaçlı sistem & doğrudan sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** tuğla yığma sistem **BCS Alanı:** b.u.		

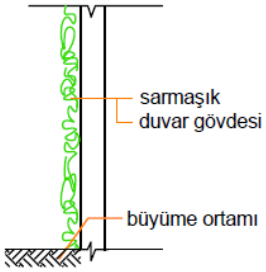
Hunderwasser Evi, bitkilendirilmiş çatı ve bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin bir arada kullanıldığı bir örnektir (Çizelge 2.12). Bitkilerin bina cephesine doğrudan sarılmasıyla ve çatı, teras ve balkonlardaki döşeme üzerindeki ağaçlar ile oluşturulmuş, doğrudan ve ağaçlı sistemin birarada kullanıldığı hibrit bir uygulamadır (Yoneda, 2010; Schenkein, 2014; Url-11).

Çizelge 2.13 : "Hotel Stadthalle" isimli bitkilendirilmiş cephe uygulamasına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Lapare, 2013; Url-12).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Hotel Stadthalle **Yapım Yılı:** 2009 **Peyzaj Firması/ BCS Tasarımcısı:** b.u. **Yapının İşlevi:** otel **Yer:** Viyana, Avusturya **İklim Bölgesi:** "Cfb" Köppen iklim bölgesi **BCS Yönü:** b.u. **BCS Tipi:** büyüme ortamı zeminde olan doğrudan sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** b.u. **BCS Alanı:** b.u.		

Viyana'da 2009 yılında yapımı tamamalanan Hotel Stadthalle, dünyadaki ilk sıfır enerjili şehir merkezi otel binasıdır (Çizelge 2.13). Isıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma sistemlerine ait enerji tüketiminin önemli ölçüde indirgendiği bu yapıda kullanılan pasif soğutma yöntemlerinden biri de, büyüme ortamı zeminde olan doğrudan bitkilendirilmiş cephe sistemidir (Lapare, 2013; Url-12).

Çizelge 2.14 : "Grow" isimli bitkilendirilmiş cephe uygulamasına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Mir, 2011; Danzhi, 2014; Url-13).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Grow **Yapım Yılı:** 2013 **Peyzaj Firması/ BCS Tasarımcısı:** SpY **Yapının İşlevi:** b.u. **Yer:** Besançon, Fransa **İklim Bölgesi:** "Cfb" Köppen iklim bölgesi **BCS Yönü:** b.u. **BCS Tipi:** büyüme ortamı zeminde olan doğrudan sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** b.u. **BCS Alanı:** b.u.		

"SpY" şehir sanatçısı/ tasarımcısı tarafından 2013 yılında Fransa'daki mevcut bir yapının opak dış duvar yüzeyine sarmaşık bitkilerinin doğrudan sarılmasıyla oluşturulmuş bir örnektir (Çizelge 2.14). Bu uygulama, büyüme ortamı zeminde olan doğrudan sisteme bir örnektir. Sistemde kullanılan sarmaşıklar, belirli bir form oluşturmak ve duvar yüzeyinde oluşturulan formu korumak amacıyla budanmaktadır (Danzhi, 2014).

2.5.3.2 Bitkinin cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistemler (Dolaylı sistemler)

Dolaylı sistemlere ilişkin 1993-2013 yılları arasında gerçekleştirilen örnekler Çizelge 2.15'te yer almaktadır.

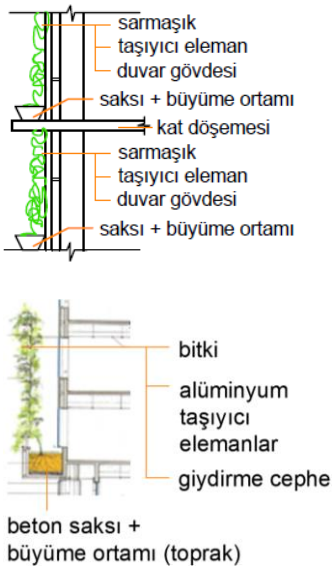
Çizelge 2.15 : Dolaylı sistem örnekleri (Leenhardt ve diğ., 2007; Mir, 2011; Uffelen, 2011; Aygencel, 2011; Jialin, 2013; Wood ve diğ., 2014; Beyhan, 2014; Kanter, 2014; Francis, 2014; Url-7; Url-8; Url-14; Url-15; Url-16).

	Bina adı		Yapım yılı	Yeri	İklim bölgesi	Yönü	Sistem tipi
Uluslararası Örnekler	1	Universal CityWalk	1993	Kaliforniya, Amerika	Cfa	-	dolaylı sistem _ büyüme ortamı zeminde
	2	Consorcio Santiago	1993	Santiago, Şili	Csb	kuzey batı	dolaylı sistem _ büyüme ortamı saksıda
	3	Ballet Valet Parking Garage	1996	Florida, Amerika	Aw	-	dolaylı sistem _ büyüme ortamı saksıda
	4	Gitex Ruraux	1996	Jupilles, Fransa	Cfb	-	dolaylı sistem _ büyüme ortamı zeminde
	5	MFO Park Zurich	2002	Zurih, İsviçre	Cfb	-	dolaylı sistem _ büyüme ortamı zeminde
	6	MFO Park	2002	Zurih, İsviçre	Cfb	-	dolaylı sistem _ büyüme ortamı zeminde
	7	Pritzker Family Childrens Zoo	2004	Chicago, Amerika	Dfa	batı	dolaylı sistem _ büyüme ortamı saksıda
	8	CH2 Council House	2006	Melbourne, Avusturalya	Cfb	kuzey	dolaylı sistem _ büyüme ortamı saksıda
	9	Biopark	2006	Paris, Fransa	Cfb	-	dolaylı sistem _ büyüme ortamı saksıda
	10	Paradise Park Children Centre	2006	Londra, İngiltere	Cfb	-	dolaylı sistem _ büyüme ortamı zeminde & saksıda
	11	Newton Suites	2007	Singapur	Af	güney	ağaçlı & dolaylı sistem_ büyüme ortamı saksıda
	12	Ex Ducati	2007	Rimini, İtalya	Cfa	güney doğu batı	dolaylı sistem _ büyüme ortamı saksıda ve zeminde
	13	Sihlcity	2007	Zurih, İsviçre	Cfb	güney doğu	dolaylı sistem
	14	Pasona Headquarters	2010	Tokyo, Japonya	Cfa	güney doğu	dolaylı sistem _ büyüme ortamı saksıda
	15	School of the Arts	2010	Singapur	Af	tüm yönler	dolaylı sistem _ büyüme ortamı saksıda
	16	Centre for Justice Leaders.	2010	Toronto, Canada	Dfb	güney batı	dolaylı sistem _ büyüme ortamı saksıda
	17	Helios Residence	2011	Singapur	Af	tüm yönler	dolaylı sistem _ büyüme ortamı zeminde & saksıda
	18	RMIT Uni. Building 21	2011	Melbourne, Avusturalya	Cfb	kuzey batı	dolaylı sistem _ büyüme ortamı saksıda
	19	Waterloo Youth Facility	2012	Sidney, Avusturalya	Cfa	-	dolaylı sistem _ büyüme ortamı zeminde
	20	IDEO Morph 38 Tower	2013	Bangkok, Tayland	Aw	tüm yönler	ağaçlı & dolaylı sistem _büyüme ortamı saksıda
	21	Innenhof Westpark	-	Zurih, İsviçre	Cfb	-	dolaylı sistem _ büyüme ortamı saksıda
Ulusal Örnekler	22	Şişli Belediye Binası	-	İstanbul, Türkiye	Csa	-	dolaylı sistem _ büyüme ortamı zeminde

Çizelge 2.15'te yer alan örneklerden "Consorcio Santiago", "Helios Residence" ve "Şişli Belediye Binası" yapıları detaylı olarak ele alınmıştır (Çizelge 2.16, Çizelge 2.17, Çizelge 2.18).

Şili'de 1993 yılında yapımı tamamlanmış "Consorcio Santiago" ofis yapısında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, büyüme ortamı saksıda olan dolaylı sistemdir (Çizelge 2.16).

Çizelge 2.16 : "Consorcio Santiago" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Jialin, 2013; Wood ve diğ., 2014; Url-17).

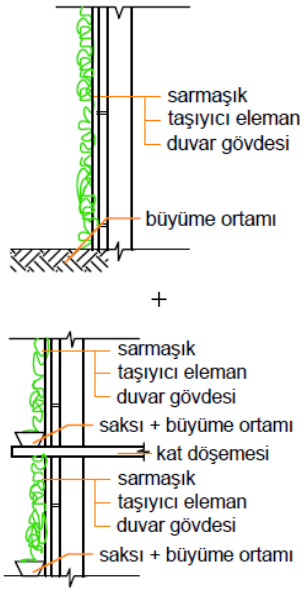
KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Consorcio Santiago **Yapım Yılı**: 1993 **Mimarı/ Peyzaj Mimarı:** Enrique Browne ve Borja Huidobra **Yapının İşlevi:** ofis **Yer**: Santiago, Şili **İklim Bölgesi**: "Csb" Köppen iklim bölgesi (yazı kurak subtropikal iklim, akdeniz iklimi) **BCS Yönü**: kuzey ve batı **BCS Tipi:** büyüme ortamı saksıda olan dolaylı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** betonarme **BCS Alanı:** 2293 m^2	 	

Bu örnekte, bitkilendirilmiş cephe sistemi bina dış duvarının 1.4 metre önünde konumlandırılmıştır. Bina dış duvarı ile BCS arasındaki bu boşluk baca etkisi oluşturarak ısınan havanın binadan uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. BCS, bitkilerin dikildiği kat döşemesine bütünleşik hafif beton konsol elemanlar ve bitkilerin tutunma yüzeyi olan düşey alüminyum elemanlar olmak üzere iki ana elemandan oluşmaktadır. (Çizelge 2.16). 1.4m x 1m ölçülerindeki hafif beton konsol elemanlar cephe yüzeyi boyunca devam etmektedir. Düşey elemanlar ise alüminyum yatay lameller ve alüminyum dikmelerden oluşmaktadır. Bitki, düşey elemanlar üzerine tutunmaktadır. Kışın ısı kazancını artırmak ve yazın ısı kazancını azaltmak amacıyla kışın yaprak döken, yazın yapraklanan bitkiler kullanılmıştır. Yatay lameller ve düşey dikmeler ile bitki yaprak döktüğü dönemlerde de cepheye belirli bir oranda

gölge sağlanmaktadır. Bitki kökleri beton konsol elemanlar içerisindeki büyüme ortamında gelişmektedir. Büyüme ortamı, %70 toprak, %10 dere kumu ve %20 kompost (organik gübre) karışımından oluşmaktadır. Sistemin drenajı ve yalıtımı, 2 mm kalınlığındaki cam elyaf üzerine konulan geotekstil örtü ve çakıl ile sağlanmıştır. 2002 yılında yapılan bir çalışmaya göre Consorcio binasındaki BCS'nin güneş ışınımını %60 oranında azalttığı ve %20 oranında enerji korunumu sağladığı ortaya konulmuştur (Wood ve diğ., 2014).

Singapur'da 2011 yılında yapımı tamamlanmış "Helios Residence" konut yapısında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, büyüme ortamı zeminde ve büyüme ortamı saksıda olan dolaylı sistemdir (Çizelge 2.17). "Helios Residence" binasında sarmaşık bitkiler, "Consorcio Santiago" yapısındaki gibi kat döşemesindeki saksılarda yetişmekle birlikte zemindeki toprakta da gelişmektedir.

Çizelge 2.17 : "Helios Residence" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Mir, 2011; Wood ve diğ., 2014; Url-18).

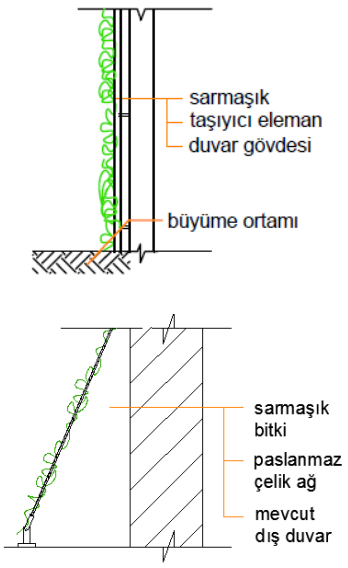
KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Helios Residence **Yapım Yılı**: 2011 **Mimarı/ Peyzaj Firması:** Guida Moseley Brown Architects ve P&T Consultants Pte. Ltd./ STX Landscape Architects **Yapının İşlevi:** konut **Yer**: Singapur **İklim Bölgesi**: "Af" Köppen iklim bölgesi (tropikal iklim) **BCS Yönü**: tüm yönlerde **BCS Tipi:** büyüme ortamı zeminde ve büyüme ortamı saksıda olan dolaylı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** betonarme **BCS Alanı:** 1652 m^2		

Bu binanın genel tasarım ilkeleri, bitkilendirilmiş cephe sisteminin arkasındaki mekanlara bir yandan hafif rüzgar geçişi ve yer yer dış görüş sağlanırken bir yandan mahremiyet sağlanması ve güneş kontrolü sağlanarak kullanıcılar için daha serin bir ortam oluşturulmasıdır. Paslanmaz çelik kablolar üzerinde "thunbergia grandiflora"

sarmaşık bitkisi gelişerek cephenin önünü kaplamaktadır (Çizelge 2.17). Büyüme ortamı olarak zemindeki toprak ve 4. kat döşemesinde yer alan uzun saksılar içerisindeki toprak kullanılmaktadır. 4. kat döşemesi ile 5. kat döşemesi arasındaki binanın tüm yönlerinde bitkilendirilmiş cephe sistemi kullanılmıştır; zemin seviyesinden 5. kat döşemesine kadar olan alanda ise batı, doğu ve güney cephelere bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulanmıştır. Yapının bahçesindeki ve cephesindeki bitkilerin sulanması için bir yağmur suyu toplama sistemi kurulmuştur. Zemindeki toprakta ve kat döşemesindeki saksılarda yer alan sarmaşıklar doğrudan yağmur suyu ile sulanmaktadır. Sistemin bakımı ise haftalık olarak bitkilerin zeminde ve kat döşemelerine çıkılarak veya dışarıdan hareketli asansör ile ulaşılarak gerçekleştirilmektedir (Wood ve diğ., 2014).

Şişli Belediye Binası'nda kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, büyüme ortamı zeminde olan doğrudan sistemdir (Çizelge 2.18).

Çizelge 2.18 : "Şişli Belediye Binası"na ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Url-19).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Şişli Belediye Binası **Yapım Yılı**: - **BCS Uygulayıcı Firma:** Carl Stahl **Yapının İşlevi:** ofis **Yer**: Şişli, Türkiye **İklim Bölgesi**: "Csa" Köppen iklim bölgesi (kışı ılık, yazı sıcak ve az yağışlı iklim) **BCS Yönü**: - **BCS Tipi:** büyüme ortamı zeminde olan doğrudan sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** betonarme **BCS Alanı:** b.u.		

2.5.4 Büyüme ortamının ve bitkinin cephe kaplamasının önünde ve/veya cephe kaplaması olduğu sistemler (Büyüme ortamı duvarda olan sistemler)

Büyüme ortamı duvarda olan sistemler, büyüme ortamı olarak toprak kullanılan (topraklı) sistemler ve büyüme ortamı olarak toprak kullanılmayan (topraksız)

sistemlerden oluşmaktadır. Söz konusu sistemlerle ilgili örnek yapılara ilişkin bilgiler aşağıda yer almaktadır.

2.5.4.1 Büyüme ortamı olarak toprak kullanılan sistemler (Topraklı sistemler)

Topraklı sistemlere ilişkin 2005-2012 yılları arasında gerçekleştirilen örnekler Çizelge 2.19'da yer almaktadır.

Çizelge 2.19 : Topraklı sistem örnekleri (Leenhardt ve diğ., 2007; Kaltenbach, 2008; Freed ve diğ., 2008; Uffelen, 2011; Mir, 2011; Aygencel, 2011; Jialin, 2013; Yüksel, 2013; Kanter, 2014; Wood ve diğ., 2014; Selvan, 2014; Üçok, 2014; Danzhi, 2014; Beceri Mimarlık, kişisel görüşme ve elektronik posta, 05 Şubat 2016 ve 28 Temmuz 2016; Pemagarden, kişisel görüşme ve elektronik posta, 14 Ocak 2014; Url-7; Url-8; Url-20; Url-21).

		Bina adı	Yapım yılı	Yeri	İklim bölgesi	Yönü	Sistem tipi
Uluslararası Örnekler	1	EXPO 2005	2005	Aichi, Japonya	Cfa	-	topraklı sistem
	2	Vancouver Aquarium	2006	Vancouver, Kanada	Cfb	-	topraklı sistem
	3	Z58 Shangai	2006	Şanghay, Çin	Cfa	-	topraklı sistem
	4	Anthropologies	2007	Huntsville, Amerika	Cfa	-	topraklı sistem
	5	Ann Demeulemeester Shop	2007	Seoul, Güney Kore	Dwa	-	topraklı sistem
	6	Miguel Contreras Learning Complex	2008	Los Angeles, Amerika	Csb	-	topraklı sistem
	7	M2 Metro Station	2008	Lausanne, İsviçre	Dfb	batı	topraklı sistem
	8	Edipresse	2009	Lausanne, İsviçre	Dfb	kuzey	topraklı sistem
	9	One PNC Plaza	2009	Pittsburgh, Amerika	Dfb	güney	topraklı sistem
	10	Green Weaving Club House	2009	Jeollanam-do, Kore	Cfa	-	topraklı sistem
	11	YVR Canada Line Station	2009	Vancouver, Canada	Cfb	-	topraklı sistem
	12	Diji Technology Operation Centre	2010	Selangor, Malezya	Af	güneydoğu kuzeydoğu kuzeybatı	topraklı sistem

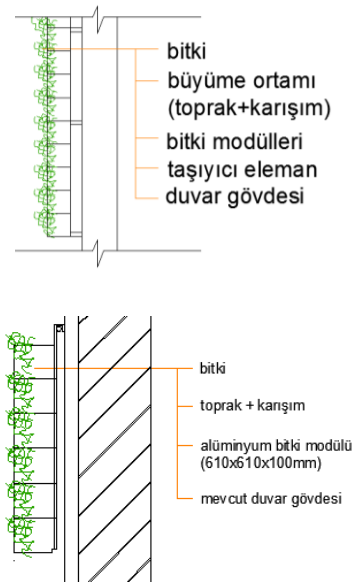
Çizelge 2.19 (devam) : Topraklı sistem örnekleri (Leenhardt ve diğ., 2007; Kaltenbach, 2008; Freed ve diğ., 2008; Uffelen, 2011; Mir, 2011; Aygencel, 2011; Jialin, 2013; Yüksel, 2013; Kanter, 2014; Wood ve diğ., 2014; Selvan, 2014; Üçok, 2014; Danzhi, 2014; Beceri Mimarlık, kişisel görüşme ve elektronik posta, 05 Şubat 2016 ve 28 Temmuz 2016; Pemagarden, kişisel görüşme ve elektronik posta, 14 Ocak 2014; Url-7; Url-8; Url-20; Url-21).

		Bina adı	Yapım yılı	Yeri	İklim bölgesi	Yönü	Sistem tipi
Uluslararası Örnekler	13	Mint Hotel	2010	Londra, İngiltere	Cfb	-	topraklı sistem
	14	Low-Tech Vertical Garden, Hotel Ushüaia	2011	Ibiza, İspanya	Csa	-	topraklı sistem
	15	Hotel Intercontinental	2011	Santiago, Şili	Csb	güney batı	topraklı sistem
	16	Green Cast	2011	Odawara, Japonya	Cfa	-	topraklı sistem
	17	Reflective Camouflaged Garden Studio	2012	Amsterdam, Hollanda	Cfb	-	topraklı sistem
	18	The Bouctot-Vagniez Town Hall	2012	Amiens, Fransa	Cfb	-	topraklı sistem
Ulusal Örnekler	19	Asteria Elita Resort Hotel	-	Antalya, Türkiye	Csa	-	topraklı sistem
	20	Zeynep Golf Resort Otel	2011	Antalya, Türkiye	Csa	kuzey doğu batı	topraklı sistem
	21	Erasta AVM	2012	Antalya, Türkiye	Csa	batı	topraklı sistem
	22	Maxx Royal Otel, Kemer	-	Antalya, Türkiye	Csa	-	topraklı sistem
	23	Antalya Kaleiçi Expo Sokağı Evleri	-	Antalya, Türkiye	Csa	-	topraklı sistem
	24	Maxx Royal Otel, Belek	-	Antalya, Türkiye	Csa	-	topraklı sistem

Çizelge 2.19'da yer alan örneklerden "One PNC Plaza", "Hotel Intercontinental" ve "Erasta AVM" binaları detaylı olarak ele alınmıştır (Çizelge 2.20, Çizelge 2.21, Çizelge 2.22).

Amerika'da 2009 yılında yapımı tamamlanmış "One PNC Plaza" ofis yapısında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, toprak+karışım sistemdir (Çizelge 2.20).

Çizelge 2.20 : "One PNC Plaza" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Wood ve diğ., 2014; Url-22).

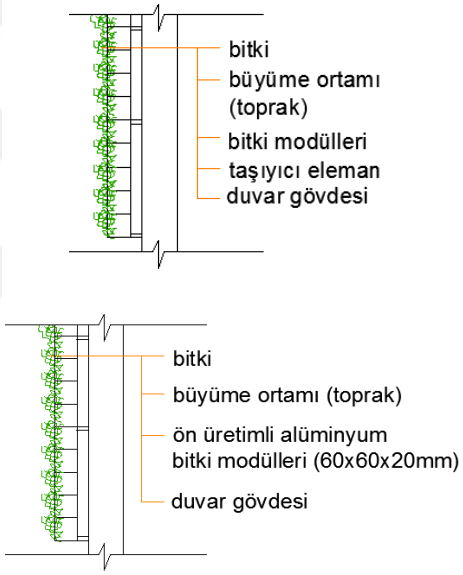
KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: One PNC Plaza **Yapım Yılı**: 2009 **Mimarı/ Peyzaj Firması / Peyzaj Mimarı:** Welton Beckett Associates / Mingo Design LLC / Kari Katzander **Yapının İşlevi:** ofis **Yer**: Pittsburgh, Amerika **İklim Bölgesi**: "Dfb" Köppen iklim bölgesi (kışı şiddetli, yazı kısa ve sıcak, her mevsim yağışlı) **BCS Yönü**: güney **BCS Tipi:** toprak+karışım sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** çelik **BCS Alanı:** 221m^2		

One PNC Plaza binasındaki bitkilendirilmiş cephe sistemi, 2009 yılında Kuzey Amerika'daki en geniş BCS uygulamasıdır. Yüksek yapılarda, binanın farklı yüksekliklerindeki ve yüzeylerindeki farklı gün ışığı etkileri, bitkinin köklerine ulaşan su miktarı, rüzgar etkisi ve ulaşılabilirlik gibi farklı etkenlerin oluşmasından dolayı bitkilendirilmiş cephe tasarım süreçlerinde bir takım zorluklarla karşılaşılmaktadır. Bu nedenle, cephenin güneş haritasının çıkartılması ve cephenin farklı yüksekliklerine ve bölgelerine uygun bitki türlerinin seçilmesi oldukça önemlidir. Bu proje için 7 farklı bitki tipi kullanılmıştır. Uygulama alanına gelmeden önce bitkilerin içerisine yerleştirildiği 61x61cm (genişlik x uzunluk) ölçülerindeki ve 10 cm kalınlığındaki ve her biri 24 hücreden oluşan alüminyum elemanlar doğrudan binanın betonarme duvar yüzeyine monte edilmiş paslanmaz çelik bağlantı elemanlarına sabitlenmiştir. Her modül içerisindeki hücreye eşit miktarda su ulaşmadığı, dolayısıyla yeterli su gelmediğinde büyüme ortamı çok kuruduğu için zamanla bazı bitkiler canlılığını kaybetmeye başlamıştır (Wood ve diğ., 2014). Bu nedenle, sulama sistemi otomatik olarak uzaktan kontrol edilebilecek şekilde 2012 yılında yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca, sistemdeki bitkilerin bir kısmı tedavi edilmiş bir kısmı ise yenilenmiştir. Bitki modülleri yeniden kullanılmak üzere onarılmıştır.

Yeni modüllerin içerisine toprak ve çeşitli katkılar eklenerek büyüme ortamı yeniden düzenlenmiştir (Url-23).

Şili'de 2011 yılında yapımı tamamlanmış "Hotel Intercontinental" otel yapısında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, tamamen topraklı sistemdir (Çizelge 2.21).

Çizelge 2.21 : "Hotel Intercontinental" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Wood ve diğ., 2014; Url-24).

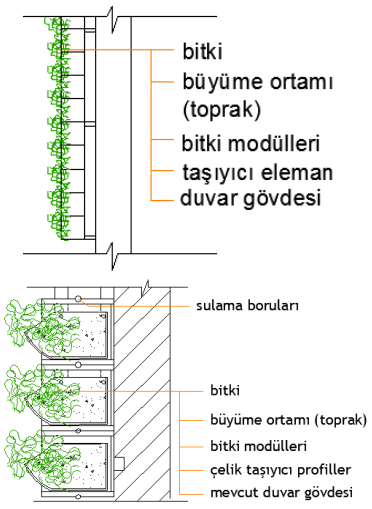
KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Hotel Intercontinental **Yapım Yılı**: 2011 **Mimarı/ BCS Tasarımı / Peyzaj Mimarı:** Alemparte Barreda Wedeles Besançon Arquitectos y Asociados / Vivian Castro **Yapının İşlevi:** otel **Yer**: Santiago, Şili **İklim Bölgesi**: "Csb" Köppen iklim bölgesi (yazı kurak subtropikal iklim, akdeniz iklimi) **BCS Yönü**: güney ve batı **BCS Tipi:** tamamen topraklı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** betonarme **BCS Alanı:** 1590 m^2		

Hotel Intercontinental yapısında iklimlendirmeden kaynaklanan yüklerinin ve yapıdaki toplam enerji tüketiminin azaltılması, ses yalıtımı sağlanması ve havadaki kirleticilerin tutularak havanın filtrelenmesi amacıyla binanın batı ve güney yönündeki dış duvarlarında bitkilendirilmiş cephe sistemi tasarlanmıştır. Batı yönündeki cephede 1.kat-16.kat arasında, güney cephesinde ise 3.kat-16.kat arasında bütünüyle (açıklıklar hariç) bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulanmıştır (Çizelge 2.21). Bu örnekteki bitkilendirilmiş cephe sistemi, cephe kaplama elemanı olarak kurgulanmıştır. Sistem, içerisinde toprak ve bitki bulunan 60cmx60cm

boyutlarındaki ve 20cm derinliğindeki alüminyum ön üretimli panellerin doğrudan binanın betonarme taşıyıcısına sabitlenmesiyle oluşturulmuştur. Panellerin cephedeki konumu, hedeflenen görsel etkiye ve cephedeki açıklıklara göre düzenlenmiştir. Bitki kökleri, panellerin içerisindeki toprakta gelişmektedir. Bölgeye ait 3 farklı bitki türü seçilmiştir. Bitkiler için gerekli olan su, otomatik damla sulama yöntemiyle sağlanmaktadır. Sistemdeki su miktarı belirli bir seviyenin altına düştüğünde uzaktan kontrollü sensörler tarafından sulama sistemi devreye girmektedir. Fazla su toplanarak binada yeniden kullanılmaktadır. Hotel Intercontinental Binası'ndaki bitkilendirilmiş cephe sistemi ile binada %20 oranında enerji tasarrufu sağlanmaktadır (Wood ve diğ., 2014).

Antalya'da 2012 yılında yapımı tamamlanmış "Erasta AVM" binasında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, tamamen topraklı sistemdir (Çizelge 2.22).

Çizelge 2.22 : "Erasta AVM" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Beceri Mimarlık, kişisel görüşme ve elektronik posta, 05 Şubat 2016 ve 28 Temmuz 2016; Url-25).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Erasta AVM **Yapım Yılı**: 2012 **BCS Uygulayıcı Firma:** Beceri Mühendislik & Mimarlık **Yapının İşlevi:** ticaret **Yer**: Antalya, Türkiye **İklim Bölgesi**: "Csa" Köppen iklim bölgesi (kışı ılık, yazı sıcak ve az yağışlı iklim) **BCS Yönü**: batı **BCS Tipi:** tamamen topraklı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** betonarme **BCS Alanı:** 350m^2		

Erasta AVM binasındaki bitkilendirilmiş cephe sistemi, 2012 yılında Türkiye'deki en geniş bitkilendirilmiş cephe uygulaması idi. BCS, binanın batı yönündeki dış duvar yüzeyine uygulandığı için güneşe ve sıcağa dayanıklı olan sedum bitkisi kullanılmıştır (Beceri Mimarlık, kişisel görüşme ve elektronik posta, 05 Şubat 2016 ve 28 Temmuz 2016; Url-25). Bitkiler için gerekli olan su ve gübre, her bir bitki

modülünün üzerine bulunan damlama sulama boruları ile bitki köklerine doğrudan ulaştırılmaktadır (Üçok, 2014; Kanter, 2014). Suyun ve gübrenin belirli periyotlarda verilmesi için otomatik sulama sistemi ayarlanmıştır (Url-25).

2.5.4.2 Büyüme ortamı olarak toprak kullanılmayan sistemler (Topraksız sistemler)

Topraksız sistemlere ilişkin 2004-2016 yılları arasında gerçekleştirilen örnekler Çizelge 2.23'te yer almaktadır.

Çizelge 2.23 : Topraksız sistem örnekleri (Leenhardt ve diğ., 2007; Aygencel, 2011; Uffelen, 2011; Jialin, 2013; Wood ve diğ., 2014; Danzhi, 2014; Üçok, 2014; Beyhan, 2014; Francis, 2014; Butik Bahçe, kişisel görüşme ve elektronik posta, 02 Ağustos 2016; Silvanus Dikey Bahçe, kişisel görüşme ve elektronik posta, 11 Şubat 2016; Ece Botanik, kişisel görüşme ve elektronik posta, 22 Temmuz 2016; Url-7; Url-8; Url-26; Url-27; Url-28; Url-29; Url-30; Url-31; Url-32).

		Bina adı	Yapım yılı	Yeri	İklim bölgesi	Yönü	Sistem tipi
keçe esaslı sistem örnekleri							
Uluslararası Örnekler	1	Quai Branly Museum	2004	Paris, Fransa	Cfb	kuzey	keçe esaslı sistem
	2	Sportplaza Mercator	2006	Amsterdam, Hollanda	Cfb	tüm yönler	keçe esaslı sistem
	3	Blackbox	2007	Delft, Hollanda	Cfb	-	keçe esaslı sistem
	4	Caixa Forum	2007	Madrid, İspanya	Csa	güneydoğu	keçe esaslı sistem
	5	House near Brussels	2007	Brussels, Belçika	Cfb	kuzey güney doğu	keçe esaslı sistem
	6	Trio Apartments	2009	Sidney, Avusturalya	Cfa	kuzey	keçe esaslı sistem
	7	Athenaeum Hotel	2009	Londra, İngiltere	Cfb	güney batı	keçe esaslı sistem
	8	European Env.Agency	2010	Kopenhang, Danimarka	Cfb	-	keçe esaslı sistem
	9	Semiahmoo Library	2010	Surrey, Amerika	Cfb	-	keçe esaslı sistem
	10	Vertical Living Gallery	2011	Bangkok, Tayland	Aw	-	keçe esaslı sistem
	11	B3 Hotel Virrey	2011	Bogota, Kolombiya	Cfb	batı	keçe esaslı sistem
	12	Eneco Headquarters Rotterdam	2011	Rotterdam, Hollanda	Cfb	kuzey kuzeybatı güney	keçe esaslı sistem
	13	Drew School	2011	San Francisco, Amerika	Csb	-	keçe esaslı sistem
	14	Alpha Park	2012	Paris, Fransa	Cfb	-	keçe esaslı sistem
	15	L'Oasis D'Aboukir	2013	Paris, Fransa	Cfb	-	keçe esaslı sistem
	16	Marche Des Halles	-	Avignon, Fransa	Csa	-	keçe esaslı sistem

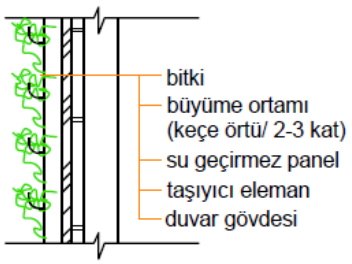
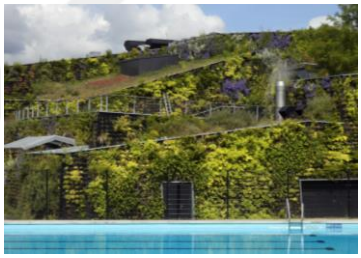
Çizelge 2.23 (devam) : Topraksız sistem örnekleri (Leenhardt ve diğ., 2007; Aygencel, 2011; Uffelen, 2011; Jialin, 2013; Wood ve diğ., 2014; Danzhi, 2014; Üçok, 2014; Beyhan, 2014; Francis, 2014; Butik Bahçe, kişisel görüşme ve elektronik posta, 02 Ağustos 2016; Silvanus Dikey Bahçe, kişisel görüşme ve elektronik posta, 11 Şubat 2016; Ece Botanik, kişisel görüşme ve elektronik posta, 22 Temmuz 2016; Url-7; Url-8; Url-26; Url-27; Url-28; Url-29; Url-30; Url-31; Url-32).

		Bina adı	Yapım yılı	Yeri	İklim bölgesi	Yönü	Sistem tipi
keçe esaslı sistem örnekleri							
Ulusal Örnekler	17	Robotpos Otomasyon	2011	İstanbul, Türkiye	Csa	-	keçe esaslı sistem
	18	Siemens Mağazası	2012	İstanbul, Türkiye	Csa	-	keçe esaslı sistem
	19	Göztepe 60.Yıl Parkı Trafo Binası	2013	İstanbul, Türkiye	Csa	tüm yönler	keçe esaslı sistem
	20	İTÜ Teknokent Arı 6	2013	İstanbul, Türkiye	Csa	-	keçe esaslı sistem
	21	SwissOtel Bodrum	2013	Muğla, Türkiye	Csa	-	keçe esaslı sistem
	22	Akasya AVM Sosyal Tesis Binası	2014	İstanbul, Türkiye	Csa	-	keçe esaslı sistem
	23	Sinpaş Aydos Country Satış Ofisi	2014	İstanbul, Türkiye	Csa	-	keçe esaslı sistem
	24	Güngören Belediyesi Kültür Merkezi	2014	İstanbul, Türkiye	Csa	-	keçe esaslı sistem
	25	Karşıyaka Belediye Binası	2015	İzmir, Türkiye	Csa	-	keçe esaslı sistem
	26	Aras Konutları	2015	İzmir, Türkiye	Csa	-	keçe esaslı sistem
	27	Sinpaş Çankaya Ege Vadisi Satış Ofisi	2015	Ankara, Türkiye	Dsb	-	keçe esaslı sistem
	28	NEF 3	2016	İstanbul, Türkiye	Csa	-	keçe esaslı sistem
taş yünü esaslı sistem örnekleri							
Uluslararası Örnekler	29	Procore Office Center	2010	Nieuw-Vennep, Hollanda	Cfb	güneybatı	taş yünü esaslı sistem
aminoplast reçine köpüğü esaslı sistem örnekleri							
Uluslararası Örnekler	30	Tripytch Apartments	2010	Melbourne, Avusturalya	Cfb	güney-doğu	aminoplast reçine köpüğü esaslı sistem
	31	1 Bligh Street	2011	Sidney, Avusturalya	Cfa	-	aminoplast reçine köpüğü esaslı sis.
	32	Illura Apartments	2013	Melbourne, Avusturalya	Cfb	kuzey-doğu	aminoplast reçine köpüğü esaslı sis.
	33	The Block Sky High Tv Series	2013	Melbourne, Avusturalya	Cfb	-	aminoplast reçine köpüğü esaslı sis.
	34	Medibank	2014	Melbourne, Avusturalya	Cfb	güney-doğu	aminoplast reçine köpüğü esaslı sis.

Çizelge 2.23'te yer alan keçe esaslı sisteme ait örneklerden "Sportplaza Mercator", "B3 Hotel Virrey", ve "Swissotel Bodrum Beach", binaları detaylı olarak ele alınmıştır (Çizelge 2.24, Çizelge 2.25, Çizelge 2.26).

Amsterdam'da 2006 yılında yapımı tamamlanmış "Sportplaza Mercator" binasında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, keçe esaslı sistemdir (Çizelge 2.24).

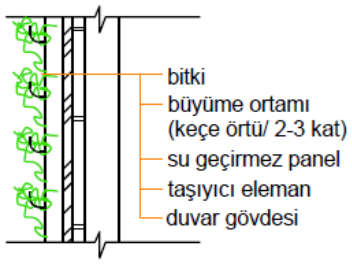
Çizelge 2.24 : "Sportplaza Mercator" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Leenhardt ve diğ., 2007; Kanter, 2014; Url-33).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Sportplaza Mercator **Yapım Yılı:** 2006 **Mimari:** Venhoeven Architecten **Peyzaj Mimarı/ BCS Tasarımı:** Copjin Landscape Architecture Studio **Yapının İşlevi:** spor merkezi **Yer:** Amsterdam, Hollanda **İklim Bölgesi:** "Cfb" Köppen iklim bölgesi (kışı ılık, yazı sıcak, her mevsimi yağışlı iklim) **BCS Yönü**: kuzey, güney, doğu, batı **BCS Tipi:** keçe esaslı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi**: b.u. **BCS Alanı**: b.u.		

Bu binada, bitkilendirilmiş çatı ve cephe sistemleri bir arada kullanılmıştır. Keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sisteminin kullanıldığı örnekte bitki türü olarak çok çeşitli yerörtücü ve çalı türleri kullanılmıştır. Sistemde toprak olmadığı için otomatik sulama sistemi ile bitkilere düzenli olarak sıvı besin ve gübre verilmektedir (Leenhardt ve diğ., 2007; Kanter, 2014; Url-33).

Kolombiya'da 2011 yılında yapımı tamamlanmış "B3 Hotel Virrey" otel binasında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, keçe esaslı sistemdir (Çizelge 2.25).

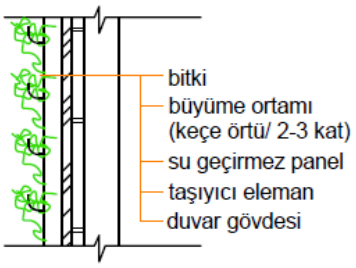
Çizelge 2.25 : "B3 Hotel Virrey" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Url-34).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: B3 Hotel Virrey **Yapım Yılı**: 2011 **Mimari**: Paisajismo Urbano **Peyzaj Mimarı/ BCS Tasarımı:** Groncol-Billy Escobar/ Groncol/ Paisajismo Urbano **Yapının İşlevi:** otel **Yer**: Bogota, Kolombiya **İklim Bölgesi**: "Cfb" Köppen iklim bölgesi (kışı ılık, yazı sıcak, her mevsimi yağışlı iklim) **BCS Yönü**: batı **BCS Tipi:** keçe esaslı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** betonarme **BCS Alanı:** 264m^2		

Bu binada, bitkilendirilmiş cephe sistemi kullanılmasındaki temel amaç, duvarın ısı yalıtım özelliğinin artırılarak binada ısıtma ve soğutmadan kaynaklanan elektrik enerjisinin azaltılması ve yakın çevredeki hava sıcaklıklarının azaltılmasıdır. Ayrıca, araçlardan kaynaklanan kirleticilerin bitkiler tarafından soğurulması, akustik açıdan iyileşme sağlanması, kent ısı adası etkisinin azaltılması hedeflenmektedir. Bitkilendirilmiş cephe sistemi, binanın batı yönündeki dış duvar yüzeyini, 2.kat ile 9.kat arasında açıklıklar hariç, tümüyle kaplamaktadır (Çizelge 2.25). Bu örnekteki bitkilendirilmiş cephe sistemi, cephe kaplama elemanı olarak kullanılmış ve bina dış duvarına bütünleşik olarak uygulanmıştır. Bina dış duvarına monte edilen taşıyıcı çerçeve üzerine sırayla panel ve keçe örtü sabitlenmektedir. Bitki kökleri, keçe örtü üzerinde oluşturulan cepler içerisinde gelişmektedir. Cephede %40'ı Kolombiya'daki yerel türlerden olmak üzere 55 farklı bitki türü kullanılmıştır. Bu sistemin bünyesinde, uzaktan kontrollü otomatik sulama sistemi tarafından su ile birlikte geri dönüştürülen gübre ve bitki zararlısı kovucu da taşınmaktadır (Wood ve diğ., 2014; Danzhi, 2014).

Bodrum'da 2013 yılında yapımı tamamlanmış "Swissotel Bodrum Beach" binasında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, keçe esaslı sistemdir (Çizelge 2.26).

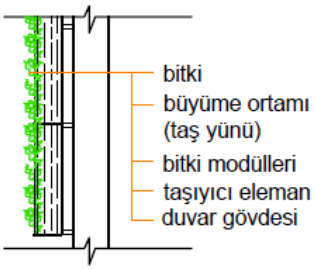
Çizelge 2.26 : "Swissotel Bodrum Beach" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Silvanus Dikey Bahçe, kişisel görüşme ve elektronik posta, 11 Şubat 2016; sağ alttaki fotoğraf: Elif Yüksel Arşiv, 13.09.2012).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Swissotel Bodrum Beach **Yapım Yılı**: 2013 **BCS Uygulayıcı Firma:** Silvanus Dikey Bahçe **Yapının İşlevi:** otel **Yer**: Bodrum, Türkiye **İklim Bölgesi**: "Csa" Köppen iklim bölgesi (kışı ılık, yazı sıcak ve az yağışlı iklim) **BCS Yönü**: - **BCS Tipi:** keçe esaslı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** betonarme **BCS Alanı:** b.u.		 

Bu örnekte, mevcut betonarme dış duvar üzerine sırayla, metal taşıyıcı çerçeve, PVC panel, iki kat keçe örtü monte edilmiştir. 2.kat keçe örtü üzerinde cepler oluşturularak bu ceplerin içerisine bitki dikimi gerçekleştirilmiştir (Silvanus Dikey Bahçe, kişisel görüşme ve elektronik posta, 11 Şubat 2016).

Hollanda'da 2010 yılında yapılmış "Procore Office Centre" binasında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, taş yünü esaslı sistemdir (Çizelge 2.27). Bu örnekte bitkilendirilmiş cephe sistemi, bina dış duvar gövdesini oluşturan eleman üzerine doğrudan monte edilen alüminyum profiller, bu profillere sabitlenen ve içerisinde taş yünü büyüme ortamı ve bitkiler bulunan 60cmx52cm ön üretimli panellerden oluşmaktadır. Doğal bir görünüm kazandırılması amacıyla sistemde çeşitli bitki türleri kullanılmıştır (Uffelen, 2011; Url-35).

Çizelge 2.27 : "Procore Ofice Center" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Uffelen, 2011; Mir, 2011).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Procore Office Center **Yapım Yılı**: 2010 **Mimari**: Sempergreen Vertical Systems BV **BCS Tasarımı/ Peyzaj Mimarı**: Sempergreen Vertical Systems BV **Yapının İşlevi:** ofis **Yer**: Nieuw-Vennep, Hollanda **İklim Bölgesi**: "Cfb" Köppen iklim bölgesi (kışı ılık, yazı sıcak, her mevsimi yağışlı iklim) **BCS Yönü**: güneybatı **BCS Tipi:** taş yünü esaslı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** b.u. **BCS Alanı:** 22 m^2		

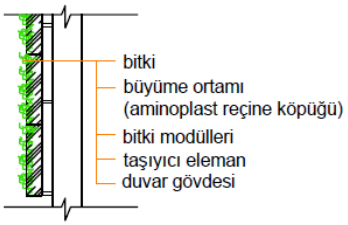
Çizelge 2.23'te yer alan aminoplast reçine köpüğü esaslı sisteme ait örneklerden "Tyriptych Apartments", "Illura Apartments" ve "Medibank" binaları detaylı olarak ele alınmıştır (Çizelge 2.28, Çizelge 2.29, Çizelge 2.30).

Avusturalya'da 2010 yılında yapılmış "Triptych Apartments" binasında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, aminoplast reçine köpüğü esaslı sistemdir (Çizelge 2.28). Bu örnekteki bitkilendirilmiş cephe sistemi, içerisine aminoplast reçine köpüğü yerleştirilmiş ön üretimli elemanlardan ve bölgenin koşullarına uygun 20 farklı türdeki yerörtücü bitkilerden oluşmaktadır (Url-36).

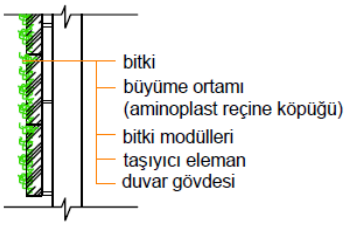
Avusturalya'da 2013 yılında yapılmış "Illura Apartments" binasında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, aminoplast reçine köpüğü esaslı sistemdir (Çizelge 2.29). Bu binadaki bitkilendirilmiş cephe uygulaması, 4 ayrı düşey parça şeklinde düzenlenmiştir. Binanın caddeye bakan cephesindeki bu uygulama, güçlü bir etki yaratmıştır. Bitkilendirilmiş cephe sistemi, içerisine aminoplast reçine köpüğü yerleştirilmiş ön üretimli elemanlardan ve farklı türdeki yerörtücü bitkilerden oluşmaktadır. Bitkilendirilmiş cephe sistemi, güney yarımkürede güneş ışınlarının

geliş açısının yüksek olduğu kuzeydoğu yönünde konumlandırıldığı için kuraklığa ve güneş ışınımına dayanıklı yerörtücü bitki türleri seçilmiştir (Url-37; Url-38).

Çizelge 2.28 : "Triptych Apartments" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Url-36).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Triptych Apartments **Yapım Yılı:** 2010 **Mimarı / Peyzaj Firması:** Nettleton Tribe Architects/ Ftyogreen **Yapının İşlevi:** konut **Yer:** Melbourne, Avustralya **İklim Bölgesi:** "Cfb" Köppen iklim bölgesi **BCS Yönü:** güneydoğu **BCS Tipi:** aminoplast reçine köpüğü esaslı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** b.u. **BCS Alanı:** 206m^2		

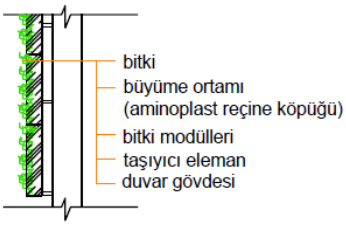
Çizelge 2.29 : "Illura Apartments" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Url-37).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Illura Apartments **Yapım Yılı:** 2013 **Mimarı / Peyzaj Firması/ BCS Tasarım ve Uygulama:** Elenberg Fraser Architects/ Tract/ Ftyogreen **Yapının İşlevi:** konut **Yer:** Melbourne, Avustralya **İklim Bölgesi:** "Cfb" Köppen iklim **BCS Yönü:** kuzeydoğu **BCS Tipi:** aminoplast reçine köpüğü esaslı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** b.u. **BCS Alanı:** 22m^2		

Avusturalya'da 2014 yılında yapılmış "Medibank" binasında kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, aminoplast reçine köpüğü esaslı sistemdir (Çizelge

2.30). Bu örnekteki bitkilendirilmiş cephe sistemi, içerisine aminoplast reçine köpüğü yerleştirilmiş 100x50cm boyutlarındaki ve 15 cm derinliğindeki ön üretimli elemanlardan ve bitkiden oluşmaktadır. Bu elemanlar, duvar üzerine monte edilen düşey halatlara asılmaktadır (Url-39; Url-40).

Çizelge 2.30 : "Medibank" yapısına ait künye, katmanlaşma modeli ve resim (Mir 2011; Url-39).

KÜNYE	KATMANLAŞMA MODELİ / KESİT	RESİM
Yapının Adı: Medibank **Yapım Yılı**: 2014 **Mimarı / Peyzaj Firması:** Hassell / Ftyogreen **Yapının İşlevi:** ofis **Yer**: Melbourne, Avustralya **İklim Bölgesi**: "Cfb" Köppen iklim bölgesi **BCS Yönü**: güneydoğu **BCS Tipi:** aminoplast reçine köpüğü esaslı sistem **Bina Taşıyıcı Sistemi:** - **BCS Alanı:** 400m^2		

Yurtdışında ve ülkemizde gerçekleştirilen örnekler incelendiğinde; yurtdışındaki uygulamalarda, ağaçlı sistemler, büyüme ortamı üstte olan sistemler ve doğrudan sistemlerin daha az tercih edildiği, dolaylı sistemler ile topraklı ve topraksız sistemlerin daha yaygın bir kullanım alanı bulduğu görülmüştür. Özellikle, son yıllarda, topraksız sistemlere ait örneklerin arttığı görülmüştür. Türkiye'de ise ağaçlı sistemler, büyüme ortamı üstte olan sistemler, doğrudan ve dolaylı sistemlerin tercih edilmediği, genellikle topraklı ve keçe esaslı sistemlerin kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca, ülkemizdeki bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulayıcı firmalarına bakıldığında, keçe esaslı sistem uygulaması yapan firmalar çoğunluktadır. Bu firmalardan 9'unun keçe esaslı sistem, 5'inin topraklı sistem, 2'sinin hem keçe esaslı hem topraklı sistem, 1'inin dolaylı sistem uygulaması yaptığı görülmüştür (Yüksel ve Türkeri, 2016a; Yüksel ve Türkeri, 2016b). Yanı sıra, ülkemizde gerçekleştirilen bitkilendirilmiş cephe sistemi örneklerine bakıldığında keçe esaslı sistemlere ait örneklerin daha fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 2.19, Çizelge 2.23). Böylece, ülkemizde yaygın olarak kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipinin keçe sistem olduğu ortaya konulmuştur (Yüksel ve Türkeri, 2016a; Yüksel ve Türkeri, 2016b).

2.6 Sertifika Sistemleri, Standartlar ve Yasal Düzenlemeler

Bu bölümde, bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili sertifika sistemleri/ yeşil bina derecelendirme sistemleri, standartlar ve yasal düzenlemeler ele alınmıştır. Sırayla, ilgili standartlar, sertifika sistemleri ve yasal düzenlemelerden bahsedilmiştir.

2.6.1 Bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili standartlar

Bitkilendilmiş cephe sistemleri ile ilişkili olabilecek standartlar sırayla, Kuzey Amerika, Kanada, Avrupa, Asya-Pasifik olmak üzere coğrafi bölgelere ayrılarak ele alınmıştır. Bu bölgelere ait standartların web sayfalarındaki teknik komiteler ve alt-komiteler bitkilendirilmiş cephe anahtar kelimeleri ile taranmıştır.

Kuzey Amerika'daki **ASTM (American Society for Testing and Materials)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 21 Mart 2017 tarihinde taranmıştır. ASTM web sayfasındaki 62 adet teknik komite içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri (green wall, green facade, green envelope, green enclosure, green canopy, vertical garden, living wall, vegetated facade, vegetated wall, vertical greenery systems, facade greenery, biowall) ile arama yapılmıştır; doğrudan ilişkili bir komite ismi bulunamamıştır (Url-41). Daha sonra bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ikinci derecede ilişkili olabilecek "Committee E06: Performance on Buildings" ve "Committee E60: Sustainability" başlıklı komitelerin alt komiteleri (subcommittee) içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri (green wall, green facade, green envelope, green enclosure, green canopy, vertical garden, living wall, vegetated facade, vegetated wall, vertical greenery systems, facade greenery, biowall) ile arama yapılmıştır, ancak doğrudan ilişkili olabilecek bir alt komite başlığına rastlanılmamıştır. "Committee E06: Performance on Buildings" komitesinin alt komitesi olan "Subcommittee E06.55: Performance on Building Enclosures" altındaki "E1825-06(2002): Standard Guide for Evaluation Building Wall Materials, Products and Systems", "E2813-12e1: Standard Practice for Building Enclosure Commissioning" ve "Revision on E2813-12e1: Standard Practice for Building Enclosure Commissioning" standartlarının özet bölümleri incelenmiştir ve bitkilendirilmiş cephe sistemlerine referans veren bir bilgiye ulaşılamamıştır. "Committee E60: Sustainability" komitesinin alt komitesi olan "Subcommittee E60.01: Building and

Construction" altındaki "E2114-08: Standard Terminology for Sustainable Relative to the Performance of Buildings" ve "E2432-11: Standard Guide for General Principles of Sustainability Relative to Buildings" standartlarının özet bölümleri incelenmiştir ve bitkilendirilmiş cephe sistemlerine referans veren bir bilgiye ulaşılamamıştır. Bunun üzerine ASTM web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 21 Mart 2017 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. Gelen mailde konu ile ilgili açıklayıcı bir bilgi verilmemiştir, ancak web sayfasında yapılan tarama sonucu ASTM standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart bulunmadığı tespit edilmiştir.

Kanada'daki **CSA (Canadian Standards Association)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 16 Mart 2017 tarihinde taranmıştır. CSA web sayfasında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilişkili olabilecek "Energy Efficiency" ve "Sustainability" başlıklı komitelerin içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri (green wall, green facade, green envelope, green enclosure, green canopy, vertical garden, living wall, vegetated facade, vegetated wall, vertical greenery systems, facade greenery, biowall) ile arama yapılmıştır, ancak doğrudan ilişkili olabilecek bir alt komite ve standart başlığına rastlanılmamıştır (Url-42). Bunun üzerine CSA web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 16 Mart 2017 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. 16 Mart 2017 tarihinde gelen mailde CSA standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı belirtilmektedir (CSA, elektronik posta, 16 Mart 2017). Böylece CSA standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı tespit edilmiştir.

Avrupa'daki **BSI (British Standards Institution)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 22 Mart 2017 tarihinde taranmıştır. BSI web sayfasındaki arama bölümünde bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri (green wall, green facade, green envelope, green enclosure, green canopy, vertical garden, living wall, vegetated facade, vegetated wall, vertical greenery systems, facade greenery, biowall) ile tarama yapılmıştır. Bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilişkili olabilecek herhangi bir standart ismine rastlanılmamıştır (Url-43). Böylece BSI web sayfasındaki iletişim bilgilerinde

yer alan yetkili bölümün adresine 22 Mart 2017 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. Aynı tarihte gelen mailde BSI standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı belirtilmektedir (BSI, elektronik posta, 22 Mart 2017). Böylece BSI standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı tespit edilmiştir.

Avrupa'daki **ISO (International Organization for Standardization)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 22 Mart 2017 tarihinde taranmıştır. ISO web sayfasındaki 243 adet teknik komiteden "Building and Civil Engineering Works", "Sustainable Cities and Communities", "Building Environment Design" ve "Energy Management and Energy Savings" başlıklı teknik komitelerin kapsamları incelenmiştir ve bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri ile arama yapılmıştır; ancak doğrudan ilişkili bir alt komite başlığına ve standart ismine rastlanılmamıştır (Url-44). Bunun üzerine ISO web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili adrese 22 Mart 2017 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. Aynı tarihte gelen mailde ISO standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı belirtilmektedir (ISO, elektronik posta, 22 Mart 2017). Böylece ISO standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı tespit edilmiştir.

Avrupa'daki **DIN (German Institute for Standardization)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 22 Mart 2017 tarihinde taranmıştır. DIN web sayfasındaki 69 adet teknik komiteden "Building and Civil Engineering" ve "Environmental Protection" başlıklı teknik komitelerin yayınladıkları standartların başlıkları bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri ile taranmıştır; ancak konu ile doğrudan ilişkili herhangi bir standart ismine rastlanılmamıştır (Url-45). Bunun üzerine DIN web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili adrese 22 Mart 2017 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. 24 Mart 2017 tarihinde gelen mailde DIN standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı belirtilmektedir (DIN, elektronik posta, 24 Mart 2017). Böylece DIN standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı tespit edilmiştir.

Avrupa'daki **NEN (Netherlands Standardization Institute)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 22 Mart 2017 tarihinde taranmıştır. NEN web sayfasındaki 14 adet teknik komiteden "Construction, Building, Product and Materials", "Energy", "Environment" ve "CSR & Sustainability" başlıklı teknik komitelerin alt komite başlıkları bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri ile taranmıştır; ancak konu ile doğrudan ilişkili herhangi bir standart ismine rastlanılmamıştır (Url-46). Bunun üzerine NEN web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili adrese 22 Mart 2017 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. Aynı tarihte gelen mailde konu ile ilgili bilgi verilmemiştir, ancak web sayfasında yapılan tarama sonucu NEN standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart bulunmadığı tespit edilmiştir.

Avrupa'daki **UNE (Spanish Standards)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 24 Mart 2017 tarihinde taranmıştır. UNE web sayfasındaki bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri ile standartlar taranmıştır; ancak konu ile doğrudan ilişkili herhangi bir standart ismine rastlanılmamıştır (Url-47). Böylece bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir UNE standardı olmadığı ileri sürülebilir.

Avrupa'daki **CEN (European Committee for Standardization)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 22 Mart 2017 tarihinde taranmıştır. CEN web sayfasındaki 395 adet teknik komite başlıkları bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri ile taranmıştır; ancak konu ile doğrudan ilişkili herhangi bir komite ve standart ismine rastlanılmamıştır (Url-48). Bunun üzerine CEN web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili adrese elektronik posta gönderilmiştir. 27 Mart 2017 tarihinde gelen mailde CEN standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı belirtilmektedir (CEN, elektronik posta, 27 Mart 2017). Böylece CEN standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı tespit edilmiştir.

Avrupa'daki **NIST (National Institute of Standardization)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 22 Mart 2017

tarihinde taranmıştır. NIST web sayfasında bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri ile tarama yapılmıştır; ancak konu ile doğrudan ilişkili herhangi bir standart ismine rastlanılmamıştır (Url-49). Bunun üzerine NIST web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili adrese elektronik posta gönderilmiştir. 04 Nisan 2017 tarihinde gelen mailde NIST standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı belirtilmektedir (NIST, elektronik posta, 22 Mart 2017). Böylece NIST standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı tespit edilmiştir.

Japonya'daki **JISC (Japanese Industrial Standards Committee)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 05 Nisan 2017 tarihinde taranmıştır. JISC web sayfasında bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri ile tarama yapılmıştır; ancak konu ile doğrudan ilişkili herhangi bir standart ismine rastlanılmamıştır (Url-50). Bunun üzerine JISC web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili adrese elektronik posta gönderilmiştir. 06 Nisan 2017 tarihinde gelen mailde JISC standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı belirtilmektedir (JISC, elektronik posta, 05 Nisan 2017). Böylece JISC standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı tespit edilmiştir.

Avusturalya'daki **AS (Australian Standards)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 05 Nisan 2017 tarihinde taranmıştır. AS web sayfasında (http://www.standards.org.au/Pages/default.aspx) bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri ile tarama yapılmıştır; ancak konu ile doğrudan ilişkili herhangi bir standart ismine rastlanılmamıştır (Url-51). Bunun üzerine AS web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili adrese elektronik posta gönderilmiştir. 06 Nisan 2017 tarihinde gelen mailde Avustralya standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı belirtilmektedir (AS, elektronik posta, 06 Nisan 2017). Böylece Avustralya standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı tespit edilmiştir.

Çin'deki **CNIS (China National Institute of Standardization)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 05 Nisan

2017 tarihinde taranmıştır. CNIS web sayfasında bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri ile tarama yapılmıştır; ancak konu ile doğrudan ilişkili herhangi bir standart ismine rastlanılmamıştır (Url-52). Bunun üzerine CNIS web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili adrese elektronik posta gönderilmiştir; ancak herhangi bir yanıt gelmemiştir. Web sayfasında yapılan tarama sonucunda CNIS standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı tespit edilmiştir.

Singapur'daki **SPRING (Singapore Standardization Programme)** standartları içerisinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartlar 05 Nisan 2017 tarihinde taranmıştır. SPRING web sayfasında bitkilendirilmiş cephe sistemleri anahtar kelimeleri ile tarama yapılmıştır; ancak konu ile doğrudan ilişkili herhangi bir standart ismine rastlanılmamıştır (Url-53). Bunun üzerine SPRING web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili adrese elektronik posta gönderilmiştir; ancak herhangi bir yanıt gelmemiştir. Web sayfasında yapılan tarama sonucunda SPRING standartlarında bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilgili olan bir standart olmadığı tespit edilmiştir.

Kuzey Amerika, Kanada, Avrupa ve Asya-Pasifik olmak üzere farklı bölgelere ait standartların web sayfalarındaki teknik komitelerin ve alt-komitelerinin anahtar kelimeler ile taranması ve ilgili olabilecek başlıkların içeriklerinin incelenmesi sonucunda bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin herhangi bir standart olmadığı ortaya konulmuştur (Çizelge 2.31). Elde edilen sonuçlara benzer şekilde Wood vd., 2014 yılında yayınladıkları "Green Walls in High Rise Buildings" kitabında bitkilendirilmiş cephe sistemi yapımı ve performansı ile ilgili düzenlenmiş herhangi bir standart bulunmadığı belirtilmiştir.

Çizelge 2.31 : Kuzey Amerika, Kanada, Avrupa ve Asya-Pasifik bölgelerindeki standartlarda bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek standartların incelenmesi.

	Kuzey Amerika	**Kanada**	**Avrupa**						**Asya - Pasifik**				
	ASTM	**CSA**	**BSI**	**ISO**	**DIN**	**NEN**	**UNE**	**CEN**	**NIST**	**JISC**	**AS**	**CNIS**	**SPRING**
Teknik Komite Sayısı	62 teknik komite			243 teknik komite	69 teknik komite	14 teknik komite		395 teknik komite					
Teknik Komite Başlığı	***Committee E06: "Performance on Buildings"** ***Committee E60: "Sustainability"**	***Energy Efficiency** ***Sustainability**	-	***Building and Civil Engineering Works** ***Sustainable Cities and Communities** ***Building Environment Design** ***Energy Management and Energy Savings**	***Building and Civil Engineering** ***Environmental Protection**	***Construction, Building, Product and Materials"** ***Energy** ***Environment** ***CSR & Sustainability**	-	-	-	-	-	-	-
Alt Komite Başlığı	***Subcommittee E06.55: "Performance on Building Enclosures"** ***Subcommittee E60.01: "Building and Construction"**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
İlgili Standart Var/Yok	**YOK**	**YOK**	**YOK**	**YOK**	**YOK**	**YOK**	**YOK**	**YOK**	**YOK**	**YOK**	**YOK**	**YOK**	**YOK**
Anahtar Kelimeler: green wall, green facade, green envelope ,green enclosure, green canopy, vertical garden, living wall, vegetated facade, vegetated wall, vertical greenery systems, facade greenery, biowall													

2.6.2 Bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili yeşil bina sertifika sistemleri

Yeşil bina sertifika sistemleri, başka bir ifadeyle yeşil bina derecelendirme sistemleri, Kuzey Amerika, Kanada, Avrupa, Asya-Pasifik olmak üzere çeşitli coğrafi bölgelere ayrılarak ele alınmıştır. Bu bölgelerdeki yeşil bina sertifika sistemlerine ait kategorilerde / başlıklarda / alt başlıklarda bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili yer alan maddelere değinilmiştir. İlgili sertifika sistemlerinde bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ilişkin taramalar "green wall, green facade, vertical greening, vertical greenery, facade greening, vegetation, biophilic" anahtar kelimeleri ile yapılmıştır.

LEED Sertifika Sistemi (Leadership in Energy and Environmental Design) / Amerika:

LEED Sertifika Sistemi, 1993 yılında kurulan Amerikan Yeşil Binalar Konseyi (USGBC_U.S. Green Building Council) tarafından 2000 yılında oluşturulmuş yeşil bina derecelendirme sistemidir. LEED Sertifika Sistemi kapsamında yapılar; "Bina Tasarım ve Yapım, İç Mekan Tasarım ve Yapım, Bina Yönetimi ve Bakım, Çevre Gelişimi, Konutlar, Şehir ve Topluluklar" kategorilerinde ele alınmaktadır. "Bina Tasarım ve Yapım (LEED v4 for Building Design and Construction)" kategorisindeki başlıklar/krediler "Yer ve Ulaşım (Location and Transportation), Sustainable Sites (Sürdürülebilir Arazi), Su Etkinliği (Water Efficiency), Enerji ve Atmosfer (Energy and Atmosphere), Malzeme ve Kaynaklar (Materials and Resources), Indoor Environmental Quality (İç Ortam Kalitesi), Innovation (Yenilik), Regional Priority (Bölgesel Öncelik)" olarak belirtilmiştir (Url-54)

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin LEED Sertifika Sistemi'ndeki yeri ve puanlama ölçütlerinin ortaya konulması amacıyla ilgili web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, LEED Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur; ancak herhangi bir yanıt alınamamıştır. Literatürde, BCS'nin LEED Sertifika Sistemi'ndeki yerini ele alan bazı kaynaklar (internet raporu, tez v.b) incelenmiştir. Bu kaynaklarda, BCS kullanımı ile LEED puanı elde edilebileceğine

dair ifadeler yer almaktadır (Freed ve diğ., 2008; Afrin, 2009). Bunun üzerine kaynaklarda belirtilen maddeler ve LEED sayfasındaki "LEED v4 for Building Design and Construction" kılavuzunda yer alan başlıklar ve maddeler incelenmiştir. Ancak, güncel kılavuzda "bitkilendirilmiş yapılar (vegetated structures)" dışında doğrudan BCS ile ilişkilendirilebilecek herhangi bir ifade yer almadığı görülmüştür. "Sürdürülebilir Arazi Kredisi (Sustainable Sites Credit)" başlığı altında yer alan "Isı Adası Etkisinin Azaltılması (Heat Islands Reduction)", "Çatı Harici Elemanlar ve Çatı (Nonroof and Roof)" maddesi için gerekli ölçütler sağlandığında 1 veya 2 puan elde edilmektedir. "Çatı Harici Elemanlar (Nonroof)" kısmında, bitkilendirilmiş sistemler ile bina için gölge oluşturulması durumunda belirli bir puan alınabileceği belirtilmiştir. (Url-55).

GREEN GLOBES Sertifika Sistemi / Kanada:

Green Globes Sertifika Sistemi, ilk olarak 2000 yılında Kanada Enerji ve Çevre Kuruluşu (ECD_Energy and Environmental Canada) tarafından oluşturulmuştur. Green Globes Sertifika Sistemi, "Proje Yönetimi (Project Management), Arazi (Site), Enerji (Energy), Su (Water), Kaynaklar (Resources), Emisyonlar, Atık Su ve Diğer Etkiler (Emissions, Effluents & Other Impacts), Indoor Environment (İç Ortam)" başlıklarını içermektedir. Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin Green Globes Sertifika Sistemi'ndeki yeri ve puanlama ölçütlerinin ortaya konulması amacıyla ilgili web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, Green Globes Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur; ancak herhangi bir yanıt alınamamıştır. Green Globes web sayfasındaki kılavuzlar indirilerek incelenmiştir. BCS ile ilgili olabileceği düşünülen "exterior vegetation" ifadesi yer almaktadır. Mevcut Binalar Kılavuzu'nda, "çatıların bitkilendirilmesi ve binanın dış tarafının bitkilendirilmesi ile soğutma yükünün azaltılması" durumunda puan elde edilebileceği belirtilmektedir (Url-56). Ancak, burada kullanılan "exterior vegetation" ifadesi ile kastedilen sistem detaylı bir şekilde açıklanmadığı için bu ifadenin BCS'ne referans verip vermediği bilinmemektedir.

LIDERA (Lead for the Environment) Sertifika Sistemi / Portekiz:

LIDERA Sertifika Sistemi, Portekiz'deki Superior Tecnico Enstitüsü İnşaat Mühendisliği ve Mimarlık Bölümü (Civil Engineering and Architecture Department of Instituto) tarafından 2005 yılında oluşturulmuş yeşil bina derecelendirme sistemidir. LIDERA Sertifika Sistemi'ndeki yapılar "Site and Integration (Arazi ve Entegrasyon), Kaynaklar (Resources), Çevresel Yükler (Environmental Loadings), Çevresel Konfor (Environmental Comfort), Sosyoekonomik Deneyim (Socioeconomic Experience), Sürdürülebilir Kullanım (Sustainable Use)" başlıkları altında değerlendirilmektedir. (Url-57).

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin LIDERA Sertifika Sistemi'ndeki yeri ve puanlama ölçütlerinin ortaya konulması amacıyla ilgili web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 30 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, LIDERA Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur; ancak herhangi bir yanıt alınamamıştır. LIDERA web sayfasındaki farklı kategorilere ait kılavuzlar indirilerek incelenmiştir. Kılavuzda, "Arazi ve Entegrasyon (Site and Integration)" başlığı altında "Habitat ilişkisi (Habitat connection)" alt başlığı içerisinde "green facade" ifadesi ile BCS'nin sertifika sisteminde doğrudan değerlendirmeye alındığı görülmüştür. Bu başlıkta, "yakın çevrede sürekliliği olan bir yeşil alan oluşturmak: doğal yaşam alanları oluşturmak amacıyla bitkilendirilmiş çatı ve bitkilendirilmiş cephe kullanımı, ağaçlar ve yeşil alanlar planlamak" ölçütünün %5 ağırlığı bulunduğu belirtilmektedir. Ayrıca, "Çevresel Konfor (Environmental Comfort)" başlığı altında "Hava Kalitesi (Air Quality)" alt başlığı içerisinde "bitkiler hava kalitesini iyileştirebilmektedir" ifadesi ile doğrudan BCS ifadesi geçmese de bu sistemlerin kullanımında puan elde edilebileceği işaret edilmektedir. Ek olarak, "Çevresel Yükler (Environmental Loadings)" başlığı altında "Isıl ve Işık Kirliliği (Thermal and Light Pollution)" alt başlığı içerisinde "bitkilendirilmiş çatı ve dış mekanda bitki kullanımı vb. yöntemler ile kent ısı adası etkisi azaltılabilmektedir" ifadesi ile doğrudan BCS ifadesi geçmese de bu sistemlerin kullanımında puan elde edilebileceği görülmüştür (Url-57).

BREEAM Sertifika Sistemi (BRE's Environmental Assessment Method) / İngiltere:

BREEAM Sertifika Sistemi, İngiltere'deki Bina Araştırma Kuruluşu (BRE_ Building Research Establishment) tarafından 1990 yılında oluşturulmuş yeşil bina derecelendirme sistemidir. BREEAM Sertifika Sistemi kapsamında yeni yapılar; "Yönetim (Management), Enerji (Energy), Su (Water), Atık (Waste), Kirlilik (Pollution), Sağlık and Refah (Health and Wellbeing), Transport (Ulaşım), Malzeme (Material), Arazi Kullanımı ve Ekoloji (Land Use and Ecology), Yenilik (Innovation)" başlıkları altında değerlendirilmektedir.

BREEAM tarafından 2014 yılında yayınlanan "BREEAM UK New Construction kılavuzu"nda "green wall" ifadesinin yer aldığı bazı alt başlıklar bulunmaktadır. Kılavuzda, "Arazi Kullanımı ve Ekoloji (Land Use and Ecology)" başlığı altındaki "Arazi ekolojisi üzerindeki etkinin azaltılması (LE 03 Minimising impact on existing site ecology)" alt başlığında yer alan "Yeşil çatılar/cepheler (CN3.3 Green roofs/walls) ölçütünde bitkilendirilmiş cephe / yeşil duvar sistemlerinin yüksek bakım gereksinimleri olmasından ve dolayısıyla bakım yapılmadan bitkilerin canlılıklarını sürdürememesinden dolayı BREEAM Sertifika Sisteminin genel ilkeleri açısından olumlu bulunmadığı belirtilmektedir. Ancak, sistemin kendini sürdürebilir olduğunun ispatlanması ve ilgili denetçi tarafından onaylanması durumunda bitkilendirilmiş cephe sistemi değerlendirmeye alınmaktadır. Zemindeki toprakta büyüyen ve cephe önündeki taşıyıcı elemanlara tutunarak gelişen bitkilerden oluşan sistemler, bakım gereksinimlerinin oldukça az olması ve canlılıklarını kendiliğinden sürdürebilir olmaları bakımından daha olumlu olmaktadır. Kılavuzda ayrıca, "Arazi Kullanımı ve Ekoloji (Land Use and Ecology)" başlığı altındaki "Arazi ekolojisinin iyileştirilmesi (LE 04 Enchancing Site Ecology)" alt başlığında yer alan öneriler bölümünde, bitkilendirilmiş cephe / yeşil duvar sistemlerinin uygun şekilde tasarlanması, uygulanması ve bakım-onarımının yapılması gerekliliğinden bahsedilmektedir (Url-58).

Ek olarak, BREEAM web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. Aynı tarihte gelen mailde konu ile ilgili sadece lisanslı kullanıcılara bilgi verilebileceği yanıtı gelmiştir. Dolayısıyla bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin BREEAM sertifika

sistemindeki yeri ile ilgili kuruluştan bir bilgi edinilememiştir. Ayrıca literatürde; Breeam'da green wall ile ilgili henüz yürürülükte olan bir derecelendirme olmadığı, ancak green wall ile ilgili öneri olarak iki madde oluşturulabileceği belirtilmiştir (Url-59).

DGNB (German Sustainable Building Council) Sertifika Sistemi / Almanya:

DGNB Sertifika Sistemi, 2007 yılında kurulan Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi (German Sustainable Building Council) tarafından oluşturulmuş yeşil bina derecelendirme sistemidir. DGNB Sertifika Sistemi kapsamında yapılar; "Çevresel Kalite (Environmental Quality), Ekonomik Kalite (Economic Quality), Sosyokültürel ve İşlevsel Kalite (Sociacultural and functional Quality), Teknik Kalite (Technical Quality), Süreç Kalitesi (Process Quality), Arazi Kalitesi (Site Quality)" başlıkları altında değerlendirilmektedir.

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin DGNB'deki yeri ve puanlama ölçütlerinin ortaya konulması amacıyla ilgili web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, DGNB Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur. 15 Ağustos 2018 tarihinde gelen mailde DGNB Sertifika Sisteminde, "Arazide biyoçeşitlilik (Biodiversity at the site)" ve "İç mekan ve dış mekanda kalite (Quality of indoor and outdoor spaces)" başlıkları altında bitkilendirilmiş cephe ile doğrudan ilişkili maddelerin yer aldığı belirtilmiştir (DGNB, elektronik posta, 15 Ağustos 2018). Ayrıca web sayfasında yer alan "Biodiversity at the site" ve "Quality of indoor and outdoor spaces" kılavuzları indirilerek ilgili sertifika sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olan ifadeler incelenmiştir. "Biodiversity at the site" başlığı altındaki "Indicator 1: Biotype area quality_ 1.1.Biodiversity index" alt başlığında, cephelerin/ dış duvarların en fazla 10 metre yüksekliğinde bitkilendirilmesi durumunda 0.5 indeks aldığı ortaya konulmuştur. "1.1.Biodiversity index" alt başlığında belirtilen indeks (biodiversity index) değerlerine göre cephelerin bitkilendirilmesi ile 0-30 arasında puan alınabilmektedir. Ek olarak, "Indicator 1: Biotype area quality_ 1.2. AGENDA 2030 BONUS – Cıimate and Species Protection Goals" alt başlığında, cephelerin bitkilendirilmesi ile biyoçeşitlilik indeksinin belli bir değerin üzerinde olması durumunda ek olarak 10 puan alınmaktadır (DGNB

Criteria: Biodiverstiy at the site). Ayrıca, "Quality of indoor and outdoor spaces" başlığı altındaki "Indicator 6: Outdoor areas_ 6.2. Facade" alt başlığında, cephelerin/ dış duvarların en az %10'unun ve 20 m^2 genişliğinde alanın bitkilendirilmesi durumunda 5 puan alındığı belirtilmektedir. Burada önemli olan bitkinin cepheyi kaplama oranı ve cephedeki canlılığının ve varlığının en az iki sene sürdürülmesidir.

DGNB Sertifika Sisteminde, "vertical greening" ve "facade greening" ifadeleri ile bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin kullanımasıyla elde edilebilecek puanlara ilişkin doğrudan ölçütler yer almaktadır. DGNB Sertifika sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili doğrudan ilişkili puanlama ölçütleri, "Çevresel Kalite" başlığı altındaki "2.4. Biodiversity at the site" ve "Sosyokültürel ve işlevsel Kalite" başlığı altındaki "1.6. Quality of indoor and outdoor spaces" alt başlıkları içerisindeki maddelerde yer almaktadır (DGNB Criteria: Quality of indoor and outdoor spaces). Ayrıca iç mekanda bitkilendirilmiş duvar uygulaması yapıldığında ısıl konfor, işitsel konfor, görsel konfor, iç hava kalitesi gibi ölçütlerden puan alınabilmektedir. Kentsel alan (urban district) başlığı altında bitkilendirme ile ilgili ölçütler bulunmaktadır. Bu ölçütler, Biyoçeşitlilik (Biodiversity ENV1.4), Su döngüsü (Water cycle ENV2.2), Esneklik ve uyumluluk (Resilience and adaptability ECO2.1), Açık alan (Open space SOC1.6), Açık alanlarda ısıl konfor (Thermal comfort in open spaces SOC1.1) alt balşıkları altında yer almaktadır (DGNB).

ÇEDBİK (Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği) Sertifika Sistemi / Türkiye:

ÇEDBİK (Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği), 2007 yılında Türkiye'deki yapı sektörünün sürdürülebilir ilkeler ışığında gelişmesine katkı sağlamak amacıyla kurulmuştur. ÇEDBİK, yeşil binalar alanında çeşitli araştırmalar ve çalışmalar gerçekleştirmektedir. Dernek, yeni konut projelerinde uygulanmak üzere Türkiye koşullarına uygun sertifika sistemi "ÇEDBİK-Konut"u oluşturmuştur. ÇEDBİK-Konut Sertifikası kapsamında konutlar; "Bütünleşik Yeşil Proje Yönetimi, Arazi Kullanımı, Su Kullanımı, Enerji Kullanımı, Sağlık ve Konfor, Malzeme ve Kaynak Kullanımı, Konutta Yaşam, İşletme ve Bakım, Yenilikçilik" olmak üzere 9 başlık altında değerlendirilmektedir (Url-60).

ÇEDBİK web sayfasında yer alan "ÇEDBİK Konut Sertifika Kılavuzu" indirilerek, ilgili sertifika sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek

başlıklar/ alt başlıklar/ maddeler incelenmiştir. Ayrıca, ÇEDBİK web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, ÇEDBİK Konut Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur. 14 Ağustos 2018 tarihinde gelen mailde, bitkilendirilmiş cephe / dikey bahçe konularına yakın olarak, kat bahçelerinin "Konutta Yaşam" başlığı altında yer alan "Spor ve Dinlenme Alanları" alt başlığında değerlendirmeye alındığı ve sertifika puanlamasında kullanıcıya olan etkisi kapsamında ele alındığı belirtilmiştir (ÇEDBİK, elektronik posta, 14 Ağustos 2018). Bu konunun kapsam ve gerekliliği sağlandığında **2 puan** alınabilmektedir (Çedbik Konut Sertifika Kılavuzu). Ayrıca, "Enerji Kullanımı" başlığında "Enerji Verimliliği" konusunda bina enerji performans değerlendirilmesine göre puan alındığı bildirilmiştir. Burada, bitkilendirilmiş cephenin enerji performansına yapacağı olumlu katkılar;

- Bina Enerji Modellemesinin, Ulusal Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi (BEP-TR)
- Bina Enerji Modellemesi için Dinamik Modelleme ve Simülasyon Araçlarının Kullanılması

gibi seçeneklerde kanıtlanabildiği takdirde değerlendirmeye alınmaktadır (ÇEDBİK). Bu konunun kapsam ve gerekliliği sağlandığı takdirde **15 puan** alınabilmektedir (Çedbik Konut Sertifika Kılavuzu).

Ek olarak, ilgili mailde, bitkilendirilmiş cephe sisteminin uygulandığı yapının çevreye olan etkisini azaltacak yöndeki farklı yaklaşımlar başvuran tarafından değerlendirmeye tabi tutulmak isteniyor ise “Yenilikçilik” başlığından gerekli raporlaması yapıldığı takdirde değerlendirmeye alınacağı belirtilmiştir (ÇEDBİK). Bu konunun kapsam ve gerekliliği sağlandığı takdirde **2 puan** alınabilmektedir (Çedbik Konut Sertifika Kılavuzu).

Sonuç olarak, ÇEDBİK Konut Sertifika Sisteminde, bitkilendirilmiş cephe / yeşil duvarla ile ilgili doğrudan bir ifade yer almamasına ve doğrudan ilişkili bir puanlama ölçütü olmamasına karşın bu sistemlerin kullanılması ile ilgili başlıklarda ve alt başlıklarda (konutta yaşam, enerji verimliliği, yenilikçilik) yer alan gerekliliklerin sağlanması durumunda bir takım puanlar alınmaktadır.

HQE (High Environmental Quality) Sertifika Sistemi / Fransa:

HQE Sertifika Sistemi, Fransa'da ve dünyada bazı ülkelerde yaklaşık 20 yıldır kullanılan uluslararası yeşil bina derecelendirme sistemidir. Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin HQE'deki yeri ve puanlama ölçütlerinin ortaya konulması amacıyla ilgili web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, HQE Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur. 21 Ağustos 2018 tarihinde gelen mailde HQE Sertifika Sisteminde, "Konut Dışı Binalar" için "Arazi" başlığı altında bitkilendirilmiş cephe ile doğrudan ilişkili bir maddenin yer aldığı belirtilmiştir (HQE, elektronik posta, 21 Ağustos 2018). Ayrıca web sayfasında yer alan "Konut Dışı Binalar Kılavuzu (Environmental Performance Non Residential Buildings)" indirilerek ilgili sertifika sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olan ifadeler incelenmiştir.

Konut Dışı Binalar Kılavuzu incelendiğinde, "Arazi" (1.Site) başlığı altındaki "Sürdürülebilir kentsel gelişim için alan tasarımı" (1.1.Planning the plot for sustainable urban development) alt başlığında yer alan "1.1.5.Alanların bitkilendirilmesinin teşvik edilmesi" isimli maddede "planted vertical surface" ifadesi ile "toplam cephe alanının %10'nun bitkilendirilmesi" durumunda 2 puan elde edileceği ortaya konulmaktadır (Url-61).

GRIHA (Green Rating for Integrated Habitat Assessment) Sertifika Sistemi / Hindistan:

GRIHA Sertifika Sistemi, Hindistan'daki Enerji ve Kaynak Enstitüsü (TERI_The Energy & Resource Institute) tarafından oluşturulmuş ulusal yeşil bina derecelendirme sistemidir (Url-62).

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin GRIHA Sertifika Sistemi'ndeki yeri ve puanlama ölçütlerinin ortaya konulması amacıyla ilgili web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, GRIHA Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı

sorulmuştur. 31 Ağustos 2018 tarihinde gelen mailde, BCS'nin herhangi bir kategoride doğrudan değerlendirilmediği belirtilmiştir. Ancak, BCS'nin Enerji Performans İndeks'inin (EPI) azaltılmasında dolayısıyla iç ortamın ısıl konforunun arttırılmasında etkisi olduğu durumlarda puan elde edilebildiği ifade edilmiştir. Mailde, ayrıca, bu sistemlerin daha önceki versiyonlarda doğrudan değerlendirmeye alındığı ve puan getirdiği ancak günümüzde projeye göre değişkenlik gösteren bir değerlendirme gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Projede, BCS'nin çevresel katkılarının ortaya konulması durumunda "Yenilik (Innovation)" kategorisinde 1 puan elde edilebilmektedir (GRIHA, elektronik posta, 31 Ağustos 2018). Ayrıca, GRIHA web sayfasındaki farklı kategorilere ait kılavuzlar indirilerek incelenmiştir. GRIHA'nın 2017 yılında düzenlenen mevcut binalara ait güncel kılavuzunda BCS'ne ilişkin doğrudan bir ifade yer almadığı görülmüştür (GRIHA Exterior Building Version Manuel 1). Ancak, 2012'de düzenlenen yeni ve mevcut binalara ait "GRIHA Manual-Volume 1" Kılavuzunda BCS ile doğrudan ilişkili bir madde yer almaktadır. "Bina Tasarımı ve Yapımı (Building Planning and Construction)" başlığı altında yer alan "Geleneksel Enerji Gereksiniminin Azaltılmasında Bina Tasarımının Optimize Edilmesi (Optimize Building Design to Reduce Conventional Energy Demand)" alt başlığında "green wall" ifadesi geçmektedir. Bu alt başlıkta, "güneş ışınımına en fazla maruz kalan çatı ve cephe gibi bina yüzeylerinin bitkilendirilmiş cephe vb. elemanlarla gölgelendirilmesi" durumunda puan elde edilebileceği belirtilmektedir (GRIHA Exterior Building Version Manuel 1). Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere, eski versiyonlarda yer almasına karşın GRIHA güncel versiyonunda BCS ile ilgili doğrudan bir ifade yer almamaktadır; ancak projedeki BCS'nin katkısı ispatlandığı sürece puan elde edilebilmektedir.

GREEN MARK Sertifika Sistemi / Singapur:

Singapur'daki Yapı ve İnşaat Dairesi (BCA_The Building and Construction Authority) tarafından 2005 yılında oluşturulmuş olan Green Mark Sertifika sistemi tropikal iklim bölgeleri için hazırlanmış, uluslararası kabul gören yeşil bina derecelendirme sistemidir.

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin Green Mark Sertifika Sistemi'ndeki yeri ve puanlama ölçütlerinin ortaya konulması amacıyla ilgili web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik

posta gönderilmiştir. İlgili mailde, Green Mark Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur. 15 Ağustos 2018 tarihinde gelen mailde Green Mark Sertifika Sisteminde, "Konut Dışı Yeni Binalar (New Non Residential Building)", Konut Dışı Mevcut Binalar (Existing Non Residential Building) ve Yeni Konut Binaları (New Residential Building)" için hazırlanan ölçütlerde bitkilendirilmiş cephe ile doğrudan ilişkili maddelerin yer aldığı belirtilmiştir (Green Mark, elektronik posta, 15 Ağustos 2018). Ayrıca web sayfasında yer alan ilgili kılavuzlar indirilerek ilgili sertifika sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olan ifadeler incelenmiştir.

Konut Dışı Yeni Binalar (Green Mark For Non-Residentıal Buildings):

Konut Dışı Yeni Binalar (New Non Residential Building) için ölçütler 5 ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar, "İklime Duyarlı Tasarım (Climate Responsive Design), Bina Enerji Performansı (Building Energy Performance), Kaynak Yönetimi (Resource Stewardship), Sağlıklı Binalar (Smart and Healty Buildings), İleri Yeşil Girişimi (Advanced Green Effort)" başlıklarıdır. Konut Dışı Yeni Binalar (New Non Residential Building) için "vertical greenery" ve "biophilic" anahtar kelimeleri ile tarama yapılmıştır. 3 farklı başlık altında bu sistemler ile ilgili maddelere rastlanılmıştır. 1.İklime Duyarlı Tasarım (1.Climate Responsive Design) başlığı altındaki 1.3.Tropikallik_ 1.3a.Tropikal Cephe Performansı (1.3.Tropicality_ 1.3a.Tropical Facade Performance) alt başlığında "batı ve doğu yönündeki cephelerin bitkilendirilmesi" ile 1 puan elde edilebileceği belirtilmiştir. Batı ve doğu yönündeki cephelerin %30'undan daha fazla alanında bitkilendirme yapıldığında 1 puan, %15'inden daha fazlasında bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulandığında ise 0.5 puan elde edilmektedir. "1.3a.Tropikal Cephe Performansı" alt başlığının içerik kısmında, bütüncül bir cephe performans yaklaşımı ile binaya gelen doğrudan güneş ışınımının ve ısı kazançlarının azaltabileceği, böylece iç mekan konforunun arttıracağı ve iç mekan iklimlendirmesi için gerekli enerji tüketimini indirgeyeceği belirtilmiştir. Ayrıca, 4.Sağlıklı Binalar (4.Smart and Healty Building) başlığı altındaki 4.2.Mekansal Kalite_ 4.2c.Sağlık/İyilik_ (i)Biyofilik Tasarım (4.2.Spatial Quality_ 4.2c.Wellbeing_ (i)Biophilic Design) alt başlığında teras bahçeleri, kat bahçeleri kullanımı ile 1 puan elde edilebileceği belirtilmiştir. Sağlık/İyilik (Wellbeing) kelimesi konforlu, sağlıklı ve mutlu olma durumunu ifade etmektedir.

Dolayısıyla, bu alt başlıktaki maddeler, insanlara doğa ile iç içe olabilecekleri açık, yarı açık, yeşil, tarımsal, rekreatif alanların binaya entegre edilmesi konularını içermektedir. Bu alanda en fazla 2 puan elde edilmektedir. Ek olarak, bu sistemlerin kullanılması "Advanced Green Effort" başlığı altında yer aldığı için ek puan getirmektedir. 5.1. Performans İyileştirilmesi (5.1. Enchanced performance) alt başlığındaki ölçütlere göre batı ve doğu yönünde BCS kullanımı 0.5 veya 1 puan getirmektedir (Green Mark for New Non-Residential Buildings, 2015).

Konut Dışı Mevcut Binalar (Green Mark For Existing Non Residential Building):

Konut Dışı Mevcut Binalar (Existing Non Residential Building) için ölçütler 5 ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar, "Sürdürülebilir Yönetim (Sustainable Management), Bina Enerji Performansı (Building Energy Performance), Kaynak Yönetimi (Resource Stewardship), Sağlıklı Binalar (Smart and Healty Buildings), İleri Yeşil Girişimi (Advanced Green Effort)" başlıklarıdır. Konut Dışı Mevcut Binalar için "vertical greenery" ve "biophilic" anahtar kelimeleri ile tarama yapılmıştır. 2 farklı başlık altında bu sistemler ile ilgili maddelere rastlanılmıştır. 1.Sürdürülebilir Yönetim (1.Sustainable Management) başlığı altındaki 1.8.Bitkilendirme (1.8.Greenery) başlığında "kent ısı adası etkisinin azaltılması amacıyla" binalarda bitkilendirme için çeşitli puanlar verildiği belirtilmektedir. 1.8.Bitkilendirme_ c.Düşey Bitkilendirme (1.8.Greenery_ c.Vertical Greenery) alt başlığında ise "binadaki ısı kazançlarının azaltılması amacıyla" bina cephesinin %10-50'sinin bitkilendirilmesi durumunda 0.5 puan, cephenin %50'sinden fazlasının bitkilendirilmesi durumunda ise 1 puan elde edileceği belirtilmektedir. Ayrıca, 4.Sağlıklı Binalar (Smart and Healty Buildings) başlığı altındaki 4.7.Biyofilik Özellikler (Biophilic Features) alt başlığında "bitkilerle ve teras bahçeleri ile kullanıcıların doğrudan ilişki içerisinde olması" durumunda 1 puan alınacağı ifade edilmektedir (Green Mark for Existing Non-Residential Buildings, 2015).

Yeni Konut Binaları (Green Mark For New Residential Building):

"Yeni Konut Binaları (New Residential Building)" ve "Yeni Konut Dışı Binalar" için geçerli olan ana başlıklar birbiri ile aynıdır. Bazı alt başlıklar ve ilgili maddeler değişkenlik göstermektedir. Yeni Konut Binaları (New Residential Building) için

“vertical greenery” ve “biophilic” anahtar kelimeleri ile tarama yapılmıştır. 2 farklı başlık altında bu sistemler ile ilgili maddelere rastlanılmıştır. 4.Sağlıklı Binalar (4.Smart and Healty Building) başlığı altındaki 4.2.Mekansal Kalite_ 4.2c.Sağlık/İyilik_ (i)Biyofilik Tasarım (4.2.Spatial Quality_ 4.2c.Wellbeing_ (i)Biophilic Design) alt başlığında, binalardaki kullanıcıların doğal peyzaj elemanları ve bitkiler ile iç içe olmasının sağlanması durumunda 1 puan elde edilebileceği belirtilmektedir. Ayrıca, bu sistemlerin kullanılması “Advanced Green Effort” başlığı altında yer aldığı için ek puan getirmektedir. 5.01d. Enerji Etkin Özellikler (5.01d. Energy Efficient Features) alt başlığındaki ölçütlere göre yaşama, yemek alanı ve yatak odası gibi mekanlara ait cephelerin %50’sinden fazlasında BCS kullanımı 2 puan, en az %25’inde BCS kullanımı ise 1 puan getirmektedir (Green Mark for New Residential Building, 2015).

GBI (Green Building Index) Sertifika Sistemi /Malezya:

GBI Sertifika Sistemi, Malezya Mimarlık Enstitüsü (PAM) ve Malezya Danışman Mühendisler Birliği (ACEM) tarafından 2009 yılında oluşturulmuş yeşil bina derecelendirme sistemidir (Pandey, 2016).

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin GBI Sertifika Sistemi’ndeki yeri ve puanlama ölçütlerinin ortaya konulması amacıyla ilgili web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, GBI Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur; ancak herhangi bir yanıt alınamamıştır. GBI web sayfasındaki farklı kategorilere ait kılavuzlar indirilerek incelenmiştir. Yeni Konut Yapıları (Residential New Constrution_RNC) kategorisine ait güncel sürümde, BCS ile ilgili doğrudan ilişkili ifadelerin yer aldığı görülmüştür. Yeni Konut Yapıları kategorisi, Enerji Etkinliği (Energy Efficiency), Indoor Environmental Qualtiy (İç Ortam Kalitesi), Sürdürülebilir Arazi Planlaması ve Yönetimi (Sustainable Site Planning & Management), Malzeme ve Kaynaklar (Materials & Resources), Su Etkinliği (Water Efficiency) ve Yenilik (Innovation) başlıklarından oluşmaktadır. “Yenilik (Innovation)” başlığı altındaki “Tasarım ve Çevresel Tasarım Girişimleri (IN1.Innovation in Design & Environmental Design Initiatives) alt başlığı altında “vertical green wall” ifadesi ile cephenin en az %10’unun bitkilendirilmesi

durumunda 1 puan elde edilebileceği belirtilmektedir. BCS'nin dolaylı olarak ilişkilendirilebileceği kategoriler, Yeni Konut Dışı Yapılar (Non Residential New Construction) ve Mevcut Konut Dışı Binalar (Non Residential Existing Building) kategorileridir. Konut Dışı Yeni Yapılar kategorisinde, Sürdürülebilir Arazi Planlaması ve Yönetimi başlığı altındaki "Bitkilendirme ve Çatı" alt başlığında kent ısı adası etkisinin azaltılması amacıyla gerçekleştirilen bitkilendirme uygulamaları ile 1 puan alınabileceği belirtilmektedir; ancak doğrudan BCS'ni işaret eden bir ifade yoktur. Konut Dışı Mevcut Yapılar kategorisinde, Sürdürülebilir Arazi Planlaması ve Yönetimi başlığı altındaki "Kent Isı Adası Etkisinin Azaltılması/ Bitkilendirme ve Çatı" alt başlığında kent ısı adası etkisinin azaltılması amacıyla gerçekleştirilen bitkilendirme uygulamaları ile 2 puan alınabileceği belirtilmektedir; ancak bu maddede de doğrudan BCS'ni işaret eden bir ifade kullanılmadığı görülmektedir (Url-63).

BEAM (Building Environmental Assessment Method) Sertifika Sistemi / Hong Kong:

BEAM Sertifika Sistemi, 2009 yılında kurulan bir sivil toplum kuruluşu olan Hong Kong Yeşil Bina Konseyi (HKGBC_Hong Kong Green Building Council) tarafından oluşturulmuş yeşil bina derecelendirme sistemidir (Url-64).

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin BEAM Sertifika Sistemi'ndeki yeri ve puanlama ölçütlerinin ortaya konulması amacıyla ilgili web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, BEAM Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur; ancak herhangi bir yanıt alınamamıştır. BEAM web sayfasındaki farklı kategorilere ait kılavuzlar indirilerek incelenmiştir. Mevcut Binalar (BEAM Plus Existing Buildings) ve İç Mekanlar (BEAM Plus Interiors) kategorilerine ait güncel sürümlerde, BCS ile ilgili doğrudan ilişkili ifadelerin yer aldığı görülmektedir. Mevcut Binalar (BEAM Plus Existing Buildings) kategorisi, Yönetim (Management), Arazi Durumu (Site Aspects), Malzeme ve Atık Durumu (Materials and Waste Aspects), Enerji Kullanımı (Energy Use), İç Ortam Kalitesi (Indoor Environmental Quality), Yenilikler ve Ekler (Innovations and Additions) başlıklarından oluşmaktadır. "Arazi Durumu" başlığı altındaki "Isı Adası Etkisinin

Azaltılması" alt başlığında "green wall or vertical gardening" ifadesi ile "cephe alanının en az %10'unun bitki ile kaplanması durumunda" 1 puan elde edileceği belirtilmektedir. Ayrıca, cephenin %20-%30 alanından daha fazlasının bitkilendirilmesi durumunda ise 1 veya 2 puan alınabileceği ortaya konulmaktadır (BEAM Plus Existing Buildings Manual). İç Mekanlar (BEAM Plus Interiors) kategorisi, Yönetim (Management), Malzeme Durumu (Materials Aspects), Enerji Kullanımı (Energy Use), Su Kullanımı (Water Use), İç Ortam Kalitesi (Indoor Environmental Quality), Yenilik (Innovation) başlıklarından oluşmaktadır. "İç Ortam Kalitesi" başlığı altındaki "İç Mekan Bitkilendirmesi" alt başlığında "green wall" ifadesi ile "iç mekanda en az $5m^2$'lik BCS uygulandığında" 1 veya 2 puan elde edileceği belirtilmektedir. Ayrıca, bu alt başlıktaki maddelerden biri ile birlikte uygulandığında 1 puan, üçü ile birlikte uygulandığında ise 2 puan alınabilmektedir (BEAM Plus Interiors Manual).

GREEN STAR Sertifika Sistemi / Avusturalya:

Green Star Yeşil Bina Derecelendirme Sertifika Sistemi, 2003 yılında kurulan Avusturalya Yeşil Bina Konseyi (Green Building Council of Australia) tarafından oluşturulmuştur. Green Star Sertifika Sistemi, uluslararası kabul görmüş bir derecelendirme sistemidir. 4 ana başlıktan oluşmaktadır. Bu başlıklar, Topluluklar (Green Star-Communities), Tasarım&Uygulama (Green Star- Design&As Built), İç Mekan (Green Star-Interiors), Performans (Green Star-Performance) olarak belirtilmektedir (Url-65).

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin Green Star Sertifika Sistemi'ndeki yeri ve puanlama ölçütlerinin ortaya konulması amacıyla ilgili web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, Green Star Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur. 21 Ağustos 2018 tarihinde gelen mailde Green Star Sertifika Sisteminde, iç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi bazı başlıklar altında yer alan ölçütler sağlandığı zaman bitkilendirilmiş cephe sisteminin kullanımından puan elde edilebileceği ifade edilmiştir. Bu başlıklar, Tasarım&Uygulama (2.Green Star-Design&As Built) başlığı altında yer alan İç Mekan Hava Kalitesi (2.Indoor Environment Quality_ *8.Indoor Air Quality)* alt başlığındaki ve İç Mekan (3.Green

Star-Interiors) başlığı altında yer alan İç Mekan Hava Kalitesi (2.Indoor Environment Quality_*8. Indoor Air Quality, 14. Quality of Amenities")* alt başlıklarındaki ölçütlere göre puan alınabilmektedir (Green Star, elektronik posta, 21 Ağustos 2018).

Avusturalya'da 2014 yılında düzenlenen "Growing Green Guide" isimli raporda, Green Star Sertifika Sistemi'nde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilişkili herhangi bir düzenleme olmadığı belirtilmiştir; ancak ileride bazı başlıklar altında BCS ile ilgili düzenleme yapılabileceği ortaya konulmuştur. BCS ile ilgili olabilecek başlıklar, ısıl konfor, akustik konfor, arazi kullanımı ve ekoloji, suya duyarlı kentsel tasarım olarak sıralanmıştır (Francis ve diğ., 2014). Ayrıca, Avusturalya Yeşil Bina Konseyi (Green Building Council of Australia_GBCA) tarafından 2010 yılında hazırlanan raporda, "Arazi Kullanımı ve Ekoloji" kategorsinde BCS kullanımının puan getirdiğine değinilmektedir (Hopkins ve diğ., 2010). Bunun üzerine, Green Star web sayfasında yer alan 2.Green Star-Design&As Built başlığı altındaki Arazi Kullanımı ve Ekoloji (Land Use and Ecology) içerisindeki *"Ecological Value"* maddesine ait hesaplamalar incelendiğinde, "green wall" ifadesinin yer aldığı ve belirli bir alandaki BCS kullanımına bir takım puanlar verildiği görülmektedir (Url-65). Ayrıca, başka bir kaynakta iç mekanda bitki kullanımı ile 2 puan alınabildiği belirtilmektedir (Url-66).

NABERS Sertifika Sistemi / Avusturalya:

NABERS Sertifika Sistemi, Avusturalya'da 1998 yılında oluşturulmuş bir yeşil bina derecelendirme sistemidir. Enerji, Su, Atık, İç Mekan Derecelendirme olmak üzere çeşitli kategorilerden oluşmaktadır (Url-67).

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin NABERS Sertifika Sistemi'ndeki yeri ve puanlama ölçütlerinin ortaya konulması amacıyla ilgili web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 22 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, NABERS Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur. 23 Ağustos 2018 tarihinde gelen mailde NABERS Sertifika Sisteminde, bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile doğrudan ilişkili bir madde yer almadığı, ancak binanın enerji korunumuna etkisi ölçümlerle ortaya konulduğu durumda değerlendirmeye alınacağı ve puan elde edilebileceği belirtilmiştir. Örneğin, BCS kullanımı ile soğutmadan kaynaklanan enerji tüketimin azaltılması ile ısıl performans

arttırılırken bir yandan su tüketiminin artmasından dolayı su korunumu ile ilgili olumsuz bir durum söz konusu olmaktadır. Dolayısıyla, NABERS Sertifika Sisteminde değerlendirme yapılırken sadece tasarım değil aynı zamanda performans ölçümleri, kullanılan sisteme ait ölçümler ve sonuçlar etkili olmaktadır. Bu sertifika sisteminde "gerçek etki" ölçülmekte ve değerlendirilmektedir (NABERS, elektronik posta, 15 Ağustos 2018).

SB TOOL / GB TOOL Sertifika Sistemi / Uluslararası:

SB TOOL Sertifika Sistemi, uluslararası bir sivil toplum kuruluşu olan Uluslararası Sürdürülebilir Yapılı Çevre Girişimi (İİSSB_ International Initiative for a Sustainable Built Environment) tarafından 2007 yılında oluşturulan uluslararası ve her bölgeye uyarlanabilen, dolayısıyla yetkili kullanıcılar tarafından sürekli yenilenen ve geliştirilen esnek bir yeşil bina sertifika sistemidir. SB TOOL Sertifika Sistemi kapsamında yapılar; "Arazi Yenileme ve Geliştirme, Kentsel Tasarım ve Altyapı (Site Regeneration and Development, Urban Design and Infrastructure), Enerji ve Kaynak Korunumu (Energy and Resorce Consumption), Çevresel Yükler (Environmental Loading), İç Mekan Hava Kalitesi (Indoor Environmental Quality), Hizmet Kalitesi (Service Quality), Sosyal, Kültürel ve Kavramsal Durum (Social, Cultural and Perceptual Aspects), Bütçe ve Ekonomik Durum (Cost and Economic Aspects)" başlıkları altında değerlendirilmektedir (Url-68).

SB TOOL web sayfasında yer alan broşürler indirilerek, ilgili sertifika sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek başlıklar/ alt başlıklar/ maddeler incelenmiştir. Ayrıca, SB TOOL web sayfasındaki iletişim bilgilerinde yer alan yetkili bölümün adresine 13 Ağustos 2018 tarihinde elektronik posta gönderilmiştir. İlgili mailde, SB TOOL Sertifika Sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili herhangi bir kategori ve/veya madde yer alıp almadığı sorulmuştur. 18 Ağustos 2018 tarihinde gelen mailde, bitkilendirilmiş cephe ile ilgili doğrudan bir madde olmadığı ancak sertifika sisteminin esnek bir sistem olması nedeni ile bu konu üzerinde ileride çalışılabileceği belirtilmiştir (SB TOOL, elektronik posta, 18 Ağustos, 2018). İlgili sertifika sistemindeki, "Arazi Yenileme ve Geliştirme, Kentsel Tasarım ve Altyapı (Site Regeneration and Development, Urban Design and Infrastructure)" başlığı altındaki "A.1. Arazi Yenileme ve Geliştirme Altyapı (Site Regeneration and Development)" alt başlığı içerisinde yer alan A.1.6. maddesindeki

“binaların yaprak döken ağaçlar ile gölgelendirilmesi” ve A.1.7 maddesindeki “dış ortam havasının pasif olarak soğutulması için bitki kullanılması” ifadeleri ile bitkilendirilmiş cephe kullanımı hakkında dolaylı olarak ilişki kurulabilir (Url-68).

Yukarıda bahsedilen yeşil bina sertifika sistemlerine ait maddeler incelendiğinde, bazılarında bitkilendirilmiş cephe sistemi kullanımına doğrudan puan verildiği, bazılarında ise doğrudan bitkilendirilmiş cephe sistemi kullanımına referans veren bir ifade olmadığı ancak sistemin katkısının sayısal olarak ortaya konulması veya ispatlanması ve ilgili denetçi tarafından onaylanması durumunda puan elde edilebildiği görülmektedir. Sonuç olarak, Avrupa’daki 5 sertifika sisteminin 3’ünde, Asya-Pasifik bölgesindeki 6 sertifika sisteminin 4’ünde ve Kuzey Amerika’daki LEED sertifika sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin kullanımına doğrudan puan verildiği görülmektedir. Türkiye’de ve Kanada’da ise bitkilendirilmiş cephe sistemi kullanımına puan veren herhangi bir sertifika sistemi olmadığı görülmüştür (Çizelge 2.32).

Çizelge 2.32 : Kuzey Amerika, Kanada, Avrupa ve Asya-Pasifik bölgelerindeki yeşil bina sertifika sistemlerinde bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili olabilecek sertifika sistemlerinin incelenmesi.

<table>
<tr><th colspan="3">Kuzey Amerika</th><th colspan="3">Kanada</th><th colspan="3">Avrupa</th><th colspan="3">Asya - Pasifik</th></tr>
<tr><td>Sertifika Sistemi</td><td>İlgili anahtar kelime</td><td>BCS kullanımına doğrudan puan veriliyor √ / verilmiyor -</td><td>Sertifika Sistemi</td><td>İlgili anahtar kelime</td><td>BCS kullanımına doğrudan puan veriliyor √ / verilmiyor -</td><td>Sertifika Sistemi</td><td>İlgili anahtar kelime</td><td>BCS kullanımına doğrudan puan veriliyor √ / verilmiyor -</td><td>Sertifika Sistemi</td><td>İlgili anahtar kelime</td><td>BCS kullanımına doğrudan puan veriliyor √ / verilmiyor -</td></tr>
<tr><td rowspan="3">LEED</td><td rowspan="3">vegetated structures - non roof</td><td rowspan="3">√</td><td rowspan="3">GREEN GLOBES</td><td rowspan="3">-</td><td rowspan="3">-</td><td>LIDERA (Portekiz)</td><td>green facade</td><td>√</td><td rowspan="2">GRIHA (Hindistan)</td><td>green wall</td><td>√ (2012 versiyonu)</td></tr>
<tr><td>-</td><td>- (2017 versiyonu)</td></tr>
<tr><td>BREEAM (İngiltere)</td><td>-</td><td>-</td><td>GREEN MARK (Singapur)</td><td>vertical greenery, biophilic</td><td>√</td></tr>
<tr><td>DGNB (Almanya)</td><td>vertical greening, facade greening</td><td>√</td><td>GBI (Malezya)</td><td>vertical green wall</td><td>√</td></tr>
<tr><td colspan="3">Uluslararası</td><td rowspan="2">HQE (Fransa)</td><td rowspan="2">planted vertical surface</td><td rowspan="2">√</td><td>BEAM (Hong Kong)</td><td>green wall, vertical gardening</td><td>√</td></tr>
<tr><td>Sertifika Sistemi</td><td>İlgili anahtar kelime</td><td>BCS kullanımına doğrudan puan veriliyor √ / verilmiyor</td><td rowspan="2">GREEN STAR (Avustralya)</td><td rowspan="2">green wall</td><td rowspan="2">√</td></tr>
<tr><td>SB-TOOL</td><td>-</td><td>-</td><td>ÇEDBİK (Türkiye)</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td><td>NABERS (Avustralya)</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>

2.6.3 Bitkilendirilmiş cephe sistemleri ile ilgili teşvikler

Bitkilendirilmiş cephe sistemi yapımını teşvik etmek amacıyla Singapur, Avustralya, Almanya, Amerika, Kanada, Danimarka, İngiltere, Çin ve Japonya gibi ülkelerde çeşitli kuruluşlar ve teşvik programları bulunmaktadır (Wood ve diğ., 2014). Örneğin Singapur'da yeşil bina uygulamaları, URA (Urban Redevelopment Authority) ve NParks (National Park Board) gibi çeşitli kuruluşlar tarafından finansal olarak desteklenmektedir. 2009 yılında Singapur'da bitkilendirilmiş cephe uygulama maliyetlerinin %50'sinin karşılandığı SGIS (Skyrise Greeneery Incentive Scheme) isimli proje ortaya konulmuştur (Giordano ve diğ., 2017). Avusturalya'nın Melbourne şehrinde ise uygulama ve izin aşamalarını ve bağış, hibe ve indirim gibi finansal destek sağlanmasını kolaylaştırmak, çeşitli yarışmalar, etkinlikler ve basın aracılığı ile toplumun BCS hakkında bilinçlendirilmesini ve katılımını sağlamak amacıyla "Growing Green Guide" isimli bir rehber yayınlanmaktadır. Almanya'da, Berlin, Münih, Düsseldorf, Stuttgart, Cologne ve Munster gibi şehirlerde bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin yağmur suyu yönetimi için kullanılmasını teşvik etmek amacıyla çeşitli yasalar ve teşvikler bulunmaktadır. Ayrıca Berlin şehri, ekolojik açıdan etkin yüzeylerin toplam arsa alanına oranını gösteren BAF'ın (Biotope Area Factor_ Yaşam Alanı Faktörü) öncüsüdür. Amerika'nın Seattle şehrinde kentteki yeşil alanların arttırılması amacıyla oluşturulan "Green Factor Program" isimli puanlama sistemine dayalı bir program bulunmaktadır. Bu program kentteki ticari alanların %30'unun, konut alanlarının ise %50'sinin bitki ile kaplı olmasını gerektirmektedir. Kanada, Vancouver'da ise doğaya karşı sorumlu planlama politikaları ve yönetmelikler geliştirilmektedir. İngiltere'nin Londra şehrinde ise 2030 yılında Londra'nın merkezindeki yeşil yüzeylerin %5 oranında artırılması hedeflenmektedir. Çin'in Pekin şehrinde ise 2008 yılındaki olimpiyatlardan sonra oluşan kirliliğin azaltılması ve hava kalitesinin arttırılması amacıyla yüksek yapılarda bitkilendirilmiş yüzey oranının %30'a, az katlı yapılarda ise %60'a çıkarılması hedeflenmektedir (Wood ve diğ., 2014).

3. BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHE SİSTEMLERİNİN ISIL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLDİĞİ MEVCUT ÇALIŞMALAR

Bu bölümde bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının sayısal ve deneysel yöntemlerle incelendiği ve değerlendirildiği uluslararası çalışmalar ele alınmıştır. Ayrıca, yapı elemanının/ sisteminin ısıl performansının değerlendirilmesine ilişkin "ısı" ve "ısı geçişi" ile ilgili temel kavramlara ve yapı kabuğunun/ cephenin ısıl performansını etkileyen termofiziksel özelliklerine, yapı kabuğunu/ cepheyi etkileyen iç ve dış çevresel etkenlere kısaca değinilmiştir.

3.1 Isı ve Yapı Dış Kabuğunda Isı Geçişi ile İlgili Temel Kavramlar

Bu bölümde, yapı elemanlarında ısı geçişi ile ilgili tanımlar ve yapı dış kabuğunun/ cephenin ısıl performansını belirleyen etkenlerden bahsedilmiştir.

Isı, bir cisimdeki sıcaklığın artmasına neden olan bir enerji türüdür (Ilgaz, 1979; Lakot Alemdağ, 2013). Isının birimi J (joule) ve Kalori gibi birimlerle ifade edilir ve Q ile gösterilir (Toydemir ve diğ., 2011). Isı geçişi, iki sistem arasında veya bir sistem ile çevresi arasında sıcaklık farkı bulunduğunda oluşur. Isı, daima yüksek enerjiden daha düşük enerji yönüne hareket eder; bir başka değişle yüksek sıcaklıktaki ortamdan düşük sıcaklıktaki ortama geçer (Ilgaz, 1979; Incropera ve DeWitt, 2006). Isı geçişi, malzemenin bulunduğu ortama göre 3 farklı şekilde olmaktadır:

- **İletim (kondüksiyon)**: Katı cisimlerde veya hareket etmeyen sıvı veya gaz akışkanlarda görülen, bir malzemenin kendi yapısı içerisinde veya bağlantılı bulunduğu farklı ısıdaki bir malzeme ile moleküler yapıdaki kinetik enerji iletişimidir (Eriç, 2010).
- **Taşınım (konveksiyon)**: Sıvı veya gaz gibi molekül ağırlıkları düşük akışkanlarda, sıcak moleküllerin soğuk moleküllerle yer değiştirmesi sonucu oluşan ısı geçişidir (Eriç, 2010).

- **Işınım (radyasyon)**: Katı, sıvı ve gazların ısı enerjisini, herhangi bir ara taşıyıcı ortam gerektirmeden, ışınım yolu ile elektromanyetik dalgalar şeklinde yayınladıkları ve yuttukları ısısal geçiş şeklidir. (Eriç, 2010; Lakot Alemdağ, 2013).

Isı enerjisinin yapı elemanları üzerindeki etkisi sıcaklık etkeni ile ölçüldüğü için ısı geçişi sıcak ortamdan daha az sıcak olan ortama doğru olmaktadır. Bu durumda, soğutma döneminde genellikle dış ortamdan iç ortama doğru, ısıtma döneminde ise genellikle iç ortamdan dış ortama doğru ısı geçişi olmaktadır. Dolayısıyla, soğutma dönemindeki ısı geçiş olayı "ısı kazancı", ısıtma dönemindeki ısı geçiş olayı ise "ısı kaybı" olarak tanımlanmaktadır (Ilgaz, 1979).

Isı geçişi, ortam sıcaklıkları arasındaki farka, ortamın ve yüzeylerin özelliklerine bağlıdır. Bina cephesi/ yapı kabuğu, farklı sıcaklıklardaki dış ortam ve iç ortam arasındaki ısı geçişini belirli oranda engelleyen ve dış ortam koşullarına yeterli oranda uyum sağlayarak ısıl performans görevini yerine getiren bir ayırıcı eleman/ geçiş elemanı niteliğindedir (Tortu, 2006; Duran, 2010). Cepheyi/ dış duvarı oluşturan tüm katmanların termofiziksel özellikleri, kalınlıkları ve konumu cephenin/ dış duvarın ısıl performansını belirleyen önemli parametrelerdir. Cephenin ısıl performansını belirleyen etkenler aşağıdaki gibidir:

- **Özgül ısı ve ısıl kapasite**: Özgül ısı, bir malzemenin sıcaklığının 1°C arttırılabilmesi için gerekli ısı miktarıdır. Hacimsel özgül ısı ise, cismin $1m^3$'ünün sıcaklığını arttımak için gerekli ısı miktarıdır. Hacimsel özgül ısının malzemenin kalınlığıyla çarpımı ise malzemenin ısıl kapasitesini verir. Isıl kapasitenin birimi: kJ veya mol.K'dir (Ilgaz, 1979; Tortu, 2006).
- **Isı yayınım katsayısı/ ısı iletkenlik değeri**: Homojen bir malzemenin, denge şartları altında, iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı 1°C olduğu zaman 1 saatte $1m^2$ alan ve bu alana dik yönde 1m kalınlığından geçen ısı miktarına ısı iletkenlik değeri denir. (Eriç, 2010). Birimi W/mK, sembolü "λ"dır (Ilgaz, 1979).
- **Isı geçirgenlik katsayısı**: Yapısı ve kalınlığı belirli olan bir yapı elemanının veya bir yapı elemanını oluşturan tüm katmanların (kalınlıklarıyla ilişkili olarak) iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı 1ºC iken, $1m^2$'sinden bu alana dik doğrultuda 1 saatte geçen ısı miktarına ısı geçirgenlik katsayısı denir. Bir malzemenin ısı geçirgenliği o malzemenin ısı iletkenlik katsayısının (λ), kalınlığına (d) oranı ile

bulunur. Isı geçirgenlik katsayısının birimi W/m^2K, sembolü "U'"dur (Ilgaz, 1979; Ekizce Can, 2015).

- **Dış yüzey rengi:** Cephenin dış yüzey rengi, güneş ışınımının emilmesi ve yansıtılması oranını etkiler. Açık renkler gelen güneş ışınımını büyük oranda yansıtır, yutuculuk oranları düşüktür. Koyu renkler ise gelen güneş ışınımını önemli ölçüde yutarlar, yansıtıcılık oranları düşüktür. Yüzeyin yutma oranı arttıkça sistemin ısı kazancı da artar (Lakot Alemdağ, 2013; Ekizce Can, 2015).
- **Faz farkı/ zaman geciktirmesi ve sönüm oranı/ genlik küçültme faktörü:** Kabuk dışındaki ısıl değişiklikleri içeriye aktarmada kabuğun gösterdiği ısıl gecikmeyi zaman olarak ifade eden kavram, bir başka deyişle dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu zaman ile iç yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu zaman arasındaki fark, faz farkıdır veya zaman geciktirmesi olarak ifade edilmektedir (Toydemir ve diğ., 2011; Lakot Alemdağ, 2013; Ekizce Can, 2015). Faz farkı veya zaman gecitirmesi "φ" ile gösterilir. Faz farkının fazla olması duvarın/ cephenin ısıl davranış bakımından iyi olduğunu gösterir (Toydemir ve diğ., 2011). Sönüm, iç ve dıştaki sıcaklık değişim genliklerinin oranıdır; yani kabuğun dıştaki sıcaklık değişikliklerini içeriye iletmede gösterdiği ısıl eylemsizliktir. Sönümü büyük olan bir yapı elemanı ısıl eylemsizlik yönünden iyi bir elmandır, dolayısıyla ısıl performansı yüksek bir elemandır (Toydemir ve diğ., 2011). Sönüm oranı/ genlik küçültme faktörü ise, yapı kabuğunun iç yüzeydeki sıcaklık genliğinin, dış yüzeydeki sıcaklık genliğine oranıdır. Sönüm oranı veya genlik küçültme faktörü ise "f" ile gösterilir. Isıl kapasitesi yüksek olan bina kabuklarında, faz farkı yüksek, sönüm oranı düşüktür (Ekizce Can, 2015).

Binanın/ dış duvarın/ cephenin ısıl performansı üzerinde etkili olan dış çevresel etkenler ise şu şekildedir:

- **Güneş ışınımı:** Atmosfer dışındaki yatay bir düzey için, güneş ışınımı, birbirine paralel ışınlardan oluşan ve yüzeye dik doğrultuya göre zenit açısıyla gelen bir ışın demetidir. Güneş ışınımı atmosferden geçerken, ışınımların atmosfer bileşenleri tarafından yutulmasından dolayı, hem şiddetinde azalma olur hem de yöne ve dalgaboyuna göre dağılımında değişimler gerçekleşir. Atmosferdeki saçılma, güneş ışınlarının yönünü değiştirir, saçılan ışınların bir kısmı uzaya yönlenirken bir kısmı da yeryüzüne ulaşır, saçılan ışınım yeryüzündeki bir noktaya her yönden gelir. Bu ışınıma dolaylı ya da yaygın ışınım denilmektedir.

Atmosferden yutulmadan ve saçılmadan geçen ve zenit açısı yönündeki bileşen, doğrudan güneş ışınımı olarak ifade edilmektedir. Yeryüzüne gelen toplam ışınım, doğrudan ve dolaylı ışınımların toplamıdır (Incropera ve DeWitt, 2006). Ayrıca, çevre yüzeylerden ve yeryüzünden yansımış olarak yapı yüzeylerine etki eden güneş ışınımı bileşeni de yansımış güneş ışınımı olarak tanımlanmaktadır (Yılmaz, 1983). Güneş ışınım şiddetinin birimi W/m^2'dir.

- **Dış ortam hava sıcaklığı:** Güneş ışınım şiddeti, güneşin geliş açısı, hava hareketleri ve atmosfer olaylarına bağlı olarak değişen, kuru termometre sıcaklığı olarak ölçülen değerdir (Ekizce Can, 2015). Birimi °C'dir. Dış ortam hava sıcaklığı, dış yüzey sıcaklıklarını ve iç ortam sıcaklıklarını, dolayısıyla yapı kabuğunun ısıl performansını etkileyen önemli bir dış çevresel etkendir. Dış hava sıcaklığı yapılar için ısıtma ve soğutma dönemlerini belirleyen en önemli etkendir (Can, 2018).
- **Dış ortam nemi:** Atmosferin bünyesinde içerdiği su buharına nem denir. Havanın içerisindeki su buharı miktarı, havanın sıcaklığına ve buharlaşmanın oranına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Başka bir deyişle, dış ortam sıcaklığı, rüzgar hızı, hava basıncı gibi etkenler havadaki su buharı miktarını etkilemektedir. Hava sıcaklığı arttıkça, havanın içerisinde taşıyabileceği su buharı miktarı da artar (Eken ve diğ., 2005). Dış ortam nemi, mutlak nem, bağıl nem ve özgül nem olmak üzere farklı şekillerde ifade edilmektedir. Mutlak nem, birim hacim havada bulunan su buharı miktarıdır; gr veya kg ile ifade edilir. Mutlak nem miktarı sıcaklıkla doğru orantılı olarak artar. Bağıl nem, havanın nem içeriğini tanımlamak için kullanılır. Bağıl nem, belirli bir sıcaklıktaki ve basınçtaki havanın o andaki mevcut su buharı içeriği ile aynı havanın potansiyel su buharı kapasitesine oranı olarak tanımlanır ve % olarak ifade edilir (Coşkun, 2003). Dış ortam nemi, yapı ve yapı kabuğunun enerji etkin tasarımına ilişkin göz önünde bulundurulması gereken dış çevresel etkenlerden biridir.
- **Rüzgar:** Yeryüzündeki yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru yatay yönde yer değiştiren hava kütlesinin hareketine rüzgar denir. Rüzgâr, etkileri bakımından, rüzgarın yönü, rüzgar hızı/ şiddeti, rüzgarın frekansı/ esme sıklığı olmak üzere üç belirgin özelliği olan bir iklim elemanıdır. (Eken ve diğ., 2005). Hakim rüzgar yönünün ve şiddetinin yapı kabuğunun ısıl performansı ve yapının enerji etkinliği üzerinde önemli etkileri vardır. Isıtma döneminde rüzgar, bina kabuğundan ısı kaybını arttırarak ısıtma enerjisi tüketiminin artmasına neden

olabilir (Can, 2018). Soğutma döneminde ise, özellikle sıcak iklim bölgelerinde rüzgarın soğutucu etkisinden yararlanılarak soğutma enerji tüketimini azaltmak mümkün olmaktadır (Manioğlu, 2002).

Binanın ve bina kabuğunun/cephenin ısıl performansının değerlendirilmesinde etkili olan yapının iç ortamına ilişkin etkenler ise şu şekildedir:

- **İç yüzey sıcaklığı:** Dış ortam hava sıcaklığı ve yapı kabuğuna etkiyen güneş ışınımının yapı kabuğuna ait elemanların termofiziksel özellikleri, konumları ve katmanlarına bağlı olarak gerçekleşen ısı geçişi sonucunda yapı kabuğunun iç ortam yönündeki yüzeyinde yani iç yüzeyinde oluşan ve iç ortam sıcaklığının oluşumunda etken olan ve iç ortam sıcaklığından etkilenen sıcaklıktır (Ekizce Can, 2015). İç yüzey sıcaklığı, iç mekan konforunun sağlanmasında önemli bir parametredir.
- **İç ortam hava sıcaklığı:** İç ortam hava sıcaklığı, iç ortamın kuru termemotre sıcaklığıdır. İç ortam hava sıcaklığı, insanın bulunduğu çevre ile taşınım yoluyla gerçekleşen ısı alışverişinin miktarını belirleyen değişkendir. İnsan vücudunun çevresi ile gerçekleştirdiği bu ısı alışverişi, vücut sıcaklığı ile hava sıcaklığı dengelenene kadar devam eder. Ayrıca, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıklarına bağlı olarak, iç yüzey ve iç ortam arasında ışınım yoluyla sürekli bir ısı geçişi olmaktadır. İç ortam hava sıcaklığı, iç ortam konforunun sağlanmasında en önemli parametrelerden biridir (Manioğlu, 2002; Mıhlayanlar ve diğ., 2017). Ayrıca, iç ortam hava sıcaklığı ile iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar da iç ortam konforunu önemli ölçüde etkilemektedir. Bu bağlamda, iç ortam konfor koşullarının uygulunluğu açısından, iç ortam sıcaklığı ile iç yüzey sıcaklığı arasındaki fark 3°C'yi geçmemelidir (TS 825). İç ortam konforunun sağlanmasına ilişkin iç ortam hava sıcaklık değerleri ile ilgili ulusal ve uluslararası standartlarda çeşitli değerler ve değer aralıkları verilmektedir.
- **İç hava nemliliği:** Buharlaşma ile vücuttan ısı kaybına neden olan bir etkendir (Manioğlu, 2002). Bir hacimdeki havanın bağıl nemi, insanın buharlaşma ile ısı kaybını etkilemektedir. Bağıl nem arttıkça vucüdun buharlaşma ile ısı kaybı azalır (Mıhlayanlar ve diğ., 2017). Kullancıların iç ortam konforlu hissedebilmeleri için iç ortam bağıl nem oranının ISO 7730 Standardına göre %30-%70 arasında, ASHRAE 55 standardına göre %30-%60 arasında olması gereklidir (ISO 7730, ASHRAE 55). İç ortam için ideal bağıl nem oranı değeri %45 olarak kabul

edilmektedir. Bu değerler ve değer aralıkları standarlara ve soğutma veya ısıtma dönemine göre farklılık gösterebilmektedir.

- **İç hava hareketi:** İç hava hareketi, hava ile yüzey arasındaki ısı taşınımını etkileyen bir değişkendir (Ekizce Can, 2015). İç hava hareketinin hızı, iç ortamda taşınımla gerçekleşen ısı geçisinin miktarını ve dolayısıyla kullanıcının çevresi ile olan ısı alışverişinin miktarını etkiler. Dolayısıyla, cephedeki, yapı kabuğundaki ve yapıdaki tüm açıklıkların yeri, boyutları ve fiziksel özellikleri, iç hava hareketini etkiler (Mıhlayanlar ve diğ., 2017).

3.2 Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi Isıl Performansının İncelendiği Çalışmalar

Bu bölümde, bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl performansının incelendiği uluslararası çalışmalar, Köppen iklim sınıflandırmasına göre tropikal iklim, kurak iklim, ılımlı-sıcak iklim ve karasal (soğuk) iklim olmak üzere 4 farklı iklim bölgesi altında ayrı ayrı ele alınmıştır. İklim bölgesi, sistemin ısıl performansı üzerinde doğrudan etkili önemli bir etken/değişken olduğu için söz konusu çalışmalar, iklim bölgelerine göre derlenmiştir. Köppen iklim sınıflandırmasının tercih edilmesinin nedeni, bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl performansının incelendiği uluslarası kaynaklarda, çalışmaların gerçekleştirildiği bölgelerin genellikle bu sınıflandırma tipine göre adlandırılması ve sınıflandırılmasıdır. Bu çalışmalara ilişkin yayın yılı, yazar adı, yönlenme, bitkilendirilmiş cephe sistem tipi, yöntem, deneyin yapıldığı dönem ve deneyin süresi, ölçüm parameterleri ve sonuçları gibi veriler, çizelgeler ile derlenmiştir (Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.3, Çizelge 3.4).

3.2.1 Tropikal iklim bölgesindeki çalışmalar

Tropikal iklim bölgeleri, kış mevsiminin olmadığı, en soğuk ayın ortalama sıcaklığının 18°C'nin üzerinde olduğu ve yıllık yağış miktarının 750mm'den büyük olduğu iklim bölgeleridir. Bu bölgeler, Köppen iklim sınıflandırmasına göre "A" grubu olarak adlandırılır. "A" grubu iklim bölgeleri, "Af", "Am" ve "Aw" olmak üzere alt gruplara ayrılır. "Af" grubu, her mevsim yağışlı tropikal iklimi, "Am" grubu, bütün ayları sıcak, kurak geçen 2 – 3 ay dışında yağışlı tropikal muson iklimini ve "Aw" grubu, kışı, bazen ilkbaharı kurak tropikal savan iklimini temsil etmektedir (Bölük, 2016; Öztürk, 2017; İklim sınıflandırmaları; Koppen-Geiger system of climate classification). Kaynak taramasına göre, bu alt iklim gruplarından "Af" ve "Aw" iklim bölgelerinde, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl

performansının ortaya konulduğu çalışmaların olduğu görülmektedir. Tropikal iklim bölgesinde bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansını sayısal ve/veya deneysel yöntemlerle ortaya koyan 5 çalışmadan 2'sinde simülasyon yöntemi, 3'ünde ise deneysel yöntem kullanılmıştır (Alexandri ve diğ., 2008; Rahman ve diğ., 2011; Wong ve diğ., 2009; Wong ve diğ., 2010; Basher ve diğ., 2016). Söz konusu çalışmalardan, 2'sinde dolaylı sistem, 1'inde topraklı sistem, 1'inde topraklı, keçe esaslı ve dolaylı sistemler incelenmiştir; 1'inde ise kullanılan sistem tipi belirtilmemiştir. Ayrıca, çalışmaların tümünün soğutma dönemine ait olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1).

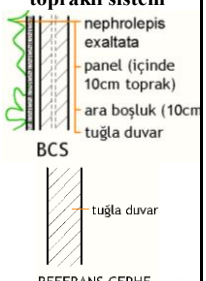
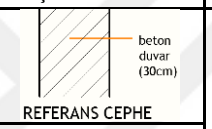
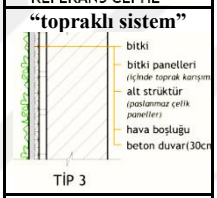
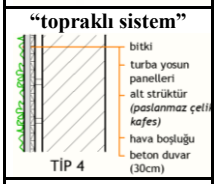
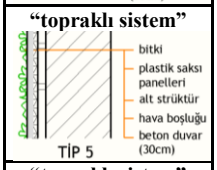
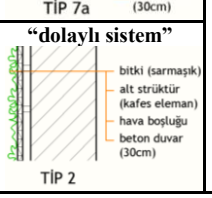
"Aw" alt grubunda deneysel bir çalışma yoktur; sadece Alexandri ve diğ. tarafından gerçekleştirilen sayısal bir çalışma bulunmaktadır. Alexandri ve diğ. (2008), farklı iklim bölgeleri için, bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl performansının ortaya konulması amacıyla matematiksel bir model kullanmıştır. Bu çalışmada, referans cephe ile bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarındaki arasındaki farklar, her iki cepheye belirli uzaklıktaki dış ortam sıcaklıkları arasındaki farklar ve bitkilendirilmiş cephenin soğutma enerji tasarrufuna sağladığı katkı ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, Hindistan'daki ve Mayıs ayındaki örnek için, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarında, referans cepheye kıyasla maksimum 16°C ve bitkilendirilmiş cephe örneğindeki soğutma enerjisi yüklerinde %35 azalma olduğu görülmektedir. Brezilya'daki ve Eylül ayındaki örnek için, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarında, referans cepheye kıyasla maksimum 13.5°C ve bitkilendirilmiş cephe örneğindeki soğutma enerjisi yüklerinde %68 azalma olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1).

Wong ve diğ. (2010), gerçek hizmet koşullarında, batı yönünde konumlandırılan ve tüm yüzeyleri dış ortam koşullarına açık olan, farklı bitkilendirilmiş cephe sistem tiplerine ait test düzenekleri ile 30 cm beton duvardan oluşan referans cephe test düzeğine ait ölçümler gerçekleştirmiştir. 21 Aralık, 24 Şubat ve 28 Nisan tarihlerindeki ölçüm verileri ortaya konulmuş ve değerlendirilmiştir. Topraklı sistem örneklerine ait sonuçlar şu şekildedir: TİP3 düzeneğinde duvar dış yüzey sıcaklıkları, referans cepheye kıyasla maksimum 11.6°C; içinde turba yosunu ve toprak karışımı olan panellerin olduğu TİP4'te ise referans cepheye kıyasla maksimum 10.9°C; içine toprak konulmuş saksıların bir panele monte edildiği TİP5'te ise referans cepheye

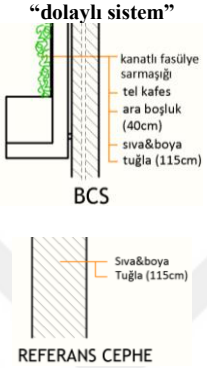
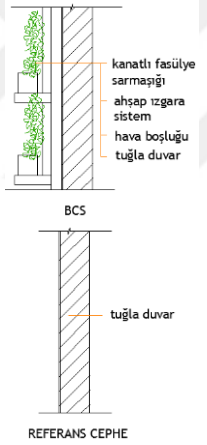
kıyasla maksimum 10°C; içinde toprak bulunan saksıların doğrudan duvara monte edildiği TİP8'de ise referans cepheye kıyasla maksimum 9.3°C azalmıştır (Çizelge 3.1). Keçe sistem örneklerinden hafif bir panelin üzerine iki kat keçe tabakası sabitlenmiş ve bitkinin bu keçe tabakasının içinde büyüdüğü TİP7a'da duvar dış yüzey sıcaklıkları, referans cepheye kıyasla maksimum 7.1°C azalma göstermiştir. Dolaylı sistemin kullanıldığı TİP2'de ise duvar dış yüzey sıcaklıkları referans cepheye kıyasla maksimum 4.4°C azalmıştır (Çizelge 3.1). Duvar dış yüzeyi sıcaklık dalgalanmaları (gün içerisindeki dış yüzey sıcaklığı değişimleri) ortalamaları açısından en etkin sonuçlar, 1.6°C'lik bir fark ile topraklı sistem örneği olan TİP4'te görülmektedir. Dolaylı sistem örneği TİP2 için, gün içerisindeki duvar yüzeyi sıcaklık dalgalanması ortalaması 7°C; keçe esaslı sistem örneği TİP7a için de 10.3°C'dir. Cephenin 15cm önündeki dış ortam sıcaklıkları sonuçlarına göre; referans cephenin önündeki maksimum dış ortam sıcaklıklarına kıyasla topraklı sistem örneği TİP4'ün önündeki maksimum dış ortam sıcaklık değerinin 3.3°C daha az, dolaylı sistem örneği TİP2'nin önündeki maksimum sıcaklık değerinin ise 2.1°C daha az olduğu görülmektedir. Wong ve diğ. bu çalışmanın sonucunda, topraklı sistemlerin duvar dış yüzey sıcaklıklarının azaltılmasında keçe ve dolaylı sistemlere kıyasla daha etkin olduğunu; dolaylı sistemlerin ise en az etkin sistemler olduğunu ortaya koymuştur (Wong ve diğ., 2010).

Rahman ve diğ. (2011), gerçek hizmet koşullarında, soğutma döneminde, batı yönündeki dolaylı sistemle ve kanatlı fasülye sarmaşığı bitkisi (psophocarpus tetrogonobulus) ile bitkilendirilmiş cephe ve tuğla duvardan oluşan referans cepheye ait ısıl performans ölçümleri gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarında, referans cepheye kıyasla maksimum 13°C, ortalama 11°C azalma olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 : Tropikal İklim Bölgesindeki (A Grubu) Çalışmalar (Alexandri ve diğ., 2008; Rahman ve diğ., 2011; Wong ve diğ., 2009; Wong ve diğ., 2010; Basher ve diğ., 2016).

İKLİM SINIFI / YER		YAZAR,YIL	YÖNLENME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRELER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} - T_{BCS} ve HF_{REF} -HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]
"Af" her mevsimi yağışlı tropikal iklim	**Af** Singapur	Wong, 2009	**Kuzey Güney Doğu Batı**	**"topraklı sistem"**  + **Cam yüzeyden oluşan RCS ve BCS**	**Simülasyon** (TAS) Soğutma dönemi	• İç mekan ışıma sıcaklığı ortalaması • Soğutma enerjisi yükü	**<u>Tuğla duvar önü bitkilendirilmiş:</u>** **İç ortam ışıma sıc.** maks. **1.2°C** azalma **Soğutma ene.yükü** **%10.35** azalma **<u>Cam cephe önü bitkilendirilmiş</u>** *(%50si bitkilendildiğinde):* **İç ortam ışıma sıc.** maks. **4°C** azalma **Soğutma ene.yükü** **%12.45** azalma *(%100ü bitkilendildiğinde):* **İç ortam ışıma sıc.** maks. **5°C** azalma **Soğutma ene.yükü** **%17.93** azalma
	Af Singapur	Wong vd., 2010	**Batı**		**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (24 Şubat, 28 Nisan, 21 Aralık)	• Dış ortam sıc., bağıl nemi, güneş ışınımı, rüzgar hızı ve yönü ve yağmur miktarı • Cephelerin 15, 30, 60 ve 100cm önündeki dış ortam hava sıc. ve nemi • Büyüme ortamı yüzey sıc. • **Dış yüzey sıcaklıkları**	
				"topraklı sistem" 			**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **11.6°C** azalma
				"topraklı sistem" 			**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **10.9°C** azalma **Dış ortam sıc. farkı** (cephenin 15 cm önü) maks. **3.3°C** azalma
				"topraklı sistem" 			**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **10°C** azalma
				"topraklı sistem" 			**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **9.3°C** azalma
				"keçe esaslı sistem" 			**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **7.1°C** azalma
				"dolaylı sistem" 			**Dış yüzey sıcaklığı** maks. **4.4°C** azalma **Dış ortam sıcaklığı** (cephenin 15 cm önü) maks. **2.1°C** azalma

Çizelge 3.1 (devam) : Tropikal İklim Bölgesindeki (A Grubu) Çalışmalar (Alexandri ve diğ., 2008; Rahman ve diğ., 2011; Wong ve diğ., 2009; Wong ve diğ., 2010; Basher ve diğ., 2016).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖN LEN ME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRELER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} -HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]
"Af" her mevsimi yağışlı tropikal iklim	**Af** Penang, Malezya	Rahman vd., 2011	**Batı**	**"dolaylı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Ocak-Şubat)	• Dış ortam sıc. • Güneş ışınımı • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • İç ortam sıc., nemi ve iç ortamdaki hava hızı	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **13°C** azalma ort. **11°C** azalma
	Af Penang, Malezya	Basher vd., 2016	**Batı**	**"dolaylı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma döneminde (Mart)	• Dış ortam sıc. ve rüzgar hızı • **Dış yüzey sıc.**	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **6.4°C** azalma ort. **2.4°C** azalma
"Aw" kışı bazen ilkbaharı kurak, tropikal savan iklimi	**Aw** Mumbai, Hindistan	Alexandri vd., 2008	**Güney**	BCS tipi ve türü: belirtilmemiş Referans duvar: beton	**Matematiksel model, Simülasyon** Soğutma dönemi (Mayıs)	• Dış ortam sıc., nemi ve rüzgar hızı • Güneş ışınım şiddeti • **Dış yüzey sıc.** • Soğutma yüklerindeki azalma	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **16°C** azalma **Dış ortam sıc. farkı** maks.**4.4°C** azalma **Soğutma enerjisi yükü** **%35** azalma
	Aw Brezilya	Alexandri vd., 2008	**Güney**	BCS tipi ve türü: belirtilmemiş Referans duvar: beton	**Matematiksel model, Simülasyon** Soğutma dönemi (Eylül)	• Dış ortam sıc., nemi ve rüzgar hızı • Güneş ışınım şiddeti • **Dış yüzey sıc.** • Soğutma yüklerindeki azalma	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **13.5°C** azalma **Dış ortam sıc. farkı** maks.**3.5°C** azalma **Soğutma enerjisi yükü** **%68** azalma

Tropikal iklim bölgelerindeki sonuçlar özetlenecek olursa; bu iklim bölgesinde, dolaylı sistem, topraklı sistem ve keçe esaslı sistemlere ait çalışmaların olduğu ve ağaçlı sistem, büyüme ortamı üstte olan sistem ve doğrudan sistemlerin ısıl performansının ölçüldüğü bir çalışma bulunmadığı görülmektedir. Bu iklim bölgesindeki çalışmaların çoğunda referans cephe ile bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ortaya konulmuştur; bazılarında ise dış ortam sıcaklıklarındaki ve soğutma enerjisi tüketimindeki azalmalar belirtilmiştir. Tropikal iklim bölgesindeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, referans cephe ile bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları arasındaki en yüksek farkların 4.4°C-16°C arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca, bitkilendirilmiş cephe sisteminin kullanımı ile soğutmadan kaynaklanan enerji tüketiminin %10-%68, cepheden belirli uzaklıktaki bir noktadaki maksimum dış ortam sıcaklıklarının 2.1°C-4.4°C azaltıldığı görülmektedir (Yüksel ve Türkeri, 2016c).

3.2.2 Kurak iklim bölgesindeki çalışmalar

Kurak iklim bölgeleri, step ve çöl sahalarında görülen, buharlaşmanın yağıştan fazla olduğu, dolayısıyla sürekli su eksiğinin olduğu iklim bölgeleridir. Bu bölgeler, Köppen iklim sınıflandırmasına göre "B" grubu olarak adlandırılır. "B" grubu iklim bölgeleri, "Bsh", "Bsk", "Bwh" ve "Bwk" olmak üzere alt gruplara ayrılır. "Bsh" grubu, sıcak, yarı kurak step iklimini, "Bsk" grubu, soğuk, yarı kurak step iklimini, "Bwh" grubu, sıcak, kurak çöl iklimini ve "Bwk" grubu, soğuk, kurak çöl iklimini temsil etmektedir (Bölük, 2016; Öztürk, 2017; İklim sınıflandırmaları; Koppen-Geiger system of climate classification). Kaynak taramasına göre, bu alt iklim gruplarından sadece "Bwh" iklim bölgesinde, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının ortaya konulduğu çalışmaların olduğu görülmektedir. Kurak iklim bölgesinde, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansını sayısal ve/veya deneysel yöntemlerle ortaya koyan 2 çalışmadan 1'inde simülasyon yöntemi, 1'inde ise deneysel ve simülasyon yöntemleri birlikte kullanılmıştır (Alexandri ve diğ., 2008; Haggag ve diğ., 2014). Söz konusu çalışmalardan, 1'inde topraklı sistemin ısıl performansı incelenmiştir; 1'inde ise kullanılan sistem tipi belirtilmemiştir. Ayrıca, çalışmaların tümünün soğutma dönemine ait olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2).

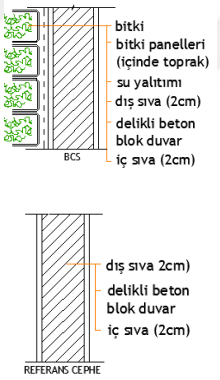
Alexandri ve diğ. (2008), farklı iklim bölgeleri için, bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl performansının ortaya konulması amacıyla matematiksel bir model kullandığı

çalışmada; Riyad, Suudi Arabistan örneği için, güney yönündeki bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarında, referans cepheye kıyasla maksimum 18.7°C azalma olduğunu, ayrıca, bitkilendirilmiş cephe sisteminin kullanımı ile soğutmadan kaynaklanan enerji tüketiminin %37 azaltıldığını ortaya koymuştur (Çizelge 3.2).

Haggag ve diğ. (2014), gerçek hizmet koşullarında, soğutma döneminde, doğu yönündeki, topraklı sistemle bitkilendirilmiş cephe ve delikli beton blok duvardan oluşan referans cepheye ait ısıl performans ölçümleri gerçekleştirmiştir. 01 Temmuz - 01 Ağustos tarihleri arasında bitkilendirilmiş cephenin ve referans cephenin dış yüzey, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları ölçülmüştür. Ayrıca bitkilendirilmiş cephenin sağladığı enerji tasarrufu hesaplanmıştır. Sonuç olarak, gündüz saatlerinde, referans cepheye kıyasla, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarında maksimum 13°C, iç yüzey sıcaklıklarında maksimum 6°C ve iç mekan sıcaklıklarında maksimum 6°C azalma olduğu görülmektedir. Bitkilendirilmiş odada, referans odaya kıyasla, %20.5 oranında soğutma enerjisi tasarrufu elde edildiği ortaya konulmuştur (Çizelge 3.2).

Kurak iklim bölgesinde bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansı ile ilgili yapılan çalışmaların oldukça az sayıda olduğu ve sadece topraklı sisteme ait çalışma olduğu görülmektedir. Kurak iklim bölgesindeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, referans cephe ile bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları arasındaki en yüksek farkların 13°C-18.7°C arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca, bitkilendirilmiş cephe sisteminin kullanımı ile soğutmadan kaynaklanan enerji tüketiminin %20-%37 azaltıldığı görülmektedir (Yüksel ve Türkeri, 2016c).

Çizelge 3.2 : Kurak İklim Bölgesindeki (B Grubu) Çalışmalar (Alexandri ve diğ., 2008; Haggag ve diğ. 2014).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖNLENME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI - SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRELER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} -HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]
"BWh" sıcak kurak çöl iklimi	**BWh** Riyad, Suudi Arabistan	Alexandri vd., 2008	**Güney**	BCS tipi ve türü: belirtilmemiş Referans duvar: beton	**Matematiksel model, Simülasyon** Soğutma dönemi (Temmuz)	• Dış ortam sıc., nemi ve rüzgar hızı • Güneş ışınım şiddeti • **Dış yüzey sıc.** • Soğutma yüklerindeki azalma	**Dış yüzey sıc. farkı**: maks. **18.7°C** azalma, ort. **14.3°C** azalma **Dış ortam sıc. farkı**: maks.**5.1°C** azalma **Soğutma enerjisi yükü**: **%37** azalma
	BWh Abu Dabi, Birleşik Arap Emirlikleri	Haggag vd., 2014	**Doğu**	**"topraklı sistem"** 	**Saha Deneyi + Simülasyon** Soğutma dönemi (Temmuz-Ağustos)	• Cephenin 1m önündeki dış ortam sıc. • **Dış yüzey sıc.** • **İç yüzey sıc.** • **İç ortam sıc.** • Enerji tüketimleri	**Dış yüzey sıc. farkı**: maks. **13°C** azalma **İç yüzey sıc. farkı**: maks. **6°C** azalma **İç ortam sıc. farkı**: ort. **5°C** azalma (gündüz) maks. **6°C** azalma (gündüz) ort. **2°C** azalma (gece) **Soğutma enerjisi tüketimi farkı**: **280 kWh** (aylık) **9 kWh** (günlük) **Soğutma enerjisi yükü**: **%20.5** azalma

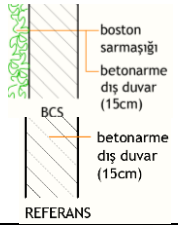
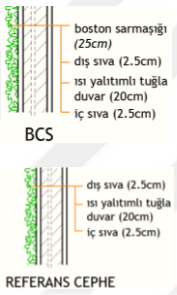
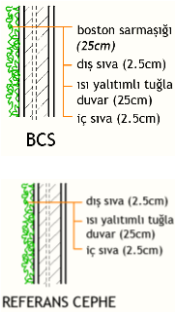
3.2.3 Ilımlı-Sıcak iklim bölgesindeki çalışmalar

Ilımlı-sıcak iklim bölgeleri, en soğuk ayın ortalama sıcaklığının -3°C'den fazla ve 18°C'den az, en sıcak ayın ortalama sıcaklığının 10°C'nin üzerinde olduğu iklim bölgeleridir. Bu bölgeler, Köppen iklim sınıflandırmasına göre "C" grubu ve "ılımlı-sıcak iklim" olarak adlandırılır. "C" grubu iklim bölgeleri, "Csa", "Csb", "Csc", "Cwa", "Cwb", "Cwc", "Cfa", "Cfb" ve "Cfc" olmak üzere alt gruplara ayrılır (Koppen-Geiger system of climate classification). Kaynak taramasına göre, bu alt iklim gruplarından "Csa", "Cwa", "Cfa" ve "Cfb" iklim bölgelerinde,

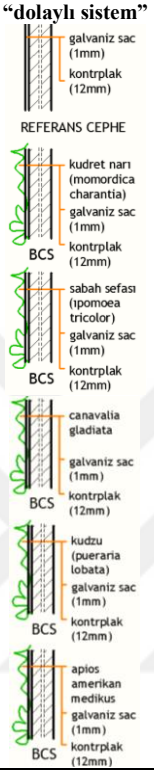
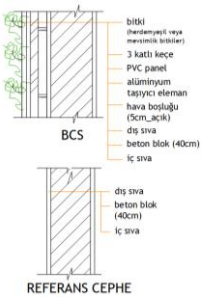
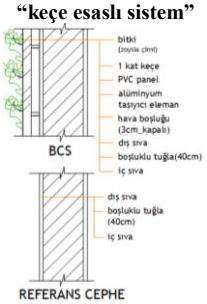
bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının ortaya konulduğu çalışmaların olduğu görülmektedir. "Csa" grubu, kışı ılık, yazı çok sıcak ve kuru iklimi, "Cwa" grubu, kışı ılık ve kurak, yazı çok sıcak iklimi, "Cfa" grubu, kışı ılık, yazı çok sıcak ve her mevsim yağışlı iklimi, "Cfb" grubu, kışı ılık, yazı sıcak ve her mevsim yağışlı iklimi temsil etmektedir (Bölük, 2016; Öztürk, 2017; İklim sınıflandırmaları; Koppen-Geiger system of climate classification). Bu tezde, deney düzeneğinin kurulduğu ve ölçümlerin gerçekleştirildiği bölge "Csa" alt iklim bölgesinde yer almaktadır. Uluslararası kaynaklarda, dil birliği oluşturması açısından sıklıkla kullanılan Köppen iklim sınıflandırmasına göre "Csa" olarak adlandırılan ve kışı ılık, yazı çok sıcak ve kuru iklim olarak tanımlanan iklim bölgesi, bu çalışmada, Zeren ve diğ. (1987) tarafından yapılan Türkiye'ye ait iklim sınıflandırmasına göre "ılımlı-nemli iklim" olarak adlandırılmıştır (Zeren ve diğ., 1987). Dolayısıyla bu iklim grubu Köppen'e göre ılımlı-sıcak (C grubu) üst başlığı altında yer alan ılımlı-nemli (Csa) alt iklim grubunda yer almaktadır.

Ilımlı-sıcak iklimde, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansını sayısal ve/veya deneysel yöntemlerle ortaya koyan 29 farklı bölgede gerçekleştirilmiş toplam 21 deneysel ve/veya sayısal çalışma olduğu görülmektedir. C iklim grubunun "Csa" alt iklim grubunda 9 farklı bölgede, "Cwa" alt iklim grubunda 3 farklı bölgede, "Cfa" alt iklim grubunda 8 farklı bölgede, "Cfb" alt iklim grubunda 9 farklı bölgede çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ilımlı-sıcak iklim bölgesinde, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının incelendiği çalışmaların çoğunda deneysel yöntem kullanılmıştır. Az sayıda çalışmada ise, deneysel ve simülasyon yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Bu bölgedeki çalışmaların çoğunda, doğrudan ve topraklı sistemlerin ısıl performansının ölçüldüğü ve değerlendirildiği görülmektedir. Ayrıca, ısıl performans ölçümlerinin genellikle soğutma dönemini kapsadığı görülmektedir (Çizelge 3.3, Çizelge 3.4, Çizelge 3.5, Çizelge 3.6).

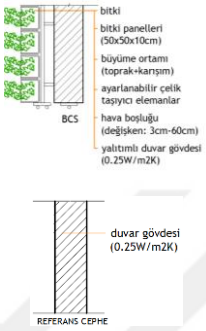
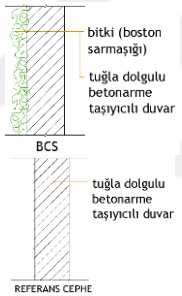
Çizelge 3.3 : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Cfa" ve "Cfb" alt grubundaki çalışmalar (Hoyano, 1988; Eumorfopolou ve Kontoleon, 2009; Kontoleon ve Eumorfopolou, 2010).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖN LEN ME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRE LER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} - HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]
"Cfa" kışı ılık, yazı çok sıcak ve her mevsim yağışlı iklim	**Cfa** Tokyo, Japonya	Hoyano, 1988	**Batı**	**"doğrudan sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Temmuz-Ağutos)	• Dış ortam sıc • Yaprak yüz. sıc. • Isı akışı • Sarmaşık üzeri ve arkasındaki güneş ışı. şid. • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • İç ortam sıc.	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **13°C** azalma **Isı akışı farkı** (günlük fark) **150 kcal/m²** azalma **Güneş ışığı geçirgenlik oranı** **%2-7**
	Cfa Selanik, Yunanistan	Eumorfopolou ve Kontoleon,2009	**Doğu**	**"doğrudan sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Temmuz-Ağutos)	• Dış ortam sıc. ve nemi, güneş ışı., rüz. hızı ve yönü • Bitki arası. ortam sıc. • **Dış yüzey sıc.** • **İç yüzey sıc.** • **İç ort. sıc**. ve bağıl nemi	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **8.3°C**azalma ort. **5.7°C** azalma **İç yüzey sıc. farkı** maks. **1.6°C**azalma ort. **0.9°C** azalma **İç ortam sıc. farkı** ort. **0.9°C** azalma
	Cfa Selanik, Yunanistan	Kontoleon ve Eumorfopolou, 2010	**Kuzey Güney Doğu Batı**	**"doğrudan sistem"** 	**Matematik sel Model** Soğutma dönemi	• Dış ortam sıc. ve nemi,güneş ışınımı, rüz. hızı ve yönü • Yapr. ort.sıc. • **Dış yüzey sıc.** • **İç yüzey sıc.** • **İç ortam sıc.** (maks., min.) ve bağıl nemi • Bitk. ve ref. cephe maks. dış yüzey sıc. arasındaki fark • Bitk. ve ref. cephe maks. iç yüzey sıc. ara. fark: Δtsi • **Günlük soğutma enerjisi yükü**	**<u>Kuzey</u> yönü için sonuçlar:** **Dış yüzey sıc. farkı** maks. **1.73°C** **İç yüzey sıc. farkı** maks. **0.65°C** **İç ortam sıc. farkı** maks. **0.25°C** **Soğutma ene.** **%4.6** azalma **<u>Güney</u> yönü için sonuçlar:** **Dış yüzey sıc. farkı** maks. **6.46°C** **İç yüzey sıc. farkı** maks. **1.06°C** **İç ortam sıc. farkı** maks. **0.45°C** **Soğutma ene.** **%7.6** azalma **<u>Doğu</u> yönü için sonuçlar:** **Dış yüzey sıc. farkı** maks. **10.53°C** **İç yüzey sıc. farkı** maks. **2.04°C** **İç ortam sıc. farkı** maks. **0.95°C** **Soğutma ene.** **%18.2** azalma **<u>Batı</u> yönü için sonuçlar:** **Dış yüzey sıc. farkı** maks. **16.85°C** **İç yüzey sıc. farkı** maks. **3.27°C** **İç ortam sıc. farkı** maks. **1.4°C** **Soğutma ene.** **%20** azalma

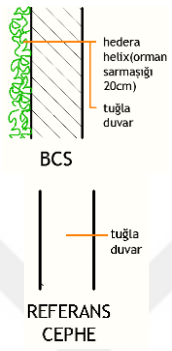
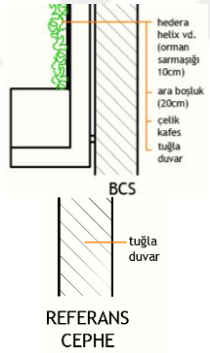
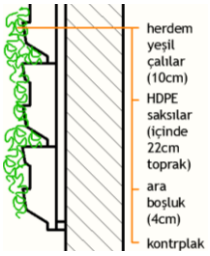
Çizelge 3.3 (devam) : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Cfa" ve "Cfb" alt grubundaki çalışmalar (Koyama ve diğ., 2013; Mazzali ve diğ., 2013).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖN LEN ME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRE LER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} - HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]	
"Cfa" kışı ılık, yazı çok sıcak ve her mevsim yağışlı iklim	**Cfa** Nagoya, Japonya	Koyama vd., 2013	**Güney**	**"dolaylı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Temmuz-Eylül)	• Dış ortam sıc. • Düşey ve yatay doğrultuda gelen güneş ışınım şiddeti • Yaprakların güneş ışınımı geçirgenliği • Yaprak terleme oranı • Yaprakların yüzey kaplama oranı • Toplam yaprak sayısı • En uzun sarmaşık boyu • **Dış yüzey sıc.**	**%29 "canavalia glaidata"** sarmaşığı ile kaplı duvar **dış yüz. sıc. farkı** **%54 momordica charantia"** sarmaşığı ile kaplı duvar **dış yüz. sıc. farkı** **%52 "ipomoea tricolor"** sarmaşığı ile kaplı duvar **dış yüz. sıc. farkı** **%52 "pueraria lobata"** sarmaşığı ile kaplı duvar **dış yüz. sıc farkı.** **%15 "apios"** sarmaşığıyla kaplı duvar **dış yüz. sıc. farkı**	maks. **7.9°C** azalma maks. **4.1°C** azalma maks. **11.3°C** azalma maks. **6.6°C** azalma maks. **3.7°C** azalma
	Cfa Lonigo, İtalya	Mazzali vd., 2013	**Güney batı**	**"keçe esaslı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Temmuz-Eylül)	• Dış ort. hava sıc., nemi, rüzgar hızı • Güneş ışınımı • Keçe yüz. sıc. • Pvc panel yüz. sıc. • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • Isı akışı	**Dış yüzey sıc. farkı** **Isı akışı farkı** (dış ortama doğru ısı akışı)	maks. **20°C** (gündüz) min. **12°C** (gündüz) **2-3°C** (gece) **70 W/m²** **%70** oranında azalma
	Cfa Venedik, İtalya	Mazzali vd., 2013	Güney batı	**"keçe esaslı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Temmuz-Eylül)	• Dış ort. hava sıc., nemi, rüzgar hızı • Güneş ışınımı • Pvc panel yüz. sıc. • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • İç ortam sıc. ve nemi • Isı akışı	**Dış yüzey sıc. farkı** **Isı akışı farkı** (dış ortama doğru ısı akışı)	maks.**16°C** (gündüz) **6°C** (gece) **1.5 W/m²**

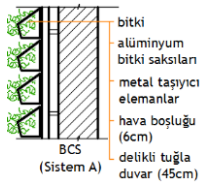
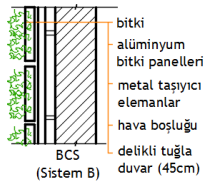
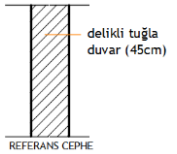
Çizelge 3.3 (devam) : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Cfa" ve "Cfb" alt grubundaki çalışmalar (Chen ve diğ., 2013; Yin ve diğ., 2017; Alexandri ve diğ., 2008; Sternberg ve diğ., 2010).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖN LEN ME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRE LER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} -HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]	
"Cfa" kışı ılık, yazı çok sıcak ve her mevsim yağışlı iklim	**Cfa** Wuhan, Çin	Chen vd., 2013	**batı**	**"topraklı sistem" (toprak + karışım)** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Temmuz-Eylül 2012)	• Dış ortam hava sıc. ve bağıl nem, rüzgar hızı ve yönü • Güneş ışı. şid. • Hava boşluğundaki dış ort. sıc.,nemi • Panel arka yüzey sıc. • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • İç ortam sıc.	**Dış yüzey sıc. farkı**	maks. **20.8°C**
							İç yüzey sıc. farkı	maks. **7.7°C**
							İç ortam sıc. farkı	maks. **1.1°C**
	Cfa Nanjing, Çin	Yin vd., 2017	**güney**	**"doğrudan sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Temmuz-Ağustos)	• Dış ortam hava sıc. ve bağıl nem, rüzgar hızı ve yönü • Güneş ışınım şiddeti • Dış yüzey sıc.	**Dış yüzey sıc. farkı**	maks. **4.67°C**
"Cfb" kışı ılık, yazı sıcak ve her mevsim yağışlı iklim	**Cfb** Londra, İngiltere	Alexandri vd., 2008	**Güney**	BCS tipi ve türü: belirtilmemiş Referans duvar: beton	**Matematiksel model, Simülasyon** Soğutma dönemi (Temmuz)	• Dış ortam sıc., nemi,rüzgar hızı • Güneş ışınımı şiddeti • **Dış yüzey sıc.** • Soğutma yüklerindeki azalma	**Dış yüzey sıc. farkı**	maks.**9.5°C** azalma
							Dış ortam sıc. farkı	maks.**2.6°C** azalma
	Cfb Londra, İngiltere	Sternberg vd., 2010	**Batı** (Nailsea Londra)	**"doğrudan sistem"** Bitki türü: orman sarmaşığı (10cm) Referans duvar: taş	**Saha Deneyi** Soğutma ve Isıtma dönemi (1 yıl boyunca: 01Mayıs 2008-30Nisan 2009)	• Dış ortam sıc. ve bağıl nemi • **Dış yüzey sıc.**	**Dış yüzey sıc. farkı**	maks.**1.7°C** azalma (yazın) maks.**0.64°C** artış (kışın)
			Güney (Oxford, Londra)	**"doğrudan sistem"** Bitki türü: orman sarmaşığı (45cm) Referans duvar: taş			**Dış yüzey sıc. farkı**	maks.**9.15°C** azalma (yazın)
			Doğu (Byland, Londra)	**"doğrudan sistem"** Bitki türü: orman sarmaşığı (20cm) Referans duvar: taş			**Dış yüzey sıc. farkı**	maks.**3.47°C** azalma (yazın) maks.**3.88°C** artış (kışın)

Çizelge 3.3 (devam) : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Cfa" ve "Cfb" alt grubundaki çalışmalar (Perini ve diğ., 2011).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖNLENME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRELER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} -HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]
"**Cfb**" kışı ılık, yazı sıcak ve her mevsim yağışlı iklim	**Cfb** Delft,, Hollanda	Perini vd., 2011	**Kuzey batı**	**"doğrudan sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Eylül-Ekim)	• Cephenin 1m ve 10cm önündeki ve yaprakların arasındaki hava sıc., nemi ve rüzgar hızı • Yaprak ön ve arka yüzey sıc. • **Dış yüzey sıc.**	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **2.2°C** azalma ort. **1.2°C** azalma
	Cfb Rotterdam, Hollanda	Perini vd., 2011	**Kuzey doğu**	**"dolaylı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Eylül-Ekim)	• Cephenin 1m ve 10cm önündeki ve yaprakların arasındaki hava sıc., nemi ve rüzgar hızı • Yaprak ön ve arka yüzey sıc. • **Dış yüzey sıc.**	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **3.6°C** azalma ort. **2.7°C** azalma
	Cfb Benthuizen, Hollanda	Perini vd., 2011	**Batı**	**"topraklı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Eylül-Ekim)	• Cephenin 1m ve 10cm önündeki ve yaprakların arasındaki hava sıc., nemi ve rüzgar hızı • Yaprak ön ve arka yüzey sıc. • **Dış yüzey sıc.**	**Dış yüzey sıc. farkı** ort. **5°C** azalma

Çizelge 3.3 (devam) : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Cfa" ve "Cfb" alt grubundaki çalışmalar (Cameron ve diğ., 2015; Tudiwer ve Korjenic, 2017).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖNLENME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRELER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} -HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]	
"Cfb" kışı ılık, yazı sıcak ve her mevsim yağışlı iklim	**Cfb** Sheffield, Londra	Cameron vd., 2015	**Kuzey Güney Doğu Batı**	**"dolaylı sistem"**  deneyler polipropilen konteyner üzerinde yapılmış	**Saha Deneyi** Isıtma dönemi (1.deney: 04 Ocak- 31 Mart 2010; 2.deney: 01 Aralık 2010-30 Mart 2011)	• Dış ortam sıc. • Yaprak dış yüzey sıc. • **Dış yüzey sıc.** • Enerji tasarrufu • CO_2 salınımı	**Dış yüzey sıc. farkı** (BCS>RCS)	maks.**3°C** artış
							Isıtma enerjisi yükü	**maks. %40-50** azalma (Ocak ve Mart ayları arasında, havanın çok soğuk ve rüzgarlı olduğu günlerde) **ort. %21** azalma (Ocak ve Mart ayları arasındaki ortalama)
	Cfb Viyana, Avusturya	Tudiwer ve Korjenic, 2017	**Güney**	**"topraklı sistem"**  **"topraklı sistem"**  	**Saha Deneyi** Isıtma dönemi	• Dış ortam sıc. ve nemi • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • İç ortam sıc. ve nemi • Isı akışı • U değeri (U değeri hesaplanmıştır; diğer parametreler ölçülmüştür)	**Dış yüzey sıc. farkı** (BCS>RCS)	**0.44-3.52°C** artış (ort. değerler)
							Isıl direnç farkı (BCS>RCS)	**0.31 m^2K/W** artış (Sistem A) **0.68 m^2K/W** artış (Sistem B)

Eumorfopoulou ve Kontoleon (2009), "Cfa" iklim bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada; doğu yönündeki, doğrudan sistemle cephenin soğutma dönemindeki ısıl

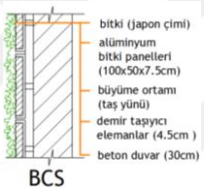
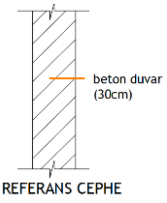
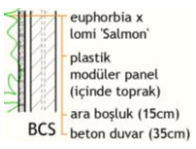
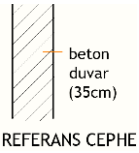
performansını saha deneyi ile ortaya koymuştur. Bu çalışmada, referans duvar, ısı geçirgenlik katsayısı 0.13W/mK olan tuğla duvardan oluşmaktadır. Bitkilendirilmiş cephe sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, boston sarmaşığı (parthenocissus tricuspidata), 2.5cm dış sıva, ısı geçirgenlik katsayısı 0.13W/mK olan ısı yalıtımlı tuğla ve 2.5cm kalınlıklı iç sıvadan oluşmaktadır. Temmuz 2012 – Ağustos 2006 tarihleri arasında gerçekleştirilen saha deneyi ile, dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi, rüzgar hızı ve yönü, güneş ışınım şiddeti, yaprakların arasındaki dış ortam hava sıcaklığı, dış yüzey sıcaklıkları, iç yüzey sıcaklıkları ve iç ortam sıcaklıkları ve bağıl nemi ölçülmüştür. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl katkısı, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephenin dış yüzey, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar üzerinden değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı, referans duvar dış yüzey sıcaklığından minimum 1.9°C, ortalama 5.7°C ve maksimum 8.3°C daha düşük iken, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığı referans duvarınkine göre minimum 0.4°C, maksimum 1.6°C daha az ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı ise, referans cepheninkine göre ortalama 0.9°C daha düşük çıkmıştır. Dış ortam sıcaklıkları 25-31.6°C arasında iken; bitkilendirilmiş cephe iç ortam sıcaklıkları 27-28.6°C, referans cephe iç ortam sıcaklıkları 27.9-29.5°C arasında çıkmıştır (Çizelge 3.3).

Sternberg ve diğ (2010), "Cfb" iklim bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada; farklı yönlerdeki ve farklı bölgelerdeki, doğrudan sistemle bitkilendirilmiş cephelerin soğutma ve ısıtma dönemindeki ısıl performansını saha deneyi ile ortaya koymuştur. Londra'nın 3 farklı bölgesinde (Nailsea, Oxford ve Byland), bitkilendirilmiş cephe ve referans cepheye ait düzenekler kurulmuştur. Nailsea'de, batı yönündeki doğrudan tip bitkilendirilmiş cephe sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, 10cm kalınlığındaki orman sarmaşığı bitkisi (hedera helix) ve taş duvardır. Oxford'da, güney yönündeki doğrudan tip bitkilendirilmiş cephe sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, 45cm kalınlığındaki orman sarmaşığı bitkisi (hedera helix) ve taş duvardır. Byland'da, doğu yönündeki doğrudan tip bitkilendirilmiş cephe sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, 20cm kalınlığındaki orman sarmaşığı bitkisi (hedera helix) ve taş duvardır. Tüm bölgelerdeki referans cephe sistemi taş duvardan oluşmaktadır. 01 Mayıs 2008 – 30 Nisan 2009 tarihleri arasında gerçekleştirilen saha deneyi ile, dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi ve dış yüzey sıcaklıkları

ölçülmüştür. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl katkısı, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephenin dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar üzerinden değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, batı yönündeki ve 10cm kalınlığında bitki katmanı olan bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı, referans duvar dış yüzey sıcaklığından soğutma döneminde maksimum 1.7°C daha düşük, ısıtma döneminde ise maksimum 0.64°C daha yüksek çıkmıştır. Güney yönündeki ve 45cm kalınlığında bitki katmanı olan bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı, referans duvar dış yüzey sıcaklığından soğutma döneminde maksimum 9.15°C daha düşüktür. Doğu yönündeki ve 20cm kalınlığında bitki katmanı olan bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı, referans duvar dış yüzey sıcaklığından soğutma döneminde maksimum 3.47°C daha düşük, ısıtma döneminde ise maksimum 3.88°C daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 3.3).

Cheng ve diğ (2010), "Cwa" iklim bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada, batı yönündeki, topraksız sistemle bitkilendirilmiş cephenin soğutma dönemindeki ısıl performansını saha deneyi ile ortaya koymuştur. Bitkilendirilmiş cephe sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, japon çimi bitkisi (zoysia japonica), 100x50x7.5cm ölçülerindeki bitki panelleri, topraksız büyüme ortamı (taş yünü), demir taşıyıcı elemanlar ve 30 cm kalınlığındaki beton duvardır. Referans duvar ise, sadece 30 cm kalınlığındaki beton duvardan meydana gelmektedir. Eylül-Ekim ayları arasında gerçekleştirilen saha deneyi ile, dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi, rüzgar hızı ve yönü, cepheye gelen ve cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti, yaprak yüzey sıcaklığı ve nemi, büyüme ortamı sıcaklığı ve nemi, dış yüzey sıcaklıkları, iç yüzey sıcaklıkları, ısı akışları ve soğutma enerjisi tüketimi ölçülmüştür. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl katkısı, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephenin dış yüzey sıcaklıkları ve ısı akış değerleri arasındaki farklar üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca, her iki cephenin arkasındaki mekanların soğutma enerjisi tüketimleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı, referans duvar dış yüzey sıcaklığından maksimum 16°C daha düşük çıkmıştır. Ayrıca, bitkilendirilmiş cephenin ısı akışı referans cepheninkine göre 30W/m^2 daha azdır. Soğutma enerjisi yüküne ilişkin sonuçlara göre, bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki mekanın günlük soğutma enerjisi tüketimi, referans cephedekine göre 1.45-1.85 kWh daha az çıkmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Cwa" alt grubundaki çalışmalar (Alexandri ve diğ., 2008; Cheng ve diğ., 2010; Jim ve He., 2011).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖNLENME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI - SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRELER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} - HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]
"Cwa" kışı ılık, ve kurak, yazı çok sıcak iklim	**Cwa** Hong Kong, Çin	Alexandri vd., 2008	**Güney**	BCS tipi ve türü: belirtilmemiş Referans duvar: beton	**Matematiksel model, Simülasyon** Soğutma dönemi (Temmuz)	• Dış ortam sıc., nemi ve rüzgar hızı • Güneş ışınım şiddeti • **Dış yüzey sıc.** • Soğutma yüklerindeki azalma	**Dış yüzey sıc. farkı** maks.**15°C** azalma **Dış ortam sıc. farkı** maks.**3.9°C** azalma **Soğutma enerjisi yükü** **%66** azalma
	Cwa Hong Kong, Çin	Cheng vd., 2010	**Batı**	**"topraksız sistem"**  	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Eylül-Ekim)	• Dış ortam sıc. ve nemi • Cepheye gelen ve cepheden yansıyan güneş ışınımı • Yaprak yüzey sıc. ve nemi • Büyüme ortamı sıc. ve nemi • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • Isı akışı	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **16°C** azalma **Isı akışı farkı** (iç duvar yüzeyinden iç ortama) **30W/m²** azalma (iki cephedeki ısı akışlarının maksimum olduğu zamandaki fark) **Soğutma enerji tüketimi farkı** (günlük fark) **1.45-1.85 kWh** azalma
	Cwa Hong Kong, Çin	Jim ve He, 2011	**Kuzey** **Güney**	**"topraklı sistem"**  	**Saha Deneyi + Matematiksel model** Soğutma dönemi	• Dış ortam sıc., nemi ve çiğlenme sıc. • Cepheye gelen ve cepheden yansıyan güneş ışınımı • Yaprak yüzey sıc. • Toprak sıc. ve nemi • **Dış yüzey sıc.** • Isı akışı	**<u>Kuzey cephesi için sonuçlar:</u>** **Güneş ışınımı şiddeti** (duvar üzerine gelen ort. ışınım şiddeti farkı) **11.36W/m²** azalma **<u>Güney cephesi için sonuçlar:</u>** **Dış yüzey sıc. farkı** **8.83°C** azalma **Güneş ışınımı şiddeti** (duvar üzerine gelen ort. ışınım şiddeti farkı) **31.54W/m²** azalma

Perini ve diğ (2011), "Cfb" iklim bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada; farklı yönlerdeki ve farklı bölgelerdeki, farklı tip bitkilendirilmiş cephelerin soğutma dönemindeki ısıl performansını saha deneyi ile ortaya koymuştur. Hollanda'nın 3 farklı şehrinde (Delft, Rotterdam ve Benthuizen), bitkilendirilmiş cephe ve referans cepheye ait düzenekler kurulmuştur. Delft şehrinde, kuzeybatı yönündeki doğrudan tip bitkilendirilmiş cephe sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, 20cm kalınlığındaki orman sarmaşığı bitkisi (hedera helix) ve tuğla duvardır. Referans cephe ise tuğla duvardan oluşmaktadır. Rotterdam'da, kuzeydoğu yönündeki dolaylı tip bitkilendirilmiş cephe sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, 10cm kalınlığındaki orman sarmaşığı bitkisi (hedera helix), 20cm hava boşluğu, çelik kafes taşıyıcı elemanlar ve tuğla duvardır. Referans cephe ise tuğla duvardan oluşmaktadır. Benthuizen şehrinde, batı yönündeki topraklı tip bitkilendirilmiş cephe sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, 10cm kalınlığındaki herdemyeşil çalılar, içinde toprak bulunan yüksek yoğunluklu polietilen bitki panelleri, 4cm hava boşluğu ve kontrplaktır. Bu bölgede, referans cephe sistemi kurulmamıştır. Eylül – Ekim ayları arasında gerçekleştirilen saha deneyleri ile, cephenin 1m ve 10cm önündeki ve yaprakların arasındaki hava sıcaklılğı ve nemi, rüzgar hızı, yaprak ön ve arka yüzey sıcaklıkları ve duvar dış yüzey sıcaklıkları ölçülmüştür. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl katkısı, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephenin dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca, cepheye bir mesafedeki rüzgar hızları da değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, rüzgar bariyeri fonksiyonu açısından topraklı ve doğrudan sistemler, dolaylı sisteme göre daha etkin çıkmıştır. Ayrıca, kuzeybatı yönündeki ve doğrudan sistemle bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı, referans duvar dış yüzey sıcaklığından soğutma döneminde maksimum 2.2°C, ortalama 1.2°C daha düşüktür. Kuzeydoğu yönündeki ve dolaylı sistemle bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı, referans duvar dış yüzey sıcaklığından soğutma döneminde maksimum 3.6°C, ortalama 2.7°C daha düşüktür. Batı yönündeki ve topraklı sistemle bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı, referans duvar dış yüzey sıcaklığından soğutma döneminde ortalama 5°C daha düşük çıkmıştır (Çizelge 3.3).

Jim ve He (2011), "Cwa" iklim bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada, kuzey ve güney yönlerindeki, topraklı sistemle bitkilendirilmiş cephenin soğutma dönemindeki ısıl performansını saha deneyi ve matematiksel model ile ortaya

koymuştur. Bitkilendirilmiş cephe sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, euphorbia x lomi 'salmon' bitkisi, içerisinde toprak bulunan plastik bitki panelleri, 15 cm hava boşluğu ve 35 cm kalınlığındaki beton duvardır. Referans duvar ise, sadece 35 cm kalınlığındaki beton duvardan meydana gelmektedir. Çalışmada, dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi, cepheye gelen ve cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti, yaprak yüzey sıcaklığı, büyüme ortamı (toprak) sıcaklığı ve nemi, dış yüzey sıcaklıkları ölçülmüştür ve ısı akışları hesaplanmıştır. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl katkısı, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephenin dış yüzey sıcaklıkları ve ısı akış değerleri arasındaki farklar üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca, her iki cephenin duvar dış yüzeyine ulaşan ortalama ışınım şiddeti değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı, referans duvar dış yüzey sıcaklığından maksimum 8.8°C daha düşük çıkmıştır. Ayrıca, bitkilendirilmiş cephenin ısı akışı referans cepheninkine göre daha azdır. Kuzey yönündeki bitkilendirilmiş cephenin duvar dış yüzeyindeki ışınım şiddeti, referans cephedekine göre ortalama 11.36W/m^2 daha azdır. Güney yönündeki bitkilendirilmiş cephenin duvar dış yüzeyindeki ışınım şiddeti, referans cephedekine göre ortalama 31.54W/m^2 daha azdır (Perez ve diğ., 2014), (Çizelge 3.4).

Chen ve diğ. (2013), "Cfa" iklim bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada, batı yönündeki, topraklı sistemle bitkilendirilmiş cephenin soğutma dönemindeki ısıl performansını saha deneyi ile ortaya koymuştur. Bu çalışmanın amacı, duvar ile bitkiyi, büyüme ortamını ve bitki panellerini taşıyan çelik elemanın arasındaki mesafenin (hava boşluğunun) değişmesi sonucunda sisteminin ısıl performansının ne şekilde değiştiğinin ortaya konulmasıdır. Ayrıca, hava boşluğunun açık veya kapalı olmasının sistemin performasını nasıl etkilendiği de ortaya konulmuştur. Bu çalışmada, referans duvar, ısı geçirgenlik katsayısı 0.25W/m^2K olan duvardan oluşmaktadır. Bitkilendirilmiş cephe sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, bitki, 50x50x10 cm ölçülerindeki bitki panelleri, toprak ve farklı karışımlardan oluşan büyüme ortamı, ayarlanabilir/ hareketli çelik taşıyıcı elemanlar, değişken hava boşluğu (3cm, 20cm, 40cm, 60cm) ve ısı geçirgenlik katsayısı 0.25W/m^2K olan duvardır. Temmuz 2012 – Eylül 2012 tarihleri arasında gerçekleştirilen saha deneyi ile, dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi, rüzgar hızı ve yönü, güneş ışınım şiddeti, hava boşluğundaki (duvar ve taşıyıcı eleman arasındaki) dış ortam hava sıcaklığı, panel arka yüzey sıcaklığı, dış yüzey sıcaklıkları, iç yüzey sıcaklıkları ve iç ortam

sıcaklıkları ölçülmüştür. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl katkısı, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephenin dış yüzey, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca, farklı hava boşluğu ölçülerindeki ve farklı havalandırma tiplerindeki bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık sonuçları birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı, referans duvar dış yüzey sıcaklığından 20.8°C daha düşük iken, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığı referans duvarınkine göre 7.7°C daha az ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı ise, referans cepheninkine göre 1.1°C daha düşük çıkmıştır. Dış yüzey sıcaklıkları arasındaki fark oldukça fazla iken iç ortam sıcaklıkları arasındaki farkın az olmasının nedeni, duvar gövdesinin ısı yalıtım özelliğinin iyi olmasıdır. İç ortam sıcaklıkları ile ilgili ortaya konulan bu sonuç, Eumorfopoulou ve Kontoleon (2009)'nun çalışmasındakine benzerlik göstermektedir., Ayrıca, hava boşluğu daraldıkça bitkilendirilmiş cephe sisteminin soğutma etkisinin arttığı ortaya konulmuştur. Yanı sıra, havalandırılmayan hava boşluklu bitkilendirilmiş cephe sisteminin soğutma etkisi, havalandırılan hava boşluklu sistemdekine göre daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 3.3).

Mazzali ve diğ. (2013), "Csa" ve "Cfa" iklim bölgelerinde gerçekleştirdiği çalışmada, bitkilendirilmiş cephe sisteminin soğutma dönemindeki ısıl performansını saha deneyi ile ortaya koymuştur. Çalışmada, 3 farklı bitkilendirilmiş cephe düzeneği kurulmuştur. "Cfa" iklim bölgesinde, biri Lonigo şehrinde, biri Venedik şehrinde olmak üzere keçe esaslı sisteme ait 2 ayrı düzenek kurulmuştur. "Cfa" iklim bölgesindeki Lonigo şehrinde mevcut bir binanın güneybatı yönündeki cephesi üzerine kurulan keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe katmanları, dıştan içe doğru sırayla, herdemyeşil ve mevsimlik bitkiler, 3 kat keçe örtü, PVC panel, alüminyum taşıyıcı elemanlar, 5 cm hava boşluğu (havalandırılan) , dış sıva, 40 cm beton blok ve iç sıvadan oluşmaktadır. "Cfa" iklim bölgesindeki Venedik şehrinde mevcut bir binanın güneybatı yönündeki cephesi üzerine kurulan keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe katmanları, dıştan içe doğru sırayla, zoysia çimi bitkisi, 1 kat keçe örtü, PVC panel, alüminyum taşıyıcı eleman, 3 cm hava boşluğu (havalandırılmayan), dış sıva, 40 cm delikli tuğla ve iç sıvadan oluşmaktadır. "Csa" iklim bölgesindeki Pisa şehrinde ise, topraklı sisteme ait ısıl performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Doğu yönünde konumlandırılmış topraklı sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, çim ve otsul türlerden oluşan bitkiler, içinde toprak bulunan 5 cm derinliğindeki ve

60x40 cm ölçülerindeki geri dönüştürülmüş polipropilen paneller, alüminyum taşıyıcı elemanlar, 5 cm hava boşluğu (havalandırılan), 30 cm beton bloktur. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl katkısı, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephenin dış yüzey sıcaklıkları ve ısı akışları arasındaki maksimum farklar üzerinden değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, güneybatı yönündeki keçe sistemle (3 kat keçe, 5cm açık hava boşluğu) bitkilendirilmiş duvarın dış yüzey sıcaklıklarında referans cepheye kıyasla maksimum 20°C azalma, güneybatı yönündeki keçe sistemle (1 kat keçe, 3cm kapalı hava boşluğu) bitkilendirilmiş duvarın dış yüzey sıcaklıklarında referans cepheye göre maksimum 16°C azalma ve doğu yönündeki topraklı sistemle bitkilendirilmiş duvarın dış yüzey sıcaklıklarında referans cepheye maksimum 12°C azalma olduğu görülmektedir. 3 kat keçe katmanlı 5cm hava boşluklu keçe sistem için maksimum ısı akışı referans cephedekine göre 70W/m^2 azaltılmaktadır; böylece keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sistemindeki ısı akışının referans cephedekinin %70'i kadar azaltıldığı ortaya konulmuştur. Tek kat keçe katmanlı 3cm hava boşluklu keçe sistem için ise maksimum ısı akışı, referans cephedekine göre 1.5W/m^2 azaltılmaktadır (Çizelge 3.3, Çizelge 3.5).

Olivieri ve diğ. (2017), "Csa" iklim bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada; güney yönündeki, topraklı sistemle bitkilendirilmiş ve farklı ısı yalıtım katmanları bulunan 3 cephenin soğutma dönemindeki ısıl performansını, saha deneyi ve simülasyon programı ile ortaya koymuştur. Bu çalışmanın amacı, bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl katkısının, hangi kalınlıktaki ısı yalıtım katmanından sonra etkisiz hale geleceğidir. Bu çalışmada, referans duvar yoktur; ısı yalıtım katmanları açısından farklılık gösteren 3 farklı bitkilendirilmiş cephe düzeneği bulunmaktadır. 1.düzenek, ısı yalıtımsız bitkilendirilmiş cephe örneğidir; bu düzenekteki katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, sedum bitkisi, içerisinde toprak bulunan ve iç yüzeyleri keçe ile kaplı 60x60x8cm ölçülerindeki metal panelden oluşmaktadır. 2.düzenek, ısı yalıtımlı bitkilendirilmiş cephe örneğidir; bu düzenekteki katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, sedum bitkisi, içerisinde toprak bulunan ve iç yüzeyleri keçe ile kaplı 60x60x8cm ölçülerindeki metal panel ve ısı iletkenlik değeri 0.035W/mK olan 3 cm kalınlığındaki ekstrüde polistren ısı yalıtım elemanından (XPS) oluşmaktadır. 3.düzenek, diğer bir ısı yalıtımlı bitkilendirilmiş cephe örneğidir; bu düzenekteki katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, sedum bitkisi, içerisinde toprak bulunan ve iç yüzeyleri keçe ile kaplı 60x60x8cm ölçülerindeki metal panel ve ısı iletkenlik değeri

0.035W/mK olan 7 cm kalınlığındaki ekstrüde polistren ısı yalıtım elemanından (XPS) oluşmaktadır. Temmuz 2011 ve Temmuz 2012 tarihlerinde gerçekleştirilen saha deneyi ile, dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi, rüzgar hızı, güneş ışınım şiddeti, dış yüzey sıcaklığı/ panel ön yüzey sıcaklığı, panel ve yalıtım arasındaki yüzey sıcaklığı, iç yüzey sıcaklığı / yalıtımın arka yüzey sıcaklığı ve iç ortam sıcaklığı ölçülmüştür. Daha sonra, Energy Plus ve Grasshopper programları kullanılmıştır ve bu programlarda oluşturulan "green wall" modeli yapılan saha deneyi ile doğrulanmıştır. Simülasyon programında, yalıtım kalınlığının 3cm'den 13cm'e kadar değiştiği farklı alternatiflerin ısıl performans sonuçları ortaya konulmuştur. Sonuç olarak; ısı yalıtım katmanının iç yüzey sıcaklık dalgalanmalarını azalttığı ortaya konulmuştur. 1. düzenek için, iç yüzey sıcaklıklarındaki dalgalanmalar dış yüzey sıcaklıklarına göre %37 daha az; 2.düzenek için %52 daha az, 3. düzenek için % 77 daha az çıkmıştır. Ayrıca, her düzenek için dış yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki farklar ortaya konulmuştur. 1. düzenek için, iç ortam sıcaklığı, dış yüzey sıcaklıklığından maksimum 1°C daha fazla, 2. ve 3. düzenek için maksimum 2°C daha fazla çıkmıştır. 2.düzenek ve 3.düzenek için panel yüzey sıcaklığı ile dış yüzey sıcaklığı arasındaki farklar ortaya konulmuştur. Buna göre, 3cm kalınlığındaki ısı yalıtımlı örnek olan 2.düzenekte, panel yüzey sıcaklığı, gün içerisinde, dış yüzey sıcaklığından 2°C daha düşük, 2.düzenekte 3°C-8°C daha düşük çıkmıştır. Gün içerisindeki dış yüzey ve iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklara bakıldığında, yalıtımsız örnek için bu farkın yalıtımlı örnektekilere göre yaklaşık 1°C daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca, 9 cm kalınlığındaki ve daha fazla kalınlıktaki ısı yalıtım elemanı kullanıldığında bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl açıdan herhangi bir etkinliğinin kalmadığı ortaya konulmuştur (Çizelge 3.5).

Perez ve diğ. (2017), "Csa" iklim bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada, farklı yönlenmelerdeki bitkilendirilmiş cephe sisteminin soğutma dönemindeki ısıl performansını saha deneyi ile ortaya koymuştur. Bu çalışmada, referans duvar, dıştan içe doğru sırayla, dış sıva, 30x19x29cm ölçülerindeki tuğla ve iç sıvadan oluşmaktadır. Güney, doğu ve batı yönü bitkilendirilmiş dolaylı sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, boston sarmaşığı (parthenocissus tricuspidata) bitkisi, hafif çelik taşıyıcı elemanlar, 20 cm hava boşluğu, dış sıva, tuğla ve iç sıvadan oluşmaktadır. 2013 ve 2015 yıllarına ait yaz aylarında gerçekleştirilen saha deneyi ile, dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi, rüzgar hızı ve yönü, güneş ışınım

şiddeti, cephenin 15, 30 ve 50cm önündeki dış ortam hava sıcaklığı, dış yüzey sıcaklıkları, iç yüzey sıcaklıkları, iç ortam sıcaklıkları ve elektrik enerjisi tüketimi ölçülmüştür. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl katkısı, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephenin dış yüzey ve iç yüzey sıcaklıkları arasındaki maksimum farklar üzerinden ve soğutma enerji tüketimleri açısından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, dış yüzey sıcaklıklarının azaltılmasında, doğu ve batı ve güney yönündeki sonuçların birbirine yakın olduğu ortaya konulmuştur. 2013 yılında yapılan deneyin sonuçlarına göre; güney yönündeki bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı, referans duvar dış yüzey sıcaklığından 10.1°C daha düşük iken, bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı referans cepheninkine göre 2.5°C daha düşük çıkmıştır. 2015 yılında yapılan deneyde ise, güney yönündeki referans cephenin dış yüzey sıcaklığı saat 15:45'te 46.7°C'ye ulaştığında bitkilendirilmiş duvarın dış yüzey sıcaklığı 30.7°C çıkmıştır. Böylece, dış yüzey sıcaklıklarında 16°C 'lik bir fark varken iç yüzey sıcaklıklarında yaklaşık 2°C'lik bir fark olduğu görülmektedir. Doğu yönündeki referans cephenin dış yüzey sıcaklığı saat 12:15'te 36.4°C iken bitkilendirilmiş duvarın dış yüzey sıcaklığı 21.4°C çıkmıştır. Böylece, dış yüzey sıcaklıklarında 15°C 'lik bir fark varken iç yüzey sıcaklıklarında yaklaşık 2°C'lik bir fark olduğu görülmektedir. Batı yönündeki referans cephenin dış yüzey sıcaklığı saat 19:00'da 43.9°C'ye çıktığında bitkilendirilmiş duvarın dış yüzey sıcaklığı 27.5°C'dir. Böylece, dış yüzey sıcaklıklarında 16.4°C 'lik bir fark varken iç yüzey sıcaklıklarında yaklaşık 2°C'lik bir fark olduğu görülmektedir. Ayrıca, 2015 yılındaki deneyde, güney, doğu ve batı yönlerinde cephenin bitkilendirilmesi ile soğutma yüklerinde %34 azalma olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 3.5).

Coma ve diğ. (2017), "Csa" iklim bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada, farklı yönlenmelerdeki farklı tip bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin soğutma ve ısıtma dönemlerindeki ısıl performansını ortaya koymuştur. Bu çalışma, Perez ve diğ. (2017)'nin yaptığı çalışmanın devamı niteliğindedir. Coma ve diğ. (2017)'ne ait bu çalışmada, ek olarak, ısıtma döneminde de ölçümler gerçekleştirilmiştir ve dolayısıyla bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin hem ısıtma hem soğutma dönemindeki performansları ortaya konulmuştur. Ayrıca, bu çalışmada, Perez ve diğ. (2017)'nin oluşturduğu 2 test kabinine ek olarak, güney, doğu ve batı yönleri topraksız sistemle bitkilendirmiş bir test kabini daha bulunmaktadır. Referans sistem ve dolaylı sistem katmanları, Perez ve diğ. (2017)'ne ait çalışmanın açıklandığı bir

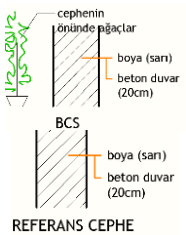
önceki paragrafta bahsedildiği gibidir. Topraksız sisteme ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, biberiye (rosmarinus officinalis) ve ölmez çiçek (helichrysum thianschanicum) bitkileri, 3 mm kalınlığındaki ve 60x40x8cm ölçülerindeki geri dönüştürülmüş polietilen saksılar/paneller, her bir panelin içerisinde yer alan ve hindistan cevizi liflerinden oluşan büyüme ortamı, paslanmaz çelik taşıyıcı elemanlar, dış sıva, 30x19x29cm ölçülerindeki tuğla ve iç sıvadan oluşmaktadır. 2014 - 2015 yılları arasında gerçekleştirilen saha deneyi ile, dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi, rüzgar hızı ve yönü, güneş ışınım şiddeti, cephenin 15, 30 ve 50cm önündeki dış ortam hava sıcaklığı, dış yüzey sıcaklıkları, iç yüzey sıcaklıkları, iç ortam sıcaklıkları ve elektrik enerjisi tüketimi ölçülmüştür. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl katkısı, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephenin dış yüzey sıcaklıkları arasındaki maksimum farklar üzerinden, ayrıca, soğutma ve ısıtma enerji tüketimleri açısından değerlendirilmiştir. İç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları üzerinden herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır. Isıl performans ile ilgili değerlendirmeler, topraksız ve dolaylı sisteme ait verilerin referans cepheye ait verilerle ayrı ayrı karşılaştırılması ile yapılmıştır. Sonuç olarak, ısıtma ve soğutma enerjisi tüketiminin azaltılmasında, en etkin sistemin topraksız sistem olduğu ortaya konulmuştur. Topraksız sistemdeki soğutma enerjisi tüketimi, referans cephedekine kıyasla %58,9 oranında azalmıştır. Dolaylı sistemdeki soğutma enerjisi tüketimi ise, referans cephedekine kıyasla %33.8 oranında azalmıştır. Topraksız sistemdeki duvar dış yüzey sıcaklıkları, soğutma döneminde, referans cepheye kıyasla, güney, doğu ve batı yönleri için, sırayla, maksimum 21.5°C, 17°C ve 20.1°C azalmıştır. Dolaylı sistemdeki duvar dış yüzey sıcaklıkları, soğutma döneminde, referans cepheye kıyasla, güney, doğu ve batı yönleri için, sırayla, maksimum 10.7°C, 13.8°C ve 13.9°C azalmıştır. Isıtma dönemi sonuçlarına bakıldığında her iki bitkilendirilmiş cephenin ısıl performansının birbirine ve referans cepheninkine yakın olduğu görülmüştür. Ancak, topraksız sistemdeki ısıtma enerjisi tüketiminin referans cephedekine kıyasla, %4.2 oranında azaltıldığı görülmektedir. Ayrıca, topraksız sistemdeki duvar dış yüzey sıcaklıkları, ısıtma döneminde, referans cepheye kıyasla, güney, doğu ve batı yönleri için, sırayla, maksimum 16.5°C, 4.5°C ve 6.5°C azalmıştır. Aslında, güney, doğu ve batı yönlerinde cephenin bitki ve sisteme ait diğer katmanlar ile gölgelendirilmesi, kışın ısıtma performansı için istenmeyen bir durumdur. Buna rağmen, topraksız sistemin ısıtma dönemindeki ısıl performansı, kışın yapraklarını döken ve güneş ışınımından ısı kazancı elde edebilen dolaylı

sistemin kış dönemindeki ısıl performansına kıyasla az bir farkla daha olumlu çıkmıştır. Bu durumun, topraksız sistemdeki hindistan cevizi lifleri ile dolu polietilen panellerin sağladığı yalıtım etkisinden ve gece saatlerinde ışınım yoluyla kaybedilen enerjinin referans ve dolaylı sisteme göre daha az olmasından kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Çizelge 3.5).

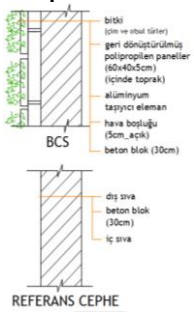
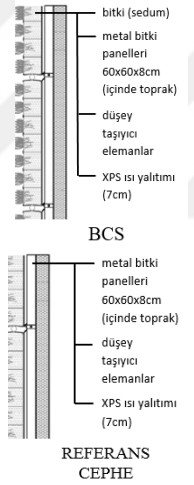
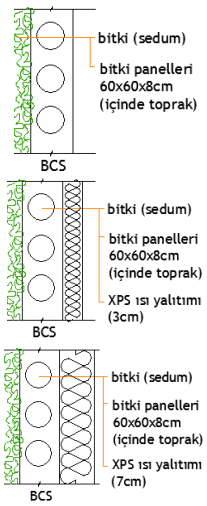
Vox ve diğ. (2018), "Csa" iklim bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada; güney yönündeki, dolaylı sistemle bitkilendirilmiş ve farklı sarmaşık türlerinden (pandora yasemini ve arap yasemini) oluşan 2 ayrı cephenin ve referans cephenin soğutma ve ısıtma dönemindeki ısıl performansını saha deneyi ile ortaya koymuştur. Bu çalışmanın amacı, bitkilendirilmiş cephe sisteminin uzun dönemdeki ısıl katkısının belirlenmesidir. Bu çalışmada, 3 ayrı test kabini oluşturulmuştur; referans duvar ve farklı bitki türlerinden oluşan 2 bitkilendirilmiş cephe düzeneği olmak üzere toplam 3 düzenek bulunmaktadır. Referans duvar ve bitkilendirilmiş duvar katmanlarında ısı yalıtım katmanı bulunmamaktadır. Ancak her bir kabindeki, ölçüm yapılmayan diğer 3 cephede ve çatıda ısı yalıtımı bulunmaktadır; bunun nedeni bu yüzeylerden meydana gelecek ısı kayıp ve kazançlarının azaltılmasıdır. Referans cepheye ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, 2 cm kalınlığında dış sıva ve 20 cm kalınlığında delikli tuğladır. 1. bitkilendirilmiş cephe sistemine ait katmanlar, dıştan içe doğru sırayla, pandora yasemini sarmaşık bitkisi (pandorea jasminoides), demir taşıyıcı elemanlar, 15 cm hava boşluğu, 2 cm dış sıva ve 20 cm delikli tuğladan oluşmaktadır. 2. bitkilendirilmiş cephe sistemine ait katmanlar ise, dıştan içe doğru, arap yasemini sarmaşık bitkisi (rhyncospermum jasminoides), demir taşıyıcı elemanlar, 15 cm hava boşluğu, 2 cm dış sıva ve 20 cm delikli tuğladan oluşmaktadır. Haziran 2014 – Aralık 2016 tarihleri arasında gerçekleştirilen saha deneyi ile, dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi, rüzgar hızı, güneş ışınım şiddeti, dış yüzey sıcaklıkları ölçülmüştür. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl katkısı, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephenin dış yüzey sıcaklıkları arasındaki maksimum farklar üzerinden değerlendirilmiştir. Bitkilendirilmiş cephe sistemi, yaz döneminde, dış yüzey sıcaklıklarının azaltılmasında oldukça etkin çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklığı, referans cepheye kıyasla, yaz döneminde, gündüz saatlerinde, maksimum 9°C daha azdır ve bu fark 31 Ağustos 2015 tarihinde saat 13:00'de ortaya çıkmıştır. Yaz dönemindeki gece saatlerinde ise tam tersi bir durum söz konusudur. Gece saatlerinde bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları

referans cepheye kıyasla maksimum 2°C daha fazla çıkmıştır. Yaz döneminde gündüz saalerindeki farklar soğutma tüketimlerinin azaltılmasında oldukça olumludur. Gece saatlerindeki farklar açısından bakıldığında bitkilendirilmiş cephenin daha olumsuz bir durum gösterdiği söylenebilir; ancak toplam soğutma enerjisi tüketimi açısından bakıldığında bitkilendirilmiş cephenin daha olumlu olduğu açıktır. Ayrıca, kış dönemi sonuçları, minimum dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar açısından değerlendirilmiştir. Gece saatlerinde, bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının referans cepheye kıyasla maksimum 3.5°C daha fazla olduğu görülmüştür. Gece saatlerinde, ayrıca, güneşin doğduğu saattten sabahın erken saatlerine kadar olan dönemde, bitkilendirilmiş cephe sisteminin mevcut duvarın kış dönemindeki ısıl performansını iyileştirdiği görülmektedir. Tüm dönemler için, pandora sarmaşığı ve arap sarmaşığı ile oluşturulan 2 farklı bitkilendirilmiş cephe sistemine ait dış yüzey sıcaklığı sonuçları arasında önemli bir fark çıkmamıştır (Çizelge 3.5).

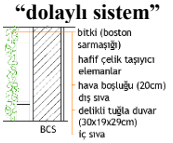
Çizelge 3.5 : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Csa" alt grubundaki çalışmalar (Akbari ve diğ., 1997; Papadakis ve diğ., 2001; Alexandri ve diğ., 2008).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖN LEN ME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRE LER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} - HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]	
"Csa" kışı ılık, yazı çok sıcak ve kuru iklim	**Csa** Kaliforniya, Amerika	Akbari ve diğ., 1997	**Güney batı**	**"ağaçlı sistem"** referans duvar beyaz renkli sıva ile kaplı, mevcut duvar gövdesi belirtilmemiş	**Saha Deneyi + Simülasyon** Soğutma dönemi (bitk.cep: Eylül-Ekim ref.cep: Haziran-Ağustos)	• Dış ortam sıc. ve nemi, rüzgar hızı ve yönü • Güneş ışınımı • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • İç ortam sıc. ve nemi • Çatı ve tavan yüzey sıcaklıkları • Soğutma enerjisi yükü	**Dış yüzey sıc. farkı**	maks. **12°C** azalma
							Rüzgar hızı farkı	**%13** azalma
							Soğutma enerjisi tüketimi farkı	ort. **3.6-4.8kWh** (günlük fark)
							Soğutma enerjisi yükü	**%30** azalma
			Güney	**"ağaçlı sistem"** referans duvar: beyaz renkli sıva ile kaplı, mevcut duvar gövdesi belirtilmemiş	**Saha Deneyi + Simülasyon** Soğutma dönemi (bitk.cep: Ağustos ref.cep: Haziran-Ağustos		**Dış yüzey sıc. farkı**	maks. **15°C** azalma
							Rüzgar hızı farkı	**%13** azalma
							Soğutma enerjisi tüketimi farkı	ort. **3.6-4.8kWh** (günlük fark)
							Soğutma enerjisi yükü	**%30** azalma
			Batı	**"ağaçlı sistem"** referans duvar: beyaz renkli sıva ile kaplı, mevcut duvar gövdesi belirtilmemiş			**Dış yüzey sıc. farkı**	maks. **25°C** azalma
							Rüzgar hızı farkı	**%13** azalma
							Soğutma enerjisi tüketimi farkı	ort. **3.6-4.8kWh**
							Soğutma enerjisi yükü	**%30** azalma
	Csa Atina, Yunanistan	Papadakis vd., 2001	**Güney doğu**	**"ağaçlı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Ağustos)	• Dış ortam sıc. ve nemi, rüzgar hızı • Güneş ışınımı • **Dış yüzey sıcaklıkları** • Duvardaki pozitif ve negatif ısı akışı	**Dış yüzey sıc. farkı**	maks. **10.5°C** azalma
							Isı akışı farkı	bitk cephedeki ısı akışı, referans cephedekinin **1/3**'ü kadardır
	Csa Atina, Yunanistan	Alexandri vd., 2008	**Güney**	BCS tipi ve türü: belirtilmemiş Referans duvar: beton	**Matematik sel model, Simülasyon** Soğutma dönemi (Temmuz)	• Dış ortam sıc., nemi ve rüzgar hızı • Güneş ışınım şiddeti • **Dış yüzey sıc.** • Soğutma yüklerindeki azalma	**Dış yüzey sıc. farkı**	maks. **15°C** azalma
							Dış ortam sıc. farkı	maks. **4.5°C** azalma
							Soğutma enerjisi yükü	**%43** azalma

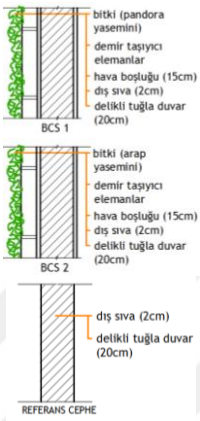
Çizelge 3.5 (devam) : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Csa" alt grubundaki çalışmalar (Mazzali ve diğ., 2013; Olivieri ve diğ., 2014; Olivieri ve diğ., 2017).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖN LEN ME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRE LER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} - T_{BCS} ve HF_{REF} -HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]	
"Csa" kışı ılık, yazı çok sıcak ve kuru iklim (ılımlı-nemli ilklim)	**Csa** Pisa, İtalya	Mazzali vd., 2013	**Doğu**	**"topraklı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (Eylül-Ekim)	• Toprak ön yüzey sıc. • Polipropilen panel ön ve arka yüz sıc. • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • İç ortam sıc.	**Dış yüzey sıc. farkı**	maks. **12°C** azalma (gündüz) **3°C** azalma (gece)
	Csa Madrid, İspanya	Olivieri vd., 2014	**Güney**	**"topraklı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi	• Dış ortam sıc., nemi ve rüzgar hızı • Panel yüzey sıc. • Yalıtımın ön (dış taraftaki) ve arka (iç taraftaki) yüzey sıc. • İç ortam sıc. • Duvardaki ısı akışı	**Dış yüzey sıc. farkı** **İç yüzey sıc. farkı** **İç ortam sıc. farkı** **Isı akışı farkı**	ort. **25.1°C** azalma maks. **6.4°C** azalma ort. **4.2°C** (gündüz) ort. **4.2°C** (gece) BCS'ndeki pozitif ısı akışı, referans cephedekinin yaklaşık **%7'si** kadardır
	Csa Madrid, İspanya	Olivieri, vd., 2017	**Güney**	**"topraklı sistem"** 	**Saha Deneyi + Simülasyon** Soğutma dönemi (Temmuz 2011, Temmuz 2012)	• Dış ortam hava sıc. ve bağıl nemi, rüzgar hızı • Güneş ışınım şiddeti • **Dış yüzey sıc.**/ Panel ön yüzey sıc. • Panel arka yüz. sıc./ Panel ve yalıtım arasındaki yüzey sıc. • İç yüzey sıc. / Yalıtımın arka yüzey sıc. • İç ortam sıc.	**Sıcaklık dalgalanmaları arasındaki fark** **İç ortam sıc.- Dış yüz sıc. farkı** **Dış yüz sıc.- Panel yüz sıc. farkı**	1.düzenek için:**%37** 2.düzenek için:**%52** 3.düzenek için:**%77** 1.düzenek için maks. **1°C** 2.düzenek için maks. **2°C** 3.düzenek için maks. **2°C** 2.düzenek için maks. **2°C** 3.düzenek için maks. **3-8°C**

Çizelge 3.5 (devam) : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Csa" alt grubundaki çalışmalar (Perez ve diğ., 2017; Coma ve diğ., 2017).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖNLENME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRELER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} - T_{BCS} ve HF_{REF} -HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]
"Csa" kışı ılık, yazı çok sıcak ve kuru iklim (ılımlı-nemli iklim)	**Csa** Lleida, İspanya	Perez vd., 2017	**Güney Doğu Batı**	**"dolaylı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma dönemi (2013 ve 2015 yıllarına ait)	• Dış ortam sıc. ve nemi, rüzgar hızı ve yönü • Güneş ışınım şiddeti • Cephelerin 15, 30 ve 50cm önündeki dış ortam hava sıc. • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • İç ortam sıc. ve nemi • Elektrik enerjisi yükü	**<u>Güney yönü için:</u>** **Dış yüzey sıc. farkı** (2013'teki deney) maks. **10.1°C** azalma **İç yüzey sıc. farkı** (2013'teki deney) maks. **2.5°C** azalma **Dış yüzey sıc. farkı** (2015'teki deney) maks. **16°C** azalma **İç yüzey sıc. farkı** (2015'teki deney) yakl. **2°C** azalma **<u>Doğu yönü için:</u>** **Dış yüzey sıc. farkı** (2015'teki deney) maks. **15°C** azalma **İç yüzey sıc. farkı** (2015'teki deney) yakl. **2°C** azalma **<u>Batı yönü için:</u>** **Dış yüzey sıc. farkı** (2015'teki deney) maks. **16.4°C** azalma **İç yüzey sıc. farkı** (2015'teki deney) yakl. **2°C** azalma
	Csa Lleida, İspanya	Coma vd., 2017	**Güney Doğu Batı**	**"dolaylı sistem"**  **"topraksız sistem"**  	**Saha Deneyi** Soğutma ve Isıtma dönemi (2014- 2015)	• Dış ortam sıc. ve nemi, rüzgar hızı ve yönü • Güneş ışınım şiddeti • Cephelerin 15, 30 ve 50cm önündeki dış ortam hava sıc. • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • İç ortam sıc. ve nemi • Elektrik enerjisi yükü	**"<u>Topraksız sistem</u>" için:** **<u>Isıtma dönemi sonuçları:</u>** **Dış yüzey sıc. farkı** maks. **16.5°C** (güney yönü için) maks. **4.5°C** (doğu yönü için) maks. **6.5°C** (batı yönü için) **Isıtma ene. yükü** **%4.2** azalma **<u>Soğutma dönemi sonuçları:</u>** **Dış yüzey sıc. farkı** maks. **21.5°C** (güney yönü için) maks. **17°C** (doğu yönü için) maks. **20.1°C** (batı yönü için) **Soğ. ene. yükü** **%58.9** azalma **"<u>Dolaylı sistem</u>" için:** **<u>Isıtma dönemi sonuçları:</u>** **Dış yüzey sıc. farkı** **farklar önemsiz** **Isıtma ene. yükü** **farklar önemsiz** **<u>Soğutma dönemi sonuçları:</u>** **Dış yüzey sıc. farkı** maks. **10.7°C** (güney yönü için) maks. **13.8°C** (doğu yönü için) maks. **13.9°C** (batı yönü için) **Soğ. ene. yükü** **%33.8** azalma

Çizelge 3.5 (devam) : Ilımlı-Sıcak iklim bölgesinin "Csa" alt grubundaki çalışmalar (Vox ve diğ., 2018).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖN LEN ME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLA NAN PARAMET RELER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} - HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]
"Csa" kışı ılık, yazı çok sıcak ve kuru iklim (ılımlı-nemli ilklim)	**Csa** Bari, İtalya	Vox vd., 2018	**Güney**	**"dolaylı sistem"** 	**Saha Deneyi** Soğutma ve Isıtma Dönemi (Haziran 2014- Aralık 2016)	• Dış ortam sıc. ve nemi, rüzgar hızı • Güneş ışınım şiddeti • **Dış yüzey sıc.** • LAI (yaprak alan indeksi)	**Yaz dönemi için:** **Dış yüzey sıc. farkı** (gündüz saatlerinde BCS<RCS) maks. **9°C** azalma **Dış yüzey sıc. farkı** (gece saatlerinde BCS>RCS) maks. **2°C** artış **Kış dönemi için:** **Dış yüzey sıc. farkı** (gece saatlerinde BCS>RCS) maks. **3.5°C** artış

"C" iklim bölgesindeki çalışmalarda ele alınan bitkilendirilmiş cephe sistem tipine bakıldığında, genellikle doğrudan sistem ve topraklı sistemlerin incelendiği görülmektedir. 9 doğrudan sisteme, 8 topraklı sisteme ait ısıl performans sonuçları ortaya konulmuştur. Dolaylı sistemler ve ağaçlı sistemlere ait çalışmalar da çoğunluktadır. 5 dolaylı sisteme, 4 ağaçlı sisteme ait ısıl performans sonuçları ortaya konulmuştur. Bu iklim bölgesinde, topraksız sistemlerle ilgili yapılan çalışmaların oldukça az sayıda olduğu görülmektedir. Topraksız_ taş yünü esaslı sisteme ve topraksız_ diğer (büyüme ortamı hindistan cevizi lifleri ile oluşturulmuş) sisteme ait 1'er çalışma bulunmaktadır. Topraksız_ keçe esaslı sisteme ait sadece "Cfa" alt iklim bölgesinde ve soğutma döneminde gerçekleştirilmiş bir çalışma vardır. "Csa" alt iklim bölgesinde keçe esaslı sisteme ait herhangi bir çalışma olmadığı görülmektedir. Ayrıca "C" iklim grubunda keçe esaslı sistemin ısıtma dönemindeki performansının ortaya konulduğu bir çalışma olmadığı da saptanmıştır. Ilımlı-sıcak iklim bölgesindeki çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, soğutma dönemi için, referans cephe ile bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları arasındaki en yüksek farkların 1.7°C-25.1°C, iç yüzey sıcaklıkları arasındaki en yüksek farkların 0.65°C-7.7°C, iç

ortam sıcaklıkları arasındaki en yüksek farkların ise 0.25°C-4.2°C arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca, bitkilendirilmiş cephe sisteminin kullanımı ile soğutmadan kaynaklanan enerji tüketiminin %4.6-%66 azaltıldığı görülmektedir. Isıtma dönemde ise bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin duvar dış yüzey sıcaklıklarını bazı durumlarda arttırdığı bazı durumlarda ise azalttığı görülmektedir. Bu durum, ısıtma döneminde gelen güneş ışınımı şiddetine, gündüz veya gece olma durumuna göre, bitkilendirilmiş ve referans cephenin bulunduğu yöne göre değişiklik göstermektedir.

