İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE BİNALARDA ISITMA ENERJISİ KORUNUMU YÖNETMELİĞİNİN SICAK KURU İKLİM BÖLGESİ İÇİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. İpek Osanmaz

Programı : ENERJİ BİLİMİ VE TEKNOLOJİLERİ

ŞUBAT 2006

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE BİNALARDA ISITMA ENERJISİ KORUNUMU YÖNETMELİĞİNİN SICAK KURU İKLİM BÖLGESİ İÇİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. İpek OSANMAZ
(301031014)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19 Aralık 2005
Tezin Savunulduğu Tarih : 02 Şubat 2006

Tez Danışmanı : **Prof.Dr. Zerrin YILMAZ**

Diğer Jüri Üyeleri **Doç.Dr. Murat AYDIN**

Doç.Dr. Sibel MENTEŞ

ŞUBAT 2006

ÖNSÖZ

Bu çalışmada bana büyük bir sabırla yardımcı ve destek olan, değerli hocam, Prof. Dr. Zerrin YILMAZ'a, tezin oluşmasındaki katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca, eğitim hayatım boyunca beni bu günlere getiren tüm öğretmenlerime ve tez boyunca yaptığım çalışmalarda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şubat, 2006 İpek Osanmaz

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ... **ii**

İÇİNDEKİLER ... **iii**

KISALTMALAR ... **vi**

TABLO LİSTESİ ... **vii**

ŞEKİL LİSTESİ ... **viii**

ÖZET ... **x**

SUMMARY ... **xii**

1. GİRİŞ ... **1**

1.1 Enerjinin Tanımı ... **1**
1.2 Enerji Sorununa Genel Bir Bakış ... **2**
1.3 Sürdürülebilirlik ... **5**

2. BİNALARDA ENERJİ TASARRUFU ... **7**

2.1 Binalarda İklimsel Konforu ve Isıtma Enerjisi Harcamalarını Etkileyen İklimsel Çevre Etkenleri ve Yapma Çevre Değişkenleri ... **9**

2.1.1 İklimsel Çevre Etkenleri ... 9
2.1.2 Yapma Çevre Değişkenleri ... 10

2.2 Hacmin Kabuk Elemanının Termofiziksel ve Optik Özellikleri ... **12**

2.2.1 Hacmin Kabuk Elemanının Termofiziksel Özellikleri ... 12
2.2.2 Hacmin Kabuk Elemanının Optik Özellikleri ... 14
2.2.3 Hacmin Isıtılması İçin Kullanılan Sistemin İşletme Şekli ... 15

3. BİNALARDA ENERJİ KORUNUMU STANDARTLARI ... **16**

3.1 Avrupa Ülkelerindeki Binalarda Isıtma Enerjisi Tasarrufu Standartları ... **16**

3.1.1 Almanya'da Enerji Tasarrufu Uygulamaları ... 20
3.1.2 Fransa'da Enerji Tasarrufu Uygulamaları ... 21
3.1.3 Danimarka'da Enerji Tasarrufu Uygulamaları ... 22

3.2 Türkiye'de Binalarda Isıtma Enerjisi Korunumu Standartları 22

3.2.1 1970 yılında Uygulamaya Konulan Standart 22
3.2.2 1977 tarihinde Yürürlüğe giren Yönetmelik 23
3.2.3 1985 tarihinde Yürürlüğe giren Yönetmelik 23
3.2.4 1998 tarihinde Yürürlüğe giren Standart 23

3.3 Hesap Metodu 24
3.4 TS 825 Standardının Yetersiz Kaldığı Durumlar 30
3.5 Sıcak Kuru İklim Bölgelerinde Binalarda Enerji Korunumu Stratejileri 33

3.5.1 Sıcak Kuru İklim Bölgesinde Kabuğun Isıl Kütlesinin Önemi 34

3.6 Bölümün Sonuçları 36

4. BİNA KABUĞUNDAN ISI GEÇİŞİ 37

4.1 Bina Kabuğu 37
4.2 Kabuk Bileşeninden Isı Geçiş Türleri 38

4.2.1 Isı İletimi (Kondüksiyon) 38
4.2.2 Isı Taşınımı (Konveksiyon) 38
4.2.3 Isıl Işınım (Radrasyon) 38

4.3 Isı Geçişinde Rejimler 38

4.3.1 Denge rejiminde Isı Geçişi 39
4.3.2 Zamana Bağlı Rejimde Isı Geçişi 40
4.3.2.1 Tek Boyutlu Zamana Bağlı Isı Geçişi Denkleminin Sonlu Farklar Yaklaşımıyla çözümü 41

5. ENERJİ TASARRUFU STANDARDINA BAĞLI OLARAK (TS825) BİNANIN ISIL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM 44

5.1 Dış Çevre İklim Koşullarına ait Verilerin Toplanması 44
5.2 İç Çevre İklim Koşullarının Seçilmesi 44
5.3 Isıl Performansı Değerlendirecek Hacime Ait Yapma Çevre Değişkenlerinin Değerlerinin Belirlenmesi 45

5.3.1 Hacimin Fonksiyonuna Bağlı Olarak Kullanım Süresinin Belirlenmesi .. 45
5.3.2 Hacimin Bulunduğu Binanın Diğer Binalara Göre Konumunun ve Yönlendiriliş Durumunun Belirlenmesi 45
5.3.3 Hacime İlişkin Boyutların Belirlenmesi 45
5.3.4 Opak Bileşenin Dış Yüzeyinin Güneş Işınıma Karşı Yutuculuk Katsayılarının Belirlenmesi 46
5.3.5 Saydamlık Oranının ve Saydam Bileşen Türünün Belirlenmesi 46

5.3.6 Opak Bileşenin Toplam Isı Geçirme Katsayısı Sınır Değerlerinin Belirlenmesi 46
5.3.7 Önerilen Toplam Isı Geçirme Katsayılarının Gerçekleştiren Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatiflerinin Önerilmesi 46

5.4 Hacimden Isı Geçişi Hesaplarının Yapılarak Hacimi Çevreleyen Elemanların Yüzey Sıcaklıklarının ve Hacimin Hava Sıcaklığının Hesaplanması 46

6. ÖNERİLEN YAKLAŞIMIN İSTANBUL VE MARDİN YÖRESİNE UYGULANMASI 50

6.1 Dış Çevre İklim Koşullarına Ait Verilerin Toplanması 50
6.2 İç Çevre İklim Koşullarının Belirlenmesi 51
6.3 Isıl Performansı Değerlendirilecek Hacime Ait Dizayn Değişkenlerinin Değerlerinin Belirlenmesi 51

6.3.1 Hacimin Fonksiyonuna Bağlı Olarak Kullanım Süresinin Belirlenmesi .. 51
6.3.2 Hacimin Bulunduğu Binanın Diğer Binalara Göre Konumunun Belirlenmesi 51
6.3.3 Hacime İlişkin Boyutların ve hacmin Yönlendiriliş Durumunun Belirlenmesi 51
6.3.4 Opak Bileşenin Dış Yüzeyinin Güneş Işınımına Karşı Yutuculuk Katsayılarının Belirlenmesi 53
6.3.5 Saydamlık Oranının Belirlenmesi 53
6.3.6 Opak Bileşenin Toplam Isı Geçirme Katsayısı Sınır Değerlerinin Belirlenmesi 53
6.3.7 Önerilen Toplam Isı Geçirme Katsayılarını Gerçekleştiren Katmanlaşma Alternatiflerinin Seçilmesi 53

6.4 Seçilen Kabuk Alternatifleri için İç ve dış Yüzey Sıcaklıklarının ve İç Hava Sıcaklığının Hesaplanması 55

6.5 BULGULAR 56

7. SONUÇLAR 65

KAYNAKLAR 67

EK
UYGULAMA SONUÇLARINA İLİŞKİN GRAFİKLER 69

EK: A
Yaklaşımın İçerdiği Hesap Yöntemlerinin Uygulanması İçin Kullanılan Bilgisayar Programı (ISINEM) 70

EK: B
Grafikler 71

ÖZGEÇMİŞ 86

KISALTMALAR

AB : Avrupa Birliği

OECD : Ekonomi İşbirliği ve Organizasyonu

OPEC : Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü

HVAC : Isıtma, Havalandırma ve Soğutma sistemleri

ISO : Uluslararası Standart Organizasyonu

TABLO LİSTESİ **Sayfa No**

Tablo 1.1 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı konutlarda tahmini Enerji Tüketim Değerleri 3
Tablo 1.2 Fosil Kaynaklı Yakıtların Açığa Çıkardıkları CO_2 Miktarı 4
Tablo 3.1 Avrupa Birliğinde, 1998'de toplam enerji tüketiminin sektörel dağılımı 17
Tablo 3.2 Avrupa ülkelerinde mevcut CO_2 emisyonları ve muhtemel azaltmalar 17
Tablo 3.3 2010 yılına kadar AB'nin yıllık CO_2 emisyon tasarrufu 18
Tablo 3.4 Soğuk Kuzey İklim Bölgesinde, Yeni Binalar için Uygulanan U değerleri 19
Tablo 3.5 Ilıman İklim Bölgesinde, Yeni Binalar için Uygulanan U Değeri (Tahmini Ortalama Değerler) 19
Tablo 3.6 Sıcak Güney bölgesinde, Yeni binalar için Uygulanan U değeri (Tahmini Ortalama Değer) 20
Tablo 3.7 Almanya'da 1995 tarihli yönetmeliğe göre toplam ısı geçiş katsayıları (W/m^2K) 20
Tablo 3.8 Danimarka'da 1995 tarihli yönetmeliğe göre toplam ısı geçiş katsayıları (W/m^2K) 22
Tablo 3.9 Mevcut TS 825'e göre bölgelere göre tavsiye edilen U değerleri 29
Tablo 6.1 Kabuk alternatifleri için önerilen katmanlaşma detayları ve malzemelerin fiziksel özellikleri 54
Tablo 6.2 Tavan, taban ve ara duvarın katmanlaşma detayı 55

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 : Türkiye'de enerji kullanımının dağılımı 7
Şekil 2.2 : Bir binanın işletme maliyetinin yapım maliyetiyle ilişkisi 9
Şekil 2.3 : Zaman Geciktirmesi ve Genlik Küçültme Faktörü 14
Şekil 3.1 : Türkiye'de Yürürlükte olan ısı korunumu yönetmeliğine göre derece gün bölgelerine göre illerimiz..... 31
Şekil 3.2 : Türkiye'nin İklim bölgeleri..... 32
Şekil 3.3 : Mardin'de geleneksel mimari formda yapılmış taş bina..... 33
Şekil 3.4 : Isı yalıtım değeri yüksek malzemelerle, ısı depolama kapasitesi yüksek malzemelerin ısı geçirmedeki davranışları 35
Şekil 4.1 : Opak bileşenin sonlu farklar yaklaşımında şematik kesiti..... 42
Şekil 6.1 : Uygulama çalışması yapılan binaya ait vaziyet planı 52
Şekil 6.2 : Uygulama çalışması yapılan binaya ait kat planı ve uygulama mekanı 52
Şekil 6.3 : Mardin-Ocak Dıştan Yalıtım Durumunda Sıcaklık Değişimi..... 56
Şekil 6.4 : İstanbul-Ocak Dıştan Yalıtım durumunda Sıcaklık Değişimi 56
Şekil 6.5 : Mardin-Temmuz Tuğla Duvar Dıştan Yalıtım Durumunda Sıcaklık Değişimi..... 57
Şekil 6.6 : Mardin-Temmuz Tuğla Duvar İçten Yalıtım Durumunda Sıcaklık Değişimi..... 57
Şekil 6.7 : Mardin-Ocak farklı Duvar katmanları için iç hava sıcaklığının değişimi 58
Şekil 6.8 : Mardin-Temmuz farklı Duvar katmanları için iç hava sıcaklığının değişimi 58
Şekil 6.9 : İstanbul-Ocak farklı Duvar katmanları için iç hava sıcaklığının değişimi 59
Şekil 6.10 : İstanbul-Temmuz farklı Duvar katmanları için iç hava sıcaklığının değişimi 59
Şekil 6.11 : Mardin-Ocak Taş duvar durumunda sıcaklık değişimi..... 60
Şekil 6.12 : Mardin-Ocak Gazbeton içten yalıtımlı duvar durumunda sıcaklık değişimi..... 60
Şekil 6.13 : Mardin-Temmuz Taş Duvar durumunda sıcaklık değişimi 61
Şekil 6.14 : Mardin-Temmuz Gazbeton içten yalıtım durumunda sıcaklık değişimi..... 61
Şekil 6.15 : Mardin yeni bina kat planı 62
Şekil 6.16 : Mardin yeni bina iç hava sıcaklığı, duvar yüzey sıcaklığı, pencere yüzey sıcaklığı'nın değişimi 62
Şekil 6.17 : Mardin eski bina (Mungan evi) kat planı..... 63
Şekil 6.18 : Mardin eski bina (Mungan evi) iç hava sıcaklığı, duvar yüzey sıcaklığı ve pencere yüzey sıcaklığının değişimi..... 63
Şekil 6.19 : İstanbul-Ocak Beton Duvar İçten Yalıtım ısıtma olduğu durumunda sıcaklık değişimi 64

Şekil 6.20 : Mardin-Ocak Beton Duvar Duvar İçten Yalıtım ısıtma olduğu durumunda sıcaklık değişimi 64
Şekil 6.21 : Mardin-Temmuz Tuğla Duvar Dıştan Yalıtım pencere açık olduğu durumunda sıcaklık değişimi 64
Şekil 6.22 : Mardin-Temmuz Taş Duvar pencere açık olduğu durumunda sıcaklık değişimi 64
Şekil EK B.1 : İstanbul No:1 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 72
Şekil EK B.2 : Mardin No:1 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 72
Şekil EK B.3 : İstanbul No:2 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 73
Şekil EK B.4 : Mardin No:2 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 73
Şekil EK B.5 : İstanbul No:3 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 74
Şekil EK B.6 : Mardin No:3 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 74
Şekil EK B.7 : İstanbul No:4 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 75
Şekil EK B.8 : Mardin No:4 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 75
Şekil EK B.9 : İstanbul No:5 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 76
Şekil EK B.10 : Mardin No:5 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 76
Şekil EK B.11 : İstanbul No:6 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 77
Şekil EK B.12 : Mardin No:6 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 77
Şekil EK B.13 : İstanbul Ocak ayı için pencere kapalı durumda Taş Duvarın ısıl performans eğrileri 78
Şekil EK B.14 : Mardin Ocak ayı için pencere kapalı durumda Taş Duvarın ısıl performans eğrileri 78
Şekil EK B.15 : İstanbul No:1 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 79
Şekil EK B.16 : Mardin No:1 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 79
Şekil EK B.17 : İstanbul No:2 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 80
Şekil EK B.18 : Mardin No:2 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 80
Şekil EK B.19 : İstanbul No:3 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 81
Şekil EK B.20 : Mardin No:3 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 81
Şekil EK B.21 : İstanbul No:4 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 82
Şekil EK B.22 : Mardin No:4 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 82

Şekil EK B.23 : İstanbul No:5 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 83
Şekil EK B.24 : Mardin No:5 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda Isıl performans eğrileri 83
Şekil EK B.25 : İstanbul No:6 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 84
Şekil EK B.26 : Mardin No:6 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri 84
Şekil EK B.27 : İstanbul Temmuz ayı için pencere kapalı durumda Taş Duvarın ısıl performans eğrileri 85
Şekil EK B.28 : Mardin Temmuz ayı için pencere kapalı durumda Taş Duvarın ısıl performans eğrileri 85

Türkiye'deki Binalarda Isıtma Enerjisi Korunumu Yönetmeliğinin Sıcak Kuru İklim Bölgesi İçin Değerlendirilmesi

ÖZET

Günümüzde insan yaşamı teknolojiye ve onun yakıtı olan enerjiye bağımlı hale gelmiştir. Dünyada tüketilen enerji gün geçtikçe artmakta ve tüketilen enerjinin büyük bölümü fosil yakıt kaynaklarından karşılanmaktadır. Fosil yakıt rezervlerinin gelecekte tükenecek oluşu ve fosil yakıtlarının kullanımının neden olduğu çevre kirliliği gibi nedenlerden dolayı, enerji konusu toplumlar için ciddi bir sorun haline gelmiştir. Enerji sorunu çeşitli ülkelerde çeşitli platformlarda tartışılmış ve çeşitli çözüm önerileri ortaya konmuştur. Bu açıdan, sürdürülebilirlik ve ekoloji gibi kavramlar ön plana çıkmış, enerji tasarrufunun önemi artmıştır. Ülkeler enerji üretimi amacıyla fosil yakıtlarına bağımlılığı azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ağırlık vermişlerdir.

Sürdürülebilirlik, ekoloji ve enerji tasarrufu gibi kavramlar tüm endüstri ve üretim dallarında olduğu gibi bina endüstrisinde de önem kazanmıştır. Binalarda tüketilen enerji miktarı bir ülkenin ürettiği toplam enerji miktarı içinde önemli bir pay tutmaktadır. Bu sebepten bina endüstrisi çalışmalarını bu alanda yoğunlaşmıştır. Bu çalışmaların sonucu olarak, binalarda yenilenebilir enerji kaynaklarının doğrudan veya dolaylı kullanıldığı sistemler ile enerji tasarrufu sağlayan sistemler bu alanda önemli teknolojik gelişmeler olarak göze çarpmaktadır. Binalarda tüketilen toplam enerjinin yaklaşık %40'ını ısıtma enerjisi giderleri oluşturmaktadır. Bilindiği gibi, binalarda ısıtma enerjisi açısından enerji kaybının en yüksek olduğu yapı elemanı yapı kabuğudur. Bina endüstrisi binalarda yaşanan bu sorunu çözmek üzere yaptığı çalışmaların sonucu olarak yapı kabuğundan kaynaklanan enerji kayıplarını azaltan düzenlemeler geliştirmiştir. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları binalarda ısı kayıplarını azaltmaya yönelik düzenlemelerden biridir.

Bu çalışmada, Mardin ve İstanbul illeri için TS 825'e uygun olarak yapılmış binaların ısıl performansını değerlendirmeye yönelik bir yaklaşım ortaya konmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde konunun daha iyi anlatılabilmesi için konuya geniş bir perspektiften bakılarak konu ile ilgili temel kavramlar ve enerji sorunu küresel ölçekte anlatılmaktadır. İkinci bölümde binalarda enerji tasarrufunun önemi anlatılarak binalarda iklimsel konforu ve enerji harcamalarını etkileyen iklimsel ve yapma çevre değişkenleri açıklanmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, yapı kabuğunda enerji korunumunun sağlanmasına yönelik Avrupa'daki ve Türkiye'deki düzenlemeler anlatılmaktadır. Ayrıca bu bölümde Türkiye'de geçerli olan ısı korunumu yönetmeliği ayrıntılı olarak incelenip, eksik yönüne yönelik olarak sıcak kuru iklim bölgesinde enerji korunumu ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Bina kabuğundan ısı geçişi çalışmanın dördüncü bölümünde anlatılmaktadır. Bu bölümde ilk olarak ısı geçiş türleri açıklanıp daha sonra ısı geçişinde rejimler anlatılmıştır. Bu kapsamda ısı geçişindeki denge rejimi ve zamana bağlı rejim açıklanmıştır. Denge rejimi TS 825 standardının dayandığı hesap metotlarından biridir. Zamana bağlı rejim ise beşinci bölümde açıklanacak olan bu tez kapsamındaki hesaplamalarda kullanılan yöntemdir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen, İstanbul ve Mardin illeri için ısı kayıplarının hesaplanmasına yönelik yaklaşım çalışmanın beşinci bölümünde anlatılmaktadır. Yaklaşım dört ana aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama, dış çevre iklim koşullarına ait verilerin toplanmasıdır. Bu aşama meteorolojik verilerin derlenmesi esasına dayanır. İkinci aşamada iç çevre iklim koşulları belirlenmektedir. Bu koşullar mekanın fonksiyonuna bağlı olarak belirlenebilen konfor koşullarıdır. Üçüncü aşamada, ısıl performansı değerlendirilecek hacme ait dizayn değişkenlerinin değerleri belirlenmektedir. Bu bağlamda, hacmin kullanım süresi, diğer binalara göre konumu, hacme ilişkin boyutlar ve yönlendiriliş durumu, opak bileşenin yutuculuk katsayısı, saydamlık oranı, opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı sınır değerlerinin belirlenmesi ve önerilen toplam ısı geçirme katsayılarını gerçekleştiren katmanlaşma alternatiflerinin seçilmesi açıklanmaktadır. Dördüncü aşama ise hacimden zamana bağlı rejimde alınan ısı miktarının, iç yüzey sıcaklıklarının ve iç hava sıcaklıklarının hesaplandığı aşamadır.

Çalışmanın altıncı bölümünde, geliştirilen yeni yaklaşım İstanbul ve Mardin'de inşa edilecek örnek bir bina üzerinde uygulama yöntemi anlatılmaktadır. Uygulama çalışmasının amacı, ele alınan hacmin TS 825'in aynı bölge diye kabul ettiği farklı iklim bölgelerinde yapılması durumunda ısısal performansını ortaya koymaktır.

Yedinci bölümde, bir önceki bölümde yapılan uygulama çalışmasından elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre sıcak kuru iklim bölgesinde kabuğun ısısal performansının değerlendirilmesinde ısıl kütlenin önemli bir yer tuttuğu ortaya konmuştur.

Çalışmanın sekizinci bölümünde, çalışmaya ilişkin genel sonuçlara yer verilmiştir. Yedinci bölümde verilen bulgulardan da görüldüğü gibi, sıcak kuru iklim bölgesinde dış sıcaklığın gün içerisindeki değişim genliği çok fazla olduğundan, enerji tasarrufu açısından uygun bina kabuğunu tanımlamada U (k) katsayısı yetersiz kalmaktadır. Sonuç olarak, sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu U (k) katsayısının yanı sıra kabuğun ısı depolama kapasitesi ile birlikte tanımlanmalıdır. Dolayısıyla sıcak kuru iklim bölgesinde kabuğun ısı depolama kapasitesine ağırlık verecek farklı yöntemler kullanılacak şekilde standarda özel maddeler eklenmelidir.

THE EVALUATION OF HEATING ENERGY CONSERVATION STANDART FOR BUILDINGS FOR HOT AND DRY CLIMATE ZONE OF TURKEY

SUMMARY

Nowadays human life become independent to technology and its fuel which is energy. Amount of energy supply has been increasing and most of the amount has been provided from fosil fuels. Energy become an important issue for human life because of the limited amount of fosil fuels and environmental pollution. Energy issue has been discussed in many countries and many solutions to the issue has been developed. As a result of these discussions importance of some term such as sustainability and energy save have been increased. Countries give importance to using natural energy sources to avoid from using fosil fuels.

Sustainnability and energy saving terms take place in building construction industry too. Energy consumption in buildings has a great rate in countries' total energy consumption. Therefore, buildings industry focuses on this point. It is known that heating energy demand of a building has a great rate in building total energy consumption. In addition to that, most of the heating energy has been lost from building envelope. TS 825, Heating Energy Conservation Standard for Buildings, is one of the regulations aimed at the reducing of heat loss in buildings in Turkey.

In this study an approach to evaluate the thermal performance of buildings which are constructed in conformity with TS 825 for Mardin and İstanbul cities.

The study consists of eight chapters:

In the first chapter, general concepts of the subject are given. Energy terms and energy issue are explained from the global perspective for a better understanding perception of the subject.

In the second chapter, relationships between energy using and building are explained and energy conscious design parameters are given.

In the third chapter of the study, standards devoted to provide energy conservation in building envelope in Europe and Turkey are put forth. .Moreover this chapter not only thoroughly examines the Heating Energy Conservation Standard which is in use in Turkey but it also explains the insufficiency of the mentioned standard about the energy consumption in detail in hot and dry climate zone

In sixth chapter, a new approach is developed for the application method on a sample building that's going to be constructed in İstanbul and Mardin.

According to the results, U (k) coefficient is insufficient to define the building envelope which is appropriate for energy consumption while the diversity expansion of the outdoor temperature during daytime in hot and dry climate zone is too much.

As it is seen in chapter seven, heat storage capacity of the envelope should be defined together as well as the energy efficient building envelope coefficient U (k) in hot and dry climate zone. As a result specific clauses to the standard should be added so that various methods in order to concentrate on the heat storage capacity of the envelope in hot and dry climate can be used.

1. GİRİŞ

Dünya enerji gereksinimi doğadaki tüm enerji kaynakları stoğunu geride bırakırcasına hızla büyümektedir. 1970'li yıllarda baş gösteren petrol krizi ve 1991 yılı içinde yaşanan körfez savaşı sonuçlarının petrol rezervlerine etkisi dikkate alındığında tüm dünya için; eldeki rezervleri en iyi şekilde kullanımından ve yeni enerji kaynaklarına yönelmekten başka seçenek kalmadığı açıktır. Buna yakıtların işleme sokulduktan sonra çevre kirliliğine etkileri de ilave edildiğinde kaynaklardan en iyi, en etkin ve en az atık üretecek tarzda yararlanmak önem kazanmaktadır. Ülkemizde de; başta sanayi ve konut sektörlerinde olmak üzere, enerji tüketimleri her geçen yıl artmaktadır. Söz konusu bu enerjinin; etkin kullanılmasının yollarından biri de ısı yalıtımıdır.

Birçok kentte, kentleşmenin %80'ini konut oluşturmaktadır. Dolayısıyla, sürdürülebilirlik konut tasarımı bağlamında bireylerin mutluluğunu olumlu olarak etkileyen sağlıklı fiziksel ve moral çevrelerin sağlanmasının yanı sıra, doğal çevre de önemlidir.

Bu amaçla önce enerji kavramının ne ifade ettiğini açıklanıp dünyada enerji sorununun genel durumu hakkında bir değerlendirme yapılacak ve sürdürülebilirliğin önemi açıklanacaktır.

1.1 Enerjinin Tanımı

Enerji, çağdaş fen ve mühendislikte en önemli fizik kavramlarından biridir. Günlük kullanımda enerjiyi, ulaşım ve ısınma için yakıt fiyatıyla, aydınlanma ve elektrikli aletler için elektrikle hatta, tükettiğimiz yiyecekler ile eşdeğer olarak düşünürüz. Enerji çeşitli biçimlerde bulunur: Mekanik enerji, elektromanyatik enerji, kimyasal enerji, ısı enerjisi, nükleer enerji vb gibi. Enerji bir biçimden diğerine dönüşür ve bu dönüşümde toplam miktar sabit kalır. Yani, yalıtılmış bir sistem enerji kaybederse, enerjinin korunumu yasasına göre bu sistem, eşit miktarda başka türden bir enerji kazanır [1]. Başlıca enerji türleri, ısı, ışık, elektrik, kimyasal, atom, kinetik ve

potansiyel, nükleer enerjidir. Bir işi meydana getirebilmek için gerekli olan enerji, enerji kaynaklarının kullanımı ile mümkündür. Günümüzde enerji kaynakları toplumların var olabilmesi için yaşamsal derecede önem taşımaktadır. Enerji kaynaklarını yenilenebilir ve yenilenemez olmak üzere iki grupta toplamak mümkündür.

Yenilenebilir enerji kaynakları doğal sürecin bir parçası olması nedeniyle yenilenebilen enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında kullanımı en yaygın olanları su ve güneş enerjisidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli avantajları doğal sürecin parçası olması nedeniyle tükenmez olması ve çevreye zararlı olmamalarıdır.

Yenilenemeyen enerji kaynakları ise, doğal sürecin bir parçası olmayışları nedeniyle yenilemeyen enerji kaynaklarıdır. Bu kaynakların en yaygın kullanılanları kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil nitelikli kaynaklardır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının en önemli nitelikleri, rezervlerin sınırlı oluşundan dolayı tükenir olmaları ve kullanımları sırasında veya sonrasında açığa çıkarttıkları çevreye zararlı maddeler nedeniyle ciddi boyutlarda çevre kirliliğine neden olmalarıdır. Günümüzde enerji, üretimi, tüketimi ve neden olduğu sorunlardan dolayı dünya gündeminde önemli bir yer almaktadır.

1.2 Enerji Sorununa Genel Bir Bakış

Uluslararası Enerji Ajansı'nın Dünya Enerji Bakışı 2002 (DEB 2002)'de hazırladığı 2000-2030 dönemini kapsayan son enerji projeksiyonu, enerji kullanımın değiştirilemez şekilde artacağı, fosil yakıtların enerji kaynakları arasında baskın bir yere sahip olmaya devam edeceği ve ticari enerjinin en büyük müşterisi olarak gelişmekte olan ülkelerin OECD ülkelerine hızla yaklaşacağı bir geleceği öngörmektedir [2]. 1970'lere kadar gelişmiş ülke ekonomilerinin ucuz yakıtı olan petrolün fiyatının 1970'lerdeki OPEC müdahaleleriyle gerçekleşen iki petrol kriziyle birlikte 4-5 kat artması batı ekonomilerini enerjinin etkin kullanımına ve alternatif enerji kaynaklarına yöneltti. Buna ek olarak uluslar arası ekonomik rekabetin artması ülkelerin ihracat pazarında yer alabilmeleri için enerjiyi verimli kullanmalarını gerekli kıldı. Böylece enerjiyi daha verimli kullanan ülkeler girdi maliyetlerini

azalttıkları için uluslar arası ekonomik rekabette daha avantajlı hale geldiler ve bu yüzden enerjinin verimli kullanılması için bir arayış başladı.

Devlet İstatistik Enstitüsü Enerji Şubesi verilerine göre, ülkemizde ortalama olarak kişi başına 0,43 TEP ve ısıtılan alan başına 0,05 TEP ısıtma amaçlı enerji tüketilmektedir. Bugün Türkiye'de konutların ısıtılmasında 5 milyar dolarlık bir enerji harcanıyor. Enerjide tasarruf en az enerjiden en çok fayda temini ile mümkün olur. Tüketilen bu enerjilerin %85'inin ısınma amaçlı kullanıldığı tahmin edilmektedir. 2000 yılında tamamlanan bina sayımında Türkiye'de 16,235,830 adet konut sayılmış. Konut sektörü 21 milyon TEP enerji tüketimi ile toplam enerji tüketimi içinde %34 paya sahiptir. Her sene 250,000 yeni konut yapı stoğumuza katılıyor. Tablo 1.2'de ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı konutlarda tahmini Enerji Tüketim Değerlerini göstermektedir.

Tablo 1.1 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı konutlarda tahmini Enerji Tüketim Değerleri [3]

	1990	2010
Konut sayısı	11 Milyon	17 Milyon
Konut eşdeğeri iş yeri sayısı	1 Milyon	3 Milyon
Toplam	12 Milyon	20 Milyon
Enerji tüketimi	50 TEP	200 TEP
Enerji üretimi	20 TEP	75 TEP
İthal enerji Konutlarda ısıtma amaçlı harcanan enerji	 22 TEP 15 TEP	 125 TEP 34 TEP

TEP: Milyon ton petrol eşdeğeri

Günümüzde, gelişmiş ülkelerde ısı yalıtım malzemesi kalınlıkları yurdumuzda kullanılan yalıtım kalınlıklarının kat ve kat üzerindedir. Gelişmiş ülkelerde ısı yalıtım malzemesi kalınlıkları en katı ısı yalıtımı normlarını fazlasıyla karşılayacak düzeydedir, ancak zararlı emisyonları sınırlandırarak sera etkisi ve beraberinde ortaya çıkan global ısınma, çevre kirliliği gibi gelecek nesilleri etkileyecek olumsuzlukların önüne geçebilmek amacı ile maksimum enerji verimli konut ve

sanayi tesisleri inşa etmekte veya bu doğrultuda eski yapı ve tesislerini yenilemektedirler. Batıda 1976 yılında başlayan birim metrekare başına kullanılacak enerjinin sınırlandırılması çalışmaları çeşitli programlar ile desteklenerek etkin verimli enerji kullanımı hedeflenmiştir. Isı yalıtımı doğru yapılmış bir mekan için belirlenmiş ısıtma sistemi, yalıtımsız veya eksik yalıtılmış bir binaya göre daha düşük kapasitelidir ve kış aylarındaki yakıt sarfiyatı daha düşüktür. Bu da ısıtma sisteminden havaya verilen CO_2, SO_2 miktarının azalması anlamına gelmektedir. Bu olay şehir ve bölge ölçeğinde düşünülürse ısı yalıtımının hava kirliliğindeki azaltıcı etkisi gerçek anlamda fark edilir. Tablo 1.3 Fosil kaynaklı yakıtların açığa çıkardıkları CO_2 Miktarını göstermektedir.

