İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEMLERİ İÇİN TASARIM SEÇENEKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tufan TOKAÇ

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

HAZİRAN 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEMLERİ İÇİN TASARIM SEÇENEKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tufan TOKAÇ
(502061740)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mayıs 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 02 Haziran 2009

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nil TÜRKERİ
Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Yüksel DEMİR
Yrd. Doç. Dr. Gökçe TUNA TAYGUN

HAZİRAN 2009

ÖNSÖZ

"Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri İçin Tasarım Seçeneklerinin Geliştirilmesi" adlı bu

çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Lisansüstü Programında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Lisans ve yüksek lisans öğrenim sürecim boyunca çalışmalarıma katkı sağlayan, her konuda destek ve hoşgörüsünü esirgemeyen, tecrübe ve bilgi birikimleri ile hayatıma yön veren çok değerli danışmanım Sn. Doç. Dr. Nil Türkeri'ye,

Lisans ve yüksek lisans öğrenim sürecim boyunca mimari meslek anlayışıma yön veren tüm İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi öğretim görevlilerine,

Yüksek lisans öğrenim sürecim boyunca mimarlık sektöründe tecrübe kazanmamı sağlayan işverenim Sn. Serdar Kayaalp'e ve tüm Kayaalp Mimarlık mesai arkadaşlarıma,

Tüm yaşamım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, aldığım her kararın arkasında olduklarını hissettiren, varlıkları ile bana güç veren aileme,

Her zaman her koşulda yanımda olan tüm dostlarıma,

En içten dileklerimle teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2009

Tufan TOKAÇ
Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMALAR ..... **vii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **ix**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xi**
ÖZET ..... **xiv**
SUMMARY ..... **xvi**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Sorun ve Önem 1
1.2 Amaç 10
1.3 Kapsam 11
1.4 Yöntem 11
2. BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEMİ **13**
2.1 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Tarihi Gelişimi 13
2.2 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Tanımı 16
2.3 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Tipleri 17
2.3.1 Yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemleri 17
2.3.2 Seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemleri 18
2.4 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Sağladığı Faydalar 19
2.4.1 Çevresel faydalar 19
2.4.1.1 Kent ısı adası etkisinin azalması 20
2.4.1.2 Binadan uzaklaştırılan atık su kontrolünün sağlanması 22
2.4.1.3 Bulunduğu çevrenin ekolojik özelliklerinin iyileşmesi 24
2.4.2 Ekonomik faydalar 25
2.4.2.1 Enerji verimliliği 25
2.4.2.2 Su yalıtım malzemesinin dayanıklılığının artması 27
2.4.2.3 Altyapı sistemleri yapım, bakım ve onarım maliyetlerinin azalması 28
2.4.2.4 Binaların estetik unsurlar açısından değerinin artması 28
2.4.3 Sosyal faydalar 29
2.4.3.1 Kamusal alanların artması 29
2.4.3.2 İnsan sağlığına olumlu etkileri 29
2.4.3.3 Yarattığı yeni sektör ile iş imkanları sunması 30
2.5 Mevcut İthal Paket Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri 30
3. BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEMİ İÇİN TASARIM SEÇENEKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ **39**
3.1 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Tasarım Girdileri 40
3.1.1 Kullanıcı gereksinmeleri 41
3.1.1.1 Biyolojik ve fizyolojik gereksinmeler 42
3.1.1.2 Psikolojik gereksinmeler 43
3.1.1.3 Sosyolojik gereksinmeler 43
3.1.2 Doğal çevre etmenleri 44
3.1.2.1 İklimsel etmenler 44
3.1.2.2 Yük oluşturan etmenler 47

3.1.2.3 Bitkilendirilmiş çatı sisteminin işlevini sürdürebilmesi için gerekli olan katmanların belirlenmesi 48
3.1.3 Malzeme, bileşen ve özellikleri 49
3.1.3.1 Bitki 50
3.1.3.2 Bitki taşıyıcı katman 52
3.1.3.3 Filtre katmanı 54
3.1.3.4 Drenaj katmanı 55
3.1.3.5 Kök tutucu katman 55
3.1.3.6 Su yalıtım katmanı 56
3.1.3.7 Isı yalıtım katmanı 57
3.1.3.8 Buhar kesici katman 59
3.1.3.9 Çatı taşıyıcı sistem bileşeni 60
3.1.4 Yönetmelikler ve standartlar 60
3.2 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Tasarım Aşaması 65
4. BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEM TASARIM SEÇENEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 73
5. BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEMLERİ 99
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 101
KAYNAKLAR 107
EKLER 111
ÖZGEÇMİŞ 111

KISALTMALAR

BÇS : Bitkilendirilmiş Çatı Sistemi
FLL : Landscaping And Landscape Development Research Society
TÇOB : Türkiye Çevre ve Orman Bakanlığı
KM : Katmanlaşma Modeli
AVM : Alışveriş Merkezi
UV : Ultraviyole
M.Ö. : Milattan Önce
U : Isıl Geçirgenlik Değeri
yy. : Yüzyıl
CIAM : Congres International d'Architecture Moderne
EPA : Environmental Protection Agency
PVC : Polivinil Klorür
HDPE : High Density Polietilen
TS : Türk Standartları
CEN : The European Committee for Standardization
ASTM : American Society For Testing And Materials
JIS : Japanese Industrial Standarts
SS : Singapore Standarts

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 :İstanbul Meteorolojik Ölçüm İstasyonlarından Alınan En Düşük Sıcaklık Değerleri (^{o}C). 5
Çizelge 1.2 :Çatı Sanayici ve İşadamları Derneği – Nihai Çatı Kaplama Malzemeleri 2005 Yılı Sektör Büyüklükleri. 8
Çizelge 2.1 :İthal Paket Sistem Kullanan Firmaların Önerdikleri Sistemler Firma 1 – Geleneksel Çatı Sistem Alternatifi Malzemeleri 32
Çizelge 2.2 :İthal Paket Sistem Kullanan Firmaların Önerdikleri Sistemler Firma 1 – Ters Çatı Sistem Alternatifi Malzemeleri 33
Çizelge 2.3 :İthal Paket Sistem Kullanan Firmaların Önerdikleri Sistemler Firma 2 – Ters Çatı Sistem Alternatifi Malzemeleri 34
Çizelge 2.4 :İthal Paket Sistem Kullanan Firmaların Önerdikleri Sistemler Firma 3 – Isı Yalıtımsız Sistem Alternatifi Malzemeleri 35
Çizelge 2.5 :İthal Paket Sistem Kullanan Firmaların Önerdikleri Sistemler Firma 3 – Isı Yalıtımlı Sistem Alternatifi Malzemeleri 36
Çizelge 2.6 :İthal Paket Sistem Kullanan Firmaların Önerdikleri Sistemler Firma 4 – Isı Yalıtımlı Sistem Alternatifi Malzemeleri 37
Çizelge 3.1 :Çekme polistren ısı yalıtım malzemesinin malzeme fiziksel özellikleri 41
Çizelge 3.2 : Kullanıcının biyolojik ve fizyolojik yapısından kaynaklanan, yapı tarafından karşılanması gereken gereksinmeler 42
Çizelge 3.3 : Kullanıcının psikolojik yapısından kaynaklanan, yapı tarafından karşılanması gereken gereksinmeler 43
Çizelge 3.4 : Kullanıcının sosyolojik yapısından kaynaklanan, yapı tarafından karşılanması gereken gereksinmeler 44
Çizelge 3.5 :Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan bitki türleri 51
Çizelge 3.6 :Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan bitki taşıyıcı katman malzemeleri 53
Çizelge 3.7 : Bitki taşıyıcı katman malzemelerinin çatı taşıyıcı sistemine getirecekleri ağırlıklar 54
Çizelge 3.8 :Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sitemlerinde kullanılan drenaj katman malzemeleri 55
Çizelge 3.9 :Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sitemlerinde kullanılan kök tutucu katman malzemeleri 56
Çizelge 3.10 :Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sitemlerinde kullanılan su yalıtım katman malzemeleri 57
Çizelge 3.11 :Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sitemlerinde kullanılan ısı yalıtım katman malzemeleri 58
Çizelge 3.12 :Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sitemlerinde kullanılan buhar kesici katman malzemeleri 59

ÇİZELGE LİSTESİ (Devam)

Sayfa

Çizelge 3.13 :Çatı, çatı sistem elemanları ve malzemeleri ile ilgili Avrupa'da geçerli olan CEN standartları 60
Çizelge 3.14 :Çatı, çatı sistem elemanları ve malzemeleri ile ilgili Avrupa'da geçerli olan CEN standartları 60
Çizelge 3.15 :Çatı, çatı sistem elemanları ve malzemeleri ile ilgili Türkiye'de geçerli olan TSE standartları 62
Çizelge 3.16 : Bitkilendirilmiş çatı sistemleri ile ilgili Amerika'da geçerli olan ASTM standartları 64
Çizelge 3.17 :Çatı, çatı sistem elemanları ve malzemeleri ile ilgili Asya – Pasifik ülkelerinde geçerli olan standartlar 64
Çizelge 4.1 : Tasarım seçeneklerinin geliştirilmesi sürecinde bu tez kapsamında kullanılan malzemeler 73
Çizelge 4.2 : Seçilen sistemde U değerini sağlayabilmek için kabul edilmesi gereken ısı yalıtım malzemesi kalınlıkları 74
Çizelge 4.3 : Tasarım seçenekleri geliştirilmesinde kullanılacak malzemelerin malzeme fiziksel özelliklerinden başlıcaları 75

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Kent ısı adası etkisi ile ilgili yapılan çalışmada kullanılan İstanbul'daki meteorolojik ölçüm istasyonları. 3
Şekil 1.2 : Kentsel – yöresel ve kırsal olarak belirlenen meteorolojik ölçüm istasyonlarında belirlenen aylık ortalama en düşük sıcaklıkların karşılaştırılması. 4
Şekil 1.3 : 2004 yılında Alibeyköy'de Küçükköy Deresi'nin taşmasına bağlı olarak meydana gelen taşkın. 6
Şekil 1.4 : İstanbul Ümraniye Meydan Alışveriş Merkezi'nde kullanılan bitkilendirilmiş çatı sisteminin bitki taşıyıcı katmanında iklimsel tmenlere bağlı olarak meydana gelen erozyon. 9
Şekil 2.1 : Ziggurat genel görünüm 14
Şekil 2.2 : Babil'in Asma Bahçeleri genel görünüm. 14
Şekil 2.3 : Babil'in Asma Bahçeleri taşıyıcı sistem. 15
Şekil 2.4 : Le Corbusier'in Villa Savoye'deki bitkilendirilmiş çatı uygulaması. 16
Şekil 2.5 : Bitkilendirilmiş çatı sistemini oluşturan ana katmanlar. 17
Şekil 2.6 : Yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemi – Kanyon AVM - İstanbul. 18
Şekil 2.7 : Seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemi – Mesa Hastanesi - Ankara. 19
Şekil 2.8 : Bitkilendirilmiş ve geleneksel çatı sistemlerinin güneş ışınımlarına karşı davranışlarının karşılaştırılması. 21
Şekil 2.9 : Alibeyköy Deresi ıslah çalışmaları için önerilen ayrık sistem. 22
Şekil 2.10 : Bitkilendirilmiş ve geleneksel çatı sistemlerinin yağmur suyu uzaklaştırma miktarlarının karşılaştırılması. 24
Şekil 2.11 : Kanada Ottawa'da bitkilendirilmiş ve geleneksel çatı karşılaştırılması için kurulan deney çatıları 26
Şekil 2.12 : Bitkilendirilmiş ve geleneksel çatılara sahip iç mekanların enerji talebi karşılaştırılması 27
Şekil 2.13 : Bitkilendirilmiş ve geleneksel çatılara sahip çatılarda malzeme sıcaklık dalgalanmalarının karşılaştırılması 28
Şekil 2.14 : Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 1 – Geleneksel çatı sistem alternatifi 31
Şekil 2.15 : Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 1 – Ters çatı sistem alternatifi 32
Şekil 2.16 : Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 2 – Ters çatı sistem alternatifi 34
Şekil 2.17 : Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 3 – Isı yalıtımsız sistem alternatifi 35

ŞEKİL LİSTESİ (Devam)

Sayfa

Şekil 2.18 : Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 3 – Isı yalıtımlı sistem alternatifi 36
Şekil 2.19 : Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 4 – Isı yalıtımlı sistem alternatifi 37
Şekil 3.1 : Bitkilendirilmiş çatı sistemi tasarımında paket olarak kullanılan beş katman ve bu katmanların sırası 66
Şekil 3.2 : Çatı taşıyıcı sisteme ısı yalıtım katmanının eklenmesi yada eklenmemesi durumunda oluşan katmanlaşma model tipleri 67
Şekil 3.3 : Çatı taşıyıcı sistem ve ısı yalıtım katmanına su yalıtım katmanının eklenmesi sonucunda oluşan katmanlaşma modelleri 68
Şekil 3.4 : Çatı taşıyıcı sistem, ısı yalıtım katmanına ve su yalıtım katmanına buhar kesici malzeme, buhar boşluğu ve buharı geçiren malzemenin eklenmesi sonucunda oluşan katmanlaşma modelleri 69
Şekil 3.5 : KM1.1 kodlu sistem seçeneklerinden üretilen, her katman bir performans gereksinimini karşılayacak şekilde oluşturulan modeller 71
Şekil 4.1 : KM1.1.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 77
Şekil 4.2 : KM1.2.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 78
Şekil 4.3 : KM1.2.4a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 79
Şekil 4.4 : KM1.3.2a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 80
Şekil 4.5 : KM2.1.2a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 80
Şekil 4.6 : KM2.1.3a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 81
Şekil 4.7 : KM2.1.4a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 81
Şekil 4.8 : KM2.3.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 82
Şekil 4.9 : KM3.1.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 83
Şekil 4.10 : KM3.1.3a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 83
Şekil 4.11 : KM3.2.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 84
Şekil 4.12 : KM4.1.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 84
Şekil 4.13 : KM4.2.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 85
Şekil 4.14 : KM1.1.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 86
Şekil 4.15 : KM1.1.2b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 86

ŞEKİL LİSTESİ (Devam)

Sayfa

Şekil 4.16 : KM1.1.4b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 87
Şekil 4.17 : KM1.3.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 87
Şekil 4.18 : KM2.1.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 88
Şekil 4.19 : KM2.1.2b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 88
Şekil 4.20 : KM2.2.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 89
Şekil 4.21 : KM2.2.3b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 89
Şekil 4.22 : KM2.3.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 90
Şekil 4.23 : KM3.1.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 90
Şekil 4.24 : KM3.1.2b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 91
Şekil 4.25 : KM4.1.3b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 91
Şekil 4.26 : KM4.2.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 92
Şekil 4.27 : KM1.1.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 92
Şekil 4.28 : KM1.1.2c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 93
Şekil 4.29 : KM1.2.3c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 93
Şekil 4.30 : KM1.3.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 94
Şekil 4.31 : KM2.1.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 94
Şekil 4.32 : KM2.1.2c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 95
Şekil 4.33 : KM2.2.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 95
Şekil 4.34 : KM2.3.3c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 96
Şekil 4.35 : KM3.1.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 96
Şekil 4.36 : KM3.1.2c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 97
Şekil 4.37 : KM4.1.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 97
Şekil 4.38 : KM4.1.2c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneğinin değerlendirmesi 98

BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEMLERİ İÇİN TASARIM SEÇENEKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Küresel ısınma ve buna bağlı olarak ortaya çıkan iklim değişimi kavramları, insanlığın karşılaştığı önemli problemler olarak son yıllarda gündemde yer almaktadır. Bu kavramlar ile ilgili her sektörde olduğu gibi inşaat ve mimarlık sektörlerinde de alınabilecek önlemler tartışılmaktadır.
Bu çalışmada, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin, küresel ısınma ve iklim değişimi kapsamında geliştirilen geleceğe yönelik iklim senaryolarına karşı etkin bir önlem olarak kullanılabileceği, ancak ülkemizde bitkilendirilmiş çatı sistem tasarımı ile ilgili yeterli düzeyde bilimsel çalışma olmadığı ve bu nedenle mevcut kısıtlı sayıda bitkilendirilmiş çatı sistemi uygulamalarında çeşitli hasar ve sorunlar oluştuğu ve bu sorunlar nedeni ile bu sistemlerin ülkemizde yaygınlaşmadığı ortaya koyulmuştur. Ayrıca, tasarım sürecinde rol alan kişilerin, bitkilendirilmiş çatı sistemleri tasarlarken, ülkemiz çevre ve piyasa koşullarına göre belirlenmiş olan yerel bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneklerine ihtiyaç duydukları belirlenmiştir.