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin dış yüzey sıcaklıklarının ısıtma döneminde referans cepheye kıyasla daha yüksek olduğunu ortaya koyan çalışmalardaki sonuçlara göre, bitkilendirilmiş cephe sistemi dış yüzey sıcaklıkları referans cepheninkinden 0.6°C-3.9°C daha fazla çıkmıştır. Isıtma dönemindeki diğer çalışmalarda ise, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin dış yüzey sıcaklıkları referans cepheye göre daha 4.5°C-16.5°C az çıkmıştır. Ayrıca, ısıtma döneminde dış ortam hava sıcaklığının ve güneş ışınımı şiddetinin çok düşük ve rüzgar hızının çok fazla olduğu günlerde ısıtma enerjisi tüketiminin %40-50'ye kadar azaltıldığı ortaya konulmuştur (Çizelge 3.3, Çizelge 3.4, Çizelge 3.5).

3.2.4 Karasal (soğuk) iklim bölgesindeki çalışmalar

Karasal (soğuk) iklim bölgeleri, kış mevsiminin şiddetli olduğu, en soğuk ayın ortalama sıcaklığının -3°C'nin altında, en sıcak ayın ortalama sıcaklığının 10°C'nin üzerinde olduğu iklim bölgeleridir. Bu bölgeler, Köppen iklim sınıflandırmasına göre "D" grubu olarak adlandırılır. "D" grubu iklim bölgeleri, "Dwa", "Dwb", "Dwc", "Dwd", "Dsa", "Dsb", "Dsc", "Dsd", "Dfa", "Dfb", "Dfc" ve "Dfd" olmak üzere alt gruplara ayrılır (Koppen-Geiger system of climate classification). Kaynak taramasına göre, bu alt iklim gruplarından "Dwa", "Dfa" ve "Dfb" iklim bölgelerinde, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının ortaya konulduğu çalışmaların olduğu görülmektedir (Di ve Wang, 1999; Alexandri ve diğ., 2008; Susorova ve diğ., 2013; Susorova ve diğ., 2014). "Dwa" grubu, kışı şiddetli ve kurak, yazı uzun ve sıcak iklimi, "Dfa" grubu, kışı şiddetli, yazı uzun ve sıcak, her mevsim yağışlı iklimi ve "Dfb" grubu, kışı şiddetli, yazı kısa ve sıcak, her mevsim yağışlı iklimi temsil etmektedir (Bölük, 2016; Öztürk, 2017; İklim sınıflandırmaları; Koppen-Geiger system of climate classification). Karasal iklim bölgesinde bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansını sayısal ve/veya deneysel

yöntemlerle ortaya koyan 4 çalışmadan 1'inde simülasyon yöntemi, 3'ünde ise deneysel ve simülasyon yöntemleri birlikte kullanılmıştır (Di ve Wang, 1999; Alexandri vd., 2008; Susorova ve diğ., 2013; Susorova ve diğ., 2014). Söz konusu çalışmalardan, 3'ünde doğrudan sistemin ısıl performansı incelenmiştir; 1'inde ise kullanılan sistem tipi belirtilmemiştir. Ayrıca, çalışmaların tümünün soğutma dönemine ait olduğu görülmektedir (Çizelge 3.6).

Di ve Wang (1999), soğutma döneminde, batı yönündeki, doğrudan sistemle bitkilendirilmiş cephe ve tuğla duvardan oluşan referans cepheye ilişkin ısıl performans ölçümleri gerçekleştirmiştir. Ayrıca, bazı değerlerin hesaplanması amacıyla matematiksel bir model kullamıştır. Haziran ve Temmuz aylarında, dış ortam hava sıcaklığı ve rüzgar hızı, güneş ışınım şiddeti, yaprak yüzey sıcaklığı, bitkilendirilmiş ve referans duvar dış yüzey sıcaklığı, iç ortam sıcaklığı ve her iki duvardaki ısı akışı gibi parametreler ölçülmüştür. Ayrıca, yaprak katmanındaki ve bitkilendirilmiş ve referans duvardaki enerji transferleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak, gündüz saatlerinde, referans cepheye kıyasla, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarında maksimum 16°C azalma olduğu görülmektedir. Ayrıca, bitkilendirilmiş cephedeki ortalama ısı akışının, gün içerisinde, referans cephedekinin yarısı olduğu ve bitkilendirilmiş odada, referans odaya kıyasla, %28 oranında soğutma enerjisi tasarrufu elde edildiği ortaya konulmuştur. Ayrıca, cepheye gelen 186 W/m^2 iken, yaprak katmanından geçen miktarın 28 W/m^2 ve iç ortama ulaşan miktarın 20 W/m^2 olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 3.6).

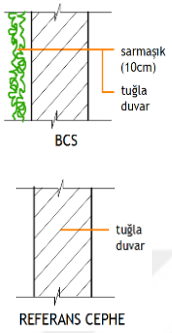
Alexandri ve diğ. (2008), farklı iklim bölgeleri için, bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl performansının ortaya konulması amacıyla matematiksel bir model kullandığı çalışmada; Dwa iklim bölgesindeki Pekin, Çin örneği için, güney yönündeki bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarında, referans cepheye kıyasla maksimum 14.5°C azalma olduğunu, ayrıca, bitkilendirilmiş cephe sisteminin kullanımı ile soğutmadan kaynaklanan enerji tüketiminin %37 azaltıldığı ortaya koymuştur. Dfb iklim bölgesindeki Montreal, Kanada örneği için, güney yönündeki bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarında, referans cepheye kıyasla maksimum 12°C azalma olduğunu, ayrıca, bitkilendirilmiş cephe sisteminin kullanımı ile soğutmadan kaynaklanan enerji tüketiminin %52 azaltıldığı belirtilmiştir. Dfb iklim bölgesindeki diğer bir örnek olan Moskova, Rusya örneği

için, güney yönündeki bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarında, referans cepheye kıyasla maksimum 9.8℃ azalma olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 3.6).

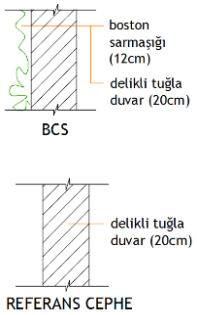
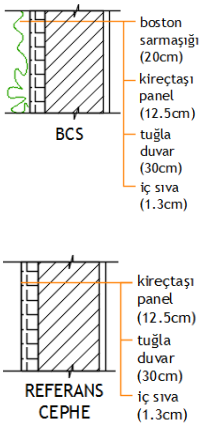
Susorova ve diğ. (2013), güney yönündeki doğrudan sistemle bitkilendirilmiş cephe ve tuğla duvardan oluşan referans cephenin soğutma dönemindeki ısıl performansını ortaya koymak amacıyla matematiksel bir model geliştirmiştir. Ayrıca, 29 Ağustos-01 Eylül tarihleri arasında gerçekleştirilen saha deneyi ile matematiksel modele ait sonuçların doğrulaması yapılmıştır. Sonuç olarak, gündüz saatlerinde, referans cepheye kıyasla, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarında maksimum 7.9°C, iç yüzey sıcaklıklarında 2°C azalma olduğu görülmektedir. Ayrıca, referans ve bitkilendirilmiş cephedeki sıcaklık dalgalanmalarına (dış ve iç yüzey arasındaki sıcaklık farklarına) bakıldığında; referans cephedeki sıcaklık dalgalanmasının bitkilendirilmiş cepheye kıyasla maksimum 6.2°C daha fazla olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca, bitkilendirilmiş cephenin 5 cm önündeki yani bitki katmanı içerisindeki hava sıcaklık değerinin, referans cephenin önündeki hava sıcaklık değerinden 4°C daha düşük çıktığı görülmektedir (Çizelge 3.6).

Susorova ve diğ. (2014), kuzey, güney, doğu ve batı yönlerindeki, doğrudan sistemle bitkilendirilmiş cephe ve kireçtaşı paneli ve tuğla duvardan oluşan referans cephenin soğutma dönemindeki ısıl performansını ortaya koymak amacıyla saha deneyi yapmış ve matematiksel bir model kullanmıştır. 09-18 Temmuz tarihleri arasında gerçekleştirilen saha deneyi ile, dış ortam sıcaklıkları ve bağıl nemi, rüzgar hızı değerleri, referans ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları ölçülmüştür. Daha sonra, ölçüm sonuçlarındaki bazı değerlerden yararlanarak, matematiksel bir formül ile bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe için ısı akış değerleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak; referans cepheye kıyasla, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarında, kuzey yönü için maksimum 2.2°C, güney yönü için maksimum 0.9°C, doğu yönü için maksimum 12.6°C, batı yönü için maksimum 5.8°C azalma olduğu görülmektedir. Ayrıca, bitkilendirilmiş cephedeki ısı akışının referans cephedekine kıyasla, kuzey yönündeki duvar için %14, güney yönündeki duvar için %1, doğu yönündeki duvar için %16, batı yönündeki duvar için %11 daha az olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6 : Karasal İklim Bölgesindeki (D Grubu) Çalışmalar (Di ve Wang, 1999; Alexandri vd., 2008; Susorova ve diğ., 2013; Susorova ve diğ., 2014).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖN LEN ME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRE LER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} - HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]
"**Dwa**" kışı şiddetli ve kurak, yazı uzun ve sıcak iklim	**Dwa** Pekin, Çin	Di, vd., 1999	**Batı**	**"doğrudan sistem"** 	**Saha Deneyi + Matematik sel Model** Soğutma dönemi (Haziran-Temmuz)	• Dış ortam hava sıc. ve rüzgar hızı • Güneş ışınım şiddeti • Yaprak yüz. sıc. • **Dış yüzey sıc.** • İç ortam sıc. • Isı akışı • Yapraktaki, bitk.ve referans cephedeki enerji transferleri	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **16°C** azalma **Isı akışı farkı** maks. **3.22W/m²** azalma **%50** azalma **Soğutma enerjisi yükü** **%28** azalma
	Dwa Pekin, Çin	Alexandri vd., 2008	**Güney**	BCS tipi ve türü: belirtilmemiş Referans duvar: beton	**Matematik sel model, Simülasyon** Soğutma dönemi (Haziran)	• Dış ortam sıc., nemi ve rüzgar hızı • Güneş ışınım şiddeti • **Dış yüzey sıc.** • Soğutma yüklerindeki azalma	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **14.5°C** azalma **Dış ortam sıc. farkı** maks. **4.3°C** azalma **Soğutma enerjisi yükü** **%37** azalma
"**Dfb**" kışı şiddetli, yazı kısa ve sıcak, her mevsim yağışlı iklim	**Dfb** Montreal, Kanada	Alexandri vd., 2008	**Güney**	BCS tipi ve türü: belirtilmemiş Referans duvar: beton	**Matematik sel model, Simülasyon** Soğutma dönemi (Temmuz)	• Dış ortam sıc., nemi ve rüzgar hızı • Güneş ışınım şiddeti • **Dış yüzey sıc.** • Soğutma yüklerindeki azalma	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **12°C** azalma **Dış ortam sıc. farkı** maks. **3.2°C** azalma **Soğutma enerjisi yükü** **%52** azalma
	Dfb Moskova, Rusya	Alexandri vd., 2008	**Güney**	BCS tipi ve türü: belirtilmemiş Referans duvar: beton	**Matematik sel model, Simülasyon** Soğutma dönemi (Temmuz)	• Dış ortam sıc., nemi ve rüzgar hızı • Güneş ışınım şiddeti • **Dış yüzey sıc.** • Soğutma yüklerindeki azalma	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **9.8°C** azalma ort. **5.6°C** azalma **Dış ortam sıc. farkı** maks. **2.6°C** azalma

Çizelge 3.6 (devam) : Karasal İklim Bölgesindeki (D Grubu) Çalışmalar (Di ve Wang, 1999; Alexandri vd., 2008; Susorova ve diğ., 2013; Susorova ve diğ., 2014).

İKLİM SINIFI/ YER		YAZAR, YIL	YÖNLENME	BCS TİPİ/ KATMANLAŞMA MODELİ	YÖNTEM DENEY ZAMANI-SÜRESİ	ÖLÇÜLEN ve HESAPLANAN PARAMETRELER	SONUÇLAR [bitkilendirilmiş cephe ile referans cephe arasındaki yüzey ve ortam sıcaklıkları ve ısı akışı farkları (T_{REF} -T_{BCS} ve HF_{REF} - HF_{BCS}) ve enerji tüketimine ilişkin farklar vd. sonuçlar]
"**Dfa**" kışı şiddetli, yazı uzun ve sıcak, her mevsim yağışlı iklim	**Dfa** Şikago, Amerika	Susorova vd., 2013	**Güney**	**"doğrudan sistem"**  	**Saha Deneyi + Matematiksel Model** Soğutma dönemi (Ağustos-Eylül)	• Dış ortam sıc. ve bağıl nem, rüzgar hızı • Güneş ışı. şid. • Yaprak yüz. sıc. • Bitki katmanı içindeki hava sıc. • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc.	**Dış yüzey sıc. farkı** maks. **7.9°C** ort. **0.4-1.6°C** **İç yüzey sıc. farkı** maks. **2°C** ort. **0.8-1.5°C** **Dış ortam sıc. farkı** maks. **4°C** **Sıcaklık dalgalanmaları arasındaki fark** maks. **6.2°C**
	Dfa Şikago, Amerika	Susorova vd., 2014	**Kuzey Güney Doğu Batı**	**"doğrudan sistem"**  	**Saha Deneyi + Matematiksel Model** Soğutma dönemi (Temmuz)	• Cephenin 5cm önündeki dış ort. sıc., nemi ve 15cm önündeki rüzgar hızı • Güneş ışı. şid. • **Dış yüzey sıc.** • İç yüzey sıc. • İç ortam sıc. ve bağıl nemi • Isı akışı	**<u>Kuzey</u> yönü için sonuçlar:** **Dış yüzey sıc. farkı** maks. **2.2°C** **Dış ortam sıc. farkı** maks. **8.6°C** **Isı akışı farkı** **%14** azalma **Rüzgar hızı farkı** - **<u>Güney</u> yönü için sonuçlar:** **Dış yüzey sıc. farkı** maks. **0.9°C** **Dış ortam sıc. farkı** maks. **8.6°C** **Isı akışı farkı** **%1** **Rüzgar hızı farkı** **%18** azalma **<u>Doğu</u> yönü için sonuçlar:** **Dış yüzey sıc. farkı** maks. **12.6°C** **Dış ortam sıc. farkı** maks. **14.1°C** **Isı akışı farkı** **%16** azalma **Rüzgar hızı farkı** **%42-43** azalma **<u>Batı</u> yönü için sonuçlar:** **Dış yüzey sıc. farkı** maks. **5.8°C** **Dış ortam sıc. farkı** maks. **16.6°C** **Isı akışı farkı** **%11** azalma **Rüzgar hızı farkı** **%42-43** azalma

Karasal iklim bölgesindeki çalışmalarda, genellikle referans ve bitkilendirilmiş cepheye ilişkin dış yüzey sıcaklığı, belirli mesafedeki dış ortam sıcaklığı, ısı akışı ve enerji tüketimi farkları ortaya konulmuştur. Karasal iklim bölgelerinde gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarına bakıldığında; bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin, referans cepheye göre, duvar dış yüzey sıcaklıklarını 0.9°C-16°C, soğutmadan kaynaklanan enerji tüketimini %28-%52 azalttığı görülmektedir (Yüksel ve Türkeri, 2016c).

3.2.5 Bitkilendirilmiş cephe sistemi ısıl performansının incelendiği çalışmaların değerlendirilmesi

Kaynak araştırması sonucunda, A, B, C ve D iklim bölgelerinde, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının ölçüldüğü ve değerlendirildiği çeşitli deneysel ve sayısal çalışmalar olduğu görülmüştür. Buna göre,

- "A" iklim bölgesinde yapılan 5 çalışmanın 3'ü "Aw" alt iklim bölgesinde, 2'si "Af" alt iklim bölgesinde yapılmıştır.
- "B" iklim bölgesinde yapılan 2 çalışmanın tümü "Bwh" alt iklim bölgesinde yapılmıştır.
- "C" iklim bölgesindeki 21 çalışmanın 8'i "Csa" alt iklim bölgesinde, 6'sı "Cfa" bölgesinde, 4'ü "Cfb" alt iklim bölgesinde, 2'si "Cwa" alt iklim bölgesinde, 1'i de "Csa", "Cwa", "Cfa" ve "Cfb" iklim bölgelerinin tümünde yapılmıştır.
- "D" iklim bölgesindeki 4 çalışmanın 2'si "Dfa" alt iklim bölgesinde, 1'i "Dwa" alt iklim bölgesinde, 1'i de "Dfa", "Dwa" ve "Dfb" iklim bölgelerinin tümünde yapılmıştır.
- "Ağaçlı sistemler"e ait çalışmaların tümü "Csa" alt iklim bölgesinde ve soğutma döneminde yapılmıştır.
- "Doğrudan sistemler"e ait çalışmaların 5'i "Cfa" alt iklim bölgesinde, 2'si (4 farklı bölgede) "Cfb" alt iklim bölgesinde, 2'si "Dfa", 1'i de "Dwa" alt iklim bölgesinde yapılmıştır. Ayrıca, "Cfb" iklimindeki bir çalışma dışında bu çalışmaların tümü sadece soğutma döneminde yapılmıştır. "Cfb" alt iklim bölgesinde yer alan 3 farklı bölgede gerçekleştirilen çalışmada, farklı katmanlardaki doğrudan sistemlerin hem soğutma hem de ısıtma dönemindeki ısıl performansları ortaya konulmuştur.

- “Dolaylı sistemler”e ait çalışmaların 3’ü “Csa” alt iklim bölgesinde, 2’si “Cfb” alt iklim bölgesinde, 3’ü “Af” alt iklim bölgesinde yapılmıştır. “Csa” iklimindeki dolaylı sisteme ilişkin çalışmaların 1’i sadece soğutma döneminde, 2’si, hem ısıtma hem soğutma döneminde gerçekleştirilmiştir. “Cfb” iklimindeki çalışmaların biri sadece soğutma diğeri de sadece ısıtma dönemini, “Af” iklimindeki çalışmaların tümü ise sadece soğutma dönemini kapsamaktadır.
- “Topraklı sistemler”e ait çalışmaların 3’ü “Csa” alt iklim bölgesinde ve sadece soğutma döneminde, 2’si (birinde 2 ayrı topraklı sistem düzeneği kurulmuş) “Cfb” alt iklim bölgesinde (biri sadece soğutma, diğeri sadece ısıtma döneminde), 1’i “Cwa” alt iklim bölgesinde ve soğutma döneminde, 1’i “Cfa” alt ikliminde ve soğutma döneminde, 2’si (birinde 4 ayrı topraklı sistem düzeneği kurulmuş) “Af” alt ikliminde ve soğutma döneminde, 1’i “Bwh” alt ikliminde ve soğutma döneminde yapılmıştır.
- “Topraksız_ diğer sistemler”e ait 1 çalışma vardır ve “Csa” alt iklim bölgesinde ve ısıtma ve soğutma döneminde gerçekleştirilmiştir.
- “Topraksız_ taş yünü esaslı sistemler”e ait 1 çalışma vardır ve “Cwa” alt iklim bölgesinde ve soğutma döneminde gerçekleştirilmiştir.
- “Topraksız_ keçe esaslı sistemler”e ait 3 farklı bölgede ve farklı katmanlarla gerçekleştirilen 2 çalışma vardır; çalışmalardan biri soğutma döneminde ve “Cfa” alt iklim bölgesinde yer alan iki farklı şehirde, diğeri ise “Af” alt iklim bölgesinde ve soğutma döneminde gerçekleştirilmiştir.

Buna göre, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansı ile ilgili çalışmaların çoğunluğunun “C” iklim bölgesinde gerçekleştirildiği görülmektedir. “C” iklim bölgesinde, doğrudan ve topraklı sistemlerin ısıl performansının incelendiği çalışmaların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Buna karşın, “C” iklim bölgesinde, keçe esaslı sistemlerin ısıl performasının incelendiği çalışmaların oldukça az sayıda olduğu ve “Csa” iklim bölgesinde keçe esaslı sistemlerin ısıl performansının ölçüldüğü ve değerlendirildiği herhangi bir çalışma olmadığı görülmektedir. Ayrıca, “C” iklim grubundaki ve diğer iklim gruplarındaki çalışmalara bakıldığında, çoğunun sadece soğutma dönemini kapsadığı görülmektedir. Kaynak taramasına göre, incelenen çalışmaların sadece 3’ünde, hem ısıtma hem soğutma dönemine, 2’sinde ise sadece ısıtma dönemine ait ölçümler yapılmıştır. Diğer çalışmaların tümü sadece soğutma dönemine aittir. Isıtma dönemindeki ısıl performans ölçümleri yapılan

sistemler; doğrudan sistem, dolaylı sistem, topraklı sistem ve topraksız/diğer sistemlerdir. Bu bağlamda, keçe sistemlerin ısıtma dönemindeki ısıl performansının ölçüldüğü herhangi bir çalışma bulunmadığı görülmektedir.

Kaynak taramasına sonucunda, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının iklim bölgesine, kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistemi tipine, bitkilendirilmiş ve referans cephe katmanlaşma modeline ve yönlenmeye göre değiştiği görülmüştür. İklim bölgelerine göre sonuçlar özetlenecek olursa; bitkilendirilmiş cephe sistemleri duvar dış yüzey sıcaklıklarını referans cepheye kıyasla, tropikal iklim bölgelerinde 4.4°C-16°C, kurak iklim bölgelerinde 13°C-18.7°C, ılımlı-sıcak iklim bölgelerinde 1.7°C-25.1°C, karasal iklim bölgelerinde 0.9°C-16°C azaltmaktadır (Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.3, Çizelge 3.4, Çizelge 3.5, Çizelge 3.6). Ölçüm sonuçlarına göre, dış yüzey sıcaklıklarındaki maksimum azalmalar açısından bakıldığında en etkin sonuçların ılımlı-sıcak iklimlerde elde edilği görülmektedir (Yüksel ve Türkeri, 2016c).

İklim bölgesinden ve yönlenmeden bağımsız olarak farklı bitkilendirilmiş cephe sistemi tiplerinin ısıl performans açısından etkisine bakıldığında; en etkin sistemlerin topraklı sistemler, topraksız ve ağaçlı sistemler olduğu görülmektedir. Doğrudan ve dolaylı sistemlerin daha az etkin sistemler olduğu anlaşılmaktadır. Wong ve diğ.'nin 2010 yılındaki çalışmasında aynı çevresel etkiler altında farklı tip bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin dış yüzey sıcaklığı ölçüm sonuçlarına göre, en etkin sistemlerin topraklı sistemler olduğu, daha sonra keçe esaslı sistemlerin geldiği ve dolaylı sistemlerin ısıl performans bakımından etkinliği en az olan sistemler olduğu görülmektedir (Yüksel ve Türkeri, 2016c). Ayrıca, Coma ve diğ. (2017), aynı çevresel etkiler altında, dolaylı sistem ve topraksız_ diğer sistemin (hindistan cevizi liflerinden oluşan büyüme ortamı içeren) dış yüzey sıcaklığı ölçüm sonuçlarına göre, topraksız sistemin dolaylı sisteme göre daha etkin olduğunu ortaya koymuştur.

Bitkilendirilmiş cephe sistem tipi ve iklim bölgesinden bağımsız olarak bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin farklı yönlerdeki etkinliği açısından bakıldığında; en etkin sonuçların güney yarımkürede yaz aylarında gerçekleştirilen çalışmalarda güney, batı ve güneybatı yönlerinde çıktığı, daha sonra doğu ve güneydoğu yönlerindeki ölçümlerin etkin olduğu görülmektedir. Dış yüzey sıcaklıklarındaki azalmalar bakımından en az etkinliği kuzey, kuzeybatı ve kuzeydoğu yönündeki

uygulamaların ortaya koyduğu görülmektedir. Kontoleon ve Eumorfopolou (2010)'nun çalışmasında, aynı dönemlerde, aynı tiplerin farklı yönlenmelerine ait ölçüm sonuçlarına bakıldığında, dış yüzey sıcaklıklarındaki azalmalar bakımından en etkin yönlenmenin batı yönü olduğu ve bunu sırayla doğu, güney ve kuzey yönlerinin takip ettiği görülmektedir. Sternberg ve diğ. (2010)'nin çalışmasında en etkin sonuçlar güney yönünde, Susorova ve diğ. (2014)'nin çalışmasında en etkin sonuçlar doğu ve batı yönlerinde elde edilmiştir (Yüksel ve Türkeri, 2016c).

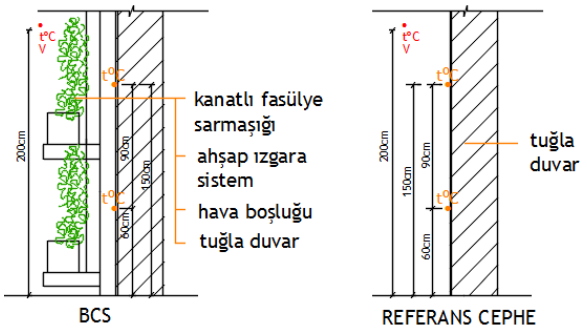
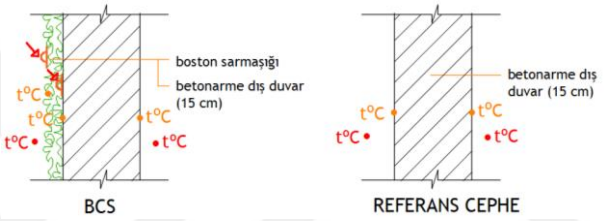
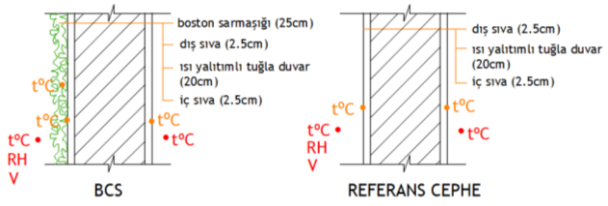
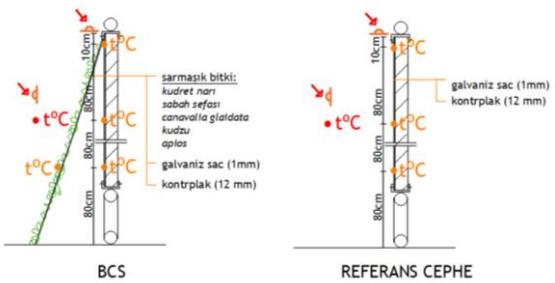
3.3 Ölçüm Düzeneğinin Belirlenmesi

Ölçüm düzeneğinin belirlenebilmesi amacıyla, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının ölçüldüğü çalışmalardaki ölçüm parametreleri ve ölçüm aletlerinin konumlandırıldığı noktalar incelenmiştir. Bu bölümde, Bölüm 3.1'de yer alan katmanlaşma modelleri ve sistem kesitlerine ek olarak her iki cepheye ait ölçüm noktaları da eklenmiş ve söz konusu deneysel çalışmalardaki BCS ve RCS ölçüm düzeneği kesitleri çizilmiştir (Çizelge 3.7). Ancak, Bölüm 3.1'de yer alan çalışmaların bazılarında ölçüm noktalarına ait bilgiler yer almadığı için bu çalışmalara ait ölçüm düzenekleri çizilememiştir. Çizelge 3.7'de, tropikal iklim, kurak iklim, ılımlı-sıcak iklim ve karasal (soğuk) iklim bölgelerinde gerçek hizmet koşullarında gerçekleştirilen deneysel çalışmalardaki ölçüm noktaları ve ölçüm parametreleri, farklı iklim bölgeleri altında ele alınarak derlenmiştir.

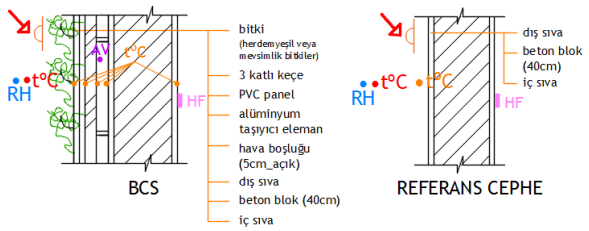
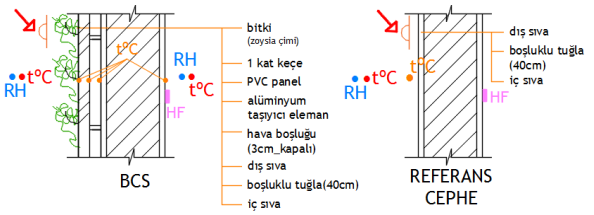
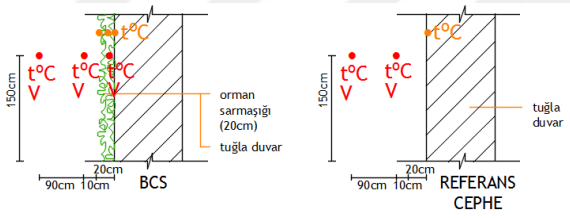
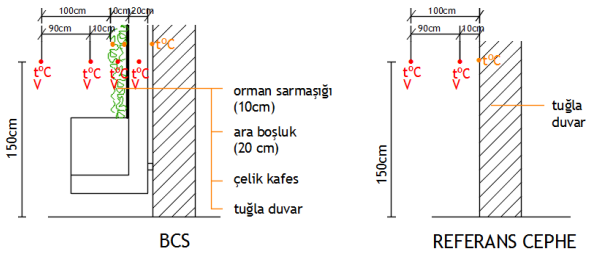
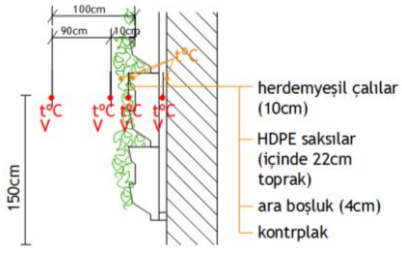
Ölçüm düzeneğine ait kesitler üzerindeki ölçüm parametreleri, çeşitli kısaltmalar ile gösterilmiştir. Bu kısaltmalara ilişkin açıklamalar aşağıdaki gibidir:

t°C : yüzey sıcaklığı veya ortam sıcaklığı
RH: bağıl nem oranı
V: rüzgar hızı
AV: hava hızı
HF: ısı akış sensörü

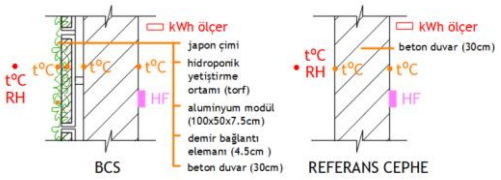
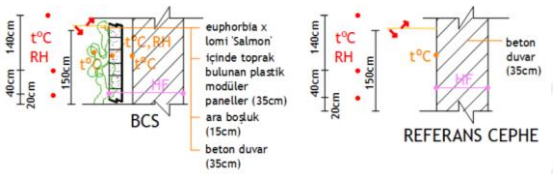
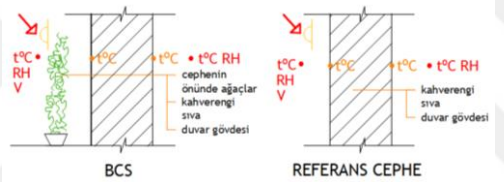
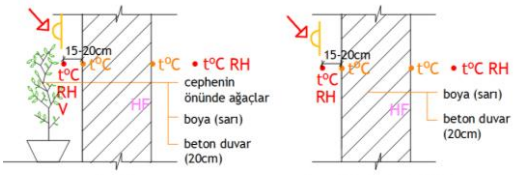
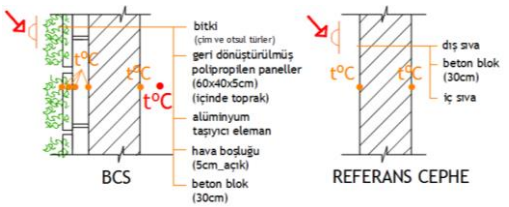
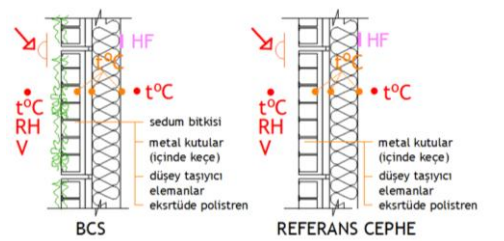
Çizelge 3.7 : Tropikal iklim, kurak iklim, ılımlı-sıcak iklim ve karasal iklim bölgelerindeki çalışmalara ait ölçüm düzenekleri.

İklim Sınıfı, Yer, Yazar, Yıl		Ölçüm Düzeneği	Ölçüm Parametreleri
"Af" her mevsimi yağışlı tropikal iklim	Penang, Malezya Basher vd., 2016	**Dolaylı sistem** 	• **Dış ortam sıcaklığı** • **Rüzgar hızı** • **Dış yüzey sıcaklığı**
"Cfa" kışı ılık, yazı çok sıcak ve her mevsim yağışlı iklim	Tokyo, Japonya Hoyano, 1988	**Doğrudan sistem** 	• **Dış ortam sıcaklığı** • **Yaprak yüzey sıc.** • **Isı akışı** • **Sarmaşık üzerinde ve arkasındaki güneş ışınım şiddeti** • **Dış yüzey sıcaklığı** • **İç yüzey sıcaklığı** • **İç ortam sıcaklığı**
	Selanik, Yunanistan Eumorfopolou ve Kontoleon, 2009	**Doğrudan sistem** 	• **Dış ortam sıcaklığı ve nemi** • **Rüzgar hızı ve yönü** • **Cepheye gelen güneş ışınımı** • **Bitki arasındaki ortam sıcaklığı** • **Dış yüzey sıcaklığı** • **İç yüzey sıcaklığı** • **İç ortam sıcaklığı ve bağıl nemi**
	Nagoya, Japonya Koyama vd., 2013	**Dolaylı sistem** 	• **Dış ortam sıcaklığı** • **Düşey ve yatay doğrultuda gelen güneş ışınım şiddeti** • **Dış yüzey sıc.** • Diğer (bkz. Çizelge 3.3)

Çizelge 3.7 (devam) : Tropikal iklim, kurak iklim, ılımlı-sıcak iklim ve karasal iklim bölgelerindeki çalışmalara ait ölçüm düzenekleri.

İklim Sınıfı, Yer, Yazar, Yıl		Ölçüm Düzeneği	Ölçüm Parametreleri
"Cfa" kışı ılık, yazı çok sıcak ve her mevsim yağışlı iklim	Lonigo, İtalya Mazzali vd., 2013	**Keçe esaslı sistem** 	• **Dış ortam sıcaklığı ve nemi** • **Rüzgar hızı** • **Güneş ışınım şiddeti** • **Keçe yüz. sıc.** • **Pvc panel yüz. sıc.** • **Dış yüzey sıc.** • **İç yüzey sıc.** • **Isı akışı**
	Venedik, İtalya Mazzali vd., 2013	**Keçe esaslı sistem** 	• **Dış ortam sıcaklığı ve nemi** • **Rüzgar hızı** • **Güneş ışınım şiddeti** • **Pvc panel yüz. sıc.** • **Dış yüzey sıc.** • **İç yüzey sıc.** • **İç ortam sıc. ve nemi** • **Isı akışı**
"Cfb" kışı ılık, yazı sıcak ve her mevsim yağışlı iklim	Delft,, Hollanda Perini vd., 2011	**Doğrudan sistem** 	• **Cephenin 1m ve 10cm önündeki ve yaprakların arasındaki hava sıcaklığı, bağıl nemi ve rüzgar hızı** • **Yaprak ön ve arka yüzey sıcaklığı** • **Dış yüzey sıcaklığı**
	Rotterdam, Hollanda Perini vd., 2011	**Dolaylı sistem** 	• **Cephenin 1m ve 10cm önündeki ve yaprakların arasındaki hava sıcaklığı, bağıl nemi ve rüzgar hızı** • **Yaprak ön ve arka yüzey sıcaklığı** • **Dış yüzey sıcaklığı**
	Benthuizen, Hollanda Perini vd., 2011	**Topraklı sistem** 	• **Cephenin 1m ve 10cm önündeki ve yaprakların arasındaki hava sıcaklığı, bağıl nemi ve rüzgar hızı** • **Yaprak ön ve arka yüzey sıcaklığı** • **Dış yüzey sıcaklığı**

Çizelge 3.7 (devam) : Tropikal iklim, kurak iklim, ılımlı-sıcak iklim ve karasal iklim bölgelerindeki çalışmalara ait ölçüm düzenekleri.

İklim Sınıfı, Yer, Yazar, Yıl		Ölçüm Düzeneği	Ölçüm Parametreleri
"Cwa" kışı ılık, ve kurak, yazı çok sıcak iklim	Hong Kong, Çin Cheng vd., 2010	**Topraksız sistem** 	• **Dış ortam sıc. ve nemi** • **Cepheye gelen ve yansıyan güneş ışınımı** • **Yaprak yüzey sıc. ve nemi** • **Büyüme ortamı sıc. ve nemi** • **Dış yüzey sıc.** • **İç yüzey sıc.** • **Isı akışı**
	Hong Kong, Çin Jim ve He, 2011	**Topraklı sistem** 	• **Dış ortam sıc., nemi ve çiğlenme sıc.** • **Cepheye gelen ve yansıyan güneş ışınımı** • **Yaprak yüzey sıc.** • **Toprak sıc. ve nemi** • **Dış yüzey sıc.** • **Isı akışı**
"Csa" kışı ılık, yazı çok sıcak ve kuru iklim (ılımlı-nemli ilklim)	Kaliforniya, Amerika Akbari vd., 1997	**Ağaçlı sistem** 	• **Dış ortam sıc. ve bağıl nemi, rüzgar hızı ve yönü** • **Cepheye gelen güneş ışınımı** • **Dış yüzey sıcaklığı** • **İç yüzey sıcaklığı** • **İç ortam sıc. ve nemi** • **Çatı ve tavan yüzey sıc.**
	Atina, Yunanistan Papadakis vd., 2001	**Ağaçlı sistem** 	• **Dış ortam sıc. ve nemi, rüzgar hızı** • **Güneş ışınımı** • **Dış yüzey sıcaklığı** • **Isı akışı**
	Pisa, İtalya Mazzali vd., 2013	**Topraklı sistem** 	• **Toprak ön yüzey sıc.** • **Polipropilen panel ön ve arka yüz sıc.** • **Dış yüzey sıcaklığı** • **İç yüzey sıcaklığı** • **İç ortam sıcaklığı** (sadece BCS'nin)
	Madrid, İspanya Olivieri vd., 2014	**Topraklı sistem** 	• **Dış ortam sıc., nemi ve rüzgar hızı** • **Panel yüzey sıcaklığı** • **Yalıtımın ön (dış taraftaki) ve arka (iç taraftaki) yüzey sıcaklığı** • **İç ortam sıcaklığı** • **Isı akışı**

Tüm deneysel çalışmalardaki ölçüm parametreleri ve ölçüm noktaları incelendiğinde (Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.3, Çizelge 3.4, Çizelge 3.5, Çizelge 3.6, Çizelge 3.7), çalışmaların tümünde dış ortam hava sıcaklığı, bitkilendirilmiş ve referans duvar dış yüzey sıcaklıklarının ölçüldüğü görülmüştür. Bitkilendirilmiş ve referans duvar iç yüzey sıcaklıkları ve cephelerin arkasında yer alan odaların iç ortam sıcaklıkları, 18 farklı bölgede gerçekleştirilen toplam 16 çalışmada ölçülmüştür. Bitkilendirilmiş cephe sistem tipine göre ölçüm parametreleri değişiklik göstermiştir. Örneğin, topraklı ve topraksız sistemlerde, diğer parametrelere ek olarak, büyüme ortamı sıcaklıkları ve panel yüzey sıcaklıkları da ölçülmüştür (Yüksel ve Türkeri, 2017). Doktora tezinde kurulacak ölçüm düzeneğinin belirlenmesinde, özellikle keçe esaslı sistemlerin ısıl performansının ölçüldüğü çalışmalardaki ölçüm parametreleri incelenmiştir. Mazzali ve diğ. (2013)'nin İtalya'nın Lonigo şehrinde yaptığı çalışmada, keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl performansının belirlenmesi amacıyla, dış ortam sıcaklığı ve bağıl nemi, rüzgar hızı, güneş ışınım şiddeti, keçe yüzey sıcaklığı, panel yüzey sıcaklığı, referans ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ve iç yüzey sıcaklığı gibi parametrelerin ölçüldüğü görülmüştür. Mazzali ve diğ. (2013), aynı çalışmada, başka bir keçe esaslı sistemin ısıl performansının ölçülmesi amacıyla, İtalya'nın Venedik şehrinde kurduğu ölçüm düzeneğinde dış ortam sıcaklığı ve bağıl nemi, rüzgar hızı, güneş ışınım şiddeti, panel yüzey sıcaklığı, referans ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı dış yüzey sıcaklığı, iç yüzey ve iç ortam sıcaklığı parametrelerini ölçmüştür. Keçe esaslı sistemin ısıl performansının değerlendirildiği başka bir çalışmadaki ölçüm parametreleri; dış ortam sıcaklığı ve bağıl nemi, rüzgar hızı ve yönü, keçe yüzey sıcaklığı, referans ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarıdır (Wong ve diğ., 2010). Böylece, bu tezdeki referans ve bitkilendirilmiş cephe ısıl performans ölçümleri için belirlenen parametreler şu şekildedir:

- Dış ortam sıcaklığı ve bağıl nemi
- Rüzgar hızı ve rüzgar yönü
- Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti
- Referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti
- Bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti
- Referans duvar dış yüzey sıcaklığı
- Referans duvar iç yüzey sıcaklığı

- Referans duvarın arkasındaki iç ortam sıcaklığı
- Bitkilendirilmiş cephedeki yaprak ortam sıcaklığı
- Bitkilendirilmiş cephedeki keçe yüzey sıcaklığı
- Bitkilendirilmiş cephedeki panel ön yüzey sıcaklığı
- Bitkilendirilmiş cephedeki panel arka yüzey sıcaklığı
- Bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı
- Bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığı
- Bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki iç ortam sıcaklığı

Deneysel çalışmaların çoğunda ölçüm noktaları ile ilgili detaylı bir bilgi verilmediği görülmüştür (Yüksel ve Türkeri, 2017). Ölçüm noktalarının belirtildiği çalışmalarda, ölçüm aletlerinin genellikle yer düzleminden 100cm-200cm yükseklikte konumlandırıldığı görülmüştür. Bunun nedeni, ölçüm aletlerinin, yapı elemanı farklılıklarından kaynaklanan ısı köprüsü bölgelerinden belirli bir mesafe uzak tutulması gerekliliğidir. Üç boyutlu ısı geçişi ve yüzey sıcaklığı hesaplamaları ile ilgili uluslararası standard, ISO 10211-1:1995, Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Part 1: General calculation methods standardına göre biçimsel kaynaklı veya malzeme farklılığı kaynaklı "ısı köprüsü" bölgelerinin ısıl etkilerinin bu bölgelerden 1 metre uzaklaşıldığında kaybolduğu kabul edilmektedir (ISO 10211-1:1995). Dolayısıyla, bu tezdeki deney düzeneğine ilişkin ölçüm aletleri, ısı köprüsü bölgelerinden en az 1 metre uzakta olacak şekilde konumlandırılmıştır. Meteoroloji istasyonu, rüzgar hızının ve yönünün doğru bir şekilde ölçülebilmesi, gün içerisinde sistemin üzerine herhangi bir gölge düşmemesi ve olası olumsuz dış etkilere ve etkenlere karşı aletlerin korunabilmesi amacıyla çatı parapetine yerleştirilmiştir.

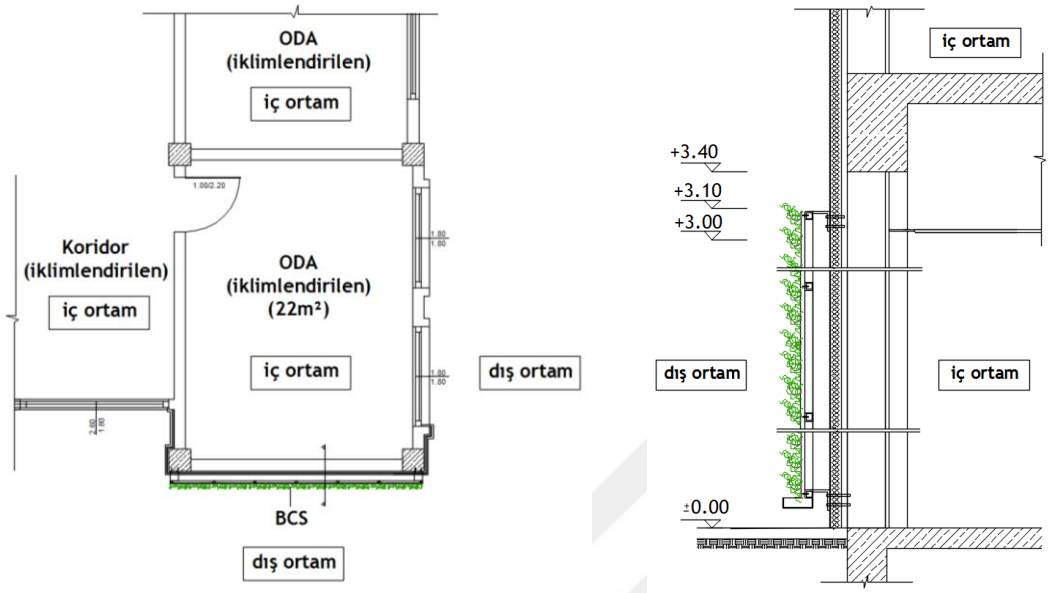
4. KEÇE ESASLI BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHE SİSTEMİ VE REFERANS CEPHE SİSTEMİ TASARIMI & YAPIMI VE ÖLÇÜM DÜZENEKLERİNİN KURULUMU

Bu bölümde referans cephe sisteminin bileşenleri, katmanlaşma modeli ve keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sisteminin bileşenleri, katmanlaşma modeli ve yapım süreci detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur. Ayrıca, bitkilendirilmiş ve referans cephe sistemine ilişkin ölçüm aletlerinin özellikleri, ölçüm aletlerinin kurulumu, test düzeneğinin oluşturulması ve ölçüm verilerinin toplanması ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir.

4.1 Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi ve Referans Cephe Sistemi Tasarımı ve Yapımı

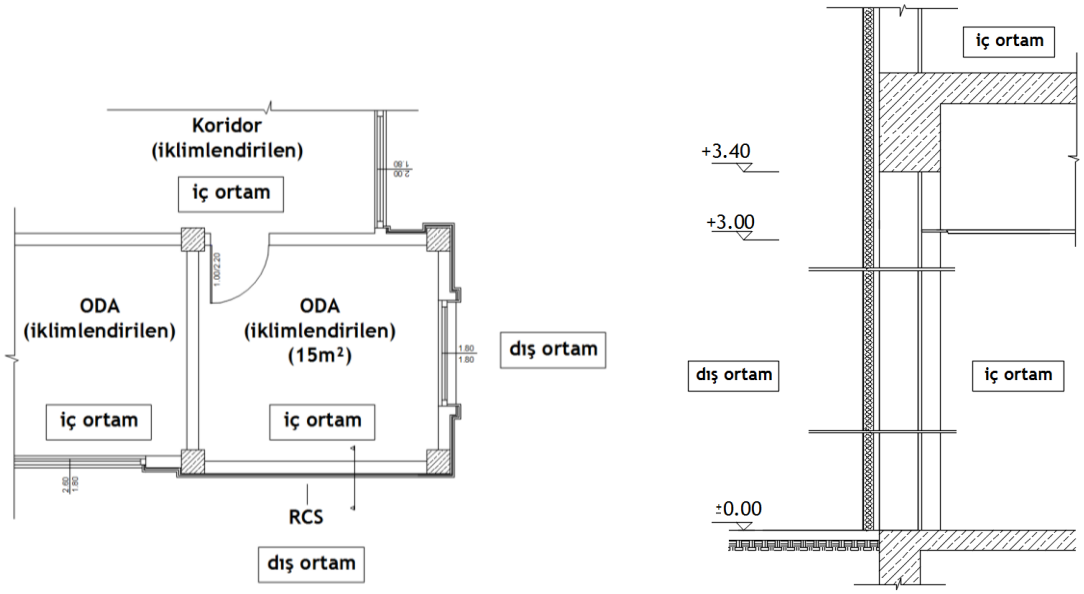
Bitkilendirilmiş cephe sistemi ve referans cephe sistemine ilişkin test düzeneklerinin kurulumu 07-09 Eylül 2016 tarihleri arasında Gebze Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği Binası'nda gerçekleştirilmiştir. Bu binanın seçilmesinin nedeni, güney yönüne bakan, özellikle güneş ışınlarının geliş açısının yüksek olduğu saatlerde önünde gölge oluşturacak herhangi bir engelin olmadığı, aynı katmanlaşmadaki ve fiziksel özelliklerdeki, biri bitkilendirilmiş cephe diğeri referans cephe olarak kullanılacak iki duvar yüzeyinin bulunmasıdır. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin arkasındaki odanın boyutları 4.1 x 5.4 metredir ve döşeme alanı 22m^2'dir (Şekil 4.1). Söz konusu odanın duvarları, güney ve doğu yönünde iki dış duvar elemanından ve kuzey ve batı yönündeki iki iç duvar elemanından oluşmaktadır. Bu odanın güney ve doğu yönündeki toplam dış duvar alanı 30.2m^2'dir; bitkilendirilmiş cephe sisteminin bulunduğu dış duvar yüzey alanı 12.9m^2'dir. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin arkasındaki odanın doğu yönündeki 17.3m^2 yüzey alanına sahip dış duvarı üzerinde iki adet pencere boşluğu bulunmaktadır ve bu pencereler 1.8x1.8metre boyutlarındadır; toplam pencere boşluğu alanı 6.5m^2'dir. Doğu yönündeki duvar için pencere/duvar alanı oranı 0.37'dir. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin arkasındaki oda, soğutma ve ısıtma dönemlerinde, kullanıcılar tarafından müdahele edilebilen bir

klima sistemi ile iklimlendirilmektedir. Oda, zemin katta yer almaktadır ve odanın batı yönünde iklimlendirilen bir koridor, kuzey yönünde iklimlendirilen bir ofis odası ve tavanın üst tarafında iklimlendirilen bir ofis odası yer almaktadır.



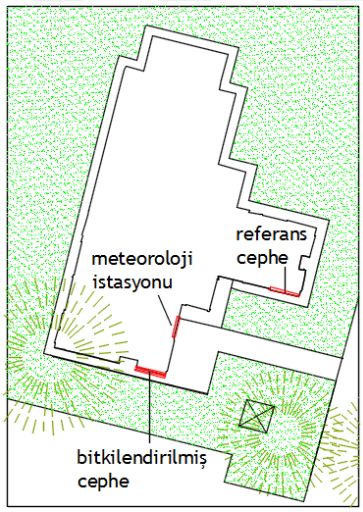
Şekil 4.1 : Bitkilendirilmiş cephe sistemi arkasında yer alan odaya ait plan (solda) ve kesit (sağda).

Referans cephe sisteminin arkasındaki odanın boyutları 4.1 x 3.4 metredir ve döşeme alanı 15m^2'dir (Şekil 4.2). Söz konusu odanın duvarları, güney ve doğu yönünde iki dış duvar elemanından ve kuzey ve batı yönündeki iki iç duvar elemanından oluşmaktadır. Bu odanın güney ve doğu yönündeki toplam dış duvar alanı 24.5m^2'dir; referans cephe sisteminin bulunduğu dış duvar yüzey alanı 12.9m^2'dir. Referans cephe sisteminin arkasındaki odanın doğu yönündeki 11.6m^2 yüzey alanına sahip dış duvarı üzerinde 1.8x1.8metre boyutlarında bir adet pencere boşluğu bulunmaktadır; toplam pencere boşluğu alanı 3.25m^2'dir. Doğu yönündeki duvar için pencere/duvar alanı oranı 0.28'dir. Referans cephe sisteminin arkasındaki oda, soğutma ve ısıtma dönemlerinde, kullanıcılar tarafından müdahele edilebilen bir klima sistemi ile iklimlendirilmektedir. Oda, zemin katta yer almaktadır ve odanın batı yönünde iklimlendirilen bir ofis odası, kuzey yönünde iklimlendirilen bir koridor ve tavanın üst tarafında iklimlendirilen bir ofis odası yer almaktadır.



Şekil 4.2 : Referans cephe sistemi arkasında yer alan odaya ait plan (solda) ve kesit (sağda).

Şekil 4.3'te, bitkilendirilmiş cephe sistemi ve referans cephe sisteminin kurulduğu düzlemi ve meteoroloji istasyonun kurulduğu noktayı gösteren vaziyet planı yer almaktadır.



Şekil 4.3 : Bitkilendirilmiş cephe sistemi, referans cephe sistemi ve meteoroloji istasyonunun kurulduğu binaya ait vaziyet planı.

Bitkilendirilmiş cephe, referans cephe ve mikroiklim verilerinin elde edilebilmesi amacıyla öncelikle bitkilendirilmiş ve referans cephe test düzeneklerinin tasarımı yapılmıştır. Bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe test düzeneği tasarımı doğrultusunda bitkilendirilmiş cephe sisteminin ve referans ve bitkilendirilmiş cepheye ilişkin test düzeneklerinin kurulumu gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe sistemini oluşturan katmanlar,

bitkilendirilmiş cephe sisteminin kurulum süreci, bitkilendirilmiş ve referans cephe ölçüm parametrelerinin ölçülmesi amacıyla kullanılan ölçüm aletleri ve bitkilendirilmiş ve referans cepheye ilişkin test düzeneklerinin kurulum süreci ve ölçüm verilerinin toplanması için gerçekleştirilen çalışmalar detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

4.1.1 Bitkilendirilmiş cephe sistemi tasarımı

Bu bölümde bitkilendirilmiş cephe sistemini oluşturan sistem bileşenlerine ait malzemeler ve katmanlaşma modeli açıklanmıştır.

4.1.1.1 Bitkilendirilmiş cephe sistemi malzemeler

Mevcut tuğla duvar üzerine yerleştirilecek katmanlar için öngörülen malzemeler; içeriden dışarıya doğru; taşıyıcı çerçeve, taşıyıcı panel, büyüme ortamı ve bitkidir. Bunun dışında otomatik sulama sistemi ve drenaj bileşenlerinde kullanılan malzemeler bu düzeydeki diğer bileşenlerdir.

Taşıyıcı çerçeve

Taşıyıcı panel, keçe örtü, bitki gibi sistem bileşenlerini taşıyan ve doğrudan mevcut bina cephesine monte edilen 40x40x2mm ölçülerindeki ve 2.45 kg/mt ağırlığındaki dikey ve yatay galvaniz çelik kutu profillerden meydana gelmektedir.

Taşıyıcı Panel

Keçe örtü ve bitki katmanlarını taşıyan ve taşıyıcı çerçeve üzerine monte edilen 10 mm kalınlığındaki köpük PVC (polivinilklorür) malzemeden meydana gelen su geçirimsiz özellikteki levhadır.

Keçe Örtü

Bitkinin büyümesi için gerekli olan büyüme ortamı, tekstil atıklarından üretilmiş olan 10 mm kalınlığındaki, 1000gr/m^2 birim ağırlığı olan, arkası jütlü geotekstil keçe malzemeden meydana gelmektedir (Şekil 4.4). Taşıyıcı panel üzerine 1.kat keçe örtü monte edilmektedir. Sulama boruları bu örtü üzerinde yer almaktadır ve bitki kökleri ilk kat keçe üzerinde yayılmaktadır. İlk kat keçe örtü üzerine bitki dikim keçesi olarak da adlandırılan 2.kat keçe örtü sabitlenmektedir. 2.kat keçe örtü üzerinde cepler açılmaktadır ve bitkiler bu ceplere yerleştirilmektedir. Keçe örtünün görevi bitkiler için büyüme ortamı sağlamak, bitkilerin düşey konumda gelişmesini

sağlamak, bitki köklerinin yayılmasını sağlayacak bir yüzey oluşturmak ve sulama borulardan gelen suyun belirli bir süre sistemin bünyesinde tutulmasını sağlamaktır.



Şekil 4.4 : Geotekstil keçe malzeme.

Bitki

Bitkilendirilmiş cephe sisteminde bitki türü olarak yeşil taflan veya japon taflanı olarak adlandırılan "euonymus japonica" çalı tipi bitkinin kullanılması öngörülmüştür. Yeşil taflan bitkisi herdem yeşil bir bitki türüdür. Yaprakları 3-7cm uzunluğunda, deri gibi kalın; üst yüzü parlak ve koyu yeşil, alt yüzü soluk yeşil renktedir (Şekil 4.5). Sıcak ve soğuk iklimlerde ve güneşli ve yarı gölge alanlarda yetiştirilebilirler (Bahçivanlık El Kitabı). Ayrıca yeşil taflan bitkisi kök yapısından dolayı bitkilendirilmiş cephe sistemlerinde kullanılması uygun bir türdür (Dunnett ve Kingsbury, 2004).



Şekil 4.5 : Yeşil taflan (euonymus japonica).

Drenaj Sistemi Bileşenleri

Bitkilendirilmiş cephe sisteminde fazla suyun uzaklaştırılması amacıyla sistemin en alt kısmında yer alacak şekilde 15 cm derinliğinde 10 cm yüksekliğinde alüminyum malzemeden meydana gelen drenaj kanalı bulunmaktadır (Şekil 4.6). Sulama sistemi devreye girdikten belirli bir süre sonra aşağıya doğru akan fazla su drenaj kanalına ulaşmaktadır. Drenaj kanalının her iki köşesinde bulunan deliklere takılan 50 mm çapındaki PVC (polivinil klorür) borular ve kanaldaki süzgeçler yardımıyla sistemden süzülerek gelen fazla su toprağa verilmektedir (Şekil 4.7). Böylece, bitkilendirilmiş cephe sistemindeki fazla su uzaklaştırılmaktadır ve toprağa verilerek bahçe sulamasında kullanılmaktadır.



Şekil 4.6 : Drenaj kanalı.



Şekil 4.7 : Drenaj boruları.

Sulama Sistemi Bileşenleri

Sistemdeki bitkilere besin, gübre ve su sağlamak amacıyla otomatik sulama sistemi kurulmuştur. PPRC (polipropilen random copolimer) malzemeden meydana gelen 4,5m uzunluğundaki ve 25 mm çapındaki iki adet sulama borusundan birisi sistemin en üstünde diğeri ise ortasında yer alacak şekilde ilk kat keçe örtünün üzerine yerleştirilmiştir. Sulama borularının üzerinde 9 cm aralıkla damla sulama delikleri yer almaktadır (Şekil 4.8). Bu deliklerden belirli periyotlarda damlama şeklinde su akmaktadır. Besin, gübre ve su aktarımının belirli periyotlarda gerçekleşmesini sağlamak amacıyla bir dozatron (gübreleme) kabini kurulmaktadır. Bu kabinin içerisinde sisteme her 100 litre su ile birlikte istenilen miktarda (0.5lt-1lt-1.5lt-2lt) gübre verilmesini sağlayan bir dozatron (gübreleme) tankı ve su ve gübre aktarım zamanı ve süresini otomatik olarak ayarlayan bir zamanlayıcı (timer) bulunmaktadır (Şekil 4.9). Bitki için gerekli olan su ve gübre miktarının ve sulama zamanının belirlenmesiyle ve zamanlayıcıya bu bilgilerin tanımlanmasıyla günün belirli saatlerinde istenilen süre boyunca bitkilendirilmiş cephe sistemine su ve gübre aktarımı otomatik şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Sulama borularının üzerindeki delikler, 1 saat içerisinde her delikten 2 litre sıvı akacak şekilde imal edilmiştir. Böylece, 1 dakika içerisinde her bir delikten 0.33 litre sıvı (su+gübre) gelmektedir. İki boruda toplam 100 adet delik bulunmaktadır; dolayısıyla 1 dakika içerisinde sisteme toplam 33 litre sıvı aktarımı olmaktadır. Bitkilendirilmiş cephe sistemi, bitki dikimi için uygun olan Eylül ayında kurulmuştur. Bu dönemde, bitkinin kış mevsimi öncesinde köklenmesi ve sürgün vermesi için sisteme uygun köklendirici gübre takviyesi yapılmıştır. NPK (azot- fosfor-potasyum) oranı 12-30-12 olan sarı renkli köklendirici gübre içeriği aşağıdaki gibidir:

- %12 Azot (N)
- %3.1 Nitrat Azotu (NO3-N)
- %8.9 Amonyak Azotu (NH4-N)
- %30 Fosfor Pentoksit (P2O5)
- %12 potasyum Oksit (K2O)
- %2.2 Magnezyum Oksit (MgO)
- %15 Kükürt Trioksit
- %0.01 Bor
- %0.01 EDTA şelatlı bakır (Cu)

- %0.06 EDTA şelatlı demir (Fe)
- %0.04 EDTA şelatlı manganez (Mn)
- %0.01 EDTA şelatlı çinko (Zn)
- 0.001% Molibden (Mo)

Sulama zamanı ve süresi saat 07:00'den saat 17:00'ye kadar her saat başı 8 dakika boyunca, saat 19:00'da ve 21:00'de 8 dakika boyunca sisteme sulama ve gübre aktarımı gerçekleştirilecek şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 4.8 : Sulama borusu.

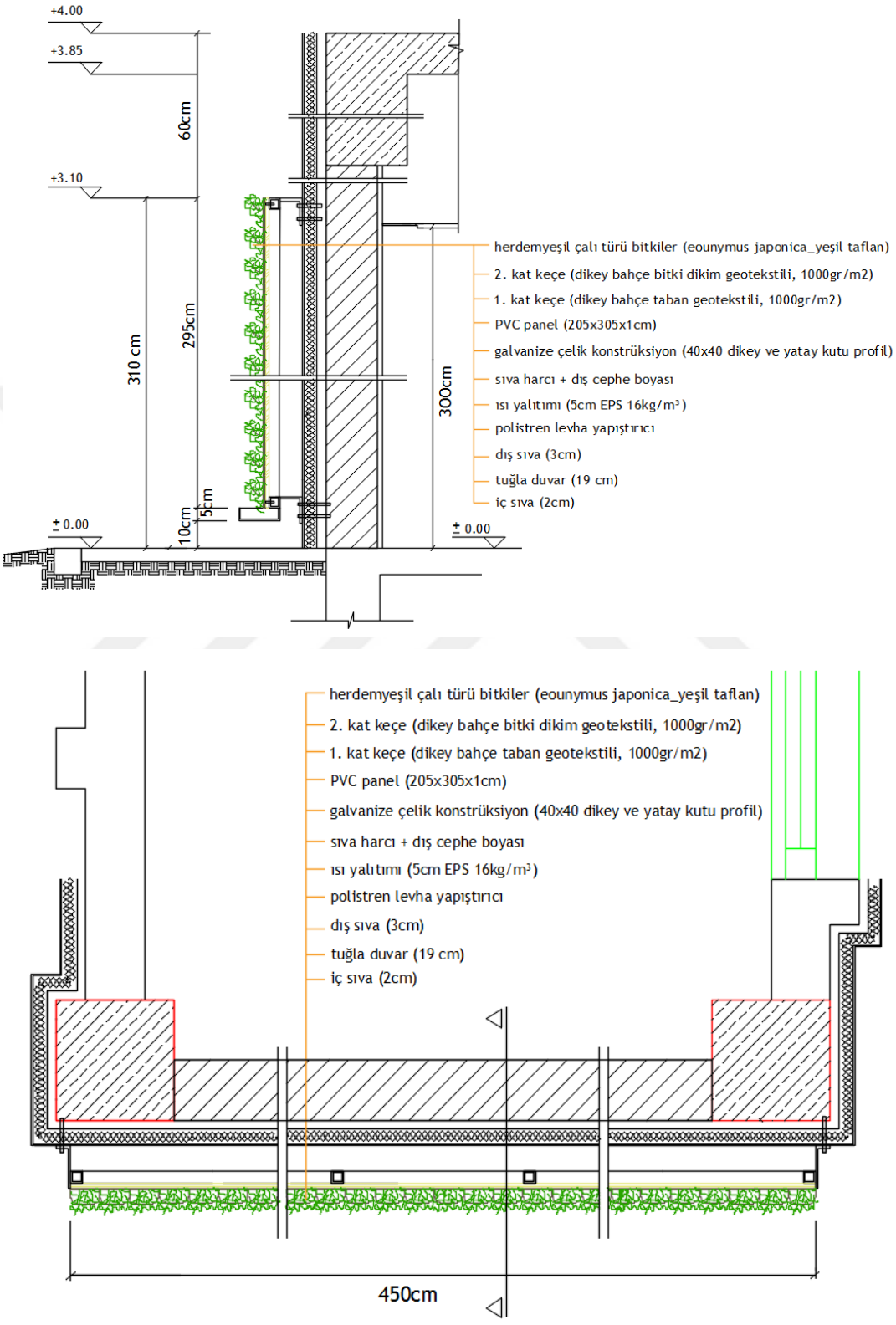


Şekil 4.9 : Gübreleme tankı ve zamanlayıcı.

4.1.1.2 Bitkilendirilmiş cephe sistemi katmanlaşma modeli

Mevcut duvar üzerine uygulanmış olan bitkilendirilmiş cephe sistemine ait katmanlaşma modeli Şekil 4.10'da yer almaktadır. Söz konusu bitkilendirilmiş cephe sistemi, havalandırmalı sistem olarak tasarlanmıştır. Bitkilendirilmiş cephe sistemi

ile mevcut duvar arasında, içerisinde hava akımı olan bir hava boşluğu katmanı bulunmaktadır.



Şekil 4.10 : BCS katmanları, düşey kesit ve plan.

4.1.2 Bitkilendirilmiş cephe sistemi yapımı

Bitkilendirilmiş cephe sistem bileşenlerinden taşıyıcı paneller taşıyıcı sistem üzerine monte edilmiş olarak getirilmiştir. Taşıyıcı sistem ve panellerin Gebze Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği Binası dış duvarı üzerine monte edilmesinden sonra panellerin üzerine sırasıyla 1.kat keçe örtü, 2.kat keçe örtü, sulama boruları ve bitkiler yerleştirilmiştir.

Sulama hattının çekilmesi

Binanın batı yönünde yer alan şebekeden bitkilendirilmiş cephenin bulunduğu alana yaklaşık 50 metre uzunluğunda PVC borular yerleştirilmiştir (Şekil 4.11, Şekil 4.12).



Şekil 4.11 : Binanın yakınındaki su kaynağı.



Şekil 4.12 : Binanın yakınındaki su kaynağından sulama hattının çekilmesi.

Taşıyıcı çerçevenin ve panellerin monte edilmesi

Taşıyıcı çerçeve ve taşıyıcı panellerden oluşan 4,5m uzunluğundaki ve 3 m yüksekliğindeki konstrüksiyon, sahaya getirilmeden önce atölyede birbirine sabitlenmiştir. Sahaya hazır olarak getirilen konstrüksiyon, 9 kişiden oluşan bir ekip ile kaldırılarak mevcut yapının taşıyıcı duvarına, konstrüksiyonun üzerinde yer alan alüminyum L profiller vasıtasıyla monte edilmiştir (Şekil 4.13, Şekil 4.14).



Şekil 4.13 : Taşıyıcı konstrüksiyonun kaldırılması.



Şekil 4.14 : Taşıyıcı konstrüksiyonun monte edilmesi.

1.kat keçe örtünün sabitlenmesi

Taşıyıcı konstrüksiyon mevcut binanın dış duvarına monte edildikten sonra rulo halinde getirilen keçe örtü iki ayrı parça halinde soldan sağa doğru panel üzerine zımbalanarak sabitlenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 : 1.kat keçe örtünün sabitlenmesi.

Damla sulama borularının yerleştirilmesi

İlk kat keçe örtü panellere sabitlendikten sonra keçenin üstüne 4.5 m uzunluğundaki iki adet damla sulama borusu yerleştirilmiştir. İlk boru sistemin ortasına gelecek şekilde, ikincisi ise sistemin en üstüne gelecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 4.16, Şekil 4.17).



Şekil 4.16 : En üstteki damla sulama borusunun yerleştirilmesi.



Şekil 4.17 : Damla sulama borularının yerleştirilmesi.

2.kat keçe örtünün sabitlenmesi

Damla sulama boruları yerleştirildikten sonra 2.kat keçe örtü soldan sağa doğru zımbalanarak sabitlenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 : 2.kat keçenin yerleştirilmesi.

Otomatik sulama sisteminin ayarlanması ve gübreleme tankının kurulumu

Taşıyıcı konstrüksiyon monte edilmeden önce 1m yüksekliğindeki ve 1,5m genişliğindeki otomatik sulama sistemi kabininin kurulumu yapılmıştır (Şekil 4.19). Sulama sistemi kabininin içerisinden sulama boruları geçirilmiştir ve boruların giriş ve çıkışlarına vanalar bağlanmıştır. Gübreleme tankının ve zamanlayıcının kurulumu yapılmıştır. 2.kat keçe uygulaması gerçekleştirildikten sonra zamanlayıcı saat 07:00'da akşam 17:00'ye kadar her saat başı 8 dakika boyunca ve saat 19:00'da ve

21:00’da 8 dakika boyunca bitkilendirilmiş cephe sistemine sulama ve gübre aktarımı gerçekleştirilecek şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra kabinin içinde yer alan plastik kutu içerisine NPK (azot- fosfor-potasyum) oranı 12-30-12, ağırlığı 2 kg olan sarı renkli, köklendirici toz gübre ve kutu tamamen dolacak şekilde yaklaşık 30 litre su eklenerek karıştırılmıştır (Şekil 4.20). Sisteme, bitkilerin ihtiyacına ve iklim koşullarına uygun olarak belirli aralıklarla gübre verilmektedir.



Şekil 4.19 : Otomatik sulama kabininin kurulması.



Şekil 4.20 : İlk gübrenin verilmesi.

Bitkilerin dikilmesi

2.kat keçenin sabitlenmesinden sonra bitki dikimine başlanmıştır (Şekil 4.21). Son kat (2.kat) keçenin üzerinde yarıklar açılmıştır ve bu şekilde bitki cepleri oluşturulmuştur. En üst kottan başlayarak sırasıyla aşağıya doğru bitkiler bu ceplerin içerisine şaşırtmalı olarak yerleştirilmiştir (Şekil 4.22). Bitki dikimi tamamlandıktan sonra sulama sistemi devreye alınmıştır.



Şekil 4.21 : Bitki dikimi.



Şekil 4.22 : Bitkinin keçe cep içerisine yerleştirilmesi.

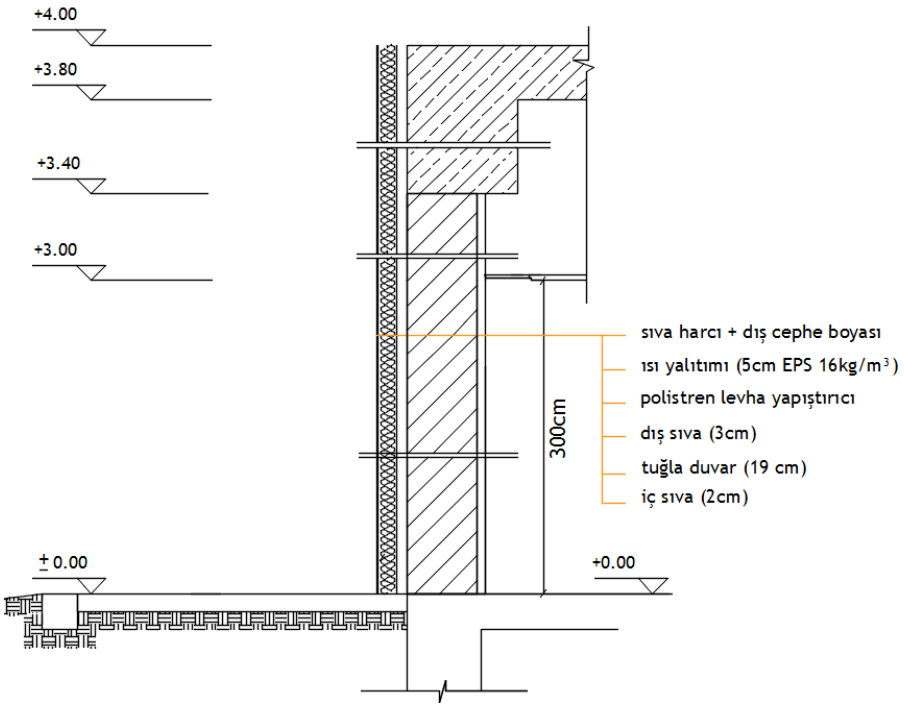
Bitki dikimi tamamlandıktan sonra sistemin kenarındaki çelik profiller kapanacak şekilde profillerin üzerine alüminyum çerçeve monte edilmiştir. Bitkilendirilmiş cephe sisteminin kurulumunun tamamlandıktan sonraki görünümü Şekil 4.23'te yer almaktadır.



Şekil 4.23 : Bitkilendirilmiş cephe sisteminin kurulum tamamlandıktan sonra cephenin görünümü.

4.1.3 Referans cephe sistemi malzeme ve katmanlaşma modeli

Gebze Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği Binası'nın güney yönüne bakan aynı özellikteki iki cepheden biri referans cephe olarak kullanılmıştır. Referans cephe olarak belirlenen yüzey üzerine herhangi bir ek katman uygulanmamıştır. Referans cephe sisteminin duvar gövdesi 19cm delikli tuğladan meydana gelmektedir. Şekil 4.24'te referans cephe sistemine ait katmanlaşma modeli görülmektedir.



Şekil 4.24 : RCS katmanlar, düşey kesit.

Gebze Teknik Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'ndan edinilen katmanlaşma bilgileri Kimya Mühendisliği binasının dış duvarının içeriden ve dışarıdan matkapla delinmesi ile doğrulanmıştır ve katmanlaşma modeli çizimi bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.25'te ve Şekil 4.26'da binanın içerisinde ve dışarısında gerçekleştirilen matkapla delme işlemine ait görseller yer almaktadır.




Şekil 4.25 : GTÜ Kimya Mühendisliği dış duvarının içeriden dışarıya doğru matkapla delinmesi.




Şekil 4.26 : GTÜ Kimya Mühendisliği dış duvarının dışarıdan içeriye doğru matkapla delinmesi.

4.2 Ölçüm Aletleri, Ölçüm Düzeneği ve Ölçüm Verilerinin Toplanması

Bu bölümde, referans cephe ve bitkilendirilmiş cephe test düzeneklerinde kullanılan ölçüm aleti tipleri, ölçüm aletlerinin özellikleri ve bu cihazlar ile hangi parametrelerin ölçüldüğü anlatılmaktadır.

4.2.1 Ölçüm Aletleri

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performasının belirlenebilmesi amacıyla gerçek hizmet koşullarında gerçekleştirilen deneyde, referans ve bitkilendirilmiş cepheye ilişkin parametrelerin ve meteorolojik parametrelerin ölçülmesi ve kaydedilmesi amacıyla ilk kurulumda toplam 16 ölçüm aleti kullanılmıştır. Kurulum gerçekleştirildikten sonra çatı parapetindeki direğe monte edilmiş olan meteoroloji istasyonunun miliamper çıkışlarından veri alınamadığının tespit edilmesi üzerine bu alet sökülerek yerine basınç, rüzgar hızı ve yönü ölçen bir meteoroloji istasyonu ve sıcaklık-nem sensörü monte edilmiştir. Böylece, sistemde 17 ölçüm aleti kullanılmaktadır. Bu aletlerin bir kısmı 2010 yılında gerçekleştirilmiş bir projede kullanılmış mevcut cihazlardan bir kısmı da yeni alınan cihazlardan oluşmaktadır. Mevcut ölçüm aletlerinin (meteoroloji istasyonu, temassız kızılötesi ölçüm sensörleri, temaslı ölçüm sensörleri, piranometreler ve veri kayıt aletleri) kalibrasyonu Penta Otomasyon firmasının laboratuarında 2016 yılı Ağustos ayında gerçekleştirilmiştir. Ölçüm aletlerine ilişkin detaylı bilgiler aşağıda yer almaktadır.

Meteoroloji istasyonu

Bitkilendirilmiş ve referans cephenin bulunduğu alandaki mikroiklimi ölçmek için kurulumun ilk aşamasında bir adet meteoroloji istasyonu monte edilmiştir. Meteoroloji istasyonu, Deltaohm HD 2003 sıcaklık, bağıl nem ve barometrik basınç ölçerli ultrasonik 3 eksenli anemometredir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 : İlk aşamada kurulan meteoroloji istasyonu (basınç, sıcaklık-nem, rüzgar hızı ve yönü sensörlü).

Dış hava sıcaklığını ölçmek için monte edilen meteoroloji istasyonu içinde yer alan Pt-1000 sensöründe, sıcaklık direnç ile lineer değişmekte, Pt-1000'in direnci ölçülmekte ve sıcaklığa dönüştürülmektedir. Sensörün ölçüm aralığı -40 - +60°C'dir. Analog çıktı ise 4-20mA aralığındadır. Çözünürlük 0.1°C'dir. Hassasiyet ±0.2°C'dir.

Dış hava bağıl nemini ölçmek için monte edilen kapasitif H6100 sensörü sensöründe, neme karşı kapasitesi değişen polimer film kullanılarak nem ölçülmektedir. Sensör ölçüm aralığı %5 - % 98 RH'dır. Analog çıktı 4-20 mA aralığındadır. Çözünürlük %0.1 RH, hassasiyet ise 23°C'de ±2.5 RH'dır.

Barometrik basıncı ölçmek için monte edilen Piezo rezistif sensöründe, ölçüm aralığı, 800-1100 mbar'dır. Analog çıktı ise 4-20 mA aralığındadır. Çözünürlük 0.1 mbar'dır. Hassasiyet ise 20°C'de ±0.4 mbar'dır.

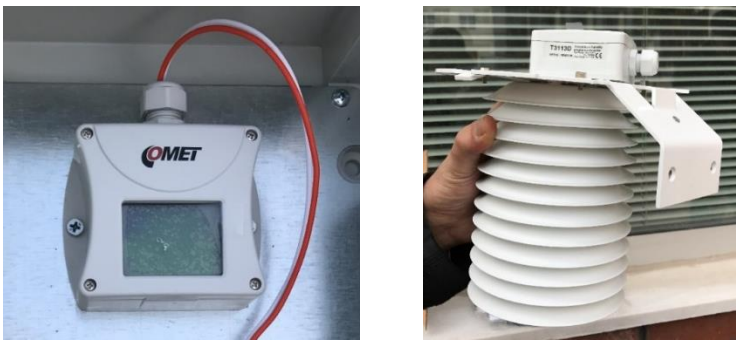
Rüzgar hızı ve yönünü ölçmek için üç eksenli ultrasonik anemometre kullanılmıştır. Bu alet, rüzgar hızının U-V-W bileşenlerini, sonik hız ve sıcaklığı ölçer. Özel üçgenleme metoduyla rüzgar hız ve yönü ölçülür. Aletin ölçüm aralığı 0-60 m/s'dir. Analog çıktı ise 4-20 mA aralığındadır. Çözünürlük ise 0.01 m/s'dir. Hassasiyet okunan değerin ±%1'idir. Alette manyetik Azimut özellikli pusula başlığı bulunur. Rüzgar yönü ölçüm aralığı Azimut 0-360°'dir. Analog çıktı 4-20 mA aralığındadır. Çözünürlük 0.1°'dir. Hassasiyet ±1°'dir.

Ancak, kurulum gerçekleştirildikten sonra çatı parapetindeki direğe monte edilmiş olan meteoroloji istasyonunun miliamper çıkışlarından veri alınamadığının tespit edilmesi üzerine bu alet sökülerek yerine ayrı ayrı, basınç sensörü, rüzgar hızı ve rüzgar yönü sensörleri ve sıcaklık-nem sensörü monte edilmiştir (Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27).

Dış hava sıcaklığını ve bağıl nemini ölçmek için COMET analog sinyal çıkışlı sıcaklık ve nem sensörü kullanılmıştır. Sensörün sıcaklık ölçüm aralığı -30 - +125°C, nem ölçüm aralığı ise %0-100 aralığındadır. Analog çıktı 4-20mA aralığındadır. Hassasiyet ±0.4°C'dir. Ayrıca, gelen güneş ışınlarının doğrudan sensöre ulaşmasına engel olunması ve sensörün sudan korunması amacıyla koruma kılıfı kullanılmıştır (Şekil 4.28).

Barometrik basıncı ölçmek için COMET analog sinyal çıkışlı basınç sensörü kullanılmıştır. Sensörün basınç ölçüm aralığı 800-1100 mbar'dır. Analog çıktı 4-

20mA aralığındadır. Sensörün çalışma sıcaklığı -35 - +80°C aralığındadır (Şekil 4.29).



Şekil 4.28 : İkinci aşamada kurulan sıcaklık-nem sensörü (solda) ve koruma kılıfı (sağda).



Şekil 4.29 : İkinci aşamada kurulan basınç sensörü.

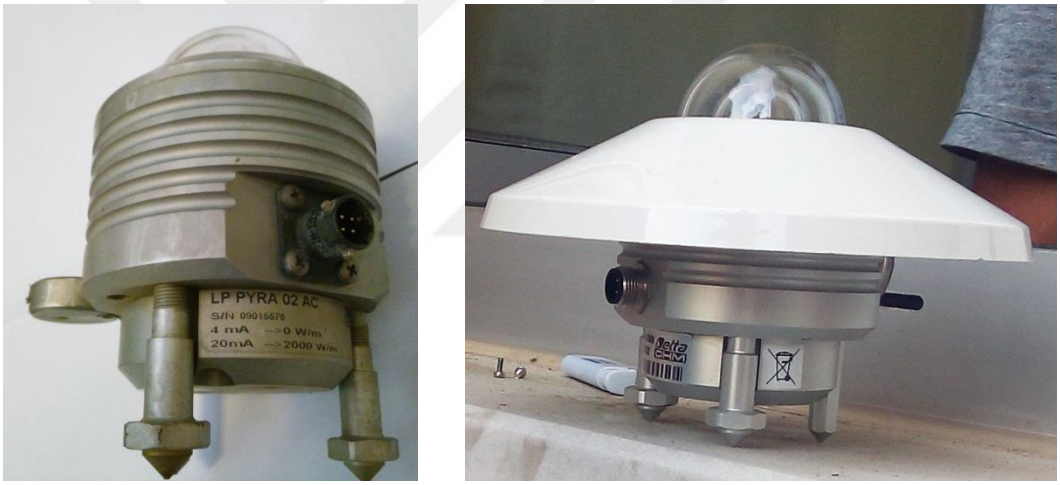
Rüzgar hızını ölçmek için Lambrecht anemometre/ rüzgar hızı sensörü kullanılmıştır. Aletin ölçüm aralığı 0-50 m/s'dir. Analog çıktı 4-20mA aralığındadır. Sensörün çalışma sıcaklığı -30 - +70°C aralığındadır. Rüzgar yönünü ölçmek için Lambrecht rüzgar yönü sensörü kullanılmaktadır. Rüzgar yönü ölçüm aralığı Azimut 0-360°'dir. Analog çıktı 4-20 mA aralığındadır. Sensörün çalışma sıcaklığı -30 - +70°C aralığındadır (Şekil 4.30).



Şekil 4.30 : İkinci aşamada kurulan rüzgar hızı sensörü (solda) ve rüzgar yönü sensörü (sağda).

Piranometre (global radyasyon ölçer)

Referans ve bitkilendirilmiş cepheye gelen güneş ışınımı şiddetini ölçmek için 1 adet, referans cepheden yansıyan güneş ışınımı şiddetini ölçmek için 1 adet ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı şiddetini ölçmek için 1 adet LP Pyra 02 piranometre kullanılmaktadır (Şekil 4.31). Piranometrede bir termopil sensörü yer alır. Termopil yüzey mat siyah boya ile kaplıdır. Enerji bu yüzey tarafından emilir ve böylece termopil ile piranometre gövdesi arasında bir sıcaklık farkı oluşur. Sıcaklık farkı voltaja dönüştürülerek ölçülür. Piranometrelerin spektral aralığı 305-2800 nm'dir. Ölçüm aralığı 0-2000 W/m^2'dir. Analog çıktı 4-20 mA aralığındadır. Çözünürlük 1 W/m2'dir. Güneş ışınım şiddeti ölçümlerinin sensör etrafında emilmeden yansımasını dolayısıyla ölçümlerin doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesini sağlamak amacıyla her piranometreye global radyasyon ölçüm sensörü diski takılmıştır.



Şekil 4.31 : Piranometre disksiz (solda), piranometre diskli (sağda).

Temassız Kızılötesi Sıcaklık Ölçüm Sensörü

Referans duvar dış yüzey yüzey sıcaklıklarını, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarını ve bitkilendirilmiş cephedeki panel ön ve arka yüzey ve 2. kat keçenin yüzey sıcaklıklarını ölçmek amacıyla 5 adet OPTRIS temassız kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü kullanılmıştır (Şekil 4.32). Sensör paslanmaz çelik bir başlık içinde yer alır. Ölçüm aralığı -20 - +60°C'dir. Analog çıktı 4-20 mA aralığındadır.



Şekil 4.32 : Kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü.

Temaslı Sıcaklık Ölçüm Sensörü

Referans duvar ve bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıklarını ölçmek amacıyla kullanılan OPTRIS temassız kızılötesi sensörlerine ait verilerde sapmalar tespit edildiği için 03 Şubat tarihinden itibaren referans ve bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıklarının ölçülmesi amacıyla PT1000 temaslı yüzey sıcaklık ölçüm sensörü kullanılmıştır. Ayrıca, yaprak ortam sıcaklıkları da PT1000 sensörü ile ölçülmüştür (Şekil 4.33). Ölçüm aralığı -30 - +200°C'dir. PT1000 sensörü üzerinde 0°C'de 1000 ohm direnç elde edilmektedir. Direnç değerindeki değişime göre veri kayıt aletinde ölçümler görselleştirilmektedir.



Şekil 4.33 : Temaslı sıcaklık ölçüm sensörü.

Sıcaklık ve Nem Ölçüm Sensörü

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin bulunduğu odalara ait iç ortam sıcaklığı ve nemini ölçmek amacıyla 2 adet GE HUMITRAC sıcaklık ve nem transmitteri kullanılmaktadır (Şekil 4.34). Nem sensörü kapasitif polimer, sıcaklık sensörü termistör prensibiyle çalışmaktadır. Alınan değerler cihaz içinde 4-20 mA analog çıkışa çevrilmektedir. Ölçüm aralığı -40 - +60°C ve %0 - %100 bağıl nem'dir. Hassasiyet ±0.3°C ve ±%5RH şeklindedir.



Şekil 4.34 : Sıcaklık ve nem ölçüm sensörleri.

Veri kayıt aletleri (datalogger) ve yazılımları

Dış ortam hava sıcaklığı, bağıl nem, basınç, rüzgar hızı ve nemi, bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı şiddeti, bitkilendirilmiş duvar iç ve dış yüzey sıcaklığı, bitkilendirilmiş cephedeki panel ön ve arka yüzey, 2.kat keçe ön yüzey, yaprak ortam sıcaklıkları ve bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığı ve nem ölçüm değerleri bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odada yer alan COMET MS5D Veri Kayıt Aleti ile kaydedilmekte ve depolanmaktadır (Şekil 4.35).

Referans cepheden yansıyan ve referans cepheye gelen güneş ışınımı şiddeti, referans cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığı ve nemi, referans duvar iç ve dış yüzey sıcaklığı ölçüm değerleri referans cephenin arkasındaki odada yer alan COMET MS5D Veri Kayıt Aleti ile kaydedilmekte ve depolanmaktadır (Şekil 4.35).

COMET MS5D Veri Kayıt Aleti 24V elektrik akımı ile çalışır. Veri kayıt aletinin toplam hafıza kapasitesi 480000 veridir. Her iki veri kayıt aleti bilgisayara network

aracılığıyla bağlanmaktadır; ayrıca istenildiği takdirde USB çıkışı ile bağlanabilmektedir.

10 dakikalık ölçüm verileri, COMET MS5D Veri Kayıt Aleti'nden bilgisayara MS+ ve Comet Database yazılımları ile indirilir ve bilgisayarda okunabilir. Bu yazılım, verileri veri analizi için MS Excel programına aktarabilmektedir.



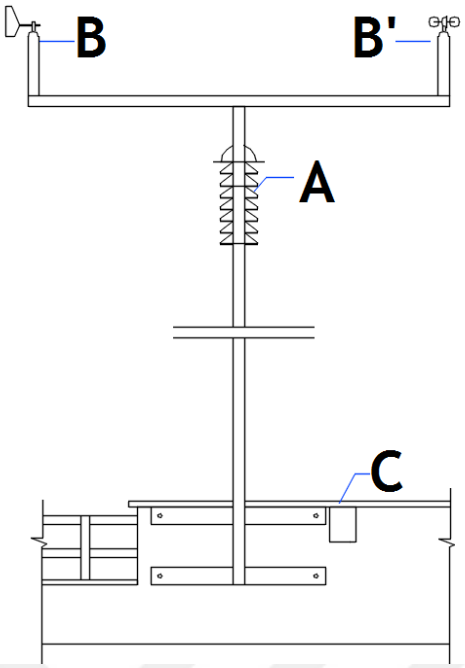
Şekil 4.35 : Veri kayıt aleti.

4.2.2 Ölçüm Düzeneği

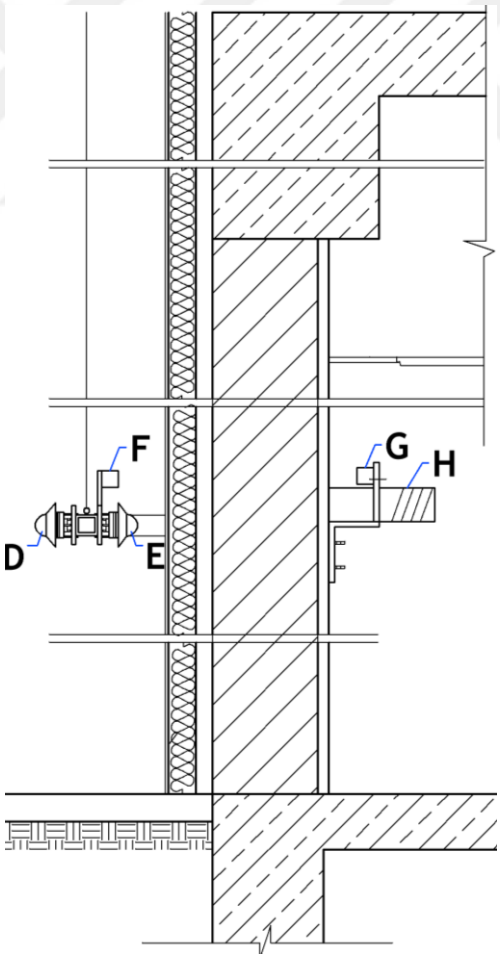
Referans cephe sistemi ve bitkilendirilmiş cephe sisteminde, mikro iklim, güneş ışınım şiddeti, yüzey sıcaklığı ve iç ortam sıcaklığı ve nemini ölçmek için gerekli yerlere ölçüm aletleri yerleştirilmiştir. Dış hava sıcaklığı, bağıl nem, barometrik basınç, rüzgar hızı ve yönü değerlerinin ölçülmesi amacıyla GTÜ Kimya Mühendisliği Binası çatı parapetinin üzerinde yer alan 145cm yüksekliğindeki bir direk üzerine, sıcaklık ve nem, basınç, rüzgar hızı ve yönü sensörleri yerleştirilmiştir (Şekil 4.36 A- dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi sensörü, B- rüzgar yönü sensörü, B'- rüzgar hızı sensörü, C- barometrik basınç sensörü). Gelen toplam ışınım şiddeti (Şekil 4.37-D) ve referans cephe sisteminden yansıyan güneş ışınım şiddeti (Şekil 4.37-E) referans cephe önüne monte edilen yatay demir profil üstüne düşey şekilde yerleştirilmiş birer adet piranometre ile ölçülmektedir. Referans cephe dış yüzey sıcaklığı (Şekil 4.37-F) yine referans cephe önüne monte edilmiş olan demir profil üzerine yerleştirilmiş bir adet temassız kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü ile ölçülmektedir. Referans duvar iç yüzey sıcaklığı (Şekil 4.37-G) referans duvarın iç yüzeyine monte edilen temaslı kızılötesi sıcaklık sensörü ile ölçülmektedir. Referans

duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı ve nemi (Şekil 4.37-H) referans duvarın iç yüzeyine monte edilen metal bir plaka üzerine yerleştirilen sıcaklık ve nem sensörü (transmitteri) ile ölçülmektedir. Bitkilendirilmiş cephe sisteminden yansıyan güneş ışınım şiddeti (Şekil 4.38-I) bitkilendirilmiş cephe önüne monte edilen yatay demir profil üstüne düşey şekilde yerleştirilmiş bir adet piranometre ile ölçülmektedir. Yaprakların arasındaki ortam sıcaklığı (Şekil 4.38-J) bitkilerin arasına yerleştirilen bir adet PT1000 ölçüm sensörü ile ölçülmektedir. Keçe yüzey sıcaklığı (Şekil 4.38-K) yatay demir profil üstüne yerleştirilen bir adet temassız yüzey sıcaklık sensörü ile ölçülmektedir. Panel ön yüzey sıcaklığı (Şekil 4.38-L) panele dik yer düzlemine paralel şekilde monte edilen bir demir çubuk üzerine panelin ön yüzüne bakacak şekilde yerleştirilen bir adet temassız kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü ile ölçülmektedir. Panel arka yüzey sıcaklığı (Şekil 4.38-M) paneli taşıyan çelik kutu profillerin üzerine monte edilen yatay profil üzerine panelin arka yüzeyine bakacak şekilde yerleştirilen bir adet temassız kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü ile ölçülmektedir. Duvar dış yüzey sıcaklığı (Şekil 4.38-N) paneli taşıyan çelik kutu profillerin üzerine monte edilen yatay profil üzerine duvara bakacak şekilde yerleştirilen bir adet temassız kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü ile ölçülmektedir. Bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığı (Şekil 4.38-O) bitkilendirilmiş duvarın iç yüzeyine monte edilen temaslı kızılötesi sıcaklık sensörü ile ölçülmektedir. Bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı ve nemi (Şekil 4.38-P) bitkilendirilmiş duvarın iç yüzeyine monte edilen metal bir plaka üzerine yerleştirilen sıcaklık ve nem sensörü (transmitteri) ile ölçülmektedir. Meteoroloji istasyonu, bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe ölçüm düzeneklerindeki tüm ölçüm aletlerine ilişkin harf sembollerinin açıklamaları Çizelge 4.1'de yer almaktadır.

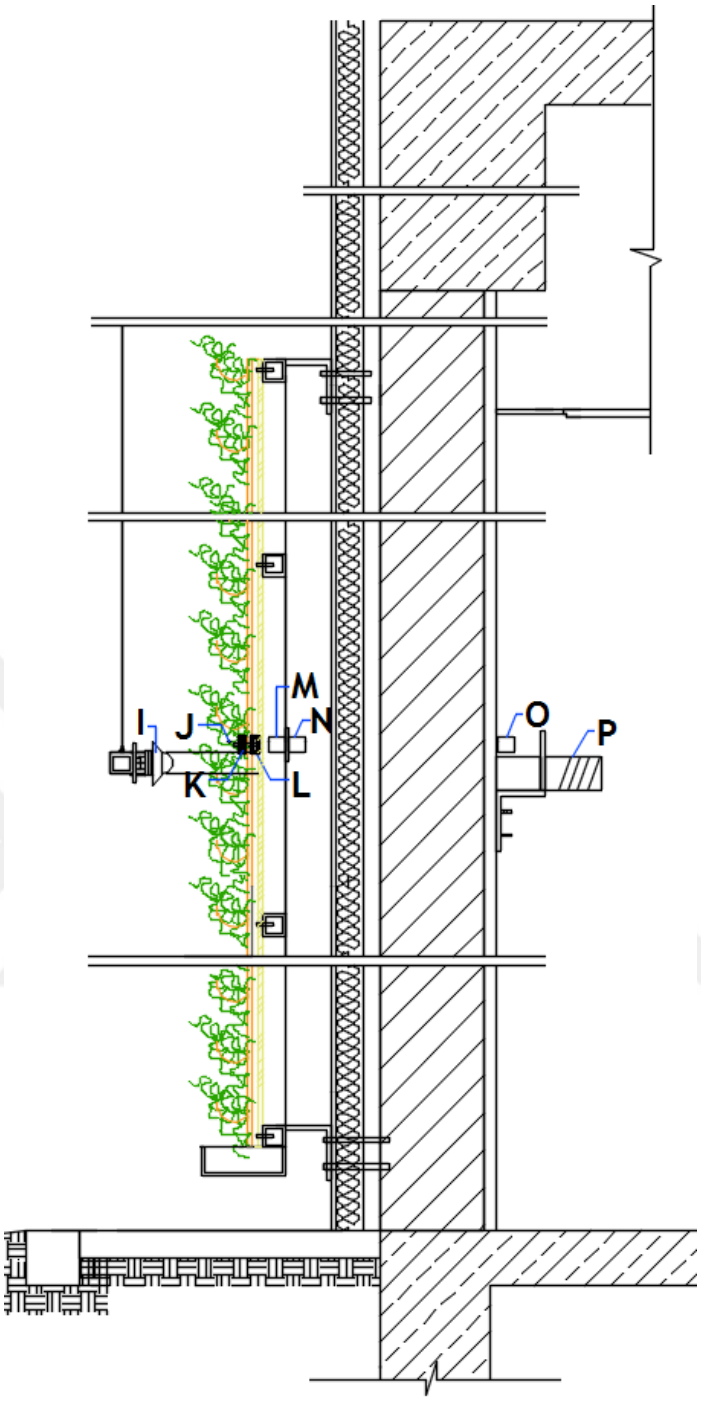
Üç boyutlu ısı geçişi ve yüzey sıcaklığı hesaplamaları ile ilgili uluslararası standard, ISO 10211-1:1995, Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Part 1: General calculation methods standardına göre biçimsel kaynaklı veya malzeme farklılığı kaynaklı "ısı köprüsü" bölgelerinin ısıl etkilerinin bu bölgelerden 1 metre uzaklaşıldığında kaybolduğu kabul edilmektedir (ISO 10211-1:1995). Bu nedenle, deney düzeneğindeki ölçüm aletleri "ısı köprüsü" bölgelerinden en az 1 metre uzakta olacak şekilde konumlandırılmıştır.



Şekil 4.36 : Mikro iklim verileri ölçüm aletleri.



Şekil 4.37 : Referans cephe sistemi ölçüm aletleri, düşey kesit.



Şekil 4.38 : Bitkilendirilmiş cephe sistemi ölçüm aletleri, düşey kesit.

Çizelge 4.1 : Ölçüm düzeneğindeki aletlere ve parametrelere ilişkin sembollerin açıklamaları.

Sembol	Ölçüm Aletleri	Parametreler
A	Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem sensörü	Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi
B	Rüzgar yönü sensörü	Rüzgar yönü
B'	Rüzgar hızı sensörü	Rüzgar hızı
C	Barometrik basınç sensörü	Dış ortam hava basıncı
D	Piranometre	Cepheye gelen toplam güneş ışınım şiddeti
E	Piranometre	Referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti
F	Temassız kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü	Referans duvar dış yüzey sıcaklığı
G	Temaslı sıcaklık ölçüm sensörü	Referans duvar iç yüzey sıcaklığı
H	Sıcaklık ve nem sensörü	Referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı ve nemi
I	Piranometre	Bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti
J	Temaslı sıcaklık ölçüm sensörü	Yaprak ortam sıcaklığı
K	Temassız kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü	Keçe yüzey sıcaklığı
L	Temassız kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü	Panel ön yüzey sıcaklığı
M	Temassız kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü	Panel arka yüzey sıcaklığı
N	Temassız kızılötesi sıcaklık ölçüm sensörü	Bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı
O	Temaslı sıcaklık ölçüm sensörü	Bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığı
P	Sıcaklık ve nem sensörü	Bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı ve nemi

Ölçüm düzeneğinin yapımı, bitkilendirilmiş cephedeki dış yüzey, panel arka yüzey ve ön yüzey sıcaklık sensörlerinin yerleştirilmesi; meteoroloji istasyonu ve sıcaklık-nem sensörünün yerleştirilmesi; bitkilendirilmiş cephedeki keçe yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesi; referans cephedeki dış yüzey sıcaklık sensörünün ve piranometrelerin yerleştirilmesi; bitkilendirilmiş cephedeki yaprak arası ortam sıcaklığı sensörünün yerleştirilmesi; bitkilendirilmiş cephe önündeki piranometrenin

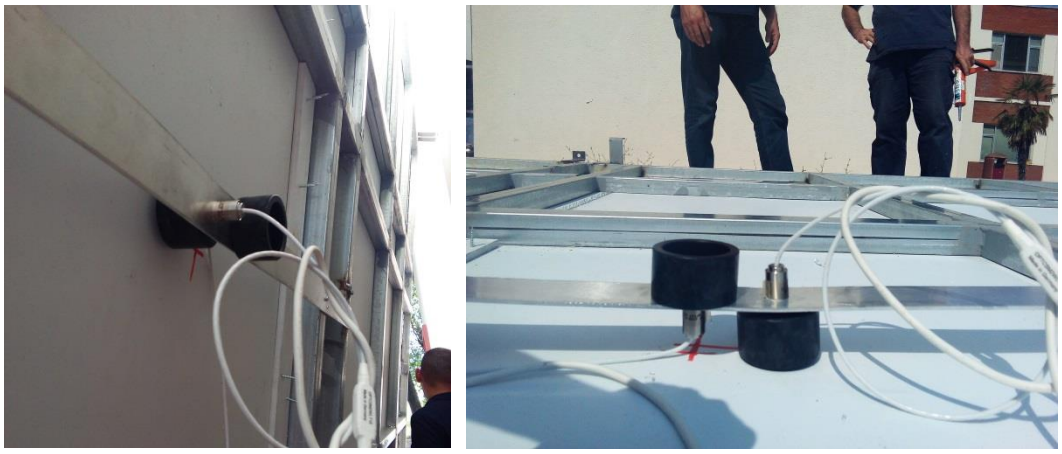
yerleştirilmesi; bitkilendirilmiş cephedeki iç yüzey sıcaklığı ve iç ortam sıcaklık-nem sensörlerinin ve veri kayıt aletinin yerleştirilmesi; referans cephedeki iç yüzey sıcaklığı ve iç ortam sıcaklık-nem sensörlerinin ve veri kayıt aletinin yerleştirilmesi ve meteoroloji istasyonun ve iç yüzey sıcaklık sensörlerinin değiştirilmesi olmak üzere yapım sırasına göre 10 başlık altında ortaya konulmuştur.

Bitkilendirilmiş cephedeki dış yüzey, panel arka yüzey ve ön yüzey sıcaklık sensörlerinin yerleştirilmesi

Bitkilendirilmiş cephe sistemine ait taşıyıcı profil ve taşıyıcı panellerin sahaya getirilmesinden sonra panelin arkasındaki taşıyıcı profillerin arasına yassı metal bir profil monte edilmiştir. Duvar dış yüzey sıcaklığının ölçülebilmesi amacıyla bu profil üzerine duvara bakacak ve zeminden 180 cm yukarıda olacak şekilde 1 adet OPTRIS temassız sıcaklık ölçüm sensörü yerleştirilmiştir (Şekil 4.39). Panel arka yüzeyinin ölçülebilmesi amacıyla metal profil üzerine panelin arka yüzeyine bakacak ve zeminden 180 cm yukarıda şekilde 1 adet OPTRIS temassız sıcaklık ölçüm sensörü yerleştirilmiştir (Şekil 4.40).

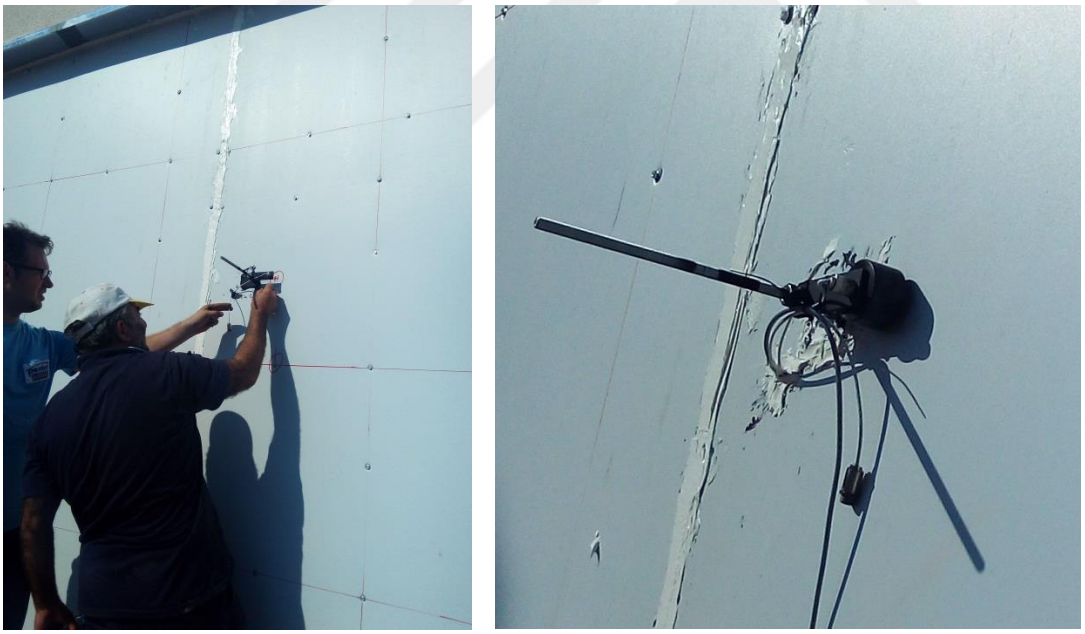


Şekil 4.39 : Bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesi.



Şekil 4.40 : Bitkilendirilmiş duvar panel arka yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesi.

Panel arka yüzey sıcaklığı sensörünün yerleştirilmesinden taşıyıcı panel ön yüzeyine demir bir çubuk monte edilmiştir. Bu demir çubuk üzerinde yer alan demir bir kol üzerine panel ön yüzey sıcaklığının ölçülmesi amacıyla panel ön yüzeyine bakacak ve zeminden 180 cm yukarıda olacak şekilde 1 adet OPTRİS temassız sıcaklık ölçüm sensörü yerleştirilmiştir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41 : Bitkilendirilmiş duvar panel ön yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesi.

Meteoroloji istasyonu ve sıcaklık-nem sensörünün yerleştirilmesi

Bitkilendirilmiş cepheye ait dış yüzey, panel arka ve ön yüzey sıcaklık sensörlerinin yerleştirilmesinden sonra bitkilendirilmiş cephenin montajı sırasında düzeneğin kurulacağı binanın çatı parapetine 145 cm yüksekliğindeki demir bir direk

sabitlenerek bu direk üzerine meteoroloji istasyonu ve sıcaklık-nem sensörleri monte edilmiştir (Şekil 4.42).



Şekil 4.42 : Çatı parapetine monte edilen meteoroloji istasyonu ve sıcaklık-nem sensörü.

Bitkilendirilmiş cephedeki keçe yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesi

Panel ön yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesinden sonra taşıyıcı profil ve panellerden oluşan taşıyıcı konstrüksiyon GTÜ Kimya Mühendisliği Binası'na ait duvar yüzeyine monte edilmiştir. Taşıyıcı konstrüksiyonun montajından sonra panellerin üzerine 1.kat ve 2.kat keçe örtü sabitlenmiştir. Keçe örtü katmanları sabitlendikten ve bitki dikimi tamamlandıktan sonra keçenin üzerine 2.kat keçe katmanının yüzey sıcaklığını ölçmek amacıyla keçe yüzeyine bakacak ve zeminden 180 cm yukarıda olacak şekilde 1 adet OPTRİS temassız sıcaklık ölçüm sensörü yerleştirilmiştir (Şekil 4.43).



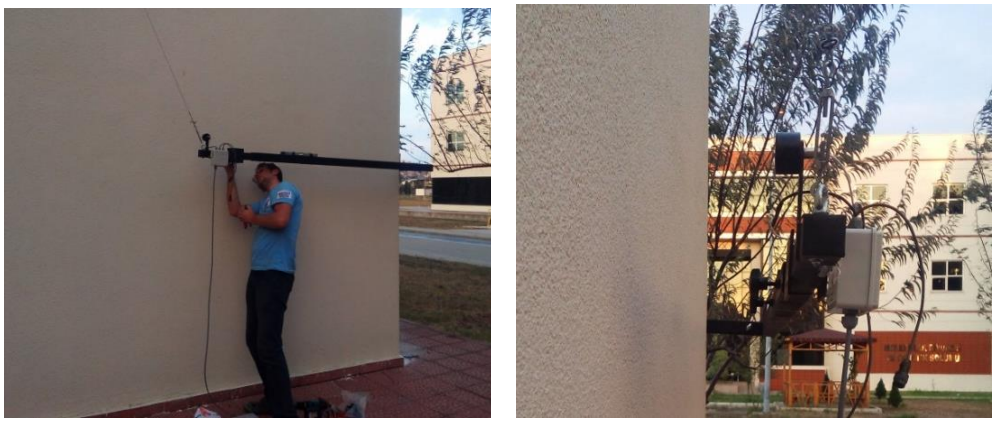
Şekil 4.43 : 2.kat keçe yüzey sıcaklık sensörü.

Referans cephedeki dış yüzey sıcaklık sensörünün ve piranometrelerin yerleştirilmesi

2. kat keçe yüzey sıcaklık sensörü yerleştirildikten sonra referans cephe üzerine 6cmx6cm ölçülerinde 220cm uzunluğunda uzunluğu ayarlanabilir demir kutu profil monte edilmiştir. (Şekil 4.44). Demir profil, referans duvarda bulunan betonarme taşıyıcı kolonlara cephenin doğu yönündeki yüzeyine yerden 170 cm yukarıda olacak şekilde sabitlenmiştir. Demir profil üzerinde yer alan demir çubuk üzerine referans duvar dış yüzey sıcaklığının ölçülmesi amacıyla referans duvar yüzeyinden 25cm uzakta olacak ve duvara bakacak ve zeminden 180 cm yukarıda olacak şekilde 1 adet OPTRIS temassız yüzey sıcaklık ölçüm sensörü yerleştirilmiştir (Şekil 4.45). Dış yüzey sıcaklık sensörü yerleştirildikten sonra sırayla referans cepheden yansıyan güneş ışınımı şiddetini ölçmek amacıyla 1 adet LPPYRA02 model piranometre (güneş radyasyonu ölçer) ve referans cepheye gelen güneş ışınımı şiddetini ölçmek amacıyla 1 adet LPPYRA02 model piranometre (güneş radyasyonu ölçer) birbirine simetrik olacak ve zeminden 170 cm yukarıda olacak şekilde demir profilin üzerindeki demir levhalara monte edilmiştir (Resim 4.46).



Şekil 4.44 : Referans cephedeki demir profilin monte edilmesi.



Şekil 4.45 : Referans duvar dış yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesi.



Şekil 4.46 : Referans duvardan yansıyan güneş ışınımı şiddetini ölçen piranometre (solda) ve referans duvara gelen güneş ışınımı şiddetini ölçen piranometrenin (sağda) yerleştirilmesi.

Bitkilendirilmiş cephedeki yaprak arası ortam sıcaklığı sensörünün yerleştirilmesi

Bitkilendirilmiş cephedeki keçe yüzey sıcaklık sensörünün yerleştirilmesinden sonra yaprakların arasındaki ortam sıcaklığının ölçülmesi amacıyla 1 adet Pt1000 sıcaklık ölçüm sensörü yaprakların arasında duracak şekilde yerleştirilmiştir. Pt 1000 sensörünün kablosu bitki dallarının arasından geçirilmiş ve dalların üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 4.47).



Şekil 4.47 : Bitkilendirilmiş cephede yaprakların arasına yerleştirilmiş yaprak ortam sıcaklık sensörü (solda) ve sensör kablosunun bitki dalları arasına yerleştirilmesi (sağda).

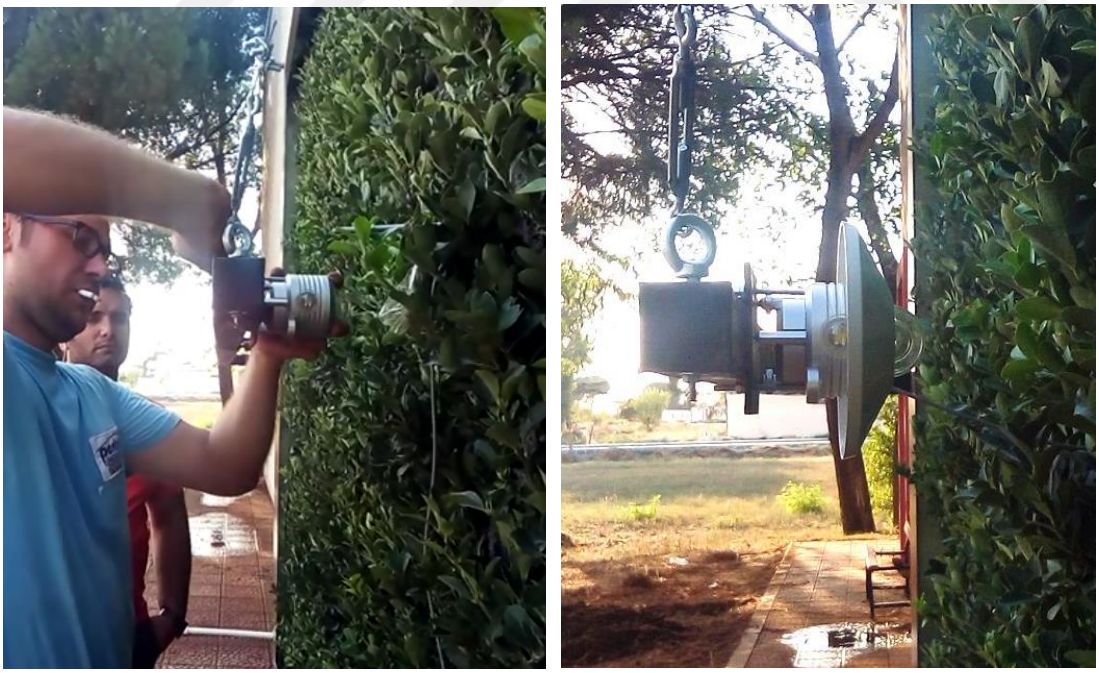
Bitkilendirilmiş cephe önündeki piranometrenin yerleştirilmesi

Bitkilendirilmiş cephe test düzeneğindeki yaprak ortam sıcaklık sensörünün yerleştirilmesinden sonra bitkilendirilmiş cephe önüne 6cmx6cm ölçülerinde 310cm uzunluğunda uzunluğu ayarlanabilir demir kutu profil monte edilmiştir. (Şekil 4.48). Demir profil, bitkilendirimiş duvarda bulunan betonarme taşıyıcı kolonlara cephenin batı yönündeki yüzeyine yerden 170 cm yukarıda olacak şekilde sabitlenmiştir.

Bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı şiddetini ölçmek amacıyla 1 adet LPPYRA02 model piranometre (güneş radyasyonu ölçer) demir profilin üzerindeki demir levhaya yapraklara bakacak ve zeminden 170 cm yukarıda olacak şekilde monte edilmiştir (Resim 4.49).



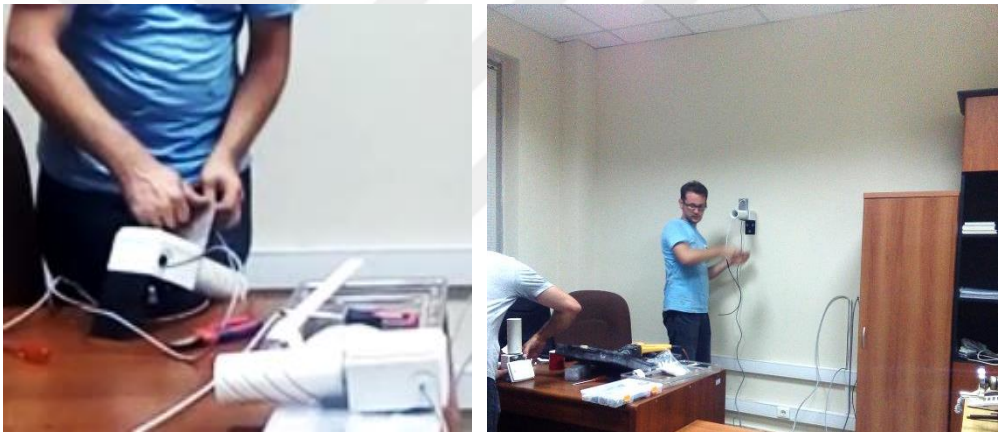
Şekil 4.48 : Bitkilendirilmiş cephedeki demir profilin monte edilmesi (solda) ve montaj tamamlandıktan sonra demir profilin cephe önündeki görünümü (sağda).



Şekil 4.49 : Bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı şiddetini ölçen piranometrenin yerleştirilmesi (solda) ve montaj tamamlandıktan sonra piranometrenin görünümü (sağda).

Bitkilendirilmiş cephedeki iç yüzey sıcaklığı ve iç ortam sıcaklık-nem sensörlerinin ve veri kayıt aletinin yerleştirilmesi

Bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığının ve bağıl nem oranının ölçülmesi amacıyla duvarın önüne yerleştirilecek olan 1 adet HUMITRAC sıcaklık-nem sensörü/ transmitteri demir L profil üzerine sabitlenmiştir. Daha sonra bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığının ölçülmesi amacıyla duvarın 10 cm önüne yerleştirilecek olan 1 adet OPTRIS temassız sıcaklık sensörü demir profil üzerine zeminden 180 cm yukarıda olacak sabitlenmiştir (Şekil 4.50). Sensörler profilin üzerine sabitlendikten sonra profil duvar yüzeyinden 10 cm uzakta olacak şekilde duvara monte edilmiştir (Şekil 4.50). Sensörlerin ve profilin montajı tamamlandıktan bitkilendirlmiş duvara ait sensörlerden ve mikroiklim verilerinin alınacağı sensörlerden gelen verilerin aktarılacağı 1 adet COMET MS5D veri kayıt aleti bitkilendirilmiş duvar iç yüzeyine monte edilmiştir (Şekil 4.51)



Şekil 4.50 : Bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık sensörü ve iç ortam sıcaklık ve bağıl nem oranı ölçüm sensörünün yerleştirilmesi.



Şekil 4.51 : Veri kayıt aletinin bitkilendirilmiş duvar iç yüzeyine yerleştirilmesi.

Referans cephedeki iç yüzey sıcaklığı ve iç ortam sıcaklık-nem sensörlerinin ve veri kayıt aletinin yerleştirilmesi

Referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığının ve bağıl nem oranının ölçülmesi amacıyla duvarın önüne yerleştirilecek olan 1 adet HUMITRAC sıcaklık-nem sensörü/ transmitteri demir L profil üzerine sabitlenmiştir. Daha sonra referans duvar iç yüzey sıcaklığının ölçülmesi amacıyla duvarın 10 cm önüne yerleştirilecek olan 1 adet OPTRIS temassız sıcaklık sensörü zeminden 180 cm yukarıda olacak demir profil üzerine sabitlenmiştir. Sensörler profilin üzerine sabitlendikten sonra profil duvar yüzeyinden 10 cm uzakta olacak şekilde duvara monte edilmiştir (Şekil 4.52). Sensörlerin ve profilin montajı tamamlandıktan referans duvara ait sensörlerden gelen verilerin aktarılacağı 1 adet COMET MS5D veri kayıt aleti referans duvar iç yüzeyine monte edilmiştir (Şekil 4.52).



Şekil 4.52 : Referans duvardaki yüzey ve ortam sıcaklık-nem sensörleri ve veri kayıt aleti.

Test düzeneklerinin kurulumundan belirli bir süre sonra meteoroloji istasyonu, referans duvar iç yüzey sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığını ölçen sensörler hata vermiştir. Bu nedenle, 03 Şubat 2017 tarihinde, dış ortam sıcaklık ve bağıl nem, rüzgar hızı ve rüzgar yönü ve basınç sensörleri ile bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık ve referans duvar iç yüzey sıcaklık sensörleri değiştirilmiştir. 03 Şubat 2017 tarihindeki uygulamalara ilişkin bilgiler ve görseller aşağıda yer almaktadır.

Meteoroloji istasyonun değiştirilmesi

Kurulumda monte edilen meteoroloji istasyonundaki sensörlerin hata vermesi nedeniyle, 03 Şubat 2017 tarihinde bu sensörler sökülerek yerine, COMET sıcaklık ve nem sensörü, basınç sensörü, rüzgar hızı ve rüzgar yönü sensörleri monte edilmiştir. Bu aletler, çatı parapetine önceki kurulum aşamasında monte edilen 145 cm yüksekliğindeki demir direk üzerine sabitlenmiştir (Şekil 4.53).



Şekil 4.53 : Çatı parapetine monte edilen meteoroloji istasyonu ve sıcaklık-nem sensörü.

Bitkilendirilmiş ve referans cephedeki iç yüzey sıcaklığı sensörlerinin değiştirilmesi

Bitkilendirilmiş ve referans cephedeki iç yüzey sıcaklığı sensörlerinin sensörlerin hata vermesi nedeniyle, 03 Şubat 2017 tarihinde, PT1000 temaslı sıcaklık sensörleri zeminden 180 cm yukarıda olacak şekilde doğrudan duvar yüzeyine sabitlenmiştir (Şekil 4.54).



Şekil 4.54 : Bitkilendirilmiş duvardaki (solda) ve referans duvardaki (sağda) temassız iç yüzey sıcaklık sensörlerinin yerleştirilmesi.

4.2.3 Ölçüm Verilerinin Toplanması

Bitkilendirilmiş ve referans cephenin arkasında yer alan odalardaki ölçüm panolarının içine çekilmiş olan 220 Volt AC elektrik akımı, pano içindeki güç kaynağı kullanılarak 24 Volt AC akıma dönüştürülür.

24 Volt elektrik akımı, COMET MS5D Veri Kayıt aletlerini, referans ve bitkilendirilmiş duvar iç ve dış yüzey sıcaklıklarını ölçen infrared yüzey sıcaklık ölçüm sensörlerini, referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odalardaki iç ortam ve nemini ölçen sıcaklık-nem sensörlerini, bitkilendirilmiş duvardaki panel ön ve arka yüzey ve keçe yüzey sıcaklığını ölçen infrared sıcaklık ölçüm sensörlerini, yaprak ortam sıcaklığını ölçen sıcaklık sensörünü, bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınımı şiddetini ölçen piranometreleri ve referans cepheye gelen güneş ışınımı şiddetini ölçen piranometreyi ve çatıdaki meteoroloji istasyonunu ve sıcaklık-nem sensörünü besler.

Dış ortam sıcaklık ve nem sensörü, basınç sensörü, rüzgar yönü ve rüzgar hızı sensörleri, bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odaya giren 5 adet kanal çıkışı ile MS5D Veri Kayıt Aleti'ne bağlanmıştır. Meteoroloji istasyonunda ölçülen basınç, rüzgar hızı ve yönü ölçüm değerleri ve sıcaklık-nem sensörü ile ölçülen dış ortam sıcaklık ve bağıl nem değerleri, ilgili kanallar ile COMET MS5D Veri Kayıt Aleti'ne gelir. Burada 10 dakikada bir kayıt edilir ve depolanır.

Bitkilendirilmiş cephedeki 4 adet temassız kızılötesi yüzey sıcaklığı sensörü ve 1 adet temaslı yüzey sıcaklık sensörü, 1 adet temaslı ortam sıcaklığı ölçüm sensörü, 1 adet iç ortam sıcaklık ve nem sensörü ve 1 adet piranometre için ayrı ayrı olmak üzere toplam 8 adet kanal çıkışı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odadaki COMET MS5D Veri Kayıt Aleti'ne bağlanmıştır. Bitkilendirilmiş cephedeki yüzey sıcaklığı, yaprak ortam sıcaklığı, bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odadaki iç ortam sıcaklık ve nem değerleri, ilgili kanallar ile COMET MS5D Veri Kayıt Aleti'ne gelir. Burada 10 dakikada bir kayıt edilir ve depolanır.

Referans cephedeki 1 adet temassız kızılötesi yüzey sıcaklığı sensörü ve 1 adet temaslı yüzey sıcaklık sensörü, 2 adet piranometre ve 1 adet iç ortam sıcaklık ve nem sensörü için ayrı ayrı olmak üzere toplam 5 adet kanal çıkışı referans cephenin arkasında yer alan odadaki COMET MS5D Veri Kayıt Aleti'ne bağlanmıştır.

Devreye alma sırasında COMET MS5D Veri Kayıt Aleti'nde meydana gelen bağlantı hatasından dolayı oluşan arıza nedeniyle knal çıkışları geçici olarak COMET MS6D Veri Kayıt Aleti'ne bağlanmıştır. COMET MS6D Veri Kayıt Aleti 10 Eylül-03 Ekim 2016 tarihleri arasında kullanılmıştır. MS5D Veri Kayıt Aleti için gerekli arıza tespit ve onarım işlemleri yapıldıktan sonra 03 Ekim 2016 tarihinde referans cephedeki ölçüm aletlerine ait kanallar MS5D Veri Kayıt Aleti'ne bağlanmıştır. Referans cephedeki yüzey sıcaklığı, referans cepheden yansıyan ve referans cepheye gelen güneş ışınım şiddeti ve referans cephenin arkasındaki odadaki iç ortam sıcaklık ve nem değerleri, ilgili kanallar ile COMET MS5D Veri Kayıt Aleti'ne gelir. Burada 10 dakikada bir kayıt edilir ve depolanır.

COMET MS5D Veri Kayıt Aletleri ve ilgili bilgisayarın network bağlantıları (RJ45) yapılmıştır. Bu cihazlara ait MAC adresleri üzerinden sabit IP adresleri tanımlaması yapılmıştır. Tanımlanan sabit IP adresleri sayesinde ilgili cihazlara bulundukları Network üzerinden istenilen lokasyondan erişim sağlanmaktadır.

COMET MS5D Veri Kayıt Aleti'nde kaydedilen ölçüm verileri MS+ ve COMET Database yazılımlarıyla sürekli olarak bilgisayarda izlenebilir ve ilgili formatlarda kayıt edilebilir durumdadır. Veri analizi için her haftanın ilk günü olan Pazartesi günleri, tüm haftaya ait ölçüm değerleri, COMET Database programı ile bilgisayarda MS Office Excel dosyalarına dönüştürülerek kayıt edilmektedir.

5. KEÇE ESASLI BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHE SİSTEMİ ISIL PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

06 Şubat 2017 – 26 Şubat 2018 tarihleri arasında elde edilen 10 dakikalık ölçüm verileri, haftalık olarak analiz edilmiştir. Ancak, hafta içi günlerinde RCS ve BCS arkasında yer alan odalardaki kullanıcı davranışlarına bağlı olarak iç ortam sıcaklıklarında farklılıklar görülmüştür, dolayısıyla keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sisteminin ısıl performansı hafta sonu verileri üzerinden değerlendirilmiştir.

5.1 Ölçüm Verilerinin Analizi

06 Şubat 2017 – 26 Şubat 2018 tarihleri arasında elde edilen haftalık veriler, Pazartesi günü gece saat 00:00 ile Pazar günü gece saat 23:59 arasında olacak şekilde ele alınmıştır. Meteorolojik veriler kapsamında, dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı, gelen güneş ışınım şiddeti analiz edilmiştir. Bitkilendirilmiş ve referans cepheye ilişkin veriler (BCS ve RCS verileri) kapsamında, her iki cepheden yansıyan güneş ışınım şiddetleri ve yansıma oranları, referans cephe sıcaklık profili ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık profili analiz edilmiştir. Meteorolojik verilerin, referans cephe ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık profillerinin analizi için doğrudan ölçülen 10 dakikalık değerler kullanılmıştır. Referans cephe ve bitkilendirilmiş cephe yansıma oranı hesabı için ASTM E 1918:2006 standardında verilen yöntem uygulanmıştır (ASTM, 2006). Buna göre, her bir gün için, kış döneminde saat 10:00-14:00 arasında, yaz döneminde ise saat 09:00-15:00 arasında yansıyan güneş ışınım değerlerinin cepheye gelen toplam güneş ışınım değerlerine oranı hesaplanarak her iki cephe için de yansıma oranı değerleri elde edilmiştir. Bu yansıma oranı değerlerinin aritmetik ortalaması hesaplanarak referans ve bitkilendirilmiş cephenin her bir güne ait yansıma oranı ortaya konulmuştur. 06 Şubat 2017 – 26 Şubat 2018 tarihleri arasında elde edilen 10 dakikalık ölçüm verilerinin haftalık analizleri aşağıda verilmiştir.

06-12 Şubat 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

06-12 Şubat 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 1.6°C-18.4°C ve %33.1-%95.4 arasındadır (Şekil 5.1). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.1'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

06-12 Şubat 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 12 Şubat 2017 tarihinde saat 15:50'de görülmüştür ve 756W/m^2'dir (Şekil 5.2).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

06-12 Şubat 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.3'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.2'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.19-0.24 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.72-0.86 arasında değişmiştir (Çizelge 5.2).

RCS sıcaklık profili

06-12 Şubat 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 1.6°C ile 18.4°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -0.1°C ile 39.1°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 14.3°C ile 26.2°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 16°C ile 32.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.4).

BCS sıcaklık profili

06-12 Şubat 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 1.6°C ile 18.4°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 0.3°C ile 20.7°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları -1.3°C ile 25°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 0.5°C ile 15.9°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 1.7°C ile 16.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 4°C ile 16.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 14.9°C ile 24.5°C ve bitkilendirilmiş

duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 17°C ile 31.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.5).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

06-12 Şubat 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 1.6°C ile 18.4°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -0.1°C ile 39.1°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 4°C ile 16.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.6).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihler arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 14.3°C-26.2°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 14.9°C-24.5°C arasındadır (Şekil 5.7).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

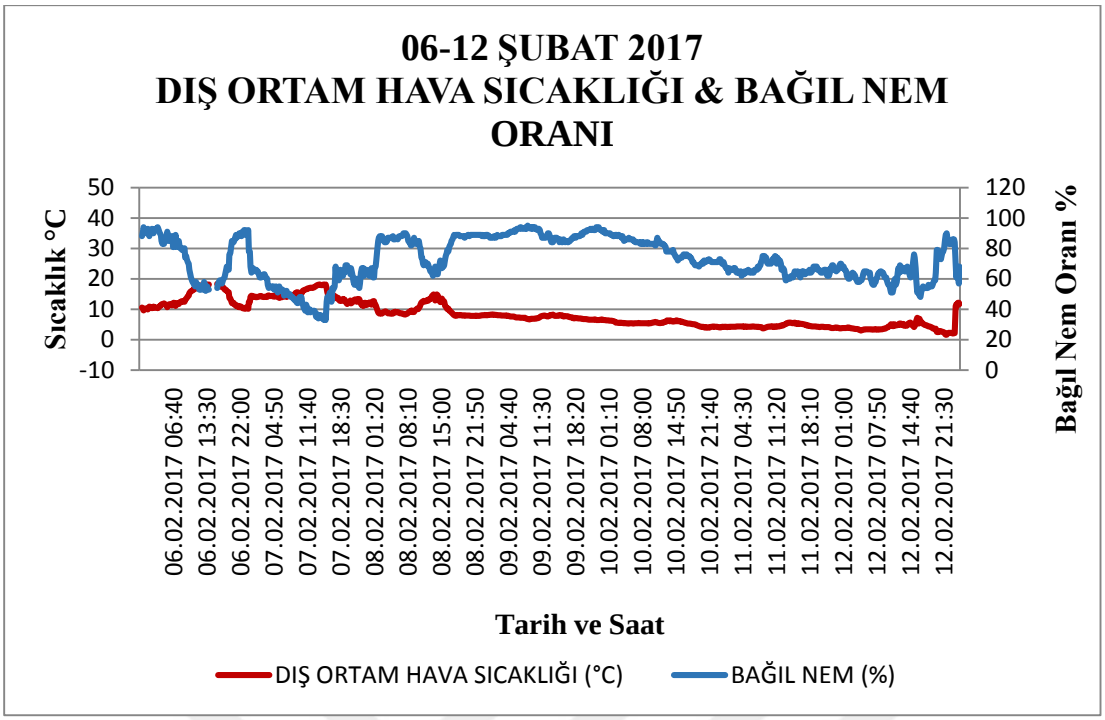
Verilen tarihler arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 16°C ile 32.1°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 17°C ile 31.5°C arasındadır (Şekil 5.8).

Çizelge 5.1 : 06-12 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

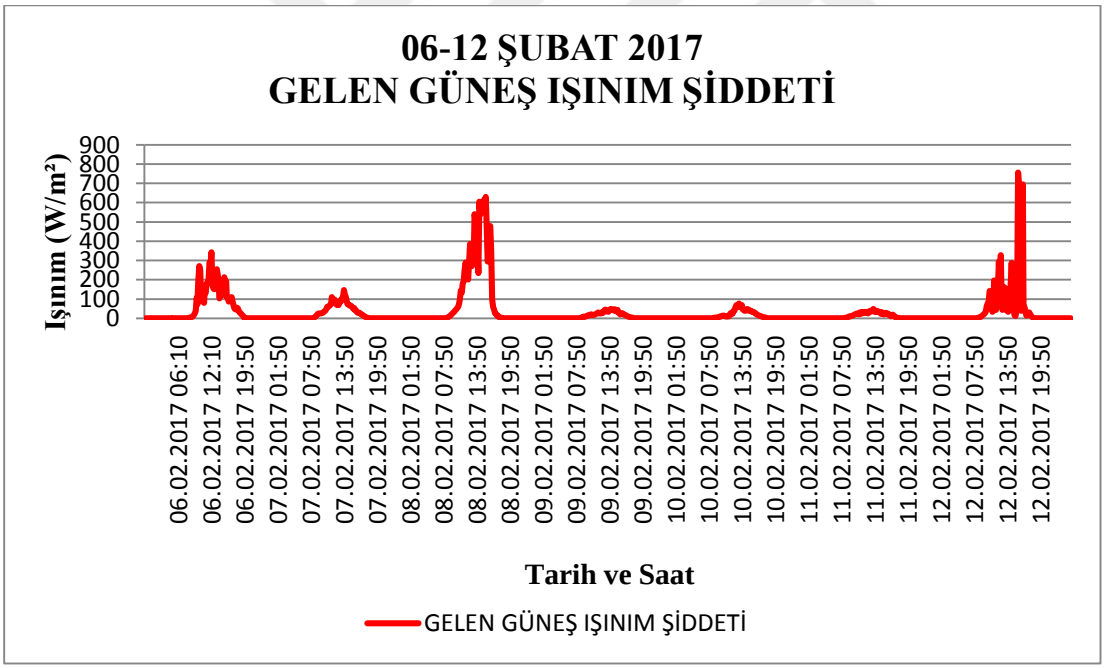
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
06 Şubat 2017	9.6	18.4	51.9	93.7
07 Şubat 2017	11.1	18.1	33.1	69
08 Şubat 2017	7.8	14.9	60.8	90.3
09 Şubat 2017	6.5	8.2	84	95.4
10 Şubat 2017	3.9	6.5	68.1	91.7
11 Şubat 2017	3.7	5.6	59	75.3
12 Şubat 2017	1.6	7.2	48	89.8

Çizelge 5.2 : 06-12 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

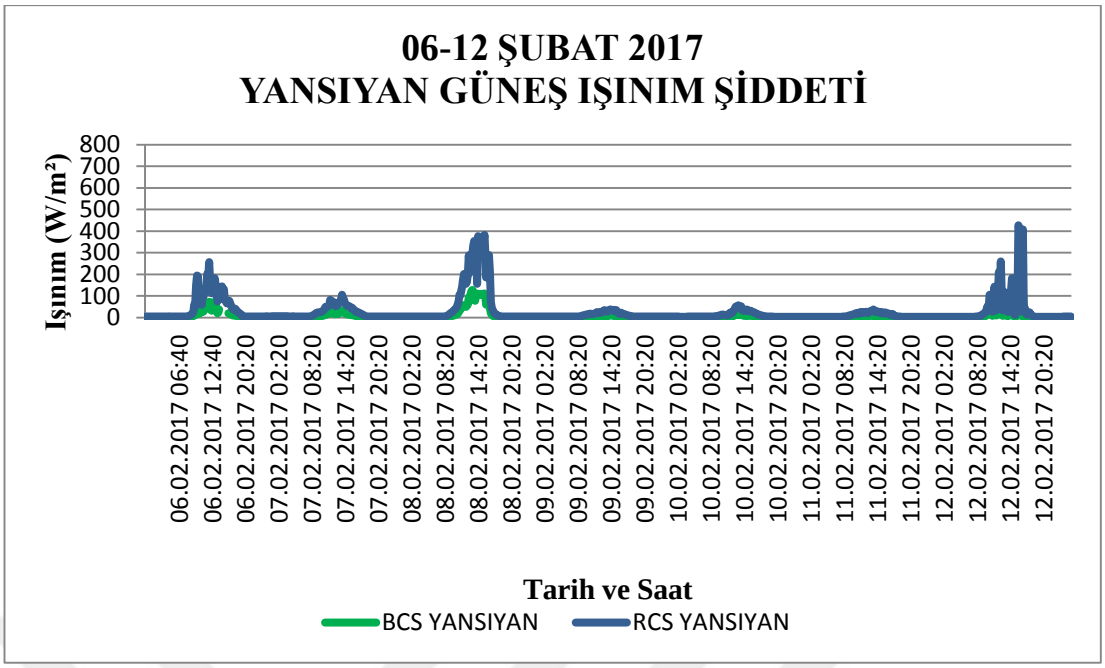
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
06 Şubat 2017	0.241	0.724
07 Şubat 2017	0.227	0.779
08 Şubat 2017	0.245	0.740
09 Şubat 2017	0.194	0.843
10 Şubat 2017	0.191	0.863
11 Şubat 2017	0.201	0.808
12 Şubat 2017	0.219	0.747



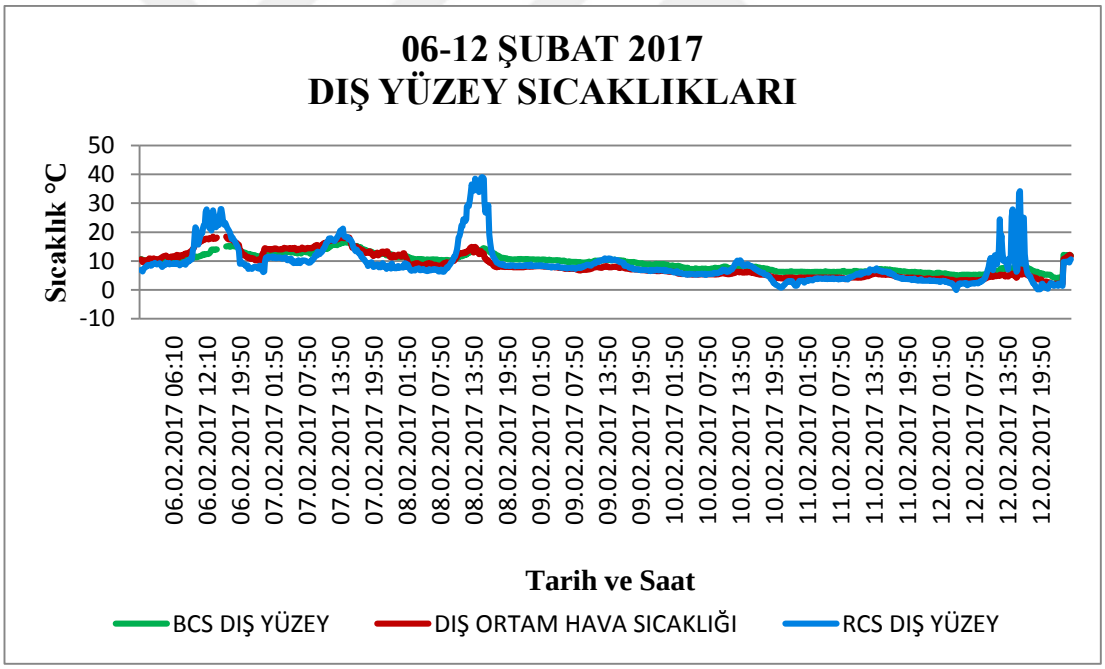
Şekil 5.1 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



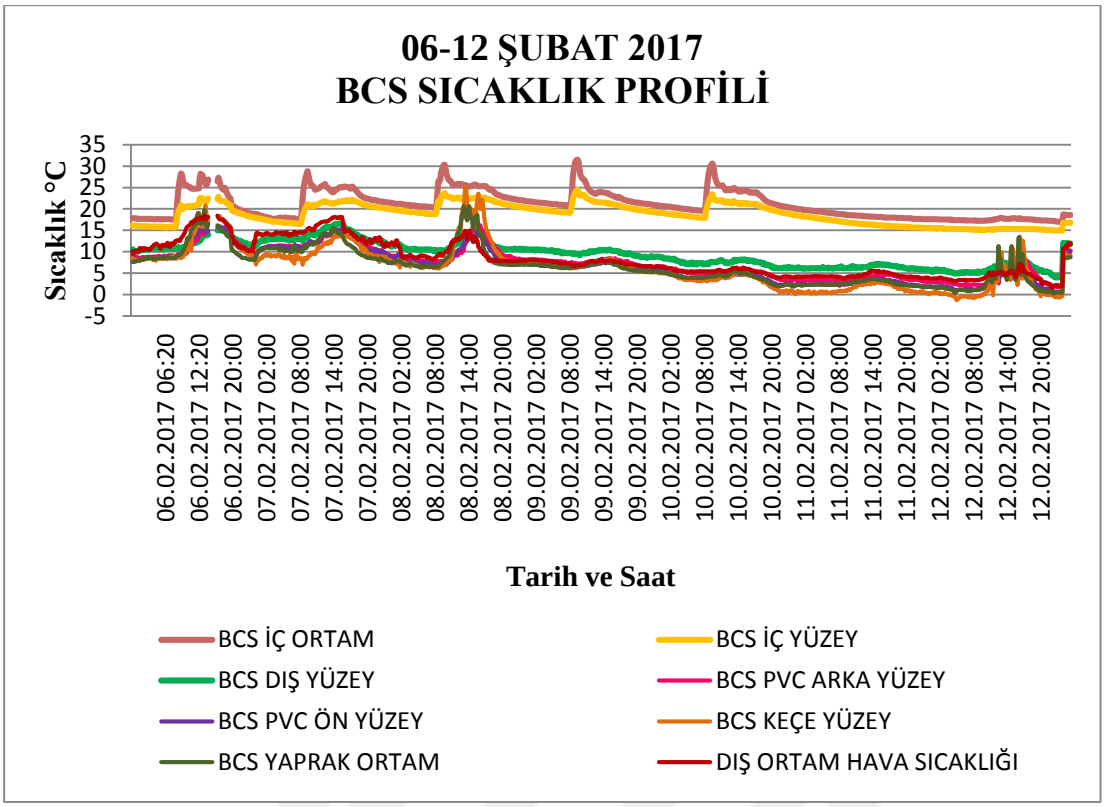
Şekil 5.2 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



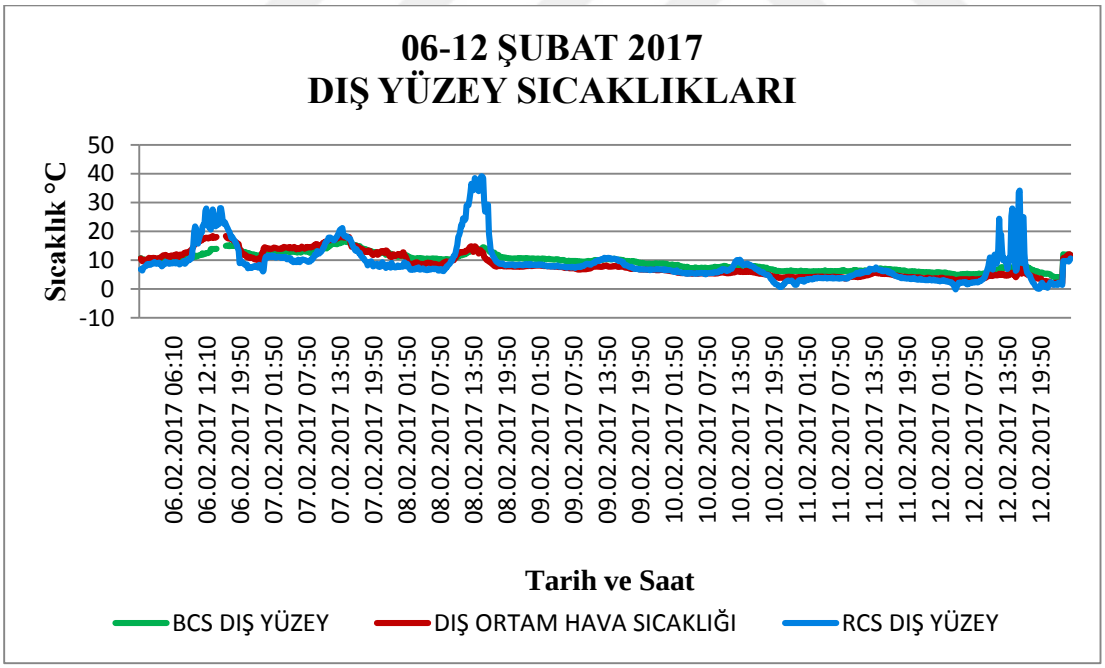
Şekil 5.3 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



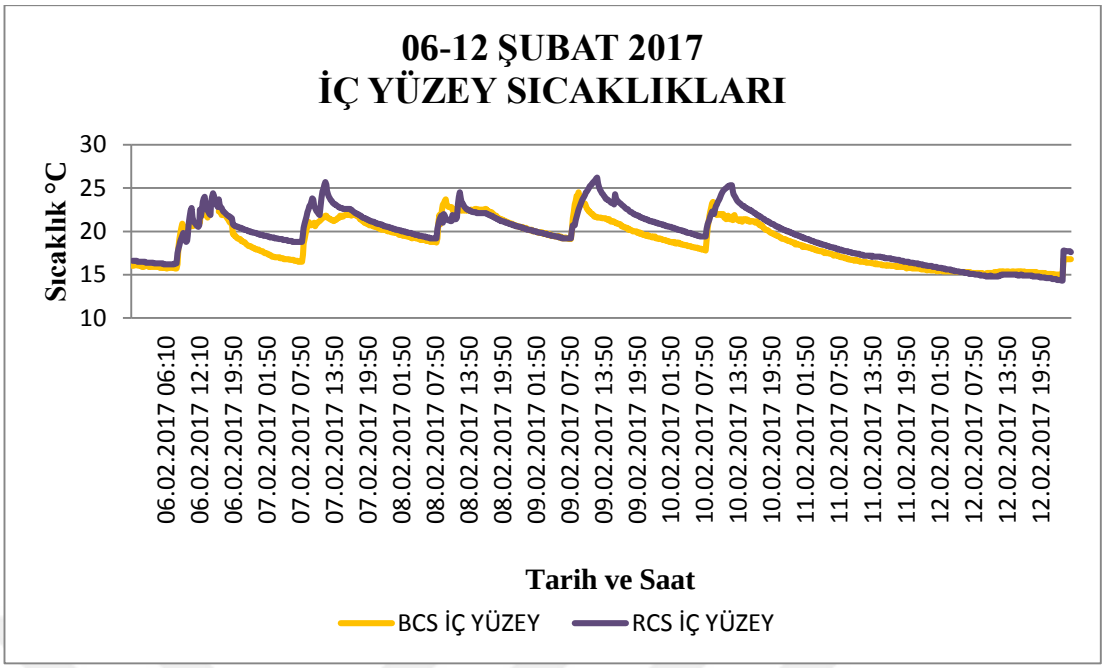
Şekil 5.4 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



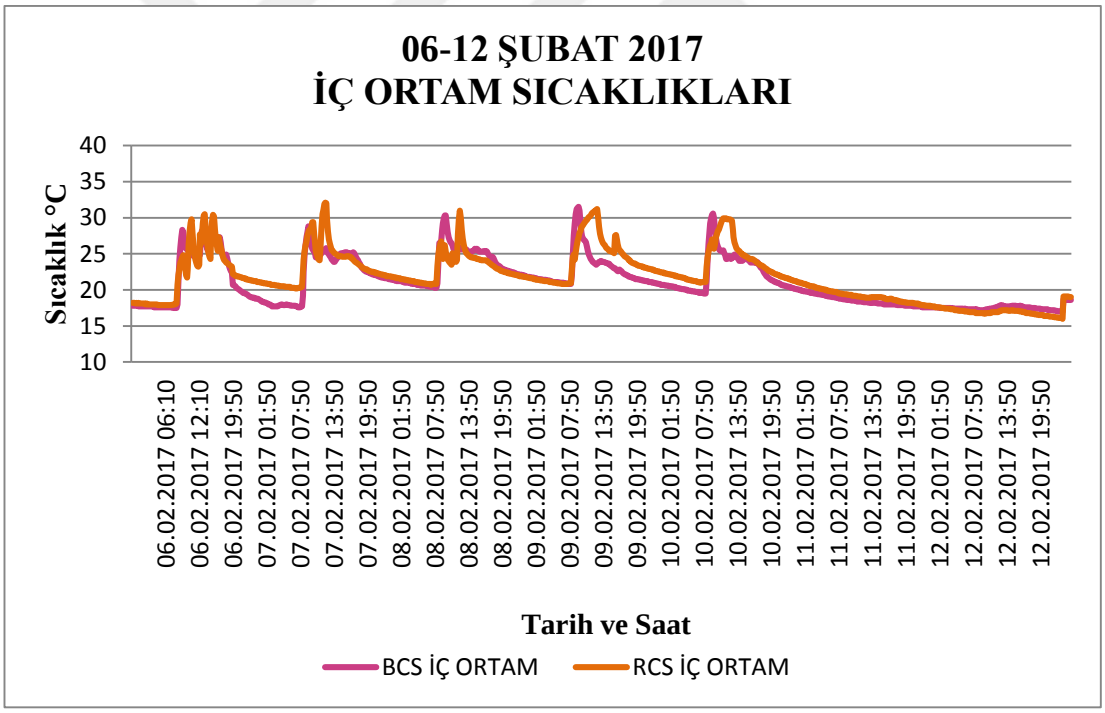
Şekil 5.5 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.6 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.7 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.8 : 06-12 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

06 Şubat 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.9'da yer almaktadır.



Şekil 5.9 : 06 Şubat 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

13-19 Şubat 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, -1.6°C-19.4°C ve %30.2-%94 arasındadır (Şekil 5.10). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 14 Şubat 2017 tarihinde saat 13:30'da görülmüştür ve 827.159W/m^2'dir (Şekil 5.11).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 4.63'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.12'de

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.15-0.22 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.69-0.92 arasında değişmiştir (Çizelge 5.4).

RCS sıcaklık profili

13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları -1.6°C ile 19.4°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -6°C ile 48.4°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 13.6°C ile 28.5°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 15.5°C ile 33.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.13).

BCS sıcaklık profili

13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları -1.6°C ile 19.4°C iken yaprak ortam sıcaklıkları -3°C ile 27.5°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları -5.3°C ile 30.1°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları -2.2°C ile 18.5°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları -0.7°C ile 20.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 2.7°C ile 17.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 14.4°C ile 26.1°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 16.6°C ile 31.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.14).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri -1.6°C ile 19.4°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -6°C ile 48.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 2.7°C ile 17.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.15).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 13.6°C ile 28.5°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 14.4°C ile 26.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.16).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

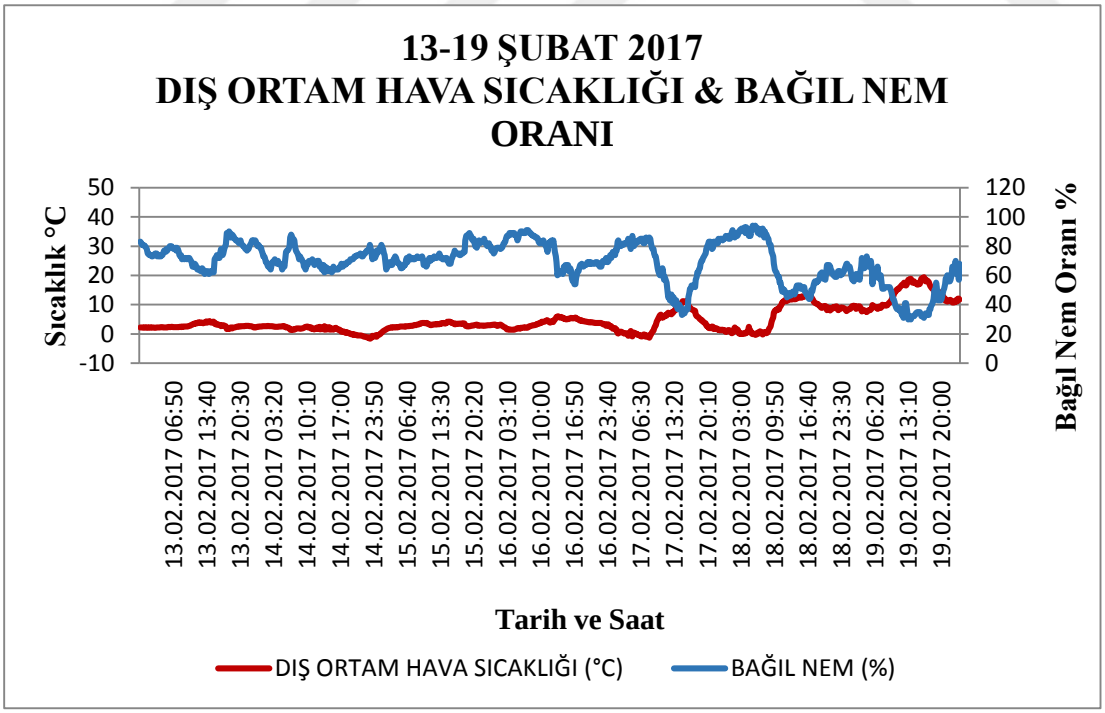
13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15.5°C ile 33.6°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16.6°C ile 31.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.17).

Çizelge 5.3 : 13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

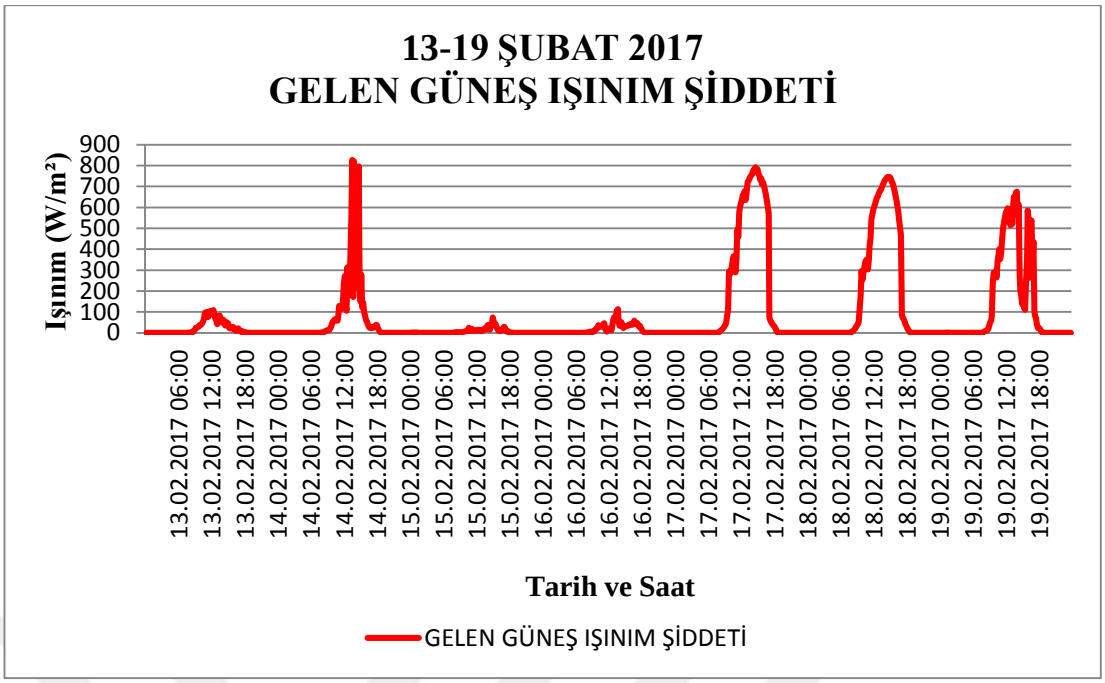
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
13 Şubat 2017	1.7	4.4	61.4	90.2
14 Şubat 2017	-1.6	2.8	61.8	88.2
15 Şubat 2017	-1	4.2	64.5	88.7
16 Şubat 2017	1.4	6.1	53.5	91.2
17 Şubat 2017	-1.3	11.3	33.3	86.7
18 Şubat 2017	-0.3	13.4	43.7	94
19 Şubat 2017	7.5	19.4	30.2	73

Çizelge 5.4 : 13-19 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

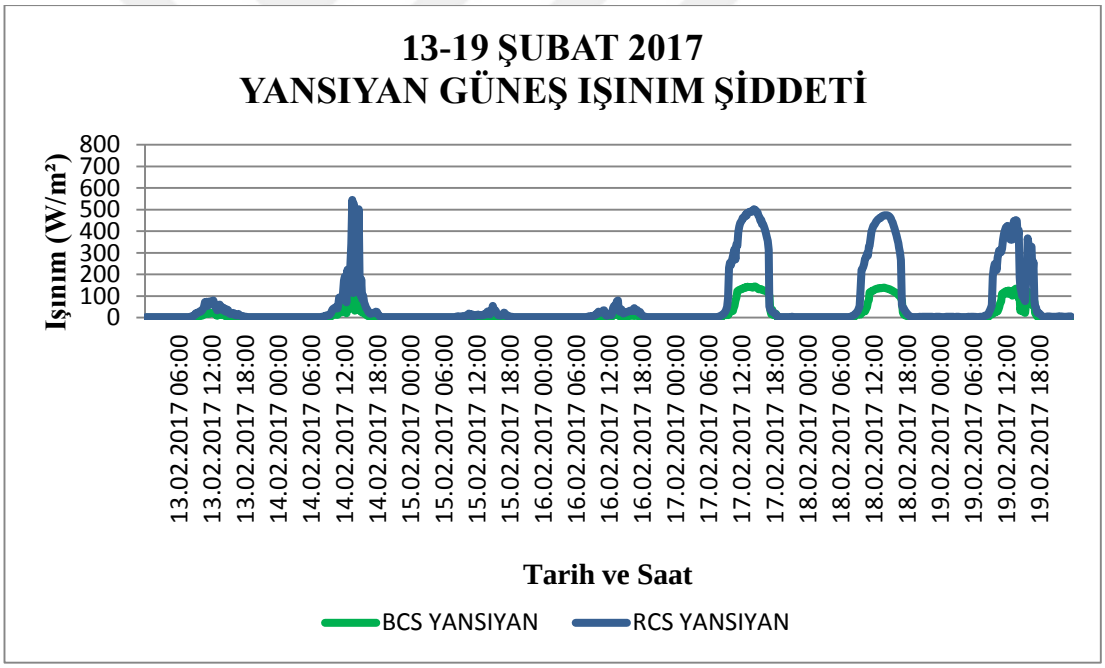
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
13 Şubat 2017	0.219	0.734
14 Şubat 2017	0.229	0.693
15 Şubat 2017	0.156	0.928
16 Şubat 2017	0.193	0.805
17 Şubat 2017	0.190	0.757
18 Şubat 2017	0.190	0.753
19 Şubat 2017	0.185	0.743



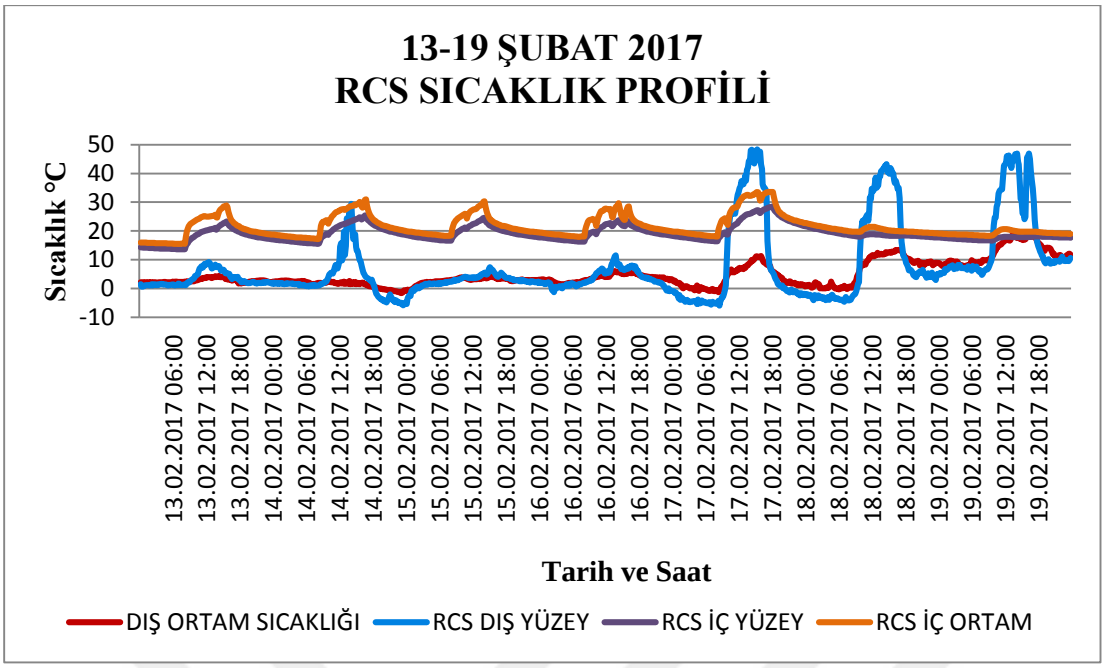
Şekil 5.10 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



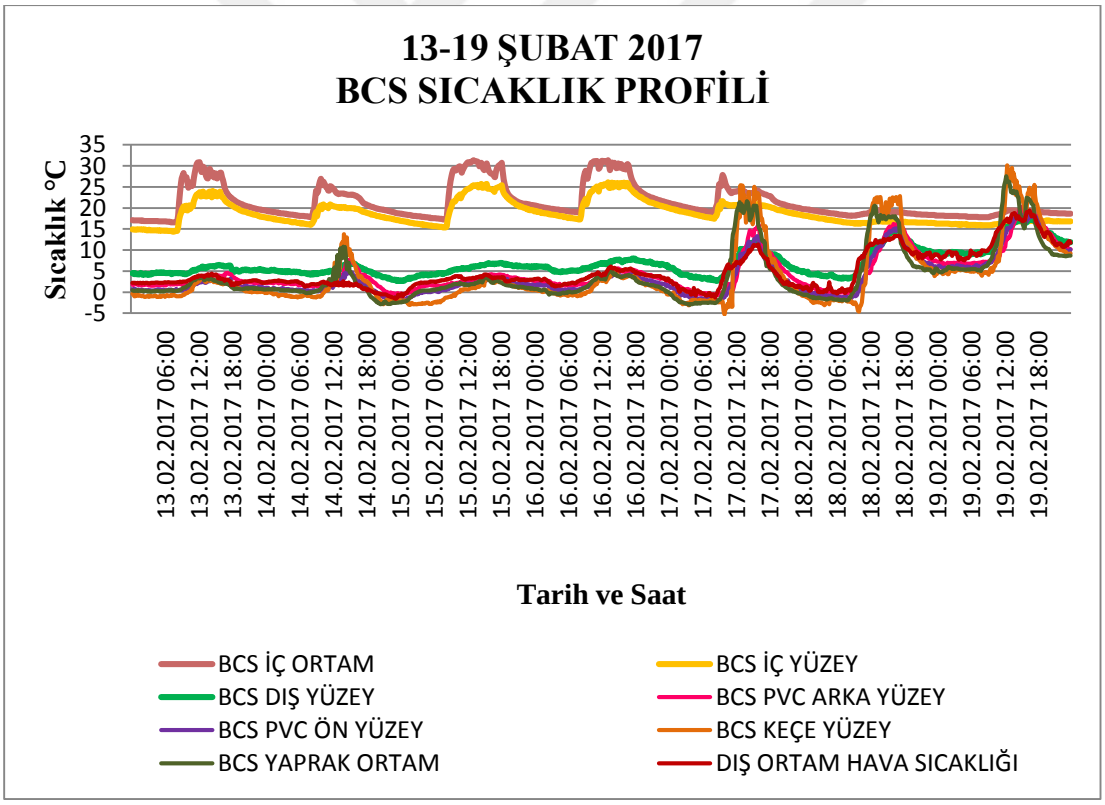
Şekil 5.11 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



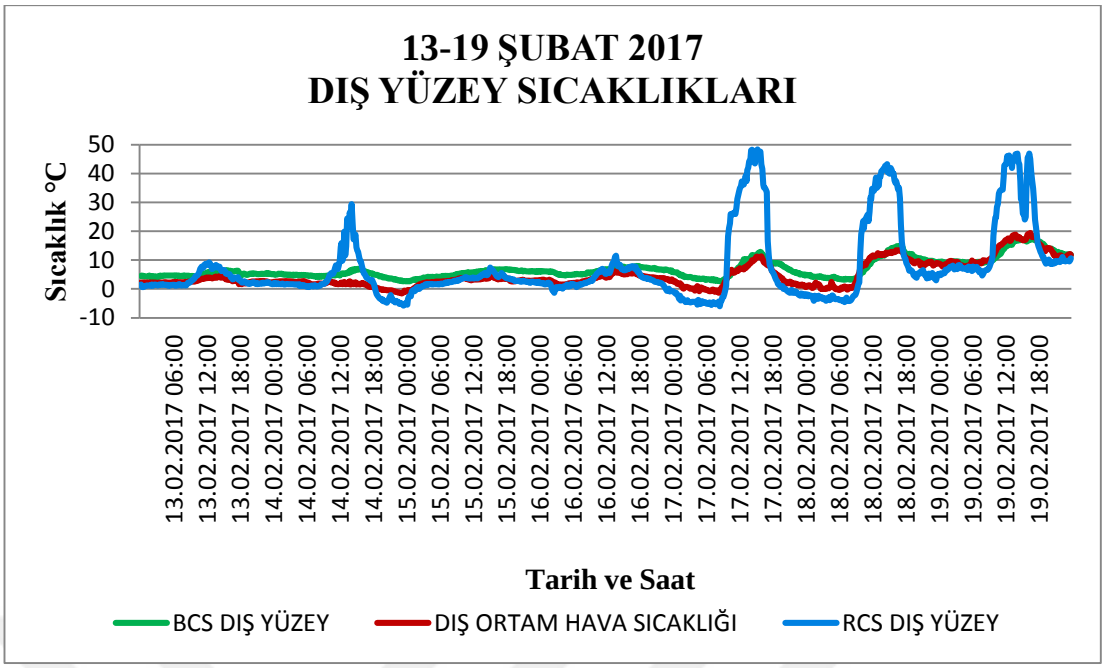
Şekil 5.12 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



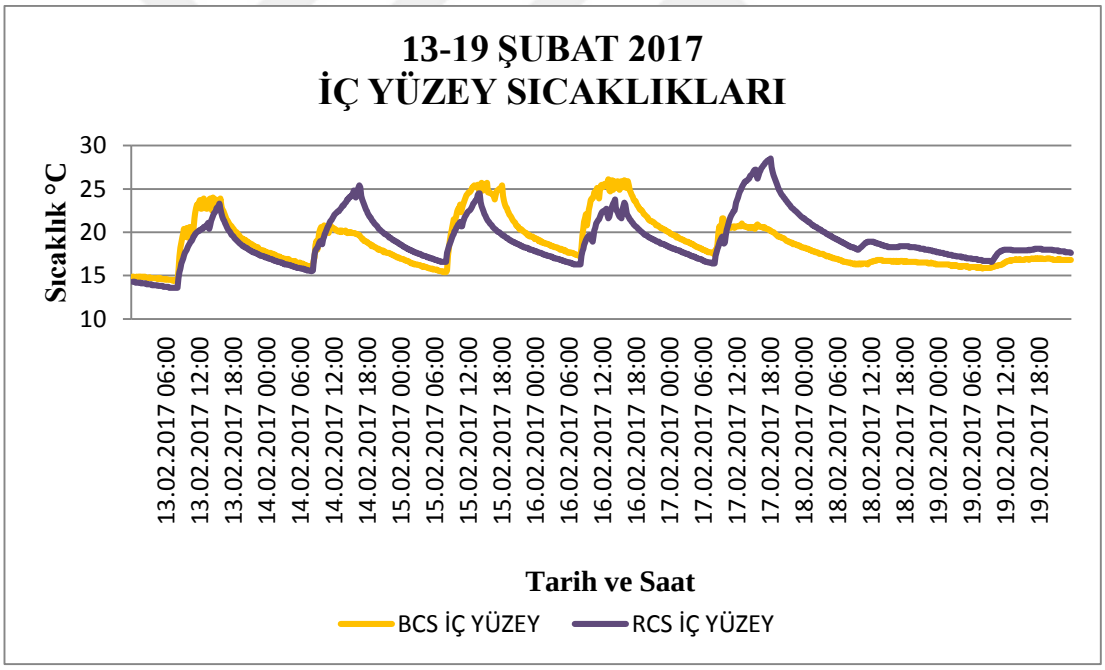
Şekil 5.13 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



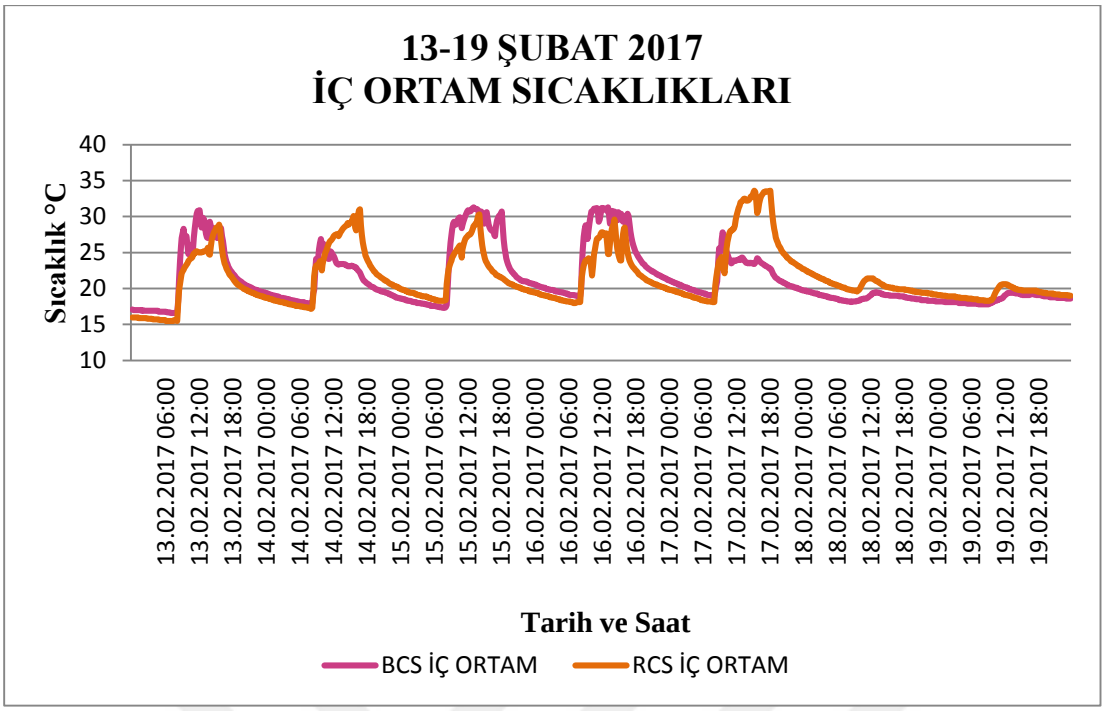
Şekil 5.14 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.15 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.16 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.17 : 13-19 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

13 Şubat 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.18'de yer almaktadır.



Şekil 5.18 : 13 Şubat 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

20-26 Şubat 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

20-26 Şubat 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 2.6°C-20.8°C ve %32.8-%99.1 arasındadır (Şekil 5.19). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

20-26 Şubat 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 22 Şubat 2017 tarihinde saat 15:40'ta görülmüştür ve 781W/m^2'dir (Şekil 5.20).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

20-26 Şubat 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.21'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.6'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.15-0.21 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.71-0.92 arasında değişmiştir (Çizelge 5.6).

RCS sıcaklık profili

20-26 Şubat 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 2.6°C ile 20.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 0.2°C ile 53.4°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 17°C ile 29.7°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.5°C ile 34.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.22)

BCS sıcaklık profili

20-26 Şubat 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 2.6°C ile 20.8°C, iken yaprak ortam sıcaklıkları 1.8°C ile 27.2°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları -0.6°C ile 33.4°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 2.1°C ile 21.5°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 3.3°C ile 22.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 5.9°C ile 19.9°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.5°C ile 26.4°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.3°C ile 33°C arasında değişmiştir (Şekil 5.23).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

20-26 Şubat 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 2.6°C ile 20.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 0.2°C ile 53.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5.9°C ile 19.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.24)

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 17°C-29.7°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.5°C ile 26.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.25).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

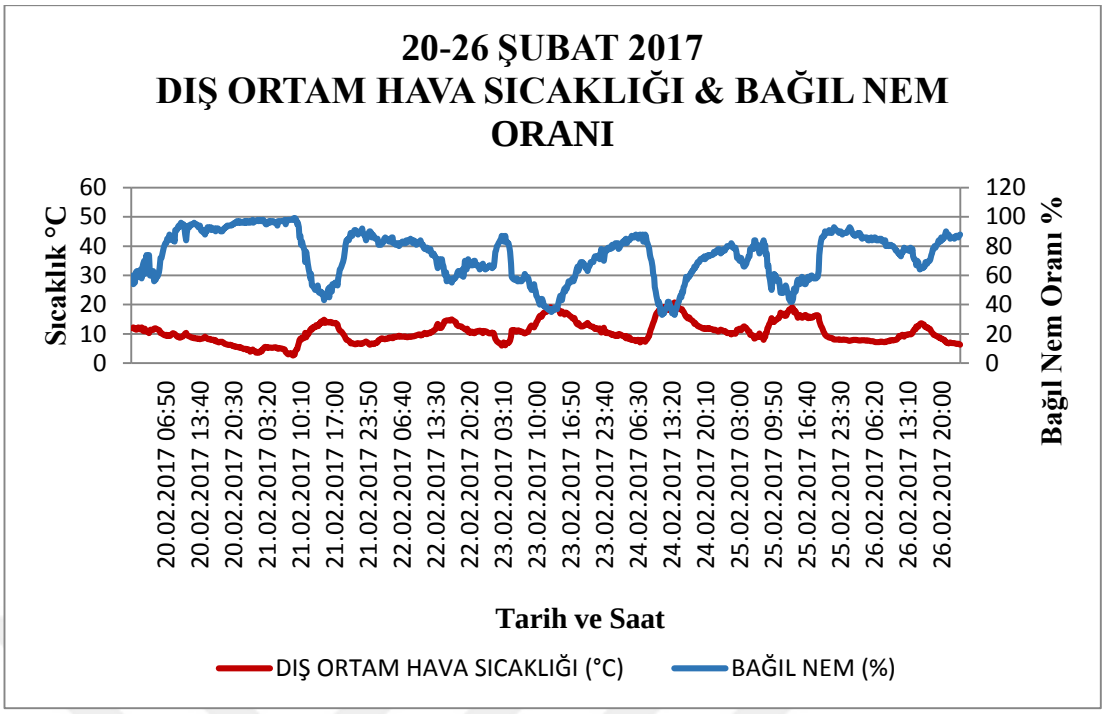
Verilen tarihlerde, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.5°C ile 34.4°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.3°C ile 33°C arasında değişmiştir (Şekil 5.26).

Çizelge 5.5 : 20-26 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

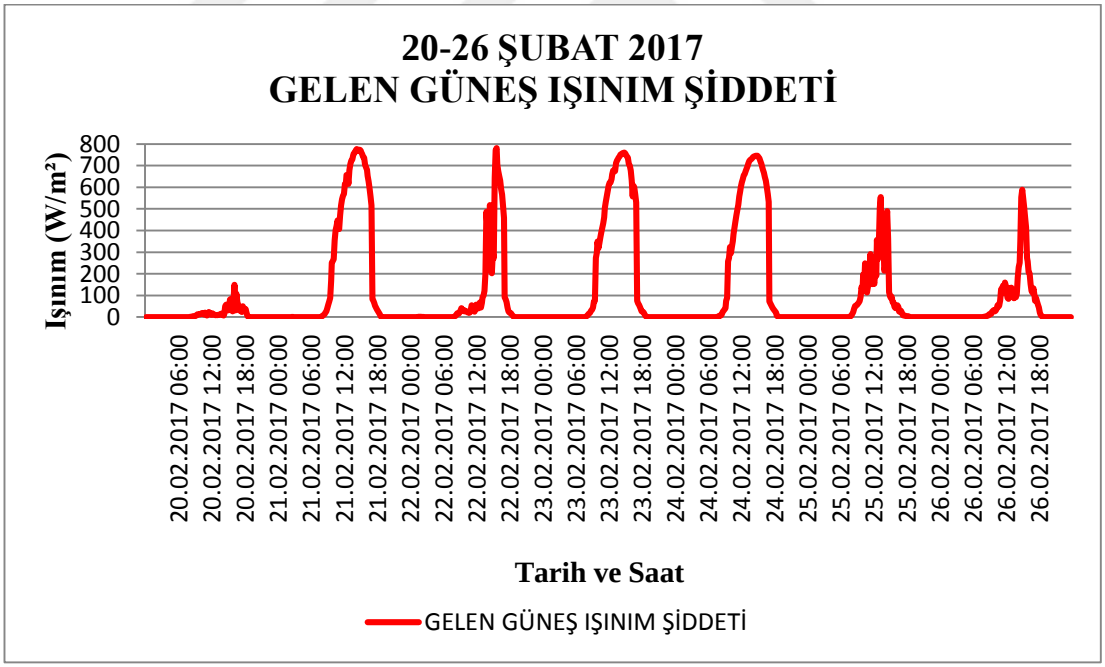
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
20 Şubat 2017	4.5	12.2	53.8	97.1
21 Şubat 2017	2.6	14.9	42.9	99.1
22 Şubat 2017	6.3	15	55.3	90.1
23 Şubat 2017	6	19.1	34.9	87
24 Şubat 2017	7.1	20.8	32.8	88.4
25 Şubat 2017	8	19.1	41.7	92.7
26 Şubat 2017	6.3	13.6	63.9	92.6

Çizelge 5.6 : 20-26 Şubat 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

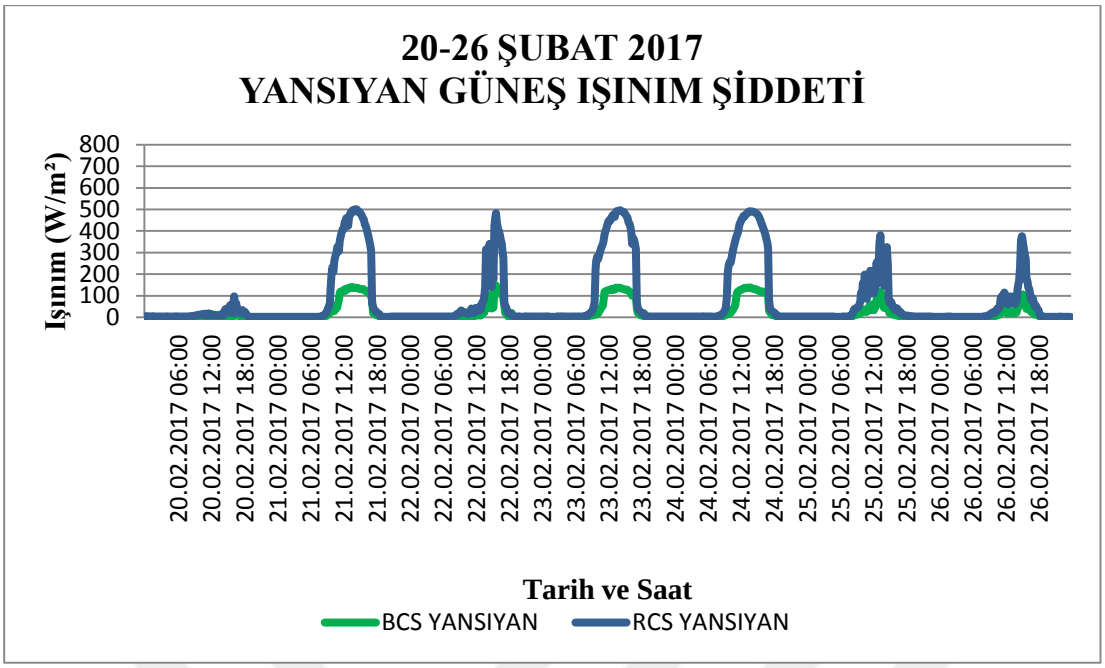
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
20 Şubat 2017	0.157	0.925
21 Şubat 2017	0.180	0.716
22 Şubat 2017	0.202	0.782
23 Şubat 2017	0.171	0.741
24 Şubat 2017	0.173	0.745
25 Şubat 2017	0.214	0.729
26 Şubat 2017	0.216	0.731



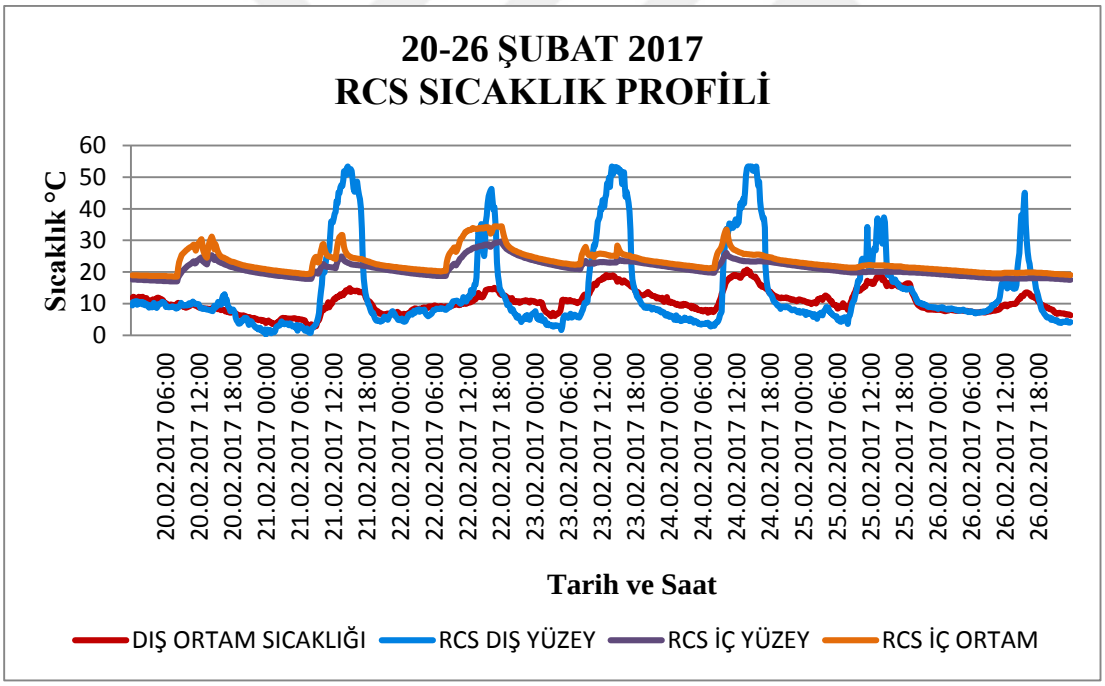
Şekil 5.19 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



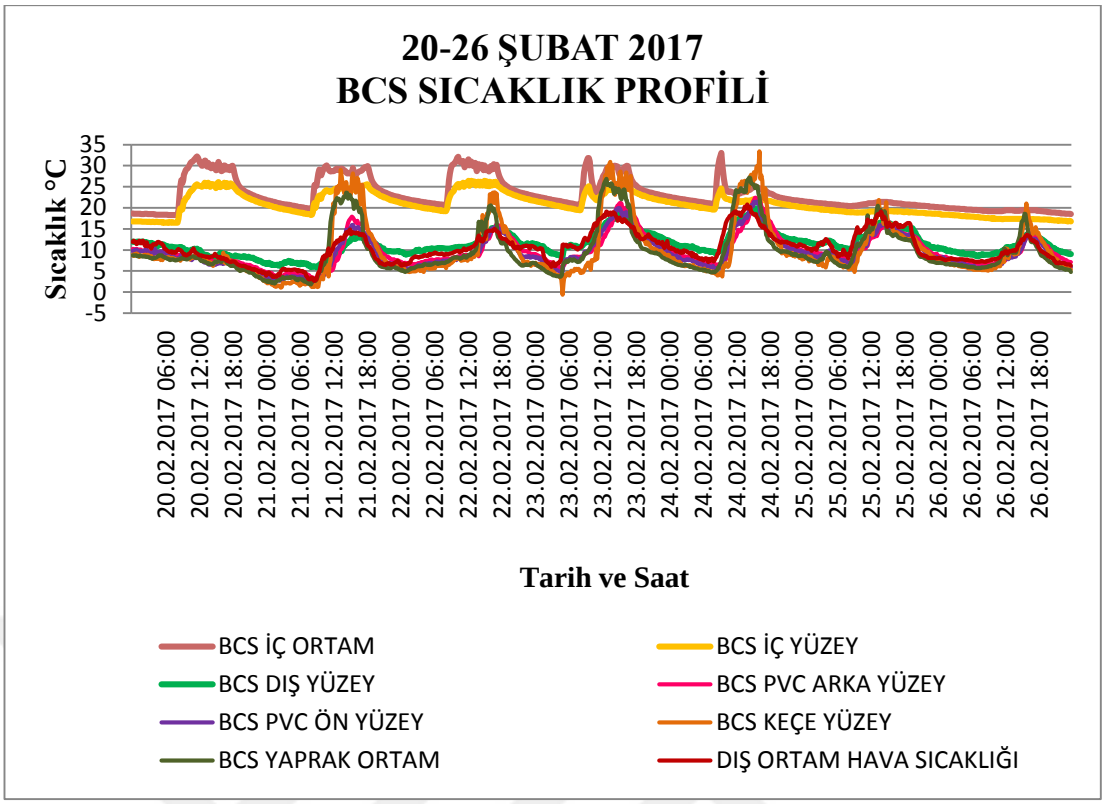
Şekil 5.20 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



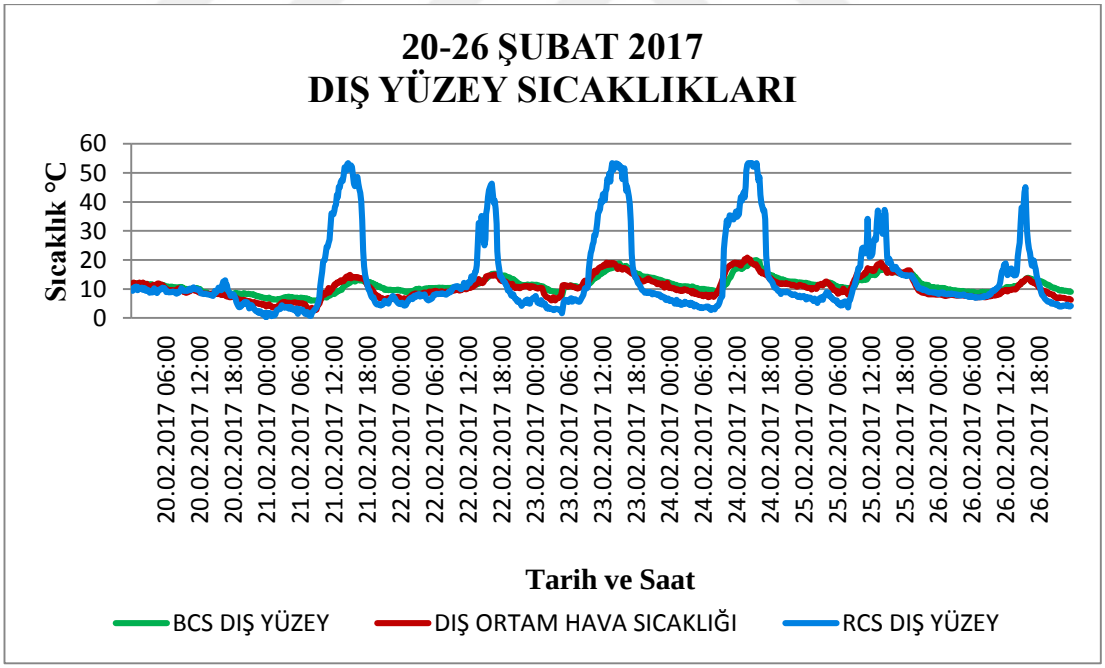
Şekil 5.21 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



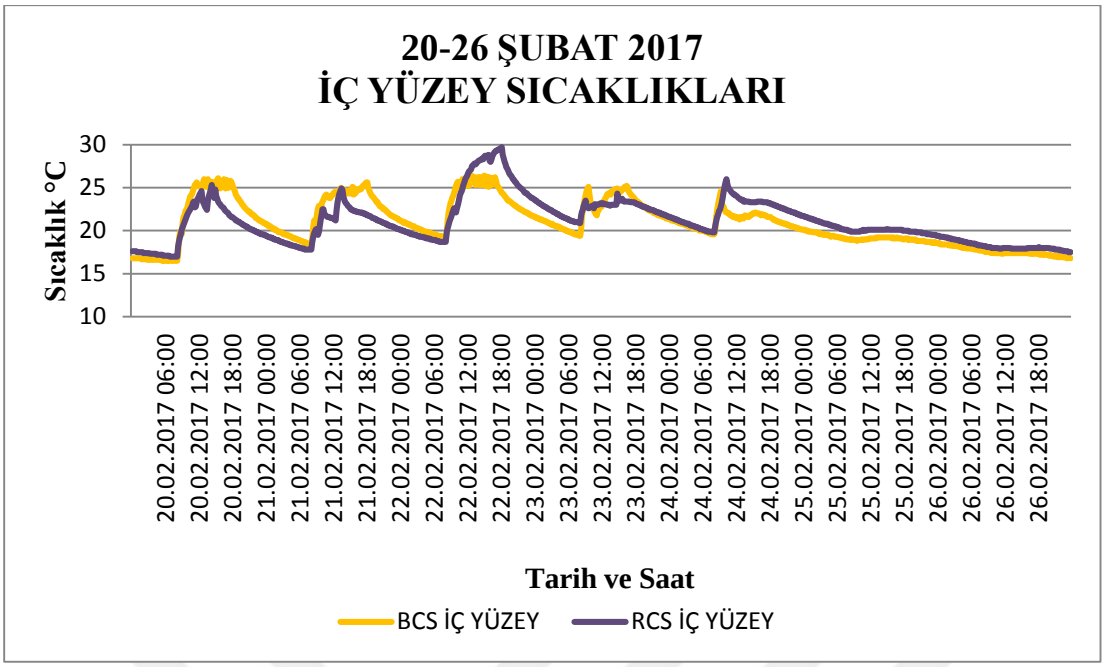
Şekil 5.22 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



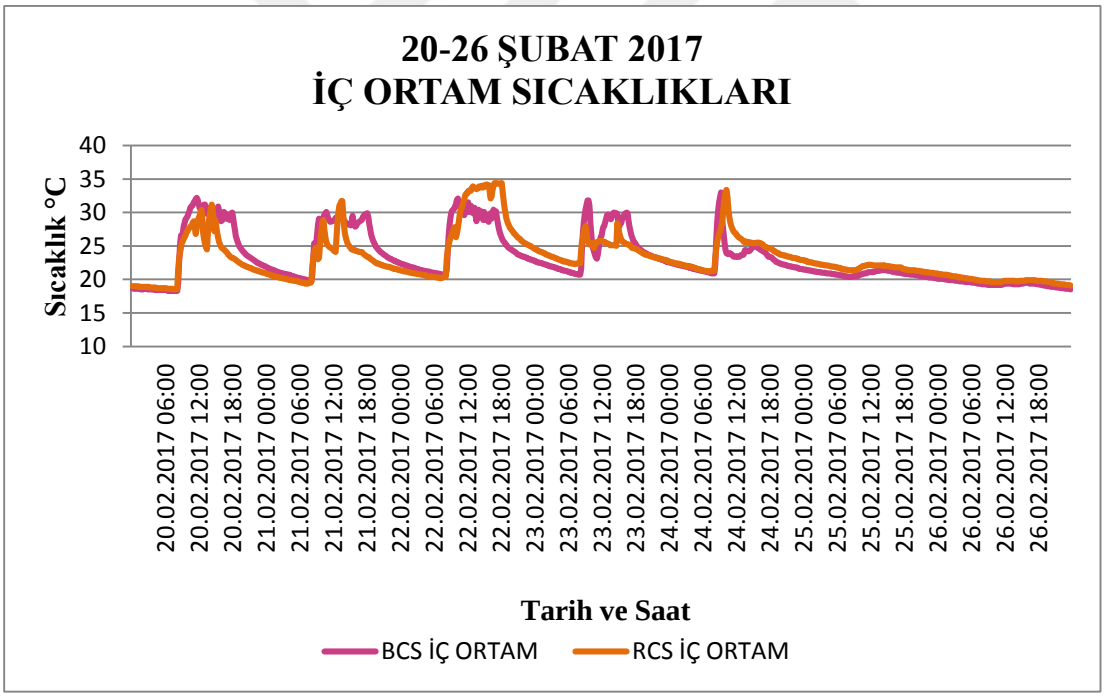
Şekil 5.23 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.24 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.25 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.26 : 20-26 Şubat 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

22 Şubat 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.27'de yer almaktadır.



Şekil 5.27 : 22 Şubat 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

27 Şubat-05 Mart 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 4.1°C ile 22.9°C ve %22 ile %99.5 arasında değişmiştir (Şekil 5.28). Verilen tarihler arasıdaki her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.7'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 05 Mart 2017 tarihinde saat 14:30'da görülmüştür ve 746W/m^2 değerindedir (Şekil 5.29).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.30'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması

Çizelge 5.8'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.19-0.24 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.72-0.78 arasında değişmiştir (Çizelge 5.8).

RCS sıcaklık profili

27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 4.1°C ile 22.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 0.2°C ile 53.4°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.5°C ile 26.8°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.3°C ile 32.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.31).

BCS sıcaklık profili

27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 4.1°C ile 22.9°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 2.4°C ile 27.8°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları -2°C ile 32.4°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 2.8°C ile 22.2°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 3.9°C ile 24.1°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 7.1°C ile 19.8°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 15.9°C ile 25.5°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 17.7°C ile 32.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.32).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 4.1°C ile 22.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 0.2°C ile 53.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 7.1°C ile 19.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.33).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.5°C ile 26.8°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 15.9°C ile 25.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.34).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

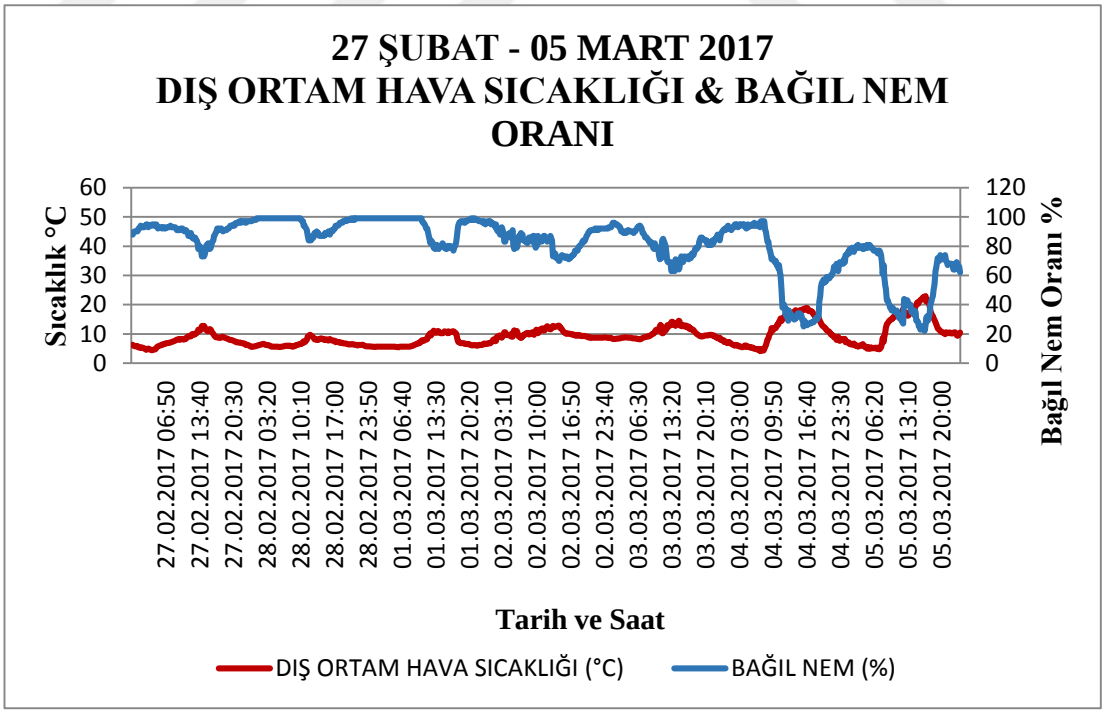
27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.3°C ile 32.9°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 17.7°C ile 32.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.35).