Tablo 1.2 Fosil Kaynaklı Yakıtların Açığa Çıkardıkları CO_2 Miktarı [4]

Fosil Kaynaklı Yakıtlar	CO_2 Emisyonları (kg/GJ)
Doğal gaz	55.0
Petrol Ürünleri	77.0
Siyah Kömür	91.7
Kahverengi Kömür	95.3
Elektrik (kömür ateşli santral)	286.0

GJ: Gigajoule

Ekolojik mimari kapsamında "enerji korunumlu bina tasarımı" son zamanların gündeminde olan bir konudur. Ancak insanlık var olduğundan bu yana iklimsel verileri dikkate alarak ve güneşten yararlanarak/korunarak barınak yapmıştır. Edilgen güneş enerjili sistem uygulamalarında bina kabuğu, enerji korunumu ve mekan konforunun sağlanmasında etkili olan önemli bir değişkendir. Binaların dış yüzeyleri gün boyunca sürekli değişim gösteren güneş ışınımı, çevre sıcaklığı gibi dış iklimsel koşulların etkisi altındadır. Uygun malzeme kullanımı ve duvar kalınlığının gerekli ölçülerde seçilmesi halinde gün boyunca dış ortamda karşılaşılan yüksek ve düşük sıcaklıkların iç ortama iletilmelerinde başlangıçtaki değerlerinden oldukça küçülmüş olarak ve 12 saate kadar varabilen gecikmelerin sağlanabilmesi olanaklıdır.

1.3 Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirliğin klasik ve en çok kullanılan tanımı Birleşmiş Milletler tarafından kurulan Brundtland Komisyonu'nca (1987) yapılmıştır. Komisyon, raporunda sürdürülebilir gelişmeyi, "Bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama imkanına zarar vermeden karşılamak" olarak tanımlamaktadır.

Birçok farklı kültür, farklı koşullar altında sürdürülebilir konut mimarisinin çok güzel örneklerini vermişlerdir. İnsanlar, ılıman iklimde kuzey yerine güneye bakan mağarayı seçtiklerinden beri sürdürülebilirlik varolmuştur.

Varolan arazi yapılarından doğan, yerel insanlar tarafından yerel araç ve gereç kullanılarak inşa edilen ve yerel iklim koşullarına uyan geleneksel yapıların keşfi, sürdürülebilir mimarinin başlangıcıdır. Dolayısıyla, yerel mimarinin anlaşılması önemlidir. Çünkü, dünyadaki hızlı kentleşme ve sanayileşme ile doğal çevrenin önemi ve karmaşık yapısı ihmal edilmektedir.

Modern tasarımın ve konstrüksiyonun geleneksel uygulayıcıları, yapıları sanki doğa ve yer yokmuş gibi yapmayı kolay bulmuşlardır. Fosil yakıtlar bütün yerleşim yerlerinde yapıları ısıtarak, soğutarak ve aydınlatarak yaşanabilir hale getirmektedirler. Günlük kullanımda daha az enerji tüketen, yenilenebilir malzemeler kullanan ve iç mekanları aydınlatmada ve havalandırmada doğal yöntemleri kullanan mimarlar ve mühendisler gerçek sürdürülebilirliğe yaklaşmaktadırlar.

Daha insancıl ve kapsamlı tasarıma yaklaşım için birçok faktörün değişmesi gerekmektedir. Bunlar sürdürülebilir konut tasarım ölçütleri başlığı altında ele alınabilir:
Enerji herhangi bir uygarlığın varlığı için önkoşuldur. Fosil yakıtların tüketimi çevre problemlerinin en önemlilerindendir. Çevre problemlerinin çoğu fosil yakıtlara olan dayanılmaz talebin sonucudur. Taşıtlar ve fabrikalar çevrenin en belirgin düşmanları olarak düşünülebilir, fakat yapılar dünyada kullanılan enerjinin yarısından fazlasını tüketmektedirler. Yapı sahipleri yenilenebilir enerjileri veya temiz kaynakları (güneş, rüzgar veya hidroelektrik) satın alabilirler; mimarlar kendi temiz ve yenilenebilir enerjilerini üreten yapılar tasarlayabilirler.

Sabit bir strüktür olarak mimarlık, hem insanların hareketleri ile, hem de güneş ve iklimin hareketleri ile mücadele etmek durumundadır. 'Sabit' bir oluşum olan

mimarlığa, ekolojik uyarlamalar tasarım ile yüklenebilir. Mimarlık iklime cevap vermelidir.

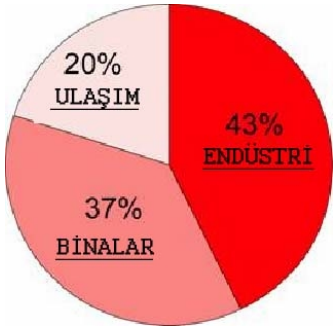
Her yerleşim alanının konumu, topografyası, organizmaları, bitkileri, güneş ışığı ve iklimi kendine özgüdür.

Teknolojinin sağladığı imkanlar yapıları otomatik, kendine yetebilen sistemler haline dönüştürebilmektedir. Fakat, sürdürülebilir tasarım teknolojinin sağladığı yararlardan daha büyüktür.

Sürdürülebilir tasarım için model doğanın kendisidir. Doğa, çöp üretmeyen yeterli ve etkin bir tasarımdır. Sürdürülebilir konut tasarımı, insan yerleşimlerinin yerel yaşamı desteklediği, uygun malzemelere, uygun şekillere ve uygun sistemlere karşı dikkati ve açıklığı önermektedir. Yerel bilgileri, sürdürülebilir malzeme ve enerji sistemleri anlayışı ile birleştiren mimarlar, doğal çevre ile sağlıklı ilişki kurabilen yapılar yaratabilirler.

2. BİNALARDA ENERJİ TASARRUFU

Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE), belirli yıl ve aralıklar ile düzenlediği sayımlar dışında ekonomiyi oluşturan sektörlerin durumlarını izlemek amacıyla anketler düzenlemektedir. Bu anketlere dayanarak Şekil 2.1'de Türkiye'de enerjinin yaklaşık kullanım alanları ve yüzdeleri verilmiştir.



Şekil 2.1 Türkiye'de enerji kullanımının yaklaşık dağılımı

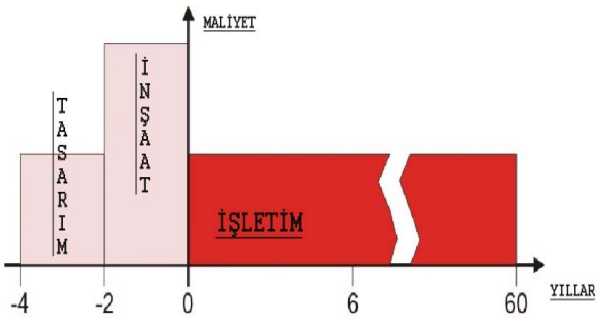
Türkiye'de 2001 yılı enerji tüketim oranları; toplam enerjinin %37'sinin binalar, % 20'sinin ulaşım ve %43'ünün endüstri sektöründe kullanıldığını göstermektedir [5]. Enerji tüketim oranları değerlendirilerek, konutlarda enerji tüketiminin azaltılmasında binada yapılacak iyileştirmeler binanın ısıl performansını dolayısıyla ülkedeki toplam enerji harcamalarını etkileyeceğinden büyük önem taşımaktadır.

Bilindiği gibi, gerek binaların pasif sistem olarak gösterdikleri ısısal performans ve gerekse binadaki ısıtma sisteminin performansı binaya ilişkin tasarım parametreleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu parametreler içerisinde bina kabuğu, doğrudan dış iklim koşullarıyla ilişkili olması nedeniyle enerji etkin tasarımda en önemli tasarım parametresi olarak kabul edilebilir. Opak ve saydam bileşenlerden oluşan bina kabuğunun ısı geçişini etkileyen fiziksel ve optik özelliklerinin başında; opak ve saydam bileşenlerin ısı geçirme katsayısı, opak bileşenin genlik küçültme faktörü, zaman geciktirmesi, opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı geçirgenlik (opak bileşen için geçersiz), yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları sayılabilir.

Bina kabuğunun yukarıda sıralanan fiziksel özellikleri birbirleriyle ilişkili olup hiç birisi diğerlerinden bağımsız belirlenemez. Binalarda ısı korunumu ile ilgili yönetmelikler, ülkemizde TS 825, genelde binanın ısı kaybı-kazancı hesaplarını denge rejiminde ısı geçişi kurallarına göre incelediğinden ve güneş ışınımı kazançlarını yaklaşık hesaplara dayandırdığından, bina kabuğunun ısıl kütlesinin sonucu olan zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörünü ihmal etmektedirler. Halbuki bilinmektedir ki, özellikle gece-gündüz sıcaklık farklılıklarının fazla olduğu yörelerde ve ısıtma sisteminin kesintili çalıştığı durumlarda ısıl kütlenin etkisi ısı geçirme katsayısı kadar önem kazanmaktadır [27].

Yalıtımı olmayan veya eksik yalıtımlı mekanlarda ısıl konfor sağlanamadığı için ısıtma sisteminin yakıt harcaması artmaktadır. Şekil 2.2 bir binanın işletme maliyetinin yapım maliyetiyle ilişkisini göstermektedir. Doğru ısı yalıtımı ile ısıtma sisteminin yakıt harcaması azalır. Bunun yanında yazın yapılan soğutma işleminin kışın yapılan ısıtma işleminden çok daha fazla bir maliyeti vardır, doğru ısı yalıtımı ile yazın yapılan soğutma giderleri azaltılabilir. Doğru ısı yalıtımı aynı zamanda ısıl konforu sağlar. Yalıtımsız veya eksik yalıtımlı bir mekanda yüzey sıcaklıkları düşüktür ve sıcak hava soğuk yüzeylere, pencerelere doğru hareket ederek hava akımı yaratır. Hava akımı ısıl konforun oluşmasını engeller. Isı yalıtımı doğru yapılmış bir mekan için belirlenmiş ısıtma sistemi, yalıtımsız veya eksik yalıtılmış bir binaya göre daha düşük kapasitelidir ve kış aylarındaki yakıt sarfiyatı daha düşüktür. Bu da ısıtma sisteminden havaya verilen CO_2, SO_2 miktarının azalması anlamına gelmektedir. Bu olay şehir veya bölge ölçeğinde düşünülürse ısı yalıtımının hava kirliliğindeki azaltıcı etkisi gerçek anlamda fark edilir.

Yukarıda da belirtildiği gibi binalarda kullanıcı konforunu sağlamak üzere harcanan enerji miktarının önemli bir oranı ısıtma amaçlı harcandığından bu çalışmada kullanıcıların iklimsel konforunu sağlamak üzere harcanan ısı enerjisi üzerinde durulmuştur.



Şekil 2.2 Bir binanın işletme maliyetinin yapım maliyetiyle ilişkisi

Bu sebepten, binalarda enerji tasarrufundan maksimum yarar sağlamak için öncelikle iklimsel konfor ve enerji harcamalarını etkileyen parametreleri belirlemek gereklidir.

2.1 Binalarda İklimsel Konforu ve Isıtma Enerjisi Harcamalarını Etkileyen İklimsel Çevre Etkenleri ve Yapma Çevre Değişkenleri

Binalarda iklimsel konforu ve ısıtma enerjisi harcamalarını etkileyen parametreler iklimsel çevre etkenleri ve yapma çevre değişkenleri olarak sıralanabilir.

2.1.1 İklimsel Çevre Etkenleri

Bina içi iklimsel konforu etkileyen iklimsel çevre etkenleri aşağıda sıralanmıştır:

- **Güneş Işınımı:**

Güneş ışınımı, dalga boyu 0.3 μm ve 3 μm arasında olan kısa dalga ışınımdır. Yeryüzeyine gelirken karşılaştığı etkenlere bağlı olarak doğrudan güneş ışınımı ve yaygın gök ışınımı olmak üzere iki bileşenden oluşur. Doğrudan güneş ışınımı, doğrultusunda ve dalgaboyunda bir değişiklik olmadan atmosferden geçerek yeryüzeyine ulaşan kısa dalga ışınımdır. Yaygın gök ışınımı ise atmosferdeki toz, hava molekülleri ve subuharı zerreciklerine çarparak saçılan ve atmosferde yaygın duruma geçtikten sonra yeryüzeyine ulaşan güneş ışınımı bileşenidir.

Yeryüzeyinde belirli bir yöne bakan ve belirli bir eğimi olan herhangi bir yüzeyi etkileyen toplam kısa dalga güneş ışınımı ise, doğrudan ışınım, yaygın gök ışınımı ve çevre yüzeylerden (çoğunlukla yeryüzeyinden) yansımış ışınım olmak üzere üç ayrı bileşenden oluşmaktadır.

- **Dış Hava Sıcaklığı:**

Hava sıcaklığı, güneşin yükseliş açısının periyodik değişimine bağlı olarak 24 saatlik periyotlarla tekrarlanmakta olup sinüzoidal bir değişim göstermektedir. Hava sıcaklığı, insan ve çevresi arasındaki ısı taşınımını etkilediğinden insanın iklimsel konforunu da etkileyen değişkenlerdendir.

- **Dış Hava Nemliliği:**

Havanın, sıcaklığının da etkisiyle içerisinde barındırabildiği su buharı miktarı olup konfor koşullarını etkileyen değişkenlerden biridir.

- **Rüzgar:**

Rüzgar, atmosferdeki basınç farklılaşması sonucu oluşan hava akımıdır. Bina ve yerleşme ölçeğinde hakim rüzgar, ısı kazanç ve kayıplarını etkilediğinden konfor koşullarını belirleyen bir etkendir.

2.1.2 Yapma Çevre Değişkenleri

Yapma çevre, kullanıcıların hacim içerisinde gerçekleştirdikleri eylem ve eylemler sırasında ihtiyaç duydukları iklimsel konfor koşullarını etkileyen ve enerji korunumu açısından ek yapma enerji sistemlerinin yüklerinin en aza indirgenmesi için göz önünde bulundurulması gereken yapısal değişkenlerdir.

İklimsel konfor koşulları, genellikle hacim içerisindeki durumu anlatır. Hacim içerisinde konfor koşullarını etkileyen yapma çevre değişkenlerinin optimum değerlere sahip olmaları hacim tarafından pasif olarak karşılanabileceği gibi kimi durumlarda ek yapma enerji sistemlerinin varlığını gerektirmektedir.

Hacmin kazandığı veya kaybettiği ısı miktarını etkileyen yapma çevre değişkenleri ise hacmin bina içerisindeki konumu, hacmin boyutları ve biçim faktörü, hacmin yönlendiriliş durumu, hacmin kabuk elemanının ısı geçişine ilişkin özellikleri ve hacmin ısıtılması için kullanılan sistemin işletme şekli gibi tasarım parametreleridir.

Hacmin kabuk elemanı yukarıda sözü edilen hacme binaya ait yapma çevre değişkenleri içerisinde en önemlisidir. Bu durum, kabuk elemanının bina içi çevre ile bina dışı çevre arasında ısı alışverişinin tek yolu olmasının yanı sıra her zaman kontrol edilebilecek bir değişken olması sonucunu doğurur.

Binaya ait yapma çevre değişkenleri binanın yeri, bina aralıkları, binanın yönlendirilişi ve binanın formudur.

- **Hacmin Bina İçerisindeki Konumu**

Hacim içerisindeki iklimsel konfor, hacmi dış çevreden sınırlayan kabuk elemanlarının yüzey sıcaklıklarıyla doğrudan ilişkilidir. Hacim içi sıcaklık, kabuk elemanlarının iç yüzey sıcaklıklarıyla değişeceğinden hacmin dış cephe sayısı, binanın ara katta, zemin veya çatı katında oluşu sonucu çatı ve döşemeden geçen ısı miktarına bağlı olarak değişecektir. Kabuk elemanının yüzey alanı da hacmin bina içerisindeki konumuyla belirleneceğinden hacim içi iklimsel konforun sağlanmasında ve enerji harcamalarında hacmin bina içerisindeki yeri önem kazanmaktadır.

- **Hacmin Boyutları ve Biçim Faktörü**

Biçim faktörü, planda hacmin genişliğinin derinliğe oranı olarak tanımlanmaktadır. Hacmin boyutları ve biçim faktörü, hacmi çevreleyen kabuk elemanlarının alanlarını, dolayısıyla kabuktan kazanılan veya yitirilen ısı miktarını ve hacimde gerçekleşen iç hava ve iç yüzey sıcaklıklarının değişimlerini etkilemektedir.

Hacmin taban alanı sabit kalsa bile biçim faktörü genişliğin derinliğe oranı olduğundan kabuk elemanı yüzey alanı dolayısıyla ortalama ışınımsal sıcaklık, kabuktan geçen ısı miktarı, iç yüzey sıcaklığı ve tüm buların sonucunda iç ortam sıcaklığı değişir. Bu nedenle, hacmin boyutları ve biçim faktörü hacim içi iklimsel konforu etkileyen yapma çevre değişkenleridir.

- **Hacmin Yönlendiriliş Durumu**

Güneş ışınımı yöne göre değişim gösterdiğinden, hacmi çevreleyen kabuk elemanlarının baktıkları yönler kabuğa gelen güneş ışınımı miktarını dolayısıyla ortalama ışınımsal sıcaklığı etkiler. Bu durum kabuktan geçen ısı miktarını etkileyeceğinden kabuk iç yüzey sıcaklığı ve buna bağlı olarak hacim içi sıcaklığı da değişim gösterir. Hacim içi sıcaklık, kabuğun dış yüzeyindeki güneş ışınımı yeğinliği ve kabuktan geçen ısı miktarının bir fonksiyonu olduğundan iklimsel konforu belirleyen önemli yapma çevre değişkenlerindendir.

2.2 Hacmin Kabuk Elemanının Termofiziksel ve Optik Özellikleri

Hacmi çevreleyen kabuk elemanının termofiziksel ve optik özellikleri ve dış ortam şartları, kabuk elemanından geçen ısı miktarını ve bunun sonucunda iç yüzey sıcaklığı ve iç hava sıcaklığını belirler.

2.2.1 Hacmin Kabuk Elemanının Termofiziksel Özellikleri

Hacmin kabuk elemanının termofiziksel özellikleri toplam ısı geçirme katsayısı (U), zaman geciktirmesi (n), saydamlık oranı (x) ve genlik küçültme faktörü (f) gibi ısı geçişine ilişkin özellikleridir.

- **Saydam Bileşenin Isı Geçişine İlişkin Özellikleri**

Saydam bileşenin ısı geçişine ilişkin özellikleri, bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı ve doğrama türüdür. Saydam bileşenin önemli bir bölümünü oluşturan camların ısı depolama kapasitesi ihmal edilebilecek kadar düşüktür.

- **Opak Bileşenin Isı Geçişine İlişkin Özellikleri**

Opak bileşenin ısı geçişine ilişkin özellikleri, toplam ısı geçirme katsayısı (U), zaman geciktirmesi (Θ) ve genlik küçültme faktörü (φ) ve saydamlık oranıdır (x)'dir.

Toplam ısı geçirme katsayısı (U):

Opak ve saydam bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, herhangi bir d (m) kalınlığındaki yapı bileşeninin (duvar, döşeme v.b. gibi) her iki tarafında bulunan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1 K olduğunda, bileşenin birim alanından ($1m^2$), birim zamanda (1 saat) geçen ısı miktarıdır. Birimi W/ m^2K'dir [6].

Yapı bileşenini toplam ısı geçirme katsayısı aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$U=\frac{1}{1/\alpha_i+d_1/\lambda_1+ d_2/\lambda_2+.....+ d_n/\lambda_n+1/\alpha_d} \qquad (2.1)$$

α : yüzeysel ısı geçirme katsayısı, W/m^2K

d : bileşeni oluşturan malzeme katmanlarının kalınlığı, m

λ : katmanı oluşturan malzemelerin ısı iletkenliği, W/m^2K

Yüzeysel ısı İletim Katsayısı (α):

Yüzeysel ısı İletim Katsayısı, aralarında sıcaklık farkı 1 K olduğu zaman, yapı bileşeninin birim alanından (1 m^2) havaya veya havadan yapı bileşenine birim zamanda (1 saat) geçen ısı miktarıdır. Birimi W/m^2K'dir.

Yüzeysel Isı İletim Direnci (1/α):

Yüzeysel ısı iletim katsayısının aritmetik tersidir. Birimi m^2K /W'dir.

Isı Geçirgenliği (Λ):

Isı geçirgenliği, kalınlığı d (m) olan bir yapı bileşeninin birbirine paralel iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı 1 K olduğu zaman, birim zamanda (1 saat) birim alanından ($1m^2$) yüzeylere dik yönde geçen ısı miktarıdır. Birimi W/m^2K'dir.

Isı Geçirgenlik Direnci (1/Λ):

Isı geçirgenliğinin aritmetik tersidir. Birimi m^2K /W'dir.

Opak kabuk bileşenleri, ısı depolama kapasiteleri ihmal edilemeyecek maddelerden oluştuğundan zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü gibi bileşenlerin ısı iletkenlik katsayılarına (λ), özgül ağırlıkları (c) ve kalınlıklarına bağlı kavramlardan söz edilmektedir.

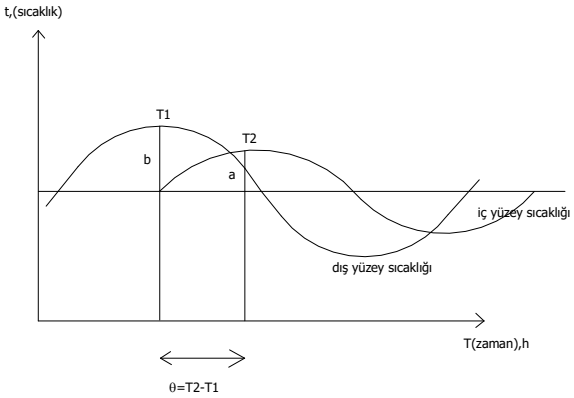
Hacim içerisinde ek bir ısıtma sistemi olmadığı koşullarda, güneş ışınımı ve dış hava sıcaklığının zamana bağlı değişimi (periyodik değişimi) iç hava sıcaklığının da periyodik olarak değişimine sebep olmaktadır.

Genlik küçültme faktörü (φ):

Bileşenin iç yüzeyindeki sıcaklık değişiminin genliğinin, dış yüzeyine oranıdır.

Zaman Geciktirmesi(Θ):

Kabuğun dış yüzeyindeki maksimum sol-air sıcaklığın kabuğun iç yüzeyine iletildiğinde maksimum iç yüzey sıcaklığının oluşumuna kadar geçen süredir.



Şekil 2.3 Zaman Geciktirmesi ve Genlik Küçültme Faktörü

$$\varphi = \frac{a}{b} \tag{2.2}$$

θ: zaman geciktirmesi
φ: genlik küçültme faktörü

Genlik küçültme faktörü ve zaman geciktirmesi kabuğun ısı depolama kapasitesinin sonucudur.

Saydamlık oranı (x):

Saydam ve opak bina bileşenlerinden oluşmuş bina kabuğundaki saydam bileşen alanının tüm kabuk alanına oranı olup kabuktan geçen toplam ısı miktarını etkileyen bir değişkendir.

Güneş ışınımı yeğinlikleri yönlere göre değişim gösterdiğinden, yukarıda bahsedilen termofiziksel özellikler de güneş ışınımı yeğinliklerine bağlı olarak yönlere göre değişim gösterir [6].

2.2.2 Hacmin Kabuk Elemanının Optik Özellikleri

Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı optik özellikleri,

saydam bileşenler için,

$$\tau + a + r = 1 \tag{2.3}$$

opak bileşenler için ise geçirgenlik söz konusu olmadığından ,

$$a + r = 1 \tag{2.4}$$

τ : geçirgenlik katsayısı

a : yutuculuk katsayısı

r : yansıtıcılık katsayısı

bağıntıları ile ifade edilebilir.

Opak bileşenin yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları doğrudan ve yaygın güneş ışınımı için çok farklı olmayıp, büyük ölçüde bileşenin yüzey renginin fonksiyonudur. Saydam bileşenlerin doğrudan ve yaygın güneş ışınımına davranışları ise birbirinden önemli ölçüde farklılık göstermekte olup, geçirgenlik, yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları bileşenin fiziksel özelliklerine bağlı olduğu kadar doğrudan ışınım için ışınımın geliş açısına da bağlıdır. Yaygın ışınım için ise geliş açısının 60°olması durumundaki geçirgenlik, yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları geçerli kabul edilebilir [6].

2.2.3 Hacmin Isıtılması İçin Kullanılan Sistemin İşletme Şekli

Hacim içerisinde iklimsel konfor koşulları pasif olarak yalnızca yılın belirli bir döneminde sağlanabilmekte olup diğer zamanlarda hacimde oluşan koşulların konfor koşullarını sağlayamamasından ötürü yapma iklimlendirme sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Pasif ve yapma iklimlendirme sistemleri birbirlerini destekleyecek şekilde kullanılmalıdır. Isıtma dönemi, pasif sistemin hacmin iklimsel konforunu sağlayamadığı durumlarda ek yapma ısıtma sistemlerine gereksim duyulduğu dönemdir.

Yapma ısıtma sistemleri, hizmet ettikleri binanın fonksiyonuna ve gün içerisindeki kullanım süresine bağlı olarak zaman zaman durabilir veya sürekli çalıştırılıp belirli saatlerde yavaşlatılabilirler. Bu durumda, bina kabuğunun ısı geçişi ve ısı depolama özelliklerine bağlı olarak iç yüzey sıcaklıklarının bir fonksiyonu olan iç hava sıcaklıklarının istenen konfor değerini sağlayabilmesi için sistemin sürekli çalışmasına göre daha fazla ısıtma enerjisi üretilmesi gerekebilecektir.

Isıtma sisteminin işletme şekli, bina kabuğunun termofiziksel özellikleri ve yapma çevre değişkenlerine bağlı olup ısıtma süresi iç hava sıcaklığının iklimsel konfor alt sınır değeri ile dış hava sıcaklıkları değerleri olmak üzere iki çeşit değer temel alınarak hesaplanabilmektedir [7].

3. BİNALARDA ENERJİ KORUNUMU STANDARTLARI

Bina yapısı, insanın yaşadığı soğuk, sıcak ve nemli iklimlere göre önem taşır. Soğuk bölgelerde, hem ekonomi hem de rahat için yüksek standartta izolasyon gerekir. Sıcak-nemli iklimlerde ise gereksinim sadece güneşten korunmak yani bir gölge bulabilmektedir. Amaç, rüzgardan yararlanıp barınak içinde hava dolaşımını yeterli seviyeye getirmektedir. Çok sıcak ve kuru iklimlerde mümkün olduğunca ağaçları kullanarak gölge yapabilmek önemlidir. Yapı malzemeleri dışarıdaki sıcağı içeriye almayacak şekilde olmalıdır. Böylece, evin içinde sıcaklığın, dışarıdakinden daha az farklı olması sağlanır.

Biyoklimatik haritalar, uygun bir bina yapısını oluşturmada mimarlara yardımcı olur. Bundan başka, günlük hava tahmini her zaman en az enerji harcamasıyla evin içinde rahat bir ortam sağlanması için gereklidir. Mevsimsel iklim tahminleri veya beklentileri, soğuk iklimlerde ısınma enerji kaynaklarının dağıtımı ve depolanması için de yardımcı olur. Dikkatlice yapılmış bir bina, mevsimsel değişimlere rağmen enerji çıkışının en iyi şekilde düzenlenmesini sağlar. Bu amaçla ülkeler yapacakları binalar için iklimsel karakterlerine doğru cevap verecek enerji korunumu standartları geliştirmişlerdir. Ülkemizde kullanılan binalarda enerji korunumu standardı TS 825 olup hazırlanmasında Avrupa standartları baz alınmıştır.

3.1 Avrupa Ülkelerindeki Binalarda Isıtma Enerjisi Tasarrufu Standartları

Avrupa ülkelerinde enerji tasarrufunun ve enerji verimliğinin sağlanmasını temel öncelikler arasında yer almaktadır. İnşaat sektörü Avrupa'da enerji tüketiminde en büyük paya sahiptir. Tablo 3.1 Avrupa Birliğinde, 1998'de toplam enerji tüketiminin sektörel dağılımını göstermektedir. Avrupa birliğinin gittikçe enerji yönüyle dışa bağımlı hale gelmesi, Kyoto protokolü ve yükümlülükler, Avrupa birliğinin enerji temin olanaklarının çok sınırlı olması sonucu 2002/91/EC sayılı AB direktifine ihtiyaç duyulmuştur. Tablo 3.1'de Avrupa Birliğinde, 1998'de toplam enerji tüketiminin sektörel dağılımı görülmektedir.

Tablo 3.1 Avrupa Birliğinde, 1998'de toplam enerji tüketiminin sektörel dağılımı

Sektör	Enerji Tüketimi Mtoe	Dağılım %
İnşaat	379	41
Endüstri	262	28
Nakliye	288	31

2002/91/EC sayılı AB direktifinin temelini oluşturan amaç, AB bünyesindeki binaların enerji performansında yapılacak olan iyileştirmelerin teşvik edilmesi, mümkün olduğu kadar en uygun maliyet–verimlilik ölçülerinin ele alınmasının sağlanmasıdır.

Tablo 3.2 Avrupa ülkelerinde mevcut CO_2 emisyonları ve muhtemel azaltmalar [10]

	Mevcut CO_2 Emisyonları Mt			Muhtemel Azaltmalar	
	Toplam	Isıtma	M Ton	Toplam%	Isıtma %
Avusturya	-	21	10	-	48
Belçika	112	33	22	20	67
Danimarka	64	12	3	5	25
Finlandiya	65	12	1	2	8
Fransa	280	55	36	13	67
Almanya	743	150	100	13	67
İrlanda	27	7	5	18	71
İtalya	360	36	18	5	50
Hollanda	167	40	27	16	50
Norveç	35	3	1	3	33
İspanya	186	27	13	7	50
İsveç	93	20	2	2	10
İsviçre	42	17	11	26	65
Türkiye	186	69	17	9	25
İngiltere	542	75	37	7	49
Toplam	3000	600	310	10	50

Enerji verimliliği için en büyük potansiyel, mevcut bina stoğundadır. Direktif, üye devletler arasında konu ile ilgili yerel yönetmeliklerin koordinasyonunun arttırılarak çerçeve bir çalışmanın altyapısını oluşturmayı amaçlar. Bu çalışmanın uygulanabilirliği, her bir üye devletin sorumluluğuna bırakılmıştır.

2002/91/EC sayılı direktifin amaçları şunlardır:

- Binaların enerji performansının tespitine yönelik ortak bir metodolojinin oluşturulması: AB bünyesinde binalara yönelik olarak yapının yalıtım kalitesi, ısıtma-soğutma ve HVAC sistemi, aydınlatma ekipmanları, yapının

- yönü ve konumu, ısı geri kazanımı, aktif solar kazançlar ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi unsurları bünyesinde barındıran harmonize yapı standartlarının ve kodlarının geliştirilmesi
- Yeni binalarda ve renove edilen mevcut binalarda yapı standartlarının uygulanması: Yeni ve tadilat miktarı 1000 m^2'yi geçen mevcut binalarda; ortak metodolojiye göre belirlenmiş minimum enerji performans standartlarının uygulanması
- Yeni ve mevcut binalar için enerji performansını gösterir sertifika kullanımı: Bütün binaların enerji performansı ölçülmeli ve sertifikalandırılmalıdır. Bu sertifikalar 5 yılda bir yenilenmeli ve yeni binalardaki minimum enerji performans şartlarını sağlayacak şekilde enerji verimliliğini arttırıcı öneriler ile birlikte hazırlanmalıdır.
- Isıtma ve soğutma sistemlerinin düzenli denetimi ve performanslarının değerlendirilmesi: Efektif gücü 10kW'dan fazla olan sistemler düzenli olarak gözlenmelidir [8].