Belirlenen sorun ve bu sorunun önemi doğrultusunda bu tezin amacı; binanın tasarım ve yapım sürecinde rol alan kişiler için performans yaklaşımına bağlı olarak, kullanıcı konfor koşullarını ve yapı sağlığını koruyan yerli paket bitkilendirilmiş çatı sistem tasarım seçenekleri geliştirmek ve geliştirilen tasarım seçeneklerini nitel performans kriterlerine bağlı olarak ön değerlendirmeden geçirilmesi ile daha sonra yapılacak bilimsel performans değerlendirme çalışmalarına girdi sağlamaktır.

Yapılan çalışmanın kapsamında, İstanbul iklim koşulları TS 825'de verilen ısıl geçirgenlik değerine (U- değeri 0.40 m^2K'den küçük) bağlı olarak, bitkilendirilmiş çatı sistemini etkileyen iklimsel etmen olarak ele alınmış ve bitkilendirilmiş çatı tiplerinden seyrek bitkilendirilmiş çatı tipinin tasarım önerileri sadece yeni inşa edilecek teras (%5'den az eğimli) bina çatıları için geliştirilmiştir. İstanbul haricindeki iklim bölgeleri, yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemleri, mevcut çatıların bitkilendirilmiş çatı sistemi ile iyileştirilmesi ve eğimli çatılarda bu tip uygulamaların yapılması gibi konular, tezin tasarım seçeneklerinin üretildiği bölümlerinde kapsam dışında tutulmuştur.

Yukarıda verilen kapsamda, belirlenen amaca ulaşmak için; bitkilendirilmiş çatı sisteminin tarihi gelişimi, tanımı, tipleri ve faydaları ile ilgili bölümlerde yer alan bilgilere veri toplama yöntemlerinden literatür taraması yöntemi ile ulaşılmış, ulaşılan bilgiler analiz edilerek, oluşturulan kurgu çerçevesinde bir araya getirilmiştir. Bitkilendirilmiş çatı sistemi için tasarımı seçeneklerinin geliştirilmesi ana başlıklı bölümde yer alan malzeme bilgileri; literatür taraması, firma katalog taraması ve firma temsilcileri ile görüşme yöntemleri ile bir araya getirilmiş, tasarım seçenekleri performans yaklaşımına bağlı tasarım yöntemi ile oluşturulmuş ve nitel performans kriterleri ile analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada bitkilendirilmiş çatı sistemi için tasarım seçeneklerinin geliştirilmesi ile ilgili bölüm; tasarım süreci; tasarım girdisi, tasarım aşaması ve tasarım çıktısından oluşmaktadır. Kullanıcı tipi ve eylemlerine bağlı olarak belirlenen kullanıcı gereksinmeleri, çevresel etmenler (doğal, sosyal, kültürel, yapma, ekonomik etmenler), kullanılabilecek olan malzeme, bileşen ve bunların teknik özelliklerine göre belirlenen olanaklar, yönetmelik ve standartlara bağlı sınırlamalar, kullanılacak olan tasarım yöntemi ve tasarımcının sezgi ve birikimlerinden oluşan kişisel yönelmeler ve yapım yöntemi; tasarım girdisini oluşturmaktadır.

Bu tasarım girdileri değerlendirilirken, çevresel etmenlerden sosyal, kültürel, yapma ve ekonomik etmenler ile yapım yöntemi kapsam dışında bırakılmıştır. Tasarım girdilerinin belirlenmesinde izlenen süreçte, kullanıcı gereksinmelerinin karşılanması için, dış çevre etmenleri etkisi altında bitkilendirilmiş çatı sistemlerinden beklenen performans gereksinmeleri belirlenmiş, bu performans gereksinmeleri karşılanmadığı taktirde oluşabilecek olan hasarlar performans analizi adı altında belirlenmiş ve bu hasarların oluşmaması için performans gereksinmelerini karşılayan malzeme, bileşen teknik özellikleri ve önlemler belirlenmiştir.

Tasarım aşamasında ise her performans gereksinmesini bir bileşenin karşıladığı katmanlaşma modelleri oluşturulmuştur. Bu katmanlaşma modelleri; bitki, bitki taşıyıcı katman, filtre, drenaj, kök tutucu katman, ısı yalıtım katmanı, su yalıtım katmanı, buhar kesici katman ve çatı taşıyıcı sistem bileşenlerini içermektedir. Bu katmanlaşma modellerinde bulunan her bileşen için birer malzeme seçilerek, o malzeme türleri için üretilen sistemler belirli ölçekte çizime aktarılmıştır. Oluşturulan sistemler, çevresel etmenler ve sistemin işlevini sürdürebilmesi için gerekli olan performans kriterlerine bağlı olarak nitel yolla değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda işlevini sürdürebilen sistemler arasında gereğinden fazla bileşene sahip olan sistemler tekrar değerlendirilerek, iki performans gereksiminin tek bileşen tarafından karşılandığı bitkilendirilmiş çatı sistemleri oluşturulmuştur.

Bu değerlendirlemeler sonucunda ortaya çıkan sistemlerden, hem katmanlaşma modeli hem de malzeme açısından işlevini sürdürebilen sistemler “Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri” başlığı altında bir araya toplanmıştır. Bu sistemler tasarım aşamasının çıktısını oluşturmaktadır.

DEVELOPMENT OF DESIGN ALTERNATIVES OF GREEN ROOF SYSTEMS

SUMMARY

The terms of global warming and its outcome, which is climate change are the recent important problems of humanity. Thus, these terms and how to prevent them are also discussed by architecture and construction sectors.

In this study it is designated that green roof systems can be used as an effective prevention of global warming, climate change and its future outcomes; however not having enough scientific study on green roof systems in Turkey causes some damages and problems that lead green roof systems not being widespread in this country. It is also stated that designers, who are involved in this period, need local green roof system alternatives whilst the roof systems are being designed.

The problem and this issue in line with the importance of this problem, the purpose of this thesis is to preliminary assessing local green roof system alternatives that provide comfort for the users and improve building health conditions that protect domestic package green roof system alternatives to develop and improve design options in accordance with the qualitative performance method for people, who have involved in design and construction periods, and then to pre-asses these alternatives in line with qualiative performance criterias to provide income for scientific performance assessment studies.

In the scope of this study it is approached that according to the given thermal conductivity value in TS 825(U-value lower than 0.40 m^2K) in Istanbul, climate conditions are described as climatic factor that effects green roof systems. Additionally, extensive green roof system alternatives are only generated for newly-built flat roofs (lower slope than 5%). Subjects, such as, climate zones except Istanbul, intensive green roof systems, vegetating existing roofs and sloped roofs (more than 5%) are excluded from the scope of this study.

Within this scope, which is explained above, literature review method, which is one of the data collection methods, was used for the subjects of history, definition, types and benefits of green roof systems; and then these datas are combined by analyzing. The material information, which is mentioned in the section, named as “Development of design alternatives of green roof systems”, are brought together with the methods of literature screening, company catalogue scanning and meeting with company representatives. The design alternatives are evaluated by design method in line with performance approach and then assessed by analyzing the qualitative performance criterias.

In this study, in the section of “Development of design alternatives of green roof systems” it is stated that design input, design phase and design outcome are the parts

of design period.. User requirements that are designated through to user type and action, enviromental factors (natural, social, cultural, artificial, economical), materials, components and their technical specialities, regulations and standards, design methods and personal preferences that are occured by the perception and experience of designers.

While these design inputs are evaluated, social, cultural, artificial and economical factors and of enviromental factors and construction methods are excluded from the scope of this study. During the period of defining design incomes, in order to meet the user requirements, the performance requirements that are expected from the green roof systems and are affected by enviromental factors are designated, the damages when the performance requirements are not met described as performance analyze and in order to prevent these damages, materials, component technical specialities and precautions, which meet performance requirements are also designated.

In design stage, system models where each performance requirement met by a component are generated. These system models include: vegetation, growing medium, filter, drainage, root-proof layer, thermal insolation layer, water-proof layer, damp-proof layer and roof structural component. A material for each component in the system model is decided and the generated systems for these materials are drawn in scale. These generated systems are evaluated by qualitative method in order for environmental factors and performance criterias to continue functioning. As a result of this evaluation, these systems which have unnecessary components for continuing functioning, are reviewed again and then green roof systems, which have a component that meets two performance requirements are established.

As a result of these evaluations, the systems that continue functioning both as system model and material, are combined in the section of “Green Roof Systems” and these systems can be defined as outcome of design period.

1. GİRİŞ

1.1 Sorun ve Önem

Küresel ısınma günümüzde insanlığın karşılaştığı en önemli problemlerden biridir. Endüstrileşme ve kentleşme faaliyetleri sonucunda, artış gösteren fosil yakıt kullanımı, yüksek oranda karbondioksit gazının atmosfere yayılmasına neden olur. Atmosfere yayılan karbondioksit gazı; metan, azot oksitleri ve su buharı ile birleşerek bir katman oluştururlar [1].

Güneş ışınımları, kendisini emebilecek bir cisme çarptığında ısı enerjisine dönüşebilen elektromanyetik dalgalardır. Güneşten gelen ışınlar dalga boylarına göre üç gruba ayrılırlar [2].

- Mor Ötesi (Ultraviyole) Işınlar: (120-400 milimikron dalga boyu)
- Görünen Işınlar: (400-760 milimikron dalga boyu)
- Kızıl Ötesi Işınlar: (760-3000 milimikron dalga boyu)

Sera gazı etkisi yaratan; karbondioksit, metan, azot oksitler ve su buharı gibi gazların oluşturduğu katman, 300 milimikrondan kısa ve 1500 milimikrondan uzun olan dalga boyundaki güneş ışınımlarını tutar. Bunların arasında kalan orta dalga boyundaki güneş ışınımları ise bu katman tarafından tutulmadan geçerek yeryüzüne ulaşırlar. Güneş ışınları yeryüzüne iki şekilde ulaşırlar. İlk gruptaki güneş ışınları; atmosfere girdiği andan itibaren herhangi bir engele takılmadan doğrudan yeryüzüne ulaşır. Bunlara direk güneş ışını denir. İkinci durumda ise, güneş ışınları atmosfere girdikten sonra; bulutlar, toz parçacıkları ve havadaki su moleküllerine çarparak tüm doğrultularda dağılırlar. Bu tip güneş ışınlarına ise yaygın güneş ışınımı adı verilir. Bu iki tipteki güneş ışınlarının bir kısmı, yeryüzüne ulaşıp yansıdıktan sonra; çevre yüzeylerden yansıyarak tekrar yeryüzünü etkiler. Bu tipteki ışınlara ise yayınım ışınları denir [2].

Yeryüzünü etkileyen bu üç tipteki güneş ışınları; yüzeylere çarparak, ısı enerjisi açığa çıkarırlar ve uzun dalga boyuna sahip ışınımlara dönüşürler. Uzun dalga boyundaki bu ışınımlar 1500 milimikron dalga boyundan büyük olmasından dolayı atmosferdeki sera etkisi yaratan katman nedeni ile dışarı çıkamaz ve yeryüzüne geri yansır. Bu durumda yeryüzüne ulaşan ve ısı enerjisine dönüşen güneş ışınım miktarı artmış olur. Yeryüzü ve atmosfer arasındaki yaşam alanında, ısı enerjisinin artması ile birlikte, sıcaklık da artar. Bu olaya küresel ısınma denir. Küresel ısınma sonucunda, diğer iklim öğelerinin de (hava hareketleri, yağışlar ve bağıl nem vb.) etkilenerek, dünya ikliminin özellikle son yıllarda maruz kaldığı hızlı değişime ise küresel iklim değişikliği adı verilir [1].

Yüzeyden yansıyıp karasal ışıma yolu ile atmosfere tekrar ulaşan ışınım miktarlarında yüzeyin karakteristik özelliklerinin de etkisi vardır. Bu özellikler; yüzeyi oluşturan malzemenin iç yapısı, yüzeyin nemlilik durumu, yüzeyin rengi ve yüzeyin pürüzlülüğü olarak sıralanabilir. Yapılan deneyler sonucunda, yüzey malzemesinin ısı emme oranında en önemli etkenin atom ve moleküllerinin elektron düzeni ve atomlar arasındaki bağ çeşitliliği olduğu belirlenmiştir. Bunun haricinde, yüzeyin nem oranı arttıkça, yansıtıcılık oranında azalma olduğu bilinmektedir. Fakat yüzey kururken oluşan buharlaşma sonucunda, yüzeyden kazanılan enerjiden daha fazlası kaybedilmekte ve yüzey sıcaklığı düşmektedir. Ayrıca, yüzey rengi koyulaştıkça, yansıma oranı azalmakta ve ısı emicilik miktarı artmaktadır. Yüzeyin pürüzlüğünün yansıtıcılığa etkisi ise; pürüzlüğün artması ile güneş ışınımı emiciliğinin artması şeklinde çeşitli deney sonuçları ile açıklanmaktadır [2].

Son yüzyılda atmosfer sıcaklığının 0.7-0.8^{o}C artmasının başlıca sebebi olarak endüstrileşme ve kentleşme faaliyetleri gösterilebilir. Bu iki olgunun küresel ısınmaya etkisi üç şekilde olmaktadır. Bunlar, doğal bitki örtüsünün, yerini bitki örtüsüne göre daha yüksek ısı emicilik oranlarına sahip olan koyu renkli çatı kaplama malzemelerine ya da asfalta bırakması, şehirde geometrik düzenin bozularak, rüzgar etkisinin yüzeylere ulaşmasının engellenmesi ve atmosferdeki kirliliğin, karbondioksit oranının fosil yakıt kullanımı ile beraber artarak sera gazı etkisini tetiklemesi olarak sıralanabilir. Özellikle yüksek nüfuslu kent alanlarında endüstrileşme ve ona bağlı olarak kentleşmenin artması ile belirtilen üç sorunun ortaya çıkması sonucunca, kent ısı adası etkisi problemi meydana gelmektedir [3].