Çizelge 5.7 : 27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

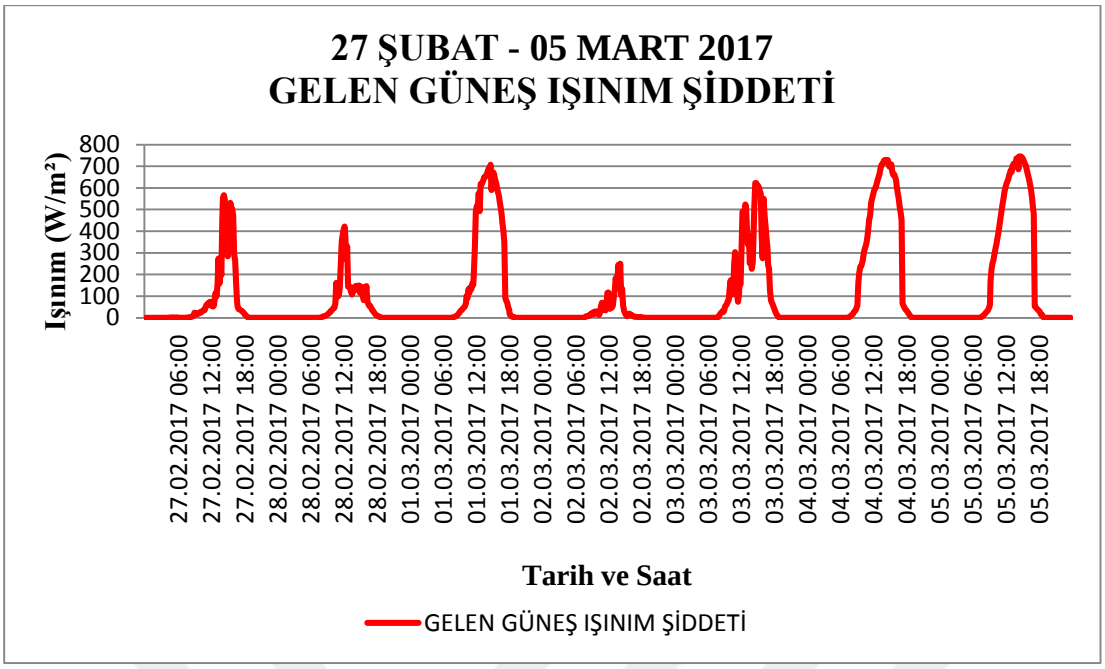
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
27 Şubat 2017	4.5	12.8	72.56	97.1
28 Şubat 2017	5.5	9.7	83.5	99.2
01 Mart 2017	5.4	11.1	77.3	99.5
02 Mart 2017	6.7	12.9	70.01	96.56
03 Mart 2017	7.9	14.5	62.7	95.8
04 Mart 2017	4.1	18.9	25.1	96.6
05 Mart 2017	4.8	22.9	22	81.4

Çizelge 5.8 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

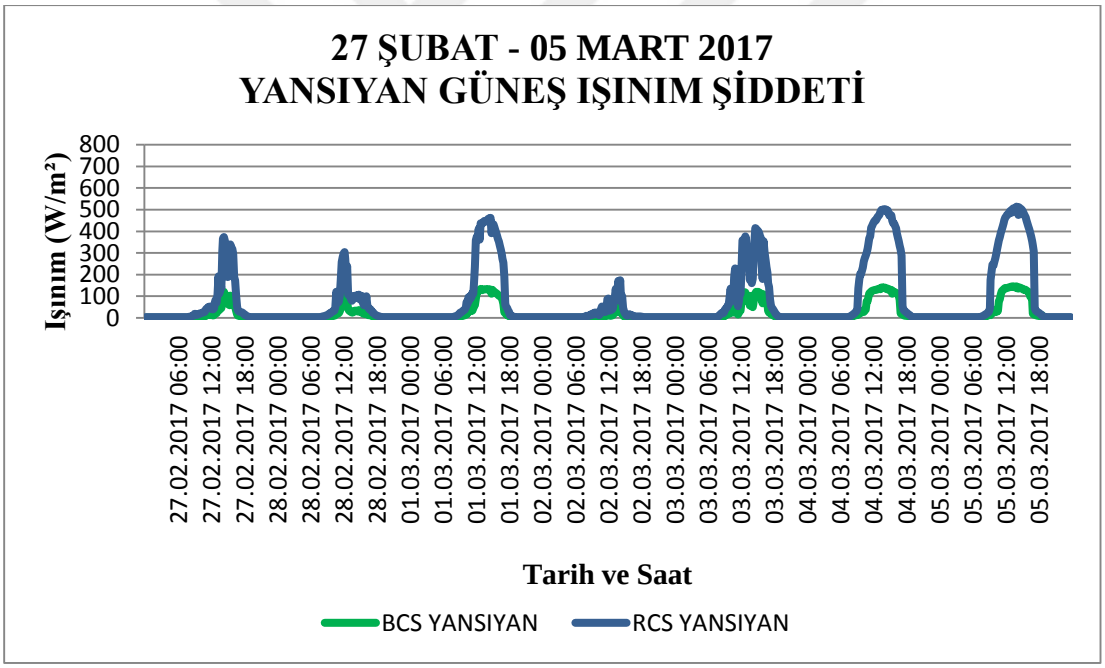
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
27 Şubat 2017	0.212	0.738
28 Şubat 2017	0.228	0.730
01 Mart 2017	0.223	0.713
02 Mart 2017	0.213	0.781
03 Mart 2017	0.245	0.725
04 Mart 2017	0.193	0.778
05 Mart 2017	0.193	0.786



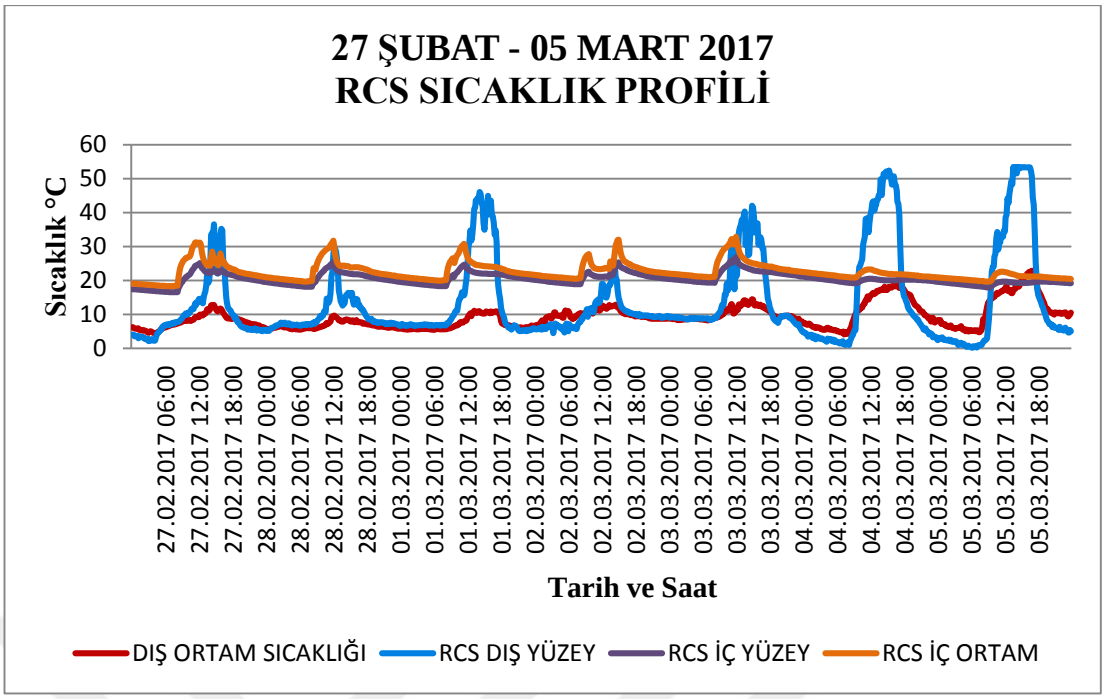
Şekil 5.28 : 27 Şubat - 05 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



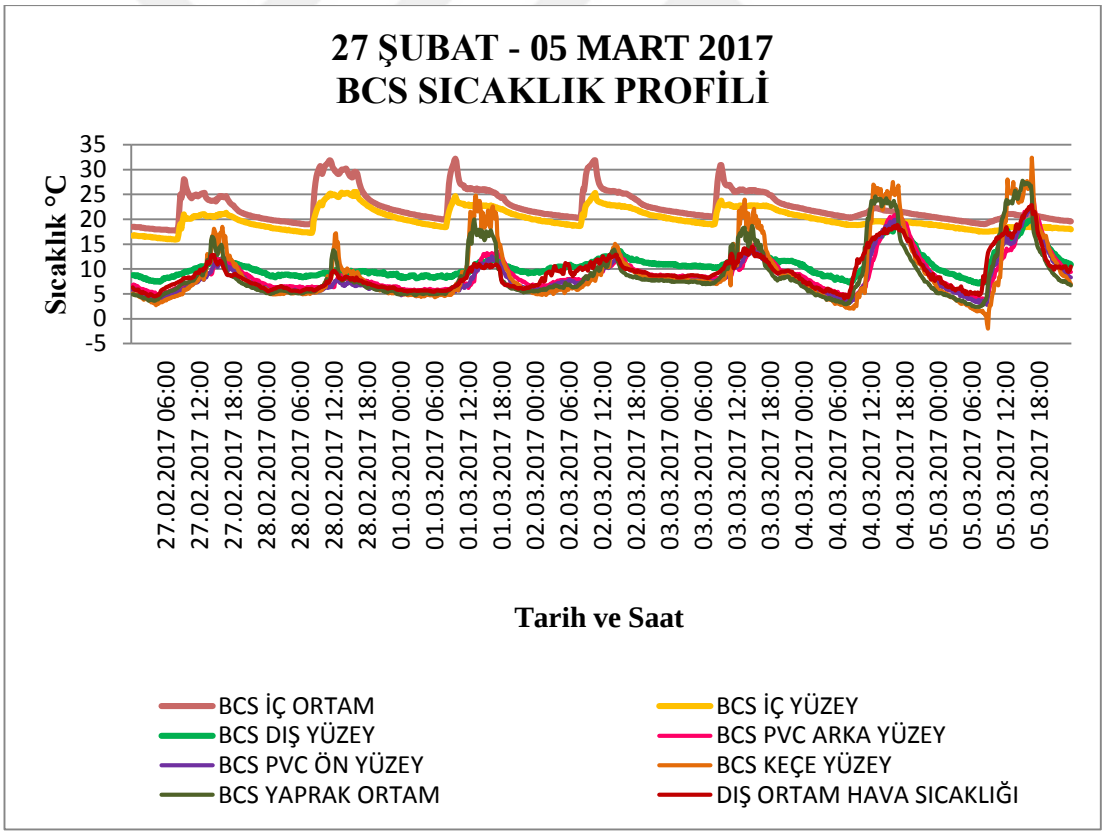
Şekil 5.29 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



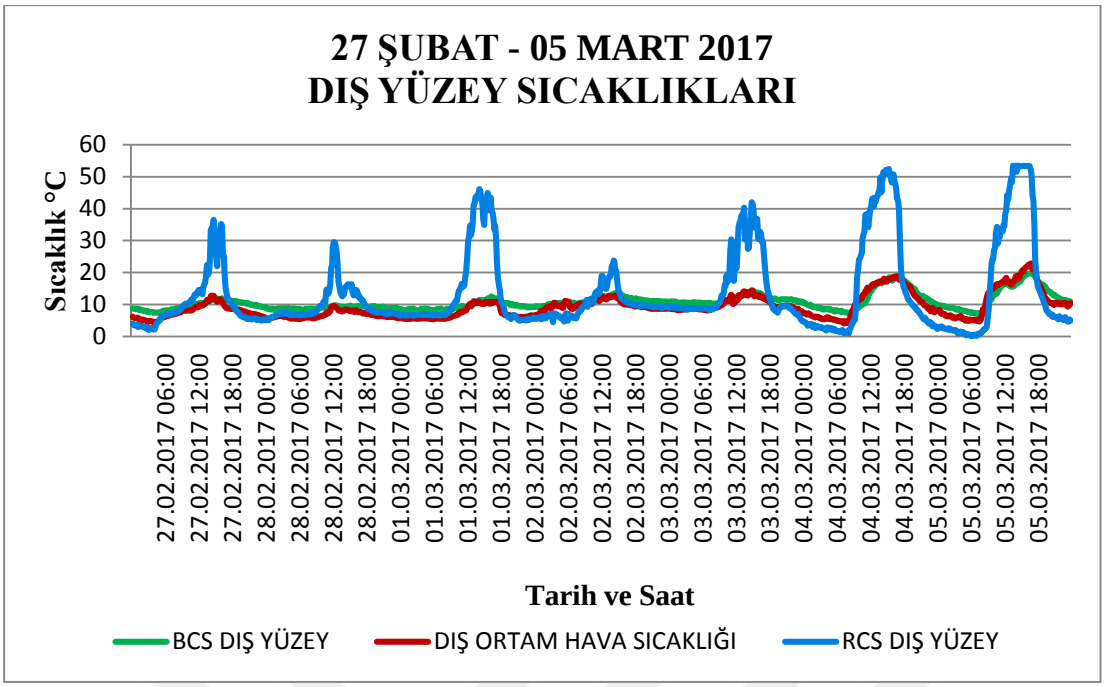
Şekil 5.30 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



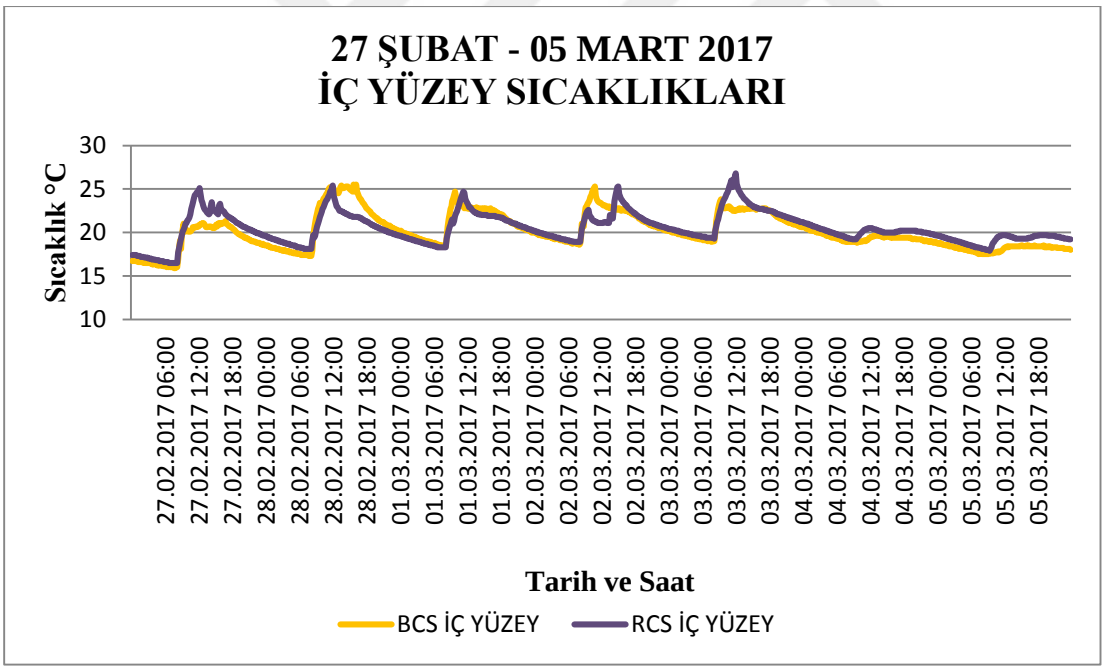
Şekil 5.31 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



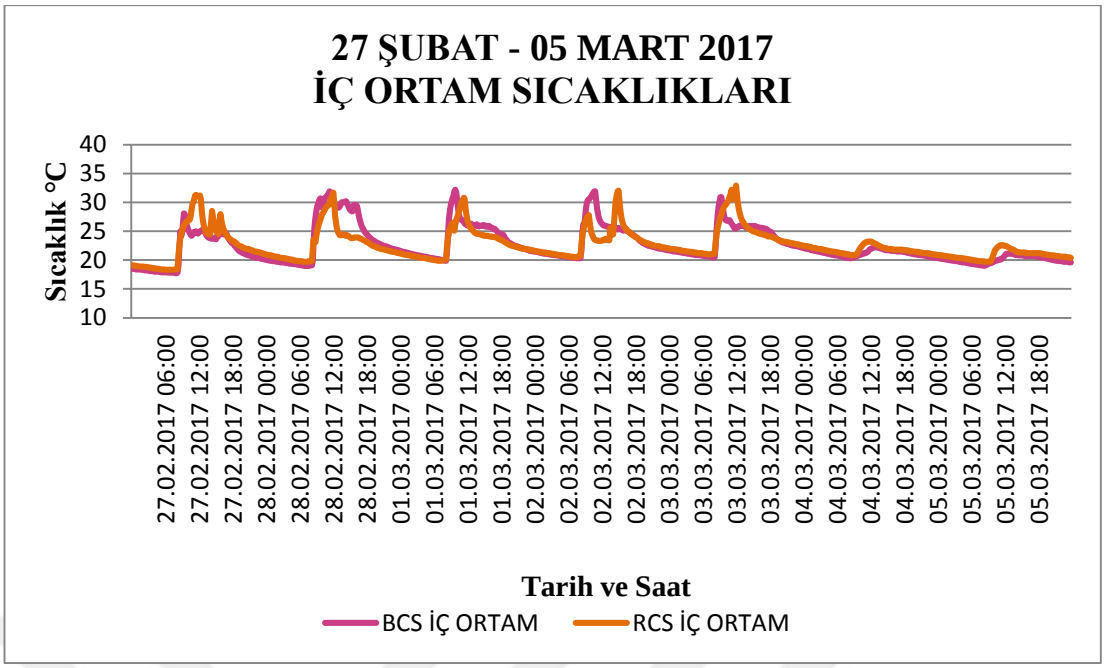
Şekil 5.32 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.33 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.34 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.35 : 27 Şubat – 05 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

03 Mart 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.36'da yer almaktadır.



Şekil 5.36 : 03 Mart 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü

06-12 Mart 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

06-12 Mart 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 7°C-23.3°C ve %23-%95.9 arasındadır (Şekil 5.37). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

06-12 Mart 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 06 Mart 2017 tarihinde saat 15:10'da görülmüştür ve 728W/m^2'dir (Şekil 5.38).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

06-12 Mart 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.39'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.10'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.19-0.25 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.74-0.87 arasında değişmiştir (Çizelge 5.10).

RCS sıcaklık profili

06-12 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 7°C ile 23.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 3°C ile 53.4°C, referans duvar iç sıcaklıkları 16.9°C ile 25.1°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.7°C ile 31.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.40).

BCS sıcaklık profili

06-12 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 7°C ile 23.3°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 4.7°C ile 27.9°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları -0.8°C ile 30.4°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 5.6°C ile 23.1°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 6.7°C ile 23.8°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 8.9°C ile 21.8°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.2°C ile 26°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.1°C ile 32.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.41)

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

06-12 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 7°C ile 23.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 3°C ile 53.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 8.9°C ile 21.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.42).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihler arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.9°C ile 25.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.2°C ile 26°C arasındadır (Şekil 5.43).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

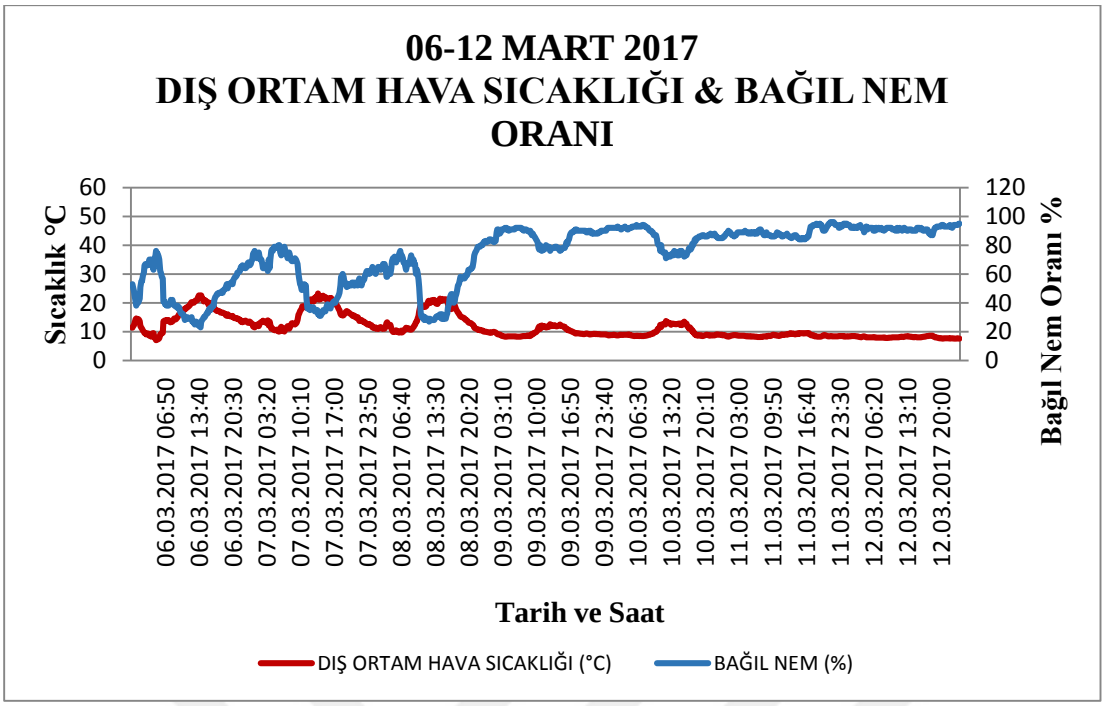
06-12 Mart 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.7°C ile 31.2°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.1°C ile 32.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.44).

Çizelge 5.9 : 06-12 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

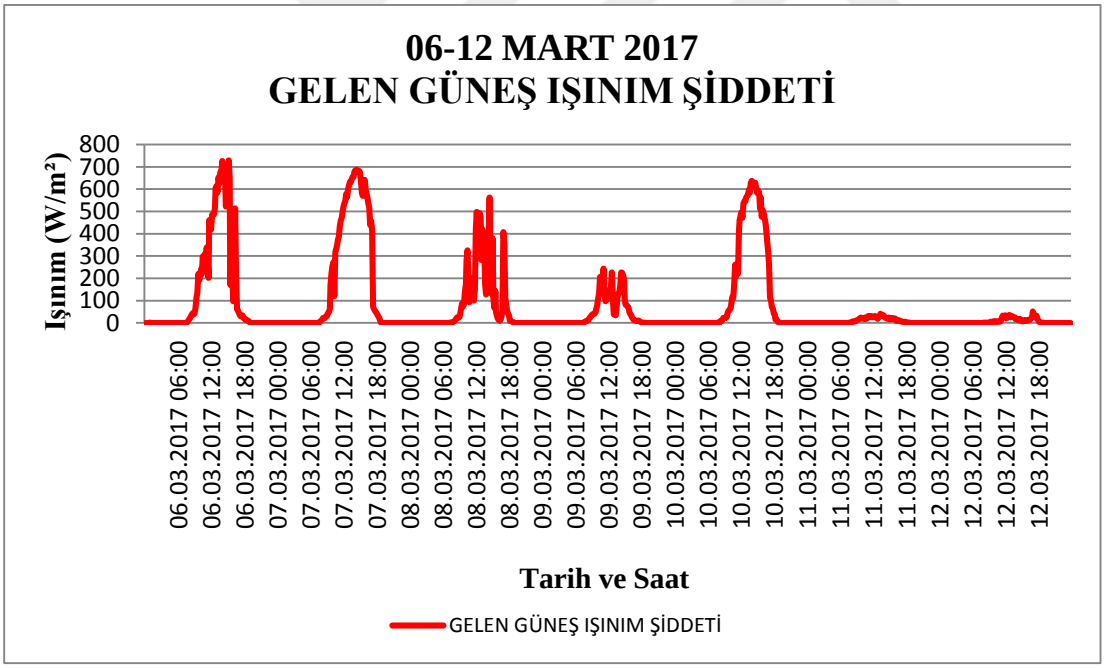
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
06 Mart 2017	7	22.6	23	75.7
07 Mart 2017	10	23.3	30.7	80.2
08 Mart 2017	9.7	21.5	27.2	83.1
09 Mart 2017	8.3	12.6	75.9	92.5
10 Mart 2017	8.5	13.7	70.5	94.2
11 Mart 2017	8.2	9.5	84.1	97.9
12 Mart 2017	7.6	8.6	87.1	95.5

Çizelge 5.10 : 06-12 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

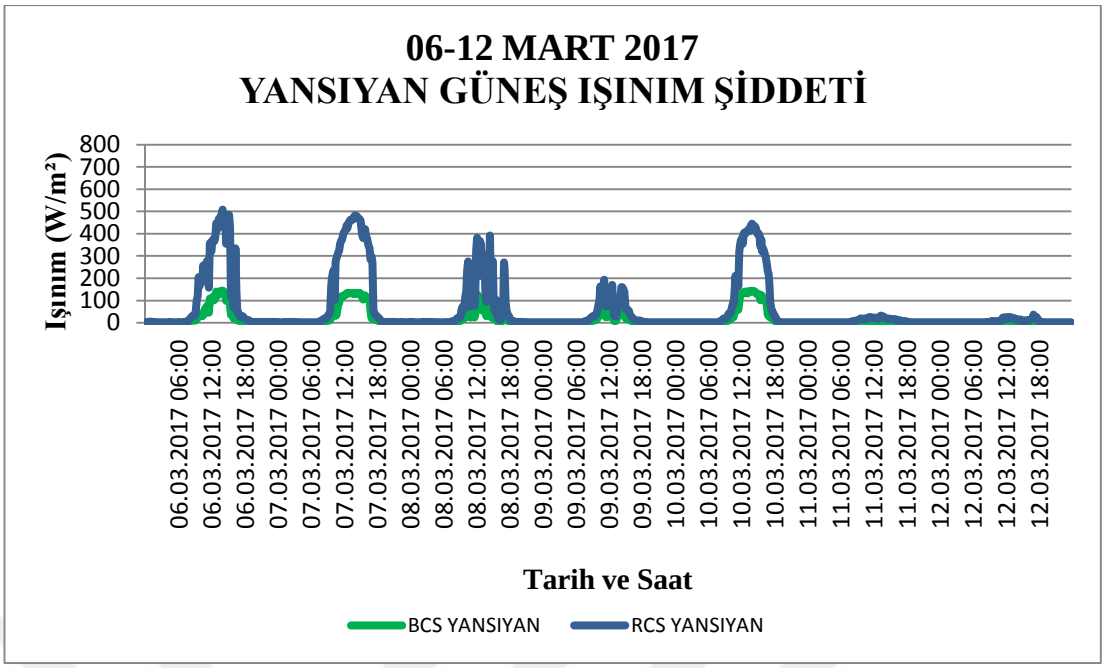
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
06 Mart 2017	0.204	0.775
07 Mart 2017	0.211	0.787
08 Mart 2017	0.230	0.770
09 Mart 2017	0.246	0.764
10 Mart 2017	0.253	0.742
11 Mart 2017	0.241	0.811
12 Mart 2017	0.197	0.874



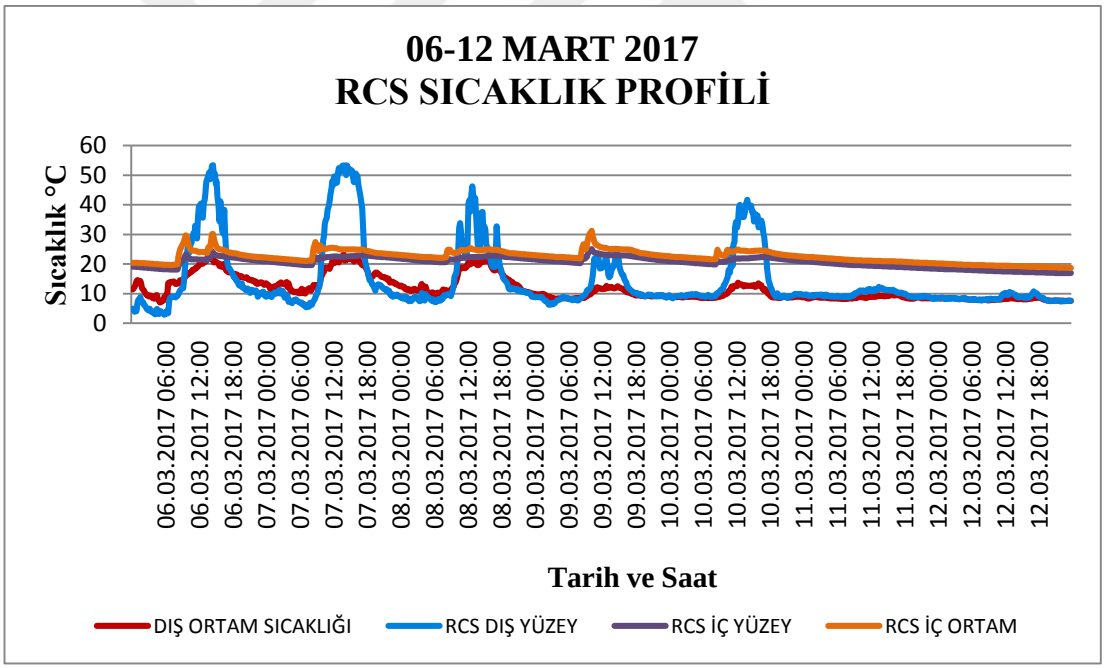
Şekil 5.37 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



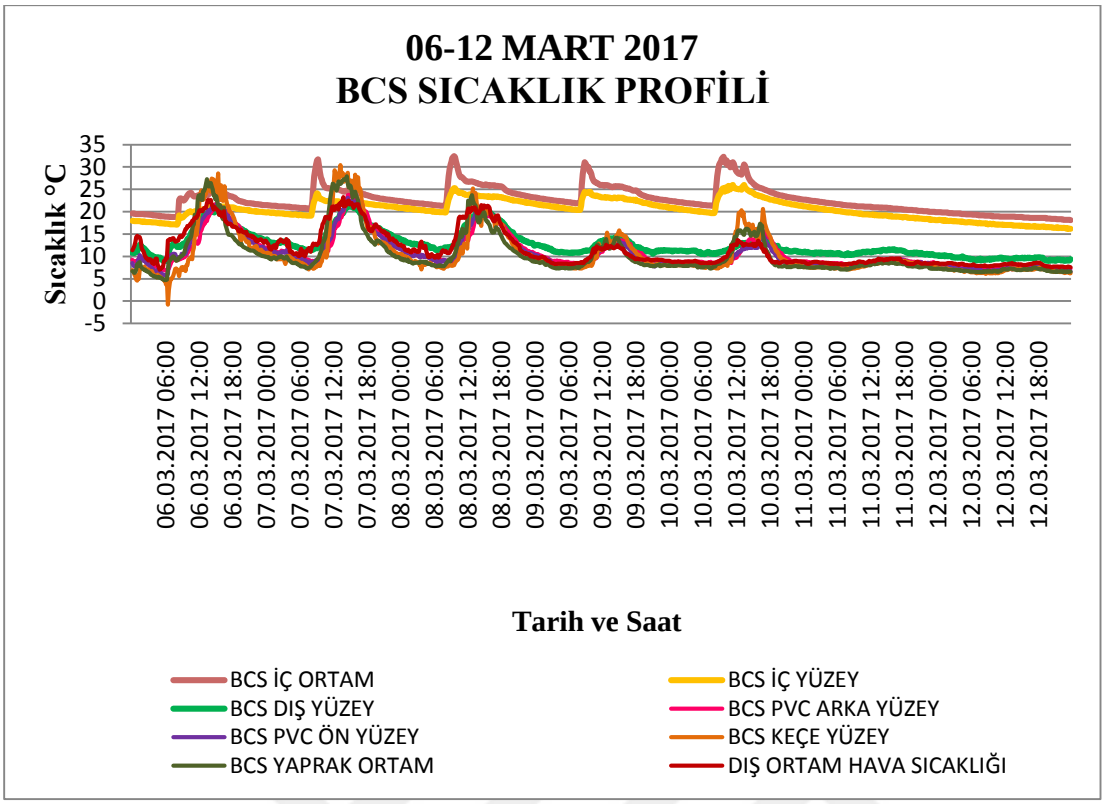
Şekil 5.38 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



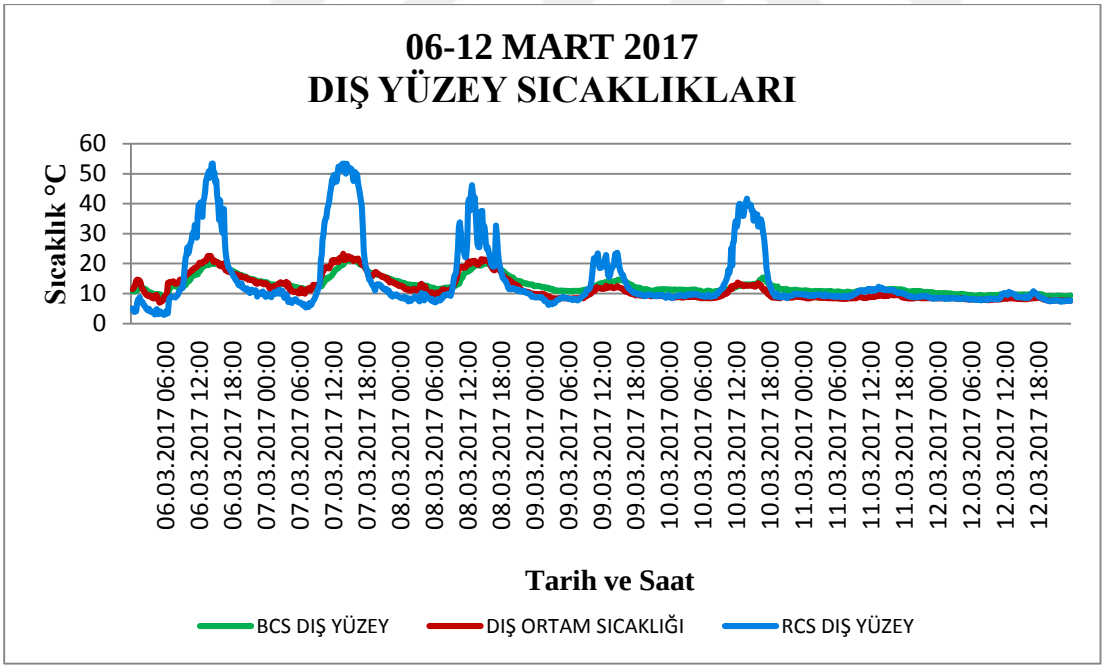
Şekil 5.39 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



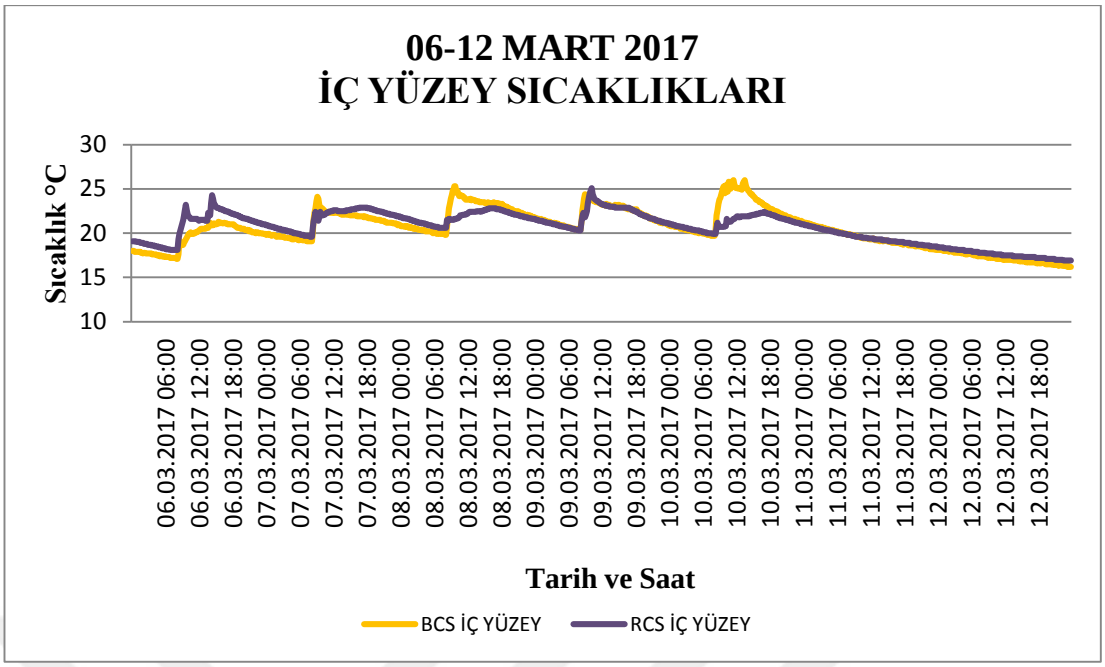
Şekil 5.40 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



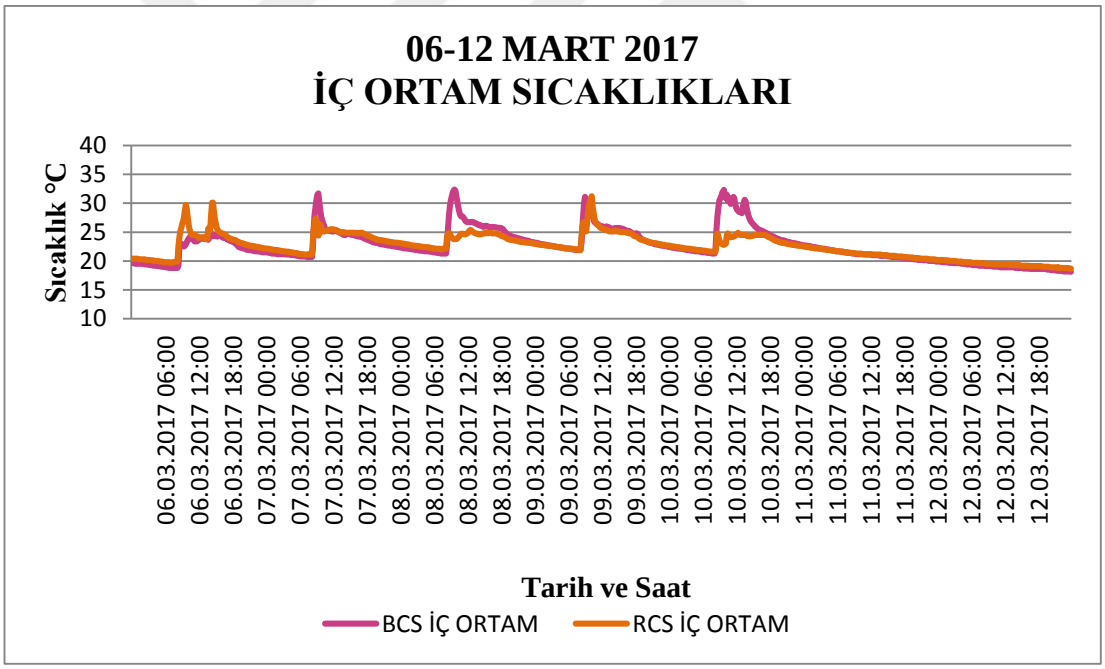
Şekil 5.41 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.42 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.43 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.44 : 06-12 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

10 Mart 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.45'te yer almaktadır.



Şekil 5.45 : 10 Mart 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

13-19 Mart 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

13-19 Mart 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 2.3°C ile 15.3°C ve %42.1 ile %97.2 arasında değişmiştir (Şekil 5.46). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

13-19 Mart 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 18 Mart 2017 tarihinde saat 15:00'da görülmüştür ve 713W/m^2'dir (Şekil 5.47).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

13-19 Mart 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.48'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.12'de

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.21-0.25 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.70-0.78 arasında değişmiştir (Çizelge 5.12).

RCS sıcaklık profili

13-19 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 2.3°C ile 15.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -1.2°C ile 48.5°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.3°C ile 26.9°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.1°C ile 32.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.49).

BCS sıcaklık profili

13-19 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 2.3°C ile 15.3°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 1.6°C ile 14.6°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 0.4°C ile 17.1°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 1.4°C ile 13°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 2.8°C ile 13°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5.6°C ile 13.5°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 15.7°C ile 26.1°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 17.6°C ile 32.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.50).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

13-19 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 2.3°C ile 15.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -1.1°C ile 48.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5.6°C ile 13.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.51).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

13-19 Mart 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.3°C ile 26.9°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 15.7°C ile 26.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.52).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

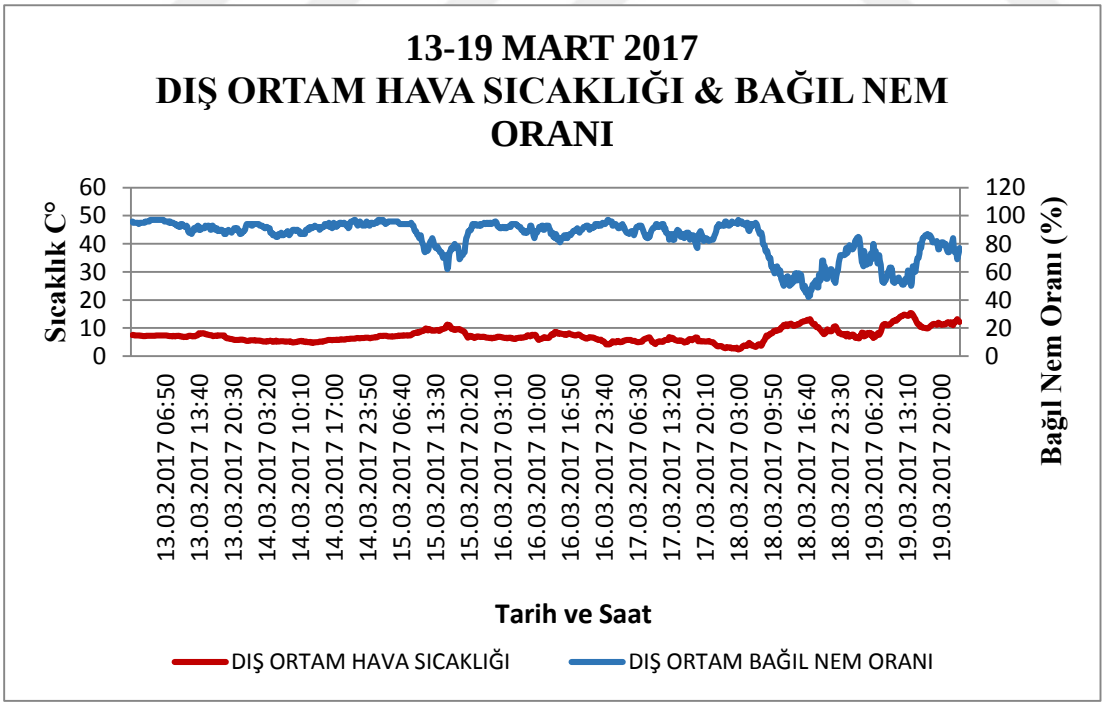
13-19 Mart 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.1°C ile 32.5°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 17.6°C ile 32.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.53).

Çizelge 5.11 : 13-19 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

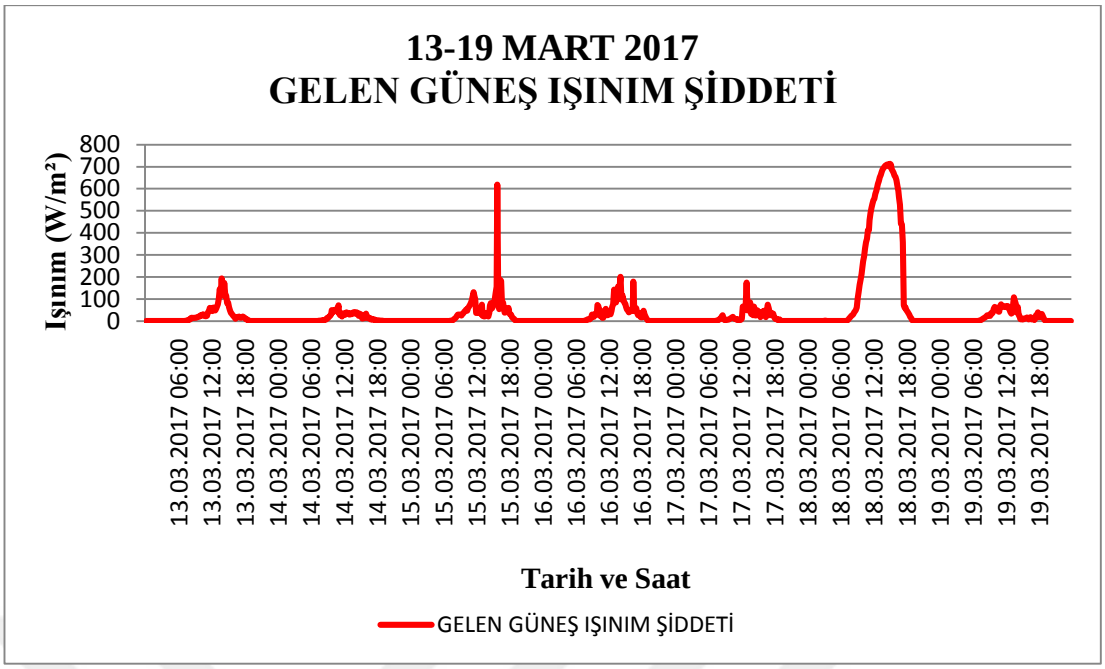
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
13 Mart 2017	5.4	8.1	86.9	97
14 Mart 2017	4.7	6.6	85	96.6
15 Mart 2017	6.3	11.2	61.8	97.2
16 Mart 2017	5.1	8.6	81.3	95.9
17 Mart 2017	3.2	6.8	77.1	96.9
18 Mart 2017	2.3	13.2	42.1	96.6
19 Mart 2017	6.3	15.3	50.4	86.8

Çizelge 5.12 : 13-19 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

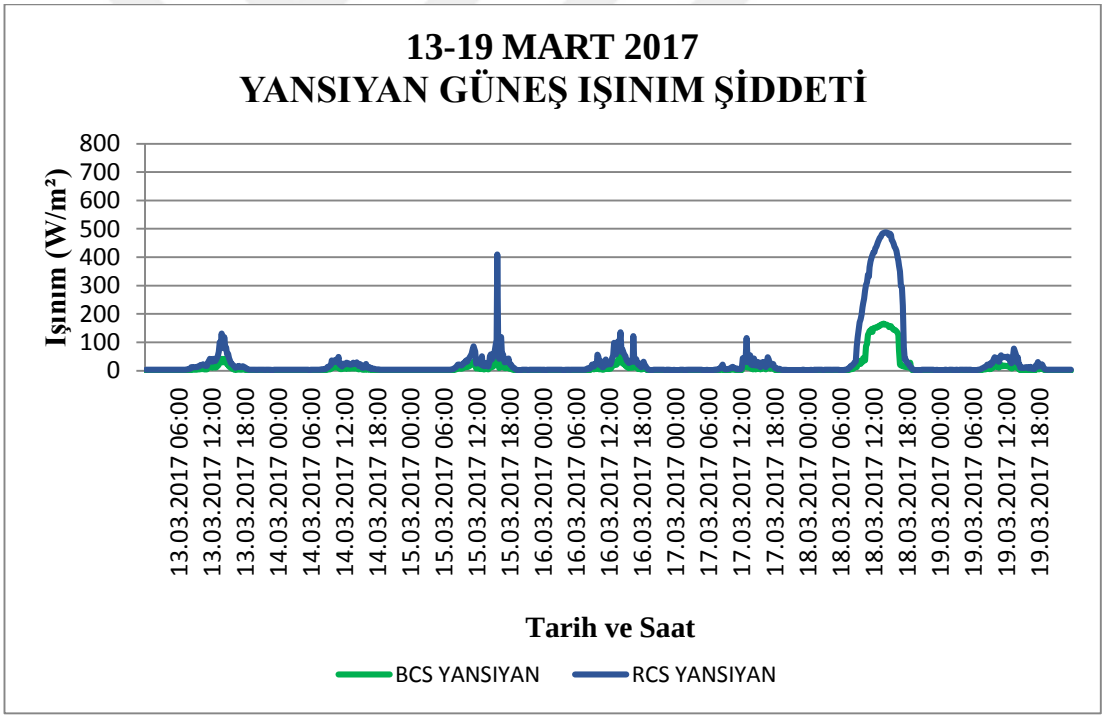
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
13 Mart 2017	0.230	0.720
14 Mart 2017	0.243	0.715
15 Mart 2017	0.238	0.700
16 Mart 2017	0.235	0.724
17 Mart 2017	0.218	0.783
18 Mart 2017	0.241	0.774
19 Mart 2017	0.255	0.738



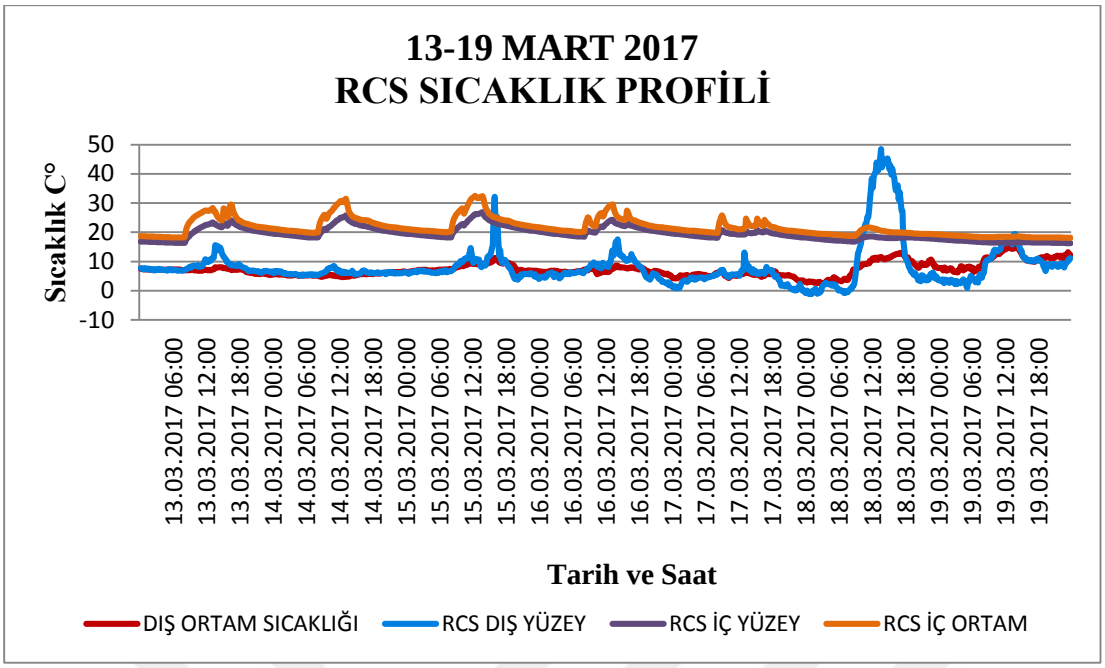
Şekil 5.46 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



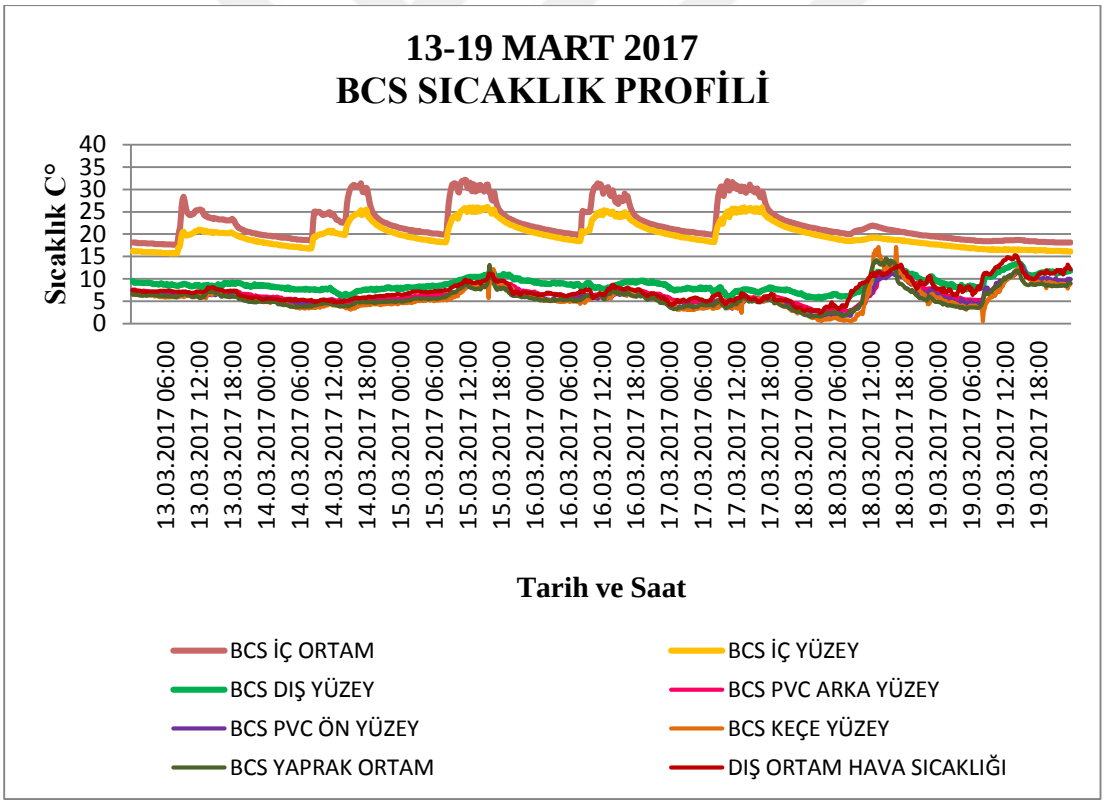
Şekil 5.47 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



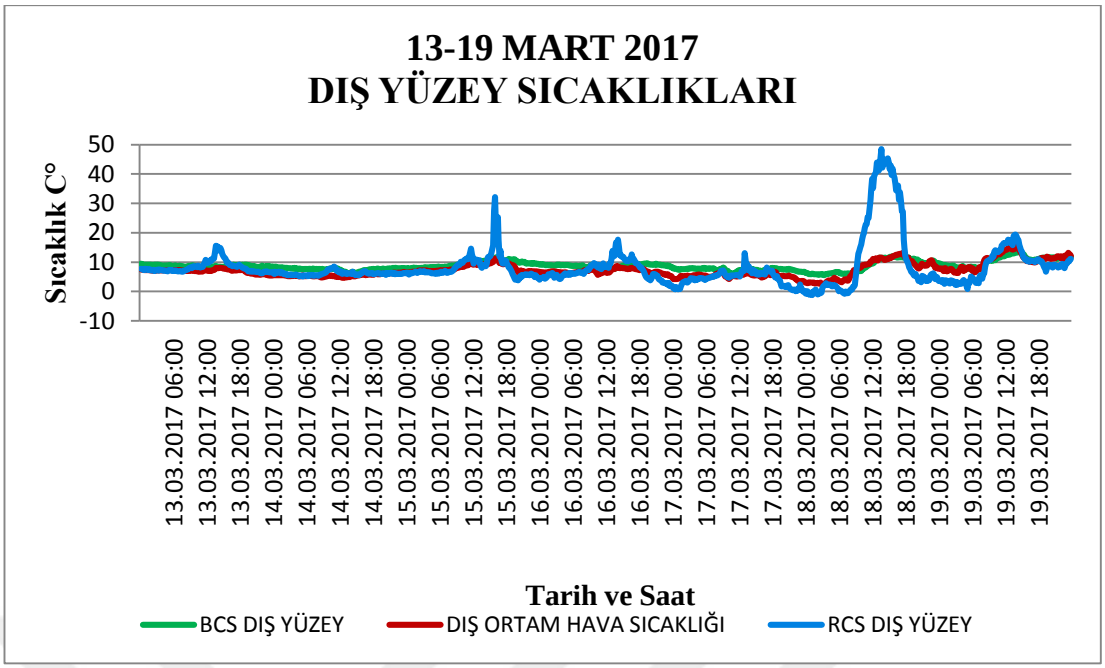
Şekil 5.48 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



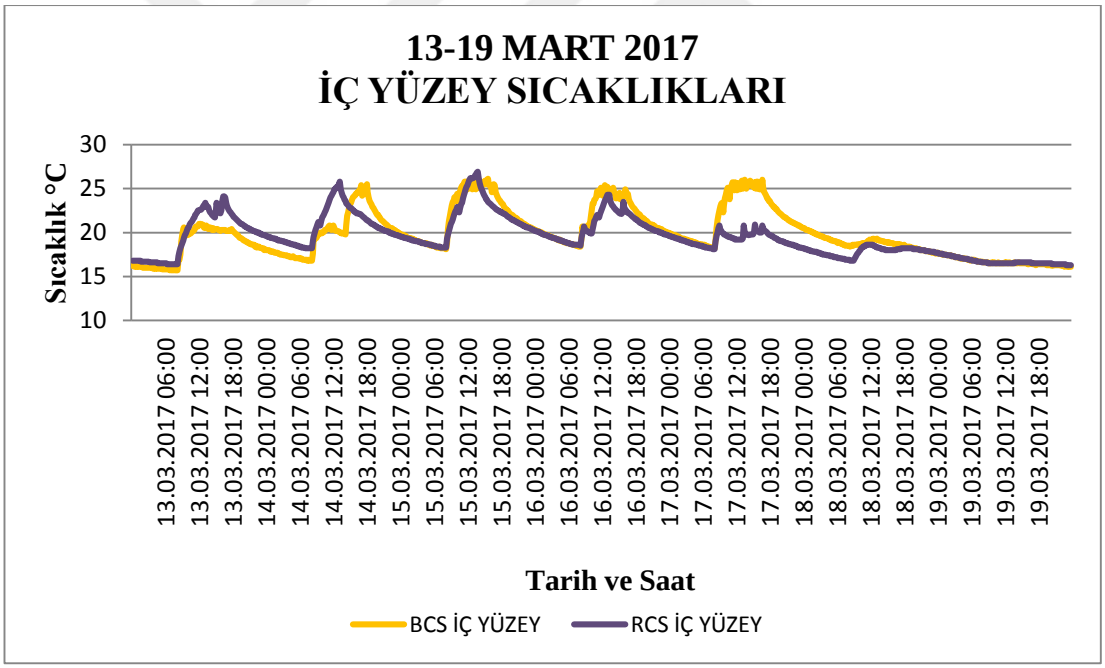
Şekil 5.49 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



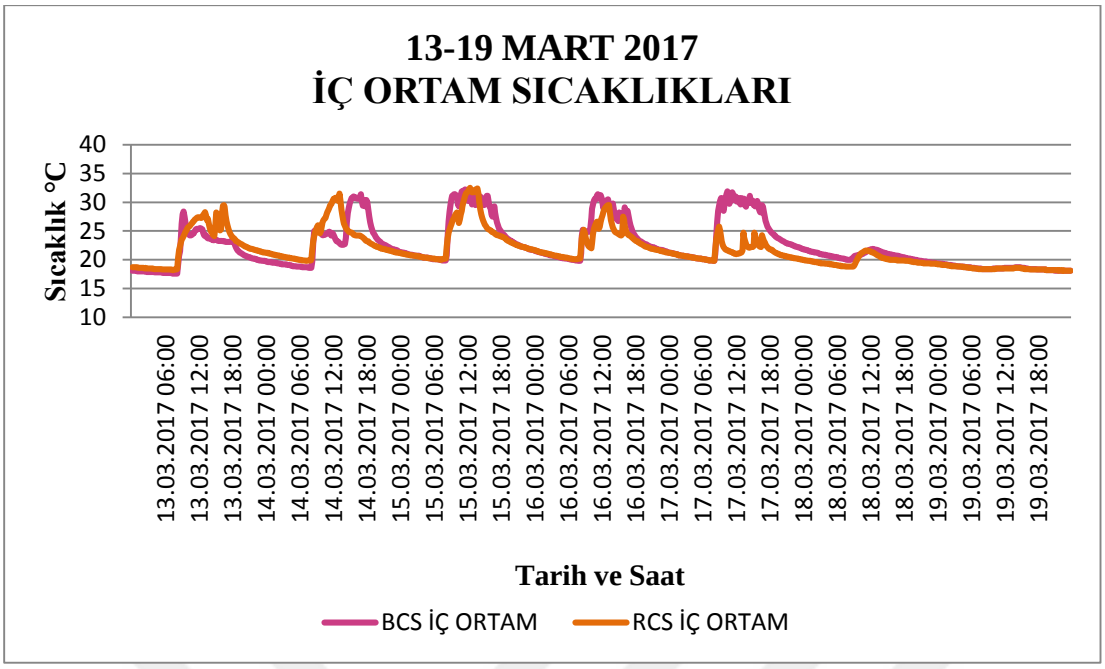
Şekil 5.50 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.51 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.52 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.53 : 13-19 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

16 Mart 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.54'te yer almaktadır.



Şekil 5.54 : 16 Mart 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

20-26 Mart 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

20-26 Mart 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 4.3°C-20.8°C ve %28.8-%96.6 arasındadır (Şekil 5.55). Her gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri Çizelge 5.13'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

20-26 Mart 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 21 Mart 2017 tarihinde saat 15:10'da görülmüştür ve 673W/m^2'dir (Şekil 5.56).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

20-26 Mart 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.57'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.14'te görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.26-0.30 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.71-0.80 arasında değişmiştir (Çizelge 5.14).

RCS sıcaklık profili

20-26 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 4.3°C ile 20.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 0.6°C ile 53°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16°C ile 26.3°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 17.7°C ile 32.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.58).

BCS sıcaklık profili

20-26 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 4.3°C ile 20.8°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 3.1°C ile 22.4°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 3.1°C ile 23.5°C, PVC panel ön yüzey sıcaklıkları 3.2°C ile 21°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 4.7°C ile 21.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 7.1°C ile 20.5°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 15.7°C ile 26.1°C ve bitkilendirilmiş

duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 17.5°C ile 32.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.59).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

20-26 Mart 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 4.3°C ile 20.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 0.6°C ile 53°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 7.1°C ile 20.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.60).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 16°C ile 26.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 15.7°C ile 26°C arasındadır (Şekil 5.61).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

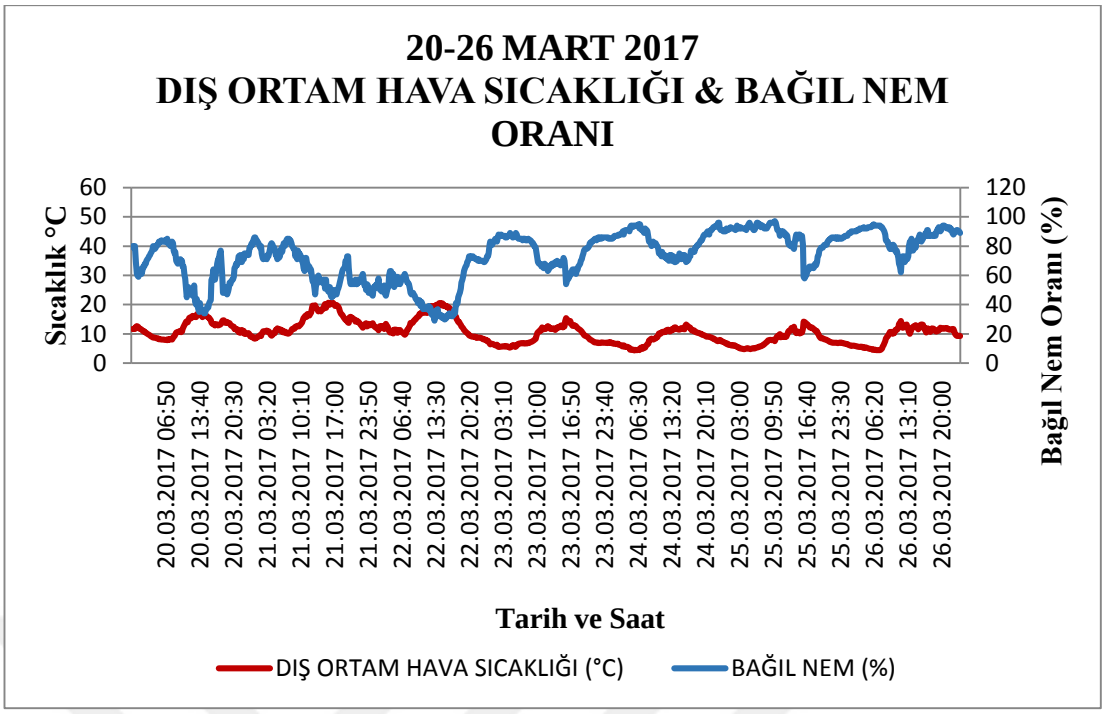
20-26 Mart 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 17.7°C ile 32.5°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 17.5°C ile 32.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.62).

Çizelge 5.13 : 20-26 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

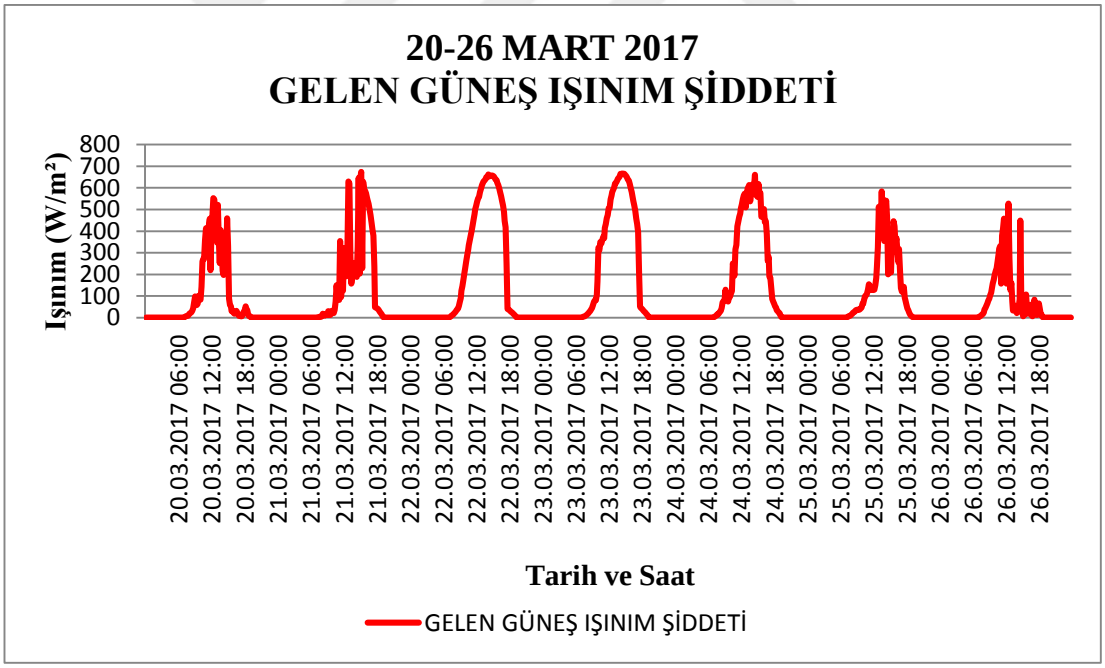
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
20 Mart 2017	7.8	16.9	34	85.2
21 Mart 2017	8.4	20.8	45.3	85.6
22 Mart 2017	8	20.5	28.8	73.3
23 Mart 2017	5.3	15.4	54.2	89.4
24 Mart 2017	4.3	13.2	68.6	96.1
25 Mart 2017	4.9	14.2	57.7	96.6
26 Mart 2017	4.3	14.4	62.4	94.6

Çizelge 5.14 : 20-26 Mart 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

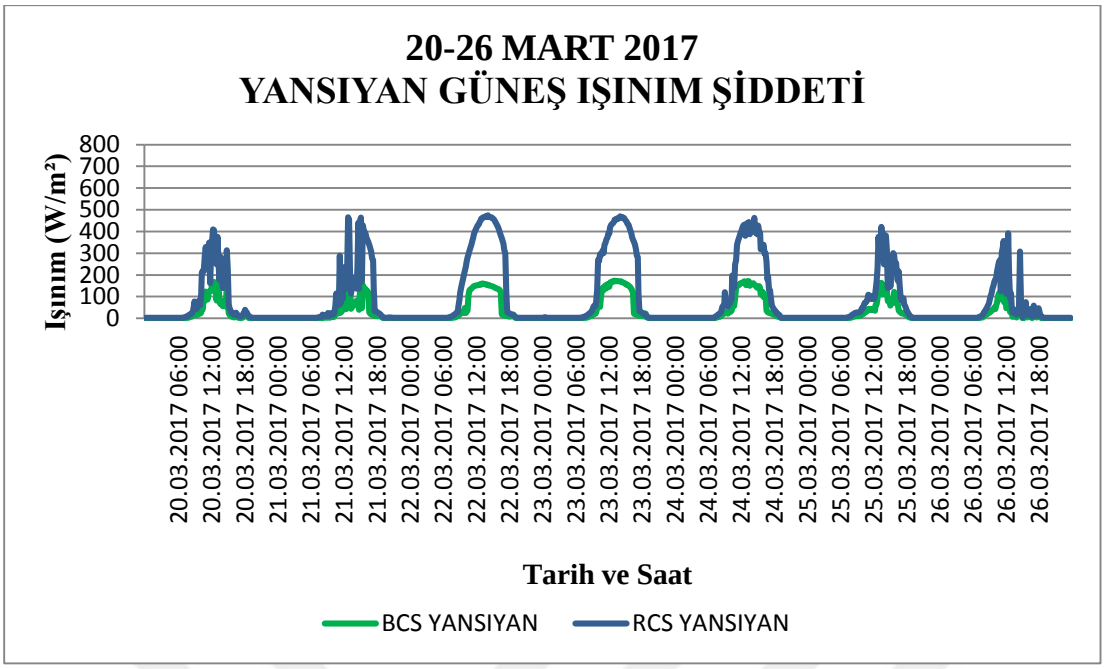
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
20 Mart 2017	0.279	0.752
21 Mart 2017	0.298	0.738
22 Mart 2017	0.262	0.807
23 Mart 2017	0.300	0.751
24 Mart 2017	0.291	0.711
25 Mart 2017	0.299	0.769
26 Mart 2017	0.289	0.778



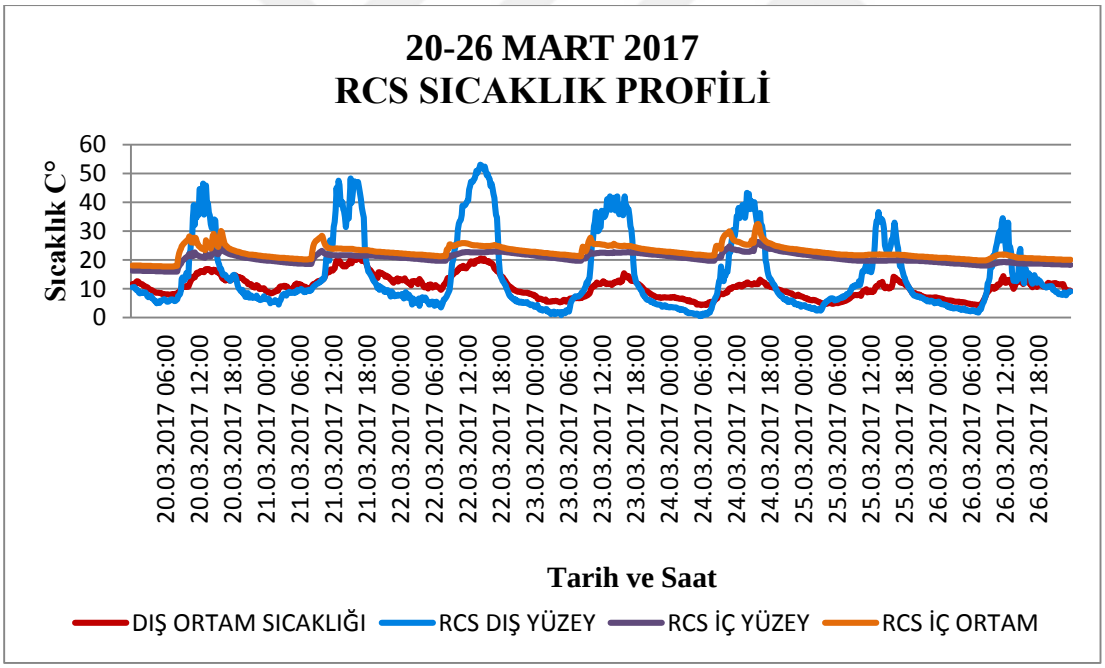
Şekil 5.55 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



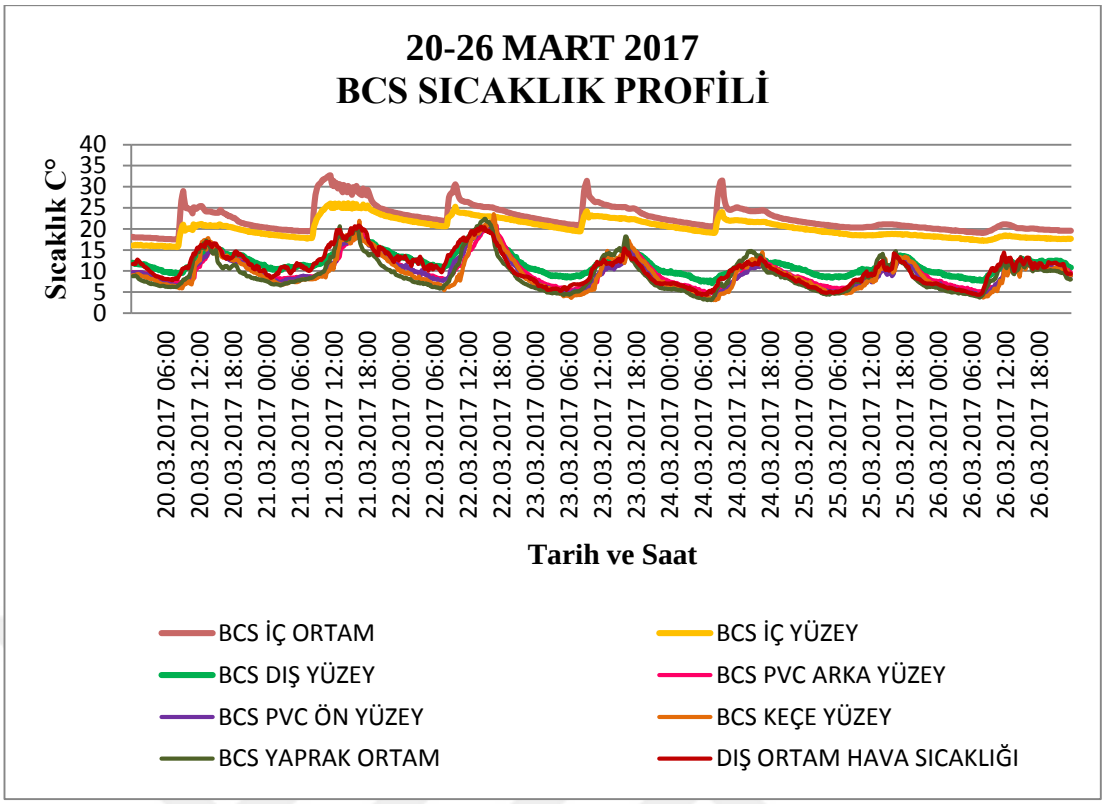
Şekil 5.56 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



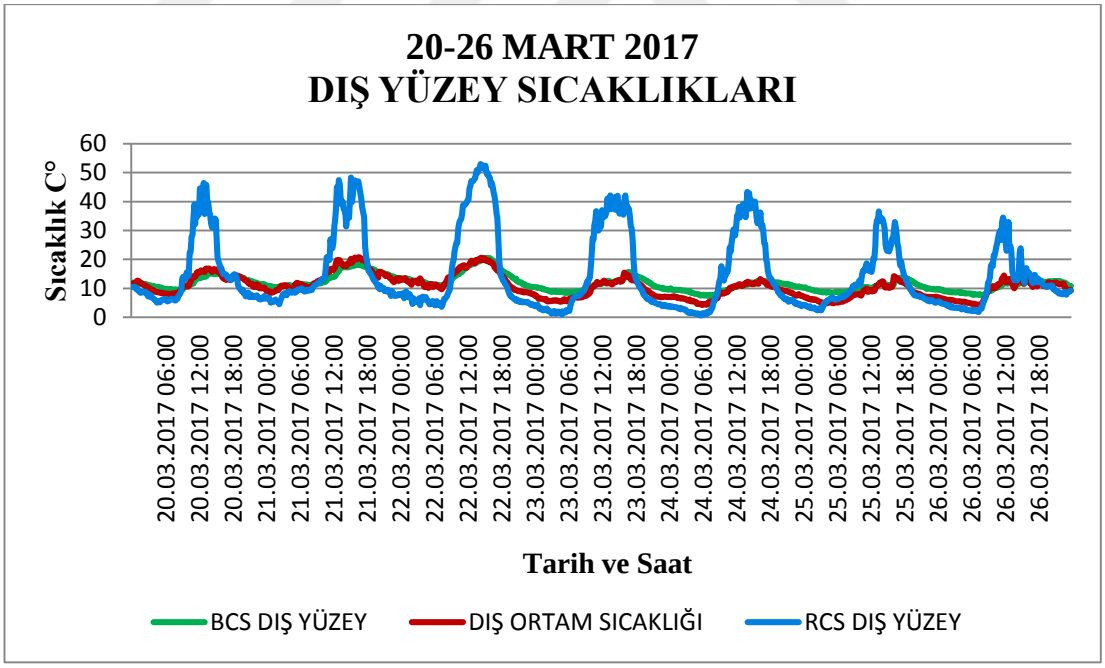
Şekil 5.57 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



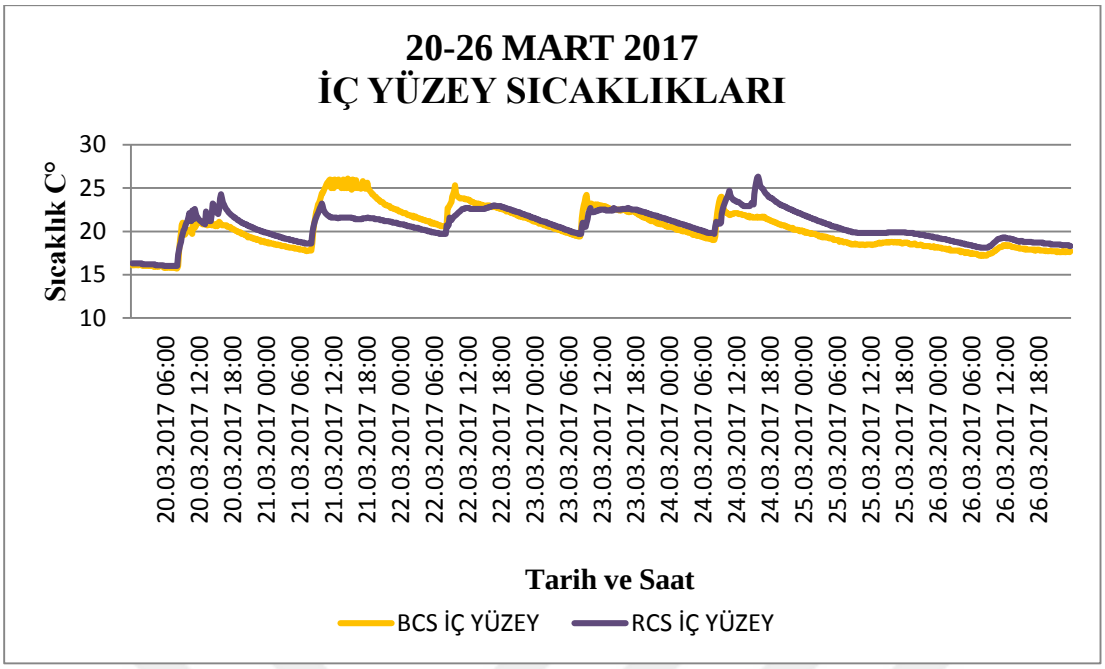
Şekil 5.58 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



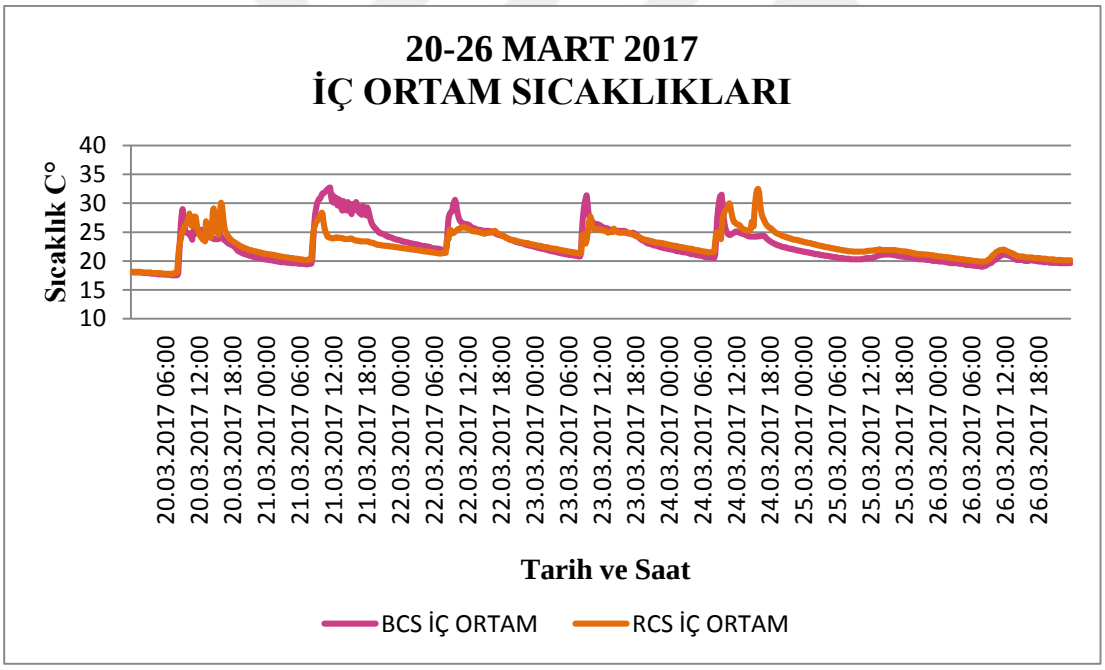
Şekil 5.59 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.60 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.61 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.62 : 20-26 Mart 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

22 Mart 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.63'te yer almaktadır.



Şekil 5.63 : 22 Mart 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

27 Mart – 02 Nisan 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

27 Mart–02 Nisan 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 3°C-21.5°C ve %22.8-%93.1 arasında değişmiştir (Şekil 5.64). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.15'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 01 Nisan 2017 tarihinde saat 14:10'da görülmüştür ve 628W/m^2'dir (Şekil 5.65).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.66'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması

Çizelge 5.16'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.26-0.33 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.71-0.80 arasında değişmiştir (Çizelge 5.16).

RCS sıcaklık profili

27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3°C ile 21.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -1.1°C ile 53.3°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 17.7°C ile 29.2°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.5°C ile 33.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.67).

BCS sıcaklık profili

27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3°C ile 21.5°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 2.1°C ile 22°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 1°C ile 21.1°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 2.3°C ile 19.3°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 3.1°C ile 19.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.1°C ile 19.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.6°C ile 25.7°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.1°C ile 32.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.68).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3°C ile 21.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -1.1°C ile 53.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.1°C ile 19.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.69).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 17.7°C ile 29.2°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.6°C ile 25.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.70).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

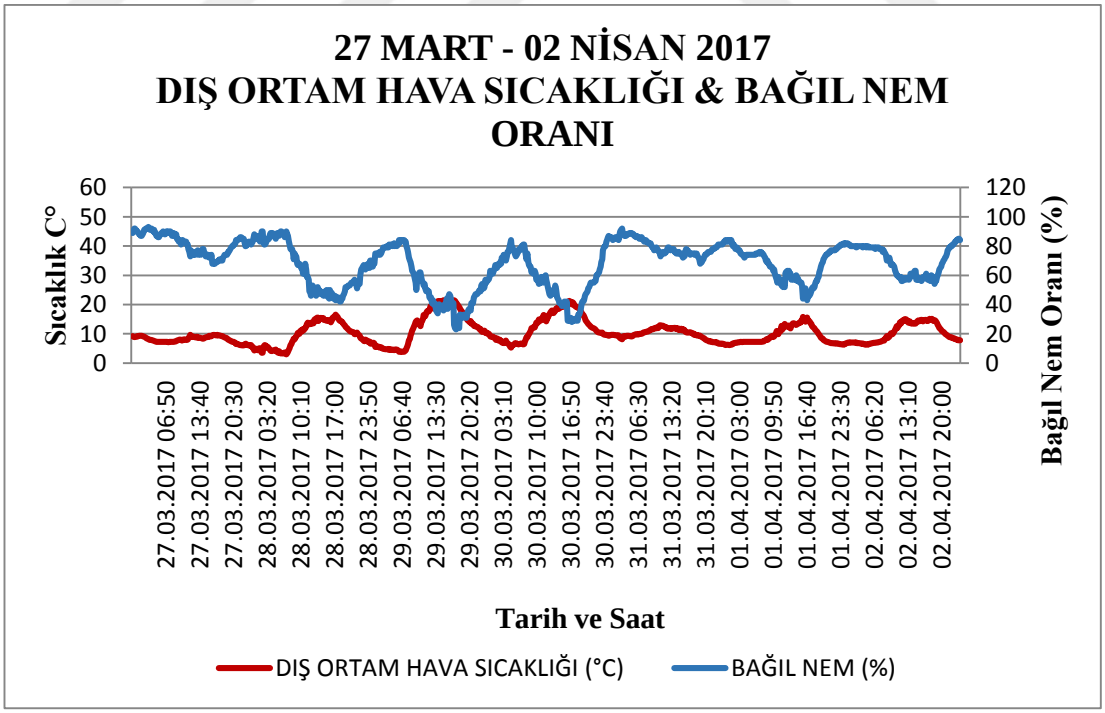
27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.5°C ile 33.8°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.1°C ile 32.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.71).

Çizelge 5.15 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

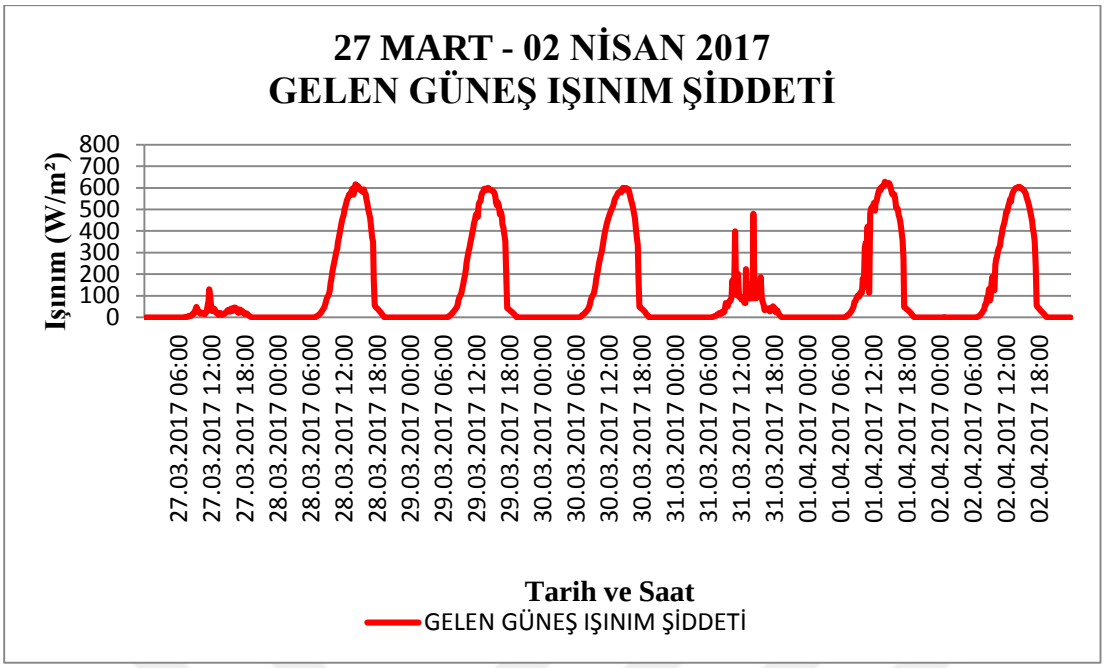
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
27 Mart 2017	5.9	9.7	67.6	93.1
28 Mart 2017	3	16.5	41.7	90.1
29 Mart 2017	3.8	21.5	22.8	84
30 Mart 2017	5.3	21.1	28.2	83.9
31 Mart 2017	6.6	12.9	68.4	91.5
01 Nisan 2017	6.1	15.8	43.5	84
02 Nisan 2017	6.3	15.1	54.1	84.7

Çizelge 5.16 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

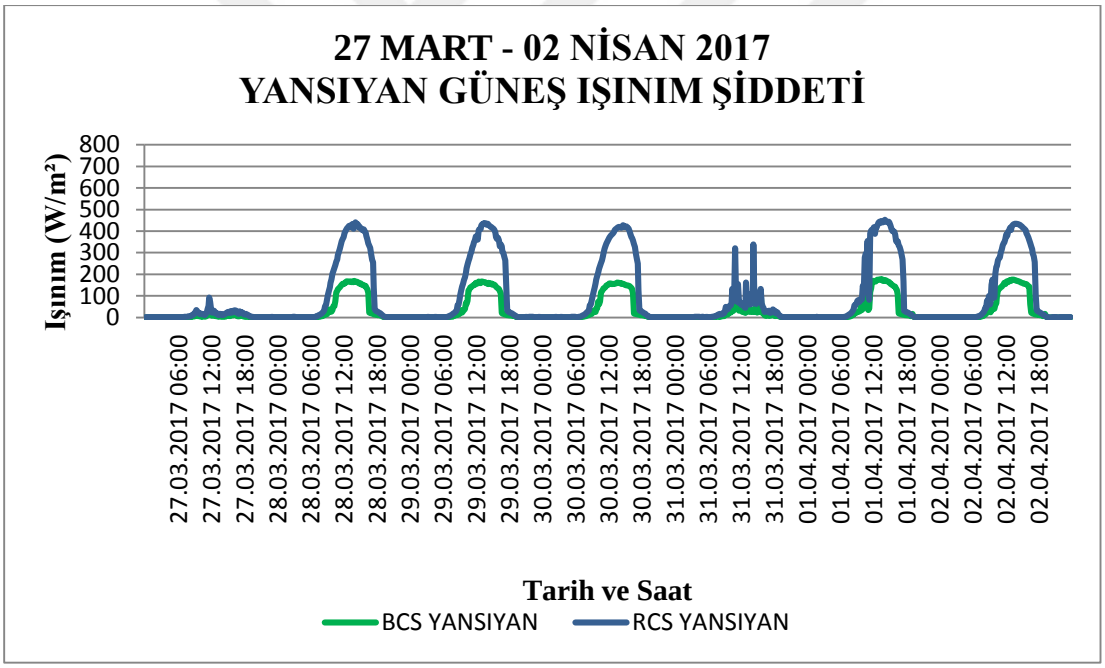
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
27 Mart 2017	0.263	0.783
28 Mart 2017	0.305	0.796
29 Mart 2017	0.317	0.803
30 Mart 2017	0.315	0.802
31 Mart 2017	0.328	0.713
01 Nisan 2017	0.305	0.782
02 Nisan 2017	0.332	0.788



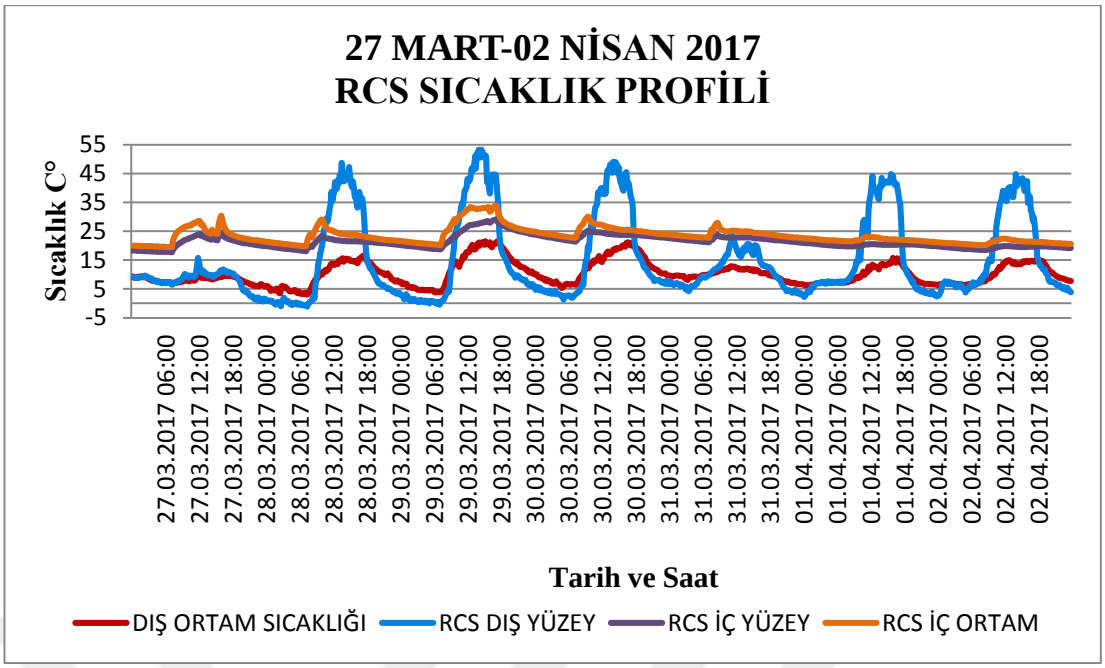
Şekil 5.64 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



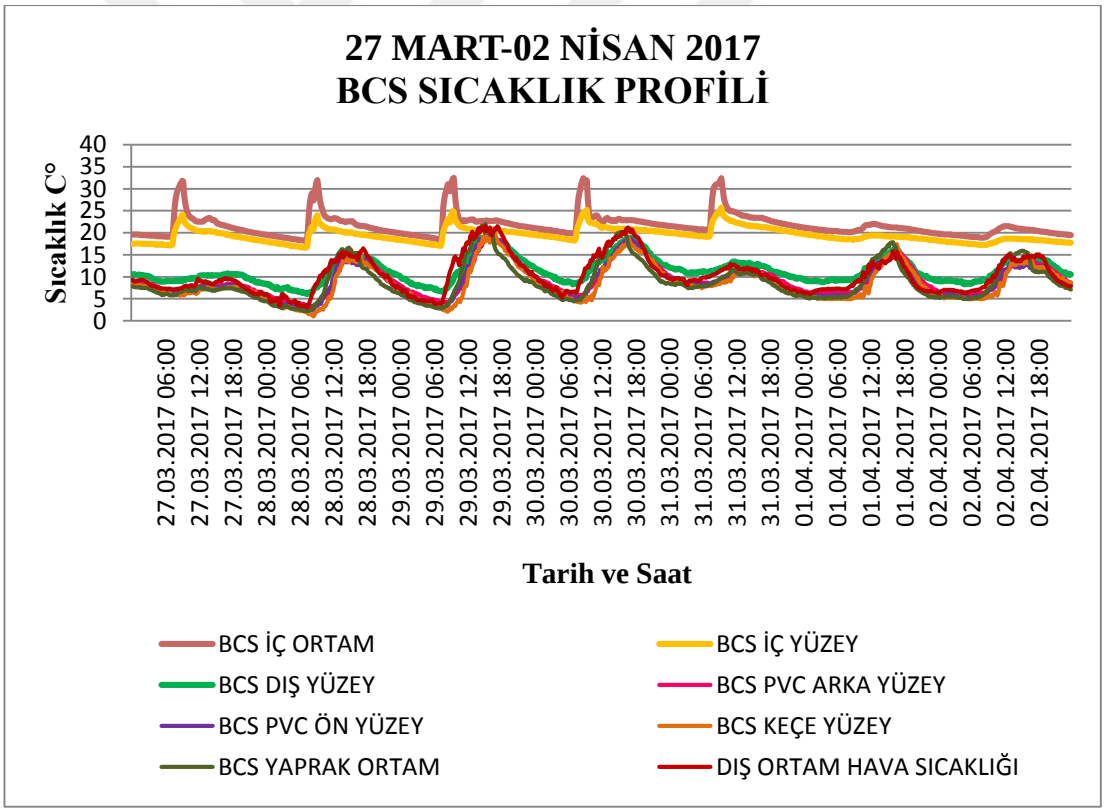
Şekil 5.65 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



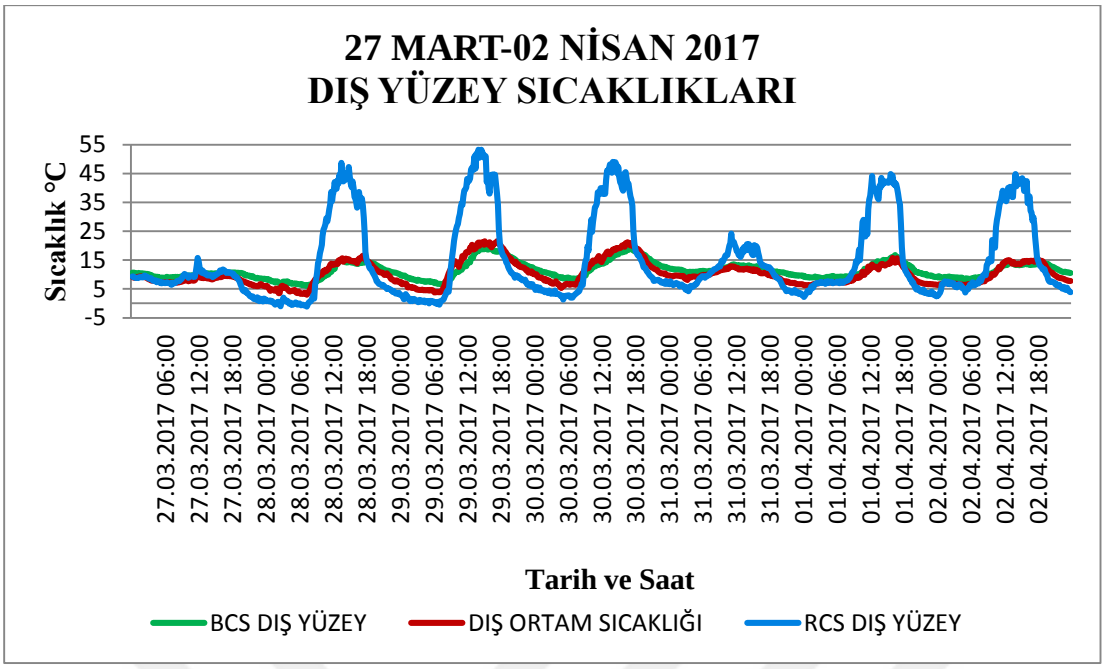
Şekil 5.66 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



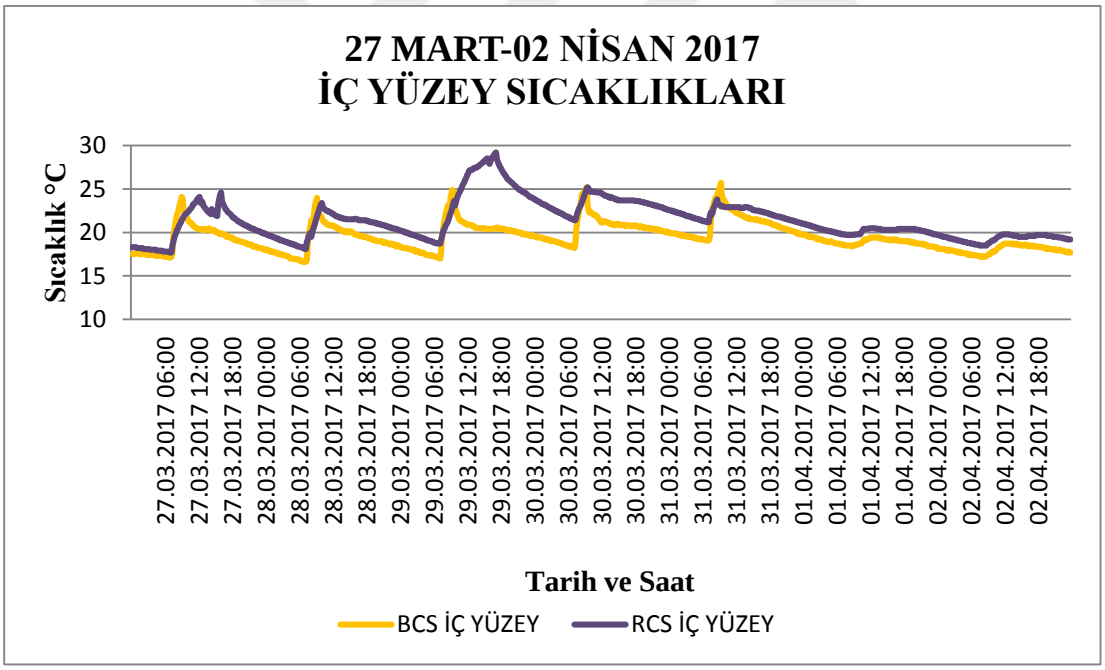
Şekil 5.67 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



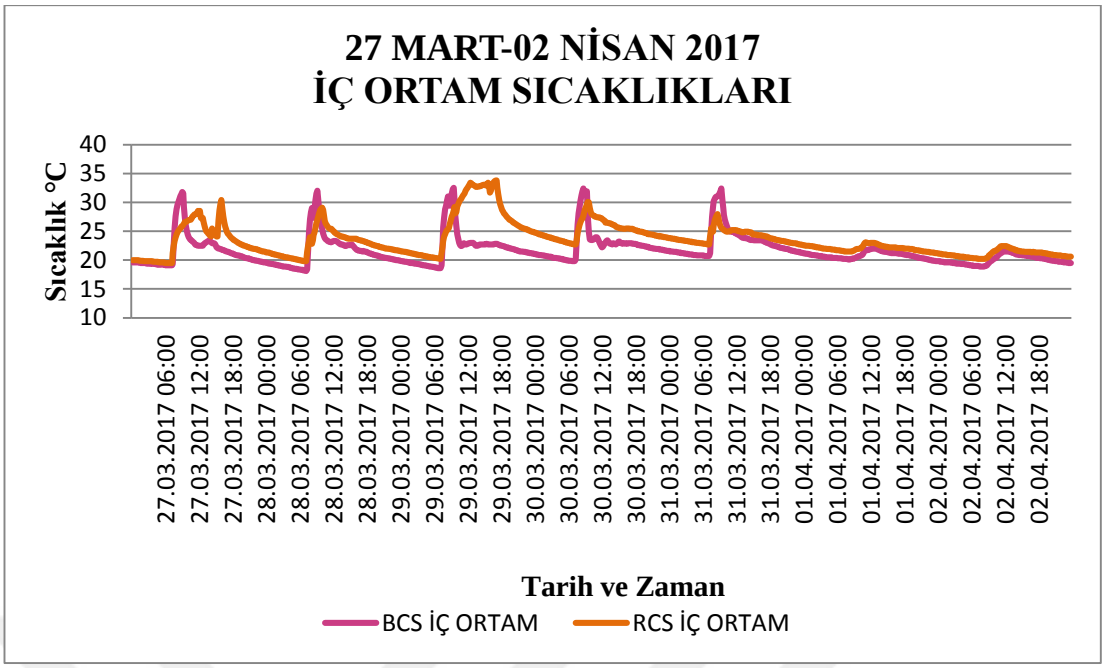
Şekil 5.68 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.69 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.70 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.71 : 27 Mart – 02 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

31 Mart 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.72'de yer almaktadır.



Şekil 5.72 : 31 Mart 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü

03-09 Nisan 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

03-09 Nisan 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 4.7°C-18.5°C ve %44-%96 arasındadır (Şekil 5.73). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.17'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

03-09 Nisan 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 09 Nisan 2017 tarihinde saat 14:00'da görülmüştür ve 661W/m^2'dir (Şekil 5.74).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

03-09 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.75'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.18'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.26-0.35 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.72-0.82 arasında değişmiştir (Çizelge 5.18).

RCS sıcaklık profili

03-09 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 4.7°C ile 18.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 1.3°C ile 43.6°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 18°C ile 30.7°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.7°C ile 35.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.76).

BCS sıcaklık profili

03-09 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 4.7°C ile 18.5°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 4.2°C ile 17.4°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 4.1°C ile 16.6°C, PVC panel ön yüzey sıcaklıkları 4.4°C ile 16°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 5.6°C ile 15.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 8.1°C ile 16.8°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.8°C ile 25.8°C ve bitkilendirilmiş

duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.4°C ile 32.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.77).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

03-09 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 4.7°C ile 18.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 1.3°C ile 43.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 8.1°C ile 16.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.78)

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 18°C-30.7°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.8°C-25.8°C arasındadır (Şekil 5.79).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

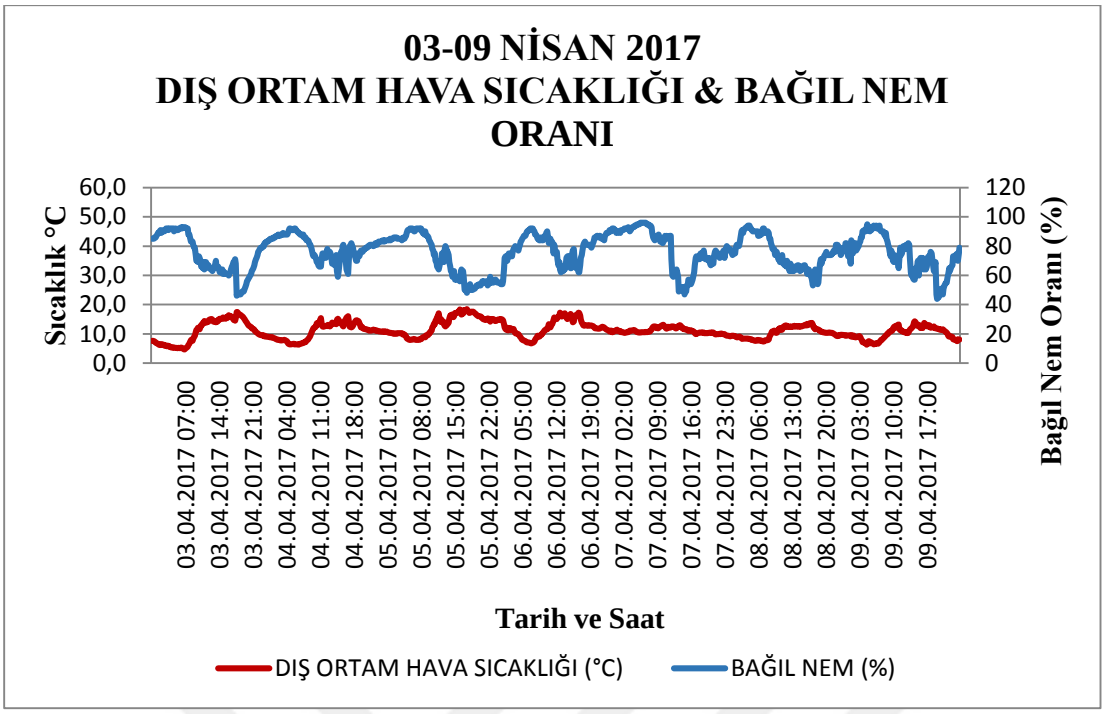
03-09 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.7°C ile 35.3°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.4°C ile 32.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.80).

Çizelge 5.17 : 03-09 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

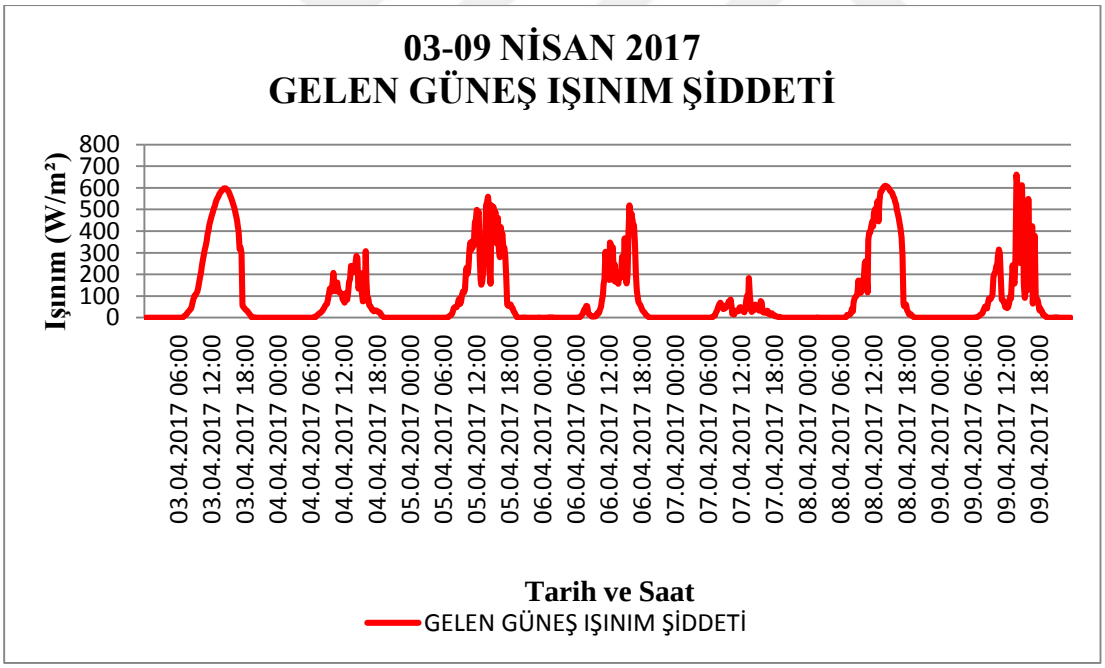
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
03 Nisan 2017	4.7	17.5	46	93
04 Nisan 2017	6.3	16.1	59	92
05 Nisan 2017	7.9	18.5	48	92
06 Nisan 2017	6.8	17.2	54	92
07 Nisan 2017	9.4	13.1	47	96
08 Nisan 2017	7.4	13.7	53	94
09 Nisan 2017	6.3	14.3	44	95

Çizelge 5.18 : 03-09 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

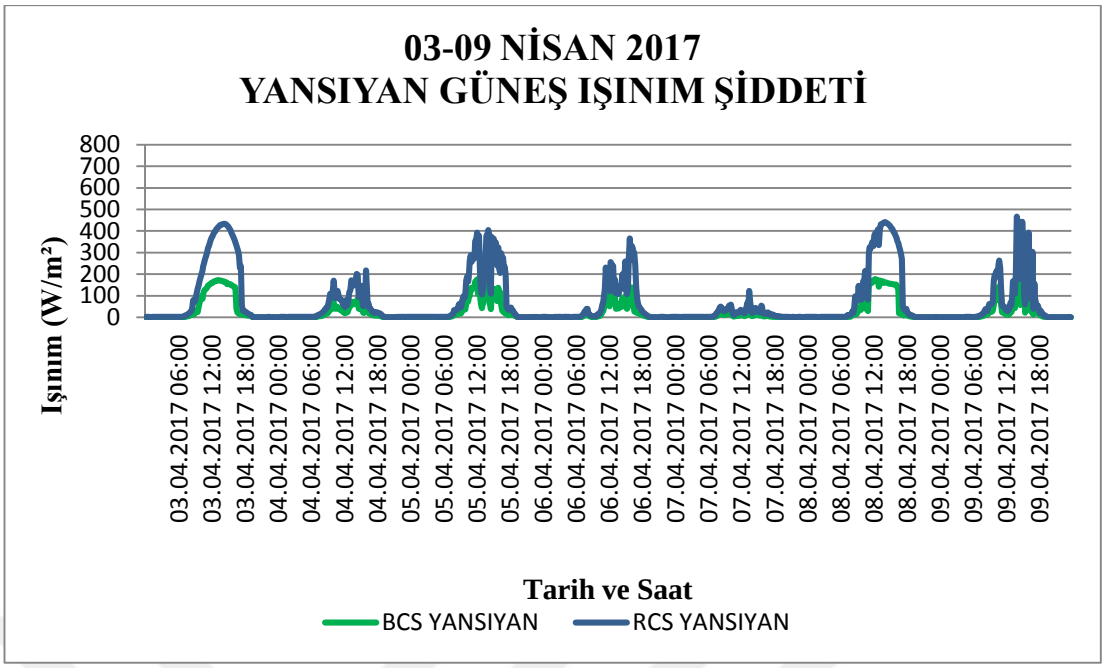
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
03 Nisan 2017	0.328	0.822
04 Nisan 2017	0.296	0.728
05 Nisan 2017	0.322	0.761
06 Nisan 2017	0.286	0.741
07 Nisan 2017	0.262	0.728
08 Nisan 2017	0.350	0.772
09 Nisan 2017	0.316	0.728



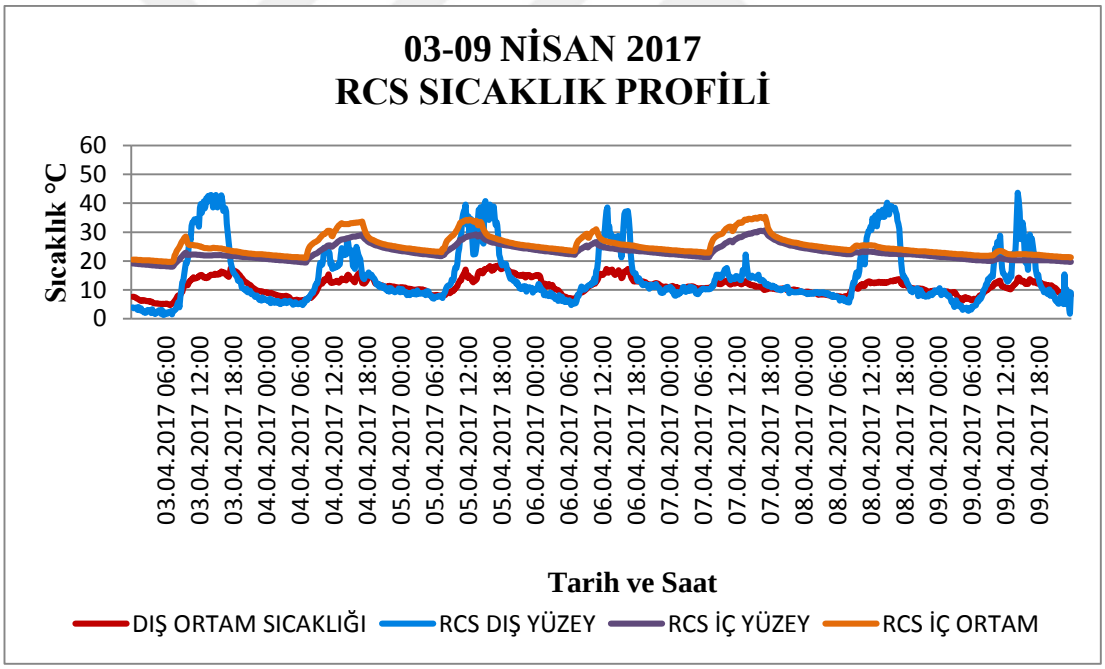
Şekil 5.73 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



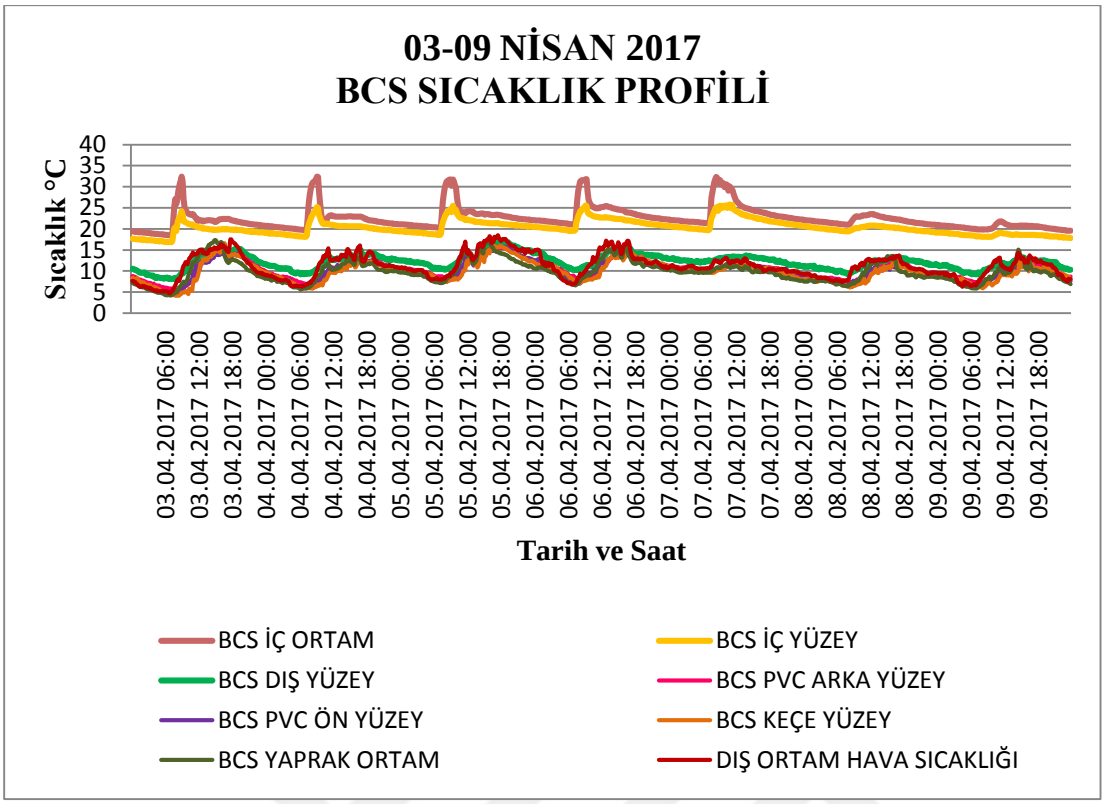
Şekil 5.74 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



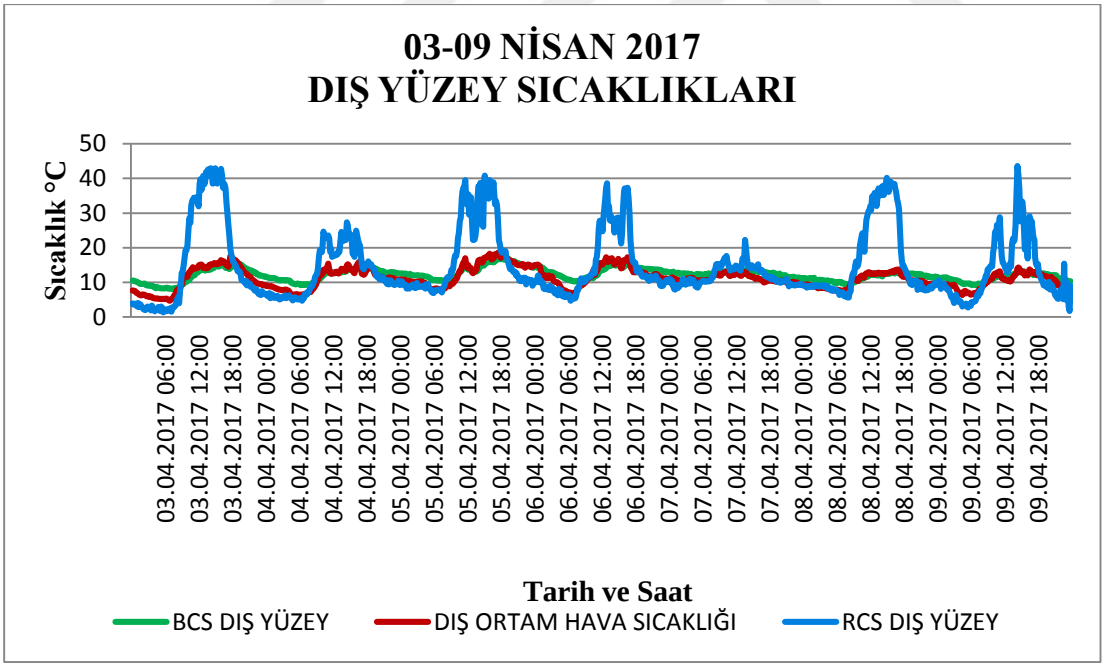
Şekil 5.75 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



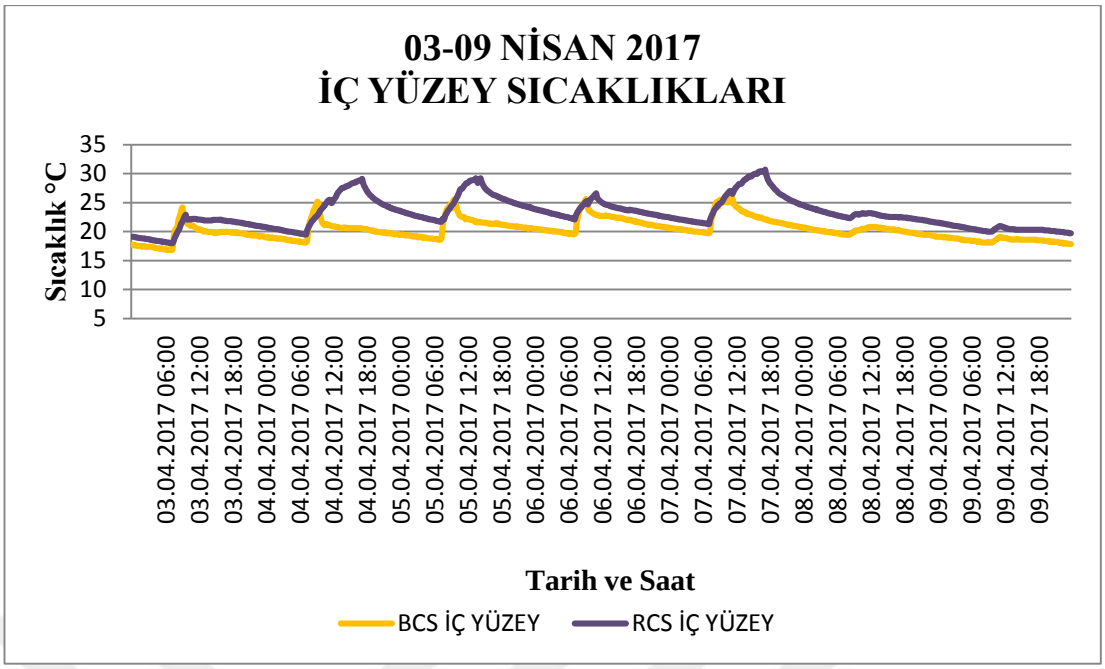
Şekil 5.76 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



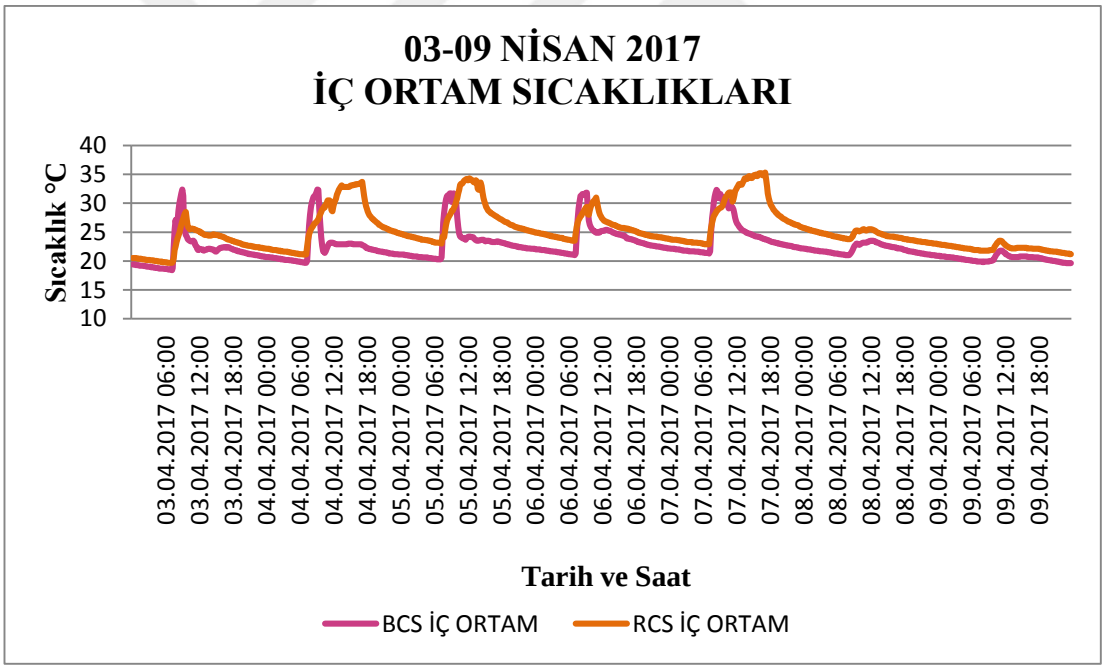
Şekil 5.77 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.78 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.79 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.80 : 03-09 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

03 Nisan 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.81'de yer almaktadır.



Şekil 5.81 : 03 Nisan 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

10-16 Nisan 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 3.4°C ile 24.7°C ve %34 ile %93 arasında değişmiştir (Şekil 5.82). Verilen tarihler arasıdaki her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.19'da verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 10 Nisan 2017 tarihinde saat 14:00'da görülmüştür ve 649W/m^2 değerindedir (Şekil 5.83).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.84'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile

15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 4.20'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.28-0.38 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.71-0.83 arasında değişmiştir (Çizelge 5.20).

RCS sıcaklık profili

10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3.4°C ile 24.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -2.1°C ile 48.9°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.8°C ile 25.7°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.2°C ile 35.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.85).

BCS sıcaklık profili

10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3.4°C ile 24.7°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 3.1°C ile 22°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 3.1°C ile 21.6°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 3.3°C ile 21.5°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 4.6°C ile 20.7°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.9°C ile 21.5°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.8°C ile 25.7°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.5°C ile 33.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.86).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3.4°C ile 24.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -2.1°C ile 48.9°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.9°C ile 21.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.87).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans duvar ve bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.8°C ile 25.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.88).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

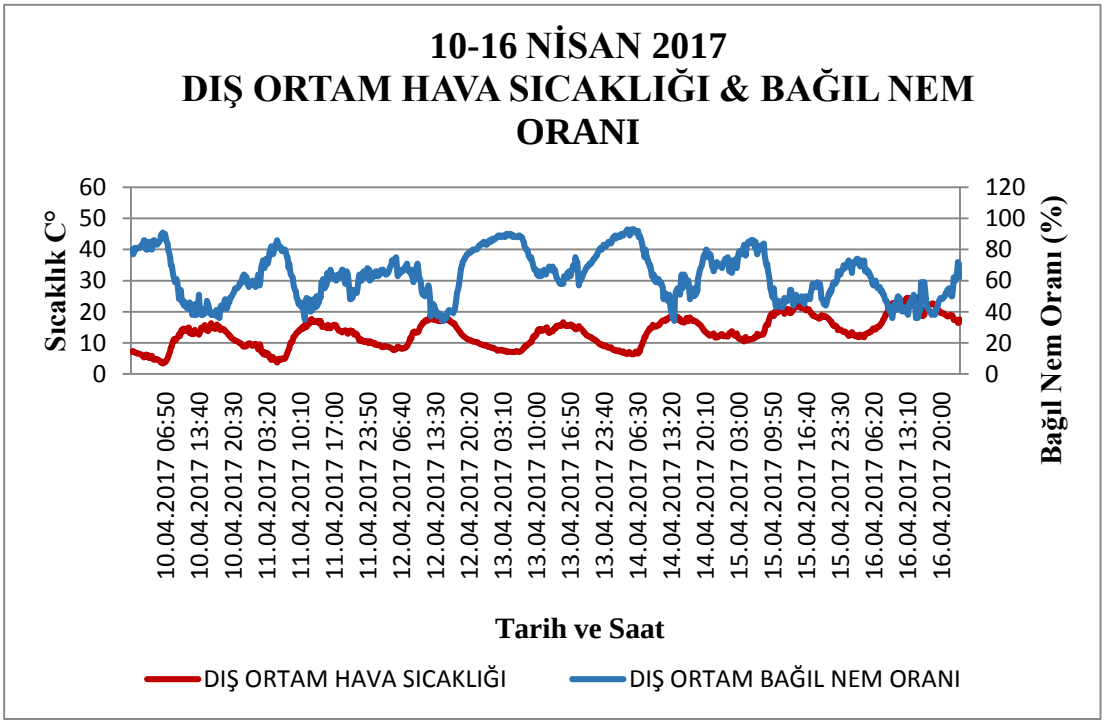
10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.2°C ile 35.5°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.5°C ile 33.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.89).

Çizelge 5.19 : 10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

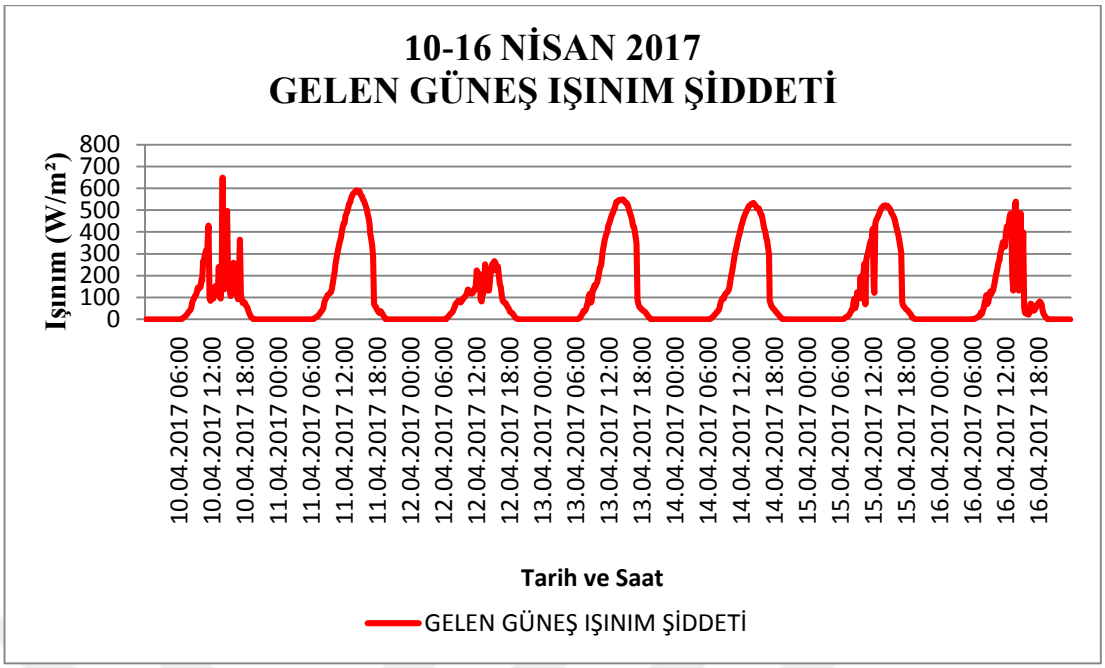
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
10 Nisan 2017	3.4	16.3	36	91
11 Nisan 2017	3.7	17.7	35	86
12 Nisan 2017	7.7	19.1	34	85
13 Nisan 2017	7.1	16.6	57	90
14 Nisan 2017	6.3	19.3	34	93
15 Nisan 2017	10.5	22.2	43	86
16 Nisan 2017	11.8	24.7	36	74

Çizelge 5.20 : 10-16 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

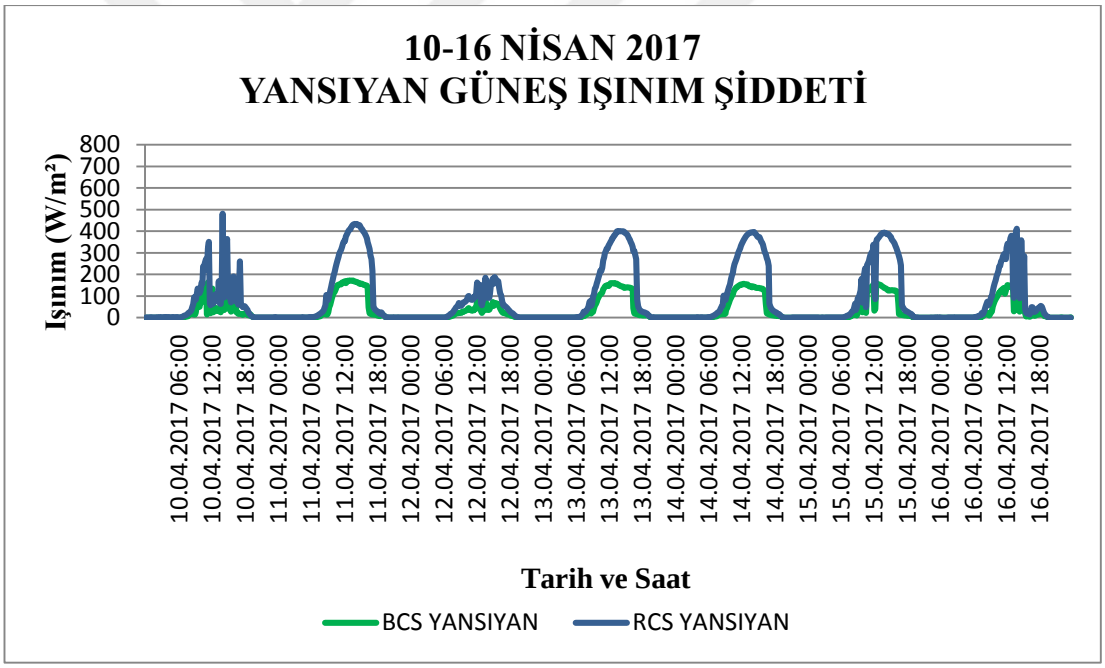
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
10 Nisan 2017	0.371	0.760
11 Nisan 2017	0.386	0.839
12 Nisan 2017	0.289	0.712
13 Nisan 2017	0.348	0.805
14 Nisan 2017	0.358	0.832
15 Nisan 2017	0.323	0.797
16 Nisan 2017	0.351	0.825



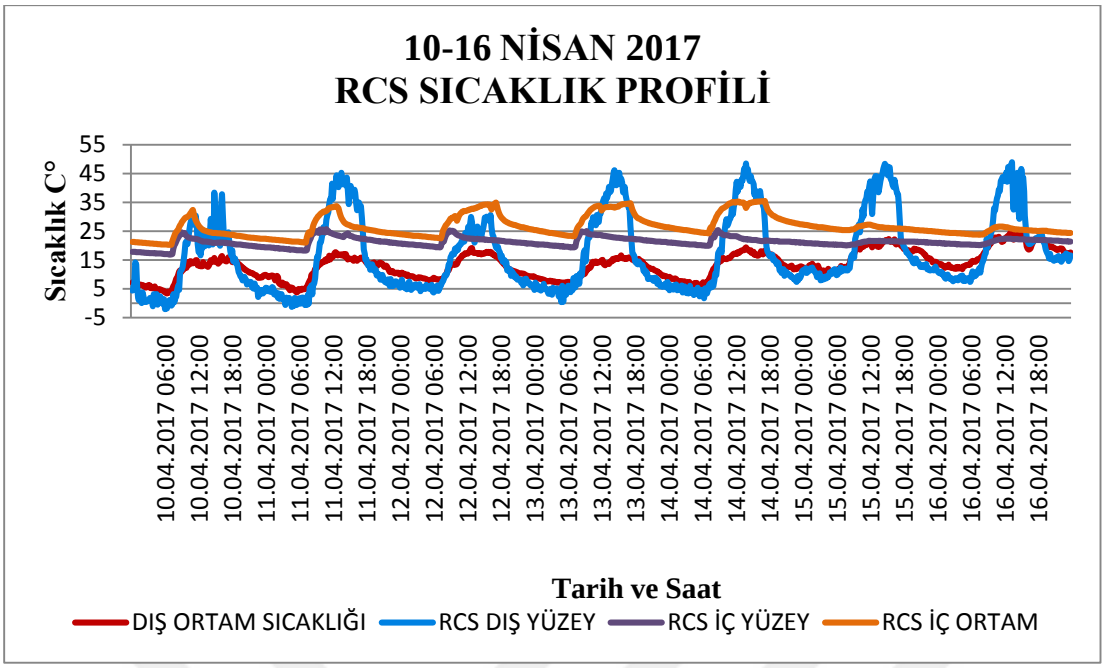
Şekil 5.82 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



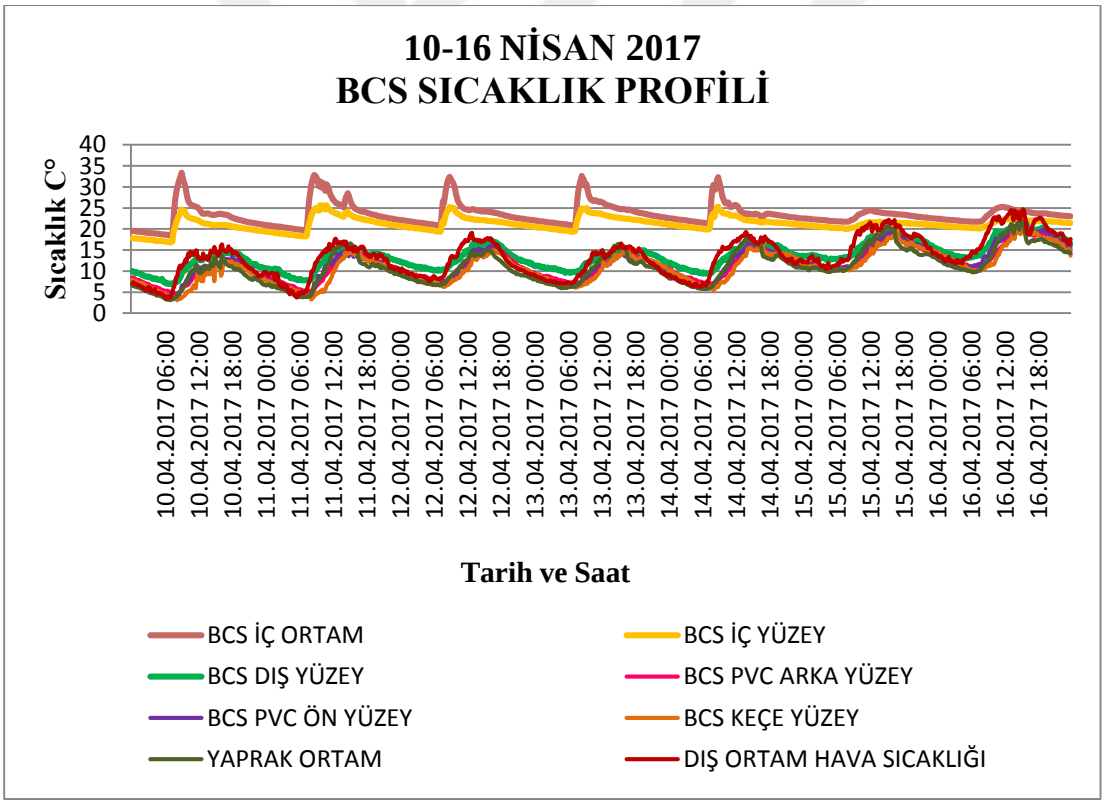
Şekil 5.83 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



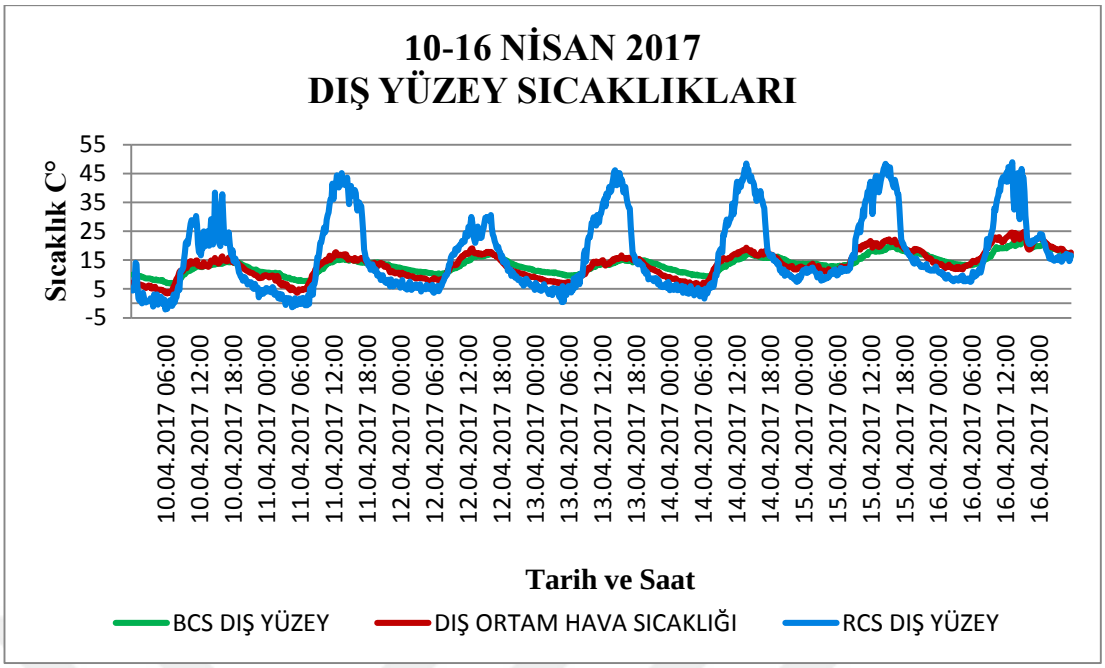
Şekil 5.84 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



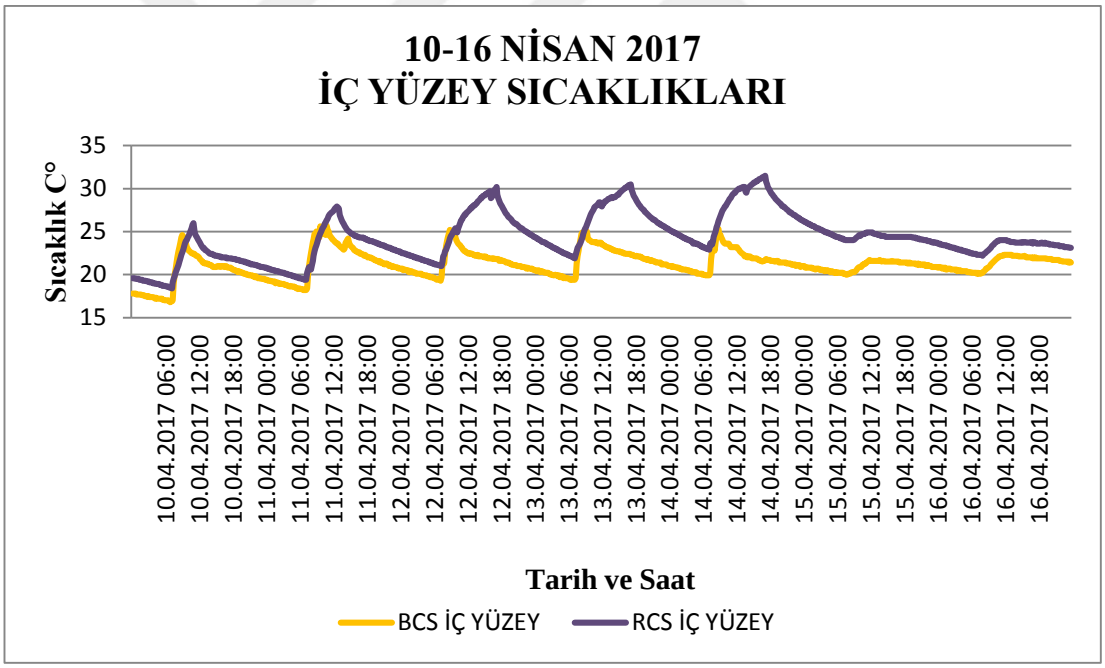
Şekil 5.85 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



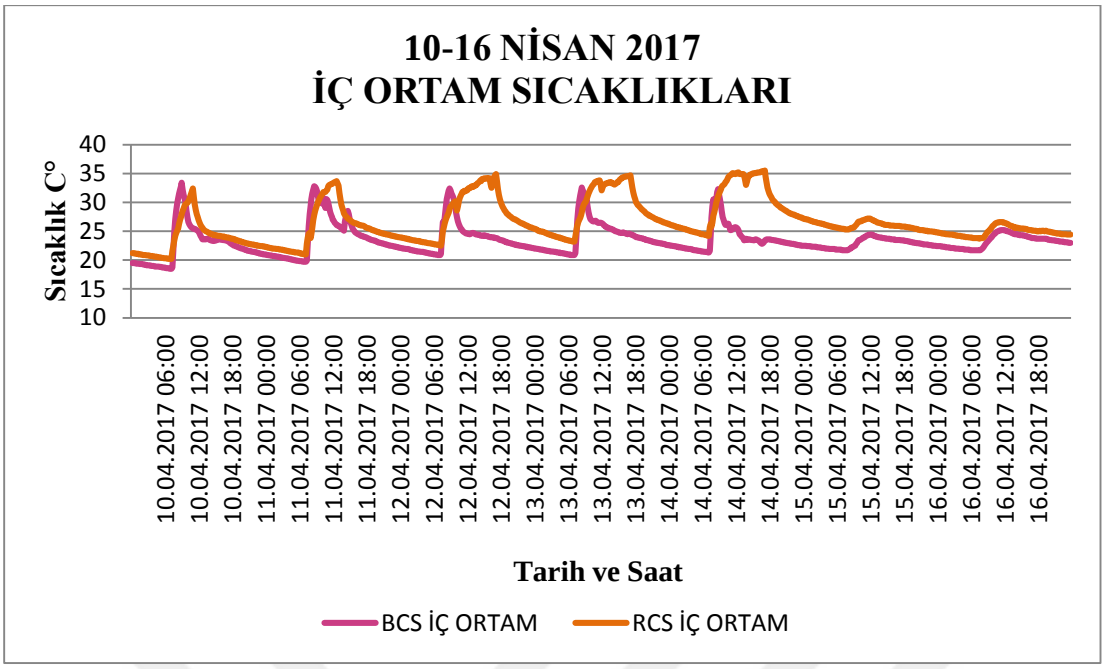
Şekil 5.86 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.87 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.88 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.89 : 10-16 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

09 Nisan 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.90'da yer almaktadır.



Şekil 5.90 : 09 Nisan 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

17-23 Nisan 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

17-23 Nisan 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 5.3°C-24.2°C ve %31-%95 arasındadır (Şekil 5.91). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.21'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

17-23 Nisan 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 23 Nisan 2017 tarihinde saat 13:50'de görülmüştür ve 589W/m^2'dir (Şekil 5.92).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

17-23 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.93'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.22'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.22-0.33 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.73-0.85 arasında değişmiştir (Çizelge 5.22).

RCS sıcaklık profili

17-23 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 5.3°C ile 24.2°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 0.9°C ile 52.4°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 19.5°C ile 30.7°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.3°C ile 35.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.94).

BCS sıcaklık profili

17-23 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 5.3°C ile 24.2°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 4.7°C ile 21.8°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 4.4°C ile 21.9°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 4.6°C ile 21.8°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 5.8°C ile 20.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 7°C ile 22.4°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri

17.8°C ile 26.4°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.7°C ile 33.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.95)

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

17-23 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 5.3°C ile 24.2°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 0.9°C ile 52.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 7°C ile 22.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.96).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 19.5°C-30.7°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 17.8°C-26.4°C arasındadır (Şekil 5.97).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

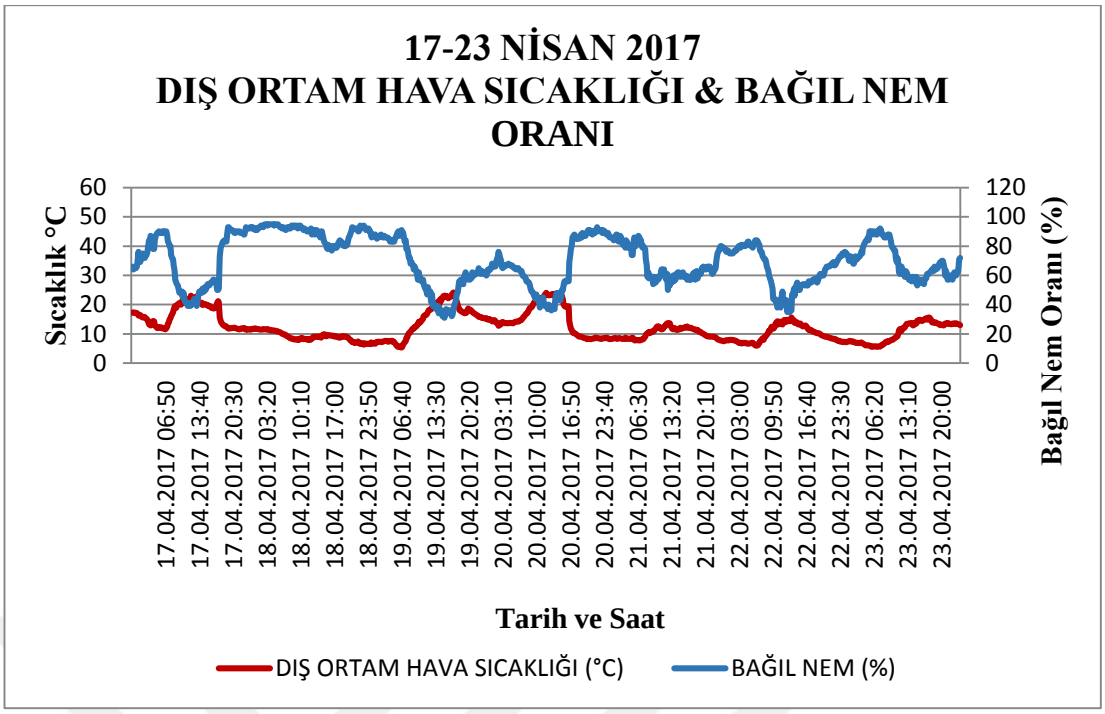
17-23 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.3°C ile 35.3°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.7°C ile 33.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.98).

Çizelge 5.21 : 17-23 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

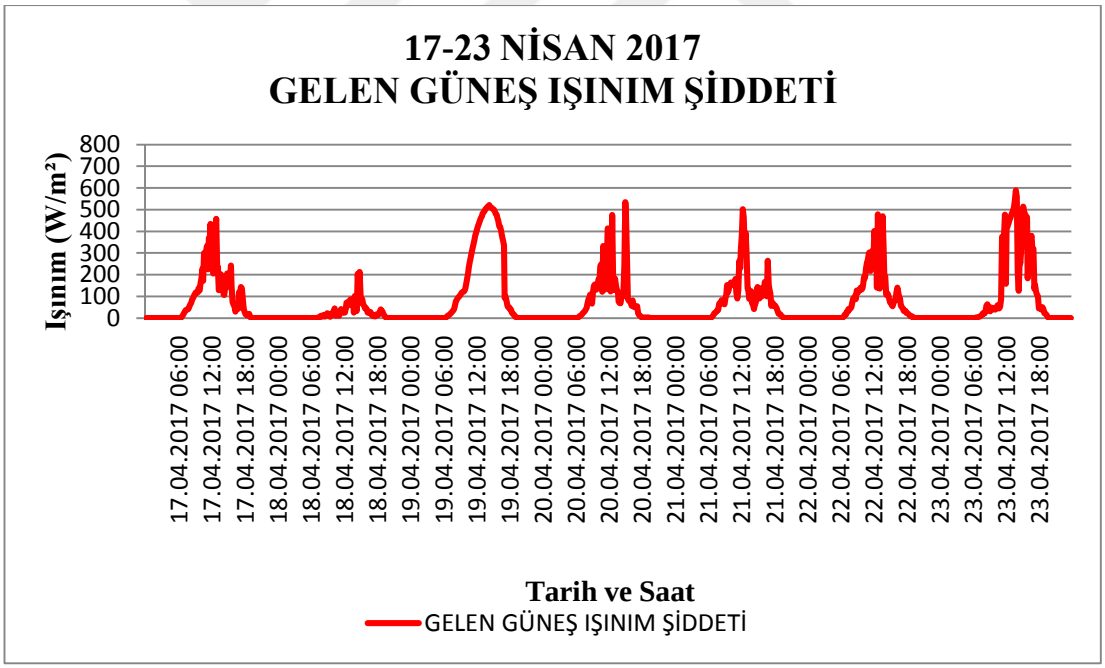
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
17 Nisan 2017	11.5	23	39	93
18 Nisan 2017	6.3	11.9	77	95
19 Nisan 2017	5.3	24.2	31	92
20 Nisan 2017	8.2	24	36	93
21 Nisan 2017	7.5	13.6	50	89
22 Nisan 2017	6	15.6	35	84
23 Nisan 2017	5.5	15.6	53	92

Çizelge 5.22 : 17-23 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

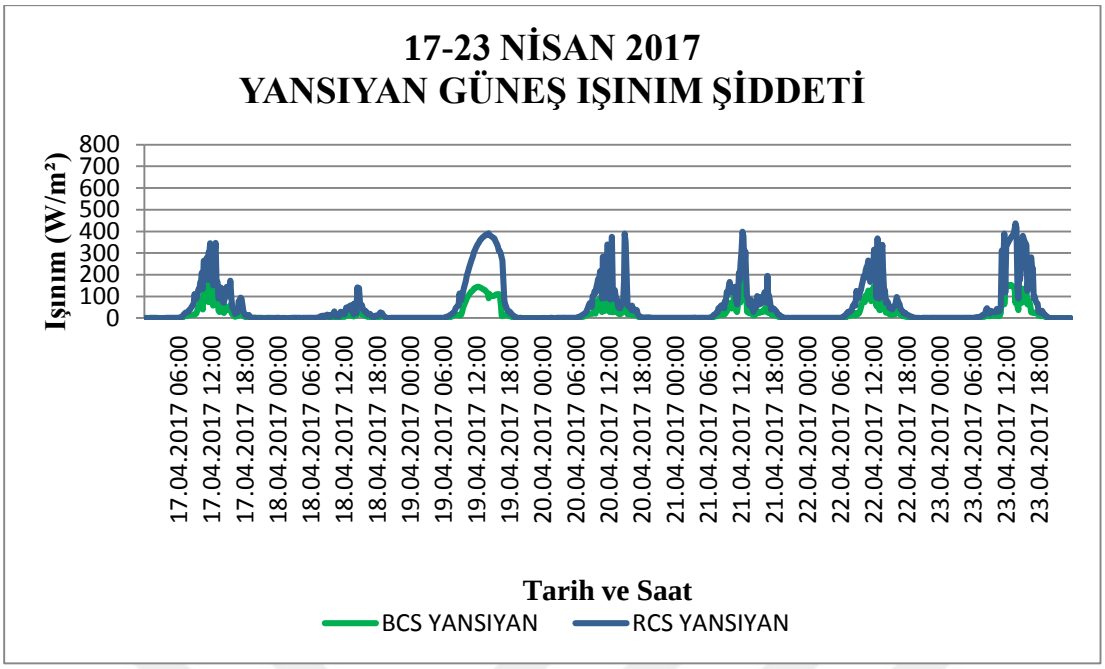
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
17 Nisan 2017	0.328	0.788
18 Nisan 2017	0.223	0.684
19 Nisan 2017	0.314	0.853
20 Nisan 2017	0.272	0.769
21 Nisan 2017	0.318	0.764
22 Nisan 2017	0.335	0.809
23 Nisan 2017	0.297	0.731



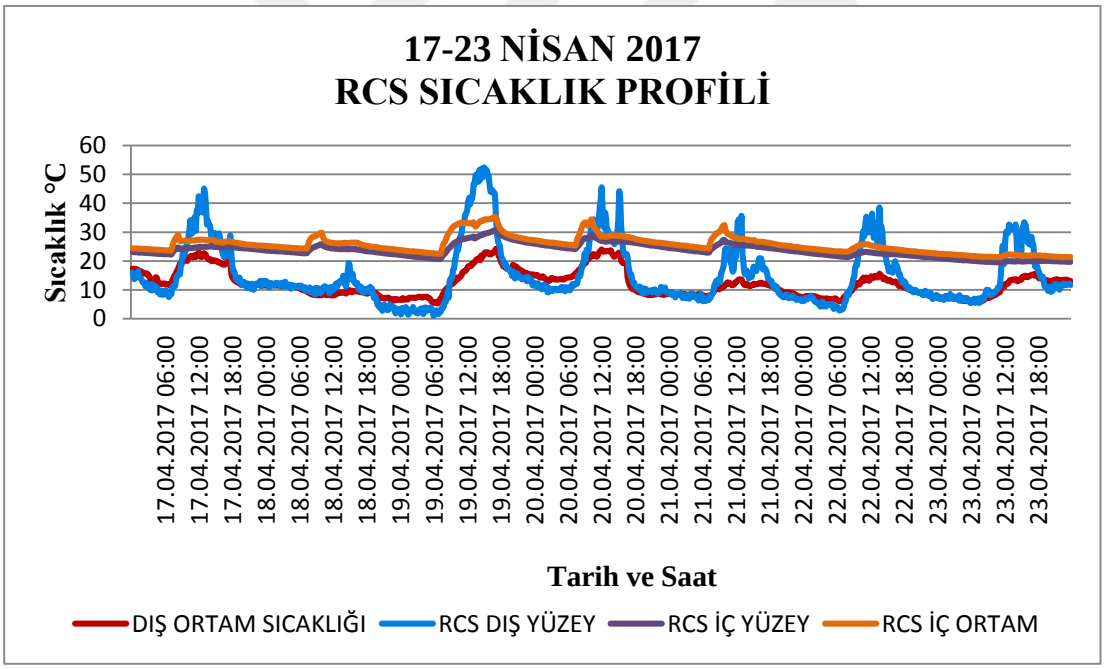
Şekil 5.91 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



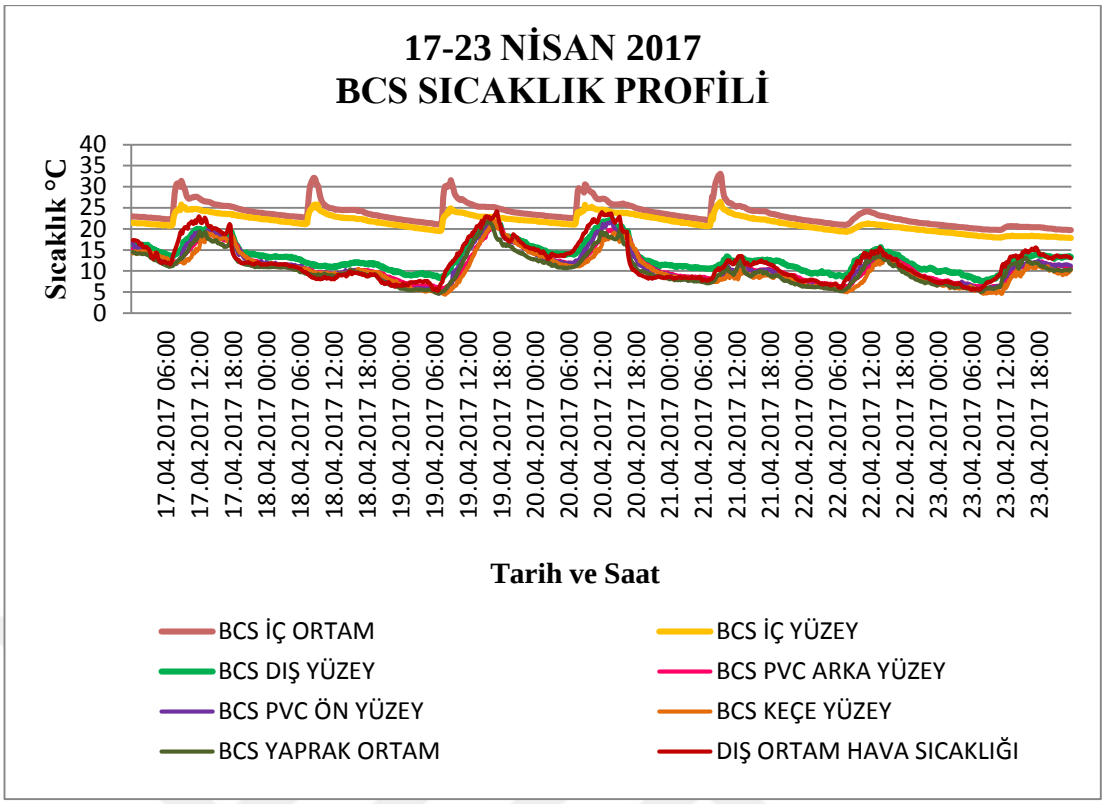
Şekil 5.92 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



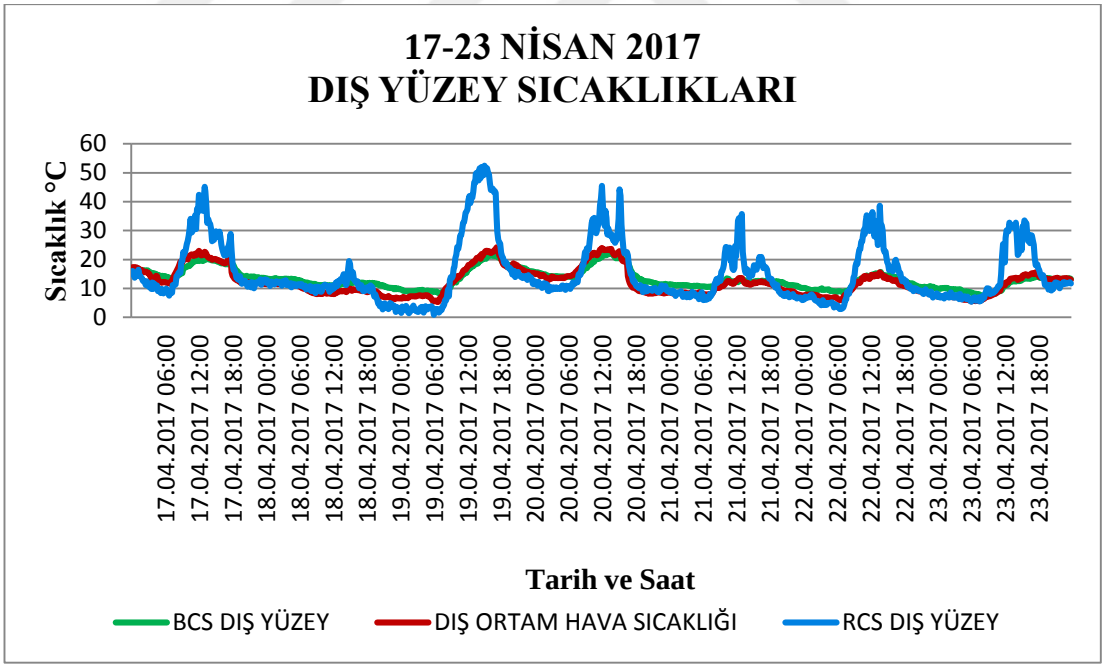
Şekil 5.93 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



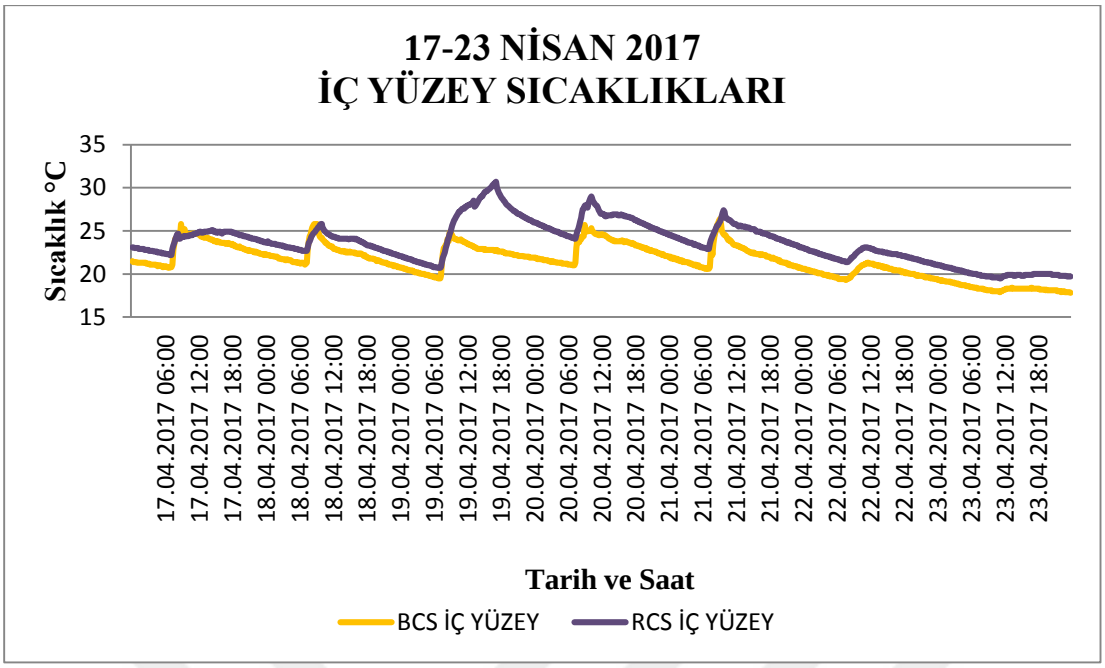
Şekil 5.94 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



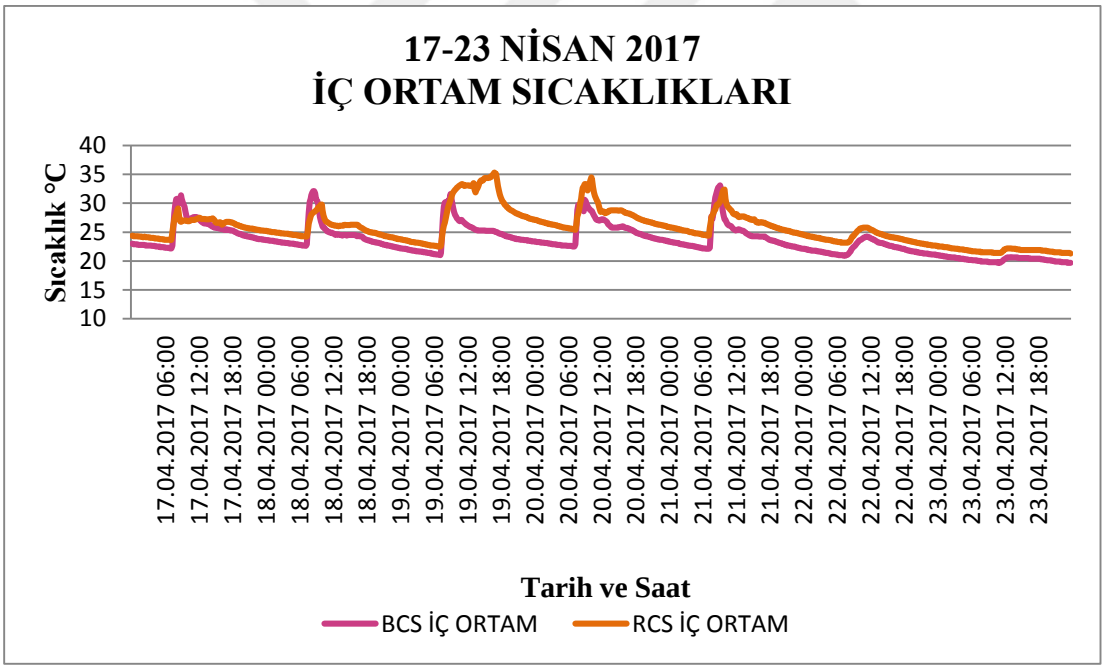
Şekil 5.95 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.96 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.97 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.98 : 17-23 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

17 Nisan 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.99'da yer almaktadır.



Şekil 5.99 : 17 Nisan 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

24-30 Nisan 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 6.4°C ile 28.3°C ve %23 ile %93 arasında değişmiştir (Şekil 5.100). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.23'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 24 Nisan 2017 tarihinde saat 14:30'da görülmüştür ve 559W/m^2'dir (Şekil 5.101).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.102'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.24'te

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.29-0.35 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.72-0.87 arasında değişmiştir (Çizelge 5.24).

RCS sıcaklık profili

24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 6.4°C ile 28.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 1.9°C ile 50.8°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 19.1°C ile 31.2°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.8°C ile 35.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.103).

BCS sıcaklık profili

24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 6.4°C ile 28.3°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 5.8°C ile 24°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 5.6°C ile 22.8°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 5.6°C ile 24.6°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 6.8°C ile 22.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 8.7°C ile 24.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 17.4°C ile 26.3°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.2°C ile 32.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.104).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 6.4°C ile 28.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 1.9°C ile 50.8°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 8.7°C ile 24.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.105).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 19.1°C ile 31.2°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 17.4°C ile 26.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.106).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

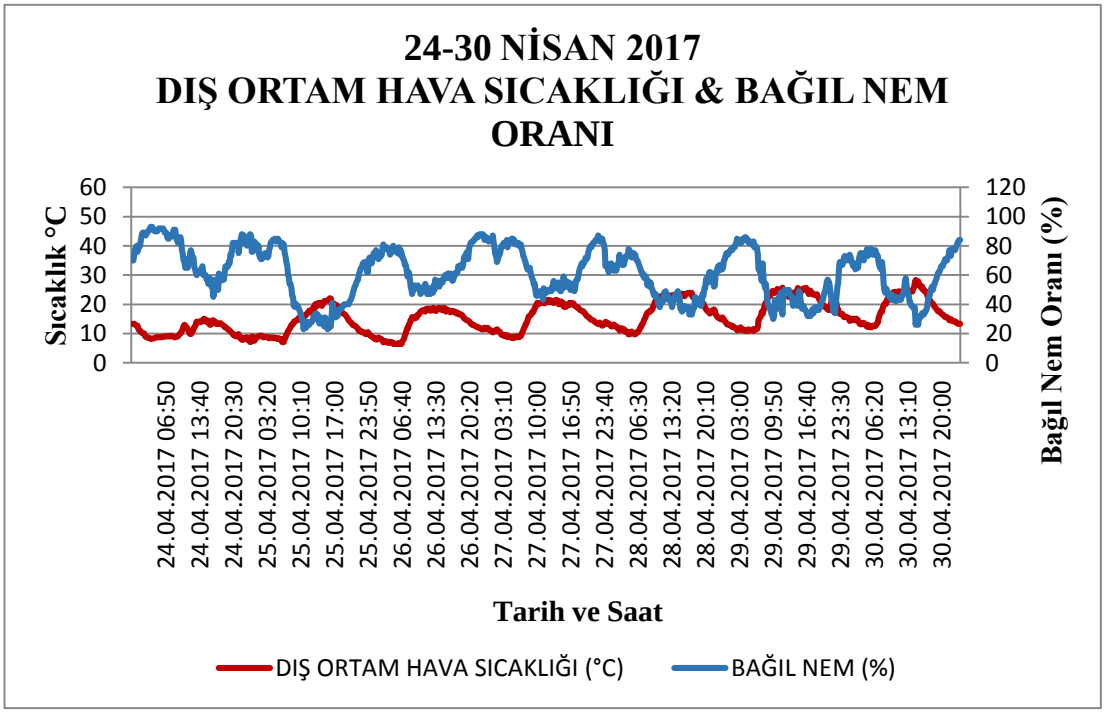
24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.8°C ile 35.5°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.2°C ile 32.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.107).

Çizelge 5.23 : 24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

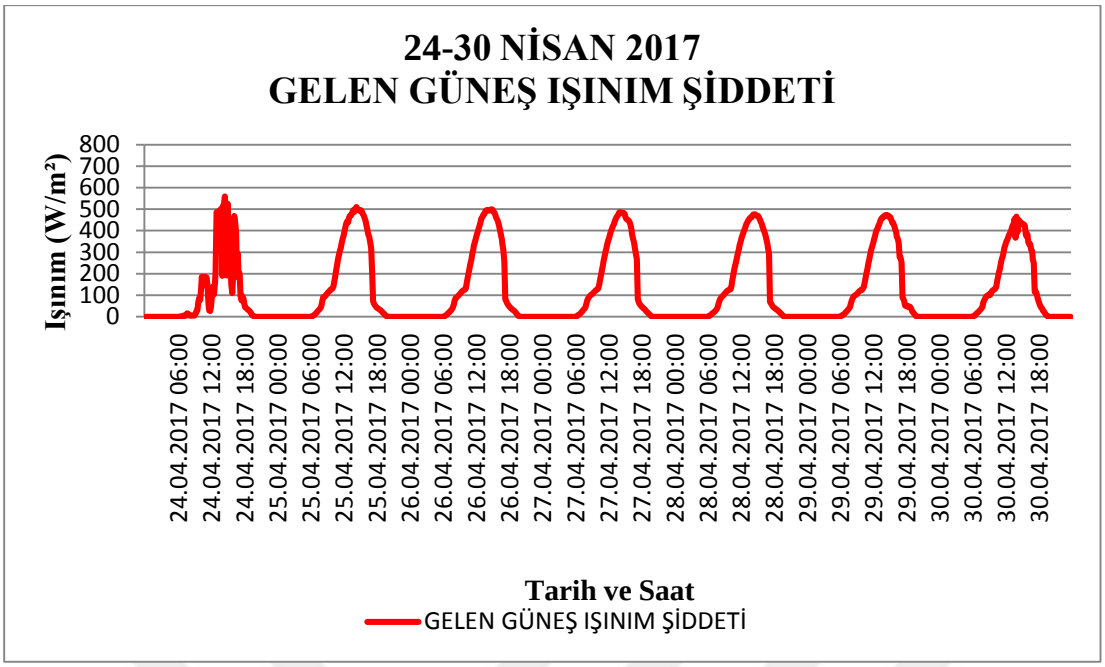
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
24 Nisan 2017	7.4	15.1	45	93
25 Nisan 2017	7.1	22.1	23	88
26 Nisan 2017	6.4	18.8	47	88
27 Nisan 2017	8.5	21.5	43	87
28 Nisan 2017	9.7	24	33	78
29 Nisan 2017	10.9	25.7	30	86
30 Nisan 2017	12.1	28.3	26	84

Çizelge 5.24 : 24-30 Nisan 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

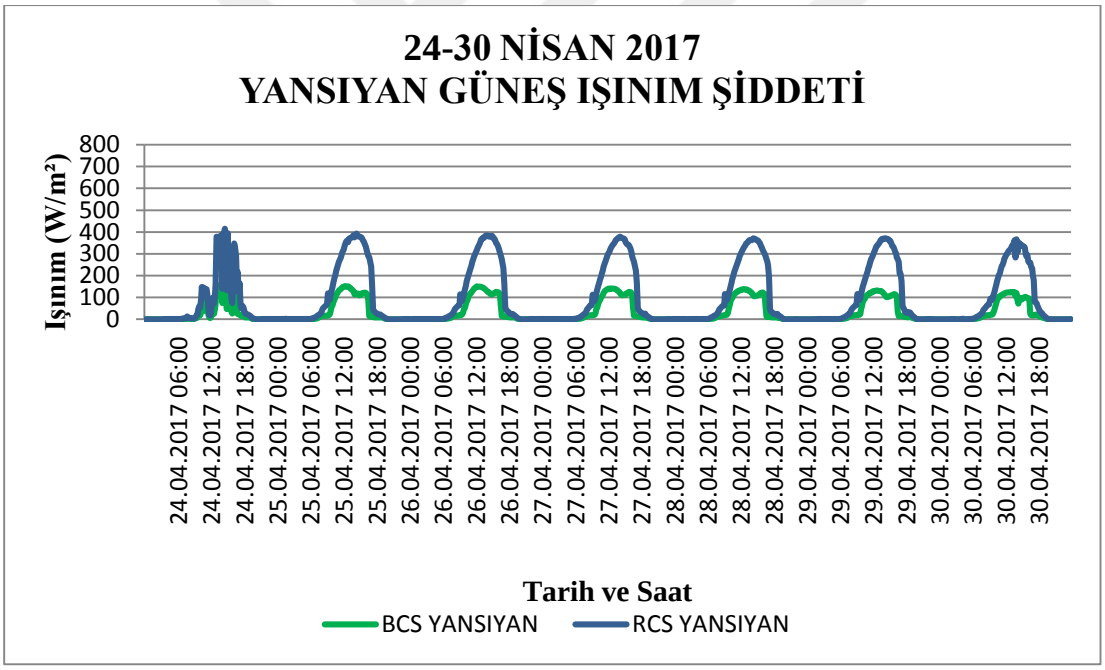
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
24 Nisan 2017	0.292	0.721
25 Nisan 2017	0.340	0.865
26 Nisan 2017	0.342	0.862
27 Nisan 2017	0.339	0.863
28 Nisan 2017	0.350	0.871
29 Nisan 2017	0.339	0.877
30 Nisan 2017	0.319	0.861



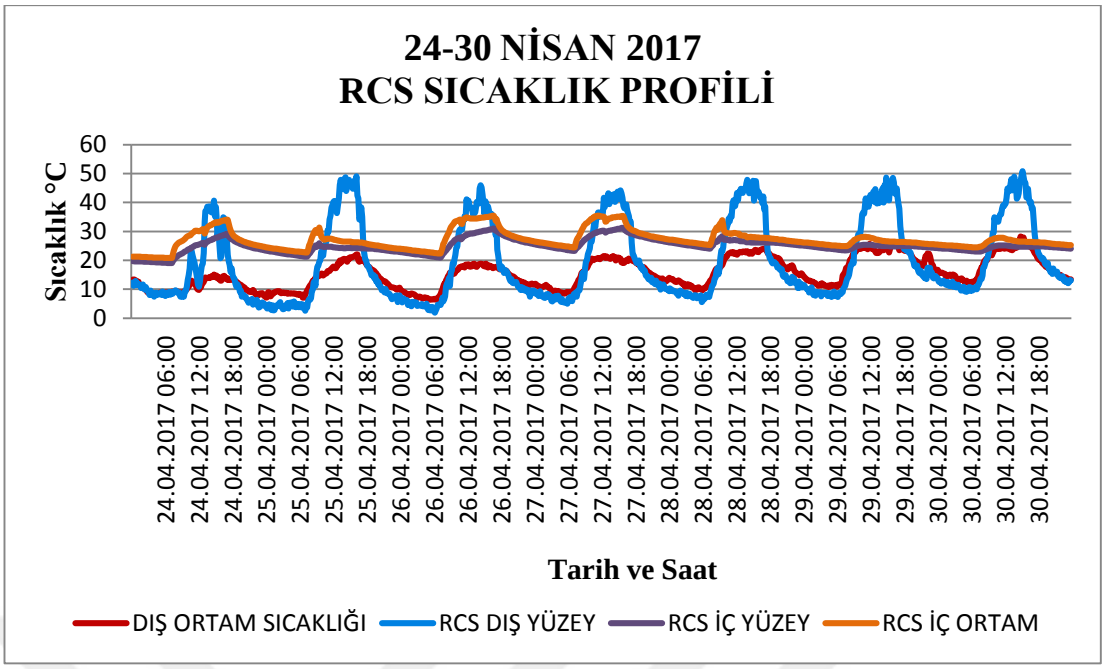
Şekil 5.100 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



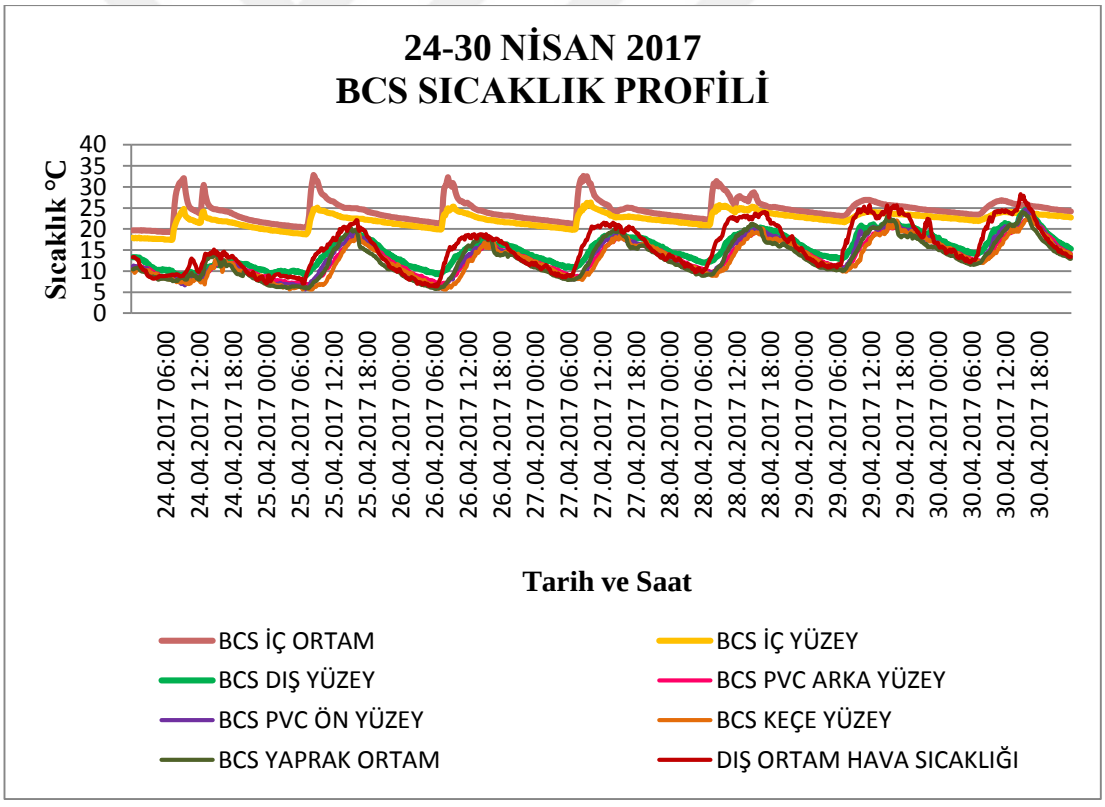
Şekil 5.101 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



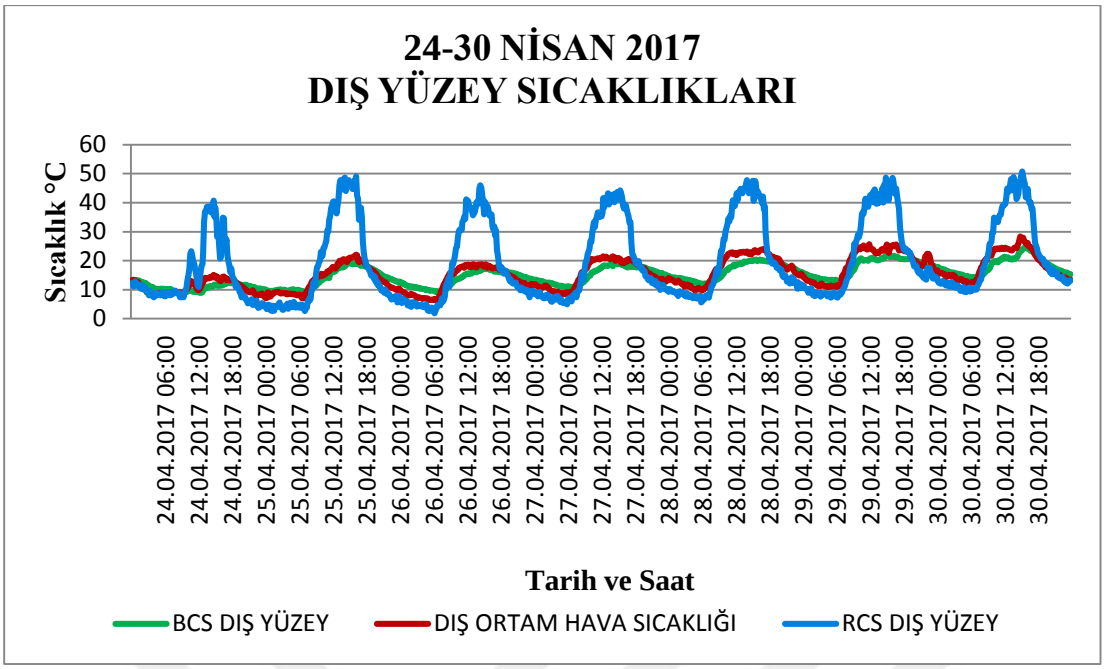
Şekil 5.102 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



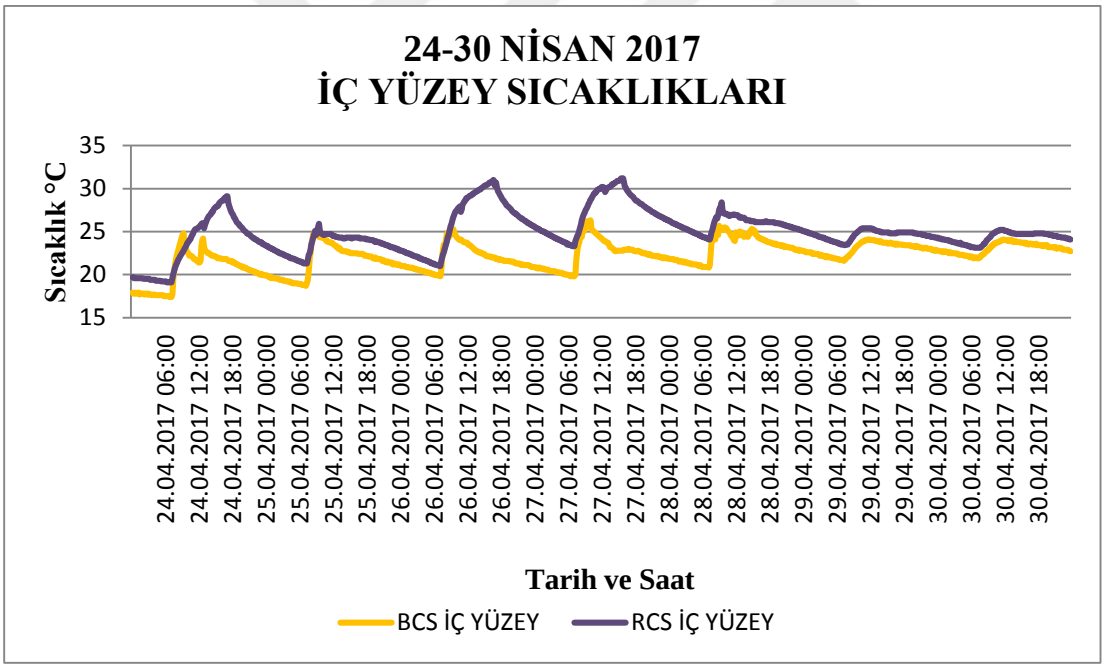
Şekil 5.103 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



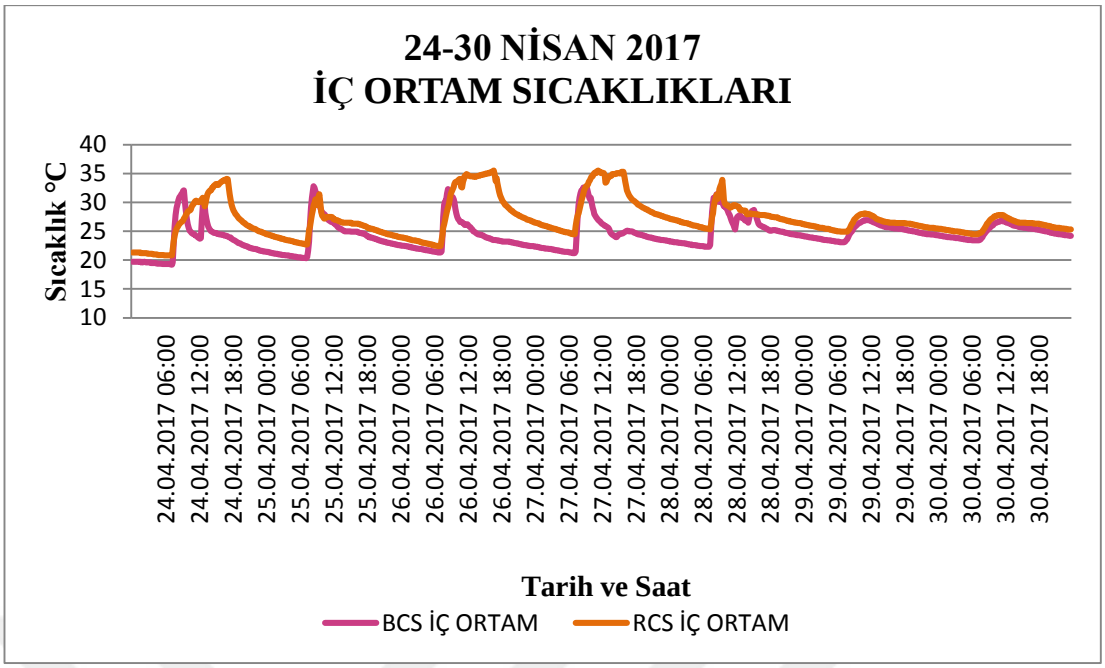
Şekil 5.104 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.105 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.106 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.107 : 24-30 Nisan 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

24 Nisan 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.108'de yer almaktadır.



Şekil 5.108 : 24 Nisan 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

01-07 Mayıs 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

01-07 Mayıs 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 10.5°C-24.1°C ve %41-%96 arasındadır (Şekil 5.109). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.25'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

01-07 Mayıs 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 06 Mayıs 2017 tarihinde saat 15:20'de görülmüştür ve 447W/m^2'dir (Şekil 5.110).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

01-07 Mayıs 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.111'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.26'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.20-0.30 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.71-0.85 arasında değişmiştir (Çizelge 5.26).

RCS sıcaklık profili

01-07 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 10.5°C ile 24.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 8°C ile 46°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 22.9°C ile 30.2°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.3°C ile 34.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.112).

BCS sıcaklık profili

01-07 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 10.5°C ile 24.1°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 9.9°C ile 21.4°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 10.1°C ile 20.6°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 10.5°C ile 20.8°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 10.7°C ile 19.9°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 12.8°C ile 21.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 20.7°C ile 26.8°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 22.3°C ile 32.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.113).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

01-07 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 10.5°C ile 24.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 8°C ile 46°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 12.8°C ile 21.1°C arasındadır (Şekil 5.114).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 22.9°C-30.2°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 20.7°C-26.8°C arasındadır (Şekil 5.115).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

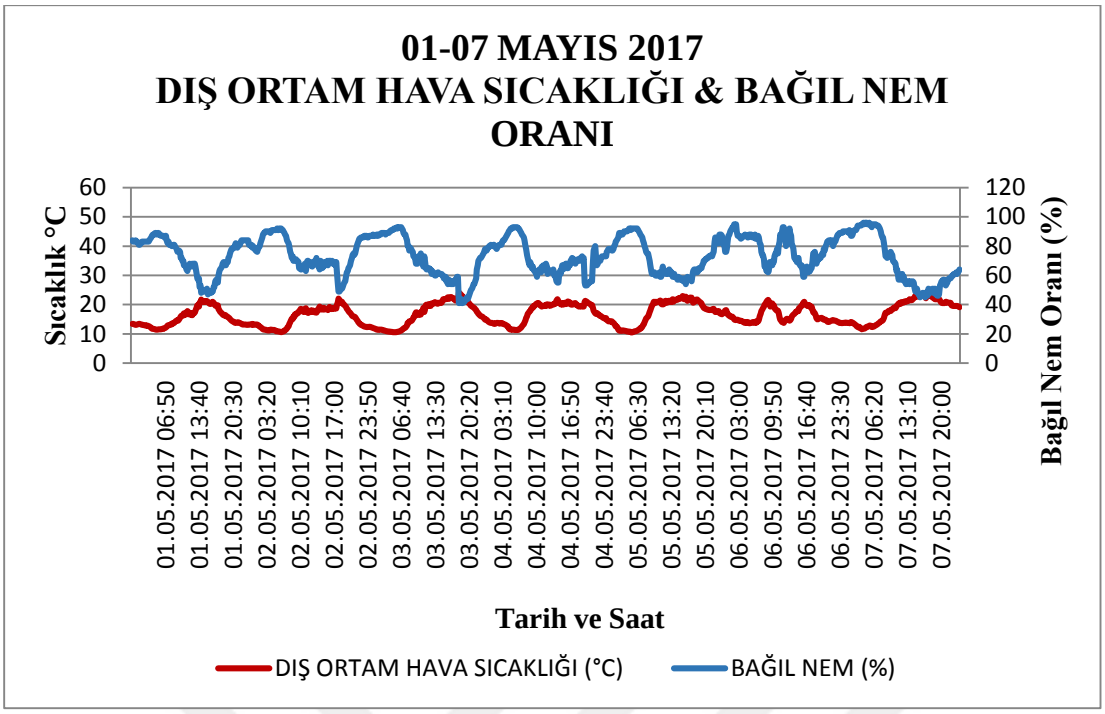
01-07 Mayıs 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.3°C ile 34.1°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 22.3°C ile 32.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.116).

Çizelge 5.25 : 01-07 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

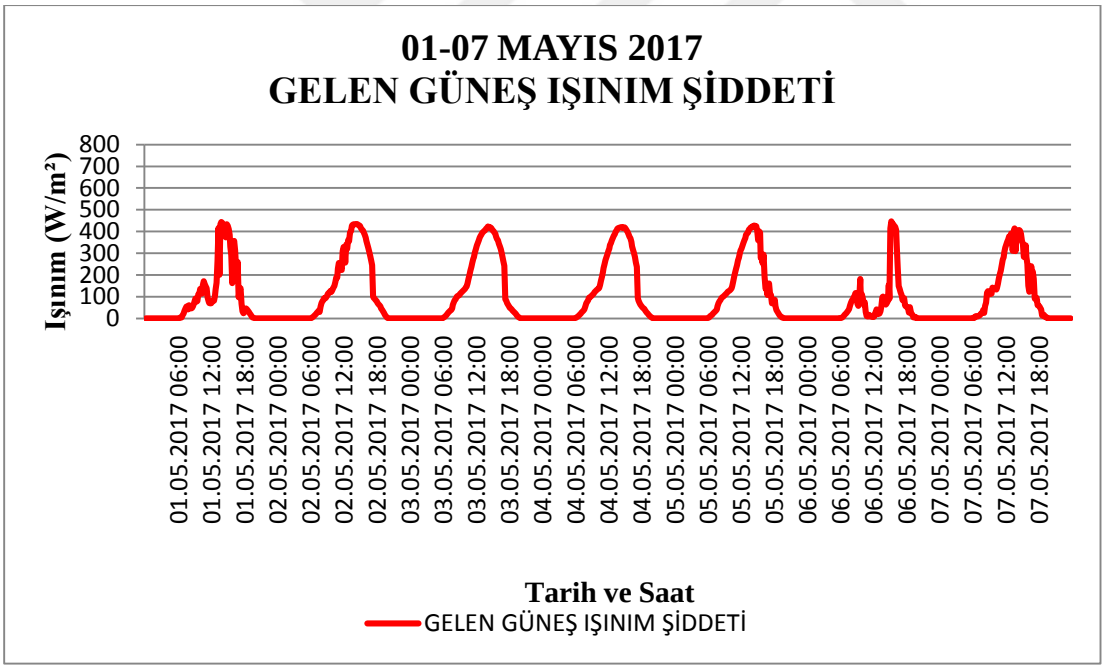
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
01 Mayıs 2017	11.5	21.7	47	89
02 Mayıs 2017	10.6	22.1	49	92
03 Mayıs 2017	10.6	24.1	41	93
04 Mayıs 2017	11.3	21.8	53	93
05 Mayıs 2017	10.5	22.9	54	92
06 Mayıs 2017	13.6	21.6	59	95
07 Mayıs 2017	11.6	23.7	45	96

Çizelge 5.26 : 01-07 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

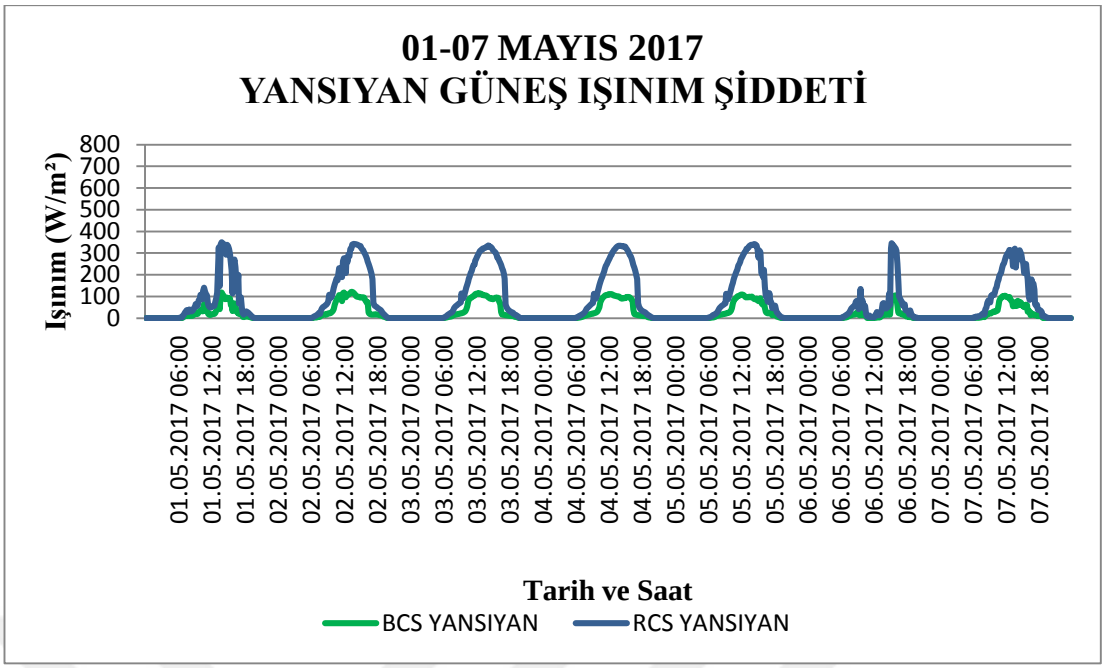
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
01 Mayıs 2017	0.252	0.751
02 Mayıs 2017	0.304	0.836
03 Mayıs 2017	0.294	0.848
04 Mayıs 2017	0.298	0.858
05 Mayıs 2017	0.284	0.861
06 Mayıs 2017	0.203	0.714
07 Mayıs 2017	0.251	0.850



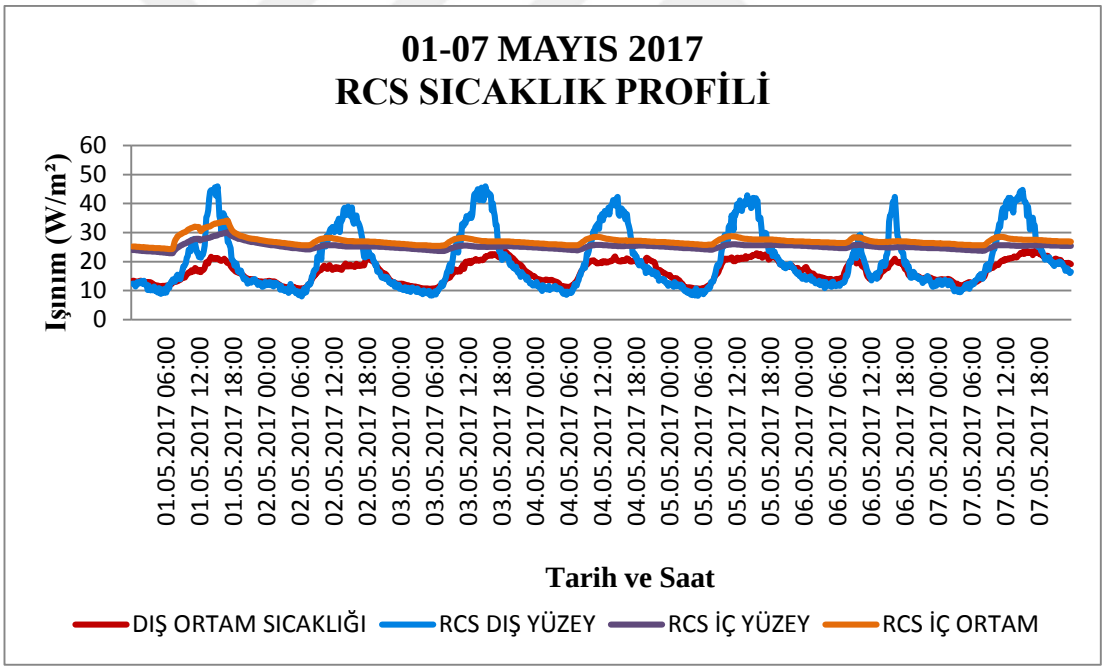
Şekil 5.109 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



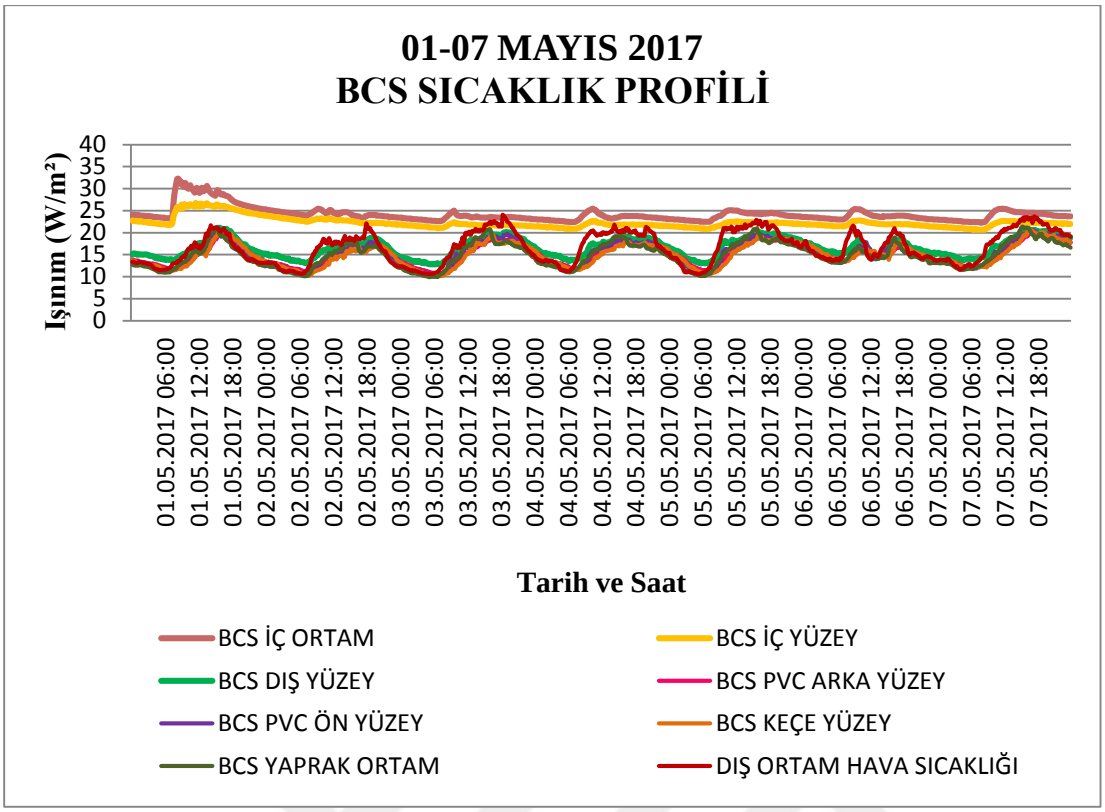
Şekil 5.110 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



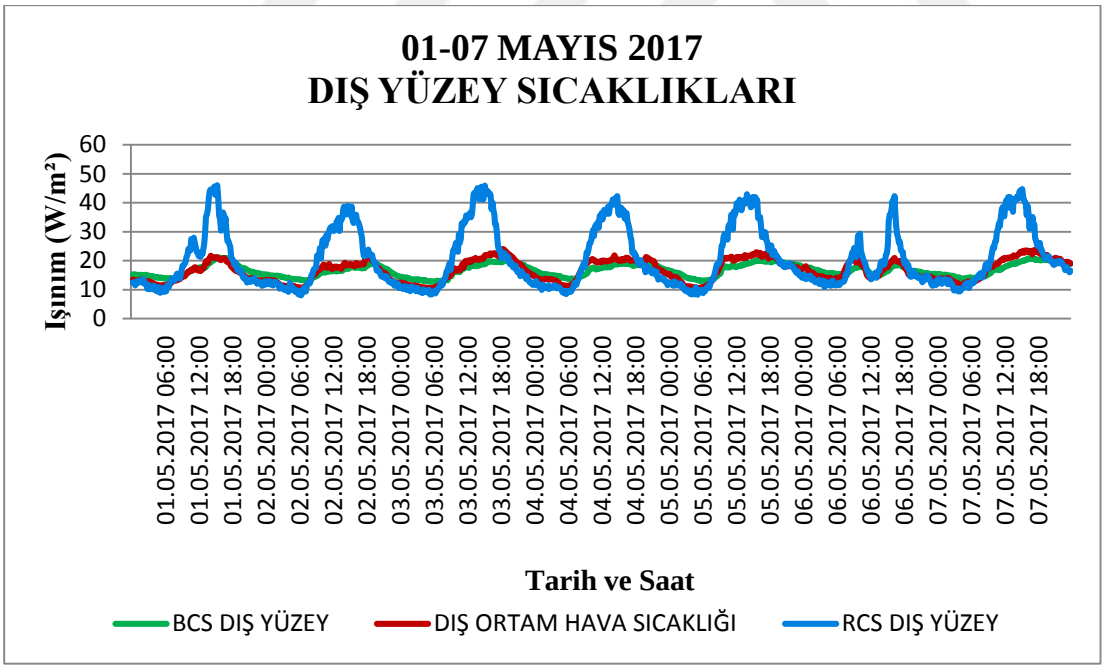
Şekil 5.111 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



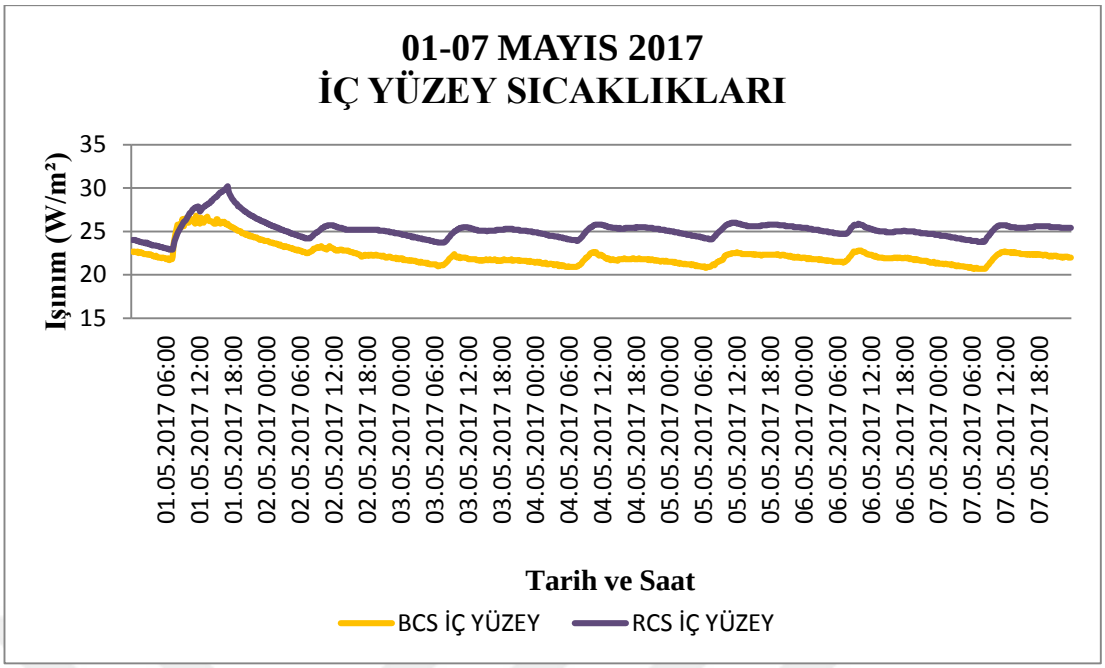
Şekil 5.112 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



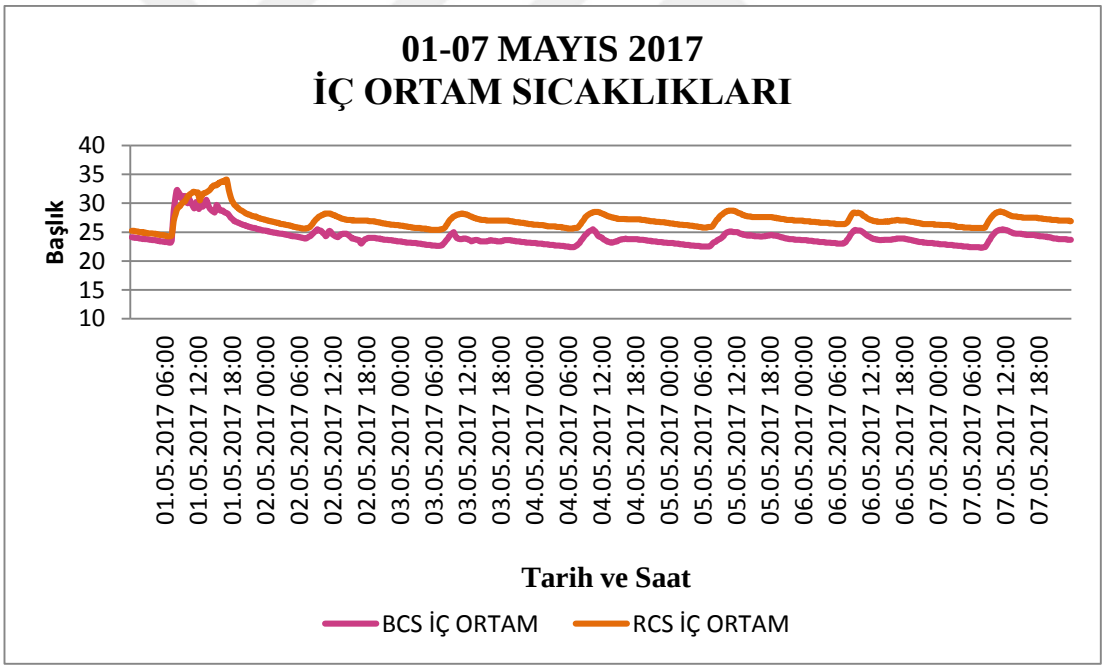
Şekil 5.113 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.114 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.115 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.116 : 01-07 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

03 Mayıs 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 4.117'de yer almaktadır.



Şekil 5.117 : 03 Mayıs 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

08-14 Mayıs 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 10.4°C ile 32.7°C ve %26 ile %97 arasında değişmiştir (Şekil 5.118). Verilen tarihler arasıdaki her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.27'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 08 Mayıs 2017 tarihinde saat 14:10'da görülmüştür ve 477W/m^2'dir (Şekil 5.119).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.120'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.28'de

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.19-0.28 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.69-0.86 arasında değişmiştir (Çizelge 5.28).