Kanun 4 Ocak 2006 yılında, üye ülkelerde zorunlu olarak uygulanmaya başlanacak. Konut ve konut dışı olmak üzere tüm binalar kapsam içinde olacaktır. Enerji komisyonuna göre 2010 yılına kadar, binalarda %22'lik bir enerji verimliliği sağlanabilecektir. Bu direktif etkin uygulanabilirse 2010 yılına kadar 45 milyon ton CO_2 emisyonunda azalma sağlanabilir. Kyoto anlaşmasına göre AB 330 milyon ton azalma sağlanması gerekiyor [9].

Tablo 3.3 2010 yılına kadar AB'nin yıllık CO_2 emisyon tasarrufu [10].

İyileştirilecek Yöntemler	Uygulama Sektörü	MtonnesCO_2
Isıl İzolasyon	Ev	98-120
	Ticari/Kamu	20
	Endüstri	56
Perdeleme	Ev	25
	Ticari/Kamu/Endüstri	25
Kontrol	Ticari/Kamu	6
	Endüstri	20
Aydınlatma Verimliliği	Hepsi	50
Toplam		430-452

Mtonnes: Megaton

1970'lerden beri Avrupa Soğuk İklim Bölgesindeki, Finlandiya, Norveç, İsveç gibi ülkelerin milli yönetmelikleri, binalarda enerji tasarrufu ile yakından ilgilenmişlerdir. Bu ilgi, yapı bileşenleri U değerlerinin pozitif yönde gelişmesine yol açmıştır. Bugün hala İsveç yönetmeliği Avrupa'da bir model görevi görür. Bu ülkelerde ortalama ısıtma periyodu senede 4500 derece gün ortalamasının üstündedir.

Tablo 3.4 Soğuk Kuzey İklim Bölgesinde, Yeni Binalar için Uygulanan U değerleri [11]

Yapı Bileşenlerinin İzolasyon Etkisi	U-Değeri 1975-1990 arası W/m^2K	U-Değeri 1991'den sonra W/m^2K
Dış Duvar	0,3	0,2
Çatı	0,2	0,15
Zemin	0,2	0,15

Avrupa'nın ılıman iklim bölgesinde ortalama ısıtma periyodu 3500 derece-gün sayısına yükselmiştir. Bu iklim bölgesinde, Belçika, Danimarka, Fransa, İngiltere, İrlanda, Lüksemburg, Hollanda, Avusturya ve İsviçre bulunmaktadır.

Tablo 3.5 Ilıman İklim Bölgesinde, Yeni Binalar için Uygulanan U Değeri (Tahmini Ortalama Değerler) [11]

Yapı Bileşenlerinin İzolasyon Etkisi	U-Değeri 1975-1990 arası W/m^2K	U-Değeri 1991'den sonra W/m^2K
Dış Duvar	0,1	0,5
Çatı	0,5	0,4
Zemin	0,8	0,5

Güney Avrupa'da, (Sıcak İklim Bölgesi-Yunanistan, İtalya,Portekiz ve İspanya)'da binalar ortalama 1800 derece gün sayısına sahip olsa bile, fark edilen ısınma sorunları, ne bina ısıtma sistemlerine ne de toplum dikkatine maalesef bütünüyle yansımamaktadır.

Tablo 3.6 Sıcak Güney bölgesinde, Yeni binalar için Uygulanan U değeri (Tahmini Ortalama Değer) [11]

Yapı Bileşenlerinin İzolasyon Etkisi	U-Değeri 1975-1990 arası W/m^2K	U-Değeri 1991'den sonra W/m^2K
Dış Duvar	1,2	0,6
Çatı	0,8	0,5
Zemin	0,8	0,5

3.1.1 Almanya'da Enerji Tasarrufu Uygulamaları

Almanya'da ısı yalıtım kuralları kademeli olarak geliştirilmiştir. Almanya'da yapılarda ısı yalıtım kuralları aşamalarla gelişim göstermiştir. 1984 ve 1995 yıllarında uygulamaya konulan ısı yalıtım kurallarına göre m^2 döşeme alanı başına 1 yılda sarf olunması öngörülen ısı miktarının A/V oranlarına göre değişimleri belirtilmiştir. 1997'de hazırlanan önlem paketiyle 1995 değerlerine göre %30 daha aşağıya inilmesi öngörülmüştür.

Almanya, İsviçre gibi ülkelerde ısı yalıtımı yapılan binalar için, vergi indirimi, vergi ödeme kolaylıkları, kredi faizlerinde indirim uygulanmaktadır. Ayrıca Almanya'da üzerinde durulan ve çok yaygın olan bir tutumda 'halkın bilinçlenmesi'dir.

Almanya'da 1995 tarihli yönetmeliğe göre gerçekleştirilmesi istenen Utoplam ısı geçiş kat sayıları, Tablo 3.7'de gösterilmektedir.

Tablo 3.7 Almanya'da 1995 tarihli yönetmeliğe göre toplam ısı geçiş katsayıları (W/m^2K) [11]

Dış duvarlarda	0,5	ve daha küçük
Pencerelerde	1,8	ve daha küçük
Çatılarda	0,22	ve daha küçük
Bodrumlarda	0,50	ve daha küçük

Almanya'da 335561 konutta yapılan bir araştırmaya göre, m2 kullanma alanı başına ısıtmak için kullanılan fuel-oil miktarı 1979'da 29,37 litre iken 1998'de 17,75 litreye düşmüştür. Bu sonuç binalarda ısı tasarrufunun önemini vurgulamaktadır [12].

Almanya için, binalarda ısı yalıtımı konusundaki düzenlemelerden bazıları aşağıda sıralanmıştır [13]:

- DIN EN 832 Binanın ısıl performansı – Konutlarda ısınma amaçlı enerji kullanımının hesabı
- DIN 4108 Binalarda ısıl izolasyon, enerji ekonomisi
- DIN 4108-1
  Binalarda ısıl izolasyon; büyüklükler ve birimler
- DIN 4108-2
  Binalarda ısıl koruma ve enerji ekonomisi - Bölüm 2: Isıl izolasyon için minimum gereklilikler
- DIN 4108-3
  Binalarda ısıl koruma ve enerji ekonomisi - Bölüm 3: Tasarım ve inşa için koruma

3.1.2 Fransa'da Enerji Tasarrufu Uygulamaları

Fransa'da enerji kaynaklarının az oluşu, enerji maddeleri üreten ülkelerin –OPEC- gibi fiyatları büyük ölçüde ellerinde tutmaları, ülkeler arasındaki gruplaşmalar, göz önüne alınarak yapılardaki enerji tasarrufu önlemleri 3-5-10 yıllık dönemler için belirlenmiştir.

1973 yılına kadar Fransa enerjisinin 2/3'ü petrol kaynaklı idi ve bununda %75'i ithal ediliyordu. 1973 yılında 129 milyon olan petrol ithalatı 1984 yılında 80 milyon tona düşürüldü ve 1990 yılında 60 milyon tona inilmesi hedef alındı. 1974 yılında yeni yapılacak konutlar için yeni esaslar getirildi ve 2000, 2500, 2800 derece gün iklim şartları için birim hacimden ısı kayıpları belirlendi. Enerji tasarrufu ajansı kuruldu. 1980'de konutlarda enerji tasarrufu ile ilgili olarak ev başına 18.000 Frank yardım yapıldı. Bu yardım sonra 28000 frank'a kadar yükseltildi. 1980 yılında konutlarda 1985 de başlayacak 12 E 85 enerji tasarruf programı üzerinde çalışmalara başlandı. 1985 yılında konutlarda %25 enerji tasarrufu şart koşuldu. 1985 yılında, 1990 yılı için 13 E 90 programı kabul edildi.

3.1.3 Danimarka'da Enerji Tasarrufu Uygulamaları

1995 yılı için, Danimarka'da yürürlüğe giren kurala göre kabul edilen K değerleri Almanya'daki değerlerin de altındadır. Bu kurala göre -K- toplam ısı geçiş katsayıları Tablo 3.8'de verilmektedir.

Tablo 3.8 Danimarka'da 1995 tarihli yönetmeliğe göre toplam ısı geçiş katsayıları (W/m^2K) [11]

Dış duvarlarda	0.20 ve daha küçük
İç duvarlarda –ısıtılmayan oda-	0.40 ve daha küçük
Tavanlarda –ısıtılmayan oda-	0.30 ve daha küçük
Döşemelerde –bodrum-	0.15 ve daha küçük
Çatılarda	0.15 ve daha küçük
Pencerelerde	1.80 ve daha küçük

1995 yılında Danimarka'da kabul edilen değerler, Almanya'daki değerlerinde altındadır.

3.2 Türkiye'de Binalarda Isıtma Enerjisi Korunumu Standartları

Ülkemizde yeni inşa edilecek ya da büyük ölçüde tadilat yapılacak konut ve ticari binalarda uygulanacak ısı yalıtımı standartları TS 825 no'lu standart ile düzenlenmiştir. Ülkemizde binalarda ısı korunumunun sağlanmasına yönelik çeşitli yönetmelik ve standartlar hazırlanmıştır. Mayıs 1999'da yürürlüğe giren TS 825,

- DIN 4108 kodlu Birleşik Almanya Isı Korunumu Yönetmeliği
- prEN 832 kodlu 'Thermal Performance of Buildings' isimli Avrupa standartı
- Thermal Insulation- Calculation of space Heating Requirements of Residental buildings' isimli 9164 ISO standartından

yararlanılarak hazırlanmıştır. Hesaplama yöntemi ise, 9164 no'lu ISO standartına dayandırılmıştır [14].

3.2.1 1970 yılında Uygulamaya Konulan Standart

1970 yılında uygulamaya konulan 'TS 825- Binalarda Isı Etkilerinden Korunma Kuralları' standardı, Türkiye'nin iklim bölgelerine ve yapı bileşenlerinin türüne bağlı

olarak, bu bileşenlerin sahip olması gereken en az ısı geçirgenlik dirençlerini yalnız opak bileşenler için vermiştir. Bu bileşenlerin baktığı yönü, eğimlerini, cephelerin saydamlık oranlarını, cam türünü ve bina formunu hesaba katmamıştır. Oysa standardın hesaplamaya katmadığı bu değişkenler binaların ısıtma gereksinmesi miktarının ve kaybedilen ısı miktarının belirlenmesinde etkilidir.

3.2.2 1977 tarihinde Yürürlüğe giren Yönetmelik

1977 tarihinde yürürlüğe giren, 'Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Isıtma ve Buhar Tesislerinde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği', en az yapma ısıtma gereksinmesi oluşturacak binaları, dış alanlarının ortalama toplam ısı geçirme katsayısı ile tanımlamaktadır. F/V oranlarına (binanın ısı kaybeden toplam alanının, bu alanın çevrelediği hacme oranına ve dış dizayn sıcaklıklarına bağlı olarak bina dış kabuğuna ilişkin toplam ısı geçirme katsayısı üst sınır değerleri belirlenmiştir [15]. Ancak binalar ve dış duvarlar için önerilen ortalama ısı geçirgenlik katsayıları, binanın ve kabuk elemanının yönlendiriliş oranından bağımsız olarak verilmiştir ve bu değerlerin hesaplanmasında güneş ışınımının ısıtıcı etkisinin katkısı hesaba katılmamıştır.

3.2.3 1985 tarihinde Yürürlüğe giren Yönetmelik

Bu yönetmelik, Türkiye'nin iklim bölgeleri için yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik dirençleri alt sınır değerleri ile pencere-dış duvar ortalama ısı geçirme katsayılarının üst sınır değerlerini belirlemiş ve Türkiye'deki tüm binalarda bu değerlere uyulmasını zorunlu kılmıştır. Fakat bu yönetmelikte de yön değişkeni ve güneş ışınımının ısıtıcı etkisi ihmal edilmiştir.

Yönetmeliğin temeli bölgelendirme üzerine kurulmasına karşın, aynı bölgede yer alıp meteorolojik verileri birbirinden farklı yöreler için aynı değerleri vermesi bir sorundur. Ayrıca bu yönetmelikte, yapı bileşenlerine ve elemanlarına uygulanması istenen ısı geçirgenlik direnci ve toplam ısı geçirme katsayıları, bu elemanların baktığı yön, eğim ve cephenin saydamlık oranı gibi binaya ilişkin dizayn parametrelerinden bağımsız olarak verilmiştir [16].

3.2.4 1998 tarihinde Yürürlüğe giren Standart (TS 825)

1998'de yürürlüğe giren TS 825 'Binalarda Isı yalıtımı Kuralları' standardı, binalarda yıllık ısıtma enerjisi miktarını hesabı ile n değerlerin A_{top} / $V_{brüt}$ (binanın

ısı kaybeden dış alanı / bu alanın çevrelediği hacim) oranlarına bağlı olarak yönetmeliğin belirlediği sınır değerlerin aşılmamasını sağlar. Yeni binaların dizaynı aşamasında, bu standartta verilen hesap metodu kullanılarak, binanın enerji ihtiyacı standartta verilen sınırları aşmayacak şekilde hesaplanmalı ve malzeme seçimi, eleman boyutlandırılması ve detay çözümlerinin de belirtildiği bir ısı yalıtım projesi hazırlanmalıdır.

Bu standardın eksik yönleri, daha çok yeni binalarda yalıtım projesi yapılmasına yönelik oluşu ve aynı derece-gün bölgesinde bulunan ama farklı iklim tipine sahip şehirlerin standarda yetersiz cevap verişidir.

Tanımlanan hesap metodunda, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ısıtma dönemini kapsayan aylık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının toplanması ile bulunmaktadır [17].

3.3 Hesap Metodu

Hesap metodunda ısıtılan ortamın sınırları, bu ortamı dış ortamdan ve eğer varsa ısıtılmayan ortamlarda ayıran duvar, döşeme, çatı, kapı ve pencereden oluşur. Hesaplamalarda dıştan dışa ölçüler kullanılmaktadır. Eğer binanın tamamı aynı sıcaklığa kadar ısıtılıyorsa veya ortamlar arsındaki sıcaklık farkı 4K'den küçük ise binanın tamamı tek bölge olarak ele alınmaktadır.

Binalarda tek bölge için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} \quad (3.1)$$

$$Q_{ay} = [H(T_i - T_d) - \eta_{ay}(\Phi_{i.ay} + \Phi_{g.ay})].t \quad (3.2)$$

$Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, joule

Q_{ay} : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı, joule

H : Binanın özgül ısı kaybı, W/K

T_i : Aylık ortalama iç sıcaklık, °C

T_d : Aylık ortalama dış sıcaklık, °C

η_{ay} : Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü

$\Phi_{i.ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar, W

$\Phi_{g.ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı, W

t : Zaman (saniye olarak bir ay = 86400×30), s

Binalardaki birimler içerisinde sıcaklık farkı 4K'den büyük ortamlar mevcut ise, farklı ısıtma bölgelerinin sınırları belirlenmesi ve hesaplar aşağıda verilenlerden birine göre yapılmalıdır:

- İç sıcaklık T_i, binadaki ortalama sıcaklık olarak alınmalı ve tek bölgeli hesap metodu uygulanmalıdır.
- Ortalama sıcaklık hesabında tavan yüksekliği 3m ve altında ise döşeme alanı ağırlıklı, 3m den yukarı ise hacim ağırlıklı ortalama değer kullanılmalıdır.
- Tek bölgeli hesap metodu, farklı sıcaklıktaki her bölge için ayrı ayrı uygulanmalı ve her bölgedeki ısıtma enerjisi ihtiyacı toplanmalıdır.

Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanmasında aşağıdaki adımlar izlenmelidir:

Binanın özgül ısı kayıpları aşağıdaki bağıntı aracılığı ile hesaplanır:

$$H = H_i + H_h \quad (3.3)$$

H : Binanın özgül ısı kaybı, W/K

H_i : İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı, W/K

H_h : Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı, W/K

a) İletim Yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesaplanması

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı aşağıdaki bağıntı aracılığıyla hesaplanır:

$$H_i = AU + IU_I \quad (3.4)$$

H_i : İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı, W/K

$$AU = U_D A_D + U_p A_p + 0.8\ U_T A_T + 0.5\ U_t A_t + U_d A_d + 0.5 U_{dsıc} A_{dsıc} \quad (3.5)$$

A_D : Dış duvar alanı, m^2

A_p : Pencere alanı, m^2

A_T : Tavan alanı, m^2

A_t :Döşeme alanı, m^2

A_d : Dış hava ile temas eden döşeme

$A_{dsıc}$: Daha düşük iç sıcaklıklara sahip bölgelere sınır oluşturan yapı elemanı yüzeyleri,

U_D : Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı, W/ m^2K

U_p : Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı, W/ m^2K

U_T : Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı, W/ m^2K

U_t : Zemine oturan tabanın/döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı, W/ m^2K

U_d : Dış hava ile temas eden tabanın ısı geçirgenlik katsayısı, W/ m^2K

$U_{dsıc}$: Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı, W/ m^2K

IU_l : Varsa ısı köprülerinden iletilen ısı kaybı

I : Isı köprüsünün uzunluğu, m

$U_ı$: Isı köprüsünün doğrusal geçirgenliği W/mK

Isı köprüsü olması durumunda yukarıdaki büyüklükler TS 8441'de belirtilen metot ile hesaplanmalıdır. Isı kaybı, binanın ortalama ısı kaybından çok daha yüksek ve kışın kararlı durum için iç yüzey sıcaklığının daha düşük olduğu bölümler ısı köprüsünün oluştuğu bölümlerdir. Kolon, kiriş, cepheye dik bölme duvarının ve döşemelerin cepheye bakan yüzeyleri eğer yalıtılmamışsa ısı köprüleri oluşur.

b) Havalandırma Yoluyla gerçekleşen Isı kaybının hesabı

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı aşağıdaki bağıntı aracılıyla hesaplanır:

$$H_h : \rho \times c \times V' = \rho \times c \times n_h \times V_n \quad (3.6)$$

ρ : Havanın yoğunluğu, kg/m^3

c : Havanın özgül ısısı, J/kgK

V' : Hacimsel hava değişim hızı, m^3/h

n_h : Hava değişim sayısı, h^{-1}

V_n : Havalandırılan Hacim, m^3

ρ ve c nin sıcaklık ve basınca bağlı olarak değişimi ihmal edilebilir. Bu durumda yukarıdaki formül 20°C ve 100kPa için aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$H_h = 0{,}33 \times n_h \times V_n \quad (3.7)$$

Pencereler için, Türk standartlarına uygun pencere sistemlerinin seçilmesi durumunda $n_h = h^{-1}$ değeri, diğer pencere sistemleri için $n_h = 2.0\ h^{-1}$ değeri kullanılır.

Eğer binada mekanik havalandırma kullanılıyorsa, hacimsel hava değişim hızı formülleri TS 825'den alınarak uygulanmalıdır.

Aylık Ortalama İç kazançların Hesabı ($\Phi_{i.ay}$) : İç kazançlar şunları içermektedir:

- İnsandan kaynaklanan metabolik ısı kazançları
- Sıcak su sisteminden kaynaklanan ısı kazançları
- Yemek pişirme işleminden kaynaklanan ısı kazançları
- Binalarda kullanılan muhtelif elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısı kazançları

Konutlarda, okullarda ve normal donanımlı (büro binaları vb) binalarda iç kazançlar olarak birim döşeme alanı başına en fazla 5 W/m^2 alınırken; yemek fabrikaları gibi pişirme işleminin ağırlıklı olduğu binalarda, normalin üstünde elektrikli alet çalışan binalarda veya etrafa ısı veren sanayi aletlerinin kullanıldığı binalarda, iç kazançlar için birim döşeme alanı başına en fazla 10 W/m^2 alınır.

Konutlarda $\Phi_{i.ay} \leq 5 \times A_n$ (W) (3.8)

Ticari Binalarda $\Phi_{i.ay} \leq 5 \times A_n$ (W) (3.9)

A_n : Faydalı bina kullanım alanı $A_n = 0.32 \times V_{brüt}$, m^2

Aylık Ortalama Güneş ışınımlarından Elde edilen Isı kazançlarının Hesabı ($\Phi_{g.ay}$)

Bu madde pencerelerden sağlanan doğrudan güneş ışınımını hesaplanmasını tarif etmektedir.

Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı ($\Phi_{g.ay}$) aşağıdaki bağıntı aracılığı ile hesaplanır:

$$\Phi_{g.ay} = \Sigma r_{i.ay} \times g_{i.ay} \times I_{i.ay} \times A_i \quad (3.10)$$

$r_{i.ay}$: i yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü

$g_{i.ay}$: i yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü

$I_{i.ay}$: i yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti, W/m^2

A_i : i yönünde toplam pencere alanı, m^2

$r_{i.ay}$ değerleri aşağıdaki gibi seçilebilir:

- ayrık (müstakil) ve az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yerleşim bölgeleri için $r_{i.ay}$=0.8,
- ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmeye maruz kalıyorsa $r_{i.ay}$=0.6,
- bitişik nizam ve/veya çok katlı binaların bulunduğu yerleşim bölgeleri için $r_{i.ay}$=0.5

$g_{i.ay}$ aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$g_{i.ay} = 0.80 \times g_{\perp} \quad (3.11)$$

$g_{\perp}$: laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü

Ölçüm değerlerinin olmaması durumunda $g_{\perp}$ için aşağıdaki değerler kullanılabilir:

- tek cam için $g_{\perp}$ = 0.85
- çok katlı cam (berrak) için $g_{\perp}$ = 0.75
- Isı geçirgenlik değeri ≤ 2.0 W/m^{2}K olan ısı yalıtkan camlar için $g_{\perp}$ = 0.50

$I_{i.ay}$ değerleri TS 825'de verilmektedir.

Aylık Ortalama kazanç kullanım faktörünün η_{ay} hesaplanması

İç kazançlar ve güneş enerjisi kazançlarının toplamının, ısıtma enerjisi gereksiniminin azaltılması açısından faydalı enerji olarak kabul edilmesi her zaman uygun olmaz. Çünkü ısı kazançlarının yüksek olduğu sürelerde, kazançlar anlık kayıplardan fazla olabilir veya kazançlar ısıtmanın gerekmediği zamanlarda olabilir. İç ortam sıcaklığı kontrol sistemi mükemmel değildir ve yapı elemanlarının bünyesinde bir miktar ısı depolanır. Bu nedenle iç kazançlar ve güneş enerjisi kazançları bir yararlanma faktörü ile azaltılır, bu faktörün büyüklüğü kazançların ve kayıpların bağıl büyüklüğüne ve binanın ısıl kütlesine bağlıdır.

Aylık ortalama kazanç kullanım faktörünü η_{ay} aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKOay)} \quad (3.12)$$

KKO, kazanç/kayıp oranıdır ve aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$KKO_{ay} = (\Phi_{i.ay} + \Phi_{gi.ay})/H(T_{i.ay} - T_{d.ay}) \quad (3.13)$$

$T_{i.ay}$: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı, °C (konutlar için 19 °C alınır)

$T_{d.ay}$: Aylık ortalama dış ortam sıcaklığı, °C

H : Binanın özgül ısı kaybı, W

$\Phi_{i.ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar, W

$\Phi_{gi.ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı, W

KKO_{ay} oranı 2.5 ve üzerinde ise o ay için ısı kaybı olmadığı kabul edilir.

Buraya kadar yapılan hesaplamalar her ay için tekrarlanarak toplam ısı kaybı bulunur ve karşılaştırma yapılarak standarda uygunluğu kabul edilir.

Binanın kullanım alanı başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:

$$Q=Q_{yıl}/A_n \quad (3.14)$$

Hesaplanan bu değerin yönetmelikte öngörülen değerlerle karşılaştırılabilmesi için bölgelere göre $A_{top}/V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak gereken yıllık enerji miktarının (Q) hesabında kullanılarak bağıntılar tablo 3.1'den alınır. Buna göre $Q<Q'$ koşulunu sağlamalıdır.

Bölgelere göre $A_{top}/V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak Q''nun hesaplanması şöyledir:

1. Bölge $Q'= 46.42\ A/V + 17.38$ $[kWh/m^2]$ (3.15)

2. Bölge $Q'= 68.59\ A/V + 32.30$ $[kWh/m^2]$ (3.16)

3. Bölge $Q'= 67.29\ A/V + 50.16$ $[kWh/m^2]$ (3.17)

4. Bölge $Q'= 82.81\ A/V + 37.70$ $[kWh/m^2]$ (3.18)

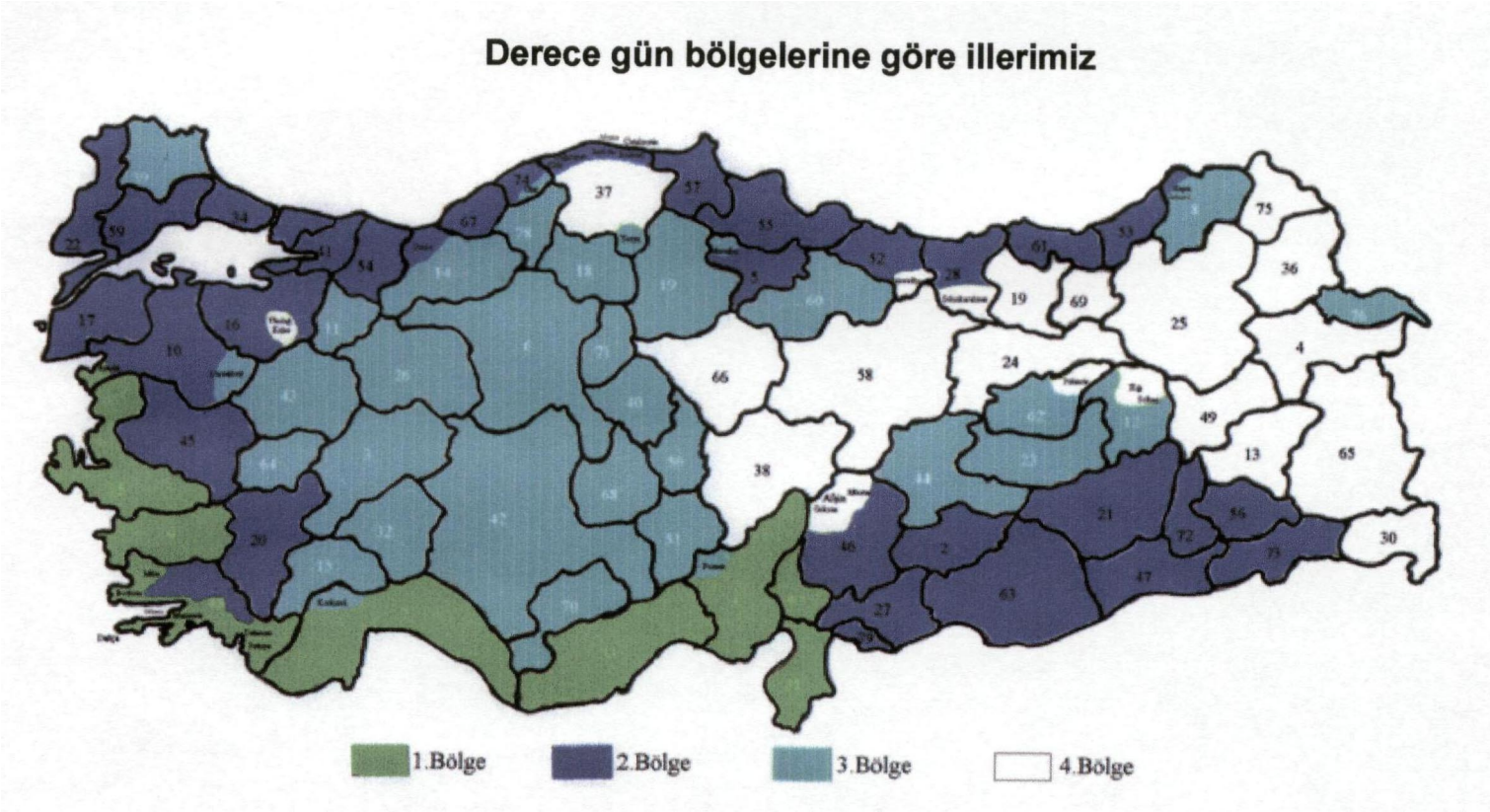
Tablo 3.9 Mevcut TS 825'e göre bölgelere göre tavsiye edilen U değerleri

	U_D W/ m^2K	U_T W/ m^2K	U_t W/ m^2K	U_p* W/ m^2K
1. Bölge	0.80	0.50	0.80	2.80
2. Bölge	0.60	0.40	0.60	2.80
3. Bölge	0.50	0.30	0.45	2.80
4. Bölge	0.40	0.25	0.40	2.80

*U_p olarak verilen ısı iletim katsayıları bir cam türü için verilmiştir. Diğer pencere ve kapı türleri için ısı iletim katsayıları TS 2164'den alınır ve hesaba katılır [17].

3.4 TS 825 Standardının Yetersiz Kaldığı Durumlar

Toplam ısı geçiş katsayılarının üst sınırlarının tavsiye edilen değerleri Avrupa ülkelerine göre yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca hesaplamaların Şekil 3.1'de görülen bölgelendirme esasına göre yapıldığı ancak iklimsel karakterleri birbirinden tamamen farklı olan bazı yörelerin, örneğin ılımlı nemli ve sıcak kuru iklim bölgelerinin, standartta aynı bölgede yer aldığı görülmektedir [12]. Ancak iklimsel karakterleri birbirinden tamamen farklı olan bazı yörelerin aynı bölgede yer aldığı görülmektedir. Bu durum tüm iklimsel veriler esas alınarak yeterli meteorolojik analizlerin yapılmadığı sonucunu doğurmaktadır. Türkiye'nin gerçek iklim bölgeleri Şekil 3.2'de verilmiştir. Bir diğer eksiklik güneş ışınımı değerlerinin farklı yöreler için aynı değerlerde kabul edilmesinde görülmektedir. Ayrıca konut dışındaki binalar kendi içinde farklı sınıflandırılmalıdır. Çünkü konut dışındaki binaların içinde bulunduracağı çeşitli donanımlar, aylık iç kazançların hesaplanmasında farklı sonuçlar verebilir. $A_{top}/V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının aşmaması gereken sınır değerlerinin, Türkiye koşullarına göre yeniden gözden geçirilmesi sonucuna varılmalıdır. Yapı elemanındaki yoğuşma tehlikesini etkileyen dış çevre sıcaklıkları yöresel olarak hesaba katılmalıdır.



Şekil 3.1 Türkiye'de Yürürlükte olan ısı korunumu yönetmeliğine göre derece-gün bölgelerine göre illerimiz [17]



Şekil 3.2 Türkiye'nin İklim bölgeleri [18]

Bu çalışmada, TS 825'in en önemli eksikliği olarak görülen bölgelendirmenin değerlendirilebilmesi açısından, özellikle standardın ılımlı–nemli iklim bölgesiyle aynı bölgeye koyduğu sıcak-kuru iklim bölgesinde binalarda enerji korunumu konusundaki stratejilerin diğer bölgelere göre farklılığı aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

3.5 Sıcak Kuru İklim Bölgelerinde Binalarda Enerji Korunumu Stratejileri

Bu iklim tipinin özellikleri; günlük ve yıllık sıcaklık değerleri arasındaki farkın oldukça yüksek olması, çok fazla toz ve kum taşıma özelliği olan rüzgarlar, düşük bağıl nem oranı ve orta düzeyde bulutluluk şeklindedir. Önemli bir iklim verisi de güneş ışınım etkisidir. Güneşlenme süresi ve bulutluluk endeksi nedeniyle ön plana çıkar.