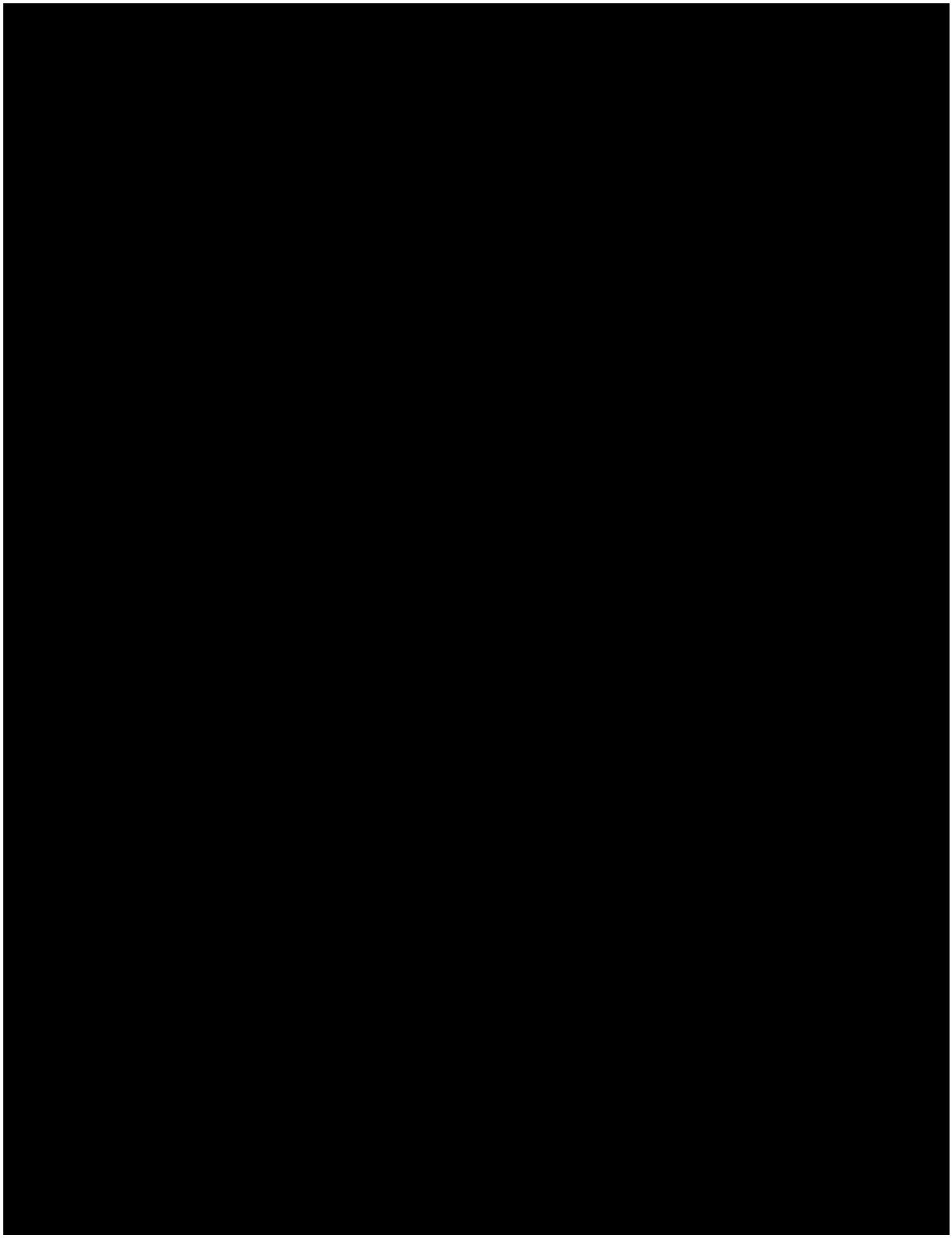
Kent ısı adası etkisi, kentsel alanların, onu çevreleyen kırsal alanlara göre daha fazla yüzey ve hava sıcaklığına sahip olması anlamına gelir [4].

Kent ısı adası etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmada [5], [6]; İstanbul'da bulunan meteorolojik ölçüm istasyonları; bulundukları alanın nüfus ve kentleşme yoğunluğuna göre üç gruba ayrılmıştır. Bu gruplarda; Göztepe ve Florya kentsel alan olarak belirlenmiştir. Göztepe kentsel ısı adası etkisi tanımına daha uygun bir şekilde, yoğun binalaşmış olan bir kent yapısına sahiptir. Florya da bu tanıma uymasına rağmen güney bölgesinde deniz etkisine açıktır. Bunların haricinde Kandilli, Sarıyer ve Bahçeköy'e kentleri çevreleyen yöresel alan, Kumköy ve Şile'ye ise kırsal alan olarak çalışmada yer verilmiştir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 : Kent ısı adası etkisi ile ilgili yapılan çalışmada kullanılan İstanbul'daki meteorolojik ölçüm istasyonları [5]

Yapılan analizlerde, bu istasyonlarda 1957-2004 yılları arasında belirlenmiş olan aylık en düşük yüzey ve hava sıcaklıkları listelenmiştir. Bu sıcaklık değerleri karşılaştırıldığında, kırsal alandan kentsel alana doğru gidildiğinde, sıcaklık farkının özellikle yaz aylarında oldukça arttığı görülmektedir. Bu da İstanbul'da kent ısı adası etkisinin var olduğunu göstermektedir. Bu sıcaklık farkları, 1957 – 1980 ve 1981 – 2004 yılları arasında da ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Şekil 1.2'de görülen çalışma sonunda hazırlanmış grafikler incelendiğinde, özellikle 1981 senesinden sonra, öncekine yıllara göre daha yüksek bir sıcaklık artış oranının var olduğu söylenebilir. Hem kentleşen alanlardaki sıcaklık fazlalığının hem de son yıllardaki bu önemli sıcaklık artışının sebebi olarak endüstrileşme ve buna bağlı olarak gelişen kentleşme kavramları gösterilebilir.



Şekil 1.2 : Kentsel – yöresel ve kırsal olarak belirlenen meteorolojik ölçüm istasyonlarında ölçülen aylık ortalama en düşük sıcaklıkların karşılaştırılması [5]

Çizelge 1.1: İstanbul meteorolojik ölçüm istasyonlarından alınan en düşük sıcaklık değerleri (^{o}C) [5]

İstasyonlar	İlkbahar (^{o}C)	Yaz (^{o}C)	Sonbahar (^{o}C)	Kış (^{o}C)	**Ortalama (^{o}C)**
Göztepe	4.11	4.89	1.70	0.84	4.19
Florya	2.93	4.26	1.04	-0.49	3.13
Kandilli	2.84	4.07	0.41	-0.31	2.31
Kireçburnu	2.65	2.84	-0.49	-0.34	1.35
Bahçeköy	3.01	2.56	-0.80	-0.80	1.20
Kumköy	1.29	1.23	-1.56	-0.98	-0.75

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan "Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi" adlı iklim değişikliği raporunda belirtilen geleceğe yönelik iklim tahminlerine göre, 2070 ve 2100 tarihleri arasında, Türkiye'nin batı bölgelerinde yaz sıcaklığının 6 ^{o}C'ye varan oranlarda artacağı öngörülmektedir. Yurt genelinde ise 2-3 ^{o}C'lik artışların olacağı tahmin edilmektedir. Bunun yanı sıra yağışların genel anlamda azalacağı, ancak, sonbahar ve kış dönemlerinde kısa süreli, şiddetli yağışların artacağı belirtilmiştir [7].

İlkbahar ve yaz aylarında yağışların azalması; sıcaklığın artması etkisi ile birleşince, su sıkıntısını doğuracaktır. Sonbahar ve kış aylarındaki kısa süreli şiddetli yağışlar ise, yoğun nüfuslu kentsel alanlarda, altyapı, yağmur suyu ve atık su uzaklaştırma konularında bazı sorunların oluşmasına neden olacaktır. Kırsal alanlarda yağış miktarı fazla olsa da bitki örtüsü ve toprağa gelen su, belli bir süre toprak bünyesinde tutularak akarsulara aktarılmaktadır. Bu şekilde derelerin taşma ihtimalleri azalmaktadır. Kentsel alanlarda ise aynı şekilde düşünüldüğünde, su geçirimsiz çatı kaplamaları, asfalt yollar ve betonarme yüzeyler, suyun toprak tabakasına geçmesini engeller ve yağmur suyunun doğrudan şehir atık su şebekesine aktarılmasına neden olur. Şekil 1.3'te görülen Alibeyköy Küçükköy Deresi'nde meydana gelmiş olan taşkın buna örnek olarak gösterilebilir [8].



Şekil 1.3 : Alibeyköy'de 2004 yılında ani yağışlar sonucunda Küçükköy Deresi'nin taşmasına bağlı olarak meydana gelen taşkın [8]

İstanbul'da ayrıca altyapı kanalizasyon sistemleri çoğu yerde farklılıklar gösterir. Ayrık ve birleşik kanalizasyon sistemleri adı altında iki çeşit sistem uygulanır. Ayrık kanalizasyon sisteminde yağmur suyu ve atık su kanallarının birbirinden ayrılması zorunludur. Bu sayede yağmur suları atık sulara karışmadığından dolayı tekrar değerlendirilebilir. Birleşik kanalizasyon sistemlerinin bulunduğu alanlarda ani yağışlardan dolayı oluşan taşkın zamanlarında, atık su ve yağmur suları bir arada sokaklarda bulunacağından insan sağlığını tehdit ederler. Ayrık sistemlerde ise yol eğimlerindeki problemler ve mazgal yetersizliğinden dolayı yine de taşkınlar meydana gelir. Birleşik sistemlerin, ayrık sistemler dönüşmesi, kapasitelerinin arttırılması ve bakım onarım işlemleri belediyeler üzerinde yüklü bir maliyet problemi oluştururlar [8].

Günümüzde Türkiye'de tüketilen toplam enerjinin %30'u ve toplam elektrik enerjisinin ise %43'ü konutlarda tüketilir. Konutlar, enerji tüketimi konusunda, sanayi sektöründen sonra ikinci sırada yer alırlar [9].

İklim değişikliğine bağlı olarak ortaya konan geleceğe yönelik senaryolardan da anlaşılacağı üzere, sıcaklık artışlarına bağlı olarak soğutma enerjisini de artış gösterecektir. Alternatif enerji kaynakları ile ilgili yeterli çalışma olmaması durumunda, hem mevcut enerji kaynakları hızla tükenecek hem de fosil yakıt kullanımı nedeni ile atmosferdeki sera gazı etkisi gösteren katmanın varlığı korunmaya devam edecektir. 2007'de önlem olarak Türkiye Enerji Verimliliği

Kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu kanunun amaçları, enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifleritlmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının kullanılmasında verimin artmasını sağlamaktır. Enerji verimliliği ile ilgili uygulamaların daha etkin yürütülebilmesi için, mevcut binalardaki yüksek tasarruf potansiyelinin değerlendirilmesi ve buna bağlı olarak da yeni binalarda, enerji etkin bina teknolojilerinin kullanıldığı verimlilik esasları dikkate alınmalıdır [10].

Kent ısı adası etkisi, yağmur suyu ve atık su yönetimi ve enerji verimliliği gibi şu ana kadar bahsedilen küresel ısınma kaynaklı problemler, küresel iklim değişikliğine bağlı olarak zamanla varlıklarını sürdürecek ve daha büyük birer probleme dönüşeceklerdir. Bu konularla ilgili çözüm arayışında çevre duyarlılığı ve enerji etkin bina teknolojileri, en önemli konular olarak göze çarpmaktadır.

Endüstrileşme ve kentleşmenin iklim değişikliğine olumsuz etkilerinde sözü edilen karbondioksit salınımının ve ısı emcilik oranı yüksek yüzeylerin artış göstermesi, bu alanlardaki bitki örtüsünün zarar görmesi ile doğrudan ilişkilidir. Her ne kadar kentsel alanlarda, bitkilendirme ile ilgili çalışmalar yapılsa da bu alanlar yapılardan arta kalan sınırlı bölgelerde oluşturulacağından yetersiz kalacaktır.

Kentsel alanlarda bitkilendirme için kullanılabilecek alanlar ile ilgili bir değerlendirme yapıldığında, en yüksek potansiyelin, binaların kullanılmayan çatı yüzeyleri olduğu görülmektedir. Çizelge 1.2'de Çatı Sanayici ve İşadamları Derneği'nin 2005 yılı için yaptırmış olduğu nihai çatı kaplama malzemelerinin sektör büyüklükleri görülmektedir.Bu çizelgedeki 2005 yılının verilerine göre yaklaşık doksan milyon metrekarelik çatı alanı yüksek ısı emicilik oranına sahip çeşitli malzemelerle kaplanmıştır. Dolayısıyla senede doksan milyon metrekareye yakın bitkilendirme için kullanılabilecek potansiyel alan mevcuttur. Bu sayede mevcut çatı alanlarının bitkilendirilmesi ve yeni yapılacak olan bina çatılarında bitkilendirilmiş çatı sistemlerine yer verilmesi, bahsi geçen iklim değişimi ile ilgili çevresel sorunların azaltılmasında ve ortadan kaldırılmasında kullanılacak en etkili yöntemlerden biri olmaya adaydır.

Çizelge 1.2: Çatı sanayici ve işadamları derneği – nihai çatı kaplama malzemeleri 2005 yılı sektör büyüklükleri [11]

Metal Esaslı Çatı Kaplama Malzemeleri (m^2)	27.150.000
Kil Esaslı Kiremit Çatı Kaplama Malzemeleri (m^2)	35.500.000
Çimento Esaslı Çatı Kaplama Malzemeleri (m^2)	6.750.000
Bitüm Esaslı Çatı Kaplama Malzemeleri (m^2)	15.500.000
Plastik Esaslı Çatı Kapğalama Malzemeleri (m^2)	4.500.000
Cam ve Doğal Taş Esaslı Çatı Kaplama Malzemeleri (m^2)	60.000
Toplam (m^2)	89.040.000

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin faydalarına bakıldığında, kent ısı adası etkisini azalttığı, yağmur suyu ve atık su kontrol işlevine sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika'da bitkilendirilmiş çatı sistemleri, enerji etkin bina tasarımlarında, sıklıkla tercih edilen bir yapı elemanı olarak dikkat çekmeye başlamıştır. Bu sistemlerde kullanılan bitki taşıyıcı katman malzemeleri boşluklu yapısından nedeniyle ısı depolama özelliğine elverişli olduğundan dolayı, bulunduğu binada ısı yalıtım katmanına yardımcı bir görev üstlenerek, soğutma – ısıtma enerjislerinin azaltılması konusunda yardımcı olmaktadır (bkz. 2.4.2.1). Küresel iklim değişiminin gündemde oldukça yer bulmasıyla birlikte özellikle Almanya, Kanada ve İngiltere gibi ülkelerde hem bu sistemlerin uygulama sayıları oldukça artmış hem de konu ile ilgili bilimsel çalışmaların yoğun biçimde devam etmesini sağlamıştır [15].

Türkiye'de bitkilendirilmiş çatı sistemleri; iklimsel değişimler ve enerji verimliliği açısından değerlendirilmeye başladığından dolayı, kullanıcıların ve tasarımcıların ilgisini çekmeye başlamıştır. Ancak, ekonomik sorunlar sebebiyle çevre sorunlarına ayrılan bütçenin yetersiz olması nedeiyle konu ile ilgili yeterli çalışma yapılamamaktadır. Kamu kuruluşlarında gayri safi yurtiçi hasılada, çevre yatırımları için yapılan harcamaların payı 2003 yılında %1.60 ve 2004 yılında %1.26 olarak gerçekleşmiştir [1].

Bu nedenle, yurtdışı firmalarının kendi ülkelerinin iklimsel koşullarına göre ürettiği hazır paket sistemler, ülkemizdeki kullanıcılara doğrudan aktarılarak, ithal hazır paket sistemler olarak sunulmaktadır. Başka ülkelerin iklimsel verilerine bağlı olarak hazırlanmış olan bu paket sistemler, Türkiye yerel şartlarına uygunluk sağlamayıp, kendisinden beklenen performansı yeterli ölçüde yerine getiremeyebilirler. Bu konuda yerel paket sistemlerin geliştirilmesi için bugüne kadar herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle, ülkemizde sınırlı sayıda uygulanmakta olan bitkilendirilmiş çatı sistemleri başka ülkelerin şartlarına göre tasarlandığından dolayı sorunlara yol açması sistemin yaygınlaşmasını engellemektedir.