RCS sıcaklık profili

08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 10.4°C ile 32.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 7.1°C ile 53.1°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 21.9°C ile 26.7°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.6°C ile 29.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.121).

BCS sıcaklık profili

08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 10.4°C ile 32.7°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 9.8°C ile 27.8°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 9.9°C ile 28.7°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 10.1°C ile 28°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 10.8°C ile 26.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 12.4°C ile 27.2°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 20.3°C ile 24.6°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.9°C ile 27.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.122).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 10.4°C ile 32.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 7.1°C ile 53.1°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 12.4°C ile 27.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.123).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 21.9°C ile 26.7°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 20.3°C ile 24.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.124).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

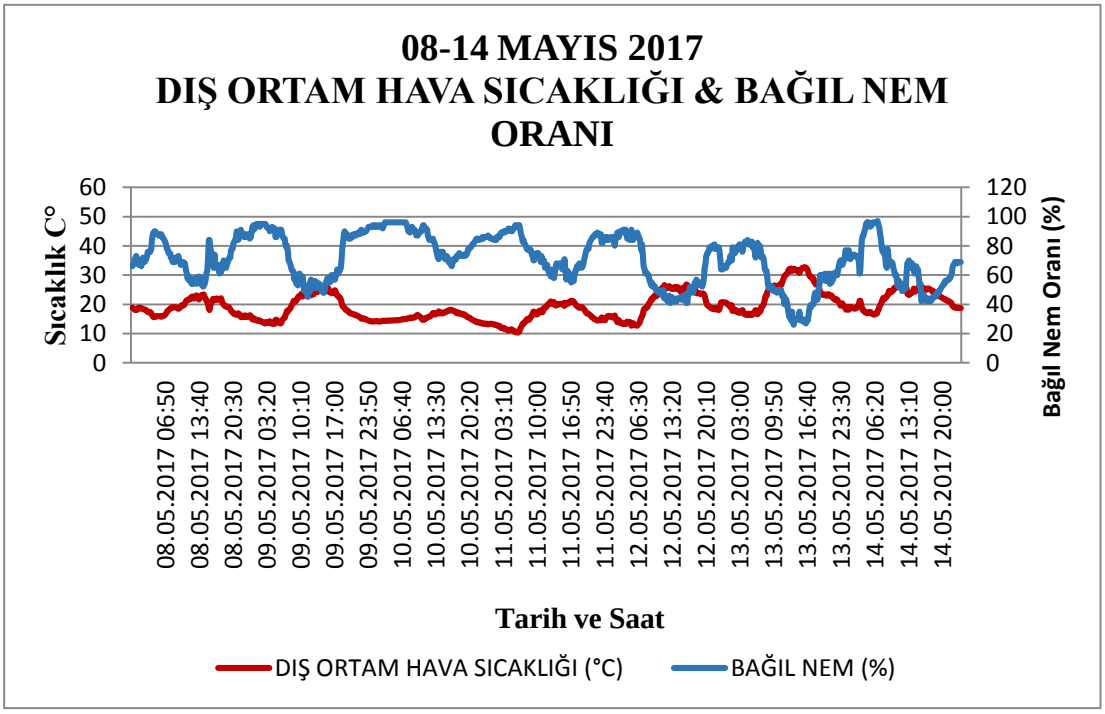
08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.6°C ile 29.4°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.9°C ile 27.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.125).

Çizelge 5.27 : 08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

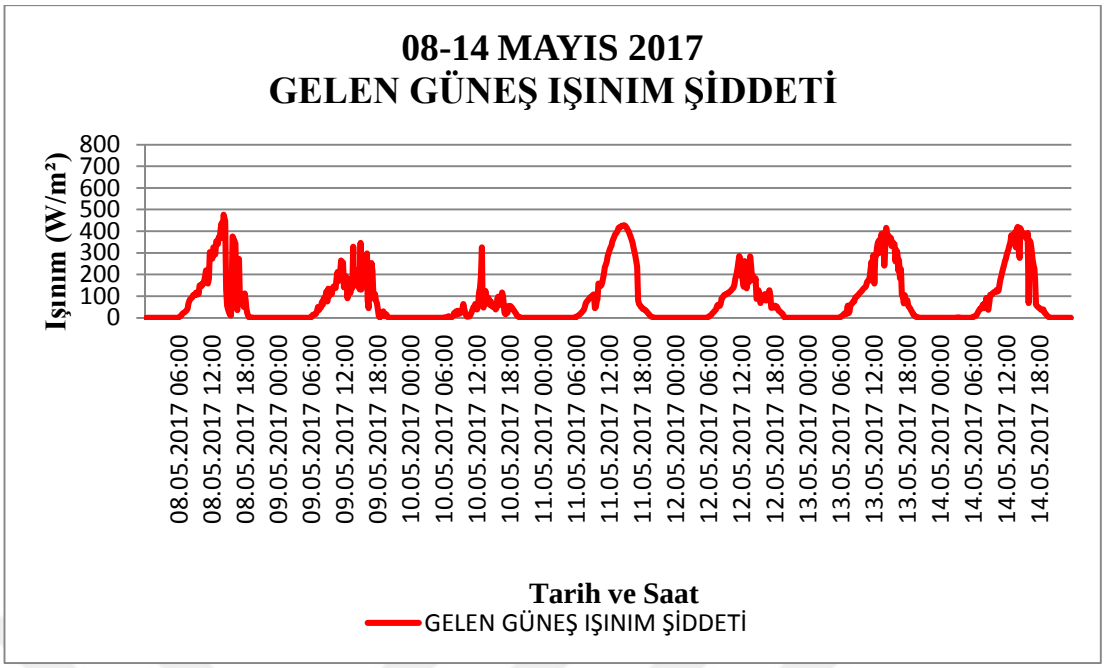
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
08 Mayıs 2017	15.6	23.4	52	91
09 Mayıs 2017	13.3	25.7	45	95
10 Mayıs 2017	13.3	18.2	66	96
11 Mayıs 2017	10.4	21.2	55	94
12 Mayıs 2017	12.7	26.8	41	91
13 Mayıs 2017	16.3	32.7	26	84
14 Mayıs 2017	16.5	26.8	42	97

Çizelge 5.28 : 08-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

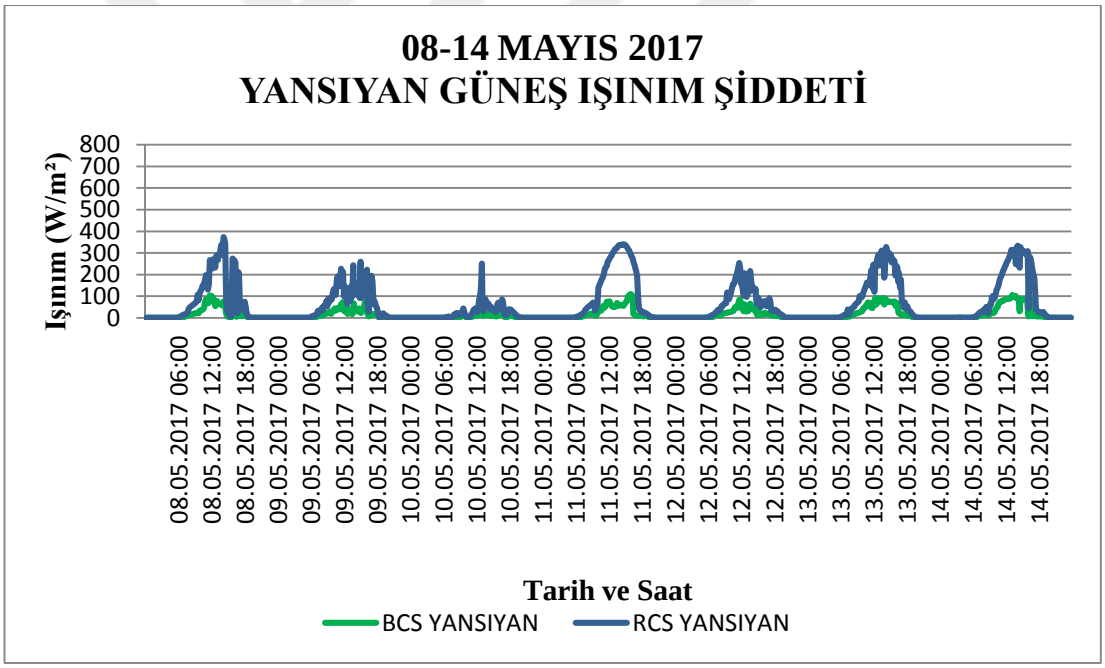
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
08 Mayıs 2017	0.234	0.807
09 Mayıs 2017	0.216	0.768
10 Mayıs 2017	0.193	0.690
11 Mayıs 2017	0.194	0.856
12 Mayıs 2017	0.227	0.819
13 Mayıs 2017	0.263	0.826
14 Mayıs 2017	0.286	0.864



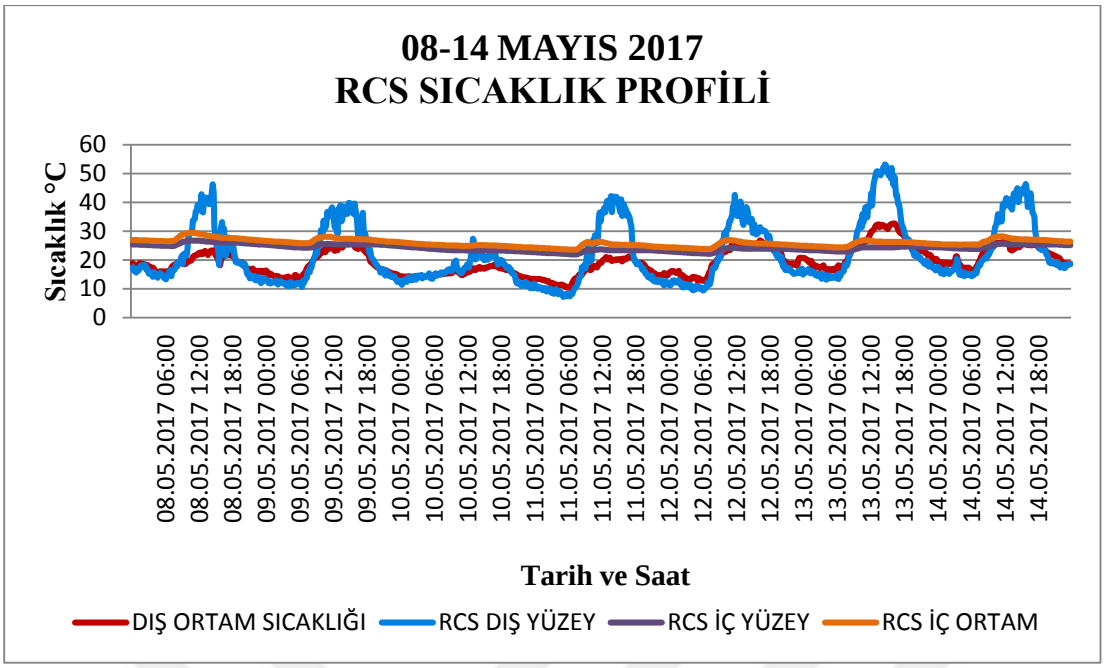
Şekil 5.118 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



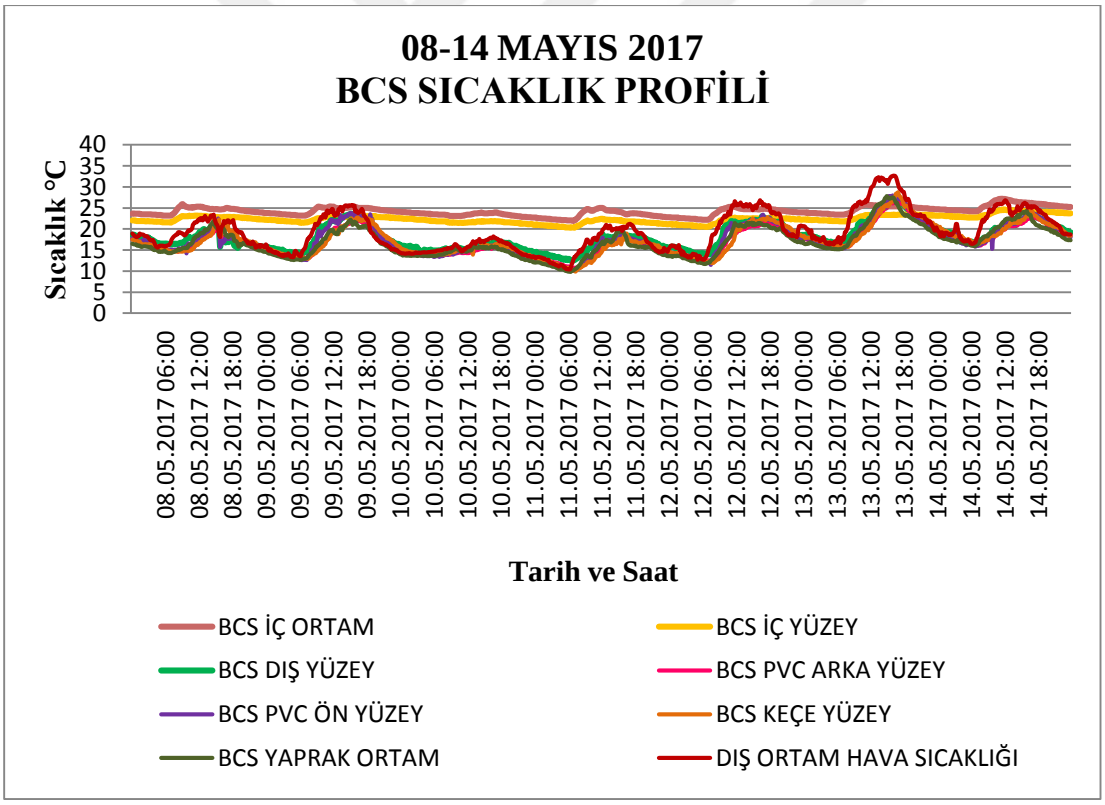
Şekil 5.119 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



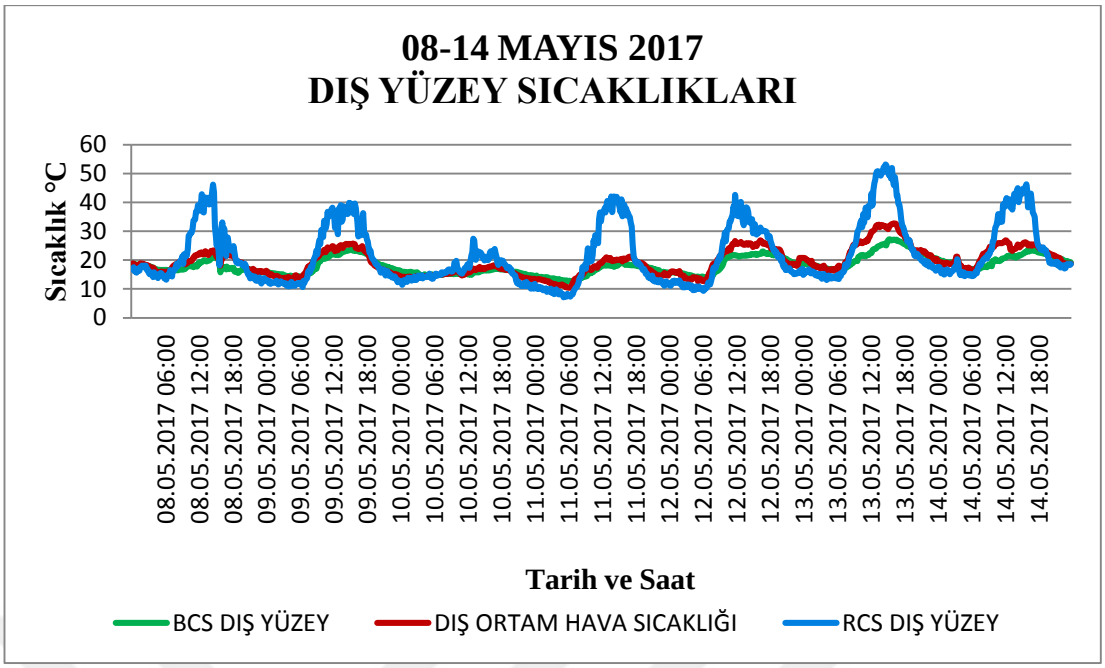
Şekil 5.120 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



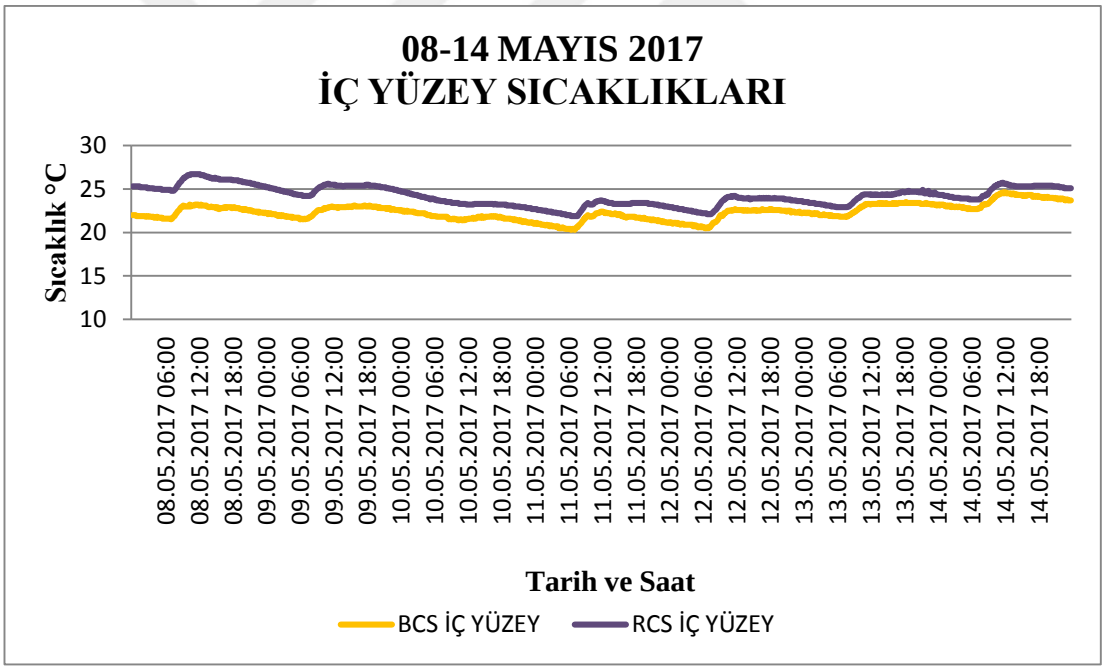
Şekil 5.121 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



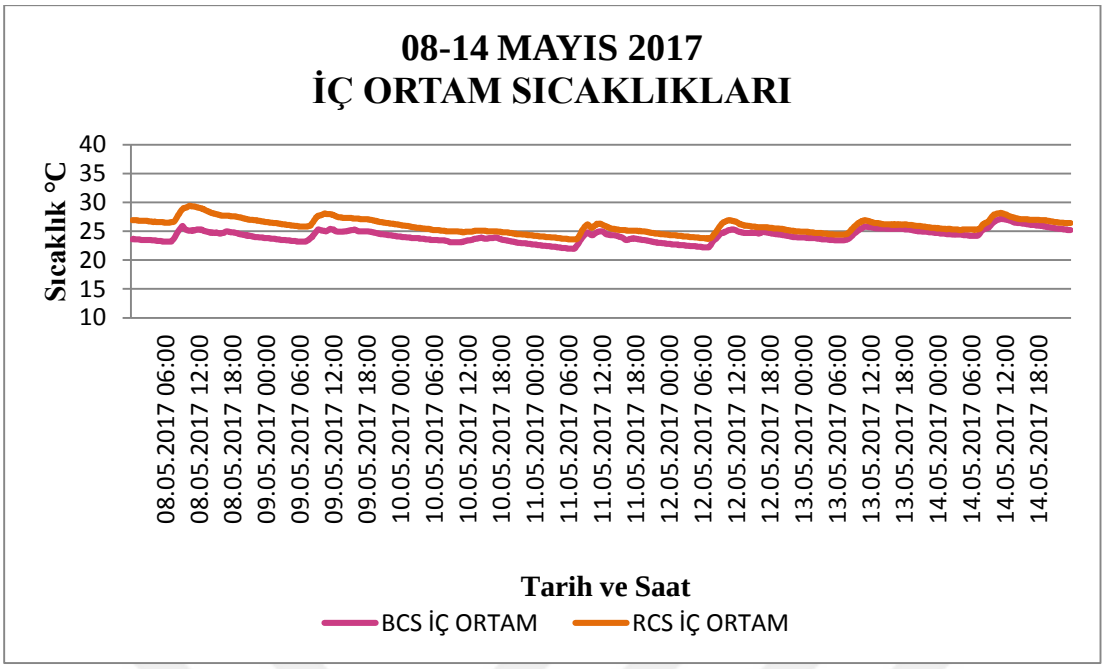
Şekil 5.122 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.123 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.124 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.125 : 08-14 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

09 Mayıs 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.126'da yer almaktadır.



Şekil 5.126 : 09 Mayıs 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

15-21 Mayıs 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

15-21 Mayıs 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 9.6°C-23.1°C ve %36-%97 arasındadır (Şekil 5.127). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.29'da verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

15-21 Mayıs 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 15 Mayıs 2017 tarihinde saat 14:30'da görülmüştür ve 472W/m^2'dir (Şekil 5.128).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

15-21 Mayıs 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.129'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.30'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.17-0.25 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.69-0.86 arasında değişmiştir (Çizelge 5.30).

RCS sıcaklık profili

15-21 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9.6°C ile 23.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.9°C ile 45.7°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 20.9°C ile 25.1°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 22.5°C ile 27.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.130).

BCS sıcaklık profili

15-21 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 9.6°C ile 23.1°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 9.5°C ile 23.6°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 9.6°C ile 23°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 9.6°C ile 22.5°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 10.4°C ile 21.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 12°C ile 22.2°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 19.6°C ile 23.7°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 21.4°C ile 25.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.131).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

15-21 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9.6°C ile 23.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.9°C ile 45.7°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 12°C ile 22.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.132).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 20.9°C-25.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 19.6°C-23.7°C arasındadır (Şekil 5.133).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

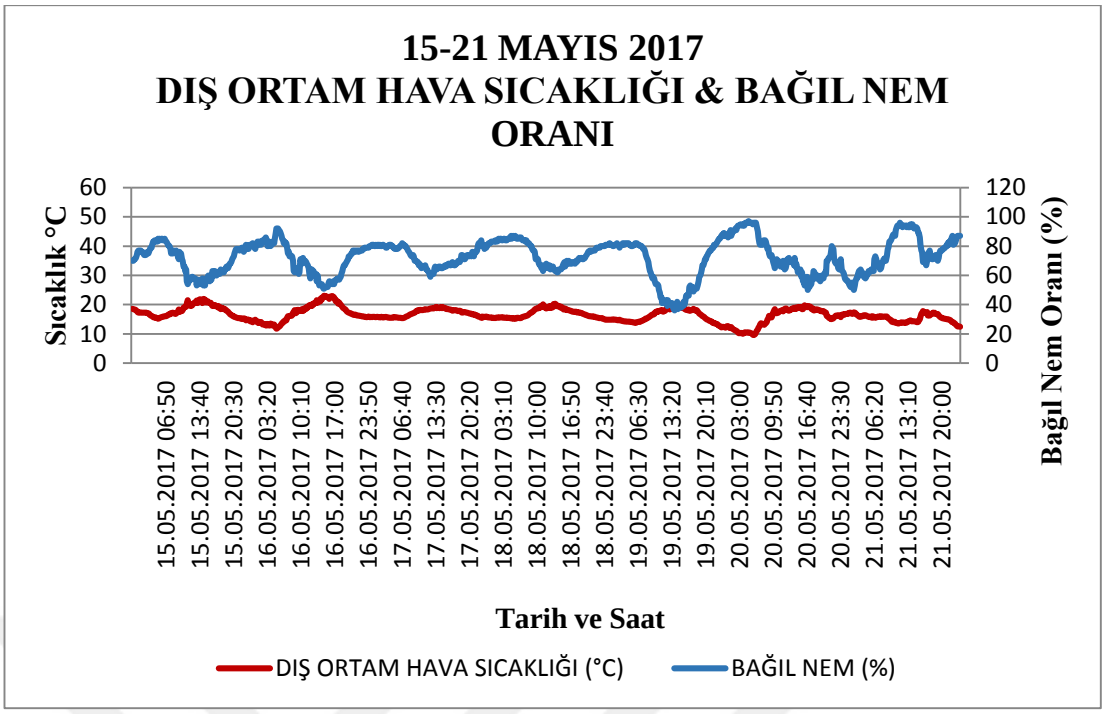
15-21 Mayıs 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 22.5°C ile 27.1°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.4 °C ile 25.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.134).

Çizelge 5.29 : 15-21 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

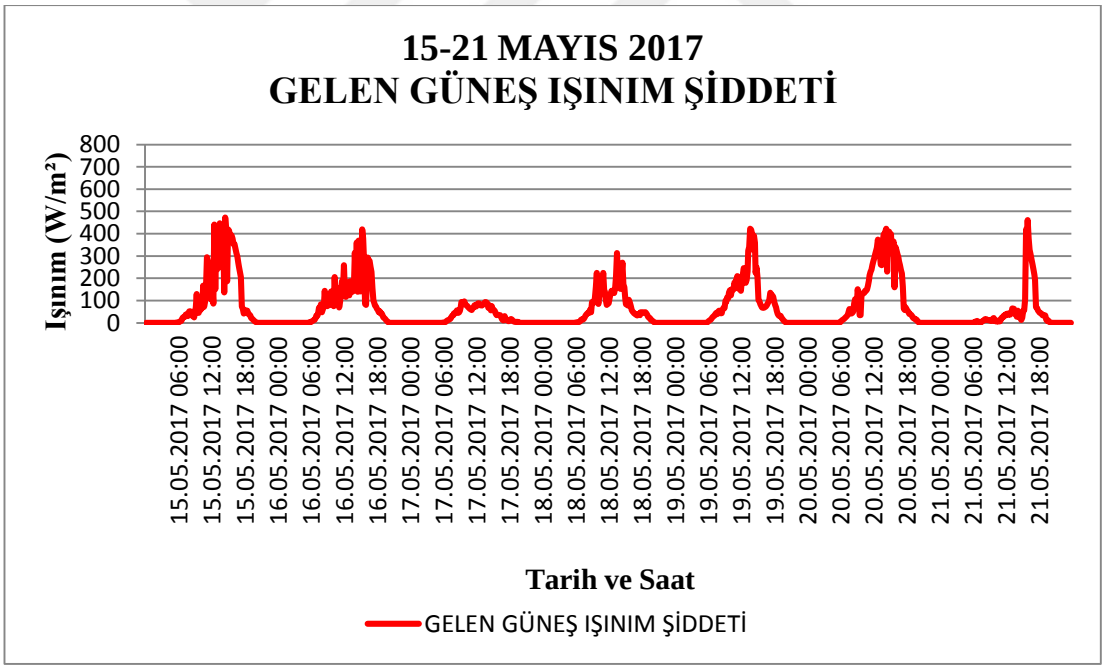
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
15 Mayıs 2017	15.5	22	53	85
16 Mayıs 2017	11.8	23.1	51	92
17 Mayıs 2017	15.4	19.2	59	84
18 Mayıs 2017	15	20.3	62	87
19 Mayıs 2017	12.2	20.1	36	88
20 Mayıs 2017	9.6	19.8	50	97
21 Mayıs 2017	12.4	17.8	50	96

Çizelge 5.30 : 15-21 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

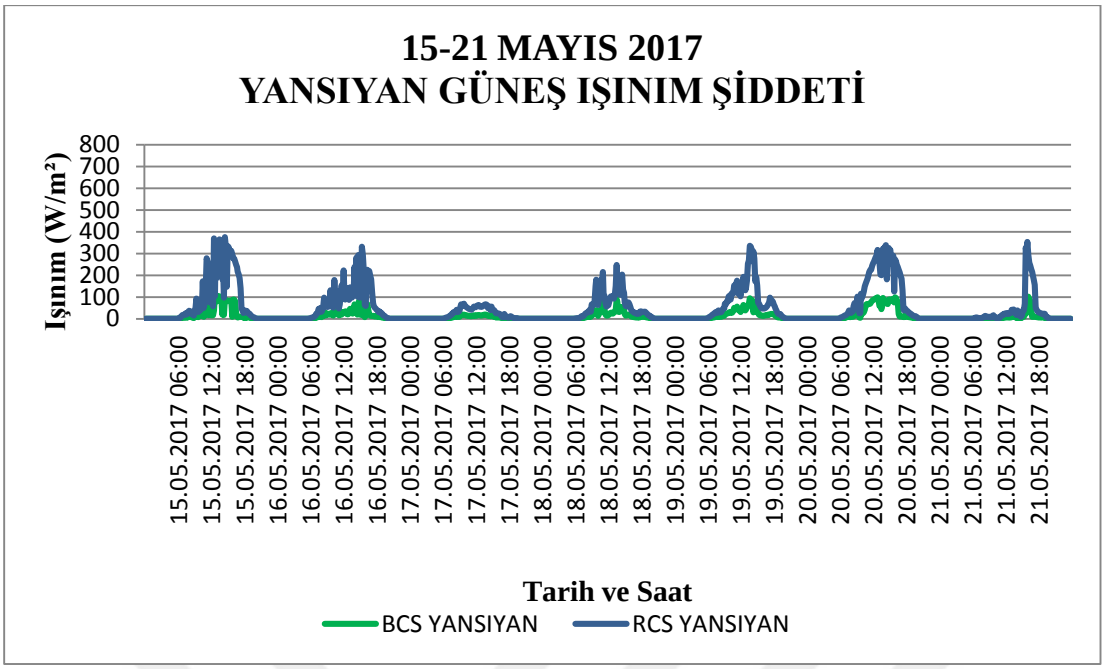
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
15 Mayıs 2017	0.246	0.780
16 Mayıs 2017	0.213	0.751
17 Mayıs 2017	0.201	0.714
18 Mayıs 2017	0.224	0.755
19 Mayıs 2017	0.222	0.763
20 Mayıs 2017	0.255	0.865
21 Mayıs 2017	0.173	0.694



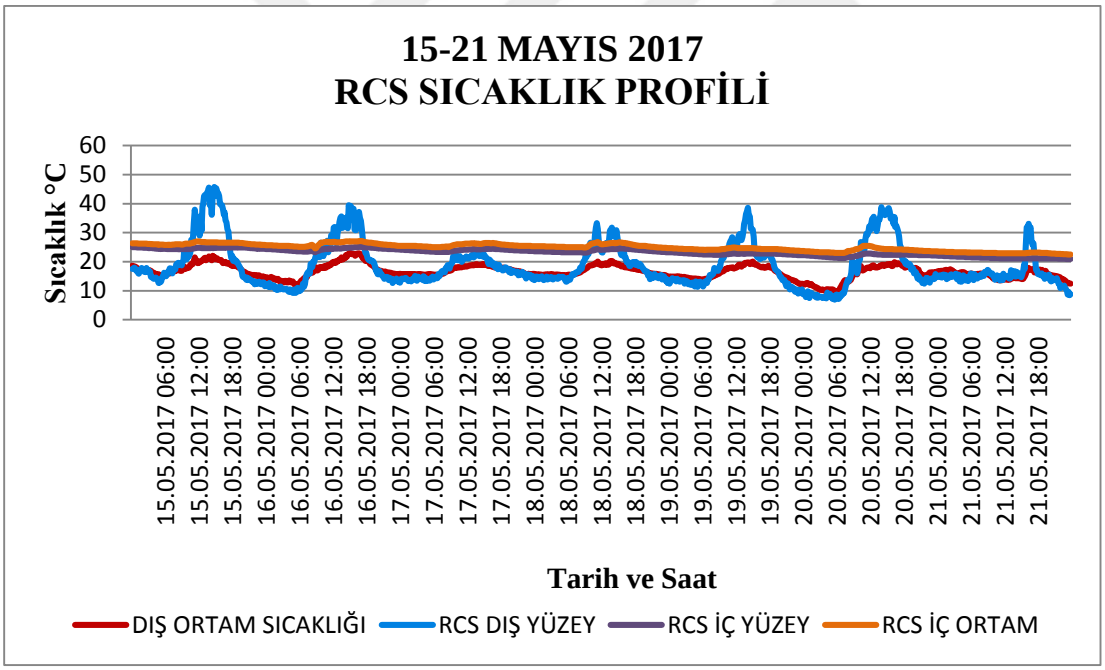
Şekil 5.127 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



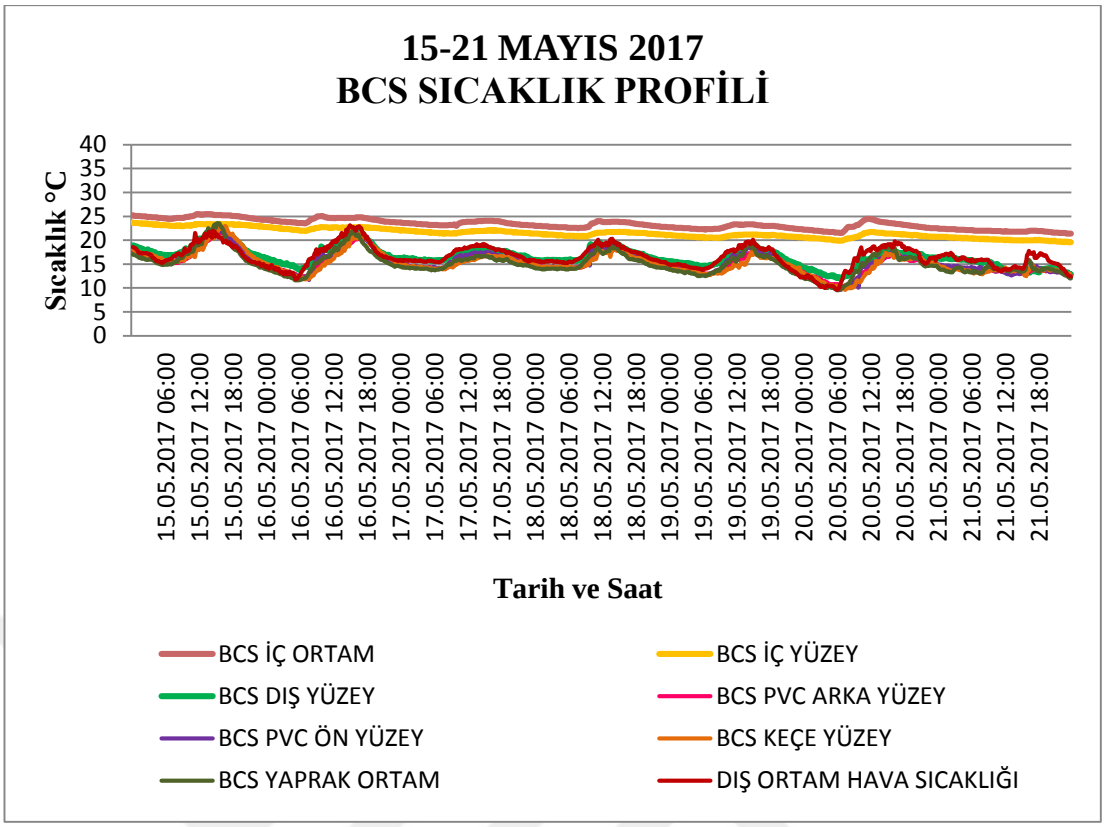
Şekil 5.128 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



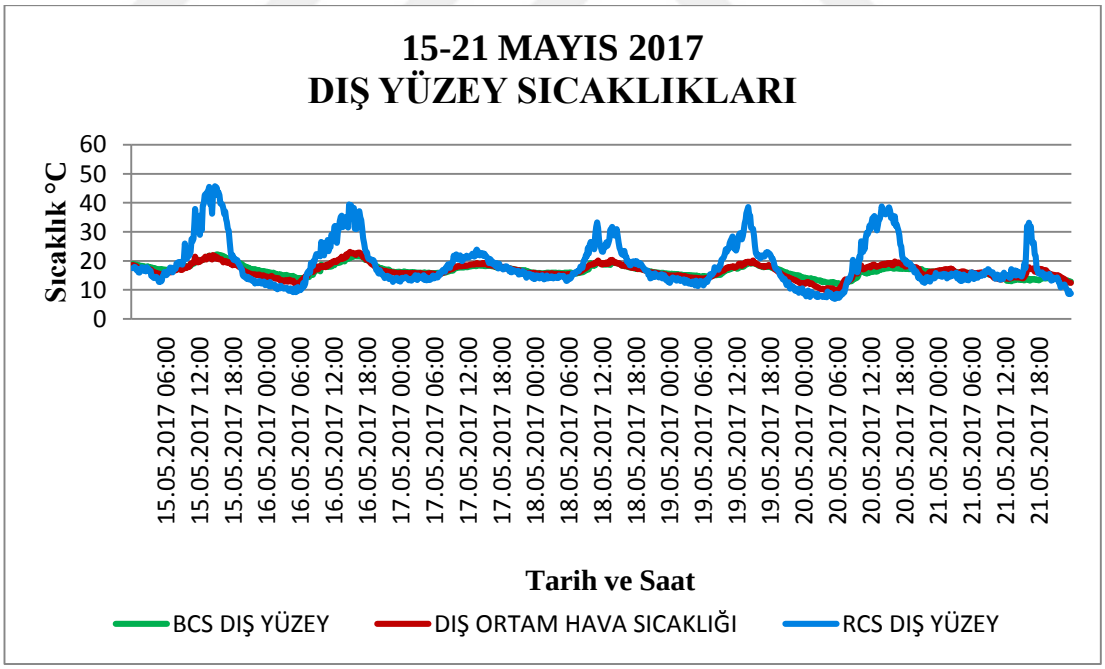
Şekil 5.129 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



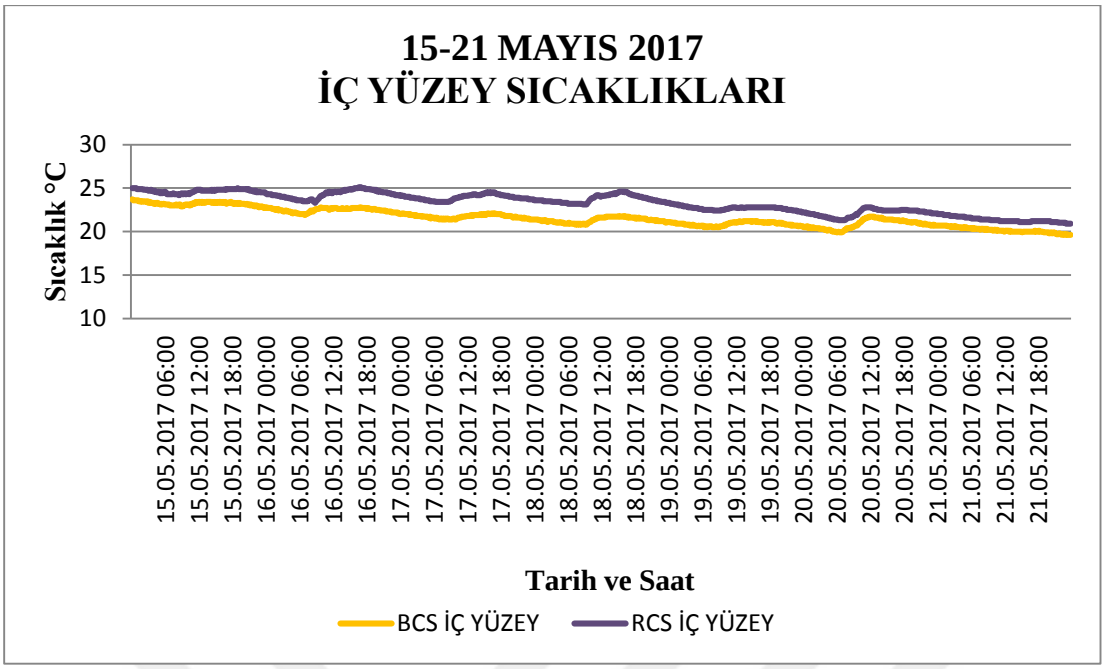
Şekil 5.130 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



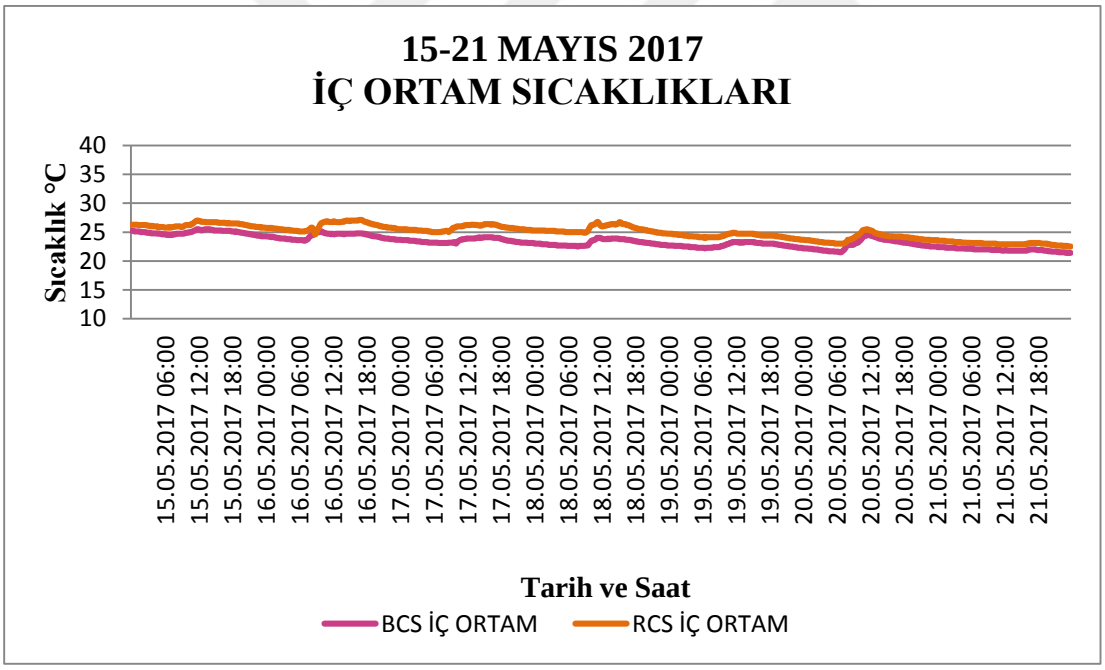
Şekil 5.131 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.132 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.133 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.134 : 15-21 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

16 Mayıs 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.135'te yer almaktadır.



Şekil 5.135 : 16 Mayıs 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

22-28 Mayıs 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 9.8°C ile 26.6°C ve %39 ile %96 arasında değişmiştir (Şekil 5.136). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.31'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 22 Mayıs 2017 tarihinde saat 13:50'de görülmüştür ve 435W/m^2'dir (Şekil 5.137).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.138'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.32'de

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.18-0.24 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.71-0.84 arasında değişmiştir (Çizelge 5.32).

RCS sıcaklık profili

22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9.8°C ile 26.6°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.6°C ile 45.9°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 20.1°C ile 24.8°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.9°C ile 27.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.139).

BCS sıcaklık profili

22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9.8°C ile 26.6°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 9.5°C ile 23.7°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 9.5°C ile 22.6°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 9.5°C ile 23.3°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 10.1°C ile 22.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 11°C ile 23.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 18.9°C ile 22.3°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.7°C ile 25.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.140).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9.8°C ile 26.6°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.6°C ile 45.9°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 11°C ile 23.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.141).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 20.1°C ile 24.8°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 18.9°C ile 22.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.142).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

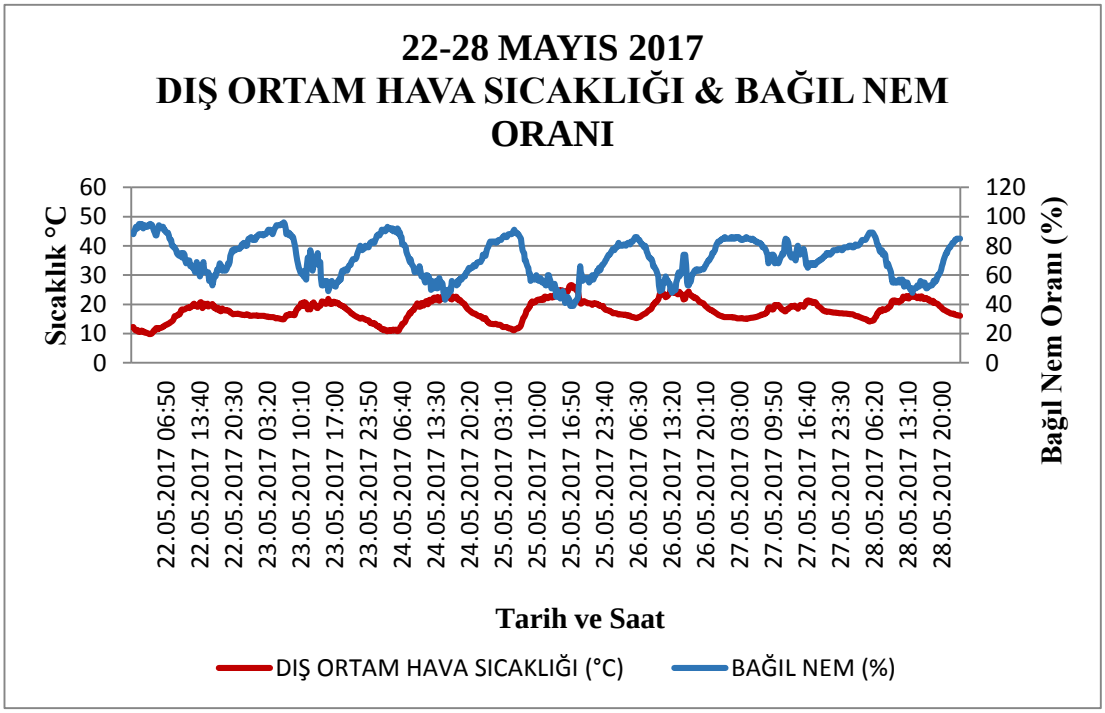
22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.9°C ile 27.5°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.7 °C ile 25.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.143).

Çizelge 5.31 : 22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

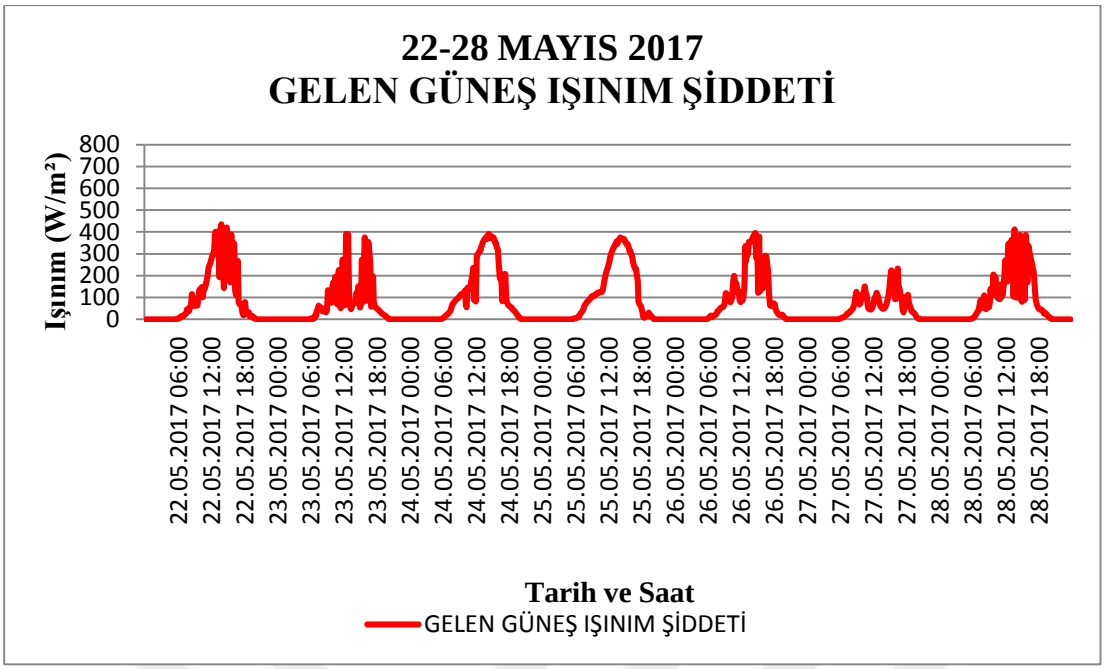
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
22 Mayıs 2017	9.8	20.8	53	95
23 Mayıs 2017	14.5	21.9	49	96
24 Mayıs 2017	10.8	23	43	93
25 Mayıs 2017	11.2	26.6	39	91
26 Mayıs 2017	15.3	25	48	86
27 Mayıs 2017	15	21.3	65	86
28 Mayıs 2017	14.1	23.4	48	89

Çizelge 5.32 : 22-28 Mayıs 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

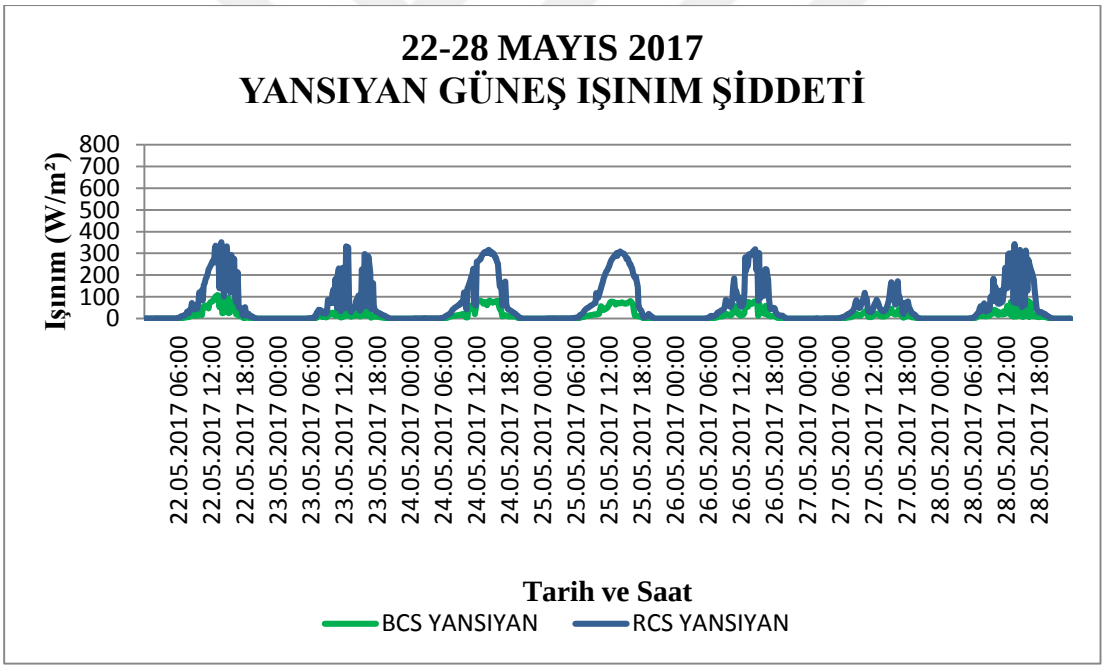
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
22 Mayıs 2017	0.248	0.847
23 Mayıs 2017	0.237	0.752
24 Mayıs 2017	0.232	0.843
25 Mayıs 2017	0.223	0.883
26 Mayıs 2017	0.204	0.772
27 Mayıs 2017	0.188	0.711
28 Mayıs 2017	0.201	0.774



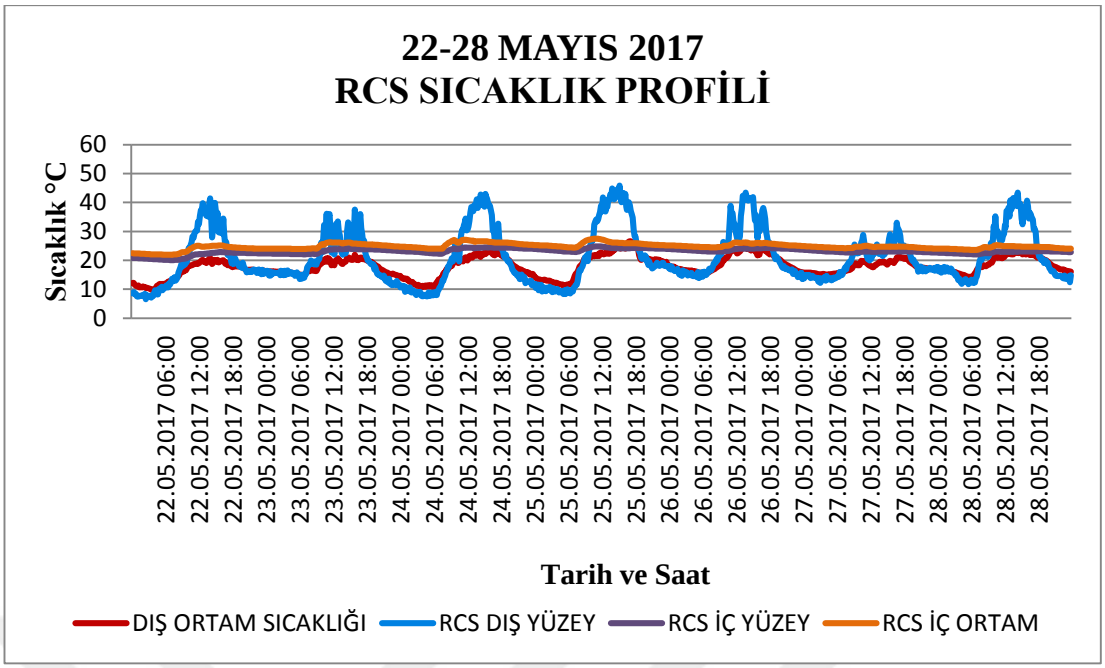
Şekil 5.136 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



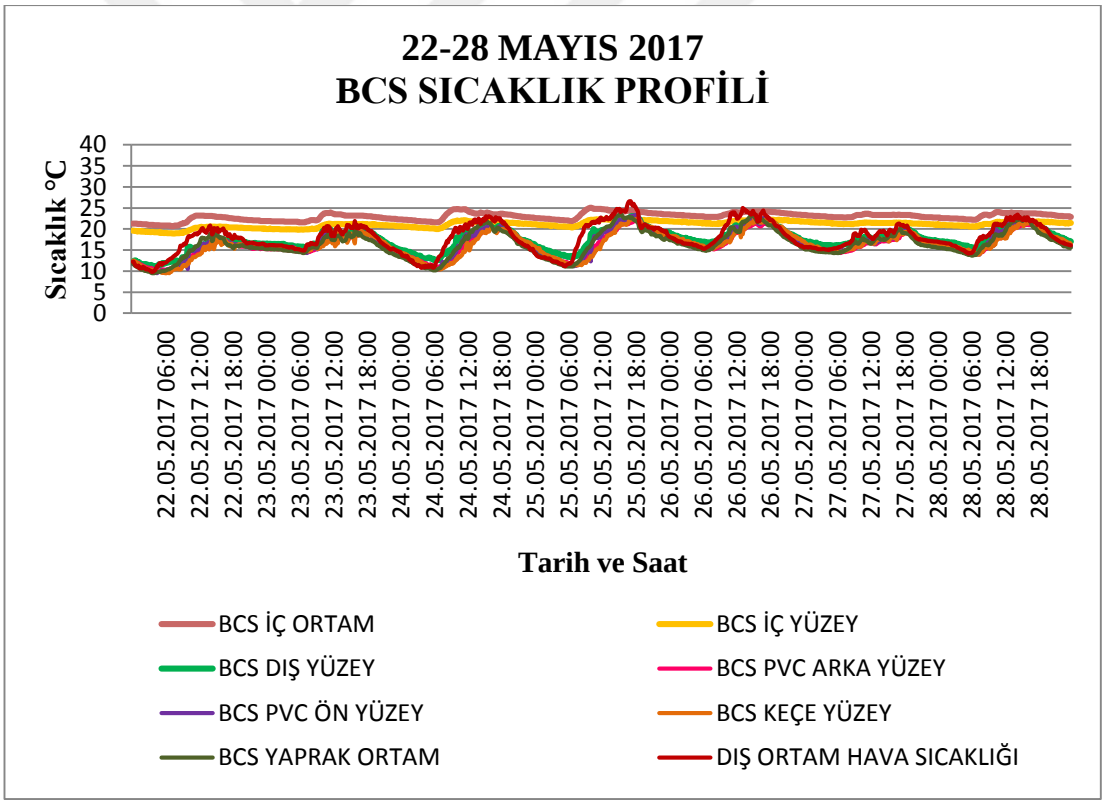
Şekil 5.137 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



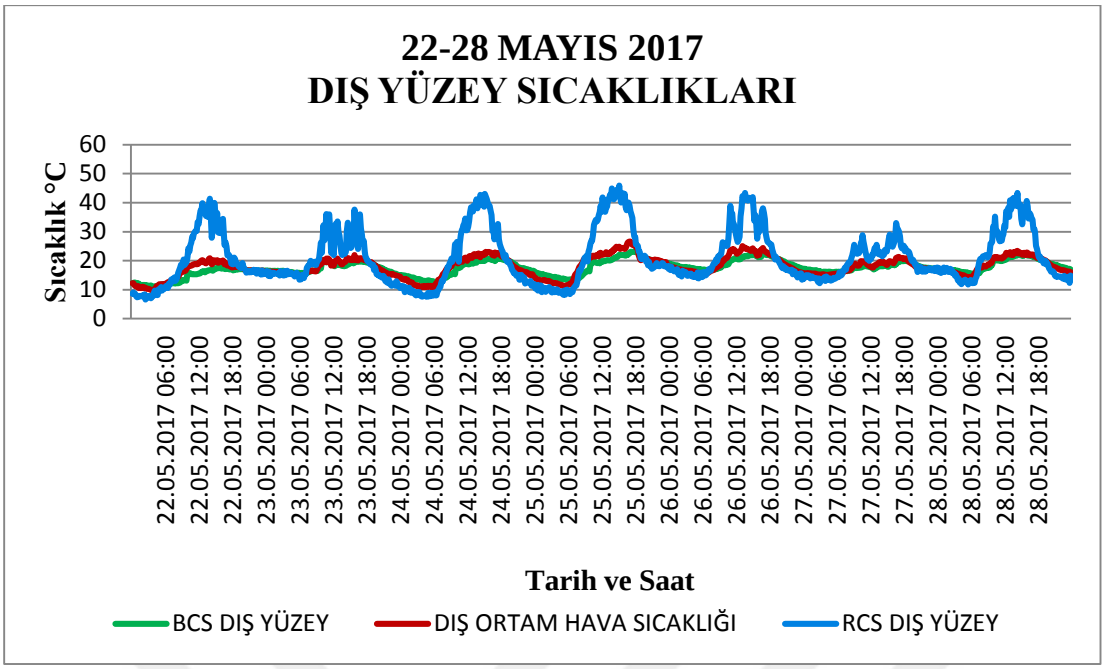
Şekil 5.138 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



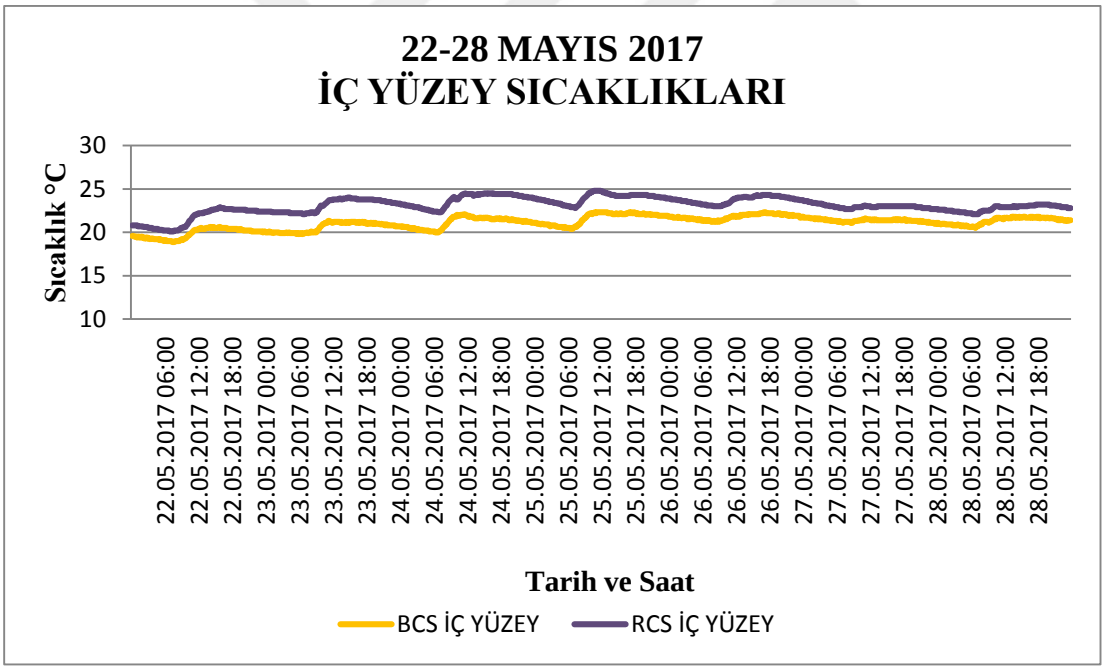
Şekil 5.139 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



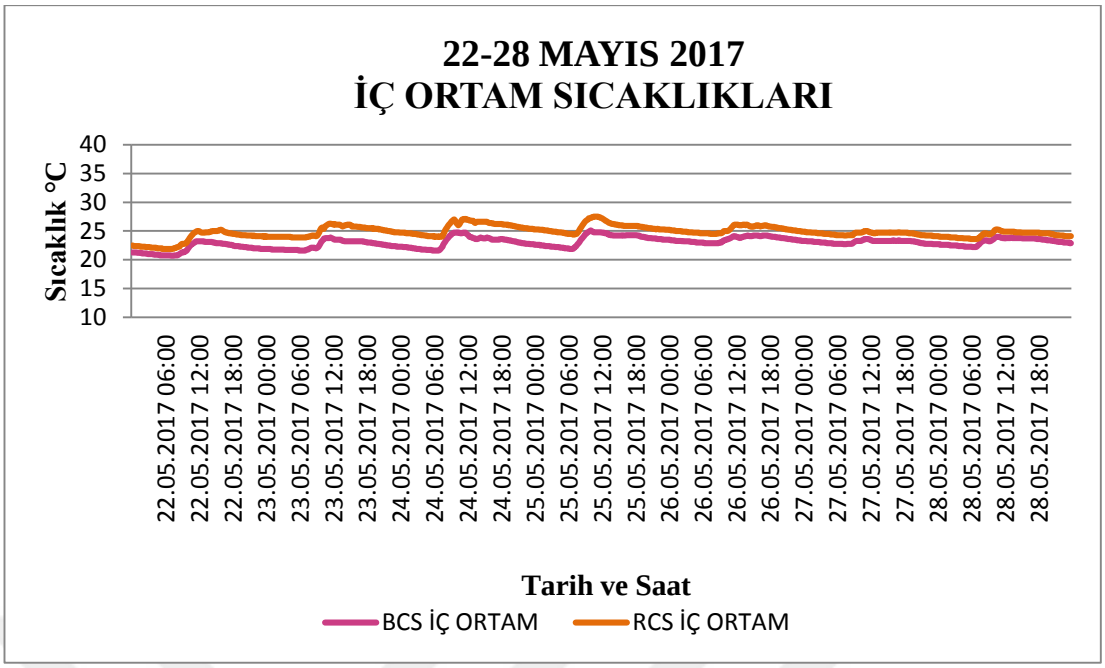
Şekil 5.140 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.141 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.142 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.143 : 22-28 Mayıs 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

22 Mayıs 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.144'te yer almaktadır.



Şekil 5.144 : 22 Mayıs 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

29 Mayıs- 04 Haziran 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 14.5°C-32.2°C ve %25-%95 arasındadır (Şekil 5.145). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.33'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Verilen tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 02 Haziran 2017 tarihinde saat 13:20'de görülmüştür ve 430W/m^2'dir (Şekil 5.146).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.147'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.34'te görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.17-0.26 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.70-0.88 arasında değişmiştir (Çizelge 5.34).

RCS sıcaklık profili

29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 14.5°C ile 32.2°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 12.1°C ile 51.3°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 22°C ile 26.4°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 23.6°C ile 28.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.148).

BCS sıcaklık profili

29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 14.5°C ile 32.2°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 13.9°C ile 29.6°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 14.2°C ile 29°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 14.2°C ile 30°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 14.1°C ile 28°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 15.3°C ile 30.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 20.3°C ile 25.8°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 22°C ile 28.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.149).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 14.5°C ile 32.2°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 12.1°C ile 51.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 15.3°C ile 30.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.150).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 22°C-26.4°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 20.3°C-25.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.151).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

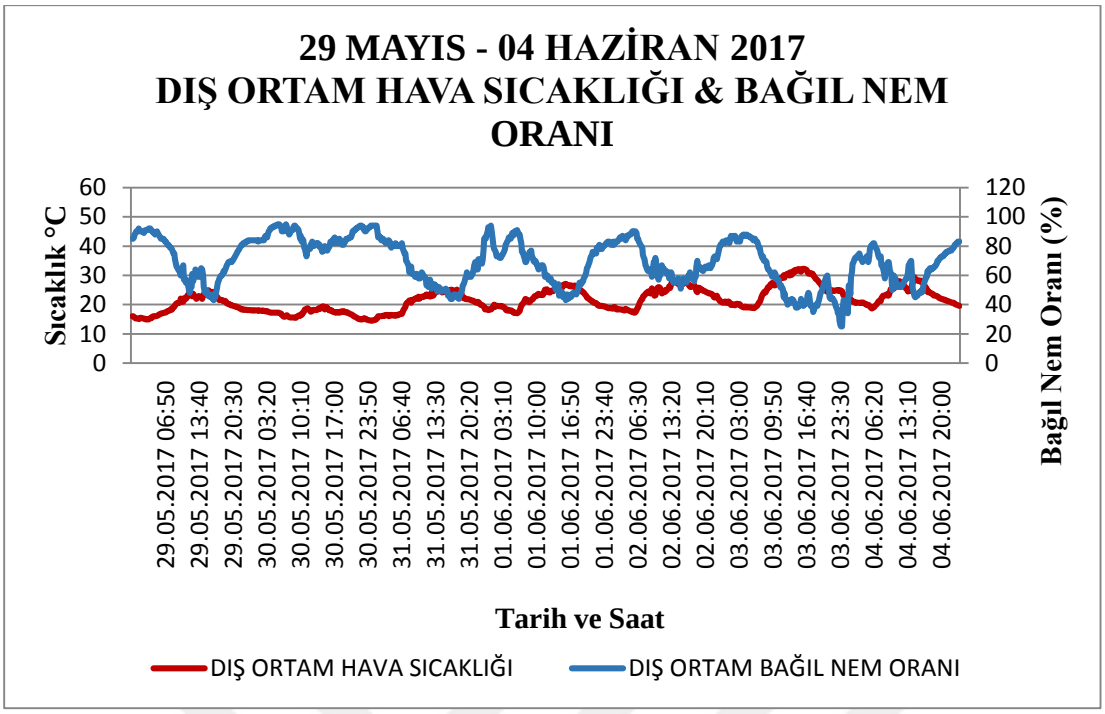
29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.6°C ile 28.6°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 22°C ile 28.2°C arasındadır (Şekil 5.152).

Çizelge 5.33 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

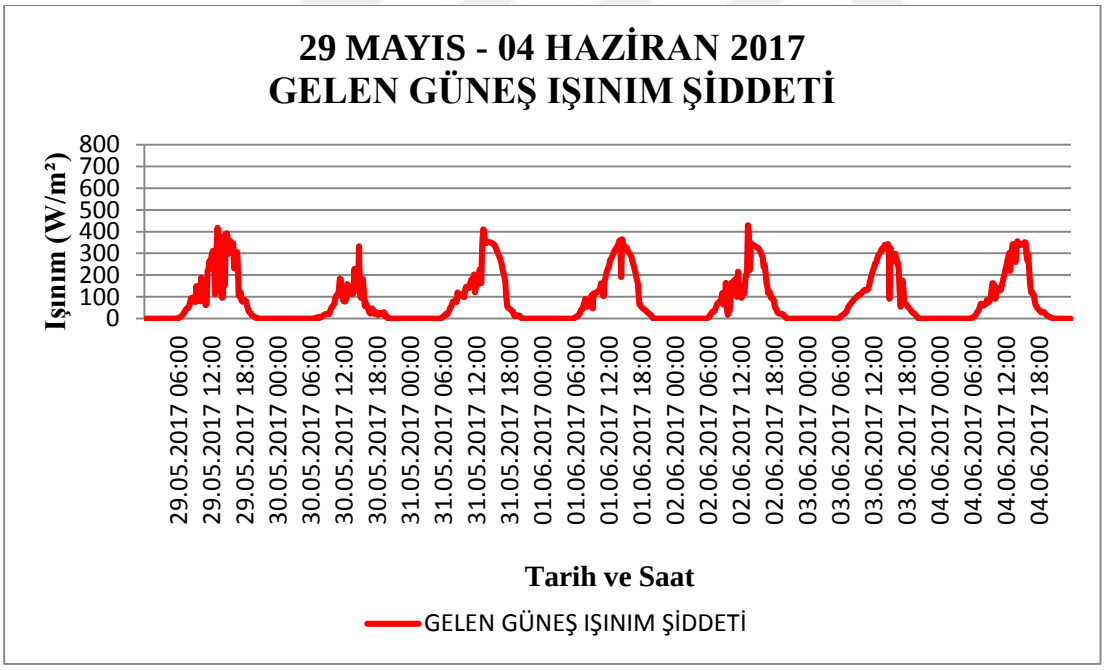
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
29 Mayıs 2017	15	24.9	43	92
30 Mayıs 2017	14.9	19.4	73	95
31 Mayıs 2017	14.5	25.3	44	94
01 Haziran 2017	17	27.1	43	94
02 Haziran 2017	17.3	28.5	51	90
03 Haziran 2017	18.8	32.2	25	88
04 Haziran 2017	18.7	29.4	25	83

Çizelge 5.34 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

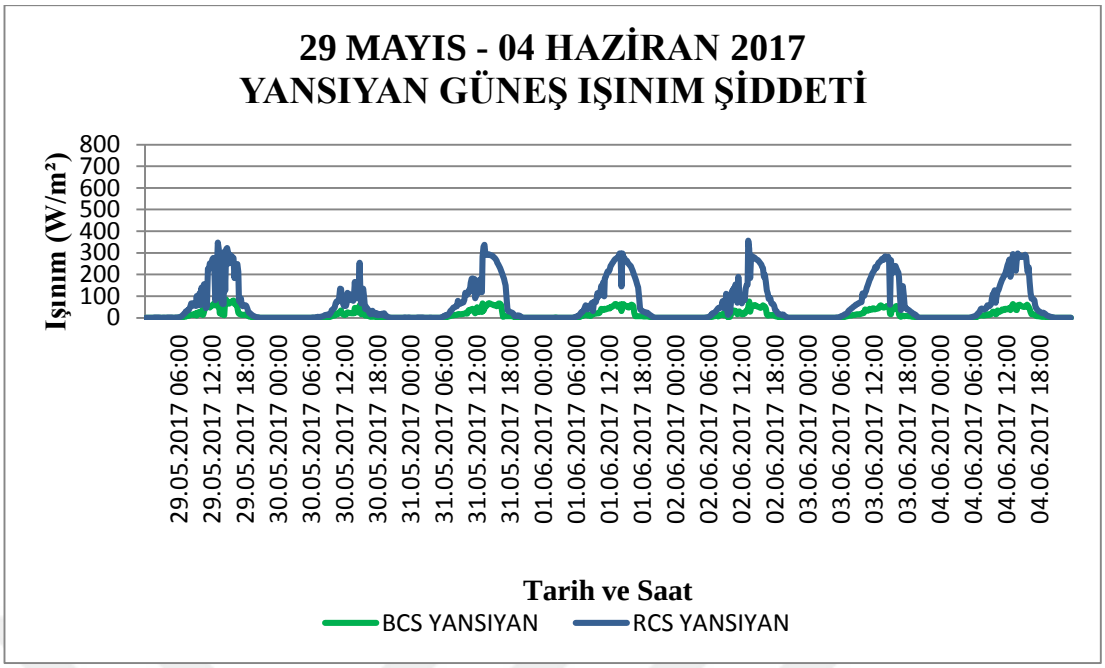
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
29 Mayıs 2017	0.264	0.806
30 Mayıs 2017	0.171	0.708
31 Mayıs 2017	0.179	0.798
01 Haziran 2017	0.198	0.848
02 Haziran 2017	0.170	0.766
03 Haziran 2017	0.185	0.865
04 Haziran 2017	0.178	0.880



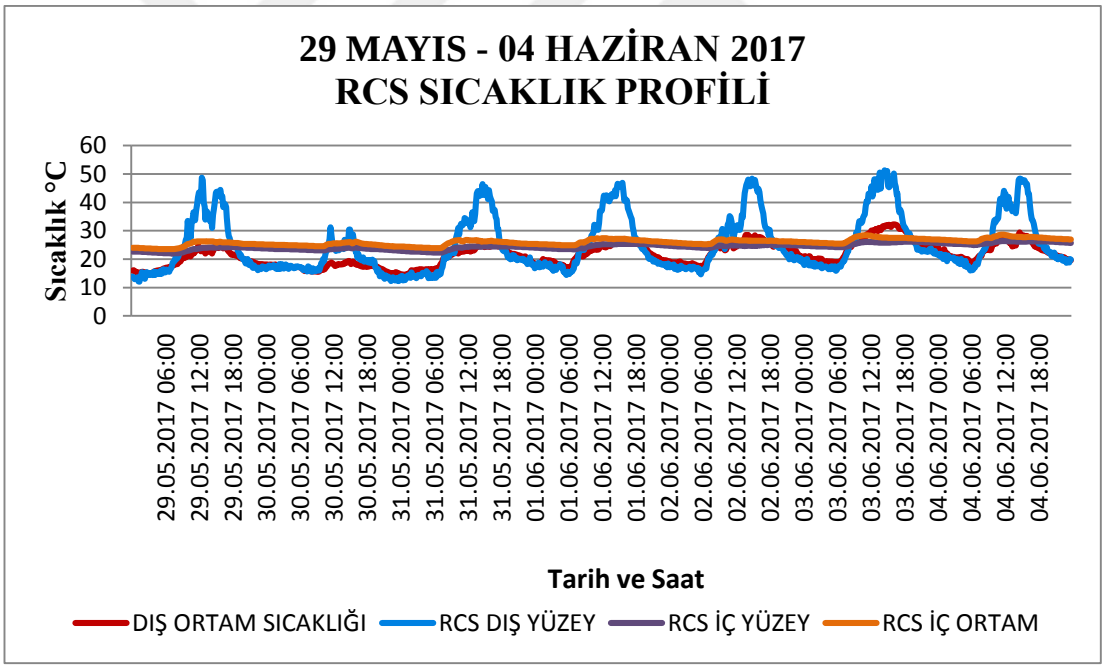
Şekil 5.145 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



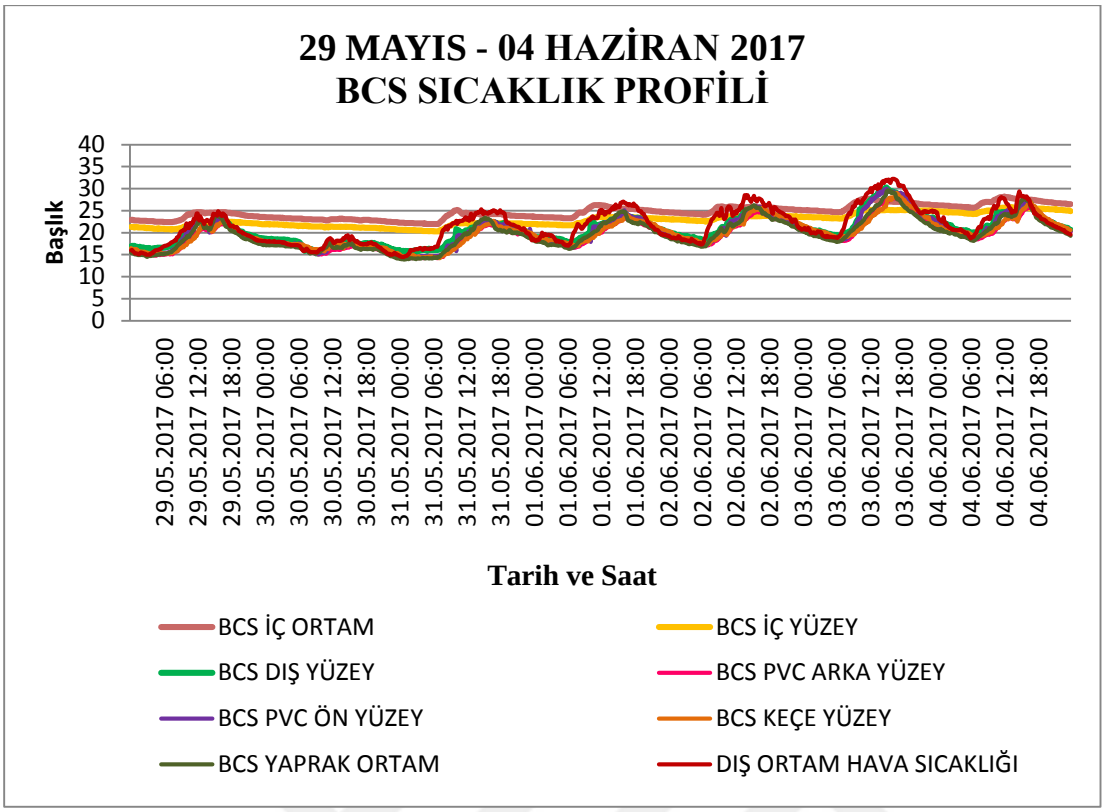
Şekil 5.146 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



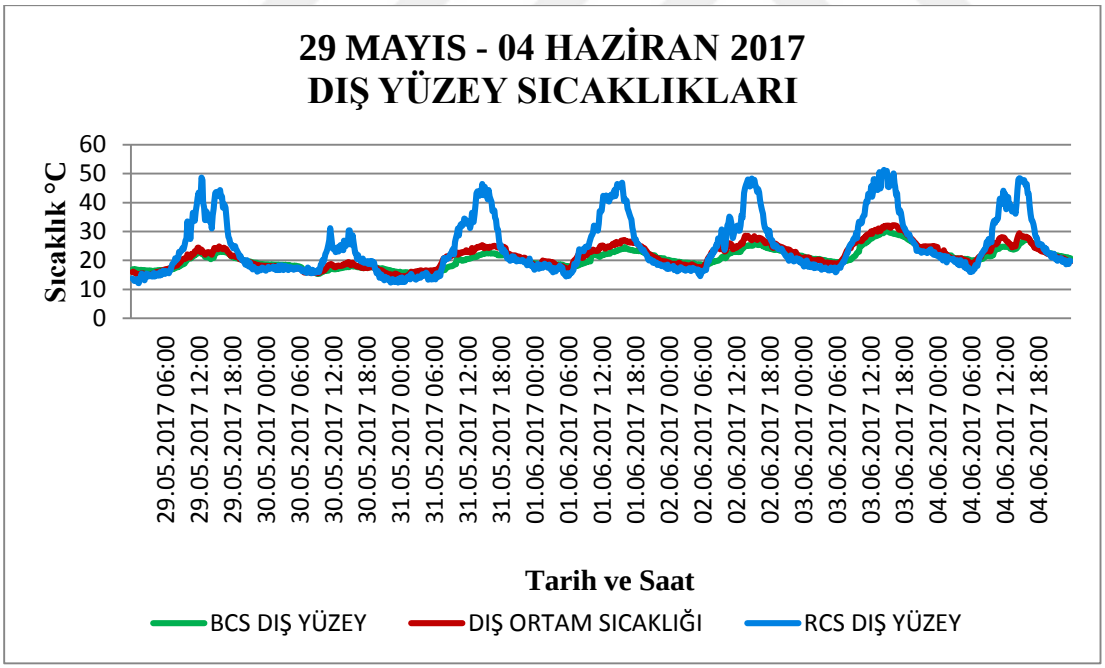
Şekil 5.147 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



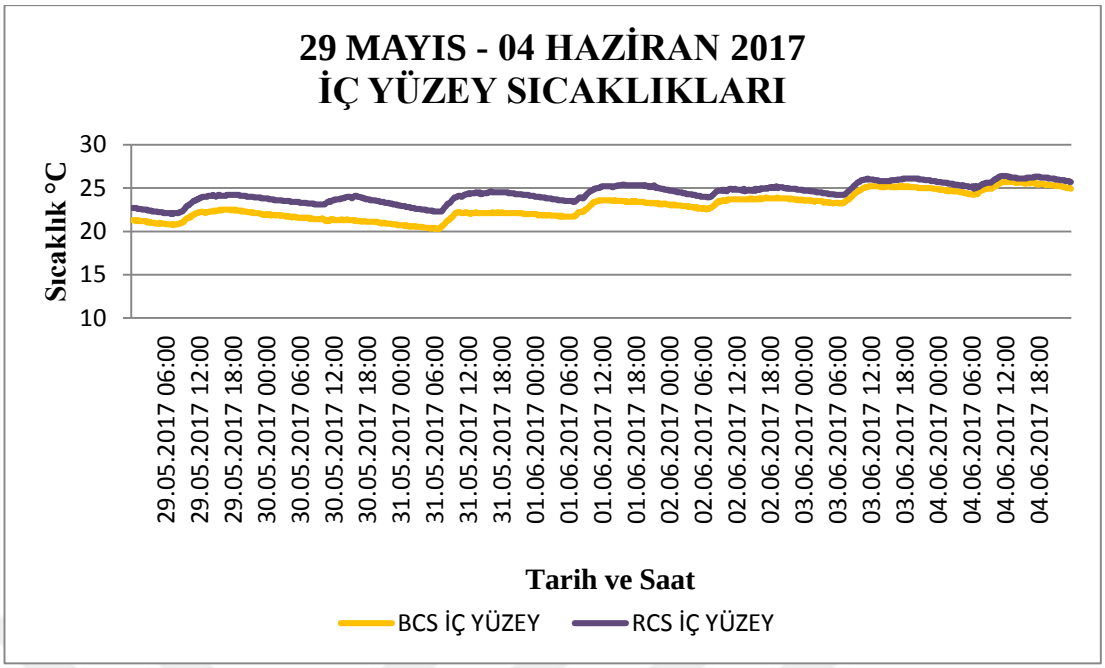
Şekil 5.148 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



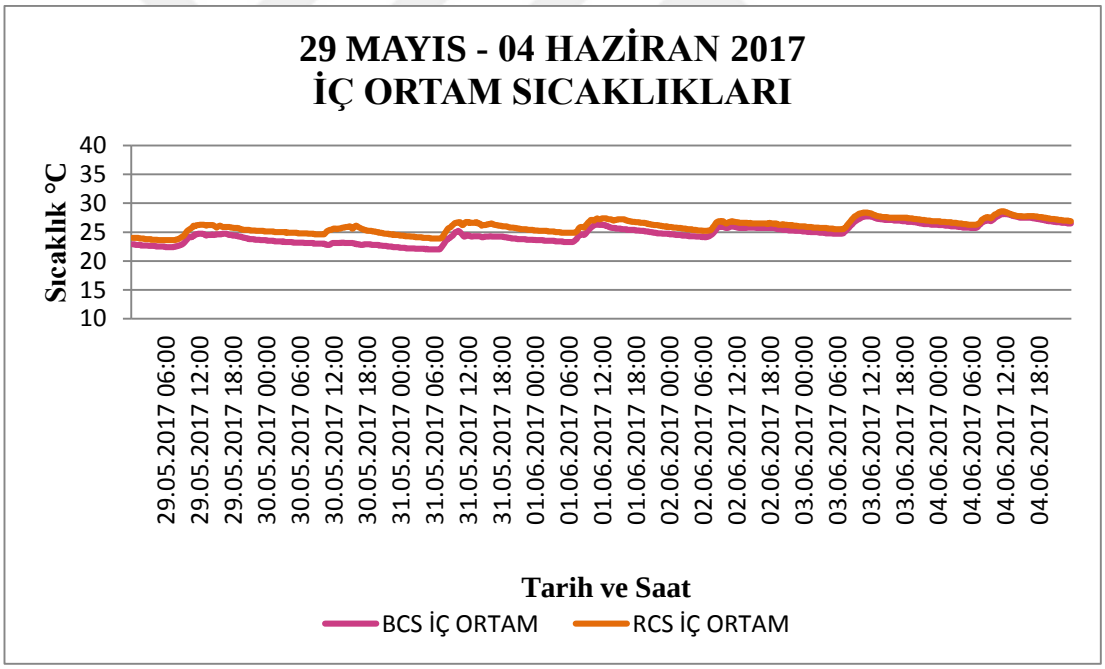
Şekil 5.149 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.150 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.151 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.152 : 29 Mayıs – 04 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

29 Mayıs 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.153'te yer almaktadır.



Şekil 5.153 : 29 Mayıs 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

05-11 Haziran 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 16.4°C ile 29°C ve %39 ile %97 arasında değişmiştir (Şekil 5.154). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.35'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 11 Haziran 2017 tarihinde saat 14:10'da görülmüştür ve 374W/m^2'dir (Şekil 5.155).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.156'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması

Çizelge 5.36'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.12-0.17 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.69-0.79 arasında değişmiştir (Çizelge 5.36).

RCS sıcaklık profili

05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 16.4°C ile 29°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 13.6°C ile 46.9°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 22.7°C ile 26.8°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.4°C ile 29.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.157).

BCS sıcaklık profili

05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 16.4°C ile 29°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 15.8°C ile 29.2°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 16.2°C ile 25.4°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 16.2°C ile 26°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 15.9°C ile 24.5°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 16.2°C ile 25.8°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 21.5°C ile 25.8°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.2°C ile 28.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.158).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 16.4°C ile 29°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 13.6°C ile 46.9°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 16.2°C ile 25.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.159).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 22.7°C ile 26.8°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 21.5°C ile 25.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.160).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

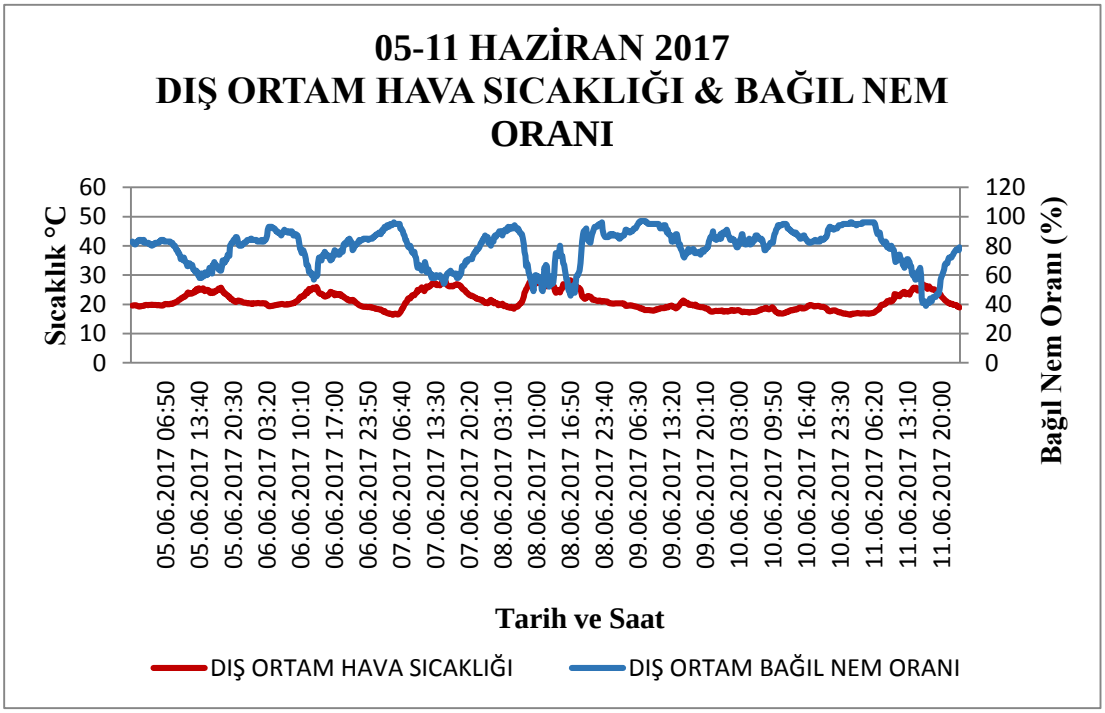
05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.4°C ile 29.3°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.2°C ile 28.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.161).

Çizelge 5.35 : 05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

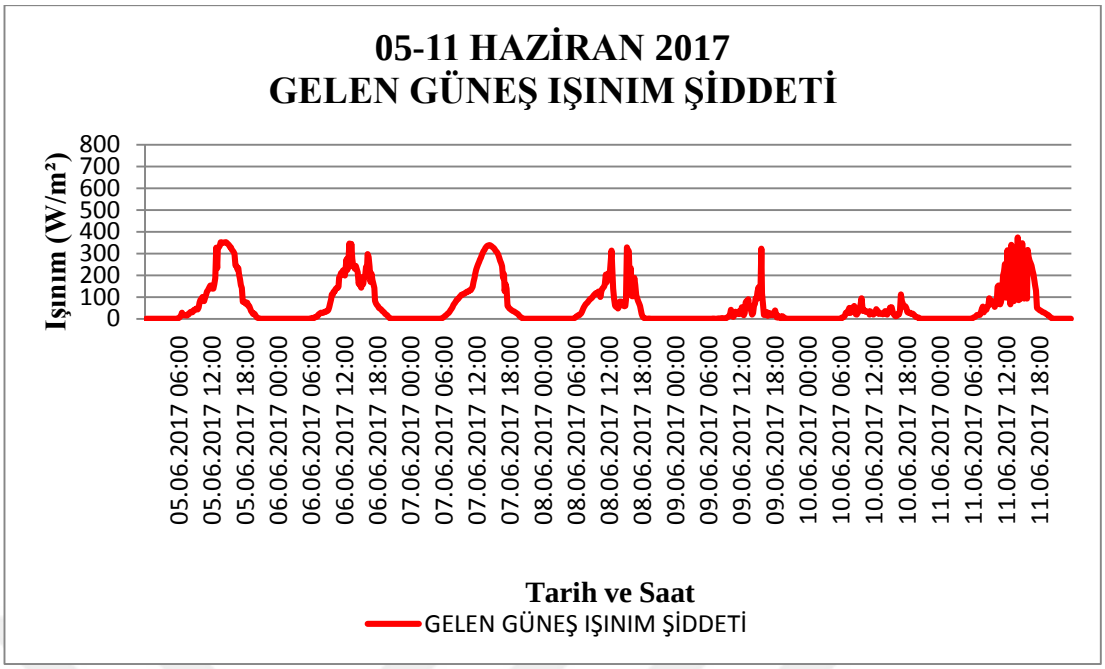
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
05 Haziran 2017	19.3	25.7	58	86
06 Haziran 2017	19	25.9	57	93
07 Haziran 2017	16.4	28.6	54	96
08 Haziran 2017	18.5	29	46	96
09 Haziran 2017	17.5	21.3	72	97
10 Haziran 2017	16.8	19.8	77	95
11 Haziran 2017	16.4	26.9	39	96

Çizelge 5.36 : 05-11 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

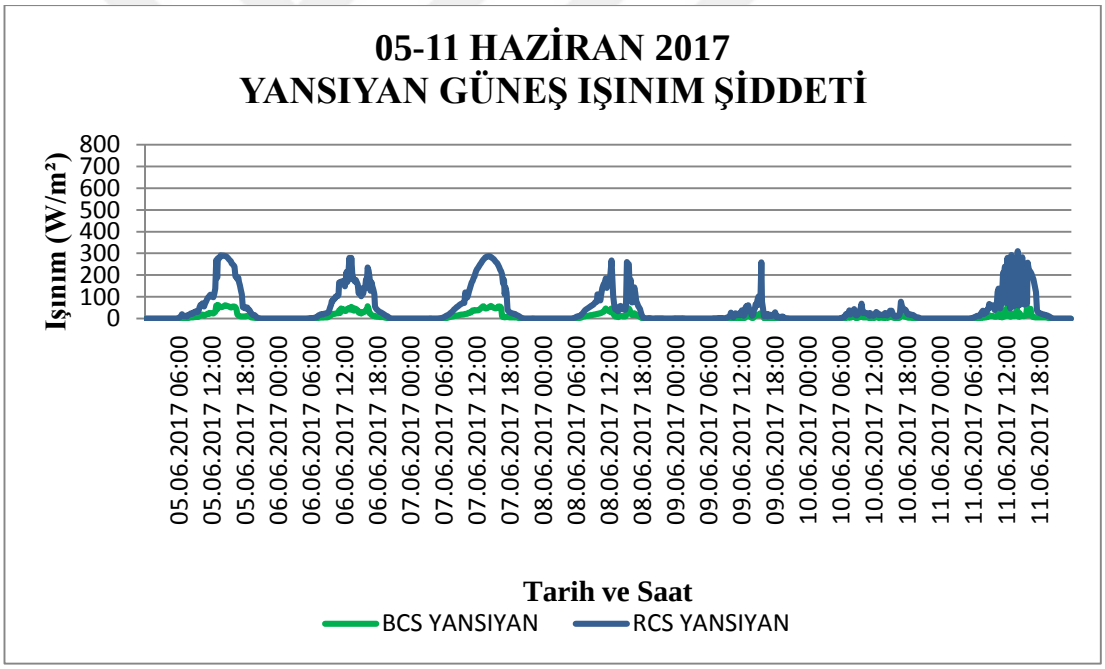
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
05 Haziran 2017	0.167	0.755
06 Haziran 2017	0.171	0.751
07 Haziran 2017	0.175	0.877
08 Haziran 2017	0.178	0.786
09 Haziran 2017	0.128	0.690
10 Haziran 2017	0.158	0.698
11 Haziran 2017	0.134	0.793



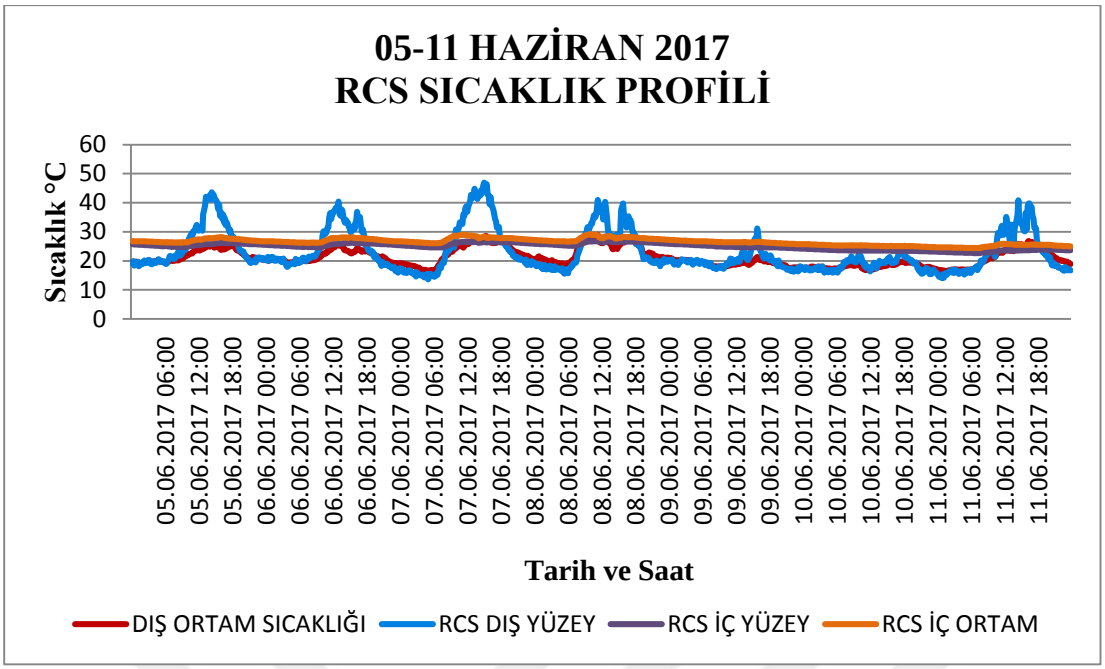
Şekil 5.154 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



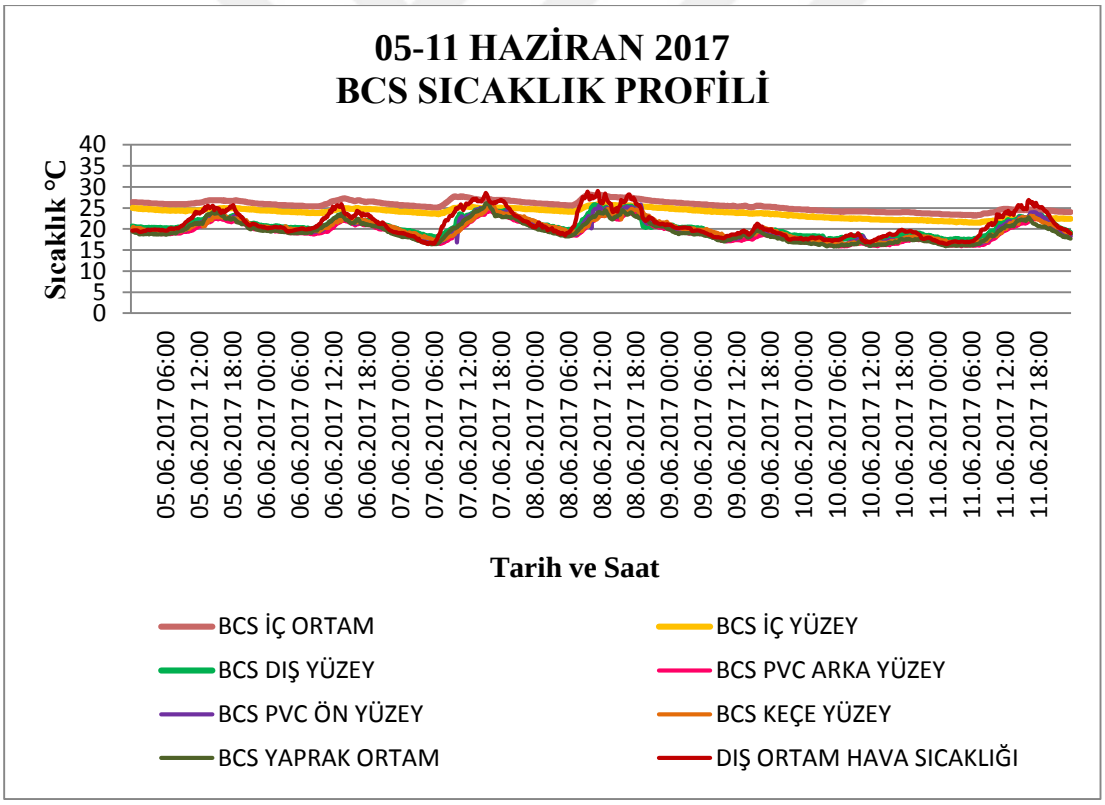
Şekil 5.155 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



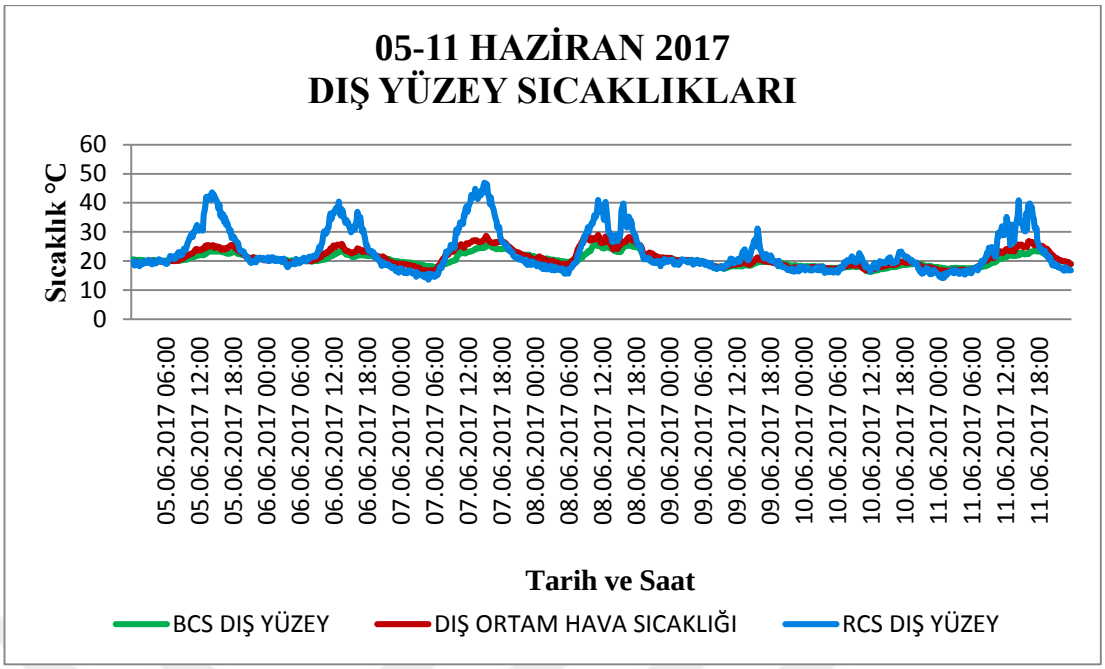
Şekil 5.156 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



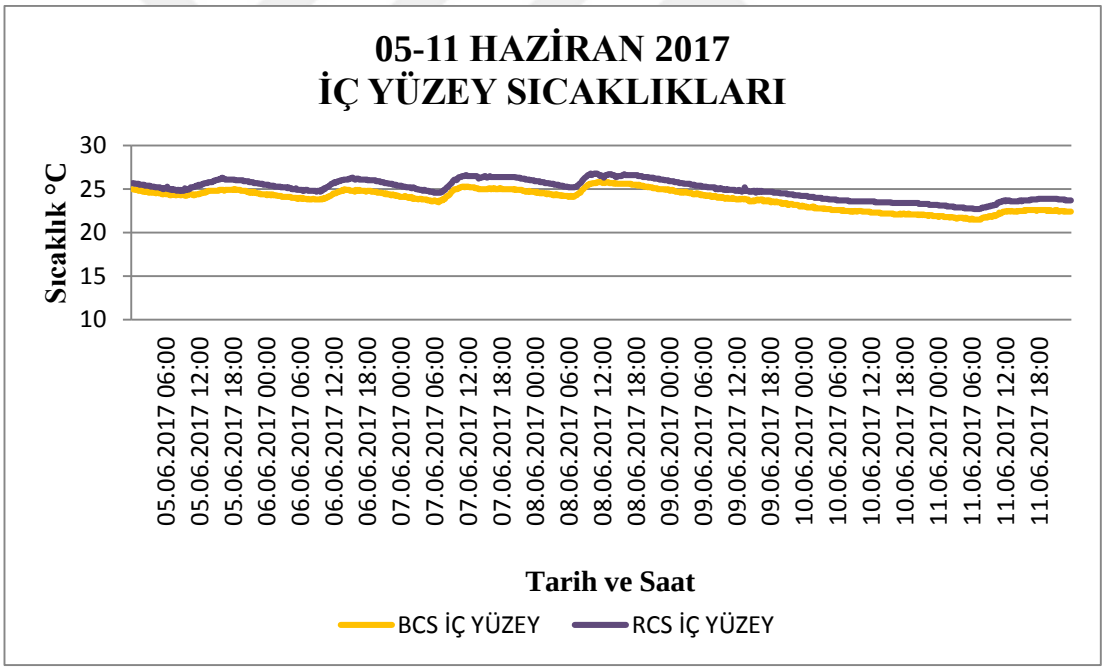
Şekil 5.157 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



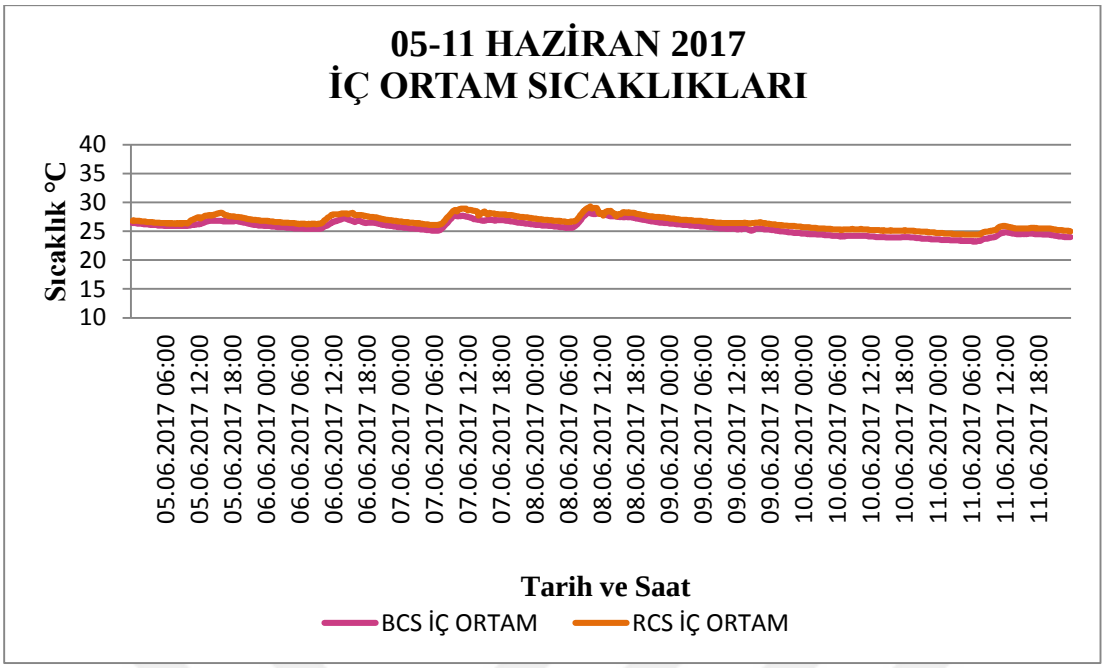
Şekil 5.158 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.159 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.160 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.161 : 05-11 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

05 Haziran 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.162'de yer almaktadır.



Şekil 5.162 : 05 Haziran 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

12-18 Haziran 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

12-18 Haziran 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 15°C-28.6°C ve %29-%95 arasındadır (Şekil 5.163). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.37'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Verilen tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 12 Haziran 2017 tarihinde saat 13:40'ta görülmüştür ve 367W/m^2'dir (Şekil 5.164).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

12-18 Haziran 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.165'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.38'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.14-0.16 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.70-0.91 arasında değişmiştir (Çizelge 5.38).

RCS sıcaklık profili

12-18 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 15°C ile 28.6°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 11.7°C ile 50.6°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 23.1°C ile 26.7°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.6°C ile 29.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.166).

BCS sıcaklık profili

12-18 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 15°C ile 28.6°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 14.9°C ile 27.1°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 15.5°C ile 26.3°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 15.1°C ile 27.2°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 15.1°C ile 25.7°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 16.6°C ile 27.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 21.8°C ile 25.5°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 23.4°C ile 28.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.167).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

12-18 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 15°C ile 28.6°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 11.7°C ile 50.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 16.6°C ile 27.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.168).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 23.1°C-26.7°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 21.8°C-25.5°C arasındadır (Şekil 5.169).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

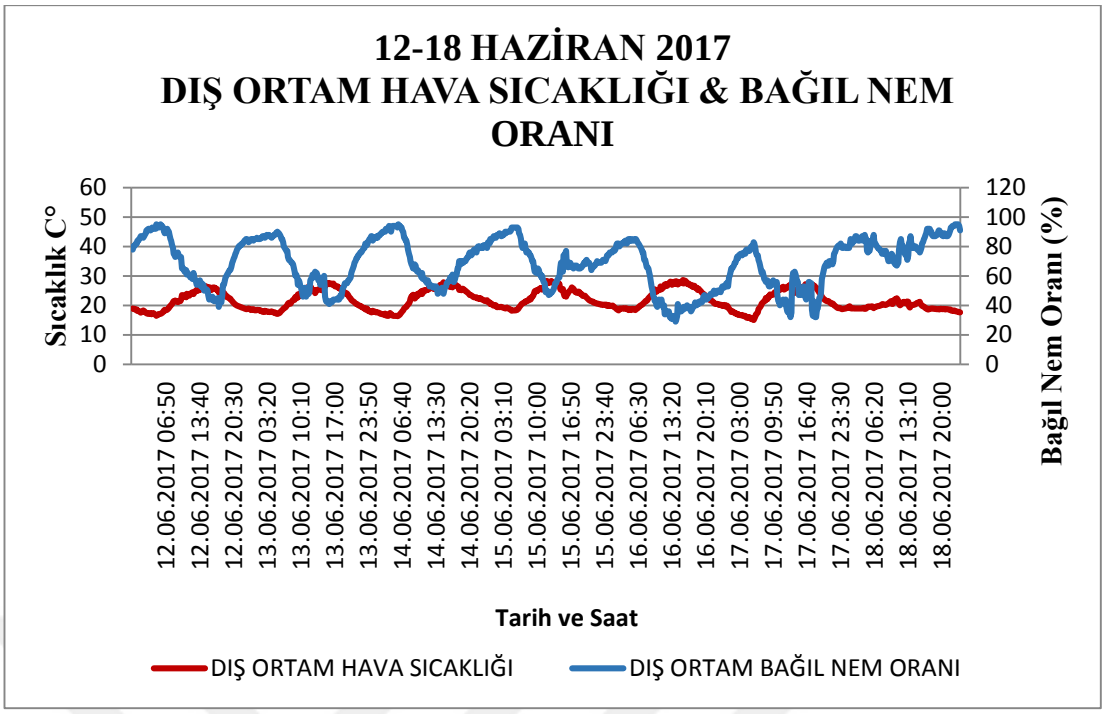
12-18 Haziran 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.6°C ile 29.2°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.4°C ile 28.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.170).

Çizelge 5.37 : 12-18 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

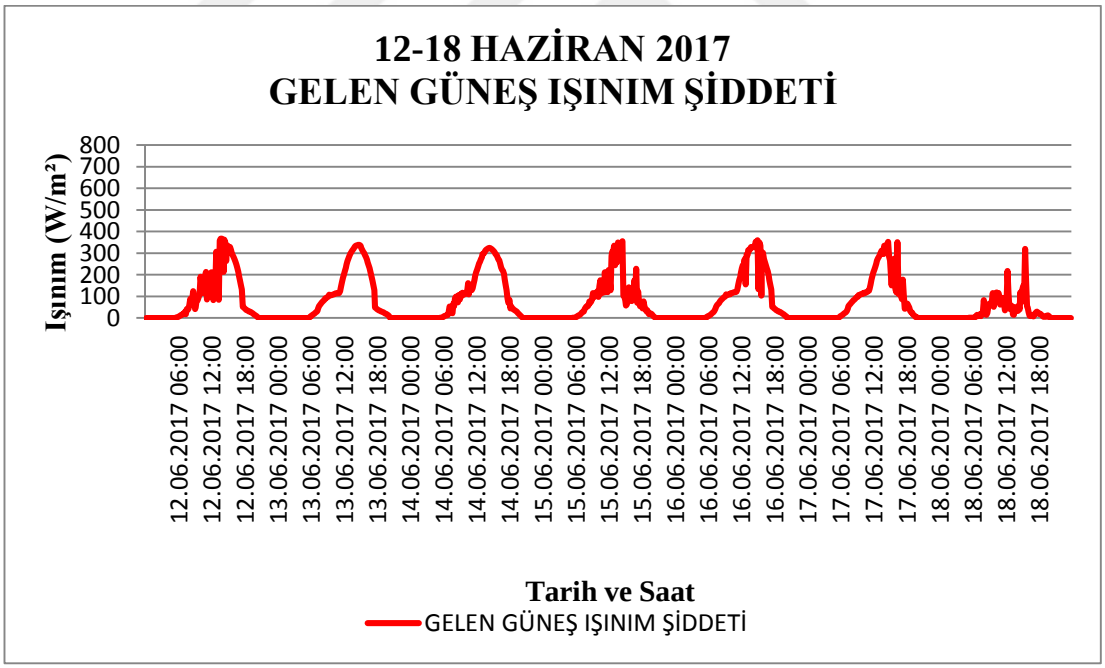
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
12 Haziran 2017	16.5	26.6	39	95
13 Haziran 2017	17.1	27.5	41	90
14 Haziran 2017	16.3	27.9	48	95
15 Haziran 2017	18.2	28.3	47	93
16 Haziran 2017	18.3	28.6	29	85
17 Haziran 2017	15	27.2	32	83
18 Haziran 2017	17.6	22.4	67	95

Çizelge 5.38 : 12-18 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

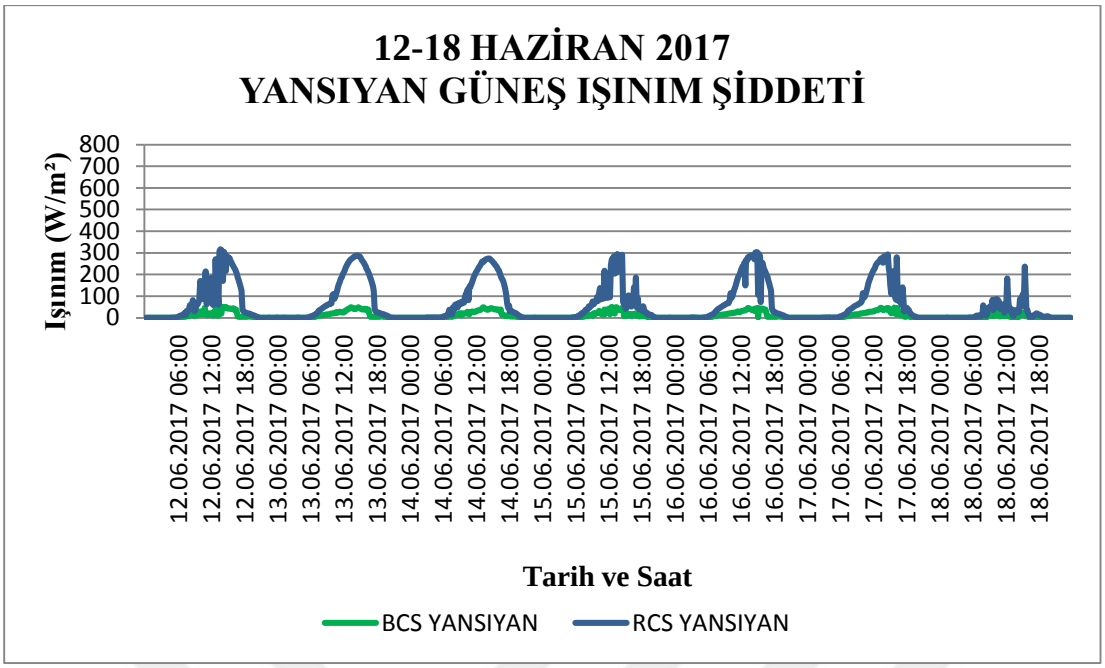
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
12 Haziran 2017	0.142	0.792
13 Haziran 2017	0.160	0.911
14 Haziran 2017	0.152	0.876
15 Haziran 2017	0.159	0.793
16 Haziran 2017	0.152	0.899
17 Haziran 2017	0.155	0.890
18 Haziran 2017	0.152	0.708



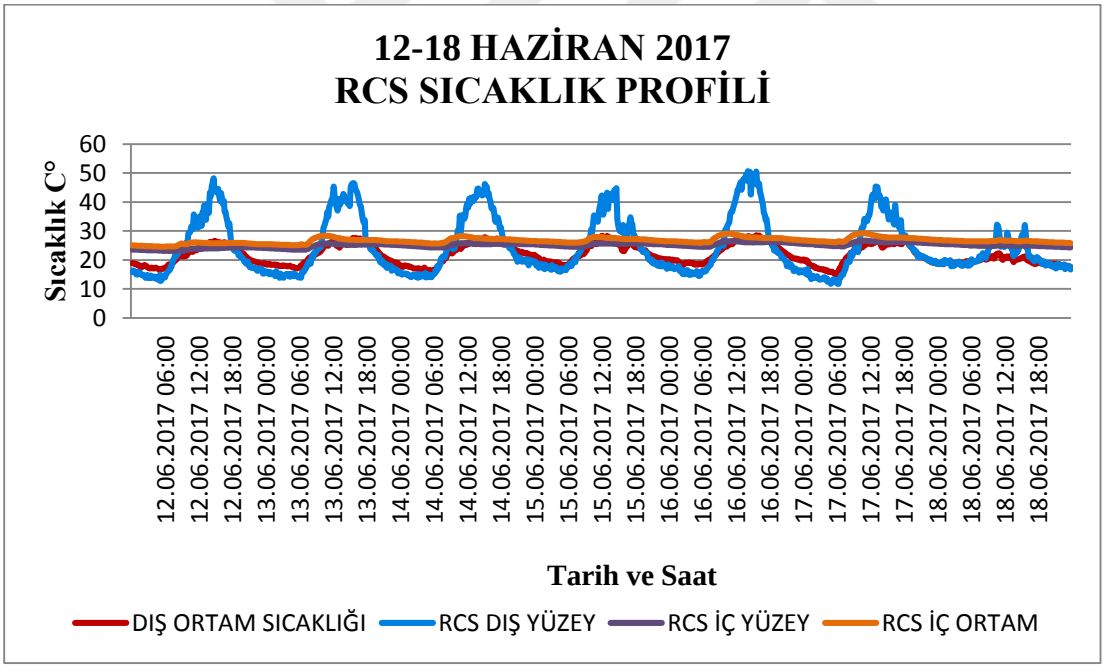
Şekil 5.163 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



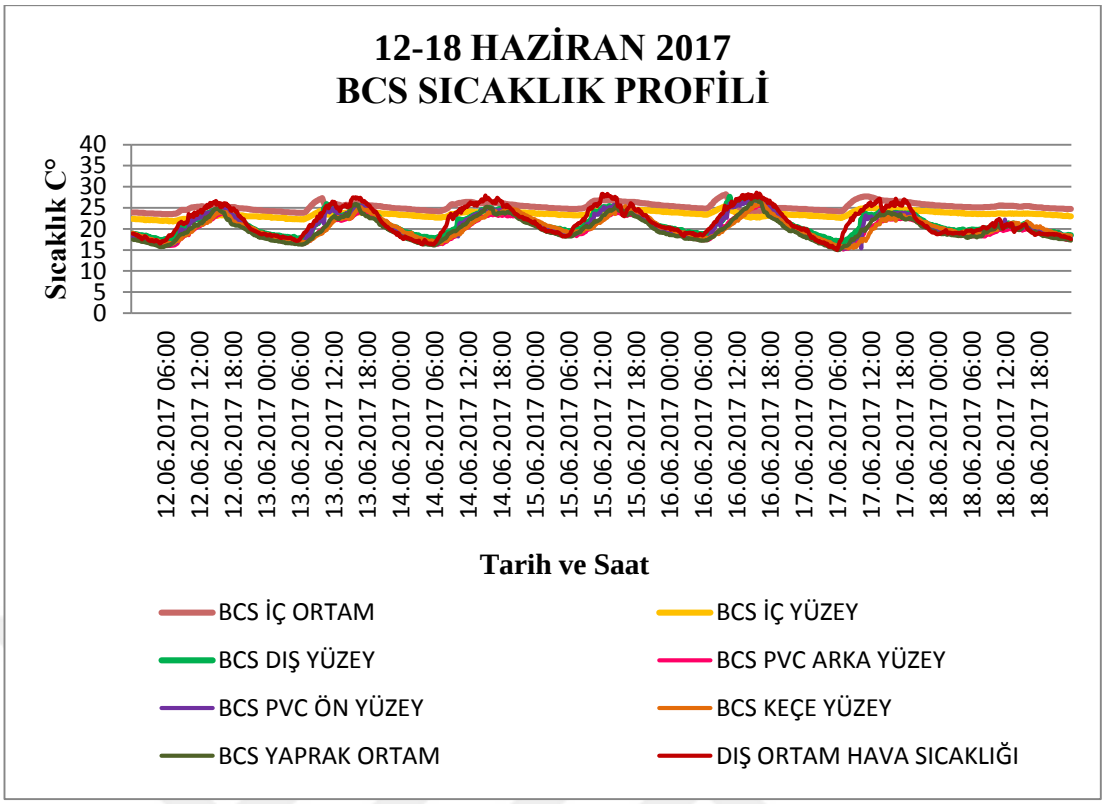
Şekil 5.164 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



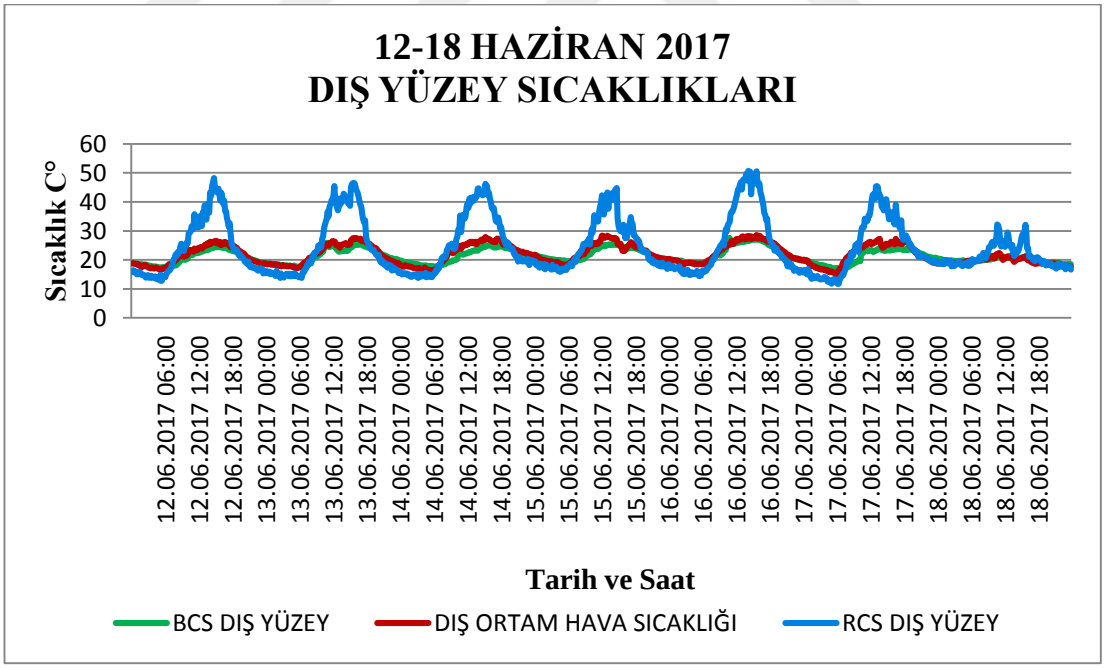
Şekil 5.165 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



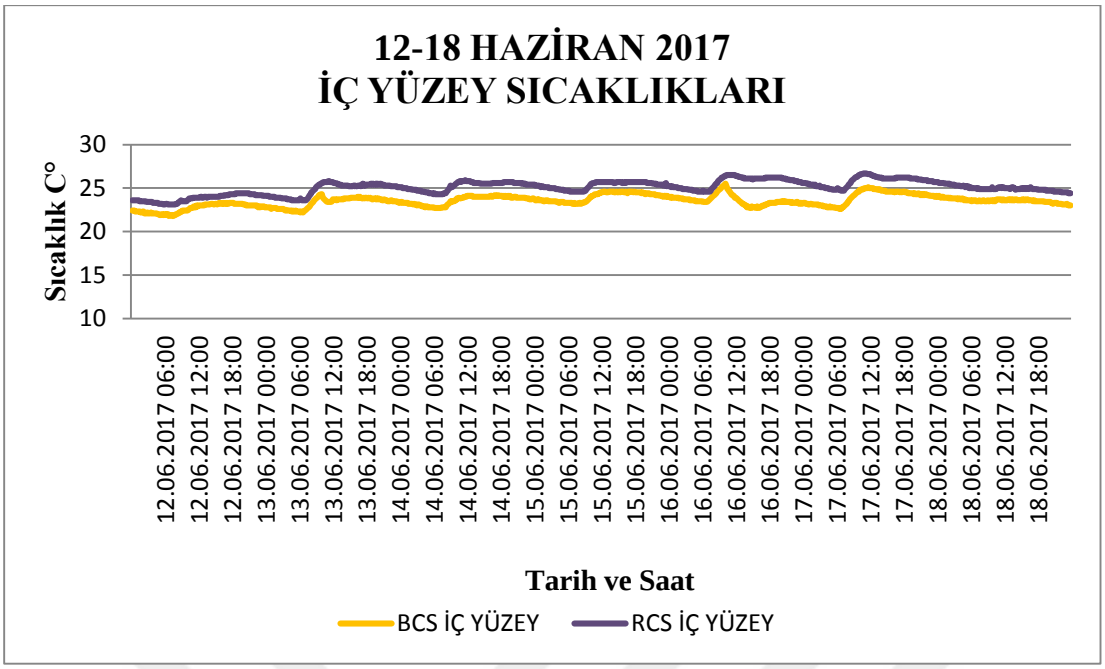
Şekil 5.166 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



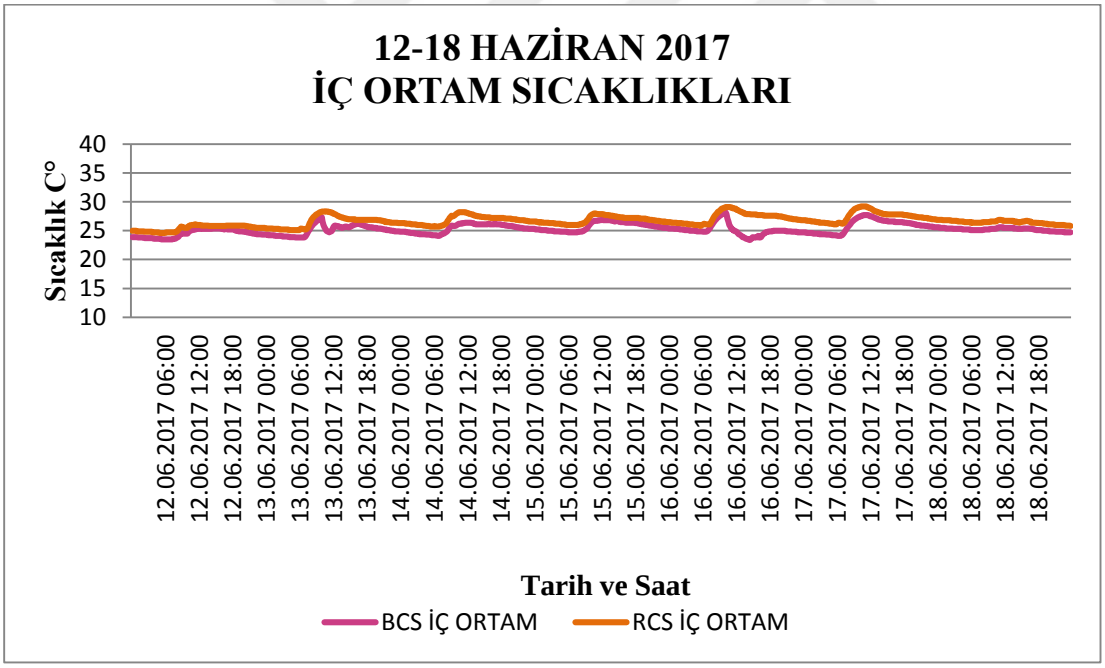
Şekil 5.167 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.168 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.169 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.170 : 12-18 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

12 Haziran 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.171'de yer almaktadır.



Şekil 5.171 : 12 Haziran 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

19-25 Haziran 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

19-25 Haziran 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 15.7°C-32.3°C ve %33-%97 arasındadır (Şekil 5.172). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.39'da verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Veriler tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 20 Haziran 2017 tarihinde saat 14:50'de görülmüştür ve 392W/m^2'dir (Şekil 5.173).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

19-25 Haziran 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.174'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması

Çizelge 5.40'ta görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.14-0.16 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.70-0.91 arasında değişmiştir (Çizelge 5.40).

RCS sıcaklık profili

19-25 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 15.7°C ile 32.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 14.2°C ile 51.3°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 23°C ile 27.9°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.7°C ile 30.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.175)

BCS sıcaklık profili

19-25 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 15.7°C ile 32.3°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 15.2°C ile 30°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 15.9°C ile 28.7°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 15.1°C ile 30.5°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 15.4°C ile 28.5°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 16°C ile 30.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 21.7°C ile 27.4°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.5°C ile 29.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.176).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

19-25 Haziran 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 15.7°C ile 32.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 14.2°C ile 51.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 16°C ile 30.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.177).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

19-25 Haziran 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 23°C ile 27.9°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 21.7°C ile 27.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.178).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

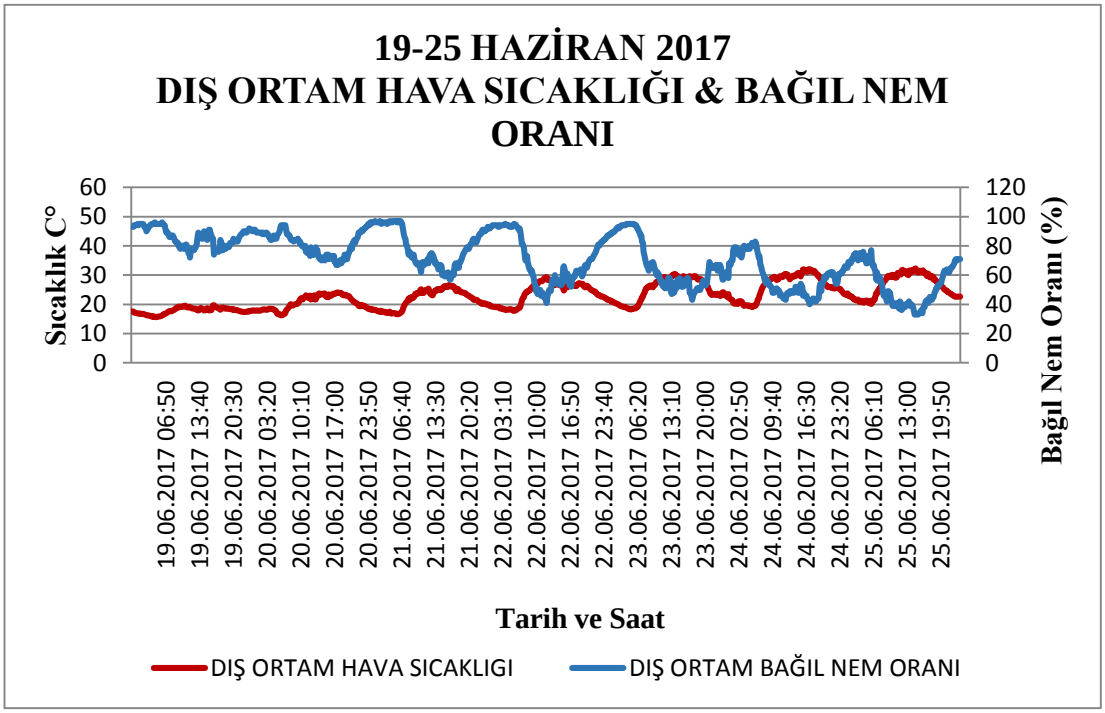
19-25 Haziran 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.7°C ile 30.3°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.5°C ile 29.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.179).

Çizelge 5.39 : 19-25 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

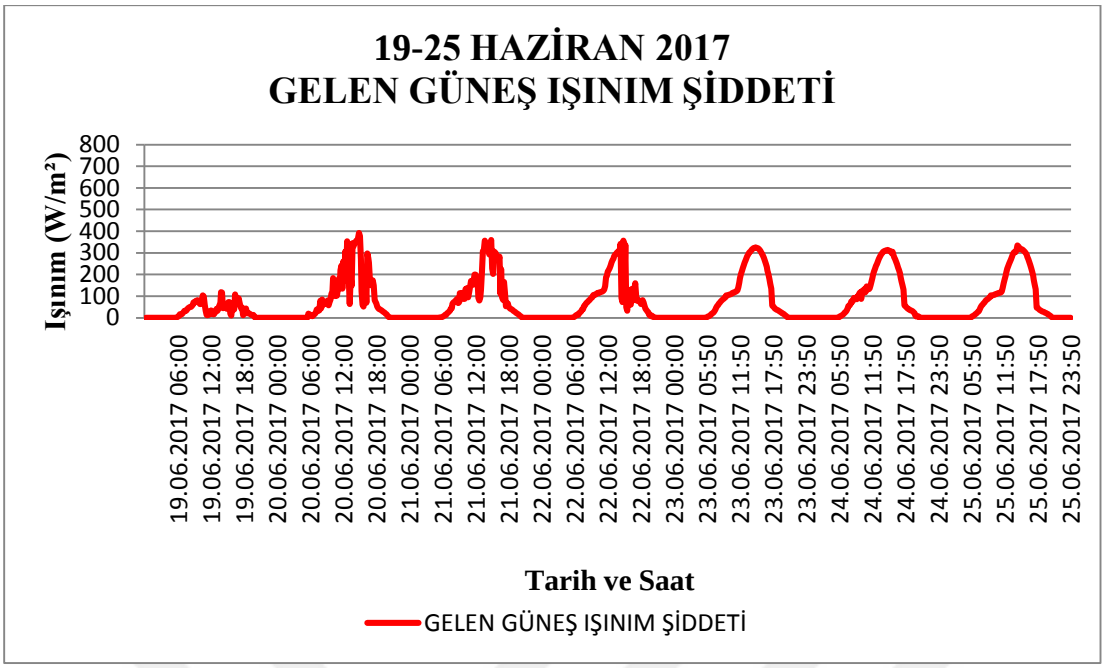
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
19 Haziran 2017	15.7	19.7	72	96
20 Haziran 2017	16.3	24.1	67	94
21 Haziran 2017	16.6	26.6	57	97
22 Haziran 2017	17.8	29.3	41	95
23 Haziran 2017	18.3	30.4	43	95
24 Haziran 2017	19	32	40	83
25 Haziran 2017	20.1	32.3	33	77

Çizelge 5.40 : 19-25 Haziran 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

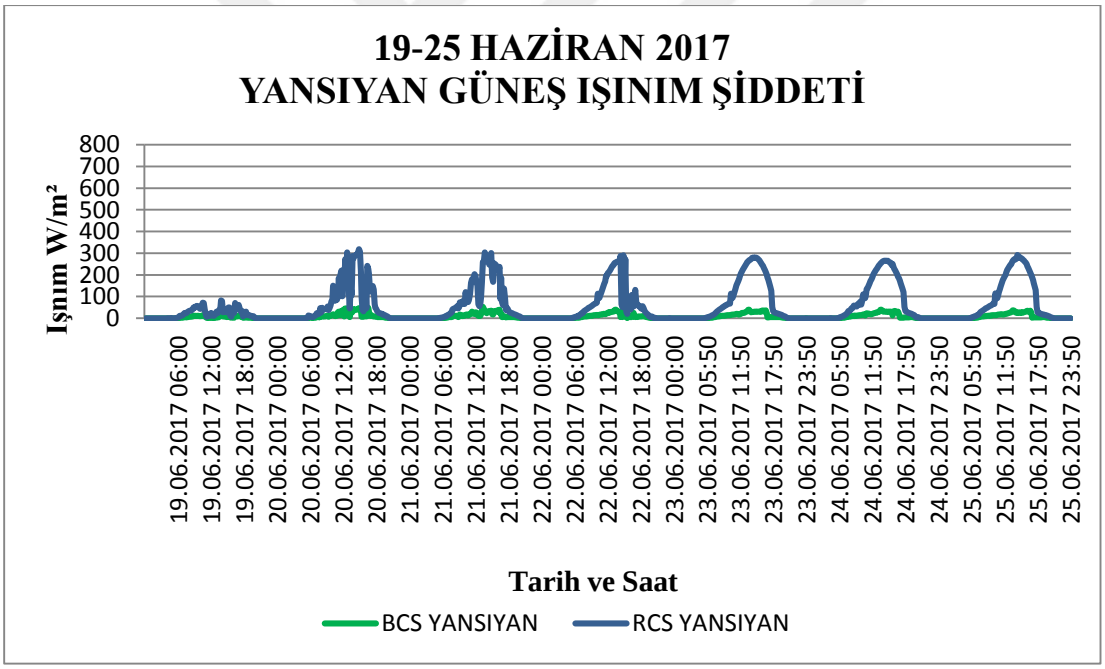
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
19 Haziran 2017	0.131	0.686
20 Haziran 2017	0.135	0.793
21 Haziran 2017	0.122	0.826
22 Haziran 2017	0.119	0.864
23 Haziran 2017	0.120	0.899
24 Haziran 2017	0.121	0.872
25 Haziran 2017	0.115	0.908



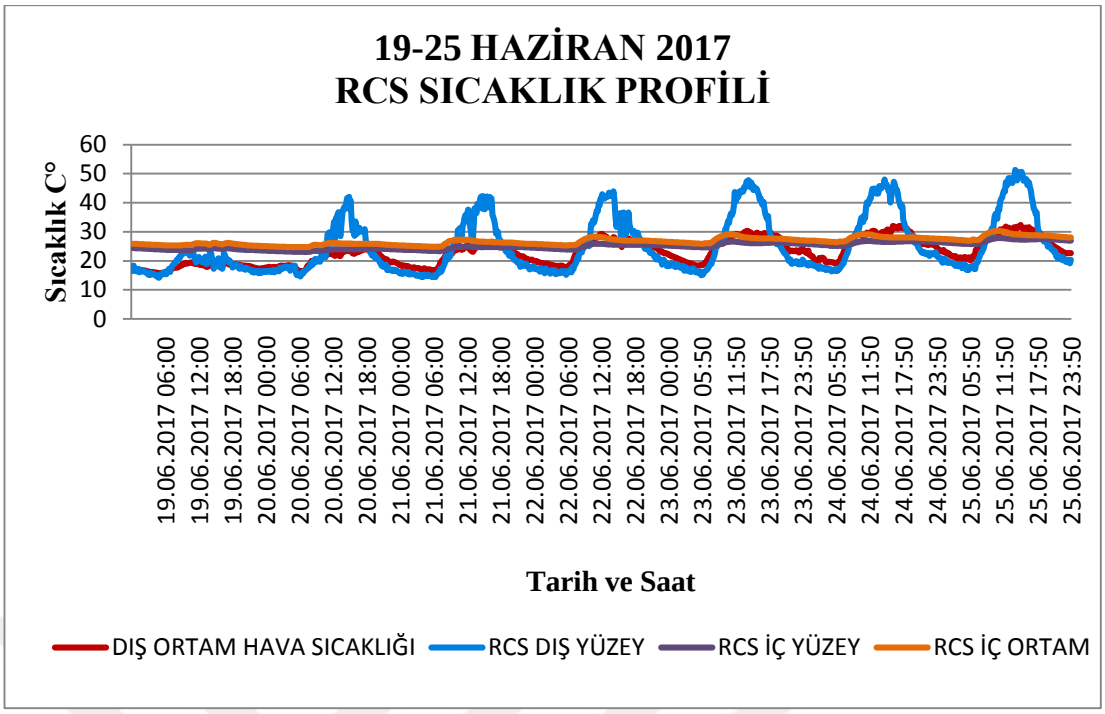
Şekil 5.172 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



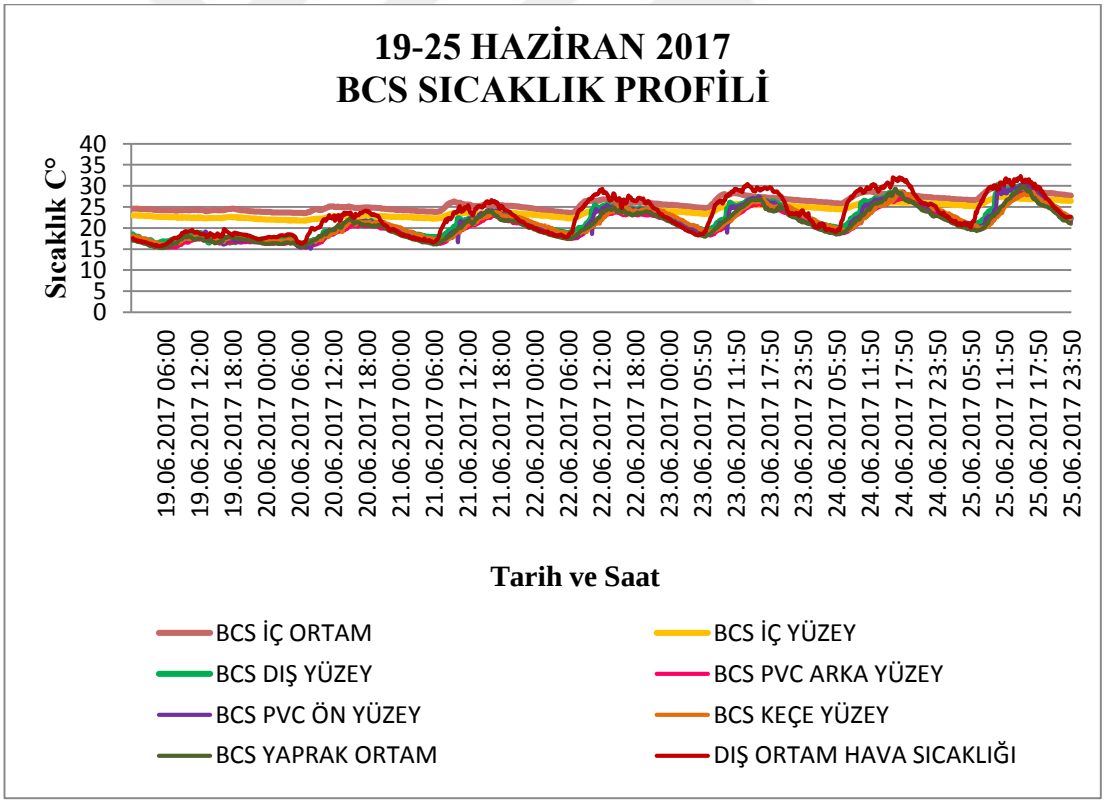
Şekil 5.173 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



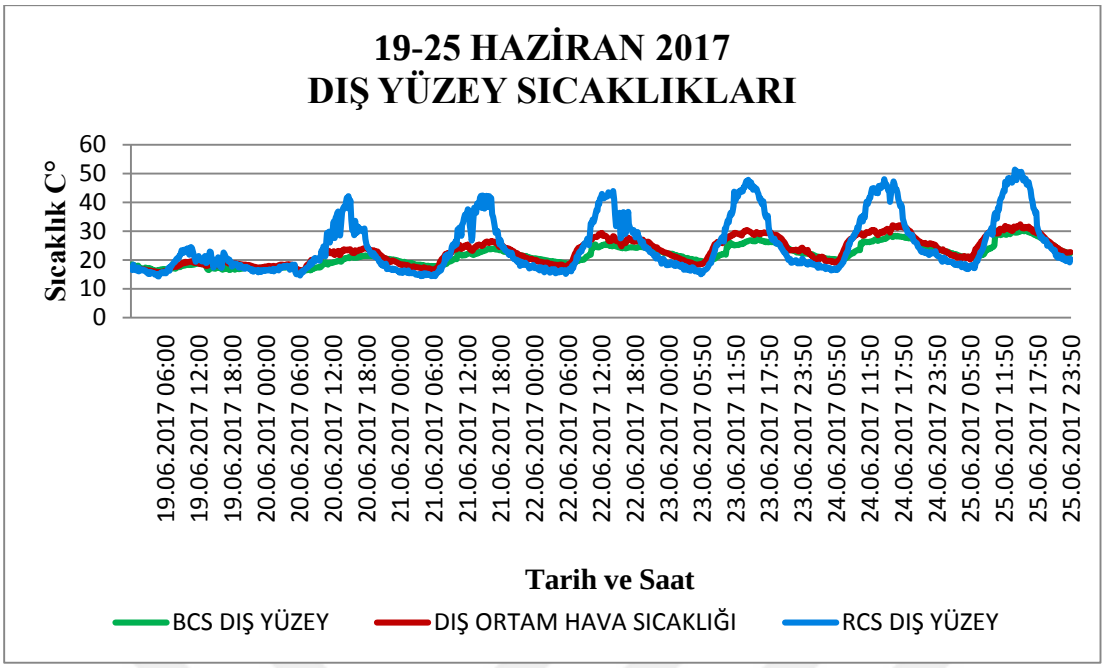
Şekil 5.174 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



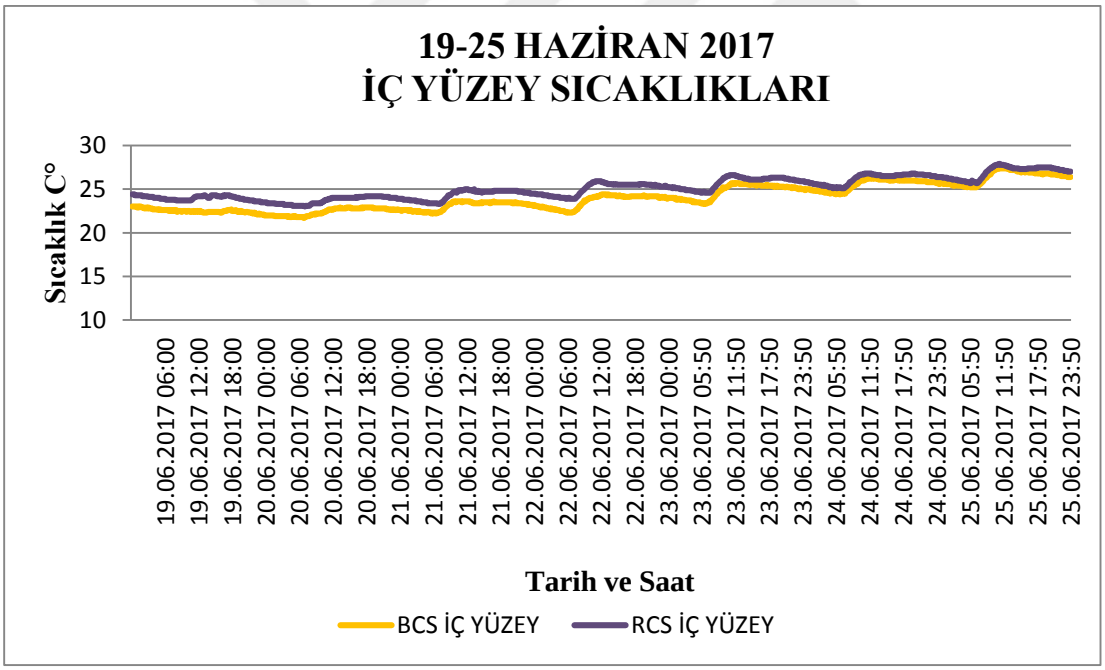
Şekil 5.175 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



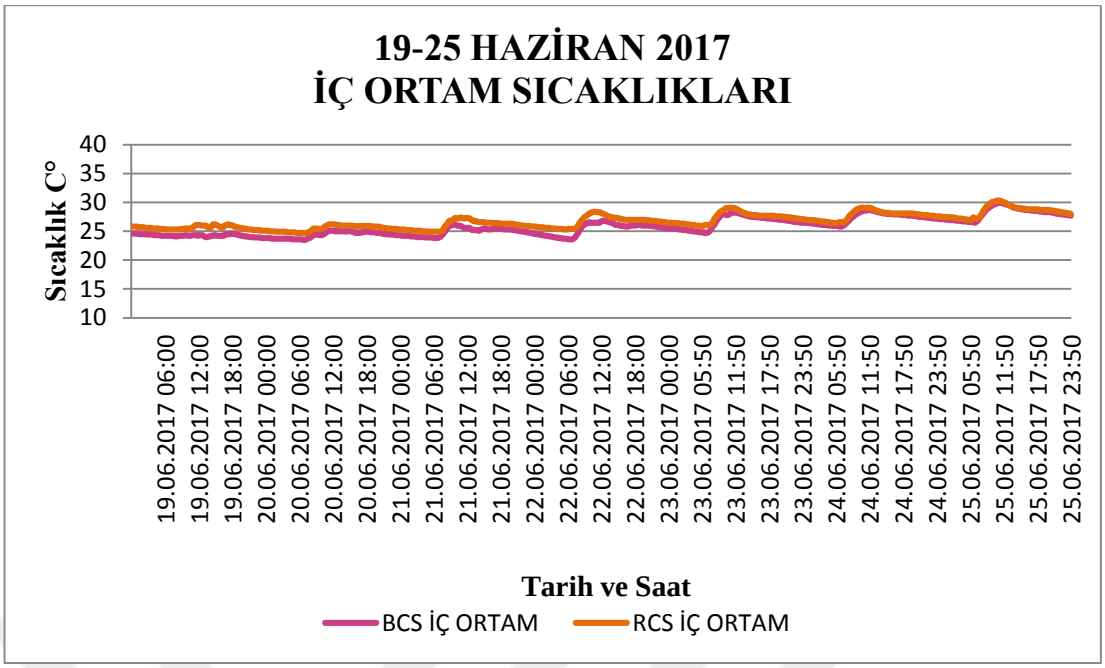
Şekil 5.176 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.177 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.178 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.179 : 19-25 Haziran 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

19 Haziran 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.180'de yer almaktadır.



Şekil 5.180 : 19 Haziran 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

26 Haziran – 02 Temmuz 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

26 Haziran –02 Temmuz 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 19°C-39.2°C ve %20-%92 arasında değişmiştir (Şekil 5.181). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.41'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 26 Haziran 2017 tarihinde saat 14:30'da ve 01 Temmuz 2017 tarihinde saat 14:10'da görülmüştür ve 341W/m^2 değerindedir (Şekil 5.182).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.183'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.42'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.11-0.12 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.87-0.90 arasında değişmiştir.

RCS sıcaklık profili

26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 19°C ile 39.2°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 16.6°C ile 53.1°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 21.4°C ile 29.5°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 20.9°C ile 31.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.184)

BCS sıcaklık profili

Verilen tarihlerde, dış ortam hava sıcaklıkları 19°C-39.2°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 19°C ile 33.1°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 19.8°C-32.2°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 19.6°C-35.3°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 19.2°C-31.8°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 20.2°C-35.9°C, bitkilendirilmiş duvar iç

yüzey sıcaklıkları 25.2°C-30°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 25.2°C-32.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.185).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 19°C-39.2°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 16.6°C-53.1°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 20.2°C ile 35.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.186)

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 21.4°C-29.5°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 25.2°C-30°C arasındadır (Şekil 5.187).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

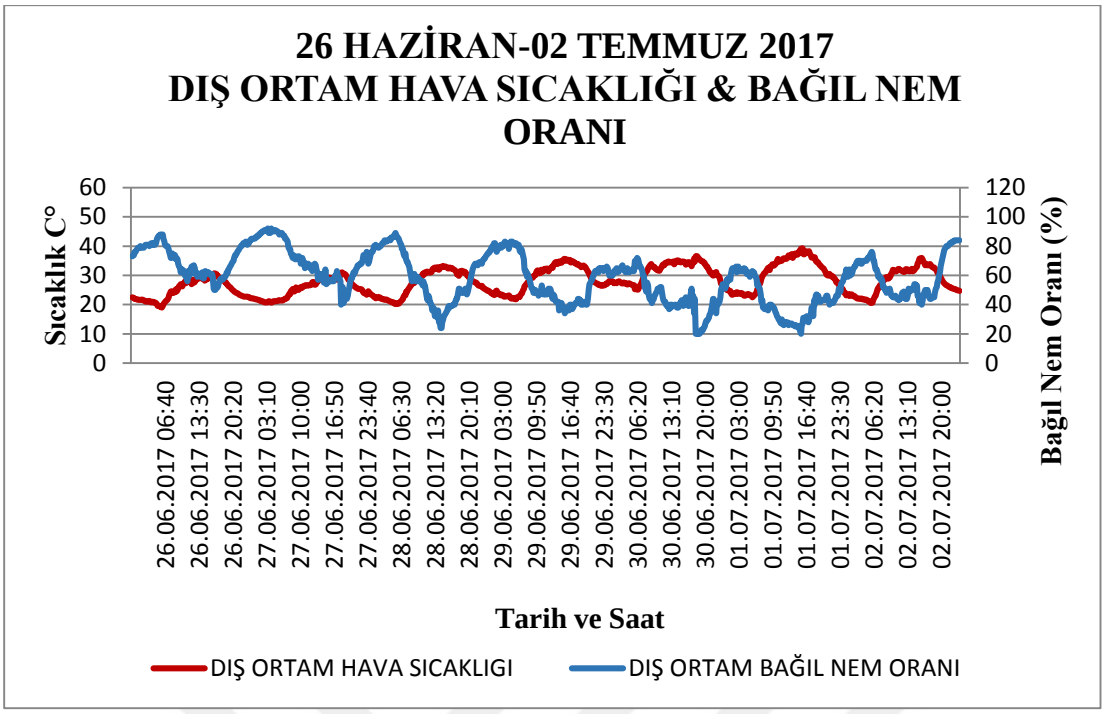
Verilen tarihlerde, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.9°C ile 31.9°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 25.2°C ile 32.4°C arasındadır (Şekil 5.188).

Çizelge 5.41 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

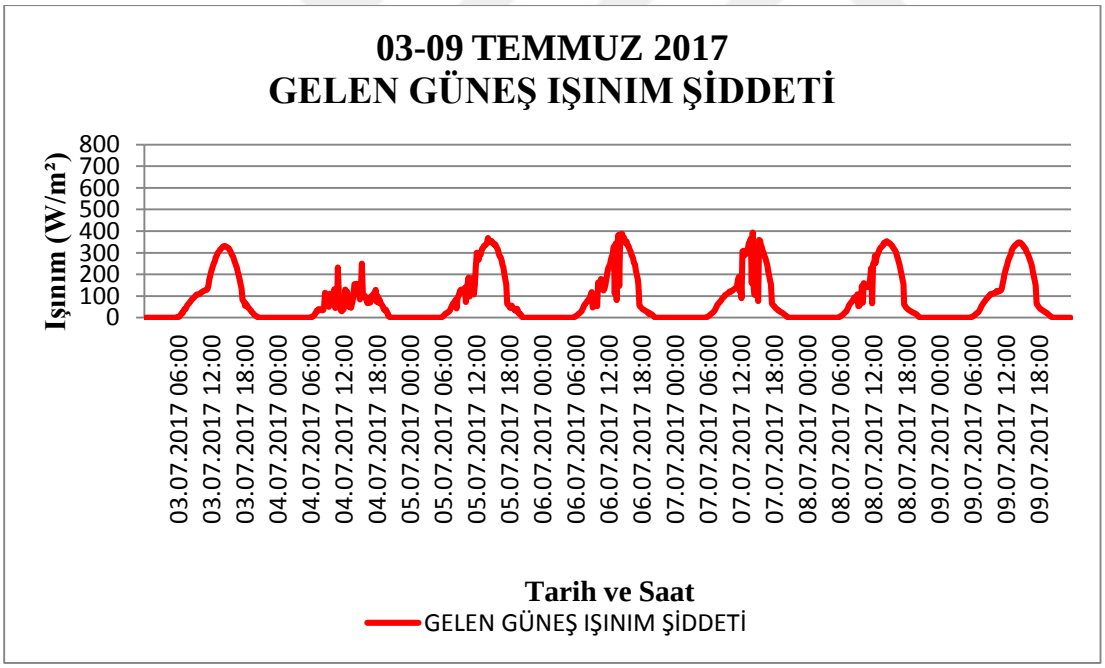
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
26 Haziran 2017	19	30.7	50	88
27 Haziran 2017	20.6	31	40	92
28 Haziran 2017	20.2	33.1	24	89
29 Haziran 2017	21.9	35.9	34	83
30 Haziran 2017	25.1	36.6	20	72
01 Temmuz 2017	22.5	39.2	20	66
02 Temmuz 2017	20.5	36	40	84

Çizelge 5.42 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

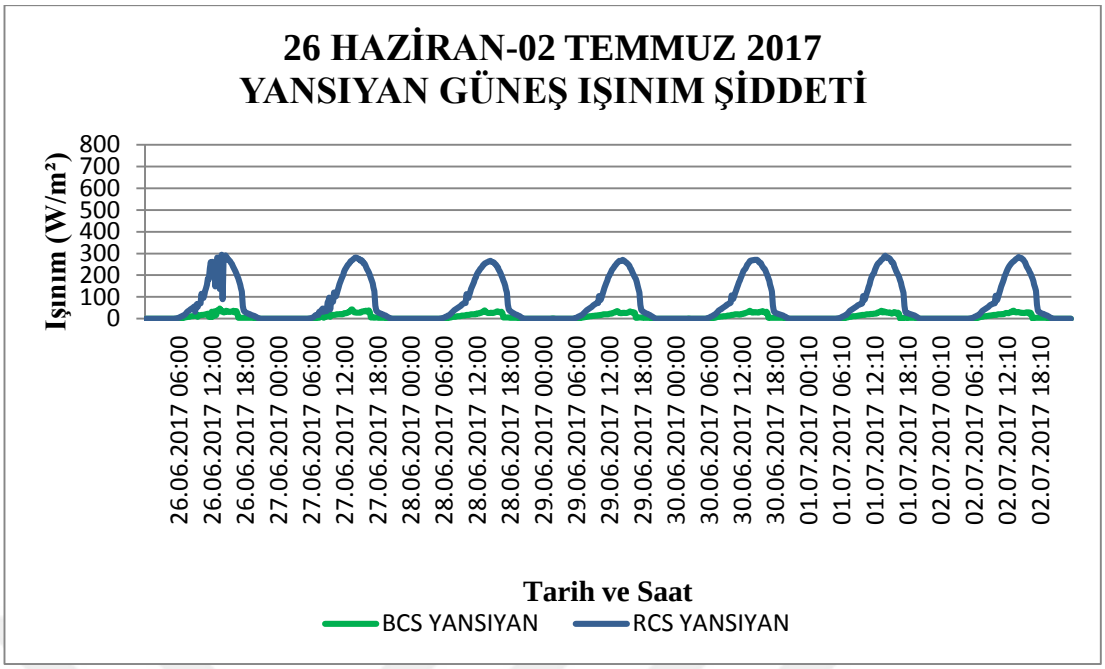
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
26 Haziran 2017	0.126	0.863
27 Haziran 2017	0.124	0.895
28 Haziran 2017	0.120	0.872
29 Haziran 2017	0.119	0.870
30 Haziran 2017	0.120	0.882
01 Temmuz 2017	0.122	0.906
02 Temmuz 2017	0.125	0.892



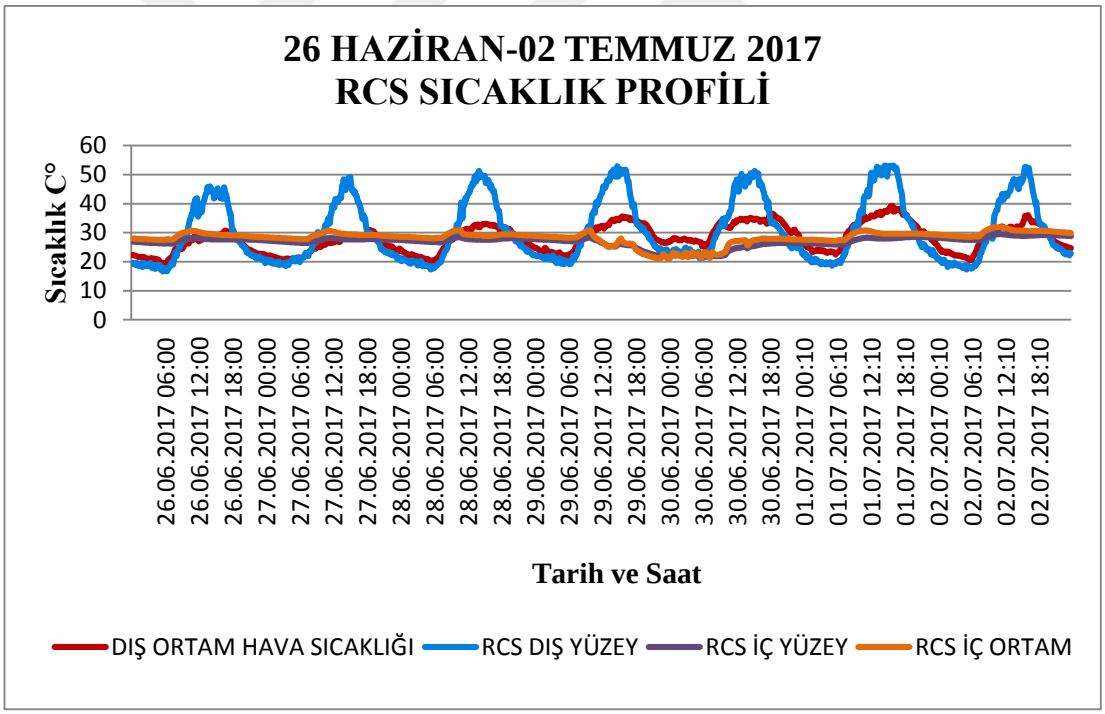
Şekil 5.181 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



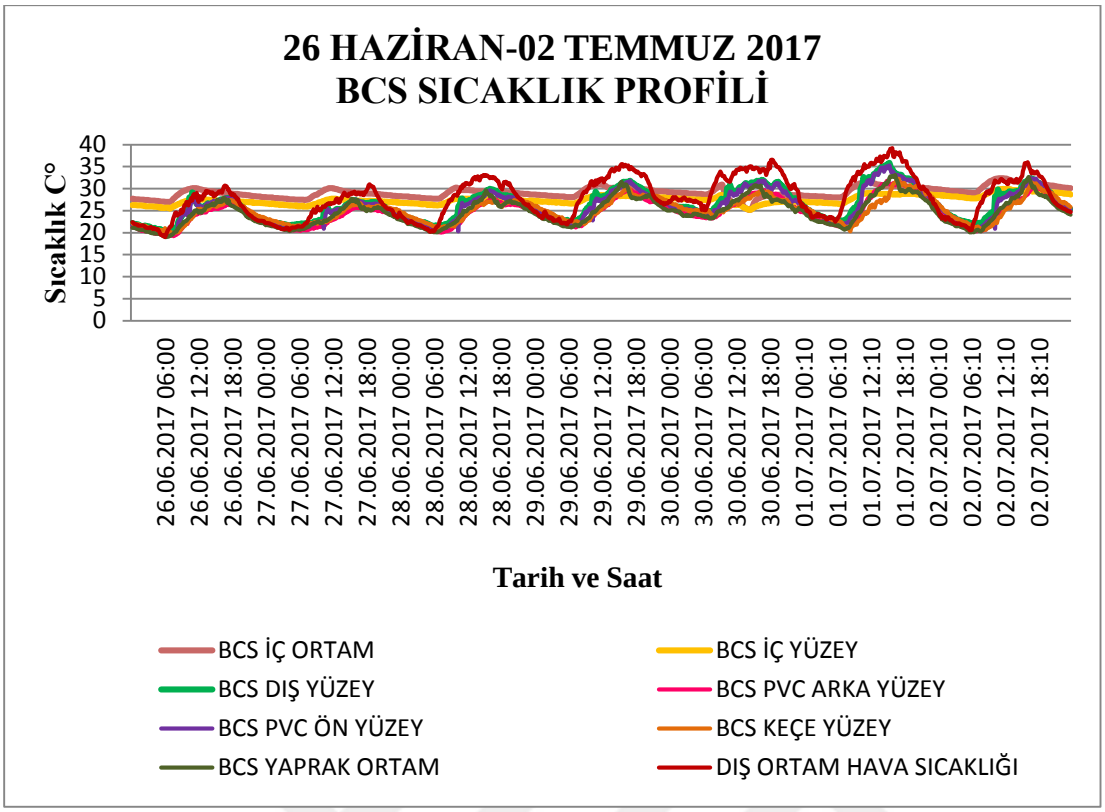
Şekil 5.182 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



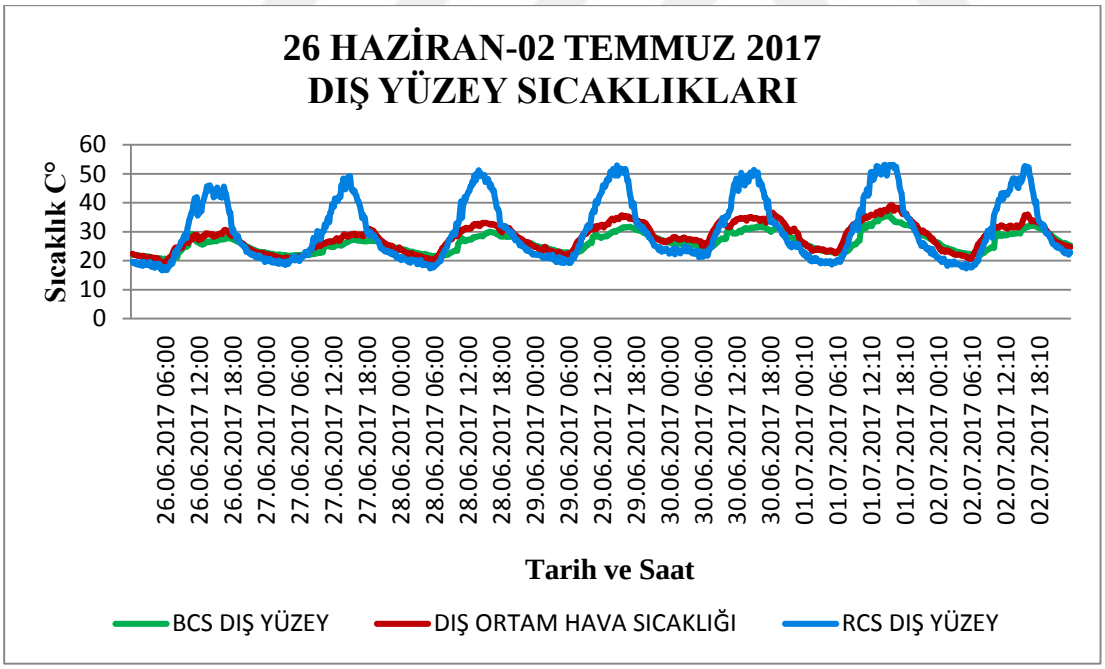
Şekil 5.183 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



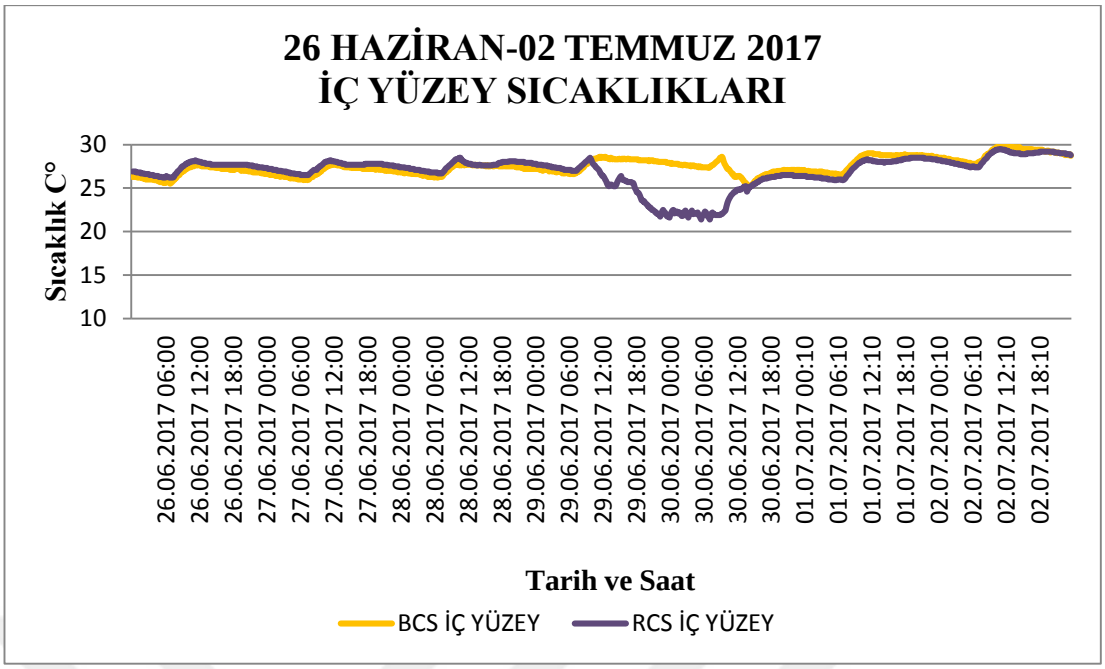
Şekil 5.184 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



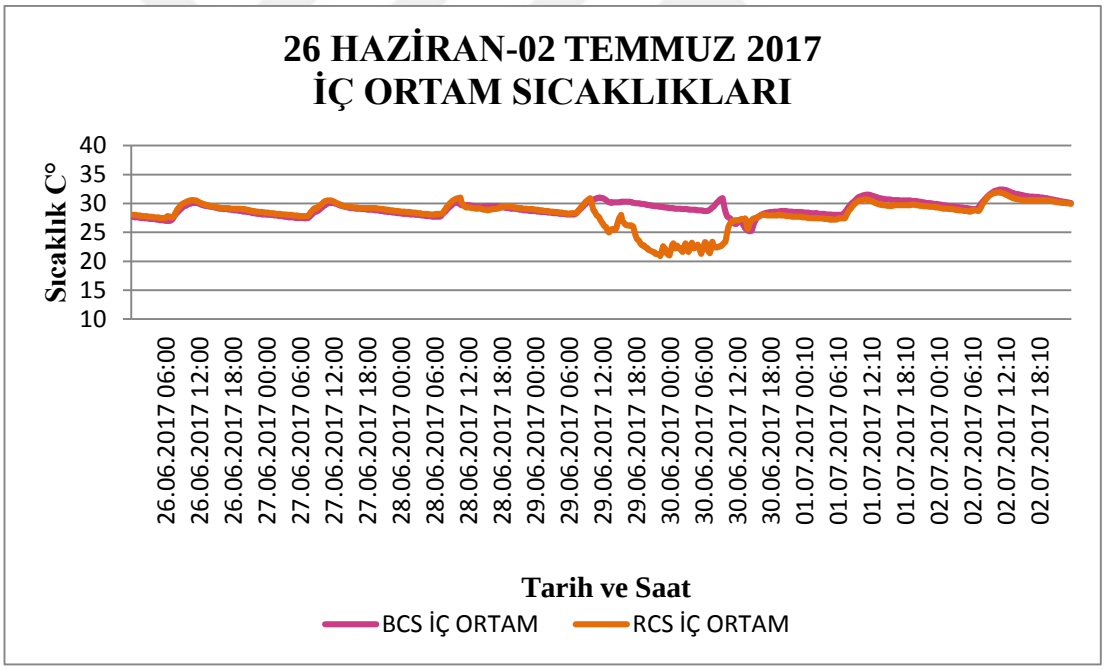
Şekil 5.185 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.186 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.187 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.188 : 26 Haziran – 02 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

28 Haziran 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.189'da yer almaktadır.



Şekil 5.189 : 28 Haziran 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

03-09 Temmuz 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 17.5°C-33.2°C ve %24-%89 arasındadır (Şekil 5.190). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.43'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 07 Temmuz 2017 tarihinde saat 14:10'da görülmüştür ve 393W/m^2 değerindedir (Şekil 5.191).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.192'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması

Çizelge 5.44'te görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.13-0.16 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.71-0.88 arasında değişmiştir (Çizelge 5.44).

RCS sıcaklık profili

03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 17.5°C ile 33.2°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 14.4°C ile 50.3°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 26°C ile 30°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 27.4°C ile 32.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.193).

BCS sıcaklık profili

03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 17.5°C ile 33.2°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 17.3°C ile 30.2°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 17.6°C ile 30.1°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 17.9°C ile 30.3°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 17.6°C ile 29°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 18.9°C ile 30.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 22.9°C ile 29.3°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.3°C ile 31.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.194).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 17.5°C ile 33.2°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 14.4°C ile 50.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 18.9°C ile 30.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.195).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 26°C ile 30°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 22.9°C ile 29.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.196).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

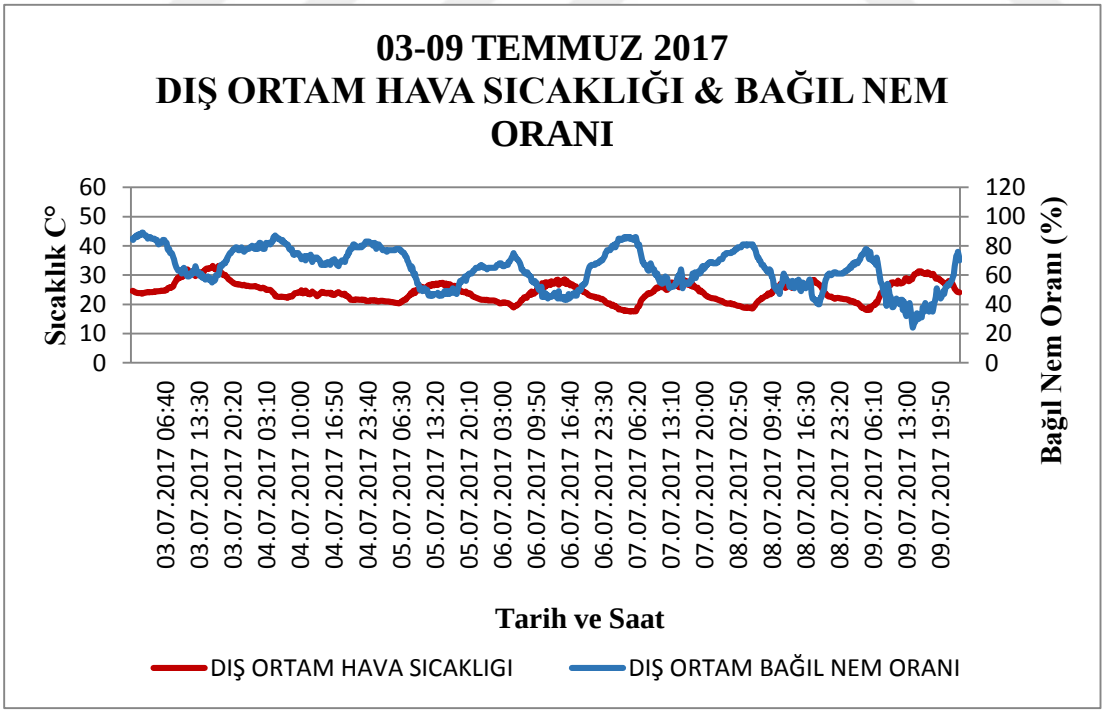
03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 27.4°C ile 32.3°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.3°C ile 31.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.197).

Çizelge 5.43 : 03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

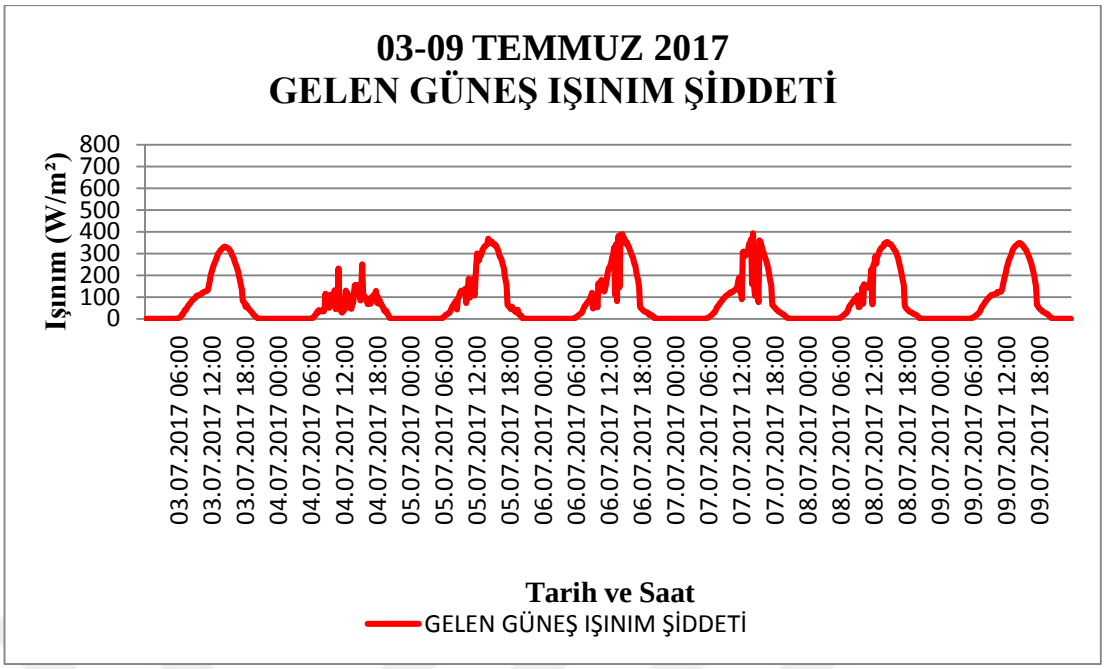
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
03 Temmuz 2017	23.6	33.2	55	89
04 Temmuz 2017	21.1	26.3	66	87
05 Temmuz 2017	20.4	27.4	46	83
06 Temmuz 2017	18.9	28.6	43	75
07 Temmuz 2017	17.5	28.3	51	86
08 Temmuz 2017	18.6	28.3	40	81
09 Temmuz 2017	18.1	31.3	24	78

Çizelge 5.44 : 03-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

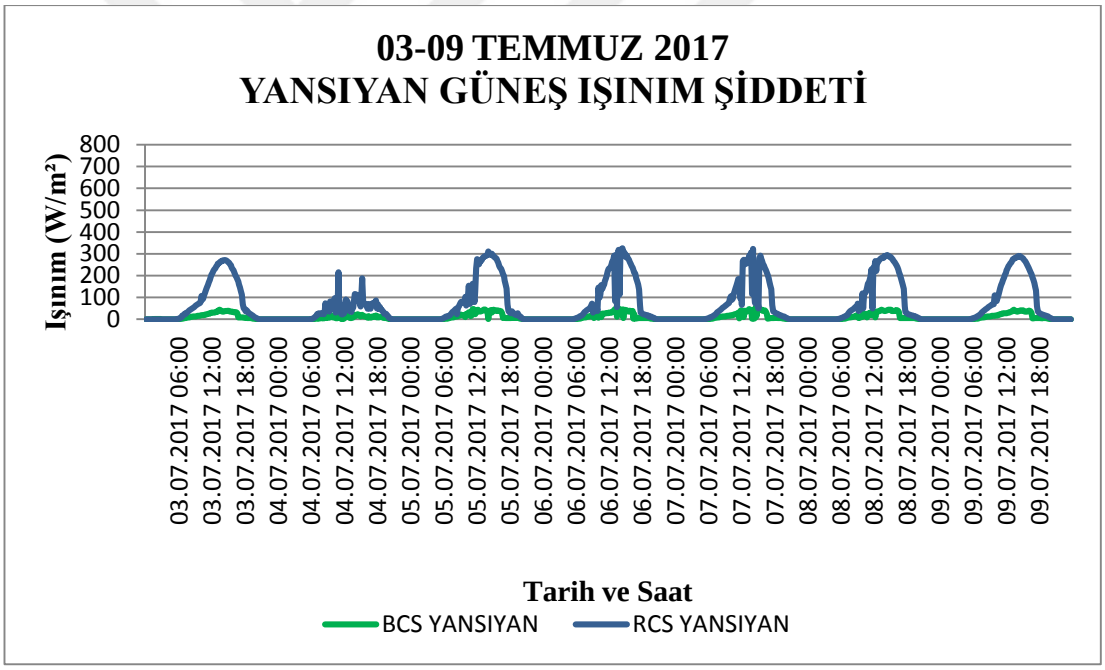
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
03 Temmuz 2017	0.136	0.854
04 Temmuz 2017	0.123	0.712
05 Temmuz 2017	0.154	0.806
06 Temmuz 2017	0.160	0.871
07 Temmuz 2017	0.155	0.815
08 Temmuz 2017	0.141	0.865
09 Temmuz 2017	0.132	0.881



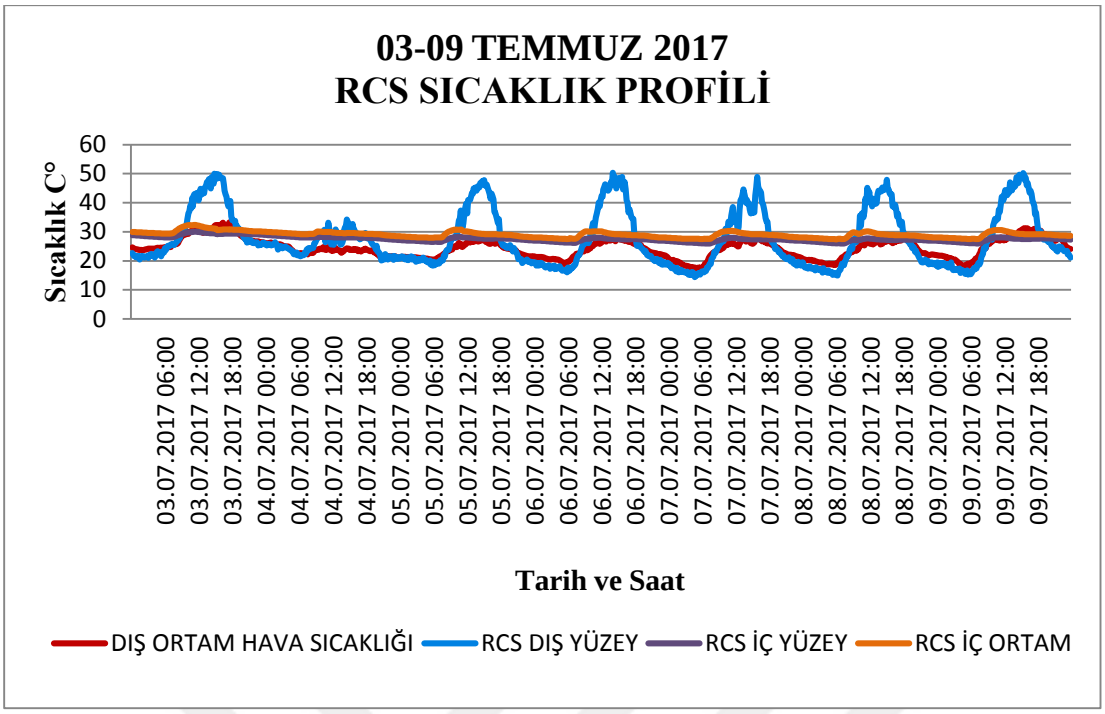
Şekil 5.190 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



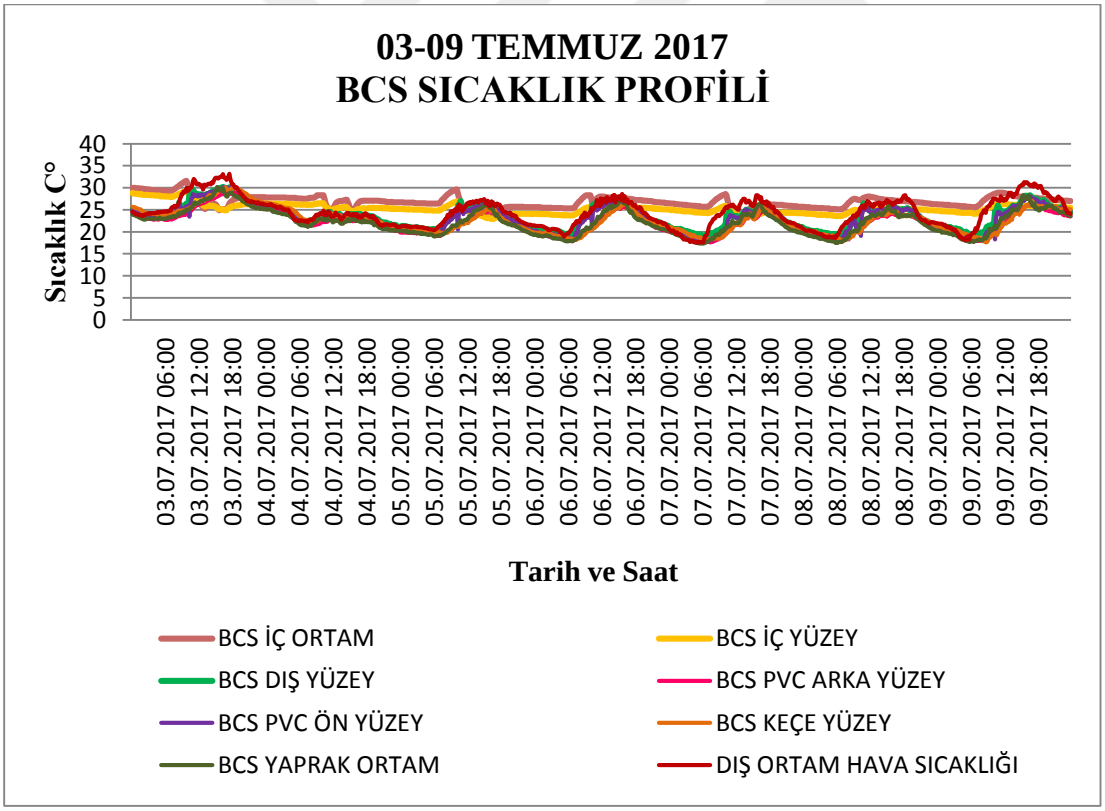
Şekil 5.191 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



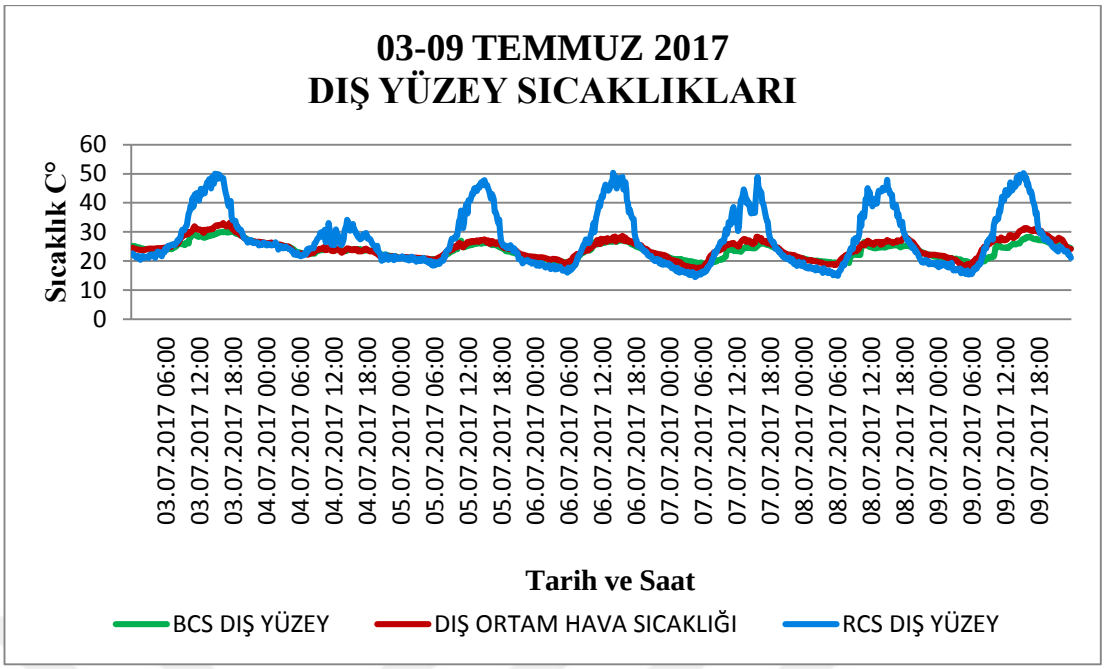
Şekil 5.192 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



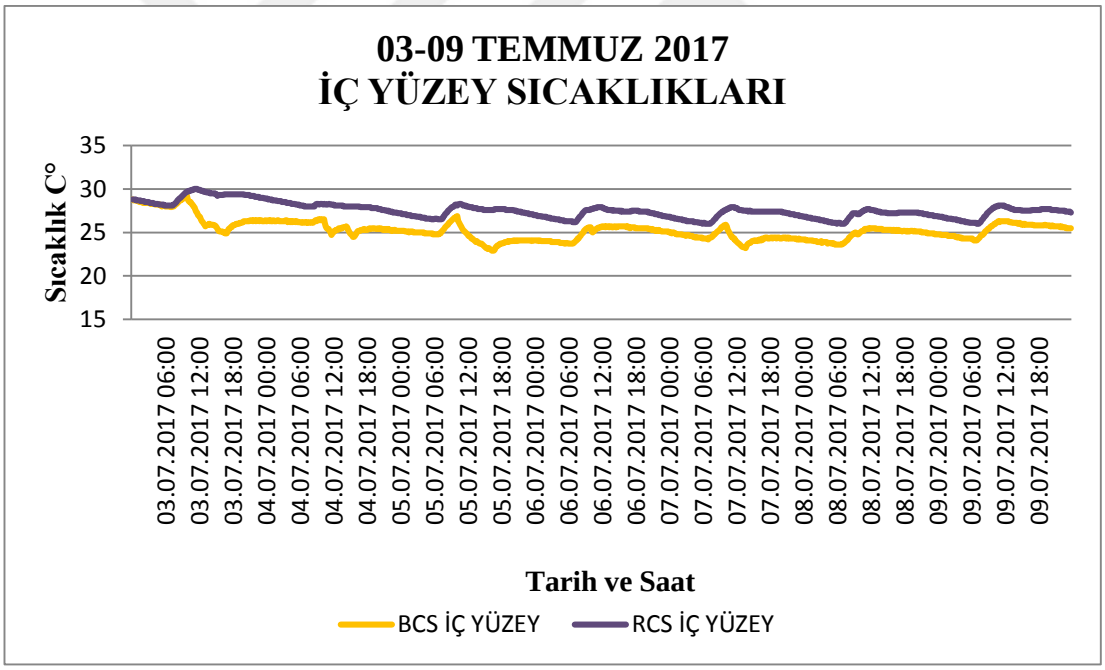
Şekil 5.193 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



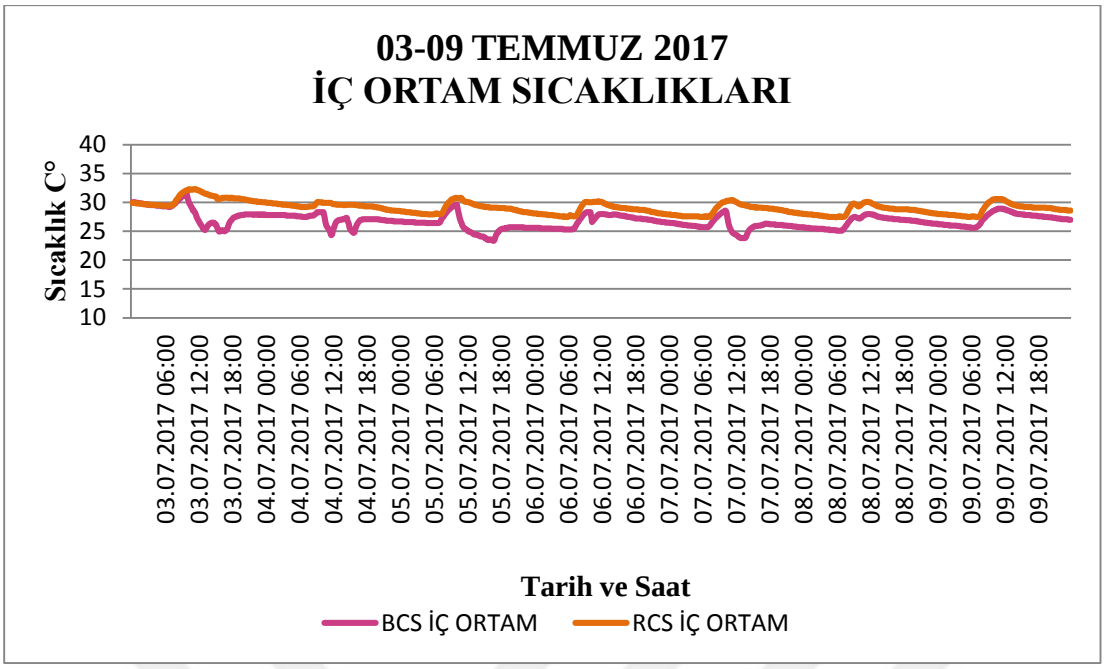
Şekil 5.194 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.195 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.196 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.197 : 03-09 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

03 Temmuz 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.197'de yer almaktadır.



Şekil 5.198 : 03 Temmuz 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

10-16 Temmuz 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

10-16 Temmuz 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 18.8°C-32.5°C ve %25-%91 arasındadır (Şekil 5.199). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.45'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Verilen tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 11 Temmuz 2017 tarihinde saat 14:10'da görülmüştür ve 415W/m^2'dir (Şekil 5.200).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

10-16 Temmuz 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.201'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.46'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.12-0.14 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.78-0.86 arasında değişmiştir (Çizelge 5.46).

RCS sıcaklık profili

10-16 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 18.8°C ile 32.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 16°C ile 53.2°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 23.8°C ile 27.8°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.9°C ile 30°C arasında değişmiştir (Şekil 5.202).

BCS sıcaklık profili

10-16 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 18.8°C ile 32.5°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 18.6°C ile 30.2°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 19.4°C ile 29.6°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 19.1°C ile 30.7°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 18.8°C ile 29.1°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 20.1°C ile 30.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 22.5°C ile 26.5°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 23.3°C ile 29°C arasında değişmiştir (Şekil 5.203).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

10-16 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 18.8°C ile 32.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 16°C ile 53.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 20.1°C ile 30.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.204).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 23.8°C-27.8°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 22.5°C-26.5°C arasındadır (Şekil 5.205).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

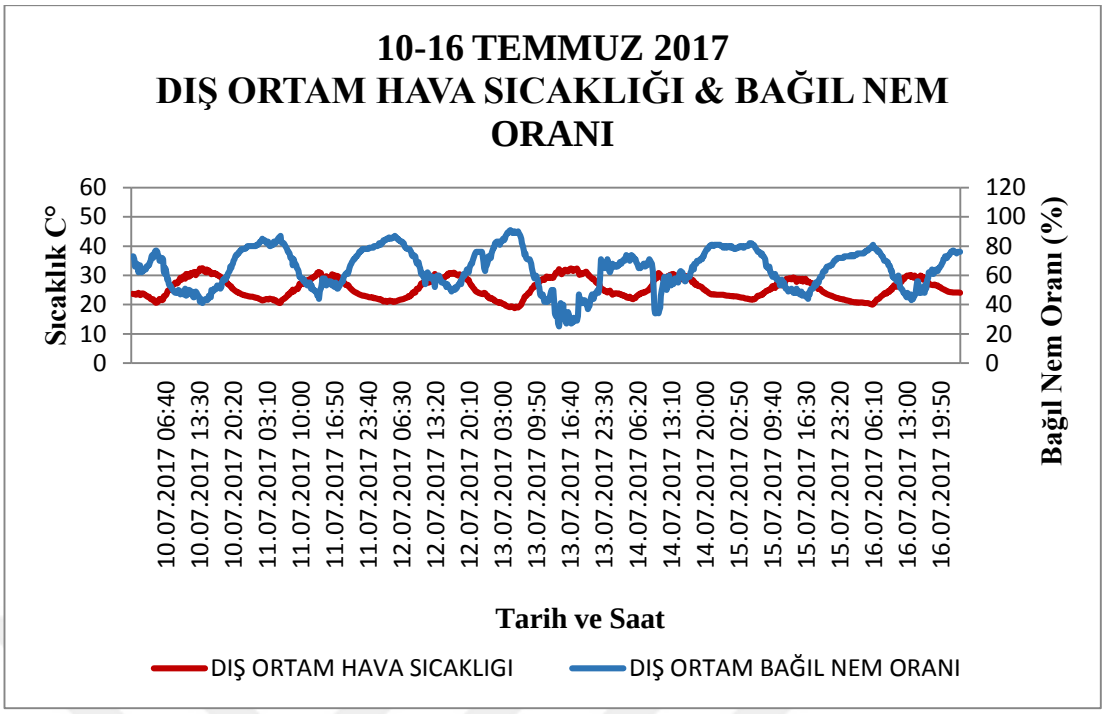
10-16 Temmuz 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.9°C ile 30°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.3°C ile 29°C arasında değişmiştir (Şekil 5.206).

Çizelge 5.45 : 10-16 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

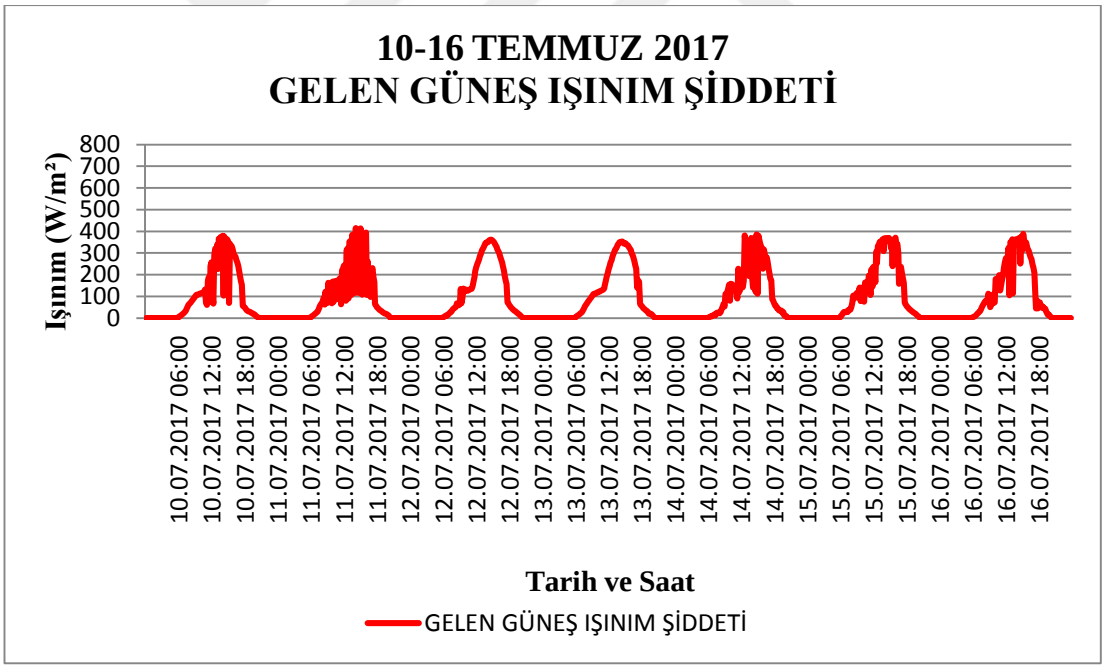
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
10 Temmuz 2017	20.7	32.5	41	80
11 Temmuz 2017	20.5	31.2	44	87
12 Temmuz 2017	21	30.9	49	87
13 Temmuz 2017	18.8	32.3	25	91
14 Temmuz 2017	21.9	30.8	34	81
15 Temmuz 2017	21.7	29.3	44	82
16 Temmuz 2017	20	30.1	43	81

Çizelge 5.46 : 10-16 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

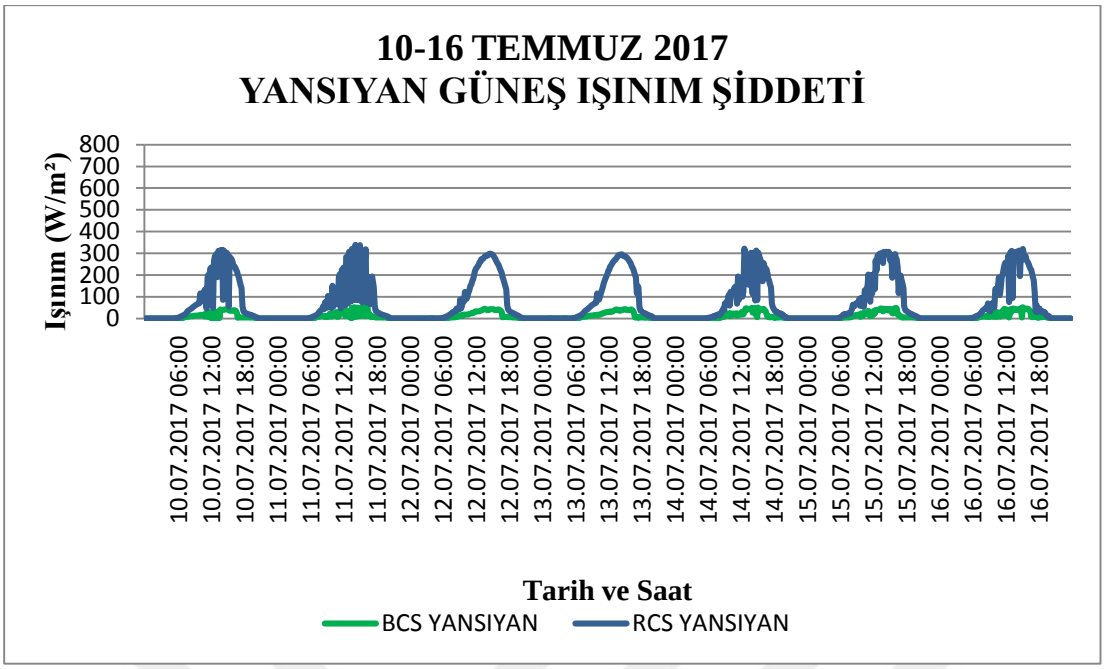
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
10 Temmuz 2017	0.120	0.830
11 Temmuz 2017	0.145	0.806
12 Temmuz 2017	0.135	0.869
13 Temmuz 2017	0.132	0.862
14 Temmuz 2017	0.141	0.784
15 Temmuz 2017	0.136	0.815
16 Temmuz 2017	0.126	0.838



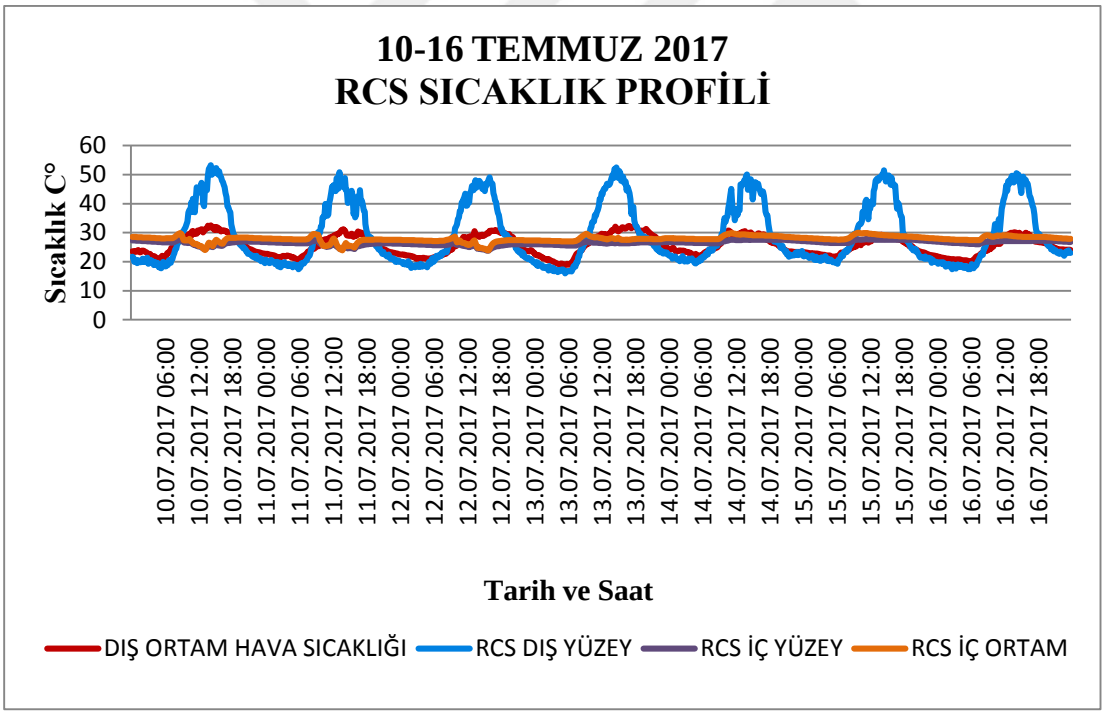
Şekil 5.199 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



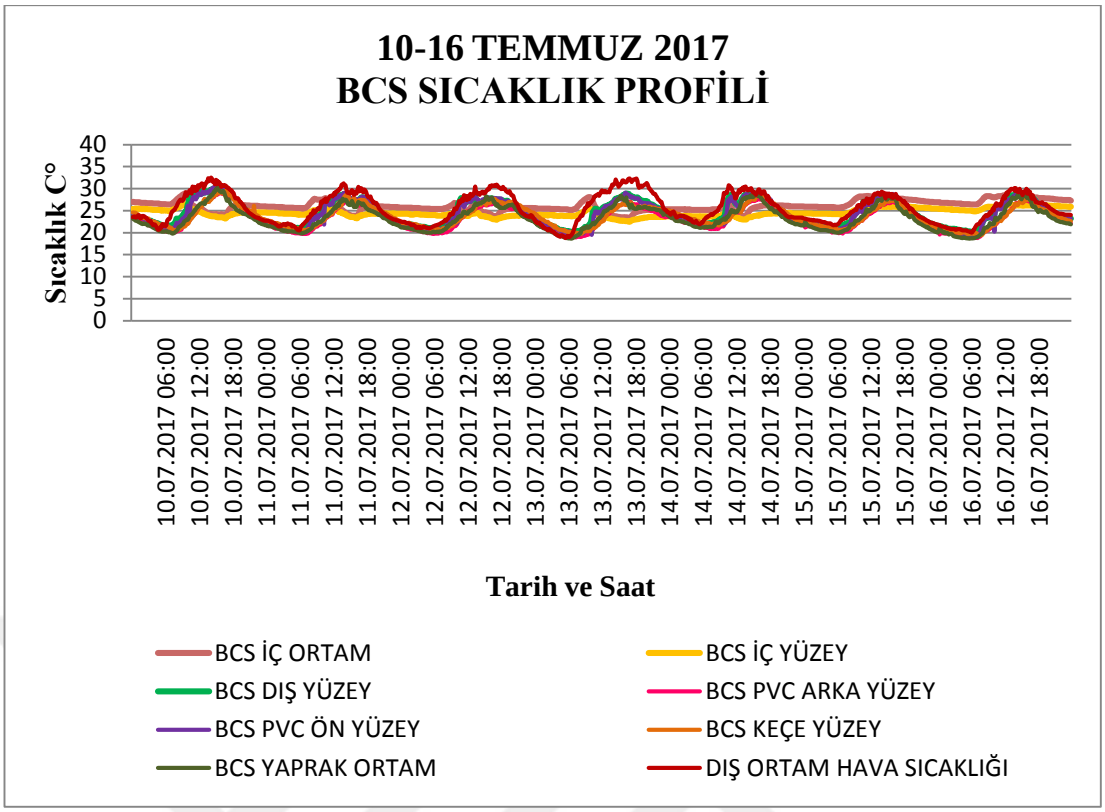
Şekil 5.200 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



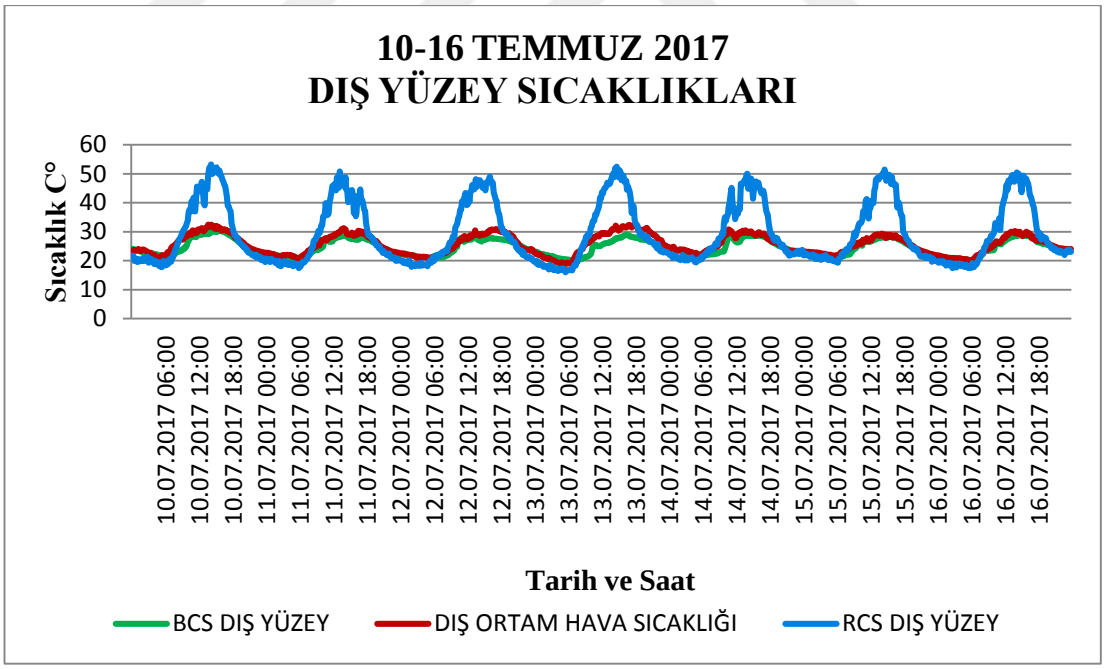
Şekil 5.201 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



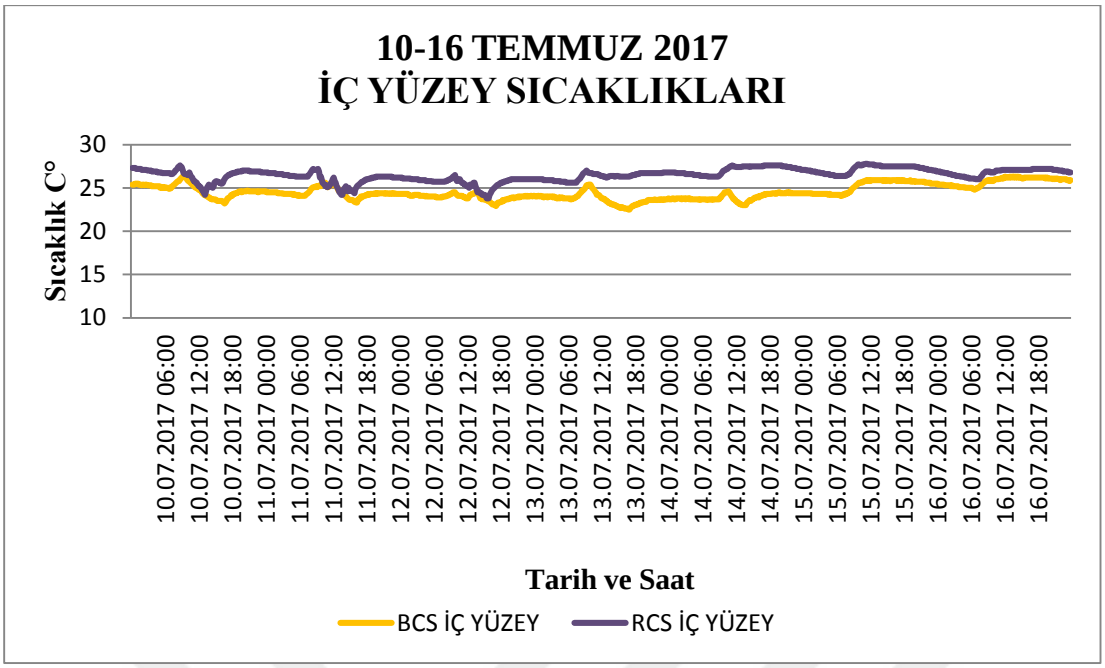
Şekil 5.202 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



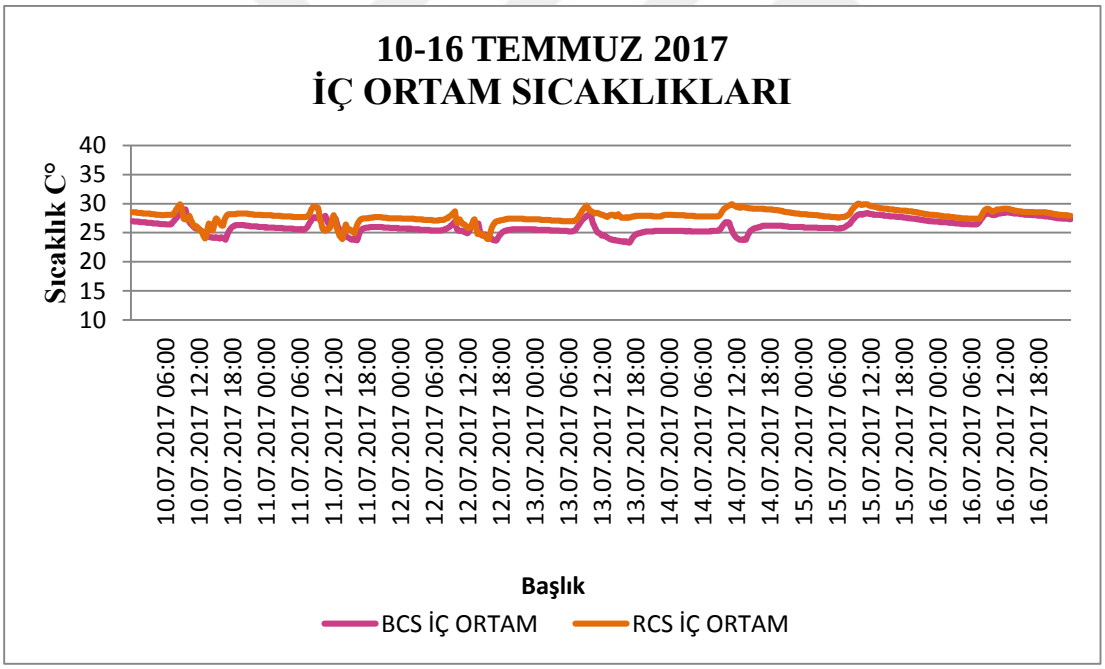
Şekil 5.203 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.204 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.205 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.206 : 10-16 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

10 Temmuz 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.207'de yer almaktadır.



Şekil 5.207 : 10 Temmuz 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

17-23 Temmuz 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 19.4°C ile 32.5°C ve %30 ile %92 arasında değişmiştir (Şekil 5.208). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.47'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 18 Temmuz 2017 tarihinde saat 15:10'da görülmüştür ve 459W/m^2 değerindedir (Şekil 5.209).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 4.210'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması

Çizelge 5.48'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.12-0.14 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.68-0.87 arasında değişmiştir (Çizelge 5.48).