Gün boyunca dış hava sıcaklıklarının değişim genliği yüksek değerlerde olduğundan, bu iklim yöresinde kabuğun ısı depolama kapasitesi ve zaman geciktirmesi ısı geçirme katsayısı kadar önem kazanmaktadır. Bu nedenle bu yörelerde genellikle bina kabuğundan kazanılan ısı akımının gecikmesine imkan verecek kerpiç tuğlası, doğal taş ve toprak gibi ısıl kütlesi ağır malzemeler kullanılmıştır. Buna örnek olarak Şekil 3.3'te Güney Doğu Anadolu Bölgesine ait enerji etkin geleneksel mimari örneği verilmiştir.



Şekil 3.3 Mardin'de geleneksel mimari formda yapılmış taş bina

Sıcak-kuru iklim tipi için geleneksel mimaride çok iyi uygulanmış olan yaz soğutması ve kış ısıtması için enerji korunum stratejileri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- İç hava sıcaklığının düşürülmesi, sıcaklığın düşürülmesi aşağıdaki önlemlere bağlıdır. Binadaki güneş ışınım yükünü uygun yönlenme, açık dış yüzey renkleri ve pencerelerin gölgelenmesi gibi önlemler ile minimize etmek, minimum hava sızıntısı, ısıl kütle kararları ve yeterli yalıtım ile yazın gün boyu içeri hava akışını minimize etmek. İç hava sıcaklığının bina kabuğu yüzey alanı azaltarak uygun yalıtım ve yüksek ısı kapasitesinin sağlanması ile düşürmek. Geceleri doğal vantilasyon ile iç mekandan hızlı ısı kayıplarına olanak sağlamaktır.
- Doğal vantilasyon: Yazları mekanik havalandırma ihtiyacı pencere konumu ve dış hava sıcaklığının uygun olduğu zamanlarda etkin doğal havalandırma ile minimize edilir. Bu bağlamda uygun açıklıklar, ölçü ve detaylar önem kazanmaktadır. Geleneksel mimariye bakıldığında bu yörelerdeki açıklıkların serin, gölgeli avlu veya eyvanlara açıldığı gözlenmektedir.

Yukarıda da belirtildiği ve geleneksel örneklerden görüldüğü gibi bu bölgede binalarda ısıl enerji tasarrufunun en önemli şartı bina kabuğunda uygun ısıl kütlenin yaratılmasıdır.

3.5.1 Sıcak Kuru İklim Bölgesinde Kabuğun Isıl Kütlesinin Önemi

Isıl kütle yapı malzemelerinin önemli miktarlardaki ısıyı soğurma, depo etme ve daha sonra tekrar serbest bırakmasına olanak sağlayan bir özelliktir. Betondan yapılmış binalar ısıl kütlelerinden dolayı enerji tasarrufu avantajına sahiptir. Böyle malzemeler enerjiyi yavaş yavaş absorblar ve daha uzun bir süre depo edebilirler. Bu durum ısıl kütle bina elemanı boyunca ısı transferini geciktirir ve azaltır. Böylece 3 önemli sonuç karşımıza çıkar.

- Isıl kütle cevap zamanını yavaşlatır ve iç sıcaklık dalgalanmalarını yumuşatır, ve dolayısıyla ısıtma ve soğutma ihtiyacında daha az bozulma ve günlük değişimler yaşanır. Bu şekilde enerji talebini konfor koşulları açısından aşağıya çekebilir.
- Ağır yapılar benzer özellikteki daha hafif kütleli yapılara göre daha az enerji kullanır, çünkü ağır malzemede ısı transferi yavaştır.

Bina kabuğunun ısıl kütlesi 2.2.4.1 bölümünde de açıklandığı gibi, genlik küçültme faktörü ve zaman geciktirmesi ile ifade edilen ısı depolama kapasitesinin

fonksiyonudur. Isı depolama kapasitesi, genellikle malzemenin yoğunluğu ile doğru orantılı olup cam gibi saydam malzemeler için ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Isı depolama kapasitesi, malzemenin ısıl yayınım katsayısı ile ifade edilebilir. Isıl yayınım katsayısı,

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho.c} \qquad (3.1)$$

bağıntısı ile belirlenebilir. Bu bağıntıda;

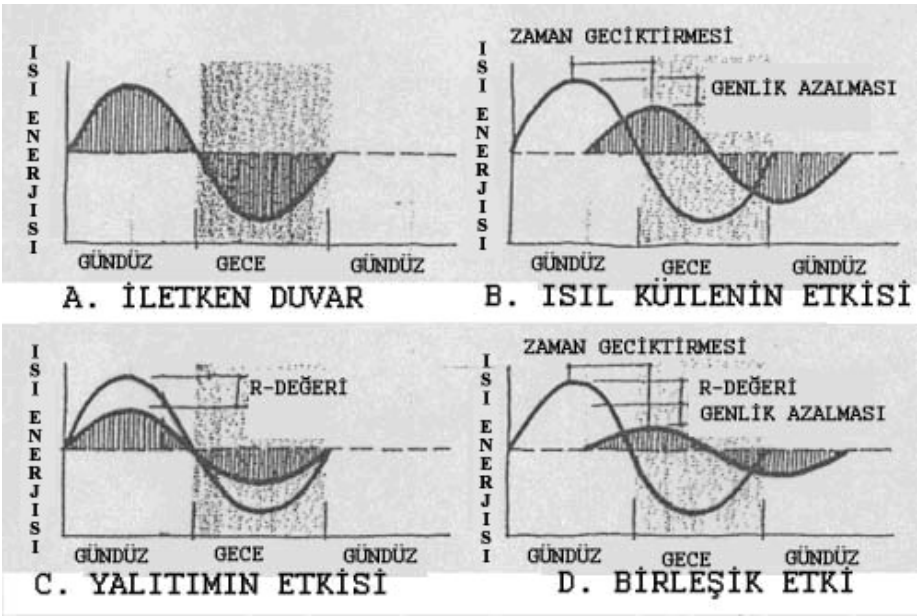
α: ısıl yayınım katsayısı, m^2/s

λ: ısı iletkenliği, W/m°K

ρ: yoğunluk, kg/m^3

c: özgül ısı, J/kg K

Malzemelerin ısıl depolama kapasiteleri arttıkça ısıyı geçirmedeki zaman geciktirmesi de artar. Yalıtım malzemeleri gibi yoğunluğu ve ısı iletkenliği düşük malzemelerin ısı yalıtım değerleri yüksek, ancak ısı depolama kapasiteleri düşüktür. Bu durumda ısıyı geçirmede zaman geciktirmesi değerleri de düşük olmaktadır. Aşağıda verilen Şekil 3.4'te ısı yalıtım değeri yüksek malzemelerle, ısı depolama kapasitesi yüksek malzemelerin ısı geçirmedeki davranışları şematik olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.4 Isı yalıtım değeri yüksek malzemelerle, ısı depolama kapasitesi yüksek malzemelerin ısı geçirmedeki davranışları

Şekilde de görüldüğü gibi, ısıl kütlesi yüksek olan malzemelerde ısı geçişi zamana bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. O nedenle, ısıl kütlesi yüksek olan malzemeler için, ki opak yapı bileşenleri genellikle yüksek yoğunluklu olmaları nedeniyle ısıl kütlesi yüksek malzemelerden oluşmaktadır, ısı geçişi zamana bağlı rejimde incelenmelidir. Aksi takdirde, bu bileşenlerden oluşmuş bina kabuğu ile çevrilmiş binanın ısıl performansı eksik ve yanlış değerlendirilmiş olacaktır. Bu durum, özellikle karasal iklimin geçerli olduğu sıcak-kuru iklim bölgelerinde ve ısıtma sisteminin kesintili çalıştırıldığı binalarda enerji etkin tasarımda önem kazanmaktadır. Isıl kütlenin enerji etkin tasarımda önem kazandığı bu durumlarda binanın ısıl performansı mutlaka zamana bağlı rejimde ısı geçişi kurallarına göre değerlendirilmelidir.

3.6 Bölümün Sonuçları

Bu bölümde; Avrupa'da binalarda enerji korunumunun sağlanmasına yönelik düzenlemelerden bahsedilmiş, Avrupa standartlarının uyarlaması olarak hazırlanan Türkiye'de binalarda ısı kayıplarını önlemeye yönelik TS 825 standardı gelişim süreci, hesaplama yöntemleri ve eksik yönleriyle ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda Türkiye'de kullanılan TS 825 standardının Avrupa standartlarından alındığı için Türkiye'nin gerçek iklim bölgelerini yansıtmadığı görülmüştür. O nedenle bu çalışmada özellikle binalarda enerji tasarrufu açısından bina kabuğunda ısı depolamanın ısı yalıtımına göre daha önem kazandığı sıcak kuru iklim bölgesi için TS 825'in irdelenmesine ağırlık verilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde standardın eksik yönlerine ait düzenlemelerin önerilebilmesi için bina kabuğundan ısı geçişi detaylı olarak incelenecektir.

4. BİNA KABUĞUNDAN ISI GEÇİŞİ

Sıcaklıkları farklı ve ısıl temas halinde olan ortamlarda, sıcaklığı yüksek olan ortamdan sıcaklığı düşük olan ortama ısı enerjisinin geçmesi olayına ısı geçişi denir. Isı geçişinin sonucunda sıcaklığı yüksek olan ortamın sıcaklığı düşer, düşük ortamın ise sıcaklığı artar ve ısı geçişi olayı her iki ortamın sıcaklığı birbirine eşit oluncaya kadar devam eder. İki ortam arasındaki ısı geçişi yalnız sıcaklık farklarına değil, aynı zamanda ortamları ayıran cismin ısı geçişine ilişkin özelliklerine de bağlıdır. Bina kabuğunu bina içi çevreyle bina dışı çevreyi ayıran yapı elemanları olması nedeniyle binaların ısı kayıp ve kazançları bina kabuğu aracılıyla olmaktadır.

4.1 Bina Kabuğu

Bilindiği gibi, gerek binaların pasif sistem olarak ısısal performansları ve gerekse binadaki ısıtma sisteminin performansı binaya ilişkin yapma çevre değişkenleriyle doğrudan ilişkilidir. Yapma çevre parametreleri arasında da en önemlisi, bina dışı çevre ile bina içi çevreyi ayıran ve dolayısıyla dış iklim koşullarıyla doğrudan temas halinde olması nedeniyle iç iklim koşullarının ana belirleyicisi olan bina kabuğudur. Bu özelliklerin yanı sıra, bina kabuğu diğer parametrelerden farklı olarak her yerleşme ve bina için tasarımı daima tasarımcının kontrolünde olan parametredir. O nedenle binanın tasarımı aşamasında, bina ve ısıtma sisteminin ısısal performansını optimum kılmak üzere, bina kabuğunun fiziksel özelliklerinin uygun değerleri belirlenmelidir.

Binanın ve ısıtma sisteminin ısısal performansını etkileyen en önemli tasarım parametresi olan bina kabuğu opak ve saydam olmak üzere fiziksel özellikleri ve ısı geçişine karşı davranışları birbirinden farklı iki bileşenden oluşmaktadır.

Binalarda ısı korunumu ile ilgili yönetmelikler genelde binanın ısı kaybı-kazancı hesaplarını denge rejiminde ısı kurallarına göre incelediğinden ve güneş ışınımı kazançlarını yaklaşık hesaplara dayandırdığından bina kabuğunun ısıl kütlesini ihmal etmektedirler. Halbuki, bilinmektedir ki, özellikle gece-gündüz sıcaklık farklılıklarının fazla olduğu yörelerde ısıl kütlenin etkisi ısı geçirme katsayısı kadar

önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, bina kabuğu ısıl kütlesinin binanın ısıl performansı üzerindeki etkisini göstermek üzere yapılan ısı geçişi hesaplamalarına açıklık getirmek üzere kabuktan ısı geçişi türlerine aşağıda kısaca değinilmiştir.

4.2 Kabuk Bileşeninden Isı Geçiş Türleri

Sıcaklıkları farklı olan, iç ve dış çevreyi birbirinden ayıran herhangi bir kabuk elemanından geçen ısı miktarı, ısıl ışınımla, taşınımla ve iletimle geçen ısı miktarının toplamına eşittir.

4.2.1 Isı İletimi (Kondüksiyon)

Isı iletimi, bir ortam içerisinde bulunan bölgeler arasında veya doğrudan doğruya fiziki temas halinde olan farklı ortamlar arasında, atom ve moleküllerin fark edilir bir yer değiştirmesi olmaksızın bunların doğrudan teması sonucu meydana gelen bir ısı geçişi olayıdır. Birbiri ile temas eden ortamlarda, daha sıcak oldukları için kinetik enerjileri yüksek olan moleküller, temas halinde oldukları, kinetik enerjileri daha düşük moleküllere, doğrudan moleküler etki yoluyla ısı enerjilerini iletirler. Katı cisimler içerisinde ısı geçişi genellikle ısı iletimiyle olur.

4.2.2 Isı Taşınımı (Konveksiyon)

Isı taşınımı, akışkanın hareketi ile ısının geçmesi olayıdır. Ortam bir sıvı veya bir gaz ise, akışkan hareketiyle ısı enerjisi bir bölgeden sıcaklığı farklı diğer bir bölgeye geçecektir. Bir katı cisim ile bu katı cismi saran akışkan arasındaki ısı geçişi genellikle taşınımla ısı geçişi şeklinde olmaktadır.

4.2.3 Isıl Işınım (Radrasyon)

Bir cismi meydana getiren elemanter taneciklerin ısıl hareketi, elektromagnetik ışınım şeklinde enerji yaymalarına neden olur. Sıcaklığın artmasıyla foton adı verilen bu taneciklerin hareketi ve dolayısıyla ışınım şiddetleri artar. Isıl ışınımla ısı geçişi farklı sıcaklıklarda fakat birbirleriyle temas etmeyen katı cisimler arasında, fotonlar aracılıyla gerçekleşen ısı geçişidir.

4.3 Isı Geçişinde Rejimler

Sıcaklıkları farklı olan iç ve dış çevreyi birbirinden ayıran herhangi bir kabuk elemanından geçen ısı miktarı; iç havadan duvar iç yüzeyine taşınım yolu ile, duvar

iç yüzeyinden duvar dış yüzeyine iletim yolu ile ve duvar dış yüzeyinden dış havaya da yine taşınım yolu ile geçer.

Bir kabuk bileşeninden ısı geçişi, sıcaklığın değişimine ve kabuğu oluşturan malzemelerin özelliğine bağlı olarak iki farklı rejimde incelenebilir. Sıcaklıkların sabit kabul edilmesi veya malzemelerin depolama özelliğinin olmaması durumunda denge rejiminde tersi durumda zamana bağlı rejimde incelenebilir.

4.3.1 Denge rejiminde Isı Geçişi

Isı akımı zamana bağlı olarak değişken olmadığı durumda, herhangi bir zaman aralığından geçen ısı miktarı, sıcaklık farkının sabit olduğu, aynı koşullarda bir başka zaman aralığından geçen ısı miktarına eşit olacaktır. Geçen ısı miktarlarının belirli uzunluktaki zaman aralıklarında eşit olması durumu, ısı geçişinin "dengeli rejim"de olduğunu gösterir.

Hacmi çevreleyen kabuk elemanları, saydam ve opak olmak üzere, ısı geçişine ilişkin özellikleri birbirinden farklı iki bileşenden oluşmaktadır. Opak kabuk elemanında, elemanı oluşturan malzemenin ısı depolama kapasitesinin ihmal edilebilecek düzeyde olduğu veya dış çevredeki sıcaklığın zamana göre sabit varsayılabileceği koşullarda, denge rejiminde ısı iletimi söz konusudur.

Birden fazla katmandan oluşmuş bir opak kabuk bileşeninden denge rejiminde geçen ısı miktarı;

$$q_o = U\,(t_{eo}-t_i) = U.\,\Delta t \qquad (4.1)$$

eşitliğiyle hesaplanabilir.

q_o : Birim zamanda opak bileşenin birim alanından geçen ısı miktarı, W/ m^2°C

U : Opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, W/ m^2°C

t_{eo} : Opak bileşeni etkileyen sol-air sıcaklık, °C

t_i : İç hava sıcaklığı, °C

Opak kabuk bileşenleri genellikle ısı depolama kapasiteleri ihmal edilemeyecek düzeyde olan malzemelerden oluştukları için, bu tür bileşenlerden denge rejimindeki ısı geçişi ancak dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımının zamana göre değişiminin sabit kabul edilebileceği durumlarda söz konusu olabilir. Bu nedenle opak kabuk

bileşeninden geçen ısı miktarı, günlük ortalama sıcaklıkların kullanıldığı durumlar için denge rejiminde hesaplanabilir [19].

Saydam bileşenlerde ise, saydam bileşeni oluşturan malzemelerin ısı depolama kapasiteleri önemsenmeyecek kadar küçük olduğundan, saydam bileşenlerden geçen ısı miktarı da eğer hesaplanmak istenirse denge rejiminde ısı geçişi kurallarına göre hesaplanabilir. Bu tez kapsamında yapılan çalışmada saydam bileşenden geçen ısı miktarı ihmal edilmiştir.

4.3.2 Zamana Bağlı Rejimde Isı Geçişi

Isı akımının zamana bağlı olarak değişkenlik gösterdiği ve elemanı oluşturan malzemenin ısı depolama kapasitesinin ihmal edilemediği sistemlerde, ısı geçişinin "zamana bağlı rejim" de olduğu görülür.

Kabuğun opak bileşeni ise, genellikle ısı depolama kapasiteleri ihmal edilemeyecek düzeyde olan malzemelerden oluşmaktadır. Bu nedenle, bu bileşenlerden geçen ısı miktarının, dış çevrede etkili olan sıcaklık zamana bağlı olarak değişiyorsa, zamana bağlı rejimde hesaplanması gereklidir.

Dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımının periyodik değişimine bağlı olarak, opak kabuk bileşeni içerisindeki veya yüzeyindeki sıcaklık da hacim içindeki koşullar etkisinde zamana bağlı olarak değişim gösterir. Dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımının etkisi, opak bileşenin yalıtım kapasitelerini belirleyen fiziksel özelliklerle birlikte, genliği küçülerek ve belirli bir gecikmeyle içeri geçecektir. Hacim içinde herhangi bir ek yapma ısıtma sistemi varsa, dış hava sıcaklığının ve güneş ışınımının, iç yüzey sıcaklığı olarak hacme geçişi de bu ısıtmadan etkileneceğinden değişim gösterecektir. Ayrıca ek ısıtma sisteminin çalışma süresinde aynı şekilde opak bileşenin dış yüzeyinden iç yüzeyine zamana bağlı olarak geçen ısı miktarını etkileyecektir.

Zamana bağlı rejimde, opak bileşen içinde, bileşenin yüzeyine dik doğrultudaki sıcaklık değişimi, aşağıdaki diferansiyel denklem ile ifade edilmektedir.

$$\frac{\partial t}{\partial T} = \alpha \,.\, \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \tag{4.2}$$

$\partial t / \partial T$: Sıcaklığın ∂T zaman aralığındaki değişim miktarı

α : Bileşeni oluşturan malzemenin ısıl yayınım katsayısı, m^2/s

Bu katsayı;

$$\alpha = \lambda / \rho * c \qquad (4.3)$$

şeklinde hesaplanır.

λ : malzemenin ısı iletkenliği, W/ m^2°C

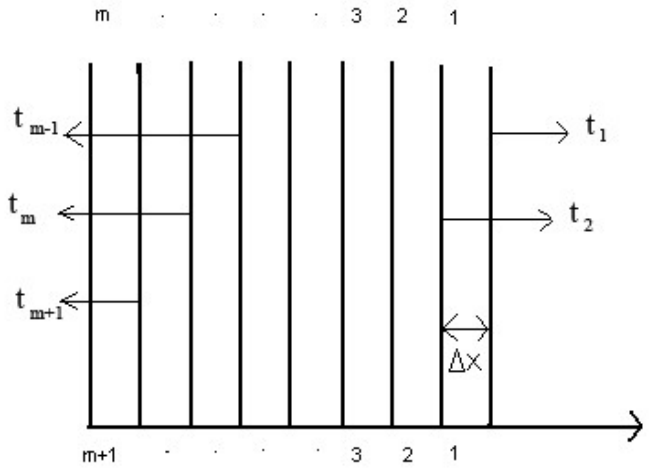
ρ : malzemenin yoğunluğu , kg/m^3

c : malzemenin özgül ısısı, kJ/kg°C

Opak yapı bileşeninden zamana bağlı rejimde geçen ısı miktarının ve bileşen iç yüzey sıcaklıklarının hesaplanmasında kullanılmak üzere geliştirilmiş bazı analitik ve sayısal yöntemlerden faydalanılabilir. Analitik yöntemler yardımıyla bir tek katmandan oluşmuş opak bileşenden geçen ısı miktarı ve yüzey sıcaklıkları hesaplanabilir. Ancak birden fazla katmandan oluşmuş bileşenler içindeki sıcaklığın zamana bağlı değişiminin hesaplanmasında analitik yöntemler, belli varsayımlar ve oldukça karmaşık hesaplamalar gerektirdiğinden, sayısal yöntemlerden faydalanılmaktadır.

4.3.2.1 Tek Boyutlu Zamana Bağlı Isı Geçişi Denkleminin Sonlu Farklar Yaklaşımıyla çözümü

Katı cisimlerden ısı ve nem geçişini ifade eden diferansiyel denklemlerin sayısal çözümleri için sonlu farklar yaklaşımıyla geliştirilmiş yöntemler, bu konuda yaygın olarak kullanılan nümerik yöntemler arasından sonlu farklar yaklaşımıyla geliştirilmiş Schmidt yöntemini kullanarak zamana bağlı ve tek boyutlu ısı geçişi denkleminin çözümü için t_d ve t_i sıcaklıklarındaki iki ortamı birbirinden ayıran opak kabuk bileşeninin, Şekilde görüldüğü gibi x kalınlığında m adet katmandan oluştuğu düşünülmektedir.



Şekil 4.1 Opak bileşenin sonlu farklar yaklaşımında şematik kesiti

x doğrultusundaki sıcaklık değişimini ifade eden (4.2)'deki diferansiyel denklemi, m noktasındaki (T+ ΔT) anındaki sıcaklığı hesaplamak için, sonlu farklar yaklaşımıyla yazılırsa, aşağıdaki bağıntı elde edilir [20-21]:

$$\frac{t_{m+1} + t_{m-1} - 2t_m}{(\Delta x)^2} = \frac{1}{a} \cdot \frac{t_m^* - t_m}{\Delta T} \tag{4.4}$$

t_m, t_{m+1}, t_{m-1} : Herhangi bir T anında, sırasıyla m., (m+1).ve (m-1). Katman sınırlarındaki sıcaklılar, ºC.

t_m^*: Noktasında, (T+ΔT) anındaki sıcaklık, ºC.

a: Bileşenin m. Katmanını oluşturan malzemenin ısıl yayınım katsayısı, m^2/s.

Yukarıdaki bağıntıdan t_m^* sıcaklığı çözülüp eşitlik yeniden düzenlenirse,

$$t_m^* = \frac{a.\Delta T}{(\Delta x)^2} \cdot (t_{m+1} + t_{m-1}) + \left(1 - \frac{2a \cdot \Delta T}{(\Delta x)^2}\right) \cdot t_m \tag{4.5}$$

Bağıntısı elde edilir. Bu bağıntının çözümünde, ΔT ve Δx zaman ve boyut aralıklarının,

$$\frac{(\Delta x)^2}{a \cdot \Delta T} \geq 2 \tag{4.6}$$

Koşulunu gerçekleştirecek şekilde seçilmiş olmaları gerekmektedir.

Benzer şekilde, bileşenin yüzeyindeki ısı dengesi sonlu farklar cinsinden aşağıdaki bağıntıyla ifade edilebilir:

$$-\lambda \cdot \frac{t_1 - t_2}{\Delta x} = \frac{\Delta x}{2a} \cdot \lambda \cdot \frac{t_1^{*} - t_1}{\Delta T} - \alpha_i \cdot (t_i - t_1) \tag{4.7}$$

Buradan t_1^{*} yüzey sıcaklığı çözülüp eşitlik yeniden düzenlenirse,

$$t_1^{*} = \frac{a \cdot \Delta T}{(\Delta x)^2} \cdot \left(2 \cdot \frac{\alpha_i \cdot \Delta x}{\lambda} \cdot t_i + 2t_2 + t_1 \cdot \left(\frac{(\Delta x)^2}{a \cdot \Delta T} \right) - \frac{2\Delta x \cdot \alpha_i}{\lambda} - 2 \right) \tag{4.8}$$

bağıntısı elde edilir.

Benzer şekilde bileşenin (m+1). sınırında (dış yüzeyinde)(T+ΔT) anındaki sıcaklık hesaplanabilir. Yüzey sıcaklıklarının hesaplanmasında Δx ve ΔT aralıklarının,

$$\frac{(\Delta x)^2}{a \cdot \Delta T} \geq 2.\left(\frac{\alpha \cdot \Delta x}{\lambda} + 1 \right) \tag{4.9}$$

koşulunu sağlayacak şekilde seçilmiş olmaları gereklidir. Bu şekilde, sonlu farklar yaklaşımıyla geliştirilmiş bu yöntem kullanılarak, opak kabuk bileşeni içerisinde x doğrultusunda, istenen zaman ve boyut aralıklarıyla, sıcaklığın periyodik değişimini belirlemek olanaklıdır [20-21].

5. ENERJİ TASARRUFU STANDARDINA BAĞLI OLARAK (TS825) BİNANIN ISIL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM

Bir önceki bölümde anlatılan Binalarda Isı Yalıtım kurallarının belirlenmesi temeline dayalı yürürlükteki TS 825 standardının bölgelendirme esasına dayalı çeşitli yönlerinin eksik olması nedeniyle, özellikle sıcak kuru iklim bölgeleri açısından değerlendirilmesine yönelik bir yaklaşım önerilmiştir.

Bu açıklanan amaca uygun olarak geliştirilen yaklaşımın adımları aşağıda özetlenmiştir.

5.1 Dış Çevre İklim Koşullarına ait Verilerin Toplanması

Güneş ışınımı, dış hava sıcaklığı, dış bağıl nemlilik ve toprak sıcaklığı gibi günlük değişim gösteren dış iklim koşullarına ait değerlerin, insanın iklimsel gereksinmelerinin farklı olduğu aylardan hangisine göre ele alınacağına karar verilip ısı geçişi hesapları ele alınan dönemin karakteristik gününe ilişkin meteorolojik veriler kullanılarak yapılmalıdır. O nedenle bu meteorolojik veriler en az 10 yıllık uzun yıllar ortalaması olarak derlenmelidir.

5.2 İç Çevre İklim Koşullarının Seçilmesi

İç çevre iklim koşulları ele alınan binanın fonksiyonuna bağlı olarak kullanıcıların konfor koşullarıdır. O nedenle ısı geçişi hesaplamaları ve ısıl performans değerlendirme açısından iç hava sıcaklığı ve iç yüzey sıcaklıklarının konfor açısından gerekli olan değerleri seçilmelidir. İç hava sıcaklığının konfor değeri standartlarda belirlenmiştir [6].

İç hava sıcaklığı ile ortalama ışınımsal sıcaklık arasındaki sınır fark değerinin (ε), iç hava sıcaklığı ile kabuk iç yüzey sıcaklığı arasındaki sınır fark değeri olarak alınabileceği varsayılarak, kabuk iç yüzey sıcaklığının, iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri (t_{iyo}),

$t_{iyo}=t_i \pm \varepsilon$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Burada;

t_i= iç hava sıcaklığı, °C

ε=iç hava sıcaklığı ile iç yüzey sıcaklığı arasında konfor açısından izin verilebilir sınır değeri, °C

olarak ifade edilmektedir.

5.3 Isıl Performansı Değerlendirecek Hacime Ait Yapma Çevre Değişkenlerinin Değerlerinin Belirlenmesi

Bu adımda, ele alınan hacim, dizayn aşamasında veya yapımı bitmiş ve kullanılmakta olabilir. Her iki aşamada da söz konusu hacme ilişkin yapma çevre değişkenlerine ait değerler ısı geçişi hesaplamalarında kullanılmak üzere belirlenmelidir. Bu değerler tasarım aşamasında proje üzerinden belirlenebileceği gibi bitmiş binalarda ölçme yoluyla da belirlenebilir.

5.3.1 Hacimin Fonksiyonuna Bağlı Olarak Kullanım Süresinin Belirlenmesi

Hacmin ısıl performansını değerlendirmek için fonksiyonuna bağlı olarak hacimin kullanım süresi belirlenmelidir.

5.3.2 Hacimin Bulunduğu Binanın Diğer Binalara Göre Konumunun ve Yönlendiriliş Durumunun Belirlenmesi

Isı geçişi hesaplamalarında kullanılmak üzere, hacmin dış cephesinin ne kadar direkt güneş ışınımı aldığını belirlemek amacıyla, ele alınan binanın diğer binalara göre nasıl konumlandırıldığı belirlenmelidir. Bina içi hacim organizasyonunda göz önünde tutulmak üzere, güneş ışınımından kazanılan ısı miktarı yönlere göre farklılık gösterdiğinden, hacimlere ait kabuk elemanlarının baktırıldığı yönler de belirlenmelidir.

5.3.3 Hacime İlişkin Boyutların Belirlenmesi

Isı geçişi hesaplamalarında kullanılmak üzere hacmin boyutlarının belirlenmesi gerekir.

5.3.4 Opak Bileşenin Dış Yüzeyinin Güneş Işınıma Karşı Yutuculuk Katsayılarının Belirlenmesi

Opak bileşenin dış yüzeyinin güneş ışınıma karşı yutuculuk katsayıları, cephenin açık veya koyu renklere boyanmış olmasıyla değişkenlik gösterir. Cephe rengi belirlenerek, opak bileşenin dış yüzeyinin güneş ışınımına karşı yutuculuk katsayısı tespit edilmelidir.

5.3.5 Saydamlık Oranının ve Saydam Bileşen Türünün Belirlenmesi

Cephe üzerindeki saydam bileşen alanının tüm cephe alanına uygun olarak tanımlana saydamlık oranı ve saydam bileşende kullanılan cam ve doğrama türü belirlenmelidir.

5.3.6 Opak Bileşenin Toplam Isı Geçirme Katsayısı Sınır Değerlerinin Belirlenmesi

Opak bileşen ısı geçişi katsayısının sınır değeri TS 825'in değerlendirilmesi açısından standardın bölgelere göre belirlediği değerlerden seçilmelidir.

5.3.7 Önerilen Toplam Isı Geçirme Katsayılarının Gerçekleştiren Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatiflerinin Önerilmesi

TS 825'in öneriği toplam ısı geçirme katsayılarının gerçekleştirilmesi için, piyasada bulunan, farklı termofiziksel özelliklere sahip malzemelerden oluşmuş opak bileşen alternatifleri için ısıl performans değerlendirilmesi öngörülmektedir. Önerilebilecek bu katmanlaşma alternatifleri arasından uygulama kolaylığı da göz önünde bulundurularak uygun alternatifler değerlendirmek üzere seçilir.

5.4 Hacimden Isı Geçişi Hesaplarının Yapılarak Hacmi Çevreleyen Elemanların Yüzey Sıcaklıklarının ve Hacimin Hava Sıcaklığının Hesaplanması

Hacim içindeki yüzey sıcaklıklarının alanla ağırlıklı ortalaması olarak tanımlanan ortalama ışınımsal sıcaklık, hacim içi konfor koşullarını tanımlamak üzere türetilmiş bir sıcaklık kavramıdır ve konfor üzerinde hava sıcaklığı kadar etkilidir. Hacim dış kabuğu ortalama ışınımsal sıcaklığı meydana getiren büyüklüklerden biri olduğu için, kabuğu meydana getiren bileşenlerin, iç yüzey sıcaklıkları hacimdeki ortalama ışınımsal sıcaklığın belirlenmesinde, hacmin diğer yüzeylerine oranla daha etkin

durumdadır. Bu nedenle kabuğun kabuk bileşenlerin iç yüzey sıcaklıklarının hesaplanması, kabuğun performansını değerlendirmek açısından önemlidir.