Dünya'nın tek alanda inşa edilmiş en büyük bitkilendirilmiş çatı sistemlerinden biri; 2007 yılında İstanbul Ümraniye'de Meydan Alışveriş Merkezi adı altında kurulan alışveriş merkezinin çatısında uygulanmıştır. Bu çatıda kullanılan bitkilendirilmiş çatı sisteminin katmanlaşma modeli ve sistem elemanları, Alman bir firmanın ürettiği ithal paket sistemlerden tercih edilmiştir. Binanın kullanımının başlamasından kısa bir süre sonra, çatının yağışa maruz kalması ile birlikte, bitki taşıyıcı katmanın kaymamasını sağlayana eğim tutucu bileşenin, kullanıcı tarafından görülmemesi gerekirken, bitki taşıyıcı katmanda meydana gelen erozyona bağlı olarak ortaya çıkmıştır (Şekil 1.4). Bu durumun oluşmasındaki neden, tercih edilen ithal paket bitkilendirilmiş çatı sisteminin İstanbul iklim koşulları açısından değerlendirilmemiş olmasıdır. Hasar sonucunda ortaya çıkan görüntü nedeni ile uygulanmış olan bitkilendirilmiş çatı sistemi doğal görünümünü kaybetmiştir.



Şekil 1.4 : İstanbul Ümraniye Meydan Alışveriş Merkezi'nde kullanılan bitkilendirilmiş çatı sisteminin bitki taşıyıcı katmanında yağışlara bağlı olarak meydana gelen erozyon

Özetle, Türkiye'de bitkilendirilmiş çatı sistemleri, bu sistemleri kullanan mevcut firmalara tarafından iki şekilde ele alınmaktadır. Firmaların kullandığı ilk yöntem daha önce Meydan Alışveriş Merkezi çatısında yapılan örneklendirmede olduğu gibi teknoloji transferi yöntemidir. Bu yöntemin sakıncaları; üretilen sistemin ülkemiz çevre koşullarına uyum sağlamasının bilimsel yöntemlerle kontrol edilmemesi, iklimsel etmenlere karşı kötü performans göstermesi ve kullanılan malzemeler ithal olduğu için binaya yüksek oranda ekonomik yük getirmesi olarak sıralanabilir. Ülkemizde mevcut olan bitkilendirilmiş çatı sistemi üreten firmaların kullandığı diğer yöntem ise, firmaların kendi ürettikleri malzemeleri pazarlama isteği olarak adlandırılabilir. Bu yöntemle firma tarafından tasarımcıya ya da yükleniciye önerilen sistemlerin ana sorunu ise, sadece firmanın ürettiği malzemeyle ilgili veriye ulaşılabilmesidir. Örneğin firma bir üretici ısı yalıtım firması ise sadece kullanılacak katmanları gösteren bir model belirler ve kendi malzemesini detaylandırır. Sistemde kullanılacak diğer malzemelerle ilgili bilgi yetersizliği oluşur. Bu şekilde oluşturulan sistem alternatifleri de çok sınırlı sayıda kalır.

Ülkemizde öngörülen iklim değişimlerine karşı alınabilecek önlemlerden en önemlilerinden biri olan bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin yaygın kullanılabilmesi için, yükleniciler, tasarımcılar ve bu sistemleri uygulayacak olan yapım sürecinde rol alan yükleniciler, Türkiye iklim ve piyasa şartları değerlendirilerek belirlenmiş olan yerel paket bitkilendirilmiş çatı sistemlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Tüm bu ithal paket bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin kullanımı ile oluşan sorunlar yerel bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneklerinin mevcut olması ve kullanılması ile önlenebilir.

1.2 Amaç

Bu tezin amacı; tasarım ve yapım sürecinde rol alan kişilerin; yeni tasarlayacakları ve/veya üretecekleri binalarında daha çok başvurmaları amacıyla, bitkilendirilmiş çatı sistemleri ile ilgili fikir sahibi olmalarını sağlamak, bu amaç doğrultusunda da mevcut bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde Türkiye'de kullanılabilecek malzeme alternatiflerinin biraraya getirilmesini sağlamak, tez kapsamı dahilinde performans yaklaşımına bağlı olarak, kullanıcı konfor koşullarını ve yapı sağlığını koruyan yerli paket bitkilendirilmiş çatı sistem alternatiflerini üretmek ve üretilen alternatiflerin

nitel olarak ön elemeden geçirilmesi ile daha sonra yapılacak bilimsel performans değerlendirme çalışmalarına girdi sağlamaktır.

1.3 Kapsam

Bu tez kapsamında, İstanbul iklim koşulları TS 825'de verilen ısıl geçirgenlik değerine (U) bağlı olarak, bitkilendirilmiş çatı sistemini etkileyen iklimsel etmen olarak ele alınmış ve bitkilendirilmiş çatı tiplerinden seyrek bitkilendirilmiş çatı tipinin tasarım önerileri sadece yeni inşa edilecek teras (%5'den az eğimli) bina çatıları için geliştirilmiştir. İstanbul haricindeki iklim bölgeleri, yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemleri, mevcut çatıların bitkilendirilmiş çatı sistemi ile iyileştirilmesi ve eğimli çatılarda bu tip uygulamaların yapılması gibi konular, tezin tasarım seçeneklerinin üretildiği bölümlerinde kapsam dışında tutulmuştur. Yapı elemanını etkileyen çevresel etmenlerden sadece doğal çevre etmenleri ele alınmış, kültürel, sosyal, yapma ve ekonomik çevre ve yapım yöntemi bu çalışmada ele alınmamıştır. Ayrıca; tasarım girdisi olarak kullanılan malzemelerin Leed, Breeam ve DGNB gibi uluslararası değerlendirme ölçütlerine sahip olan yaşam döngüsü değerlendirmeleri; bu programların Türkiye'de henüz yeterli bir pazar oluşturamamış olması nedeni ile çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

1.4 Yöntem

Tez kapsamında ele alınan konulardan, giriş ana başlığı dahilindeki sorun ve önem bölümündeki bilgilere; veri toplama yöntemlerinden literatür taraması yöntemi ile ulaşılmıştır. Bitkilendirilmiş çatı sistemleri adlı diğer ana başlık bünyesinde bulunan bitkilendirilmiş çatı sisteminin tarihi, tanımı, tipleri, sağladığı faydalar ile ilgili bölümlerde veriye ulaşmak için literatür taraması yöntemi kullanılmış, ulaşılan bilgiler analizlenerek belli bir kurgu içinde sentezlenmiştir.

Bitkilendirilmiş çatı sisteminin tasarımı ana başlıklı bölüme dahil olan ve tasarım girdilerini ortaya koyan bölümde ise veri toplama yöntemlerinden, literatür taraması, firma katalog taraması ve firma temsilcileri ile görüşme yöntemleri kullanılmıştır.

Yerli paket bitkilendirilmiş çatı sistemleri adı altında tasarım önerilerini içeren bölümde, performans yaklaşımına bağlı tasarım yöntemi kullanılmıştır. Geliştirilen

bitkilendirilmiş çatı sistem seçenekleri ise performans ölçütlerine bağlı nitel analiz yolu ile değerlendirilmiştir.

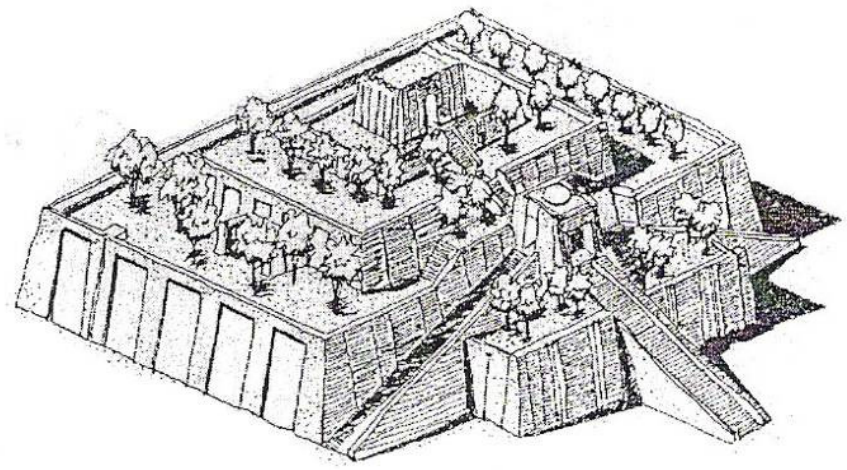
2. BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SiSTEMİ

2.1 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Tarihi Gelişimi

Çatı alanlarının bitkilendirilmesi, milattan önceki dönemden günümüze kadar, çeşitli amaçlarla insanlar tarafından kullanılmıştır. Günümüzde çevresel ve ekonomik yönden kullanılması daha ağırlıklı olsa bile, bu çatı sisteminin insanların sosyal hayatlarına getirdikleri olumlu yaklaşımlar bitkilendirilmiş çatı alanlarının tarih boyunca mevcut olmalarını sağlamıştır. İnsanoğlunun yeryüzünden daha üst kotlarda peyzaj ögelerini kullanabilmesi, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin uygulanması için gerekli olan fırsatların, olanakların ve maddi kaynakların yeterli olması şartları ile beraber Ziggurat'lardan günümüze kadar mümkün olabilmiştir.

Eski Mısır'da Sümerler, Babiller ve Asurlular tarafından M.Ö. 4000 – M.Ö. 600 yılları arasında inşa edilen ve ziggurat olarak adlandırılan tapınaklar, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin ilk örnekleri olarak kabul edilirler [12].

Zigguratlar o dönemin inancı ile tanrının gökten yer inmesini sağlayacak 5 ila 7 kat yükseklikteki merdivenlere sahiptir. Bu merdivenlerin kullanımında, güneş ışığından korunacak, dinlenecek bir alan oluşturmak amacı ile bitki olarak özellikle Palmiye ağaçları tercih edilmiştir (Şekil 2.1). 1920'lerin başında İngiliz Arkeolog Leonard Wooley; bu ağaçların zigguratların çatılarında kullanıldığı bilgisini, yapmış olduğu kazılar sonucu keşfetmiştir [13].

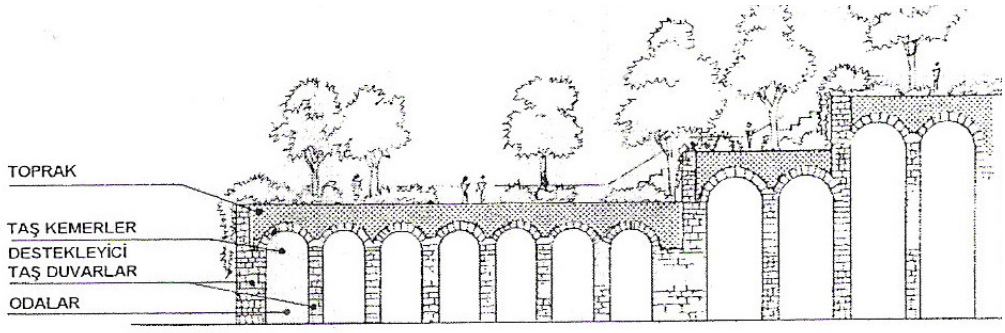


Şekil 2.1 : Ziggurat genel görünüm [13]

Milattan önceki döneme ait bitkilendirilmiş çatı sistemi örneği içeren bir diğer yapı olarak Babil'in Asma Bahçeleri örneği verilebilir (Şekil 2.2). Dünya'nın yedi harikasından biri olarak kabul edilen yapı, Babil kralı Nabukatnezar'ın dağlık bir bölgeden olan eşi Semiramis'in vatan hasreti çekmemesi için yaptırmış olduğu yapay setler üzerine kurulmuştur. Bitkilendirilmiş alanın, üzerine oturduğu bir tonozlu yapı bulunmaktadır (Şekil 2.3). Tonozların üzerinde bulunan kalın toprak tabakasına dönemin nadide ağaçları dikilmiş ve bu ağaçların su ihtiyacı, Fırat Nehri'nden su dolapları ile çekilen su yardımı ile sağlanmıştır [12].



Şekil 2.2 : Babil'in Asma Bahçeleri genel görünüm [12]



Şekil 2.3 : Babil'in Asma Bahçeleri taşıyıcı sistemi [13]

20. yy. başlangıcı ile birlikte, çeşitli yapı tipolojileri, içerdikleri işlev programlarına bitkilendirilmiş çatı sistemlerini de eklemişlerdir. Özellikle günümüzde unutulmaya başlanmış olmasına rağmen, yüzyıl başlangıcında, tiyatro binalarının çatılarının teras yapılarak, sahne ve bahçeye dönüştürülmesi, bu binaların yaz dönemlerinde işlevlerini açık havada gerçekleştirmelerini sağlamıştır. New York'ta Madison Square Garden, Winter Garden ve Casino Theatre binalarının o döneme ait kullanımları bu şekilde olmuştur [12].

20. yy başlarında modern mimarlığın temellerini atan isimlerden olan İsveç'li mimar ve kent tasarımcısı Le Corbusier tasarımlarında çoğu zaman bitkilendirilmiş çatı alanlarına yer vermiştir. 1926'da Pierre Jeanneret ile beraber yayınladıkları deklerasyonda modern mimarlığın 5 prensibinden biri olarak, çatı alanlarının bitkilendirilmesini de öngörmüşlerdir. Bu deklerasyondaki prensipler 1929 yılında birinci CIAM kongresinde uluslararası mimarlık anlatımının temel ilkeleri olarak belirlenmiştir. Deklerasyona göre, öncelikle teras çatıların tek kullanıldığında bina dahilinde olması gereken fonksiyonların bir bölümünü karşılayacağını, bu alanlarda kullanılacak olan bitkilendirilmiş alanların ise, değişen iklim koşullarına karşı koruma görevi üstlendiklerini belirtmişlerdir. Le Corbusier en önemli tasarımlarından biri olan Villa Savoye'de bitkilendirilmiş çatı alanları ile ilgili olan prensibini başarı ile yerine getirmiştir [14] (Şekil 2.4).



. **Şekil 2.4 :** Le Corbusier'in Villa Savoye'deki bitkilendirilmiş çatı uygulaması[13]

1970'lerin başında, Almanya'da modern bitkilendirilmiş çatı sistemleri ile ilgili araştırma ve çalışmalar başlamıştır. Konuyla ilgili olarak, "Yaşayan Çatı Alanları, 1972" (Gollwitzer and Wirsin) ve "Çatı ve Teras Bahçeleri, 1972" (Hans-Joachim Liescke) adı altında yayınlanan iki raporda bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin faydalarından bahsedilmiştir. Alman peyzaj mimarı Hans Luz tarafından, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin, binalarda lüks bir yapı elemanı olarak görülmesinin zorunluluk olmadığı, bu sistemlerin, çevre iklim şartlarının geliştirilmesinde uygulanacak stratejinin bir parçası olması gerekliliği savunuldu. Bu dönemde ortaya çıkan fikirlerin geliştirilmesi adına, 1977'de FLL (Guideline For The Planning, Execution and Upkeep Of Green Roof Sites) adında bitkilendirilmiş çatı sistemleri üzerine bilimsel araştırma yapacak bir organizasyon kuruldu. Günümüzde bitkilendirilmiş çatılar hakkında belirlenen standartların oluşturulmasında FLL büyük rol oynamış ve diğer Avrupa ve Amerika ülkelerine de bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin yayılmasını sağlamıştır [12].