RCS sıcaklık profili

17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 19.4°C ile 32.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 16°C ile 52.7°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 23.8°C ile 28.1°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.2°C ile 30.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.211).

BCS sıcaklık profili

17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 19.4°C ile 32.5°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 18.9°C ile 30.2°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 20°C ile 29.1°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 19.7°C ile 30.3°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 19.2°C ile 28.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 20.4°C ile 30.2°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 22.6°C ile 27.7°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23°C ile 30.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.212).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 19.4°C ile 32.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 16°C ile 52.7°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 20.4°C ile 30.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.213).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 23.8°C ile 28.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 22.6°C ile 27.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.214).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

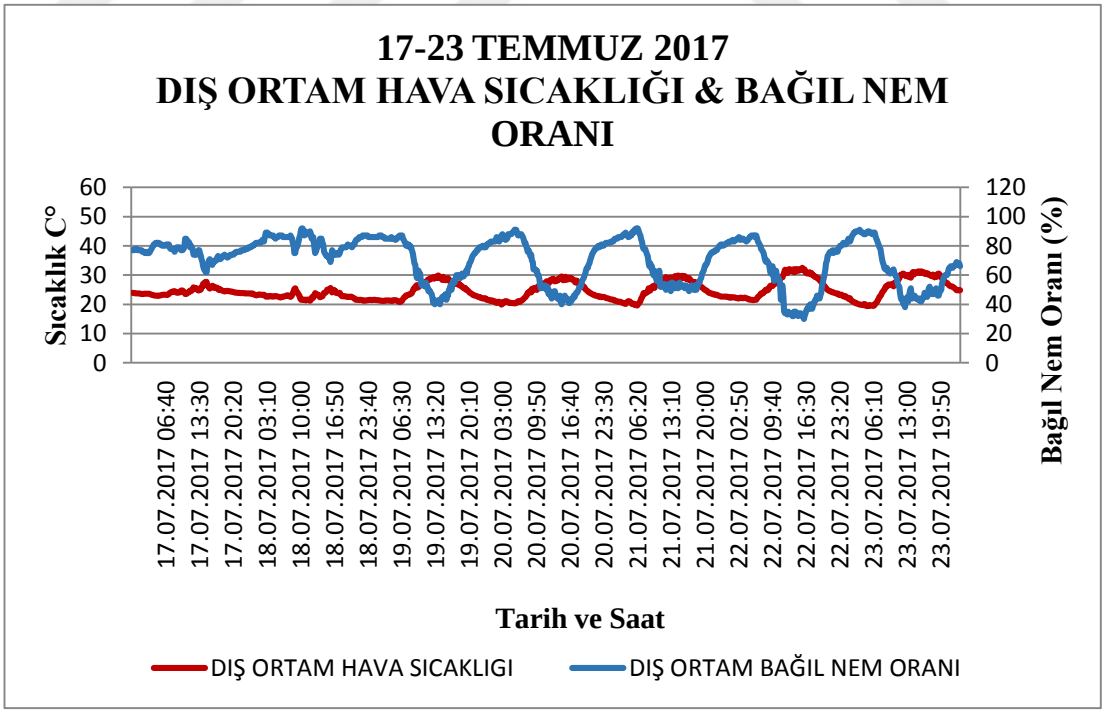
17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.2°C ile 30.5°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23 °C ile 30.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.215).

Çizelge 5.47 : 17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

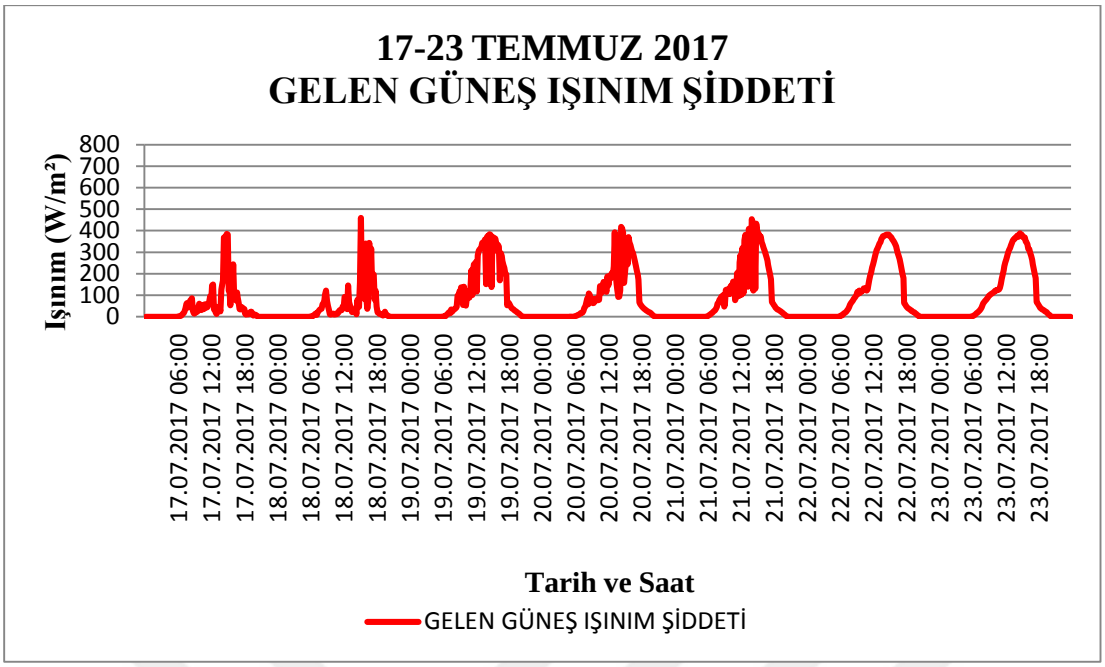
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
17 Temmuz 2017	22.9	27.7	62	85
18 Temmuz 2017	21.2	25.6	69	92
19 Temmuz 2017	20.8	29.9	40	87
20 Temmuz 2017	19.9	29.5	40	91
21 Temmuz 2017	19.6	29.9	49	92
22 Temmuz 2017	21.4	32.5	30	87
23 Temmuz 2017	19.4	31.3	38	91

Çizelge 5.48 : 17-23 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

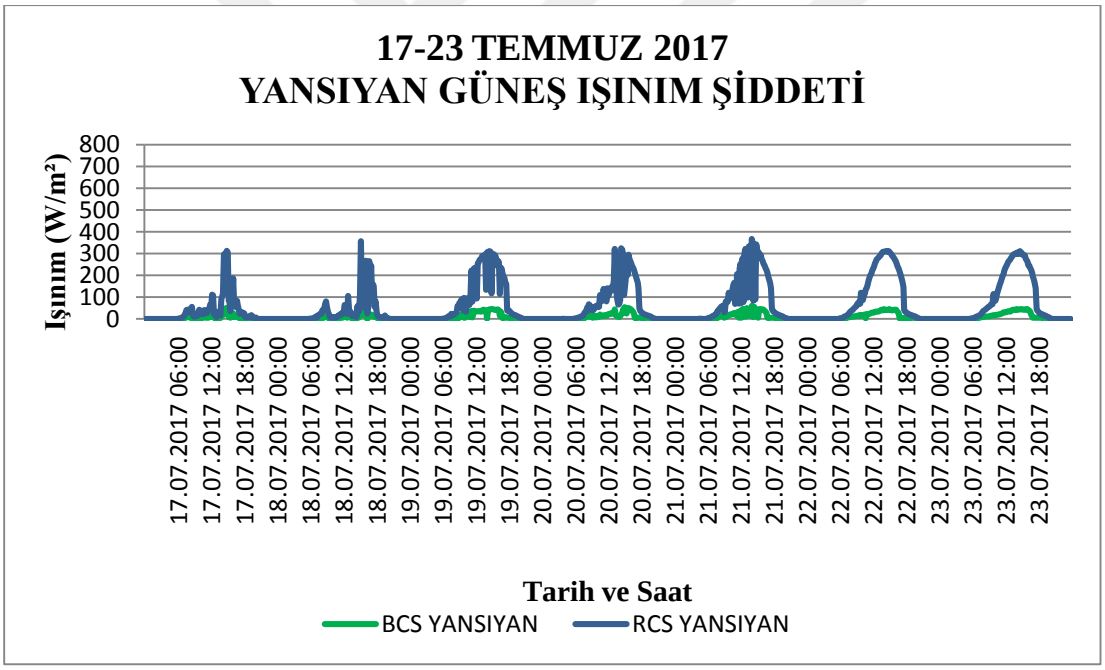
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
17 Temmuz 2017	0.129	0.704
18 Temmuz 2017	0.141	0.681
19 Temmuz 2017	0.146	0.801
20 Temmuz 2017	0.125	0.727
21 Temmuz 2017	0.132	0.803
22 Temmuz 2017	0.123	0.878
23 Temmuz 2017	0.130	0.862



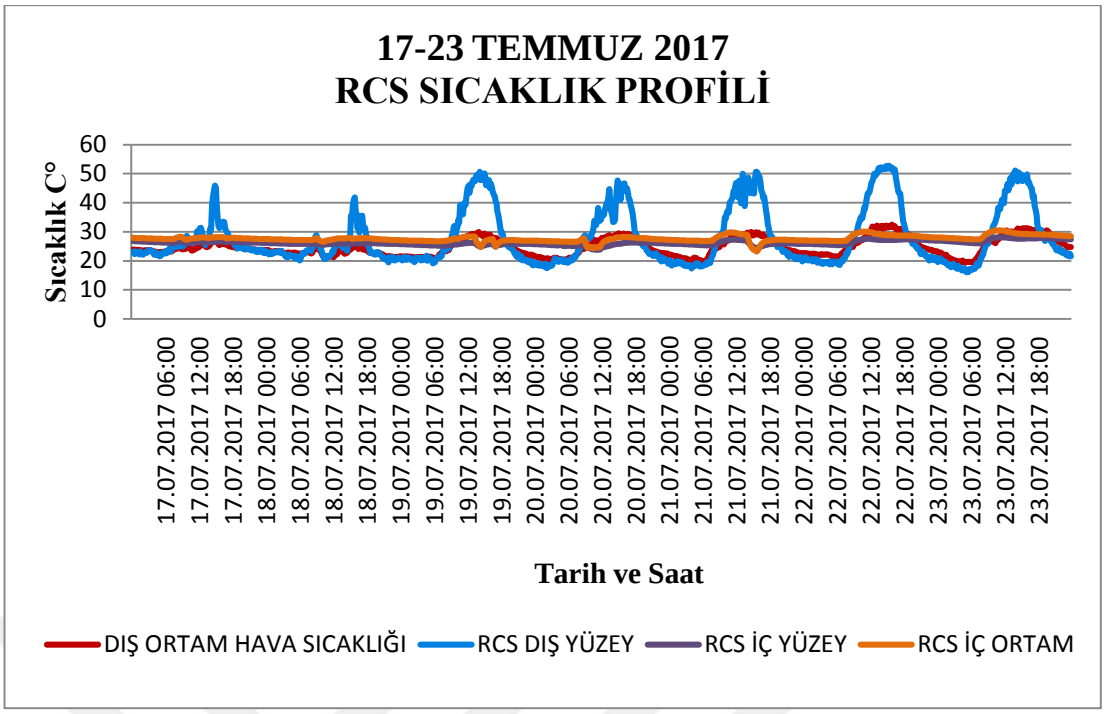
Şekil 5.208 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



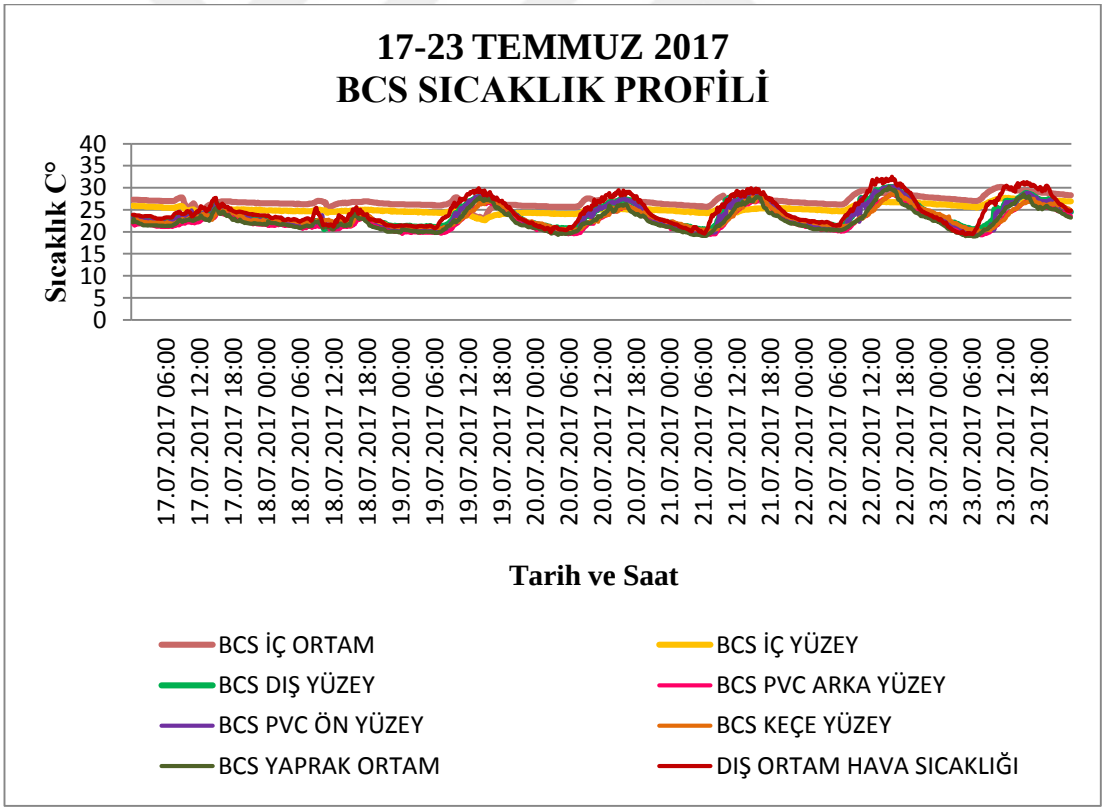
Şekil 5.209 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



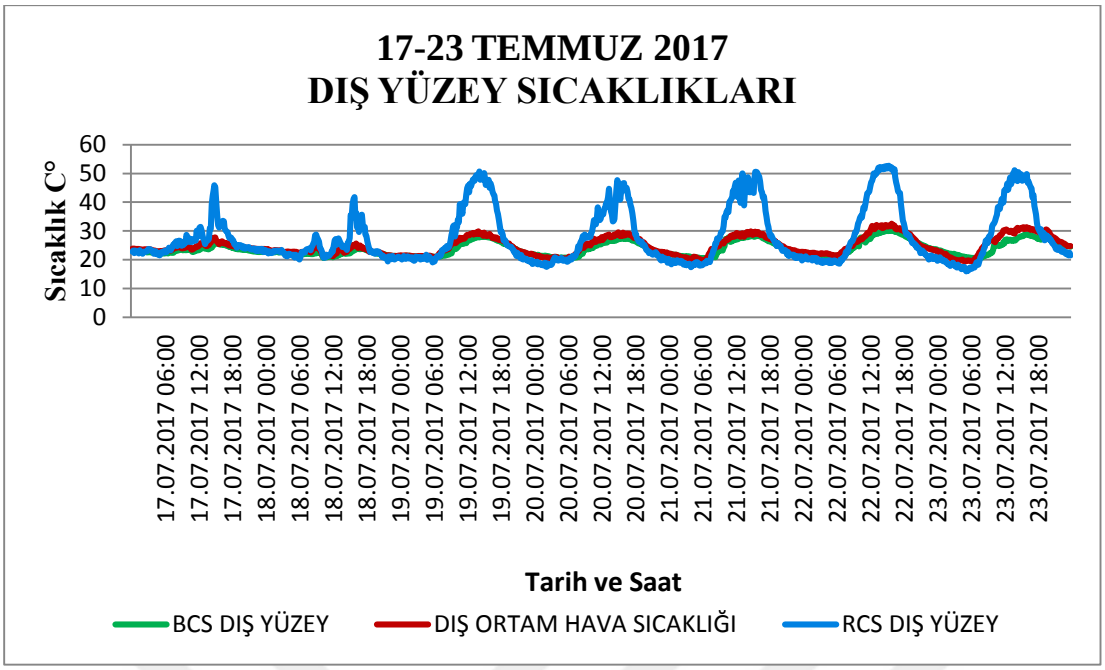
Şekil 5.210 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



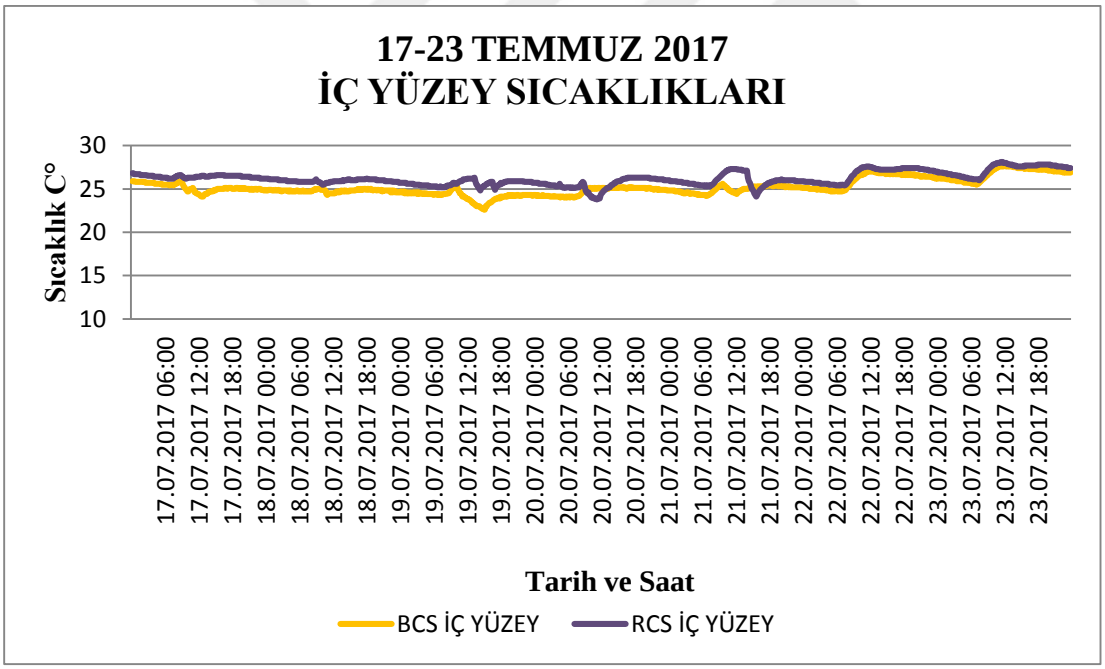
Şekil 5.211 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



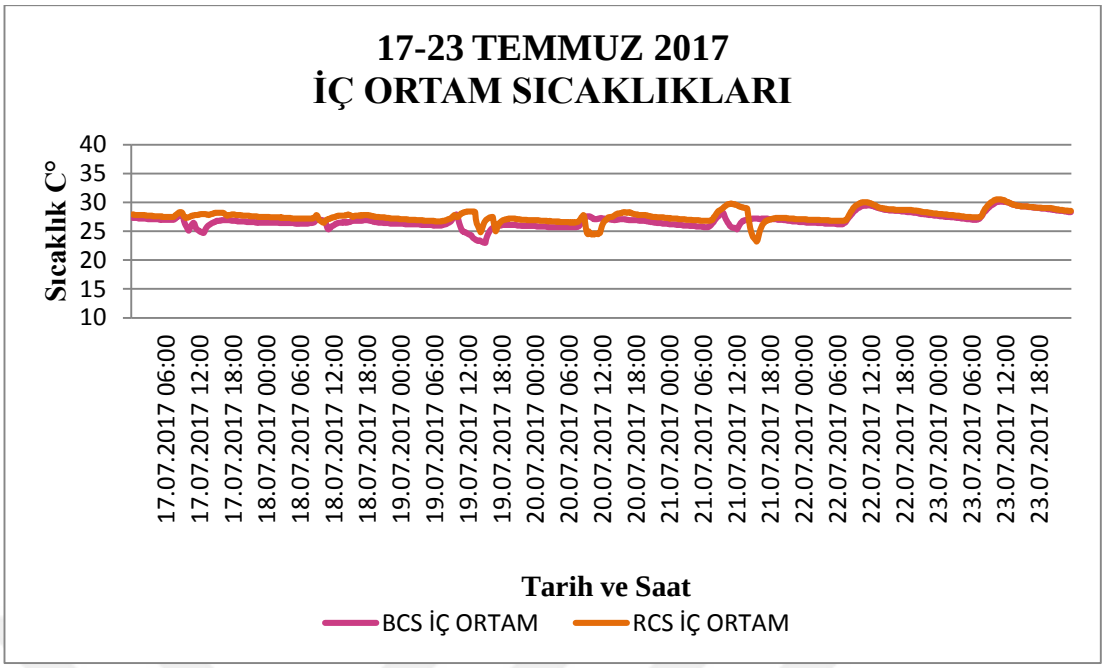
Şekil 5.212 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.213 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.214 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.215 : 17-23 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

17 Temmuz 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.216'da yer almaktadır.



Şekil 5.216 : 17 Temmuz 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

24-30 Temmuz 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

24-30 Temmuz 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 19.4°C-34.8°C ve %29-%95 arasındadır (Şekil 4.268). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 4.59'da verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Verilen tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 30 Temmuz 2017 tarihinde saat 14:20'de görülmüştür ve 443W/m^2'dir (Şekil 4.269).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

24-30 Temmuz 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 4.270'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 4.50'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.12-0.16 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.78-0.88 arasında değişmiştir (Çizelge 4.50).

RCS sıcaklık profili

24-30 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 19.4°C ile 34.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 16.6°C ile 53.2°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 24.7°C ile 28.1°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.7°C ile 30.7°C arasında değişmiştir (Şekil 4.271).

BCS sıcaklık profili

24-30 Temmuz 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 19.4°C ile 34.8°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 18.5°C ile 31.1°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 18.4°C ile 31.4°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 18.5°C ile 32.3°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 18.3°C ile 30°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 17.6°C ile 31.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 22.3°C ile 27.7°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 22.7°C ile 30.3°C arasında değişmiştir (Şekil 4.272).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihler arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 19.4°C ile 34.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 16.6°C ile 53.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 17.6°C ile 31.1°C arasında değişmiştir (Şekil 4.273).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 24.7°C-28.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 22.3°C-27.7°C arasındadır (Şekil 4.274).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

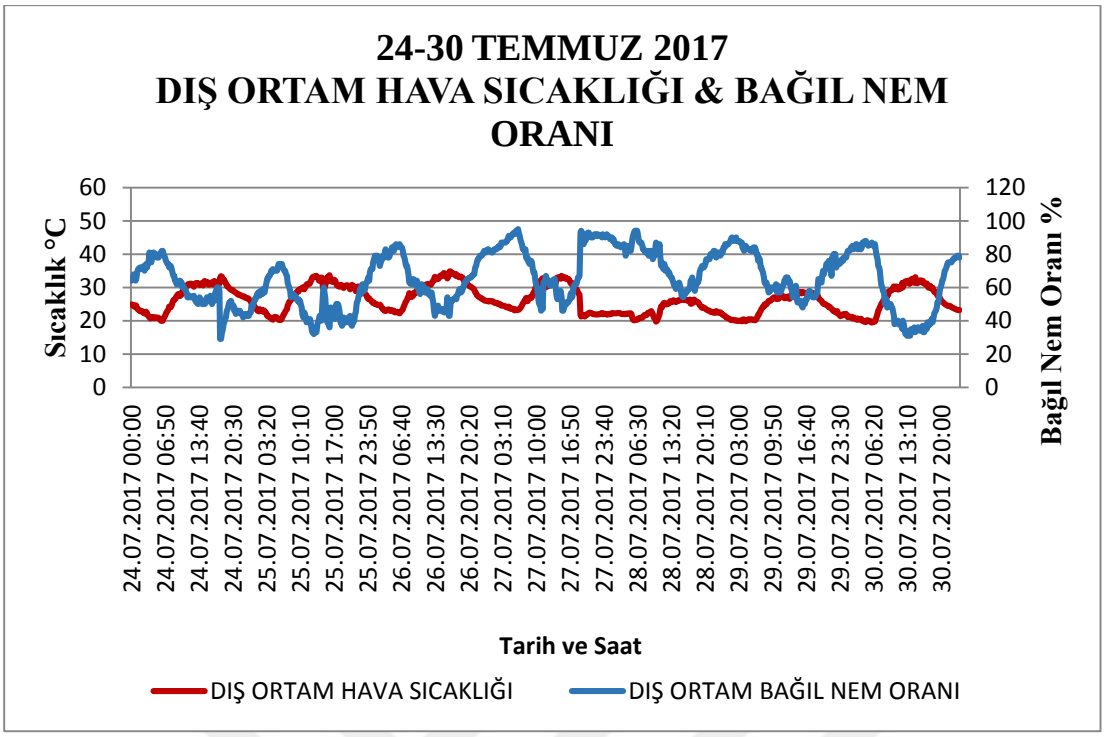
24-30 Temmuz 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.7°C ile 30.7°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 22.7 °C ile 30.3°C arasında değişmiştir (Şekil 4.275).

Çizelge 5.49 : 24-30 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

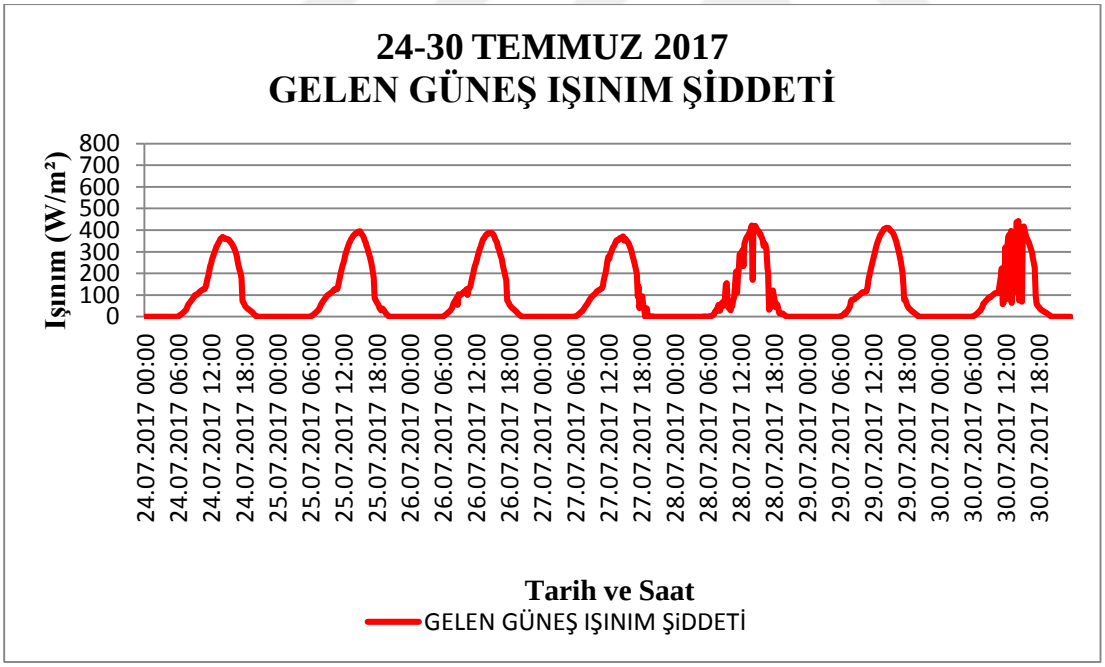
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
24 Temmuz 2017	19.9	33.4	29	82
25 Temmuz 2017	20.2	33.7	32	74
26 Temmuz 2017	22.2	34.8	43	86
27 Temmuz 2017	21.3	33.5	46	95
28 Temmuz 2017	19.7	26.6	54	94
29 Temmuz 2017	19.8	28.7	48	90
30 Temmuz 2017	19.4	33.1	31	88

Çizelge 5.50 : 24-30 Temmuz 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

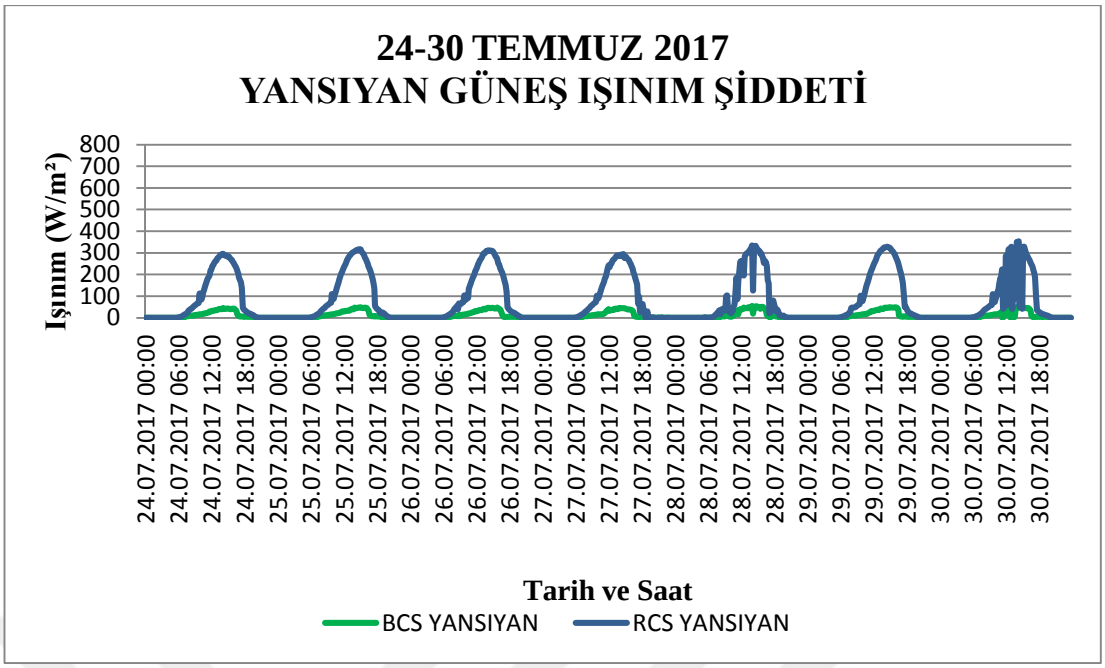
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
24 Temmuz 2017	0.127	0.848
25 Temmuz 2017	0.125	0.857
26 Temmuz 2017	0.127	0.846
27 Temmuz 2017	0.125	0.839
28 Temmuz 2017	0.135	0.780
29 Temmuz 2017	0.125	0.881
30 Temmuz 2017	0.161	0.835



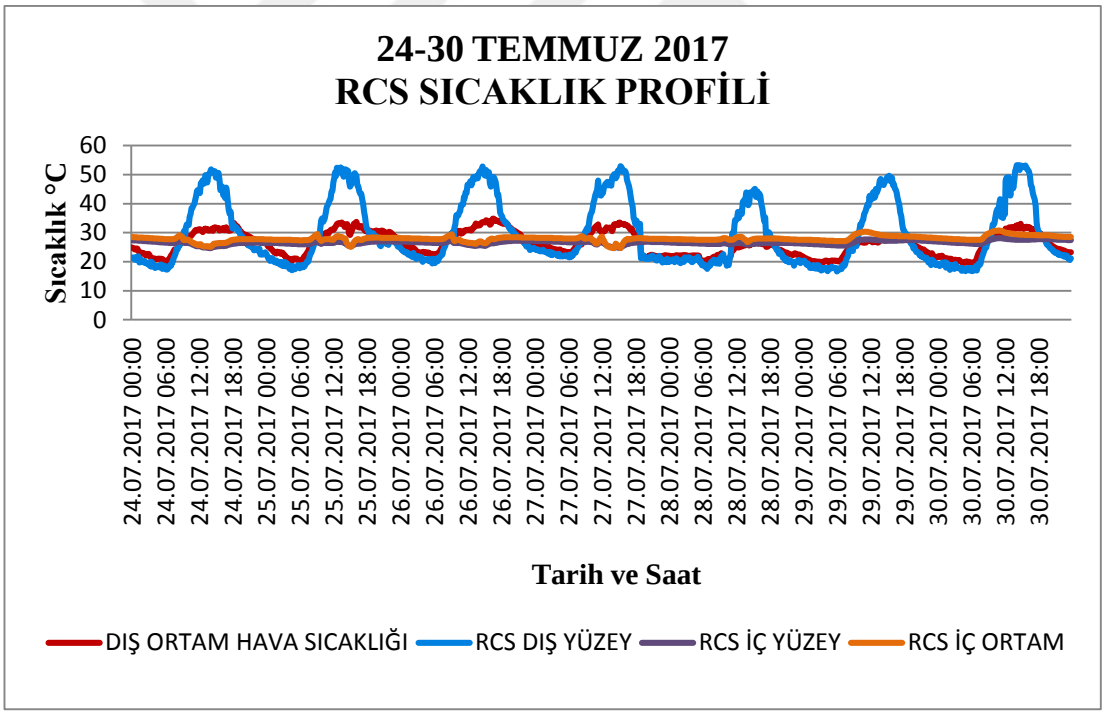
Şekil 5.217 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



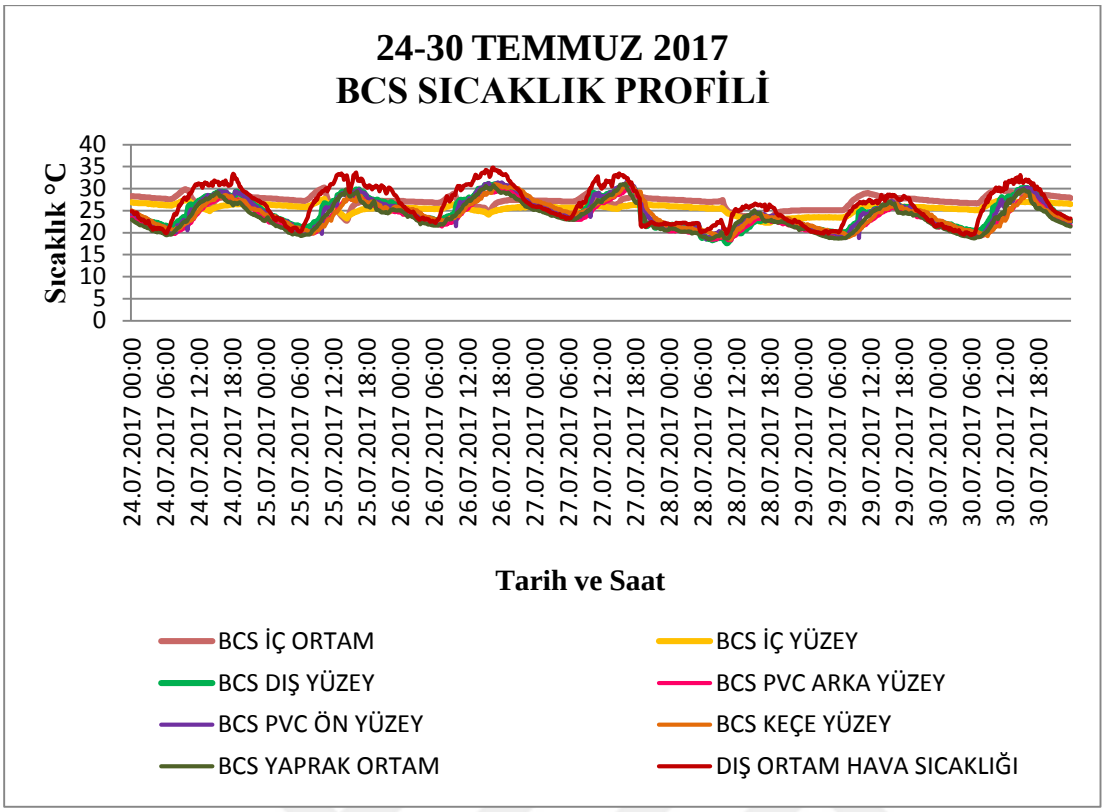
Şekil 5.218 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



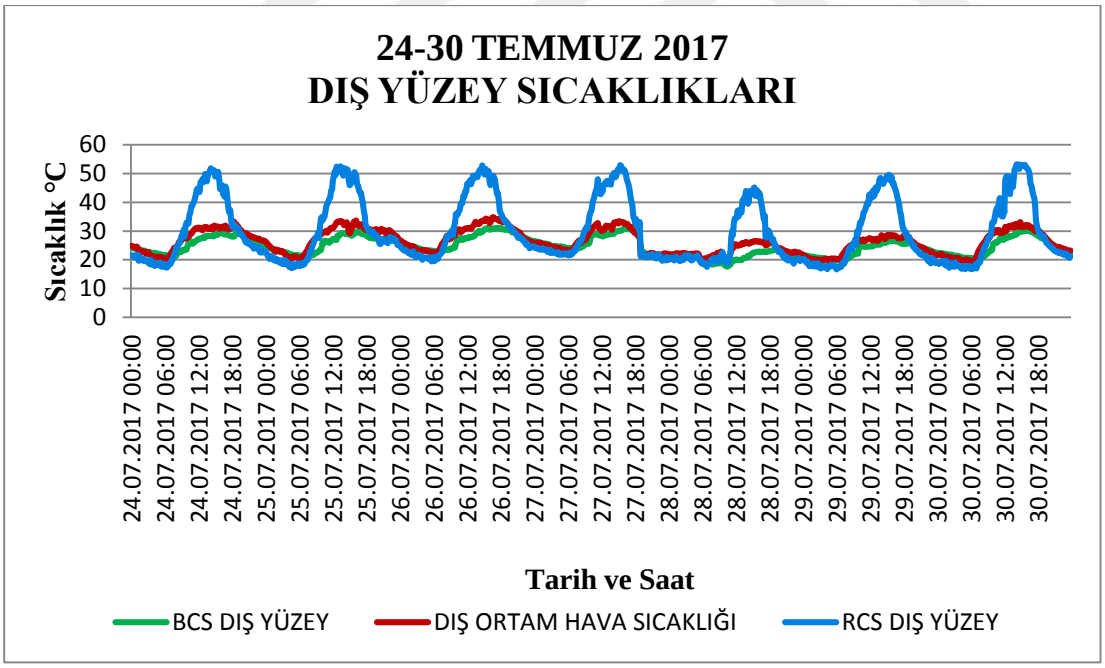
Şekil 5.219 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



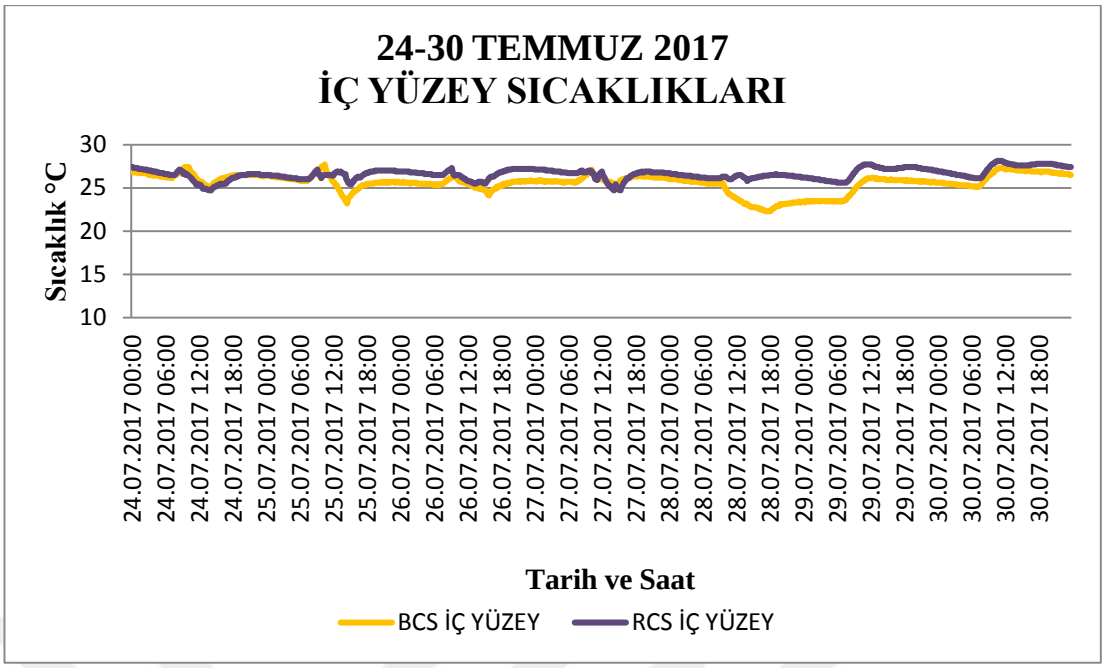
Şekil 5.220 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



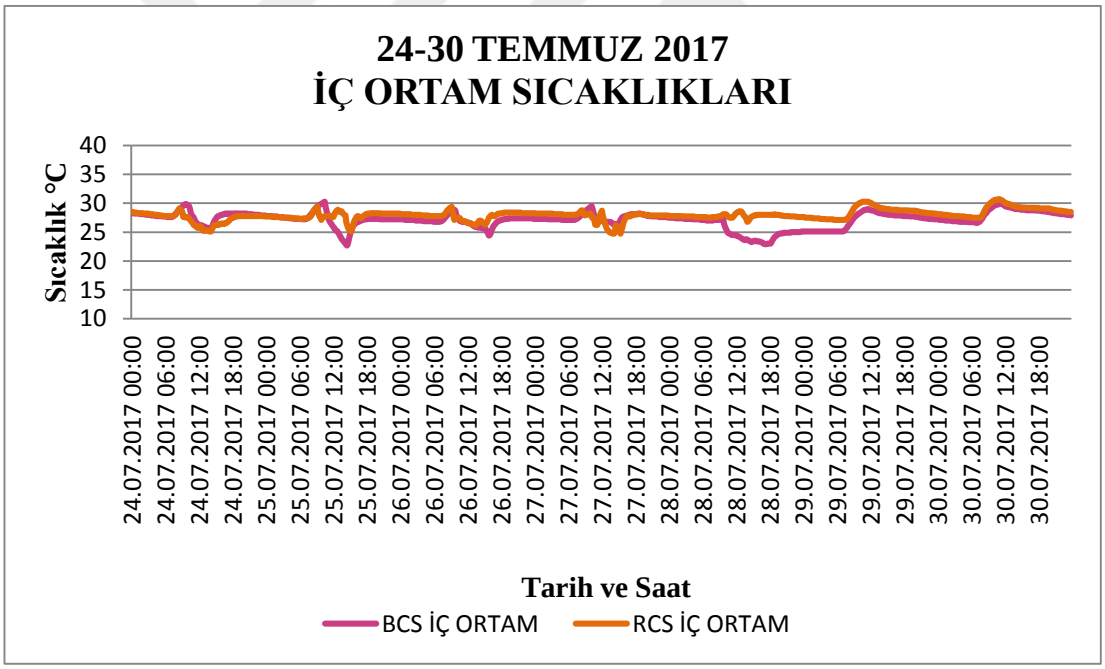
Şekil 5.221 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.222 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.223 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.224 : 24-30 Temmuz 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

25 Temmuz 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 4.276'da yer almaktadır.



Şekil 5.225 : 25 Temmuz 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

31 Temmuz–06 Ağustos 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 20.6°C ile 34.9°C ve %34 ile %95 arasında değişmiştir (Şekil 5.226). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.51'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Verilen tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 03 Ağustos 2017 tarihinde saat 14:00'da görülmüştür ve 480W/m^2 değerindedir (Şekil 5.227).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.228'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı

aritmetik ortalaması Çizelge 5.52'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.11-0.14 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.76-0.84 arasında değişmiştir.

RCS sıcaklık profili

31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 20.6°C ile 34.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 17.5°C ile 53.2°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 25.4°C ile 28.3°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 25.2°C ile 30.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.229).

BCS sıcaklık profili

31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 20.6°C ile 34.9°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 19.6°C ile 30.1°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 20.5°C ile 30.1°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 20.3°C ile 30.8°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 19.6°C ile 29.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 20.8°C ile 30.4°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 23.9°C ile 27.2°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 24.6°C ile 29.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.230).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 20.6°C ile 34.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 17.5°C ile 53.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 20.8°C ile 30.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.231).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 25.4°C ile 28.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 23.9°C ile 27.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.232).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

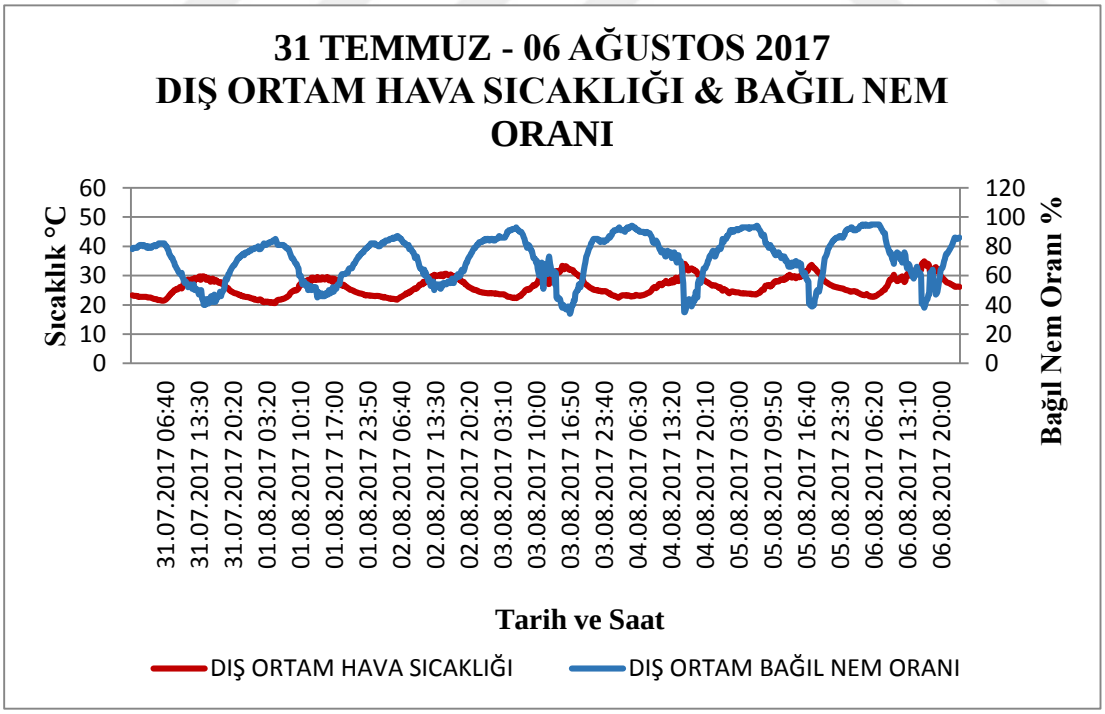
31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 25.2°C ile 30.5°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.6°C ile 29.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.233).

Çizelge 5.51 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

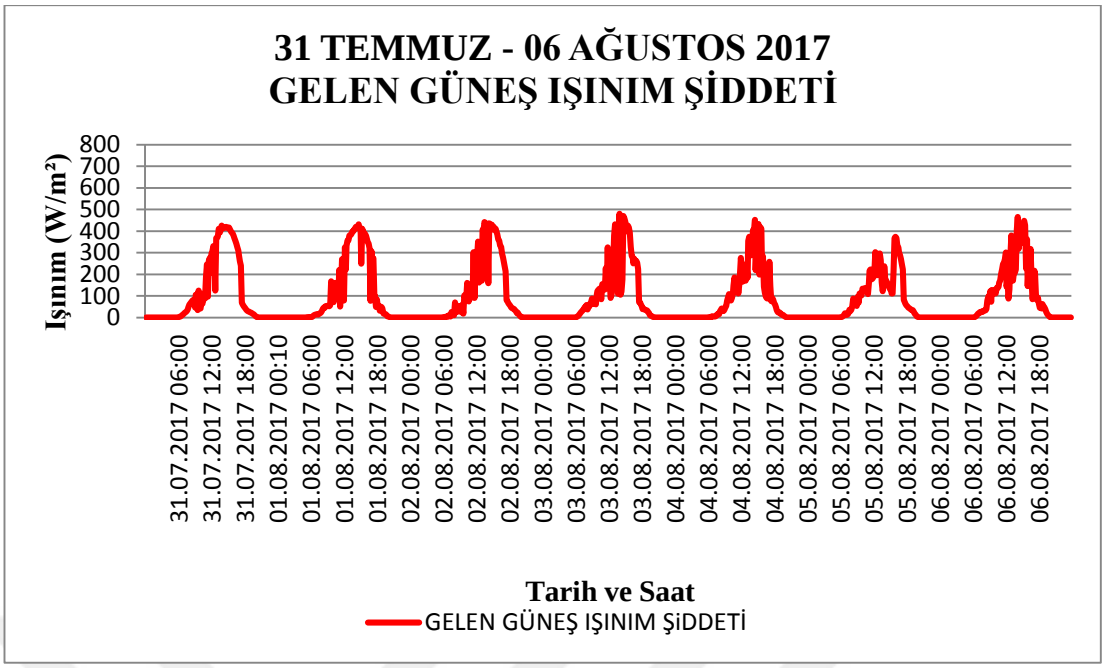
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
31 Temmuz 2017	21.4	29.8	40	82
01 Ağustos 2017	20.6	29.5	45	85
02 Ağustos 2017	21.8	30.6	50	87
03 Ağustos 2017	22.3	33.4	34	93
04 Ağustos 2017	22.4	34	35	94
05 Ağustos 2017	23.5	33.7	39	94
06 Ağustos 2017	22.8	34.9	38	95

Çizelge 5.52 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

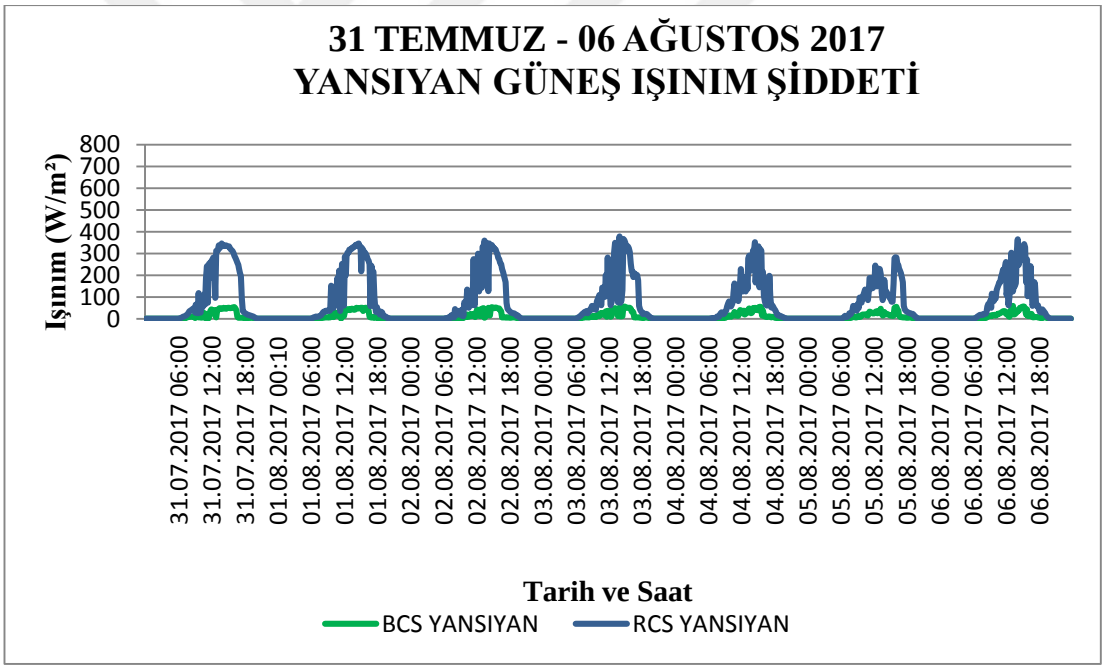
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
31 Temmuz 2017	0.128	0.827
01 Ağustos 2017	0.145	0.842
02 Ağustos 2017	0.115	0.777
03 Ağustos 2017	0.140	0.769
04 Ağustos 2017	0.136	0.770
05 Ağustos 2017	0.134	0.786
06 Ağustos 2017	0.135	0.828



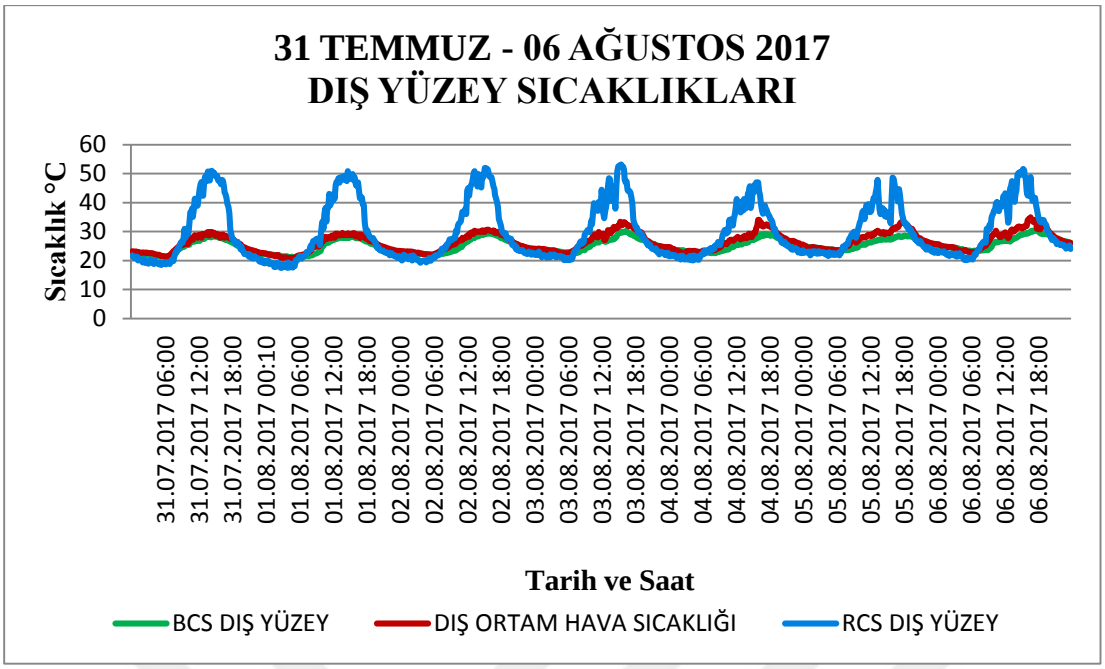
Şekil 5.226 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



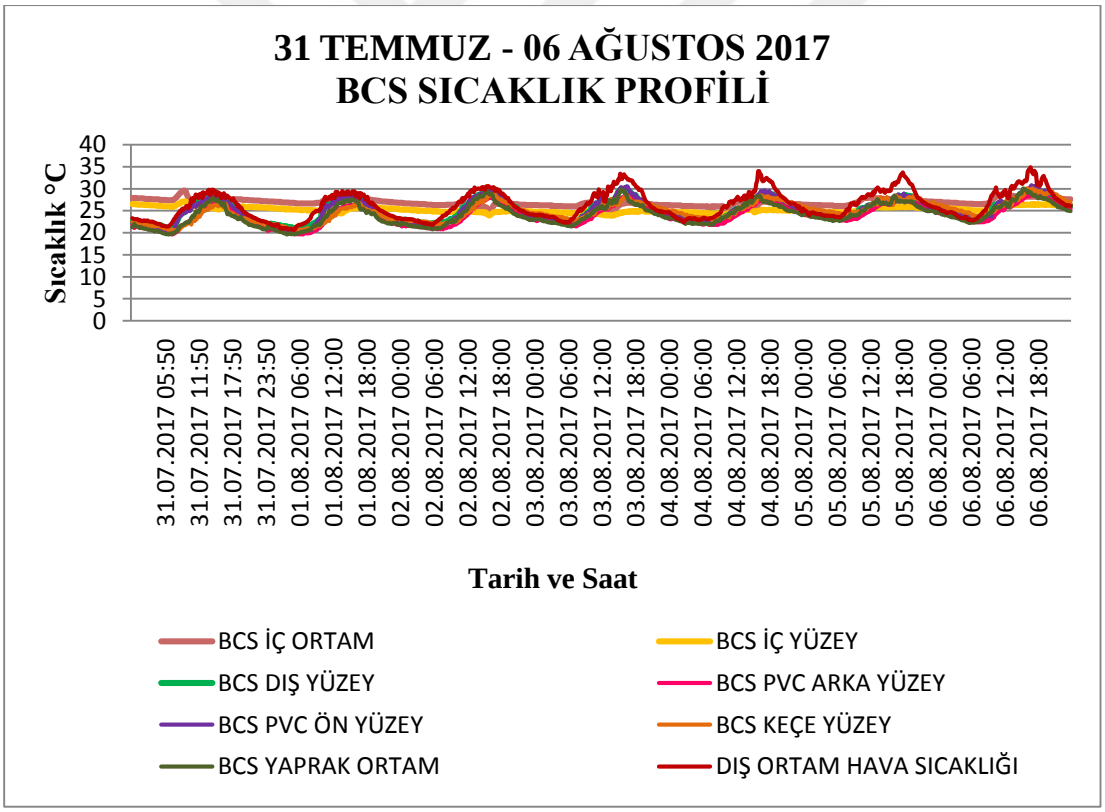
Şekil 5.227 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



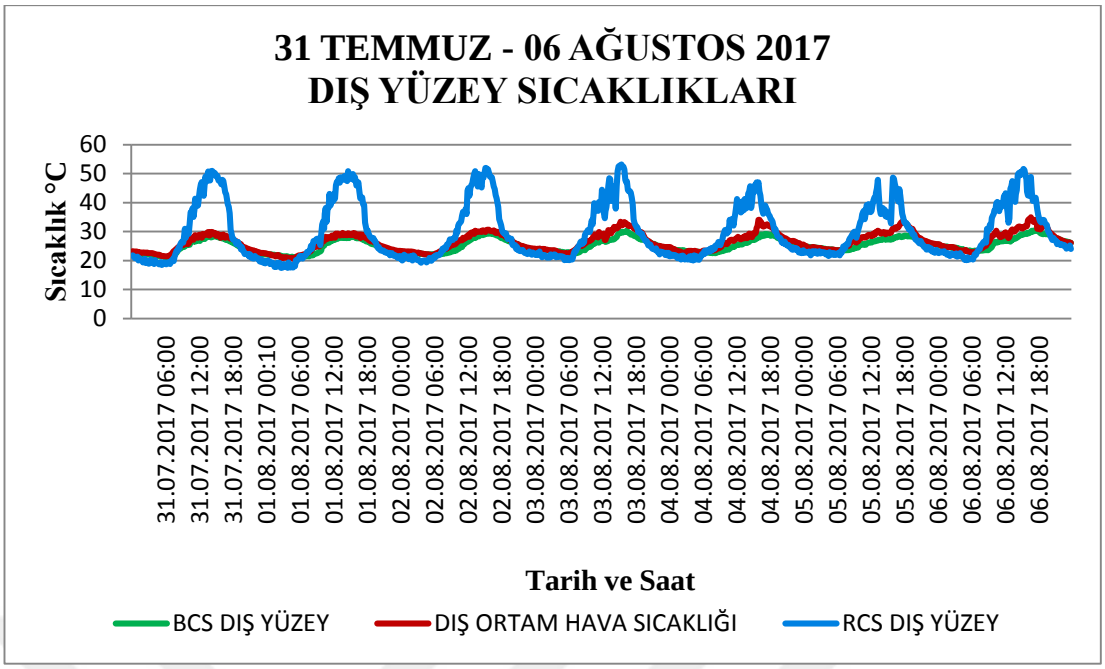
Şekil 5.228 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



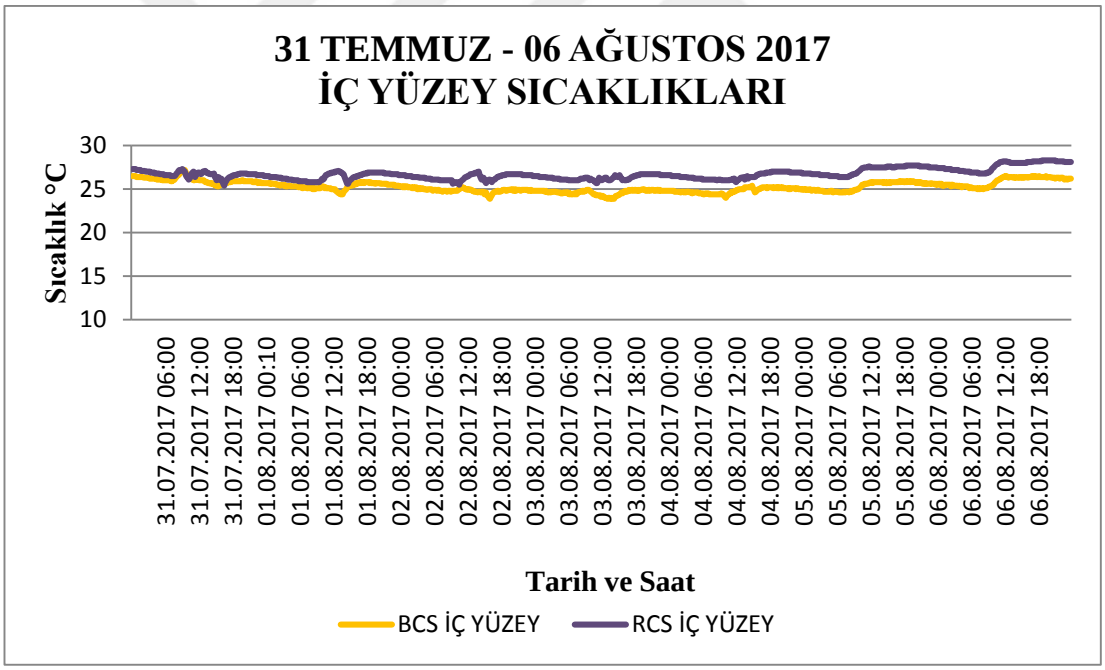
Şekil 5.229 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



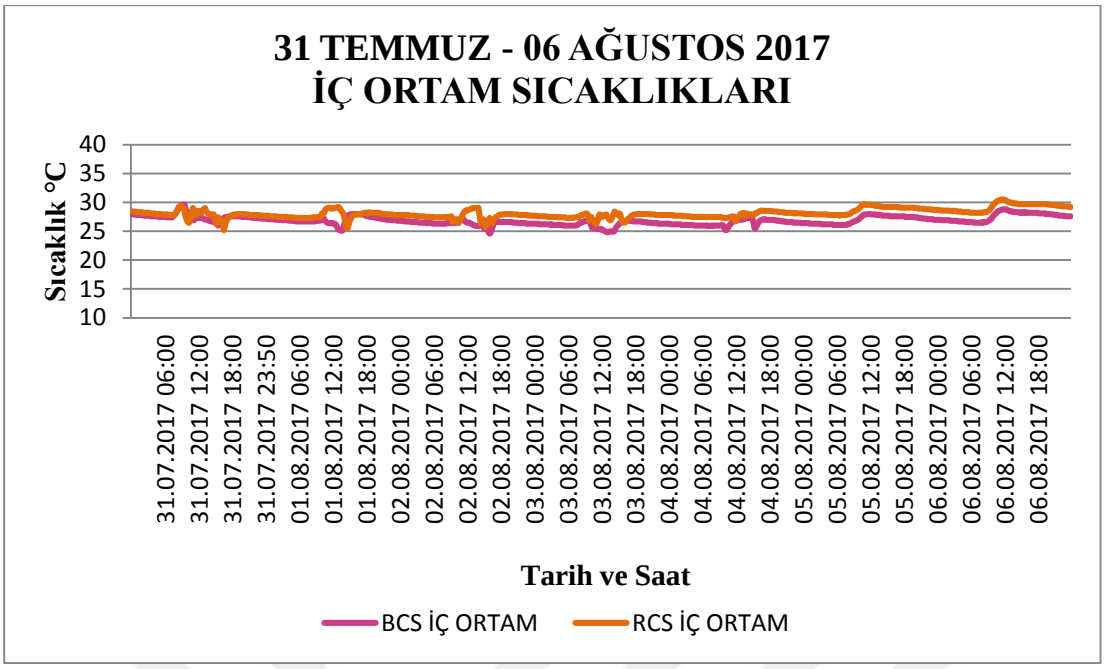
Şekil 5.230 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.231 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.232 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.233 : 31 Temmuz – 06 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

04 Ağustos 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.234'te yer almaktadır.



Şekil 5.234 : 04 Ağustos 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

07-13 Ağustos 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

07-13 Ağustos 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 19.8°C ile 33.7°C ve %29 ile %93 arasında değişmiştir (Şekil 5.235). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.53'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Verilen tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 09 Ağustos 2017 tarihinde saat 14:30'da görülmüştür ve 460W/m^2'dir (Şekil 5.236).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

07-13 Ağustos 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.237'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.54'te görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.12-0.15 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.72-0.87 arasında değişmiştir (Çizelge 5.54).

RCS sıcaklık profili

07-13 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 19.8°C ile 33.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 17.2°C ile 53.2°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 25.5°C ile 28.8°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 25.4°C ile 31.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.238).

BCS sıcaklık profili

07-13 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 19.8°C ile 33.7°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 19.6°C ile 30.5°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 20.8°C ile 31.2°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 20.6°C ile 31°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 19.8°C ile 29.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 21.2°C ile 30.5°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık

değerleri 24.5°C ile 27.5°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.8°C ile 29.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.239).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

07-13 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 19.8°C ile 33.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 17.2°C ile 53.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 21.2°C ile 30.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.240).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 25.5°C-28.8°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 24.5°C-27.5°C arasındadır (Şekil 5.241).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

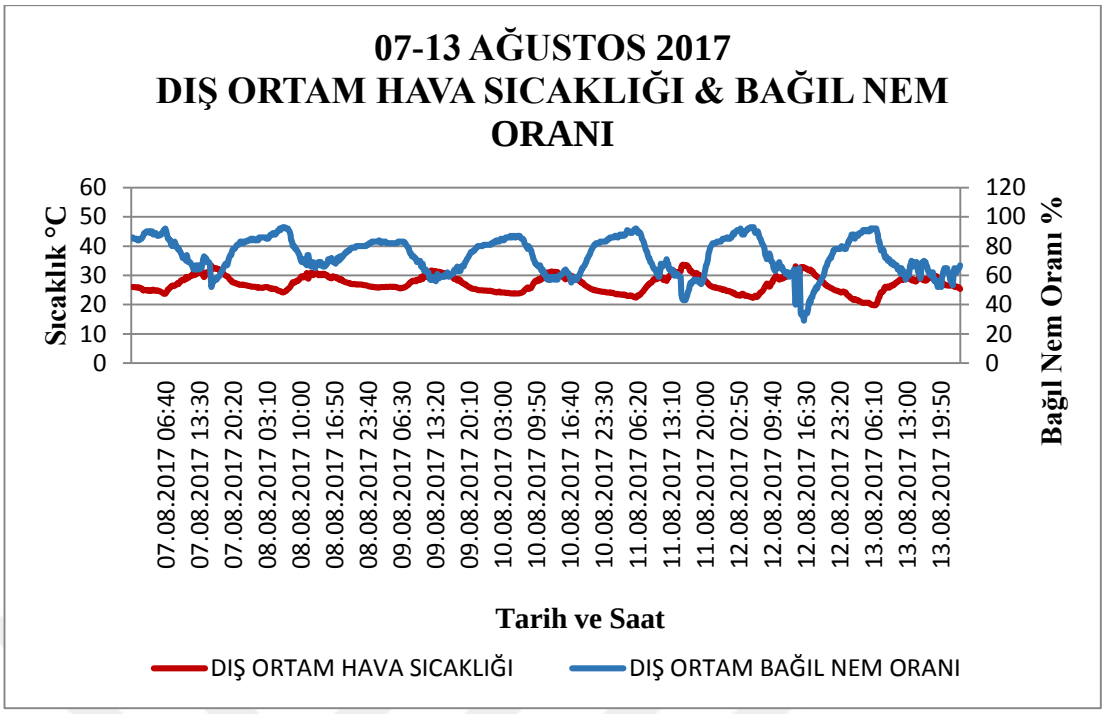
07-13 Ağustos 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 25.4°C ile 31.3°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 24.8°C ile 29.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.242).

Çizelge 5.53 : 07-13 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

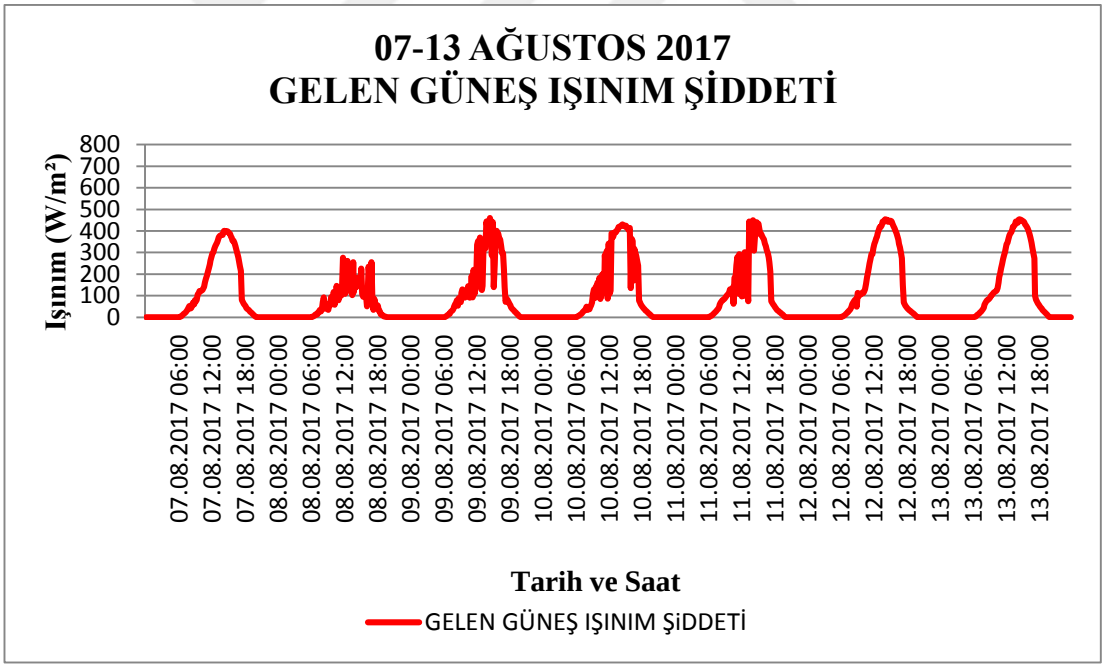
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
07 Ağustos 2017	23.7	33.3	52	92
08 Ağustos 2017	24.2	30.9	65	93
09 Ağustos 2017	24.8	31.7	56	84
10 Ağustos 2017	23.8	31.4	55	87
11 Ağustos 2017	22.4	33.7	43	92
12 Ağustos 2017	22.4	33.1	29	93
13 Ağustos 2017	19.8	30.3	52	92

Çizelge 5.54 : 07-13 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

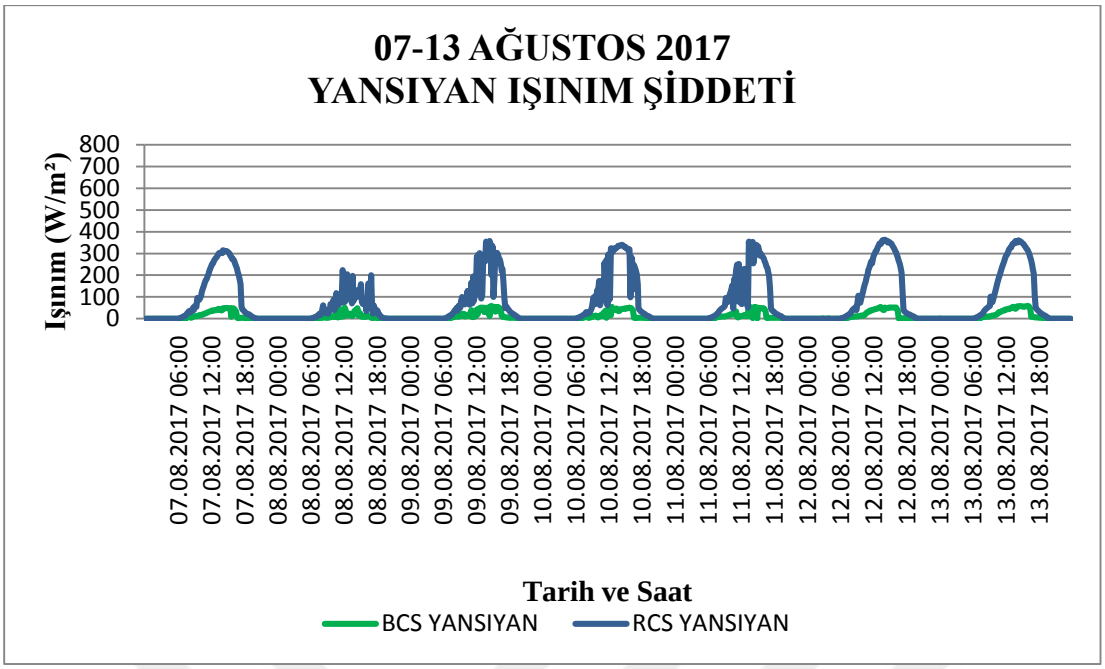
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
07 Ağustos 2017	0.127	0.842
08 Ağustos 2017	0.156	0.722
09 Ağustos 2017	0.148	0.769
10 Ağustos 2017	0.124	0.796
11 Ağustos 2017	0.120	0.808
12 Ağustos 2017	0.121	0.879
13 Ağustos 2017	0.129	0.873



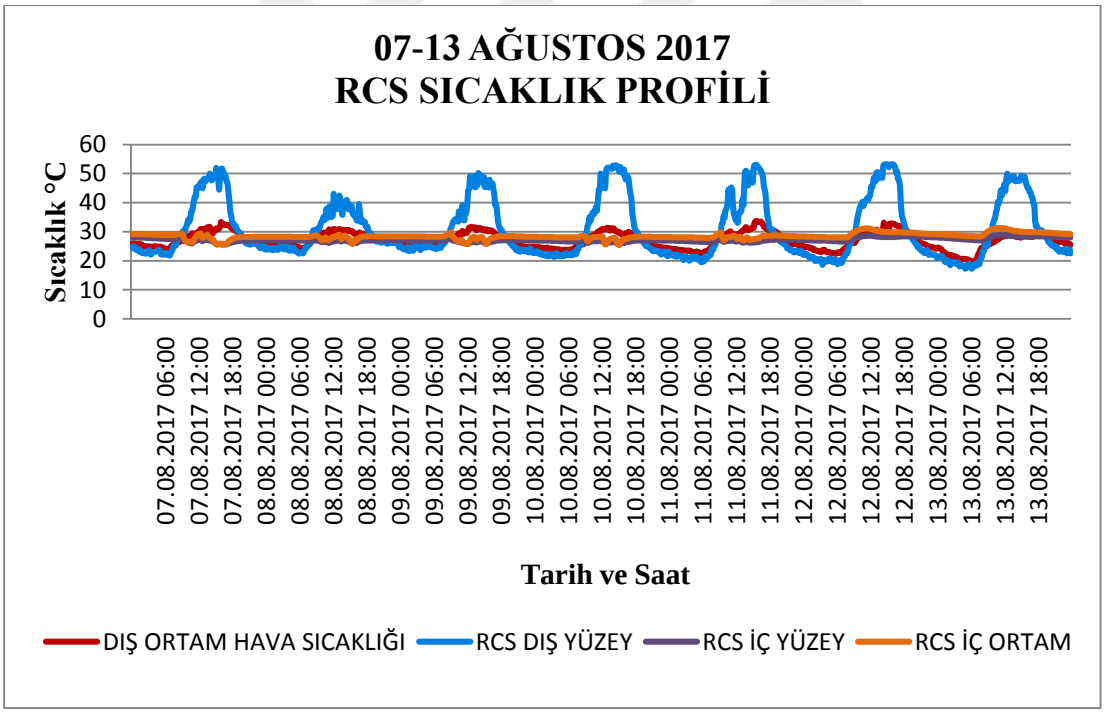
Şekil 5.235 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



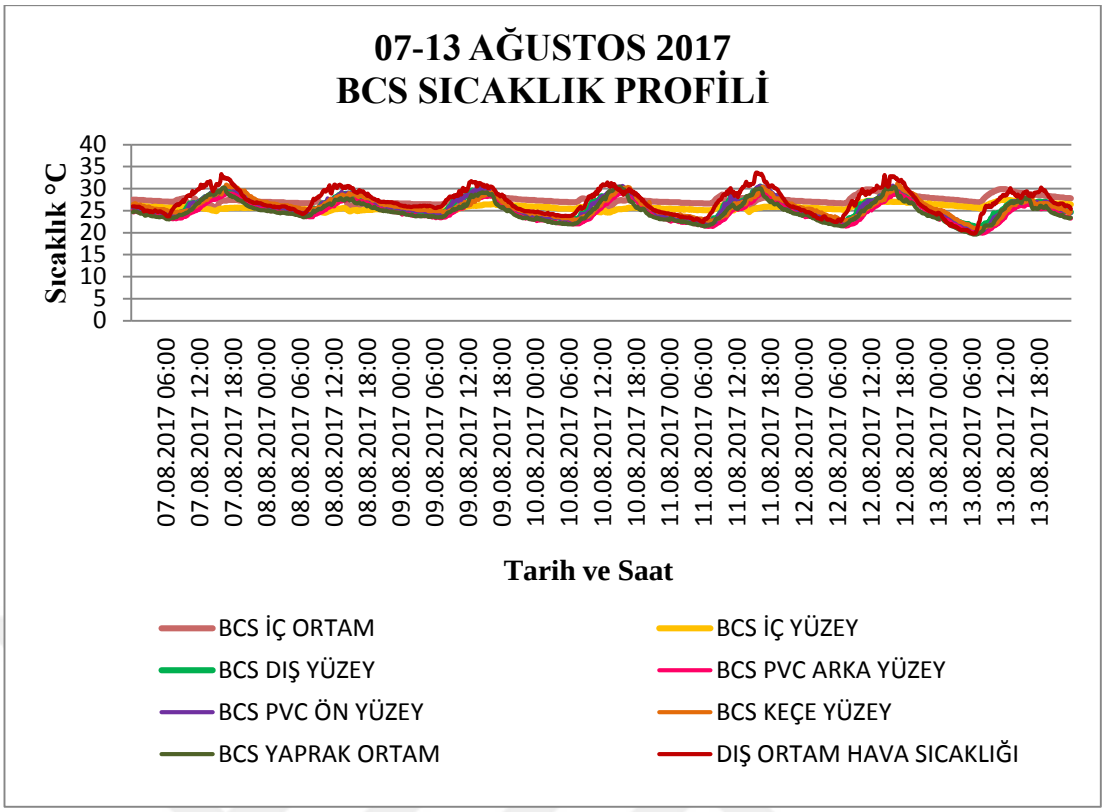
Şekil 5.236 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



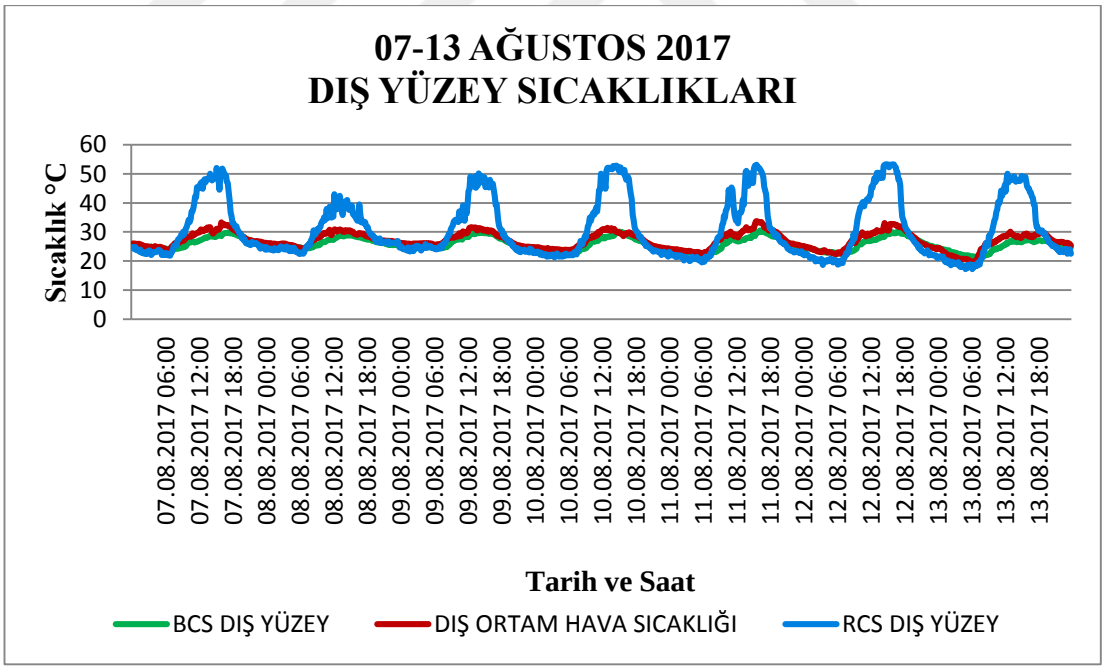
Şekil 5.237 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



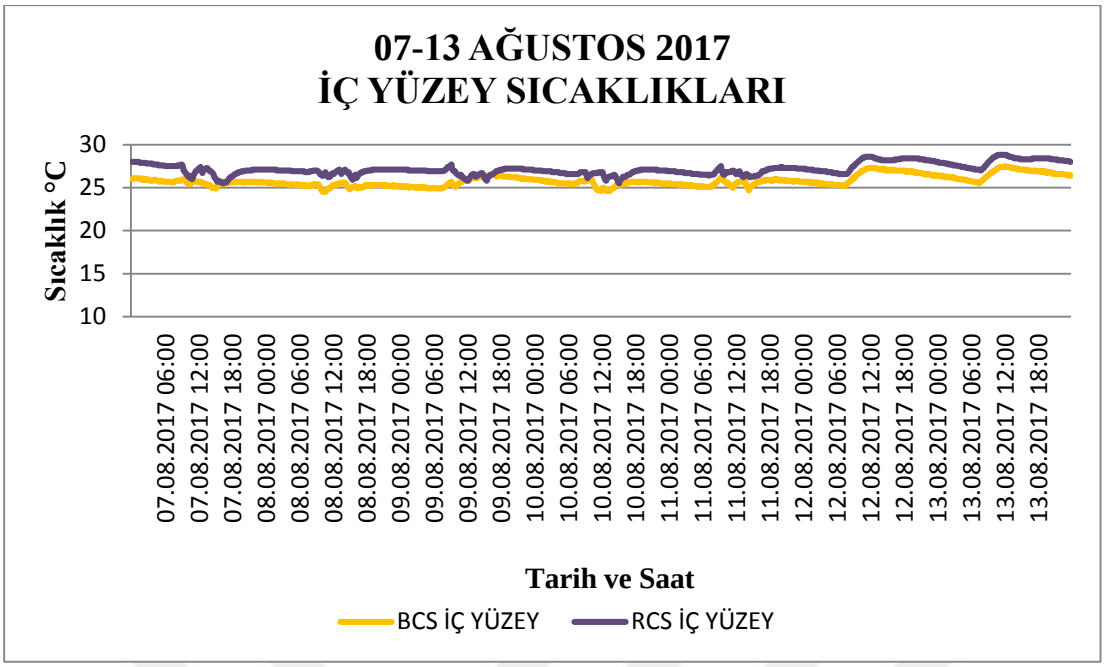
Şekil 5.238 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



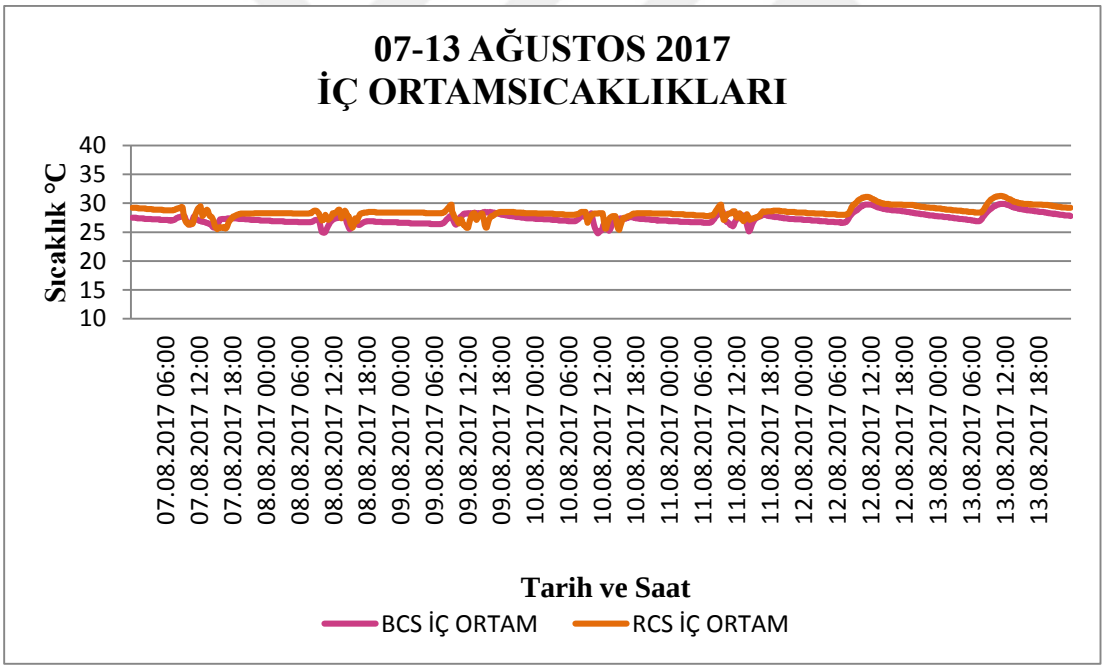
Şekil 5.239 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.240 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.241 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.242 : 07-13 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

08 Ağustos 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.243'te yer almaktadır.



Şekil 5.243 : 08 Ağustos 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

14-20 Ağustos 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 20.6°C ile 31.1°C ve %49 ile %98 arasında değişmiştir (Şekil 5.244). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.55'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 20 Ağustos 2017 tarihinde saat 14:40'ta görülmüştür ve 506W/m^2 değerindedir (Şekil 5.245).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.246'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması

Çizelge 5.56'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.11-0.13 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.68-0.82 arasında değişmiştir (Çizelge 5.56).

RCS sıcaklık profili

14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 20.6°C ile 31.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 18.5°C ile 52.5°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 24.9°C ile 28°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.6°C ile 29.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.247).

BCS sıcaklık profili

14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 20.6°C ile 31.1°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 20.1°C ile 29.4°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 21.4°C ile 29.5°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 20.4°C ile 29°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 20°C ile 27.8°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 20.2°C ile 28.7°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 23.6°C ile 26.9°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 24°C ile 29.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.248).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 20.6°C ile 31.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 18.5°C ile 52.5°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 20.2°C ile 28.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.249).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 24.9°C ile 28°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 23.6°C ile 26.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.250).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

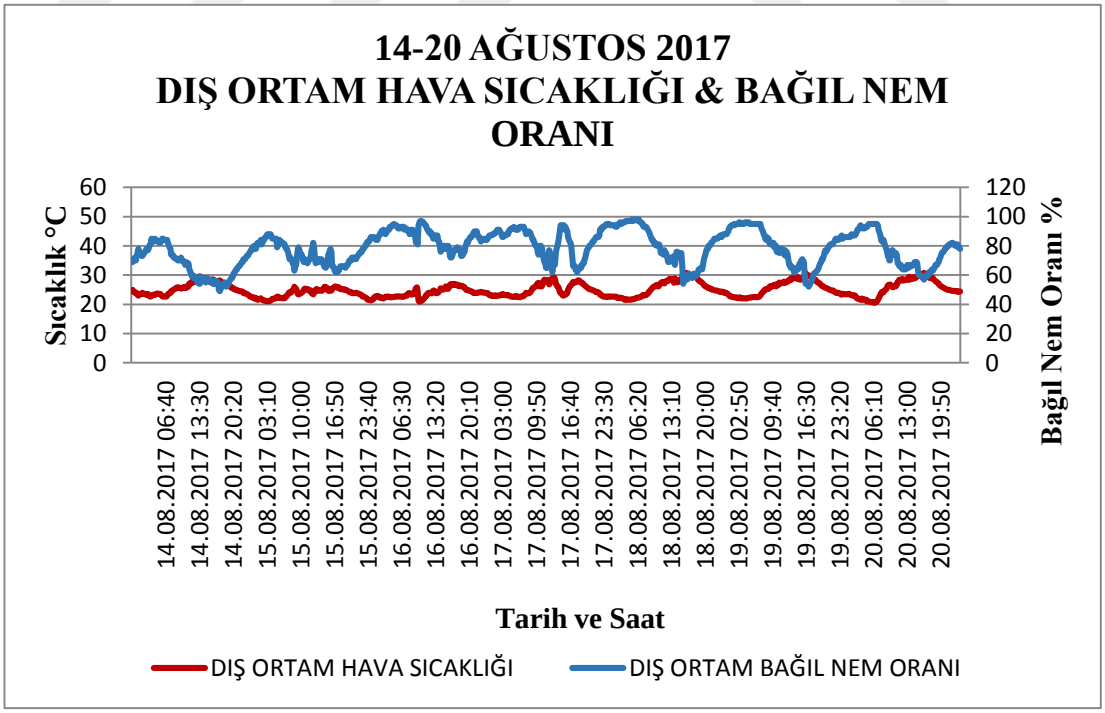
14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.6°C ile 29.7°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24°C ile 29.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.251).

Çizelge 5.55 : 14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

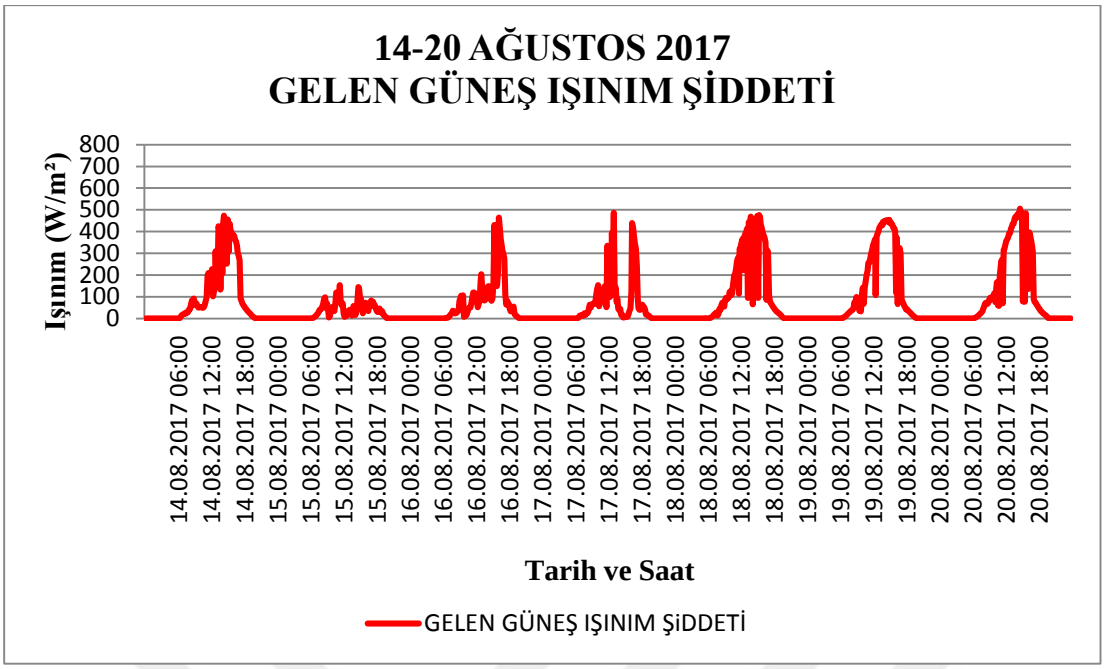
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
14 Ağustos 2017	22.6	29.5	49	85
15 Ağustos 2017	21	26.1	62	88
16 Ağustos 2017	20.9	27	72	97
17 Ağustos 2017	22.4	29.2	62	94
18 Ağustos 2017	21.5	31.1	54	98
19 Ağustos 2017	22	30.7	52	96
20 Ağustos 2017	20.6	30.7	57	95

Çizelge 5.56 : 14-20 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

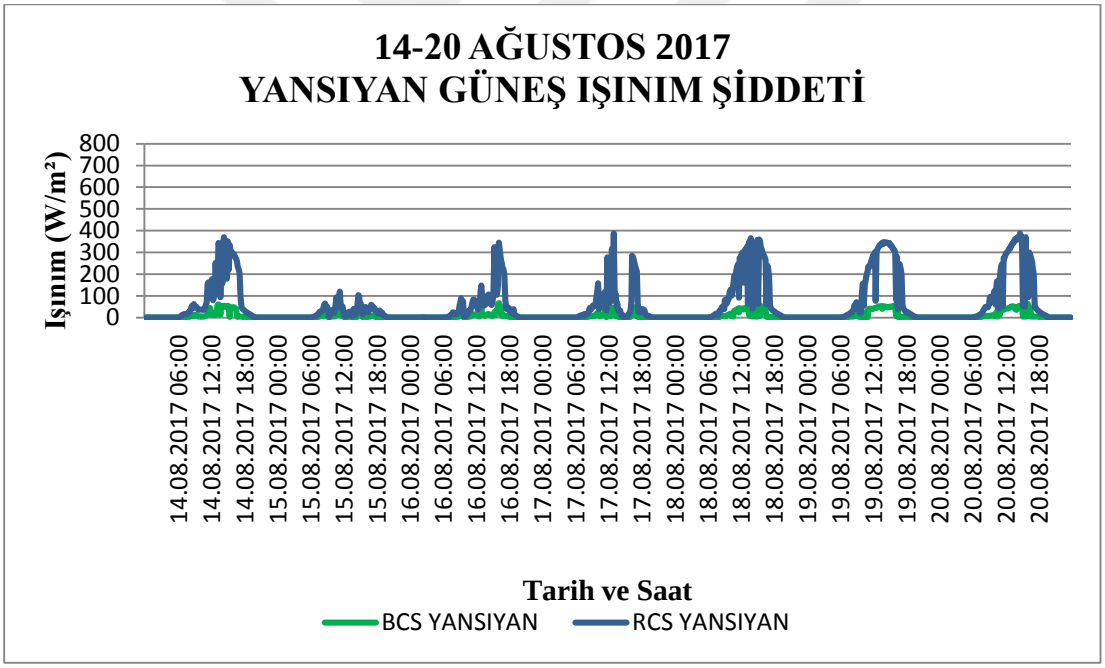
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
14 Ağustos 2017	0.132	0.746
15 Ağustos 2017	0.114	0.688
16 Ağustos 2017	0.107	0.691
17 Ağustos 2017	0.132	0.736
18 Ağustos 2017	0.132	0.823
19 Ağustos 2017	0.122	0.828
20 Ağustos 2017	0.135	0.828



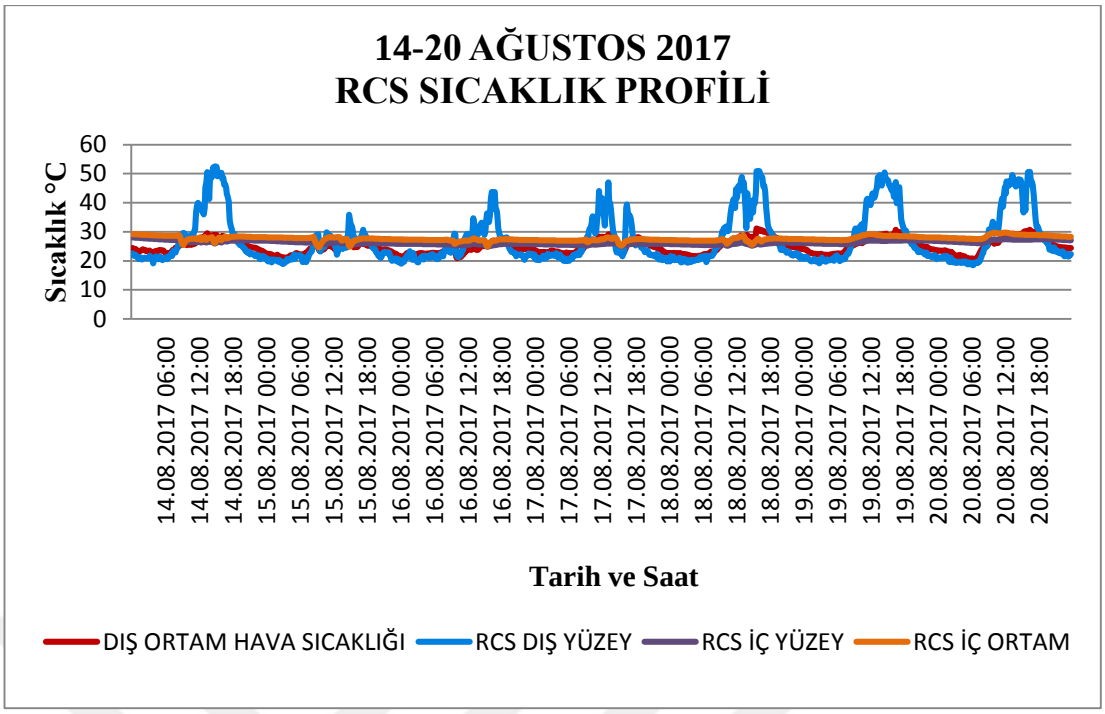
Şekil 5.244 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



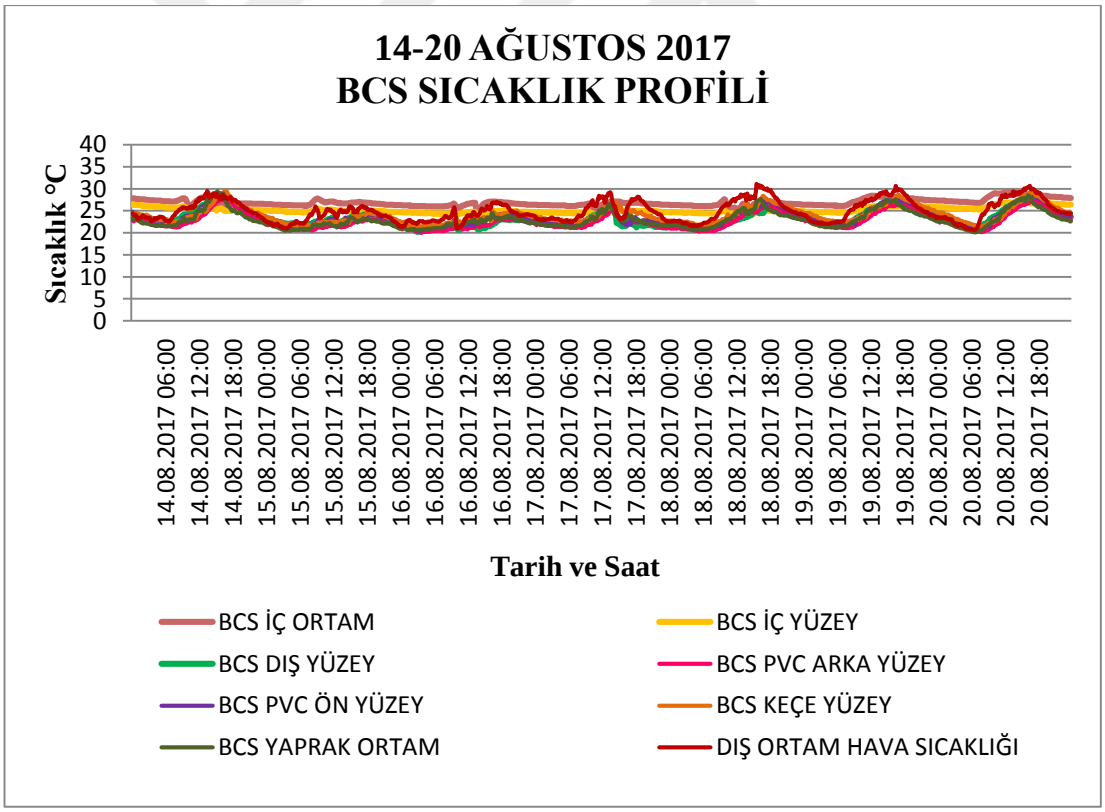
Şekil 5.245 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



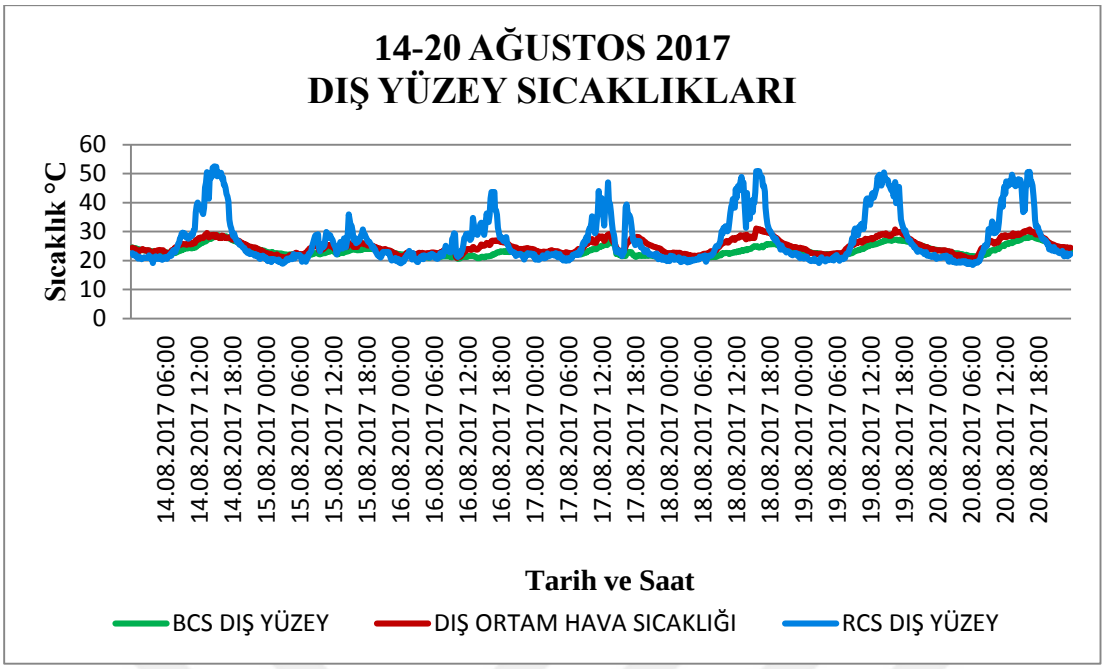
Şekil 5.246 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



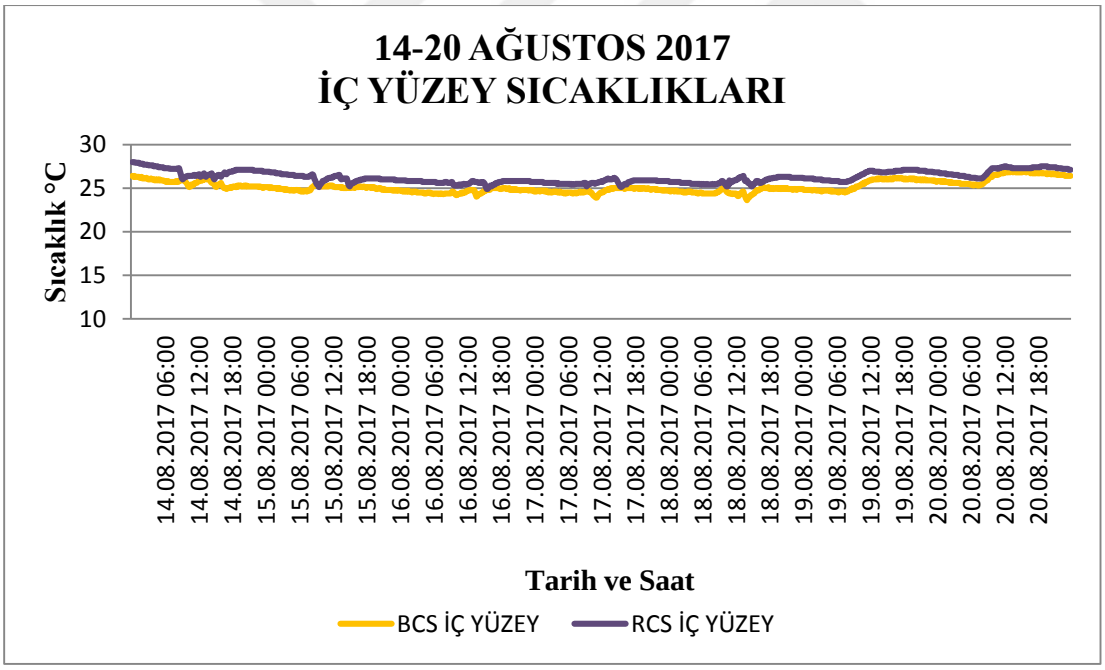
Şekil 5.247 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



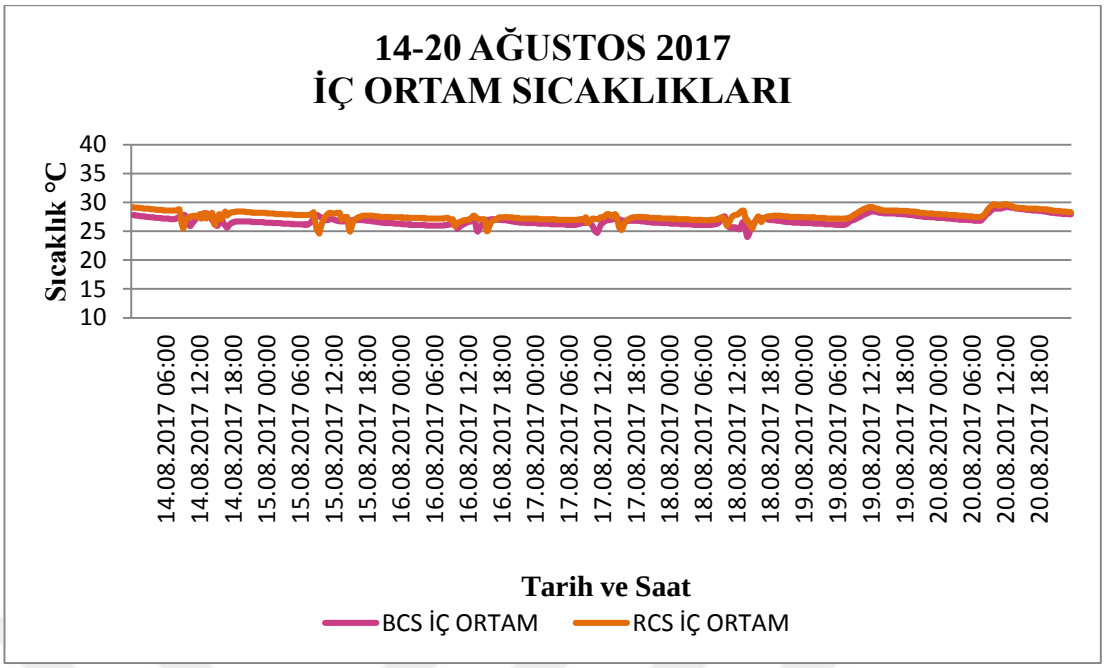
Şekil 5.248 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.249 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.250 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.251 : 14-20 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

15 Ağustos 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.252'de yer almaktadır.



Şekil 5.252 : 15 Ağustos 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

21-27 Ağustos 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

21-27 Ağustos 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 16.9°C-29.6°C ve %33-%96 arasındadır (Şekil 5.253). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.57'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Verilen tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 24 Ağustos 2017 tarihinde saat 14:10'da görülmüştür ve 586W/m^2 değerindedir (Şekil 5.254).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

21-27 Ağustos 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.255'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.58'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.11-0.16 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.71-0.87 arasında değişmiştir (Çizelge 5.58).

RCS sıcaklık profili

21-27 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 16.9°C ile 29.6°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 13.2°C ile 53.3°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 23.6°C ile 27.1°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 23.7°C ile 29.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.256).

BCS sıcaklık profili

21-27 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 16.9°C ile 29.6°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 16°C ile 27.8°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 16.7°C ile 28.3°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 16.4°C ile 27.6°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 16.2°C ile 26.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 17.8°C ile 27.5°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık

değerleri 23.4°C ile 26.5°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.1°C ile 29°C arasında değişmiştir (Şekil 5.257).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

21-27 Ağustos 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 16.9°C ile 29.6°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 13.2°C ile 53.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 17.8°C ile 27.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.258).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 23.6°C-27.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 23.4°C-26.5°C arasındadır (Şekil 5.259).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

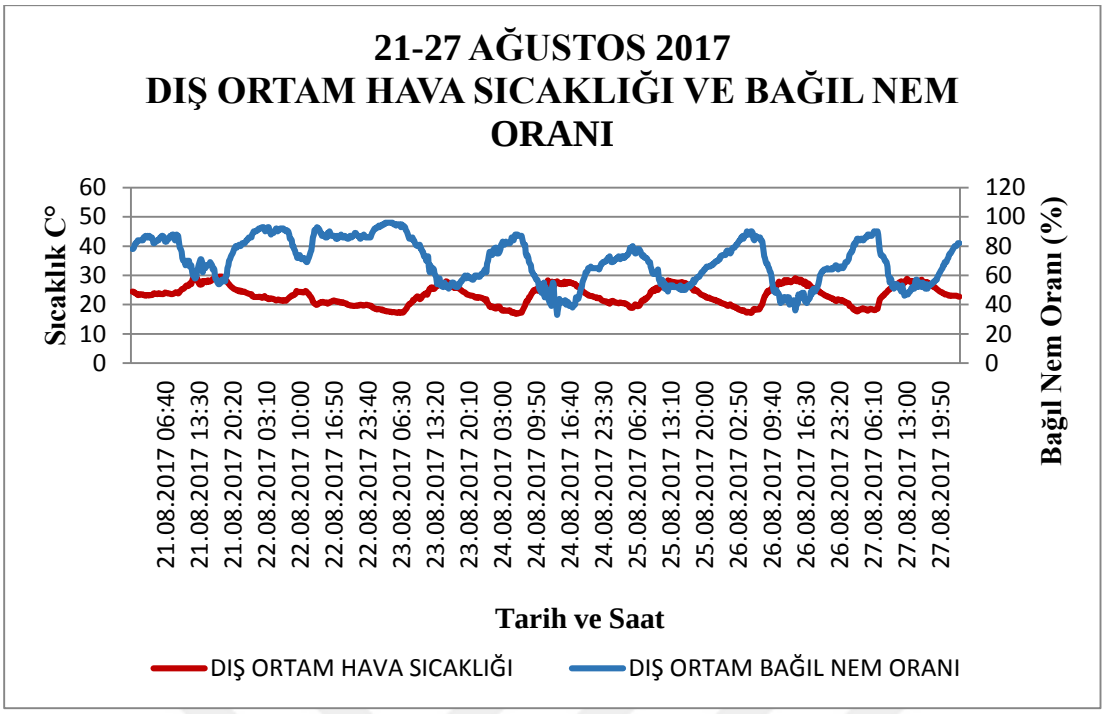
21-27 Ağustos 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 23.7°C ile 29.3°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 24.1°C ile 29°C arasında değişmiştir (Şekil 5.260).

Çizelge 5.57 : 21-27 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

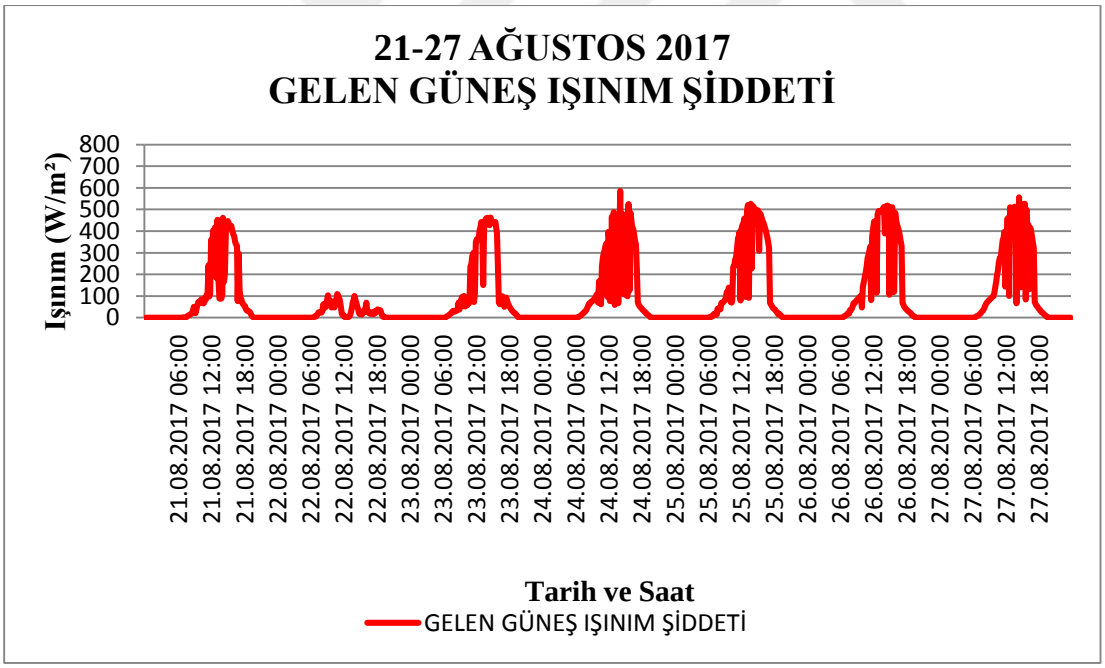
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
21 Ağustos 2017	23.1	29.6	54	88
22 Ağustos 2017	19.6	24.7	69	93
23 Ağustos 2017	17.2	28	51	96
24 Ağustos 2017	16.9	28.3	33	88
25 Ağustos 2017	18.9	28.3	49	80
26 Ağustos 2017	17.1	29.1	36	90
27 Ağustos 2017	17.7	28.8	46	90

Çizelge 5.58 : 21-27 Ağustos 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

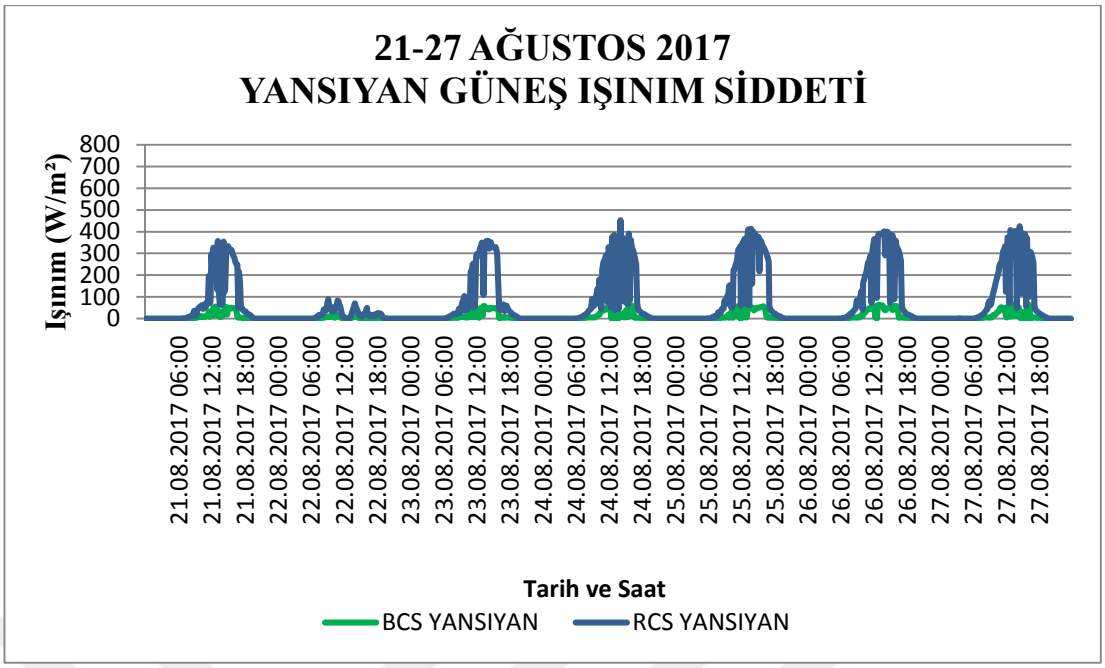
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
21 Ağustos 2017	0.122	0.734
22 Ağustos 2017	0.167	0.710
23 Ağustos 2017	0.117	0.793
24 Ağustos 2017	0.135	0.837
25 Ağustos 2017	0.129	0.830
26 Ağustos 2017	0.140	0.877
27 Ağustos 2017	0.125	0.871



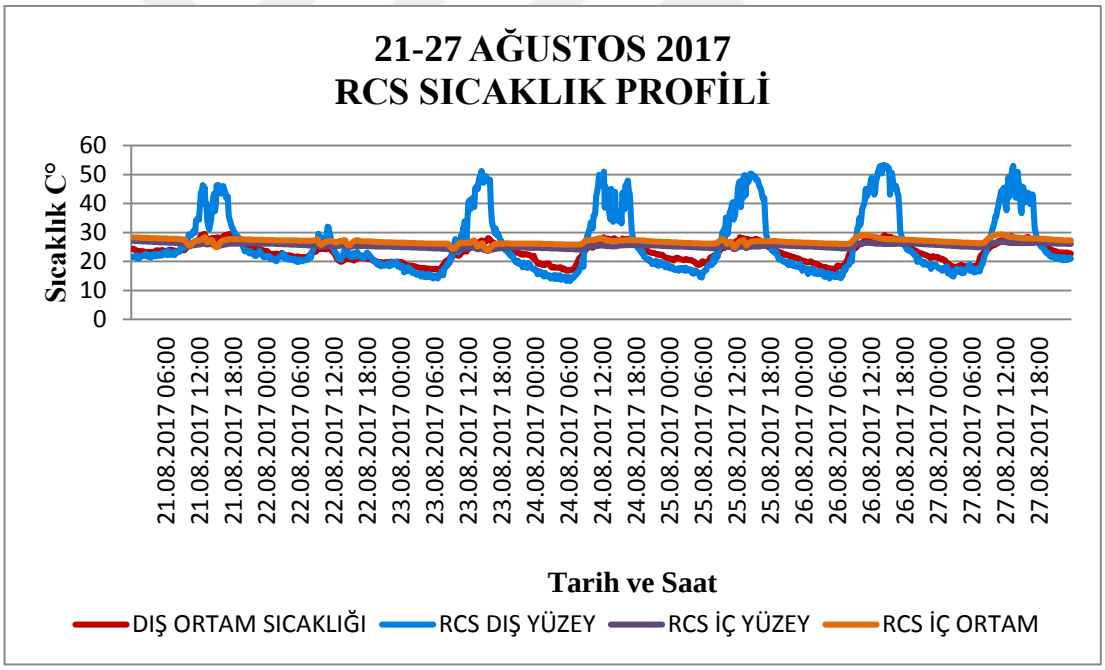
Şekil 5.253 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



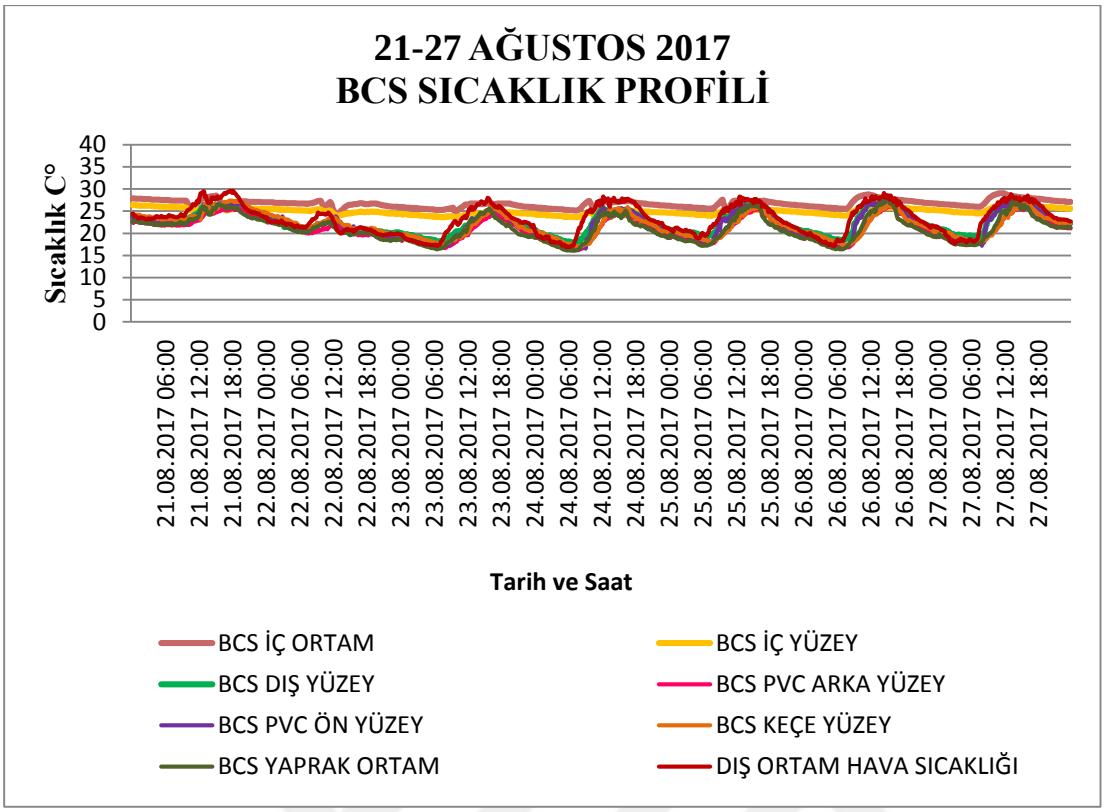
Şekil 5.254 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



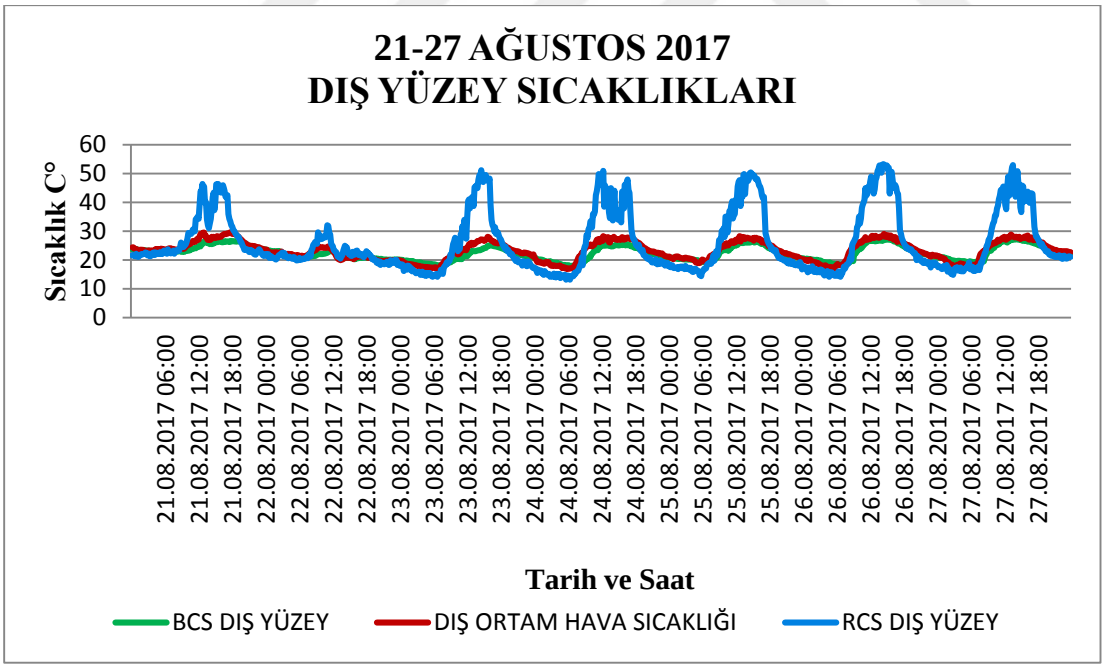
Şekil 5.255 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



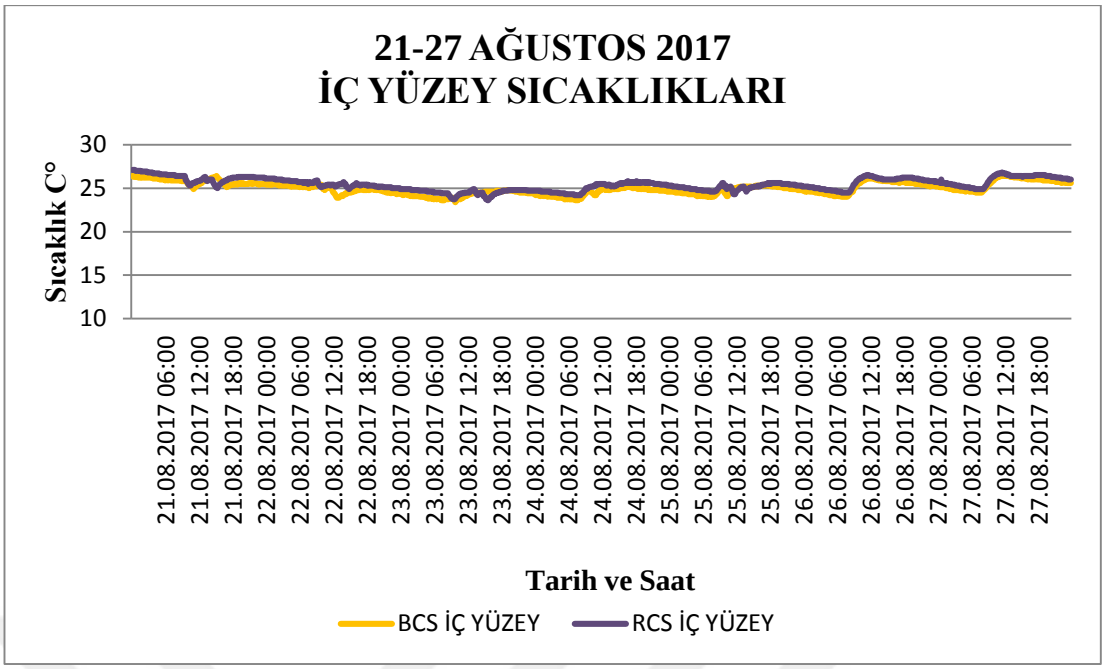
Şekil 5.256 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



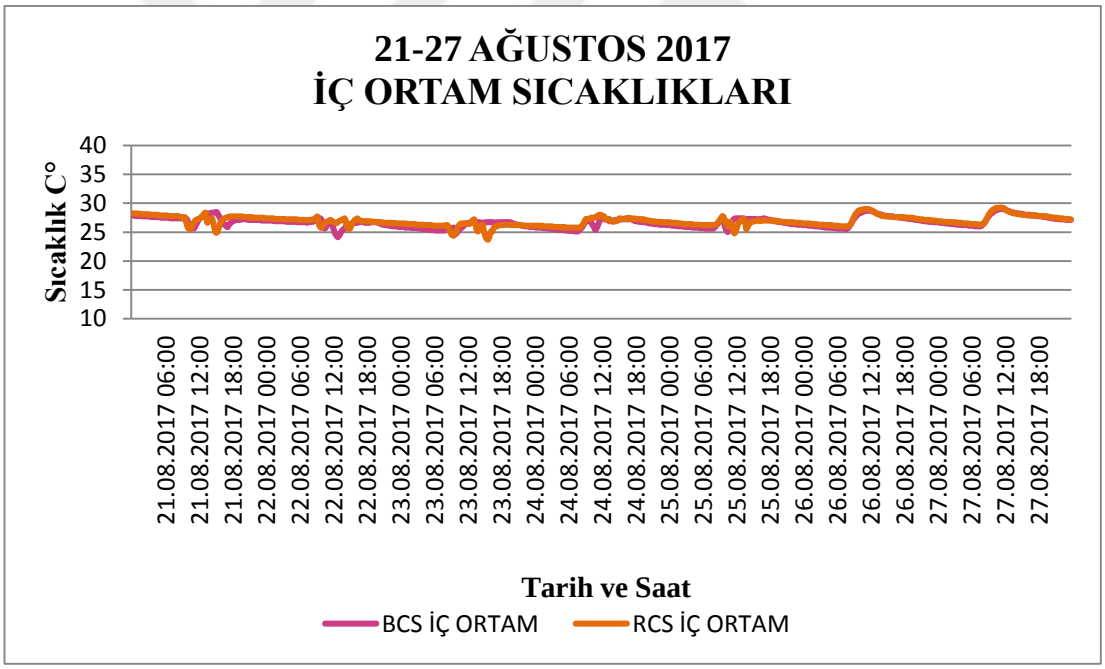
Şekil 5.257 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.258 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.259 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.260 : 21-27 Ağustos 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

25 Ağustos 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.261'de yer almaktadır.



Şekil 5.261 : 25 Ağustos 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

28 Ağustos – 03 Eylül 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 14.5°C ile 30.8°C ve %32 ile %92 arasında değişmiştir (Şekil 5.262). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.59'da verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 31 Ağustos 2017 tarihinde saat 14:40'ta görülmüştür ve 627W/m^2 değerindedir (Şekil 5.263).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.264'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması

Çizelge 5.60'ta görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.12-0.16 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.74-0.87 arasında değişmiştir (Çizelge 5.60).

RCS sıcaklık profili

28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 14.5°C ile 30.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 11.4°C ile 53.2°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 24.2°C ile 26.6°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 25.8°C ile 28.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.265).

BCS sıcaklık profili

28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 14.5°C ile 30.8°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 14.1°C ile 28.6°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 15°C ile 28.8°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 15°C ile 28.8°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 14.7°C ile 27.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 16.5°C ile 28.4°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 23.9°C ile 26.4°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 25.4°C ile 28.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.266).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 14.5°C ile 30.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 11.4°C ile 53.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 16.5°C ile 28.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.267).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 24.2°C ile 26.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 23.9°C ile 26.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.268).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

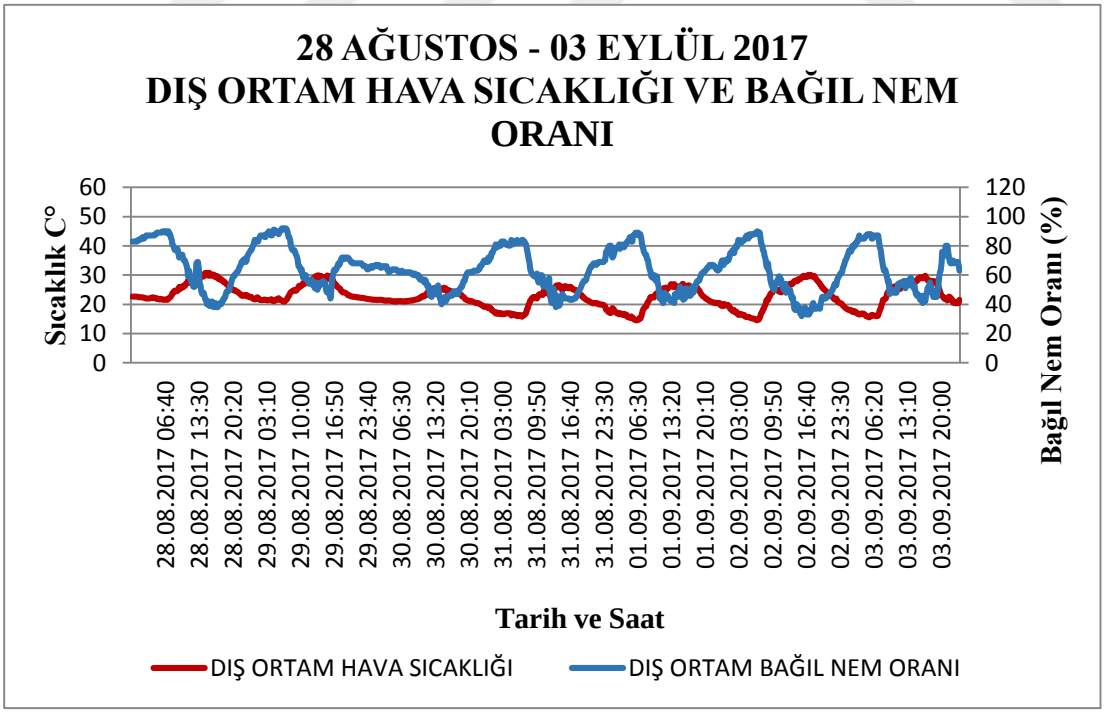
28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 25.8°C ile 28.9°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 25.4°C ile 28.9°C arasındadır (Şekil 5.269).

Çizelge 5.59 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

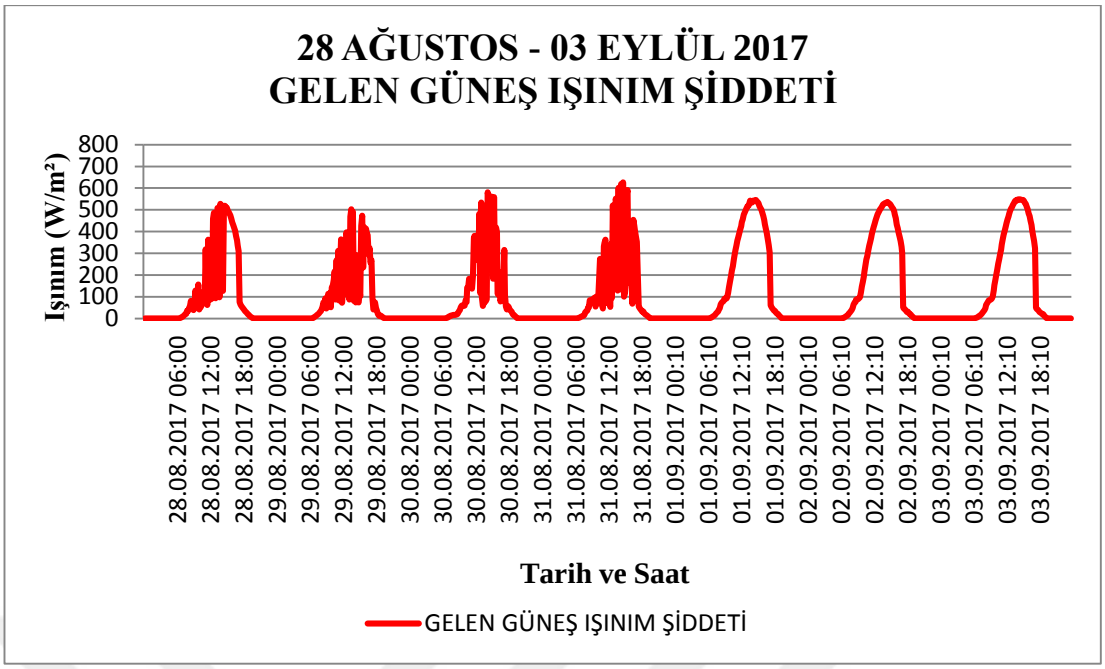
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
28 Ağustos 2017	21.6	30.8	38	90
29 Ağustos 2017	20.9	29.9	44	92
30 Ağustos 2017	19.1	25.7	40	70
31 Ağustos 2017	15.8	26.6	38	84
01 Eylül 2017	14.5	27	41	89
02 Eylül 2017	14.6	30.1	32	90
03 Eylül 2017	15.5	29.8	41	88

Çizelge 5.60 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

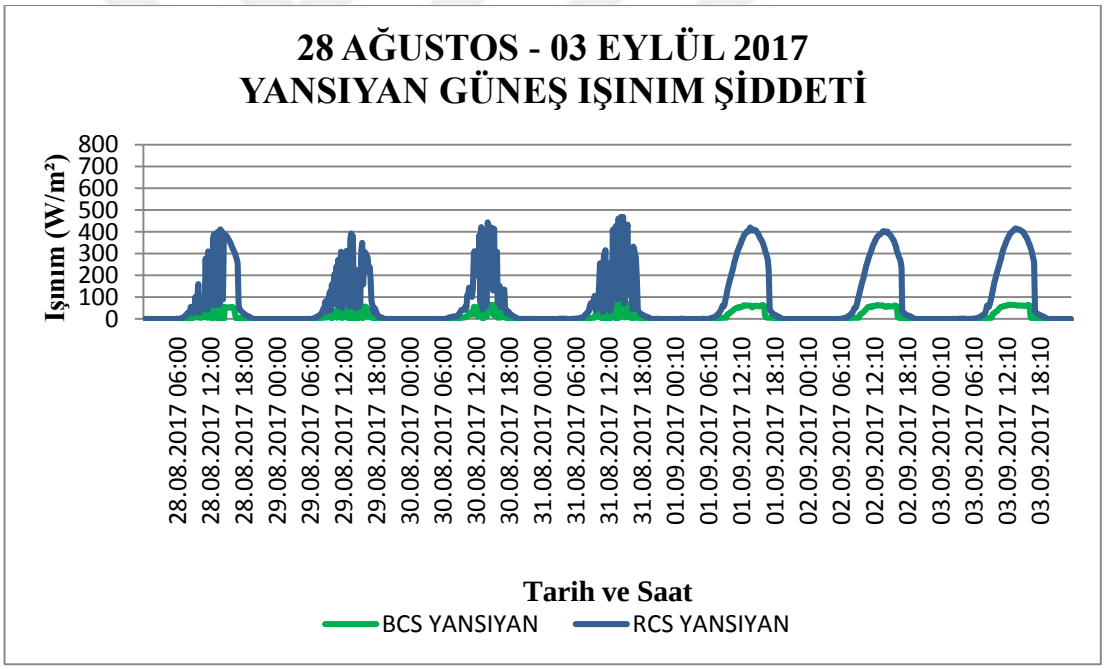
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
28 Ağustos 2017	0.160	0.760
29 Ağustos 2017	0.145	0.800
30 Ağustos 2017	0.122	0.749
31 Ağustos 2017	0.162	0.771
01 Eylül 2017	0.126	0.872
02 Eylül 2017	0.134	0.866
03 Eylül 2017	0.135	0.864



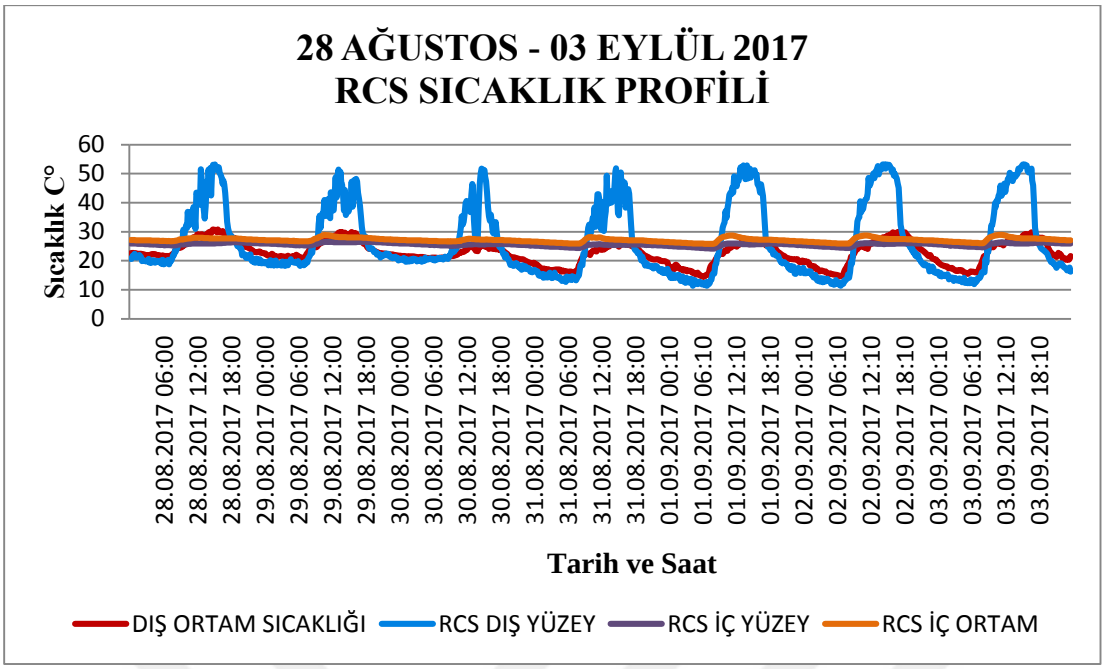
Şekil 5.262 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



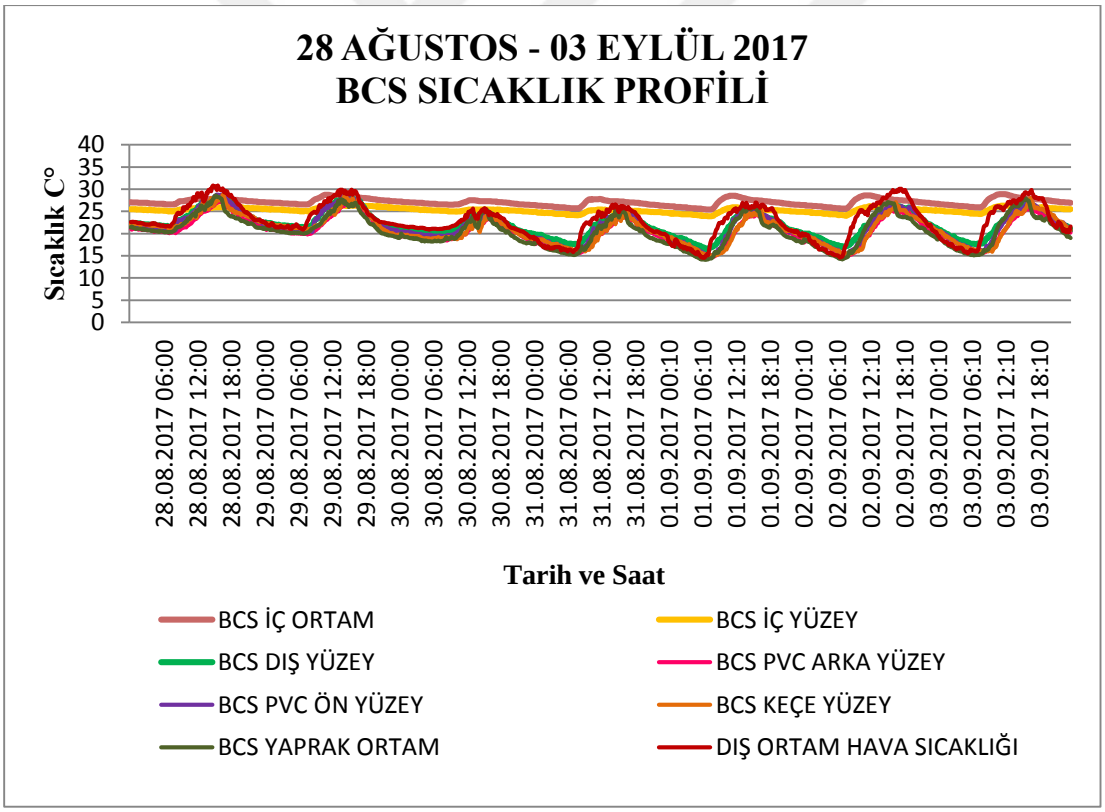
Şekil 5.263 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



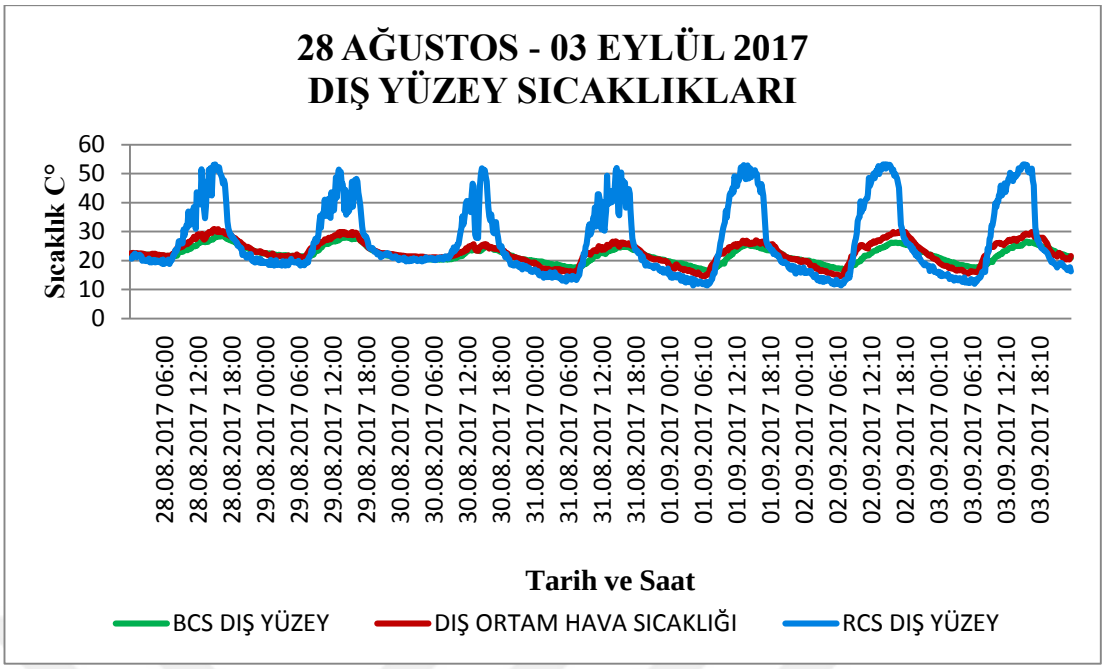
Şekil 5.264 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



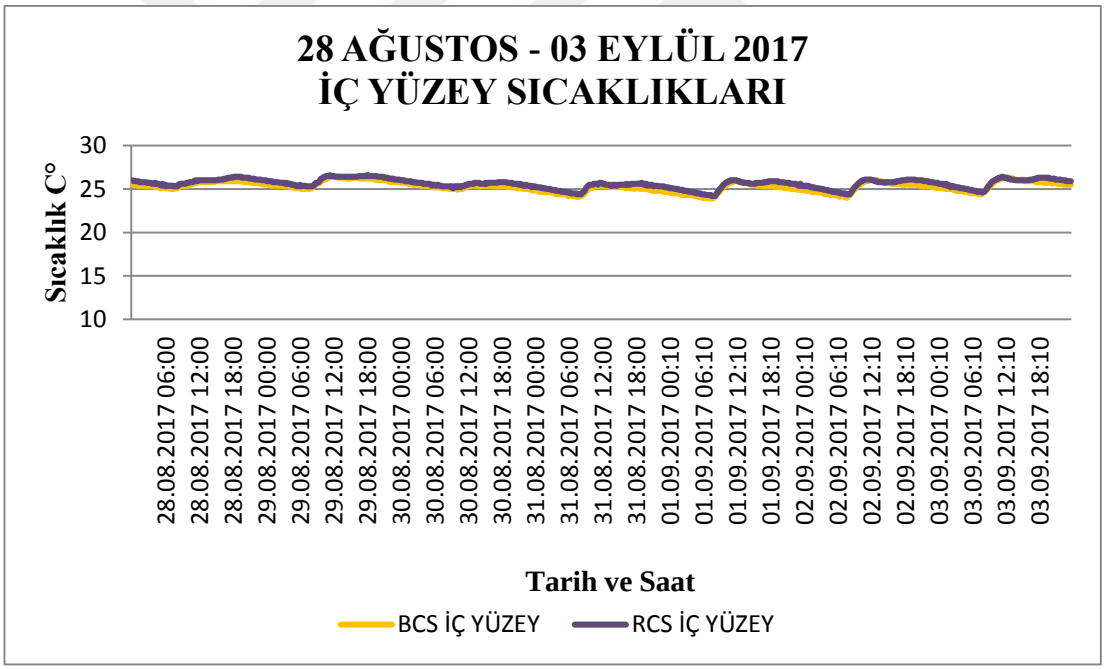
Şekil 5.265 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



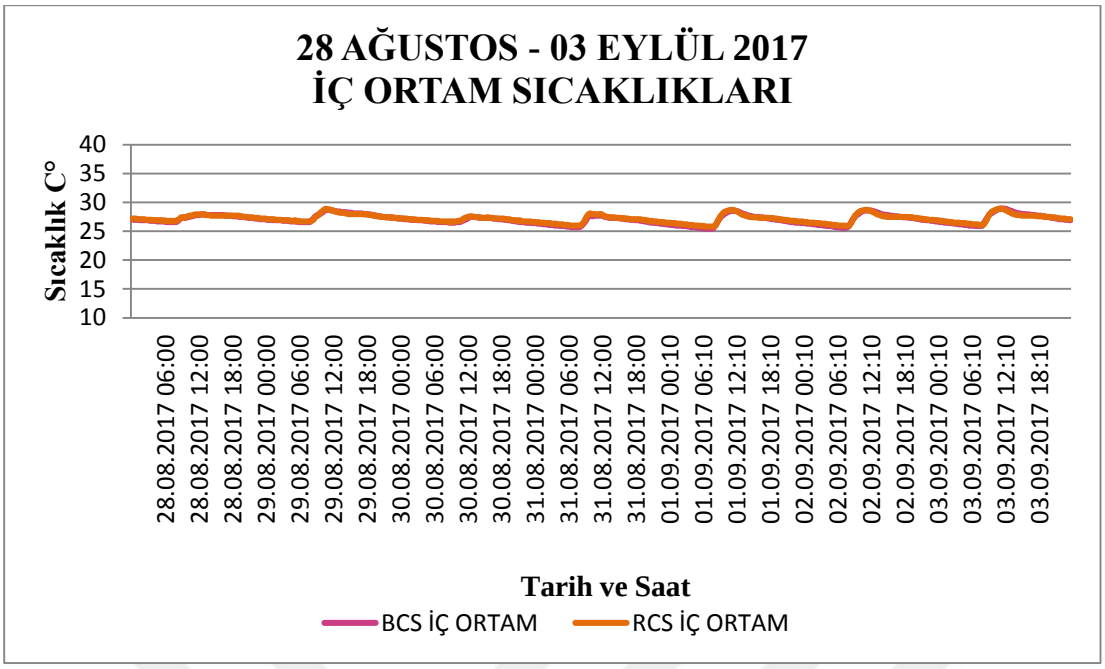
Şekil 5.266 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.267 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.268 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.269 : 28 Ağustos – 03 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

31 Ağustos 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.270'te yer almaktadır.



Şekil 5.270 : 31 Ağustos 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

04-10 Eylül 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

04-10 Eylül 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 15.9°C-33.1°C ve %32-%94 arasındadır (Şekil 5.271). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.61'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

04-10 Eylül 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 06 Eylül 2017 tarihinde saat 15:00'da görülmüştür ve 609W/m^2'dir (Şekil 5.272).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

04-10 Eylül 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.273'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.62'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.12-0.14 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.73-0.84 arasında değişmiştir (Çizelge 5.62).

RCS sıcaklık profili

04-10 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 15.9°C ile 33.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 12.8°C ile 53.2°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 22.9°C ile 26.6°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.2°C ile 29°C arasında değişmiştir (Şekil 5.274).

BCS sıcaklık profili

04-10 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 15.9°C ile 33.1°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 15.4°C ile 30°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 16°C ile 30.1°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 16°C ile 30.1°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 15.9°C ile 28.1°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 17.4°C ile 29.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 21.2°C ile 26.5°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 20.8°C ile 28.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.275).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

04-10 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 15.9°C ile 33.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 12.8°C ile 53.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 17.4°C ile 29.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.276).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 22.9°C-26.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 21.2°C-26.5°C arasındadır (Şekil 5.277).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

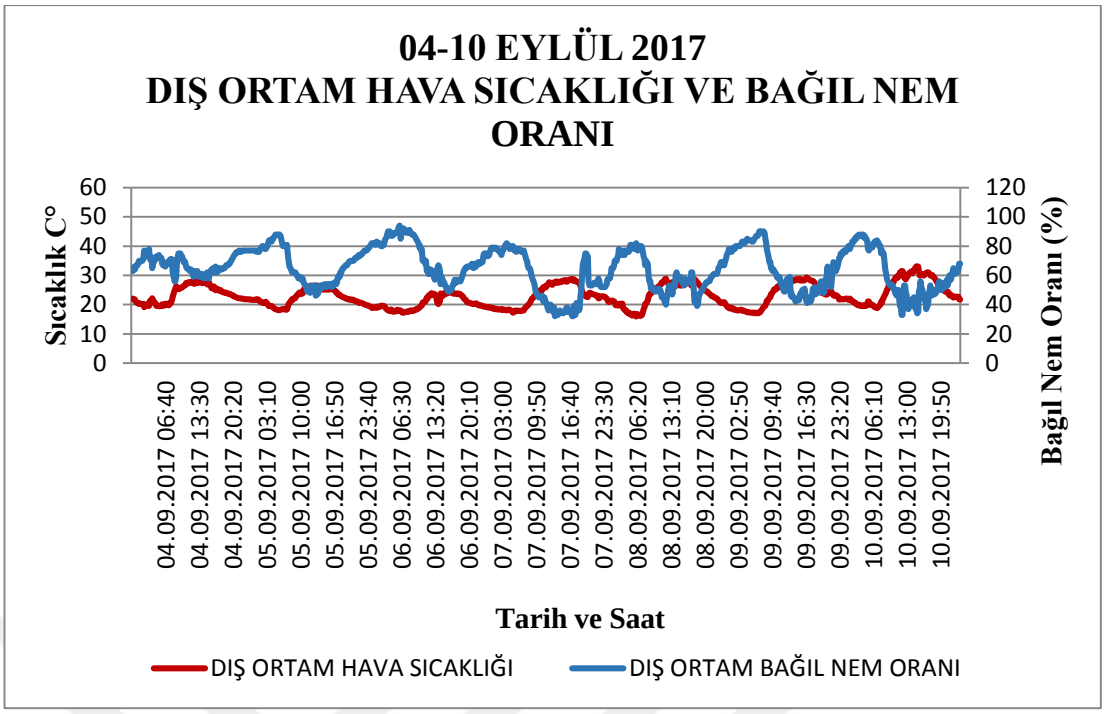
04-10 Eylül 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.2°C ile 29°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.8°C ile 28.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.278).

Çizelge 5.61 : 04-10 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

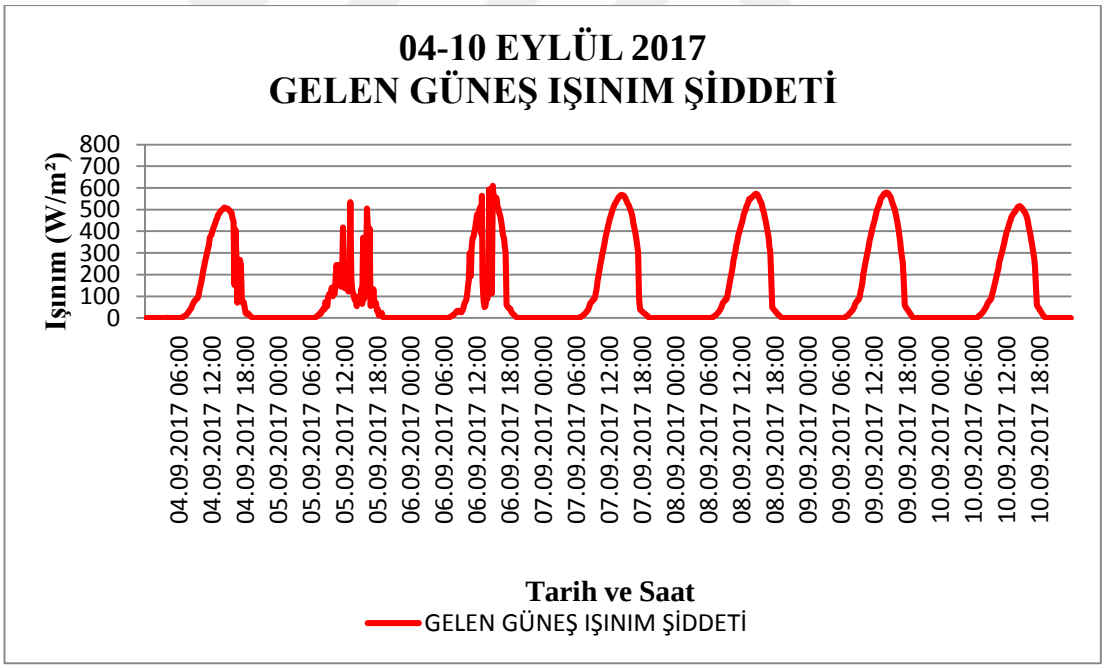
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
04 Eylül 2017	19.1	28.6	56	78
05 Eylül 2017	18.1	26.6	46	88
06 Eylül 2017	17.2	24.3	49	94
07 Eylül 2017	17.2	28.7	32	82
08 Eylül 2017	15.9	28.9	39	82
09 Eylül 2017	17	29.3	41	90
10 Eylül 2017	18.8	33.1	33	88

Çizelge 5.62 : 04-10 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

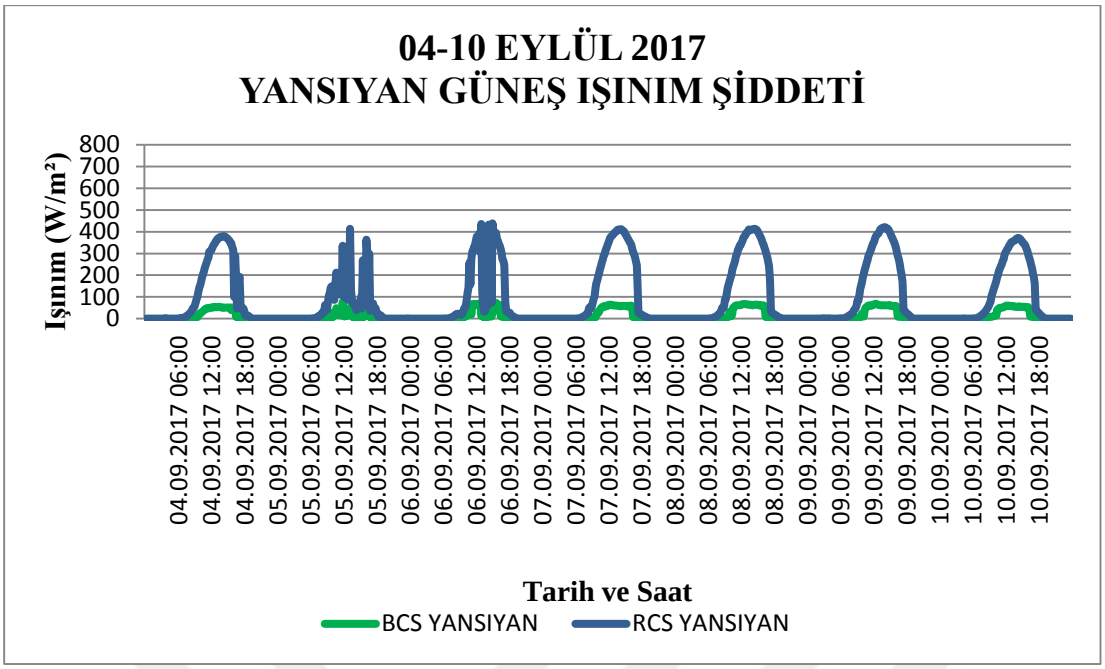
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
04 Eylül 2017	0.124	0.845
05 Eylül 2017	0.129	0.786
06 Eylül 2017	0.141	0.739
07 Eylül 2017	0.122	0.839
08 Eylül 2017	0.121	0.843
09 Eylül 2017	0.118	0.831
10 Eylül 2017	0.125	0.807



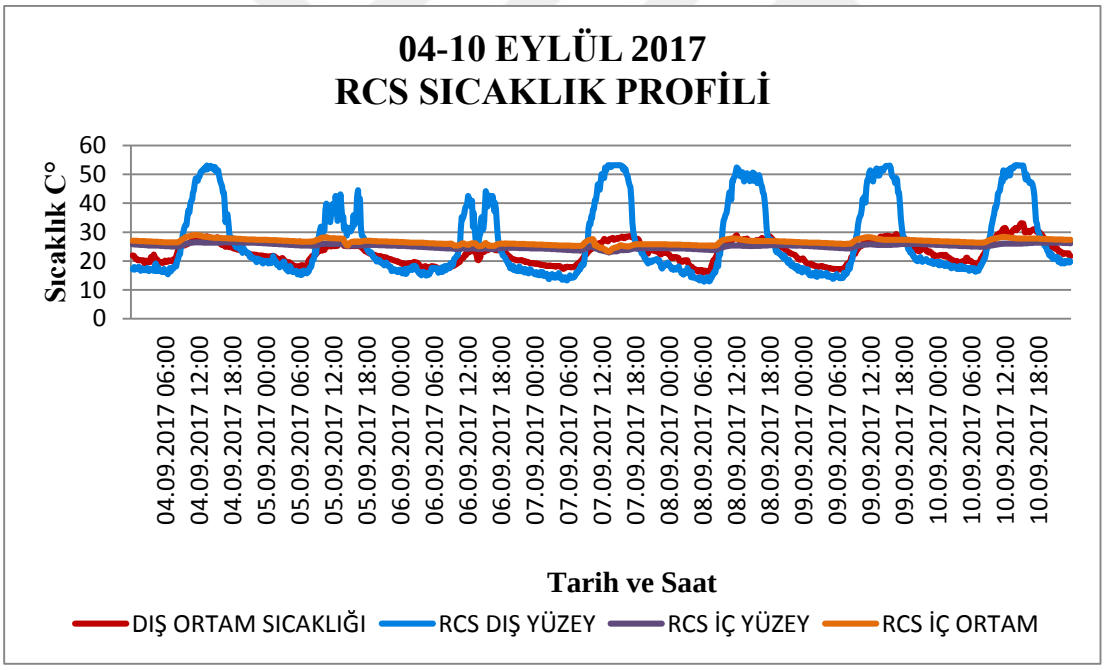
Şekil 5.271 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



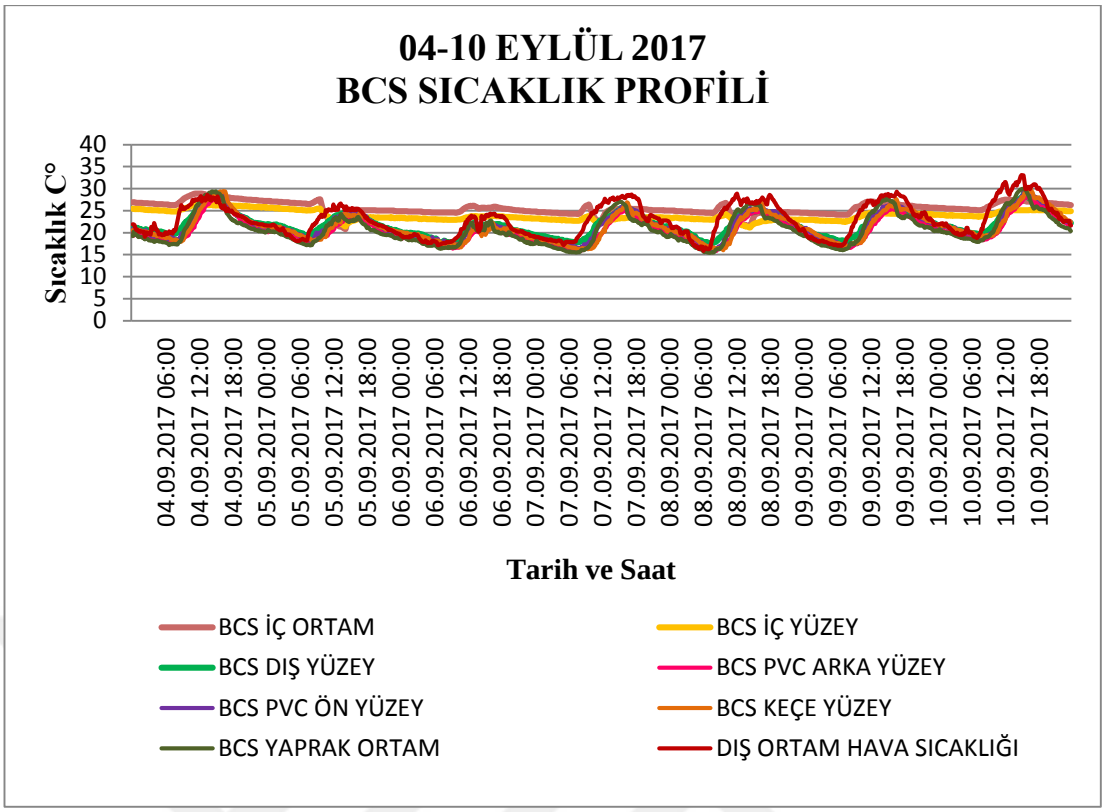
Şekil 5.272 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



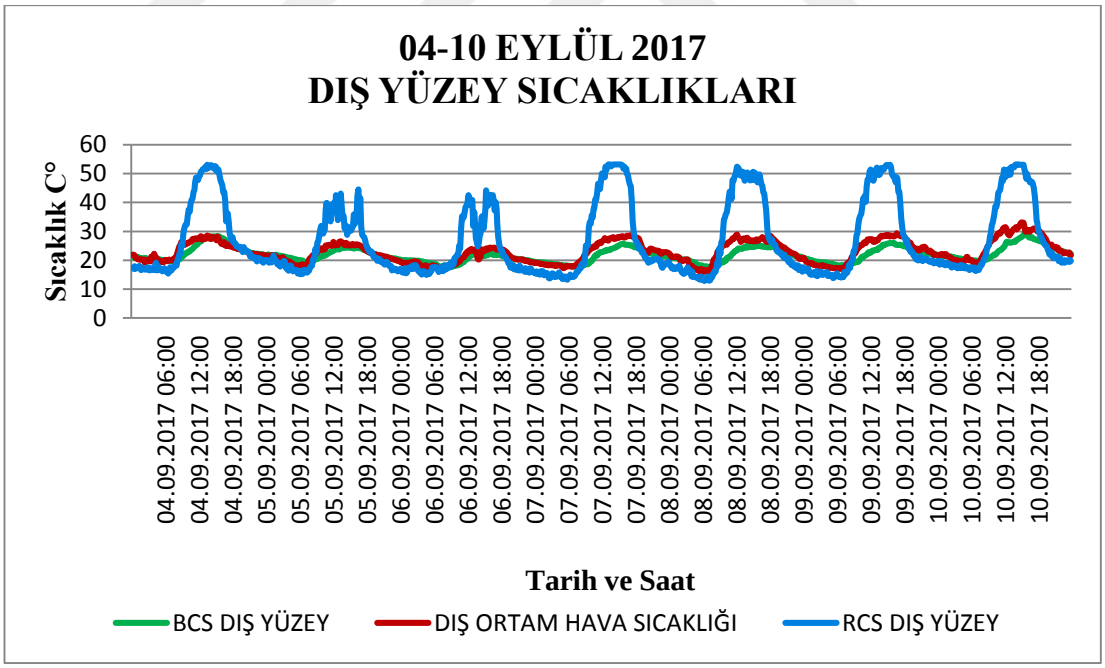
Şekil 5.273 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



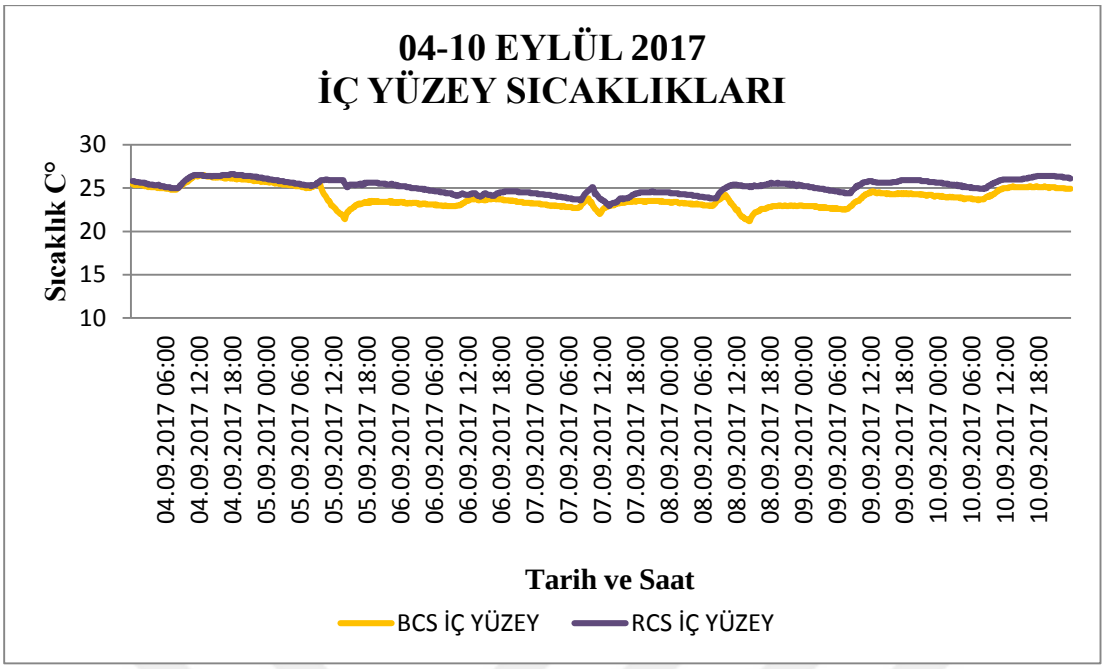
Şekil 5.274 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



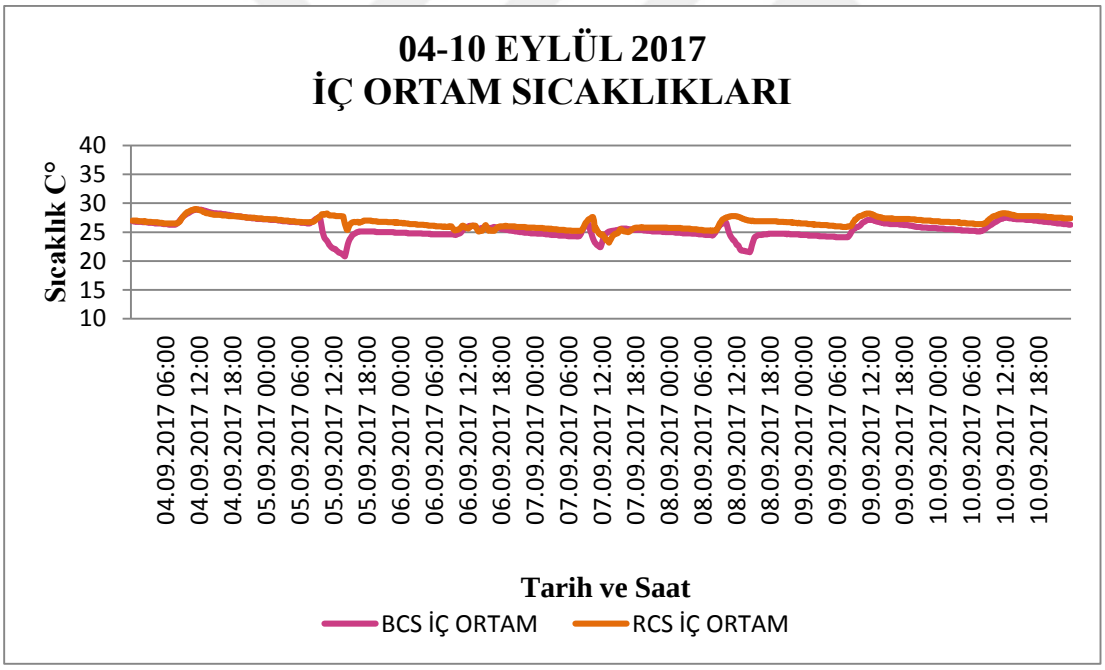
Şekil 5.275 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.276 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.277 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.278 : 04-10 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

05 Eylül 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.279'da yer almaktadır.



Şekil 5.279 : 05 Eylül 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

11-17 Eylül 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 19°C ile 33.6°C ve %25 ile %94 arasında değişmiştir (Şekil 5.280). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.63'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 13 Eylül 2017 tarihinde saat 14:30'da görülmüştür ve 589W/m^2'dir (Şekil 5.281).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.282'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.64'te

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.10-0.14 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.75-0.83 arasında değişmiştir (Çizelge 5.64).

RCS sıcaklık profili

11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 19°C ile 33.6°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 15.5°C ile 53.3°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 24.3°C ile 27.3°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 23.6°C ile 29°C arasında değişmiştir (Şekil 5.283).

BCS sıcaklık profili

11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 19°C ile 33.6°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 17.8°C ile 29.9°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 18°C ile 30.1°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 18.8°C ile 29.1°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 18.4°C ile 28°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 19.8°C ile 29°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 24.1°C ile 26.6°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 25.1°C ile 28.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.284).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 19°C ile 33.6°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 15.5°C ile 53.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 19.8°C ile 29°C arasında değişmiştir (Şekil 5.285).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 24.3°C ile 27.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 24.1°C ile 26.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.286).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

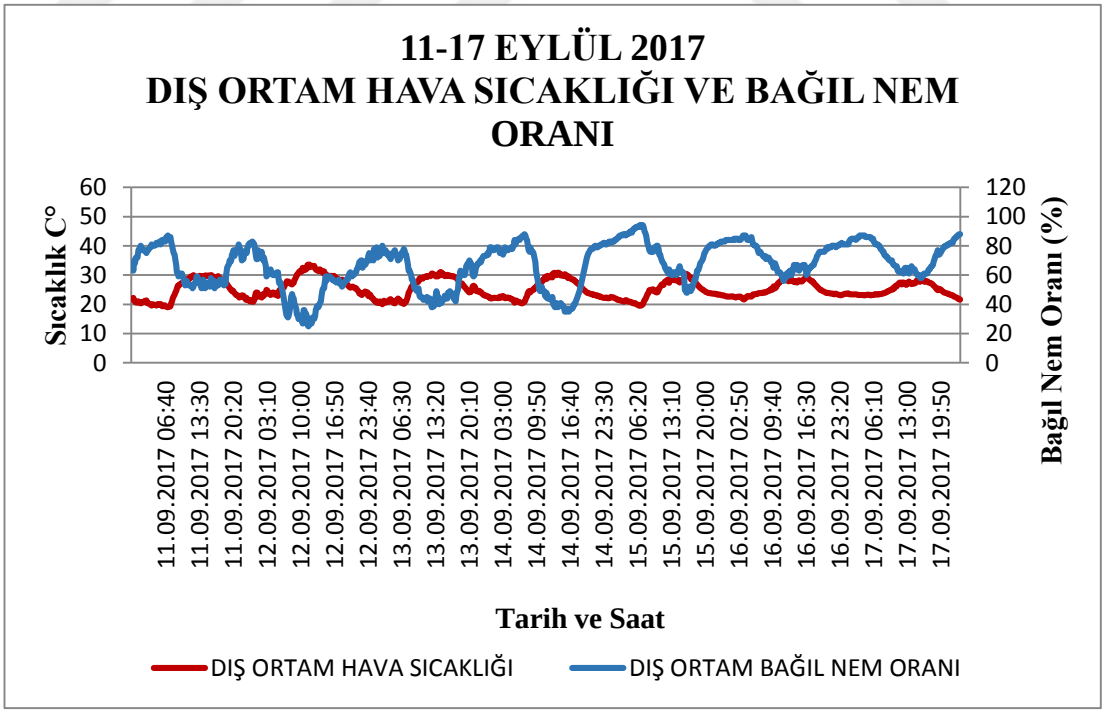
11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 23.6°C ile 29°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 25.1°C ile 28.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.287).

Çizelge 5.63 : 11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

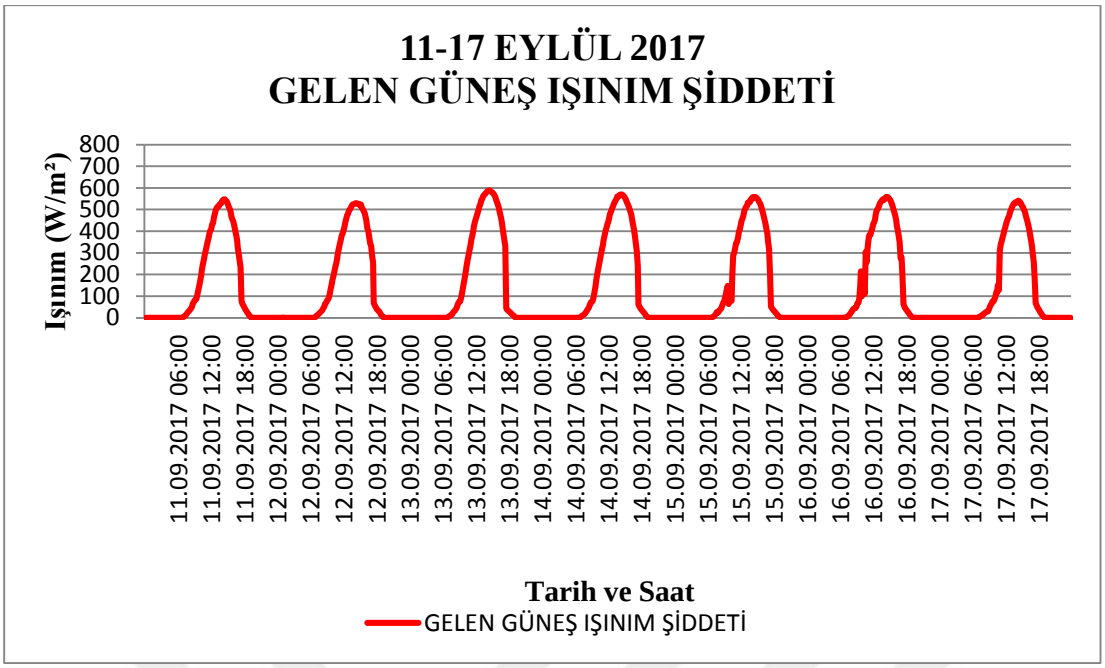
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
11 Eylül 2017	0.124	0.824
12 Eylül 2017	0.120	0.815
13 Eylül 2017	0.110	0.838
14 Eylül 2017	0.108	0.830
15 Eylül 2017	0.122	0.806
16 Eylül 2017	0.125	0.771
17 Eylül 2017	0.143	0.750

Çizelge 5.64 : 11-17 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

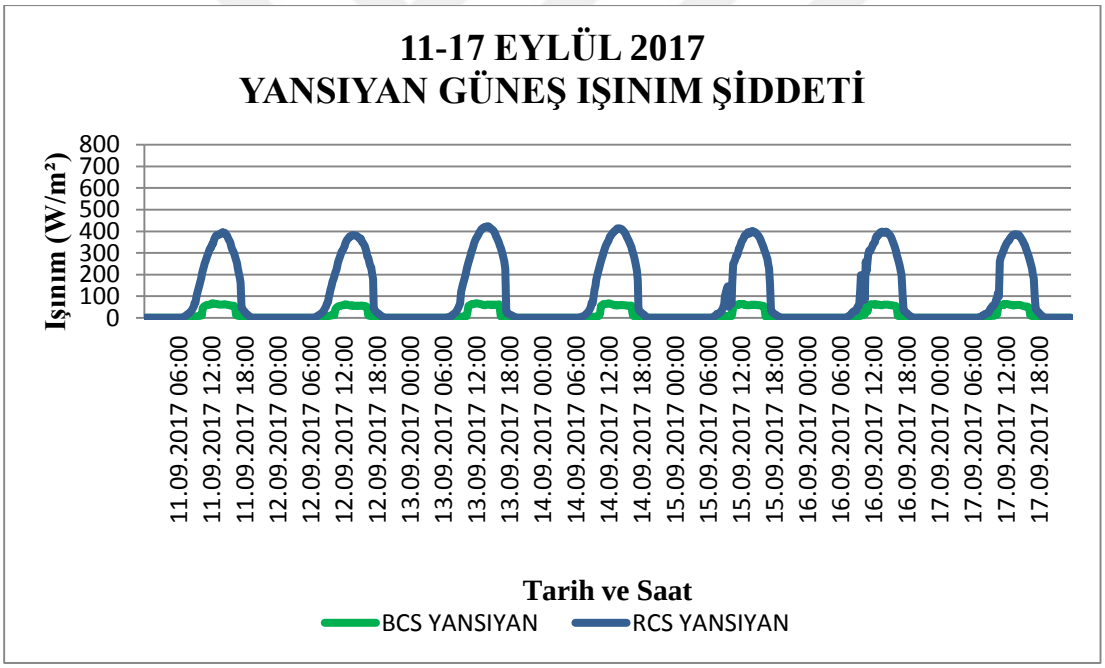
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
11 Eylül 2017	19	30	51	87
12 Eylül 2017	20.9	33.6	25	83
13 Eylül 2017	20	31.1	38	80
14 Eylül 2017	20.3	30.9	35	88
15 Eylül 2017	19.6	30.4	48	94
16 Eylül 2017	21.7	29.8	56	87
17 Eylül 2017	21.7	28.6	58	88



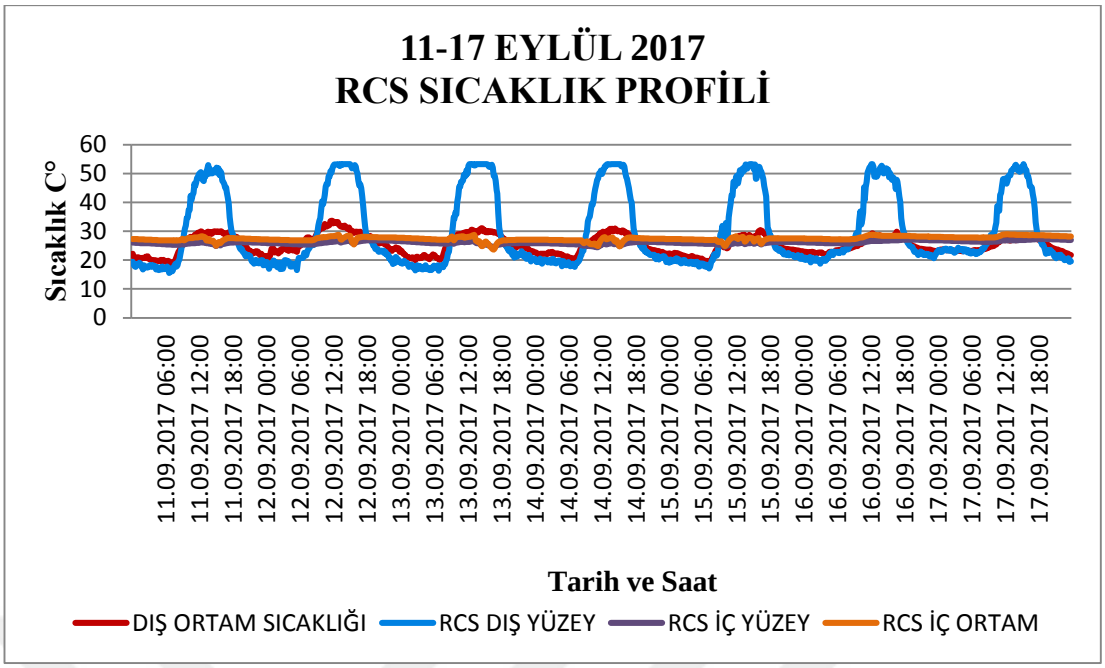
Şekil 5.280 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



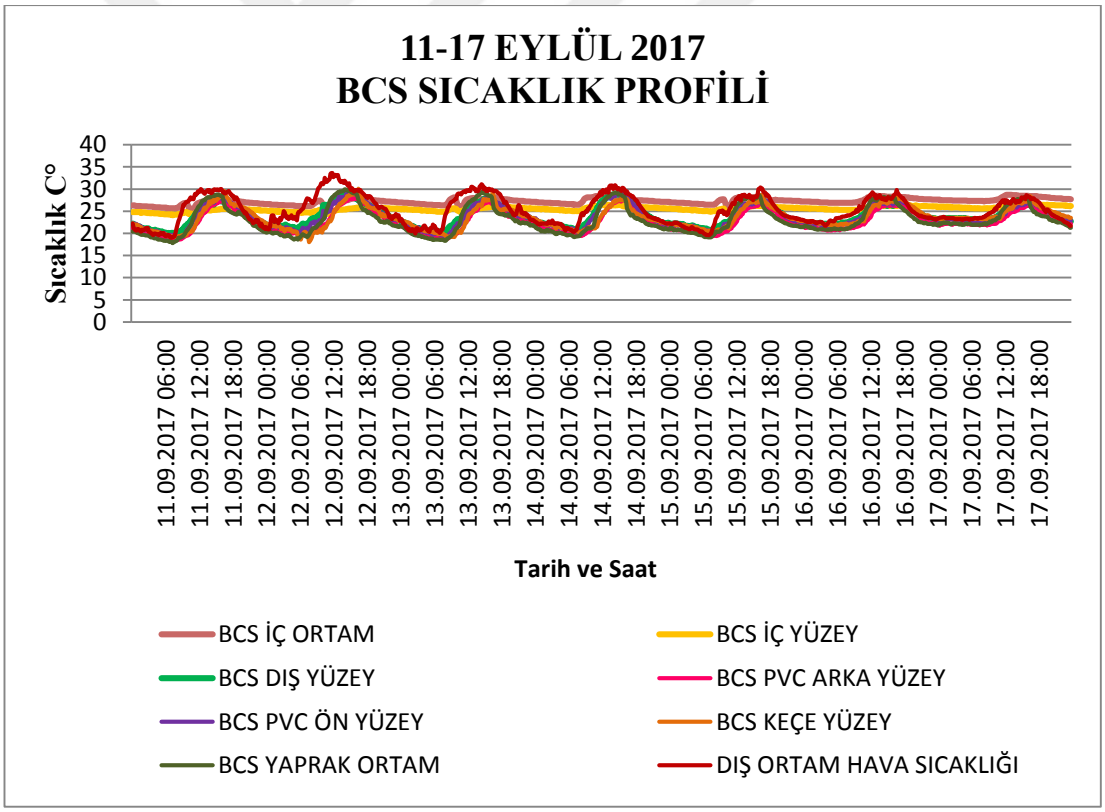
Şekil 5.281 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



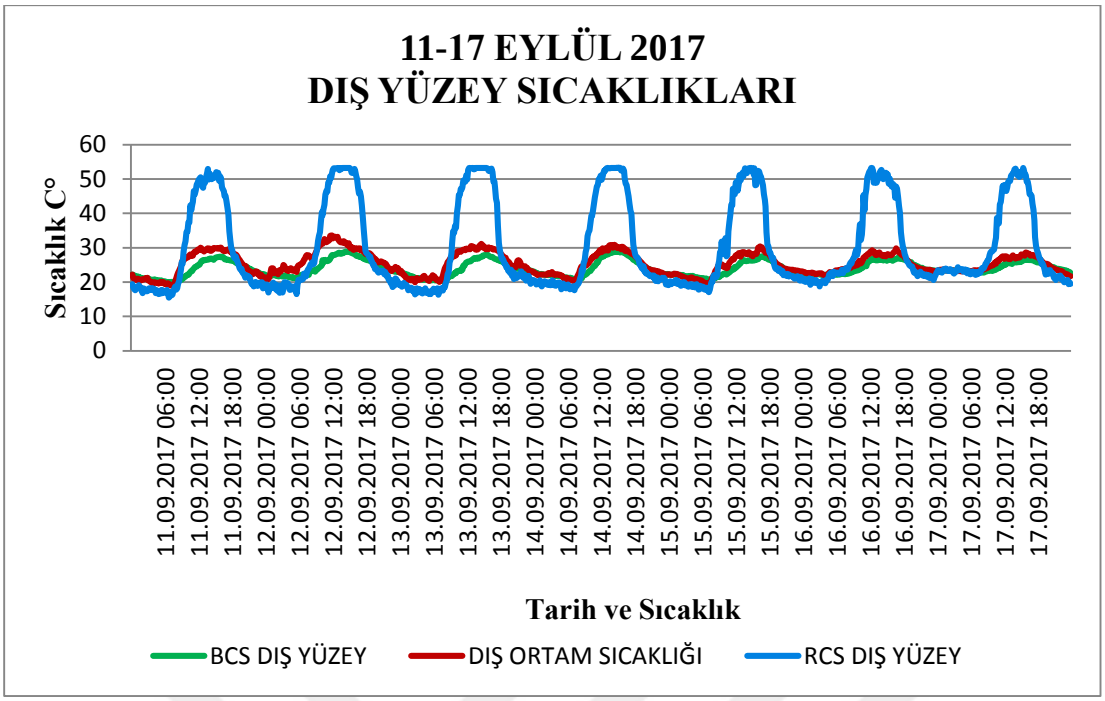
Şekil 5.282 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



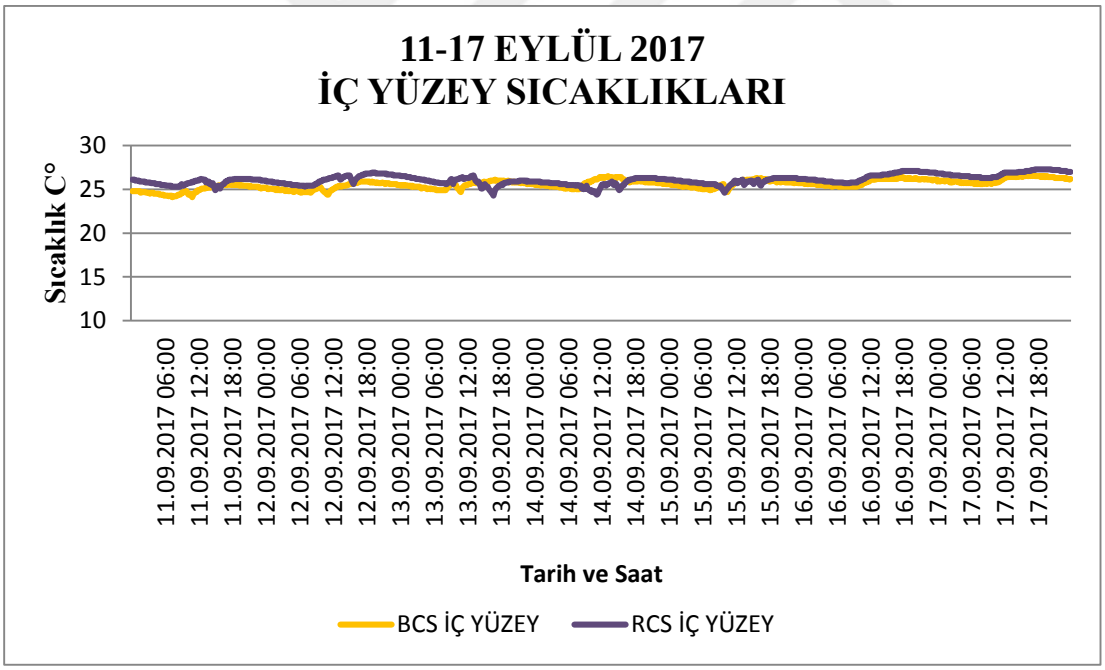
Şekil 5.283 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



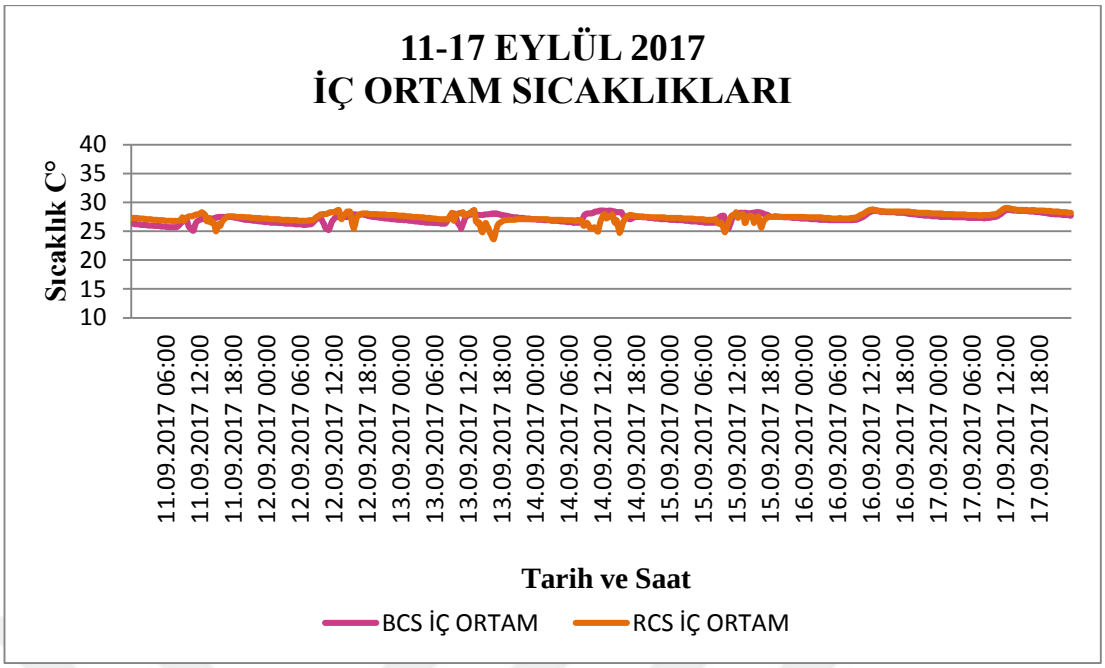
Şekil 5.284 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.285 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.286 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.287 : 11-17 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

12 Eylül 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 4.288'de yer almaktadır.



Şekil 5.288 : 12 Eylül 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

18-24 Eylül 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

18-24 Eylül 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 13.1°C-37.7°C ve %17-%95 arasındadır (Şekil 5.289). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.65'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

18-24 Eylül 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 23 Eylül 2017 tarihinde saat 14:30'da görülmüştür ve 658W/m^2'dir (Şekil 5.290).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

18-24 Eylül 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.291'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.66'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.10-0.14 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.72-0.82 arasında değişmiştir (Çizelge 5.66).

RCS sıcaklık profili

18-24 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 13.1°C ile 37.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 10.3°C ile 53.3°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 23.6°C ile 27.1°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.5°C ile 29.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.292).

BCS sıcaklık profili

18-24 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 13.1°C ile 37.7°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 12.4°C ile 32°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 12.9°C ile 31.3°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 13.1°C ile 33.5°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 13°C ile 30.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 14.7°C ile 32.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 21.5°C ile 26.2°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 21.9°C ile 27.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.293).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

18-24 Eylül 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 13.1°C ile 37.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 10.3°C ile 53.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 14.7°C ile 32.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.294).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 23.6°C-27.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 21.5°C-26.2°C arasındadır (Şekil 5.295).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

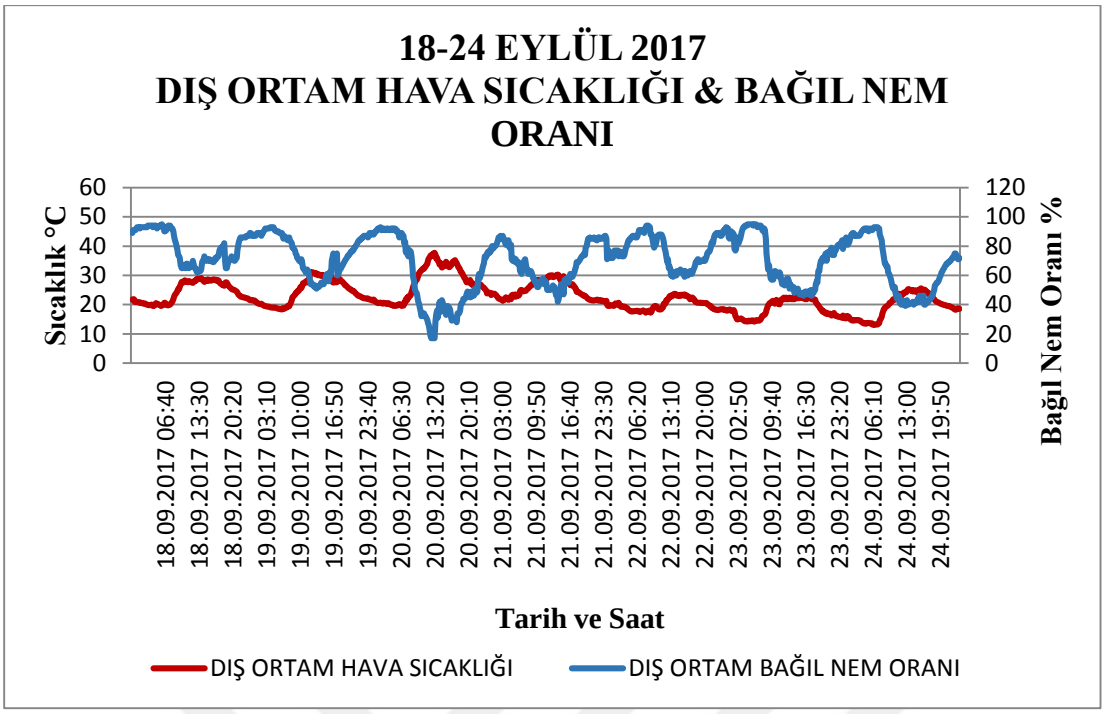
18-24 Eylül 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 24.5°C ile 29.1°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.9°C ile 27.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.296).