Opak bileşenin iç yüzey sıcaklığının herhangi bir andaki değeri ısı geçişini etkileyen tüm yapma çevre değişkenlerine bağlı olarak sonlu farklar yaklaşımıyla tek bir adımda yapılabilir. Bu hesaplamalar üçüncü bölümde detaylı olarak anlatılmıştır. Ancak eşitlikler güneş ışınımından kazançları hesaba katmak üzere saydam bileşenden geçerek iç kabuğun iç yüzeyini etkileyen güneş ışınımı yeğinliği de göz önüne alınarak iç kabuktaki opak bileşenin iç yüzey sıcaklığı sonlu farklar yöntemi kullanılarak aşağıdaki denklem ile hesaplanabilir [22].

$$t_{wi}* = \frac{a_1 \cdot \Delta T}{\Delta x^2} \cdot \left(2\frac{\Delta x}{\lambda_1} \cdot b \cdot S_i + 2 \cdot \frac{\alpha_i \cdot \Delta x}{\lambda_1} \cdot t_i + 2t_2 + t_{wi} \cdot \left(\frac{\Delta x^2}{a_1 \Delta T} - \frac{2\Delta x \cdot \alpha_i}{\lambda_1} - 2 \right) \right)$$

(5.1)

t_{wi}* : Opak bileşenin iç yüzeyinde (T+ΔT) anındaki sıcaklık, ºC.

a_1 : Bileşenin iç yüzeyindeki malzemenin ısıl yayınım katsayısı, m^2/s.

λ_1 : Bileşenin iç yüzeyindeki malzemenin ısı iletkenliği (W/mK)

b : Bileşenin iç yüzeyinin hacmin saydam bileşenlerinden geçen güneş ışınımını yutuculuk katsayısı.

S_i : hacimdeki tüm saydam bileşenlerden geçen güneş ışınımının, ele alınan kabuk elemanının iç yüzeyini etkileyen yeğinliği (W/m^2)

α_i : İç yüzeysel ısı iletim katsayısı (W/m^2K)

t_i : İç hava konfor değeri (ºC)

t_2 : Bileşen içerisinde bileşen iç yüzeyinden (Δx) M kadar içerideki noktanın (T) anındaki sıcaklığı (ºC).

T_{wi} : Opak bileşen iç yüzey sıcaklığının herhangi bir T anındaki değeri, ºC.

İç kabuğu etkileyen güneş ışınımı göz önüne alınarak iç kabuktaki saydam bileşenin iç yüzey sıcaklığı da aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanabilir.

$$t_{p2} = \frac{\left(U_p (t_{ep} - t_i)\right) - \left(F_p \cdot I_R \cdot d_R + I_r \cdot d_r\right) + \alpha_i \cdot t_i}{\alpha_i} \qquad (5.2)$$

t_{p2} : Saydam bileşenin herhangi bir andaki iç yüzey sıcaklığı (ºC)

d_R : Saydam bileşenin doğrudan ışınıma karşı geçirgenliği

d_r : Saydam bileşenin yaygın ışınıma karşı geçirgenliği

F_P : Saydam bileşenin engeller tarafından gölgelenmiş alanının tüm cam alanına oranı

U_P : Saydam bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı (W/m^2 K)

Opak bileşenin iç yüzeyindeki ve içerisindeki sıcaklığı zamana bağlı değişimi hesaplanabildiği gibi, ısı geçişini doğrudan etkileyen hacim düzenindeki tüm değişkenlere bağlı olarak iç hava sıcaklığı da aşağıdaki denklem ile hesaplanabilir.

$$t_i^* = t_i + \frac{\Delta T}{m \cdot c_p} \cdot \left(\sum_1^n A_o \alpha_i (t_{oi} - t_i) + \sum_1^m A_p . \alpha_i (t_{ci} - t_i) + b_h \cdot \sum_1^m (I \cdot A_p) + Q_{in} + Q_h \right) \quad (5.3)$$

t_i* : İç hava sıcaklığının (T+ΔT) anındaki değeri, (ºC)

t_i : İç hava sıcaklığının T anındaki değeri, (ºC)

m : Hacimdeki havanın kütlesi (kg)

Denklemde parantez içindeki terimler ΔT zaman aralığında havanın kazandığı veya yitirdiği ısı miktarını ifade etmektedir.

$\sum_1^n A_0 \alpha_s (t_{oi} - t_i)$: Hacimdeki n adet opak bileşen yüzeyinden havaya veya havadan bileşen yüzeyine ΔT zaman aralığında geçen toplam ısı miktarı (W).

$\sum_1^m A_p \alpha_i (t_{ci} - t_i)$: Hacimdeki m adet opak bileşen yüzeyinden havaya veya havadan bileşen yüzeyine ΔT zaman aralığında geçen toplam ısı miktarı (W).

$\sum_1^m (I.A_p)$: m adet saydam bileşenden geçen güneş ışınımı miktarlarının toplamı (W).

Q_{in} : Hacimdeki açıklıklardan hava değişimi ve hava sızıntısı ile ΔT zaman aralığında geçen ısı miktarı (W).

Q_h : Hacimdeki ısı kaynaklarından ΔT zaman aralığında kazanılan ısı (W).

Binanın güney cephesinde yer alan duvarına ait iç ve dış yüzey sıcaklıkları ve bunlara bağlı olarak binanın iç hava sıcaklığı zamana bağlı rejimdeki ısıl performansı, birinci aşamada anlatılan verilerin ışığında yöntemin ikinci aşamasında öngörülen sonlu farklar hesaplama yöntemi kullanılarak belirlenebilir. Bu hesaplamalar sonunda elde edilen, kabuk iç yüzey sıcaklıkları, kabuk dış yüzey sıcaklıkları ve iç hava sıcaklığı seçilen aylar ve bölgeler için birbirleriyle kıyaslanabilir. Bu çalışmada önerilen yaklaşımın uygulanması İstanbul'da bir bina için yapılmış ve uygulamada kullanılan varsayımlar bir sonraki bölümde açıklanmıştır.

6. ÖNERİLEN YAKLAŞIMININ İSTANBUL VE MARDİN YÖRESİNE UYGULANMASI

Bu çalışmada geliştirilen yaklaşımın sonuçlarının irdelenebilmesi için, yaklaşımın bir örnek üzerinde uygulanması gerektiği düşünülmüştür. Bu nedenle beşinci bölümde ısıl performansın belirlenmesi için öngörülen hesaplama modeli TS 825'in aynı bölge diye kabul ettiği İstanbul ve Mardin'de bir binaya uygulanmıştır.

Bu uygulama çalışmasının amacı geliştirilen yaklaşımın örnek bir bina üzerinde uygulanarak bina cephesinin güney kabuğunun ısıl performansını farklı iklim bölgeleri ve aylar için ortaya koymaktır. O nedenle bu çalışmada gerçekleştirilen yaklaşım İstanbul'da (Ilımlı-nemli İklim Bölgesi'nde) TS 825'e göre yapılan bir binanın yönetmeliğin belirlediği kurallar çerçevesinde, Mardin'de (Sıcak-kuru İklim Bölgesi'nde) yapılması durumunda binanın ısıl performansının değerlendirilmesi için uygulanmıştır. Bu amaca uygun olarak yapılan uygulama çalışmasının adımları aşağıda özetlenmiştir.

6.1 Dış Çevre İklim Koşullarına Ait Verilerin Toplanması

Gerçekleştirilen yaklaşım her tür atmosfer koşulunda kullanılabilir olduğundan, dış çevre iklim elemanlarının hesap değerlerinin belirlenmesi için, öncelikle uygun atmosfer koşullarının seçilmesi gerekir. Bu sebepten uygulama çalışması için soğuk dönemi temsil eden Ocak ayı ile sıcak dönemi temsil eden Temmuz ayının ortalama atmosfer koşulları seçilmiştir. Günlük toplam güneş ışınımı, saatlik dış hava sıcaklığı ve günlük ortalama toprak sıcaklığının elde edilmesinde 1993-2003 yılları arasında yapılan meteorolojik ölçümlerden yararlanılmıştır [23]. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan günlük saatlik ölçüm sonuçlarına ait veriler Ocak ve Temmuz aylar için analiz edilip aylık ortalama toprak sıcaklığı, aylık ortalama global ışınım, aylık ortalama saatlik hava sıcaklığı değerleri belirlenmiştir.

6.2 İç Çevre İklim Koşullarının Belirlenmesi

Konfor standartlarından yararlanarak hacimdeki iç hava konfor sıcaklığı değeri 19ºC, iç havanın bağıl nemlilik değeri ise 0.50 olarak belirlenmiştir [6]. İç hava sıcaklığı ile ortalama ışınımsal sıcaklık arasında iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır fark değerinin ±3 ºC olduğu varsayılmıştır [24].

6.3 Isıl Performansı Değerlendirilecek Hacime Ait Dizayn Değişkenlerinin Değerlerinin Belirlenmesi

6.3.1 Hacimin Fonksiyonuna Bağlı Olarak Kullanım Süresinin Belirlenmesi

Seçilen hacmin fonksiyonlarına uygun olarak bir evin yaşama mekânının 13:00-24:00 saatleri arasında daha yoğun kullanıldığı varsayılmıştır. Buna göre binanın ısıtılması veya doğal yolla havalandırılması söz konusu olduğunda ısıtma sisteminin bu saatlere uygun olarak devreye girdiği, pencerelerinde buna uygun saatlerde açıldığı varsayılmıştır.

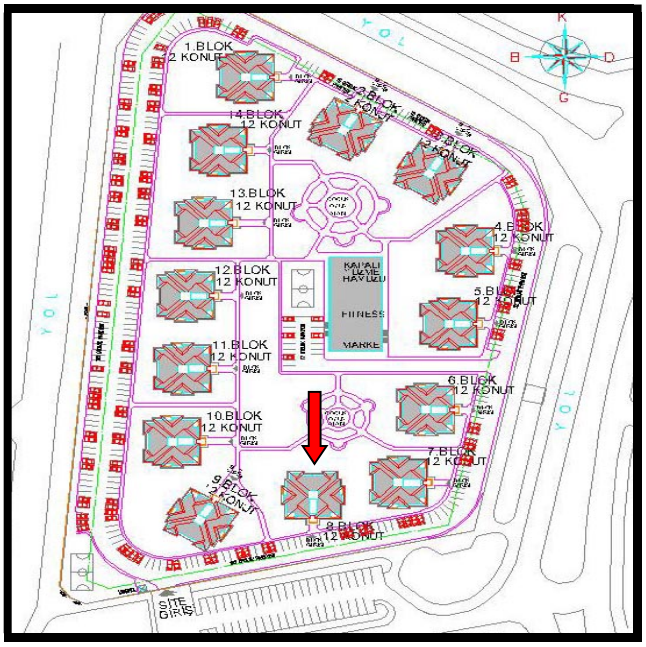
6.3.2 Hacimin Bulunduğu Binanın Diğer Binalara Göre Konumunun Belirlenmesi

Yaşama mekanının bulunduğu binanın, normal bir bölgede, eğimsiz bir arazide yer aldığı ve diğer binalar tarafından gölgelenmediği varsayılmıştır. Dolayısıyla mekanın cephesinin gün boyunca doğrudan güneş ışınımı aldığı varsayılmıştır. Vaziyet planından ve yukarıdaki açıklamalardan anlaşıldığı gibi seçilen mekan güneye bakmaktadır. Uygulama çalışması yapılan binaya ait vaziyet planı ve uygulama çalışması yapılan binaya ait kat planı ve uygulama mekanı Şekil 6.1 ve Şekil 6.2' deki gibi ifade edilmiştir.

6.3.3 Hacime İlişkin Boyutların ve Hacmin Yönlendiriliş Durumunun Belirlenmesi

Hesaplamaların yapılabilmesi için uygulama yapılacak binanın kat planı ve cephe çizimlerinin ve bu çizimler üzerinden hacimin boyutlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada geliştirilen yöntem İstanbul'da bir binanın tip kat planı üzerinde uygulanmıştır. Ele alınan hacim ara katta yer almaktadır. Evin güney yöne

bakan bir odası, salonu, seçilmiştir. Salonun temiz tavan yüksekliği 2.80 m olup alanı 32 m^2'dir. Salonun genişliğinin derinliğine bölünmesiyle bulunan biçim faktörü ise 2 dir. Bu binanın, yönetmeliğin öngördüğü gibi Mardin'de de yapılabileceği varsayımından hareketle Mardin'deki ısıl performansını da değerlendirmiştir.



Şekil 6.1 Uygulama çalışması yapılan binaya ait vaziyet planı



Şekil 6.2 Uygulama çalışması yapılan binaya ait kat planı ve uygulama mekanı

6.3.4 Opak Bileşenin Dış Yüzeyinin Güneş Işınımına Karşı Yutuculuk Katsayılarının Belirlenmesi

Opak bileşenin dış yüzeyinin güneş ışınımına karşı yutuculuk katsayıları cephenin rengine göre değişkenlik gösterir. Cephenin koyu renk olduğu, dolayısıyla yutuculuk katsayısının, a=0.7 olduğu kabul edilmiştir.

6.3.5 Saydamlık Oranının Belirlenmesi

Hacmi çevreleyen kabuk bileşeninin, hacmin kullanılış biçimine uygunluğu açısından ve projelerden saydamlık oranı %34 olarak belirlenmiştir.

6.3.6 Opak Bileşenin Toplam Isı Geçirme Katsayısı Sınır Değerlerinin Belirlenmesi

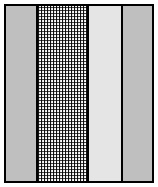
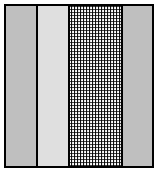
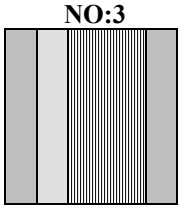
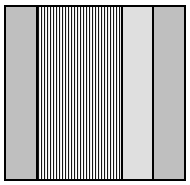
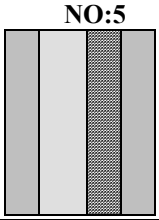
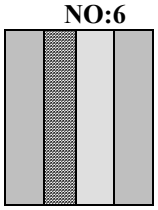
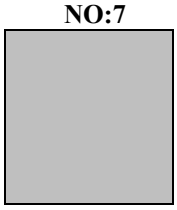
Hesaplamaların yapıldığı güney duvarının toplam ısı geçirme katsayısı sınır değerinde esas alınan üst sınır değer, TS 825'in 3. iklim bölgesi için öngördüğü 0.60 değerinden küçük seçilerek 0.55 W/m^2K olarak alınmıştır. Tavan, döşeme ve ara duvarlar bu değerin dışındadır. Bunlar projede kullanılan malzemelere ve Tablo 6.1 ve Tablo 6.2'de gösterilen malzemelere göre hesaplanmıştır.

6.3.7 Önerilen Toplam Isı Geçirme Katsayılarını Gerçekleştiren Katmanlaşma Alternatiflerinin Seçilmesi

Bu uygulama çalışmasında hacmin yalnızca düşey kabuk elemanları incelendiğinden, yatay kabuk elemanları ve düşey bölme elemanlarının tüm hacimler için aynı detaya sahip oldukları ve hacim içi eşyaların tüm örneklerde aynı olduğu varsayılmıştır. Şekil 6.1 ve 6.2 de tavan, döşeme ve ara duvarların katmanlaşma detayı görülmektedir.

Seçilen alternatifler ve bu alternatiflerde kullanılan malzemelerin fiziksel özellikleri Tablo 6.3 te gösterilmiştir. Bu katmanlaşma alternatiflerinin hepsinin U değeri 0.55±0.01 dir. Taş alternatifi için literatürden fiziksel özellikleri belirli olan ve bölgenin taş yapısına en uygun taş alternatifi seçilmiştir. Taş alternatifinin bölgenin eski taş mimarisi düşünülerek duvar kalınlığı 1.2m olarak belirlenmiş, U katsayısının TS 825'e uygunluğu göz ardı edilmiştir. Taş duvarın U katsayısı seçilen taşın özelliklerine göre 1.42 W/m^2K olarak belirlenmiştir [25].

Tablo 6.1 Kabuk alternatifleri için önerilen katmanlaşma detayları ve malzemelerin fiziksel özellikleri

ALTERNATİFLER		MALZEME	d (m)	λ (W/m°C)	c (kJ/kg°C)	ρ (kg/m^3)	a (m^2/sec)	U (W/m^{2}K)
NO:1 	**Beton Duvar İçten Yalıtım**	Dış Sıva	0.02	1.4	1.05	2100	0.63×10^{-6}	
		Beton	0.12	2.1	0.96	2400	0.91×10^{-6}	0.55
		Yalıtım	0.06	0.04	1.38	30	0.96×10^{-6}	
		İç Sıva	0.02	0.35	1	1200	0.29×10^{-6}	
NO:2 	**Beton Duvar Dıştan Yalıtım**	Dış Sıva	0.02	1.4	1.05	2100	0.63×10^{-6}	
		Yalıtım	0.06	0.04	1.38	30	0.96×10^{-6}	0.55
		Beton	0.12	2.1	0.96	2400	0.91×10^{-6}	
		İç Sıva	0.02	0.35	1	1200	0.29×10^{-6}	
NO:3 	**Tuğla Duvar Dıştan Yalıtım**	Dış Sıva	0.02	1.4	1.05	2100	0.63×10^{-6}	
		Yalıtım	0.04	0.04	1.38	30	0.96×10^{-6}	0.55
		Düş. Del. Tuğla	0.28	0.46	0.92	1000	0.50×10^{-6}	
		İç Sıva	0.02	0.35	0.26	780	0.96×10^{-6}	
NO:4 	**Tuğla Duvar İçten Yalıtım**	Dış Sıva	0.02	1.4	1.05	2100	0.63×10^{-6}	
		Düş. Del. Tuğla	0.28	0.46	0.92	1000	0.50×10^{-6}	0.55
		Yalıtım	0.04	0.04	1.38	30	0.96×10^{-6}	
		İç Sıva	0.02	0.35	0.26	780	0.96×10^{-6}	
NO:5 	**Gazbeton Duvar Dıştan Yalıtım**	Dış Sıva	0.02	1.4	1.05	2100	0.63×10^{-6}	
		Yalıtım	0.06	0.04	1.38	30	0.96×10^{-6}	0.55
		Gazbeton	0.02	0.19	0.26	780	0.94×10^{-6}	
		İç Sıva	0.02	0.35	1	1200	0.29×10^{-6}	
NO:6 	**Gazbeton Duvar İçten Yalıtım**	Dış Sıva	0.02	1.4	1.05	2100	0.63×10^{-6}	
		Gazbeton	0.02	0.19	0.26	780	0.94×10^{-6}	0.55
		Yalıtım	0.06	0.04	1.38	30	0.96×10^{-6}	
		İç Sıva	0.02	0.35	1	1200	0.29×10^{-6}	
NO:7 	**Taş Duvar**	Kumtaşı [25]	1.20	2.33	0.88	2200	1.20×10^{-6}	1.42

Tablo 6.1'de tavan, taban ve ara duvarın katmanlaşma detayı görülmektedir. Hacmin yalnızca düşey kabuk elemanları incelendiğinden, yatay kabuk elemanları ve düşey bölme elemanlarının tüm hacimler için aynı alınmıştır.

Tablo 6.2 Tavan, taban ve ara duvarın katmanlaşma detayı

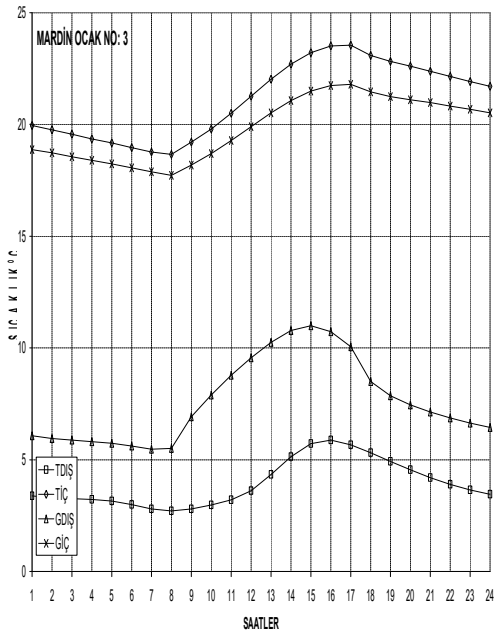
	MALZEME	**d (m)**	**λ (W/m°C)**	**c (kJ/kg°C)**	**ρ (kg/m^3)**	**a (m^2/sec)**
İÇ DUVAR	Alçı sıva	0.02	0.35	1	1200	0.29×10^{-6}
	Beton	0.08	2.1	0.96	2400	0.91×10^{-6}
	Alçı Sıva	0.02	0.35	1	1200	0.29×10^{-6}
DOŞEME-TAVAN	Cam Mozaik	0.02	0.7	0.84	2300	0.36×10^{-6}
	Şap	0.02	0.35	1	1000	0.35×10^{-6}
	Beton	0.16	1.51	1	2200	0.68×10^{-6}
	Alçı Sıva	0.02	0.35	1	1200	0.29×10^{-6}

6.4 Seçilen Kabuk Alternatifleri İçin Güney Duvarının İç Ve Dış Yüzey Sıcaklıklarının ve İç Hava Sıcaklığının Hesaplanması Günlük Değişim Eğrilerinin Karşılaştırılması

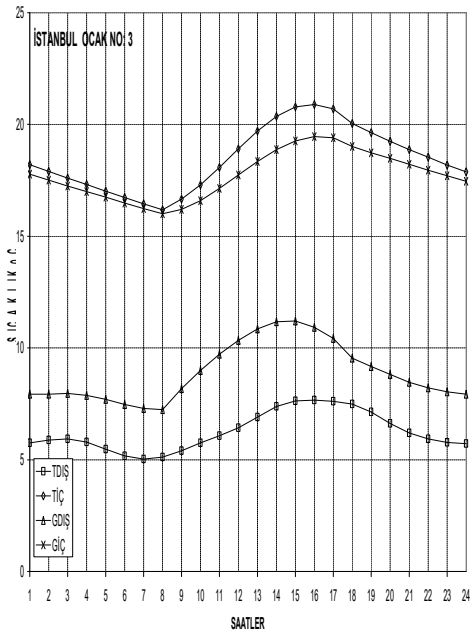
Her kabuk alternatifi için elde edilen günlük iç ve dış yüzey sıcaklıkları ile iç hava sıcaklığı grafiklerle ifade edilmiş ve grafikler hacmin kullanıldığı saatler göz önüne alınarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu üretilen kabuk alternatifleri arasından dış kabuk katmanlaşma detayları alternatiflerden minimum enerji harcaması gerektiren ve iklimsel konfor koşullarına en uygun değerleri veren bileşimler seçilerek performans değerlendirilmesi sonuçlanmıştır. Hesaplama sonuçlarına ilişkin grafikler bulgular bölümünde ve Ek'te verilmiştir.

6.5 Bulgular

Aynı katmanlaşma yapısına sahip duvarlar yönetmeliğin aynı bölgeye koyduğu İstanbul ve Mardin şehirlerinde farklı sonuç vermiştir. Şekil 6.1 ve Şekil 6.2'deki şekiller uygulama sonuçları arasından örnek olarak seçilmiş Mardin ve İstanbul illeri için binada ısıtma sisteminin çalıştırılmadığı durumlarda tuğla duvarın kullanıldığı durumlardaki ısıl performansını göstermektedir. Şekillerden de görüldüğü gibi Mardin Ocak ayında hacim içi iç hava sıcaklığı hacmin kullanıldığı saatlerde 20 derecelerin üzerine çıkarken, İstanbul için sıcaklıklar gerçekleştiği süre



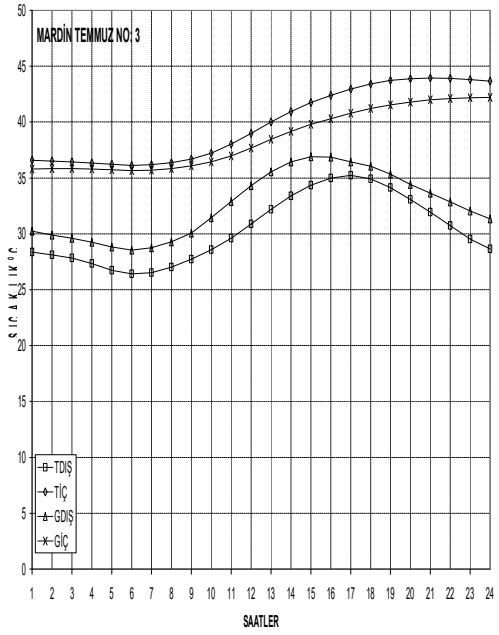
Şekil 6.3 Mardin-Ocak Dıştan Yalıtım durumunda sıcaklık değişimi



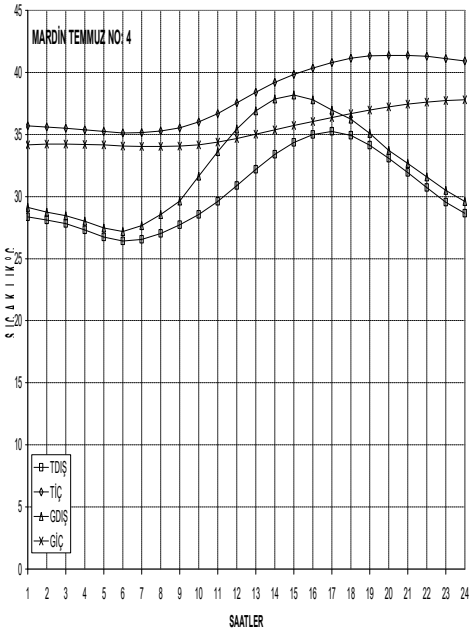
Şekil 6.4 İstanbul-Ocak Dıştan yalıtım durumunda sıcaklık değişimi

Ayrıca, Mardin ilinin sıcak kuru iklim bölgesinde yer almasından dolayı düşük bağıl nemlilik sonucu dış hava sıcaklıklarının günlük değişim eğrisi İstanbul'a göre daha düşüktür. İç hava ve iç yüzey sıcaklıklarının İstanbul'a göre daha yüksek olmasının nedeni güneş ışınımıdır.

- Yalıtımın içte veya dışta kullanılması duvarın U katsayısı değişmediği halde ısıl performansını değiştirmiştir. Mardin Temmuz Tuğla duvarın içten ve dıştan kullanıldığı durumları gösteren aşağıdaki şekiller, dıştan yalıtımın iç hava konfor sıcaklığının sağlanmasında daha etkili olduğuna yönelik uygulama sonuçları arasından seçilmiş iyi bir örnektir.

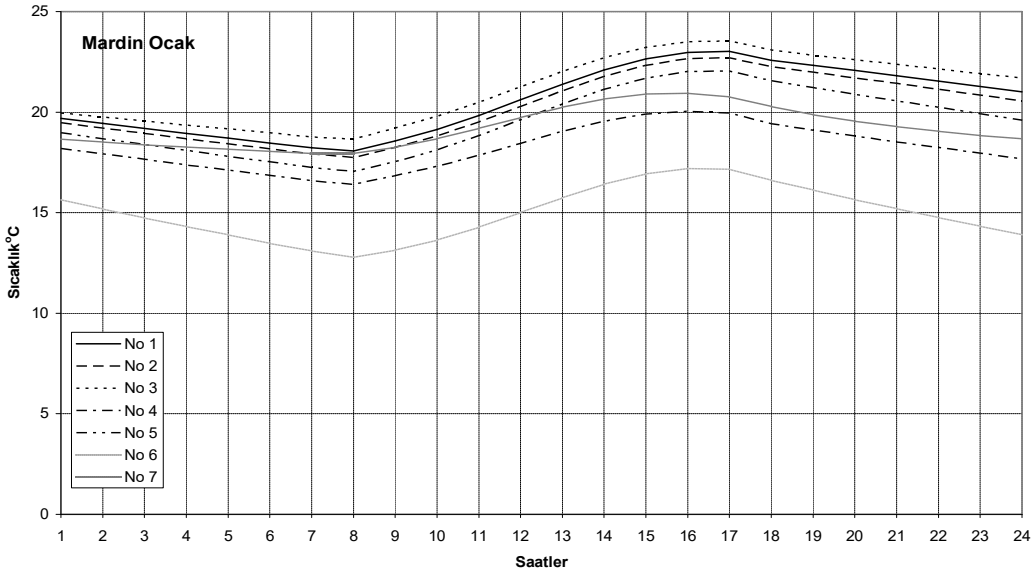


Şekil 6.5 Mardin Temmuz Tuğla Duvar Dıştan Yalıtım durumunda sıcaklık. değişimi

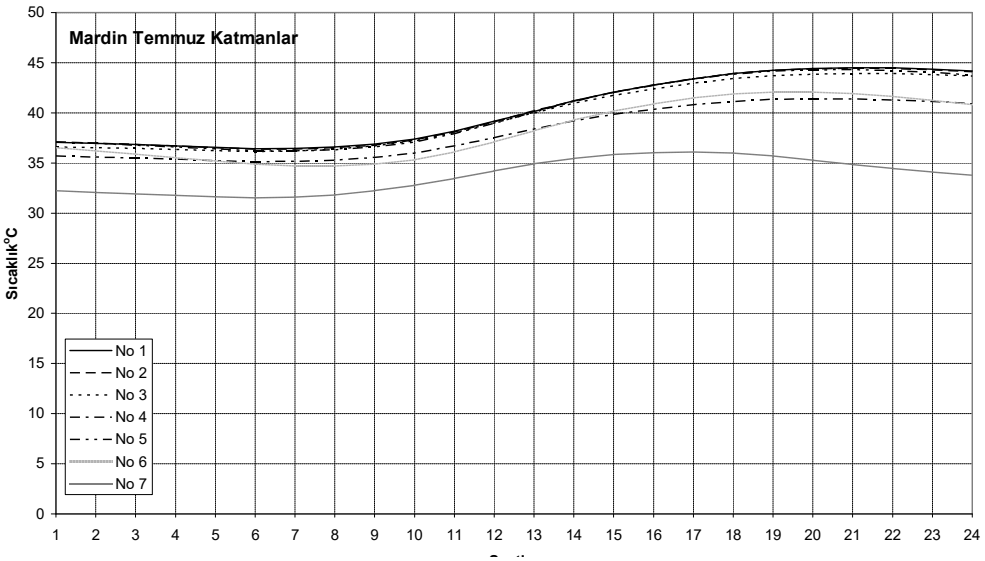


Şekil 6.6 Mardin Temmuz Tuğla Duvar İçten Yalıtım durumunda sıcaklık. değişimi

- Mardin Ocak ayı için farklı malzemelerin kullanıldığı katmanlaşma alternatifleri arasıdan en iyi ısıl performansın Tuğla Duvar ile gerçekleştiği gözlenmiştir. Tuğla duvar kullanılarak simülasyon modeline göre hesaplanmış güney yönüne bakan odanın iç hava sıcaklığının değişim eğrisi konfor sıcaklıklarına en yakın değerleri vermiştir. Taşduvarın U katsayısının diğer duvar alternatiflerine göre yaklaşık 3 kat fazla olmasına rağmen iç hava sıcaklığı açısından gösterdiği performans uygun sınırlardadır.