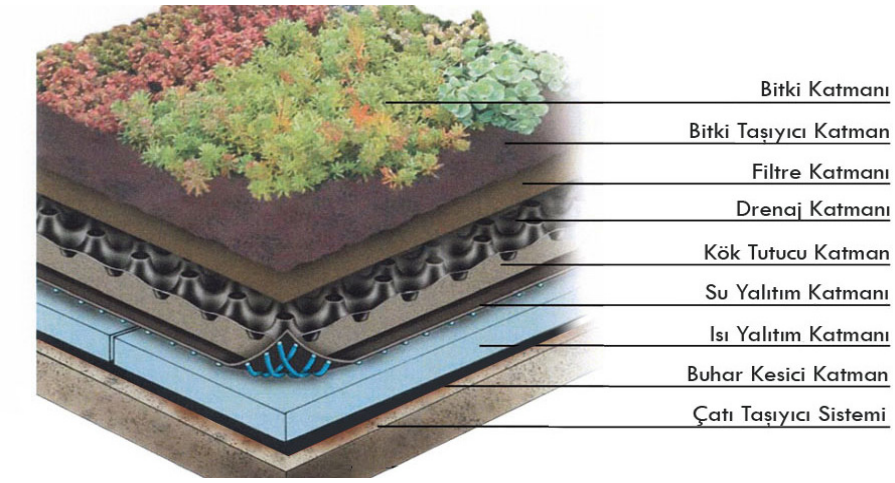
2.2 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Tanımı

Liu bir çalışmasında bitkilendirilmiş çatı sistemini; çatı alanlarında bitki yetişmesi için özelleştirilmiş çatı sistemleri olarak tanımlamıştır [15].

Osmundson ise bitkilendirilmiş çatı sistemleri ile ilgili hazırlamış olduğu kitapta bu sistemlerin tanımını, genellikle zemin kotunda görmeye alıştığımız bitkisel öğelerin ve alt sistemlerinin, çatı alanlarına taşınması olarak yapmıştır [12].

Ekşi'ye göre ise bitkilendirilmiş çatı sistemleri; çeşitli alt sistemler, katmanlar ve ekipmanlar aracılığı ile çatı alanlarının bitki yetiştirmeye uygun hale getirilmesi olarak açıklanmıştır [13].

Yapılan bu tanımlardan yola çıkılarak, bitkilendirilmiş çatı sistemleri; bitkilendirme için potansiyel oluşturan çatı alanlarında, bitki ve bitkinin yetişmesini, hayatta kalmasını sağlayacak olan katman, katman malzemeleri ve alt sistemlerin bütünü olarak tanımlanabilir. Şekil 2.5'de görüleceği gibi bitkilendirilmiş çatı sistemlerini oluşturan katmanlar genel olarak; bitki, bitki taşıyıcı katman, filtre katmanı, drenaj katmanı, kök tutucu katman, su yalıtım katmanı, ısı yalıtım katmanı, buhar kesici katman ve çatı taşıyıcı sisteminden oluşur. Kullanılan malzemelerin tercihine, malzemelerin sistem içerisinde bir araya gelişine ve çevre şartlarına göre koruyucu yada ayırıcı katman gibi uygulama aşamasında kullanılması gereken katmanlar da mevcuttur.



Şekil 2.5 : Bitkilendirilmiş çatı sistemini oluşturan ana katmanlar [16]

2.3 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Tipleri

Bitkilendirilmiş çatı sistemleri; kullanılan bitki türüne ve bu bitki türünün ihtiyaçlarına bağlı olarak oluşan alt sistem özelliklerine göre iki grupta incelenebilirler. Bunlar yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemleri ve seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemleridir [15].

2.3.1 Yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemleri

Bu bitkilendirilmiş çatı sisteminde kullanılan bitki türleri sınırsız çeşitliktedir. Bitkinin yetişebilmesi için gerekli olan bitki taşıyıcı katman ve drenaj katmanı gibi alt sistemler sağlandığında, çalı tiplerinden ağaç tiplerine kadar tüm bitki türleri tercih edilebilir. Kullanılan bitkilerde herhangi bir sınırlama olmaması, estetik alternatiflerin de sınırsız olmasını sağlar. Bu sistemlerin seçiminde, kullanılacak olan

bitki tipine bağlı olarak, bitki taşıyıcı katmanın kalınlığı ve buna bağlı olarak sisteme getireceği yük dikkate alınmalıdır. Yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin, genel olarak metrekare başına çatı taşıyıcı sistemine getirecekleri yük en az 290 kg olarak kabul edilir. Ayrıca kullanılan bitki türleri nedeni ile yapım, bakım ve onarım maliyetleri de yüksektir [15].

Bina dahilinde seyrek bitkilendirilmiş çatı tiplerine kıyasla, daha fazla alana yayılırlar. Kapladıkları alana ve içerdikleri bitki tiplerinin çeşitliliğine bağlı olarak, daha fazla canlı çeşidinin yaşamasına olanak sağlarlar. Kullanım amaçları genel olarak, bina dahilinde yeni bir ortak kullanıma açık kamusal alan yaratmaktır [16].



. **Şekil 2.6 :** Yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemi – Kanyon AVM – İstanbul [Url-1]

2.3.2 Seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemleri

Bu bitkilendirilmiş çatı tipinde, kullanılan bitki türlerinin bakım gerektirmeyen, doğal yaşam döngüsünde, kendi kendine varlığını sürdürebilecek ve üreyebilecek bitkiler olması tercih edilir. Bu tanıma uyan, özellikle kayalık alan bitkileri, zamanla kendilerini yenileyerek, yeni türlerin yetişmesine olanak sağlar ve bu sayede bitki florası genişlemiş olur. Kullanılan bitki türlerinin çok fazla bakım gerektirmemesinden dolayı, yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemine göre, yapım, bakım ve onarım maliyetleri daha düşüktür. Ayrıca yine kullanılan bitki türlerinin ihitiyacına bağlı olarak, bitki taşıyıcı katman kalınlığı yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemine göre daha azdır. Genel olarak yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemi kalınlığı 20 cm'den fazla, seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemi ise 20 cm'den daha az olarak

kabul edilir. Bu sayede, metrekare başına düşen ağırlık miktarı 290 kilogramı geçmeyecek şekilde düşünülebilir [15].

Seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin yapılma amacı olarak daha ekolojik nedenler öne sürülebilir. Oluşturulan çatılar genel olarak, kamusal kullanıma açılmaz. Üzerinde insan yürümesine olanak vermeyecek şekilde sistemi çevreleyen engelleyici elemanlar kullanılır. Büyük ağaçlar ve çimen gibi görsel etkiyi arttıracak bitki elemanları yerine, bodur çalı, tek yıllık yada çok yıllık otsular ve çayır örtüleri kullanılır. Bu nedenle binaya sağlayacağı estetik katkı; yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemine göre daha azdır [16].



Şekil 2.7 : Seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemi – Mesa Hastanesi - Ankara [Url-1]

2.4 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Sağladığı Faydalar

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin sağladığı faydalar üç grupta incelenir. Bu gruplar; çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar olarak adlandırılır.

2.4.1 Çevresel faydalar

Bitkilendirilmiş çatı sisteminin sağladığı çevresel faydaların başlıcaları; kent ısı adası etkisinin azaltılması, binadan uzaklaştırılan atık suyun kontrolünün sağlanması ve bitkilendirilmiş çatının bulunduğu çevrenin ekolojik özelliklerinin iyileşmesine katkıda bulunması olarak sıralanabilir [15].

2.4.1.1 Kent ısı adası etkisinin azalması

Kentsel alanların, yüzey ve hava sıcaklıklarının, onu çevreleyen yöresel ve kırsal alanlara göre daha fazla olmasına kent ısı adası etkisi denir. Daha önce de belirtildiği gibi kentleşme ve endüstrileşmenin iklim değişimine etkisi üç şekilde olmaktadır. Doğal bitki örtüsünün zarar görmesi ve yerini koyu renkli ısı emicilik oranı yüksek yüzeylere bırakması, şehir geometrisinin bozularak, yüzeylerin rüzgar etkisinden mahrum kalması ve nüfus artışı nedeni ile fosil yakıt kullanımının artması; kentsel alanların onu çevreleyen yöresel ve kırsal alanlara göre daha fazla ısınmasının üç nedeni olarak gösterilebilir (bkz. 1.1).

İstanbul'da 1995 yılında yapılan çalışmada, belirlenen meteoroloji istasyonlarının son elli sene içerisinde ölçülen yüzey ve hava sıcaklıkları incelenmiştir. Sıcaklıklar karşılaştırıldığında kırsal alandan kentsel alana doğru sıcaklık artışının özellikle yaz aylarında daha fazla olduğu gözlemlenmiştir [5], [6]. (bkz. 1.1).

Uluslararası literatürde yer alan konu ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; Kanada'da 2005 yılında yapılan bir çalışmanın; Toronto'daki kentsel alanlardaki yüzey ve hava sıcaklıklarının, kırsal alanlara göre yaz aylarında 2-3^{o}C daha fazla olduğunu kanıtladığı görülebilir [16]. Bunun haricinde Berlin'deki ölçümlerde ise Berlin'in onu çevreleyen kırsal alanlara göre yaz mevsiminde akşam saatlerinde 4-5 ^{o}C daha fazla hava sıcaklığına sahip olduğu gözlemlenmiştir [17].

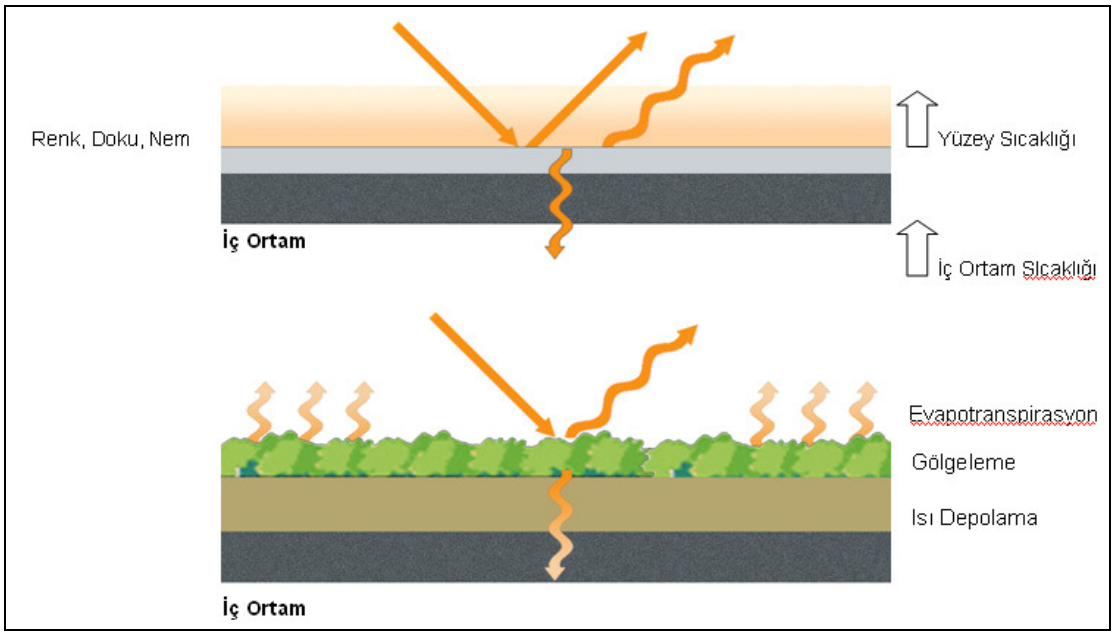
Bitkilendirilmiş çatı sistemleri, kentsel alanlarda zarar gören bitki örtüsünün yerini alarak, hava ve yüzey sıcaklığının artmasını engeller. Bitkilerin; evapotranspirasyon, gölgeleme ve bitki taşıyıcı katmanın ise ısı depolama özellikleri sayesinde, sıcaklık artışının engellenmesine katkıda bulunurlar. Evapotranspirasyon; bitkinin buharlaşma ve terleme yolu ile atmosfere su buharı vermesi anlamına gelir. Bitki yapraklarında ve bitki taşıyıcı katman bünyesinde bulunan suyun buharlaşması için gerekli olan ısı miktarı; güneşten yüzeylere doğrudan ya da dolaylı olarak gelen kızılötesi ışınlardan karşılanır. Bu sayede bu ışınların yüzey sıcaklığını arttırması engellenir [15].

Hindistan Teknoloji Enstitüsü'nde yapılan bir araştırmaya göre, bitki yaprakları sayesinde oluşturulan gölgeleme etkisi, çatı yüzeyine doğrudan gelen güneş ışınlarını engelleyerek yüzey sıcaklık artışının önüne geçen bir faktördür. Yüzey sıcaklıklarının engellenmesi haricinde, yine gölgeleme etkisi sayesinde, çatı

sisteminde kullanılan alt sistem katman malzemelerinin sıcaklıkları da dengelenerek, iç-dış ortam ısı akış miktarı 4W/m^2 kadar azalır [17].

Bitkilerin sağladığı evapotranspirasyon ve gölgeleme etkisi haricinde bitki taşıyıcı katmanın boşluklu yapısına göre ısı depolama kapasitesi de çatı yüzey sıcaklığının azaltılmasında etkilidir.

Güneş ışınım yansıtıcılığı düşük çatı kaplama malzemeleri ile kaplı geleneksel bir çatı yüzeyine gelen güneş ışınımı, yüzey tarafından yüksek oranda emilir. Emilen güneş ışınımı; dış ortam sıcaklığının, yüzey sıcaklığından daha fazla olduğu durumda, çatı yüzey sıcaklığının dış ortam sıcaklığından daha üst seviyeye çıkmasına ve malzeme bünyesinde ısı akımı meydana gelmesine neden olur. İç yüzeye ulaşabilen ısı enerjisi, kondüksiyon ve konveksiyonla iç mekana iletilir ve iç ortam sıcaklıklarının artmasına neden olur. Bitkilendirilmiş çatı sisteminde ise; bitki taşıyıcı katmanda depolanan ısı, hem iç ortama aktarılan ısı miktarının azalmasını sağlar hem de bitki ve bitki taşıyıcı katmanda bulunan nemin evapotranspirasyon yöntemi ile buharlaşmasını sağlayarak yüzey sıcaklığının düşmesine katkı sağlar [18]. (bkz. Şekil 2.8)



Şekil 2.8 : Bitkilendirilmiş ve geleneksel çatı sistemlerinin güneş ışınımlarına karşı davranışlarının karşılaştırılması

Japonya'da Kobe Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada; bitkilendirilmiş çatı, açık renkli yansıtıcılık özelliği olan geleneksel çatı ve asfalt kaplı yansıtıcılık özelliği olmayan bir çatı; maruz kaldıkları direk güneş ışınımı miktarı sabit olacak şekilde yüzey sıcaklıkları ve iç ortama ilettikleri ısı miktarları açısından karşılaştırılmışlardır. Asfalt çimento kaplı çatıda yapılan ölçümlerde; yüzey sıcaklığının diğer çatılara göre daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun nedeni asfalt çimento gibi koyu renkli yüzey malzemelerinin ısı emicilik oranının fazla olmasıdır. Yapılan ölçümlerde açık renkli yansıtıcılık değeri yüksek olan çatının yüzey sıcaklığınının, koyu renkli yüzeye sahip çatıya göre daha az olması bu durumu kanıtlamaktadır. Bitkilendirilmiş çatıdaki ölçümlerde ise, çatıyı etkileyen direk güneş ışınları yoğun olmasına rağmen, evapotranspirasyon ve gölgeleme olayının etkileri sayesinde, yüzey sıcaklığı ve dış ortamdan iç ortama aktarılan ısı miktarı diğer iki türdeki kaplamaya sahip çatılara göre daha düşük derecede ölçülmüştür [19].