Çizelge 5.65 : 18-24 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

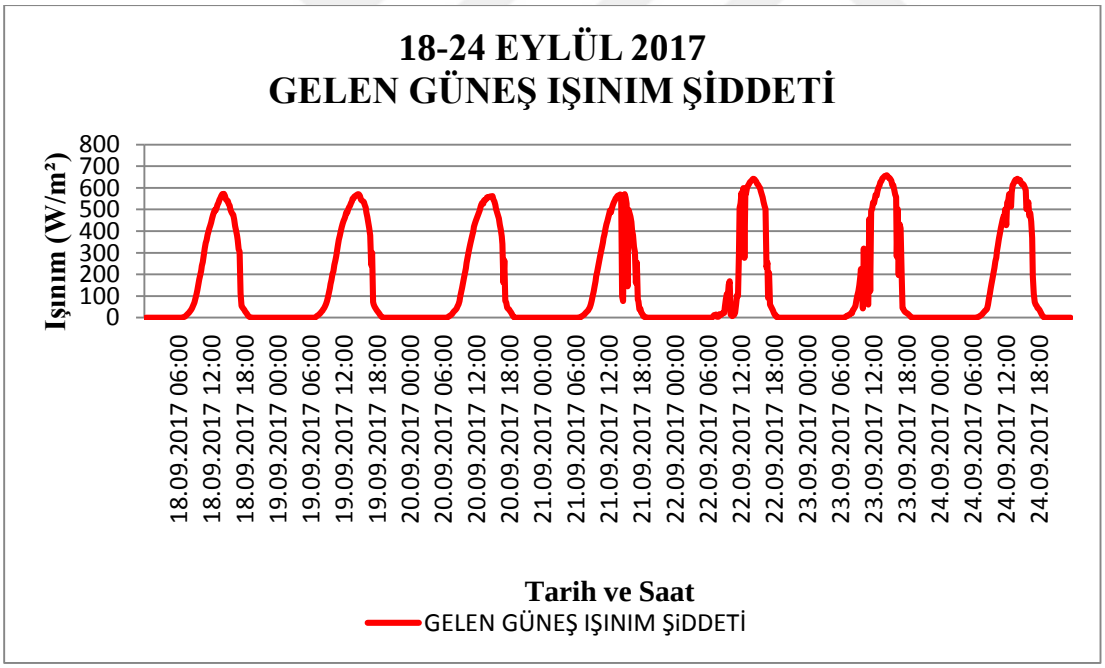
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
18 Eylül 2017	19.6	29.1	62	95
19 Eylül 2017	18.4	31	51	93
20 Eylül 2017	19.5	37.7	17	93
21 Eylül 2017	21.1	30.3	42	87
22 Eylül 2017	17.3	23.7	59	94
23 Eylül 2017	14.2	22.6	46	95
24 Eylül 2017	13.1	25.6	39	93

Çizelge 5.66 : 18-24 Eylül 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

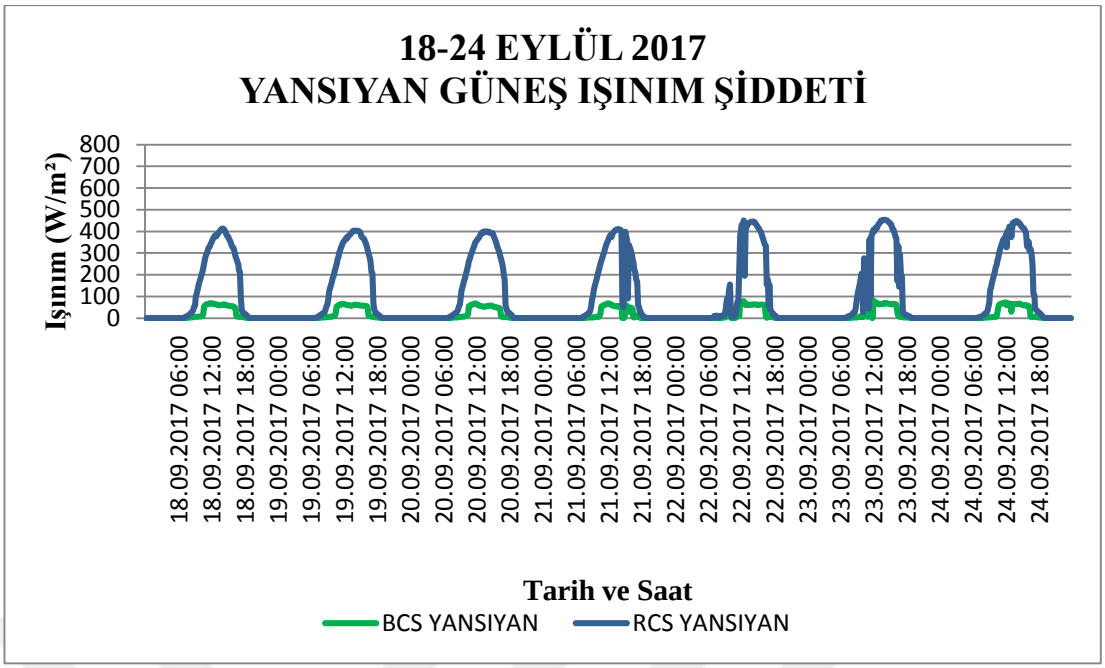
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
18 Eylül 2017	0.114	0.821
19 Eylül 2017	0.110	0.813
20 Eylül 2017	0.107	0.814
21 Eylül 2017	0.115	0820
22 Eylül 2017	0.111	0.720
23 Eylül 2017	0.148	0.777
24 Eylül 2017	0.101	0.801



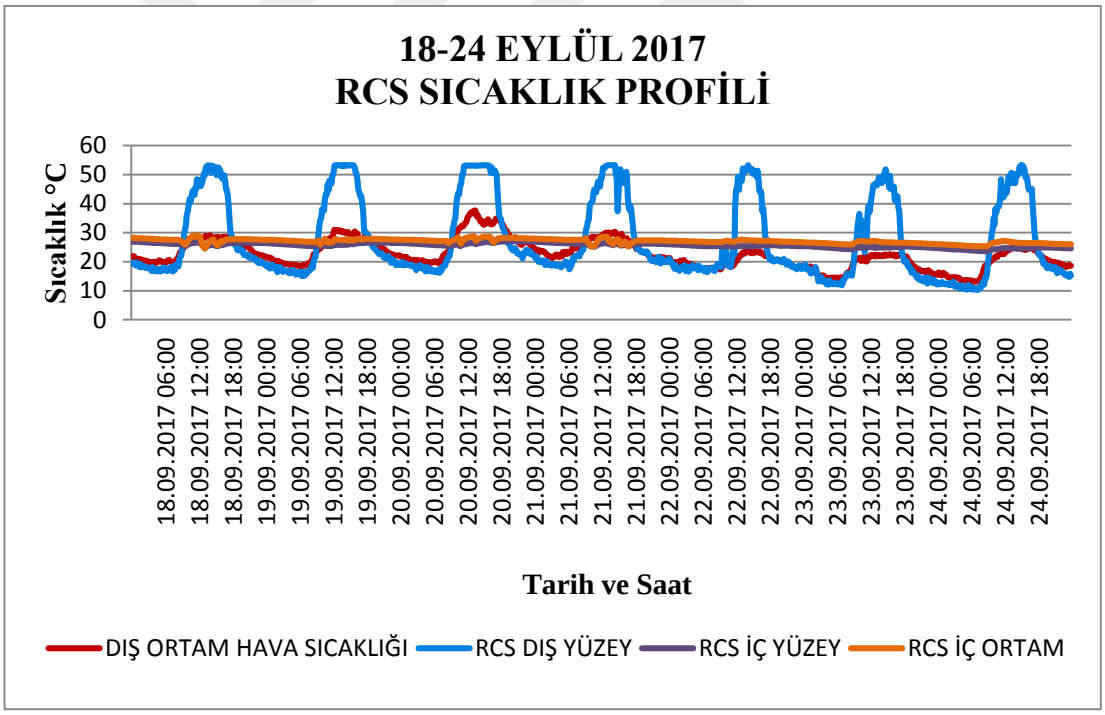
Şekil 5.289 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



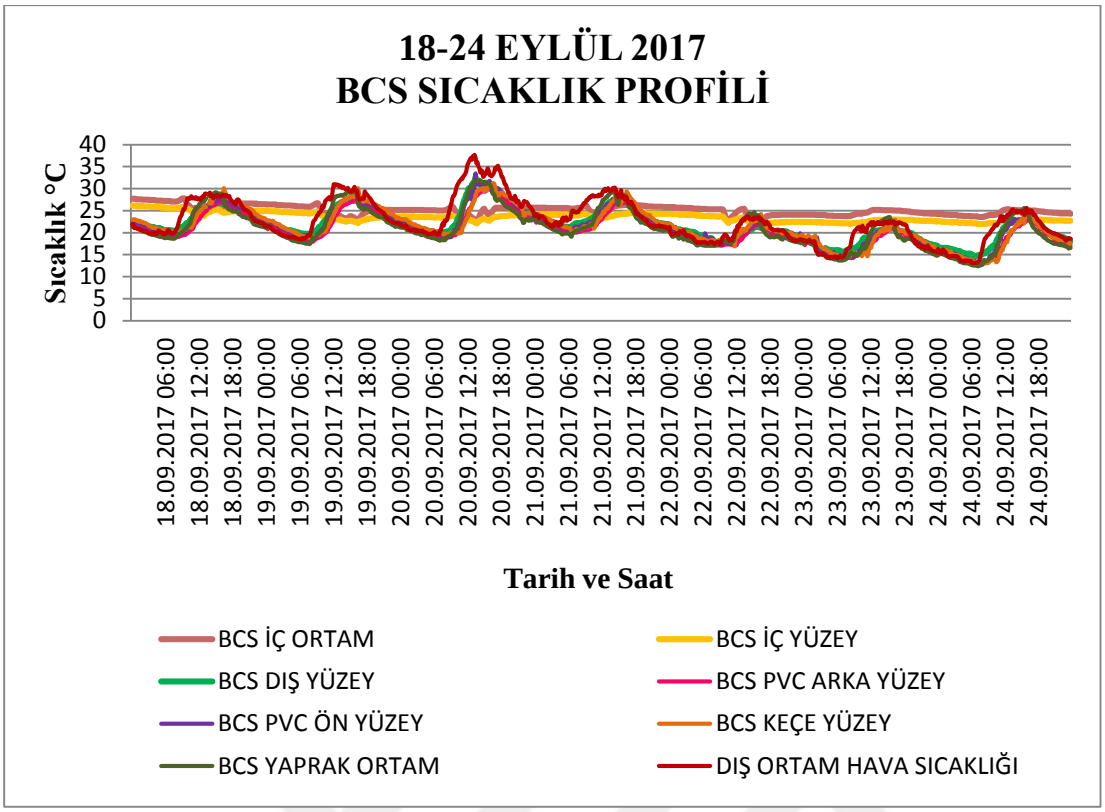
Şekil 5.290 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



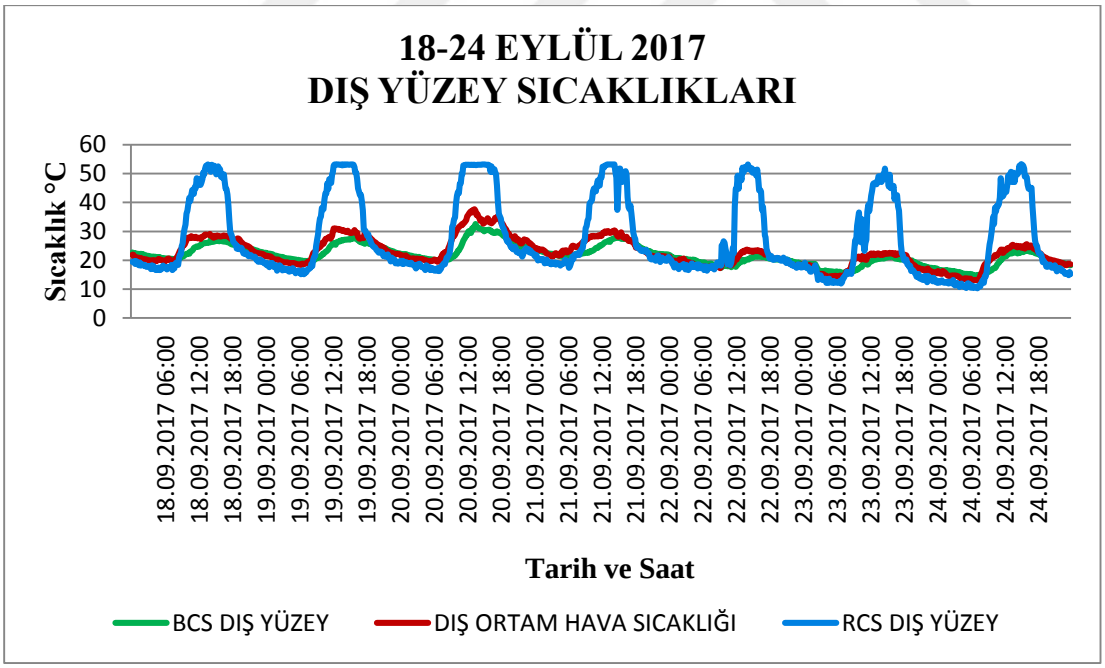
Şekil 5.291 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



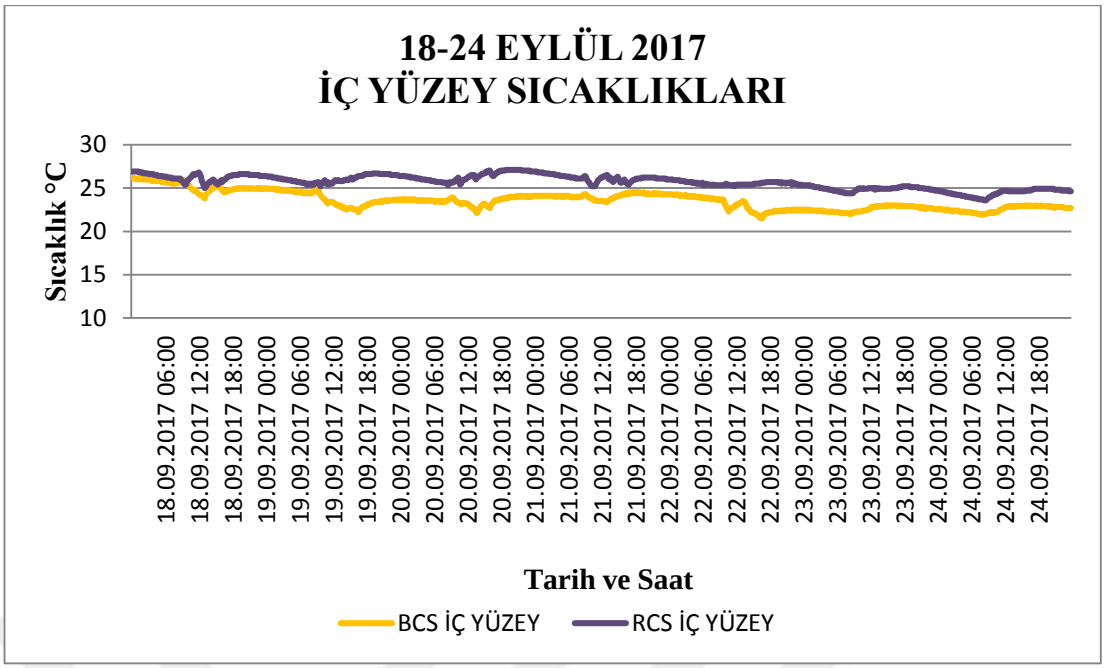
Şekil 5.292 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



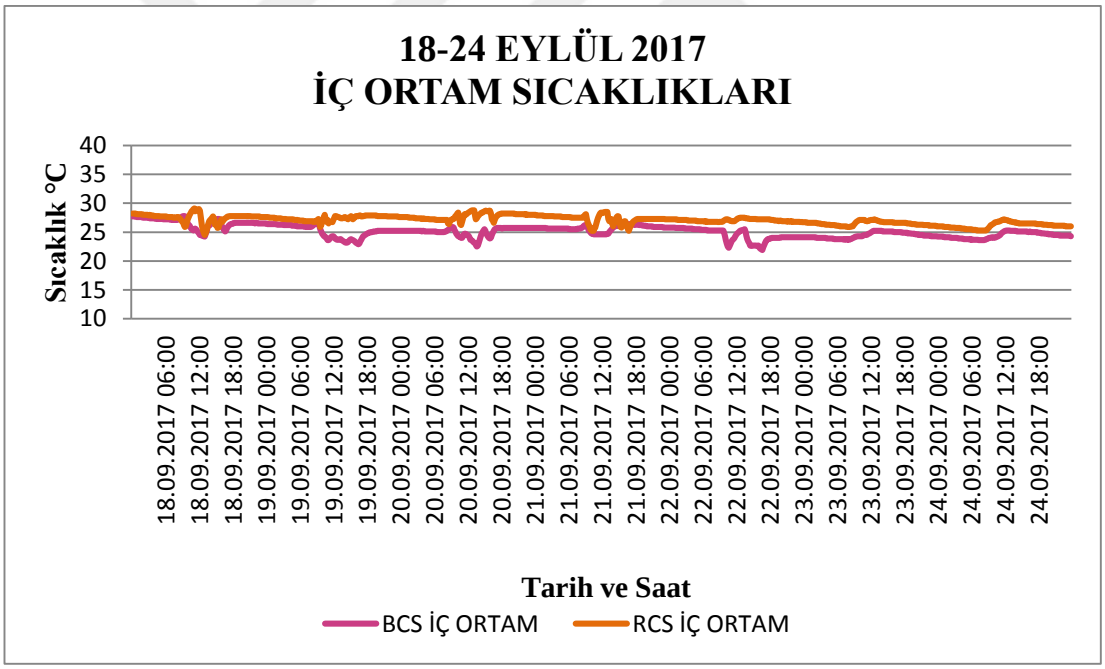
Şekil 5.293 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.294 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.295 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.296 : 18-24 Eylül 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

22 Eylül 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.297'de yer almaktadır.



Şekil 5.297 : 22 Eylül 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

25 Eylül – 01 Ekim 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 14.3°C ile 27.8°C ve %45 ile %96 arasında değişmiştir (Şekil 5.298). Verilen tarihler arasıdaki her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.67'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Verilen tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 27 Eylül 2017 tarihinde saat 15:10'da görülmüştür ve 679W/m^2'dir (Şekil 5.299)

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.300'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 09:00 ile 15:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması

Çizelge 5.68'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.08-0.11 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.67-0.76 arasında değişmiştir (Çizelge 5.68).

RCS sıcaklık profili

25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 14.3°C ile 27.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 13°C ile 53.2°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 21.1°C ile 25.8°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 22.8°C ile 27.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.301).

BCS sıcaklık profili

25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 14.3°C ile 27.8°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 13.4°C ile 27.1°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 14°C ile 26.9°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 13.6°C ile 26.5°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 13.6°C ile 25.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 14.4°C ile 26.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 19.8°C ile 24.1°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 21.6°C ile 26.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.302).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 14.3°C ile 27.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 13°C ile 53.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 14.4°C ile 26.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.303).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 21.1°C-25.8°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 19.8°C-24.1°C arasındadır (Şekil 5.304).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

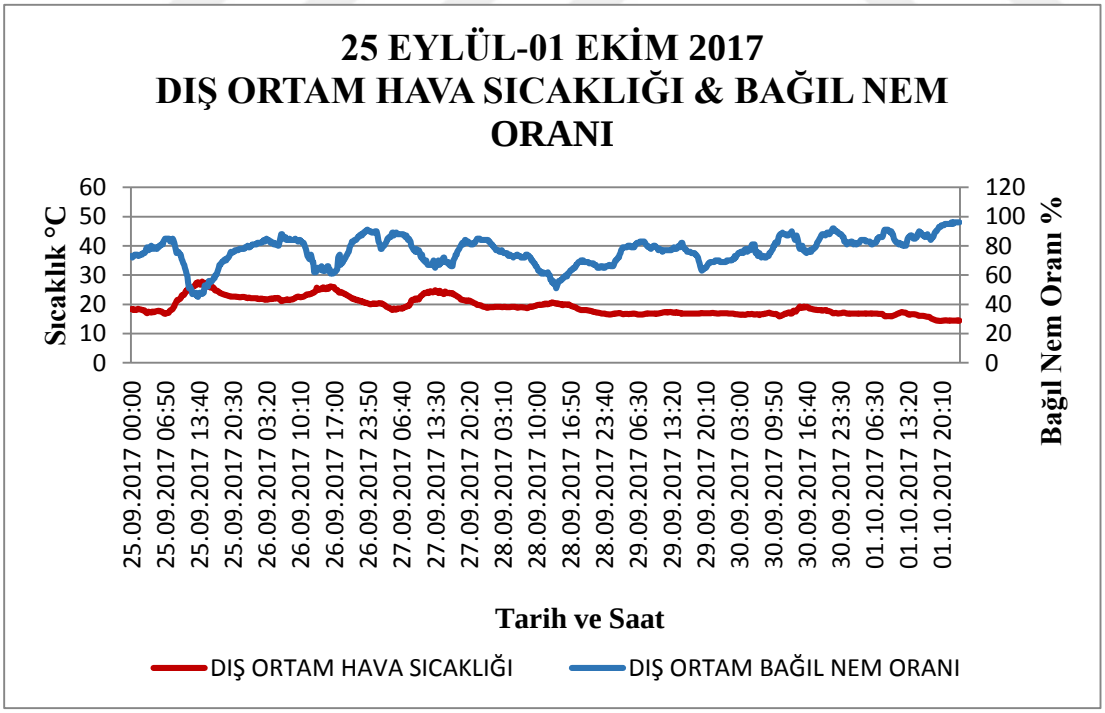
25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 22.8°C ile 27.7°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 21.6°C ile 26.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.305).

Çizelge 5.67 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

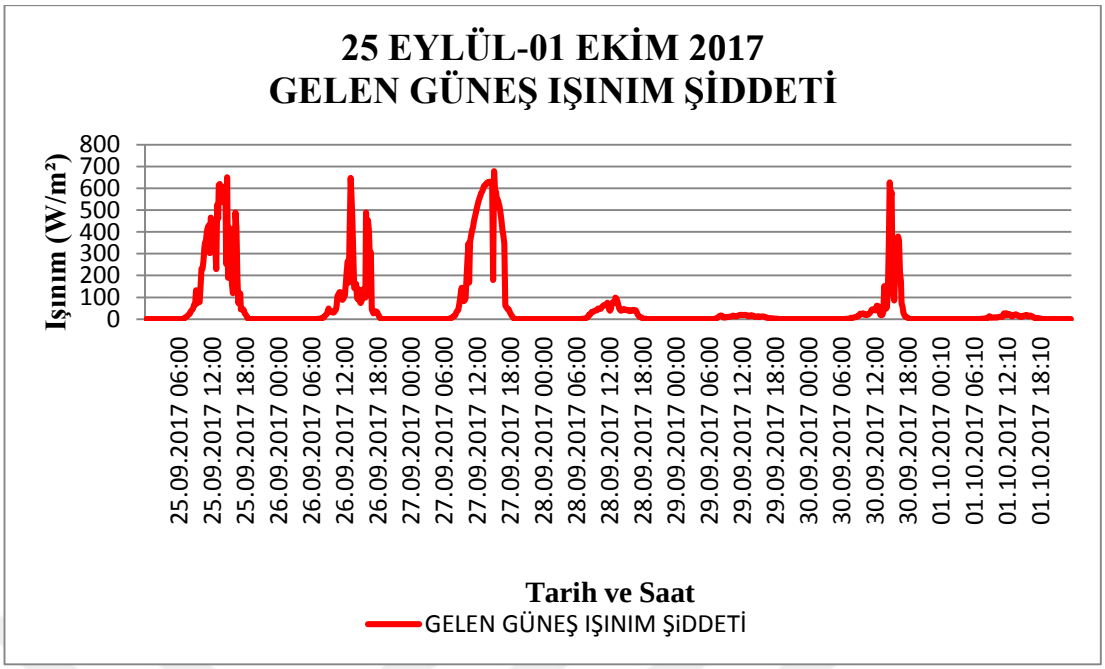
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
25 Eylül 2017	16.7	27.8	45	85
26 Eylül 2017	20.3	26.1	61	91
27 Eylül 2017	18.1	24.8	65	90
28 Eylül 2017	16.8	20.7	51	84
29 Eylül 2017	16.5	17.4	63	83
30 Eylül 2017	15.9	19.3	69	92
01 Ekim 2017	14.3	17.4	80	96

Çizelge 5.68 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

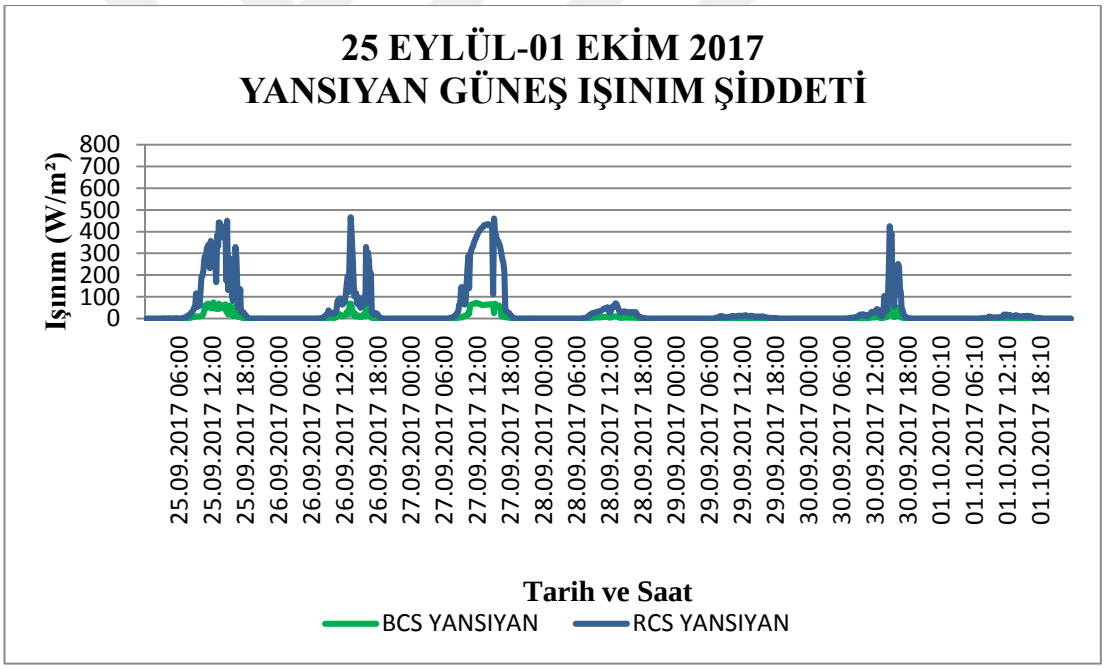
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
25 Eylül 2017	0.117	0.758
26 Eylül 2017	0.114	0.722
27 Eylül 2017	0.118	0.764
28 Eylül 2017	0.114	0713
29 Eylül 2017	0.085	0.720
30 Eylül 2017	0.108	0.697
01 Ekim 2017	0.110	0.679



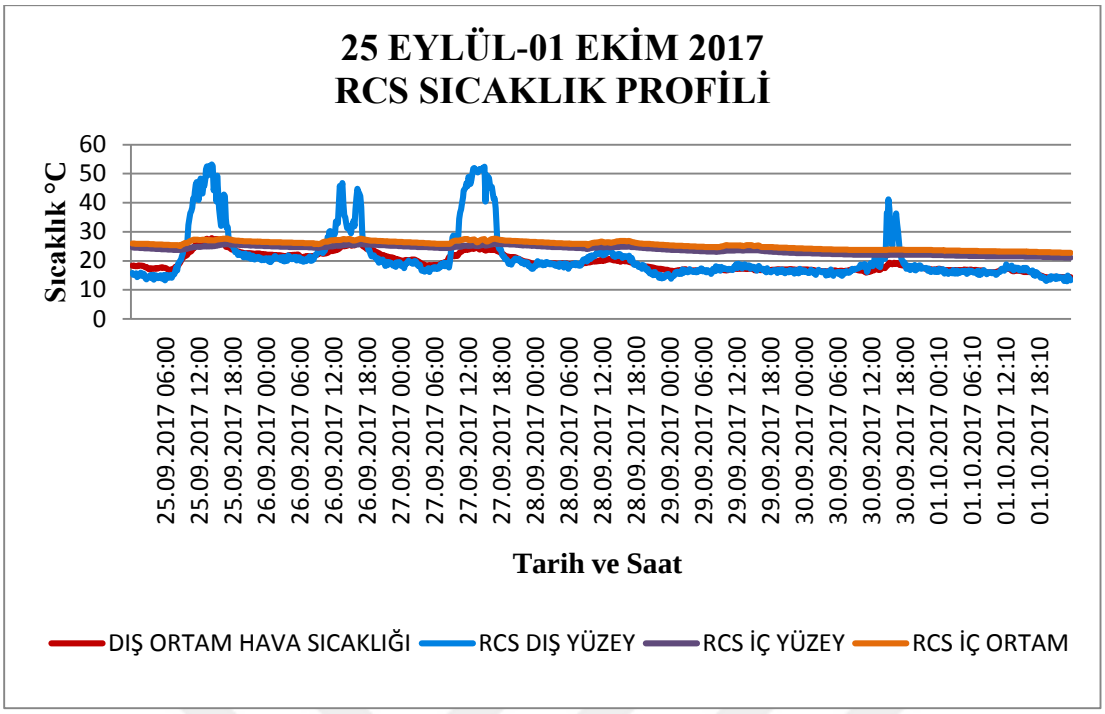
Şekil 5.298 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



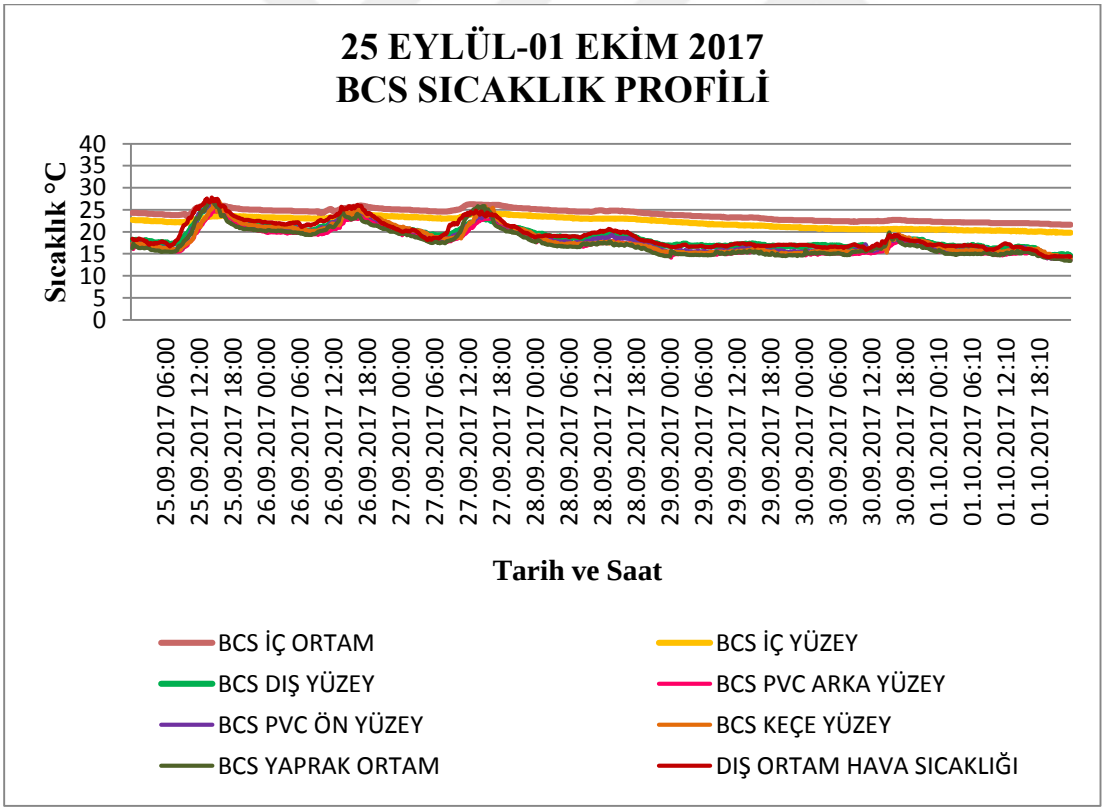
Şekil 5.299 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



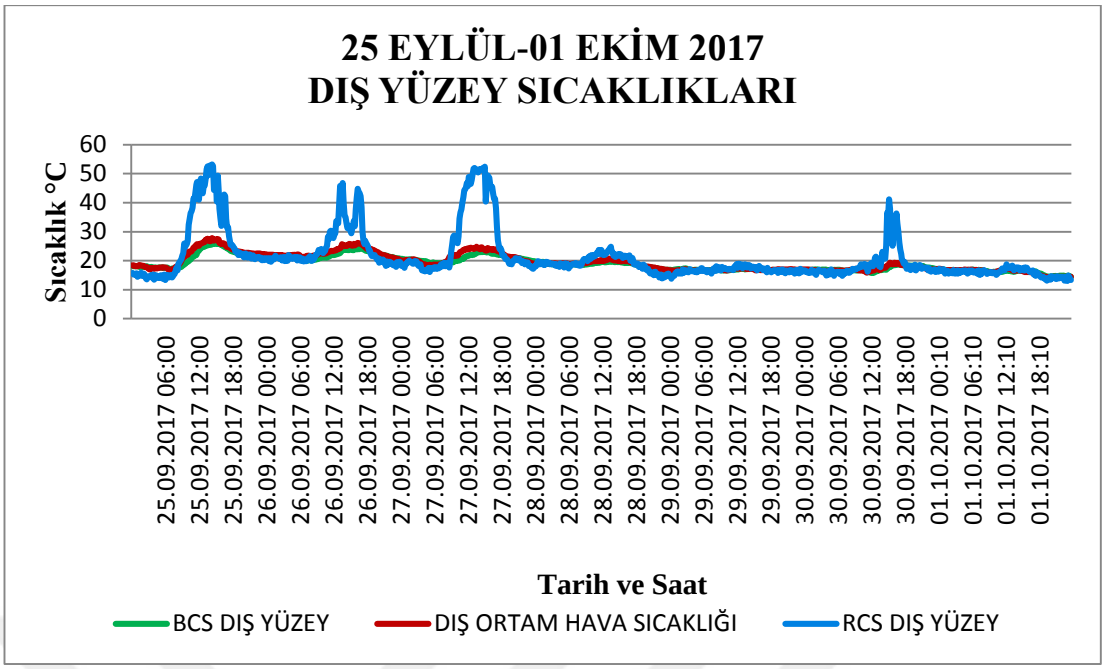
Şekil 5.300 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



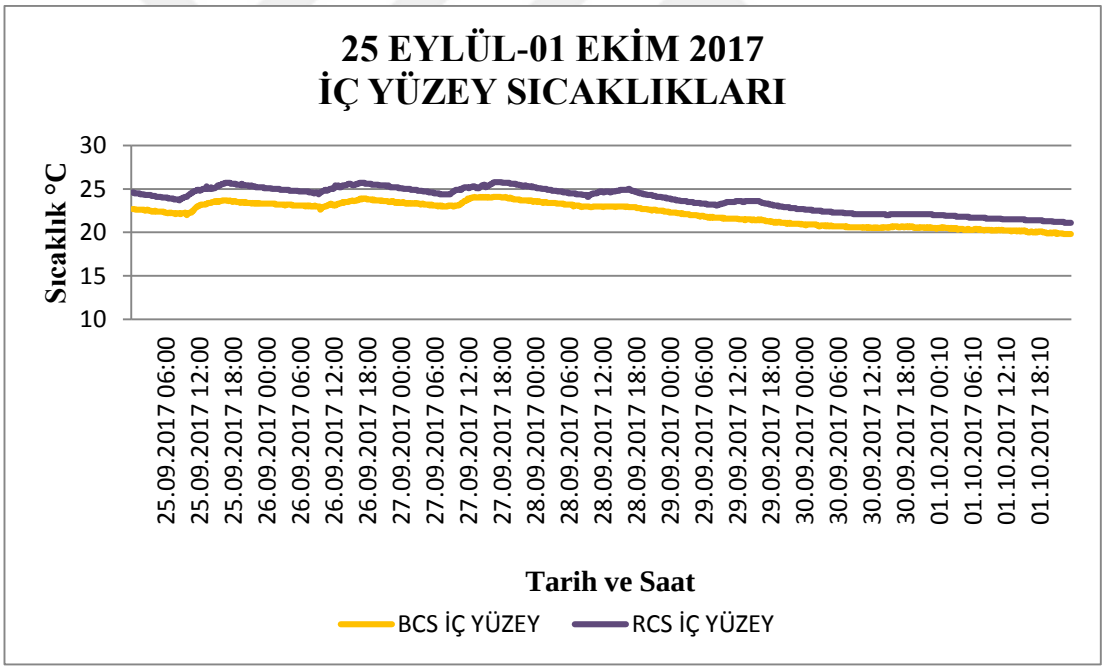
Şekil 5.301 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



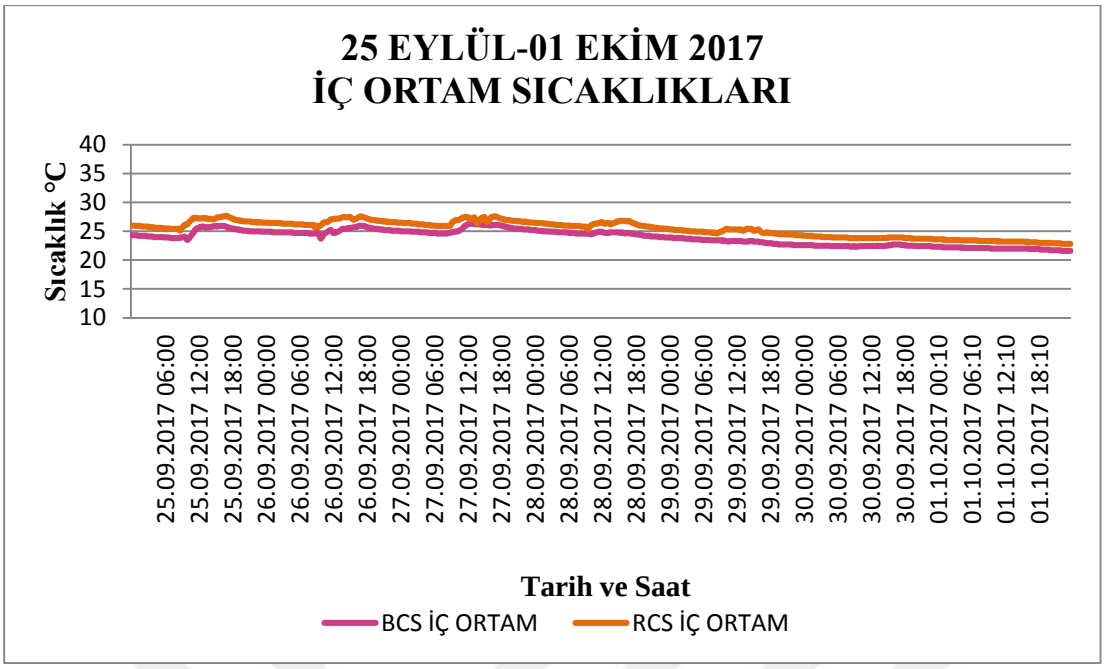
Şekil 5.302 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.303 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.304 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.305 : 25 Eylül – 01 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

26 Eylül 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.306'da yer almaktadır.



Şekil 5.306 : 26 Eylül 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

02-08 Ekim 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

02-08 Ekim 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 9.2°C-26.9°C ve %33-%97 arasındadır (Şekil 5.307). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.69'da verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

02-08 Ekim 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 03 Ekim 2017 tarihinde saat 14:10'da görülmüştür ve 695W/m^2'dir (Şekil 5.308).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

02-08 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.309'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.70'te görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.10-0.12 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.62-0.75 arasında değişmiştir (Çizelge 5.70).

RCS sıcaklık profili

02-08 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9.2°C ile 26.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5.8°C ile 53.3°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 19.9°C ile 22.5°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.5°C ile 24.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.310).

BCS sıcaklık profili

02-08 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 9.2°C ile 26.9°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 8.6°C ile 27.6°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 8.6°C ile 27.1°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 9.1°C ile 24.5°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 9.3°C ile 24°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 11.3°C ile 23.4°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 18°C ile 20.4°C ve bitkilendirilmiş

duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.3°C ile 22.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.311).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

02-08 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 9.2°C ile 26.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 5.8°C ile 53.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 11.3°C ile 23.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.312).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 19.9°C-22.5°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 18°C-20.4°C arasındadır (Şekil 5.313).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

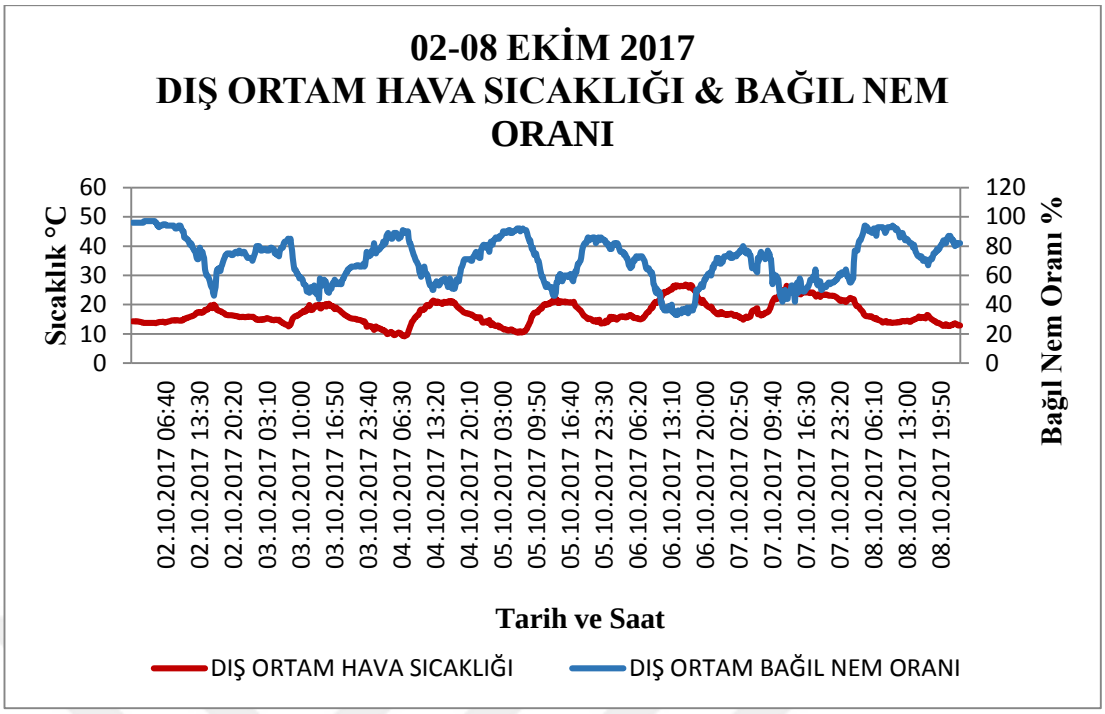
02-08 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 21.5°C ile 24.3°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.3°C ile 22.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.314).

Çizelge 5.69 : 02-08 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

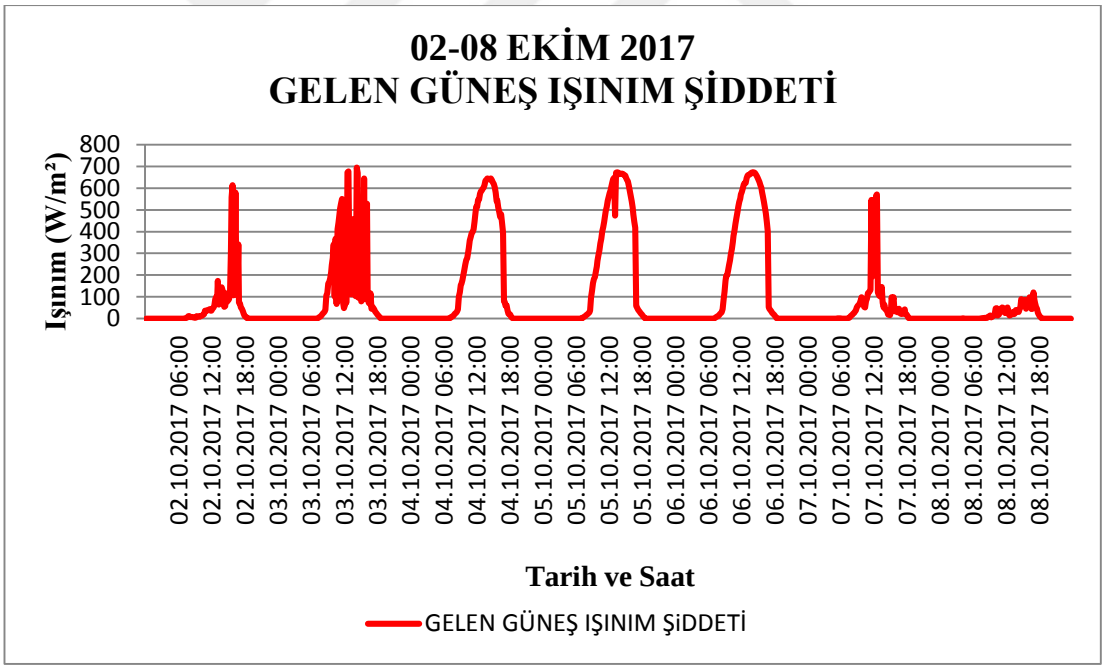
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
02 Ekim 2017	13.6	20	46	97
03 Ekim 2017	12.4	20.3	44	85
04 Ekim 2017	9.2	21.4	50	91
05 Ekim 2017	10.5	22.1	46	92
06 Ekim 2017	14	26.9	33	82
07 Ekim 2017	14.9	26.4	42	80
08 Ekim 2017	12.7	22.3	55	94

Çizelge 5.70 : 02-08 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

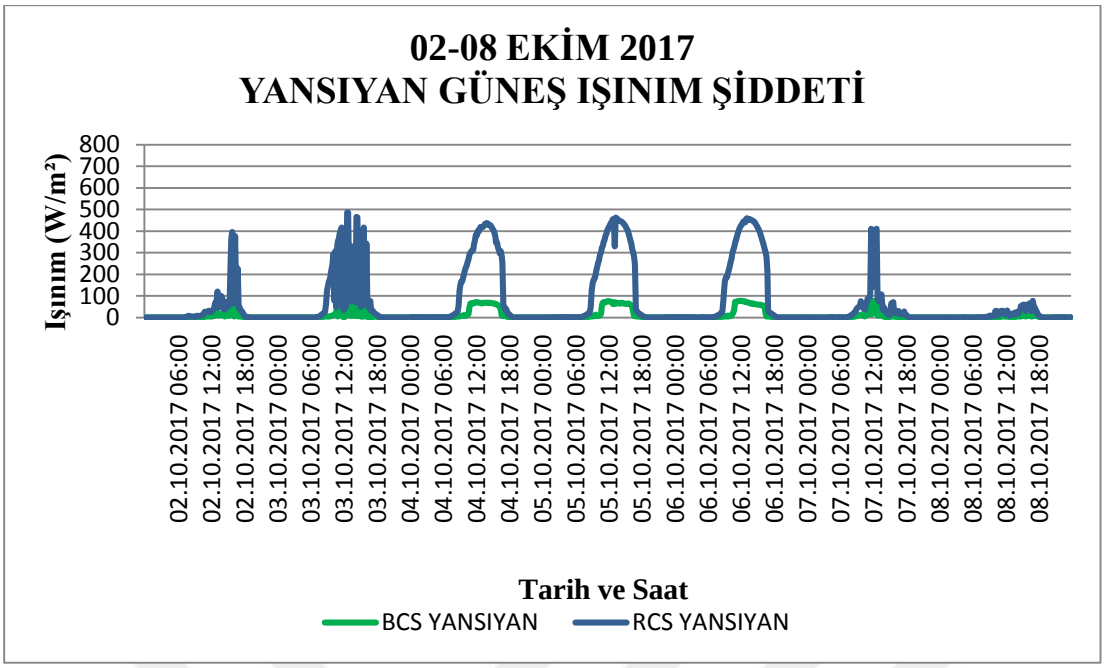
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
02 Ekim 2017	0.110	0.705
03 Ekim 2017	0.124	0.744
04 Ekim 2017	0.113	0.757
05 Ekim 2017	0.105	0.752
06 Ekim 2017	0.105	0.753
07 Ekim 2017	0.123	0.729
08 Ekim 2017	0.128	0.628



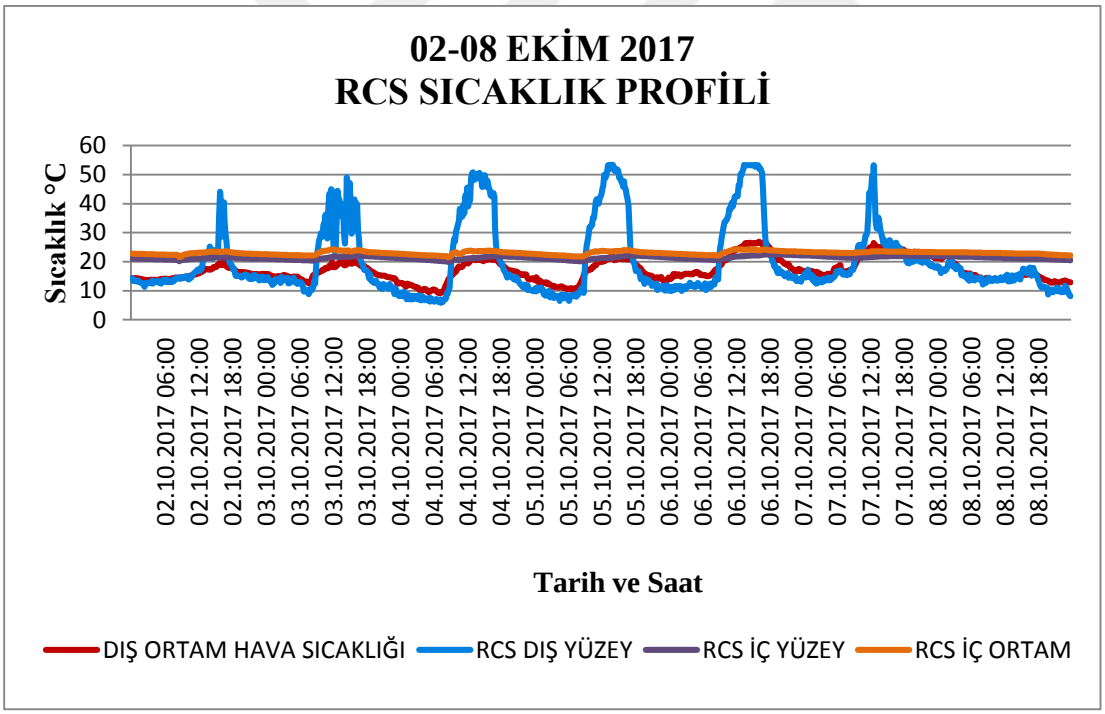
Şekil 5.307 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



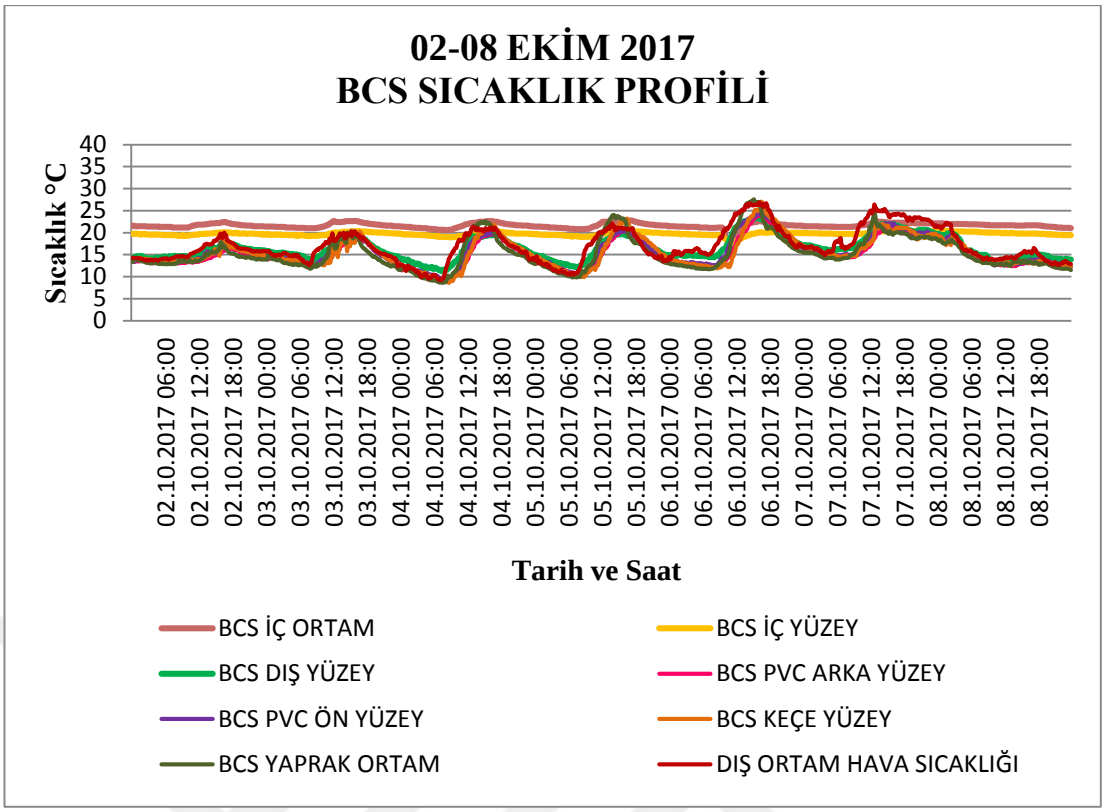
Şekil 5.308 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



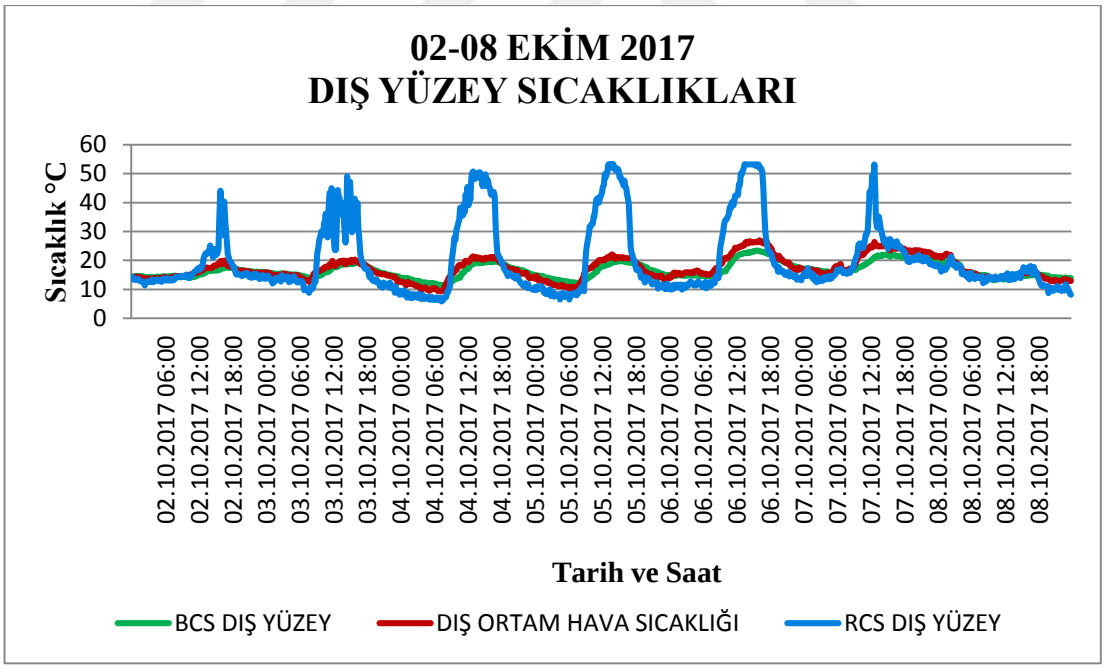
Şekil 5.309 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



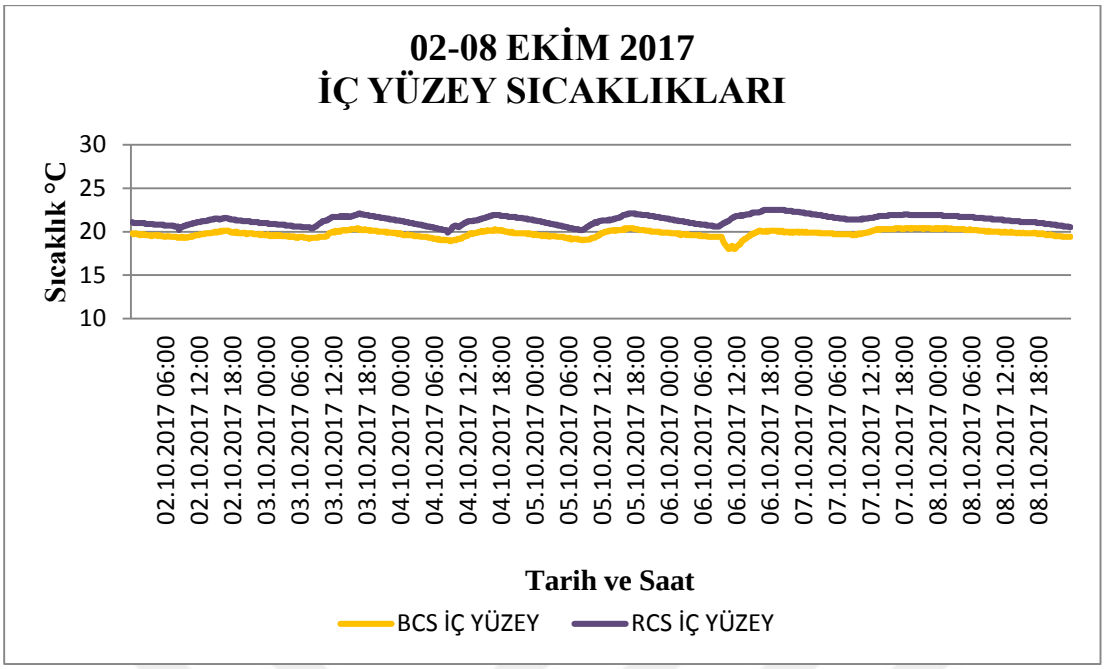
Şekil 5.310 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



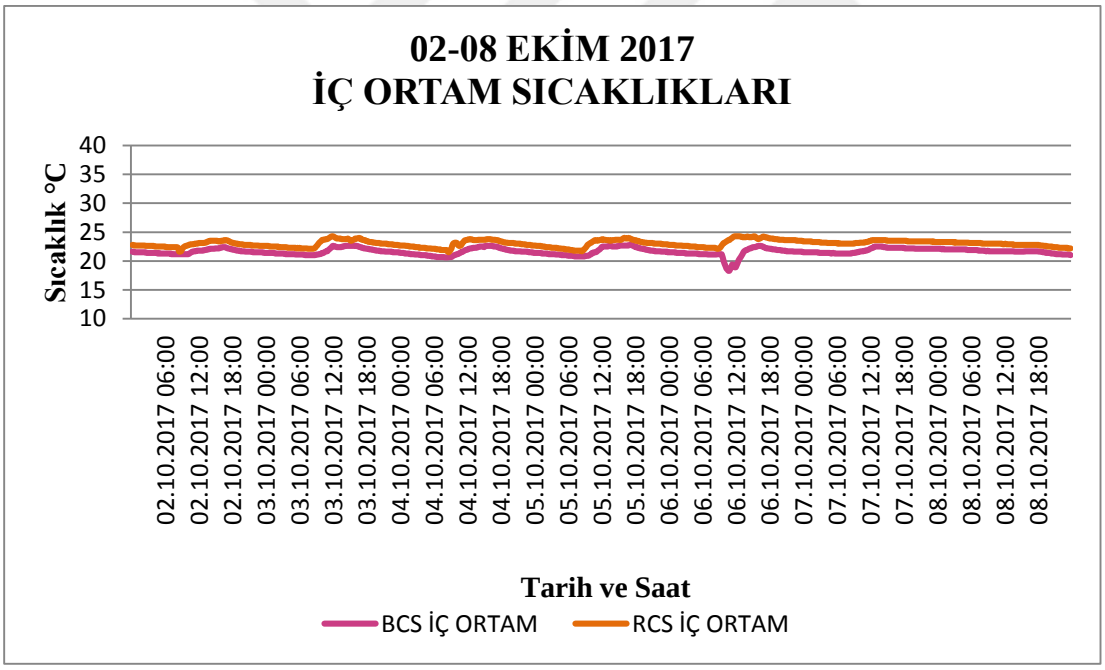
Şekil 5.311 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.312 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.313 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.314 : 02-08 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

03 Ekim 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.315'te yer almaktadır.



Şekil 5.315 : 03 Ekim 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

09-15 Ekim 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 9°C ile 22.3°C ve %33 ile %97 arasında değişmiştir (Şekil 5.316). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.71'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 09 Ekim 2017 tarihinde saat 14:20'de görülmüştür ve 724W/m^2'dir (Şekil 5.317).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.318'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.72'de

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.10-0.15 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.72-0.90 arasında değişmiştir (Çizelge 5.72).

RCS sıcaklık profili

09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9°C ile 22.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5.1°C ile 53.4°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 19.3°C ile 24.6°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.1°C ile 29.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.319).

BCS sıcaklık profili

09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9°C ile 22.3°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 8.4°C ile 24.7°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 8.4°C ile 23.7°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 8.8°C ile 21.7°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 8.8°C ile 21°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 11°C ile 21.2°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 18.4°C ile 24°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.2°C ile 29.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.320).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9°C ile 22.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5.1°C ile 53.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 11°C ile 21.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.321).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 19.3°C ile 24.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 18.4°C ile 24°C arasında değişmiştir (Şekil 5.322).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

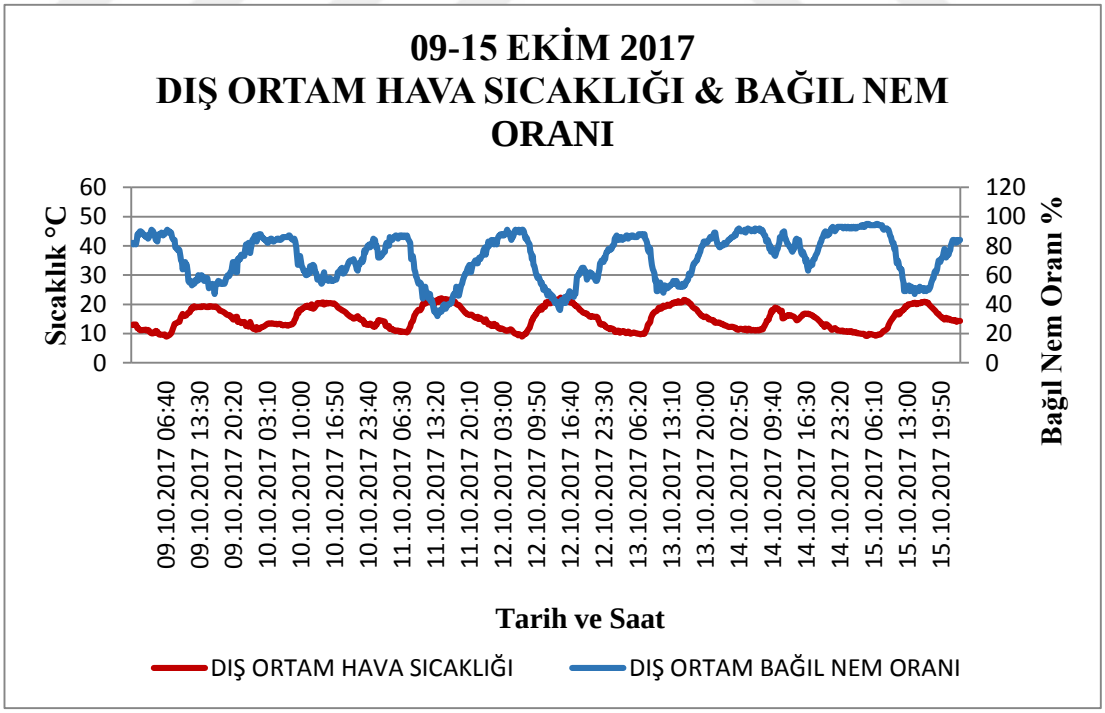
09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.1°C ile 29.1°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.2°C ile 29.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.323).

Çizelge 5.71 : 09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

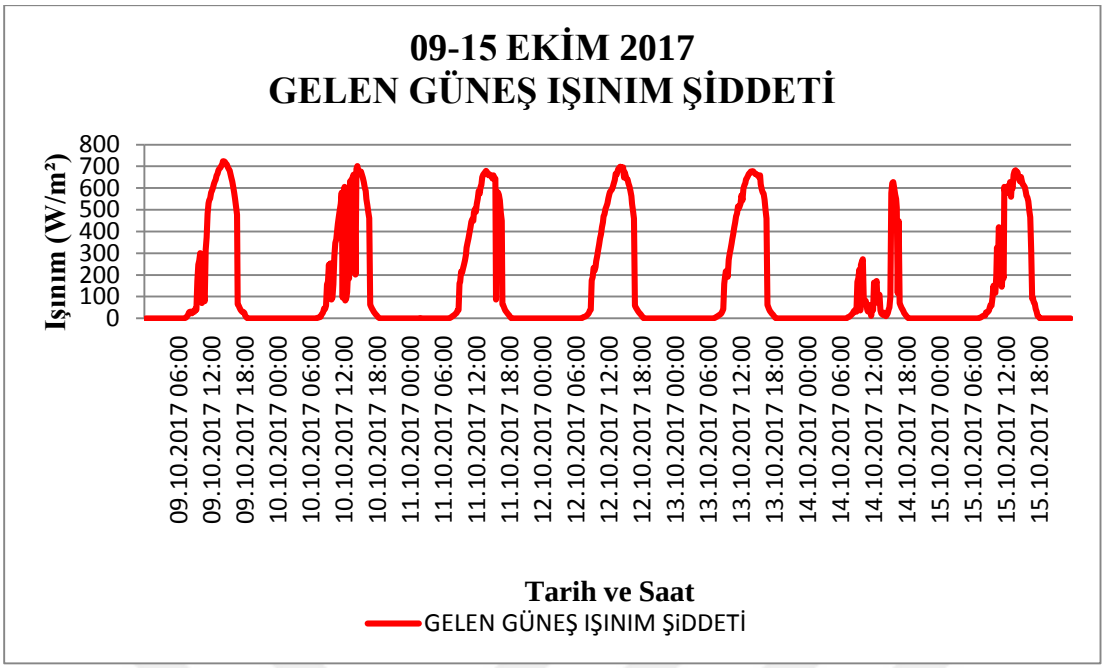
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
09 Ekim 2017	9	19.4	47	91
10 Ekim 2017	11.3	20.7	54	88
11 Ekim 2017	10.4	22.1	32	87
12 Ekim 2017	9	22.3	36	91
13 Ekim 2017	9.7	21.5	48	89
14 Ekim 2017	10.8	18.9	63	93
15 Ekim 2017	9.2	20.9	47	95

Çizelge 5.72 : 09-15 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

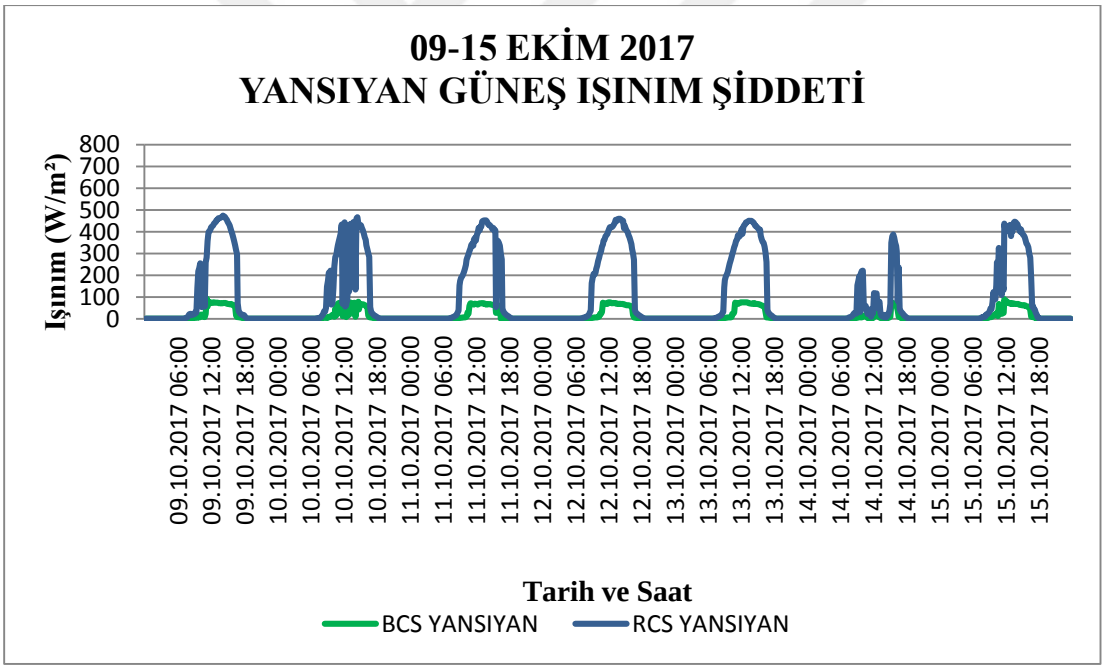
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
09 Ekim 2017	0.124	0.727
10 Ekim 2017	0.158	0.737
11 Ekim 2017	0.110	0.741
12 Ekim 2017	0.105	0.741
13 Ekim 2017	0.107	0.738
14 Ekim 2017	0.139	0.713
15 Ekim 2017	0.124	0.720



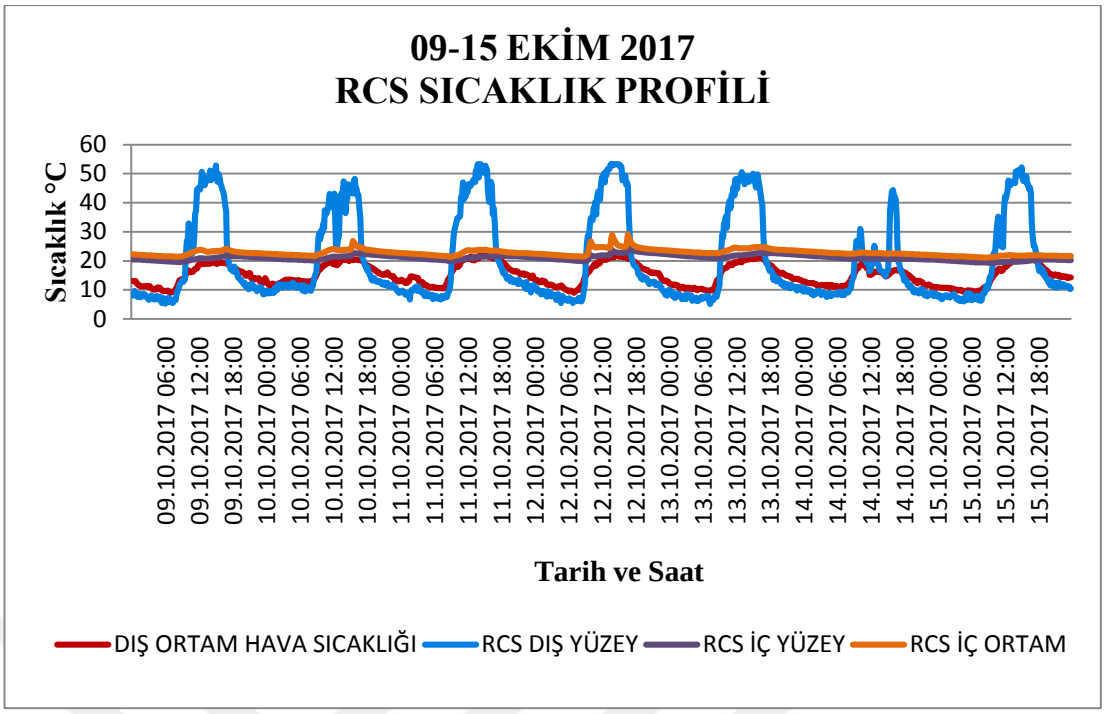
Şekil 5.316 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



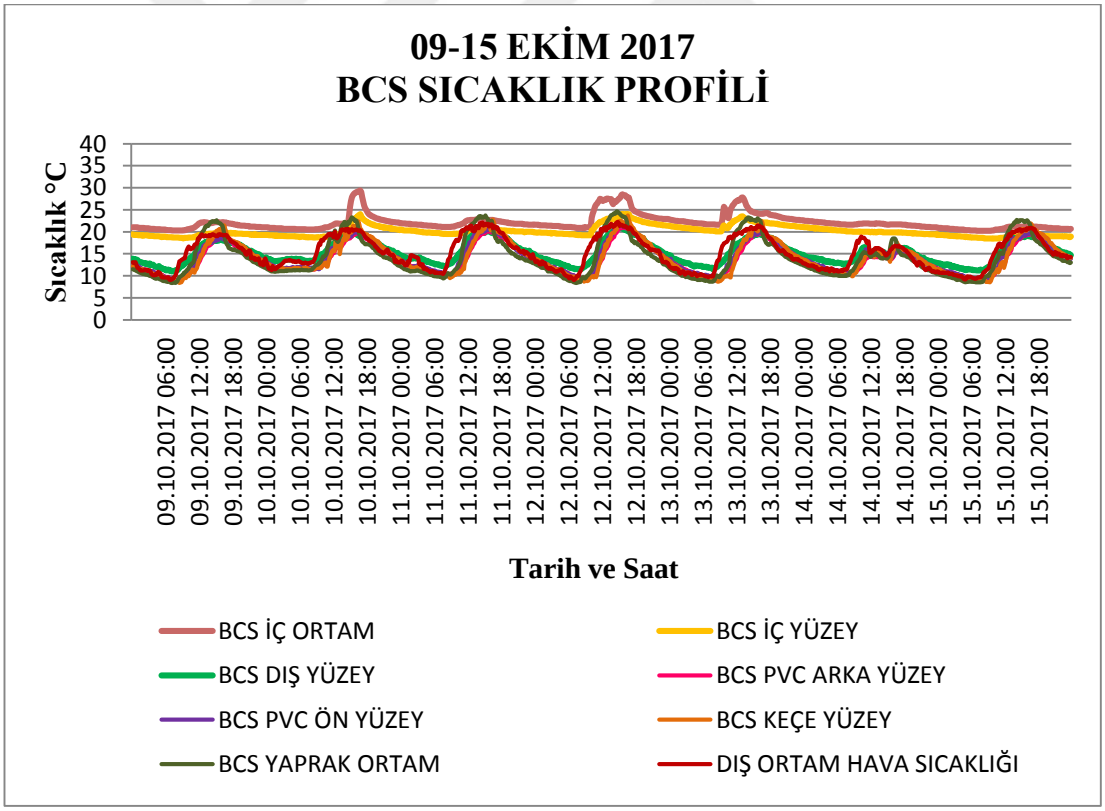
Şekil 5.317 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



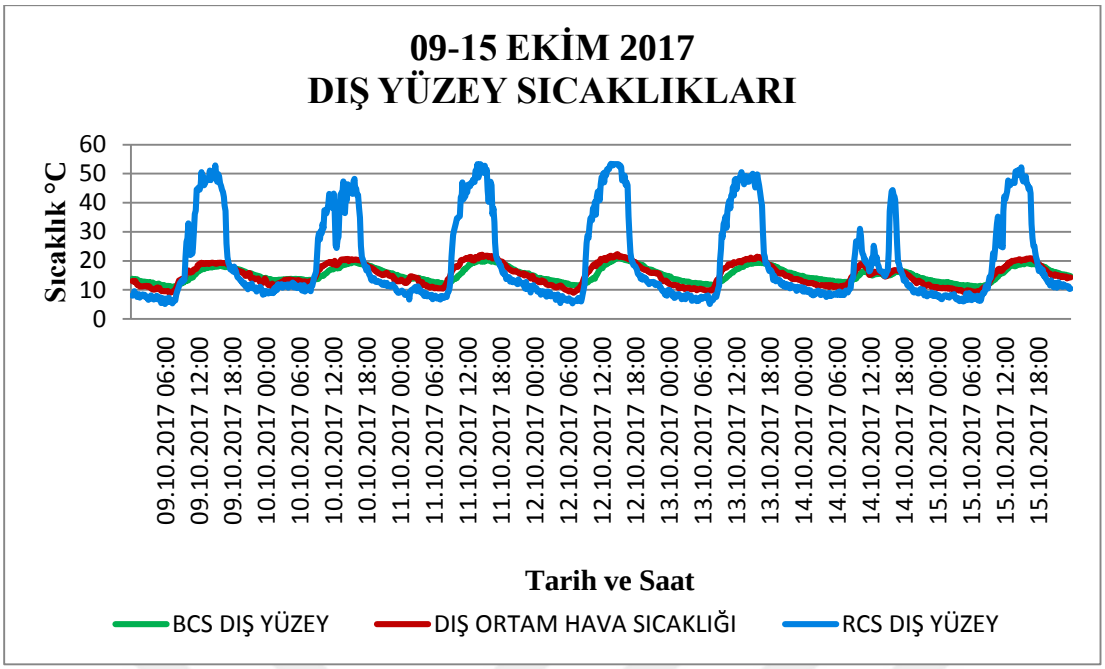
Şekil 5.318 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



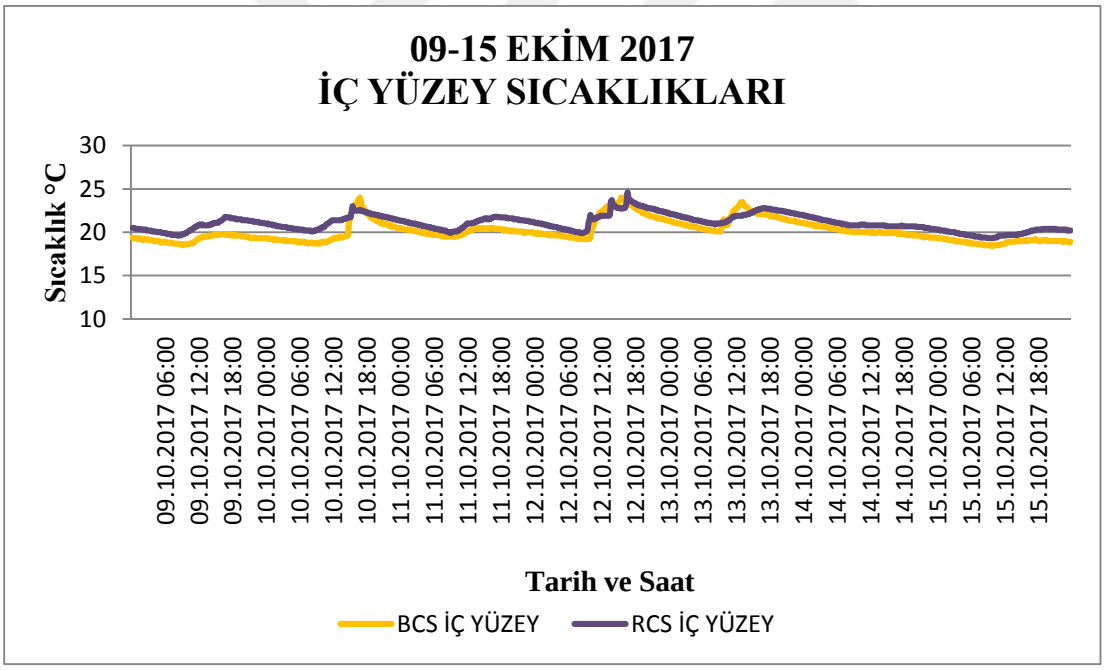
Şekil 5.319 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



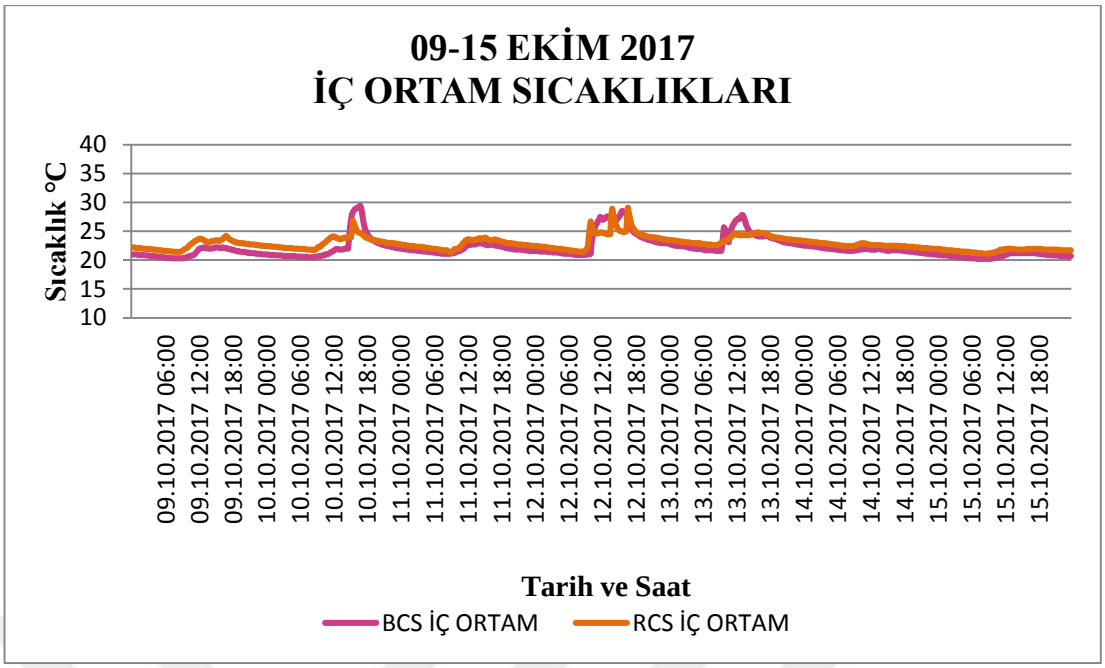
Şekil 5.320 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.321 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.322 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.323 : 09-15 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

10 Ekim 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.324'te yer almaktadır.



Şekil 5.324 : 10 Ekim 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

16-22 Ekim 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

16-22 Ekim 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 10.9°C ile 28°C ve %25 ile %95 arasında değişmiştir (Şekil 5.325). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.73'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

16-22 Ekim 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 18 Ekim 2017 tarihinde saat 13:50'de görülmüştür ve 715W/m^2'dir (Şekil 5.326).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

16-22 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.327'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.74'te görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.10-0.15 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.72-0.90 arasında değişmiştir (Çizelge 5.74).

RCS sıcaklık profili

16-22 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 10.9°C ile 28°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.8°C ile 53.3°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 19.7°C ile 24.6°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 21.3°C ile 29.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.328).

BCS sıcaklık profili

16-22 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 10.9°C ile 28°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 10.2°C ile 28.8°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 10.2°C ile 26.6°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 10.7°C ile 26.2°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 10.6°C ile 25.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 12.6°C ile 25.4°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 18.5°C ile 25.9°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 20.4°C ile 30.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.329).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

16-22 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 10.9°C ile 28°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 6.8°C ile 53.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 12.6°C ile 25.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.330).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 19.7°C-24.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 18.5°C-25.9°C arasındadır (Şekil 5.331).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

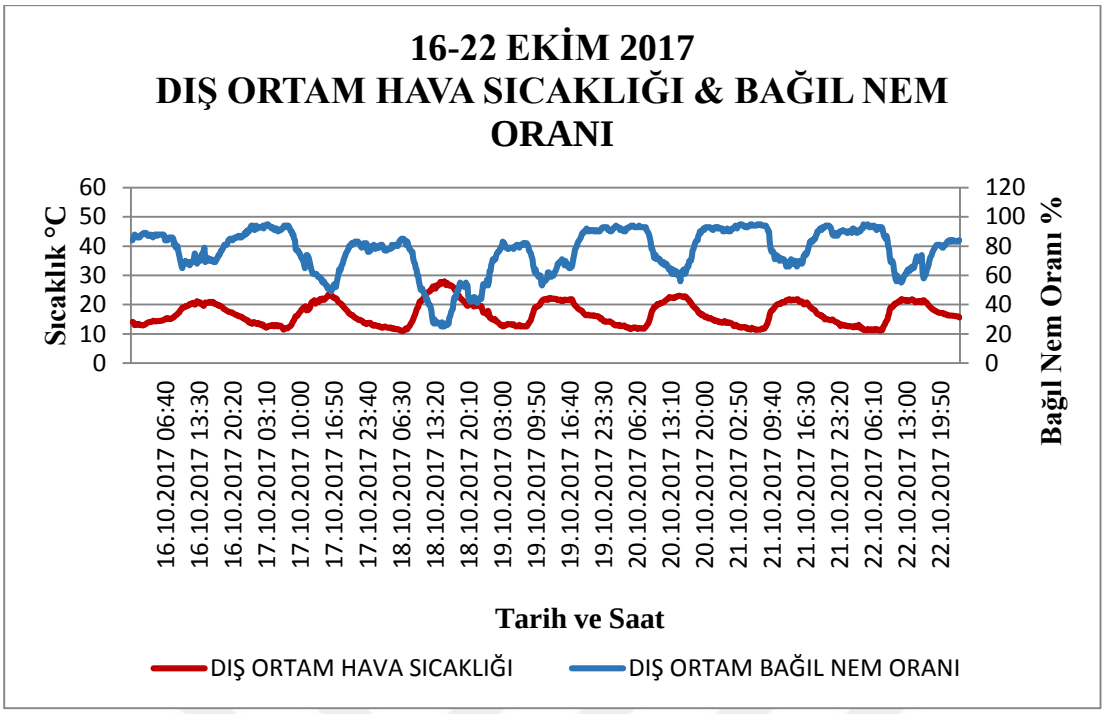
16-22 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 21.3°C ile 29.8°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 20.4°C ile 30.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.332).

Çizelge 5.73 : 16-22 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

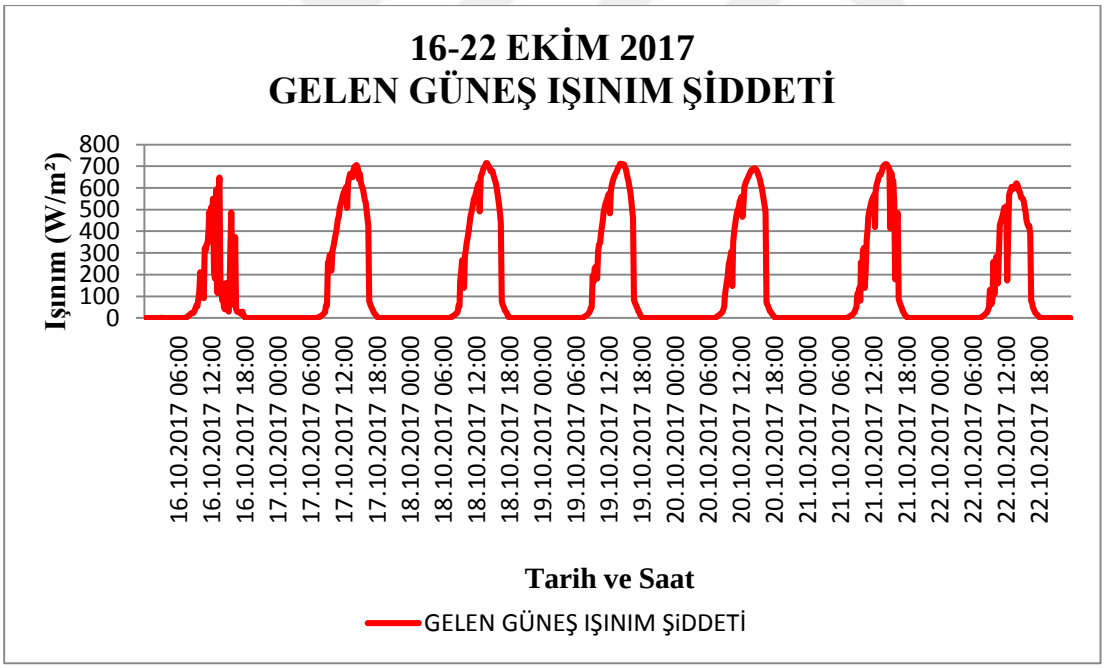
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
16 Ekim 2017	12.9	21.2	65	91
17 Ekim 2017	11.4	23.6	49	95
18 Ekim 2017	10.9	28	25	85
19 Ekim 2017	12.5	22.3	53	93
20 Ekim 2017	11.7	23.1	56	94
21 Ekim 2017	11.3	21.9	66	95
22 Ekim 2017	11.1	21.8	55	95

Çizelge 5.74 : 16-22 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

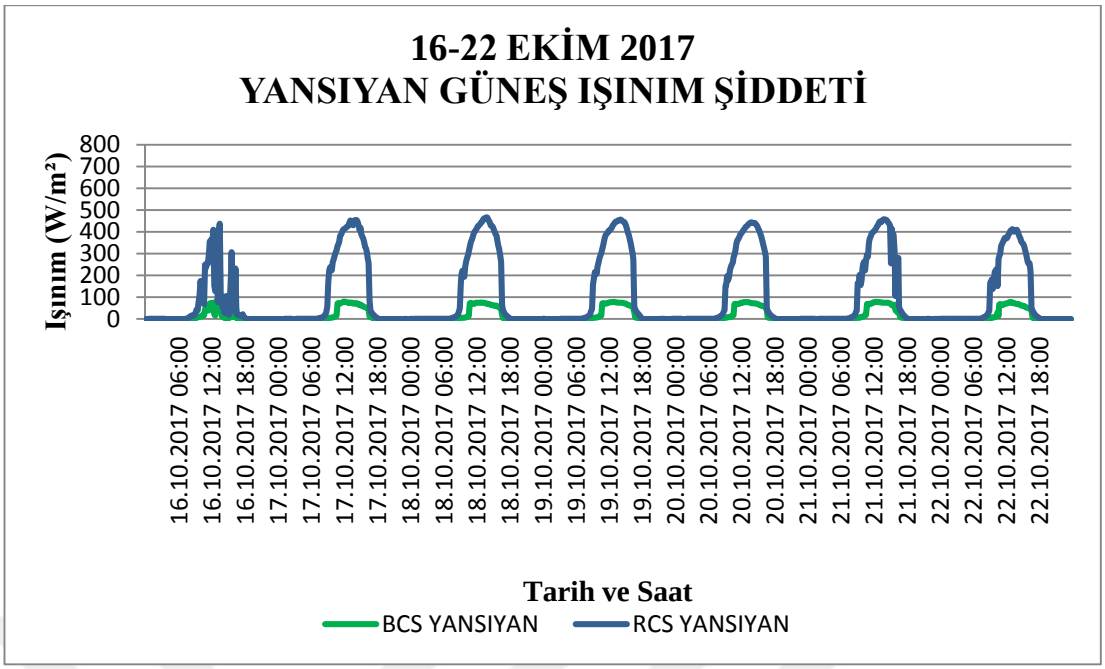
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
16 Ekim 2017	0.157	0.724
17 Ekim 2017	0.110	0.734
18 Ekim 2017	0.106	0.731
19 Ekim 2017	0.112	0.749
20 Ekim 2017	0.117	0.771
21 Ekim 2017	0.121	0.817
22 Ekim 2017	0.140	0.904



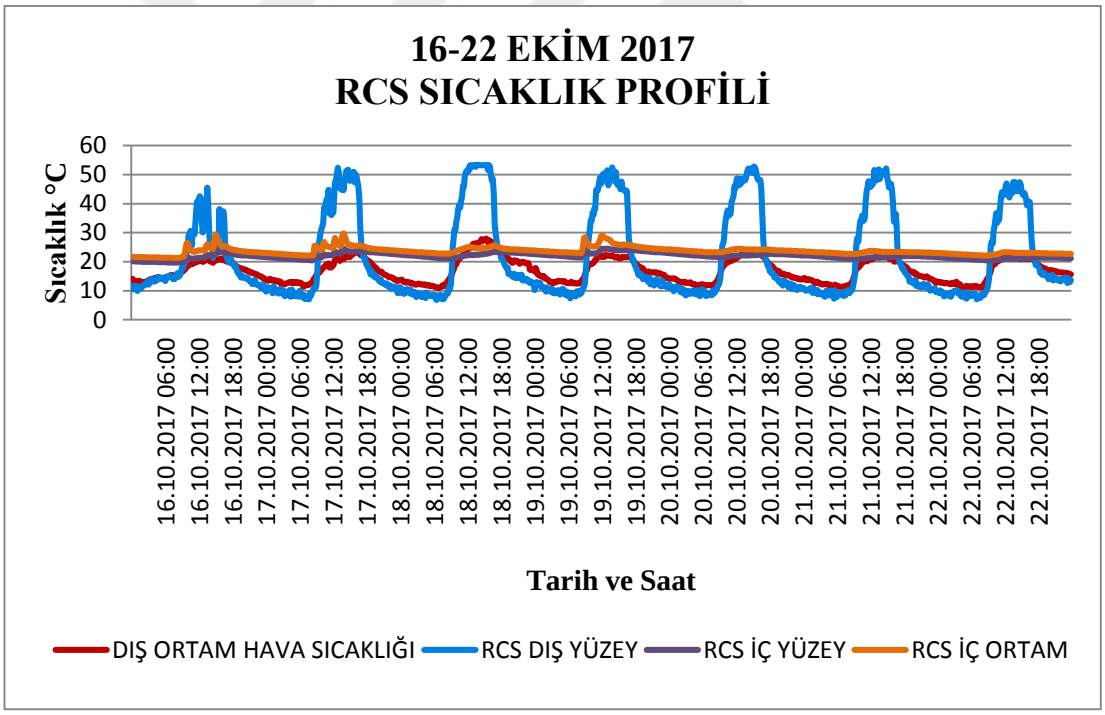
Şekil 5.325 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



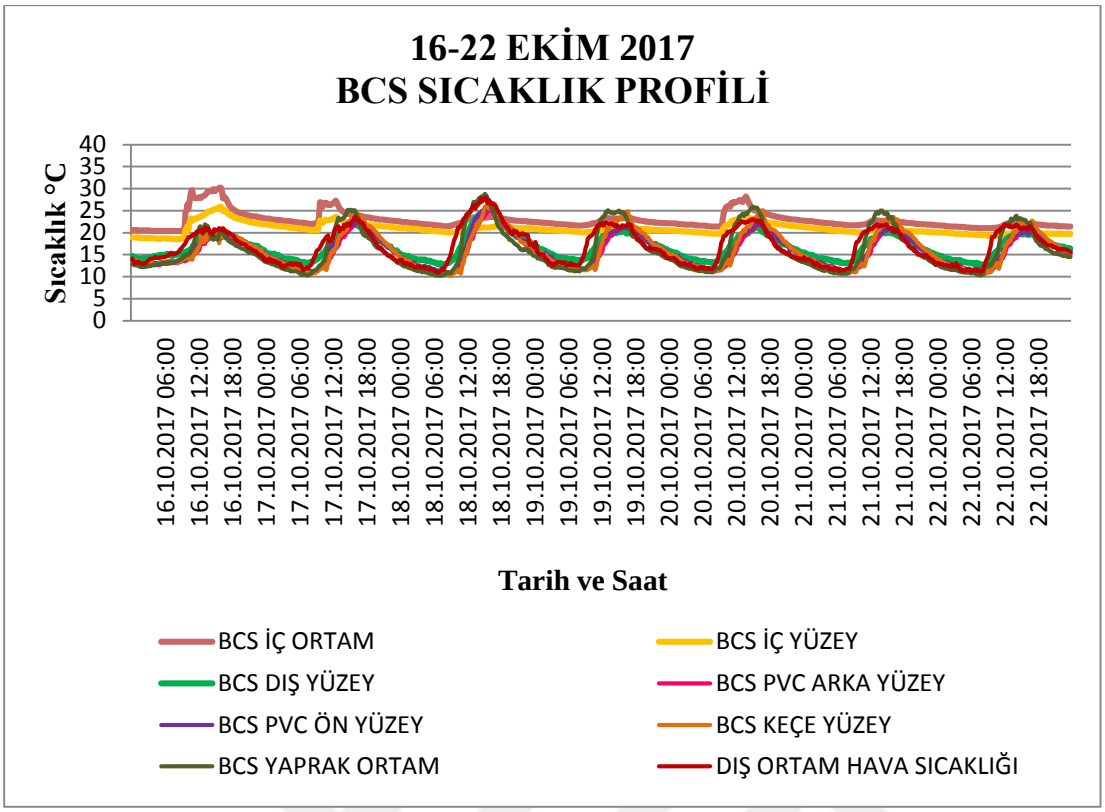
Şekil 5.326 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



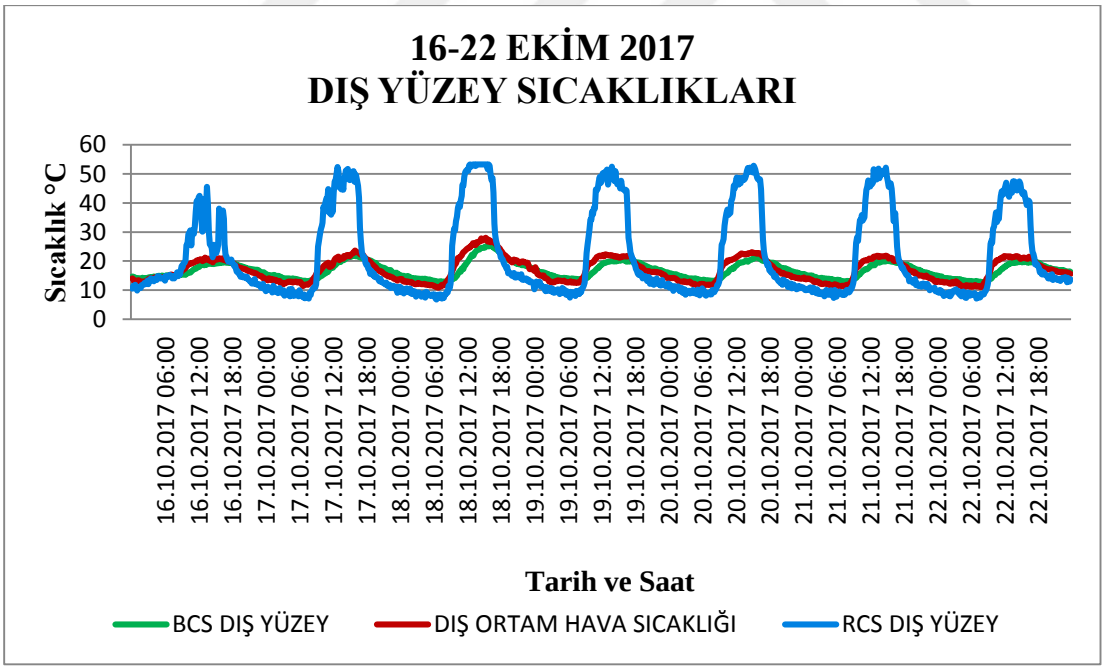
Şekil 5.327 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



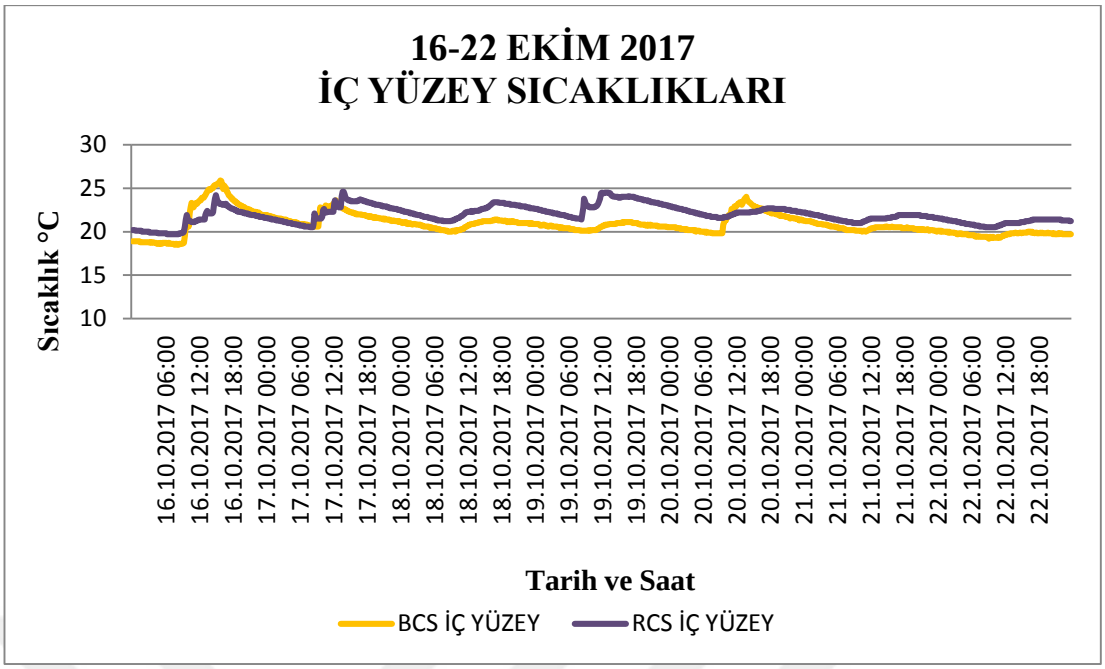
Şekil 5.328 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



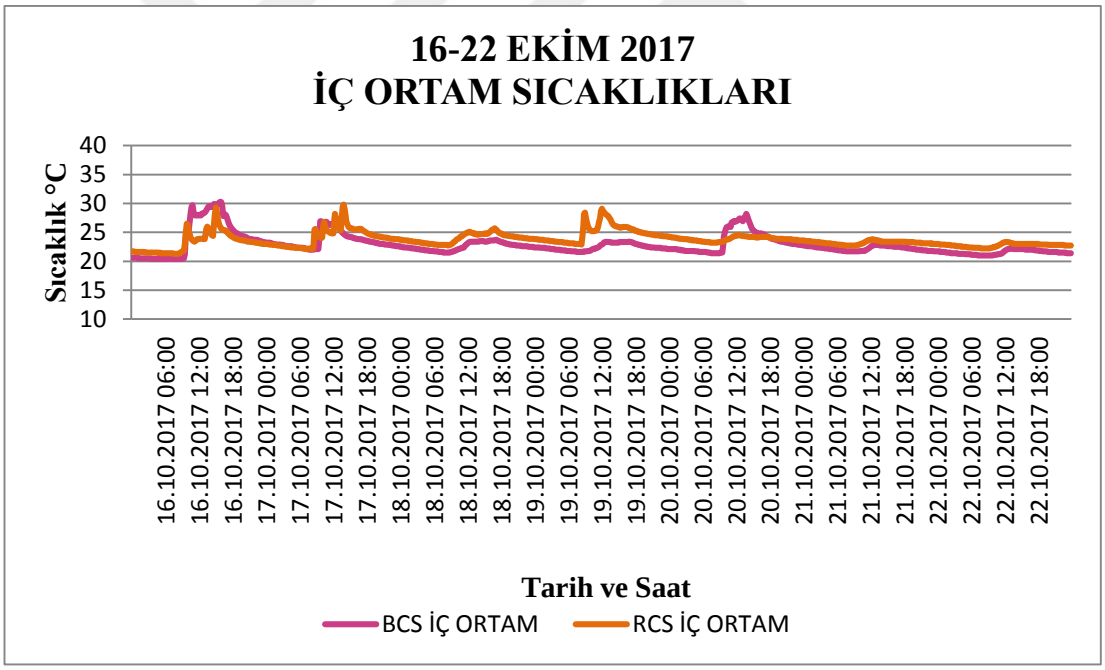
Şekil 5.329 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.330 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.331 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.332 : 16-22 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

17 Ekim 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.333'te yer almaktadır.



Şekil 5.333 : 17 Ekim 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

23-29 Ekim 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 9.2°C ile 24°C ve %40 ile %97 arasında değişmiştir (Şekil 5.334). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.75'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 29 Ekim 2017 tarihinde saat 15:10'da görülmüştür ve 761W/m^2'dir (Şekil 5.335).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.336'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.76'da

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.08-0.20 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.69-0.79 arasında değişmiştir (Çizelge 5.76).

RCS sıcaklık profili

23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9.2°C ile 24°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5.6°C ile 53.3°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 18.9°C ile 24.4°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.6°C ile 29.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.337).

BCS sıcaklık profili

23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9.2°C ile 24°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 8.6°C ile 26.4°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 18.6°C ile 25.9°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 9.2°C ile 22.6°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 9.2°C ile 23°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 11.3°C ile 21.4°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 17.5°C ile 23.3°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.4°C ile 27.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.338).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 9.2°C ile 24°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5.6°C ile 53.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 11.3°C ile 21.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.339).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 18.9°C ile 24.4°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 17.5°C ile 23.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.340).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

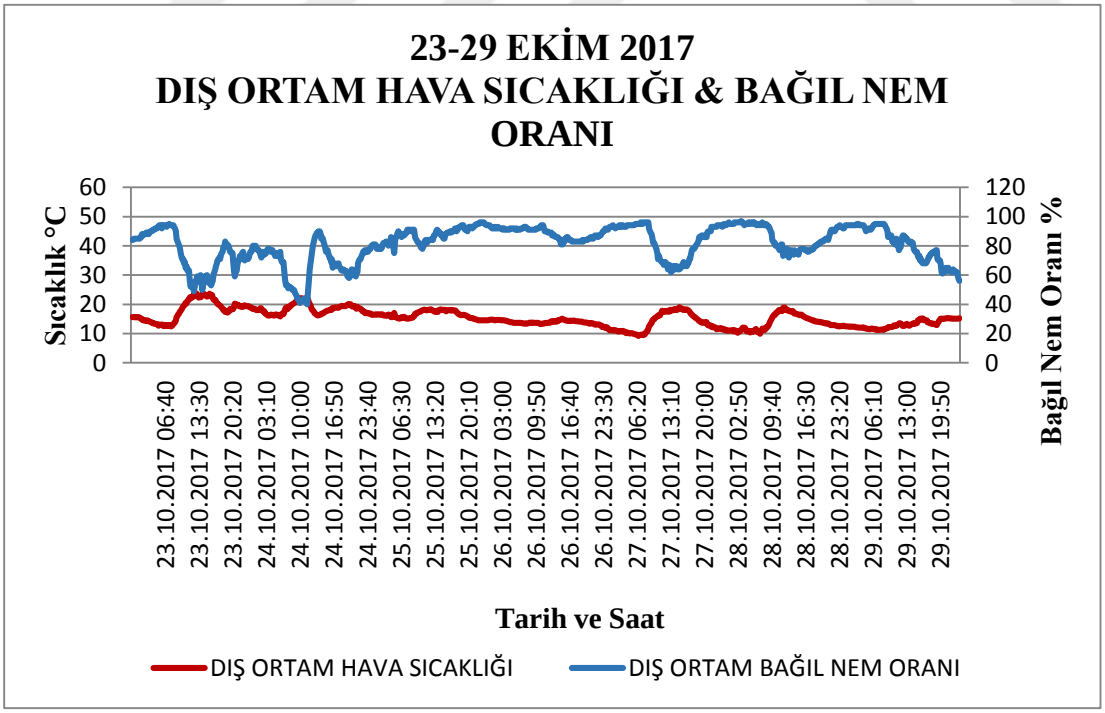
23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 20.6°C ile 29.9°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.4°C ile 27.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.341).

Çizelge 5.75 : 23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

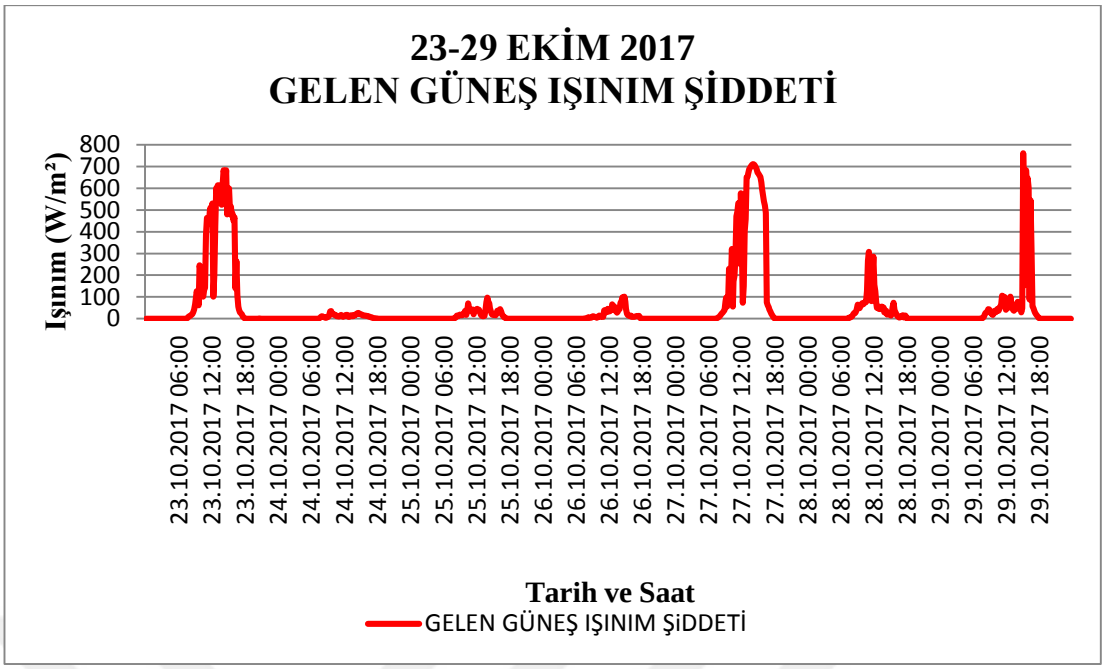
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
23 Ekim 2017	12.5	24	49	95
24 Ekim 2017	15.9	22.2	40	90
25 Ekim 2017	14.5	18.3	75	96
26 Ekim 2017	12	15.1	81	94
27 Ekim 2017	9.2	19	62	96
28 Ekim 2017	10	18.9	72	97
29 Ekim 2017	11.3	15.3	56	95

Çizelge 5.76 : 23-29 Ekim 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

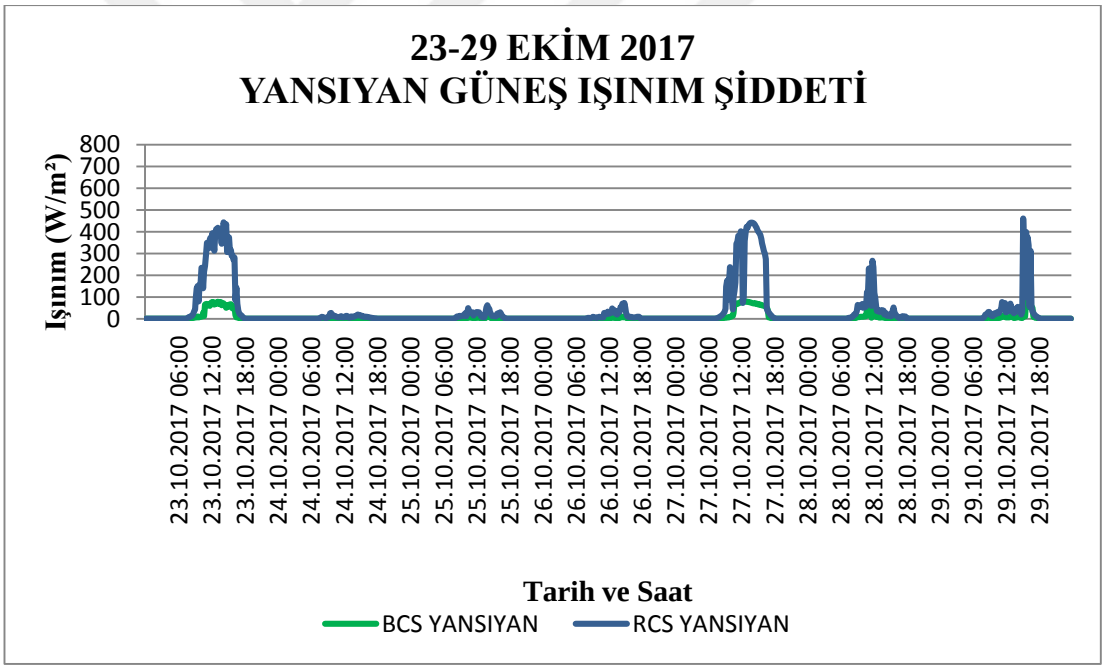
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
23 Ekim 2017	0.176	0.799
24 Ekim 2017	0.089	0.707
25 Ekim 2017	0.113	0.693
26 Ekim 2017	0.110	0.713
27 Ekim 2017	0.206	0.761
28 Ekim 2017	0.166	0.763
29 Ekim 2017	0.124	0.708



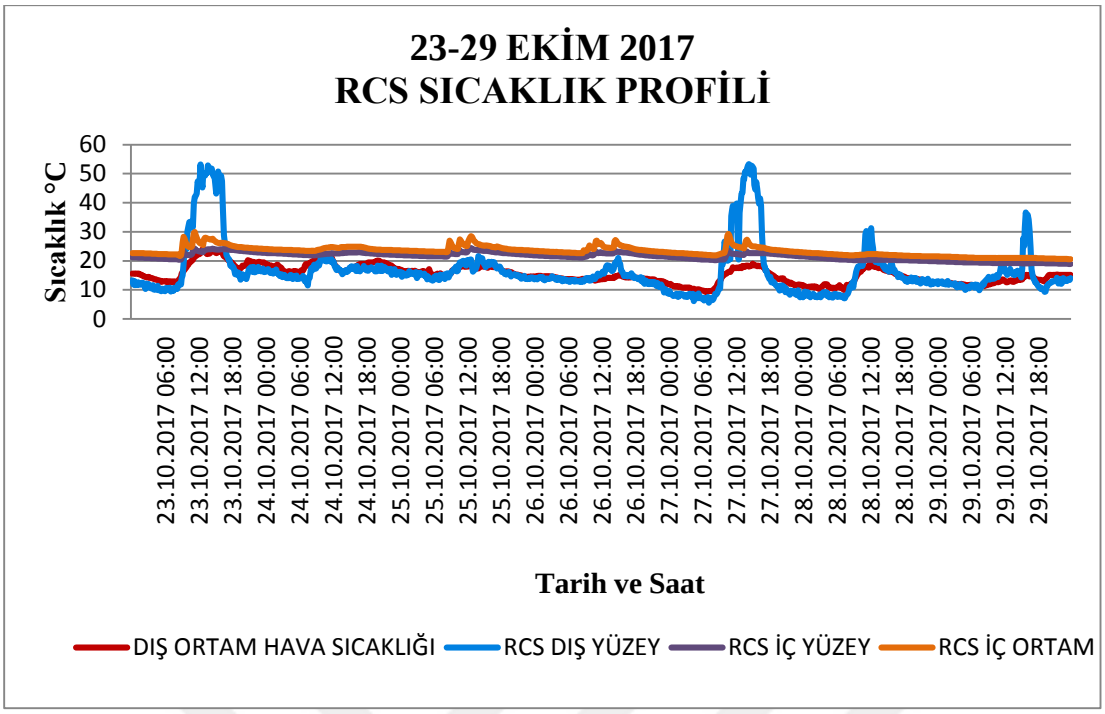
Şekil 5.334 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



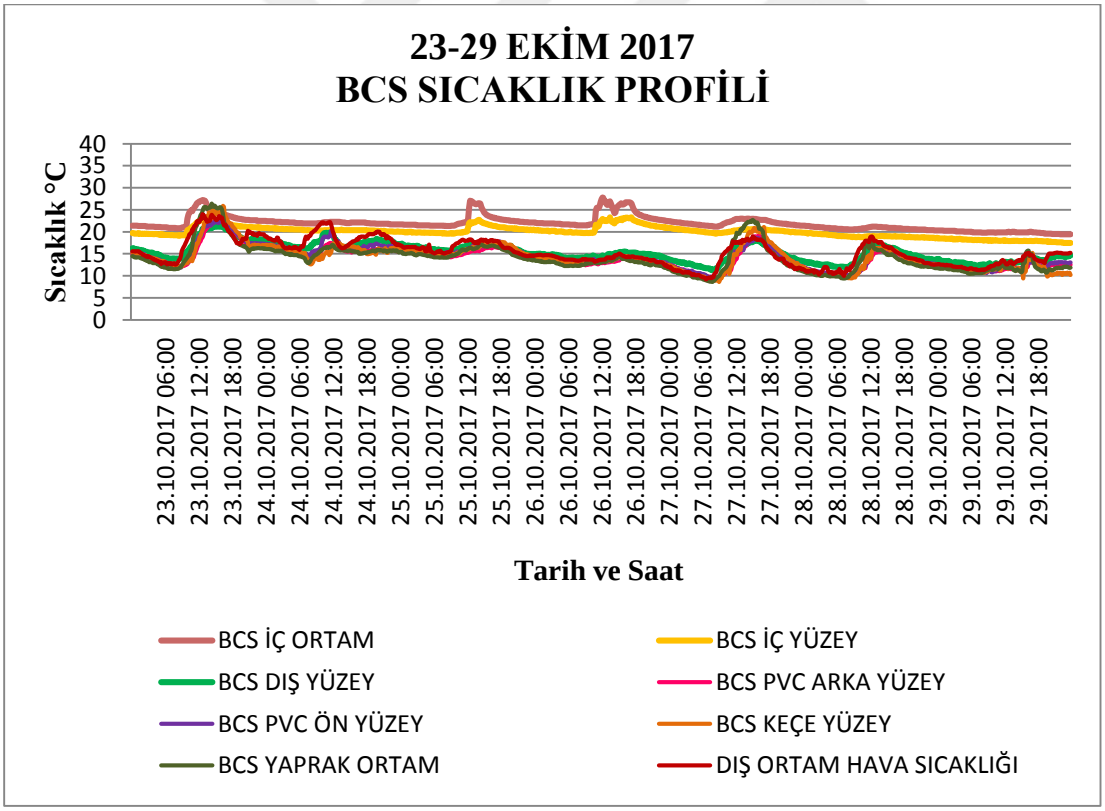
Şekil 5.335 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



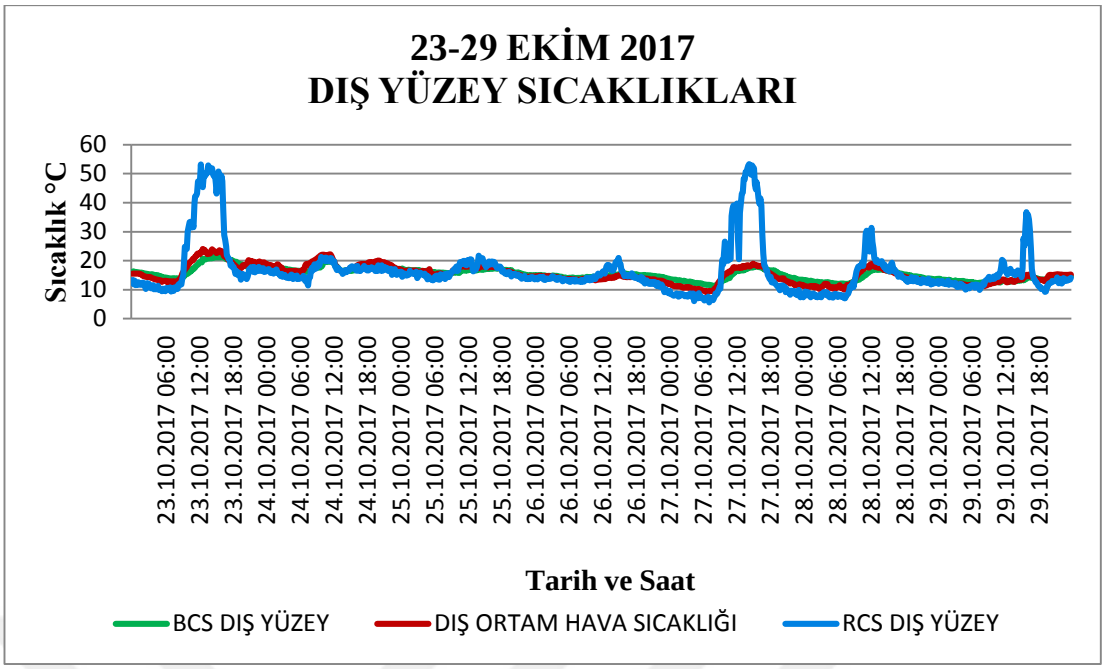
Şekil 5.336 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



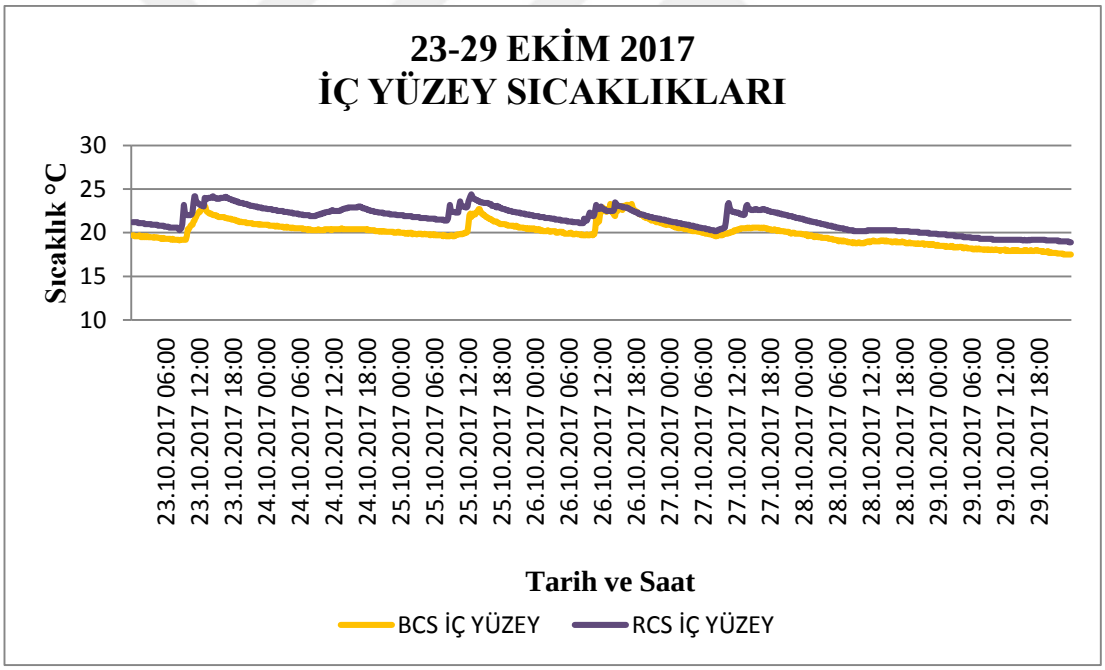
Şekil 5.337 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



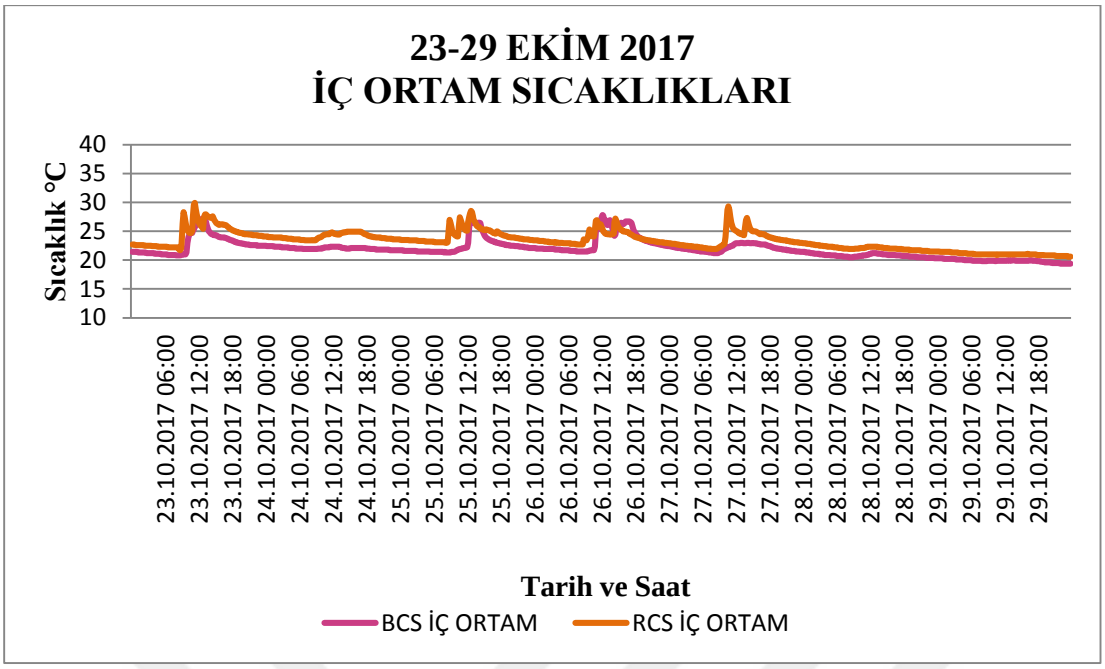
Şekil 5.338 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.339 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.340 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.341 : 23-29 Ekim 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

24 Ekim 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.342'de yer almaktadır.



Şekil 5.342 : 24 Ekim 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

30 Ekim – 05 Kasım 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 3.7°C-16.5°C ve %29-%94 arasındadır (Şekil 5.343). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.77'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Verilen tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 30 Ekim 2017 tarihinde saat 14:30'da görülmüştür ve 818W/m^2'dir (Şekil 5.344).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.345'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.78'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.14-0.52 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.70-0.95 arasında değişmiştir (Çizelge 5.78).

RCS sıcaklık profili

30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 3.7°C ile 16.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -0.7°C ile 50.1°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 17.5°C ile 24.7°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.7°C ile 31.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.346).

BCS sıcaklık profili

30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3.7°C ile 16.5°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 3.2°C ile 19.9°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 2.7°C ile 18.1°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 3.3°C ile 16°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 4.1°C ile 16.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 7°C ile 16°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri

17°C ile 24.9°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.8°C ile 31.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.347).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 3.7°C ile 16.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -0.7°C ile 50.1°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 7°C ile 16°C arasında değişmiştir. (Şekil 5.348).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihler arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 17.5°C-24.7°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 17°C-24.9°C arasındadır (Şekil 5.349).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

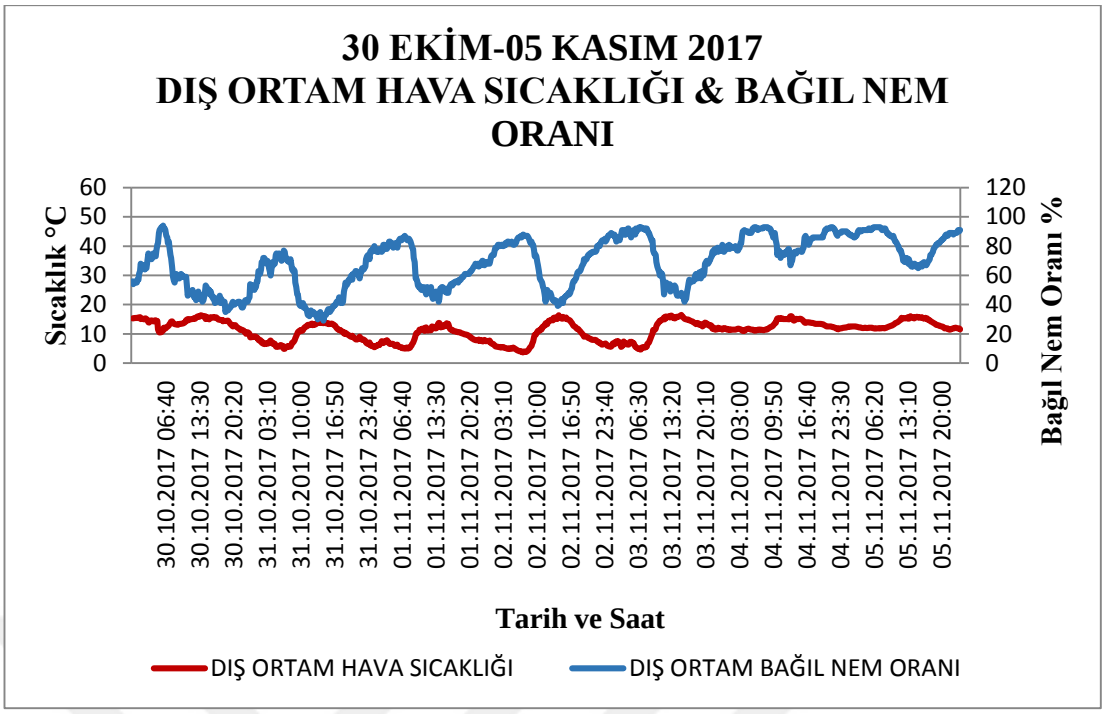
30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.7°C ile 31.1°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.8°C ile 31.3°C arasındadır (Şekil 5.350).

Çizelge 5.77 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

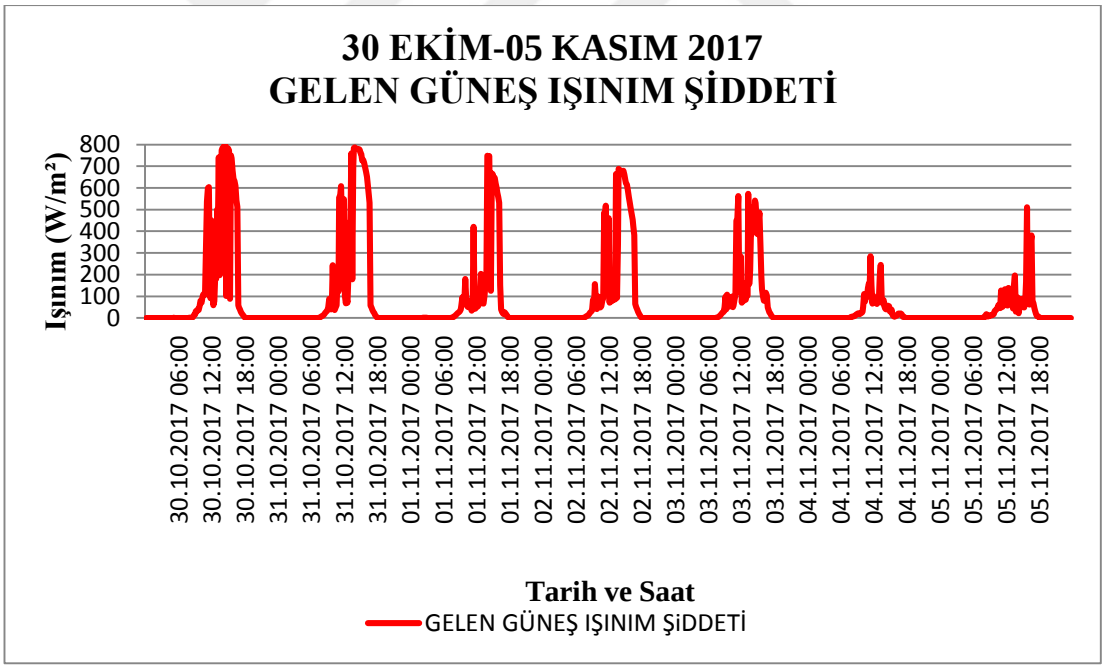
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
30 Ekim 2017	8.8	16.4	35	94
31 Ekim 2017	4.9	14	29	77
01 Kasım 2017	5	13.7	42	87
02 Kasım 2017	3.7	16.4	39	88
03 Kasım 2017	4.7	16.5	42	93
04 Kasım 2017	11	16	67	93
05 Kasım 2017	11.4	16.1	65	93

Çizelge 5.78 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

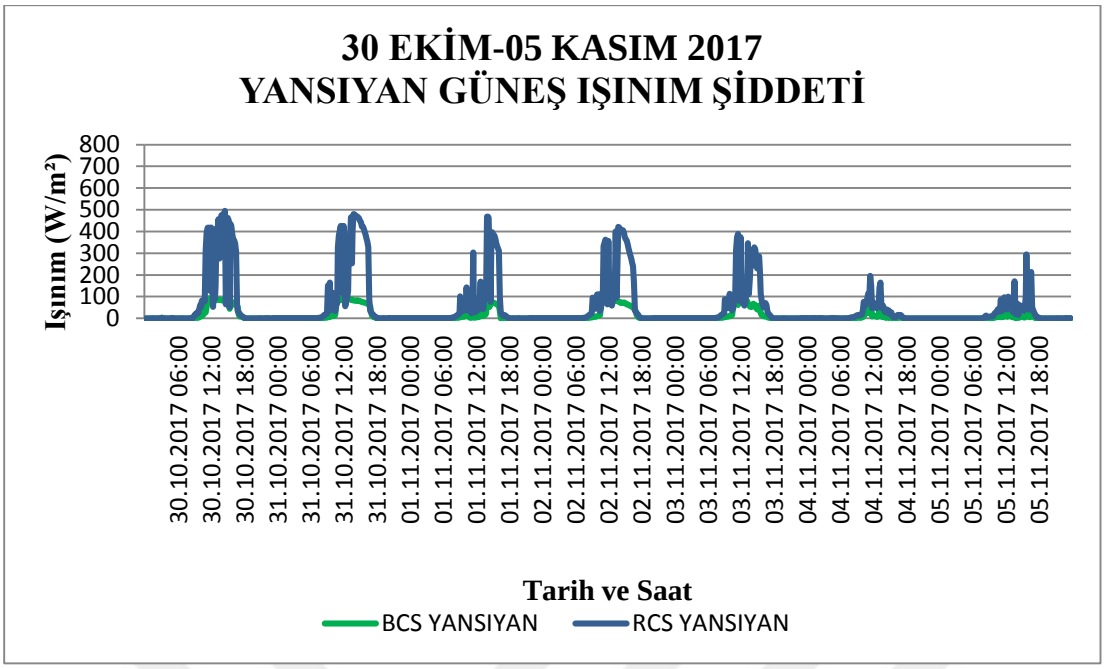
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
30 Ekim 2017	0.341	0.950
31 Ekim 2017	0.443	0.919
01 Kasım 2017	0.182	0.782
02 Kasım 2017	0.529	0.957
03 Kasım 2017	0.531	0.872
04 Kasım 2017	0.204	0.717
05 Kasım 2017	0.143	0.702



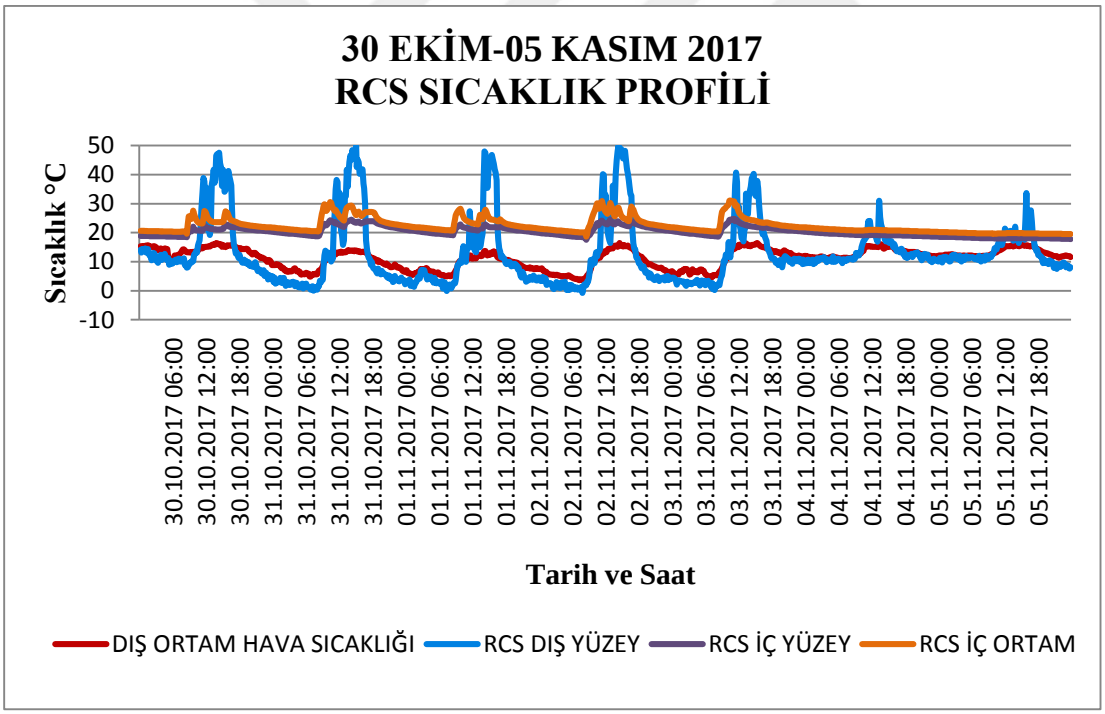
Şekil 5.343 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



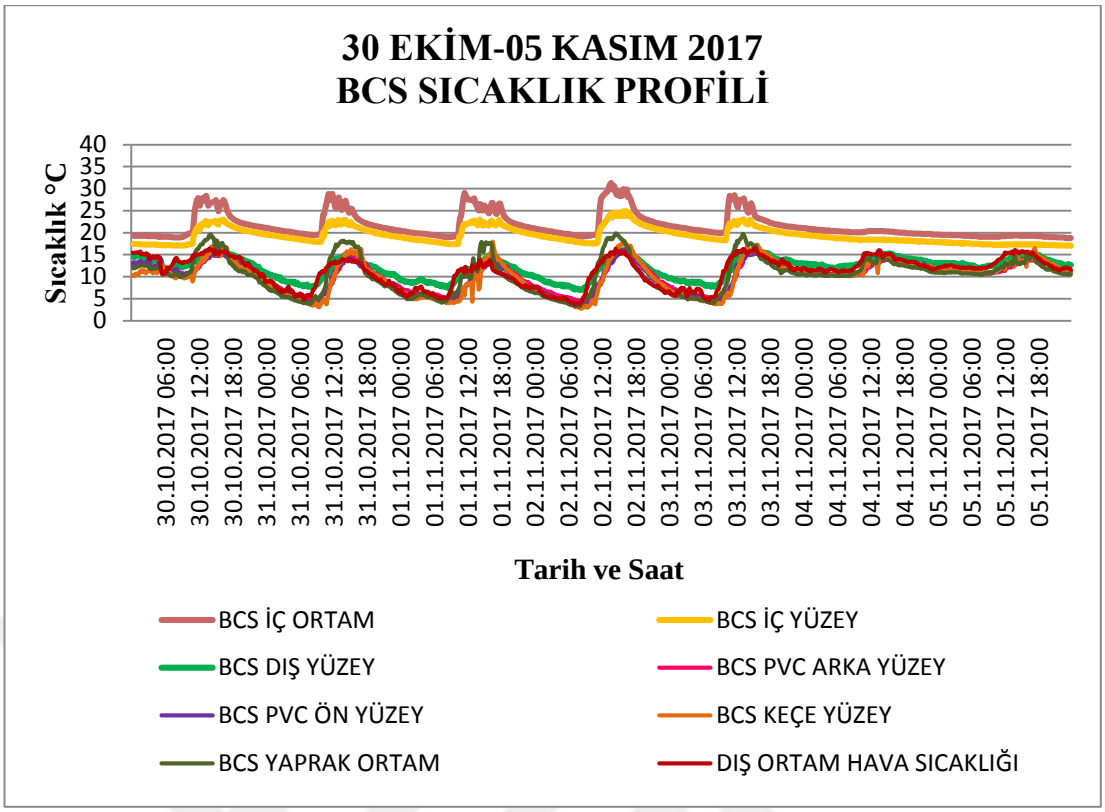
Şekil 5.344 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



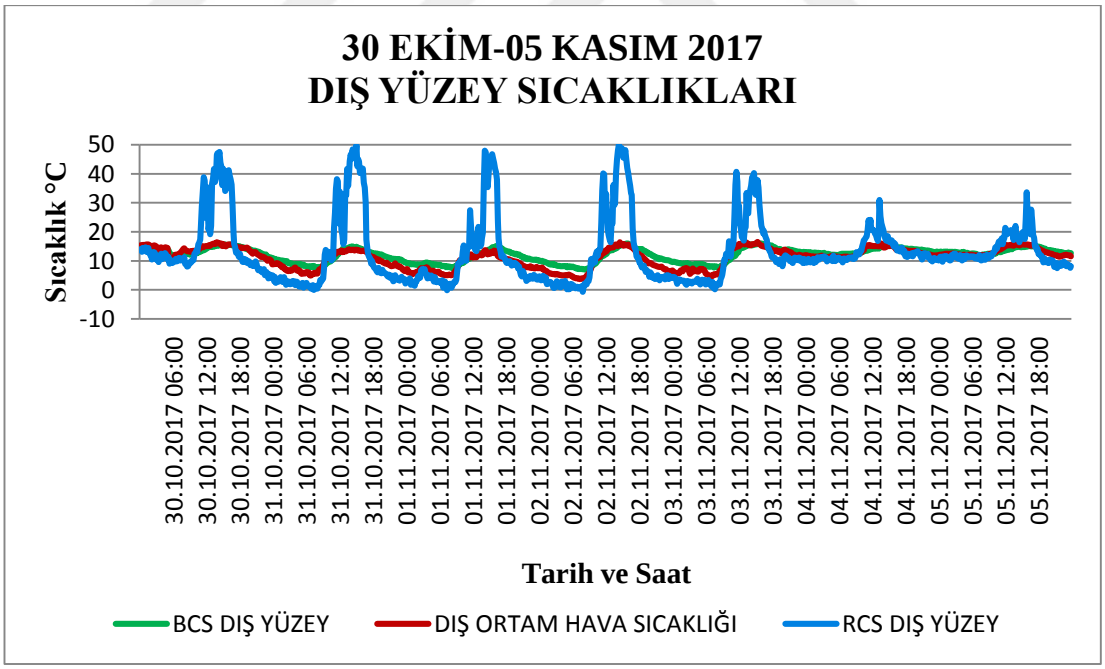
Şekil 5.345 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



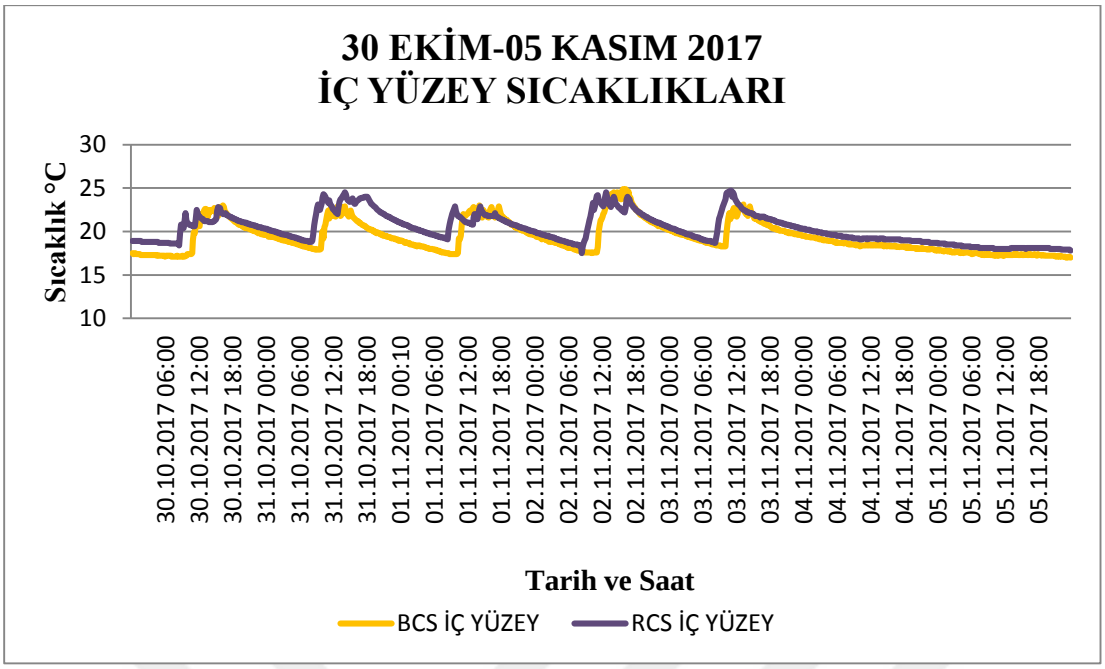
Şekil 5.346 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



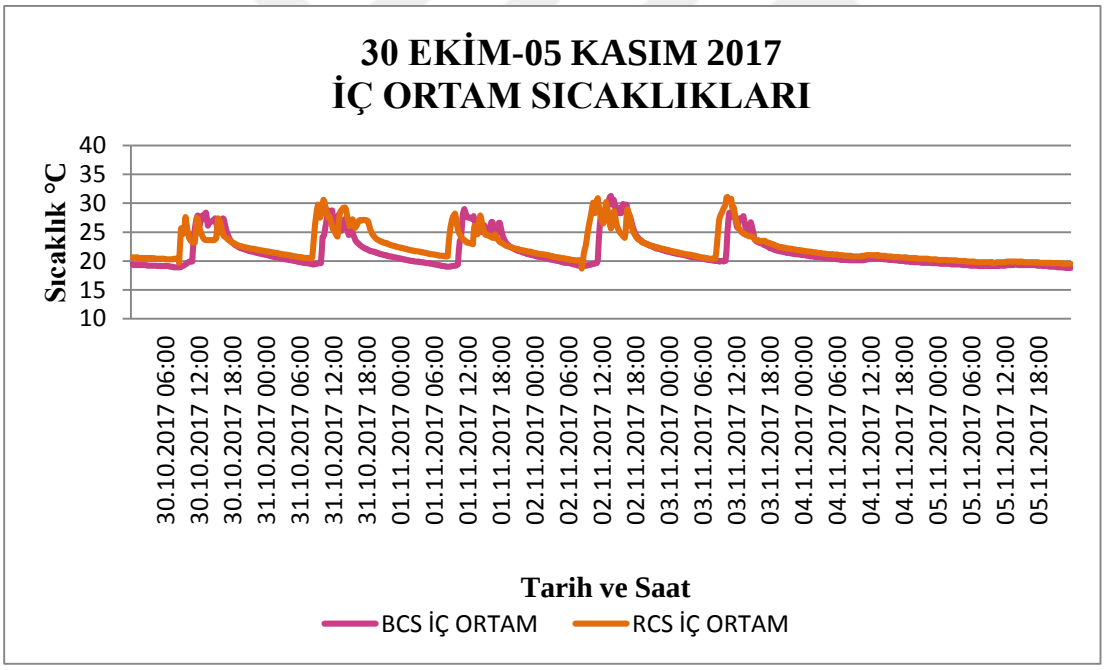
Şekil 5.347 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.348 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.349 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.350 : 30 Ekim – 05 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

31 Ekim 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.351'de yer almaktadır.



Şekil 5.351 : 31 Ekim 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

06-12 Kasım 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 7.2°C ile 20.9°C ve %49 ile %96 arasında değişmiştir (Şekil 5.352). Verilen tarihler arasıdaki her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.79'da verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 06 Kasım 2017 tarihinde saat 14:30'da görülmüştür ve 700W/m^2'dir (Şekil 5.353).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.354'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.80'de

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.17-0.59 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.69-0.78 arasında değişmiştir (Çizelge 5.80).

RCS sıcaklık profili

06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 7.2°C ile 20.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 3.2°C ile 53.1°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 17.3°C ile 25.6°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19°C ile 31.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.355).

BCS sıcaklık profili

06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 7.2°C ile 20.9°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 6.5°C ile 23.2°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 6.1°C ile 21.9°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 6.8°C ile 20.3°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 7.1°C ile 20°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 9.5°C ile 20.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.5°C ile 25.5°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.3°C ile 30.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.356).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 7.2°C ile 20.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 3.2°C ile 53.1°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 9.5°C ile 20.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.357).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 17.3°C ile 25.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.5°C ile 25.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.358).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

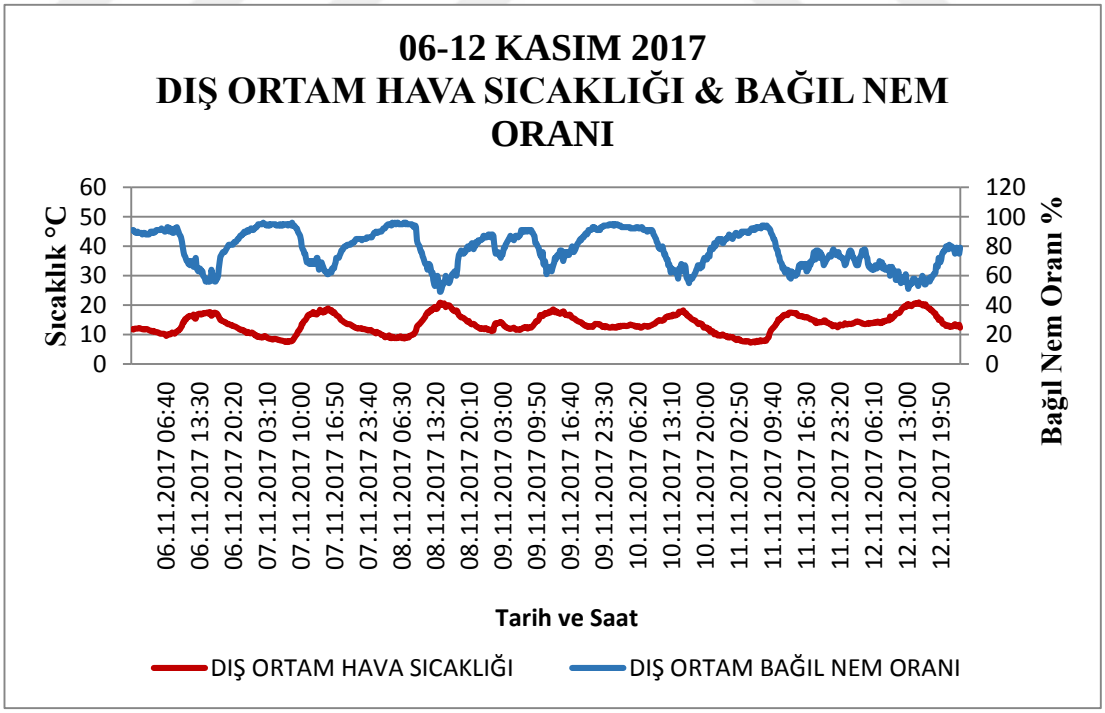
06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19°C ile 31.6°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.3°C ile 30.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.359).

Çizelge 5.79 : 06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

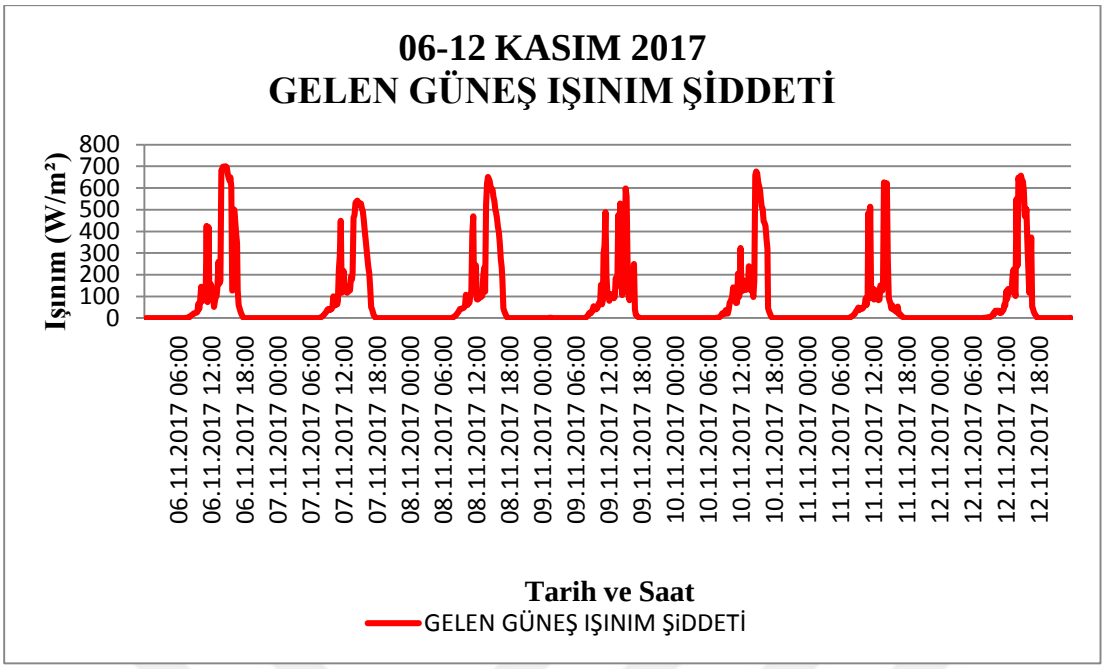
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
06 Kasım 2017	9.5	17.7	56	93
07 Kasım 2017	7.5	18.9	61	96
08 Kasım 2017	8.7	20.8	49	96
09 Kasım 2017	11.2	18.5	61	94
10 Kasım 2017	9.6	18.2	55	95
11 Kasım 2017	7.2	17.5	58	94
12 Kasım 2017	12.4	20.9	51	81

Çizelge 5.80 : 06-12 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

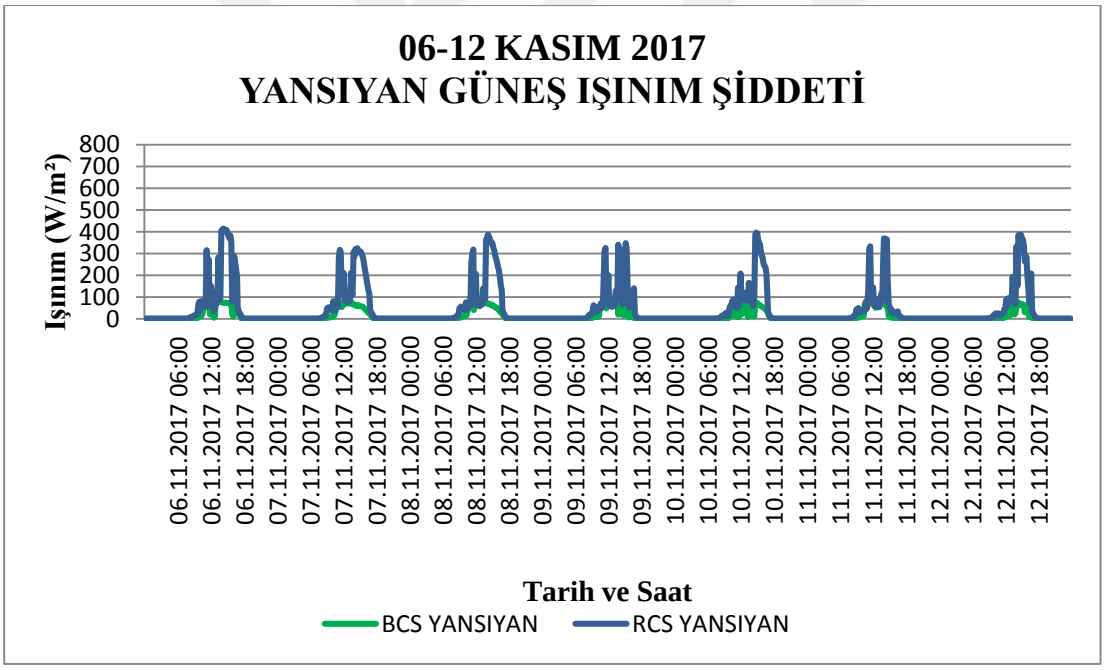
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
06 Kasım 2017	0.422	0.714
07 Kasım 2017	0.450	0.787
08 Kasım 2017	0.496	0.764
09 Kasım 2017	0.540	0.739
10 Kasım 2017	0.270	0.695
11 Kasım 2017	0.594	0.786
12 Kasım 2017	0.175	0.704



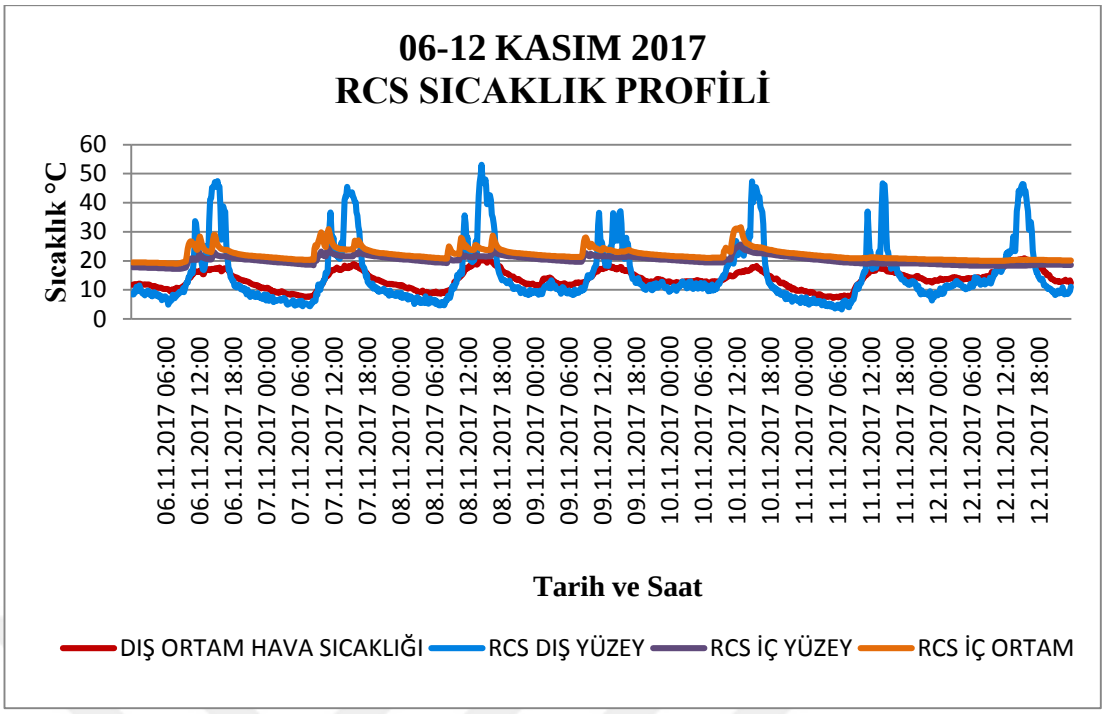
Şekil 5.352 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



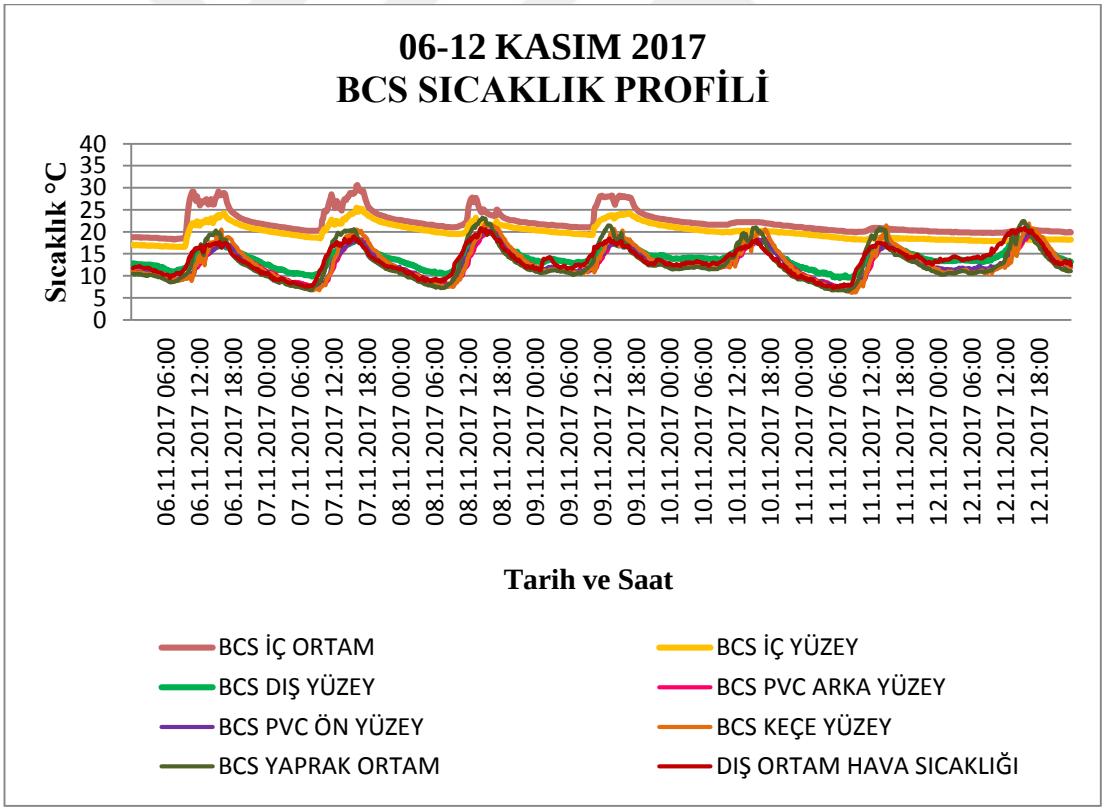
Şekil 5.353 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



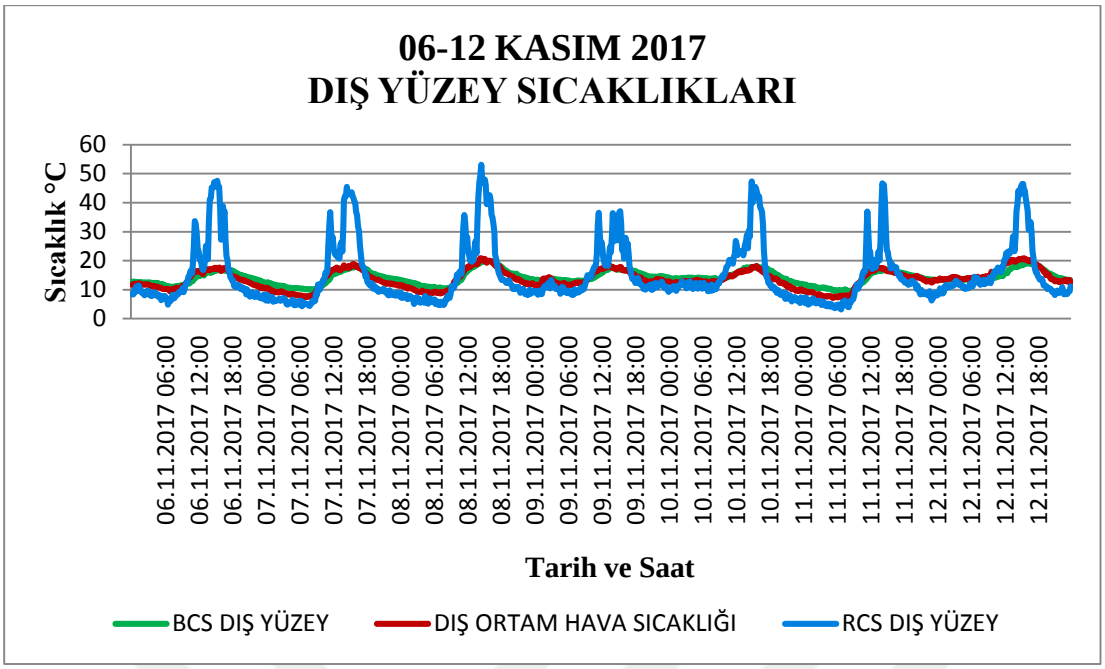
Şekil 5.354 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



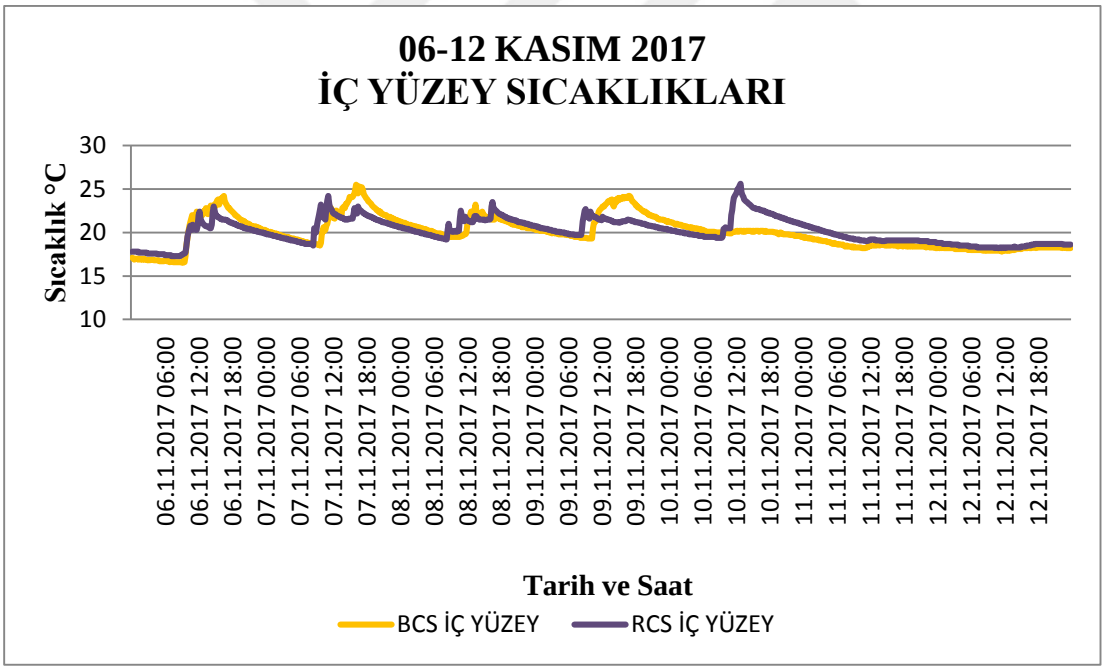
Şekil 5.355 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



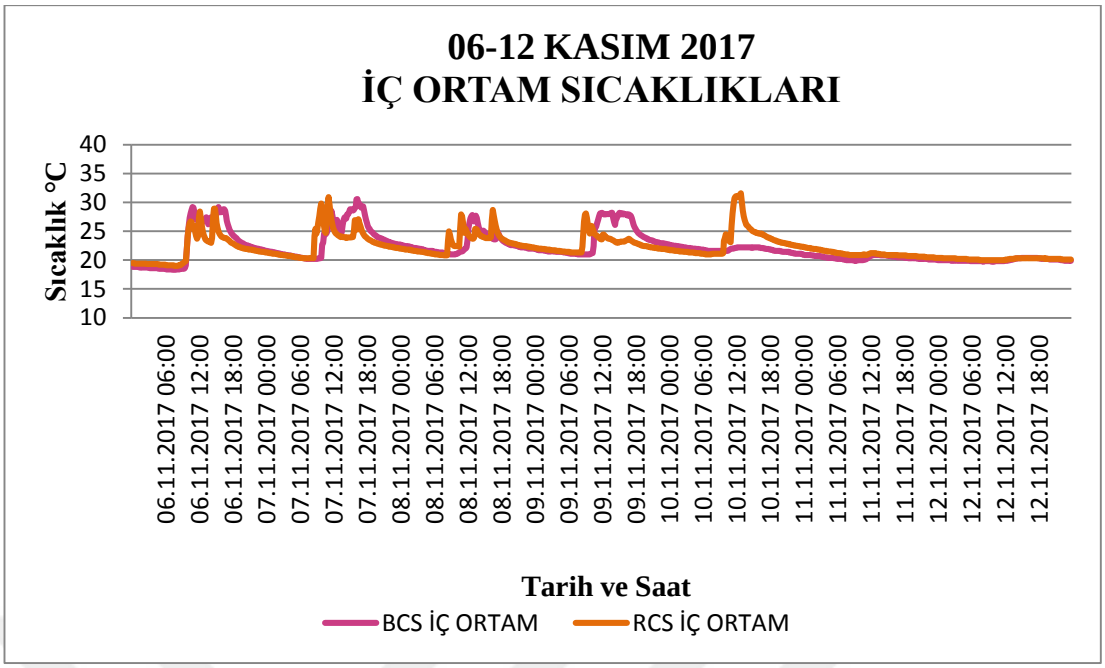
Şekil 5.356 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.357 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.358 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.359 : 06-12 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

07 Kasım 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.360'ta yer almaktadır.



Şekil 5.360 : 07 Kasım 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

13-19 Kasım 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

13-19 Kasım 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 10.8°C-21°C ve %44-%96 arasındadır (Şekil 5.361). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.81'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

13-19 Kasım 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 14 Kasım 2017 tarihinde saat 14:10'da görülmüştür ve 672W/m^2'dir (Şekil 5.362).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

13-19 Kasım 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.363'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.82'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.16-0.51 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.71-0.87 arasında değişmiştir (Çizelge 5.82).

RCS sıcaklık profili

13-19 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 10.8°C ile 21°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 7.1°C ile 50.8°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 18.1°C ile 24.7°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.7°C ile 30.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.364).

BCS sıcaklık profili

13-19 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 10.8°C ile 21°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 10.1°C ile 23.5°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 9°C ile 23.4°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 10.7°C ile 20.9°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 10.7°C ile 20.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 12.5°C ile 20.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 17.8°C ile 23.3°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 19.6°C ile 28.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.365).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

13-19 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 10.8°C ile 21°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 7.1°C ile 50.8°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 12.5°C ile 20.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.366).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 18.1°C-24.7°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 17.8°C-23.3°C arasındadır (Şekil 5.367).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

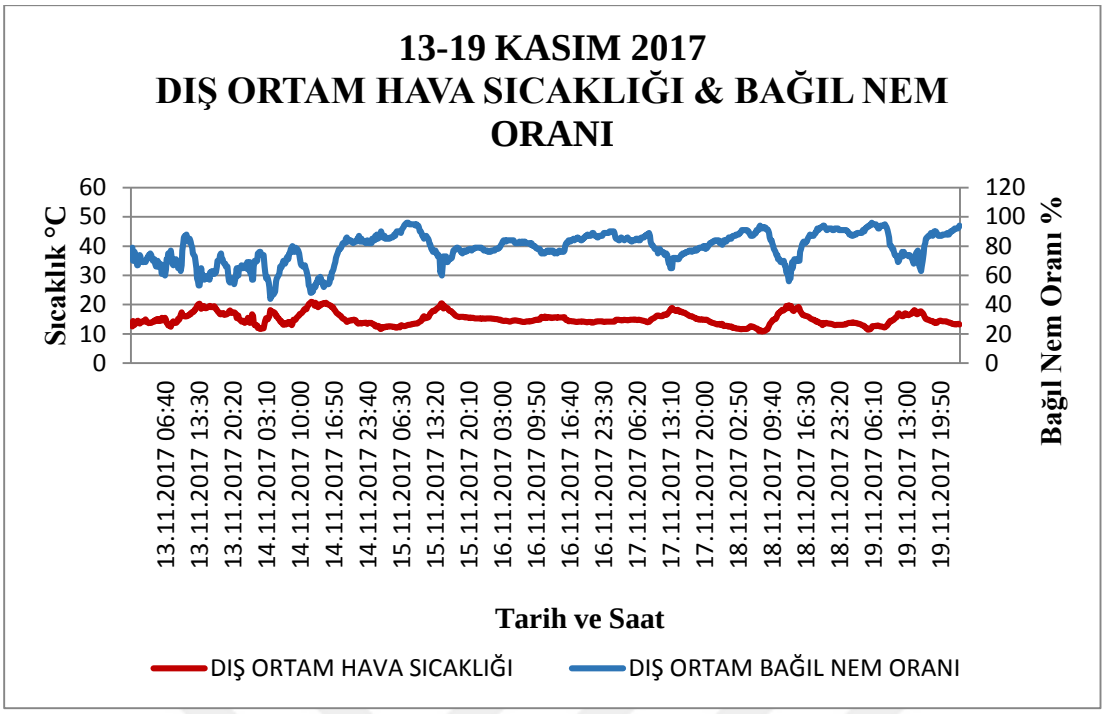
13-19 Kasım 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 19.7°C ile 30.5°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 19.6°C ile 28.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.368).

Çizelge 5.81 : 13-19 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

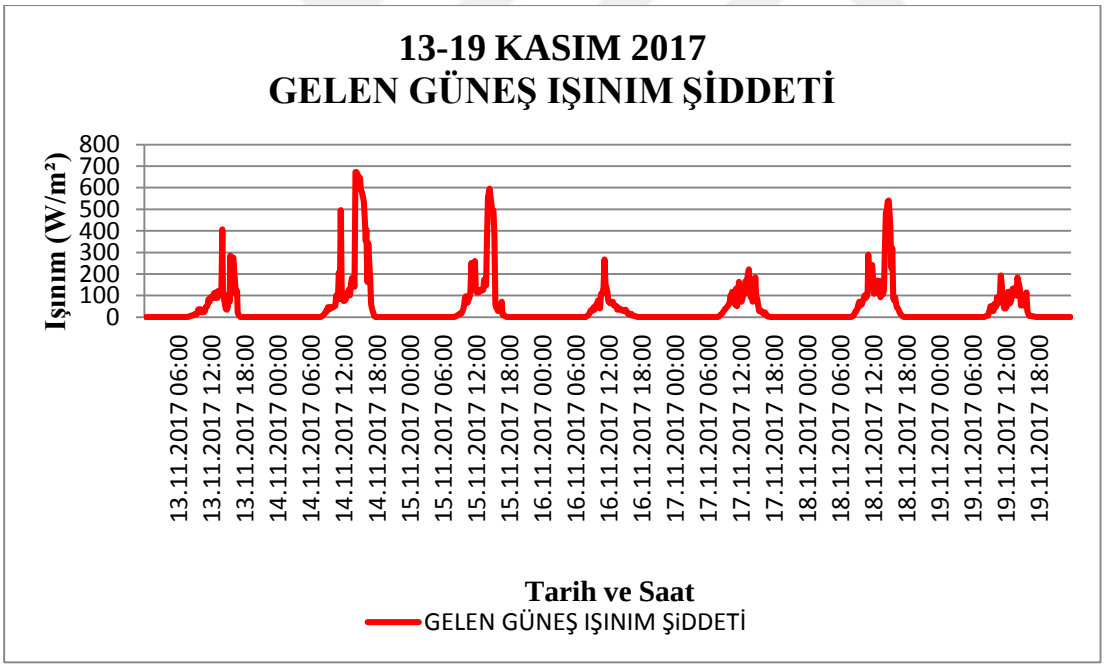
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
13 Kasım 2017	12.4	20.3	53	88
14 Kasım 2017	11.7	21	44	87
15 Kasım 2017	11.7	20.4	60	96
16 Kasım 2017	13.9	15.9	75	89
17 Kasım 2017	12.9	18.9	65	90
18 Kasım 2017	10.8	19.8	56	94
19 Kasım 2017	11.5	18.1	63	96

Çizelge 5.82 : 13-19 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

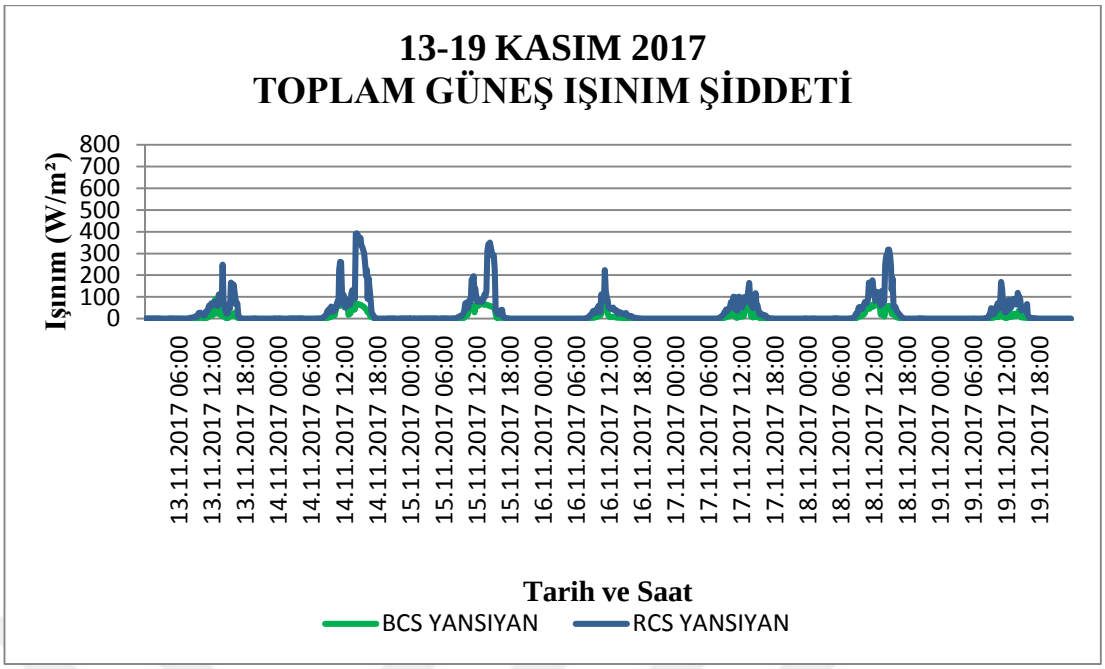
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
13 Kasım 2017	0.264	0.714
14 Kasım 2017	0.519	0.879
15 Kasım 2017	0.401	0.755
16 Kasım 2017	0.207	0.746
17 Kasım 2017	0.224	0.712
18 Kasım 2017	0.343	0.721
19 Kasım 2017	0.164	0.736



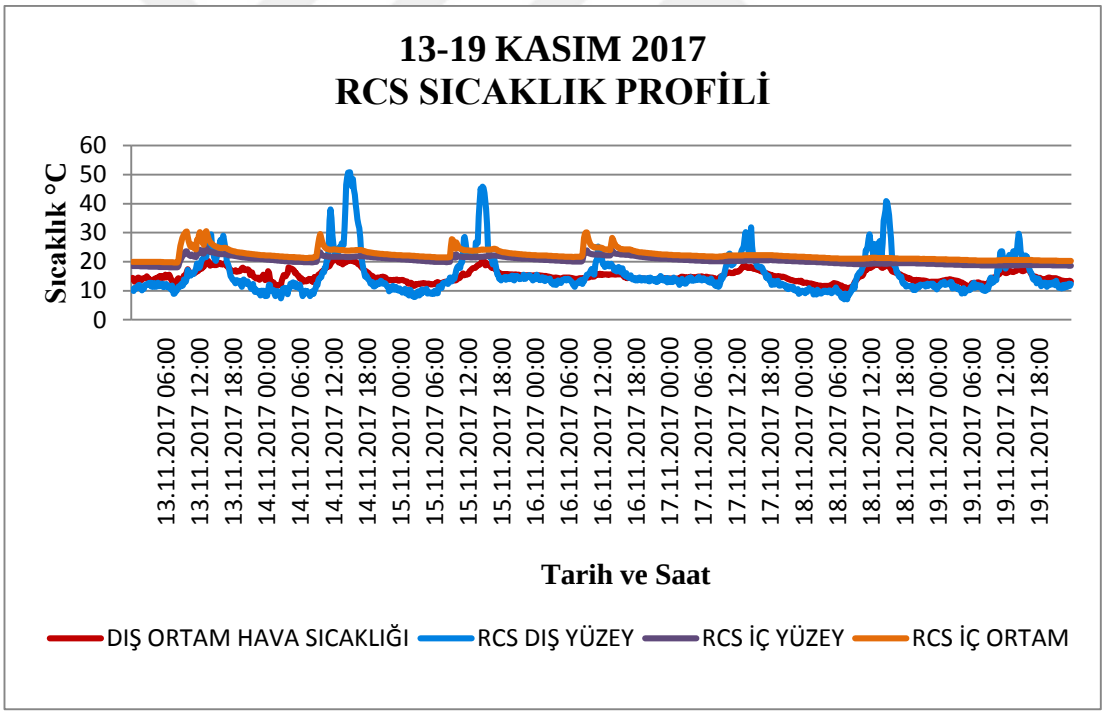
Şekil 5.361 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



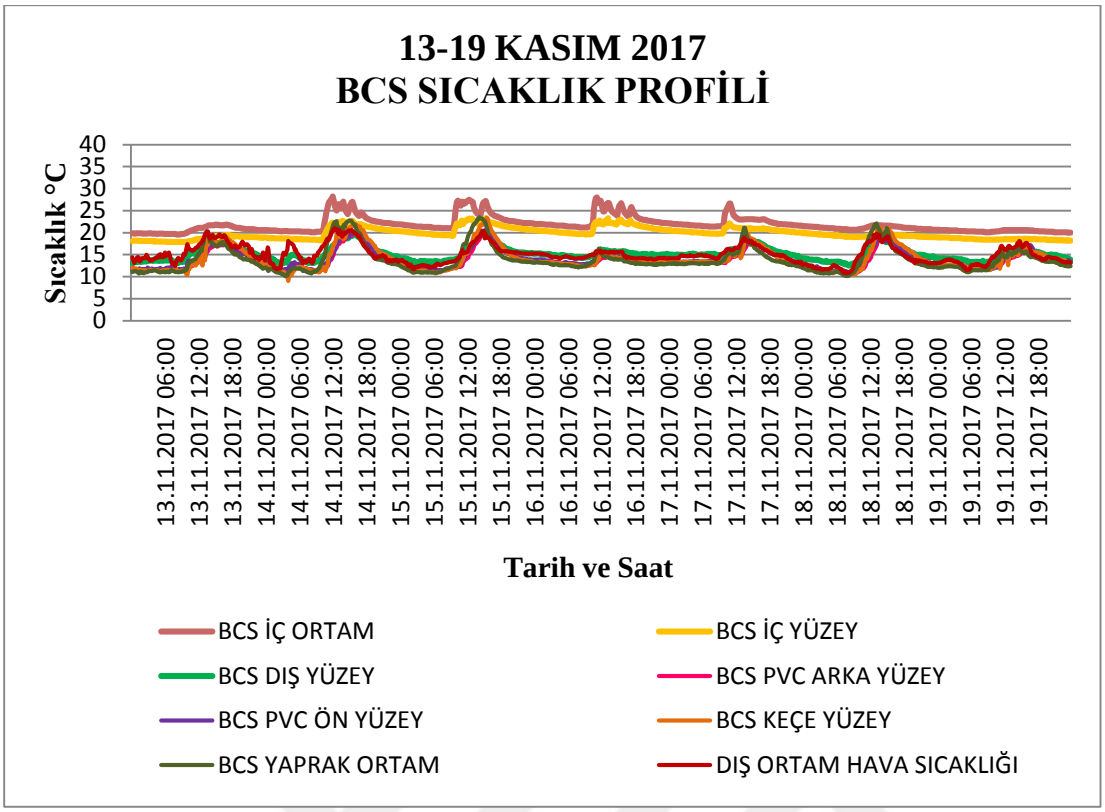
Şekil 5.362 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



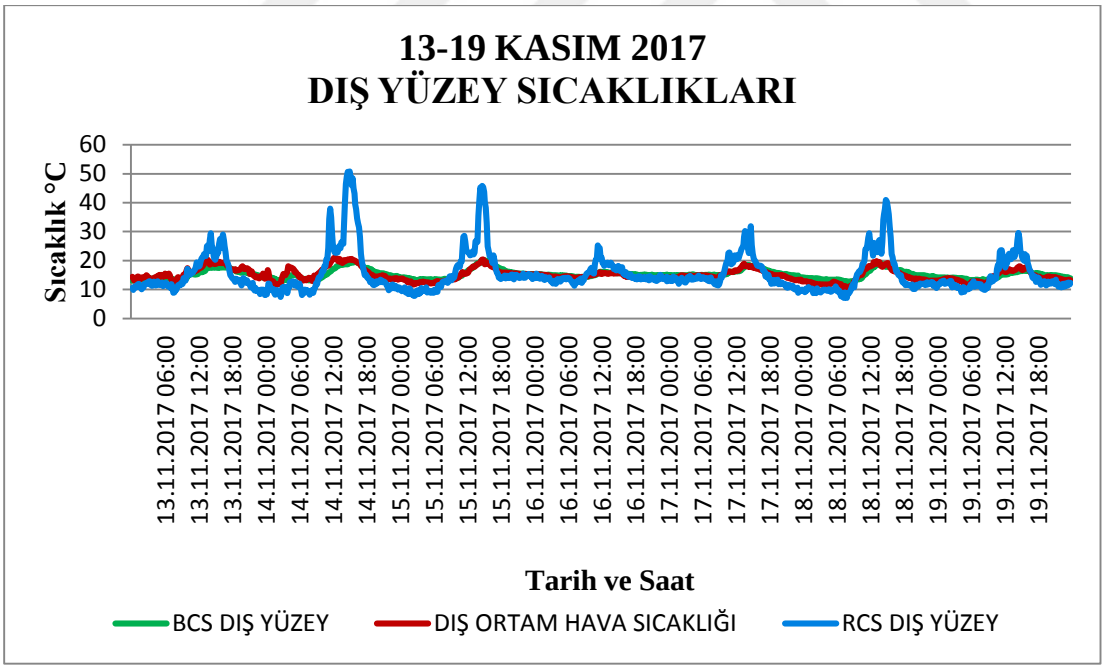
Şekil 5.363 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



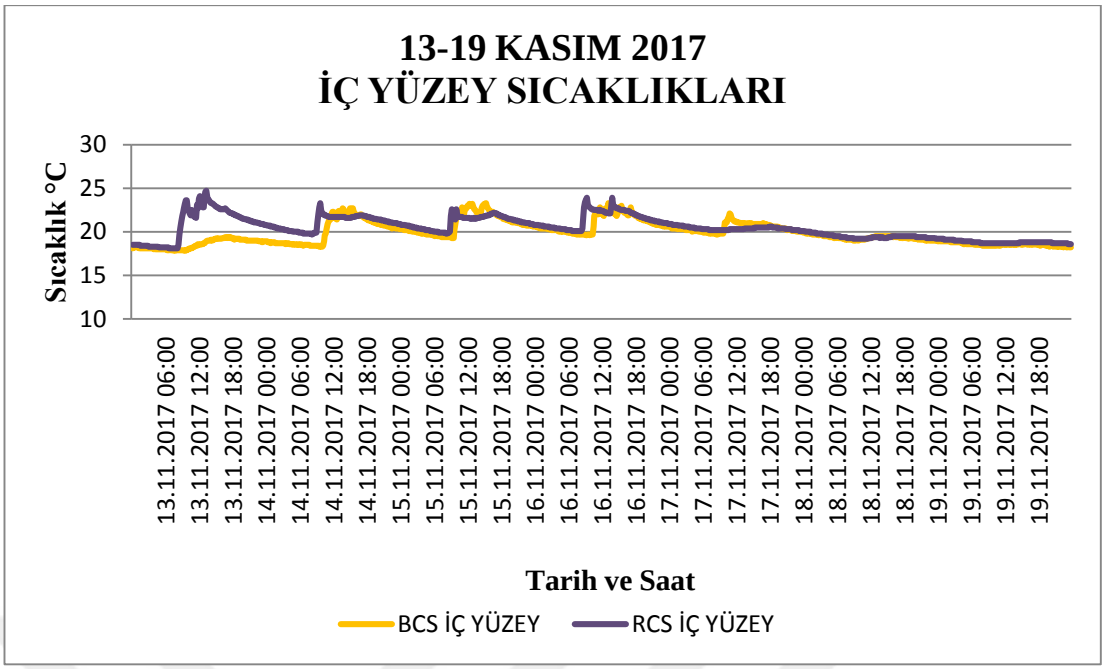
Şekil 5.364 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



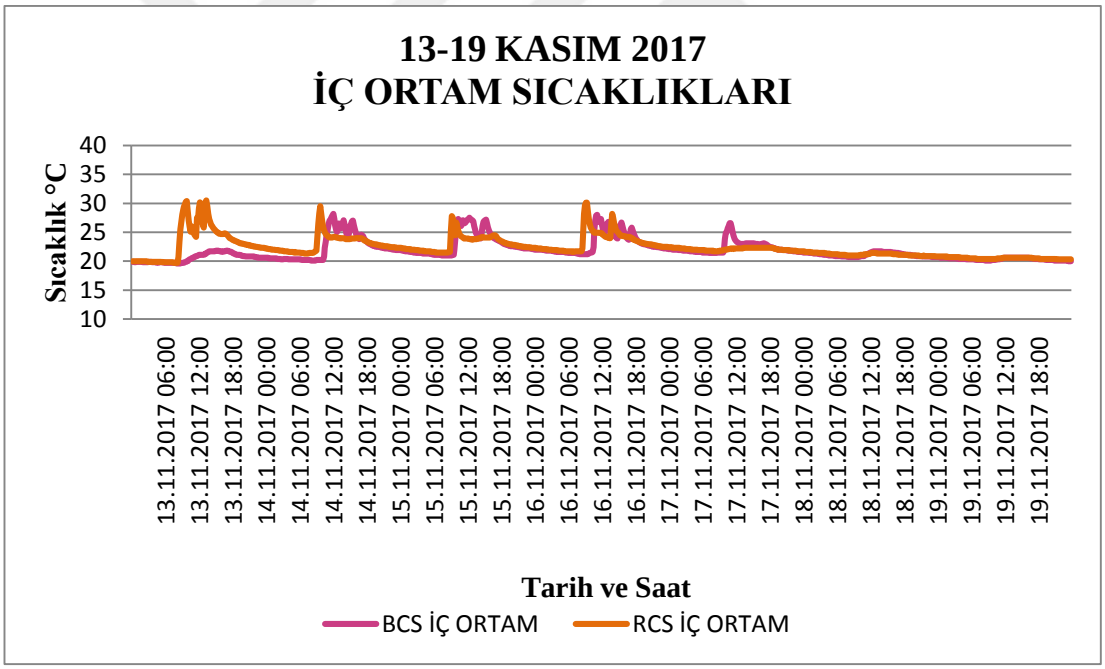
Şekil 5.365 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.366 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.367 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.368 : 13-19 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

16 Kasım 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.369'da yer almaktadır.



Şekil 5.369 : 16 Kasım 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

20-26 Kasım 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 3.9°C ile 19.3°C ve %42 ile %96 arasında değişmiştir (Şekil 5.370). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.83'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 25 Kasım 2017 tarihinde saat 14:30'da görülmüştür ve 771W/m^2'dir (Şekil 5.371).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.372'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.84'te

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.09-0.48 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.67-0.78 arasında değişmiştir (Çizelge 5.84).

RCS sıcaklık profili

20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3.9°C ile 19.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 0.2°C ile 50.2°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.5°C ile 24.5°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.4°C ile 30.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.373).

BCS sıcaklık profili

20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3.9°C ile 19.3°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 3.5°C ile 22.7°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 2.7°C ile 22.4°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 3.2°C ile 19.4°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 4.3°C ile 19°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.9°C ile 18.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.3°C ile 25.6°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.1°C ile 31.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.374).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 3.9°C ile 19.3°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 0.2°C ile 50.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 6.9°C ile 18.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.375).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.5°C ile 24.5°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.3°C ile 25.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.376).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

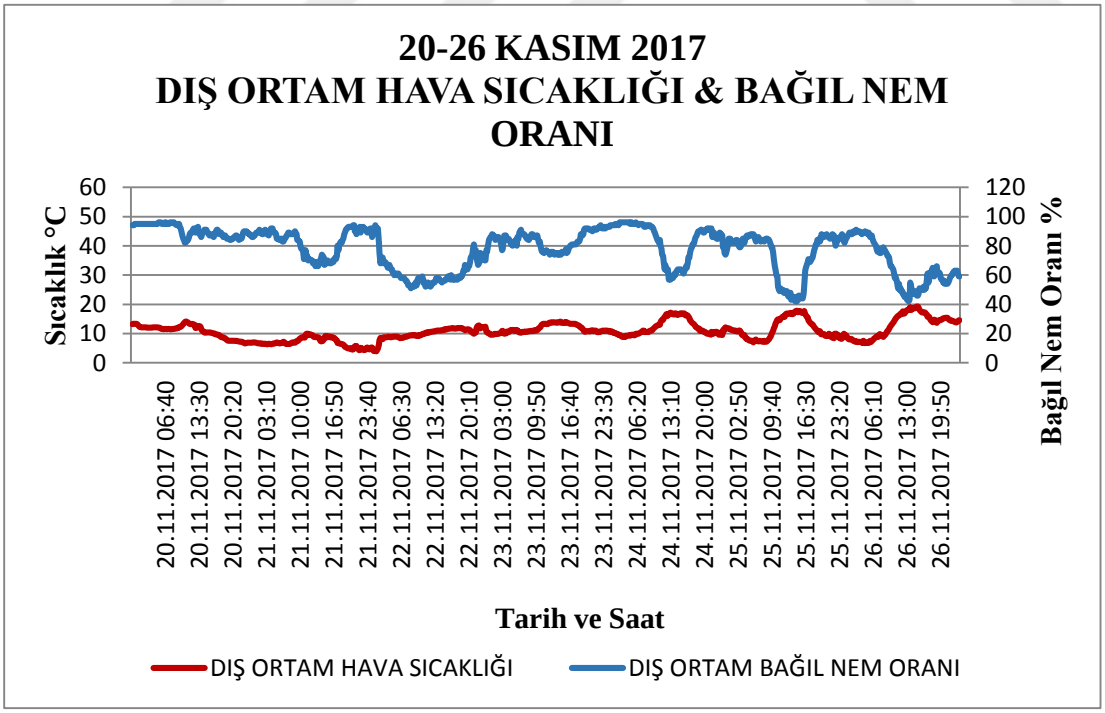
20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.4°C ile 30.7°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.1°C ile 31.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.377).

Çizelge 5.83 : 20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

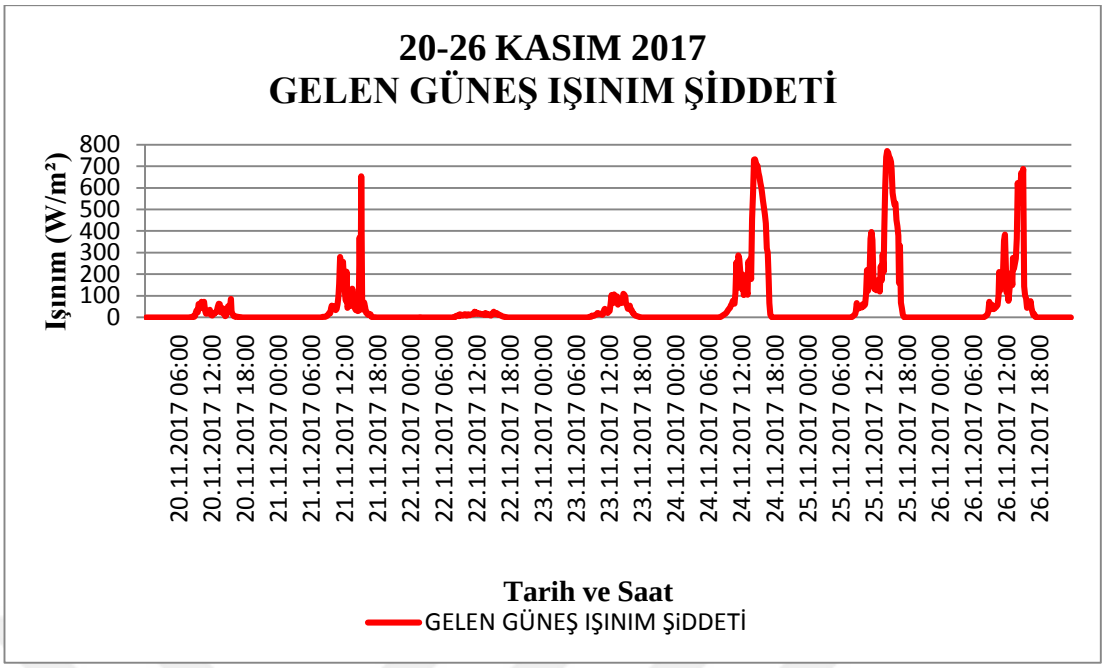
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
20 Kasım 2017	6.7	14.1	82	96
21 Kasım 2017	4.4	10	66	94
22 Kasım 2017	3.9	12.8	51	94
23 Kasım 2017	9.6	14.1	74	94
24 Kasım 2017	8.9	17.2	57	96
25 Kasım 2017	7	17.8	42	88
26 Kasım 2017	6.8	19.3	42	91

Çizelge 5.84 : 20-26 Kasım 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

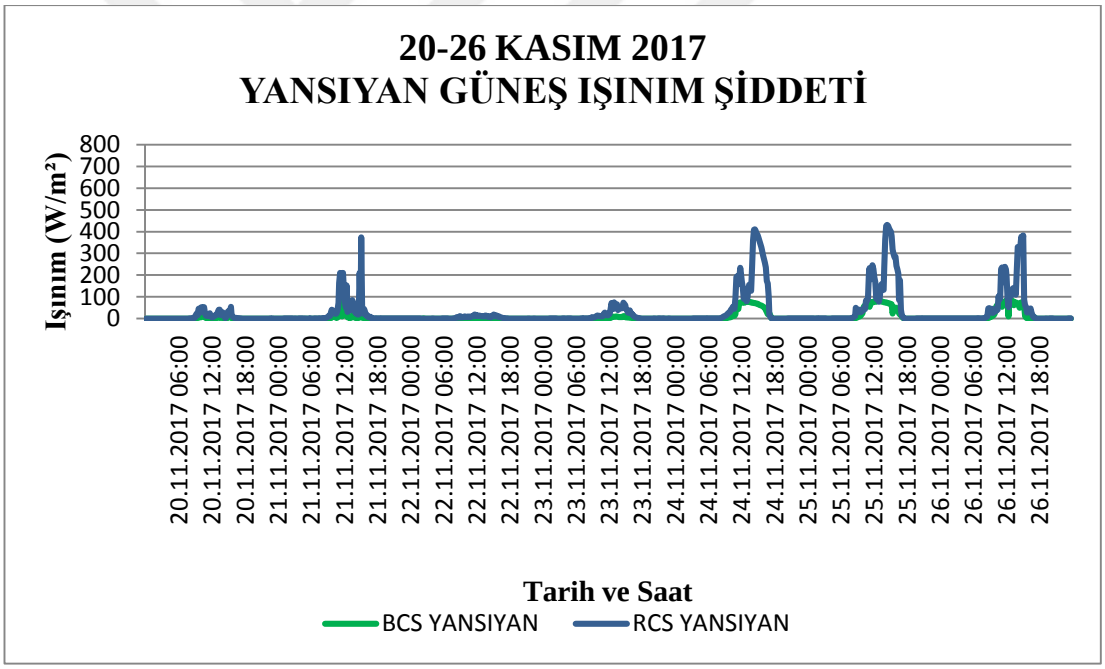
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
20 Kasım 2017	0.135	0.672
21 Kasım 2017	0.170	0.718
22 Kasım 2017	0.094	0.726
23 Kasım 2017	0.103	0.692
24 Kasım 2017	0.343	0.786
25 Kasım 2017	0.484	0.766
26 Kasım 2017	0.483	0.774



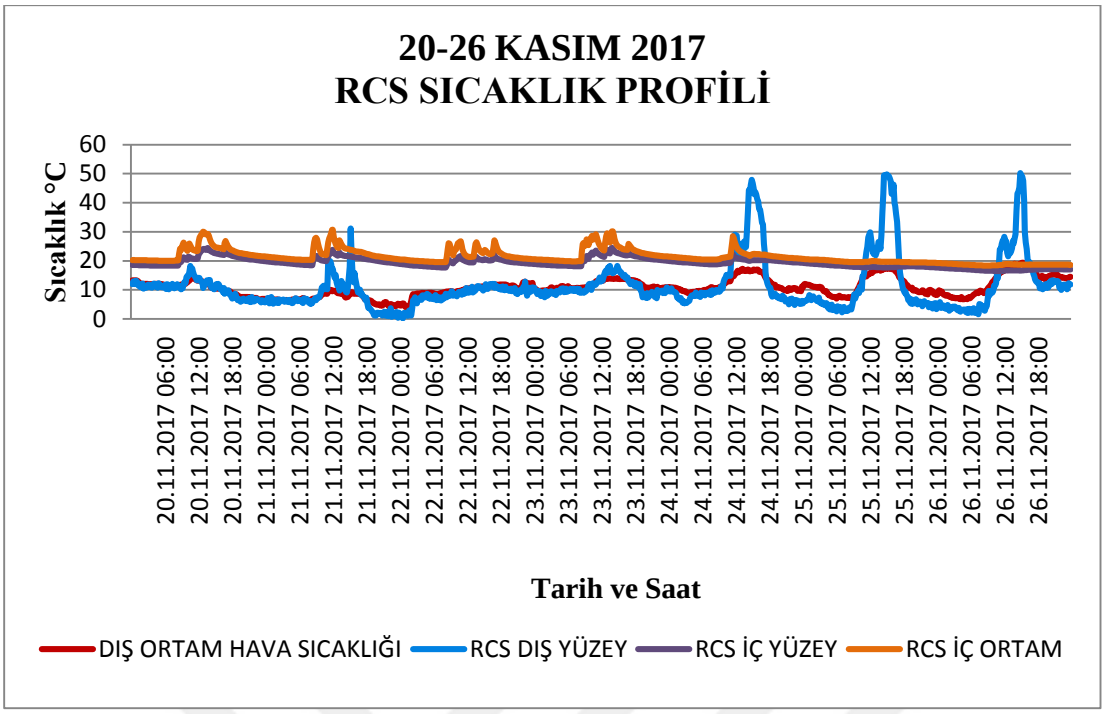
Şekil 5.370 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



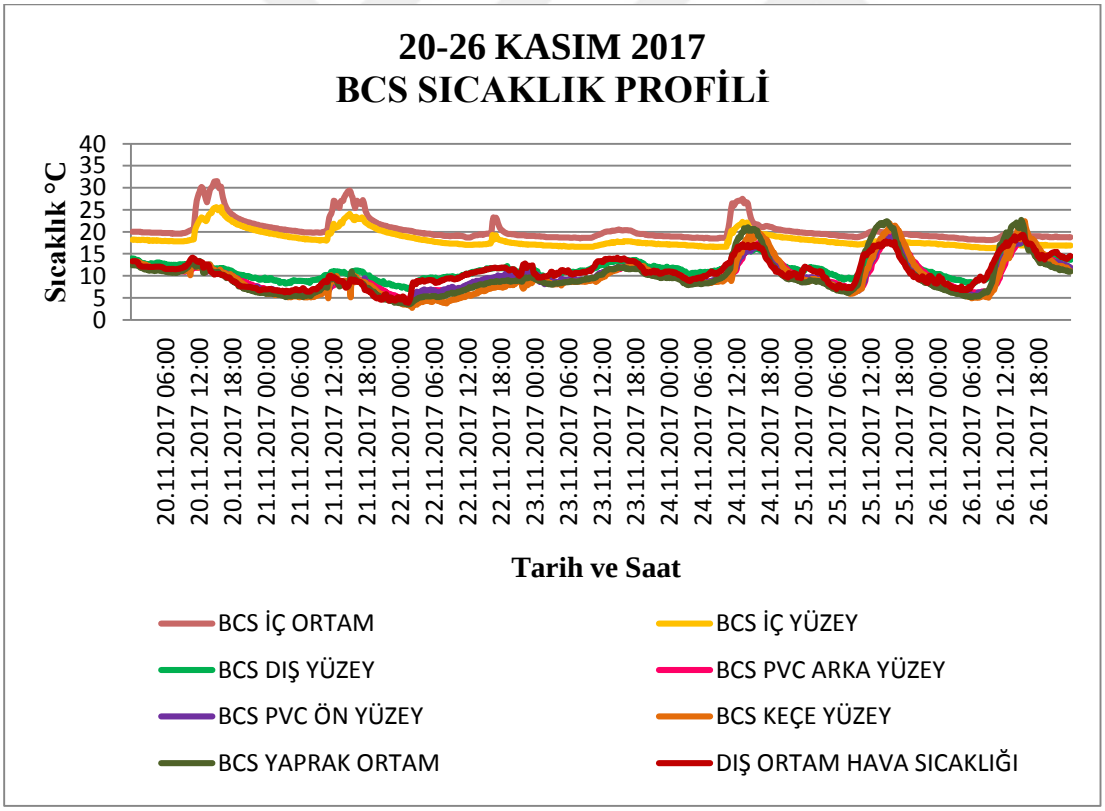
Şekil 5.371 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



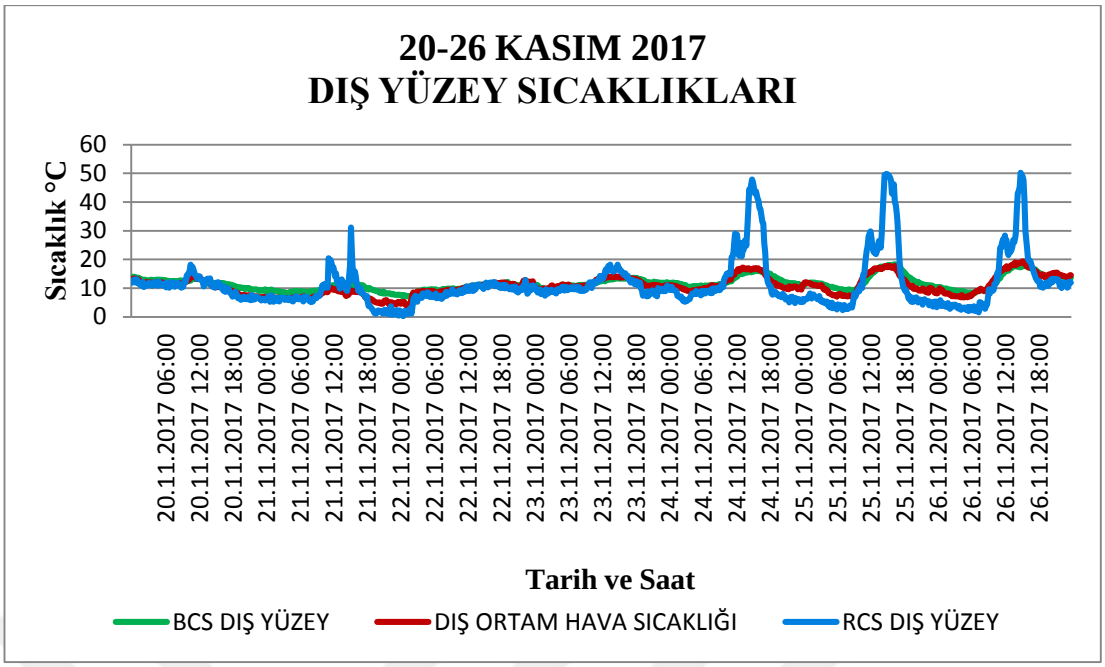
Şekil 5.372 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



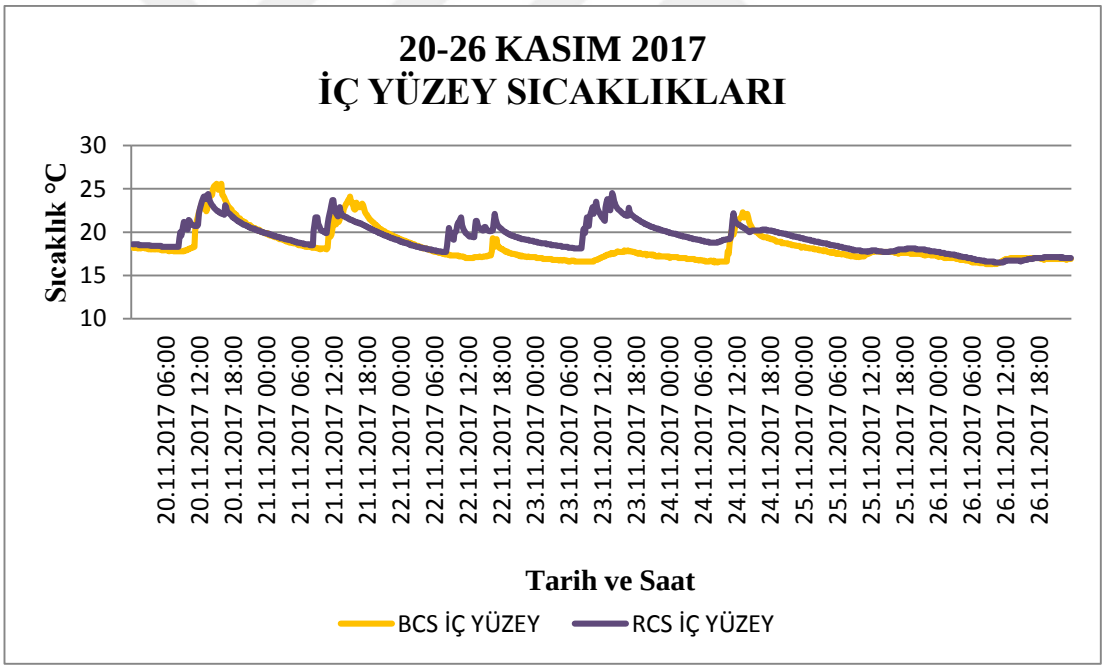
Şekil 5.373 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



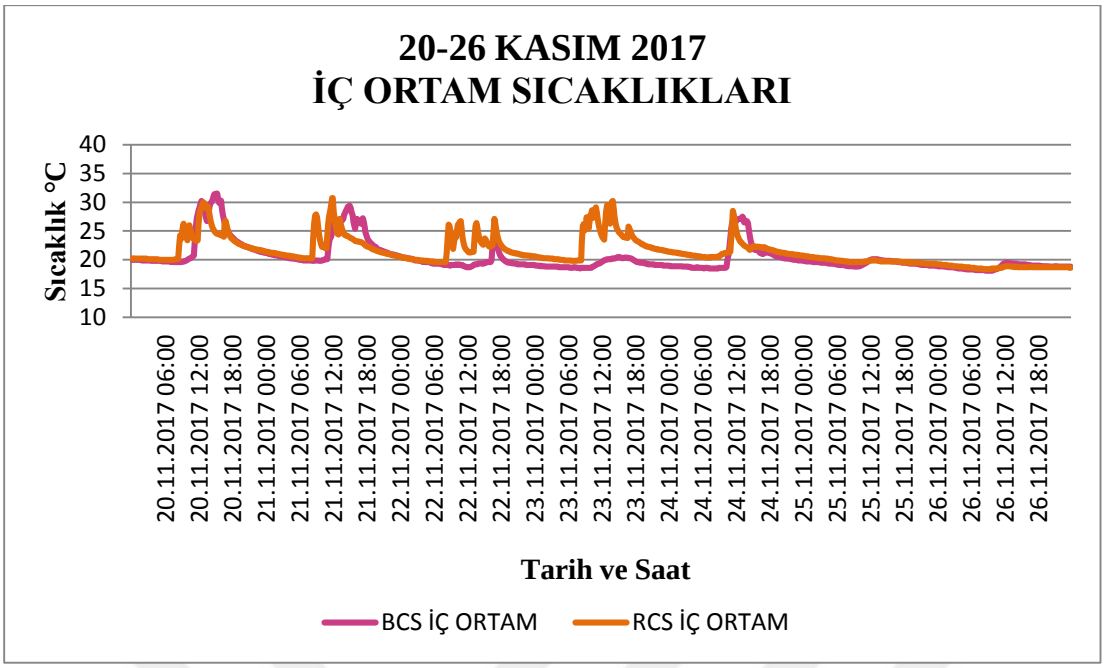
Şekil 5.374 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.375 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.376 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.377 : 20-26 Kasım 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

21 Kasım 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.378'de yer almaktadır.



Şekil 5.378 : 21 Kasım 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

27 Kasım – 03 Aralık 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 7.6°C-22.8°C ve %37-%95 arasındadır (Şekil 5.379). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.85'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Verilen tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 29 Kasım 2017 tarihinde saat 14:20'de görülmüştür ve 768W/m^2'dir (Şekil 5.380).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.381'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.86'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.18-0.37 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.62-0.72 arasında değişmiştir (Çizelge 5.86).