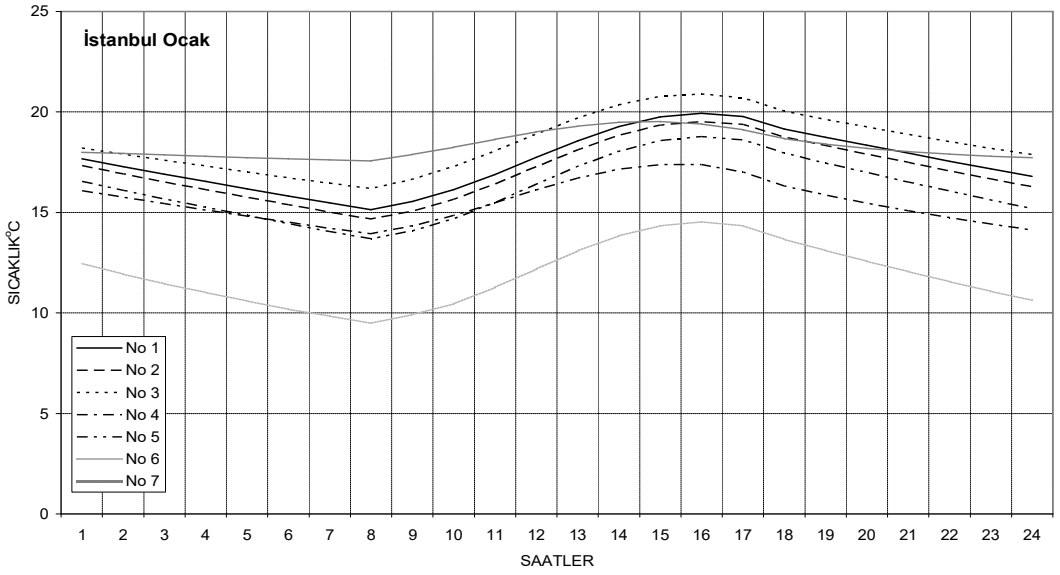
Şekil 6.7 Mardin Ocak farklı duvar katmanları için iç hava sıcaklığının değişimi



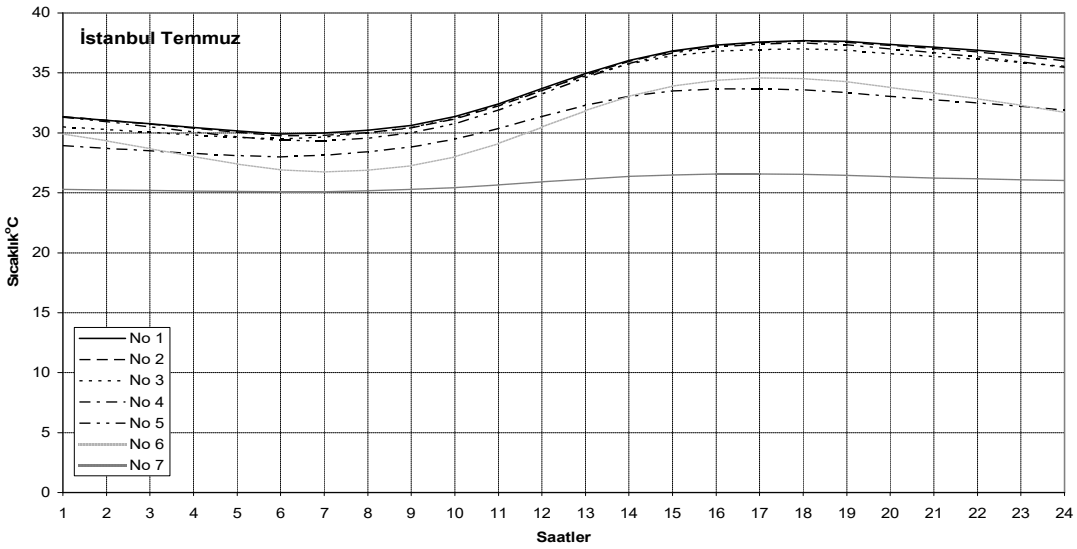
Şekil 6.8 Mardin Temmuz farklı duvar katmanları için iç hava sıcaklığının değişimi

- Mardin Temmuz ayı için farklı malzemelerin kullanıldığı katmanlaşma alternatifleri arasıdan en iyi ısıl performansın Taş Duvar ile gerçekleştiği gözlenmiştir. Diğer katmanlaşma alternatifleri ile karşılaştırıldığında U katsayısı daha büyük olan taş duvar için elde edilen sıcaklılar belirgin olarak daha

düşüktür. Şekil 6.6'da farklı duvar alternatifler için Mardin Temmuz ayında ele alınan mekanda iç hava sıcaklıklarının değişimi görülmektedir.



Şekil 6.9 İstanbul Ocak farklı duvar katmanları için iç hava sıcaklığının değişimi

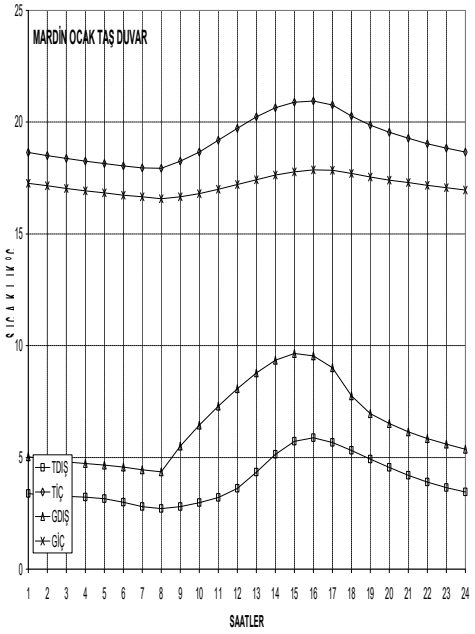


Şekil 6.10 İstanbul Temmuz farklı duvar katmanları için iç hava sıcaklığının değişimi

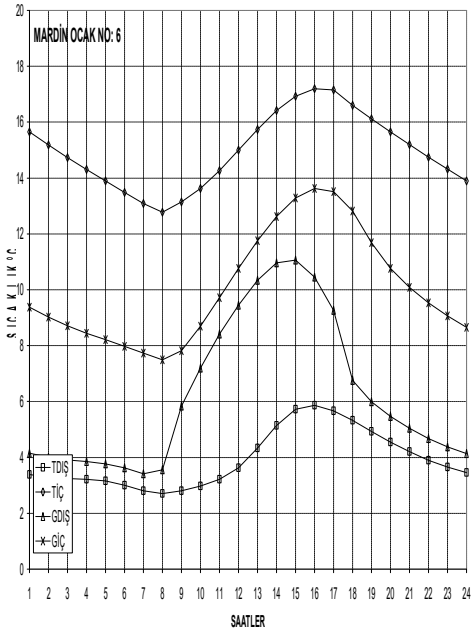
- İstanbul Ocak ayı için farklı malzemelerin kullanıldığı katmanlaşma alternatifleri arasıdan en iyi ısıl performansın Tuğla Duvar ve Taş Duvar ile gerçekleştiği

gözlenmiştir. Tuğla duvarın zamana bağlı sıcaklık değişim eğrisinin taş duvara göre daha büyük olduğu görülmüştür.

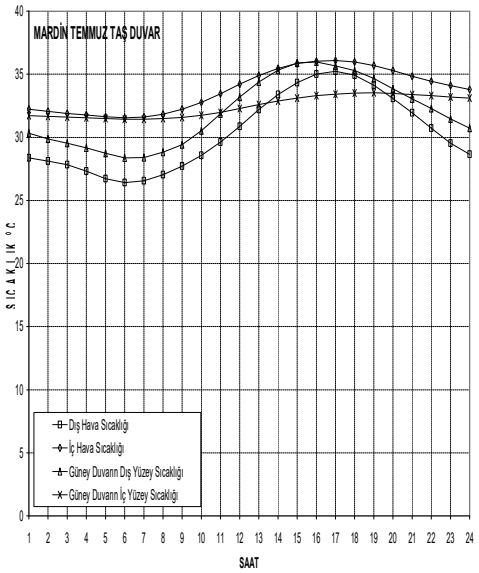
- İstanbul Temmuz ayı için farklı malzemelerin kullanıldığı katmanlaşma alternatifleri arasından en iyi ısıl performansın Gazbeton Duvar Dıştan Yalıtım ve Taş Duvar ile gerçekleştiği gözlenmiştir.
- Mardin ili için Taş duvar ile yapılan uygulama çalışması sonucunda alınan sonuçlar değerlendirildiğinde ısıl kütlenin dış sıcaklık dalgalanmalarına karşı cevap zamanını yavaşlatmış ve iç sıcaklığın değişim genliğini düşürmüş olduğu gözlenmiştir. Diğer alternatiflere göre U katsayısı yönetmeliğin verdiği değerlere göre çok daha yüksek olan taş duvarın Mardin'de daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Aşağıdaki şekiller 7.5 ve 7.6, U katsayısı 1.42 W/m^{2}K olan Taş duvar ile U katsayısı yönetmeliğin verdiği değeri sağlamak üzere 0.55 olan gazbeton duvarın Mardin'de Ocak ve Temmuz ayındaki mekanda doğal vantilasyon olmadığı yani pencerelerin kapalı olduğu durumdaki ısıl performansını göstermektedir



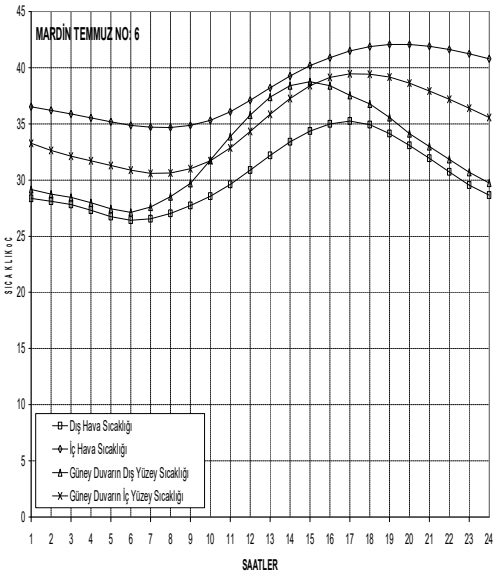
Şekil 6.11 Mardin Ocak Taş Duvar durumunda sıcaklık değişimi



Şekil 6.12 Mardin Ocak Gazbeton İçten Yalıtımlı Duvar durumunda sıcaklık değişimi

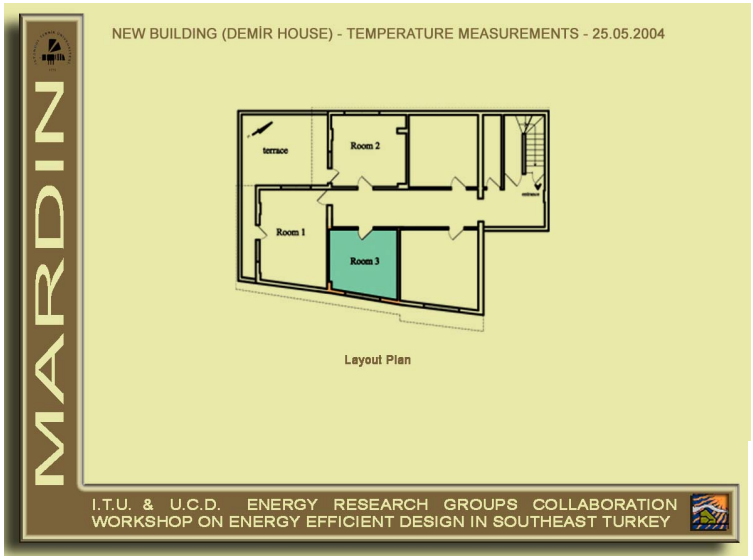


Şekil 6.13 Mardin Temmuz Taş Duvar durumunda sıcaklık. değişimi

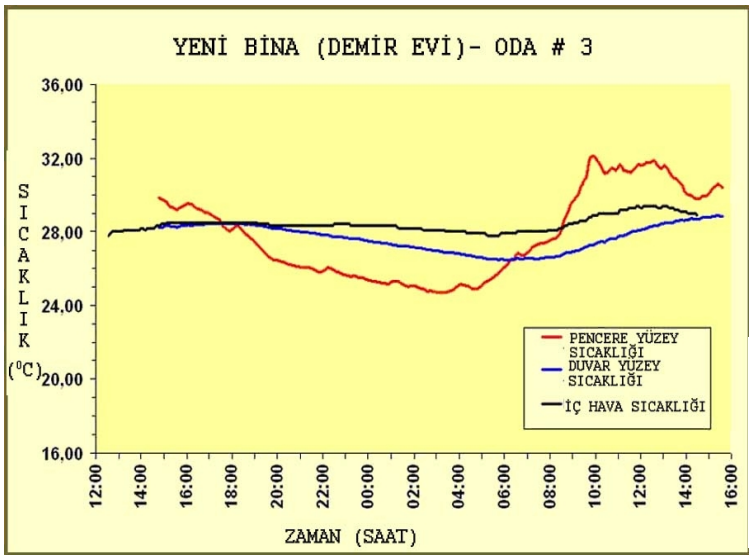


Şekil 6.14 Mardin Temmuz Gazbeton İçten Yalıtımlı durumunda sıcaklık. değişimi

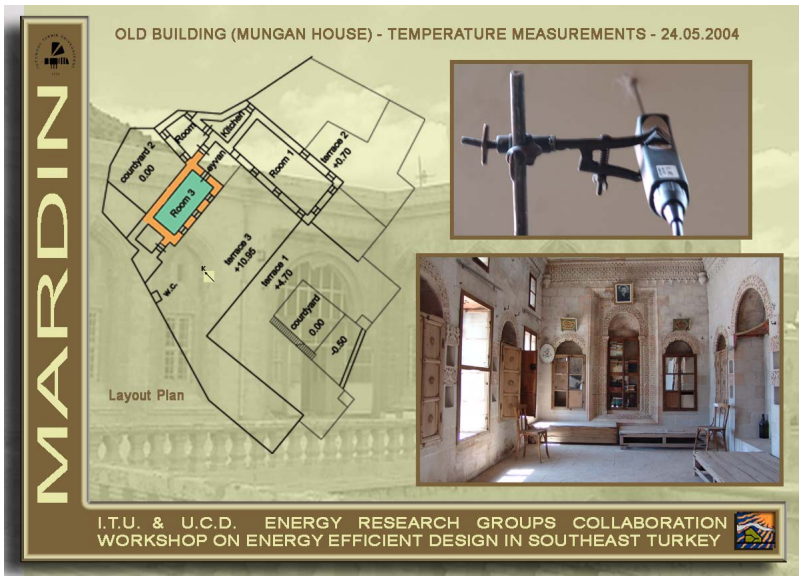
- Bu çalışmada yapılan hesap sonuçlarının bulguları bu amaçla Mardin'de Mayıs ayında yapılmış bir öğrenci çalıştayının sonuçlarıyla da örtüşmektedir. Bu çalıştayın sonuçlarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir[26]. Şekil 6.12 ve Şekil 6.14'te Mardin'de taştan yapılmış bir eski ev ile aynı yöne bakan ve kabuğu TS 825'e göre yapılmış bir yeni evin iç hava sıcaklığının ayrıca duvar ve pencere iç yüzey sıcaklığının Mayıs ayındaki değişimini göstermektedir



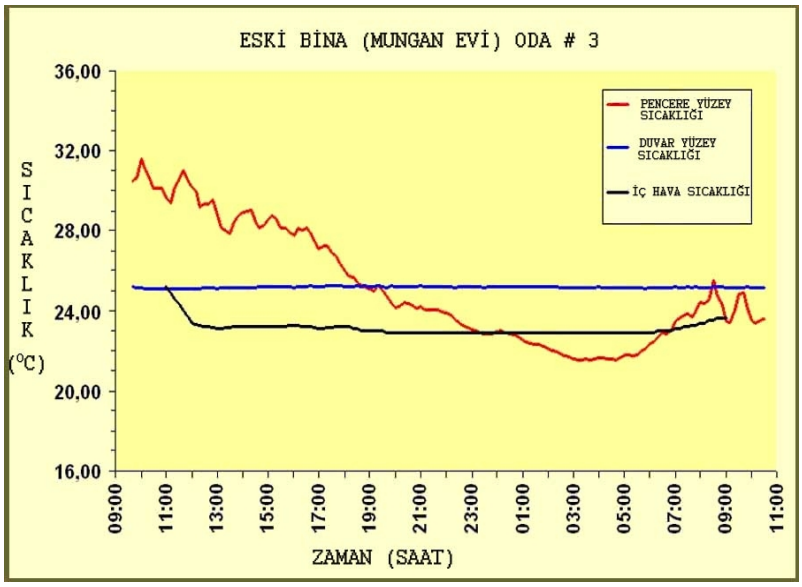
Şekil 6.15 Mardin Yeni Bina Kat Planı



Şekil 6.16 Mardin Yeni bina İç Hava Sıcaklığı, Duvar Yüzey Sıcaklığı, Pencere Yüzey Sıcaklığı'nın Değişimi

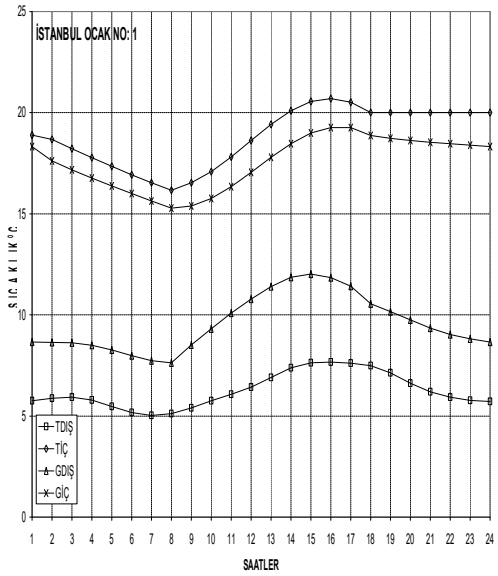


Şekil 6.17 Mardin Eski Bina (Mungan Evi) Kat planı

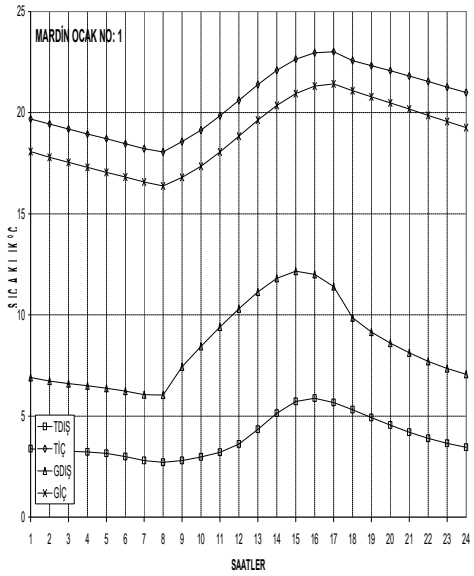


Şekil 6.18 Mardin Eski Bina (Mungan Evi) İç Hava Sıcaklığı, Duvar Yüzey Sıcaklığı, Pencere Yüzey Sıcaklığı değişimi

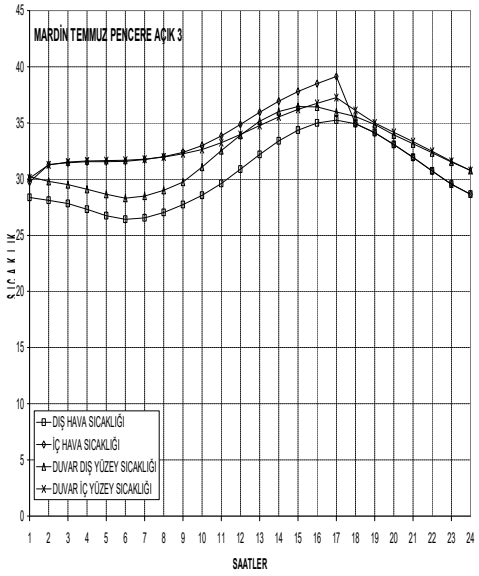
- Ayrıca yapılan hesaplamalara ek olarak seçilen yaşama mekanında Ocak ayı için ısıtma sisteminin olduğu ve Temmuz ayı için ise pencerelerin açık olduğu kabul edilerek de hesaplama yapılmıştır. Bu durumda Ocak ayı için ısıtma sisteminin 17:00-23:00 saatleri arasında çalıştırıldığı hesaba katılmıştır. Temmuz ayı için ise bu periyot aynı şekilde seçilerek 17:00-23:00 olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki şekiller bu hesaplar arasından seçilmiş örnekleri göstermektedir.



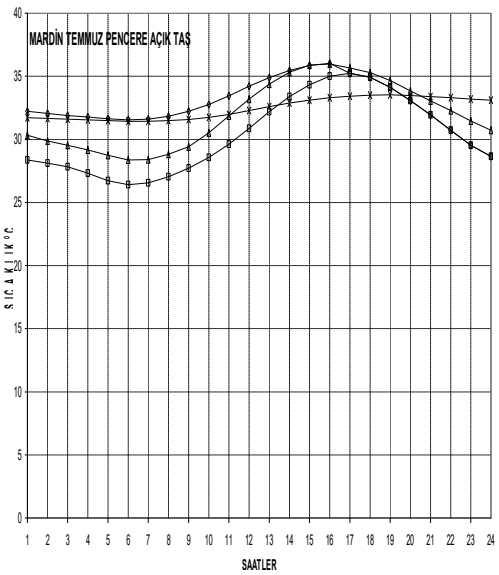
Şekil 6.19 İstanbul Ocak Beton Duvar İçten Yalıtım ısıtma olduğu durumunda sıcaklık değişimi



Şekil 6.20 Mardin Ocak Beton Duvar İçten Yalıtım ısıtma olduğu durumda sıcaklık değişimi



Şekil 6.21 Mardin Temmuz Tuğla Duvar Dıştan Yalıtım Pencere Açık olduğu durumunda sıcaklık değişimi



Şekil 6.22 Mardin Temmuz Taş duvar Pencere Açık olduğu durumunda sıcaklık değişimi

7. SONUÇLAR

TS 825 ısı yalıtım kurallarına göre Mardin ve İstanbul'da yapılacak bir binanın ısıl performansını değerlendirmeye yönelik yapılan çalışmadan çıkarılan sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Aynı katmanlaşma yapısına sahip duvarın iki şehirde farklı sonuç vermesi derece gün kavramından hareket eden TS 825'in yanıldığını göstermektedir. TS 825 te hesaplamalar bölgelendirme esasına göre yapılmaktadır. Ancak iklimsel karakterleri birbirinden tamamen farklı olan bazı yörelerin aynı bölgede yer aldığı görülmektedir. Standarda tüm iklimsel veriler esas alınarak meteorolojik analizlerin yapılmadığını, bu çalışmada önerilen yaklaşımla yapılan ısıl performansın değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışma sonuçlarıyla Ek'te doğrulanmıştır.
- Bütün duvarların U katsayısı yaklaşık 0.55 W/m^2K olarak sabit alınmasına karşın yalıtımın içte ve dışta kullanıldığı durumlarda farklı sonuçların elde edilmesi ısıl kütlenin ısı yalıtımındaki önemini ortaya koymaktadır. Opak bileşenlerden ısı geçişi denge rejiminde olmamaktadır. Bu durum bir binanın gerçek ısıl performansının değerlendirilebilmesi için ısı geçişinin denge rejiminde değil zamana bağlı rejimde yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.
- Sıcak kuru iklim bölgesinde dış sıcaklığın gün içerisindeki değişim genliği çok fazla olduğundan, enerji tasarrufu açısından uygun bina kabuğunu tanımlamada U (k) katsayısı yetersiz kalmaktadır. Bu iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu U (k) katsayısının yanı sıra kabuğun ısı depolama kapasitesi ile birlikte tanımlanmalıdır. Uygulama çalışmasının sonuçlarına göre, Mardin'de U katsayısı yönetmeliğin verdiği değerden çok yüksek olan taş duvarın yönetmeliğe uygun duvardan çok daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Dolayısıyla sıcak kuru iklim bölgesinde kabuğun ısı depolama kapasitesine ağırlık verecek farklı yöntemler kullanılmalıdır.
- Ele alınan bina ve hacmin fonksiyonu açısından yalıtımın dışta kullanılması hem İstanbul hem de Mardin'de ocak ve temmuz aylarında genel olarak binanın ısıl performansını arttırmaktadır. Bilindiği gibi yalıtımın dıştan uygulanması iskelet

taşıyıcı sistemlerde ısı köprülerinin önlenmesi açısından da uygun çözüm olmaktadır.

- Günümüzde bir binanın 1 derece soğutulmasının, 1 derece ısıtılmasından daha pahalı olduğu düşünülürse, enerji etkin tasarımın kışın olduğu kadar yazın için de önemli olduğu sonucu çıkarılabilir. Özellikle sıcak kuru iklimin etkin olduğu yörelerde ısıl kütlesi fazla olan malzemeler seçilerek dış ortam sıcaklık dalgalanmalarının iç ortama yansıması minimum seviyede tutulup iç ortamda uygun konfor koşullarına yaklaşılabilir. Soğutma enerjisi tasarrufunun önemi göz önüne alınarak standarda eklemeler yapılmalıdır.
- Toplam enerjinin önemli bir bölümünün binalarda kullanılması nedeniyle, yönetmelikte yapılacak düzenlemelerle elde edilecek enerji tasarrufu çevre kirliliğinin önlenmesine olumlu katkısı nedeniyle dikkate değer olacaktır. Bu nedenle yönetmelik tüm eksiklikleri giderilerek yeniden düzenlenmelidir.

KAYNAKLAR

[1] Anonim, 1976. Ana Britannica Ansiklopedisi

[2]http://www.iea.org/, International Energy Agency, Web Site

[3]Akaya, A., 1996. Ekonomik Yapılabilirlik Çalışmaları Kapsamında Düşük Enerji Mimarlığı Yaklaşımının Maliyete Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[4]Ayaz, E., 2002. Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Uygulanabilirliği, *Yüksek Lisans Tezi,* İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[5]Sohmer, M., 2005. Communal Energy Management, Master Thesis, İTÜ-Stuttgart University Applied Science (advisors: Z.Yılmaz-Ursula Eicker)

[6]Anonim., ASHRAE Standart 55-81: Thermal Comfort Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating Refrigerating andA ir-conditioning engineers. Atlanta, 1981

[7]Manioğlu G., Şubat 1996 İklimsel Konfor ve Enerji Ekonomisi Açısından Isıtma Sisteminin İşletme Şekline Bağlı Olarak Bina Kabuğunun Isıl Performansının Değerlendirilmesi, *yüksek lisans tezi,* İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[8]Anonim, 2002. EU Directive on the Energy Performance of buildings (2002/91/EC)

[9]Topbaş, T., 1998, Çevre Kirliliği, T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara

[10] www.eurima.org European Insulation Manufacturers Association

[11]Dağsöz, Kemal A., Enerji darboğazını Atlatmak için Enerji Tasarrufu Önerileri

[12]Dağsöz, K., Bayraktar, K., Unveren, H., Enerji Tasarrufu yönünden standartların yetersizliği, Mühendis ve makine dergisi, Mart 2002, sayı 506 (makale)

[13]www.din.de Deutsches Institut für Normung e. V., Web site

[14]Yılmaz, Z., Oral, G., Manioğlu G. Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından bina kabuğu ısı yalıtım değerlerinin bina formuna bağlı olarak değerlendirilmesi (İTÜ Araştırma Fonu Projesi)

[15]Anonim., 1977. Isıtma ve Buhar Tesislerinde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği, Araştırma fonu, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

[16]Anonim., 1985. Isı Korunumu Yönetmeliği, Araştırma fonu, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı.

[17]Anonim., 1998. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, TS825, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

[18]Lehner, N., Heating, Cooling, Lighting, New York, John Wiley & Sons, 1991

[19]Yılmaz, Z. Isıtma Havalandırma Ders Notları, İTÜ, Mimarlık Fakültesi, 1986

[20]Hollman, J., P., 1976. Heat Transfer, McGraw Hill Book Co., London

[21]Kakaç, S.,1976, Isı transferine giriş I: Isı İletimi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi yayınları

[22]Yılmaz, Z., 1983. İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolunda Optimum Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Korunumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, *Doktora tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul

[23]Anonim., 2004. Meteorolojik Veriler, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara

[24]Givoni, B., 1969. Man, Climate and Architecture, Elsevier Co., London

[25]Ilgaz, T., 1979, Yapı Düşey Dış Kabuklarının Isı Etkilerinden Korunması, Araştırma Fonu Projesi

[26]European Solar Architecture (Proceedings of a Solar House Contractors' Meetings), Dublin, ERG-UCD, 1995

EK

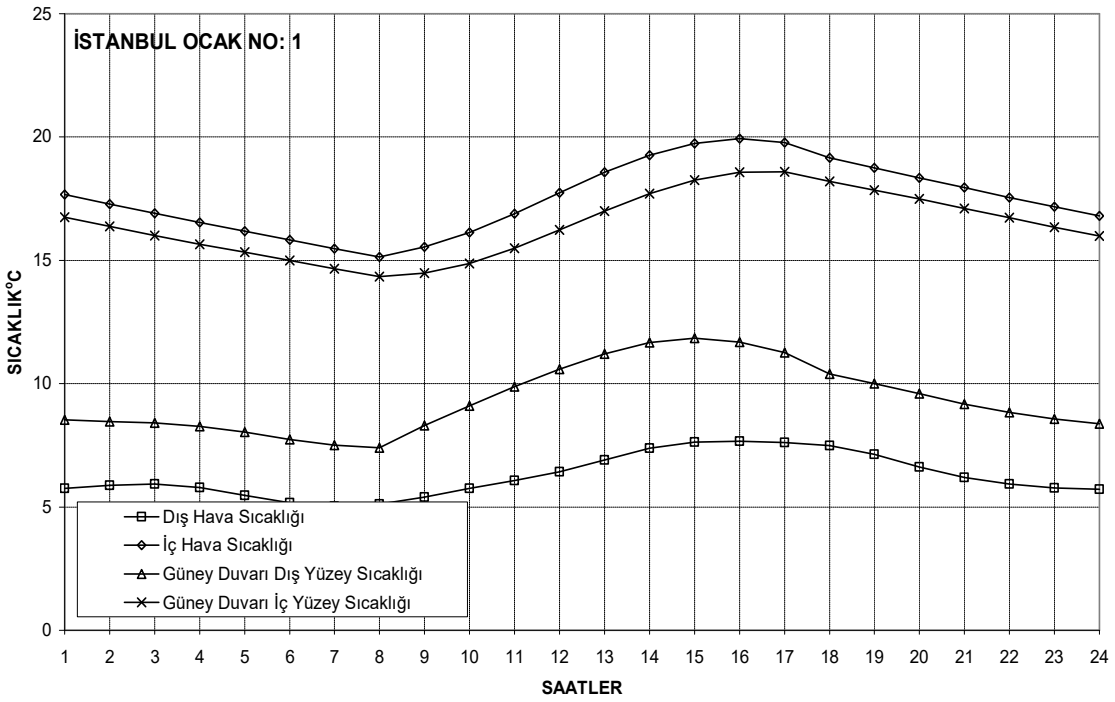
UYGULAMA SONUÇLARINA İLİŞKİN GRAFİKLER

EK: A

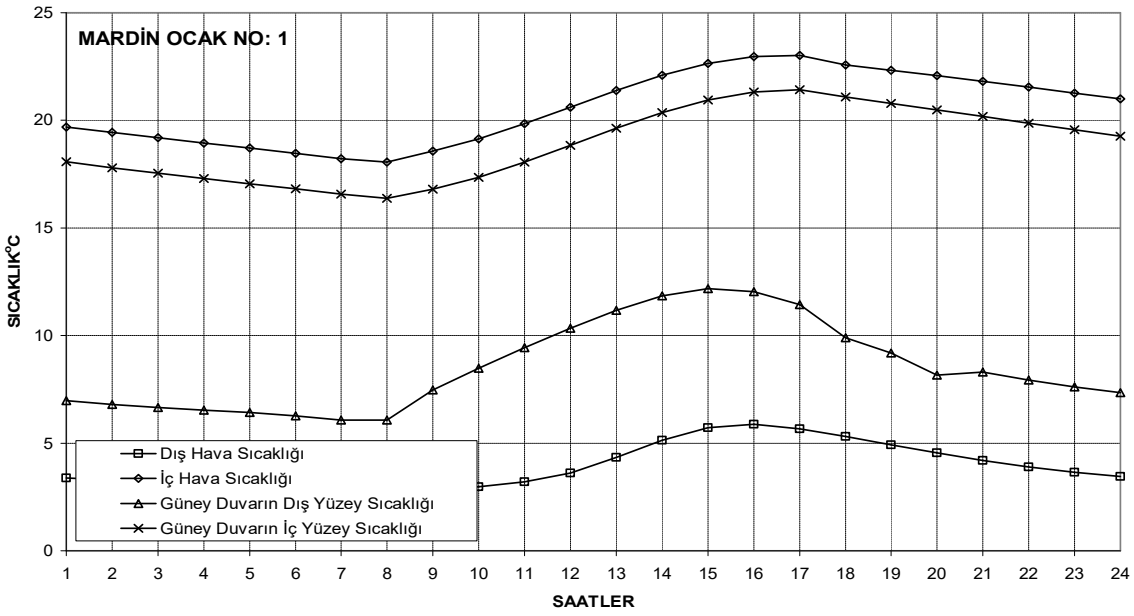
Yaklaşımın İçerdiği Hesap Yöntemlerinin Uygulanması İçin Kullanılan Bilgisayar Programı (ISINEM)

Aylık ortalama günlük meteorolojik verilere ve ele alınan hacmi tanımlayan yapma çevre değişkenlerinin değerlerine bağlı olarak, istenen toplam ısı geçirme katsayısını gerçekleştiren opak kabuk bileşenlerinin iç yüzey sıcaklığının, ortalama ışınımsal sıcaklığın ve hacimde ek yapma enerji sistemine gereksinme duyulmadığı dönemlerde iç hava sıcaklığının periyodik değişimini ve opak bileşenin ısı geçişini doğrudan etkileyen özelliklere bağlı olarak bileşen içerisindeki sıcaklığın ve doymuş buhar basıncının periyodik değişimini hesaplamaktadır. Dış hava sıcaklığının günlük değişim eğrisi denkleminin elde edilmesinde HARMO alt programı kullanılmıştır. AÇILAR isimli alt program, temel güneş açılarına bağlı olarak atmosfer dışı ışınımı, güneş doğuş batış saati açısı ve gün uzunluğu gibi ışınım hesaplamaları için gerekli olan temel büyüklükleri hesaplamaktadır. SICAKL alt programı, sonlu farklar yaklaşımıyla, opak bileşen içerisinde x boyut aralıklarıyla sıcaklıkların ve doymuş buhar basınçlarının günlük değişimini, bileşenin ısı geçişini doğrudan etkileyen özelliklerine bağlı olarak hesaplamaktadır. SOLAR isimli alt program, aylık ortalama günlük toplam ışınım miktarlarına bağlı olarak, istenilen yön ve eğimlerdeki yapı yüzeylerini etkileyen doğrudan, yaygın ve yansımış ışınım yeğinliklerinin günlük değişimini, cam türlerine ve geliş açılarına bağlı olarak camın yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayılarını ve saydam bileşen türlerine bağlı olarak sol-air sıcaklıkları hesaplamaktadır. SABİT alt programı ise, verilen malzeme özellikleri listelerinden opak kabuk bileşeninin katmanlaşma detayında kullanılan malzemelere göre, ısı iletkenlikleri ve ısıl yayınım katsayılarını seçip derlemekte ve hava sızıntısıyla oluşacak ısı kayıp ve kazanç miktarlarının hesaplanmasında kullanılacak sabitleri hesaplamaktadır [22].