2.4.1.2 Binadan uzaklaştırılan atık su kontrolünün sağlanması

Geleneksel çatı sistemlerinde, çatıya gelen yağmur suları; drenaj sistemleri ile doğrudan şehir şebekesine aktarılır. İstanbul'da şehir şebekesine bağlı atık su kanalları bazı bölgelerde; yağmur suyu ve pis su kanalları olmak üzere ikiye ayrılırken; çoğu semtte bu sistem bulunmamaktadır (bkz. şekil 2.9). Yağmur suları ve pis sular aynı kanaldan şehir şebekesine aktarılmaktadır.



Şekil 2.9 : Alibeyköy Deresi ıslah çalışmaları için önerilen ayrık sistem [7],

Geleceğe yönelik iklim senaryolarında; Türkiye'de öngörülen, yağışların genel anlamda azalması ve özellikle sonbahar, kış dönemlerinde kısa süreli şiddetli yağışların artması; şehir altyapı atık su sistemlerinin geliştirilmesi konusunda bir uyarı olarak algılanmalıdır. Kısa süreli ve şiddetli yağışlar sel faleketinin başlıca nedenidir. İstanbul gibi altyapı sistemi gelişmemiş bir kentte, bu duruma önlem almak gereklidir [8].

Bitkilendirilmiş çatı sistemleri; kentsel alanlarda atık suyun yönetilmesi için, bir kontrol mekanizması olarak kullanılabilir. Yağış suları; bitkilendirilmiş çatı yüzeyine geldiği anda bitki gövdesi ve yaprakları tarafından bir kısmı tutulur. Yaprakları ve gövdeyi aşan sular bitki taşıyıcı katmana ulaşır ve bir kısmı da bu katmanda tutulur. Bitki taşıyıcı katmandan süzülen suların bir kısmı ise bitkilerin kurak dönemde su ihtiyacının karşılanması için drenaj katmanında depolanır. Bitki gövde ve yapraklarındaki sular ile bitki taşıyıcı katmanın çatı yüzeyine yakın bölümündeki su molekülleri; evapotranspirasyon olayı ile atmosfere geri kazandırılır. Bitki taşıyıcı katman ve drenaj katmanında depolanan su molekülleri ise yazın sıcak ve kurak havalarda buharlaşarak bitki köklerine ulaşır. Bu sayede; şehir şebekesine aktarılan yağış su miktarında önemli bir azalma söz konusu olur [15].

Bitkilendirilmiş çatı sisteminin, atık su yönetimindeki etkinliği; çatı eğimi, çatı tipi, bitki taşıyıcı katman kalınlığı, kullanılan bitki türleri, yağmurun şiddeti ve süresi gibi faktörlere bağlıdır. Kanada'da yapılan bir çalışmada, 140 mm kalınlığında bitki taşıyıcı katmana sahip, %10 eğimli bir bitkilendirilmiş çatı sistemi; yaz mevsiminde, şehir şebekesine aktarılan su miktarını; toplam yağış miktarının %76'sı oranında azaltmıştır [15]. Yaz döneminde, bitki taşıyıcı katmanın sıcaklık miktarının artması ile birlikte daha kuru olması, su depolama kapasitesinin artmasını sağlar. Bitki taşıyıcı katman; suyun depolanması için kullanılan asıl katman olsa da, drenaj katmanının rezervuarının arttırılması ile daha fazla yağmur suyu tutulabilir. Ancak; bu konuda, bitki türünün ihtiyacı olan su miktarına göre davranış gösterilmelidir. Aksi taktirde fazla depolanacak olan su kullanılan bitkiyi çürütebilir.

ABD'de Michigan Üniversitesi'nde yapılan bir diğer çalışmada, 25-60mm kalınlığında bitki taşıyıcı katmana sahip olan %2-6 oranlarında eğimli seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemi; su depolama özelliği olan drenaj sistemi ile birlikte kullanıldığında, %69-74 oranları arasında çatıdan uzaklaştırılan suyun azalmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır [15].

Kanada'daki çalışma ile kıyaslandığında, bitki taşıyıcı katman kalınlığının azalmasına rağmen; eğimin azalması ve drenaj tabakasının eklenmesi ile; su tutuculuk konusunda yaklaşık bir sonuç elde edilebilmiştir. Bu çalışmanın da gösterdiği üzere, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde; bitki taşıyıcı katman kalınlığının arttırılması ve eğimin azaltılması, çatıdan şehir şebekesine aktarılan suyun en aza indirilmesini sağlayacaktır.

Şekil 2.10'da görülen grafikte ise; Belçika'nın Leuven kentinde yapılmış olan bir çalışmada alınan sonuçlar görülebilir. Bu çalışmada; bir geleneksel çatı ve bir seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemi kullanılmıştır. İki çatının da eğimleri %20 alınmıştır. Yirmidört saat boyunca yapılan ölçümde elde edilen sonuçlara göre bitkilendirilmiş çatı geleneksel çatıya göre ortalama %70 lik bir oranla daha fazla su tutarak, toplam yağış miktarının %30'unu şehir şebekesine iletmiştir [20].



Şekil 2.10 : Bitkilendirilmiş ve geleneksel çatı sistemlerinin yağmur suyu uzaklaştırma miktarlarının karşılaştırılması [20]

2.4.1.3 Bulunduğu çevrenin ekolojik özelliklerinin iyileşmesi

Kullanılmayan çatı alanlarının bitkilendirilmesi ile birlikte; atmosferik nem oranı artacak, sıcaklık dalgalanmaları azalacak ve yüzey malzeme niteliklerine bağlı toz zerreciklerinde azalma olacaktır. İklim özelliklerinin bu şekilde iyileşmesi ile birlikte, bitkilendirilmiş çati sistemlerinin kullanıldığı bina çevrelerinde yaşayan; canlı çeşitinde artış olacaktır. Kullanılan bitki türlerinin haricinde; bu bitkilerin olduğu ortamlarda yaşamlarını sürdürebilecek olan mikroorganizma, kuş ve böcek türleri; bölgede ortaya çıkacaklar ve binaların çatı alanlarında yapay bir doğal hayat yaratılmış olacaktır. İsviçre`nin Basel kentinde yapılmış olan bir çalışma bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin kuş ve böcekler icin yaşam ve gelişim alanı sağladığını kanıtlar niteliktedir. 17 adet bitkilendirilmiş çatı sistemi üzerinde 3 yıl boyunca yapılan incelemede; 78 örümcek ve 254 böcek türünün bitkilendirme sonrası bitkilendirilen ortamda yaşamaya başladığı görülmüştür [17].

Buna benzer bir çalışmada; Michigan yakınlarındaki bir otomotiv firmasına ait binada, 42.900m^{2}`lik dünyadaki en büyük yüzölçümüne sahip bitkilendirilmiş çatı sistemlerinden biri olan alanda yapılan incelemede, binanın inşa edilmesinden sonra 2 yıl içerisinde; bitkilendirilmiş alanda 29 yeni böcek türü, 7 örumcek ve 2 kuş türünün ortaya çıktığı belirlenmiştir [15].

Bunun haricinde kullanılan bitkiler, atmosferde bulunan toz partiküllerinin filtre edilmesi konusunda da yardımcı olurlar. Çeşitli hava kirliliğine yol açan maddelerin bitki yaprakları tarafından emilerek toprağa iletildiği bilinmektedir. Almanya'da yapılan bir çalışmada; bitkilendirilmiş çatının bulunduğu alanlarda mazot kaynaklı atık maddelerin ve havadaki sülfürdioksit ve nitratların %20-37 oranında azaldığı kabul edilmiştir [15].

2.4.2 Ekonomik faydalar

Bitkilendirilmiş çatı sisteminin sağladığı ekonomik faydaların başlıcaları; bitkilendirilmiş çatıların enerji verimliliğine katkı sağlaması, çatı sisteminde kullanılan malzemelerin dayanıklılığının artması, şehir altyapı sistemlerinin yapım, bakım ve onarım maliyetlerinin azalması ve bitkilendirilmiş çatı sisteminin uygulandığı binaların, estetik unsurlar açısından değerinin artması olarak sıralanabilir.

2.4.2.1 Enerji verimliliği

Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirim Raporu'nda belirtildiği üzere; geleceğe yönelik Türkiye iklim değişikliği senaryolarına göre, 2070-2100 yılları arasında ülkemizde yaz mevsiminde soğutma enerjisi, kış mevsiminde ise ısıtma enerjisi ihtiyacı artacaktır [7]. Bitkilendirilmiş çatı sistemleri, kent ısı adasının azaltılması başlığında (bkz. 2.4.1.1) belirtildiği gibi, yüzey sıcaklıklarının azalmasına, evapotranspirasyon ve gölgeleme etkileri ile katkı sağlamaktadır. Bu sistemler; bitki taşıyıcı katmanın gösterdiği ısı depolama özelliği ile yaz aylarında yüzeyde bitki katmanı sayesinde azalmış olan ısıl yükü iç ortama daha az geçirerek; kış aylarında ise ısı miktarının iç ortamdan dış ortama akışını engelleyerek, soğutma ve ısıtma enerjilerinde tasarruf edilmesini sağlar.

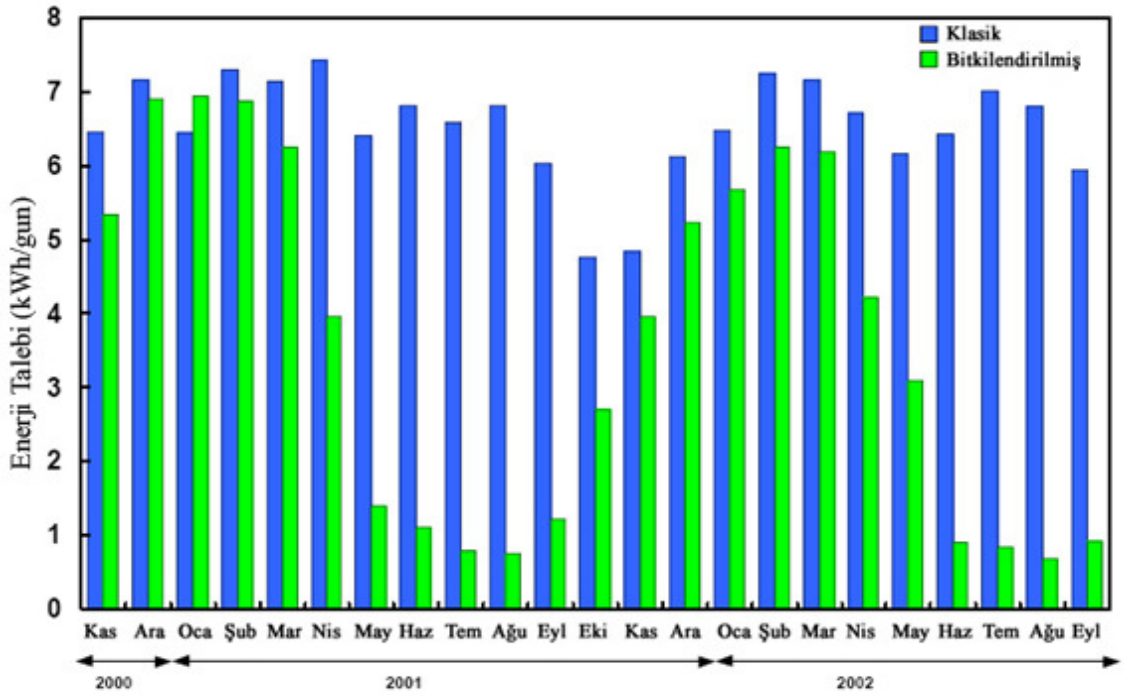
Kanada'da yapılan bir çalışmada, 72 m^{2}'lik bir çatı alanı oluşturulmuştur. Bu alan; eşit iki parçaya bölünerek, yarısı seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemi, diğer yarısı da

modifiye bitümlü su yalıtım malzemesi kullanılarak geleneksel çatı sistemine dönüştürülmüştür (bkz. Şekil 2.11). Bu iki sistemde yapılan ölçümler sonucunda; her iki çatı yüzeyindeki ve bünyesindeki sıcaklık miktarları, dış ortamdan iç ortama ısı akış düzeyleri, yansıtıcılık özellikleri, ve atık su uzaklaştırma miktarları ölçülmüştür. Tüm bu ölçümlerde kullanılan iklimsel veriler, oluşturulan çatı sistemlerine 50 metre uzaklıktaki meteoroloji istasyonundan sağlanmıştır. Ölçümler 2000 ve 2002 yılları arasında iki sene boyunca yapılmıştır [21].



Şekil 2.11 : Kanada Ottawa'da bitkilendirilmiş ve geleneksel çatı sistemleri karşılaştırması için kurulan deney çatıları [21]

Bu ölçümlerden elde edilen sonuçlara göre; bu çatı sistemlerinin altında yer alan iç ortamın iklimlendirilmesi için gerekli olan ortalama günlük enerji ihtiyacı; referans çatıda; 6,0/7,5 kWh/gün olarak belirlenmiştir. Bitkilendirilmiş çatıda ise bu ihtiyaç 1,5k kWh/gün olarak ölçüldüğünden dolayı %75 oranında bir enerji tasarrufu sağlandığı söylenebilir. Şekil 2.12'de çalışma süresince, iki çatının ihtiyacı olan enerji miktarlarının karşılaştırılması ile ilgili şekil görülmektedir. [21].



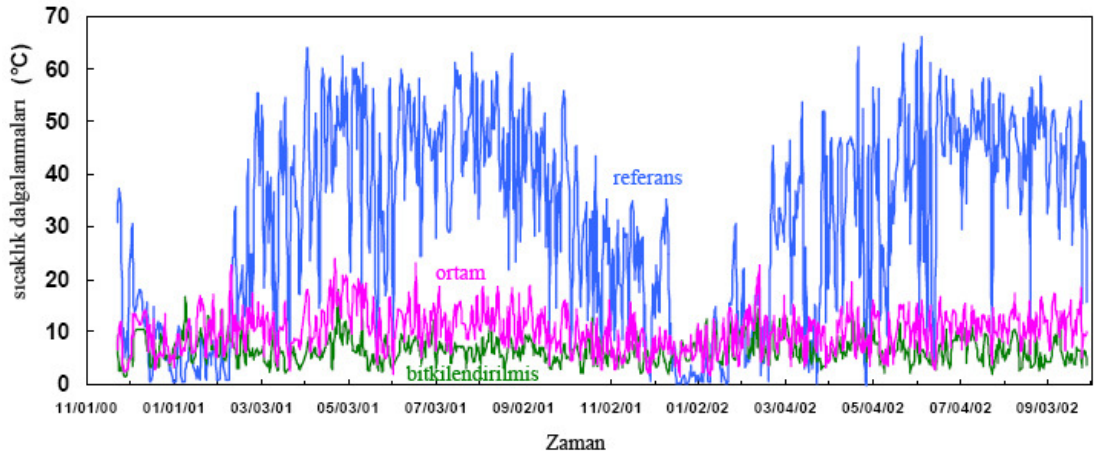
Şekil 2.12 : Bitkilendirilmiş ve geleneksel çatı sistemine sahip iç mekanların enerji talebi karşılaştırılması [21].

2.4.2.2 Su yalıtım malzemesinin dayanıklılığının artması

Su yalıtım malzemesi açısından bir değerlendirme yapıldığında, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan su yalıtım malzemeleri, geleneksel sistemlere göre çok daha uzun süre dayanabilirler. Bunun nedenleri; yaz ve kış mevsimleri arasında, çatı yüzeyindeki sıcaklık farklarının bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde daha az olması, güneşin zararlı mor ötesi ışınlarına karşı bitki taşıyıcı katmanın bir koruma tabakası oluşturması ve geleneksel çatı kaplamalarının, su yalıtım malzemesi üzerine uyguladığı mekanik darbelerin bitki taşıyıcı katman sayesinde azaltılması olarak sıralanabilir [22].