RCS sıcaklık profili

27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 7.6°C ile 22.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 2.7°C ile 51.9°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.8°C ile 24.7°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.4°C ile 31°C arasında değişmiştir (Şekil 5.382).

BCS sıcaklık profili

27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 7.6°C ile 22.8°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 6.3°C ile 24.3°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 5.3°C ile 23.6°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 6.4°C ile 21.3°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 7°C ile 20.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 8.3°C ile 20.8°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.7°C ile 23.6°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.5°C ile 28.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.383).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 7.6°C ile 22.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 2.7°C ile 51.9°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 8.3°C ile 20.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.384).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.8°C-24.7°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 16.7°C-23.6°C arasındadır (Şekil 5.385).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

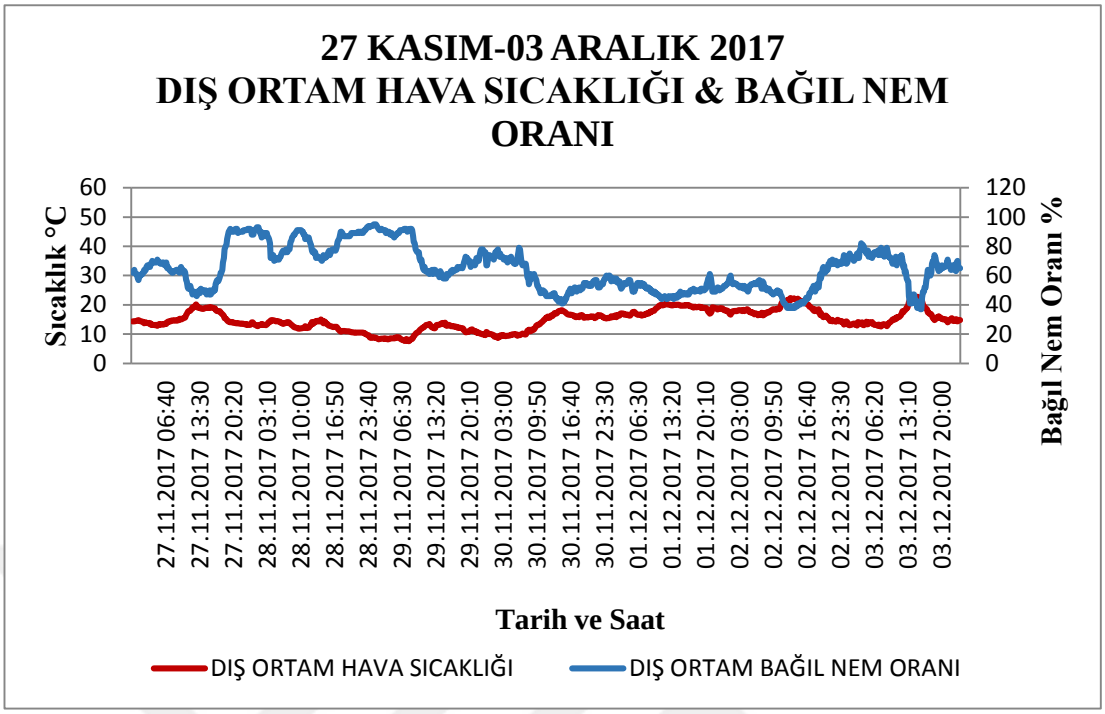
27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.4°C ile 31°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 18.5°C ile 28.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.386).

Çizelge 5.85 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

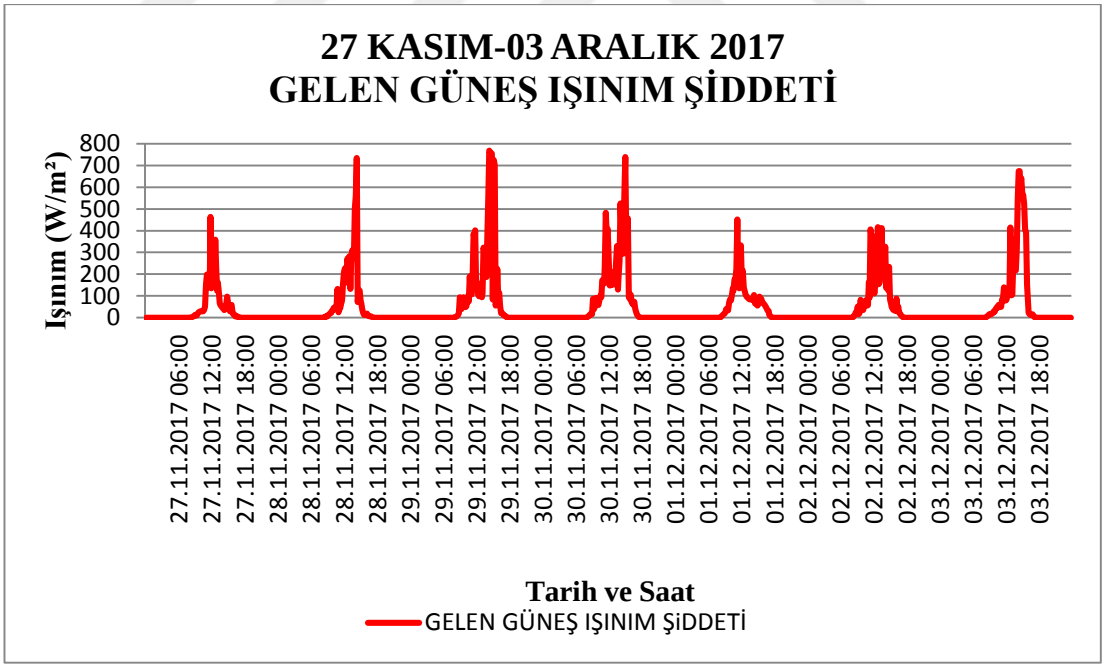
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
27 Kasım 2017	12.8	20.1	46	92
28 Kasım 2017	9.7	15	70	94
29 Kasım 2017	7.6	13.9	58	95
30 Kasım 2017	8.7	18.2	41	79
01 Aralık 2017	15.3	20.4	44	61
02 Aralık 2017	14.2	22.3	38	71
03 Aralık 2017	12.6	22.8	37	82

Çizelge 5.86 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

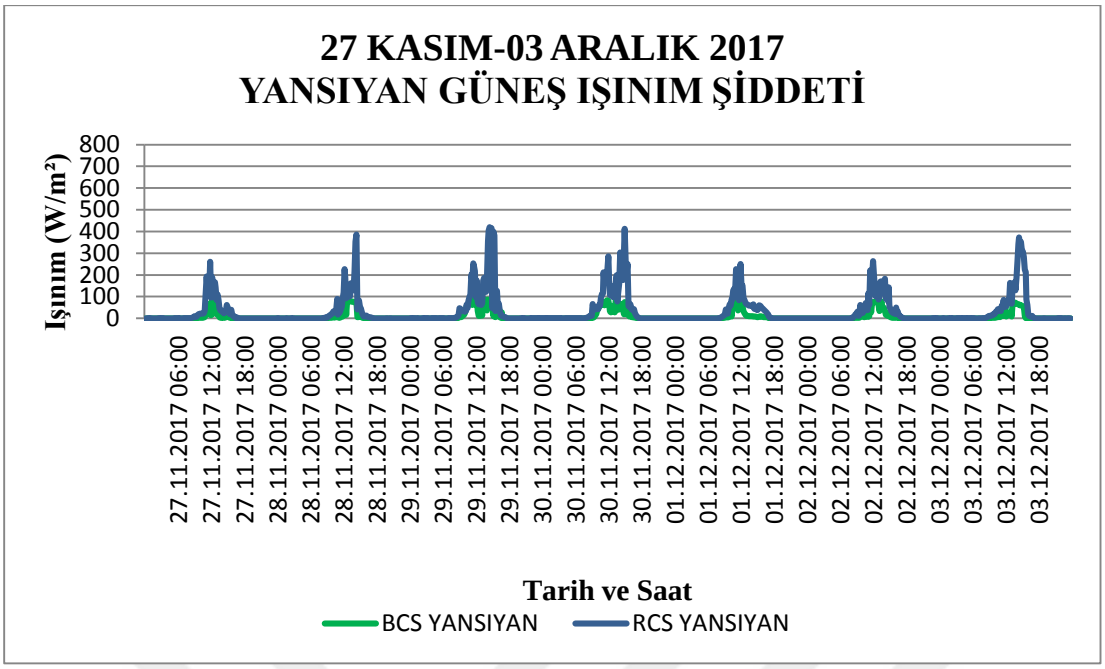
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
27 Kasım 2017	0.186	0.720
28 Kasım 2017	0.214	0.628
29 Kasım 2017	0.377	0.741
30 Kasım 2017	0.355	0.715
01 Aralık 2017	0.253	0.716
02 Aralık 2017	0.246	0.695
03 Aralık 2017	0.190	0.645



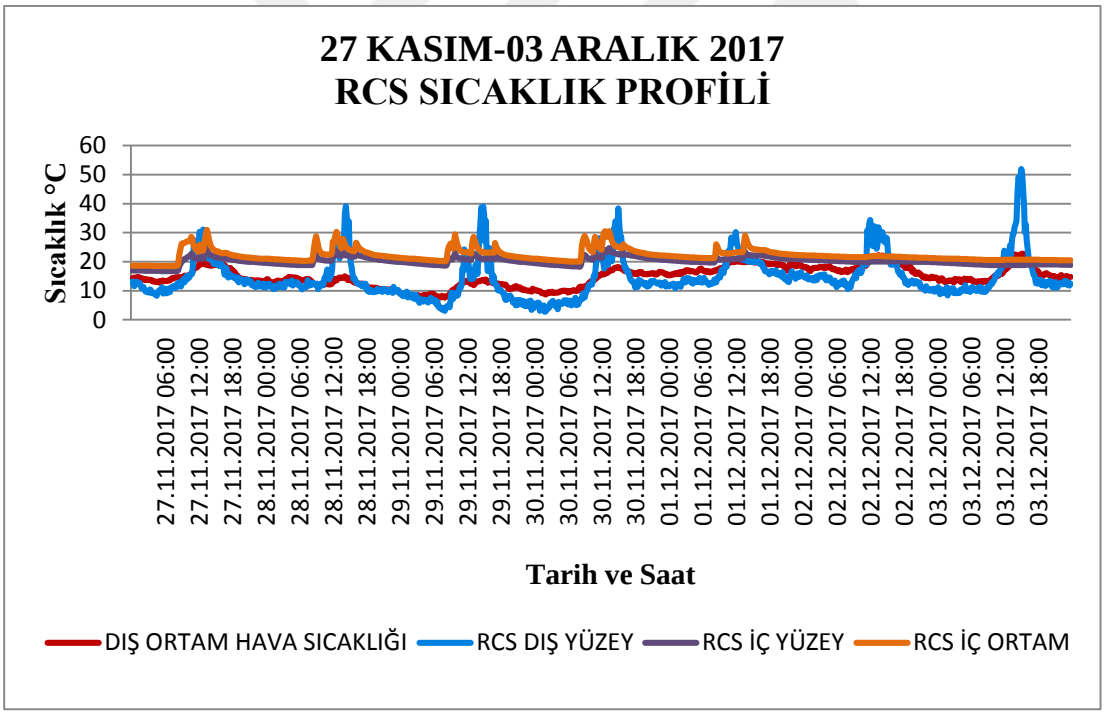
Şekil 5.379 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



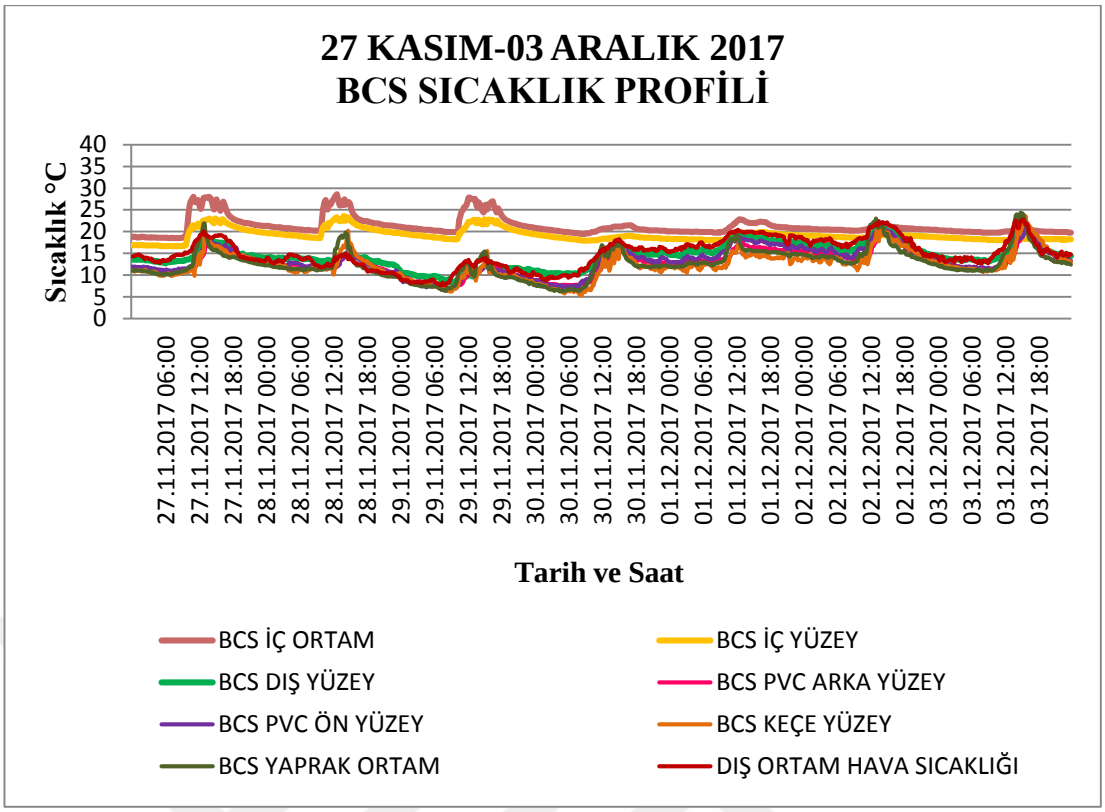
Şekil 5.380 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



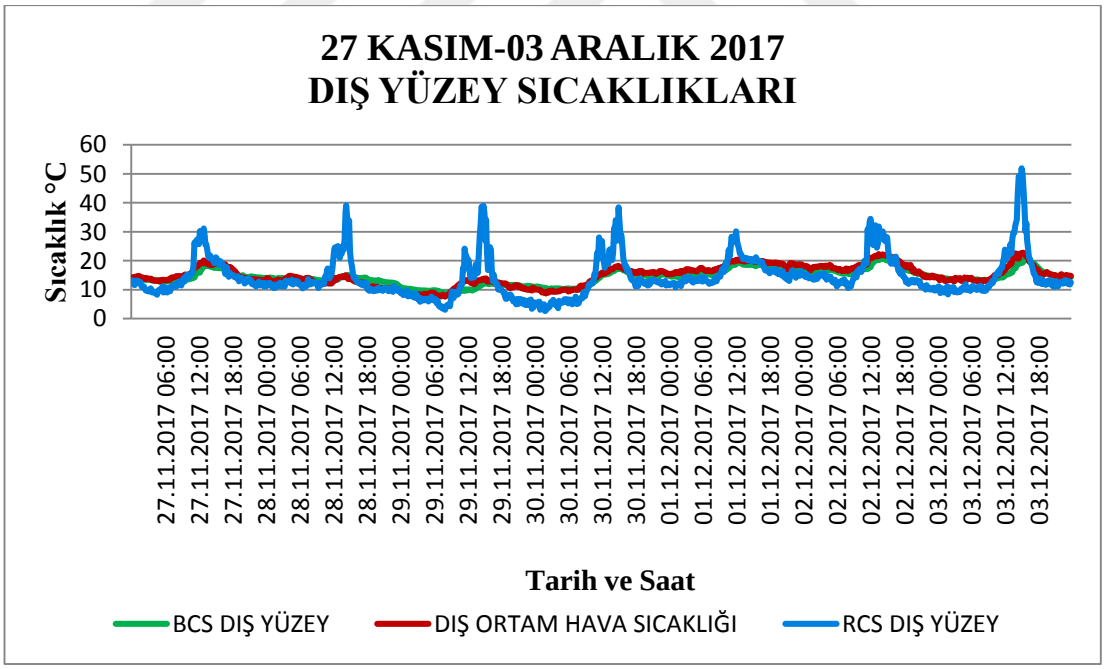
Şekil 5.381 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



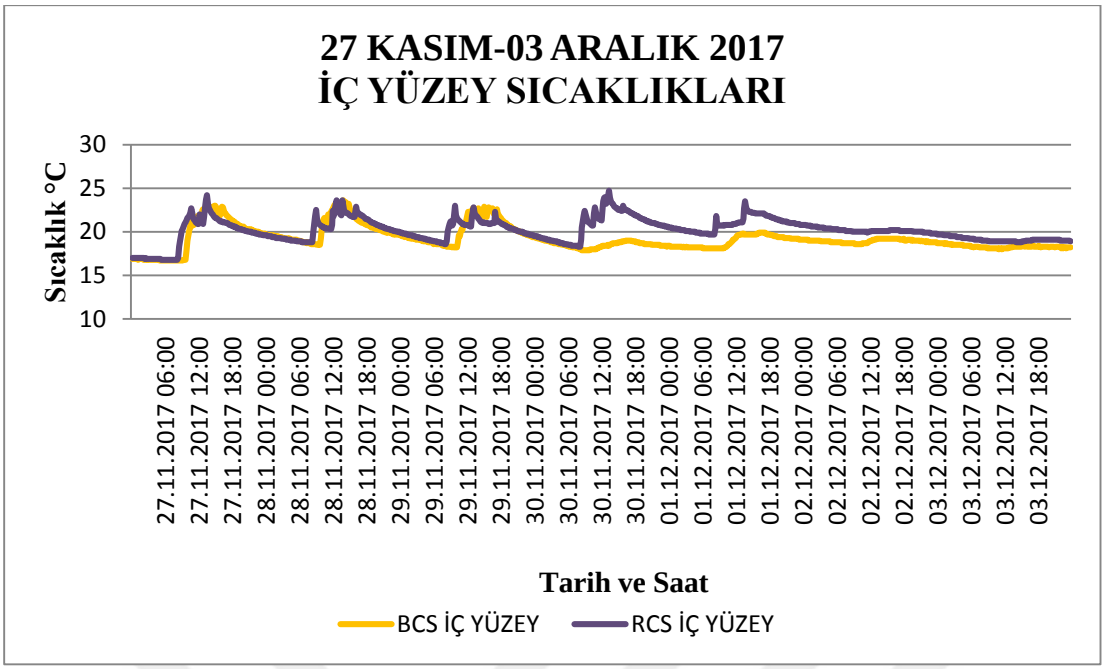
Şekil 5.382 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



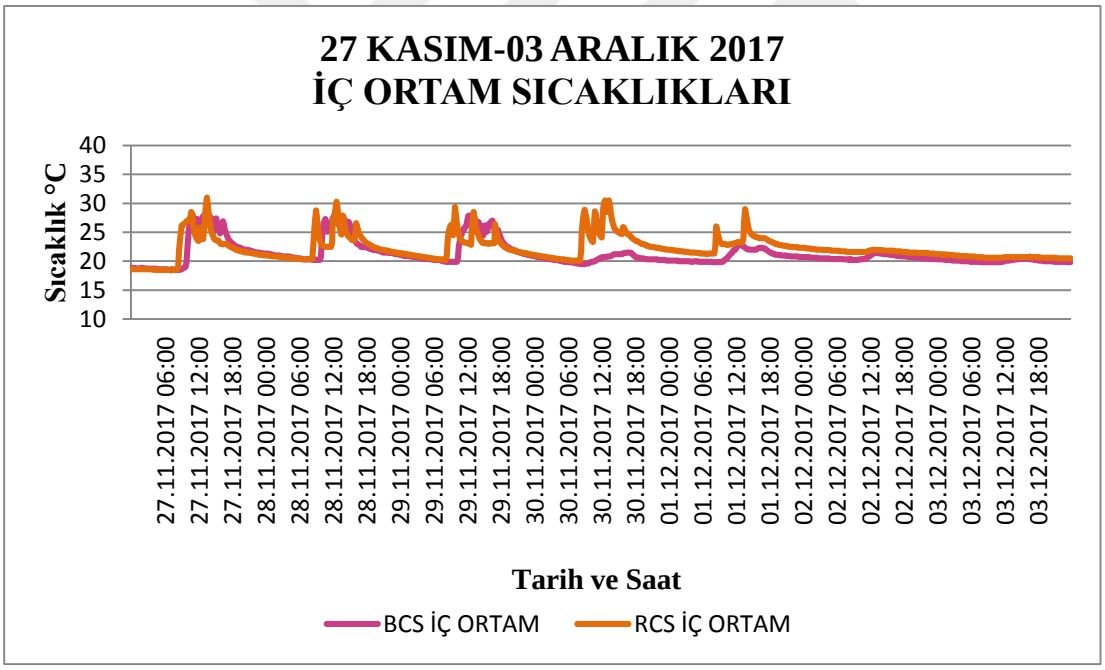
Şekil 5.383 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.384 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.385 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.386 : 27 Kasım - 03 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

28 Kasım 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.387'de yer almaktadır.



Şekil 5.387 : 28 Kasım 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

04-10 Aralık 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 3°C ile 17.9°C ve %39 ile %96 arasında değişmiştir (Şekil 5.388). Verilen tarihler arasıdaki her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.87'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 08 Aralık 2017 tarihinde saat 14:30'da görülmüştür ve 806W/m^2'dir (Şekil 5.389).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.390'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.88'de

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.08-0.44 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.68-0.77 arasında değişmiştir (Çizelge 5.88).

RCS sıcaklık profili

04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3°C ile 17.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -0.2°C ile 51.2°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.4°C ile 23.6°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.1°C ile 29.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.391).

BCS sıcaklık profili

04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3°C ile 17.9°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 2.3°C ile 20.4°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 2°C ile 19.7°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 2.7°C ile 16.4°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 3.4°C ile 16.9°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6°C ile 16.9°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 15.6°C ile 23.3°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 17.3°C ile 28.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.392).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3°C ile 17.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -0.2°C ile 51.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6°C ile 16.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.393).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 16.4°C ile 23.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 15.6°C ile 23.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.394).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

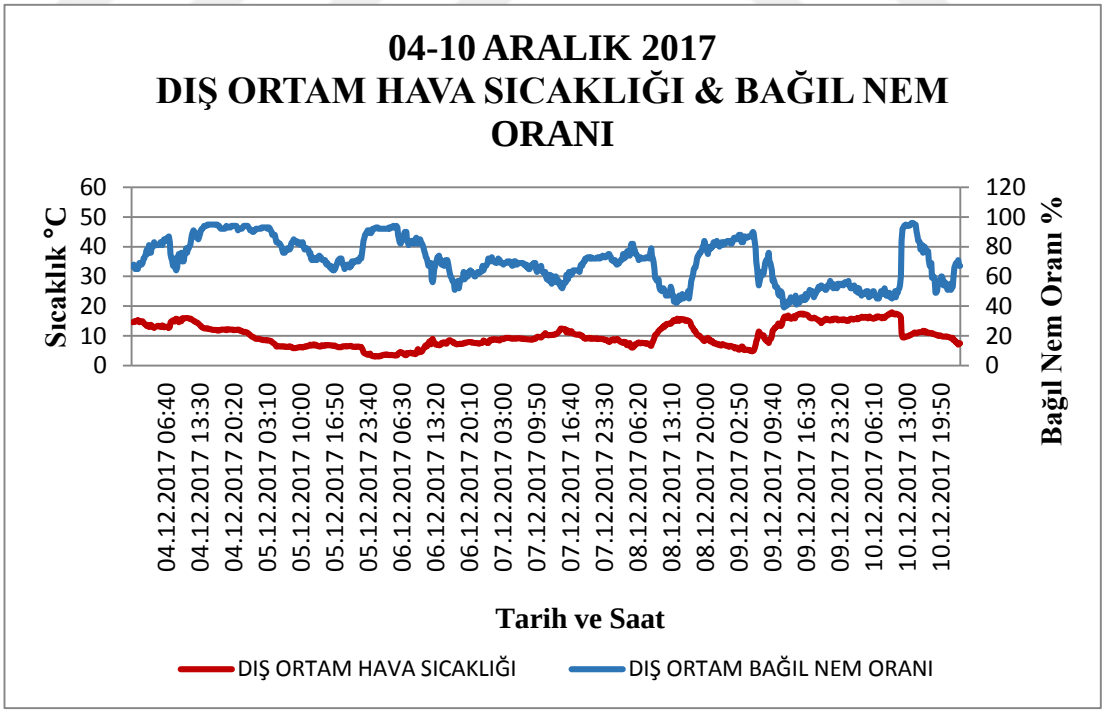
04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 18.1°C ile 29.5°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 17.3°C ile 28.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.395).

Çizelge 5.87 : 04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

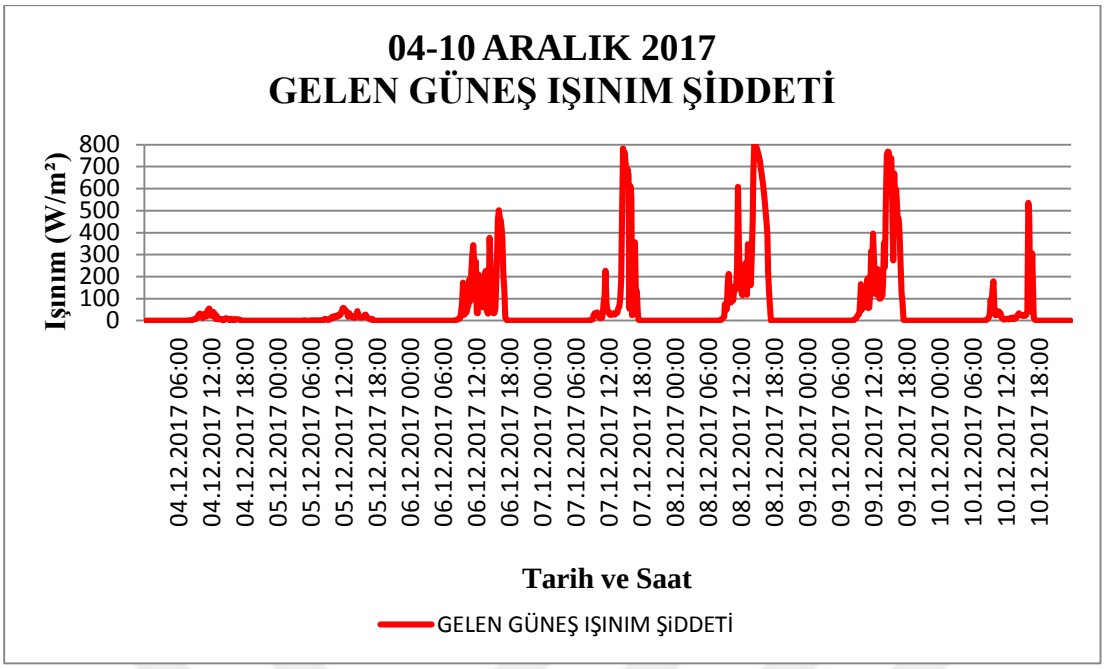
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
04 Aralık 2017	10.3	16	64	95
05 Aralık 2017	3.6	9.9	64	93
06 Aralık 2017	3	8.9	51	94
07 Aralık 2017	7.5	12.4	52	74
08 Aralık 2017	6	15.7	42	84
09 Aralık 2017	4.7	17.5	39	90
10 Aralık 2017	7	17.9	45	96

Çizelge 5.88 : 04-10 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

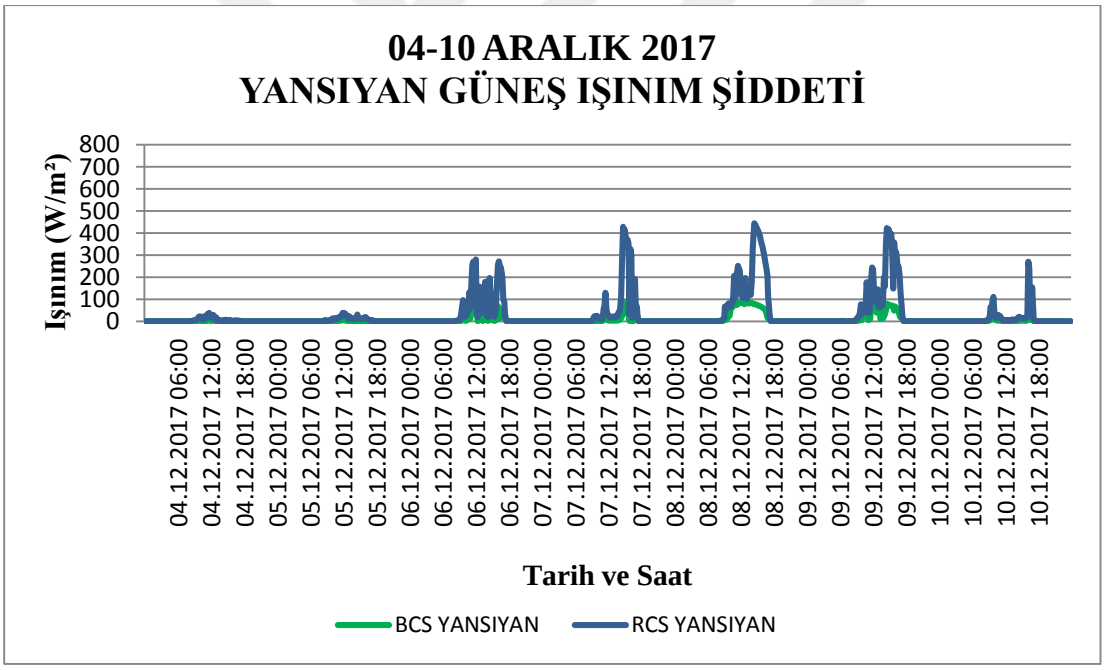
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
04 Aralık 2017	0.111	0.720
05 Aralık 2017	0.087	0.695
06 Aralık 2017	0.283	0.725
07 Aralık 2017	0.117	0.680
08 Aralık 2017	0.449	0.778
09 Aralık 2017	0.346	0.684
10 Aralık 2017	0.145	0.705



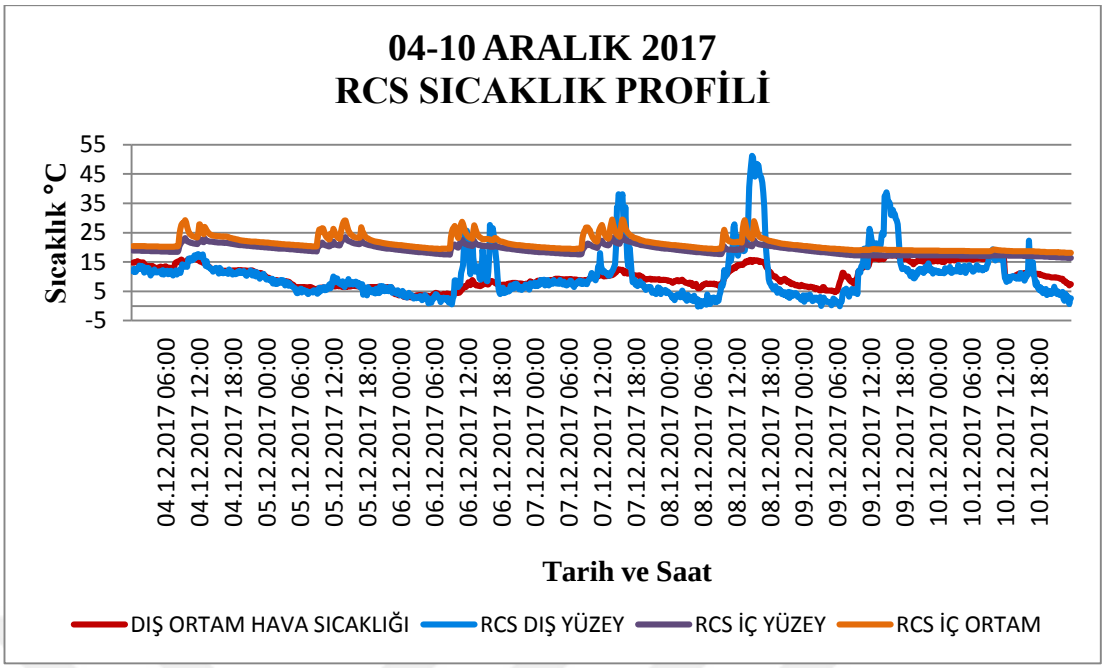
Şekil 5.388 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



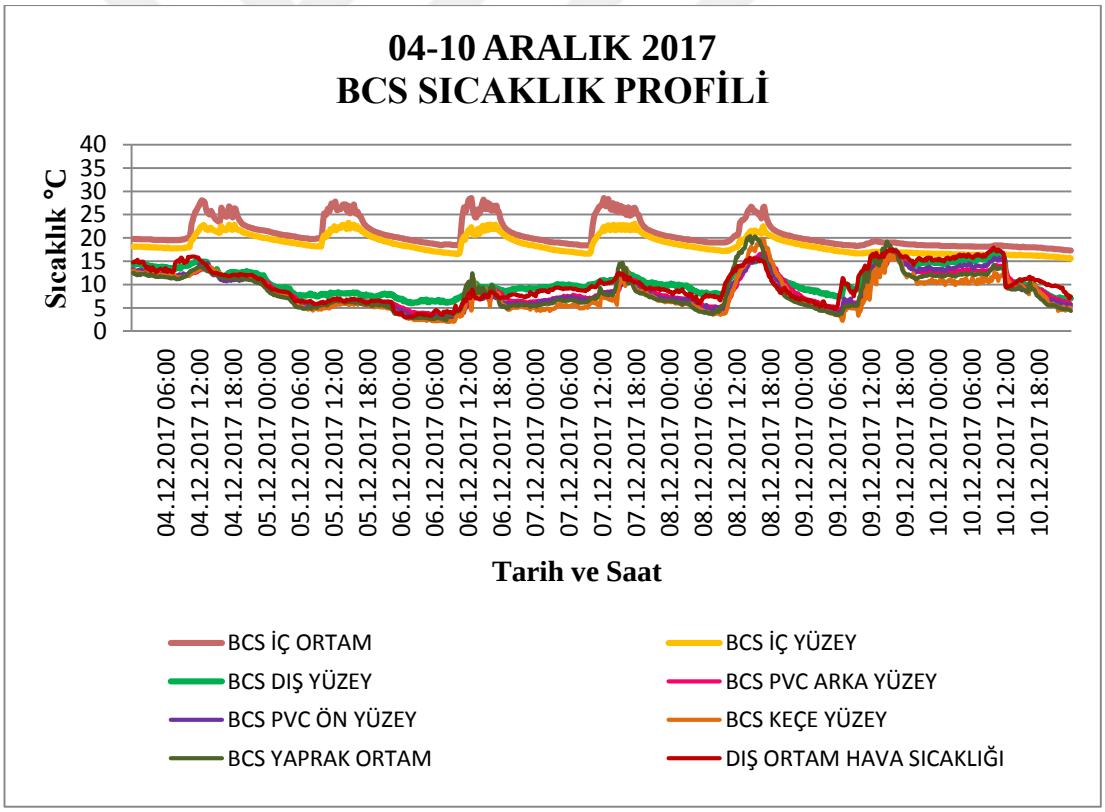
Şekil 5.389 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



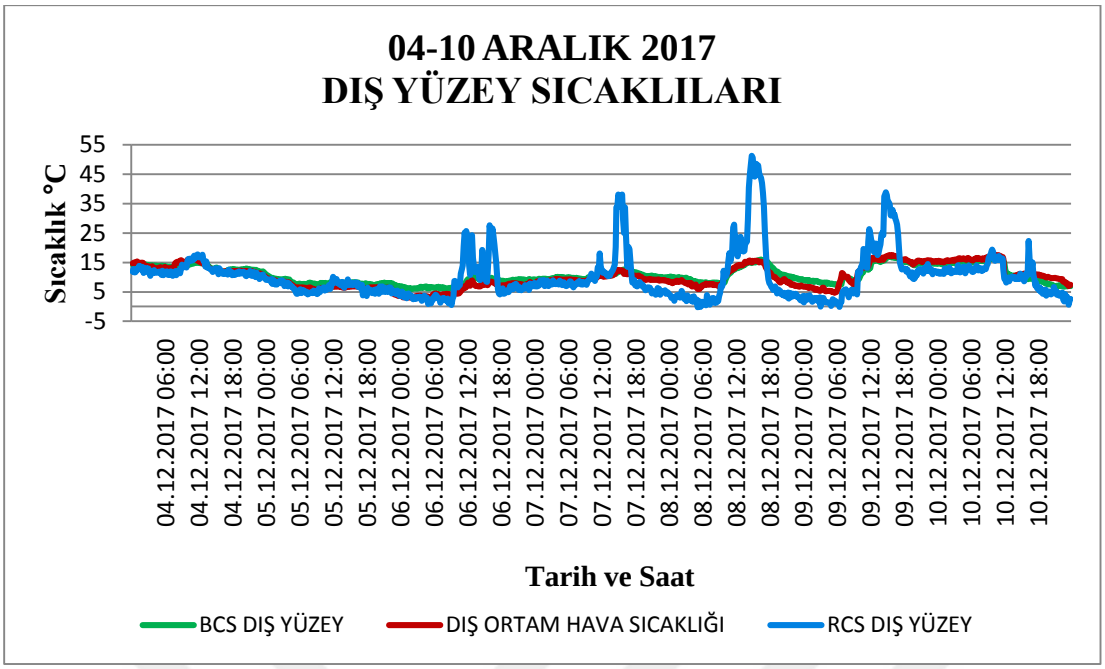
Şekil 5.390 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



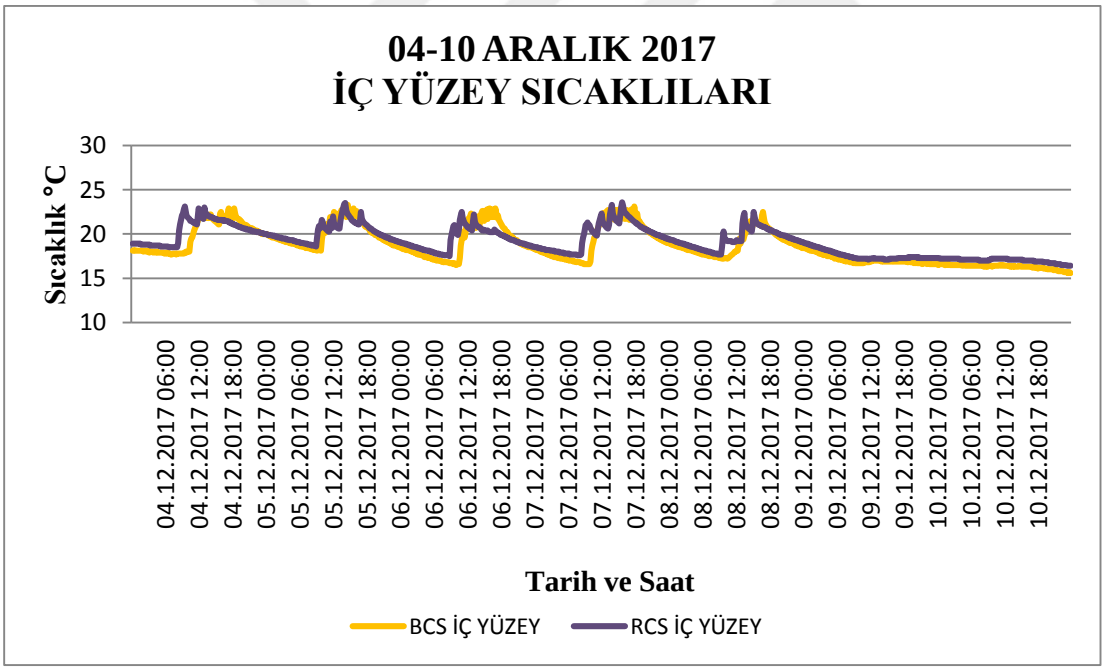
Şekil 5.391 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



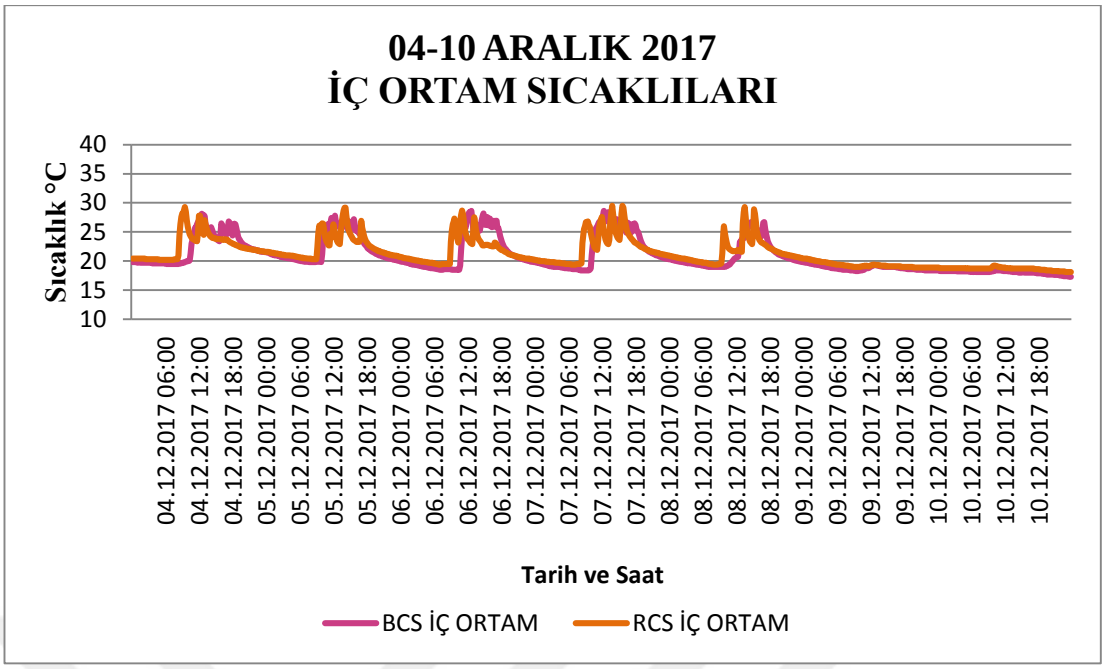
Şekil 5.392 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.393 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.394 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.395 : 04-10 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

05 Aralık 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.396'da yer almaktadır.



Şekil 5.396 : 05 Aralık 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

11-17 Aralık 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

11-17 Aralık 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 3.9°C-20.9°C ve %45-%95 arasındadır (Şekil 5.397). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.89'da verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

11-17 Aralık 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 11 Aralık 2017 tarihinde saat 14:30'da görülmüştür ve 770W/m^2'dir (Şekil 5.398).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

11-17 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.399'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.90'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.09-0.37 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.65-0.70 arasında değişmiştir (Çizelge 5.90).

RCS sıcaklık profili

11-17 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 3.9°C ile 20.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -2.6°C ile 53.1°C, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 15.3°C ile 25.3°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 17.2°C ile 32.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.400).

BCS sıcaklık profili

11-17 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 3.9°C ile 20.9°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 1.6°C ile 24°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 1°C ile 25.4°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 1.9°C ile 20.3°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 2.9°C ile 21°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 5.3°C ile 19.9°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 14.5°C ile 24.5°C ve

bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 16.3°C ile 30°C arasında değişmiştir (Şekil 5.401).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

11-17 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 3.9°C ile 20.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -2.6°C ile 53.1°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 5.3°C ile 19.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.402).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 15.3°C-25.4°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 14.5°C-24.5°C arasındadır (Şekil 5.403).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

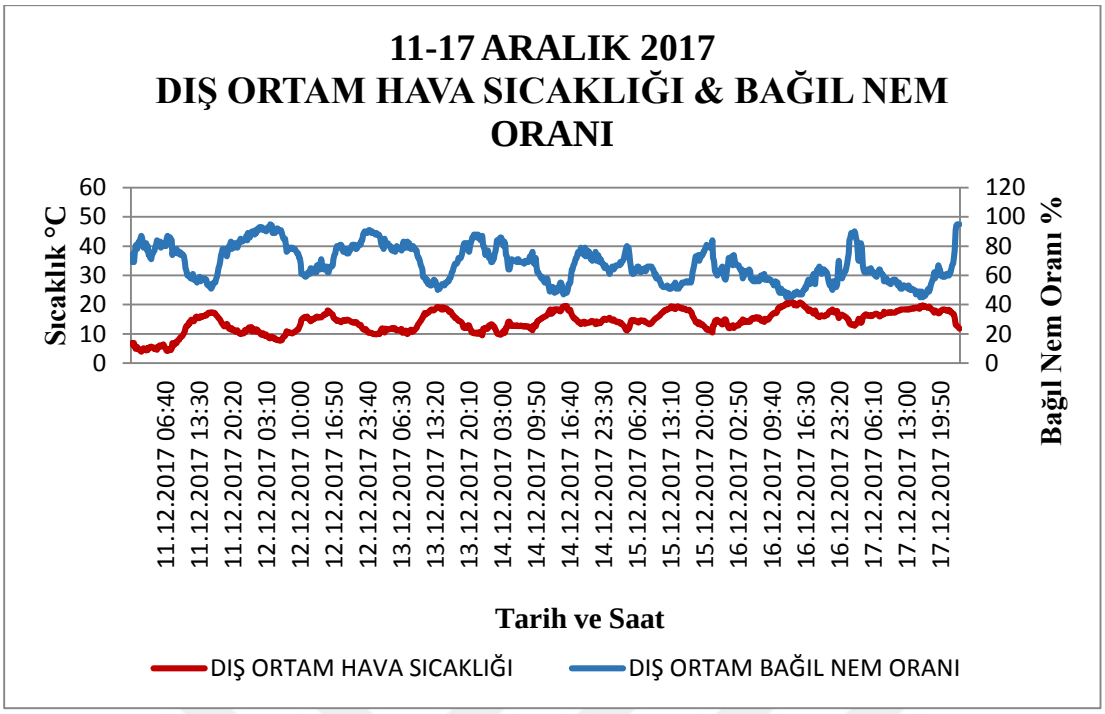
11-17 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 17.2°C ile 32.3°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 16.3°C ile 30°C arasında değişmiştir (Şekil 5.404).

Çizelge 5.89 : 11-17 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

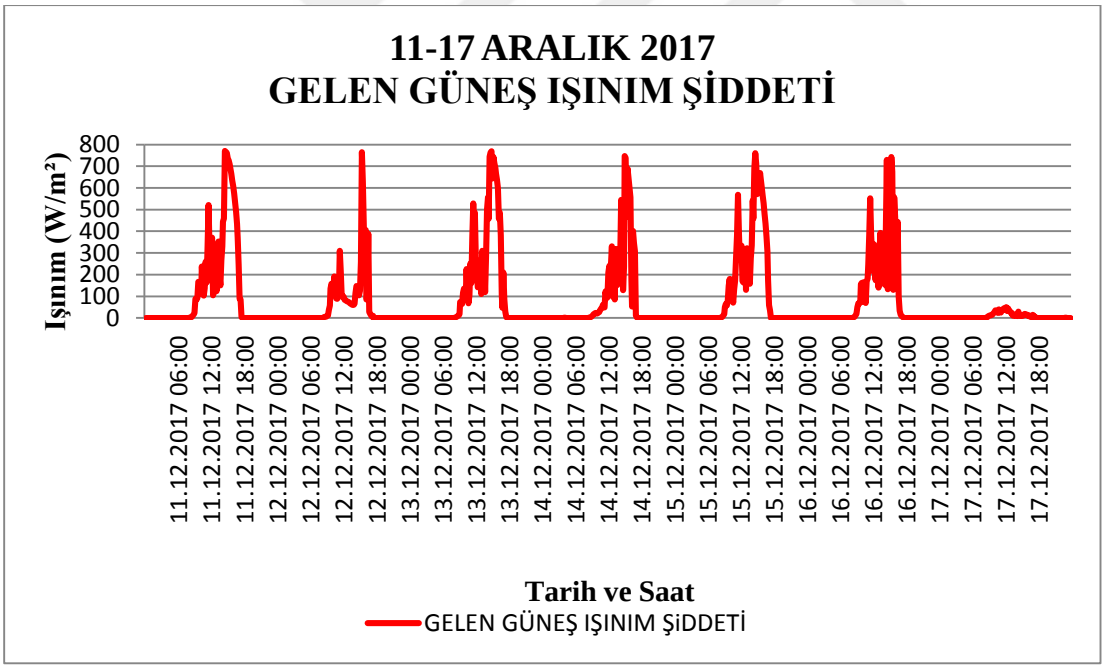
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
11 Aralık 2017	3.9	17.4	51	89
12 Aralık 2017	7.7	18	59	95
13 Aralık 2017	9.5	19.2	50	91
14 Aralık 2017	9.7	19.5	47	86
15 Aralık 2017	10.5	19.4	51	84
16 Aralık 2017	11.9	20.9	45	74
17 Aralık 2017	11.8	19.8	45	95

Çizelge 5.90 : 11-17 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

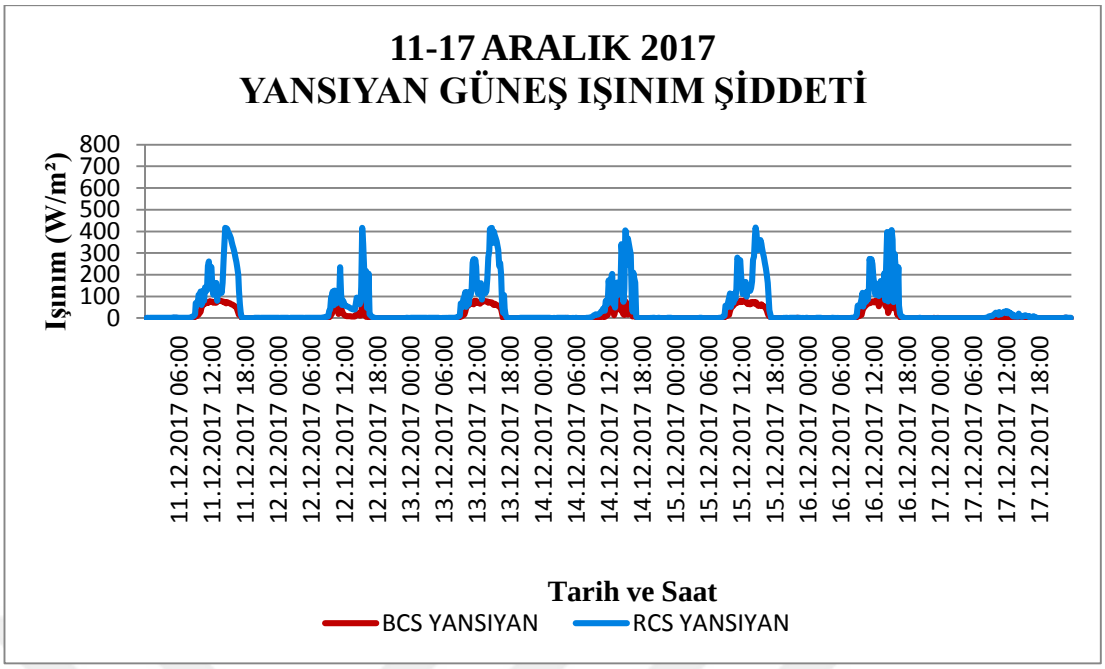
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
11 Aralık 2017	0.373	0.706
12 Aralık 2017	0.225	0.688
13 Aralık 2017	0.364	0.682
14 Aralık 2017	0.234	0.672
15 Aralık 2017	0.337	0.650
16 Aralık 2017	0.343	0.650
17 Aralık 2017	0.093	0.697



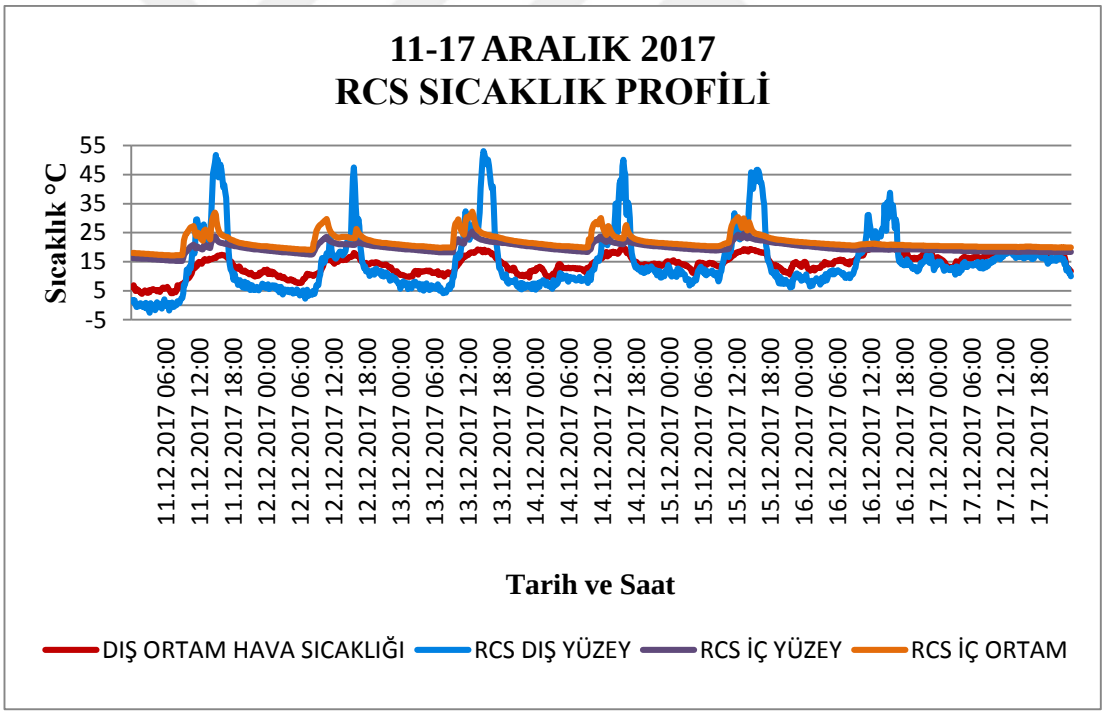
Şekil 5.397 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



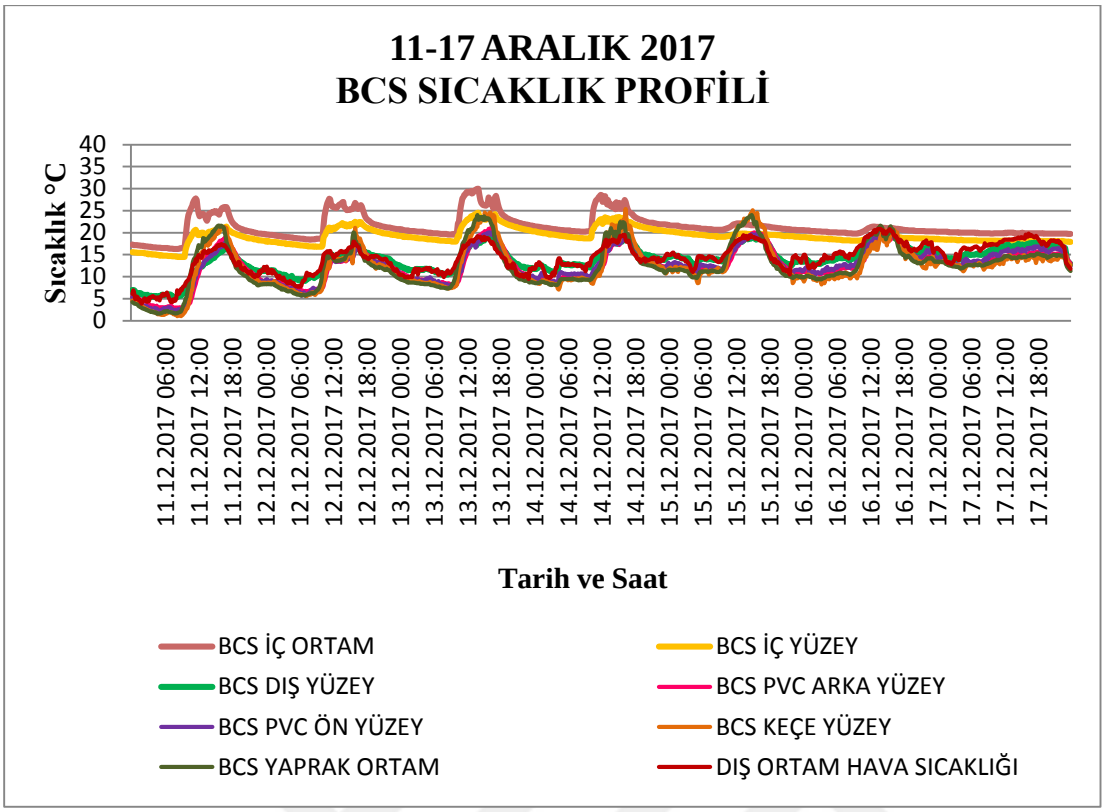
Şekil 5.398 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



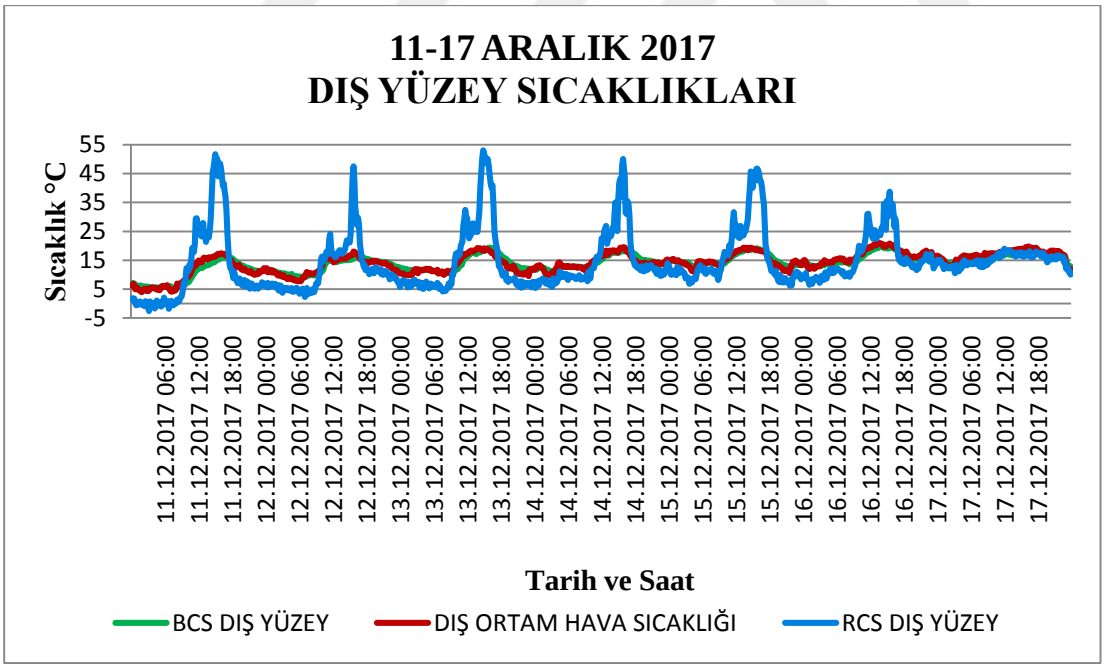
Şekil 5.399 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



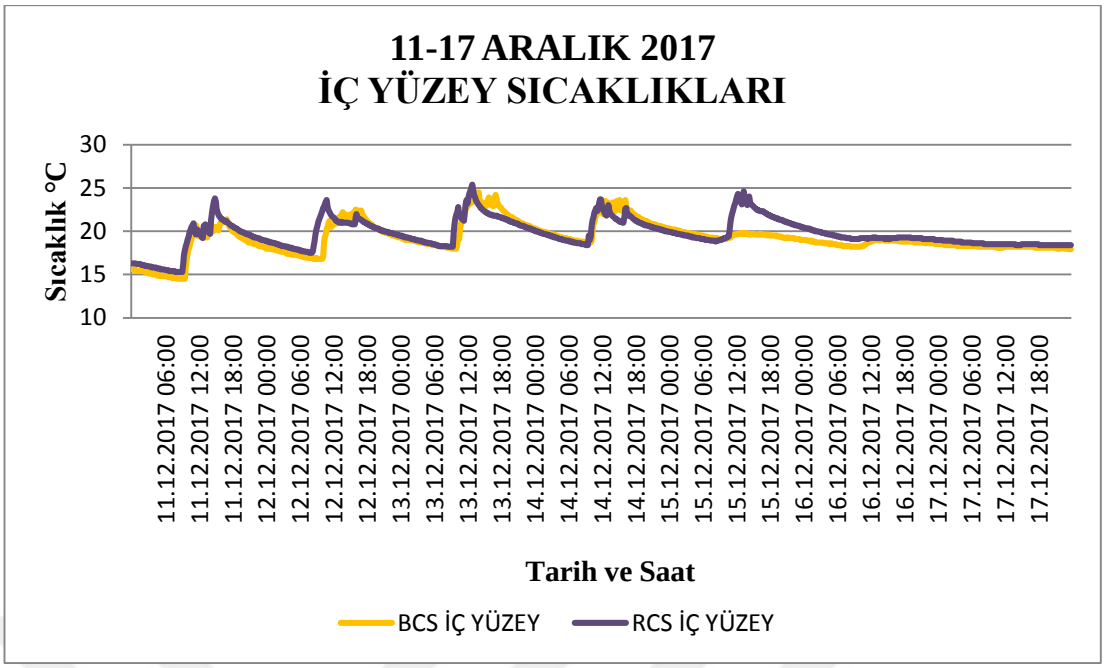
Şekil 5.400 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



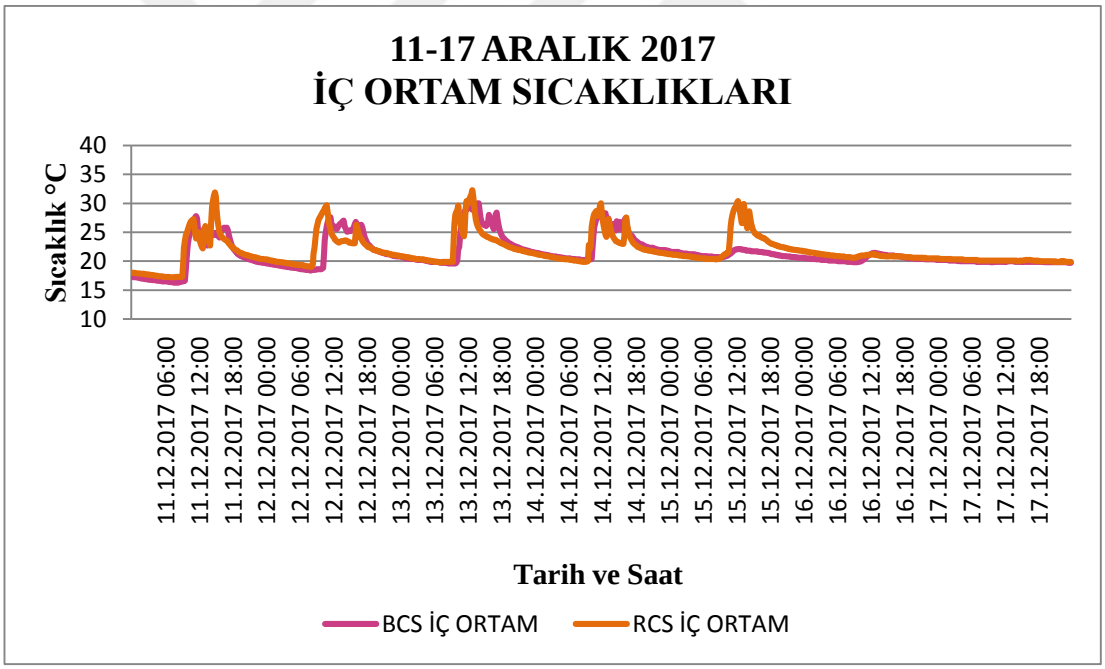
Şekil 5.401 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.402 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.403 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.404 : 11-17 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

15 Aralık 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.405'te yer almaktadır.



Şekil 5.405 : 15 Aralık 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

18-24 Aralık 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 0.8°C ile 11.7°C ve %52 ile %96 arasında değişmiştir (Şekil 5.406). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.91'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 24 Aralık 2017 tarihinde saat 14:40'ta görülmüştür ve 750W/m^2'dir (Şekil 5.407).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.408'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.92'de

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.08-0.33 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.69-0.71 arasında değişmiştir (Çizelge 5.92).

RCS sıcaklık profili

18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 0.8°C ile 11.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -3.9°C ile 39.4°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 14.6°C ile 26°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16.2°C ile 31.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.409).

BCS sıcaklık profili

18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 0.8°C ile 11.7°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 0.1°C ile 14.3°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri -0.7°C ile 13.7°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 0°C ile 11.6°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 1.3°C ile 12.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 3.8°C ile 12.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 13.1°C ile 23.7°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15°C ile 28.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.410).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 0.8°C ile 11.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -3.9°C ile 39.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 3.8°C ile 12.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.411).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 14.6°C ile 26°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 13.1°C ile 23.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.412).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

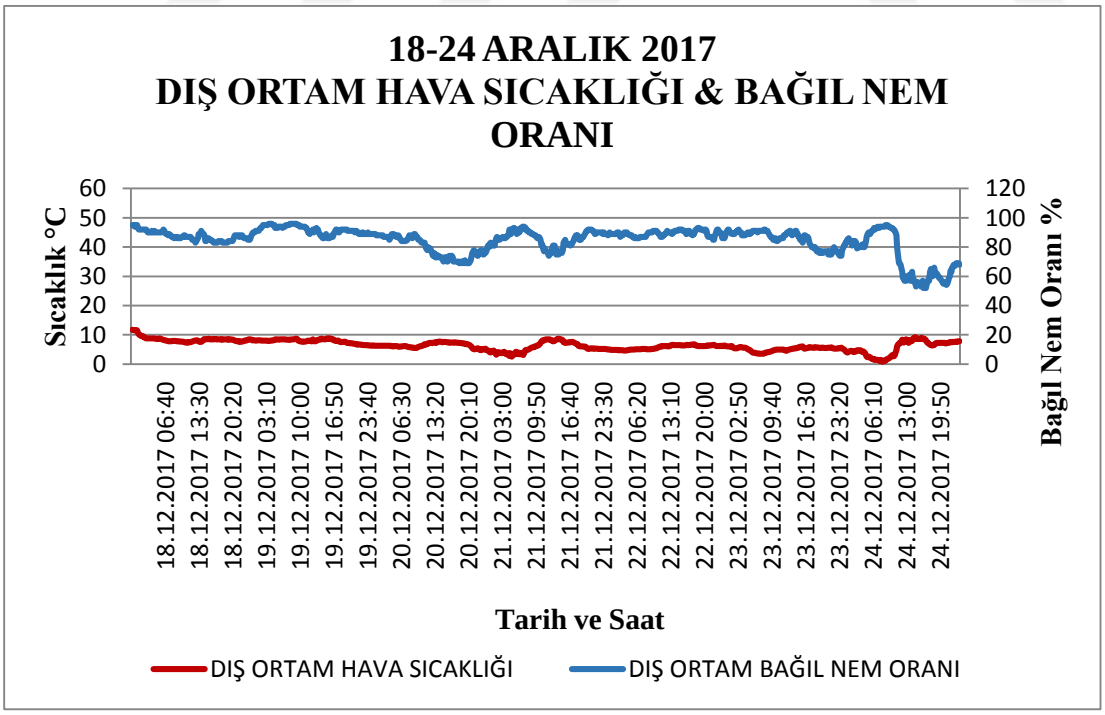
18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16.2°C ile 31.4°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15°C ile 28.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.413).

Çizelge 5.91 : 18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

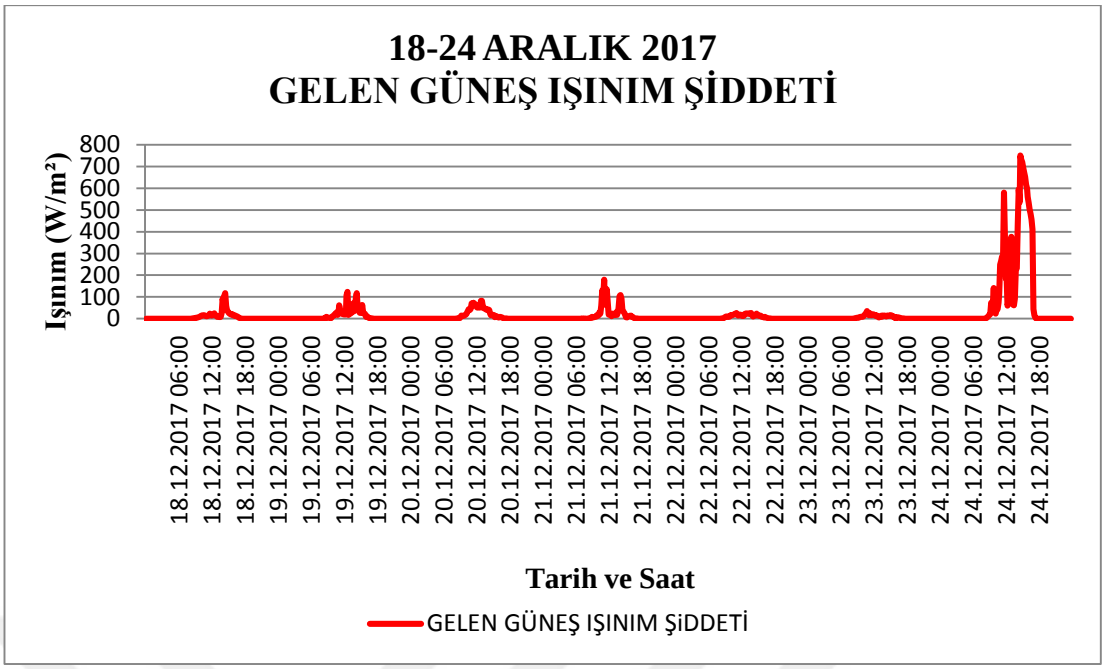
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
18 Aralık 2017	7.3	11.7	83	95
19 Aralık 2017	6.4	8.8	86	96
20 Aralık 2017	4.7	7.7	69	89
21 Aralık 2017	2.5	8.7	74	94
22 Aralık 2017	4.6	6.8	85	93
23 Aralık 2017	3.5	6.4	74	92
24 Aralık 2017	0.8	9.2	52	95

Çizelge 5.92 : 18-24 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

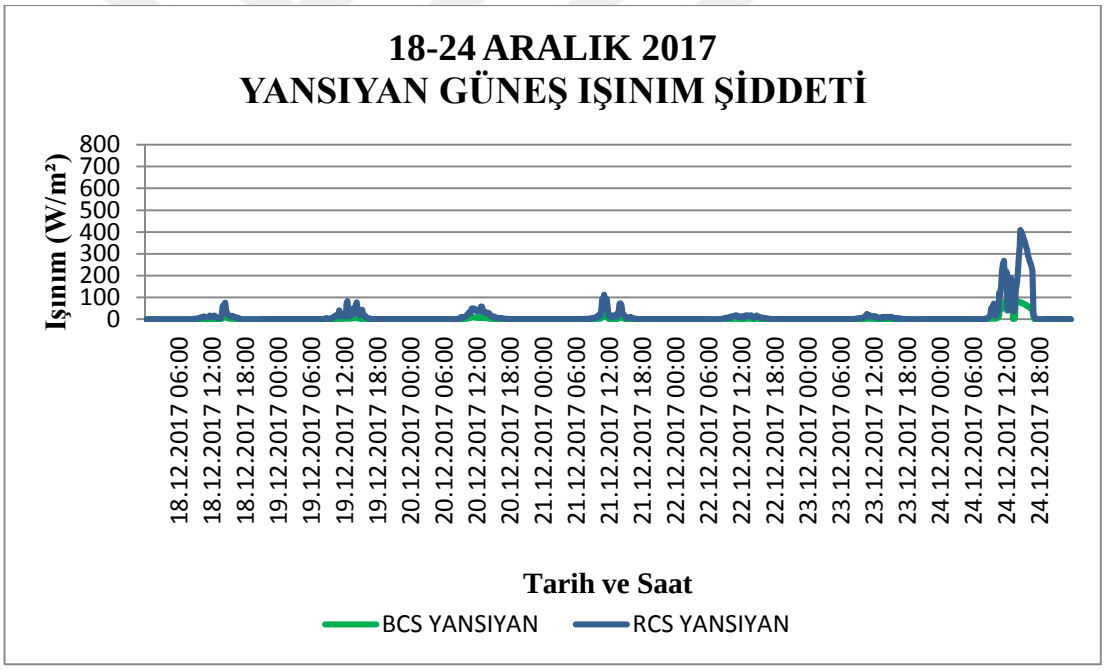
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
18 Aralık 2017	0.085	0.704
19 Aralık 2017	0.094	0.693
20 Aralık 2017	0.116	0.697
21 Aralık 2017	0.103	0.709
22 Aralık 2017	0.087	0.714
23 Aralık 2017	0.091	0.714
24 Aralık 2017	0.336	0.717



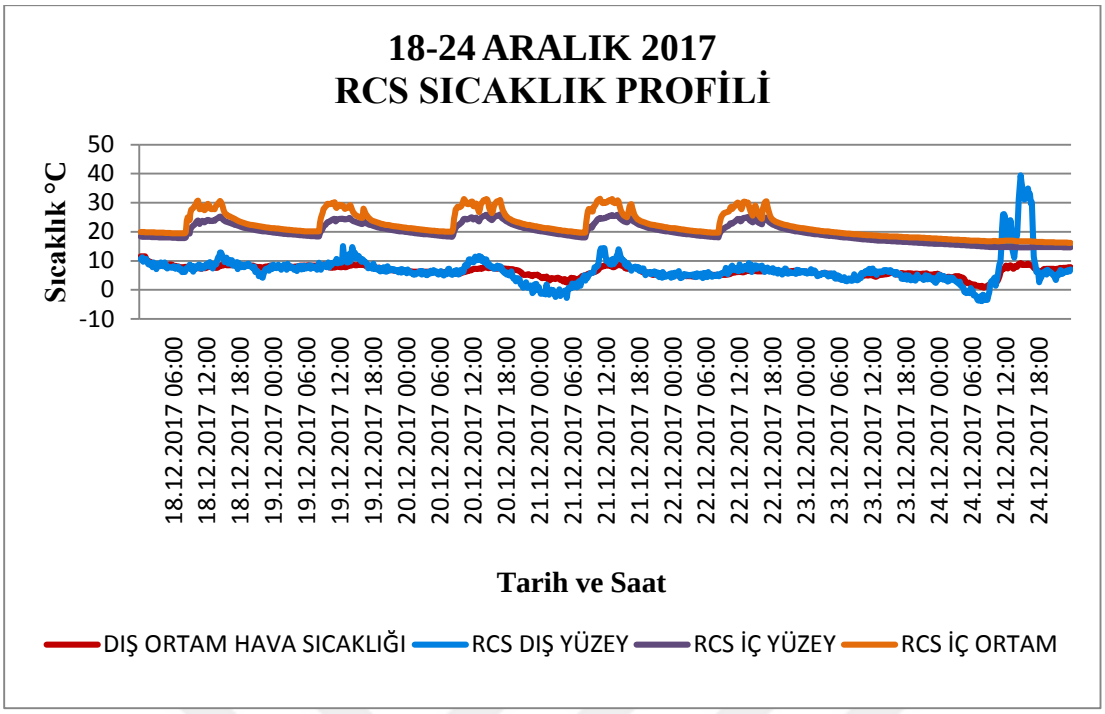
Şekil 5.406 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



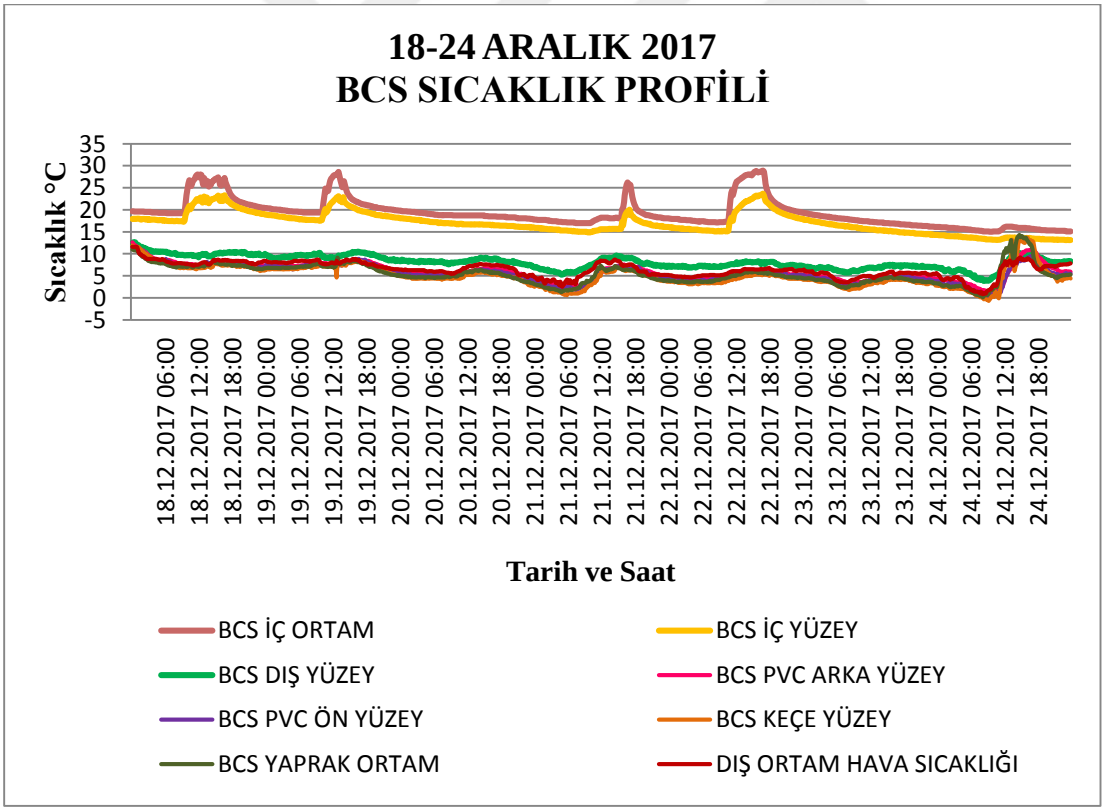
Şekil 5.407 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



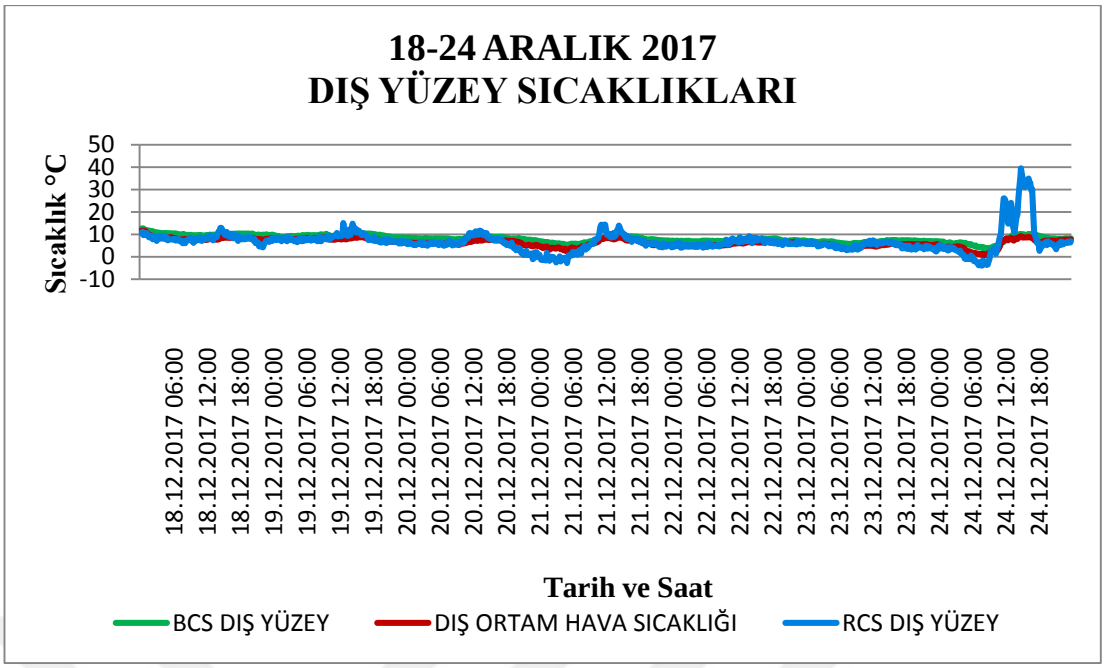
Şekil 5.408 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



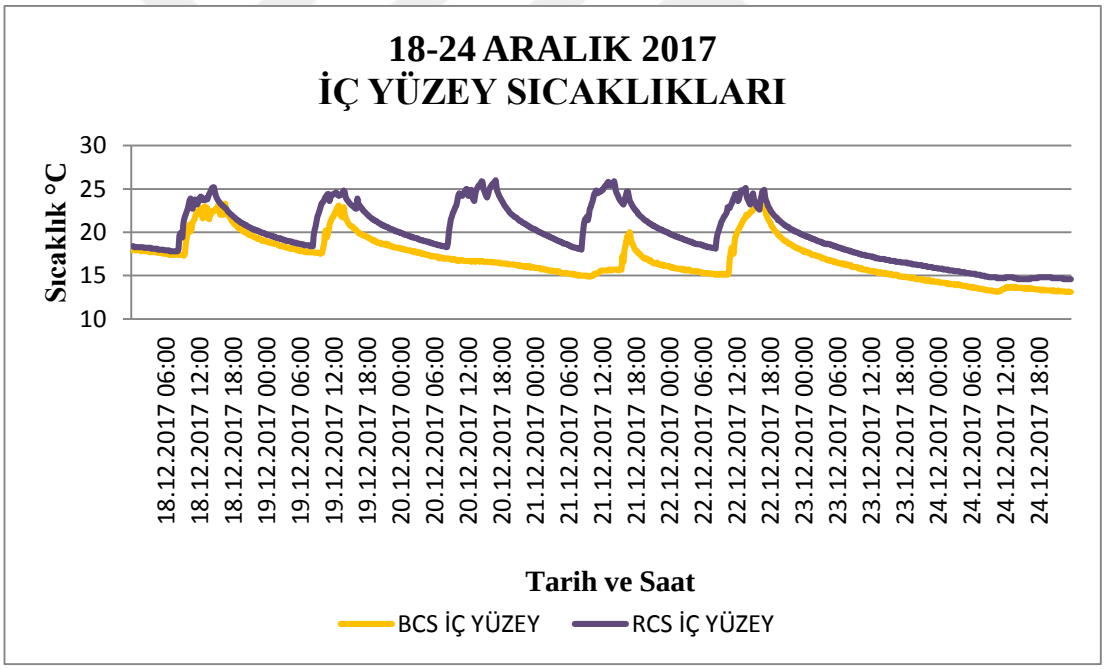
Şekil 5.409 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



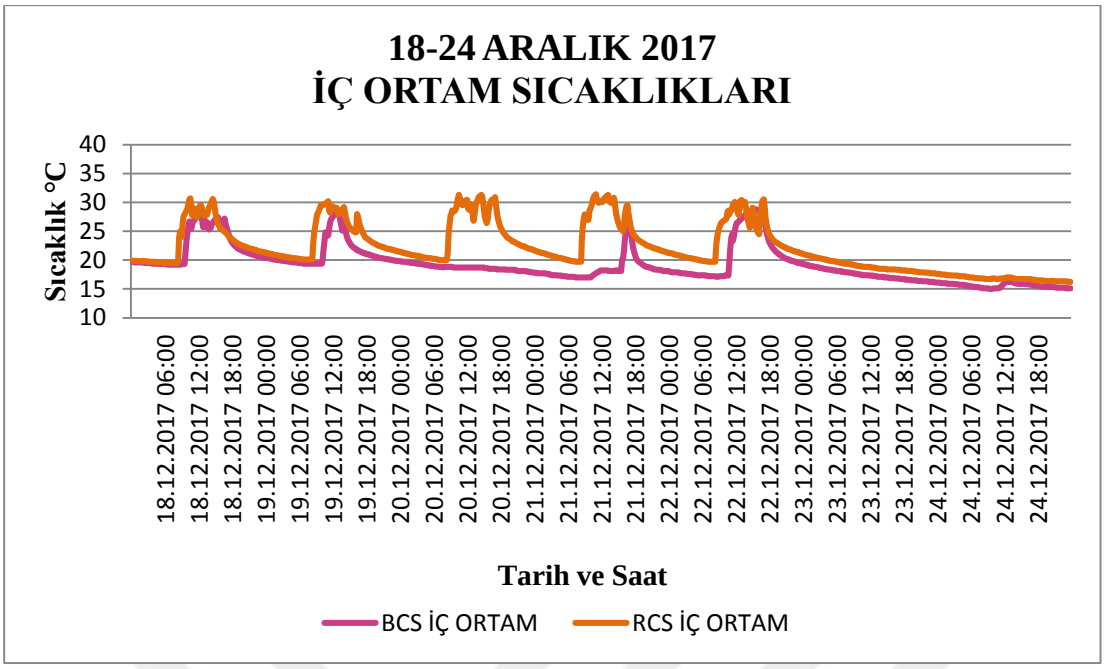
Şekil 5.410 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.411 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.412 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.413 : 18-24 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

19 Aralık 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.414'te yer almaktadır.



Şekil 5.414 : 19 Aralık 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

25-31 Aralık 2017 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

25-31 Aralık 2017 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 3.7°C ile 18.1°C ve %40 ile %96 arasında değişmiştir (Şekil 5.415). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.93'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

25-31 Aralık 2017 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 28 Aralık 2017 tarihinde saat 14:50'de görülmüştür ve 838W/m^2'dir (Şekil 5.416).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

25-31 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.417'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.94'te görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.10-0.32 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.64-0.67 arasında değişmiştir (Çizelge 5.94).

RCS sıcaklık profili

25-31 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3.7°C ile 18.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -2°C ile 49.2°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 14°C ile 27.1°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15.7°C ile 31.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.418).

BCS sıcaklık profili

25-31 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3.7°C ile 18.1°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 2.4°C ile 22.3°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 1.6°C ile 23°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 2°C ile 17.7°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 3.4°C ile 18.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5.9°C ile 17.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri

12.7°C ile 22.9°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14.6°C ile 29.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.419).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

25-31 Aralık 2017 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 3.7°C ile 18.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -2°C ile 49.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 5.9°C ile 17.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.420).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 14°C-27.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 12.7°C-22.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.421).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

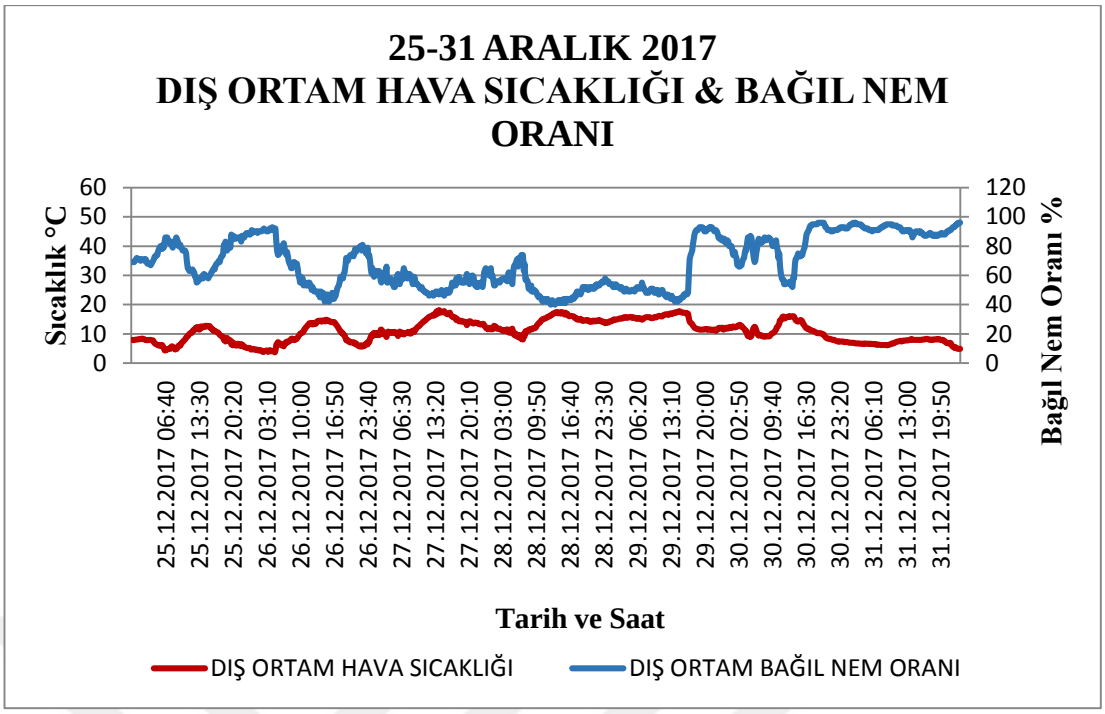
25-31 Aralık 2017 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15.7°C ile 31.7°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14.6°C ile 29.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.422).

Çizelge 5.93 : 25-31 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

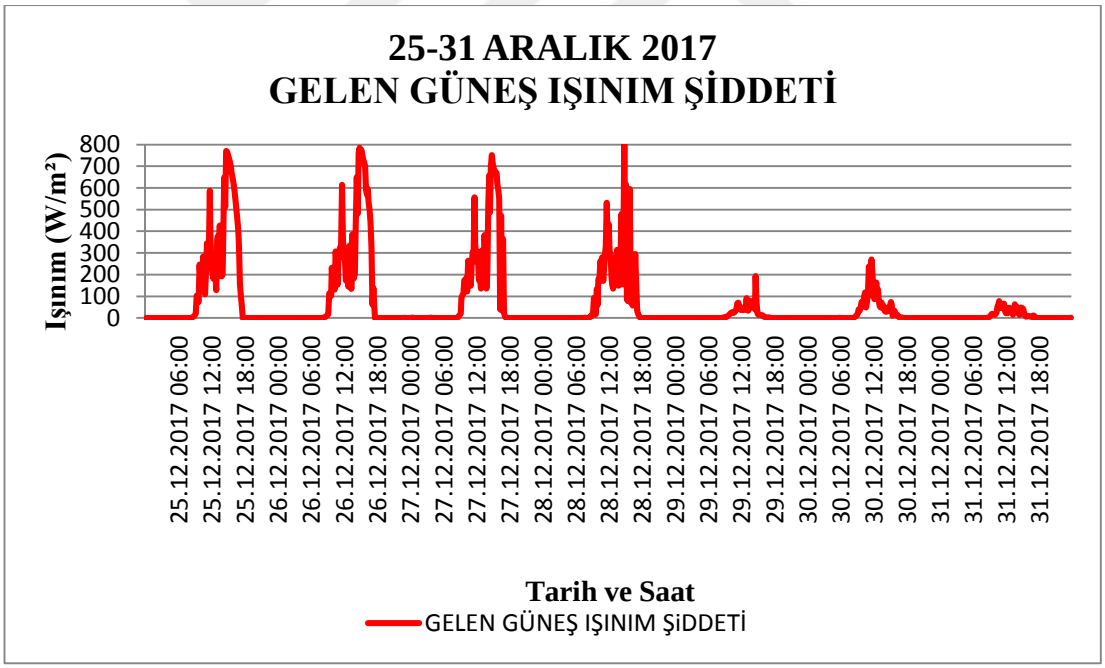
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
25 Aralık 2017	4.3	12.8	55	89
26 Aralık 2017	3.7	14.8	42	93
27 Aralık 2017	7.2	18.1	46	74
28 Aralık 2017	8.1	17.5	40	74
29 Aralık 2017	11	17.8	42	93
30 Aralık 2017	7.3	16.1	52	96
31 Aralık 2017	4.9	8.3	86	96

Çizelge 5.94 : 25-31 Aralık 2017 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

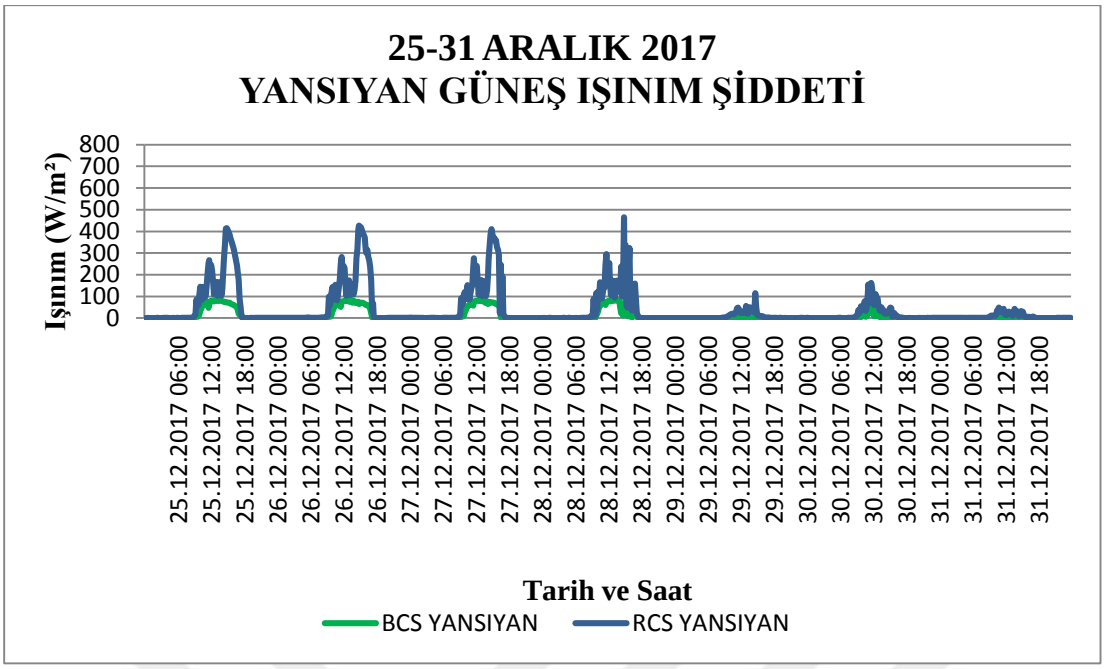
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
25 Aralık 2017	0.304	0.649
26 Aralık 2017	0.309	0.646
27 Aralık 2017	0.320	0.662
28 Aralık 2017	0.318	0.650
29 Aralık 2017	0.113	0.669
30 Aralık 2017	0.177	0.679
31 Aralık 2017	0.101	0.640



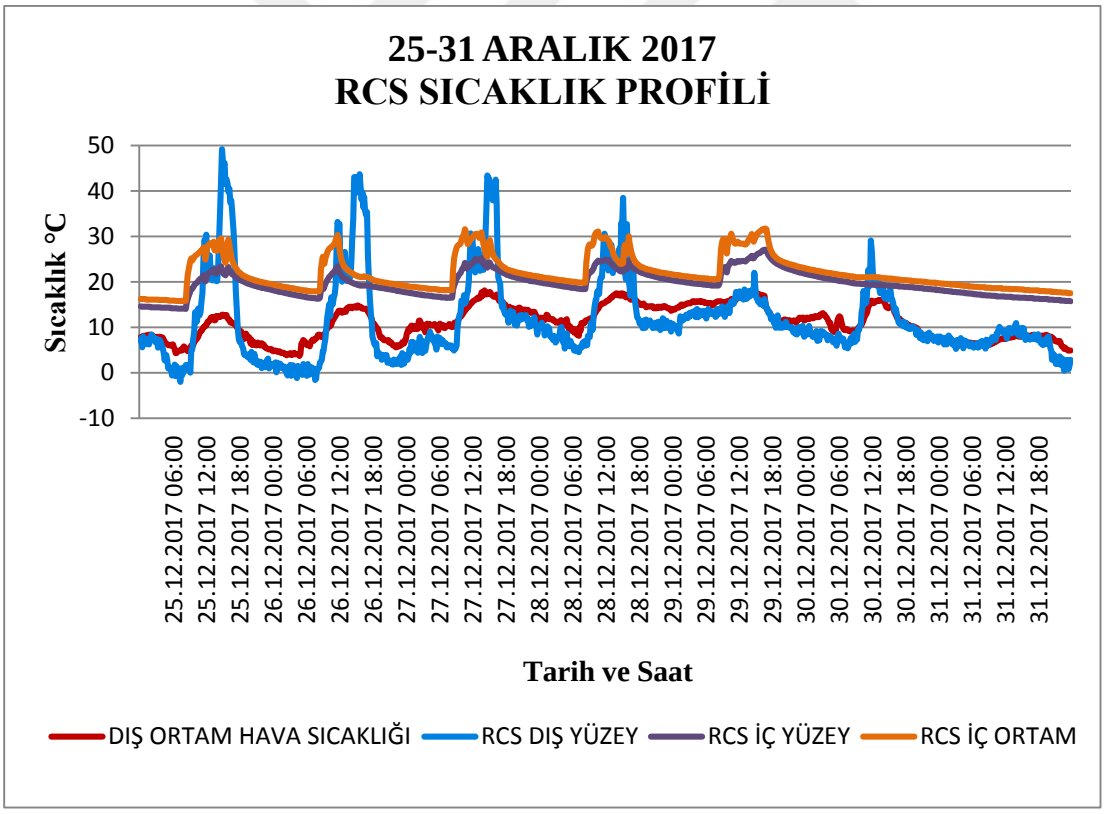
Şekil 5.415 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



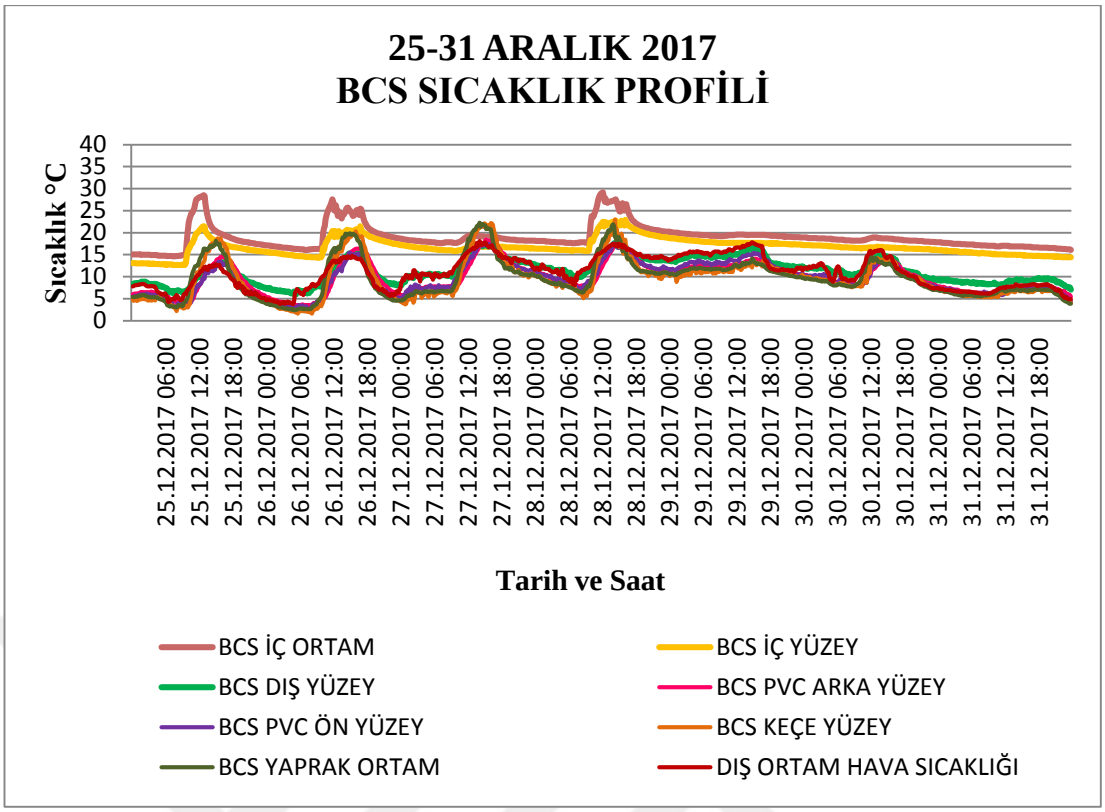
Şekil 5.416 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



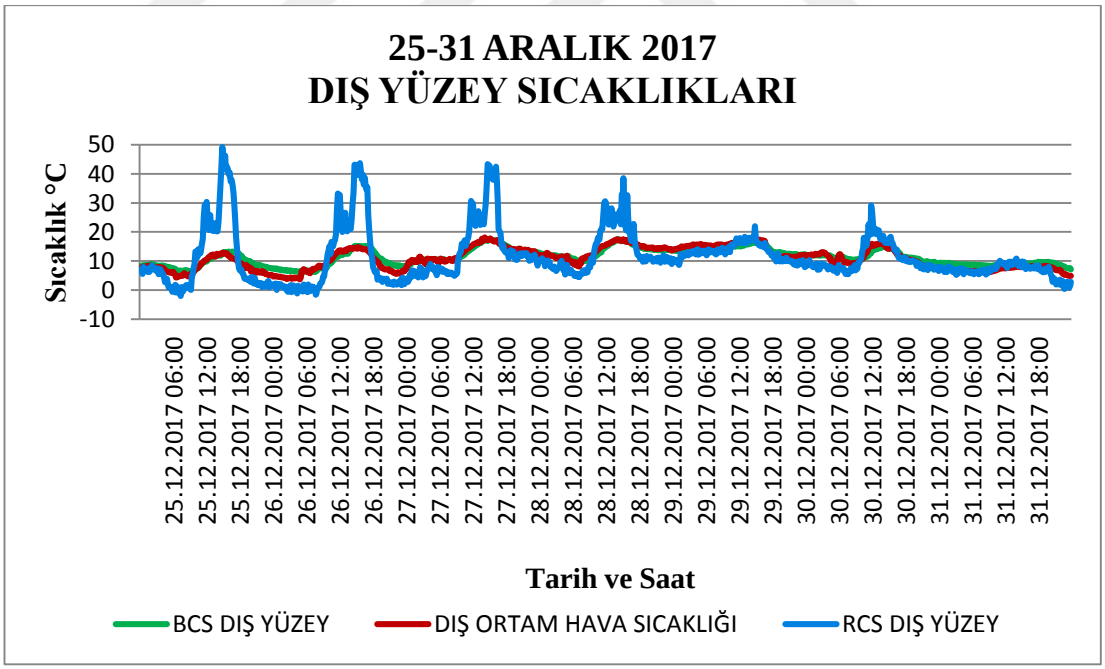
Şekil 5.417 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



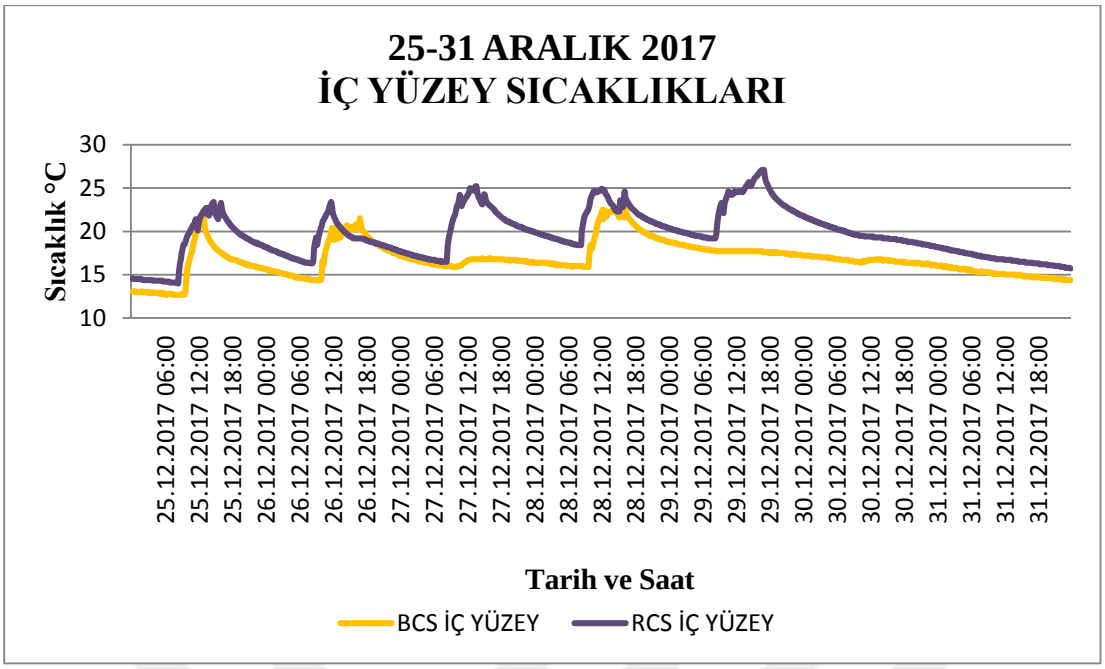
Şekil 5.418 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



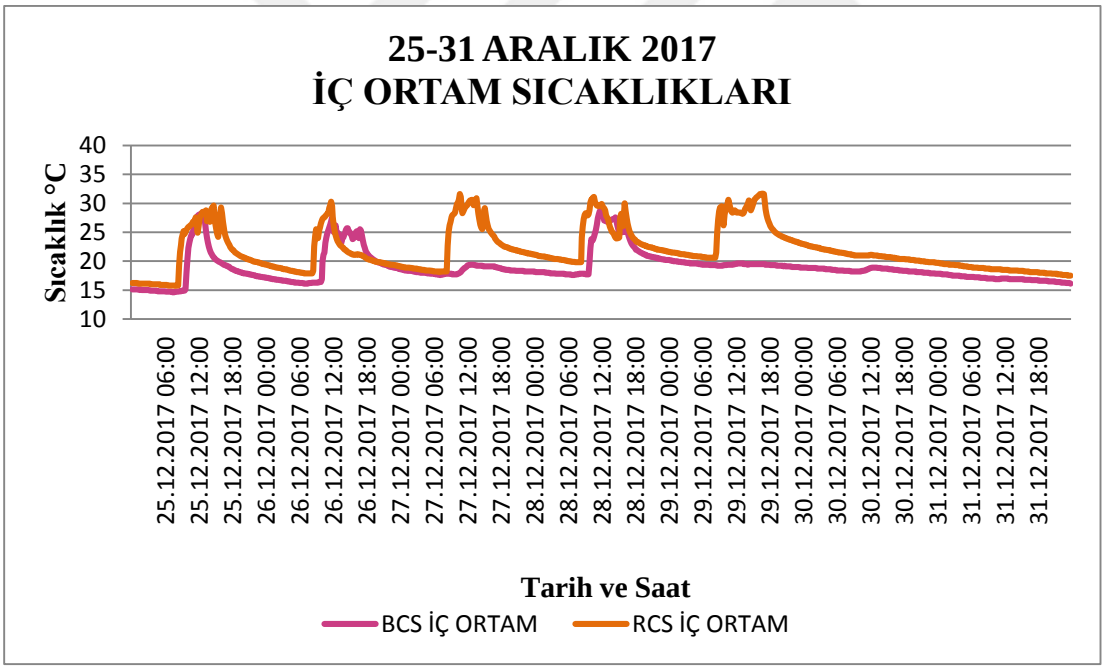
Şekil 5.419 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.420 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.421 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.422 : 25-31 Aralık 2017 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

28 Aralık 2017 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.423'te yer almaktadır.



Şekil 5.423 : 28 Aralık 2017 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

01-07 Ocak 2018 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 3°C ile 16.9°C ve %44 ile %97 arasında değişmiştir (Şekil 5.424). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.95'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 01 Ocak 2018 tarihinde saat 14:40'ta görülmüştür ve 781W/m^2'dir (Şekil 5.425).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.426'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.96'da

görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.06-0.31 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.61-0.75 arasında değişmiştir (Çizelge 5.96).

RCS sıcaklık profili

01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3°C ile 16.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -2°C ile 52.6°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 14.4°C ile 25.3°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16.1°C ile 31.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.427).

BCS sıcaklık profili

01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3°C ile 16.9°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 1.6°C ile 21.5°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 0.9°C ile 20.9°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 1.9°C ile 17°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 2.8°C ile 17.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5.8°C ile 16.2°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 13.4°C ile 22.8°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15.3°C ile 28.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.428).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3°C ile 16.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -2°C ile 52.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5.8°C ile 16.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.429).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 14.4°C ile 25.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 13.4°C ile 22.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.430).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

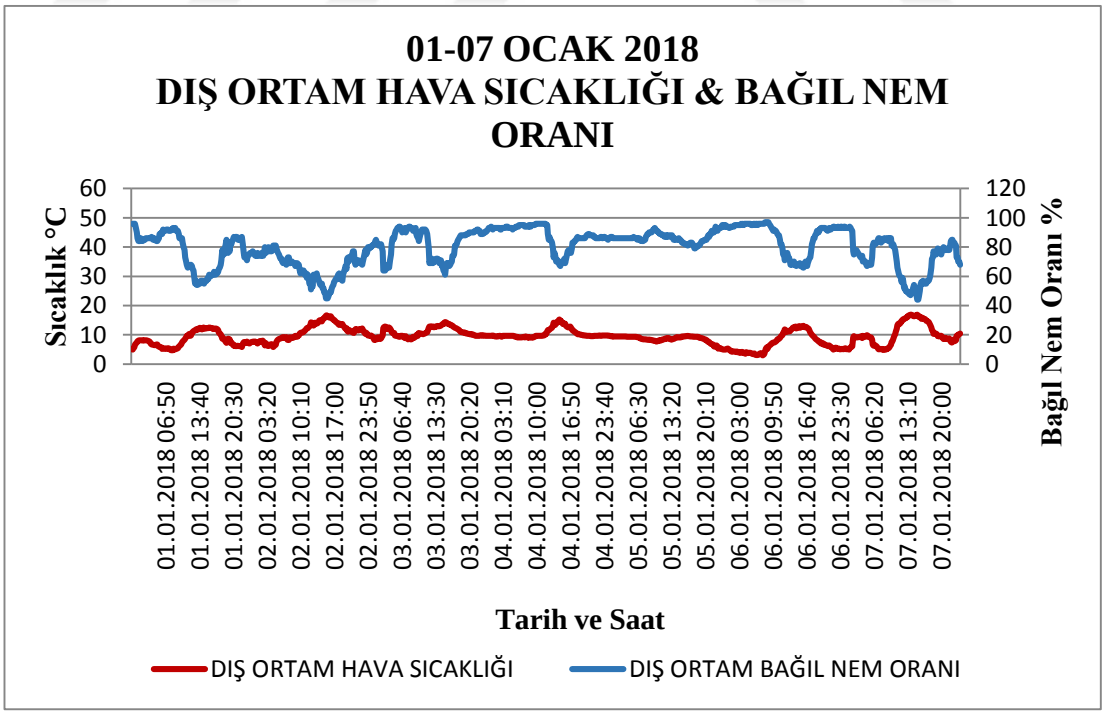
01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16.1°C ile 31.4°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15.3°C ile 28.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.431).

Çizelge 5.95 : 01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

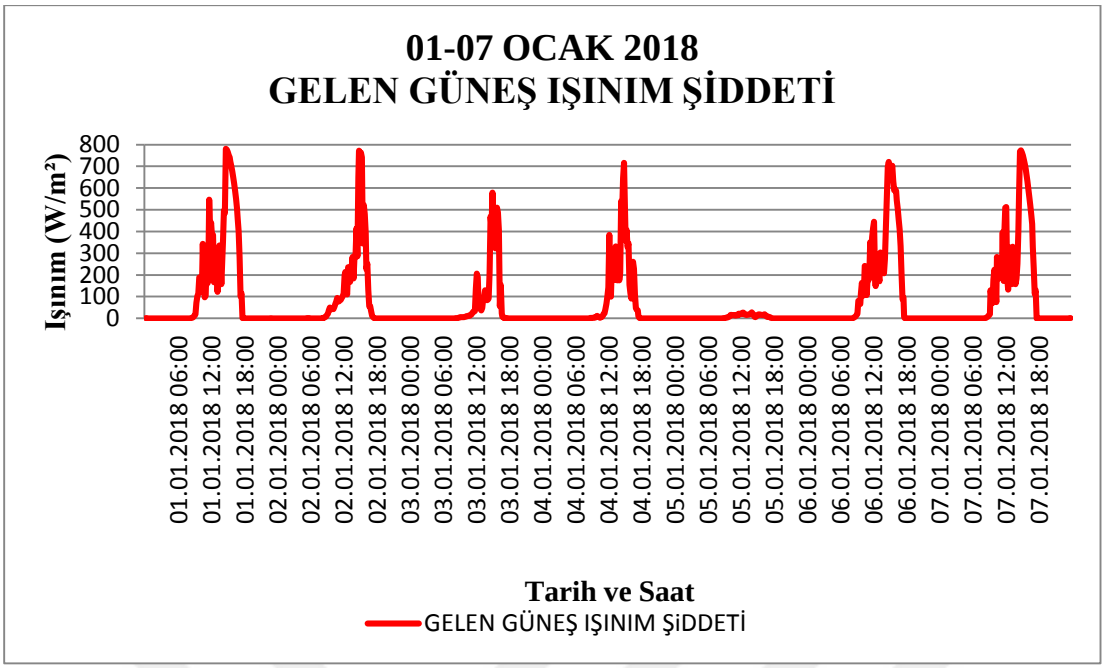
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
01 Ocak 2018	4.7	12.5	54	96
02 Ocak 2018	5.8	16.7	45	81
03 Ocak 2018	8.2	14.4	61	94
04 Ocak 2018	9	15.2	67	96
05 Ocak 2018	4.9	9.8	79	95
06 Ocak 2018	3	13.1	66	97
07 Ocak 2018	4.8	16.9	44	94

Çizelge 5.96 : 01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

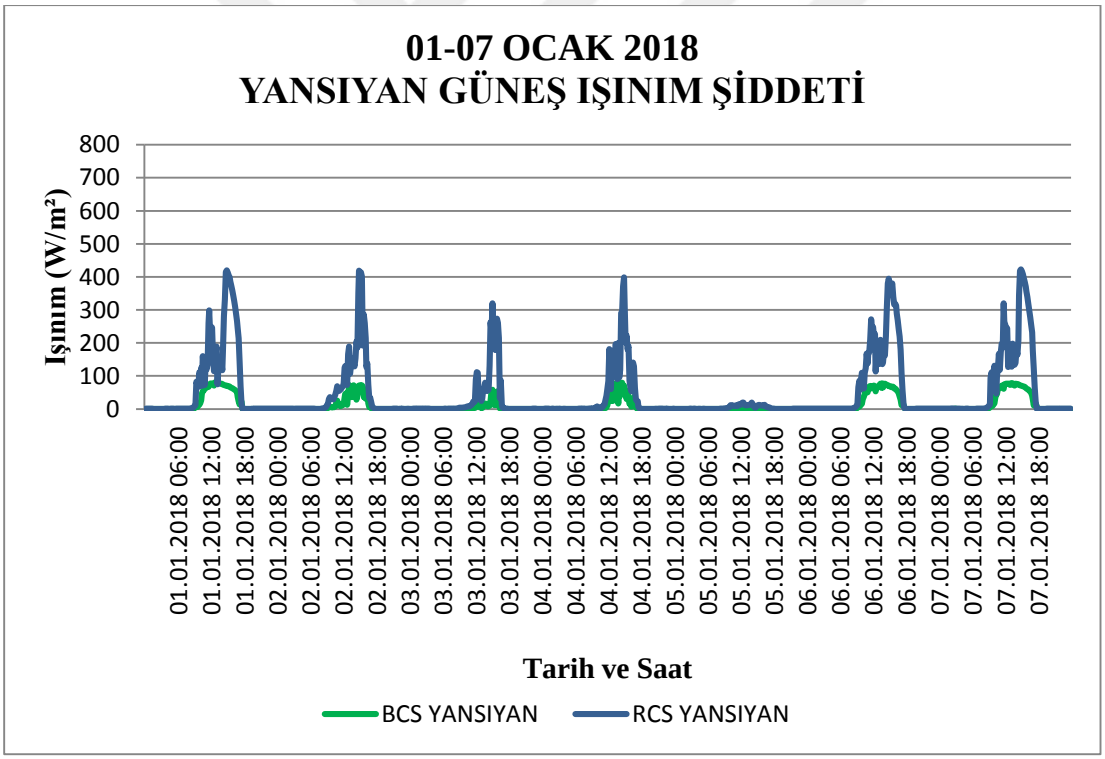
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
01 Ocak 2018	0.319	0.661
02 Ocak 2018	0.188	0.666
03 Ocak 2018	0.122	0.670
04 Ocak 2018	0.143	0.613
05 Ocak 2018	0.066	0.721
06 Ocak 2018	0.285	0.741
07 Ocak 2018	0.318	0.759



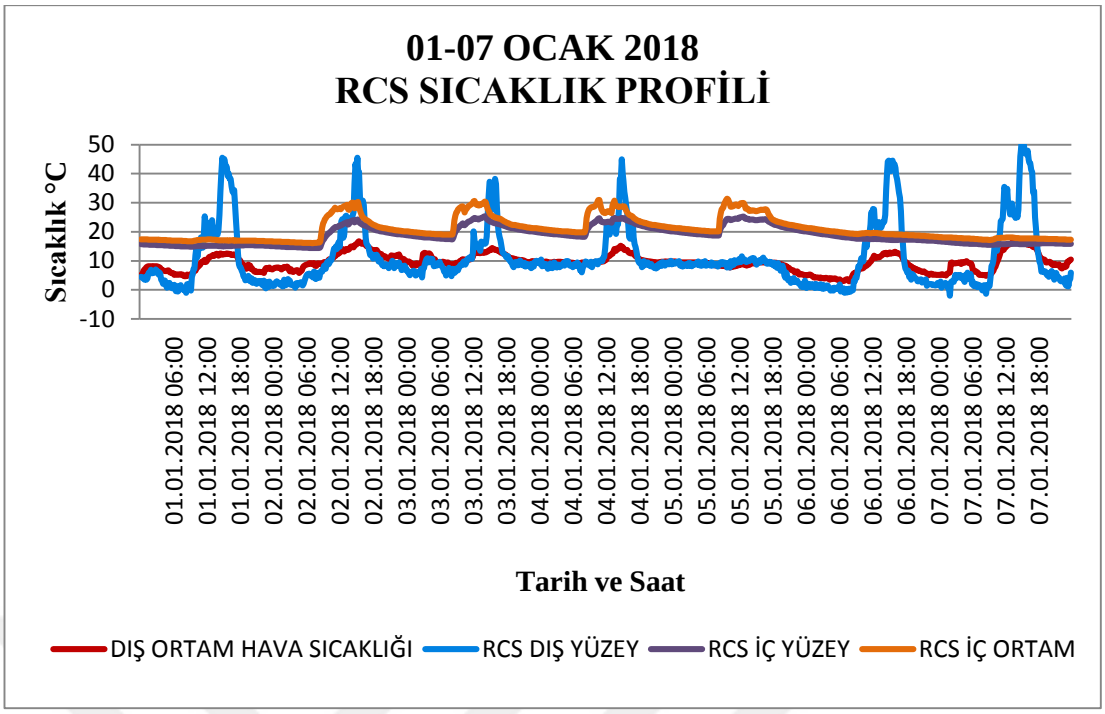
Şekil 5.424 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



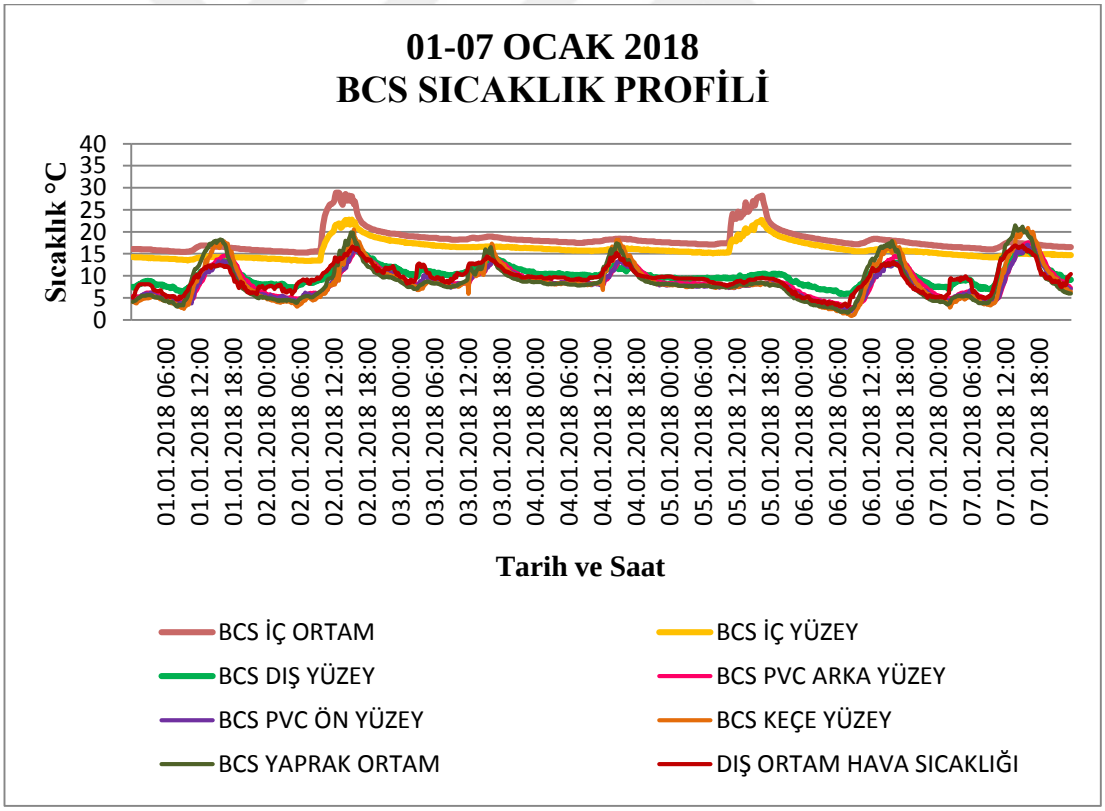
Şekil 5.425 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



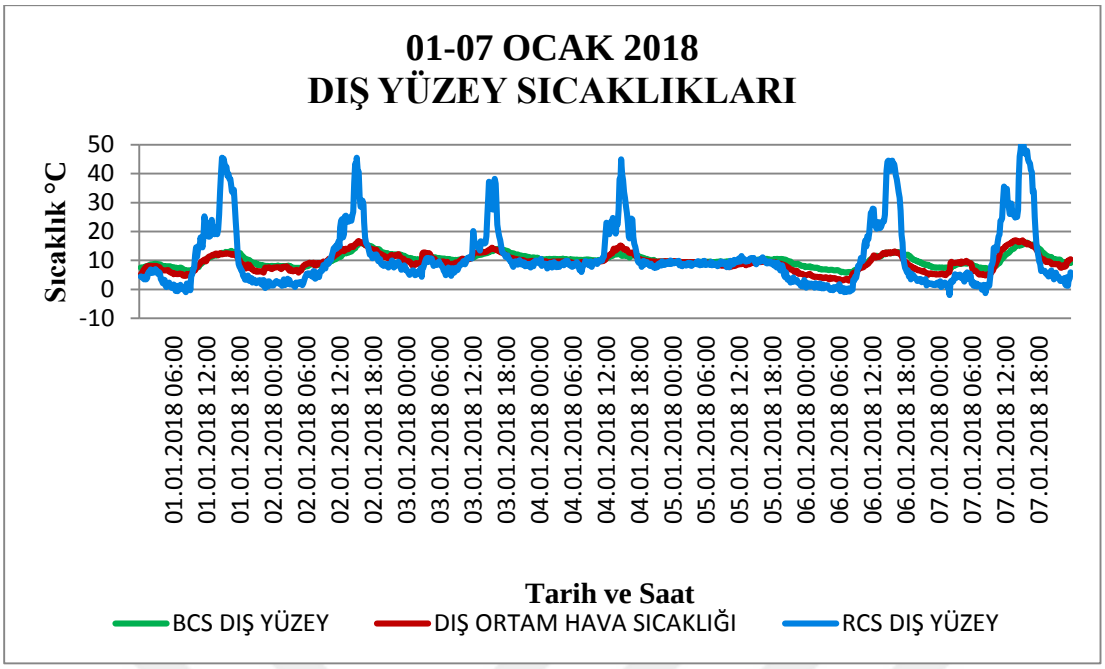
Şekil 5.426 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



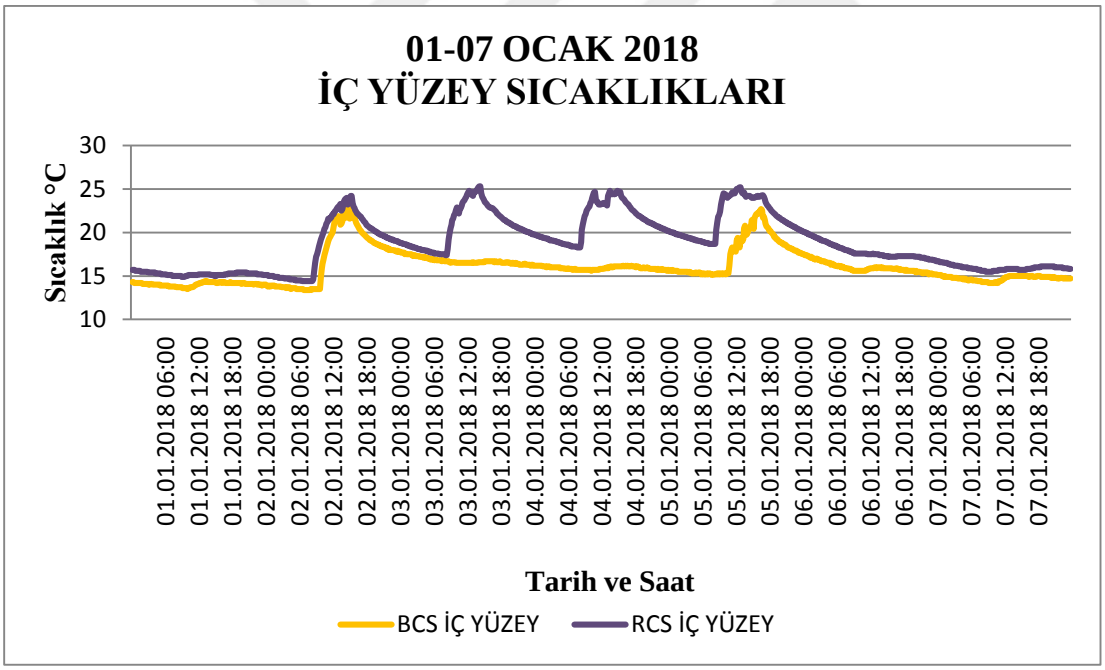
Şekil 5.427 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



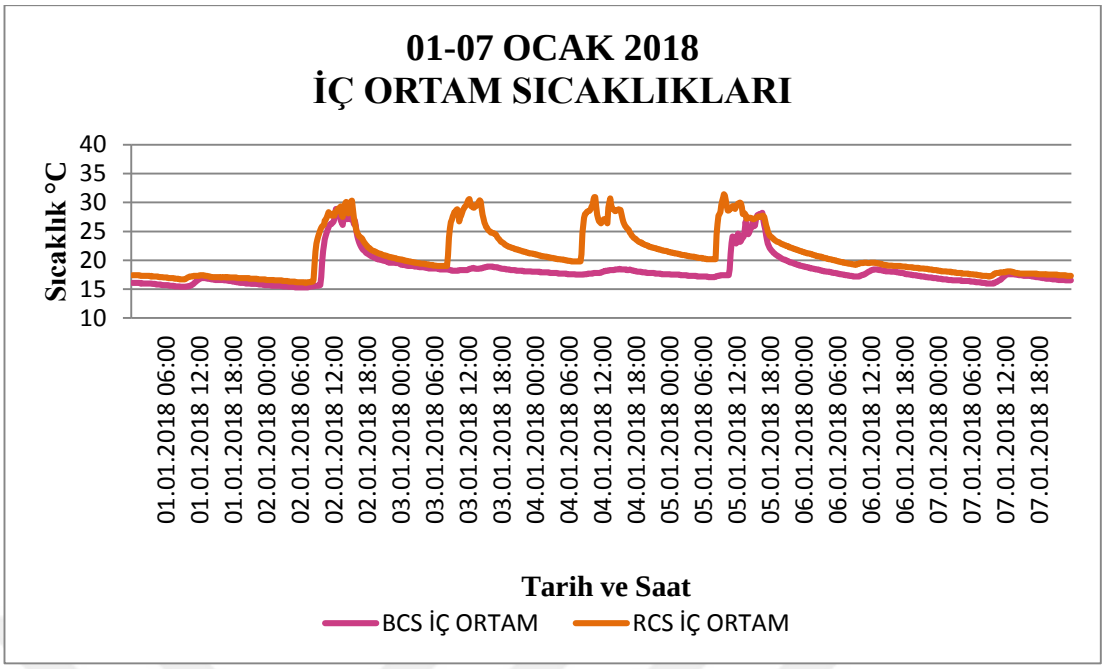
Şekil 5.428 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.429 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.430 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.431 : 01-07 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

04 Ocak 2018 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.432'de yer almaktadır.



Şekil 5.432 : 04 Ocak 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

08-14 Ocak 2018 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

08-14 Ocak 2018 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 3.7°C-16.5°C ve %51-%96 arasındadır (Şekil 5.433). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.97'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

08-14 Ocak 2018 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 08 Ocak 2018 tarihinde saat 12:00'da görülmüştür ve 405W/m^2'dir (Şekil 5.434).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.435'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.98'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.07-0.21 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.66-0.72 arasında değişmiştir (Çizelge 5.98).

RCS sıcaklık profili

01-07 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 3.7°C ile 16.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 1.1°C ile 34.9°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 14.2°C ile 25.6°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16°C ile 31.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.436).

BCS sıcaklık profili

08-14 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 3.7°C ile 16.5°C iken yaprak ortam sıcaklıkları 2.4°C ile 18.1°C, keçe yüzeyi sıcaklıkları 1.8°C ile 17.4°C, PVC panel ön yuzey sıcaklıkları 2.4°C ile 14.8°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 3.3°C ile 15°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 5.8°C ile 15.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 13.3°C ile 23.2°C ve bitkilendirilmiş

duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklıkları 15.2°C ile 29.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.437).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

08-14 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 3.7°C ile 16.5°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 1.1°C ile 34.9°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 5.8°C ile 15.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.438).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 14.2°C-25.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 13.3°C-23.2°C arasındadır (Şekil 5.439).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

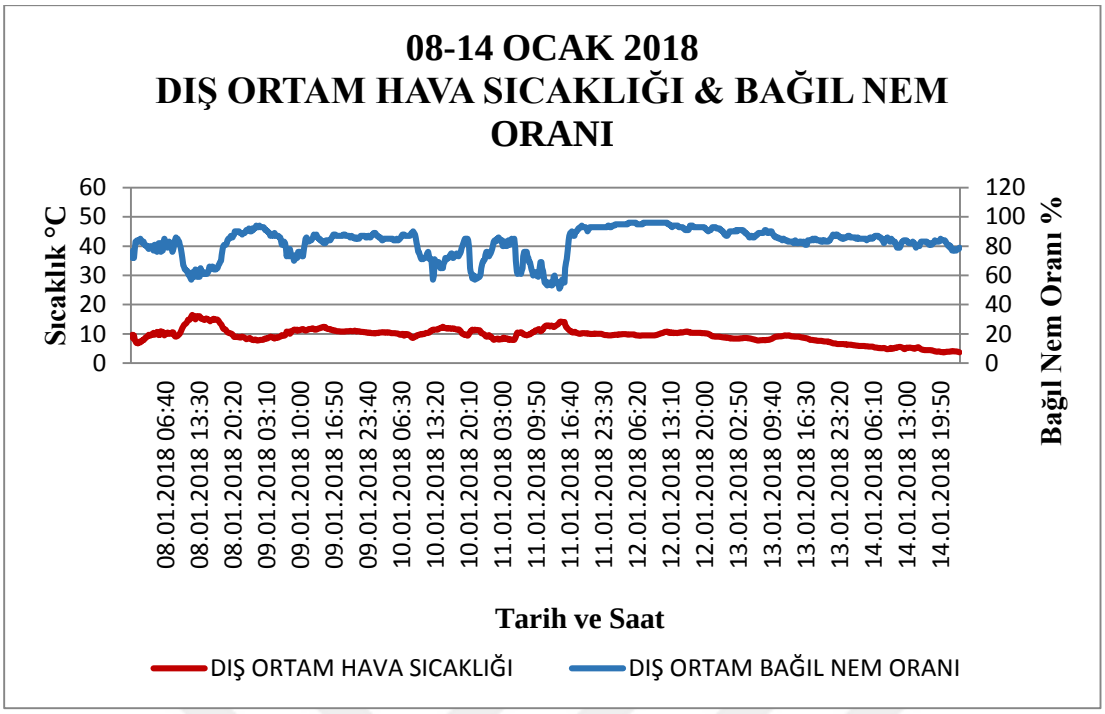
08-14 Ocak 2018 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16°C ile 31.8°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15.2°C ile 29.1°C arasında değişmiştir (Şekil 5.440).

Çizelge 5.97 : 08-14 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

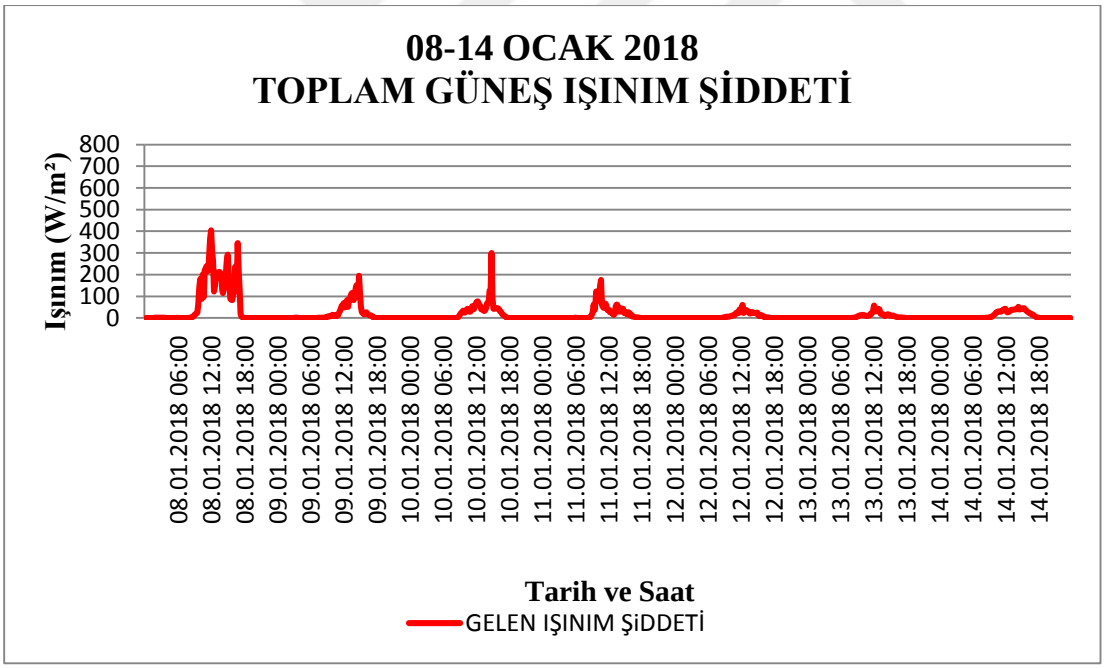
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
08 Ocak 2018	6.8	16.5	57	92
09 Ocak 2018	7.7	12.4	70	94
10 Ocak 2018	8.6	12.4	57	90
11 Ocak 2018	7.9	14.2	51	94
12 Ocak 2018	8.8	10.8	90	96
13 Ocak 2018	6.5	9.5	81	91
14 Ocak 2018	3.7	6.5	77	87

Çizelge 5.98 : 08-14 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

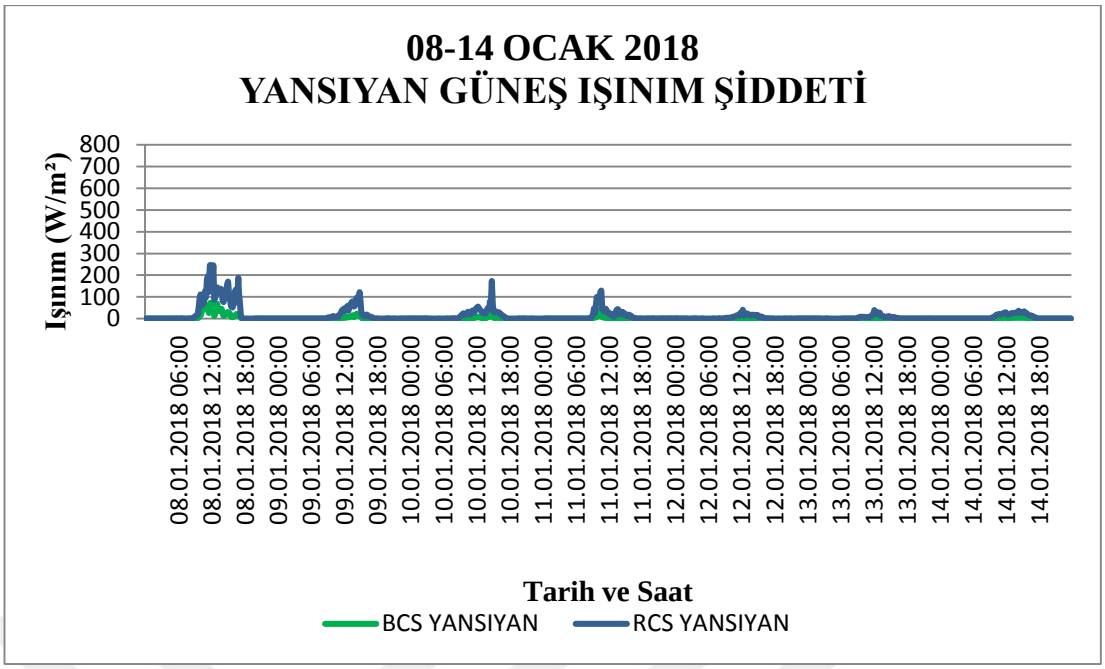
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
08 Ocak 2018	0.214	0.666
09 Ocak 2018	0.097	0.714
10 Ocak 2018	0.093	0.709
11 Ocak 2018	0.117	0.729
12 Ocak 2018	0.079	0.687
13 Ocak 2018	0.088	0.678
14 Ocak 2018	0.095	0.701



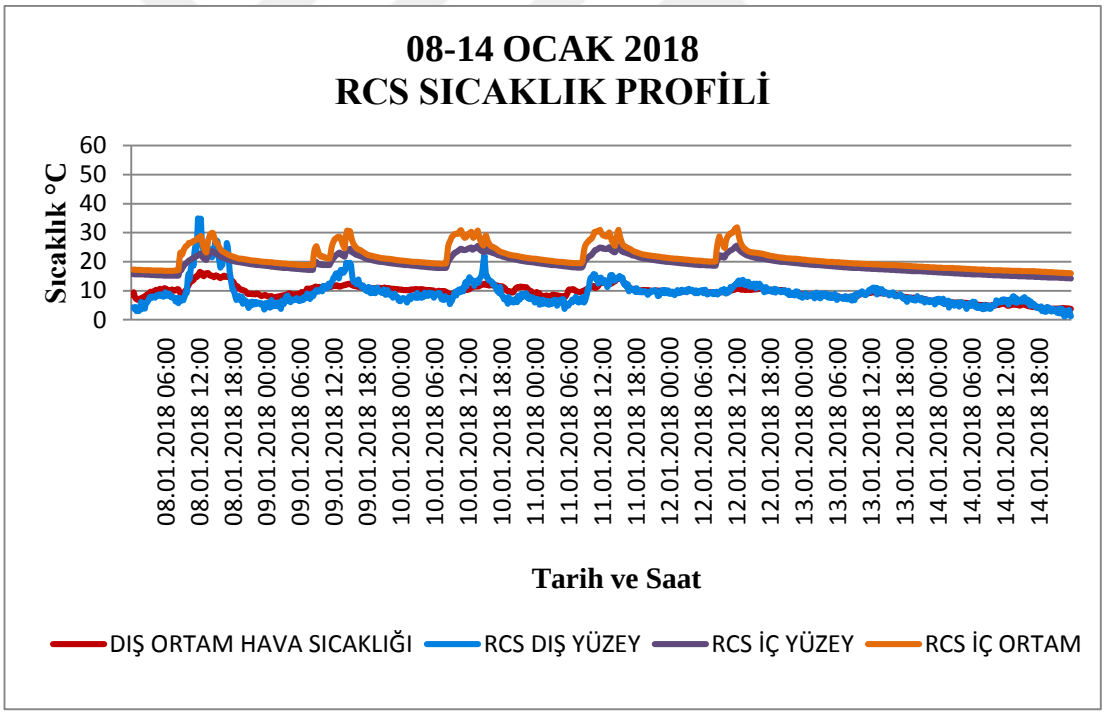
Şekil 5.433 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



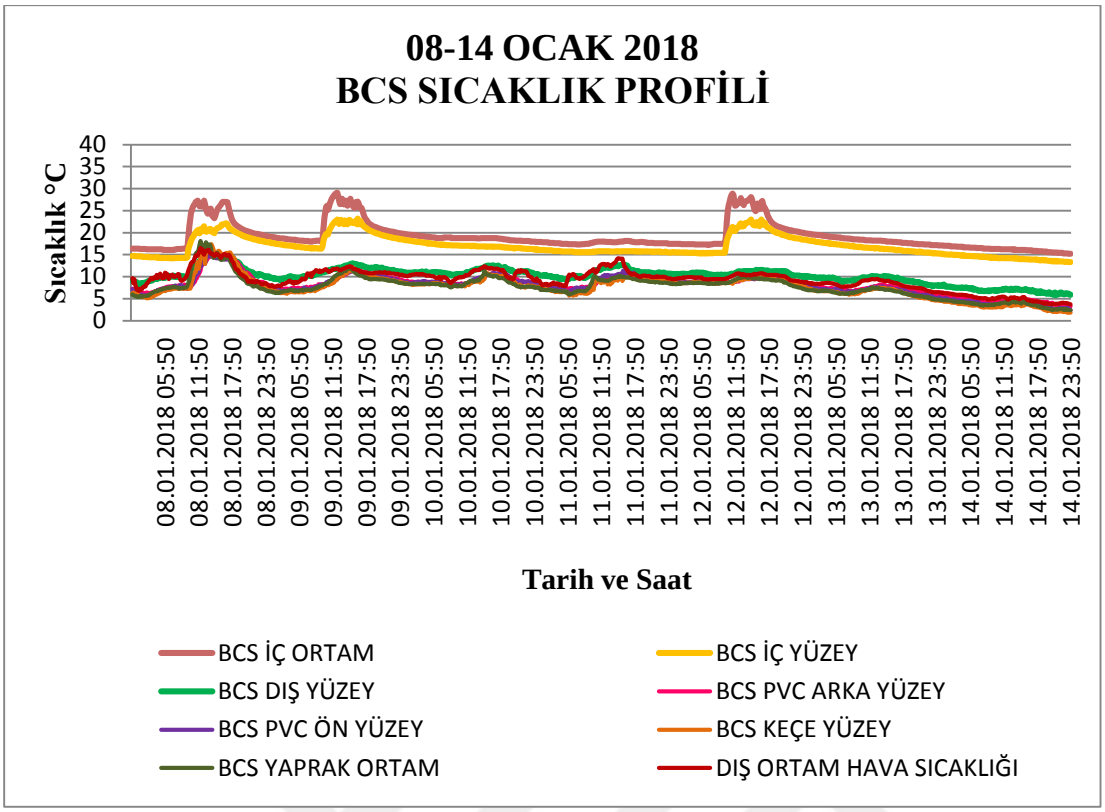
Şekil 5.434 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



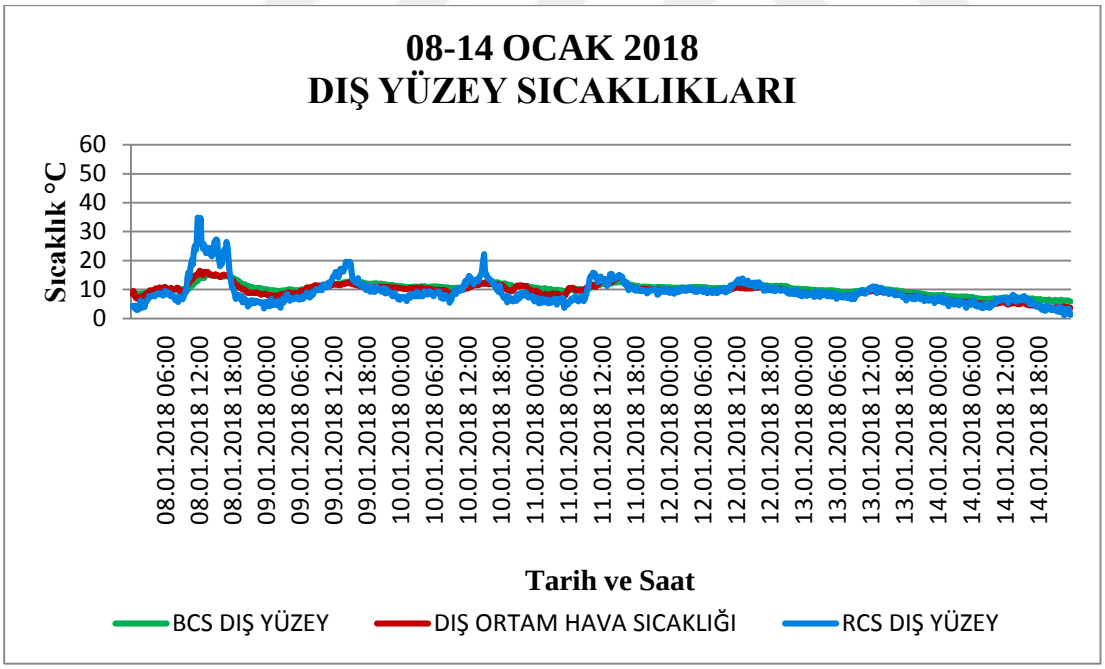
Şekil 5.435 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



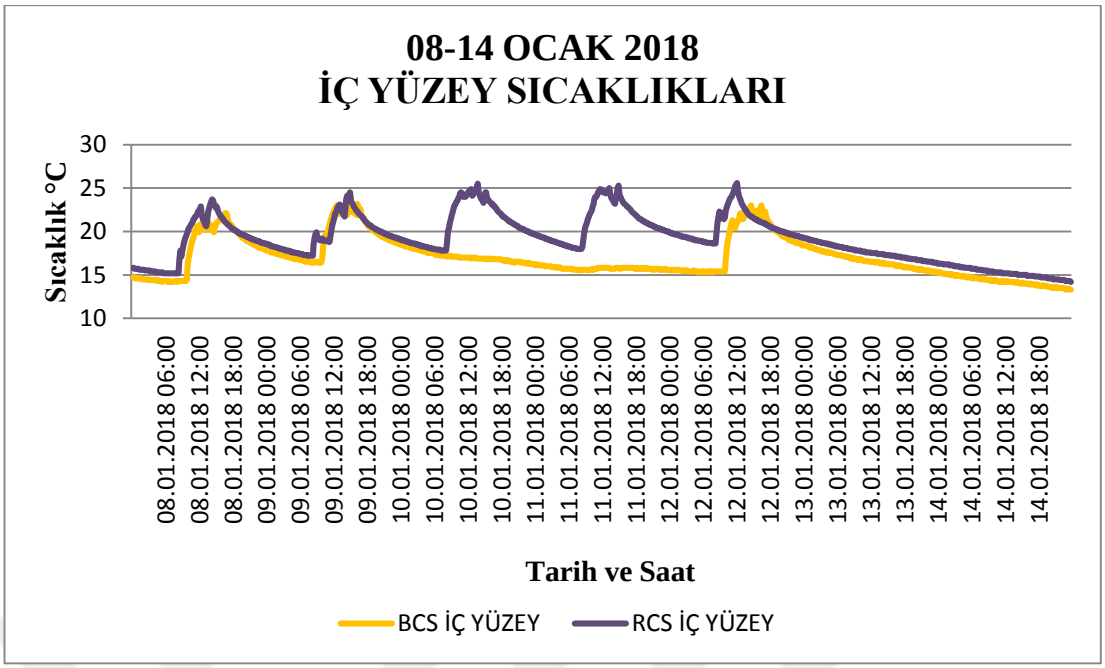
Şekil 5.436 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



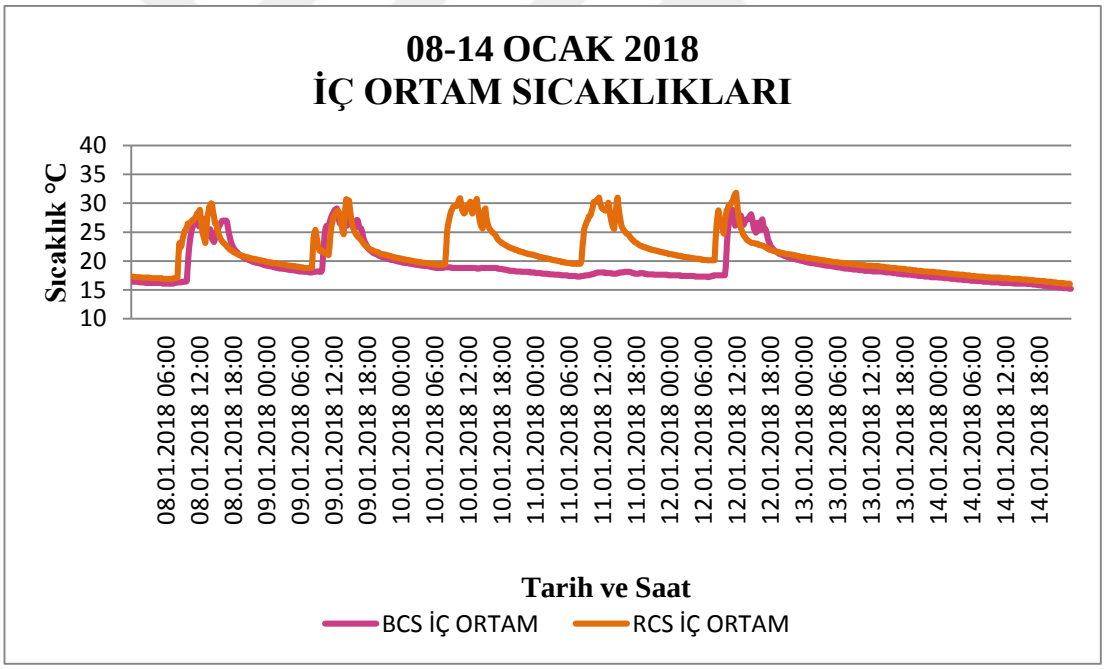
Şekil 5.437 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.438 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.439 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.440 : 08-14 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

10 Ocak 2018 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.441'de yer almaktadır.



Şekil 5.441 : 10 Ocak 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

15-21 Ocak 2018 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 2.9°C ile 15.9°C ve %34 ile %93 arasında değişmiştir (Şekil 5.442). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.99'da verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 19 Ocak 2018 tarihinde saat 14:50'de görülmüştür ve 853W/m^2'dir (Şekil 5.443).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.444'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge

5.100'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.08-0.30 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.63-0.71 arasında değişmiştir (Çizelge 5.100).

RCS sıcaklık profili

15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 2.9°C ile 15.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -2.4°C ile 46.4°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 13.5°C ile 25.1°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15.4°C ile 31.2°C arasında değişmiştir (Şekil 5.445.).

BCS sıcaklık profili

15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 2.9°C ile 15.9°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 1°C ile 19.2°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri -0.7°C ile 19.5°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 1.1°C ile 15°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 2.1°C ile 15.8°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5°C ile 15.7°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 12.5°C ile 24.9°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14.5°C ile 31°C arasında değişmiştir (Şekil 5.446).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 2.9°C ile 15.9°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -2.4°C ile 46.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 5°C ile 15.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.447).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 13.5°C ile 25.1°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 12.5°C ile 24.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.448).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

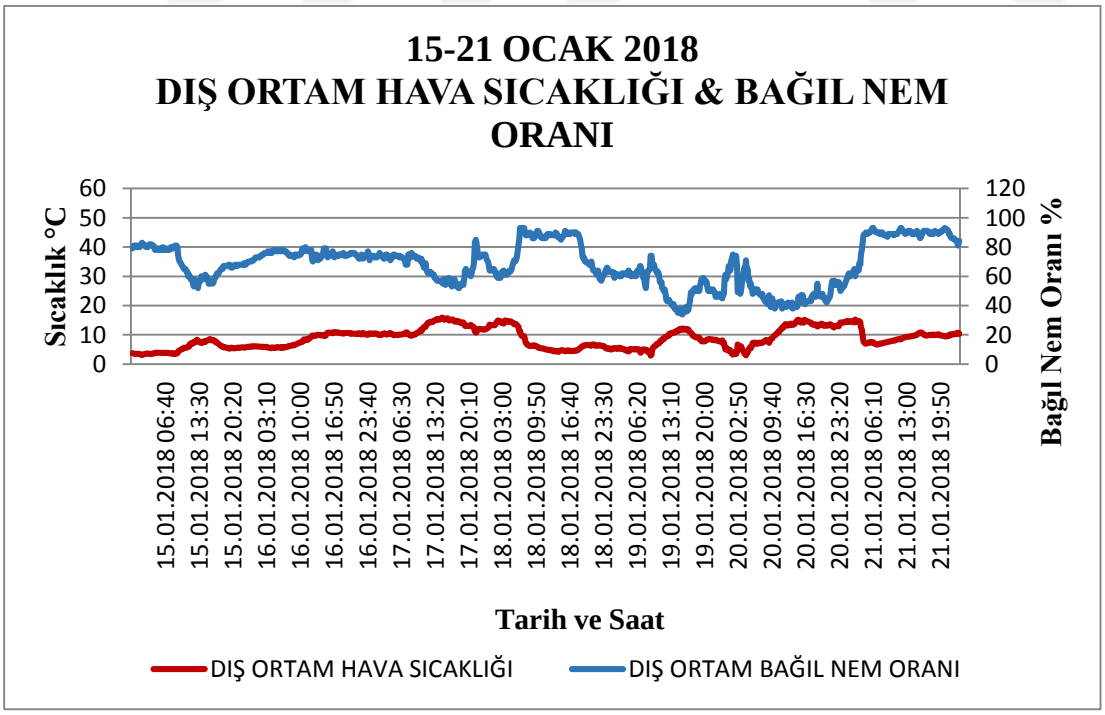
15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15.4°C ile 31.2°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14.5°C ile 31°C arasında değişmiştir (Şekil 5.449).

Çizelge 5.99 : 15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

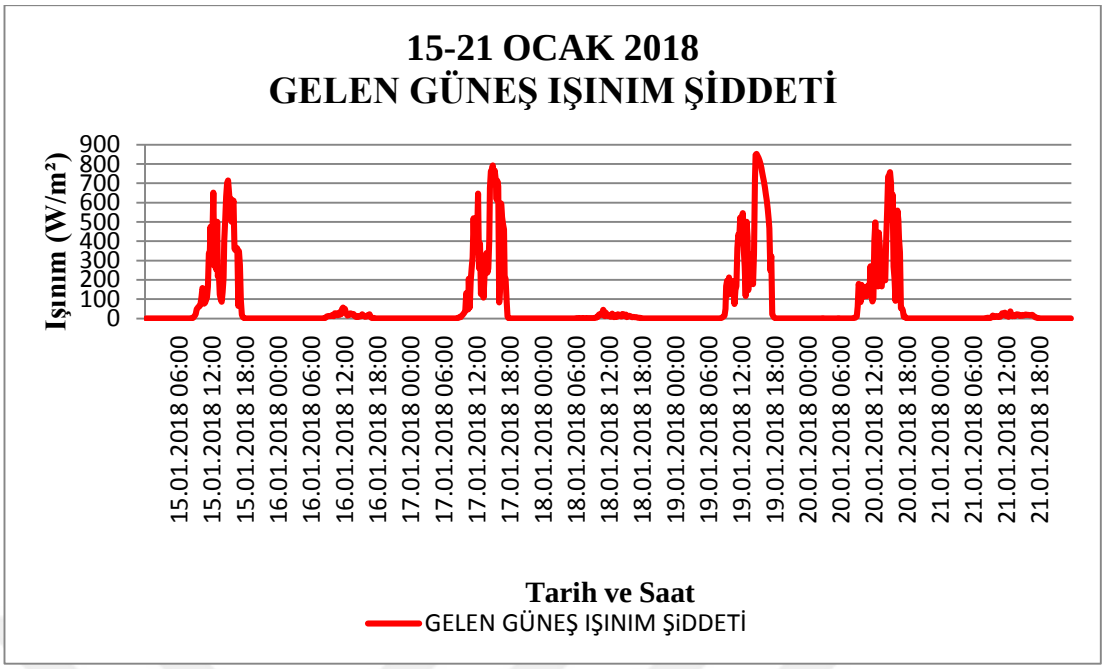
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
15 Ocak 2018	3.1	8.6	52	83
16 Ocak 2018	5.4	11	70	80
17 Ocak 2018	9.7	15.9	52	85
18 Ocak 2018	4.2	14.9	57	93
19 Ocak 2018	2.9	12.2	34	74
20 Ocak 2018	3	15.1	38	75
21 Ocak 2018	6.7	15.2	52	93

Çizelge 5.100 : 15-21 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

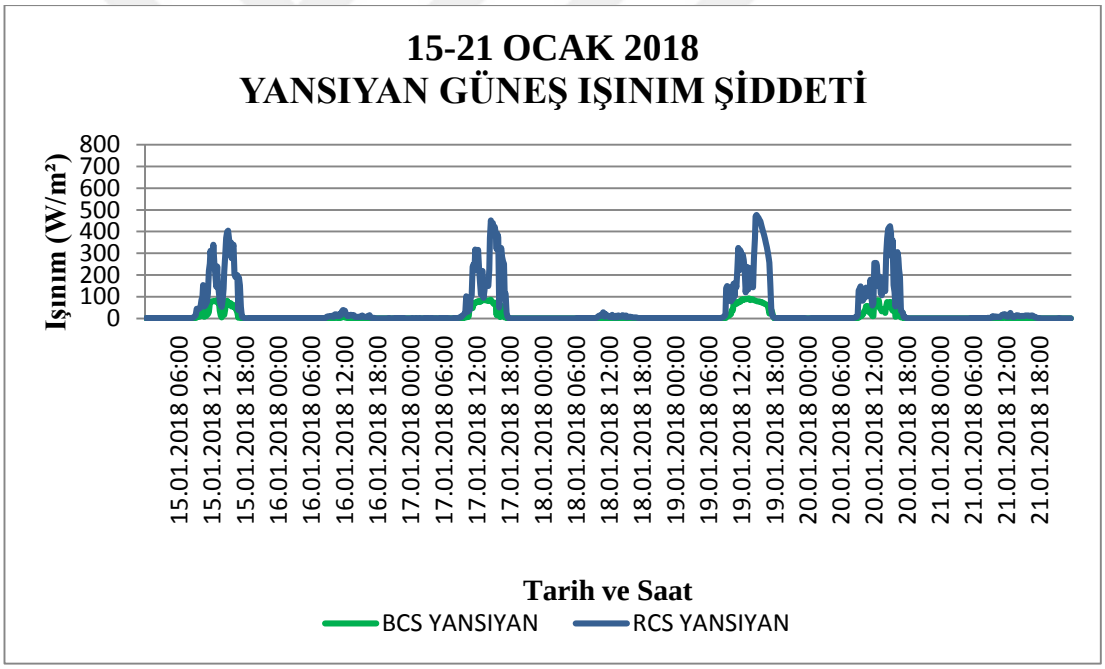
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
15 Ocak 2018	0.189	0.675
16 Ocak 2018	0.109	0.671
17 Ocak 2018	0.285	0.631
18 Ocak 2018	0.086	0.647
19 Ocak 2018	0.309	0.718
20 Ocak 2018	0.226	0.711
21 Ocak 2018	0.095	0.693



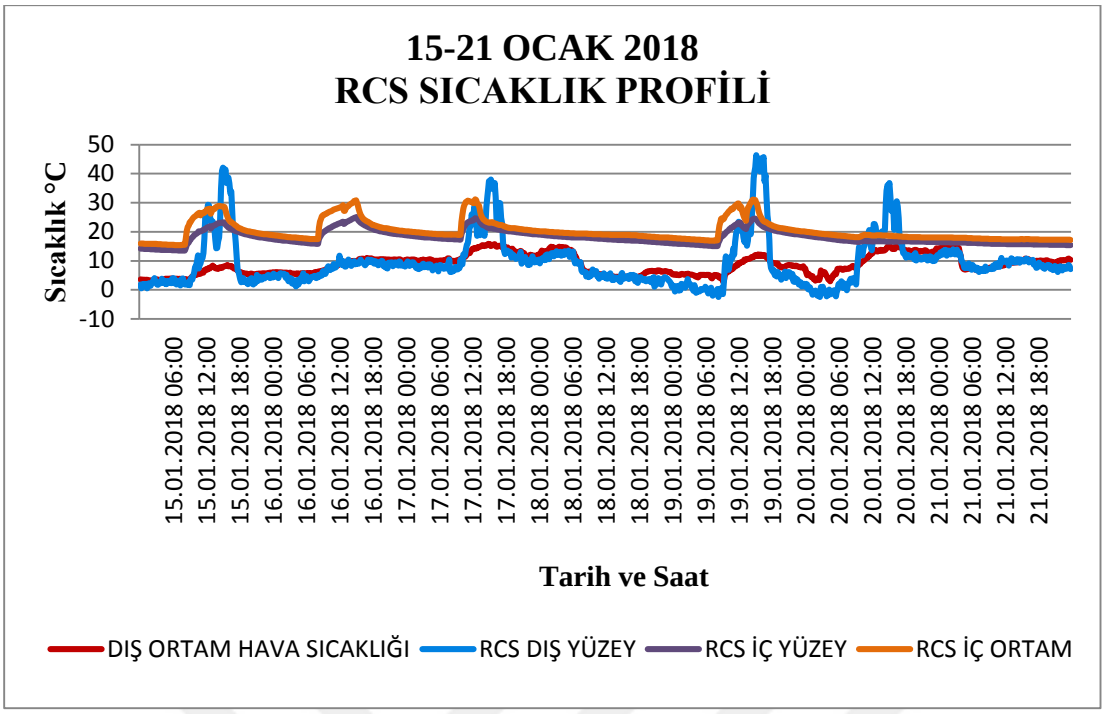
Şekil 5.442 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



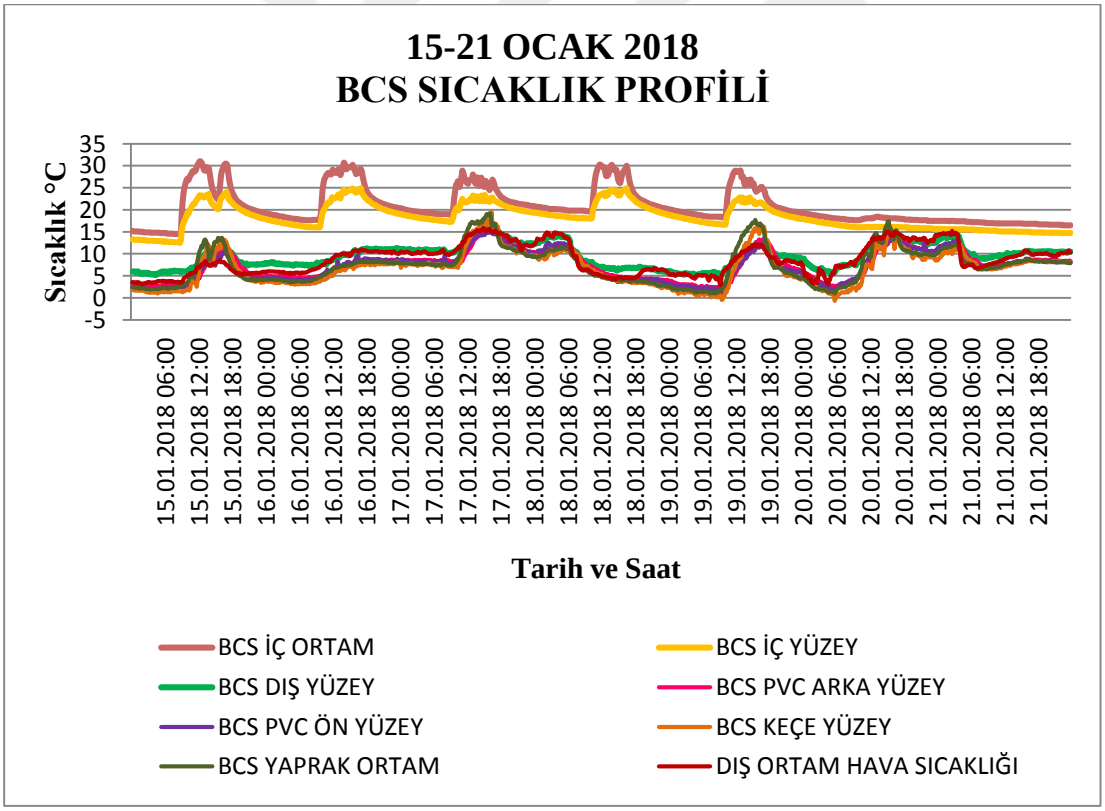
Şekil 5.443 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



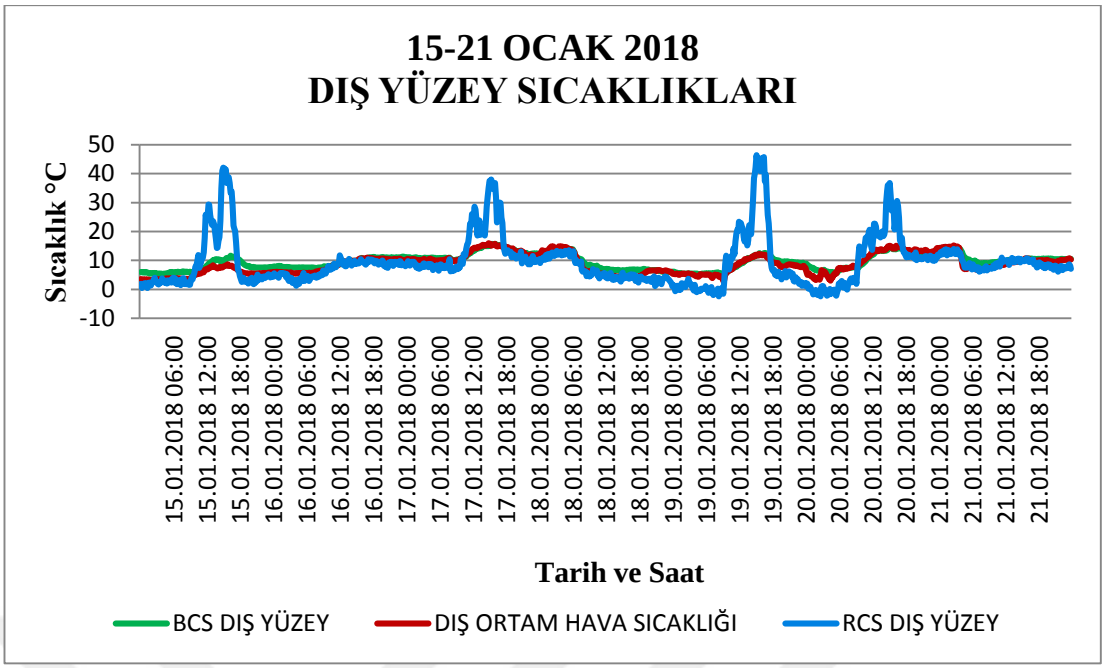
Şekil 5.444 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



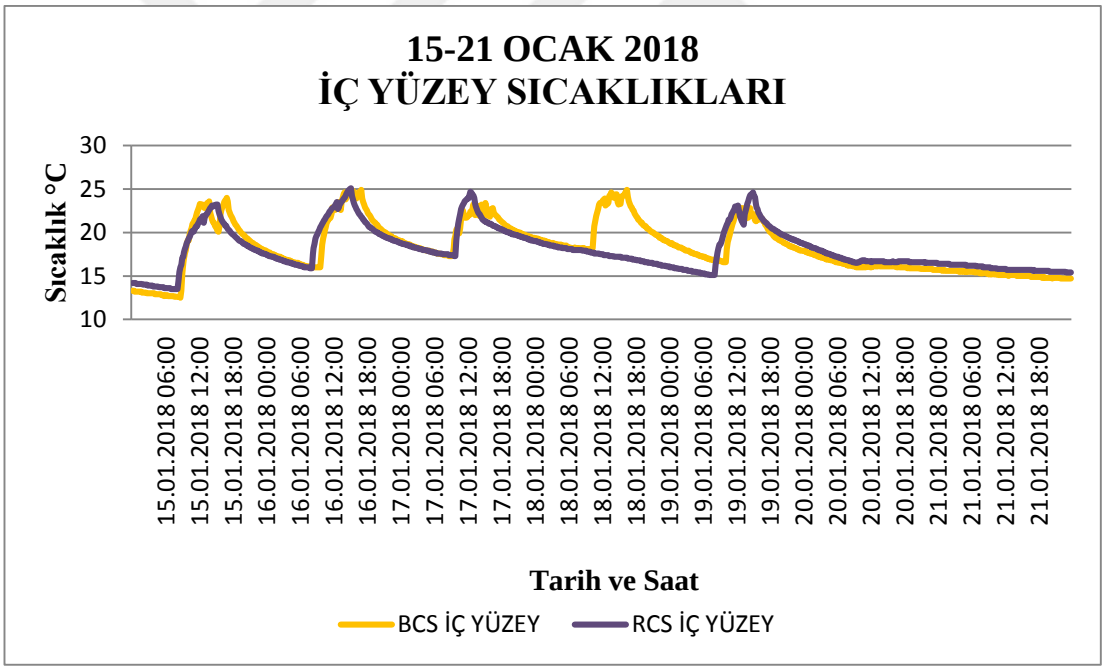
Şekil 5.445 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



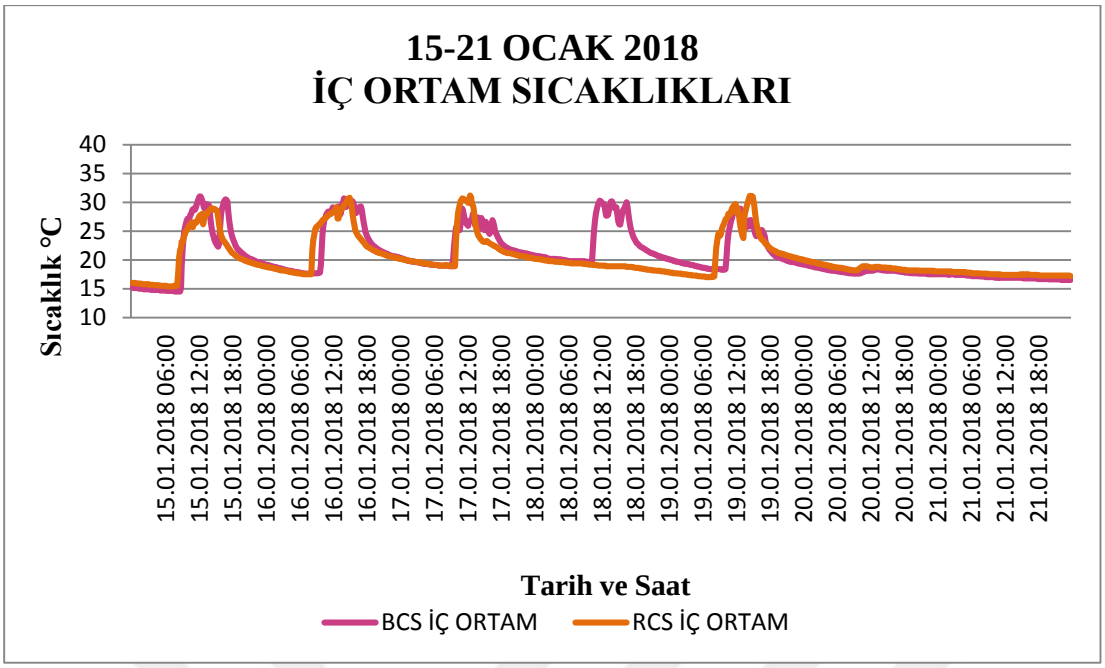
Şekil 5.446 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.447 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.448 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.449 : 15-21 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

15 Ocak 2018 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.450'de yer almaktadır.



Şekil 5.450 : 15 Ocak 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

22-28 Ocak 2018 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

22-28 Ocak 2018 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, -0.1°C ile 14.1°C ve %43 ile %95 arasında değişmiştir (Şekil 5.451). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.101'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

22-28 Ocak 2018 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 25 Ocak 2018 tarihinde saat 14:50'de görülmüştür ve 890W/m^2'dir (Şekil 4.452).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

22-28 Ocak 2018 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.453'te görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.102'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.08-0.23 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.67-0.77 arasında değişmiştir (Çizelge 5.102).

RCS sıcaklık profili

22-28 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri -0.1°C ile 14.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -5.4°C ile 37.6°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 12.6°C ile 24.9°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14.5°C ile 31.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.454).

BCS sıcaklık profili

22-28 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri -0.1°C ile 14.1°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri -1.9°C ile 13.6°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri -3°C ile 13.9°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri -1.6°C ile 11°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları -0.5°C ile 10.7°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 2.6°C ile 12.4°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri

12.3°C ile 22.6°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14.3°C ile 28.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.455).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

22-28 Ocak 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları -0.1°C ile 14.1°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -5.4°C ile 37.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 2.6°C ile 12.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.456).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 12.6°C-24.9°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 12.3°C-22.6°C arasındadır (Şekil 5.457).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

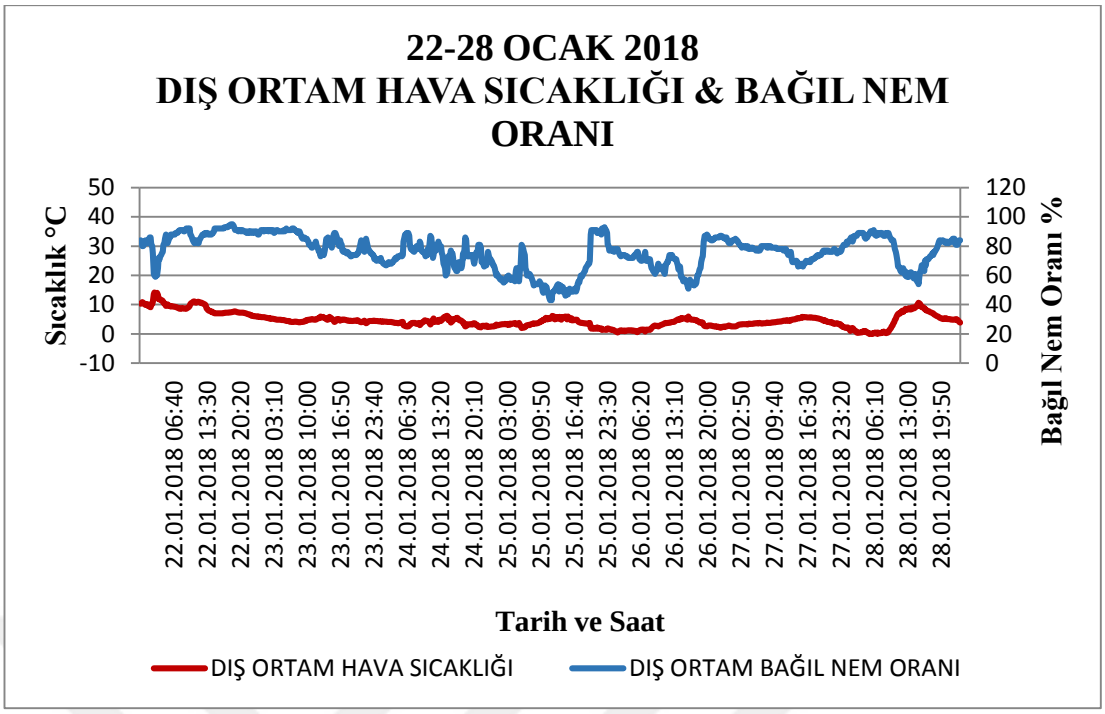
22-28 Ocak 2018 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14.5°C ile 31.4°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14.3°C ile 28.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.458).

Çizelge 5.101 : 22-28 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

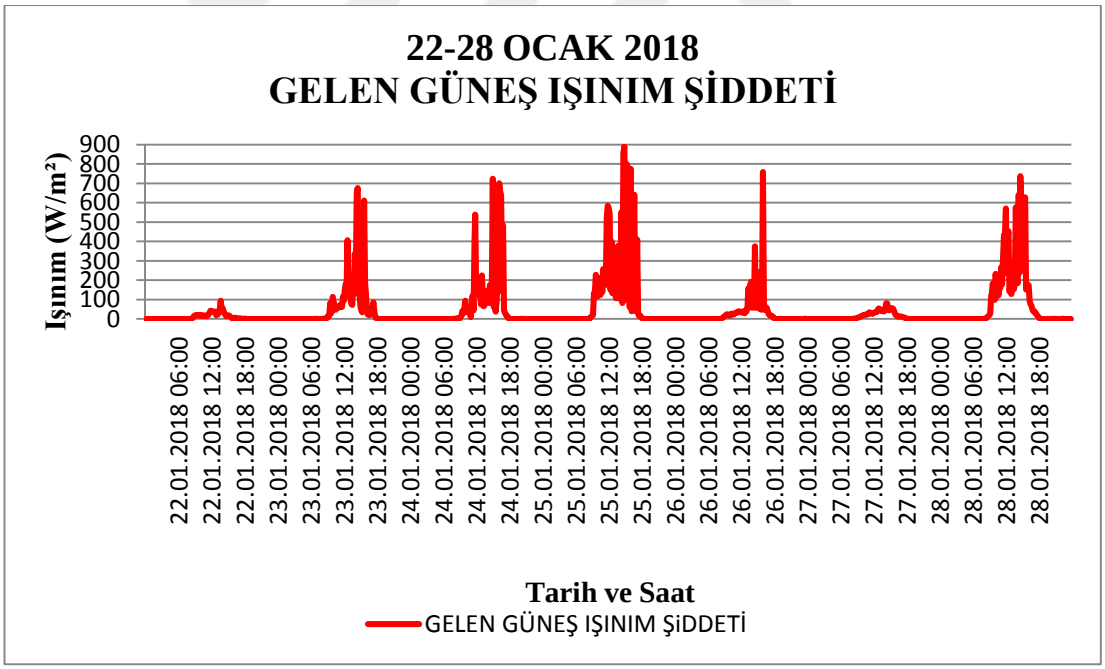
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
22 Ocak 2018	5.9	14.1	59	95
23 Ocak 2018	3.6	5.9	71	92
24 Ocak 2018	2.2	6.2	60	89
25 Ocak 2018	1.3	6.2	43	93
26 Ocak 2018	0.5	5.9	51	88
27 Ocak 2018	2.5	5.8	66	86
28 Ocak 2018	-0.1	10.6	54	91

Çizelge 5.102 : 22-28 Ocak 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

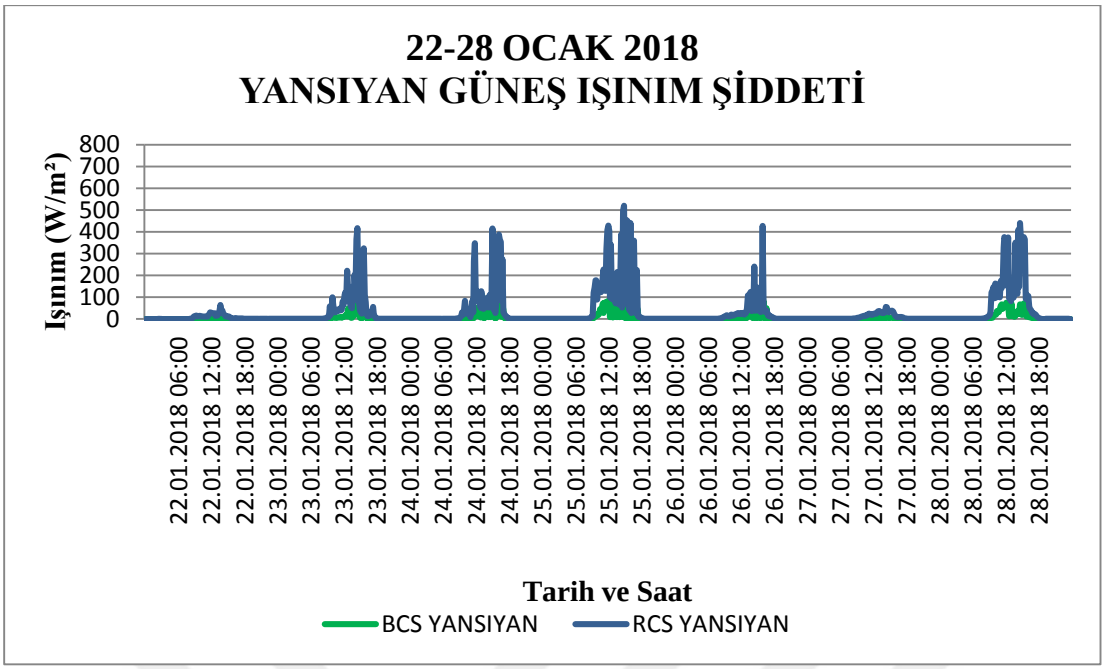
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
22 Ocak 2018	0.085	0.709
23 Ocak 2018	0.110	0.671
24 Ocak 2018	0.160	0.685
25 Ocak 2018	0.238	0.775
26 Ocak 2018	0.107	0.699
27 Ocak 2018	0.087	0.702
28 Ocak 2018	0.163	0.695



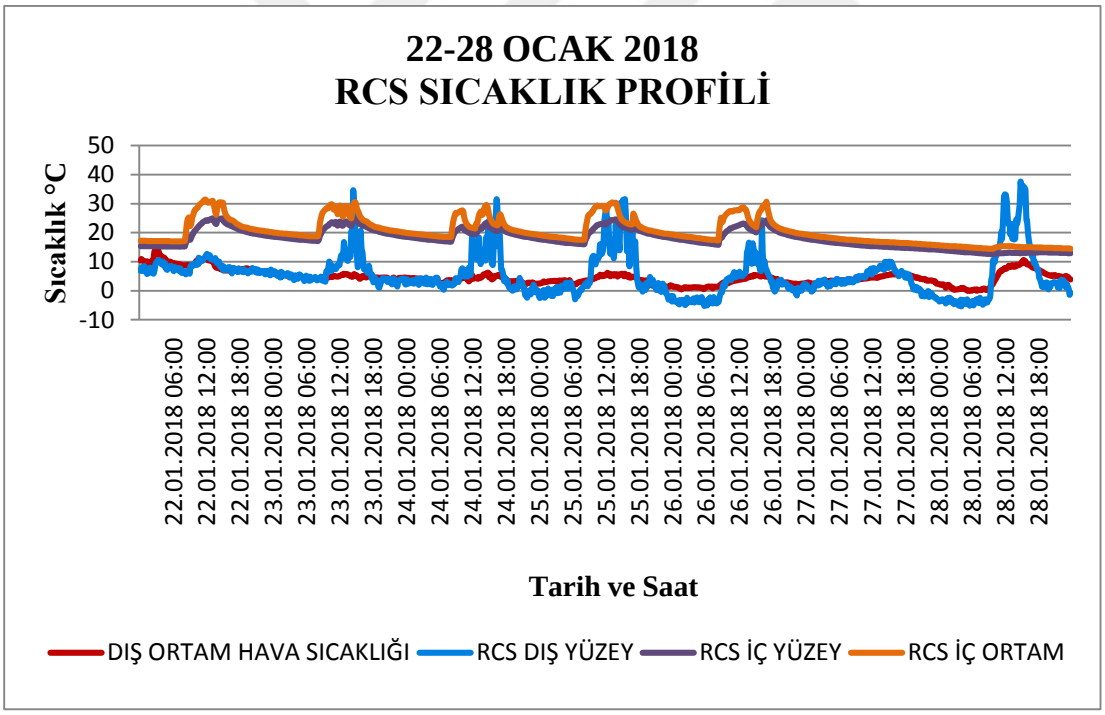
Şekil 5.451 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



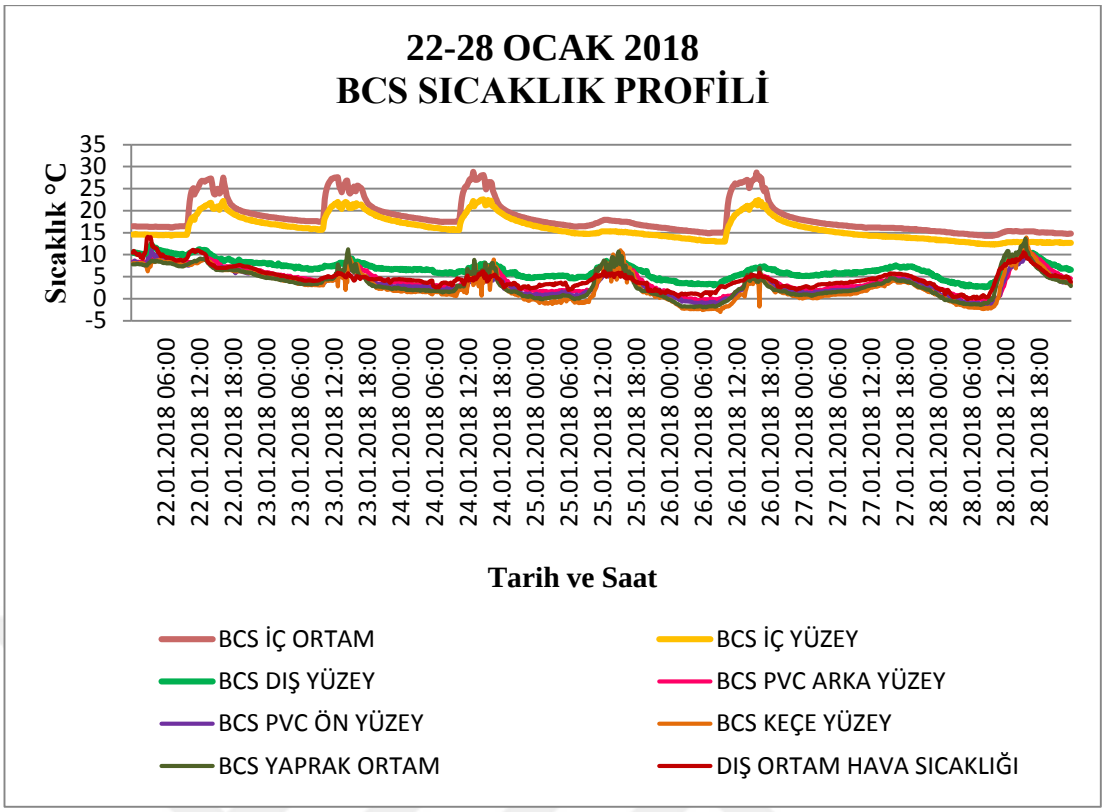
Şekil 5.452 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



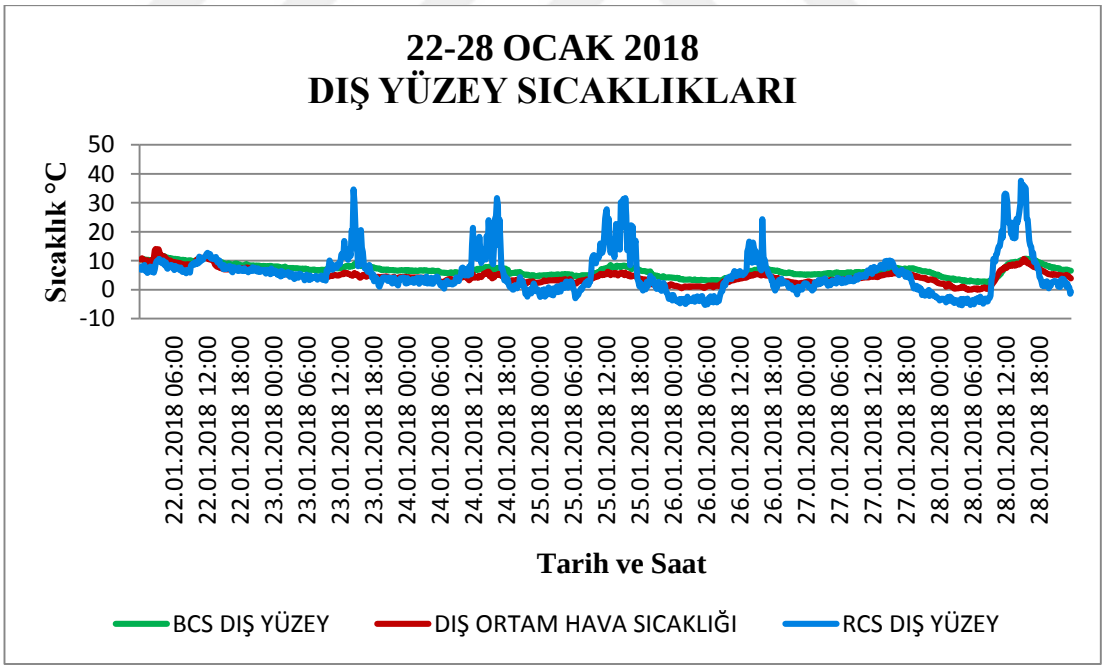
Şekil 5.453 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



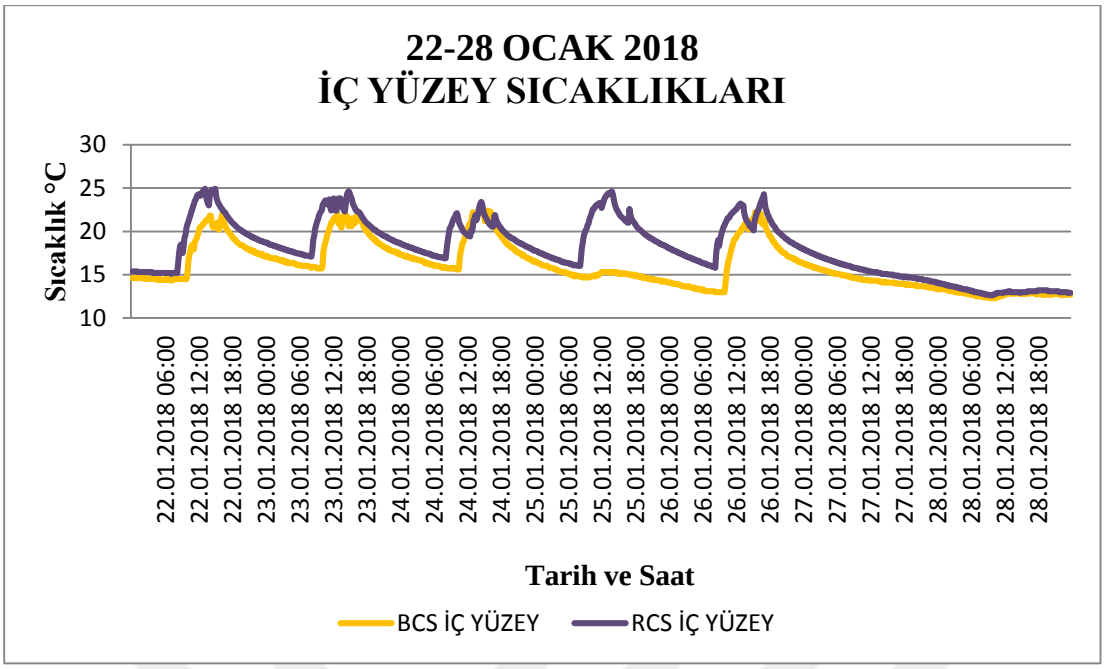
Şekil 5.454 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



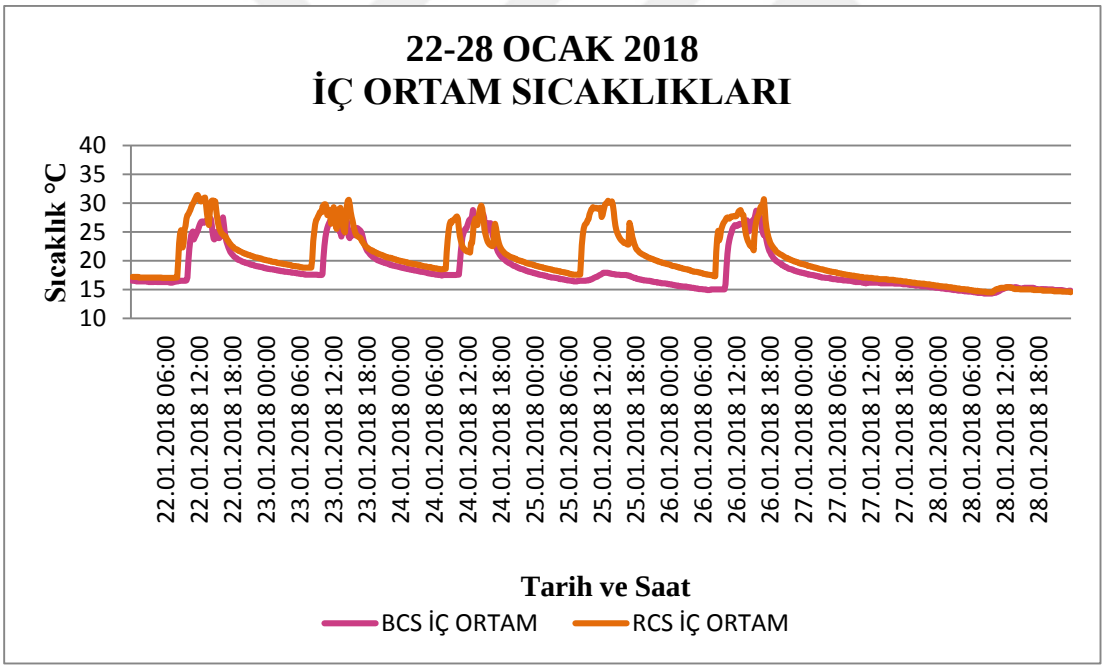
Şekil 5.455 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.456 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.457 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.458 : 22-28 Ocak 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

22 Ocak 2018 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.459'da yer almaktadır.



Şekil 5.459 : 22 Ocak 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

29 Ocak – 04 Şubat 2018 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 0.6°C ile 18.7°C ve %33 ile %96 arasında değişmiştir (Şekil 5.460). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.103'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

Verilen tarihler arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 30 Ocak 2018 tarihinde saat 14:50'de görülmüştür ve 771W/m^2'dir (Şekil 5.461).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.462'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması

Çizelge 5.104'te görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.09-0.14 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.68-0.72 arasında değişmiştir (Çizelge 5.104).

RCS sıcaklık profili

29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 0.6°C ile 18.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -4°C ile 50.6°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 12.1°C ile 24.6°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 13.9°C ile 32°C arasında değişmiştir (Şekil 5.463).

BCS sıcaklık profili

29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 0.6°C ile 18.7°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri -0.4°C ile 20.1°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri -1.2°C ile 20.1°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri -0.5°C ile 16.5°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 0.5°C ile 17.2°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 3.6°C ile 17.5°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 12°C ile 22.7°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14°C ile 28.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.464).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 0.6°C ile 18.7°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -4°C ile 50.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 3.6°C ile 17.5°C arasında değişmiştir (Şekil 5.465).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 12.1°C ile 24.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 12 °C ile 22.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.466).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

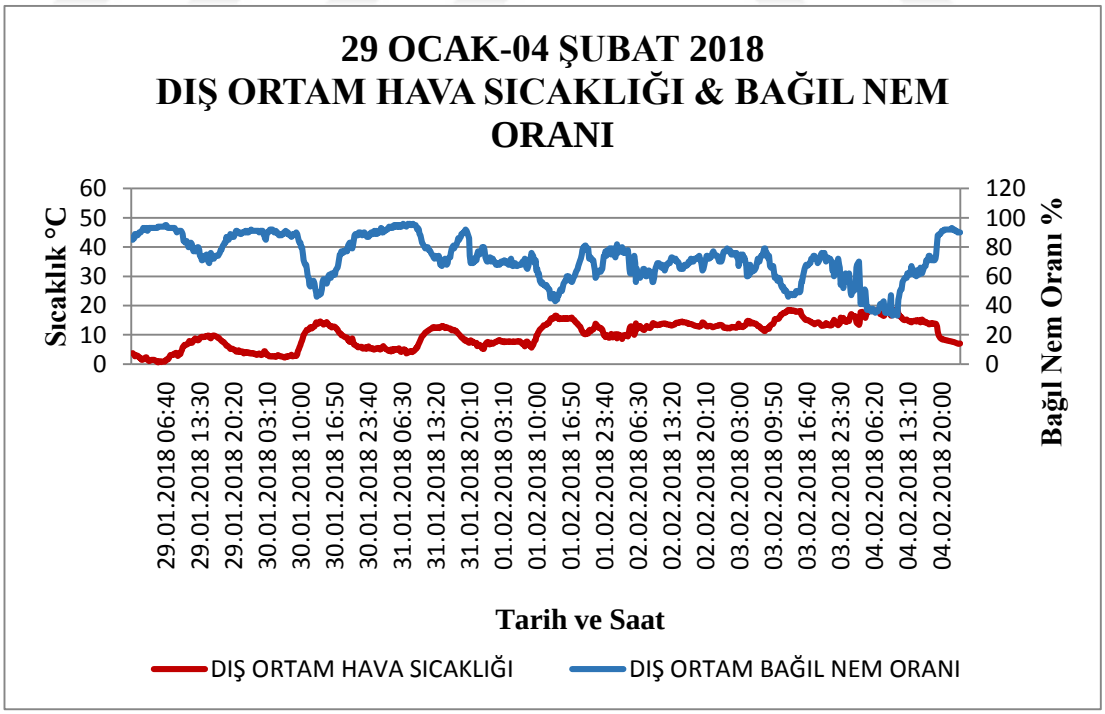
29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 13.9°C ile 32°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14°C ile 28.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.467).