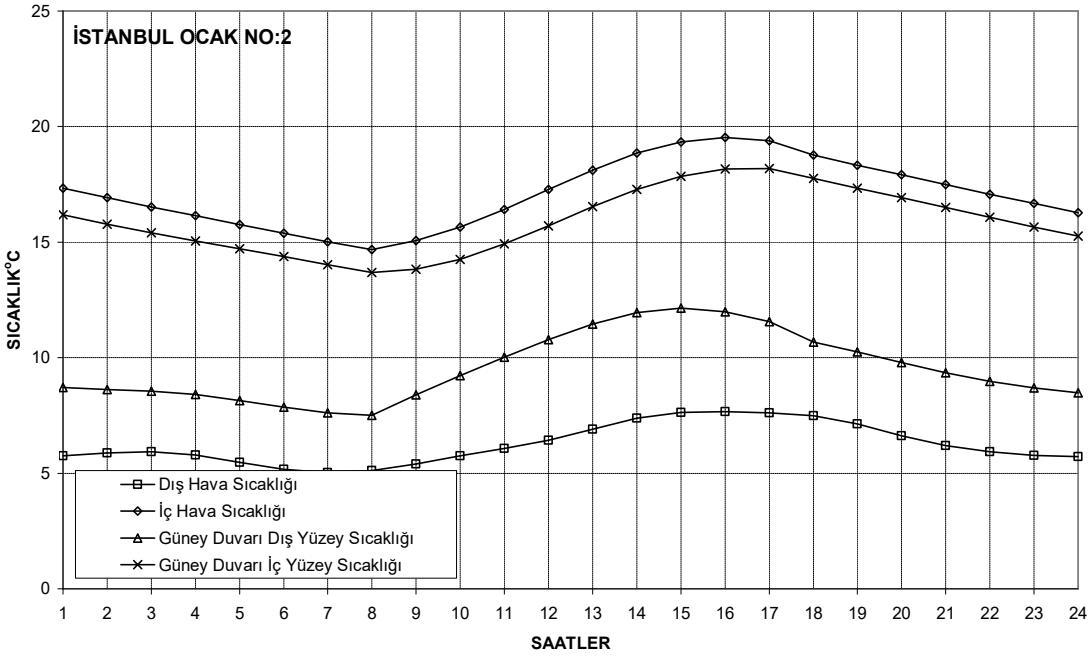
EK : B Grafikler



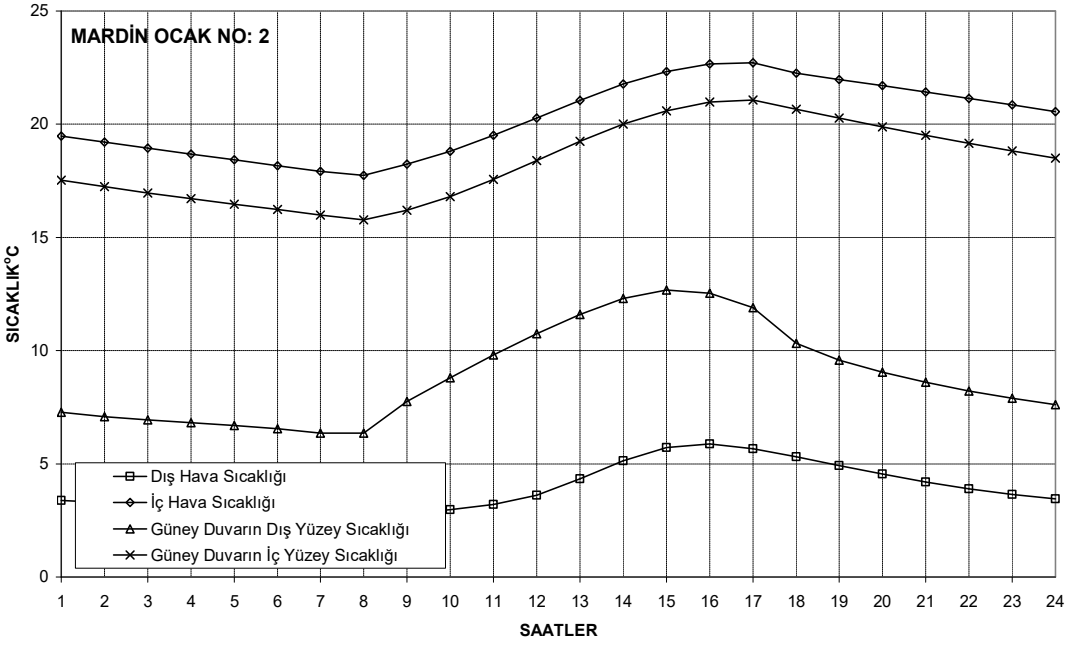
Şekil EK B.1 İstanbul No:1 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



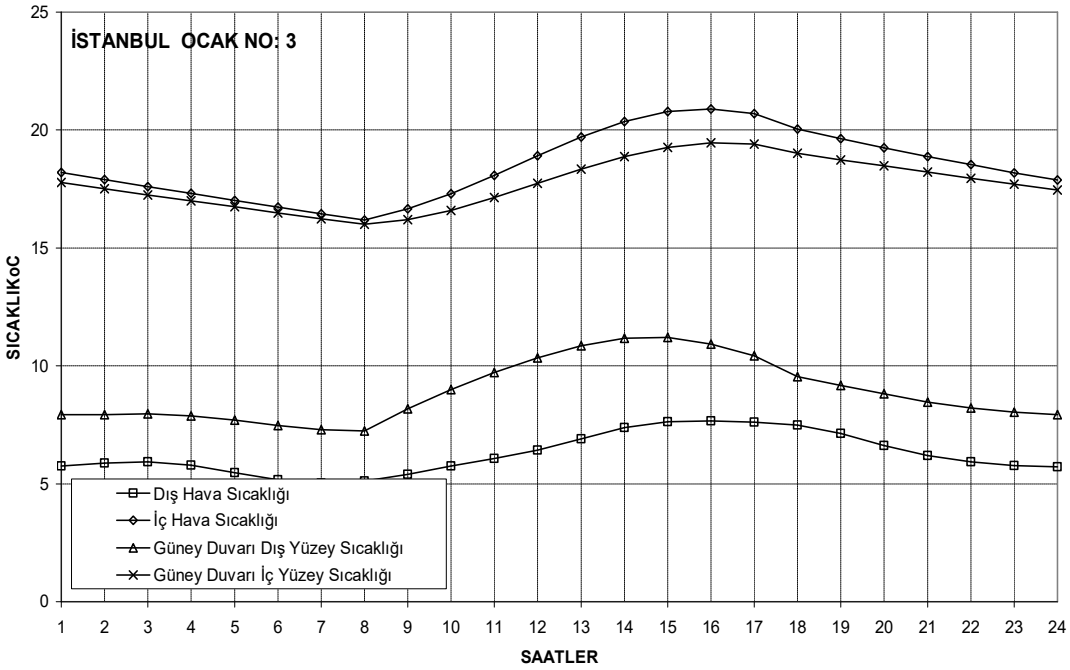
Şekil EK B.2 Mardin No:1 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



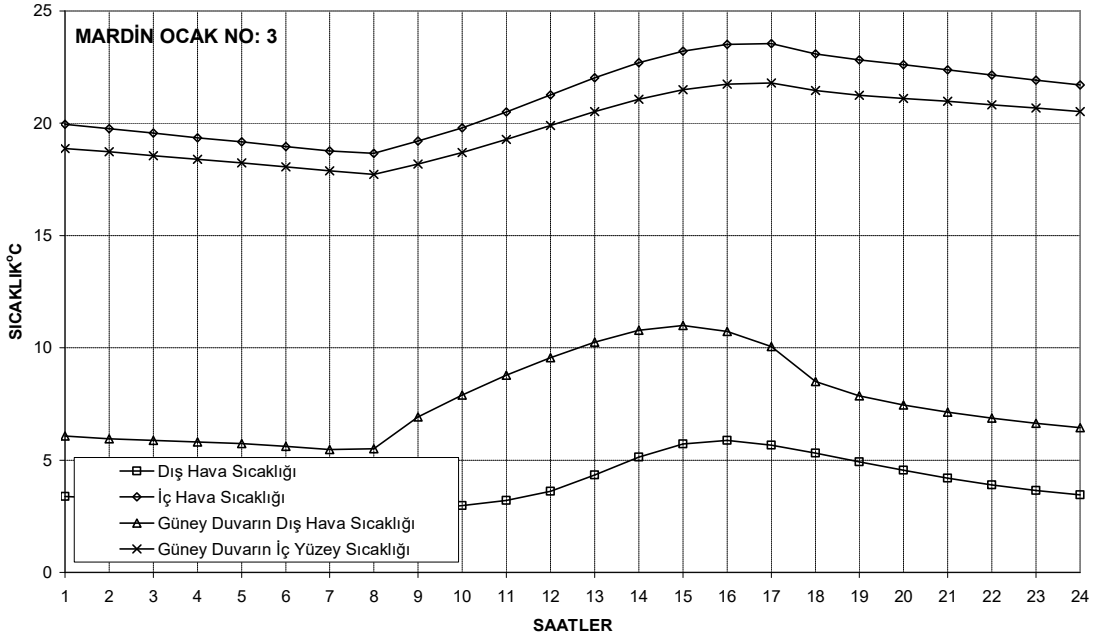
Şekil EK B.3 İstanbul No:2 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



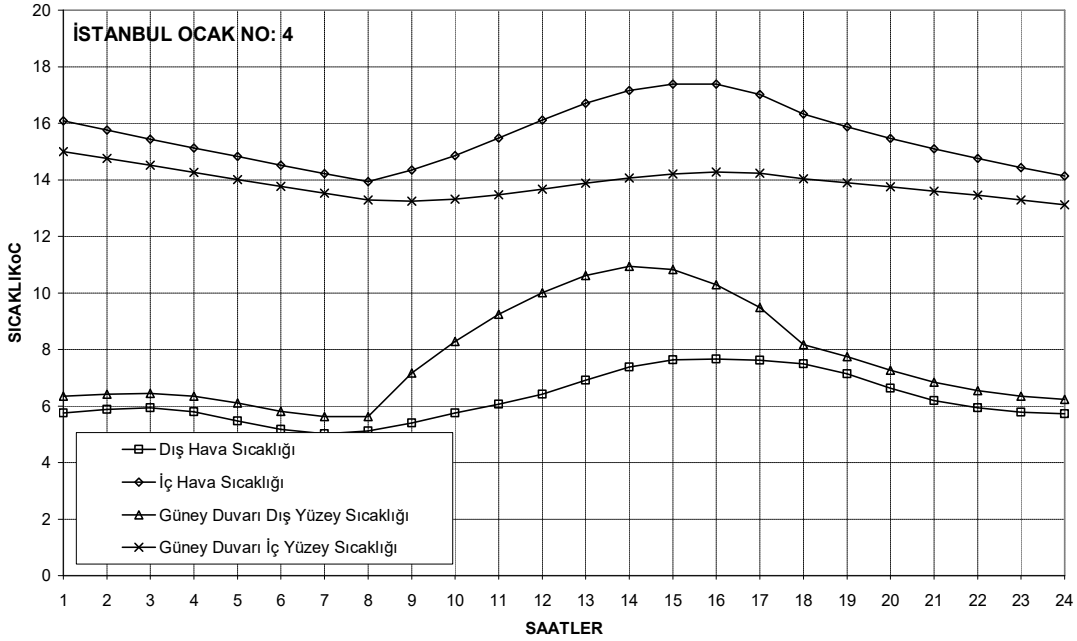
Şekil EK B.4 Mardin No:2 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



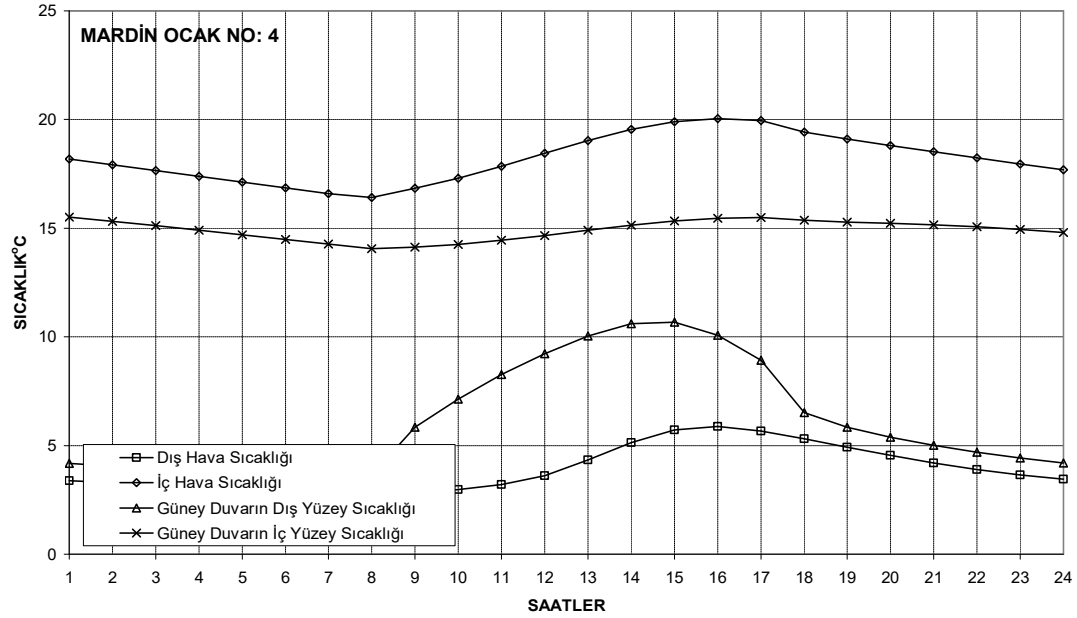
Şekil EK B.5 İstanbul No:3 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



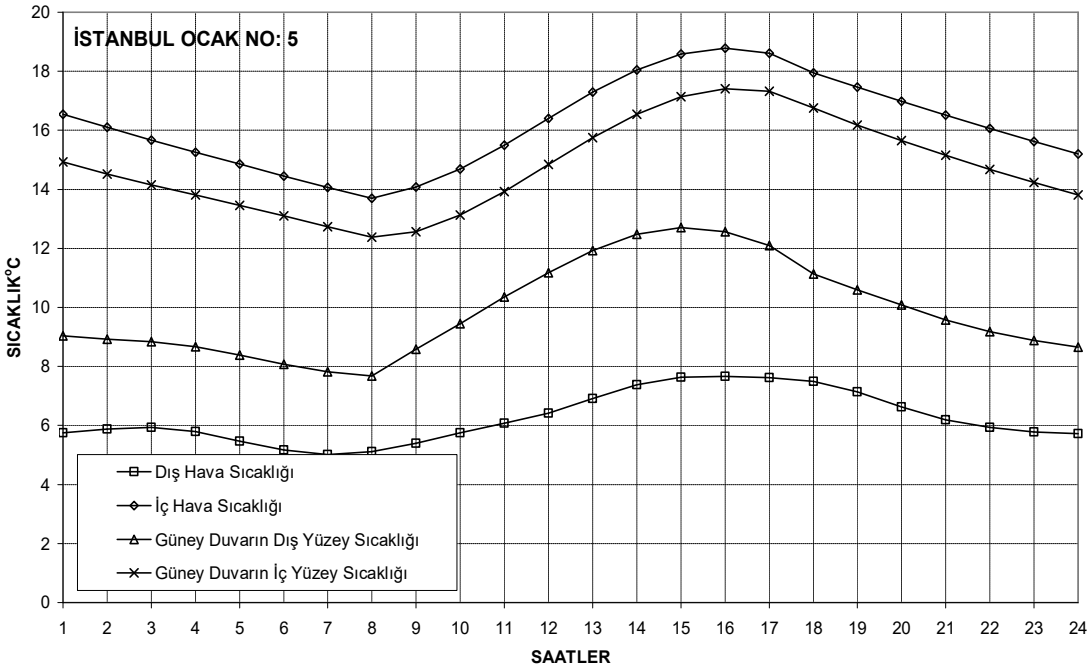
Şekil EK B.6 Mardin No:3 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



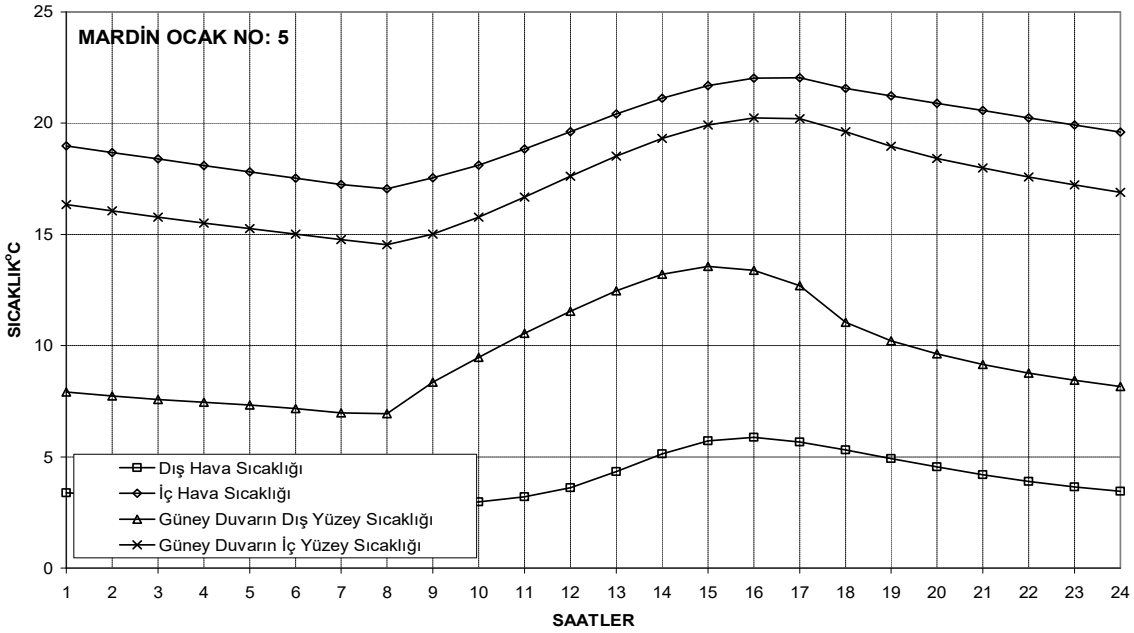
Şekil EK B.7 İstanbul No:4 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



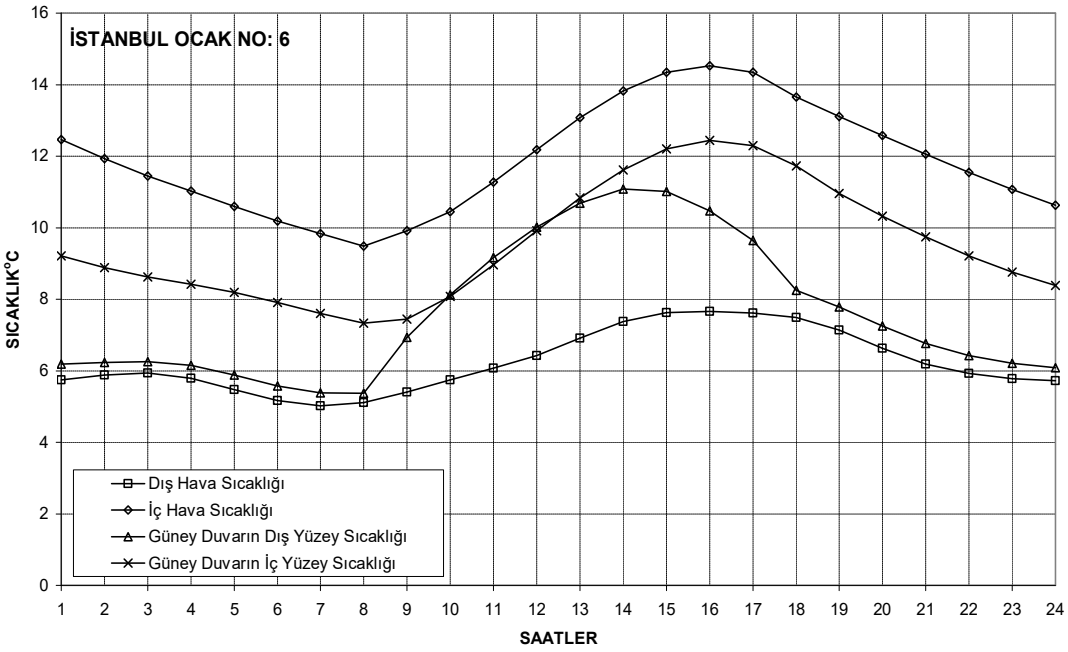
Şekil EK B.8 Mardin No:4 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



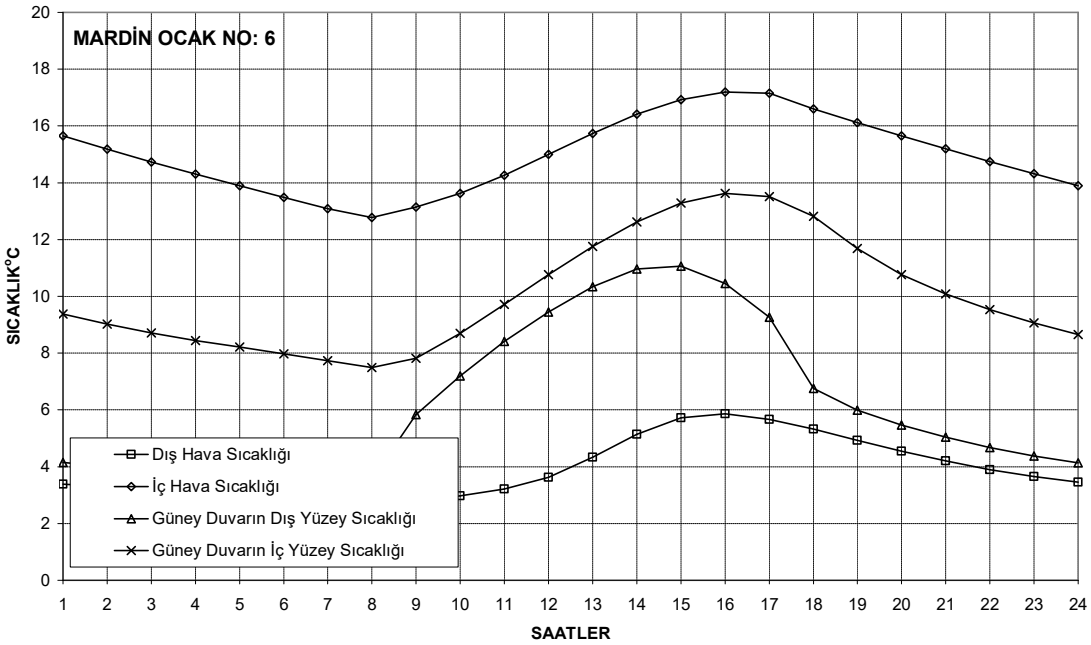
Şekil EK B.9 İstanbul No:5 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



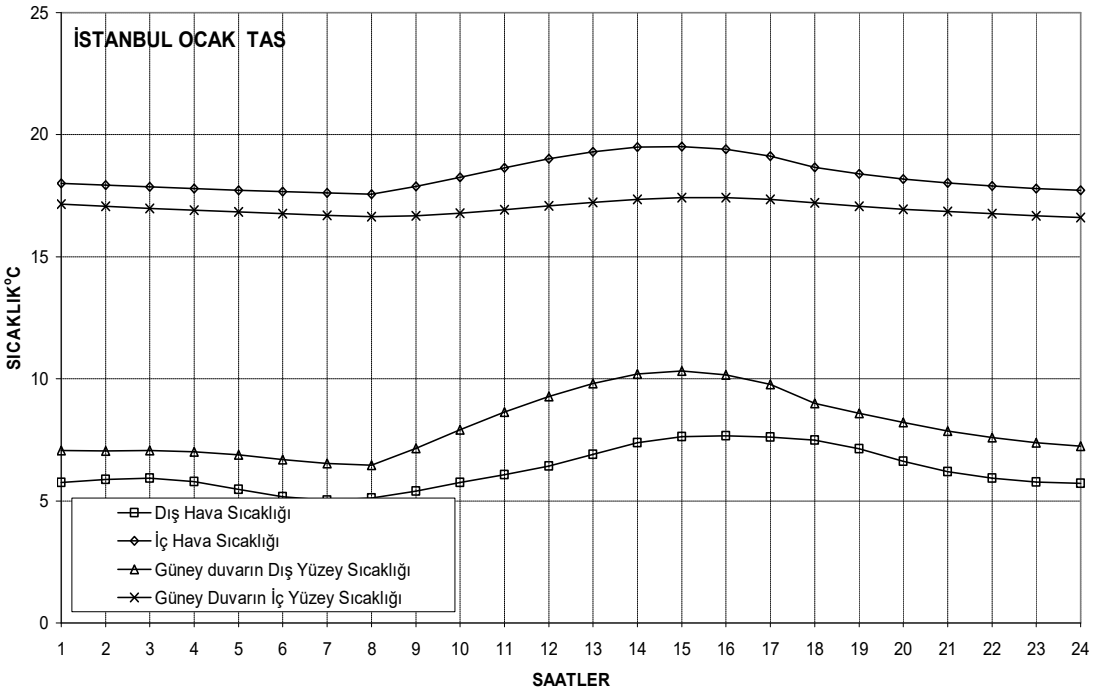
Şekil EK B.10 Mardin No:5 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



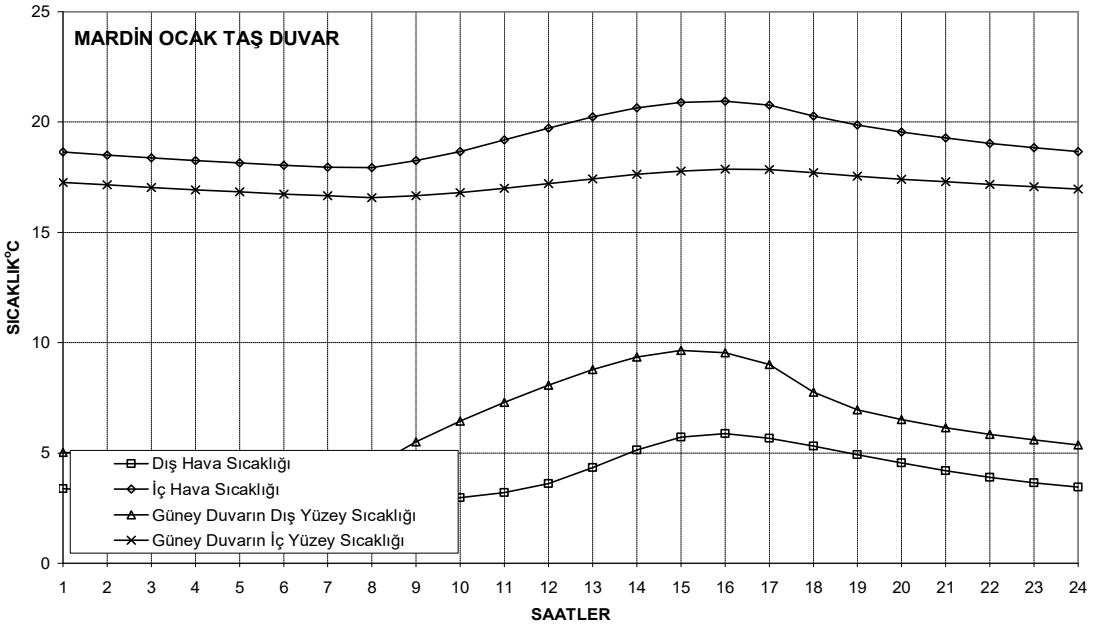
Şekil EK B.11 İstanbul No:6 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