Daha önce enerji verimliliği ile ilgili bölümde (bkz. 2.4.2.1) bahsedilen Kanada'nın Ottawa eyaletinde yapılmış olan çalışmada; malzemelerin yüzey sıcaklıkları ile ilgili ölçümlerde görüleceği üzere; özellikle yaz aylarında, 150mm bitki taşıyıcı katmana sahip bir seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemi; su yalıtım malzemesinin sıcaklığını, istenilen düzeylerde tutabilmektedir. Referans çatıda yaz mevsiminde, su yalıtım malzemesinin sıcaklığının 70^{o}C'ye çıkarken, bitkilendirlmiş çatı sisteminde bu değer en fazla 30^{o}C olarak ölçülmüştür (bkz. Şekil 2.12). Ayrıca bitkilendirilmiş çatı

sistemleri malzemelerin sıcaklık değişimlerini de en aza indirmektedir. Referans çatıda bahar ve yaz aylarında, su yalıtım malzemesinin sıcaklık değişimi en fazla 45^{o}C olarak hesaplanmıştır. Bu değer bitkilendirilmiş çatıda 6^{o}C gibi çok daha düşük miktarda kalmıştır [21].



Şekil 2.13 : Bitkilendirilmiş ve geleneksel çatı sistemine sahip çatılarda malzeme sıcaklık dalgalanmalarının karşılaştırılması [21].

2.4.2.3 Altyapı sistemlerinin yapım, bakım ve onarım maliyetlerinin azalması

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin çevresel faydalarından biri olan binadan uzaklaştırılan atık su miktarının azalması başlığında da belirtildigi gibi; şehir atık su şebekelerine aktarılan su miktarı azalır (bkz. 2.4.1.2). Bu nedenle atık su borularının ihtiyacı olan boru çapları da azalır. Boru çaplarının azalması ekonomik açıdan belediyelerin bu konuda ayırdıgı bütçenin daha alt seviyelerde tutulabilmesini sağlar [20]. Ayrıca atık su borularına iletilen suyun azalmasına bağlı olarak, bu boruların daha az su debisini taşıyacak hale gelmesi; sel felaketlerinin engellenmesi, boru ve mazgalların bakım, onarım maliyetlerinin de azalmasını sağlayarak, ülke ekonomisine katkıda bulunur.

2.4.2.4 Binaların estetik unsurlar açısından değerinin artması

Kentsel alanlarda yeşil alanların yetersiz olduğu günümüzde;doğal ortam eksikliğini gideren yeşil alanların kullanılmayan çatı alanlarına aktarılması ile birlikte binalar da estetik açıdan gelişme söz konusu olmaktadır. Estetik konular haricinde; binalarda kullanım alanları da bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin kullanılması ile arttırılmaktadır.

Yoğun nüfuslu alanlarda çatı alanları bahçe fonksiyonu sağlayabilecek bölgeler olarak görülmelidir. Hem estetik, hem kullanım alanı açısından bitkilendirilmiş alanların kullanılması; kullanıldığı binanın diğer binalara göre ekonomik anlamda değerini arttıracaktır. Ayrıca bina sahibinin de sürdürulebilir mimarlık açısından yatırım yapması ve çevre bilinci konusunda duyarlı olması nedeni ile çevre halkı içinde kazanacağı prestij artacaktır.

Ayrıca; kentsel alanlarda bina yapımı için gerekli olan stratejik noktaların ağaçlandırma için kullanılmış olması gözönüne alındığında bu noktaların bina için kullanılması, ve zarar verilen bitki örtüsüne tekrar bitkilendirilmiş çatı sistemi olarak binada yer verilmesi ihtimali de, kentsel alanlardaki bu arsaların değerlerinin artmasını sağlamaktadır.

2.4.3 Sosyal faydalar

Bitkilendirilmiş çatı sisteminin sağladığı sosyal faydaların başlıcaları; bu sistemlerin yaygınlaşması ile birlikte kamusal alanların artması, bitkilendirilmiş çatı sisteminin insan sağlığına olumlu etkileri ve bu sistemin yarattığı yeni sektörün insanlara iş imkanları sunması olarak sıralanabilir [22].

2.4.3.1 Kamusal alanların artması

Kentsel alanlarda, özellikle yoğun konut ve ticari merkezlerin yapılandırıldığı bölgelerde, insanların biraraya gelebileceği ortak kamusal alanların sayısı azdır. Çatılar, bu alanların oluşturulmasında yüksek derecede potansiyel teşkil etmektedirler. Çatı alanlarında bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin kullanılarak yapılacak olan bu alanlar, şehrin nefes alma bölümleri olarak kullanılabileceklerdir. Ayrıca, insan iletişimlerinin kısıtlı olduğu apartman yaşamlarında bir iletişim merkezi konumu oluşturacaklardır .

2.4.3.2 İnsan sağlığına olumlu etkileri

Bitkisel öğeler, özellikle yoğun yapılaşmaya uğramış kentsel alanlarda, insanların psikolojik açıdan rahatlamasını sağlayan unsurlardır. Yapılan bir araştırmaya göre, bir hastanede kalan hastalardan, peyzaj alan manzaralı odalarda kalanlar, duvar yada asfalt kaplı yüzeylere bakan odalardaki hastalara göre daha kısa sürede tedaviye cevap verirler [15]. Bu alanlar şehrin gürültü ve kirliliğinden uzak, günlük iş

temposu arasında stresten uzak kalmak isteyenlerin ihtiyaçlarına karşılık verirler. ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA)'nın raporu doğrultusunda; kent ısı adası etkisinin sonucunda kentsel alanlarda yüzey ve hava sıcaklığının daha fazla olması ile birlikte, bu alanlarda yaşayan yüksek popülasyon dahilindeki insanlarda; psikolojik rahatsızlıklarla birlikte, özellikle yaşlı ve çocuklarda solunum yollarına bağlı rahatsızlıklar oluşabilir. Aynı rapora göre; son yıllarda yüksek sıcaklıklar nedeni ile Amerika Birleşik Devletleri'nde ölen kişi sayısı; fırtına, deprem, sel ve benzeri diğer doğal felaketlere göre çok daha fazladır [17]. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin çevresel faydaları arasında olan kent ısı adası etkisinin azaltılması sayesinde bu riskler azaltılır.

2.4.3.3 Yarattığı yeni sektör ile iş imkanları sunması

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerine ülkemizde talepin artması ile beraber, bu sistemlerin tasarımı, uygulanması, bakımı ve sistemi oluşturan malzemelerin üretilmesi ve pazarlanmasını yürütecek firmalar hizmet vermeye başlayacak ve sistemin yaygınlaşması ile beraber bu firmaların sağladığı istihdam oranları da artış gösterecektir. Mimarlardan mühendislere, pazarlama sorumlularından tekniker ve işçilere kadar geniş bir yelpazedeki sektörlerde çalışan kişiler, bitkilendirilmiş çatı sistemleri sayesinde mesleklerini kullanmada yeni alternatiflere sahip olacaklardır. Bu sistemler, kullanımının yaygınlaştığı Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde yüksek oranlarda istihdam sağlamaktadırlar. Almanya'da 2001 yılında inşa edilen binaların %14'ünde bitkilendirilmiş çatı sisteminin kullanıldığı görülmektedir. Bu oran yaklaşık 13.5 milyon metrekarelik çatı alanına denk gelmektedir. Aynı şekilde İsveç'de de her sene 100.000 metrekarelik bitkilendirilmiş çatı sisteminin kullanıldığı görülmektedir. Bu ülkelerde sistem ile ilgili hizmet veren yaklaşık 1300 firma bulunmaktadır [15].

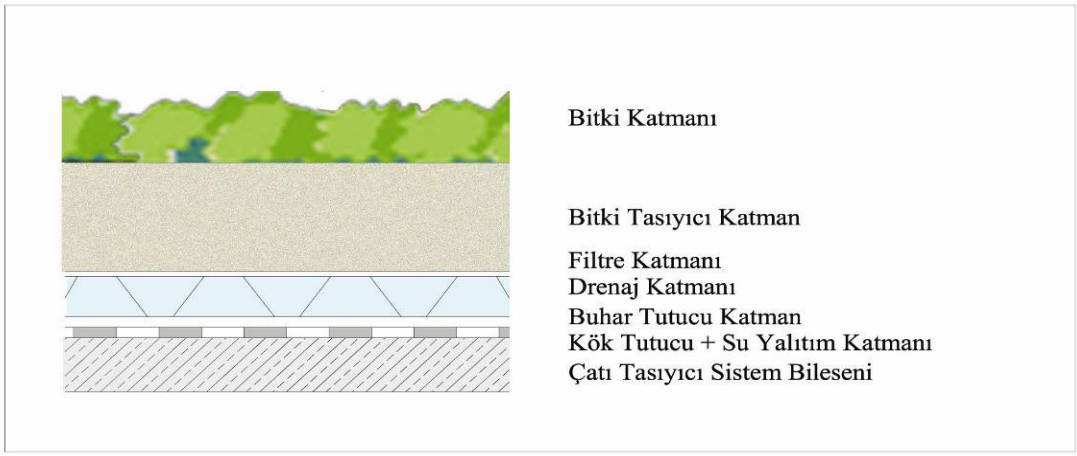
2.5 Mevcut İthal Paket Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri

Türkiye'de; bitkilendirilmiş çatı sistemi sektörü son yıllarda gelişme göstermektedir. Bu sistemlere piyasada sınırlı da olsa bir talep vardır. Bu talep karşısında daha önceden de bahsedildiği gibi, sistem uygulayıcı firmalar iki yöntem izlemektedirler. Bu yöntemlerden ilki; yurtdışı firmalarının kendi iklimsel koşullarına ve malzeme şartlarına göre hazırladığı sistemlerin, ithal edilerek ülkemiz kullanıcılarına doğrudan

aktarılması şeklindedir. Bu yönteme teknoloji transferi adı verilir. Teknoloji transferi yöntemi gerçekleştirilirken, Türkiye iklim koşulları dikkate alınmak zorundadır. Aksi taktirde, kullanım sırasında binanın bulunduğu çevrenin iklim koşullarına göre çeşitli hasarlar oluşacaktır (bkz. 1.1). Uygulamacı firmaların kullandığı ikinci yöntem ise, firmaların kendi ürettikleri malzemeleri pazarlamak için bu sistemleri kullanmasıdır. Bu sistemi kullanacak olan tasarımcı ya da işverenler, sadece firmanın ürettiği malzeme ile ilgili teknik bilgilere ulaşabilirler. Bunun nedeni, sistemi uygulayan firmanın sadece kendi ürettiği malzemeyi öne çıkarmasıdır. Sistemdeki diğer malzemelerle ilgili veri yetersizliği sorunu oluşur. Türkiye'de bu doğrultuda kullanıcılara sunulan, ithal paket bitkilendirilmiş çatı sistemleri firmalara göre değişkenlik gösterir. Bu çalışmada, firmaların düz (%5 eğimden az) çatılarda uyguladığı sistemler, firma ismi belirtilmeden aşağıdaki sıralama ile örneklendirilmiştir.

Firma 1

Bitkilendirilmiş çatı sistemleri hakkında Almanya iklim şartlarına göre çalışmalar yapan bir firmanın oluşturduğu bitkilendirilmiş çatı sistem paketlerini doğrudan alarak Türkiye'de uygulamaktadır. Seyrek bitkilendirilmiş çatı tipinde düz çatılar için sundukları iki alternatif vardır. Bu alternatifler birbirinden geleneksel ve ters çatılarda kullanılmayı amaçlamasıyla farklılaşmaktadır.Bu firmanın ülkemizde uyguladığı geleneksel bitkilendirilmiş çatı sistemi katmanlaşma modeli Şekil 2.14'de, ters bitkilendirilmiş çatı sistemi katmanlaşma modeli ise Şekil 2.15'de verilmiştir.



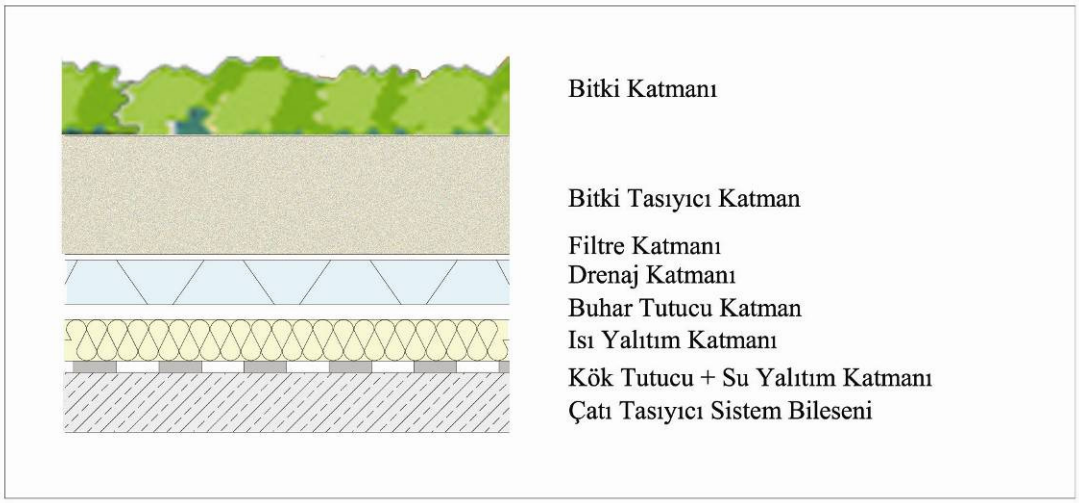
Şekil 2.14: Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 1 – Geleneksel çatı sistem alternatifi [Url-1]

Geleneksel çatı için önerilmiş bitkilendirilmiş çatı sisteminde, Firma 1 tarafından kullanılması tavsiye edilen malzemeler çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1: İthal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 1 – Geleneksel çatı sistem alternatifi malzemeleri [Url-1]

Katman	**Malzeme**
Bitki Katmanı	Sedum Türü Kayalık Alanlarda Yetişen Bitkiler
Bitki Taşıyıcı Katman	Kiremit Kırıkları Esaslı Mineral Karışım + Bitki Toprağı
Filtre Katmanı	PVC Örtü
Drenaj Katmanı	PVC Drenaj Tabakası
Buhar Tutucu Katman	PVC Pestiller
Kök Tutucu+ Su Yalıtımı	Kök Dayanımlı Bitümlü Membran
Taşıyıcı Sistem Bileşeni	Betonarme Taşıyıcı Sistem

Geleneksel çatı için getirilmiş olan bu öneride ısı yalıtım malzemesi, sistem dahilinde kullanılmamıştır. Bitki taşıyıcı katmanın ısı depolama özelliği nedeni ile ısı yalıtım malzemesi kullanılmaması, ancak gerekli ölçümler yapıldıktan sonra mümkün olabilir.



Şekil 2.15: Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 1– Ters çatı sistem alternatifi [Url-1]

Ters çatı için önerilmiş bitkilendirilmiş çatı sisteminde, Firma 1 tarafından kullanılması tavsiye edilen malzemeler çizelge 2.2'de verilmiştir.