Çizelge 5.103 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

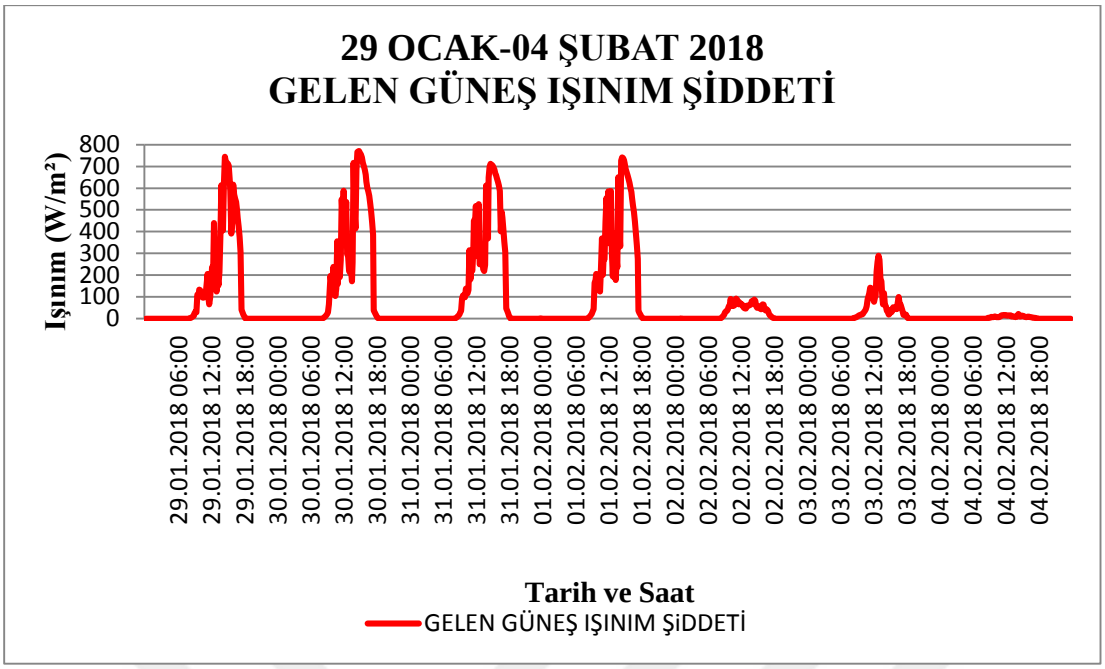
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
29 Ocak 2018	0.6	9.8	69	95
30 Ocak 2018	2.2	14.6	46	92
31 Ocak 2018	3.6	13	67	96
01 Şubat 2018	5.6	16.5	43	81
02 Şubat 2018	8.6	14.6	56	82
03 Şubat 2018	11.3	18.5	46	79
04 Şubat 2018	6.9	18.7	33	93

Çizelge 5.104 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

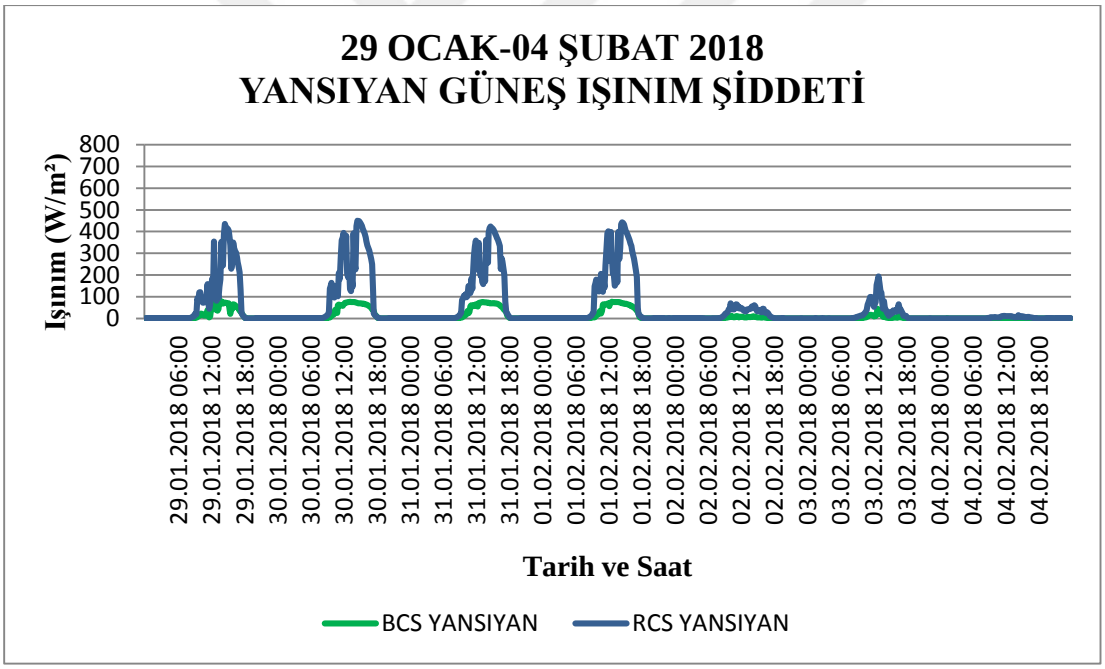
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
29 Ocak 2018	0.212	0.695
30 Ocak 2018	0.224	0.750
31 Ocak 2018	0.209	0.754
01 Şubat 2018	0.207	0.741
02 Şubat 2018	0.106	0.711
03 Şubat 2018	0.117	0.695
04 Şubat 2018	0.097	0.699



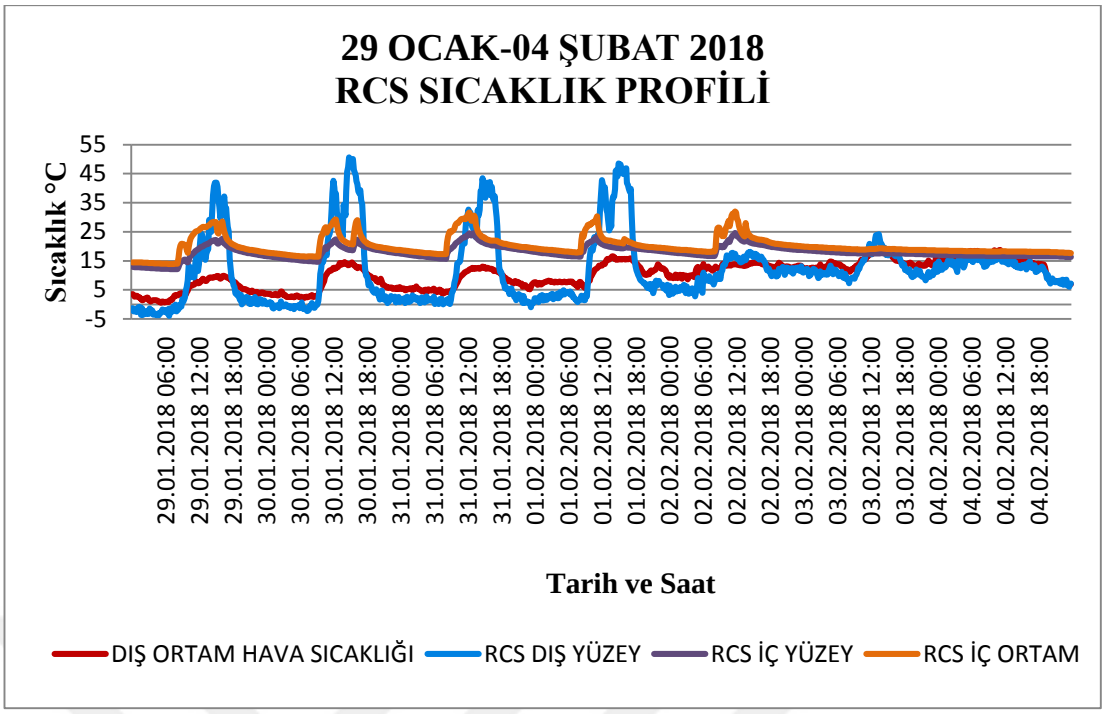
Şekil 5.460 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



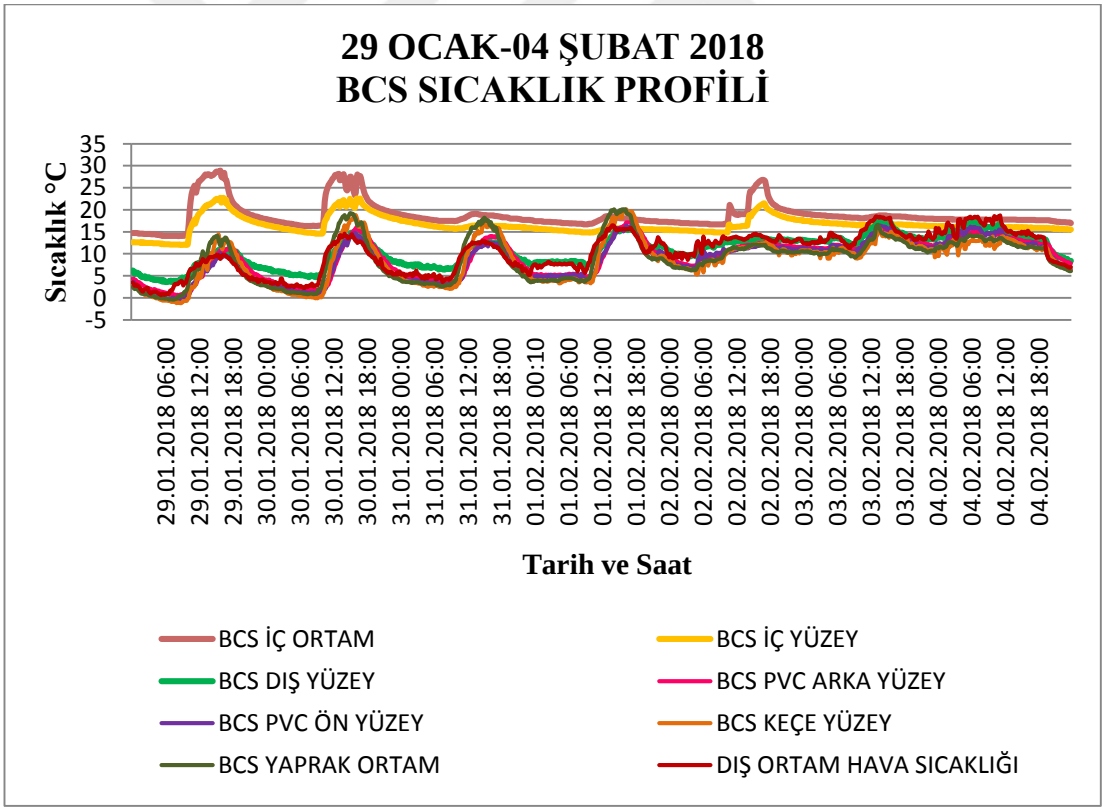
Şekil 5.461 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



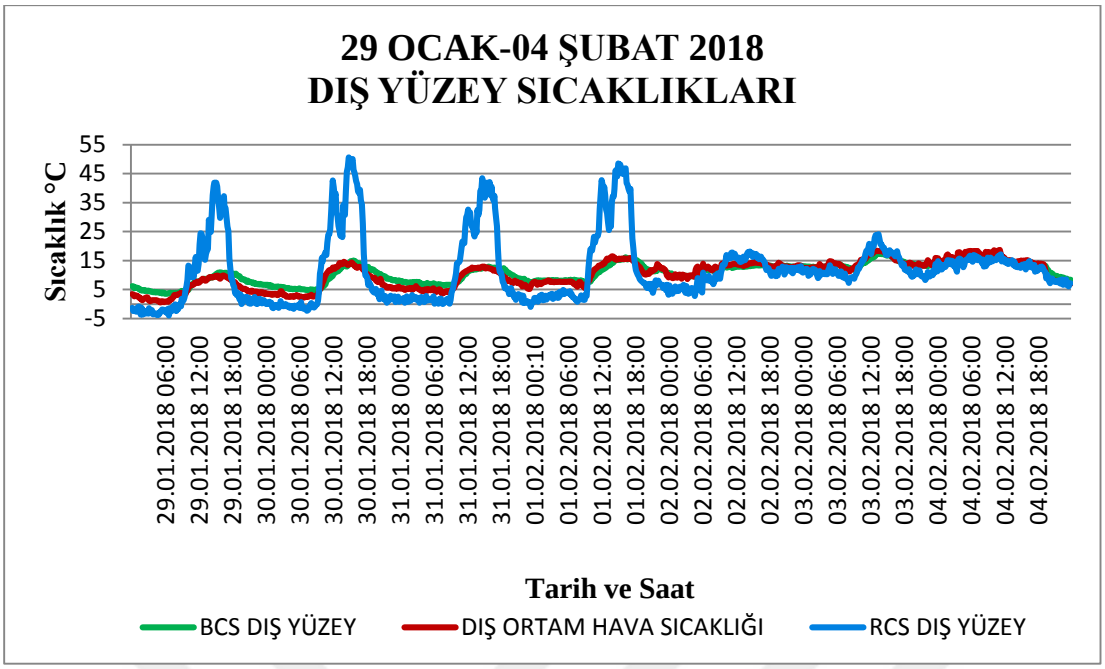
Şekil 5.462 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



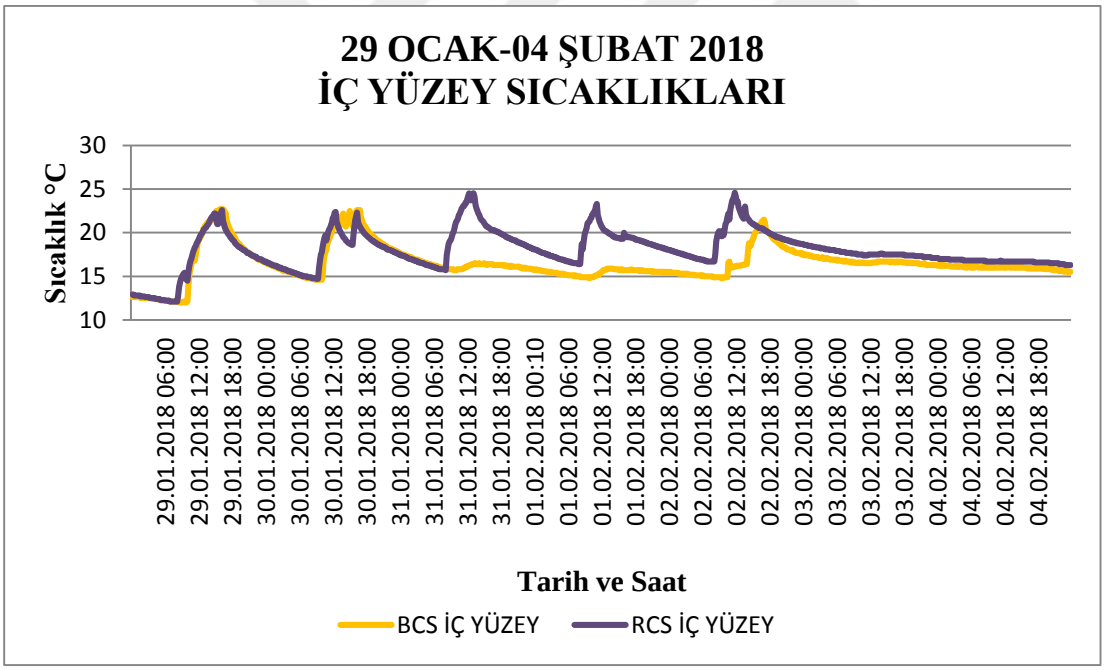
Şekil 5.463 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



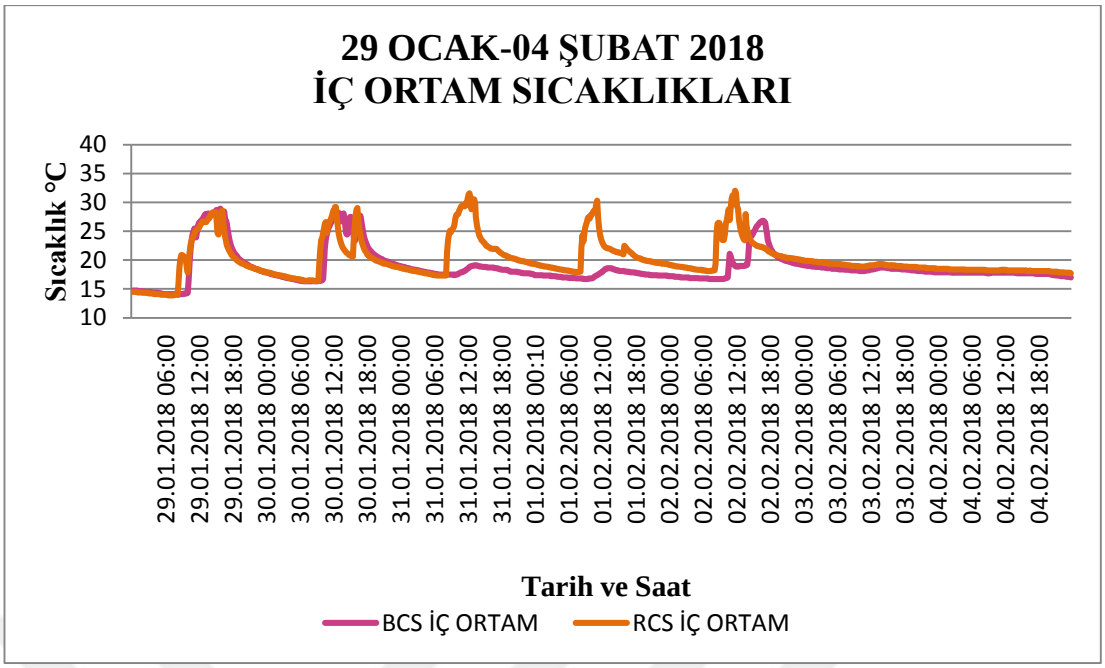
Şekil 5.464 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.465 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.466 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.467 : 29 Ocak – 04 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

02 Şubat 2018 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.468'de yer almaktadır.



Şekil 5.468 : 02 Şubat 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

05-11 Şubat 2018 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

05-11 Şubat 2018 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 4.3°C ile 19°C ve %48 ile %95 arasında değişmiştir (Şekil 5.469). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.105'te verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

05-11 Şubat 2018 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 05 Şubat 2018 tarihinde saat 15:20'de görülmüştür ve 815W/m^2'dir (Şekil 5.470).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

05-11 Şubat 2018 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.471'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.106'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.09-0.14 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.68-0.72 arasında değişmiştir (Çizelge 5.106).

RCS sıcaklık profili

05-11 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 4.3°C ile 19°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -0.6°C ile 42.6°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 15.5°C ile 25.6°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 17°C ile 32°C arasında değişmiştir (Şekil 5.472).

BCS sıcaklık profili

05-11 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 4.3°C ile 19°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 3.3°C ile 18.5°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 2.4°C ile 16.9°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 3.4°C ile 15.7°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 4.7°C ile 15.7°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 7.2°C ile 16.9°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 14.2°C

ile 23.1°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16°C ile 29.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.473).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

05-11 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 4.3°C ile 19°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları -0.6°C ile 42.6°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 7.2°C ile 16.9°C arasında değişmiştir (Şekil 5.474).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 15.5°C-25.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 14.2°C-23.1°C arasındadır (Şekil 5.475).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

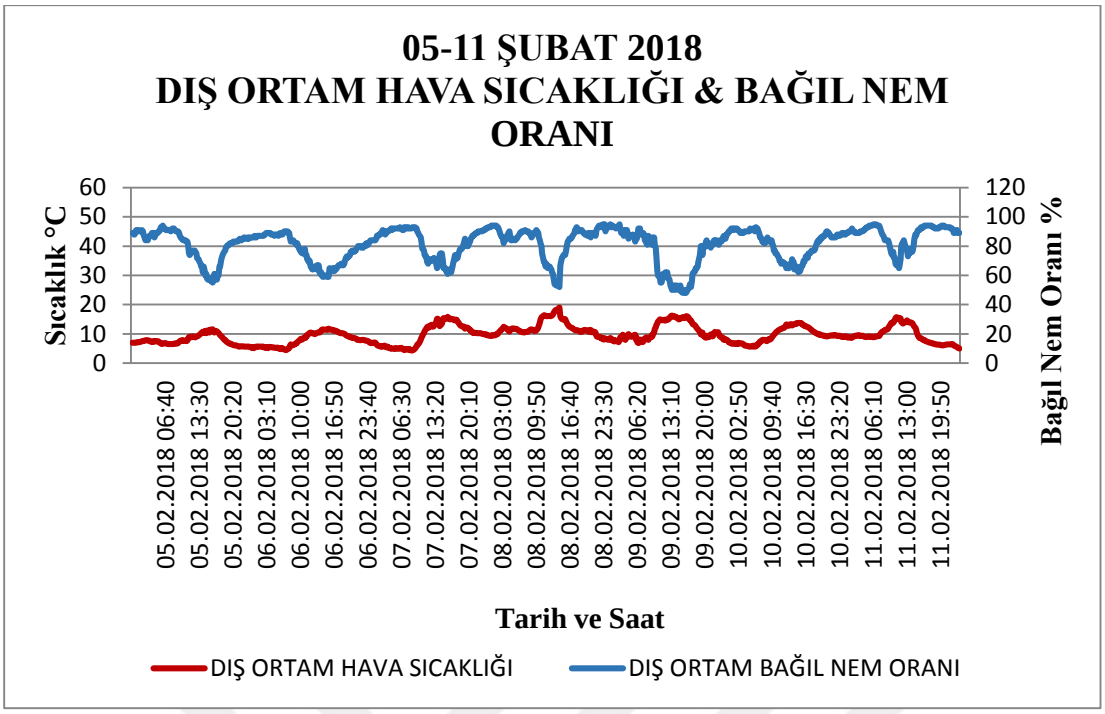
05-11 Şubat 2018 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 17.2°C ile 32°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16°C ile 29.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.476).

Çizelge 5.105 : 05-11 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

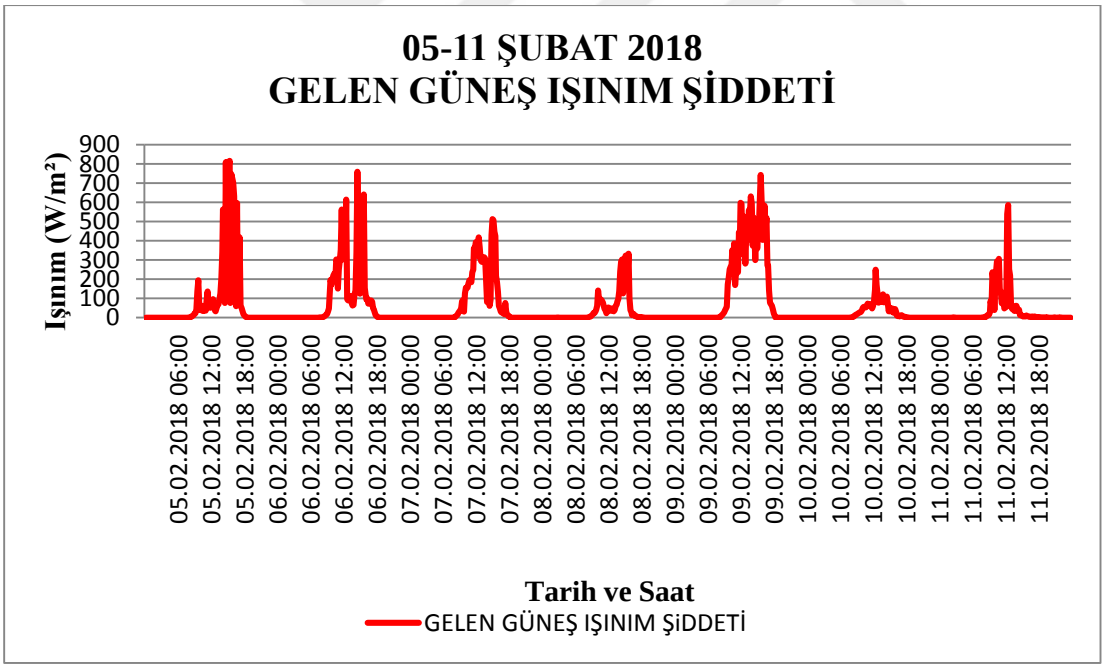
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
05 Şubat 2018	5.5	11.6	55	94
06 Şubat 2018	4.5	11.8	59	90
07 Şubat 2018	4.3	15.8	61	93
08 Şubat 2018	8.1	19	52	95
09 Şubat 2018	6.9	16.3	48	95
10 Şubat 2018	5.6	13.7	62	93
11 Şubat 2018	5	15.7	65	95

Çizelge 5.106 : 05-11 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

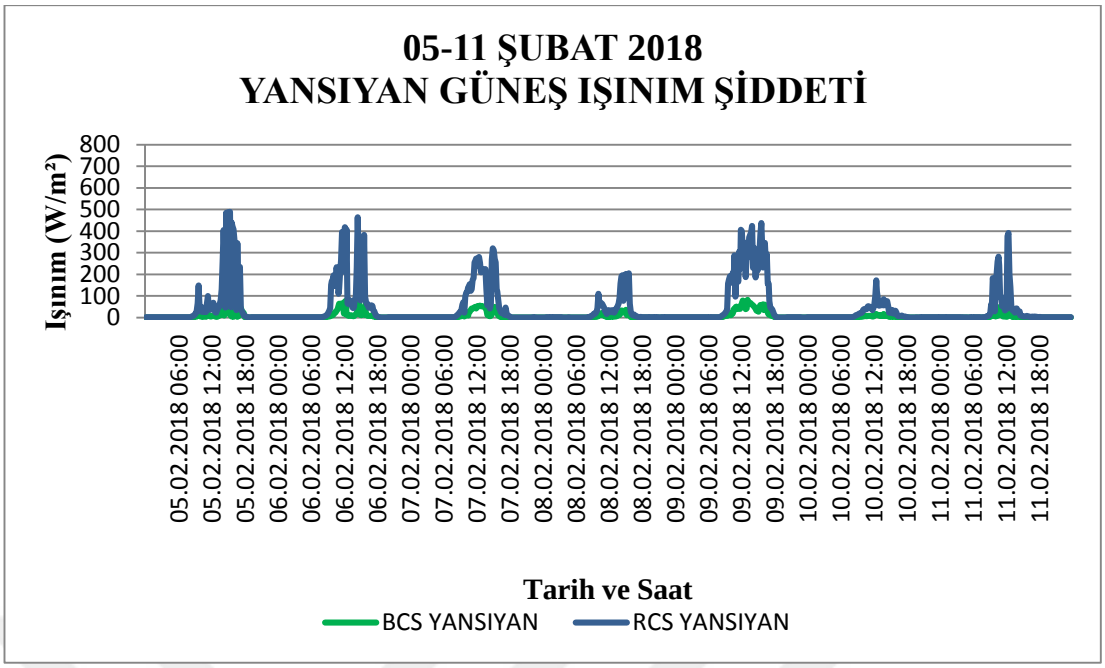
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
05 Şubat 2018	0.112	0.703
06 Şubat 2018	0.126	0.719
07 Şubat 2018	0.146	0.727
08 Şubat 2018	0.120	0.686
09 Şubat 2018	0.129	0.693
10 Şubat 2018	0.101	0.396
11 Şubat 2018	0.093	0.728



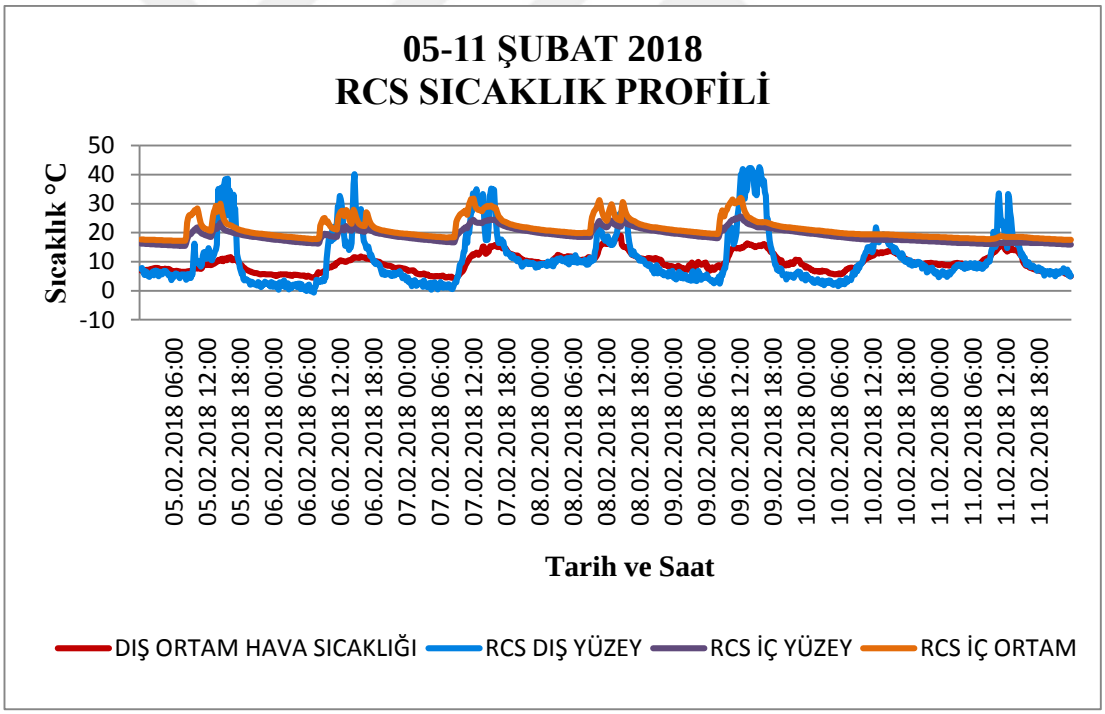
Şekil 5.469 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



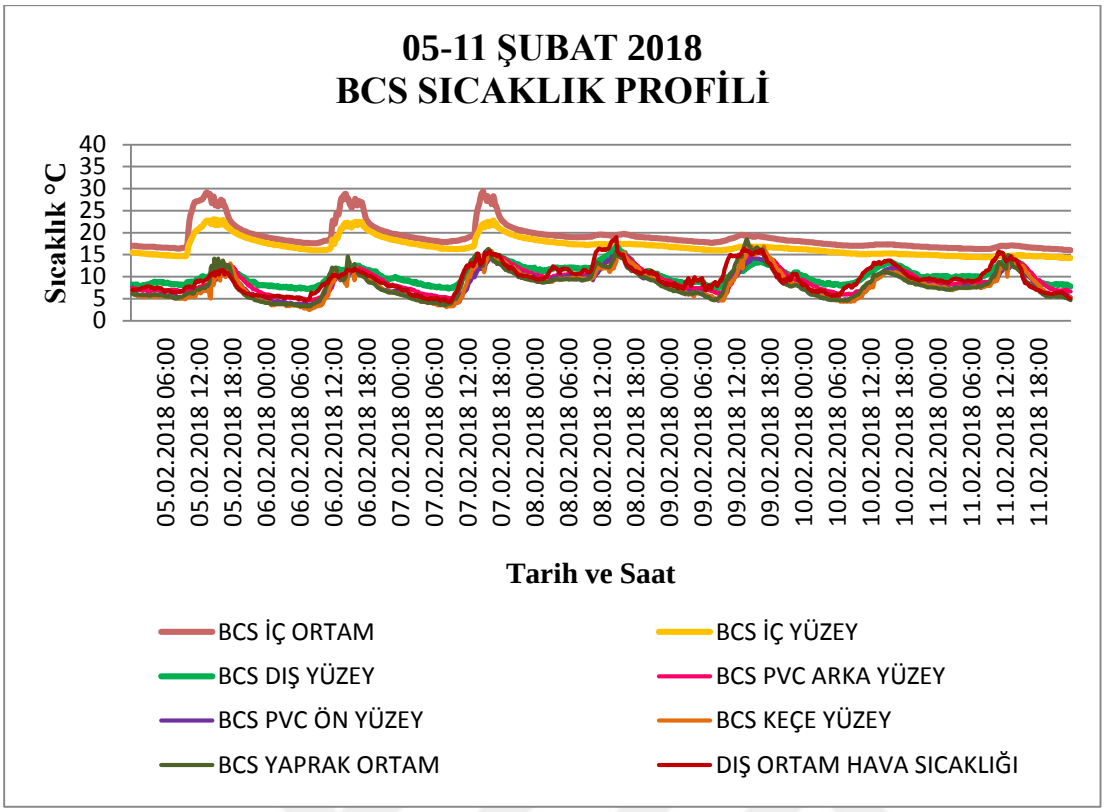
Şekil 5.470 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



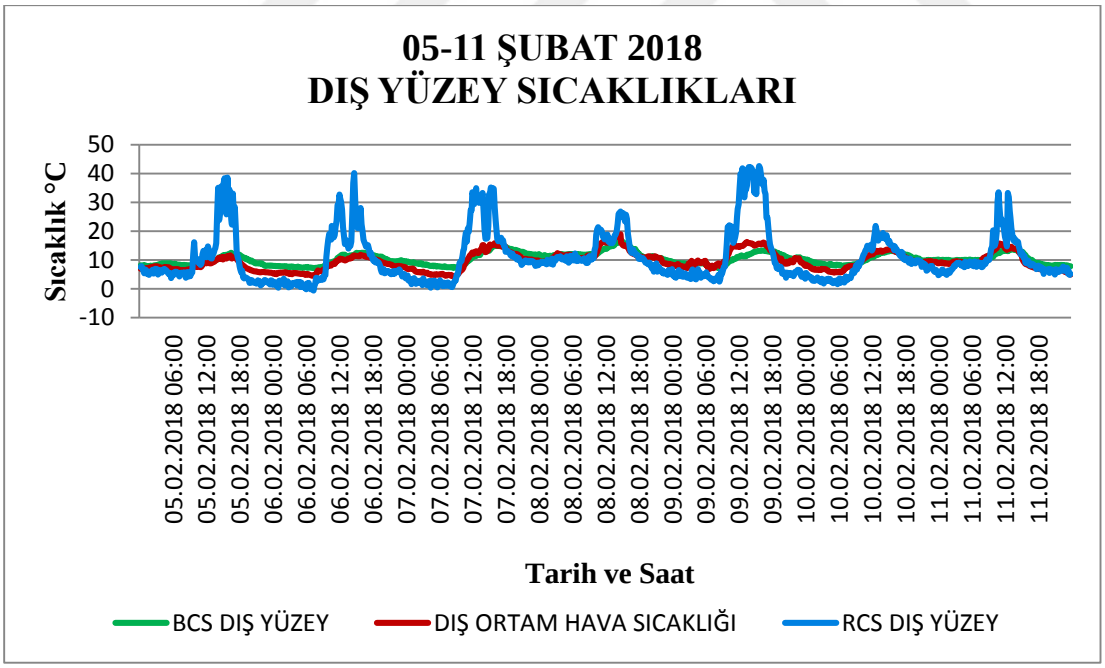
Şekil 5.471 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



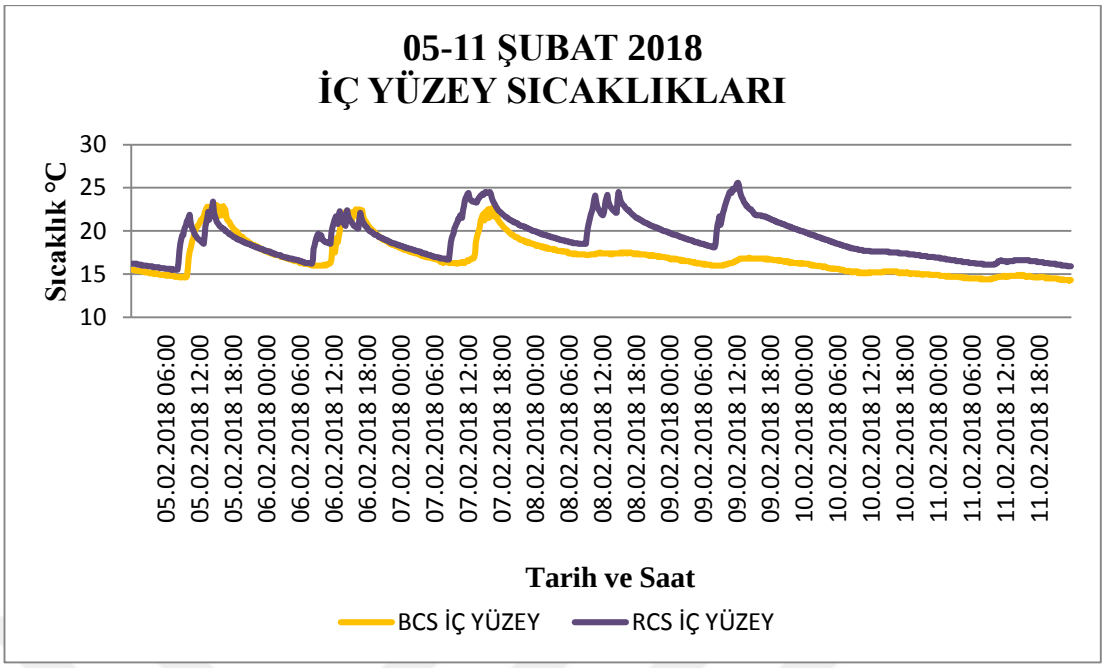
Şekil 5.472 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



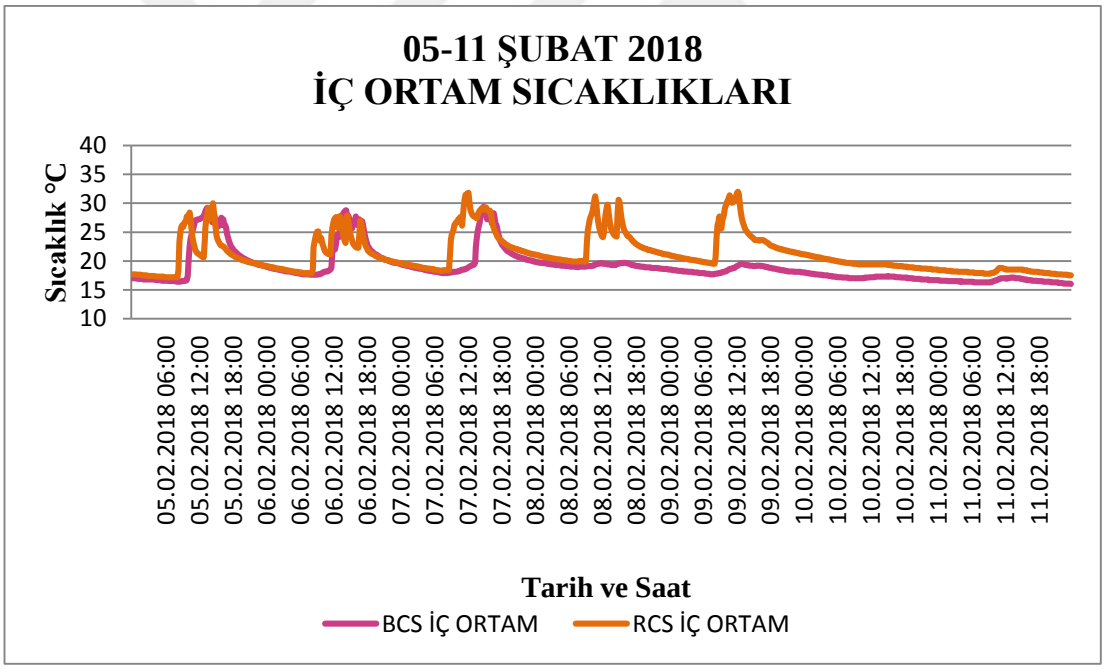
Şekil 5.473 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.474 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.475 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.476 : 05-11 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

07 Şubat 2018 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.477'de yer almaktadır.



Şekil 5.477 : 07 Şubat 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

12-18 Şubat 2018 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 4.2°C ile 15°C ve %49 ile %95 arasında değişmiştir (Şekil 5.478). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.107'de verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 13 Şubat 2018 tarihinde saat 14:20'de görülmüştür ve 756W/m^2'dir (Şekil 5.479).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.480'de görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge

5.108'de görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.08-0.11 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.67-0.76 arasında değişmiştir (Çizelge 5.108).

RCS sıcaklık profili

12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 4.2°C ile 15°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -1.4°C ile 51.4°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 15°C ile 24.3°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16.8°C ile 30.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.481).

BCS sıcaklık profili

12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 4.2°C ile 15°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 3.2°C ile 20°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 2.9°C ile 19.4°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 3.2°C ile 15.6°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 4.5°C ile 16.8°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.6°C ile 15.6°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 13.5°C ile 24.8°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15.4°C ile 30.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.482).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 4.2°C ile 15°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri -1.4°C ile 51.4°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.6°C ile 15.6°C arasında değişmiştir (Şekil 5.483).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 15°C ile 24.3°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 13.5°C ile 24.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.484).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

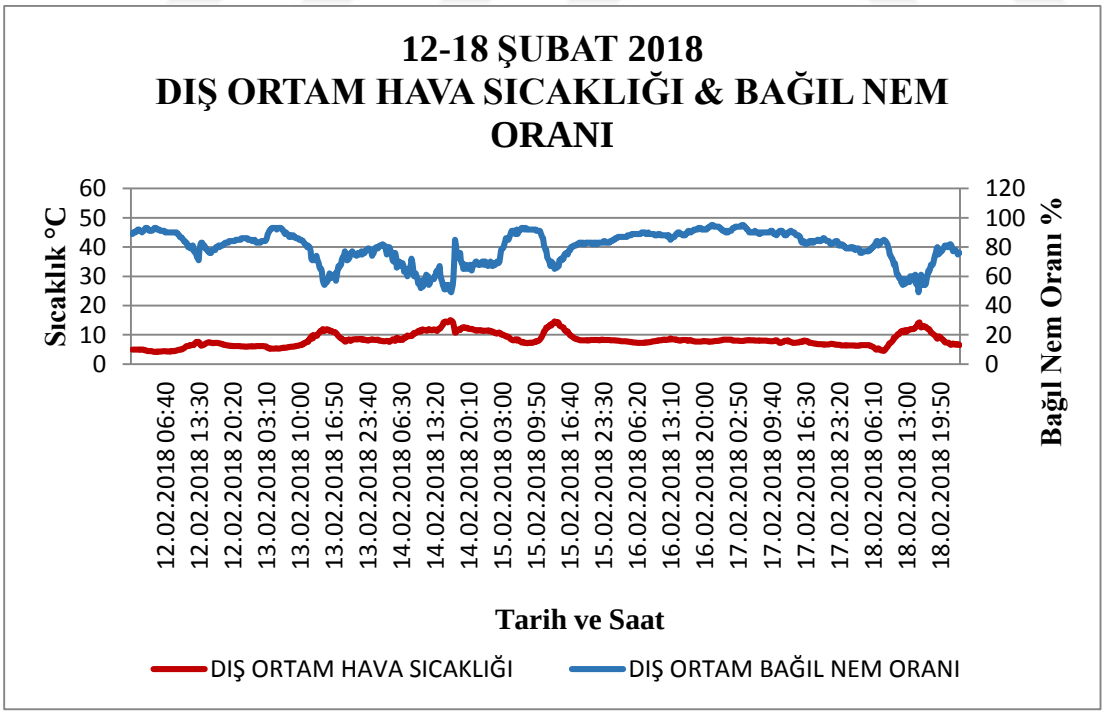
12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16.8°C ile 30.8°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 15.4°C ile 30.7°C arasında değişmiştir (Şekil 5.485).

Çizelge 5.107 : 12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

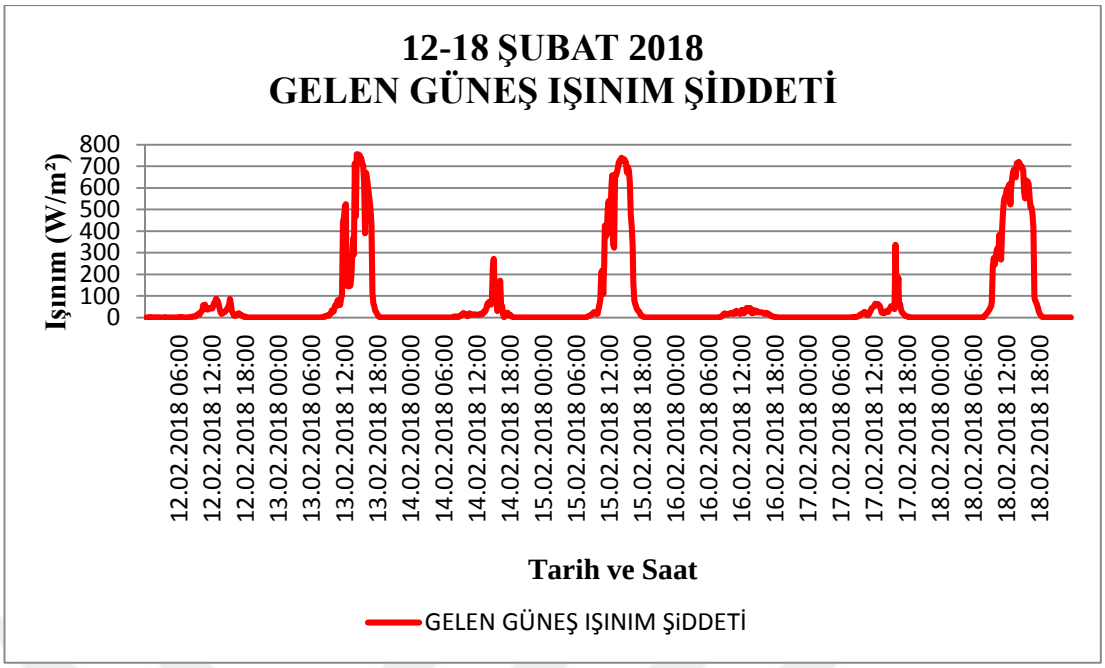
Tarih	Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)		Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
12 Şubat 2018	4.2	7.6	71	93
13 Şubat 2018	5.3	11.9	54	93
14 Şubat 2018	7.6	15	49	85
15 Şubat 2018	7.1	14.6	65	93
16 Şubat 2018	7.3	8.8	83	95
17 Şubat 2018	6.4	8.3	81	95
18 Şubat 2018	4.5	14.3	49	85

Çizelge 5.108 : 12-18 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

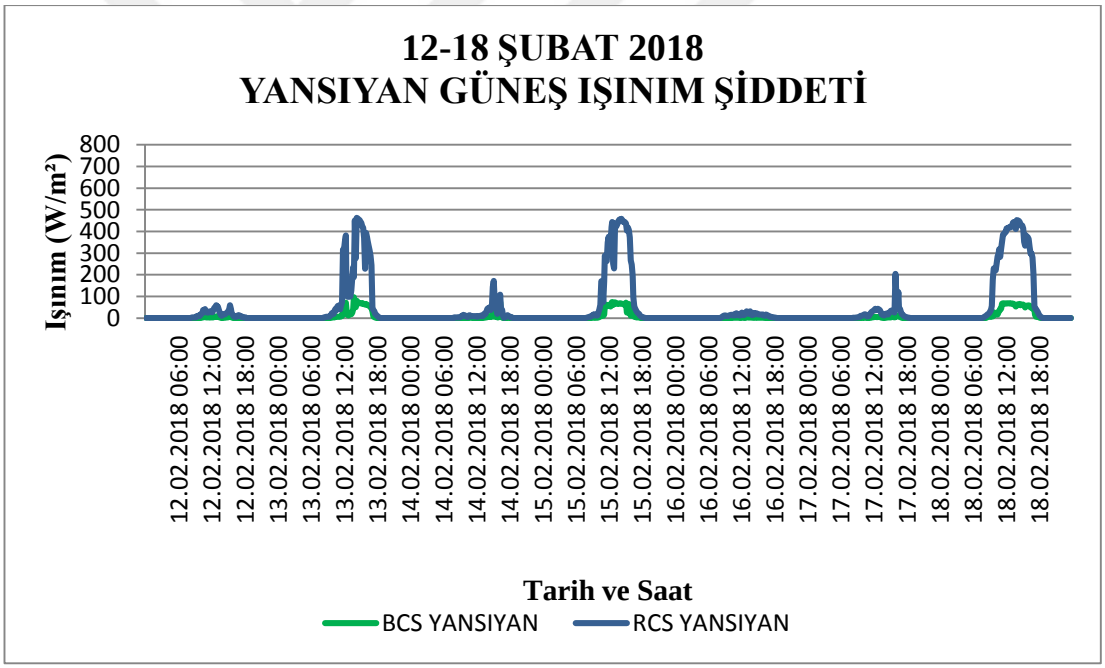
Tarih ve zaman	BCS Yansıma oranı (-)	RCS Yansıma oranı (-)
12 Şubat 2018	0.085	0.681
13 Şubat 2018	0.119	0.686
14 Şubat 2018	0.089	0.675
15 Şubat 2018	0.115	0.689
16 Şubat 2018	0.084	0.696
17 Şubat 2018	0.085	0.690
18 Şubat 2018	0.105	0.769



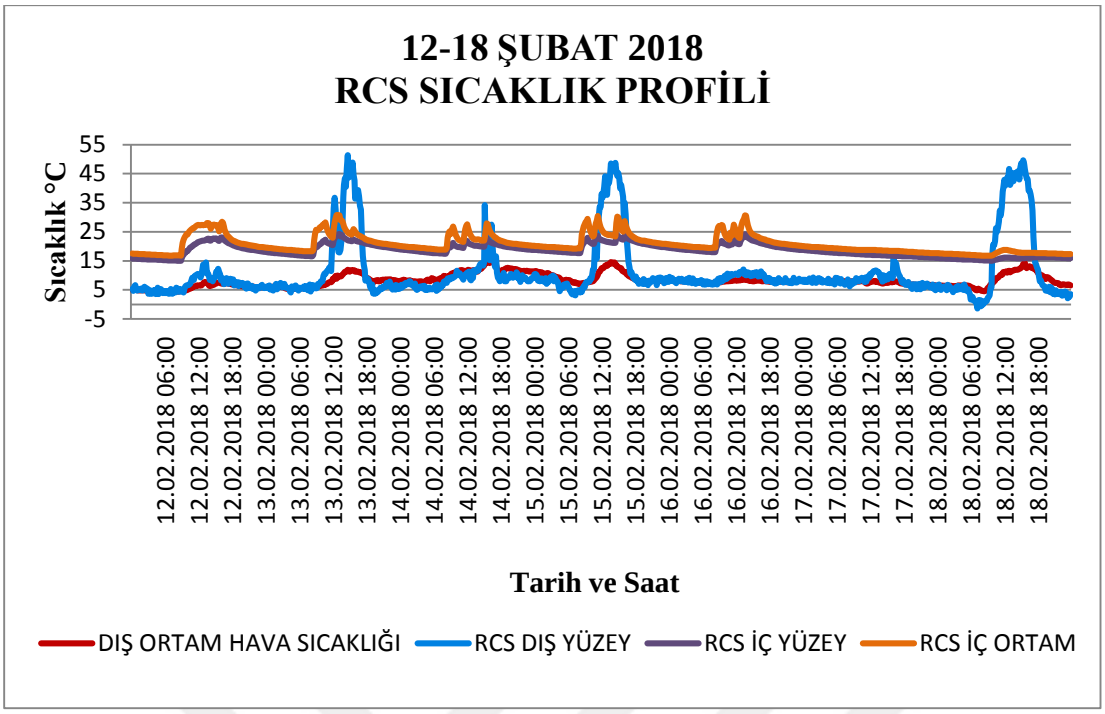
Şekil 5.478 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



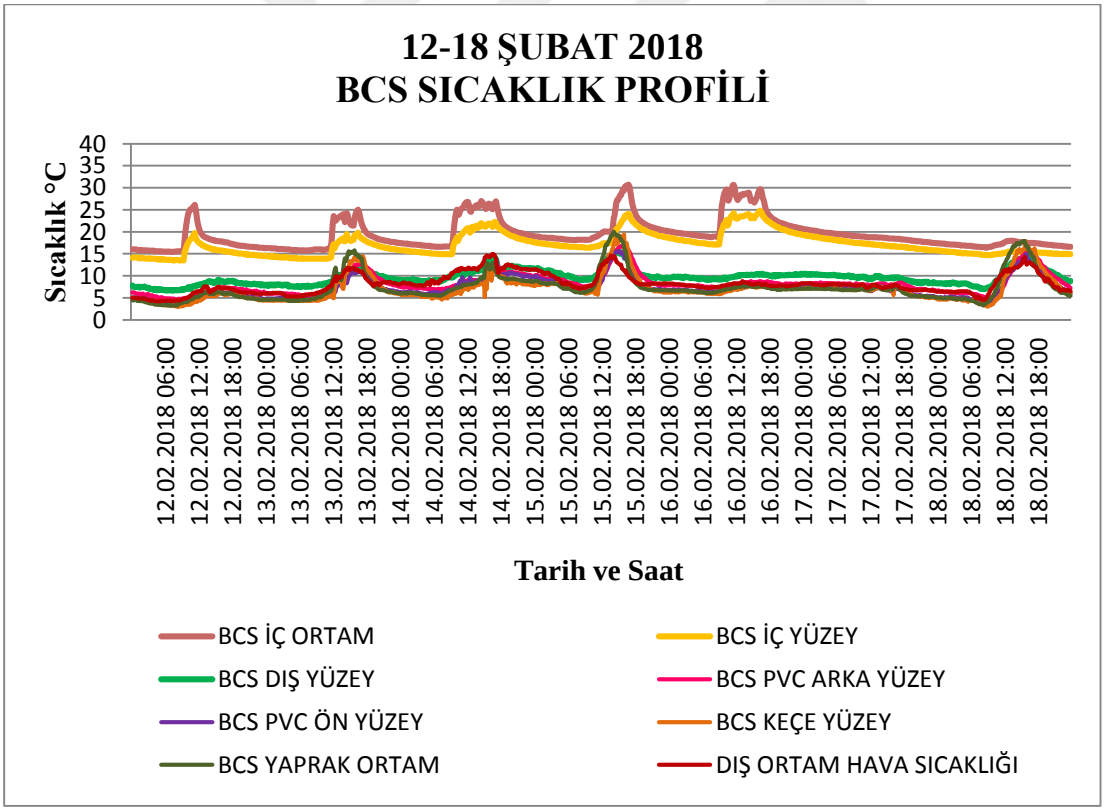
Şekil 5.479 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



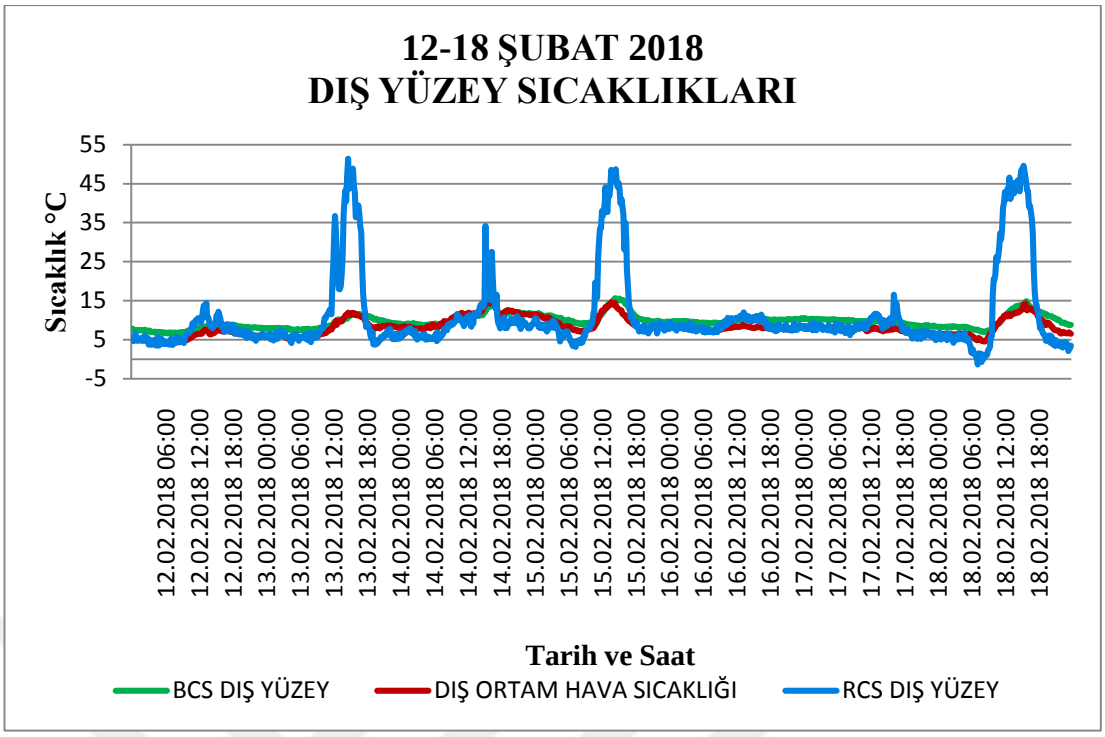
Şekil 5.480 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



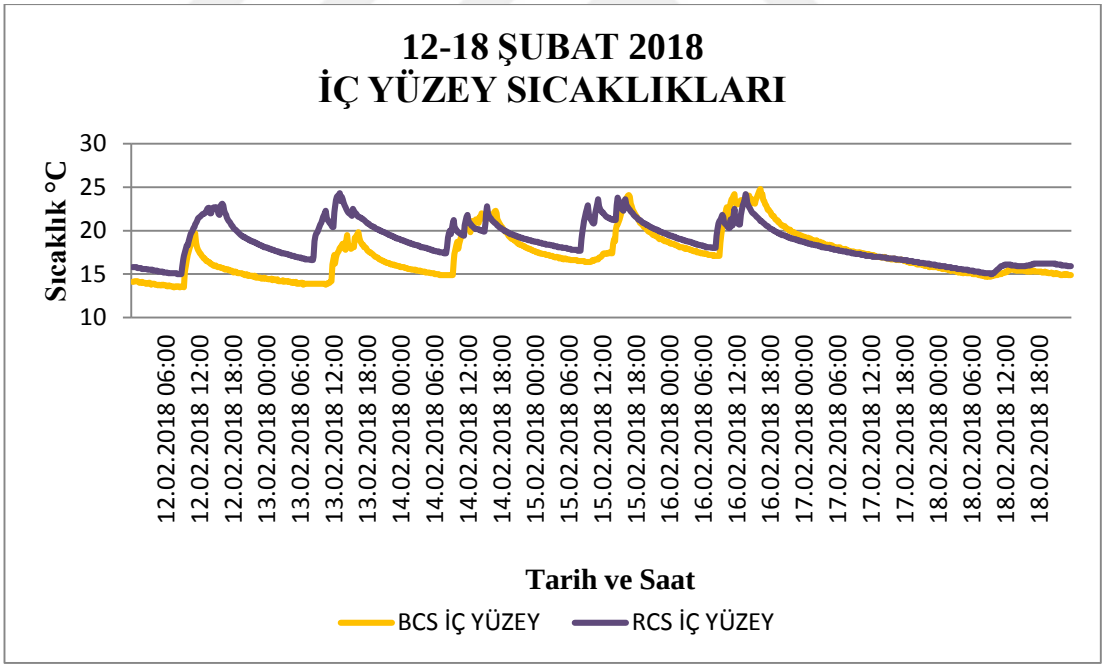
Şekil 5.481 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



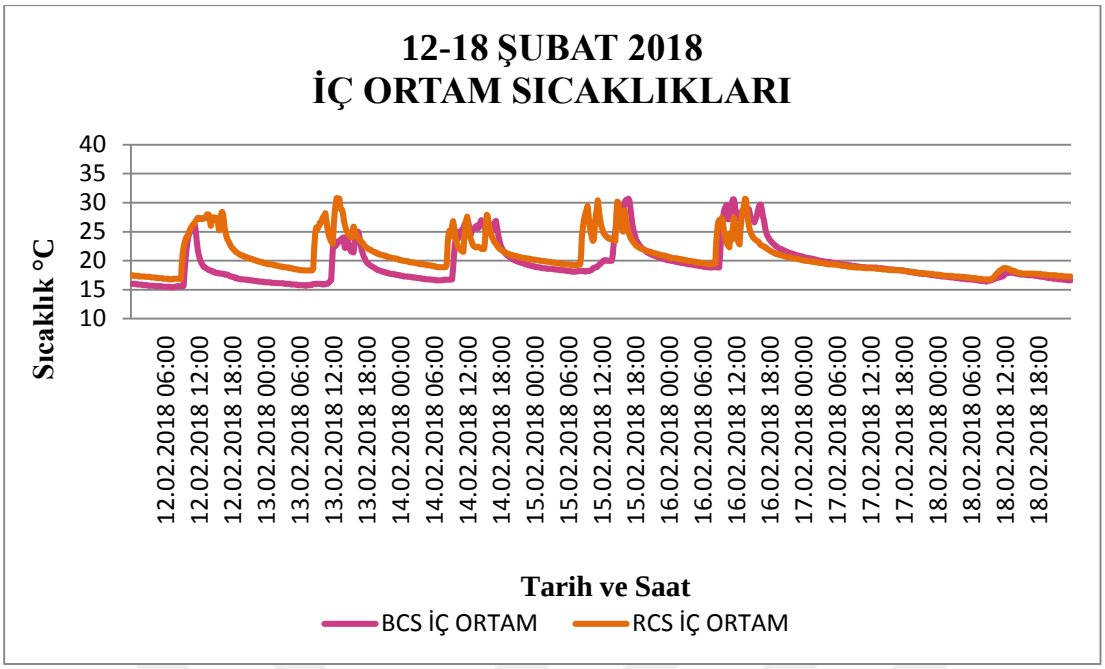
Şekil 5.482 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.483 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.484 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.485 : 12-18 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

13 Şubat 2018 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ve referans cepheye ait görünüm, Şekil 5.486'da yer almaktadır.



Şekil 5.486 : 13 Şubat 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe ve referans cephe görünümü.

19-25 Şubat 2018 Tarihleri Arasındaki Veri Analizi

Meteorolojik veriler

Dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı

19-25 Şubat 2018 tarihleri arasında hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla, 4.5°C-14.8°C ve %62-%94 arasındadır (Şekil 5.487). Her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Çizelge 5.109'da verilmiştir.

Gelen güneş ışınım şiddeti

19-25 Şubat 2018 tarihleri arasında, cepheye ulaşan en yüksek güneş ışınım şiddeti, 21 Şubat 2018 tarihinde saat 14:50'de görülmüştür ve 662W/m^2'dir (Şekil 5.488).

BCS ve RCS verileri

Bitkilendirilmiş ve referans cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansıma oranı

19-25 Şubat 2018 tarihleri arasında, referans cepheden ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınımı Şekil 5.489'da görülmektedir. Verilen tarihlerde, saat 10:00 ile 14:00 arasındaki BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması Çizelge 5.110'da görülmektedir. BCS yansıma oranı değerleri 0.08-0.12 arasında; RCS yansıma oranı değerleri de 0.68-0.71 arasında değişmiştir (Çizelge 5.110).

RCS sıcaklık profili

19-25 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 4.5°C ile 14.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 0°C ile 47.3°C, referans duvar iç yüzey sıcaklık değerleri 14.4°C ile 27.2°C, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16°C ile 32.8°C arasında değişmiştir (Şekil 5.490).

BCS sıcaklık profili

19-25 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklığı değerleri 4.5°C ile 14.8°C iken yaprak ortam sıcaklık değerleri 3°C ile 18.3°C, keçe yüzeyi sıcaklık değerleri 3.1°C ile 17.5°C, PVC panel ön yuzey sıcaklık değerleri 3.3°C ile 15.2°C ve PVC arka yüzey sıcaklıkları 4.5°C ile 16°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık değerleri 6.4°C ile 15.4°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklık değerleri

13°C ile 26.1°C ve bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14.9°C ile 33.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.491).

RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları

19-25 Şubat 2018 tarihleri arasında, dış ortam hava sıcaklıkları 4.5°C ile 14.8°C, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları 0°C ile 47.3°C, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları 6.4°C ile 15.4°C arasında değişmiştir (Şekil 5.492).

RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları

Verilen tarihlerde, referans duvar iç yüzey sıcaklıkları 14.4°C-27.2°C, bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklıkları 13°C-26.1°C arasındadır (Şekil 5.493).

RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları

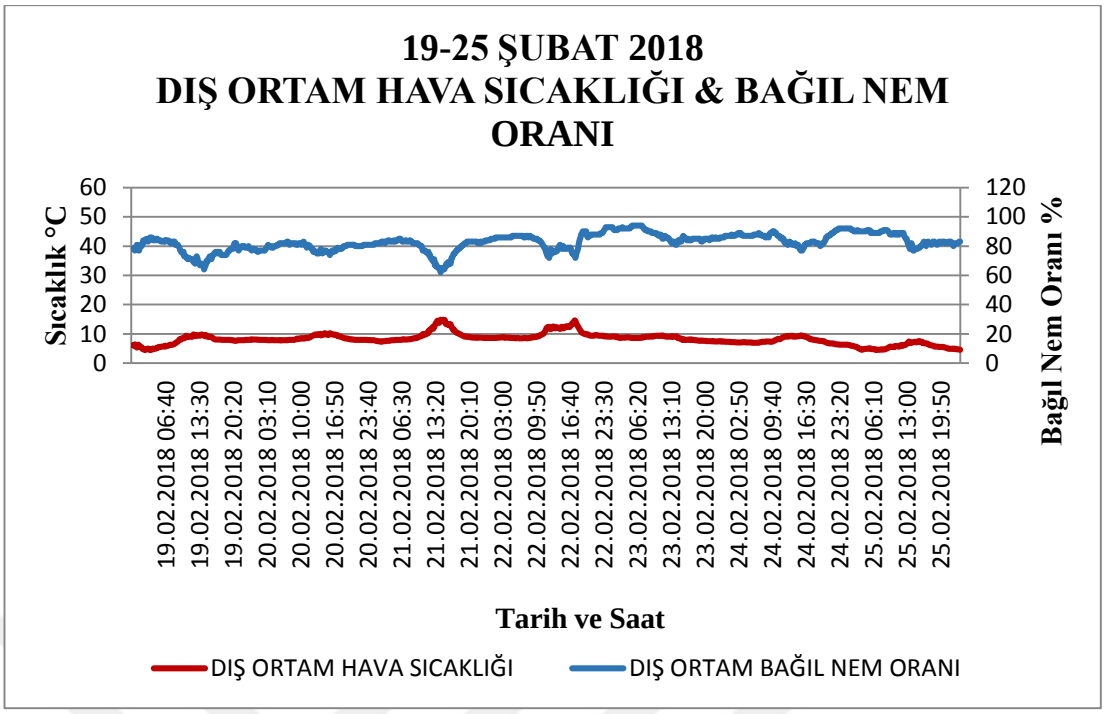
19-25 Şubat 2018 tarihleri arasında, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 16°C ile 32.8°C, bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam hava sıcaklık değerleri 14.9°C ile 33.3°C arasında değişmiştir (Şekil 5.494).

Çizelge 5.109 : 19-25 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için en yüksek ve en düşük dış ortam hava sıcaklık ve bağıl nem değerleri.

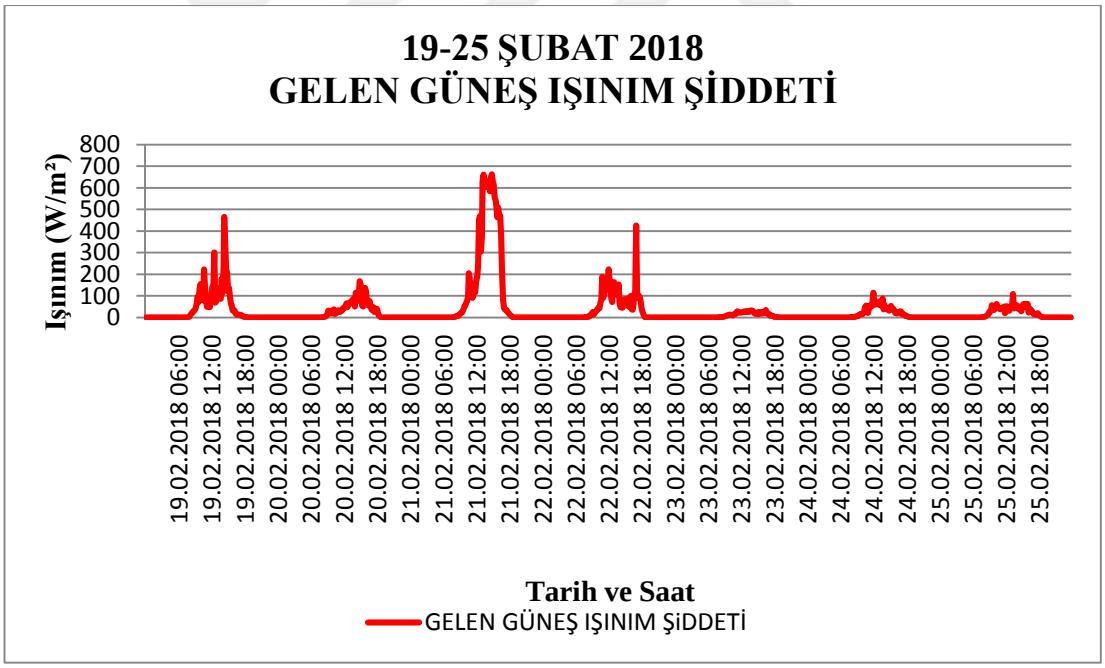
Tarih	**Dış Ortam Hava sıcaklığı (°C)**		**Dış Ortam Bağıl Nem Oranı (%)**	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
19 Şubat 2018	4.5	9.8	64	86
20 Şubat 2018	7.7	10.2	74	83
21 Şubat 2018	7.3	14.8	62	85
22 Şubat 2018	8.5	14.6	72	92
23 Şubat 2018	7.4	9.5	81	94
24 Şubat 2018	6.3	9.5	77	92
25 Şubat 2018	4.6	7.5	77	92

Çizelge 5.110 : 19-25 Şubat 2018 tarihleri arasında her bir gün için BCS ve RCS yansıma oranı aritmetik ortalaması.

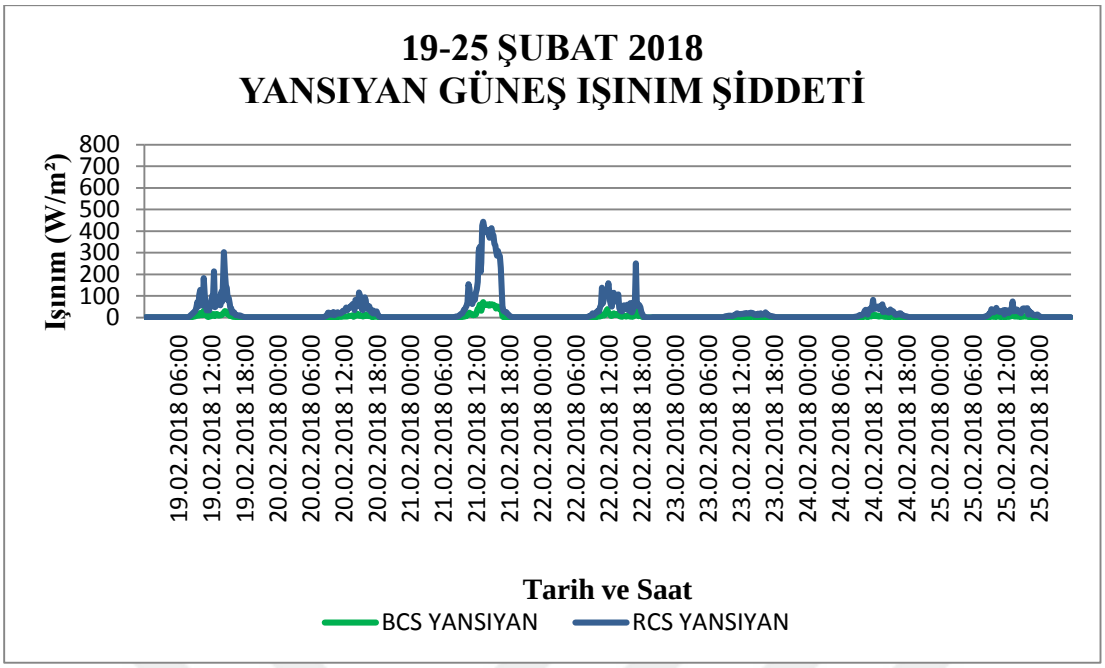
Tarih ve zaman	**BCS Yansıma oranı (-)**	**RCS Yansıma oranı (-)**
19 Şubat 2018	0.123	0.710
20 Şubat 2018	0.099	0.705
21 Şubat 2018	0.109	0.691
22 Şubat 2018	0.110	0.707
23 Şubat 2018	0.084	0.693
24 Şubat 2018	0.109	0.685
25 Şubat 2018	0.090	0.682



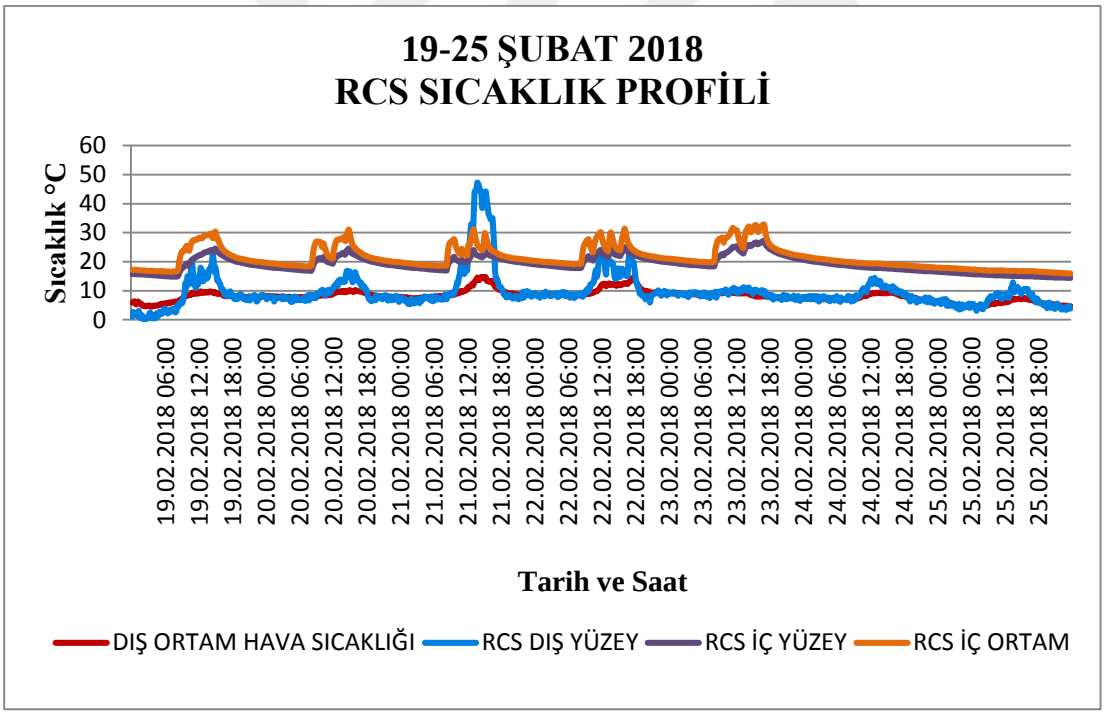
Şekil 5.487 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklığı ve bağıl nem oranı.



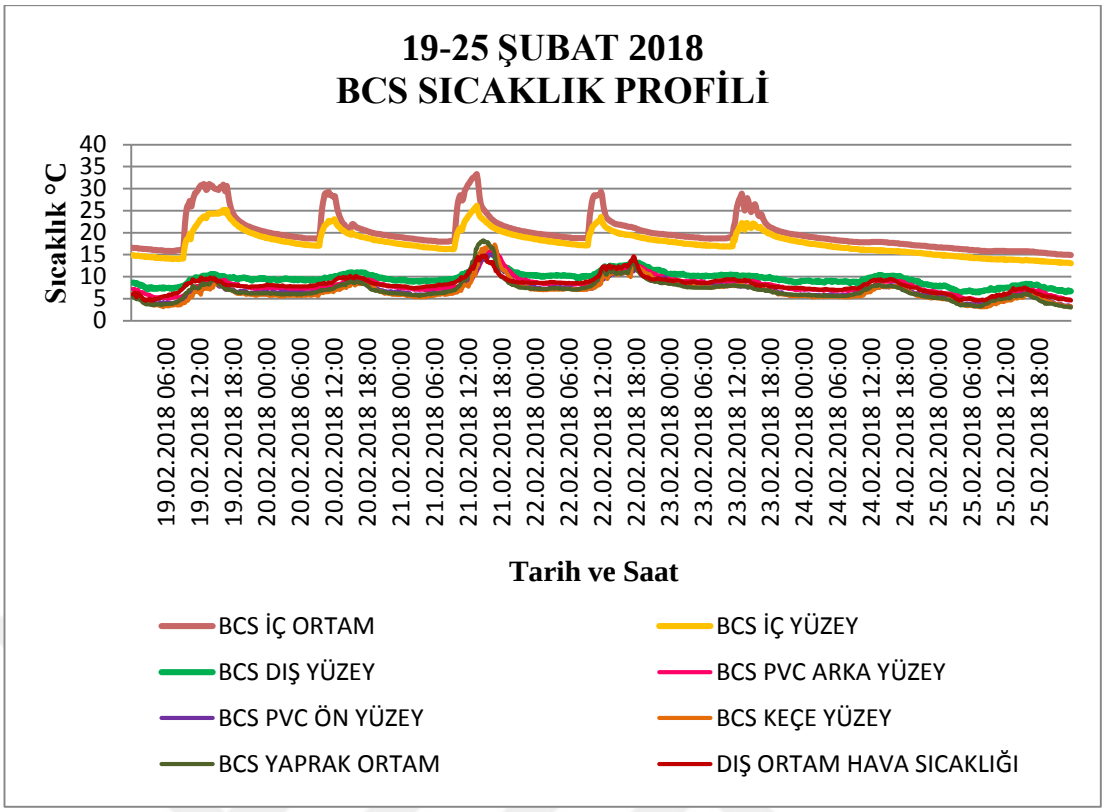
Şekil 5.488 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti.



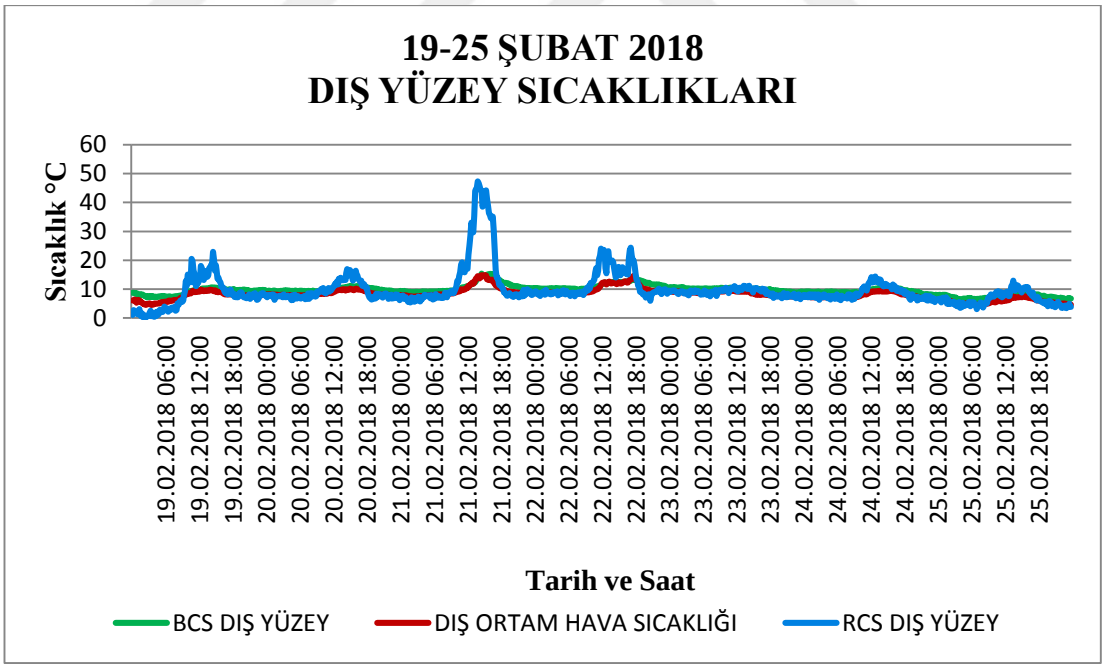
Şekil 5.489 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti.



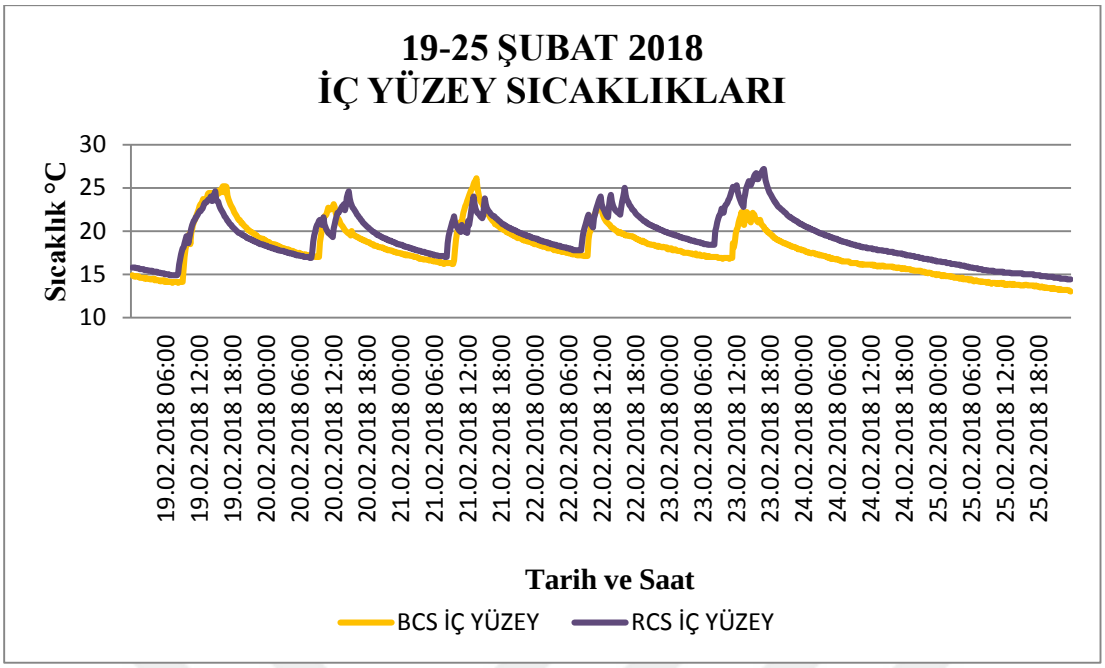
Şekil 5.490 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde RCS sıcaklık profili.



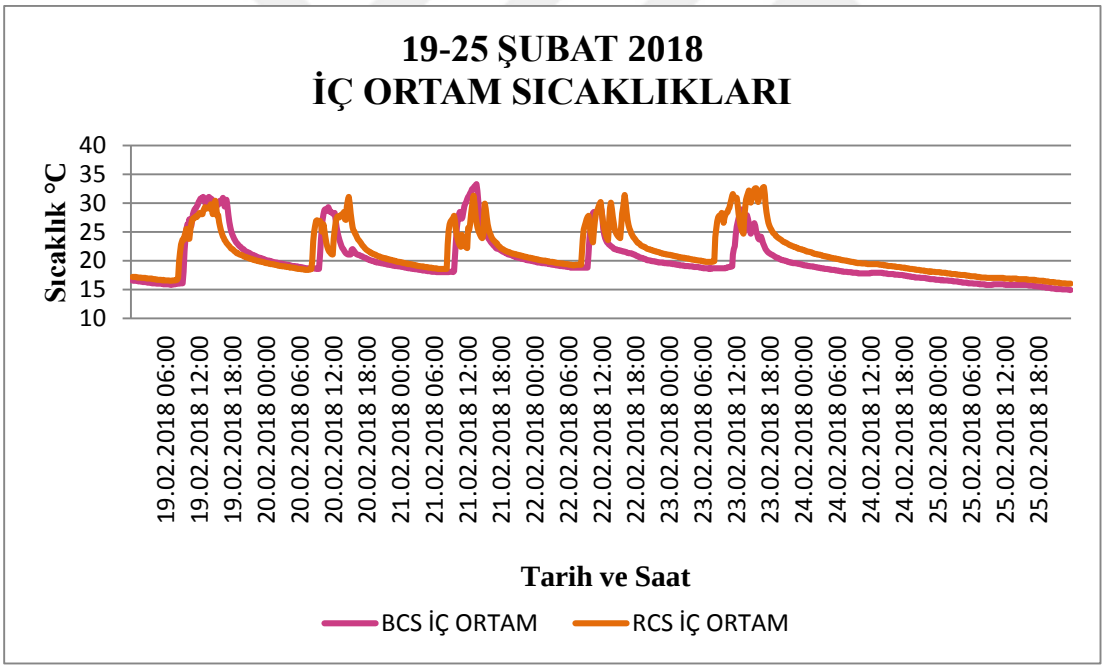
Şekil 5.491 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde BCS sıcaklık profili.



Şekil 5.492 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde dış ortam hava sıcaklık, referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.493 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklık değerleri.



Şekil 5.494 : 19-25 Şubat 2018 tarihlerinde referans ve bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalara ait iç ortam sıcaklık değerleri.

19 Şubat 2018 tarihindeki bitkilendirilmiş cepheye ait görünüm, Şekil 5.595'te yer almaktadır.



Şekil 5.495 : 19 Şubat 2018 tarihinde bitkilendirilmiş cephe görünümü.

5.2 Ölçüm Verilerinin Değerlendirilmesi

06 Şubat 2017 – 26 Şubat 2018 tarihleri arasında elde edilen ölçüm verileri bir önceki bölümde (5.1.Ölçüm Verilerinin Analizi) haftalık olarak analiz edilmiştir. Hafta içi ve hafta sonu verilerini kapsayan haftalık veri analizlerine göre genel bir değerlendirme yapılmıştır. Buna göre;

- RCS dış yüzey sıcaklıkları, tüm dönemler için, gündüz saatlerinde, güneş ışınım şiddeti ile doğru orantılıdır. Tüm haftalara ilişkin referans cephe sıcaklık profili ve gelen güneş ışınım şiddeti grafiklerine bakıldığında, referans duvar dış yüzey sıcaklık eğrisi ile cepheye gelen güneş ışınım şiddeti eğrisinin birbirine benzer bir eğilimi olduğu görülmektedir.
- BCS dış yüzey sıcaklıkları, tüm dönemler için, gündüz ve gece saatlerinde, dış ortam hava sıcaklıkları ile doğru orantılıdır. Tüm haftalara ilişkin bitkilendirilmiş cephe sıcaklık profili grafiklerine bakıldığında, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklık eğrisi ile dış ortam hava sıcaklığı eğrisinin birbirine benzer bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Yanı sıra, BCS dış yüzey sıcaklıkları, tüm dönemler için, gündüz ve gece saatlerinde, yaprak ortam, keçe yüzey, panel ön ve arka yüzey sıcaklıkları ile doğru orantılıdır. Yaprak ortam, keçe yüzey, panel ön ve arka yüzey, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey ve dış ortam hava sıcaklık eğrilerinin davranışı birbiriyle uyumlu olmakla birlikte,

yaprak ortam, keçe yüzey, panel ön ve arka yüzey, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıkları, yaz döneminde, gündüz saatlerinde, dış ortam sıcaklıklarından daha düşüktür; ancak aralarındaki sıcaklık farkı oldukça azdır.

- RCS dış yüzey sıcaklıkları, yazın gündüz saatlerinde ve kışın gökyüzünün açık olduğu bulutsuz günlerdeki gündüz saatlerinde, BCS dış yüzey sıcaklıklarından daha yüksektir. Özellikle güneş ışınım şiddetinin yüksek olduğu günlerde bu fark artmaktadır. Bu durum, soğutma dönemi için bitkilendirilmiş cephe sisteminin dış yüzey sıcaklıklarının azaltılmasındaki olumlu katkısını göstermektedir.
- RCS dış yüzey sıcaklıkları, yazın ve kışın gece saatlerinde, BCS dış yüzey sıcaklıklarından daha düşüktür. Bu durum, ısıtma dönemindeki gece saatleri için bitkilendirilmiş cephe sisteminin dış yüzey sıcaklıklarının arttırılmasındaki olumlu katkısını göstermektedir.
- Tüm haftalara ilişkin RCS ve BCS iç yüzey sıcaklığı ve iç ortam sıcaklığı grafiklerine bakıldığında, her iki cephe için de, hafta içi günlerindeki çalışma saatleri (08:00-17:00) içerisindeki iç yüzey ve iç ortam sıcaklık eğrilerinde, kullanıcı davranışına ve iklimlendirmeye bağlı olarak, ani iniş ve çıkışlar olduğu görülmektedir. Her iki cepheye ait iç ortam ve iç yüzey sıcaklıklarındaki ani ve düzensiz sıcaklık dalgalanmaları, hafta içi günlerinde bu iki odadaki kullanıcı davranışılarının ve iklimlendirmenin birbirinden farklı olduğunu işaret etmektedir. Dolayısıyla, her iki odadaki farklı kullanım ve iklimlendirme durumları, iç ortam sıcaklıkları ve iç yüzey sıcaklıklarını doğrudan etkilemiştir. Bu nedenle, hafta içi günlerine ait iç yüzey ve iç ortam sıcaklık verileri değerlendirmeye alınmamıştır.

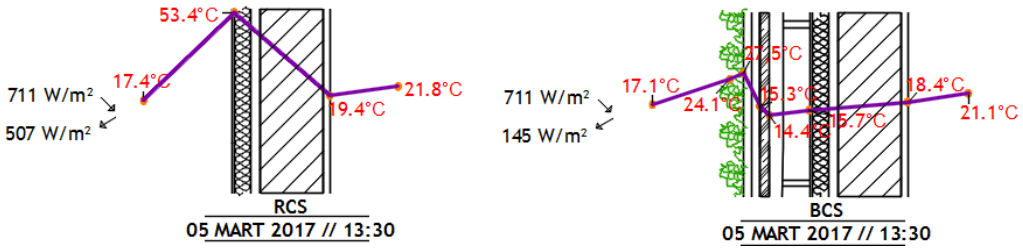
Her iki odadaki farklı iklimlendirme ve kullanım durumlarından dolayı bitkilendirilmiş cephenin ve referans cephenin ısıl performansı, hafta sonu günlerine ait veriler üzerinden değerlendirilmiştir. Veriler, sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz olmak üzere dört farklı mevsim/ dönem altında değerlendirilmiştir. Her dönemi temsil eden aylara ait güneş ışınım şiddetinin ve referans cephe dış yüzey sıcaklığının yüksek olduğu birer haftasonu günü seçilmiştir. Böylece, her dönem için seçilen üç farklı haftasonu gününe ilişkin bitkilendirilmiş ve referans cephenin yansıtıcılık oranları karşılaştırılmıştır. Ayrıca, seçilen haftasonu günlerindeki referans ve bitkilendirilmiş

cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatler belirlenmiş ve bu saatlere ait sıcaklık kesitleri oluşturulmuştur. Bu saatlere ait referans ve bitkilendirilmiş cephe kesitleri üzerinden her iki cepheye ilişkin dış yüzey, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları karşılaştırılmıştır. Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ortaya konulmuştur. Ayrıca, bitkilendirilmiş ve referans cephenin iç ortam sıcaklıkları, ülkemizde binalarda ısı yalıtımı kuralları için geçerli olan TS 825 Standardı'na (Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı) ve ISO 7730 Standardı'na (Ergonomics of the thermal Environment_ Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria) göre değerlendirilmiştir. Ayrıca, referans duvar iç yüzey sıcaklığı ile referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığı ile bitkilendirilmiş duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı arasındaki fark TS 825 Standardı'na göre değerlendirilmiştir.

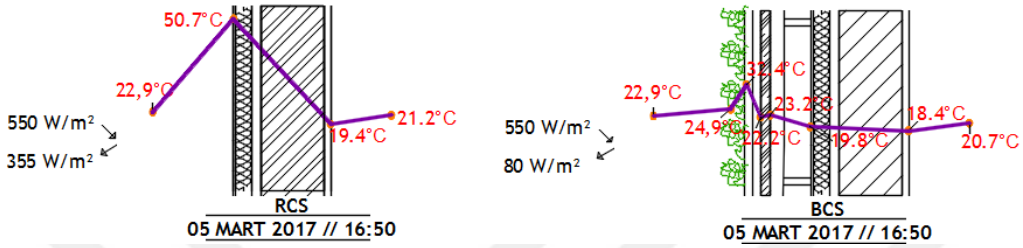
İlkbahar Dönemine ait Ölçüm Verilerinin Değerlendirilmesi

İlkbahar dönemindeki Mart, Nisan ve Mayıs aylarında güneş ışınım şiddetinin ve referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının yüksek olduğu hafta sonu günleri, **05 Mart 2017, 30 Nisan 2017** ve **13 Mayıs 2017** tarihleri olarak belirlenmiştir.

Mart ayını temsil eden **05 Mart 2017** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:30'da 746W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.29). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 553W/m^2'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 514W/m^2 ve 145W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.30). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.786 ve 0.193'tür (bkz. Çizelge 5.8). Bu durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 4 katıdır. Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 13:30'da en yüksek değerine (53.4°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 16:50'de en yüksek değerine (19.8°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.496'da, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.497'de görülmektedir.



Şekil 5.496 : 05 Mart 2017 tarihinde saat 13:30'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.497 : 05 Mart 2017 tarihinde saat 16:50'de referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.111'de görülmektedir.

Çizelge 5.111 : 05 Mart 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

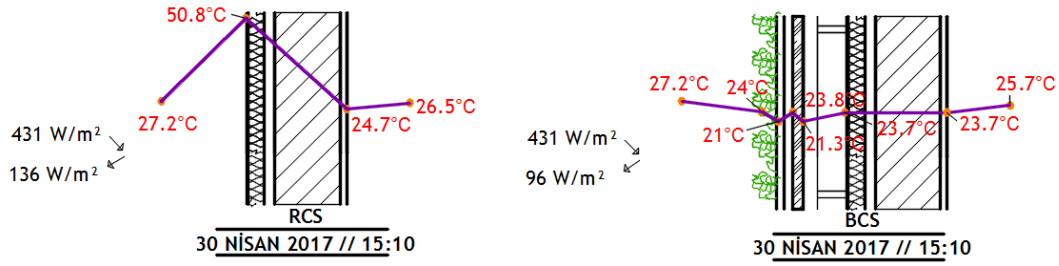
Ölçüm parametreleri	**saat**	**RCS**	**BCS**	**fark (RCS-BCS)**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti	13:30 (RCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	711W/m²	711W/m²	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti		507W/m²	145W/m²	-
Dış ortam hava sıcaklığı		17.4°C	17.4°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı		-	24.1°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	27.5°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	15.3°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	14.4°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		53.4°C	15.7°C	**39.7°C**
İç yüzey sıcaklığı		19.4°C	18.4°C	**1°C**
İç ortam sıcaklığı		21.8°C	21.1°C	**0.7°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti	16:50 (BCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	550W/m²	550W/m²	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti		355W/m²	80W/m²	-
Dış ortam hava sıcaklığı		22.9°C	22.9°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı		-	24.9°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	32.4°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	22.2°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	23.2°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		50.7°C	19.8°C	**30.9°C**
İç yüzey sıcaklığı		19.4°C	18.4°C	**1°C**
İç ortam sıcaklığı		21.2°C	20.7°C	**0.5°C**

Yukarıdaki verilere göre, 05 Mart 2017 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (13:30), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **39.7°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.7°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (16:50), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **30.9°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.5°C** daha yüksek çıkmıştır. Referans cephe dış yüzey sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **33.6°C**'dir.

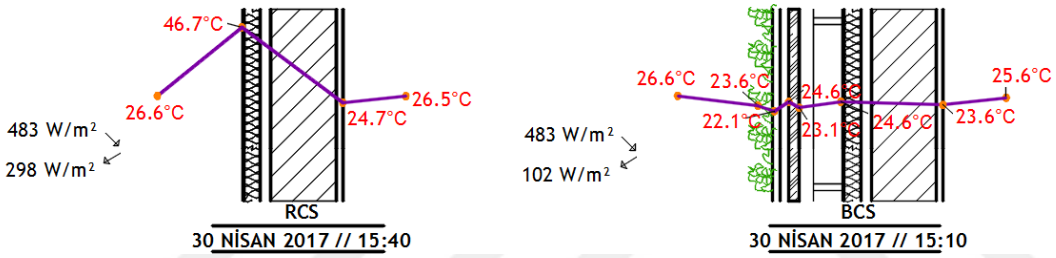
Sonuç olarak, Mart ayını temsil eden 05 Mart 2017 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça fazladır. Buna karşın, her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar oldukça düşüktür. Ayrıca, söz konusu tarih ve saatler için, her iki odadaki iç ortam sıcaklıkları TS 825'te belirtilen 19°C'nin ve ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 20°C alt sınırının üzerinde ve 26°C üst sınırının altındadır (TS 825, 2013; ISO 7730, 2005). Ayrıca, TS 825 Standardı'nda duvar iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farkın 3°C'nin altında olması gerektiği belirtilmektedir. Söz konusu tarih ve saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark TS 825 Standardı'nda belirtilen 3°C'nin altındadır.

Nisan ayını temsil eden **30 Nisan 2017** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:00'da 466W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.101). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 312W/m^2'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 367W/m^2 ve 125W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.102). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.861 ve 0.319'dur (bkz. Çizelge 5.24). Bu durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 2.7 katıdır. Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 15:10'da en yüksek

değerine (50.8°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 15:40'ta en yüksek değerine (24.6°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.498'de, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.499'da görülmektedir.



Şekil 5.498 : 30 Nisan 2017 tarihinde saat 15:10'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.499 : 30 Nisan 2017 tarihinde saat 15:40'ta referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.112'de görülmektedir. Çizelge 5.122'deki verilere göre, 30 Nisan 2017 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:10), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **27.1°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.8°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:40), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **22.1°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1.1°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.9°C** daha yüksek çıkmıştır. Referans cephe dış yüzey

sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **26.2°C**'dir.

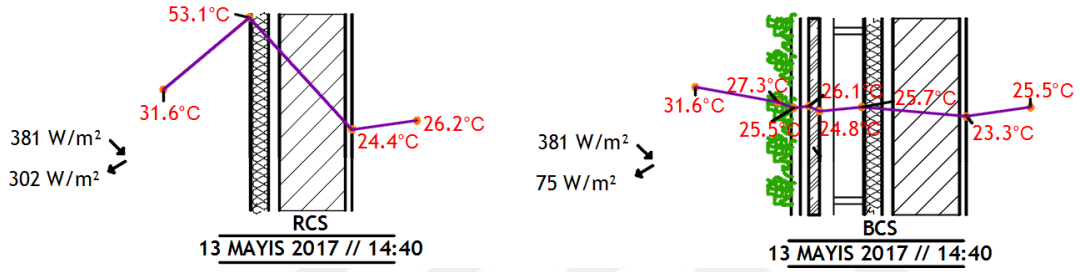
Çizelge 5.112 : 30 Nisan 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

Ölçüm parametreleri	**saat**	**RCS**	**BCS**	**fark (RCS-BCS)**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti	15:10 (RCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	431W/m^2	431W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti		136W/m^2	96W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		27.2°C	27.2°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı		-	24°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	21°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	23.8°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	21.3°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		50.8°C	23.7°C	**27.1°C**
İç yüzey sıcaklığı		24.7°C	23.7°C	**1°C**
İç ortam sıcaklığı		26.5°C	25.7°C	**0.8°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti	15:40 (BCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	483W/m^2	483W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti		298W/m^2	102W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		26.6°C	26.6°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı		-	23.6°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	22.1°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	24.6°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	23.1°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		46.7°C	24.6°C	**22.1°C**
İç yüzey sıcaklığı		24.7°C	23.6°C	**1.1°C**
İç ortam sıcaklığı		26.5°C	25.6°C	**0.9°C**

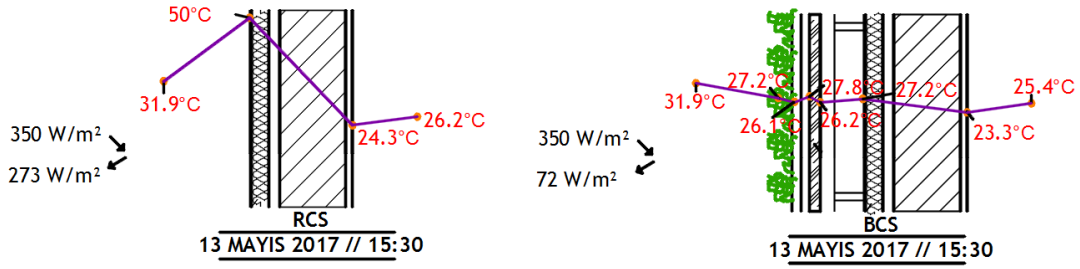
Sonuç olarak, Nisan ayını temsil eden 30 Nisan 2017 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça fazladır. Buna karşın, her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar oldukça düşüktür. Söz konusu tarih ve saatler için, bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odadaki iç ortam sıcaklıkları TS 825'te belirtilen 19°C'nin ve ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 20°C alt sınırının üzerinde, ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 26°C üst sınırının altındadır; referans cephenin arkasındaki odadaki iç ortam sıcaklıkları ise 26°C sınırının üstüne çıkmıştır (TS 825, 2013; ISO 7730, 2005). Ayrıca, belirlenen saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altındadır.

Mayıs ayını temsil eden **13 Mayıs 2017** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:20'de 415W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.119). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 256W/m^2'dir.

Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 327W/m^2 ve 93W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.120). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.826 ve 0.263'tür (bkz. Çizelge 5.28). Bu durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 3 katıdır. Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 14:40'ta en yüksek değerine (53.1°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 15:30'da en yüksek değerine (27.2°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.500'de, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.501'de görülmektedir.



Şekil 5.500 : 13 Mayıs 2017 tarihinde saat 14:40'ta referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.501 : 13 Mayıs 2017 tarihinde saat 15:30'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.113'te görülmektedir. Çizelge 5.113'teki verilere göre, 13 Mayıs 2017 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (14:40), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **27.4°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1.1°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.7°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:30), referans duvar dış yüzey

sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **22.8°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.8°C** daha yüksek çıkmıştır. Referans cephe dış yüzey sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **25.9°C**'dir.

Çizelge 5.113 : 13 Mayıs 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

Ölçüm parametreleri	**saat**	**RCS**	**BCS**	**fark (RCS-BCS)**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		381W/m^2	381W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	14:40	302W/m^2	75W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		31.6°C	31.6°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(RCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	27.3°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	25.5°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	26.1°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	24.8°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		53.1°C	25.7°C	**27.4°C**
İç yüzey sıcaklığı		24.4°C	23.3°C	**1.1°C**
İç ortam sıcaklığı		26.2°C	25.5°C	**0.7°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		350W/m^2	350W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	15:30	273W/m^2	72W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		31.9°C	31.9°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(BCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	27.2°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	26.1°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	27.8°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	26.2°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		50°C	27.2°C	**22.8°C**
İç yüzey sıcaklığı		24.3°C	23.3°C	**1°C**
İç ortam sıcaklığı		26.2°C	25.4°C	**0.8°C**

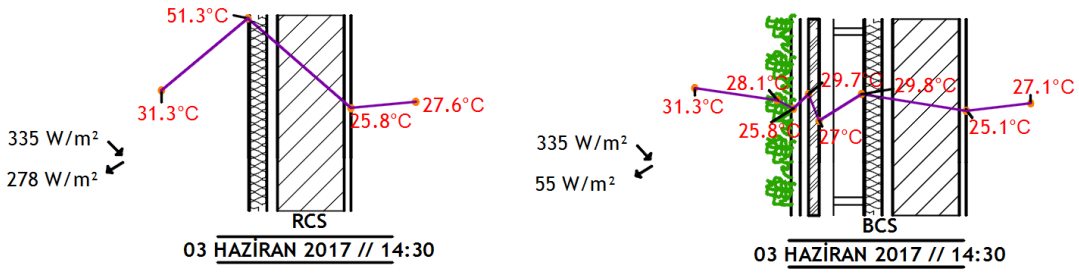
Sonuç olarak, Mayıs ayını temsil eden 13 Mayıs 2017 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça fazladır. Buna karşın, her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar oldukça düşüktür. Söz konusu tarih ve saatler için, bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odadaki iç ortam sıcaklıkları TS 825'te belirtilen 19°C'nin ve ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 20°C alt sınırının üzerinde, ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 26°C üst sınırının altındadır; referans cephenin arkasındaki odadaki iç ortam sıcaklıkları ise 26°C sınırının üstüne çıkmıştır (TS 825, 2013; ISO 7730, 2005). Ayrıca, belirlenen saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altındadır.

İlkbahar dönemi için genel bir değerlendirme yapılacak olursa; aylara ait tüm temsili günler ve bu günlerdeki referans ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatler için, referans duvar dış yüzey sıcaklıklarının bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar en fazla 39.7°C'ye ulaşmıştır Referans cephe iç yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklıklarından daha yüksek çıkmıştır, ancak aradaki farklar oldukça düşüktür. RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar 1°C-1.1°C civarındadır. İç ortam sıcaklıkları açısından da benzer durum söz konusudur. İç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar ise 0.5°C - 0.9°C arasında değişmiştir.

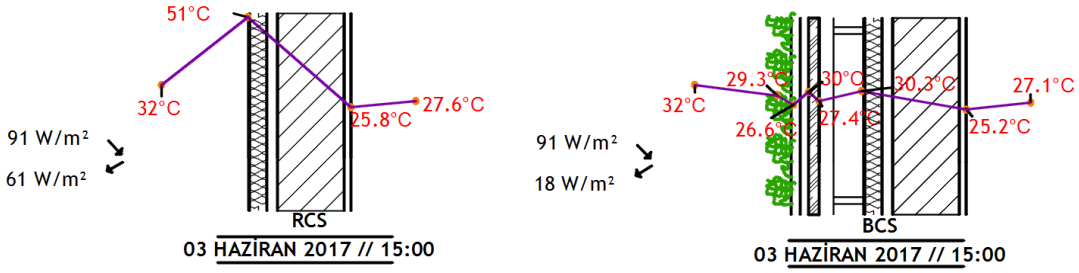
Yaz Dönemine ait Ölçüm Verilerinin Değerlendirilmesi

Yaz dönemindeki Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında güneş ışınım şiddetinin ve referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının yüksek olduğu hafta sonu günleri, **03 Haziran 2017, 30 Temmuz 2017** ve **12 Ağustos 2017** tarihleri olarak belirlenmiştir.

Haziran ayını temsil eden **03 Haziran 2017** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:40'ta 342W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.146). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 221W/m^2'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 284W/m^2 ve 57W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.147). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.865 ve 0.185'tir (bkz. Çizelge 5.34). Bu durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 4.7 katıdır. Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 14:30'da en yüksek değerine (51.3°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 15:00'da en yüksek değerine (30.3°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.502'de, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.503'te görülmektedir.



Şekil 5.502 : 03 Haziran 2017 tarihinde saat 14:30'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.503 : 03 Haziran 2017 tarihinde saat 15:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.114'te görülmektedir.

Çizelge 5.114 : 03 Haziran 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

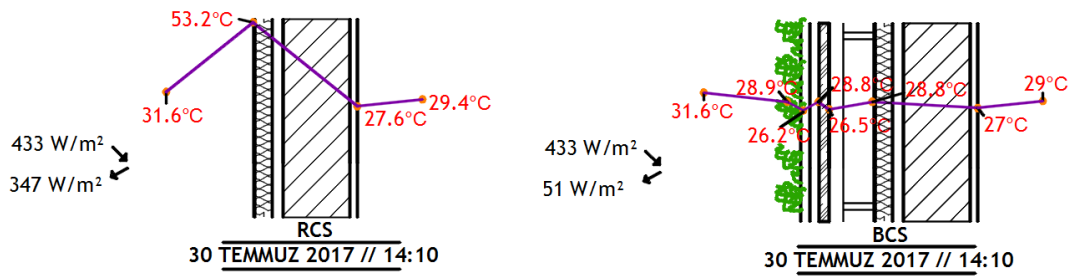
Ölçüm parametreleri	**saat**	**RCS**	**BCS**	**fark (RCS-BCS)**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		335W/m²	335W/m²	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	14:30	278W/m²	55W/m²	-
Dış ortam hava sıcaklığı		31.3°C	31.3°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(RCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	28.1°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	25.8°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	29.7°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	27°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		51.3°C	29.8°C	**21.5°C**
İç yüzey sıcaklığı		25.8°C	25.1°C	**0.7°C**
İç ortam sıcaklığı		27.6°C	27.1°C	**0.5°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		91W/m²	91W/m²	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	15:00	61W/m²	18W/m²	-
Dış ortam hava sıcaklığı		32°C	32°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(BCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	29.3°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	26.6°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	30°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	27.4°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		51°C	30.3°C	**20.7°C**
İç yüzey sıcaklığı		25.8°C	25.2°C	**0.6°C**
İç ortam sıcaklığı		27.6°C	27.1°C	**0.5°C**

Çizelge 5.114'teki verilere göre, 03 Haziran 2017 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (14:30), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **21.5°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **0.7°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.5°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:00), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **20.7°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **0.6°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.5°C** daha yüksek çıkmıştır. Referans cephe dış yüzey sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **21°C**'dir.

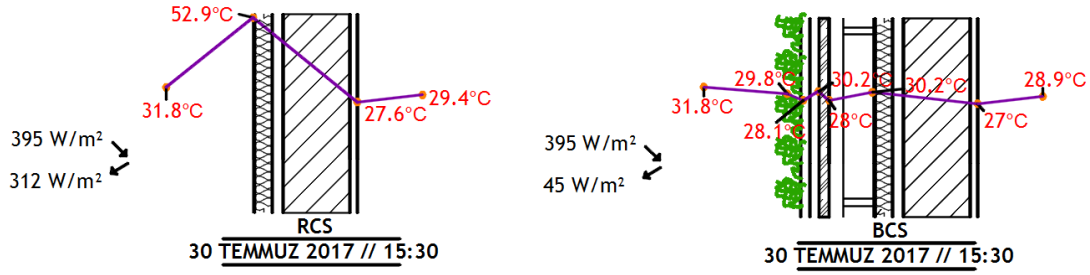
Sonuç olarak, Haziran ayını temsil eden 03 Haziran 2017 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça fazladır. Buna karşın, her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar oldukça düşüktür. Ayrıca, söz konusu tarih ve saatler için, her iki odadaki iç ortam sıcaklıkları ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 26°C üst sınırının üzerindedir (ISO 7730, 2005). Söz konusu tarih ve saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altındadır.

Temmuz ayını temsil eden **30 Temmuz 2017** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:20'de 443W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.218). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 229W/m^2'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 353W/m^2 ve 51W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.219). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.835 ve 0.161'dir (bkz. Çizelge 5.50). Bu durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 5 katıdır. Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 14:10'da en yüksek değerine (53.2°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 15:30'da en yüksek değerine (30.2°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil

5.504'te, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.505'te görülmektedir.



Şekil 5.504 : 30 Temmuz 2017 tarihinde saat 14:10'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.505 : 30 Temmuz 2017 tarihinde saat 15:30'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.115'te görülmektedir. Çizelge 5.115'teki verilere göre, 30 Temmuz 2017 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (14:10), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **24.4°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **0.6°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.4°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:30), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **22.7°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **0.6°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.5°C** daha yüksek çıkmıştır. Referans cephe dış yüzey sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **23°C**'dir.

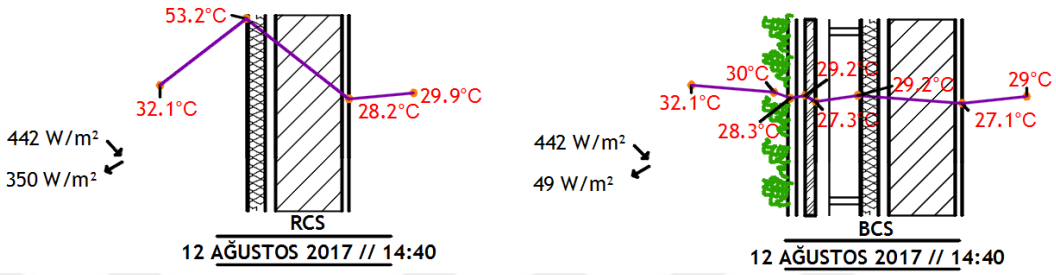
Çizelge 5.115 : 30 Temmuz 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

Ölçüm parametreleri	saat	RCS	BCS	fark (RCS-BCS)
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		433W/m^2	433W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	14:10	347W/m^2	51W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		31.6°C	31.6°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(RCS	-	28.9°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı	dış yüzey	-	26.2°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı	sıcaklığının en	-	28.8°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı	yüksek olduğu	-	26.5°C	-
Dış yüzey sıcaklığı	saat)	53.2°C	28.8°C	**24.4°C**
İç yüzey sıcaklığı		27.6°C	27°C	**0.6°C**
İç ortam sıcaklığı		29.4°C	29°C	**0.4°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		395W/m^2	395W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	15:30	312W/m^2	45W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		31.8°C	31.8°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(BCS	-	29.8°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı	dış yüzey	-	28.1°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı	sıcaklığının en	-	30.2°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı	yüksek olduğu	-	28°C	-
Dış yüzey sıcaklığı	saat)	52.9°C	30.2°C	**22.7°C**
İç yüzey sıcaklığı		27.6°C	27°C	**0.6°C**
İç ortam sıcaklığı		29.4°C	28.9°C	**0.5°C**

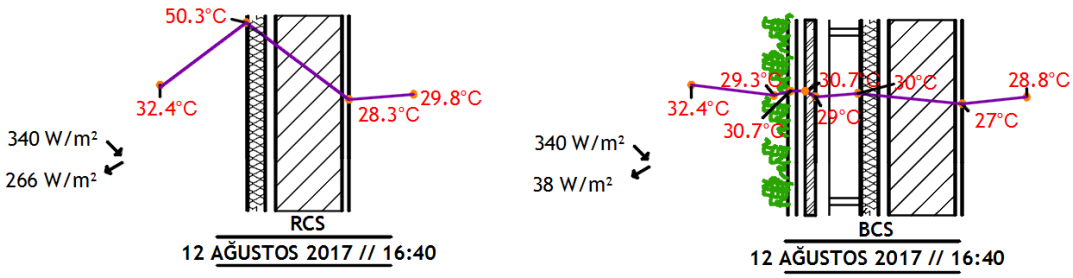
Sonuç olarak, Temmuz ayını temsil eden 30 Temmuz 2017 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça fazladır. Buna karşın, her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar oldukça düşüktür. Ayrıca, söz konusu tarih ve saatler için, her iki odadaki iç ortam sıcaklıkları ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 26°C üst sınırının üzerindedir. Söz konusu tarih ve saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altındadır.

Ağustos ayını temsil eden **12 Ağustos 2017** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:10'da 454W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.236). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 315W/m^2'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 364W/m^2 ve 54W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.237). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.879 ve 0.121'dir (bkz. Çizelge 5.54). Bu durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 7 katıdır.

Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 14:40'ta en yüksek değerine (53.2°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 16:40'ta en yüksek değerine (30°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.506'da, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.507'de görülmektedir.



Şekil 5.506 : 12 Ağustos 2017 tarihinde saat 14:40'ta referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.507 : 12 Ağustos 2017 tarihinde saat 16:40'ta referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.116'da görülmektedir. Çizelge 5.116'daki verilere göre, 12 Ağustos 2017 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (14:40), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **24°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1.1°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.9°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (16:40), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **20.3°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1.3°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **1°C** daha yüksek çıkmıştır. Referans cephe dış yüzey

sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **23.2°C**'dir.

Çizelge 5.116 : 12 Ağustos 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

Ölçüm parametreleri	**saat**	**RCS**	**BCS**	**fark (RCS-BCS)**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		442W/m^2	442W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	14:40	350W/m^2	49W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		32.1°C	32.1°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(RCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	30°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	28.3°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	29.2°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	27.3°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		53.2°C	29.2°C	**24°C**
İç yüzey sıcaklığı		28.2°C	27.1°C	**1.1°C**
İç ortam sıcaklığı		29.9°C	29°C	**0.9°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		340W/m^2	340W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	16:40	266W/m^2	38W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		32.4°C	32.4°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(BCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	29.3°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	30.7°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	30.7°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	29°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		50.3°C	30°C	**20.3°C**
İç yüzey sıcaklığı		28.3°C	27°C	**1.3°C**
İç ortam sıcaklığı		29.8°C	28.8°C	**1°C**

Sonuç olarak, Ağustos ayını temsil eden 12 Ağustos 2017 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça fazladır. Buna karşın, her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar oldukça düşüktür. Ayrıca, söz konusu tarih ve saatler için, her iki odadaki iç ortam sıcaklıkları ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 26°C üst sınırının üzerindedir. Söz konusu tarih ve saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altındadır.

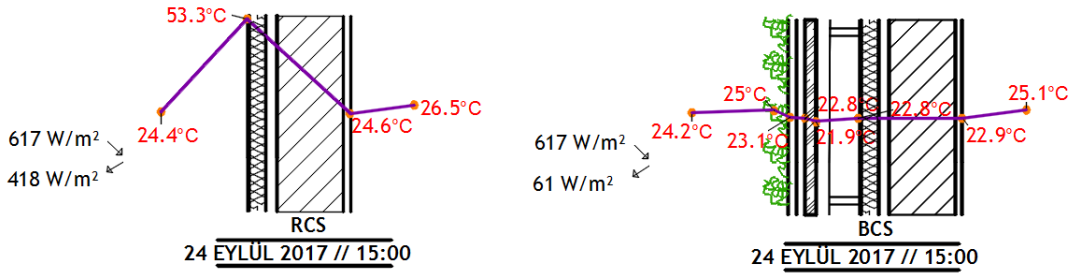
Yaz dönemi için genel bir değerlendirme yapılacak olursa; aylara ait tüm temsili günler ve bu günlerdeki referans ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatler için, referans duvar dış yüzey sıcaklıklarının bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar en fazla 24.4°C'ye ulaşmıştır. Referans cephe iç yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklıklarından

daha yüksek çıkmıştır, ancak aradaki farklar oldukça düşüktür. RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar 0.6°C-1.3°C civarındadır. İç ortam sıcaklıkları açısından da benzer durum söz konusudur. İç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar ise 0.4°C-1°C arasında değişmiştir. Bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıklarında meydana gelen söz konusu azalma, bu dönem için olumludur.

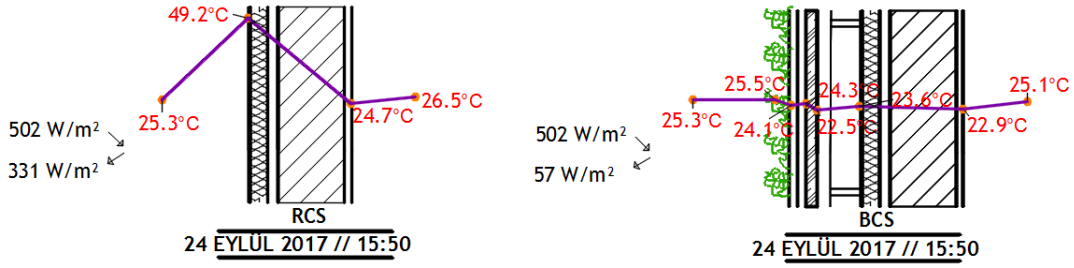
Sonbahar Dönemine ait Ölçüm Verilerinin Değerlendirilmesi

Sonbahar dönemindeki Eylül, Ekim ve Kasım aylarında güneş ışınım şiddetinin ve referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının yüksek olduğu hafta sonu günleri, **24 Eylül 2017, 21 Ekim 2017** ve **25 Kasım 2017** tarihleri olarak belirlenmiştir.

Eylül ayını temsil eden **24 Eylül 2017** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:10'da 642W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.290). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 456W/m^2'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 448W/m^2 ve 73W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.291). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.801 ve 0.101'dir (bkz. Çizelge 5.66). Bu durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 8 katıdır. Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 15:00'da en yüksek değerine (53.3°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 15:50'de en yüksek değerine (23.6°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.508'de, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.509'da görülmektedir.



Şekil 5.508 : 24 Eylül 2017 tarihinde saat 15:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.509 : 24 Eylül 2017 tarihinde saat 15:50'de referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.117'de görülmektedir.

Çizelge 5.117 : 24 Eylül 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

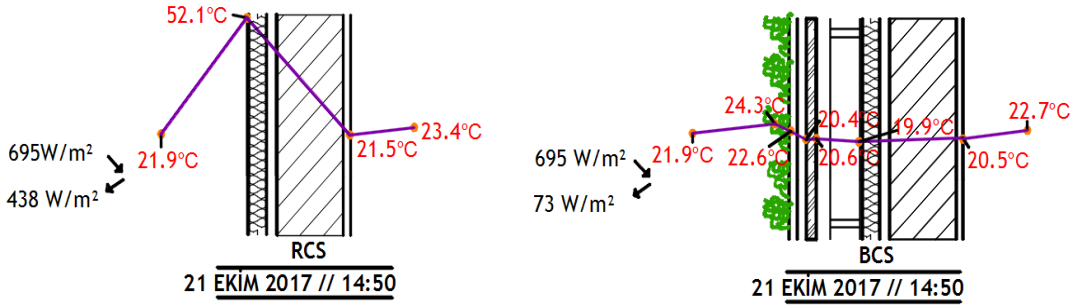
Ölçüm parametreleri	**saat**	**RCS**	**BCS**	**fark (RCS-BCS)**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti	15:00 (RCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	617W/m²	617W/m²	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti		418W/m²	61W/m²	-
Dış ortam hava sıcaklığı		24.2°C	24.2°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı		-	25°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	23.1°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	22.8°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	21.9°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		53.3°C	22.8°C	**30.5°C**
İç yüzey sıcaklığı		24.6°C	22.9°C	**1.7°C**
İç ortam sıcaklığı		26.5°C	25.1°C	**1.4°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti	15:50 (BCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	502W/m²	502W/m²	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti		331W/m²	57W/m²	-
Dış ortam hava sıcaklığı		25.3°C	25.3°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı		-	25.5°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	24.1°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	24.3°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	22.5°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		49.2°C	23.6°C	**25.6°C**
İç yüzey sıcaklığı		24.7°C	22.9°C	**1.8°C**
İç ortam sıcaklığı		26.5°C	25.1°C	**1.4°C**

Çizelge 5.117'deki verilere göre, 24 Eylül 2017 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:00), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **30.5°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1.7°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **1.4°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:50), referans duvar dış yüzey

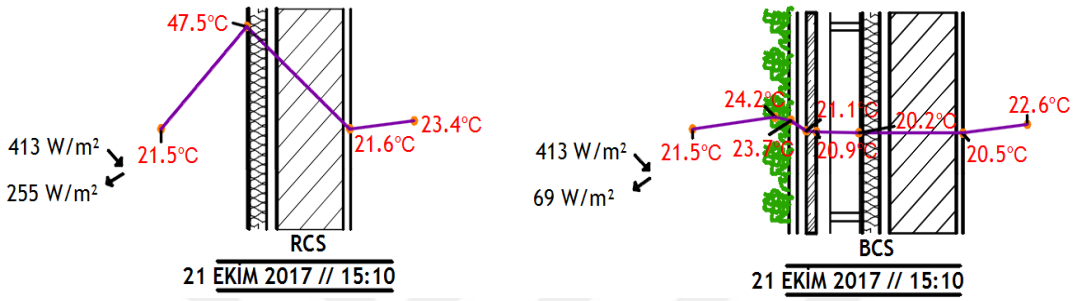
sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **25.6°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1.8°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **1.4°C** daha yüksek çıkmıştır. Referans cephe dış yüzey sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **29.7°C**'dir.

Sonuç olarak, Eylül ayını temsil eden 24 Eylül 2017 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça fazladır. Ayrıca, referans cephe iç yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklıklarından daha yüksek çıkmıştır; iç yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 1.8°C'ye kadar çıkmıştır. İç ortam sıcaklıkları açısından da benzer bir durum söz konusudur; iç ortam sıcaklıkları arasındaki fark 1.4°C'ye ulaşmıştır. Söz konusu tarih ve saatler için, bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odadaki iç ortam sıcaklıkları ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 26°C üst sınırının altındadır; buna karşın referans cephenin arkasındaki odadaki iç ortam sıcaklıkları ise 26°C sınırının üstüne çıkmıştırAyrıca, belirlenen saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altındadır.

Ekim ayını temsil eden **21 Ekim 2017** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:20'de 710W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.326). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 452W/m^2'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 458W/m^2 ve 79W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.327). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.817 ve 0.121'dir (bkz. Çizelge 5.74). Bu durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 6.8 katıdır. Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 14:50'de en yüksek değerine (52.1°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 15:10'da en yüksek değerine (20.2°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.510'da, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.511'de görülmektedir.



Şekil 5.510 : 21 Ekim 2017 tarihinde saat 14:50'de referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.511 : 21 Ekim 2017 tarihinde saat 15:10'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.118'de görülmektedir. Çizelge 5.118'deki verilere göre, 21 Ekim 2017 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (14:50), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **32.2°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.7°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:10), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **27.3°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **1.1°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.8°C** daha yüksek çıkmıştır. Referans cephe dış yüzey sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **31.9°C**'dir.

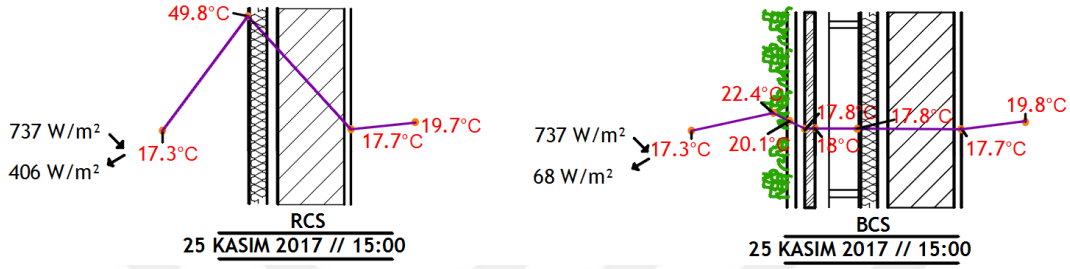
Çizelge 5.118 : 21 Ekim 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

Ölçüm parametreleri	saat	RCS	BCS	fark (RCS-BCS)
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		695W/m^2	695W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	14:50	438W/m^2	73W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		21.9°C	21.9°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(RCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	24.3°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	22.6°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	20.4°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	20.6°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		52.1°C	19.9°C	**32.2°C**
İç yüzey sıcaklığı		21.5°C	20.5°C	**1°C**
İç ortam sıcaklığı		23.4°C	22.7°C	**0.7°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		413W/m^2	413W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	15:10	255W/m^2	69W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		21.5°C	21.5°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(BCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	24.2°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	23.7°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	21.1°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	20.9°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		47.5°C	20.2°C	**27.3°C**
İç yüzey sıcaklığı		21.6°C	20.5°C	**1.1°C**
İç ortam sıcaklığı		23.4°C	22.6°C	**0.8°C**

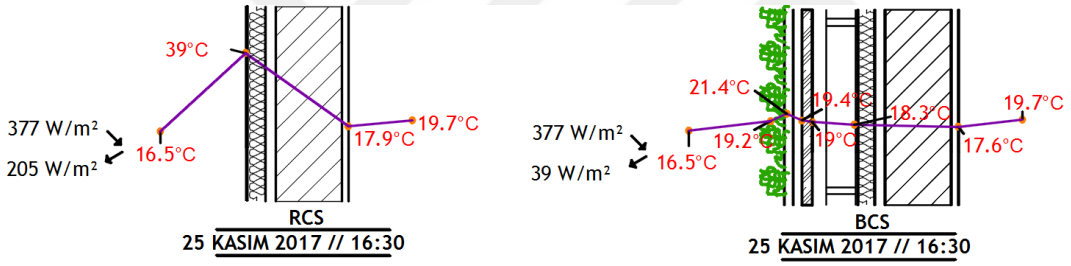
Sonuç olarak, Ekim ayını temsil eden 21 Ekim 2017 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça fazladır. Buna karşın, her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar düşüktür. Söz konusu tarih ve saatler için, hem referans cephenin hem de bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalardaki iç ortam sıcaklıkları, TS 825'te belirtilen 19°C'nin ve ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 20°C alt sınırının üzerinde, ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 26°C üst sınırının altındadır. Ayrıca, belirlenen saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altındadır.

Kasım ayını temsil eden **25 Kasım 2017** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:30'da 771W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.370). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 301W/m^2'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 431W/m^2 ve 81W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.371). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.766 ve 0.484'tür (bkz. Çizelge 5.84). Bu

durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 1.6 katıdır. Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 15:00'da en yüksek değerine (49.8°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 16:30'da en yüksek değerine (18.3°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.512'de, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.513'te görülmektedir.



Şekil 5.512 : 25 Kasım 2017 tarihinde saat 15:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.513 : 25 Kasım 2017 tarihinde saat 16:30'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.119'da görülmektedir. Çizelge 5.119'daki verilere göre, 25 Kasım 2017 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:00), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **32°C** daha yüksek, referans duvar iç yüzey sıcaklığı ile bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığı aynı, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.1°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (16:30), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **20.7°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **0.3°C** daha yüksek, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı ile bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığı ise **aynı** çıkmıştır. Referans cephe dış

yüzey sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **31.5°C**'dir.

Çizelge 5.119 : 25 Kasım 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

Ölçüm parametreleri	**saat**	**RCS**	**BCS**	**fark (RCS-BCS)**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		737W/m^2	737W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	15:00	406W/m^2	68W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		17.3°C	17.3°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(RCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	22.4°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	20.1°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	17.8°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	18°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		49.8°C	17.8°C	**32°C**
İç yüzey sıcaklığı		17.7°C	17.7°C	**0°C**
İç ortam sıcaklığı		19.7°C	19.8°C	**0.1°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		377W/m^2	377W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	16:30	205W/m^2	39W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		16.5°C	16.5°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(BCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	19.2°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	21.4°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	19.4°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	19°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		39°C	18.3°C	**20.7°C**
İç yüzey sıcaklığı		17.9°C	17.6°C	**0.3°C**
İç ortam sıcaklığı		19.7°C	19.7°C	**0°C**

Sonuç olarak, Kasım ayını temsil eden 25 Kasım 2017 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça fazladır. Buna karşın, her iki cephenin iç yüzey sıcaklık değerleri biribirine çok yakındır; iç ortam sıcaklıkları için de benzer bir durum söz konusudur; neredeyse fark yoktur,. Söz konusu tarih ve saatler için, hem referans cephenin hem de bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalardaki iç ortam sıcaklıkları, TS 825'te belirtilen 19°C'nin üzerindedir. Ayrıca, belirlenen saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altındadır.

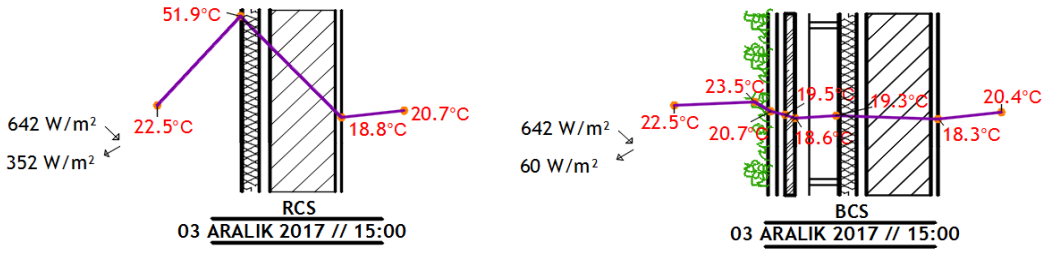
Sonbahar dönemi için genel bir değerlendirme yapılacak olursa; aylara ait tüm temsili günler ve bu günlerdeki referans ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatler için, referans duvar dış yüzey sıcaklıklarının bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar en fazla 32.2°C'ye ulaşmıştır

Referans cephe iç yüzey sıcaklıkları, Eylül ve Ekim ayını temsil eden günler için, bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklıklarından daha yüksek çıkmıştır. Eylül ve Ekim için, RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar, 1°C-1.8°C civarındadır. Kasım ayını temsil eden gün için, referans ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklıkları neredeyse aynıdır. İç ortam sıcaklıkları açısından da benzer durum söz konusudur. İç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar, Eylül ve Ekim için 0.7°C-1.4°C arasında değişmiştir. Kasım ayını temsil eden gün için, referans ve bitkilendirilmiş cephe iç ortam sıcaklıkları aynıdır.

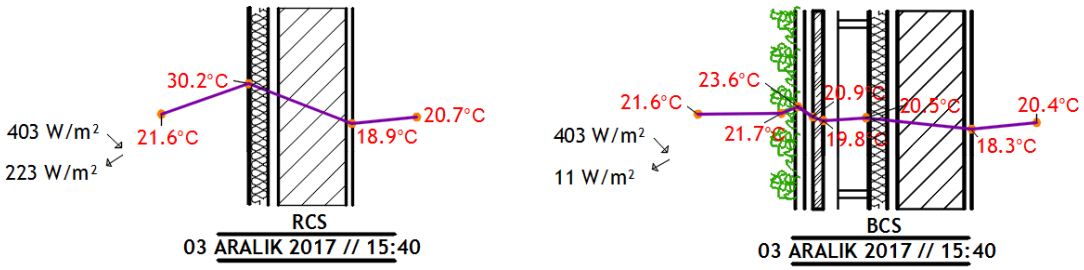
Kış Dönemine ait Ölçüm Verilerinin Değerlendirilmesi

Kış dönemindeki Aralık, Ocak ve Şubat aylarında güneş ışınım şiddetinin ve referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının yüksek olduğu hafta sonu günleri, **03 Aralık 2017, 07 Ocak 2018** ve **18 Şubat 2018** tarihleri olarak belirlenmiştir.

Aralık ayını temsil eden **03 Aralık 2017** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:20'de 674W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.380). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 189W/m^2'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 372W/m^2 ve 75W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.381). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.645 ve 0.190'dır (bkz. Çizelge 5.86). Bu durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 3.4 katıdır. Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 15:00'da en yüksek değerine (51.9°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 15:40'ta en yüksek değerine (20.5°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.514'te, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.515'te görülmektedir.



Şekil 5.514 : 03 Aralık 2017 tarihinde saat 15:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.515 : 03 Aralık 2017 tarihinde saat 15:40'ta referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.120'de görülmektedir.

Çizelge 5.120 : 03 Aralık 2017 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

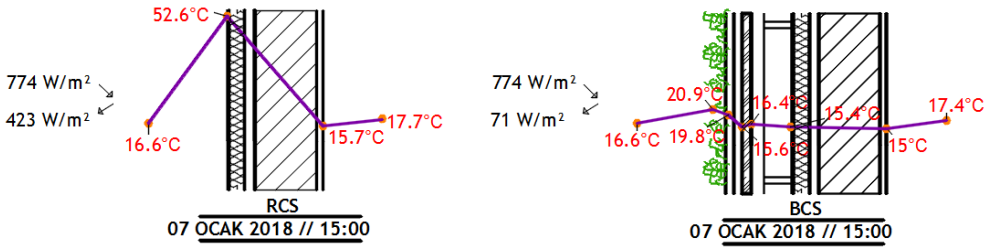
Ölçüm parametreleri	**saat**	**RCS**	**BCS**	**fark (RCS-BCS)**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti	15:00 (RCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	642W/m²	642W/m²	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti		352W/m²	60W/m²	-
Dış ortam hava sıcaklığı		22.5°C	22.5°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı		-	23.5°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	20.7°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	19.5°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	18.6°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		51.9°C	19.3°C	**32.6°C**
İç yüzey sıcaklığı		18.8°C	18.3°C	**0.5°C**
İç ortam sıcaklığı		20.7°C	20.4°C	**0.3°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti	15:40 (BCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	403W/m²	403W/m²	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti		223W/m²	11W/m²	-
Dış ortam hava sıcaklığı		21.6°C	21.6°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı		-	21.7°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	23.6°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	20.9°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	19.8°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		30.2°C	20.5°C	**9.7°C**
İç yüzey sıcaklığı		18.9°C	18.3°C	**0.6°C**
İç ortam sıcaklığı		20.7°C	20.4°C	**0.3°C**

Çizelge 5.120'deki verilere göre, 03 Aralık 2017 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:00), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **32.6°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **0.5°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.3°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:40), referans duvar dış yüzey

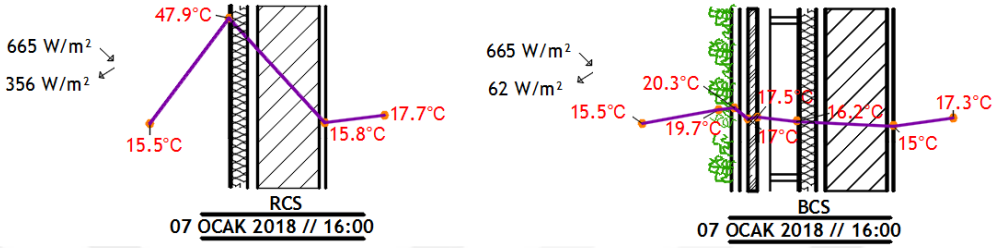
sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **9.7°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **0.6°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.3°C** daha yüksek çıkmıştır. Referans cephe dış yüzey sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **31.4°C**'dir.

Sonuç olarak, Aralık ayını temsil eden 03 Aralık 2017 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından daha fazladır. Buna karşın, her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar düşüktür. Söz konusu tarih ve saatler için, hem referans cephenin hem de bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalardaki iç ortam sıcaklıkları, TS 825'te belirtilen 19°C'nin ve ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 20°C alt sınırının üzerindedir. Ayrıca, belirlenen saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altındadır.

Ocak ayını temsil eden **07 Ocak 2018** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:50'de 774W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.425). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 351W/m^2'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 423W/m^2 ve 79W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.426). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.759 ve 0.318'dir (bkz. Çizelge 5.96). Bu durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 2.4 katıdır. Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 15:00'de en yüksek değerine (52.6°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 16:00'da en yüksek değerine (16.2°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.516'da, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.517'de görülmektedir.



Şekil 5.516 : 07 Ocak 2018 tarihinde saat 15:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.517 : 07 Ocak 2018 tarihinde saat 16:00'da referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.121'de görülmektedir.

Çizelge 5.121 : 07 Ocak 2018 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

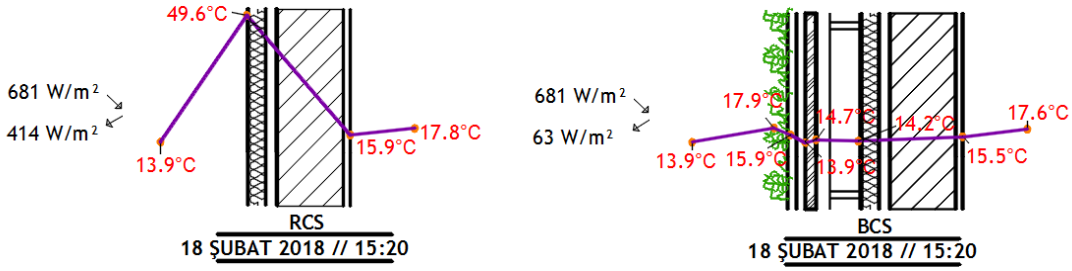
Ölçüm parametreleri	**saat**	**RCS**	**BCS**	**fark (RCS-BCS)**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti	15:00 (RCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	774W/m²	774W/m²	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti		423W/m²	71W/m²	-
Dış ortam hava sıcaklığı		16.6°C	16.6°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı		-	20.9°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	19.8°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	15.6°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	16.4°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		52.6°C	15.4°C	**37.2°C**
İç yüzey sıcaklığı		15.7°C	15°C	**0.7°C**
İç ortam sıcaklığı		17.7°C	17.4°C	**0.3°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti	16:00 (BCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	665W/m²	665W/m²	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti		356W/m²	62W/m²	-
Dış ortam hava sıcaklığı		15.5°C	15.5°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı		-	19.7°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	20.3°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	17°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	17.5°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		47.9°C	16.2°C	**31.7°C**
İç yüzey sıcaklığı		15.8°C	15°C	**0.8°C**
İç ortam sıcaklığı		17.7°C	17.3°C	**0.4°C**

Çizelge 5.121'deki verilere göre, 07 Ocak 2018 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:00), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **37.2°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **0.7°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.3°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (16:00), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **31.7°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **0.8°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.4°C** daha yüksek çıkmıştır. Referans cephe dış yüzey sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **36.4°C**'dir.

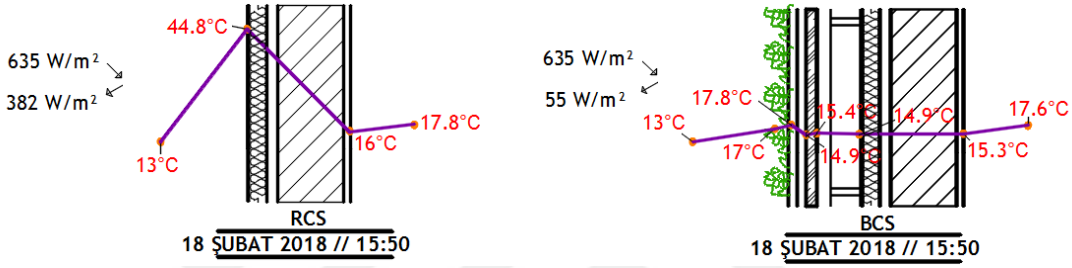
Sonuç olarak, Ocak ayını temsil eden 07 Ocak 2018 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça fazladır. Buna karşın, her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar oldukça düşüktür. Ayrıca, söz konusu tarih ve saatler için, hem referans cephenin hem de bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalardaki iç ortam sıcaklıkları, TS 825'te belirtilen 19°C'nin ve ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 20°C alt sınırının altındadır. Söz konusu tarih ve saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altındadır.

Şubat ayını temsil eden **18 Şubat 2018** tarihinde, cepheye gelen güneş ışınım şiddeti, saat 14:20'de 720W/m^2'ye kadar çıkmıştır (bkz. Şekil 5.479). Saat 09:00-17:00 arasında cepheye gelen güneş ışınım şiddetinin ortalama değeri 496W/m^2'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cepheden yansıyan en yüksek güneş ışınım şiddeti, sırayla, 453W/m^2 ve 69W/m^2'dir (bkz. Şekil 5.480). Referans ve bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranları, sırayla, 0.769 ve 0.105'tir (bkz. Çizelge 5.108). Bu durumda, referans cephe yansıtıcılık oranı, bitkilendirilmiş cepheninkinin 7.3 katıdır. Söz konusu tarihte, referans duvar dış yüzey sıcaklığı saat 15:20'de en yüksek değerine (49.6°C), bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığı ise saat 15:50'de en yüksek değerine (14.9°C) ulaşmıştır. Referans cephenin dış yüzey sıcaklığının en

yüksek olduğu saatteki referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.518'de, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saate ait referans ve bitkilendirilmiş cephe sıcaklık kesitleri Şekil 5.519'da görülmektedir.



Şekil 5.518 : 18 Şubat 2018 tarihinde saat 15:20'de referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.



Şekil 5.519 : 18 Şubat 2018 tarihinde saat 15:50'de referans cephe ve bitkilendirilmiş cepheye ait sıcaklık kesitleri.

Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlere ilişkin anlık veriler, Çizelge 5.122'de görülmektedir. Çizelge 5.122'deki verilere göre, 18 Şubat 2018 tarihinde, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:20), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **35.4°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **0.4°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.2°C** daha yüksek çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatte (15:50), referans duvar dış yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığından **29.9°C**, referans duvar iç yüzey sıcaklığı bitkilendirilmiş duvar iç yüzey sıcaklığından **0.7°C**, referans duvarın arkasındaki odanın iç ortam sıcaklığı bitkilendirilmiş cephenin arkasında yer alan odanın iç ortam sıcaklığından **0.2°C** daha yüksek çıkmıştır. Referans cephe dış yüzey sıcaklığı ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklığının gün içerisinde ulaştığı en yüksek değerler arasındaki fark ise **34.7°C**'dir.

Çizelge 5.122 : 18 Şubat 2018 tarihindeki anlık RCS ve BCS verileri.

Ölçüm parametreleri	saat	RCS	BCS	fark (RCS-BCS)
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		681W/m^2	681W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	15:20	414W/m^2	63W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		13.9°C	13.9°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(RCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	17.9°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	15.9°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	13.9°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	14.7°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		49.6°C	14.2°C	**35.4°C**
İç yüzey sıcaklığı		15.9°C	15.5°C	**0.4°C**
İç ortam sıcaklığı		17.8°C	17.6°C	**0.2°C**
Cepheye gelen güneş ışınım şiddeti		635W/m^2	635W/m^2	-
Cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti	15:50	382W/m^2	55W/m^2	-
Dış ortam hava sıcaklığı		13°C	13°C	-
Yaprak ortam sıcaklığı	(BCS dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saat)	-	17°C	-
Keçe yüzey sıcaklığı		-	17.8°C	-
Panel ön yüzey sıcaklığı		-	14.9°C	-
Panel arka yüzey sıcaklığı		-	15.4°C	-
Dış yüzey sıcaklığı		44.8°C	14.9°C	**29.9°C**
İç yüzey sıcaklığı		16°C	15.3°C	**0.7°C**
İç ortam sıcaklığı		17.8°C	17.6°C	**0.2°C**

Sonuç olarak, Şubat ayını temsil eden 18 Şubat 2018 tarihi için, gündüz saatlerinde, referans duvar dış yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça fazladır. Buna karşın, her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar oldukça düşüktür. Ayrıca, söz konusu tarih ve saatler için, hem referans cephenin hem de bitkilendirilmiş cephenin arkasındaki odalardaki iç ortam sıcaklıkları, TS 825'te belirtilen 19°C'nin ve ISO 7730 Standardı'nda belirtilen 20°C alt sınırının altındadır. Söz konusu tarih ve saatler için referans cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark ve bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki fark 3°C'nin altındadır.

Kış dönemi için genel bir değerlendirme yapılacak olursa; aylara ait tüm temsili günler ve bu günlerdeki referans ve bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek olduğu saatler için, referans duvar dış yüzey sıcaklıklarının bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarından oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar, 37.2°C'ye ulaşmıştır. Referans cephe iç yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklıklarından daha

yüksek çıkmıştır, ancak aradaki farklar oldukça düşüktür. RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar 0.4°C-0.8°C civarındadır. İç ortam sıcaklıkları açısından da benzer durum söz konusudur. İç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar ise 0.2°C-0.4°C arasında değişmiştir.

Tüm dönemlere ve aylara ilişkin temsili hafta sonu günlerine ait sonuçlar özetlenecek olursa;

- RCS dış yüzey sıcaklıkları, tüm dönemlere ait gündüz saatlerinde BCS dış yüzey sıcaklıklarından daha yüksektir. RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları arasında, ilkbahar döneminde en fazla 39.7°C, yaz döneminde en fazla 24.4°C, sonbahar döneminde en fazla 32.2°C, kış döneminde ise en fazla 37.2°C fark olduğu görülmüştür.
- RCS iç yüzey sıcaklıkları, tüm dönemlere ait gündüz saatlerinde BCS iç yüzey sıcaklıklarından daha yüksektir. RCS ve BCS iç yüzey sıcaklıkları arasında, ilkbahar döneminde en fazla 1.1°C, yaz döneminde en fazla 1.3°C, sonbahar döneminde en fazla 1.8°C, kış döneminde ise en fazla 0.8°C fark vardır.
- RCS iç ortam sıcaklıkları, tüm dönemlere ait gündüz saatlerinde BCS iç ortam sıcaklıklarından daha yüksektir. RCS ve BCS iç ortam sıcaklıkları arasında, ilkbahar döneminde en fazla 0.9°C, yaz döneminde en fazla 1°C, sonbahar döneminde en fazla 0.7°C, kış döneminde ise en fazla 0.4°C fark olduğu görülmüştür.
- RCS ve BCS dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın yüksek olmasına karşın her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farklar düşük çıkmıştır. Dış yüzey, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıklarının azaltılması, soğutma dönemi için olumlu bir durumdur. Dolayısıyla, soğutma döneminde, bitkilendirilmiş cephe sisteminin mevcut duvarın ısıl performansının iyileştirilmesinde olumlu katkısı olduğu görülmektedir. Dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın iç ortam sıcaklıklarında belirgin bir şekilde ortaya çıkmamasının nedeni, mevcut duvar gövdesinin ısı yalıtımlı olmasıdır. Bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarındaki bu azalmanın ısı yalıtımsız bir duvarın iç yüzey ve iç ortam sıcaklıklarında daha belirgin farklar oluşturacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR

Dünyada, son yüzyıldaki sera gazı tüketimindeki artış, yapılardan kaynaklanan enerji tüketimlerinin azaltılmasını; kent ısı adası etkisindeki artış ise yeşil alanların artırılmasını gerekli kılmıştır. Uluslararası çalışmalar, sera gazı ve kent ısı adası etkisinin azaltılmasında bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin etkin sistemler olduğunu ortaya koymuştur. Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının değerlendirildiği son 30 yıldaki uluslararası tezler, makaleler ve bildiriler incelendiğinde; keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin Csa iklim bölgesinde ısıtma ve soğutma dönemindeki ısıl performasının ölçüldüğü ve değerlendirildiği herhangi bir çalışma olmadığı görülmüştür. Yanı sıra, Türkiye'deki sera gazı etkisinin ve kent ısı adası etkisinin artması nedeniyle ülkemizdeki enerji tüketimleri ile ilgili eylem planlarında bazı hedefler ortaya konulmuştur. Bu hedeflere göre, Türkiye'deki sera gazı salınımlarındaki artış, 2030 yılına kadar %21 oranında azaltılacaktır. Enerji etkin sistemlerden biri olan bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin ısıl performansının ülkemizdeki gerçek hizmet koşullarında ölçüldüğü herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bitkilendirilmiş cephe sistemi örnekleri çağlar öncesine dayanır. Bu sistemlerin ilk örnekleri, M.Ö. 3000'lerde Skara Brae Evleri'nde görülmektedir. Milattan önceki Skara Brae Evleri ve milattan sonraki İrlanda Çim Evleri gibi bazı ilk ve orta çağ örneklerinde, genelde cephenin ve çatının birbirinden kesin çizgilerle ayrışmadığı ve bir bütün olarak çalıştığı bitkilendirilmiş yapı kabuğu sistemleri görülmektedir. Ancak, zamanla çatı ve cephe elemanları birbirinden ayrılmıştır. Böylece yapıları bitkilendirme yöntemleri; bitkilendirilmiş çatı ve bitkilendirilmiş cephe sistemleri olarak ayrı ayrı ele alınmaya başlamıştır; dolayısıyla bitkilendirilmiş cephe sistemi kavramı ortaya çikmiştir. 1980'lerde Avrupa'daki "yeşil hareketi" ile yapı yüzeylerinin bitkilendirildiği örneklerin artması sonucu bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ait yeni teknolojiler gelişmiştir. Önceleri, bitkinin büyüdüğü ortam, zeminde ve yatay doğrultuda yer alırken zamanla büyüme ortamının cephenin önünde yer aldığı uygulamalar ortaya çıkmıştır. 1990'larda bitkinin, toprak olmadan

da gelişebildiği sistemler keşfedilmiştir. Böylece, büyüme ortamı olarak toprak yerine keçenin kullanıldığı topraksız sistem uygulamaları başlamıştır. 2000'lerden sonra topraksız sistem uygulamaları oldukça yaygınlaşmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle ve malzeme çeşitliliğinin artmasıyla bitkilendirilmiş cephe sistemlerine ait farklı katmanlar ve elemanlar, dolayısıyla da farklı bitkilendirilmiş cephe tipleri ortaya çıkmıştır. Bitkilendirilmiş cephe sistem tipleri, ulusal ve uluslararası kaynaklarda farklı yöntemlerle sınıflandırılmakta ve adlandırılmaktadır. Uluslararası kaynaklardaki ifadelerin çevirisinin doğrudan yapılması sonucunda ortaya çıkan yeni terimlerin, bu sistemlerin anlamını tam olarak karşılayamadığı görülmüştür. Söz konusu sistemlerin cephenin birer elemanı olması, sistemin oluşturan en önemli bileşenlerin bitki ve bitkinin büyüdüğü ortam olması nedeniyle terimsel karşılık olarak "bitkilendirilmiş cephe sistemi" ifadesinin kullanılması uygun bulunmuştur. Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin sınıflandırılması konusundaki karışıklığın giderilmesi amacıyla yeni bir sınıflandırma sistemi geliştirilmiştir. Söz konusu sınıflandırma sisteminde, büyüme ortamının bina dış duvarı ile ilişkisi, konumu, malzemesi ve bitkinin dış duvarla ilişkisi esas alınmıştır. Temel ayrım, bitkinin ve büyüme ortamının dış duvarın/cephenin bir bileşeni olup olmamasına göre yapılmıştır. Buna göre, "bitki ve büyüme ortamının cephenin bir bileşeni olmadığı sistemler (ağaçlı sistemler)" ve "bitki ve büyüme ortamının cephenin bir bileşeni olduğu sistemler (bitkilendirilmiş cephe sistemleri)" olmak üzere iki temel grup oluşturulmuştur. İncelenen kaynakların çoğunda, ağaçlı sistemlerin sınıflandırmaya dahil edilmediği görülmüştür. Bunun üzerine, ağaçlı sistemler, sınıflandırmada ayrı bir grup olarak ele alınmakla birlikte, ağaçlı sistemler ile bitkilendirilmiş cephe sistemleri aynı bütünün bir parçası olarak kabul edilmiştir. Bitkilendirilmiş cephe sistemleri, büyüme ortamının konumu dikkate alınarak, "büyüme ortamı altta olan sistemler", "büyüme ortamı üstte olan sistemler" ve "büyüme ortamı duvarda olan sistemler" kısaltmaları ile üç gruba ayrılmıştır. Büyüme ortamı altta ve büyüme ortamı üstte olan sistemler, uluslararası kaynaklarda olduğu gibi bitkinin cephe kaplama yüzeyine doğrudan sarıldığı veya cephe kaplaması önündeki ızgara sisteme sarıldığı sistemler olarak alt gruplara ayrılmıştır. Büyüme ortamı duvarda olan sistemler ise, büyüme ortamı malzemesine göre, topraklı sistemler ve topraksız sistemler olarak ele alınmıştır. Topraksız sistemler ise yine büyüme ortamı malzemesine göre keçe esaslı, taş yünü esaslı ve aminoplast reçine köpüğü esaslı sistemler olarak ayrılmıştır.

Yurtdışında ve ülkemizde kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tiplerinin belirlenebilmesi amacıyla, veri toplama yöntemiyle, 1980'li yıllardan itibaren günümüze kadar gerçekleştirilen örnekler detaylı olarak incelenmiştir. Sonuç olarak, Türkiye'de, ağaçlı sistemler, büyüme ortamı üstte olan sistemler, doğrudan ve dolaylı sistemlerin tercih edilmediği; genellikle topraklı ve topraksız sistemlerin kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca, ülkemizde yaygın olarak kullanılan bitkilendirilmiş cephe sistem tipinin, keçe esaslı sistem olduğu saptanmıştır. Yurtdışında ise, özgün sınıflandırmadaki tüm sistem tiplerine ve alt tiplerine karşılık gelen bitkilendirilmiş cephe örnekleri bulunmaktadır. Yanı sıra, günümüzde, yurtdışındaki uygulamalarda; ağaçlı sistemler, büyüme ortamı üstte olan sistemler ve doğrudan sistemlerin daha az tercih edildiği, dolaylı sistemler ile topraklı ve topraksız sistemlerin daha yaygın bir kullanım alanı bulduğu görülmüştür.

Bitkilendirilmiş cephe sistemleri hakkındaki standartların ve sertifika sistemlerinin derlenmesi için, veri toplama yöntemiyle, Kuzey Amerika, Kanada, Avrupa ve Asya-Pasifik bölgesindeki standartlar ve yeşil bina sertifika sistemleri incelenmiştir. Sonuç olarak, bitkilendirilmiş cephe sistemleri hakkında herhangi bir standart olmadığı görülmüştür. Ayrıca, Avrupa ve Asya-Pasifik bölgelerinde yer alan çok sayıdaki yeşil bina sertifika sisteminde ve Kuzey Amerika'daki LEED sertifika sisteminde, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin kullanımına doğrudan puan verildiği, Kanada'da ve Türkiye'de bitkilendirilmiş cephe sistemi kullanımına puan veren herhangi bir derecelendirme sistemi olmadığı görülmüştür. Türkiye'deki ÇEDBİK sertifika sisteminde bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin kullanımına doğrudan puan verildiğine dair bir maddenin yer alması, bu sistemlerin kullanımının teşvik edilmesi açısından önemli görülmektedir.

Ölçüm parametrelerinin ve noktalarının belirlenmesi amacıyla, 1980'li yıllardan bu yana bitkilendirilmiş cephe sistemi ısıl performansının ölçüldüğü çalışmalar incelenmiştir. Buna göre, ölçüm parametreleri; bitkilendirilmiş ve referans cepheye gelen ve her iki cepheden yansıyan güneş ışınım şiddeti değerleri, bitkilendirilmiş cepheye ait yaprak ortam sıcaklığı, keçe yüzey sıcaklığı, panel ön yüzey ve arka yüzey sıcaklıkları, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları, referans duvar dış yüzey, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları ve düzeneğin bulunduğu alandaki mikro iklim verileri olarak belirlenmiştir. Ayrıca, üç boyutlu ısı geçişi ve

yüzey sıcaklığı hesaplamaları ile ilgili uluslararası standart olan ISO 10211-1:1995 (Thermal Bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Part 1: General calculation methods) Standardı'na göre biçimsel kaynaklı veya malzeme farklılığı kaynaklı "ısı köprüsü" bölgelerinin ısıl etkilerinin bu bölgelerden uzaklaşıldığında kaybolduğu kabul edilmektedir; bu nedenle ölçüm aletleri bu bölgelerden en az 100 cm uzakta olacak şekilde yerleştirilmiştir (Kaynak: ISO 10211-1:1995 Standardı).

Bitkilendirilmiş cephe sistemi ve referans cephe sistemine ilişkin test düzeneklerinin kurulumu 07-09 Eylül 2016 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu tarihten itibaren, referans ve bitkilendirilmiş cephe ölçüm parametrelerine ait veriler elde edilmektedir. Ancak, test düzeneklerinin kurulumundan belirli bir süre sonra bazı sensörler hata vermiştir. Bu nedenle, yeni sensörlerin kurulumunun tamamlanmasından, dolayısıyla 06 Şubat 2017 tarihinden itibaren elde edilen ölçüm verileri analiz edilmiştir.

06 Şubat 2017 – 26 Şubat 2018 tarihleri arasında elde edilen veriler, haftalık olarak analiz edilmiştir. Ancak, hafta içi günlerinde, bitkilendirilmiş ve referans cephenin arkasındaki odaların iç ortam sıcaklıklarının kullanıcı davranışına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Her iki odadaki kullanıcı davranışlarının farklı olmasından dolayı, sadece hafta sonu günlerine ait veriler değerlendirilmiştir. Veriler, sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz olmak üzere dört farklı mevsim/ dönem altında değerlendirilmiştir. Her dönemi temsil eden aylara ait güneş ışınım şiddetinin ve referans cephe dış yüzey sıcaklığının yüksek olduğu birer haftasonu günü seçilmiştir. Böylece, her dönem için seçilen üç farklı haftasonu gününe ilişkin bitkilendirilmiş ve referans cephenin yansıtıcılık oranları karşılaştırılmıştır; bitkilendirilmiş ve referans cephe sıcaklık profilleri ortaya konulmuştur. Ayrıca, söz konusu haftasonu günlerindeki referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu saatler belirlenmiş ve bu saatlere ait sıcaklık kesitleri oluşturulmuştur. Bu saatlere ait referans ve bitkilendirilmiş cephe kesitleri üzerinden her iki cepheye ilişkin dış yüzey, iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları karşılaştırılmıştır. Referans ve bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ve her iki cephenin iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar ortaya konulmuştur.

Tüm dönemleri temsil eden günlerdeki referans cephe ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının en yüksek değerine ulaştığı saatlerde, her durumda, referans cephe dış yüzey sıcaklığının bitkilendirilmiş cepheye göre oldukça yüksek çıktığı görülmüştür. RCS iç yüzey sıcaklıkları da, tüm dönemlere ait gündüz saatlerinde, BCS iç yüzey sıcaklıklarından daha yüksektir; ancak aradaki fark düşüktür. Her dönemi temsil eden günler içerisinde, RCS ile BCS dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın en yüksek olduğu günlere ait sonuçlara bakıldığında, ilkbahar döneminde, referans duvar dış yüzey sıcaklığı 53.4°C'ye çıktığında bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklığının 15.7°C olduğu görülmektedir. Bu dönem için referans cephe ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 39.7°C'ye ulaştığında iç yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 1°C, iç ortam sıcaklıkları arasındaki fark ise 0.5°C'dir. Yaz döneminde, referans duvar dış yüzey sıcaklığı 53.2°C'ye çıktığında bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklığı 29.2°C'dir. Bu dönem için referans cephe ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 24°C'ye ulaştığında iç yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 1.1°C, iç ortam sıcaklıkları arasındaki fark ise 0.9°C'dir. Sonbahar döneminde, referans duvar dış yüzey sıcaklığı 53.3°C'ye çıktığında bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklığı 22.8°C'dir. Bu dönem için referans cephe ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 30.5°C'ye ulaştığında iç yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 1.7°C, iç ortam sıcaklıkları arasındaki fark ise 1.4°C'dir. Kış döneminde ise, referans duvar dış yüzey sıcaklığı 52.6°C'ye çıktığında bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklığı 15.4°C'de kalmaktadır. Diğer dönemlerdekine benzer şekilde, bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıkları referans cepheninkine göre oldukça düşük çıkmıştır. Bu dönem için referans cephe ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 37.2°C'ye ulaştığında iç yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 0.7°C, iç ortam sıcaklıkları arasındaki fark ise 0.3°C'dir. Referans ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın bu kadar yüksek olmasına rağmen iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın oldukça düşük çıkmasının nedeni, mevcut dış duvarın ısı yalıtım katmanı içermesidir.

Bitkilendirilmiş cephe dış duvar sıcaklıklarında meydana gelen bu azalma, sistemin gölgeleme elemanı gibi davrandığını göstermektedir. "5.1. Ölçüm Verilerinin Analizi" bölümündeki, gelen güneş ışınım şiddeti ve referans cephe sıcaklık profili grafiklerine bakıldığında, tüm dönemler için, gündüz saatlerinde, referans cephe dış

yüzey sıcaklıklarının cepheye gelen güneş ışınım şiddeti ile doğru orantılı olduğu görülmektedir. Bitkilendirilmiş cephe sıcaklık profili grafiklerine bakıldığında ise, bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarının dış ortam sıcaklıkları ile doğru orantılı olduğu, gelen güneş ışınım şiddetinden bağımsız davrandığı görülmektedir. Bu durumda, referans cephe dış yüzey sıcaklıkları, yazın gündüz saatlerinde ve kışın gökyüzünün açık olduğu bulutsuz günlerdeki gündüz saatlerinde, bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarından daha yüksek çıkmıştır. Özellikle güneş ışınım şiddetinin yüksek olduğu günlerde bu fark artmaktadır. Bu durum, soğutma dönemi için bitkilendirilmiş cephe sisteminin dış yüzey sıcaklıklarının azaltılmasındaki olumlu katkısını göstermektedir. Ayrıca, referans cephe dış yüzey sıcaklıklarının, yazın ve kışın gece saatlerinde, bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıklarından daha düşük olduğu görülmektedir. Referans cephenin dış yüzey sıcaklıkları, kışın belirli günlerde, 0°C'nin altına düşerken bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları 0°C'nin üstünde kalmıştır. Bu durum ise, ısıtma dönemindeki gece saatleri için bitkilendirilmiş cephe sisteminin mevcut duvarın dış yüzey sıcaklıklarının arttırılmasındaki olumlu katkısını göstermektedir.

Yanı sıra, bitkilendirilmiş cephe sistemi sıcaklık profili grafiklerine bakıldığında, tüm dönemler için, gündüz ve gece saatlerinde, yaprak ortam sıcaklığı, keçe yüzey sıcaklığı, panel ön yüzey ve arka yüzey sıcaklıklarının bitkilendirilmiş cephe yüzey sıcaklıkları ile doğru orantılı ve değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Yaprak ortam ve keçe yüzey sıcaklıklarının bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarına yakın olması ve keçe yüzey sıcaklıklarının referans cephe dış yüzey sıcaklıklarına göre düşük çıkması, bitki katmanının sağladığı gölgeleme etkisi ile bitkilerin terleme ve buharlaşma gibi biyolojik fonksiyonlarından kaynaklanan pasif soğutma etkisini göstermektedir.

Isı yalıtımlı mevcut duvar üzerindeki bitkilendirilmiş cephe sistemi ısıl performansının ölçüldüğü bazı çalışmaların sonuçları ile bu tezde ortaya konulan sonuçlar benzerlik göstermektedir. Örneğin, Kontolen ve Eumorfopolou (2010), "Cfa" ikliminde, batı yönündeki doğrudan sistemle bitkilendirilmiş cephenin dış yüzey sıcaklıklarının referans cepheye kıyasla, soğutma döneminde, oldukça düşük çıkmasına rağmen iç yüzey ve iç ortam sıcaklıkları arasında önemli bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Dış yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 16.9°C iken, iç yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 3.3°C, iç ortam sıcaklık farkı ise 1.4°C çıkmıştır.

Diğer bir çalışmada, Chen ve diğ., (2013), "Cfa" ikliminde, ısı iletkenlik değeri düşük olan dolayısıyla ısı yalıtım özelliği iyi olan duvar gövdesi üzerine uygulanan topraklı bitkilendirilmiş cephe sisteminin dış yüzey sıcaklıklarının referans cepheninkine göre oldukça fazla olmasına rağmen iç ortam sıcaklıkları arasında önemli bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Söz konusu çalışmada, referans cephe ve bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın 20.8°C çıkmasına karşın iç ortam sıcaklıkları arasındaki fark en fazla 1.1°C'dir.

Sonuç olarak, ısı yalıtımlı duvar üzerine uygulanan keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sisteminin, mevcut dış duvarın iç yüzey sıcaklıkları ve duvarın arkasında yer alan mekanın iç ortam sıcaklıkları üzerinde, yaz döneminde ve kış döneminde, önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Ancak, söz konusu bitkilendirilmiş cephe sistemi, ısı yalıtımsız bir duvar üzerine uygulandığında, bitkilendirilmiş duvar dış yüzey sıcaklıklarındaki azalmanın duvar iç yüzey ve iç ortam sıcaklıklarını daha belirgin bir şekilde etkileyeceği ve referans cephe ile bitkilendirilmiş cephe iç yüzey sıcaklıkları ve iç ortam sıcaklıkları arasındaki farkın artacağı düşünülmektedir. Örneğin, ilkbahar döneminde, bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları referans cepheye kıyasla 39.7°C daha düşük çıkmıştır. Yaz döneminde, referans cephe ile bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık farkı en fazla 24°C çıkmıştır. Bu dönemde, soğutma enerjisi tüketiminin artması nedeniyle, duvar dış yüzey sıcaklıklarının dolayısıyla ısı yalıtımsız duvarın iç yüzey ve iç ortam sıcaklıklarının azaltılması oldukça önemlidir. Sonbahar döneminde, referans cephe ile bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık farkı en fazla 30.5°C'dir. Kış döneminde ise referans cephe ile bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklık farkı en fazla 37.2°C çıkmıştır. Ancak bu durum, kış dönemi için istenen bir durum değildir; çünkü kış döneminde, güney yönünde yer alan duvarın güneş ışınımına maruz kalarak dış yüzey sıcaklığının yükselmesi, dolayısıyla ısı yalıtımsız bir duvarın dış yüzeyindeki bu sıcaklık artışının iç yüzeyde de olması ile pasif ısıtma sağlanması beklenir. Buna karşın, kış döneminde, dış ortam sıcaklıklarının oldukça düşük olduğu tarihlerdeki gece saatlerinde, bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklıkları, hem dış ortam hava sıcaklıklarından ve hem de referans cephe dış yüzey sıcaklıklarından daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, kışın gece saatlerinde bitkilendirilmiş cephe sisteminin, ısı yalıtımsız bir duvarın ısıl performansı üzerinde olumlu katkısı olacağını göstermektedir. Bu sonuçlar, Vox ve diğ. (2018)'nin çalışmasındaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Vox ve diğ.

(2018), bitkilendirilmiş cephe sisteminin kış dönemindeki gece saatlerinde, ısı yalıtımsız mevcut duvarın ısıl performansını iyileştirdiğini ortaya koymuştur.

Tüm bu sonuçlara bakıldığında; bitkilendirilmiş cephe sisteminin, soğutma döneminde, mevcut duvarın ısıl performansının iyileştirilmesinde etkili olduğu ve pasif soğutma elemanı olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca, bitkilendirilmiş cephe sisteminin, ısıtma dönemindeki gece saatlerinde, duvar dış yüzeyinden ışınım ile meydana gelen ısı kaybını azaltarak rüzgar bariyeri ve pasif ısıtma elemanı gibi davrandığı ileri sürülebilir. Dolayısıyla, söz konusu bitkilendirilmiş cephe sisteminin soğutma döneminde güneş ışınımı şiddeti ve güneşlenme potansiyeli yüksek, ısıtma döneminde ise güneş ışınım şiddeti ve güneşlenme potansiyeli düşük olan bölgelerde referans cepheye kıyasla ısıl performans açısından daha etkin olduğu düşünülmektedir.

Yansıma oranı sonuçlarına bakıldığında; referans cephe yansıma oranının bitkilendirilmiş cephe yansıma oranından 3-8 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Referans cephenin yansıma oranının bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranına göre oldukça fazla olması, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin kent ısı adası etkisinin azaltılmasındaki önemli rolünü göstermektedir. Bunun yanı sıra, bitkilendirilmiş cephenin yansıma oranının daha düşük olmasına karşın, bitkilendirilmiş cephe dış yüzey sıcaklığı referans cephe dış yüzey sıcaklığına göre daha düşüktür. Bu durum, bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin güneş ışınımının önemli bir kısmını absorbe ettiğini göstermektedir.

Gelecekteki çalışmalar için; referans ve bitkilendirilmiş cephe arkasında yer alan mekanların iç ortam sıcaklıklarının kullanıcı davranışından etkilenmediği ve iklimlendirilmeyen iki ayrı test kabini kurulması önerilmektedir. Ayrıca, referans ve bitkilendirilmiş duvar gövdesinin ısı yalıtımsız olması ve bitkilendirilmiş cephe sisteminin sıvasız, boyasız ve ısı yalıtımsız duvar gövdesi üzerine herhangi bir hava boşluğu bırakılmadan bütünleşik şekilde ve cephe kaplama elemanı olarak kurgulanması önerilmektedir. Söz konusu bitkilendirilmiş cephe sisteminin soğutma ve ısıtma enerjisi tüketimine sağladığı kazançlar ve/veya kayıplar hesaplanarak test kabinlerindeki toplam yıllık enerji tüketimi açısından bir değerlendirme yapılabilir. Ayrıca, bu tezde elde edilen dış yüzey sıcaklık verileri, matematiksel model veya simülasyon programına girdi oluşturabilir. Böylece, ısı yalıtımsız bir duvardaki veya

farklı katmanlardan oluşan bir duvardaki keçe esaslı bitkilendirilmiş cephe sisteminin, duvar iç yüzey sıcaklıkları ve iç ortam sıcaklıkları üzerindeki etkisi ortaya konulabilir.

KAYNAKLAR

Adams, W. H. (1991). *Roberto Burle Marx: the unnatural art of the garden*. New York: The Museum of Modern Art: Distributed by H.N. Abrams.

Afrin S. (2009). *Green skyscraper: Integration of plants into skyscrapers*. (Master thesis). KTH Royal Institute of Technology, Stockholm.

Akbari, H., Kurn, D. M., Bretz, S. E., ve Hanford, J. W. (1997). Peak power and cooling energy savings of shade trees. *Energy and Buildings, 25*, 139-148.

Alexandri, E., ve Jones, P. (2008). Temperature decreases inan urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment, 43*, 480-493.

Allen, M., R. ve diğ. (2019). *Global Warming of 1.5°C*, IPCC, Summary of Policymakers, Retrieved March 04, 2019, from https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2018/07/SR15_SPM_version_stand_alone_LR.pdf

Anholts, T. (2012*). Rethinking the skyscraper: The green skyscrapers of Ken Yeang.* (Master thesis). Technical University of Delft, Delft.

Applications wall mounted. (t.y.). Retrieved October 03, 2018, from http://greenscreen.com/?galleries=applications-wall-mounted

AS (Australian Standards). elektronik posta. 06.04.2017.

ASHRAE, ANSI/ASHRAE Standard 55 (2013). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, American Society Of Heating, Ventilating and Air-conditioning Engineers,* Atlanta.

ASTM E1918 (2006). *Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces in the Field*. ASTM International. USA.

Aygencel, M. (2011). *Dikey yeşil sistemler.* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Baclagon, C. ve diğ. (2018). *Halkın 1,5°C Dosyası.* Retrieved March 04, 2019, from http://world.350.org/turkiye/files/2018/10/Halk%C4%B1n-1.5%C2%B0C-Dosyas%C4%B1-LQ.pdf

Basher, H. S., Ahmad, S., Rahman Abdul, A. M., ve Zaman Qamaruz, N. (2016). The use of edible vertical greenery system to ımprove thermal performance in tropical climate. *Journal of Mechanical Engineering, 13* (1), 57-66.

BEAM Plus Existing Buildings Manual. (t.y.). Retrieved August 26, 2018, from https://www.hkgbc.org.hk/eng/BEAMPlus.aspx

BEAM Plus Interiors Manual. (t.y.). Retrieved August 26, 2018, from https://www.hkgbc.org.hk/eng/BEAMPlus.aspx

Beceri Mimarlık. BECERİ Mimarlık & Mühendislik Hizmetleri Ltd. Şti. Kişisel görüşme ve elektronik posta. 05.02.2016 ve 28.07.2016.

Beyhan, M. İ. (2014). *Dikey bahçelerde yapı sistemleri*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bilgiç, E. (2017). İ*klim değişikliği ile mücadelede emisyon ticareti ve türkiye uygulaması.* (Uzmanlık tezi). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara.

Bjerre, L. A. (2011). *Green Walls.* (7.Semester dissertation). VIA University College, Denmark, Retrieved January, 25, 2016, from https://www.ucviden.dk/student-portal/files/10402327/Green_Walls.pdf

Blanc, P. (2008). *The vertical garden: From nature to the city*. New York: Norton, W. W. & Company, Inc.

Bölük, E. (2016). *Köppen iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi*. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Metoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara. Erişim: 27 Mart 2019 https://mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/koppen.pdf

BSI (British Standards Institution). elektronik posta. 22.03.2017.

Butik Bahçe. Kişisel görüşme ve elektronik posta. 02.08.2016.

Cameron, R. W. F., Taylor, J., ve Emmett, M. (2014). What's 'Cool' in the world of green façades? How plant choice influences the cooling properties of green walls. *Building and Envionment, 73,* 198-207.

Cameron, R. W. F., Taylor, J., ve Emmett, M. (2015). A hedera green facade-energy performance and saving under different maritime-temperate, winter weather conditions. *Building and Environment, 92,* 111-121.

Can, V. (2018). *Modüler binaların bina formuna bağlı olarak farklı iklim bölgesinde enerji etkinliğinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

CEN (European Committee for Standardization) elektronik posta. 27.03.2017.

Chen, Q., Li, B., ve Liu, X. (2013). An experimental evaluation of the living wall system in hot and humid climate. *Energy and Buildings, 61,* 298–307.

Cheng, C. Y., Cheung, K. K. S., ve Chu, L. M. (2010)**.** Thermal performance of a vegetated cladding system on facade walls, *Building and Environment, 45,* 1779-1787.

Chiang K. ve Tan A. (2009). *Vertical Greenery for the tropics.* Singapore: National Parks Board, National Parks Board Headquarters, Singapore Botanic Gardens.

Climate Change 2007 (2007). IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Working Group I: The Physical Science Basis. Retrieved November

12, 2015, from https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/faq-1-3.html

Climate Change 2014. (2014). IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Summary for Policymakers. In:: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Retrieved November 12, 2015, from file:///C:/Users/user/Downloads/ipcc_wg3_ar5_summary-for policymakers_approved.pdf

Climate Change and Health. (2018). World Health Organization, Retrieved March 10, 2019, from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health

Coma, J., Perez, G., Gracia, A., Bures, S., Urrestarazu, M., ve Cabeza, L., F. (2017). Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades. *Building and Environment, 111,* 228-237.

Coşkun, M. (2003). Coğrafya öğretiminde nem konusundaki kavram yanlışlıkları ve giderilmesine yönelik öneriler, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *23* (3), 147-158.

CSA (Canadian Standards Association). elektronik posta. 16.03.2017.

ÇEDBİK (Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği). elektronik posta. 14.08.2018.

Çedbik Konut Sertifika Kılavuzu. (t.y.). Erişim: 15.08.2018, https://cedbik.org

Danzhi, W. (2014). *Breathing and Living Wall.* Hong Kong, China: Artpower International Publishing.

DGNB (German Sustainable Building Council). elektronik posta. 15.08.2018.

DGNB Criteria: Biodiverstiy at the site. (t.y.). Retrieved August 16, 2018, from https://www.dgnb.de/en/

DGNB Criteria: Quality of indoor and outdoor spaces. (t.y.). Retrieved August 16, 2018, from https://www.dgnb.de/en/

DIN (German Institute for Standardization). elektronik posta. 24.03.2017.

Di, H. F., Wang, D., N. (1999). Cooling effect of ivy on a wall. *Experimental Heat Transfer, 12,* 235-245.

Djedjig, R., Bozonnet, E., ve Belarbi, R. (2015). Analysis of thermal effects of vegetated envelopes: Integration of a validated model in a building energy simulation program. *Energy and Buildings, 86,* 93–103.

Dunnett, N. ve Kingsbury, N. (2004). *Planting Green Roofs and Living Walls*. Portland, London: Timber Press.

Duran, H. (2010). *Bina cephesinin ses ve ısıl performansının hastane örneği üzerinden değerlendirilmesi*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ece Botanik. Kişisel görüşme ve elektronik posta. 22.07.2016.

Eken, M., Ceylan, A., Taştekin, A. T., Şahin, H., ve Şensoy, S. (2005). *Klimatoloji-II*. Çevre ve Orman Bakanlığı Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü DMİ Yayınları, Ankara.

Ekizce Can, M. (2015). *Sıcak-kuru iklim bölgelerinde bina kabupu ısıl performansının yaz konfor koşulları açısından değerlendirilmesine yönelik bir çalışma.* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Erdoğdu E. (2014). *Düşey yeşil sistemlerin enerji etkinliklerinin değerlendirilmesi.* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Eriç, M. (2010). *Yapı Fiziği ve Malzemesi*. İstanbul: Literatür Yayınları, Üçüncü Basım.

Eumorfopoulou, E. A., Kontoleon, K. J. (2009). Experimental approach to the contribution of plant covered walls to the thermal behaviour of building envelopes. *Building and Environment, 44,* 1024-1038.

Fang, W., Xiaosong, Z., Junjie, T., ve Xiuwei, L. (2011). The thermal performance of double skin facade with tillandsia usneoides plant curtain. *Energy and Buildings, 43,* 2127–2133.

Francis, J., Hall, G., Murphy, S., ve Rayner, J. (2014). *Growing green guide: A guide to green roofs, walls & facades.* Retrieved October 13, 2018, from http://www.growinggreenguide.org/wp-content/uploads/2014/02/growing_green_guide_ebook_130214.pdf

Freed, R., Garner, G., Kelly, P. S., Debisingh, S., Peck, S., Irwin, G., Sharp, R., Sable, J., Bertram, F., Mohan, E. (2008). *Introduction to green walls technology, benefits & design.* Retrieved January 25, 2016, from http://greenscreen.com/docs/Education/greenscreen_Introduction%20to%20Green%20Walls.pdf

Giordano R., Montacchinia E., Tedesco S., ve Perone A. (2017). Living wall systems: A technical standard proposal. *Energy Procedia, 111,* 298-307.

Görcelioğlu, E. (1975). Su Koçu ve Ülkemiz Koşullarında Önemi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, XXV* (1), 169-182.

Green Mark for Existing New Residential Buildings. (2015). Retrieved August 18, 2018, from https://www.bca.gov.sg/GreenMark/green_mark_criteria.html

Green Mark for Existing Non-Residential Buildings. (2015). Retrieved August 18, 2018, from https://www.bca.gov.sg/GreenMark/green_mark_criteria.html

Green Mark for New Non-Residential Buildings. (2015). Retrieved August 18, 2018, from https://www.bca.gov.sg/GreenMark/green_mark_criteria.html

GREEN MARK. elektronik posta. 15.08.2018.

Green roofs and walls policy. (t.y.). Retrieved September 02, 2018, from http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0011/200243/Green-Roofs-and-Walls-Policy.pdf

GREEN STAR. elektronik posta. 21.08.2018.

GRIHA (Green Rating for Integrated Habitat Assessment). elektronik posta. 31.08.2018.

GRIHA Exterior Building Version Manuel 1. (t.y.). Retrieved August 28, 2018, from http://www.grihaindia.org/index.php?option=com_content&view=article&id=78&t=library

Gültekin, E., (2001). *Bahçe ve Peyzaj Sanatı Tarihi*. Adana: Çukurova Üniversitesi Yayınları.

Haggag, M., Hassan, A., ve Elmasry, S. (2014). Experimental study on reduced heat gain through green facades in a heat load climate. *Energy and Buildings, 82,* 668-674.

Haines, A., Kovats, R. S., Campbell-Lendrum, D. ve Corvalan, C. (2006). Climate change and human health: Impacts, vulnerability and public health. *Public Health, 120,* 585-596.

Helzel, M. (2012). "Grüne Wande" mit nichtrostendem stahl. The European Stainless Steel Association (Euro Inox). Brüssel, Belgium. Retrieved January 24, 2019, from https://structurae.de/produkte-services/die-stuecki-in-basel-kleinhueningen-das-erste-grosse-einkaufszentrum-der-nordwestschweiz

Hindle, R., L. (2012). A vertical garden: Origins of the vegetation-bearing architectonic structure and system (1938), *Studies in the History of Gardens & Designed Landscapes*: *An International Quarterly*, *32* (2), 99-110.

Hoelscher, M. T., Nehls, T., Janiche, B., ve Wessolek, G. (2016). Quantifying cooling effects of facade greening: shading, transpiration and insulation", *Energy and Buildings, 114*, 283-290.

Hopkins, G., Goodwin, C., Milutinovic, M., ve Andrew, M. (2010). Feasibility study: living wall system for multi-storey buildings in the adelaide climate. Retrieved October 21, 2018, from http://cdn.gep-water.com/GEP-download/nl_NL/60.Algemeen/Groene-wanden-rapport.pdf

Hossain, U. ve Poon C., S. (2018). Global warming potential and energy consumption of temporary works in building construction: A case study in Hong Kong. *Building and Environment, 142,* 171-179.

Hoyano, A. (1988). Climatological uses of plants for solar control and the effects on the thermal environment of a building. *Energy and Buildings, 11*, 181-199.

HQE (High Environmental Quality). elektronik posta. 21.08.2018.

Ilgaz, I. (1979). Yapı Düşey Dış Kabuklarının Isı Etkilerinden Korunması. T.C. Bayındırlık Bakalnlığı ve KTÜ Araştırma Projesi Raporu.

Incropera F.P. and Dewitt, D.P. (1990). *Fundamentals of heat and mass transfer*.

Ip, K., Lam, M., ve Miller, A. (2010). Shading performance of a vertical deciduous climbing plant canopy. *Building and Environment, 45,* 81–88.

ISO (International Organization for Standardization). elektronik posta. 22.03.2017.

ISO 10211-1 (1995). *Thermal Bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Part 1: General calculation methods.* British Standards. UK.

ISO 7730 (2005). *Ergonomics of the thermal Environment_ Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.* British Standards. UK.

İklim sınıflandırmaları. (t.y.). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara. Erişim: 27 Mart 2019, https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yayinlar/iklim_siniflandirmalari.pdf

JISC (Japanese Industrial Standards Committee). elektronik posta. 05.04.2017.

Jialin, T. (2013). *Living Wall: Jungle the Concrete.* Hong Kong: Design Media Publishing.

Jim, C. Y. ve He, H. (2011). Estimating heat flux transmission of vertical greenery ecosystem. *Ecological Engineering, 37,* 1112-1122.

Kaloustian, N. ve Diab, Y. (2015). Effects of urbanization on the urban heat ısland in Beirut. *Urban Climate, 14,* 154-165.

Kaltenbach, F. (2008). Lebende Wände, vertikale Gärten – vom Blumentopf zur grünen Systemfassade. *Detail, 12,* 1454-1466.

Kanter, İ. (2014). *Kentsel tasarımda dikey bahçeler.* (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kontoleon, K. J., Eumorfopoulou, E. A. (2010). The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone. *Building and Environment, 45,* 1287–1303.

Koppen-Geiger system of climate classification. (t.y.). Retrieved March 29, 2019, from http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/

Koyama, T., Yoshinaga, M., Hayashi, H., Maeda, K., ve Yamauchi, A. (2013). Identification of key plant traits contributing to the cooling effects of green façades using freestanding walls. *Building and Environment, 66,* 96-103.

Köhler, M. (2008). Green Facades—A View Back and Some Visions. *Urban Ecosyst, 11,* 423–436.

Lakot Alemdağ, E. (2013*). Saydam yalıtımlı yapı dış duvar kabuğu ısıl performansının deneysel incelenmesi.* (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Lapare, F. (2013). *The green room method: Incorporating green façades into whole building energy models.* (Research project). Ryerson University, Toronto, Canada.

Leenhardt, J., Lambertini, A., ve Mario, C. (2007). *Vertical Gardens Bringing the City to Life.* United Kingdom: Thames & Hudson Ltd.

Letcher, T. M. ve House, L. (2019). *Managing Global Warming: An Interface of Technology and Human Issues*, Academis Press.

Liang, T. C., Hien, W. N. ve Jusuf, S. K. (2014). Effects of vertical greenery on mean radiant temperature in the tropical environment. *Landscape and Urban Planning, 127,* 52-64.

Manioğlu, G. (2002). *Isıtma enerjisi ekonomisi ve yaşam dönemi maliyeti açısından uygun bina kabuğu ve işletme biçimi seçeneğinin belirlenmesinde kullanılabilecek bir yaklaşım*. (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Manso, M. ve Gomes, J. C. (2015). Green Wall Systems: A Review of Their Characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41,* 863-871.

Mazzali, U., Peron, F., Romagnoni, P., Pulselli, R. M., ve Bastianoni, S. (2013). Experimental investigation on the energy performance of living walls in a temperate climate. *Building and Environment*, 64, 57-66.

McMichael, A. J., Campbell - Lendrum, D. H., Corvalán, C. F., Ebi, K. L., Githeko, A. K., Scheraga, J. D. ve Woodward A. (2003). Climate Change and Human Health: Risks and Reponses. World Health Organization, Geneva. Retrieved November 13. 2015, from http://www.who.int/globalchange/publications/climchange.pdf

Mıhlayanlar, E., Kartal, S. ve Yılmaz Erten, Ş. (2017). Yükseköğretim yapılarında ısıl konfor şartlarının araştırılması: mimarlık fakültesi örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21* (3), 917-927.

Mir M., A. (2011). *Green façades and building structures*. (Master thesis). Faculty of Civil Engineering of Delft University of Technology, Delft.

NABERS. elektronik posta. 15.08.2018. New York: John Wiley, 3rd edition.

NIST (**National Institute of Standardization).** elektronik posta. 22.03.2017.

Nuruzzaman, M. (2015). Urban Heat Island: Causes, Effects and Mitigation Measures - A Review. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis, 3* (2), 67-73.

Olivieri, F., Cocci Grifonib, R., Redondasc, D., Sánchez-Reséndizd, J. A., ve Tascinib, S. (2017). An experimental method to quantitatively analyse the effect of thermal insulation thickness on the summer performance of a vertical green wall. *Energy and Buildings, 150,* 132-148.

Olivieri, F., Olivieri, L., ve Neila, J. (2014). Experimental study of the thermal-energy performance of an insulated vegetal facade under summer

conditions in a continental mediterranean climate. *Building and Environment*, *77*, 61-76.

Olivieri, F., Redondas, D., Olivieri, L., ve Neila, J. (2014). Experimental characterization and implementation of an integrated autoregressive model to predict the thermal performance of vegetal facades. *Energy and Buildings*, *72*, 309–321.

Ottele M. (2011). *The green building envelope vertical greening.* (Doctoral dissertation). Delft University of Technology, Delft.

Örnek, M., A. (2011). *Dikey bahçe tasarım sürecinde kullanılabilecek örnek tabanlı bir tasarım modeli önerisi*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Öztürk, M. Z. (2017). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi- Journal of Geography*, *35*, 17-27.

Pandey, S. (2016). *Impact of green building rating systems on the sustainability and efficacy of green buildings: Case analysis of green building index, Malaysia.* Retrieved July 25, 2018, from https://scienceimpact.mit.edu/sites/default/files/documents/Pandey.pdf

Papadakis, G., Tsamis, P., ve Kyritsis, S. (2001). An experimental ınvestigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings. *Energy and Buildings*, *33*, 831-836.

Papadopoulou, G. (2013). *Green wall as element of bioclimatic design in Mediterranean urban buildings*. (Master thesis). International Hellenic University, Thessaloniki, Greece.

Paris Agreement. (2015). United Nations. Retrieved March 05, 2019, from https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

Pemagarden. Kişisel görüşme ve elektronik posta. 14.01.2014.

Perez, G., Coma, J., Martorell, I., ve Cabeza, F. L. (2014). Vertical greenery systems (VGS) for energy saving in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *39*, 139–165.

Perez, G., Coma, J., Sol, S., ve Cabeza, L. F. (2017). Green facade for energy savings in buildings: The influence of leaf area index and facade orientation on the shadow effect. *Applied Energy*, *187*, 424-437.

Perez, G., Rincon, L., Vila, A., Gonzalez, J. M., ve Cabeza, L. F. (2011a). Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. *Applied Energy*, *88*, 4854-4859.

Perez, G., Rincon, L., Vila, A., Gonzalez, J. M., ve Cabeza, L. F. (2011b). Behaviour of green facades in mediterranean continental climate. *Energy Conversion and Management*, *52*, 1861-1867.

Perini, K. ve Rosasco, P. (2013). Cost–Benefit analysis for green façades and living wall systems. Building and Environment, *70*, 110-121.

Perini, K., Ottele, M., Fraaij, A. L. A., Haas, E. M., ve Raiteri, R. (2011). Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. *Building and Environment*, *46*, 2287-2294.

Perini, K., Ottele, M., Haas, E. M., ve Raiteri, R. (2011). Greening the building envelope façade greening and living wall systems. *Open Journal of Ecology*, *1* (1), 1-8.

Petty, N. A. (2008). *Vertical is the new horizon*. (Master thesis). University of Georgia, Georgia.

Pulselli, R. M., Pulselli, F. M., Mazzali, U., Peron, F., ve Bastianoni, S. (2014). Emergy based evaluation of environmental performances of living wall and grass wall systems, *Energy and Buildings, 73*, 200–211.

Ragnarsdottir, R. H. (t.y.). *Saenautasel turf house in the highlands of Iceland*. Retrieved June 19, 2017, from https://guidetoiceland.is/connect-with-locals/regina/saenautasel-turf-house-i-the-highlands-of-iceland-2

Rahman, A. M. A., Yeok, F. S., ve Amir, A. F. (2011). The building thermal performance and carbon sequestration evaluation for psophocarpus tetrogonobulus on biofaçade wall in the tropical environment. *World Academy of Science, Engineering and Technology, 76*, 86-94.

Raji, B., Tenpierik, M., J., ve Dobbelsteen, A. (2015). The impact of greening systems on building energy performance: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 45*, 610–623.

Safikhani, T., Abdullah, A. M., Ossen, D. R., ve Baharvand, M. (2014). A review of energy characteristic of vertical greenery systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 40*, 450-462.

SB TOOL. elektronik posta. 18.08.2018.

Schenkein, L. M. (2014). *This incredible living building hosts more greenery on its facade than the original, undeveloped plot of land.* Retrieved June 19, 2017, from http://inhabitat.com/hundertwassers-incredible-living-building-hosts-more-greenery-on-its-facade-than-original-land/hundertwasser_06/

Selvan, S. (2014). *An analysis on the passive design features of the Diji Technology Operations Centre*. Building Science Report Diji Technology Operations Centre. Retrieved February 01, 2019, from https://tr.scribd.com/document/234321089/Building-Science-Report-Digi-Technology-Operations-Centre-MALAYSIA

Sheweka, S. ve Magdy, N. (2011). The living walls as an approach for a healthy urban environment. *Energy Procedia, 6*, 592–599.

Sheweka, S. M. ve Mohamed Magdy, N. (2012). Green facades as a new sustainable approach towards climate change. *Energy Procedia*, *18*, 507–520.

Silvanus Dikey Bahçe. Kişisel görüşme ve elektronik posta. 11.02.2016.

Sternberg, T., Viles, H., Cathersides, A., ve Edwards, M. (2010). Dust particulate absorption by ivy (Hedera helix L) on historic walls in urban environment. *Science of the Total Environment, 409*, 162-168.

Sunakorn, P. ve Yimprayoon, C. (2011). Thermal performance of biofacade with natural vantilation in the tropical climate. *Procedia Engineering, 21*, 34–41.

Susorova, I., Angulo, M., Bahrami, P., ve Stephens, B. (2013). A model of vegetated exterior facades for evaluation of wall thermal performance. *Building and Environment, 67*, 1-13

Susorova, I., Azimi, P., ve Stephens, B. (2014). The effects of climbing vegetation on the local microclimate, thermal performance, and air infiltration of four building facade orientations. *Building and Environment, 76,* 113-124.

Şimşek, M. İ., Karahan, E., Kalender, M., Şahin, Y., Dedeoğlu, İ., Kupik, M. (2011). *Bahçivanlık El Kitabı*. İstanbul Ağaç ve Peyzaj, İstanbul Büyükşehir Belediyesi. Erişim: 12 Kasım 2016, http://www.kitapark.com/pdf/bahcivanlik-el-kitabi.pdf

Taha, H. (1997). Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. *Energy and Buildings, 25* (2),99-103.

Tam, B. Y., Gough, W. A. ve Mohsin, T. (2015). The Impact of Urbanization and the Urban Heat Island Effect on Day to Day Temperature Variation. *Urban Climate, 12*, 1–10.

Technical guidelines for urban green cover in NSW. (2015). Retrieved October 13, 2018, from file:///C:/Users/user/Downloads/Urban%20Green%20Cover%20Technical%20Guidelines%20(1).pdf

The history of living walls. (2012). Retrieved June 15, 2017, from http://www.livingwallart.com/the-history-of-living-walls/

Timur, Ö. B. ve Karaca, E. (2013). Advances in Landscape Architecture. *Vertical Gardens* (Chapter 22, 587-622).

Tortu, Ş. Ş. (2006). *Alüminyum giydirme cephelerde ısıl performans durabilite ilişkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Toydemir, N., Gürdal, E. ve Tanaçan, L. (2011). *Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme*. İstanbul: Literatür Yayınları, Üçüncü Basım.

TS 825 (2013). *Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı*. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

Tudiwer, D., ve Korjenic, A. (2017). The effect of living wall systems on the thermal resistance of the facade. *Energy and Buildings, 135,* 10-19.

Turf houses in the Viking Age. (t.y.). Retrieved June 19, 2017, from http://www.hurstwic.org/history/articles/daily_living/text/Turf_Houses.htm

Turner, T. (2005). *Garden History: Philosphy and Design 2000 BC-2000 AD.* New York: Spon Press Taylor&Francis Group.

TÜİK (2016). Erişim: 06.03.2019, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019

Türkiye İklim Değişikliği 6. Bildirimi. (2016). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Erişim: 02.03.2019, https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/editordosya/Turkiye_Iklim_Degisikligi_Altinci_Ulusal_Bildirimi.pdf

Uffelen, C. (2011). *Facade Greenery: Contemporary Landscaping*. Switzerland: Braun Publishing.

Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023. (2017). Ankara. Erişim: 06.03.2019, http://www.eyoder.org.tr/UlusalEVEP.pdf

Url-1 <https://en.climate-data.org>, erişim tarihi 21.01.2019.

Url-2 <https://weatherbase.com>, erişim tarihi 21.01.2019.

Url-3 <https://www.dezeen.com/2012/07/09/stacking-green-by-vo-trong-nghia/>, erişim tarihi 21.01.2019.

Url-4 <http://votrongnghia.com/projects/stacking-green/>, erişim tarihi 21.01.2019.

Url-5 <http://www.greenroofs.com/projects/solaris-fusionopolis-phase-2b-one-north-singapore/>, erişim tarihi 23.01.2019.

Url-6 <https://www.stefanoboeriarchitetti.net/en/project/vertical-forest/>, erişim tarihi 22.01.2019.

Url-7 <https://en.climate-data.org>, erişim tarihi 28.01.2019.

Url-8 <https://weatherbase.com>, erişim tarihi 28.01.2019.

Url-9 <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=476>, erişim tarihi 30.01.2019.

Url-10 < https://archello.com/project/medianera-verde>, erişim tarihi 11.02.2019.

Url-11 <http://hundertwasser.com/oeuvre/75-architecture/3809-residential-building-of-the-city-of-vienna-hundertwasser-house>, erişim tarihi 23.04.2019.

Url-12 <http://www.greentourism.eu/en/CaseStudy/Details/8>, erişim tarihi 23.04.2019

Url-13 <http://spy-urbanart.com/work/grow/> erişim tarihi 18.07.2018.

Url-14 <www.carlstahl.com.tr>, erişim tarihi 28.04.2016.

Url-15 <http://www.dsdha.co.uk/projects/526fe39ba7eb4a00020000ef/Paradise-Park-Children-s-Centre>, erişim tarihi 28.01.2019.

Url-16 <https://archello.com/project/sihl-city-green-wall>, erişim tarihi 07.02.2019.

Url-17 <https://www.e-architect.co.uk/chile/consorcio-santiago-building>, erişim tarihi 10.02.2019.

Url-18 <http://www.stxla.com>, erişim tarihi 11.02.2019.

Url-19 <www.carlstahl.com.tr>, erişim tarihi 28.04.2016.

Url-20 <https://www.urbangreening.info/edgware-road-green-wall>, erişim tarihi 01.02.2019.

Url-21 <https://inhabitat.com/foliage-covered-building-in-seoul-by-mass-studies-architects/>, erişim tarihi 06.06.2019.

Url-22 <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=1078>, erişim tarihi 29.06.2017.

Url-23 <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=1688>, erişim tarihi 20.07.2018.

Url-24 <http://architect.cl/home/portfolio/hotel-intercontinental-garden-tower/>, 22.07.2018.

Url-25 <http://www.duvardabahce.com/erasta-avm-antalya>, erişim tarihi 25.11.2018.

Url-26 <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/paris/quai-branly-museum>, erişim tarihi 01.02.2019.

Url-27 <http://fytogreen.com.au/illura-apartments-fytowall/>, erişim tarihi 01.02.2019

Url-28 <http://fytogreen.com.au/the-block-sky-high-green-wall/>, erişim tarihi 01.02.2019

Url-29 <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/node/1414>, erişim tarihi 01.02.2019

Url-30 <http://fytogreen.com.au/bligh-st-sydney-fytowall/>, erişim tarihi 01.02.2019

Url-31 <http://mountaingardengleanings.blogspot.com/2011/05/semiahmoo-library-green-wall.html>, erişim tarihi 05.02.2019.

Url-32 <http://www.butikbahce.com/portfolio_page/karsiyaka-belediyesi-dikey-bahce/>, erişim tarihi 08.02.2019.

Url-33 <http://venhoevencs.nl/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/Documentation-Sportplaza-Mercator_VenhoevenCS1.pdf>, erişim tarihi 23.04.2019.

Url-34 <http://www.paisajismourbano.com/en/gaia-b3-hotel-of-bogota-green-building-in-colombia>, erişim tarihi 23.04.2019.

Url-35 <http://www.intercoast-building-solutions.com/Technical-Specifications-BC-AB/Sempergreen/Sempergreen-Evergreen-Vertical-Systems-Installation-Guide-for-Green-Walls-InterCoast-Building-Solutions-Division-7.pdf>, erişim tarihi 18.07.2018.

Url-36 <http://fytogreen.com.au/triptych-apartments-green-wall/>, erişim tarihi 23.04.2019.

Url-37 <http://fytogreen.com.au/illura-apartments-fytowall/>, erişim tarihi 24.04.2019.

Url-38 <https://test.greenroofsaustralasia.com.au/projects/illura-apartments>, erişim tarihi 24.04.2019.

Url-39 <http://fytogreen.com.au/medibank-docklands-fytowall/>, erişim tarihi 05.11.2018.

Url-40 <http://fytogreen.com.au/wp-content/uploads/2016/12/FytowallJourney.pdf>, erişim tarihi 05.11.2018.

Url-41 <https://www.astm.org/>, erişim tarihi 21.03.2017.

Url-42 <http://www.csagroup.org/>, erişim tarihi 16.03.2017.

Url-43 <https://www.bsigroup.com/>, erişim tarihi 22.03.2017.

Url-44 <https://www.iso.org/standards.html>, erişim tarihi 22.03.2017.

Url-45 <http://www.din.de/en>, erişim tarihi 24.03.2017.

Url-46 <https://www.nen.nl/Home-EN.htm>, erişim tarihi 22.03.2017.

Url-47 <http://www.en.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>, erişim tarihi 24.03.2017.

Url-48 <https://www.cen.eu/Pages/default.aspx>, erişim tarihi 27.03.2017.

Url-49 <https://www.nist.gov/topics/standards>, erişim tarihi 04.04.2017.

Url-50 <https://www.jisc.go.jp/eng/>, erişim tarihi 06.04.2017.

Url-51 <http://www.standards.org.au/Pages/default.aspx>, erişim tarihi 06.04.2017.

Url-52 <http://en.cnis.gov.cn/>, erişim tarihi 05.04.2017.

Url-53 <https://www.spring.gov.sg/Building-Trust/Std/Pages/standards-overview.aspx>, erişim tarihi 05.04.2017.

Url-54 <https://new.usgbc.org/>, erişim tarihi 25.08.2018.

Url-55 <https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-current-version>, erişim tarihi 24.08.2018.

Url-56 <http://www.greenglobes.com/home.asp>, erişim tarihi 31.08.2018.

Url-57 <Klavuz, http://lidera.info/?p=MenuPage&MenuId=18>, erişim tarihi 31.08.2018.

Url-58 <https://www.breeam.com/BREEAMUK2014SchemeDocument/content/Resources/Output/2014_nc_pdf_sct/nc_2014_sct.pdf / sayfa:327 />, erişim tarihi 25.07.2018.

Url-59 <https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/wgic_vortraege/Kraubitz_Thomas.pdf>, erişim tarihi 27.07.2018.

Url-60 <https://cedbik.org<, erişim tarihi 15.08.2018.

Url-61 <https://www.behqe.com/schemes-and-documents>, erişim tarihi 24.08.2018.

Url-62 <http://www.grihaindia.org/index.php?option=com_content&view=article&id=73&t=Green_Rating_for_Integrated_Habitat_Assessment>, erişim tarihi 30.08.2018.

Url-63 <http://new.greenbuildingindex.org/tools>, erişim tarihi 25.08.2018.

Url-64 <https://www.hkgbc.org.hk/eng/Abouthkgbc.aspx>, erişim tarihi 28.08.2018.

Url-65 <https://new.gbca.org.au/green-star/rating-system/>, erişim tarihi 22.08.2018.

Url-66 <https://www.sminational.com.au/blogs/live-plant-walls-increase-your-green-star-rating>, erişim tarihi 25.07.2018.

Url-67 <https://www.nabers.gov.au/ratings/spaces-we-rate/office-buildings>, erişim tarihi 23.08.2018.

Url-68 <http://www.iisbe.org/sbmethod>, erişim tarihi 18.08.2018.

Üçok, E. (2014). *Dikey bahçe ve Türkiye'deki örnekleri üzerine bir araştırma.* (Yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Vox, G., Blanco, I., ve Schettini, E. (2018). Green façades to control wall surface temperature in buildings. *Building and Environment, 129,* 154-166.

Waterman, T., (2009). *The Fundamentals of Landscape Architecture.* İngiltere: AVA Publishing SA.

Wong, N. H., Tan, A. Y. K., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P. Y., Chan, D., Chiang, K., ve Wong, N., C. (2010). Thermal evaluation of vertical greenery systems for buildings wall. *Building and Environment, 45,* 663–672.

Wong, N. H., Tan, A. Y. K., Tan, P. Y., ve Wong, N. C. (2009). Energy simulation of vertical greenery systems. *Energy and Buildings, 41,* 1401-1408.

Wood, A., Bahrami, P., ve Safarik, D. (2014). *Green Walls in High-Rise Buildings*. Australia: Images Publishing.

Woudstra, J. (t.y.). *The Eco-cathedral:Louis Le Roy's Expression of a >free landscape architecture<*. Retrieved June 16, 2017, from http://www.fbsr.it/wp-content/uploads/2014/12/Jan-Woudstra_The-Eco-cathedral.pdf

Yılmaz, Z. (1983). *İklimsel konfor sağlanması ve yoğuşma kontrolünde optimum performans gösteren yapı kabuğunun hacim konumuna ve boyutlarına bağlı olarak belirlenmesinde kullanılabilecek bir yaklaşım*. (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Yin, H., Kong, F., Middel, A., Dronova, I., Xu, H., ve James, P. (2017). Cooling effect of direct green façades during hot summer days: An observational study in Nanjing, China using TIR and 3DPC data. *Building and Environment, 116,* 195-206.

Yoneda, Y. (2010). *Fascinating museum with trees growing right from its facade.* Retrieved June 19, 2017, from http://inhabitat.com/fascinating-museum-with-trees-growing-right-from-its-facade/kunsthaus-wien-museum-6

Yu, C. ve Hien, W. N. (2009). Thermal impact of strategic landscaping in cities: a review. *Advances in Building Energy Research, 3,* 237-260.

Yüksel, E. ve Türkeri, N. (2016a). Sustainable facade system: Types of vegetated façade systems designed and constructed in Turkey. In A.Erkal, E.Acuner, (Ed.), *Proceedings of the Sustainable Built Environment Conference,* (pp.747-757). İstanbul, October 13-15.

Yüksel, E. ve Türkeri, N. (2016b). Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin farklı iklim bölgelerindeki ısıl performanslarının değerlendirilmesi ve Türkiye'de uygulanan BCS tipleri. *Yalıtım Dergisi, 151,* 44-54.

Yüksel, E. ve Türkeri, N. (2016c). Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin farklı iklim bölgelerindeki ısıl performanslarının değerlendirilmesi, İçinde N. Tamer Bayazıt, F. Şener Yılmaz, M. Aşçıgil Dincer, S. Kaçel, İ. Erdemir Kocagil (Editörler), *2. Ulusal Yapı Fiziği ve Çevre Kontrolü Kongresi,* (s.197-206). İstanbul Teknik Üniversitesi, 4-6 Mayıs. B2B Medya Yayınları.

Yüksel, E. ve Türkeri, N. (2017). A Litterature review of experimental setups monitoring thermal performance of vegetated facade systems. *Journal of Facade Design & Engineering, 5* (2), 67-85.

Yüksel, N. (2013). *Dikey bahçe uygulamalarının yurtdışı ve İstanbul örnekleri ile irdelenmesi.* (Yüksek lisans tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zeren, L., Berköz, E., Küçükdoğdu, M., Ok, V. ve Yılmaz, Z. (1987). Türkiye'de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeli'ne İlişkin Çalışma, Araştırma Raporu, İstanbul Teknik Üniversitesi., 2.1-4.4.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad **:** Elif Özer Yüksel

Doğum Tarihi ve Yeri **:** 04.11.1983 İstanbul

E-posta **:** e.yuksel@gtu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** **:** 2006, Yeditepe Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü (birincilik derecesi ile tamamlandı)
  : 2008, Yeditepe Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü (birincilik derecesi ile tamamlandı)
- **Yükseklisans** **:** 2012, Üniversite, Mimarlık Dalı, Yapı Programı
  "Afet Sonrası Geçici Eğitim Yapılarında Yapısal Sürdürülebilirlik" Danışman: Doç. Dr. Sevgül Limoncu

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2011 yılından itibaren Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda, araştırma görevlisi olarak görevine devam etmektedir.
- 2008-2009 yılları arasında Erenport İnşaat, Gürcistan, Tiflis: Bechtel Laboratuar Binası Şantiyesinde çalıştı: teknik ofis çalışmalarının yapılması, tüm ince işler için gerekli olan metraj bilgilerinin hazırlanması, uygulama projelerinin çizilmesi, idareye sunulması ve onaylarının takibi gibi işlerde görev aldı.
- 2008 yılında Işık Yapı Denetim'de çalıştı.
- 2008 yılında Metot Mimarlık'ta stajer olarak çalıştı.
- 2007 yılında Levent Çalıkuşu Restoran iç mekan ve dış mekan tasarımı ve uygulamasına ait grup çalışmasında görev aldı.
- 2006 yılında, Siba Mühendislik,'te çalışıldı, Kayı İnşaat "Maximum Evler" ve Seba İnşaat "Sebalife Konutları" peyzaj şantiyesinde çalıştı.
- 2006 yılında Tancon Mühendislik'te stajer olarak çalıştı.

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Yüksel E.,** Türkeri N. 2016. Bitkilendirilmiş Cephe Sistemlerinin Farklı İklim Bölgelerindeki Isıl Performanslarının Değerlendirilmesi. 2.Ulusal Yapı Fiziği ve Çevre Kontrolü Kongresi, 04-06 Mayıs 2016 İstanbul, Türkiye (bildiri sunumu gerçekleştirilmiştir, bildiri kitabında tam metin yayınlanmıştır).

- **Yüksel E.,** Türkeri N. 2016. Sustainable Facade System: Types of Vegetated Façade Systems Designed and Constructed in Turkey. *The Sustainable Built Environment Conference.* October 13-15, 2016, Istanbul, Turkey (bildiri sunumu gerçekleştirilmiştir, bildiri kitabında tam metin yayınlanmıştır).

- **Yüksel E.,** Türkeri N. 2016. Bitkilendirilmiş Cephe Sistemlerinin Farklı İklim Bölgelerindeki Isıl Performanslarının Değerlendirilmesi ve Türkiye'de Uygulanan BCS Tipleri. *Yalıtım Dergisi*, 151, 44-54.

- **Yüksel E.,** Türkeri N. 2017. Proposed Experimental Setup to Monitor the Thermal Performance of Vegetated Facade System in Kocaeli, Turkey. *International Conference on Building Envelope Systems and Technologies.* May 15-18, 2017 Istanbul, Turkey (bildiri sunumu gerçekleştirilmiştir, bildiri kitabında tam metin yayınlanmıştır).

- **Yüksel E.,** Türkeri N. 2017. A Litterature Review of Experimental Setups Monitoring Thermal Performance of Vegetated Facade Systems. *Journal of Facade Design & Engineering.* 5(2), 67-85.

- **Yüksel E.,** Türkeri N. 2018. Ilımlı-Nemli İklim Bölgesinde Keçe Tip Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi Isıl Performasının Değerlendirilmesi. *9. Ulusal Çatı & Cephe Konferansı.* 12-13 Nisan 2018, İstanbul, Türkiye (bildiri sunumu gerçekleştirilmiştir, bildiri kitabında tam metin yayınlanmıştır).

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- Aydın, E.Ö., Coşkunçay Okur, E., Bayezitoğlu, C., Cengiz, S., **Yüksel, E**. (2014). Konuralp'teki Ahşap Sivil Mimari Örneklerini Belgeleme Çalışması. *Türkiye Anıt Çevre Turizm Değerlerini Koruma Vakfı Taç Dergisi.* 4, 56-65.

- Güzelçoban Mayuk, S., **Yüksel E.** (2014).Yapıların Depremden Korunmasında Yalıtımın Önemi, *İzolasyon Dünyası Dergisi*, Sayı 108, 18-21.

- **Yüksel, E.,** Limoncu, S. (2013). Afet Sonrası Sürdürülebilir Geçici Eğitim Yapılarının Yaşam Süreçlerindeki Eylem Adımları ve Öneriler, *Megaron,* 8(1),8-18.

- Aydın İpekçi, C., **Yüksel, E.** (2012). Bitkilendirilmiş Yapı Kabuğu Sistemleri, *Çatı ve Cephe Dergisi*. 39, 46-53.

- Güzelçoban Mayuk, S., Serter, N., **Yüksel, E**. (2012). Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi Detaylarının İrdelenmesi ve Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma,

Sürdürülebilir Yapı Tasarımı Konferansı, 12-13 Kasım 2012, İzmir, Türkiye (bildiri sunumu gerçekleştirilmiştir, bildiri kitabında tam metin yayınlanmıştır).

- Aydın İpekçi, C., **Yüksel, E.** (2012). Bitkilendirilmiş Yapı Kabuğu Sistemleri, *6. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*, 12-13 Nisan 2012, Bursa, Türkiye (bildiri sunumu gerçekleştirilmiştir, bildiri kitabında tam metin yayınlanmıştır).

- **Yüksel, E.,** Coşgun, N. (2011). Pnömatik Strüktürlerin Afet Sonrası Geçici Yapı Üretiminde Uygulanabilirliği, *Mimarlıkta Taşıyıcı Sistemler Sempozyumu*, 24-26 Kasım 2011, İstanbul, Türkiye (bildiri sunumu gerçekleştirilmiştir, bildiri kitabında tam metin yayınlanmıştır).

- **Yüksel, E.,** Aydın İpekçi, C. (2011). Yüksek Yapıların Taşıyıcı Sistemlerinde ve Yangına Karşı Korunumunda Malzemenin Etkisi, *Mimarlıkta Taşıyıcı Sistemler Sempozyumu*, 24-26 Kasım 2011, İstanbul, Türkiye (bildiri sunumu gerçekleştirilmiştir, bildiri kitabında tam metin yayınlanmıştır).