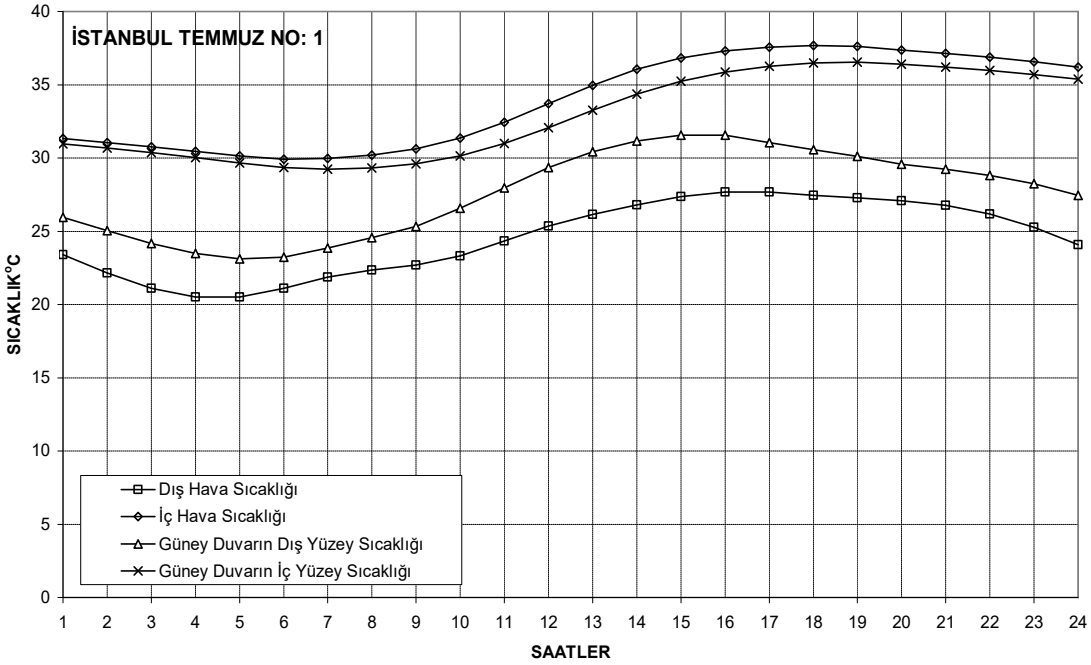
Şekil EK B.12 Mardin No:6 alternatifi için Ocak ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



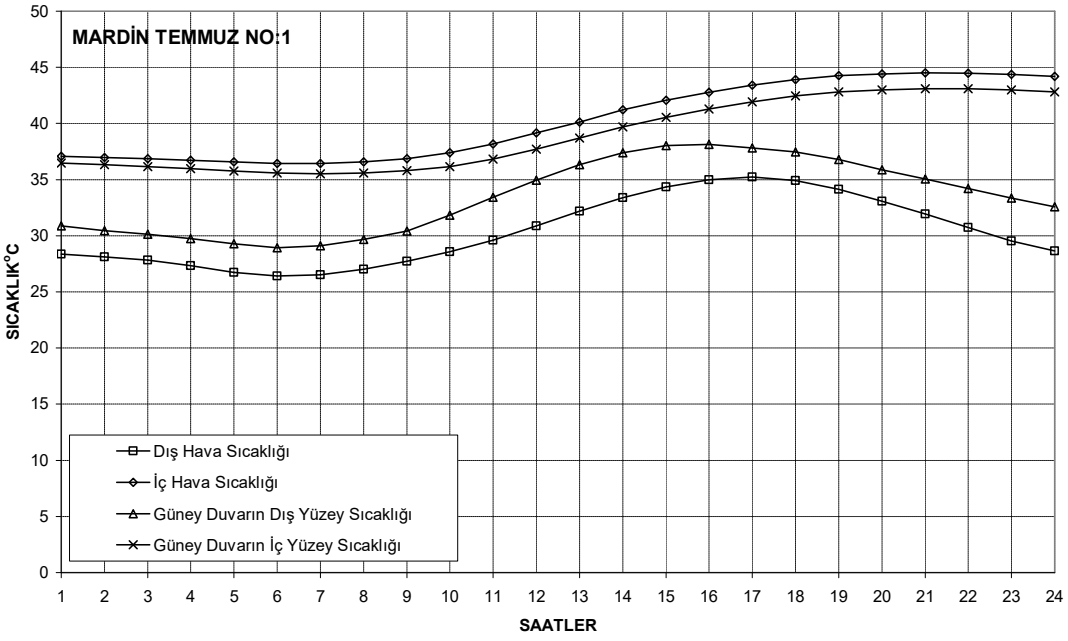
Şekil EK B.13 İstanbul Ocak ayı için pencere kapalı durumda Taş duvarın ısıl performans eğrileri



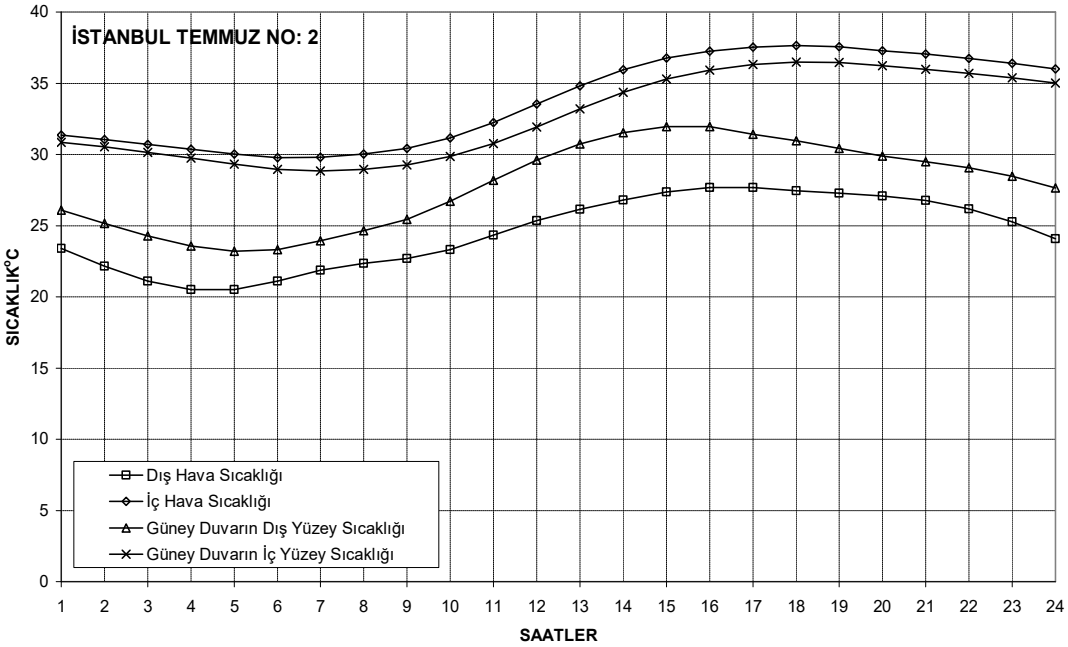
Şekil EK B.14 Mardin Ocak ayı için pencere kapalı durumda Taş duvarın ısıl performans eğrileri



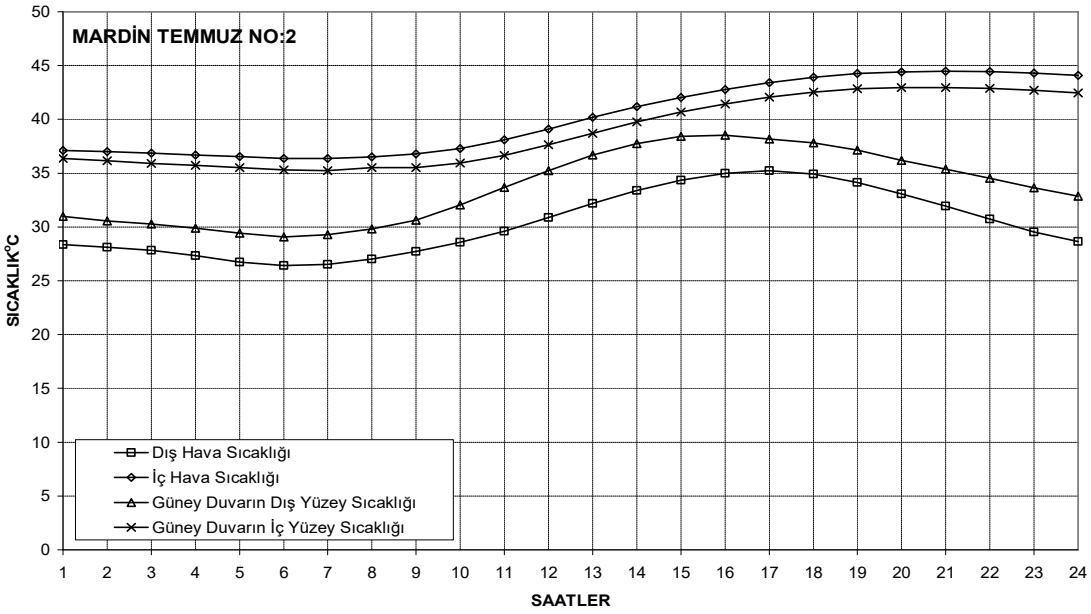
Şekil EK B.15 İstanbul No:1 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



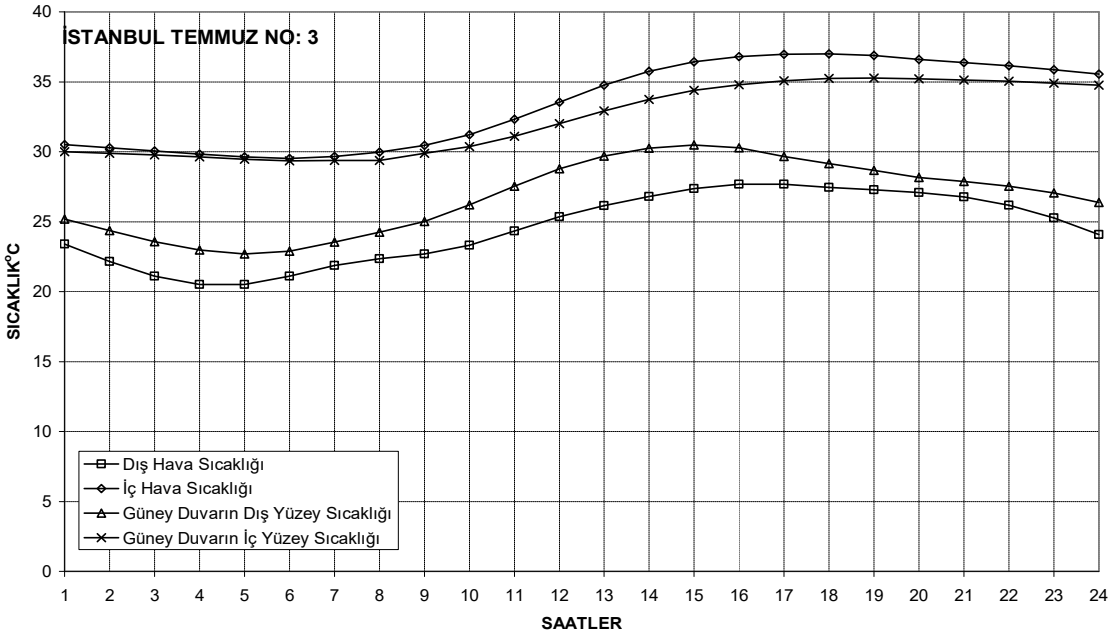
Şekil EK B.16 Mardin No:1 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



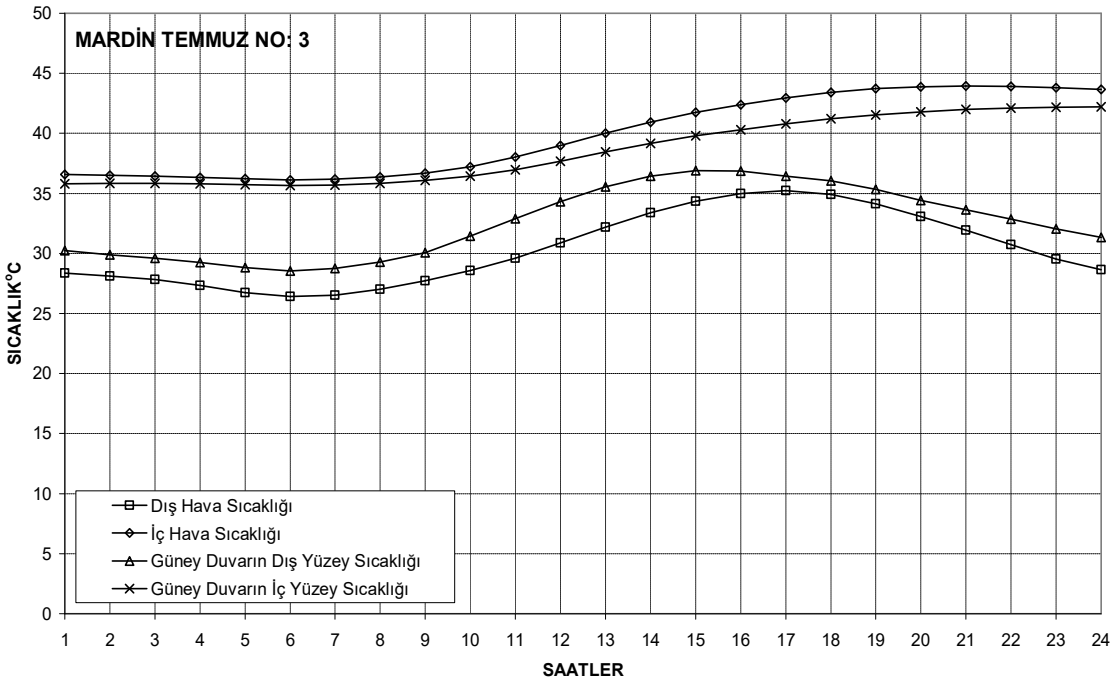
Şekil EK B.17 İstanbul No:2 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



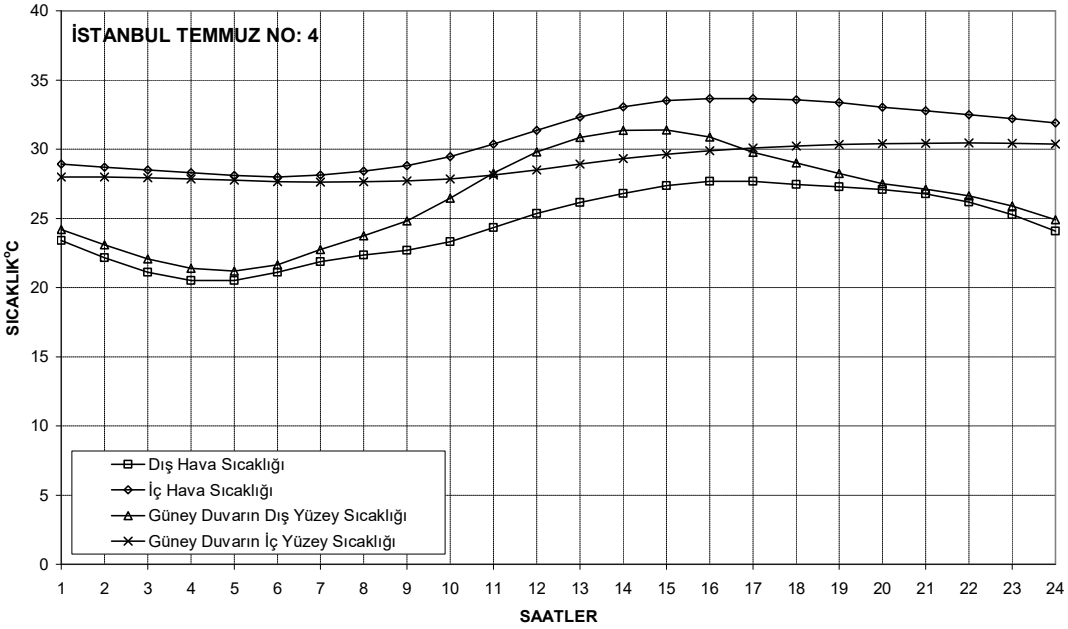
Şekil EK B.18 Mardin No:2 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



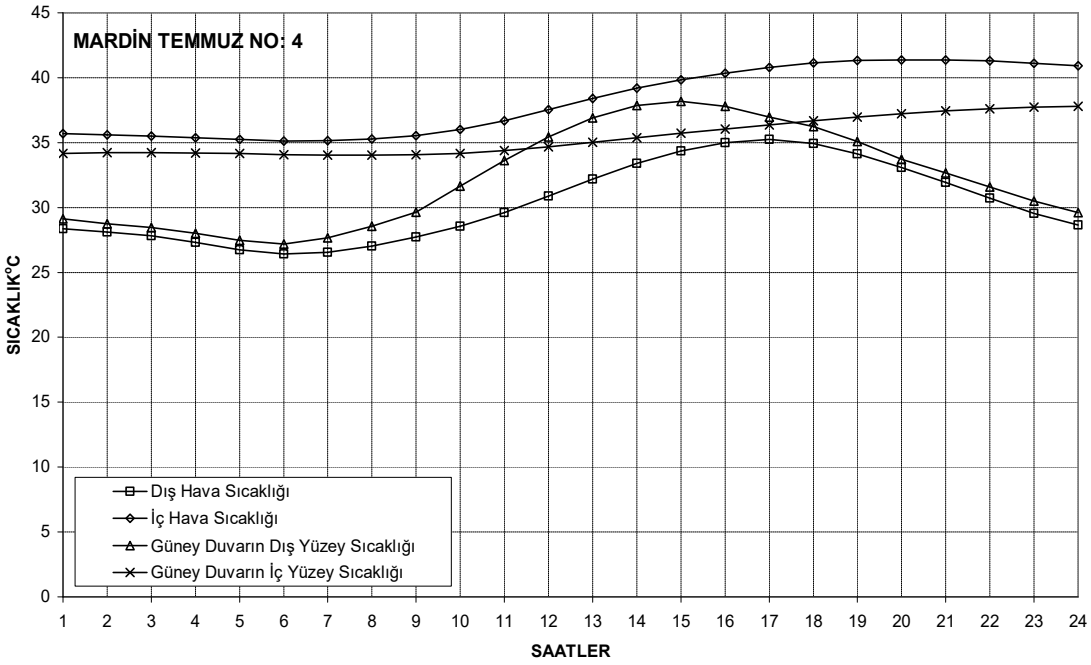
Şekil EK B.19 İstanbul No:3 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



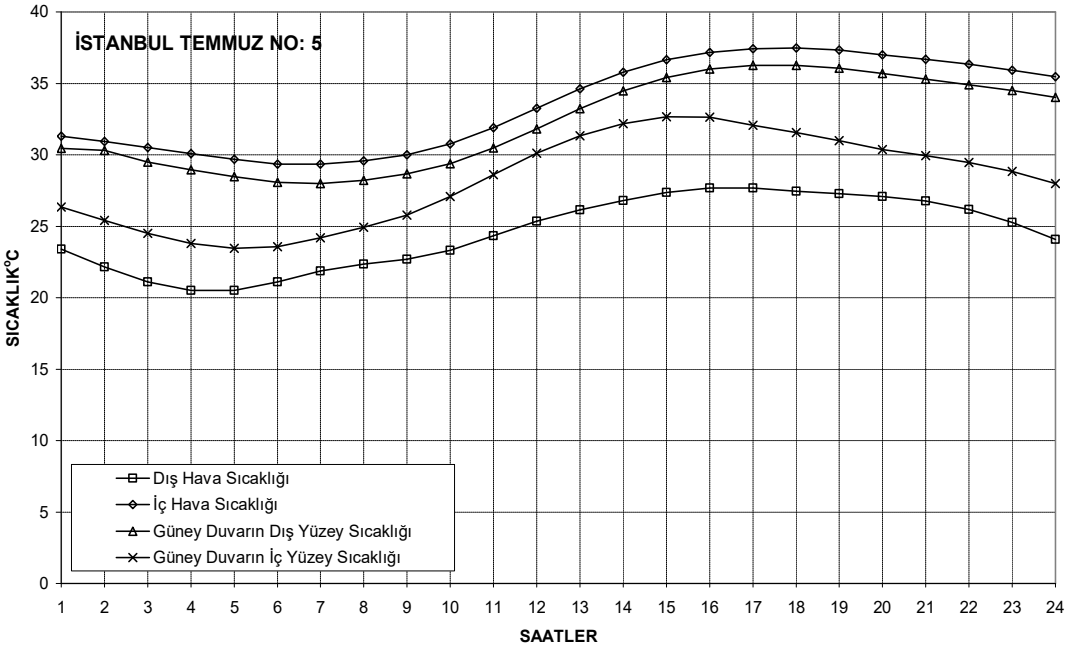
Şekil EK B.20 Mardin No:3 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



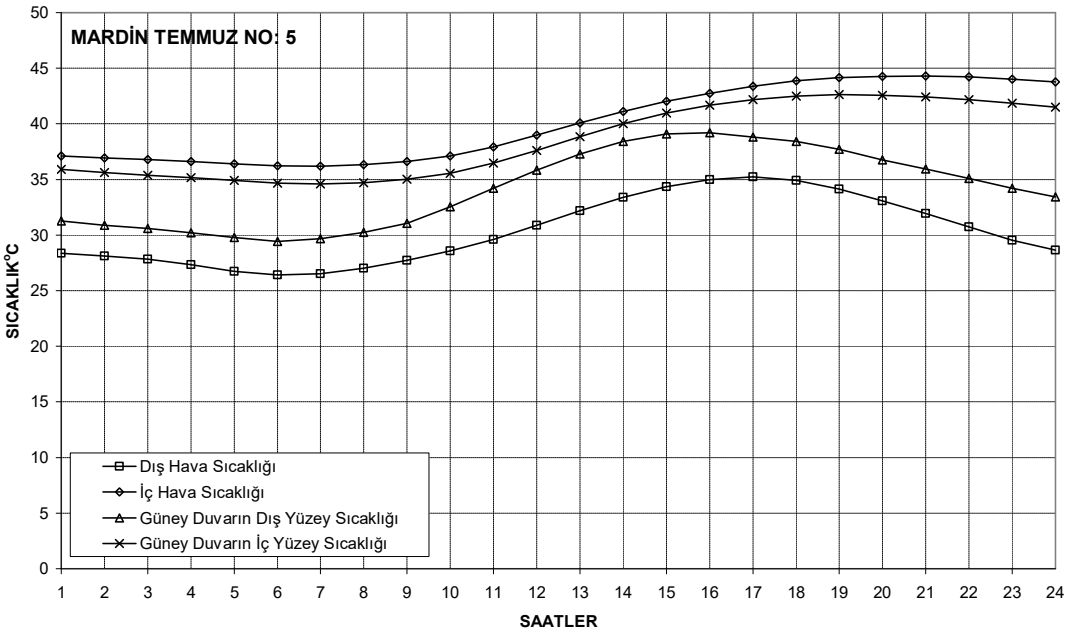
Şekil EK B.21 İstanbul No:4 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



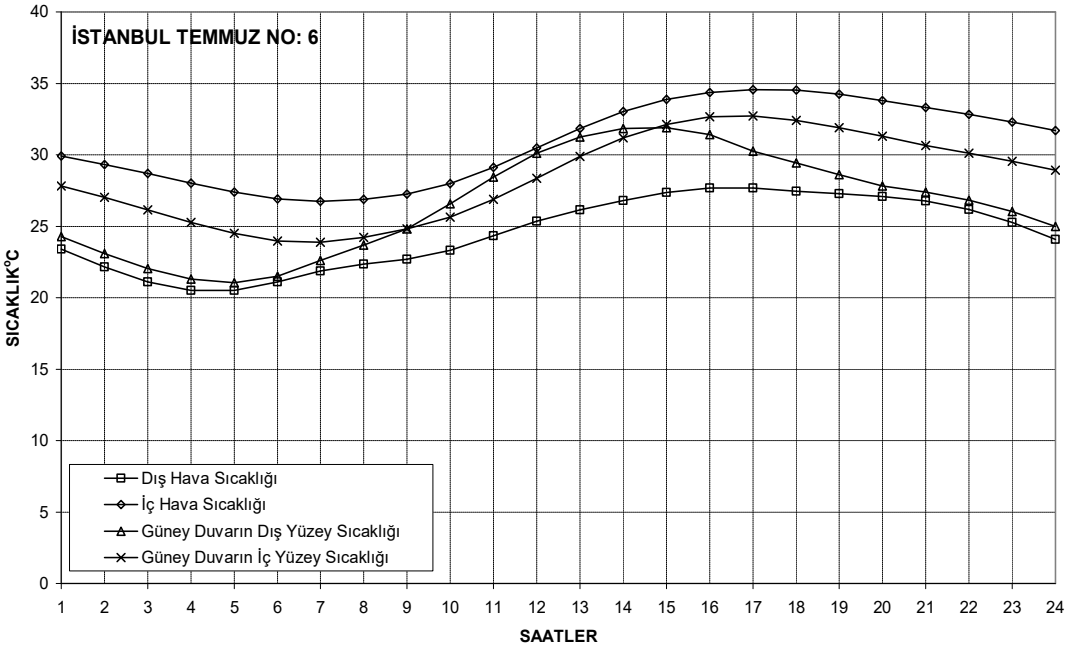
Şekil EK B.22 Mardin No:4 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



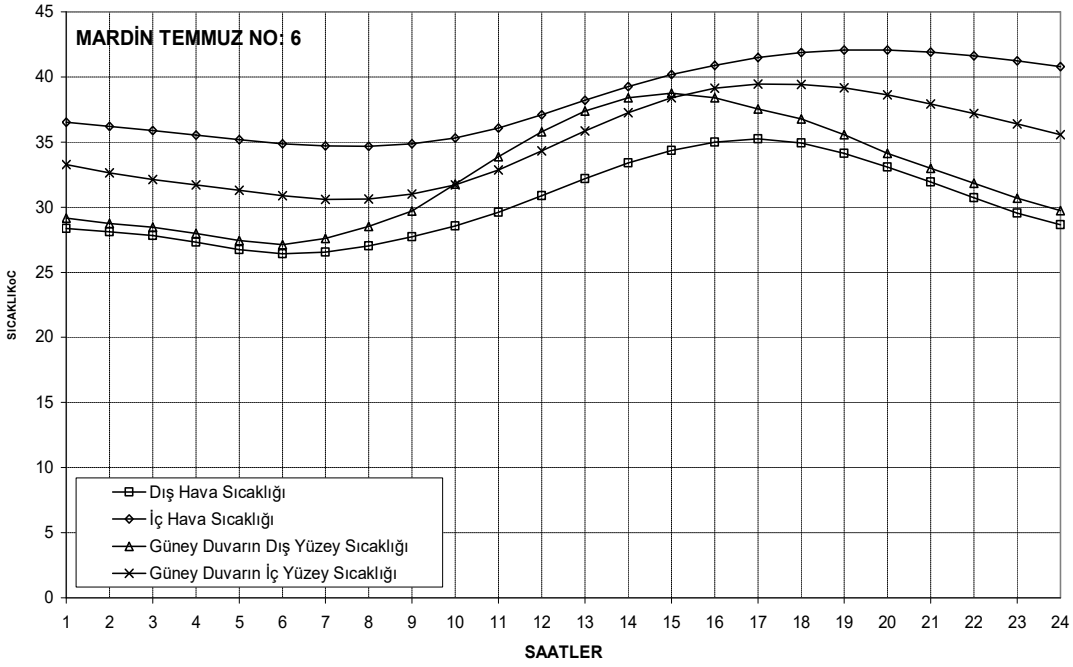
Şekil EK B.23 İstanbul No:5 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



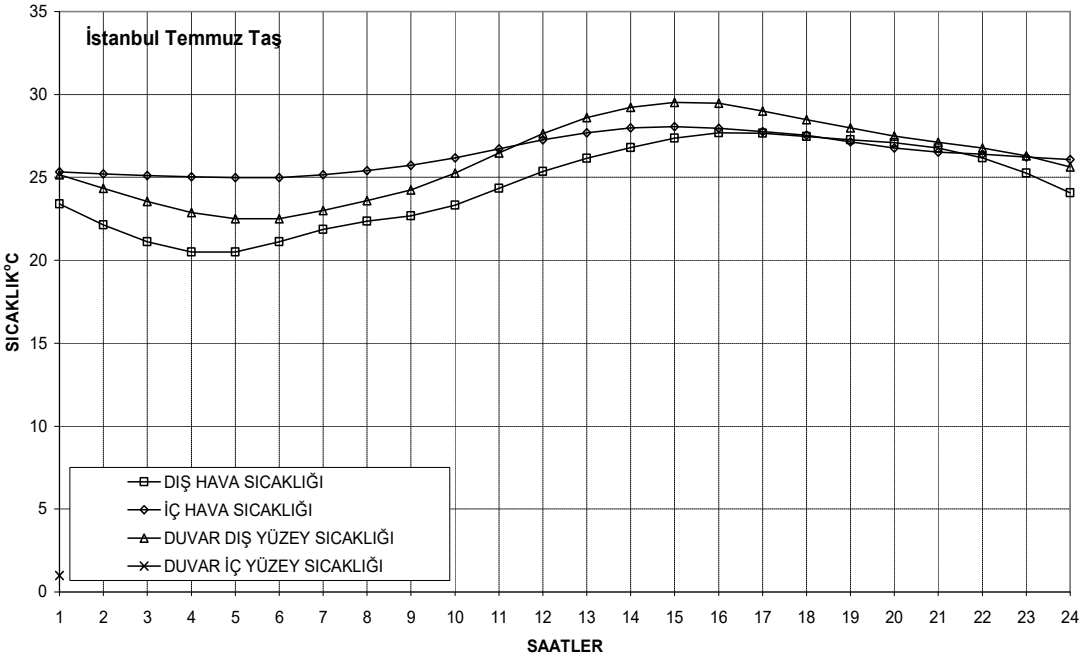
Şekil EK B.24 Mardin No:5 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



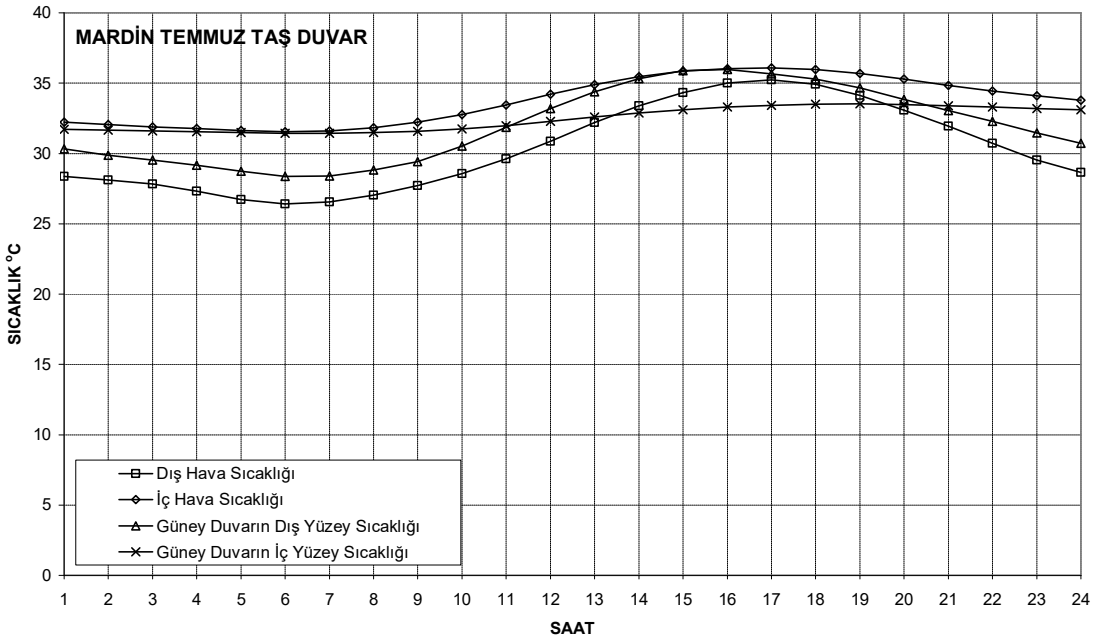
Şekil EK B.25 İstanbul No:6 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



Şekil EK B.26 Mardin No:6 alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



Şekil EK B.27 İstanbul No:7 Taş duvar alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri



Şekil EK B.28 Mardin No:7 Taş duvar alternatifi için Temmuz ayı pencere kapalı durumda ısıl performans eğrileri

ÖZGEÇMİŞ

İpek Osanmaz, 1981 yılında İstanbul'da doğdu. 1998 yılında Kabataş Erkek Süper Lisesini bitirdi. İstanbul Teknik Üniversitesi Meteoroloji Mühendisliğinden 2003 yılında mezun oldu. 2003 yılında başladığı İ.T.Ü Enerji Enstitüsü Yenilenebilir Enerji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.