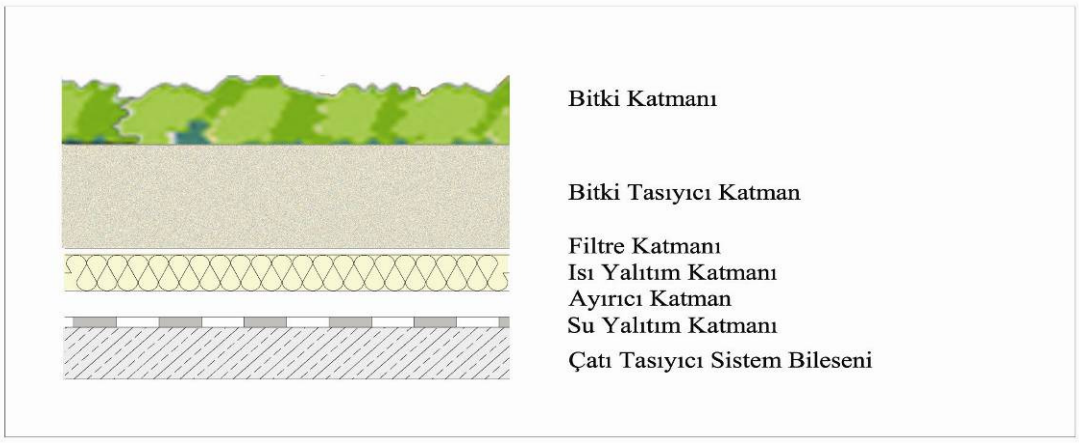
Çizelge 2.2: İthal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 1 – Ters çatı sistem alternatifi malzemeleri [Url-1]

Katman	**Malzeme**
Bitki Katmanı	Sedum Türü Kayalık Alanlarda Yetişen Bitkiler
Bitki Taşıyıcı Katman	Kiremit Kırıkları Esaslı Mineral Karışım + Bitki Toprağı
Filtre Katmanı	PVC Örtü
Drenaj Katmanı	PVC Drenaj Tabakası
Buhar Tutucu Katman	PVC Pestiller
Isı Yalıtım Katmanı	Genleştirilmiş Polistren Isı Yalıtım Malzemesi
Kök Tutucu+ Su Yalıtımı	Kök Dayanımlı Bitümlü Membran
Taşıyıcı Sistem Bileşeni	Betonarme Taşıyıcı Sistem

Firma 1 diğer firmalardan farklı olarak, sistem önerilerinde kullanılacak tüm malzemeler ile ilgili bilgi vermektedir. Ancak bu malzemeler, Almanya'daki diğer firmanın ürettiği sistemlerde kullanılan malzemeler ile aynıdır. Ülkemiz yerel iklim şartlarına göre kullanılacak olan malzeme miktarları ve teknik özellikleri hakkında bilgi verilmemektedir.

Firma 2

Bu firma ısı yalıtım malzemesi üretimi, pazarlaması ve uygulamasını yapan bir firmadır. Firma 1'den farklı olarak, paket sistem teknolojisi transferi yapmak yerine, kendi ürettiği ısı yalıtım malzemesinin kullanılması adına sistem önerileri yapmaktadır. Firma, çekme polistren ısı yalıtım malzemesi ürettiği için ters çatı sistem alternatifi önermektedir.



Şekil 2.16: Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 2 – Ters çatı sistem alternatifi [Url-2]

Ters çatı için önerilmiş bitkilendirilmiş çatı sisteminde, Firma 2 tarafından kullanılması tavsiye edilen malzemeler çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.3: İthal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 2 – Ters çatı sistem alternatifi malzemeleri [Url-2]

Katman	**Malzeme**
Bitki Katmanı	Belli Değil
Bitki Taşıyıcı Katman	Belli Değil
Filtre Katmanı	Belli Değil
Isı Yalıtım Katmanı	Çekme Polistren Isı Yalıtım Levhası
Ayırıcı Katman	Belli Değil
Su Yalıtım Katmanı	Belli Değil
Taşıyıcı Sistem Bileşeni	Belli Değil

Seyrek tipte düz (%5'den az eğim) çatılar için önerilmiş olan ters çatı sistem alternatifine drenaj katmanı dahil edilmemiştir. Isı yalıtım katmanı dışında hiçbir katmanın malzeme bilgisi firmaya ait sistem tanıtımlarında yer almamaktadır.

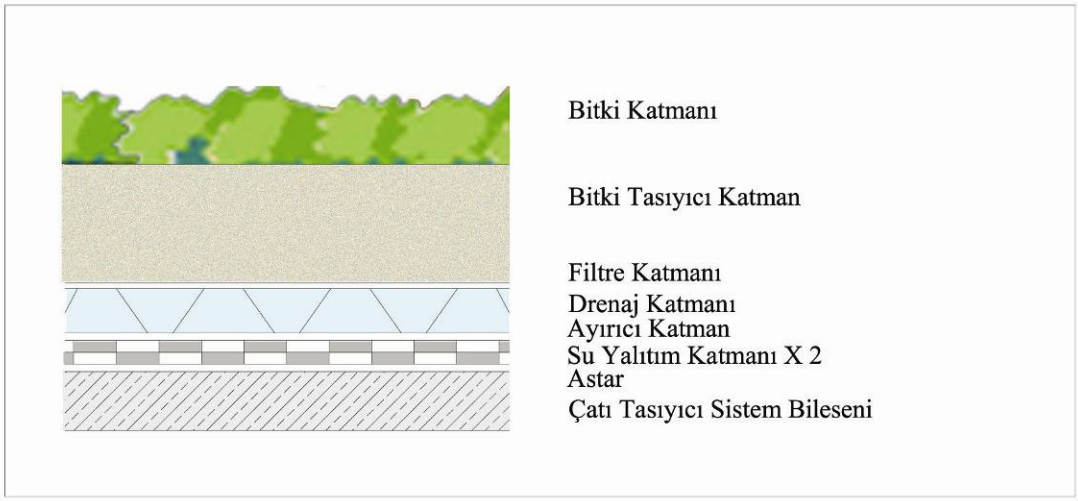
Firma 3

İkinci firmada olduğu gibi, bu firma da önerdiği paket sistemi kendi ürettiği, pazarladığı ve uyguladığı malzemenin kullanılması amacı ile sunmaktadır.

Diğer firmadaki ısı yalıtım katmanını oluşturan malzemenin yanında bu firmada ek olarak su yalıtım katmanı, astar ve ayırıcı katmanları oluşturan malzemelere de yer

verilmiştir. Bu katmanlar haricindeki katmanların malzemeleri hakkında sistem tanıtımlarında bilgi verilmemektedir.

Firma, düz (%5'den az eğimli) seyrek bitkilendirilmiş çatı tipleri için ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız olmak üzere 2 çeşit alternatif sunmaktadır.



Şekil 2.17: Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 3 – Isı yalıtımsız sistem alternatifi [Url-3]

Şekil 2.17'de görülen bu tip sistemlerde firma ürettiği ısı yalıtım malzemesini kullanmamakta ve bitki taşıyıcı katmanın ısı depolama değeri ile bu işlevi yerine getirmeyi amaçlamaktadır.

Ayrıca firma ürettiği su yalıtım katman malzemesinin 2 kat kullanılmasını önermektedir.

Firma 3 tarafından ısı yalıtımsız sistem alternatifinde kullanılması önerilen malzemeler çizelge 2.4'de verilmiştir.

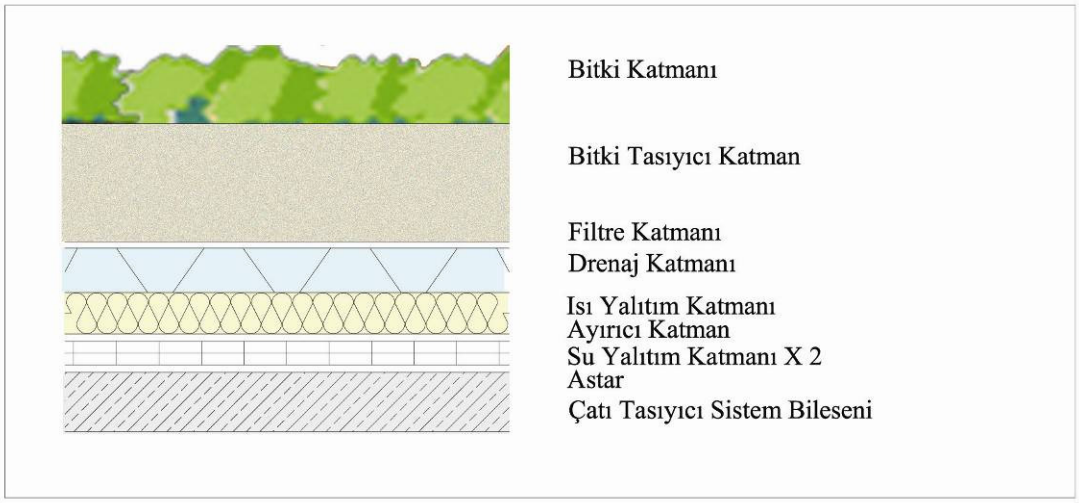
Çizelge 2.4: İthal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 3 –Isı yalıtımsız sistem alternatifi malzemeleri [Url-3]

Katman	**Malzeme**
Bitki Katmanı	Belli Değil
Bitki Taşıyıcı Katman	Belli Değil
Filtre Katmanı	Belli Değil
Drenaj Katmanı	Belli Değil
Ayırıcı Katman	Polyester Keçe- Geotekstil

Çizelge 2.4: (Devam) İthal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 3 –Isı yalıtımsız sistem alternatifi malzemeleri [Url-3]

Su Yalıtım Katmanı	Plastomerik Su Yalıtım Örtüsü – Kök Dayanımlı
Su Yalıtım Katmanı	Plastomerik Su Yalıtım Örtüsü
Astar	Bitüm Emülsiyon
Taşıyıcı Sistem Bileşeni	Belli Değil

Firma 3'ün önerdiği diğer sistemde ise ısı yalıtım katmanı kullanılmıştır;



Şekil 2.18: Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 3 – Isı yalıtımlı sistem alternatifi [Url-3]

Firma 3 tarafından ısı yalıtımlı sistem alternatifinde kullanılması önerilen malzemeler çizelge 2.5'de verilmiştir.

Çizelge 2.5: İthal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 3 –Isı yalıtımlı sistem alternatifi malzemeleri [Url-3]

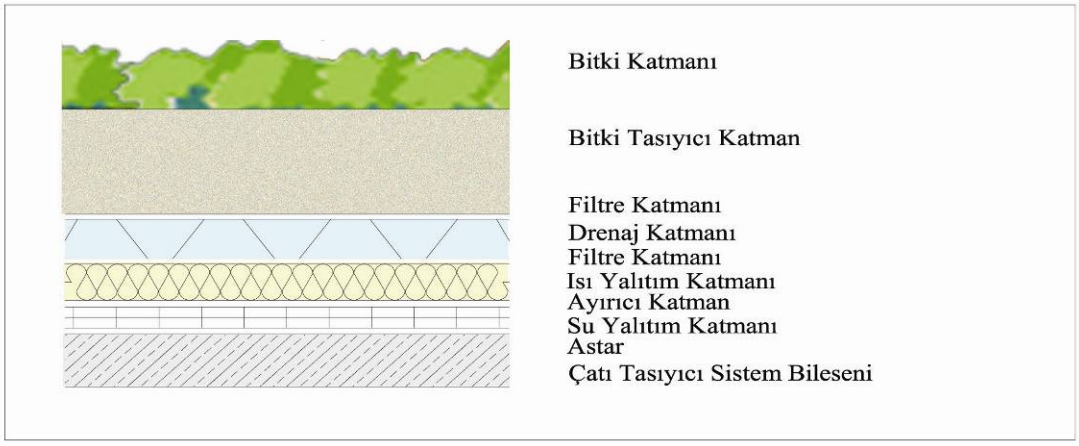
Katman	**Malzeme**
Bitki Katmanı	Belli Değil
Bitki Taşıyıcı Katman	Belli Değil
Filtre Katmanı	Belli Değil
Drenaj Katmanı	Belli Değil
Isı Yalıtım Katmanı	Çekme Polistren Isı Yalıtım Levhası
Ayırıcı Katman	Polyester Keçe- Geotekstil
Su Yalıtım Katmanı	Plastomerik Su Yalıtım Örtüsü – Kök Dayanımlı

Çizelge 2.6: (Devam) İthal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 3 –Isı yalıtımlı sistem alternatifi malzemeleri [Url-3]

Su Yalıtım Katmanı	Plastomerik Su Yalıtım Örtüsü
Astar	Bitüm Emülsiyon

Firma 4

Bu firma da ikinci ve üçüncü firmalar gibi kendi ürettikleri malzemelerin kullanılmasını teşvik amaçla sistem önerisinde bulunmaktadır. Ürettikleri, pazarladıkları ve uyguladıkları malzeme su yalıtım malzemesidir. Su yalıtım katmanı haricindeki katmanlarda malzeme önerisi yapılmamıştır.



Şekil 2.19: Ülkemizde ithal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 4 – Isı yalıtımlı sistem alternatifi [Url-4]

Firma 4 tarafından ısı yalıtımlı sistem alternatifinde kullanılması önerilen malzemeler çizelge 2.6'da verilmiştir.

Çizelge 2.6: İthal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 4 –Isı yalıtımlı sistem alternatifi malzemeleri [Url-4]

Katman	**Malzeme**
Bitki Katmanı	Belli Değil
Bitki Taşıyıcı Katman	Belli Değil
Filtre Katmanı	Belli Değil
Drenaj Katmanı	Belli Değil

Çizelge 2.6: (Devam) İthal paket sistem kullanan firmaların önerdikleri sistemler Firma 3 –Isı yalıtımlı sistem alternatifi malzemeleri [Url-3]

Filtre Katmanı	Belli Değil
Isı Yalıtım Katmanı	Belli Değil
Ayırıcı Katman	Belli Değil
Su Yalıtım Katmanı	Polimerik Su Yalıtım Örtüsü – Kök Dayanımlı
Su Yalıtım Katmanı	Polimerik Su Yalıtım Örtüsü
Astar	Belli Değil
Taşıyıcı Sistem Bileşeni	Belli Değil

3. BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİTEMİ İÇİN TASARIM SEÇENEKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Bitkilendirilmiş çatı sisteminin yaşam döngüsü; planlama, tasarım, yapım, kullanım, bakım, onarım ve yok etme süreçlerinden oluşur. Bu çalışmada, bu aşamalardan tasarım süreci ele alınmış ve tasarım sürecinde performans yaklaşımı yöntemi kullanılmıştır. Tasarımın sezgisel ve sistemli olmak üzere iki çeşidi vardır. Performans yaklaşımı, sistemli tasarım yöntemlerinden biridir. Sistemli tasarlama yöntemleri, çağdaş düşünce sistemlerinin oluşturduğu yönelmeler sonucunda ortaya çıkmıştır. Performans kavramı mimarlıkla ilişkilendirildiğinde; bahsedilen sistem yada ürünün kullanım ile ilgili gösterdiği davranış olarak açıklanabilir. Performans kavramı bitkilendirilmiş çatı sistemleri için ele alındığında, sistemi meydana getiren bileşenlerin kullanım ömrü boyunca, çevresel etmenlere bağlı olarak gösterdiği davranışlar olarak tanımlanır. Bu yaklaşım; hem süreci hem de ortaya koyulan ürünü ilgilendiren yöntemlerden biridir [23].

Performans yaklaşımına bağlı bitkilendirilmiş çatı sistem tasarımı, doğal çevre etmenleri ile kullanıcı gereksinmeleri gözönünde bulundurularak istenen performansları sağlayan bileşen ve malzemelerin belirlenmesi ve bu girdilerin kullanımı sonucunda katmanlaşma modellerinin hazırlanması ile oluşur.

Tasarımda ürün elde etme süreci; tasarım girdisi, tasarım aşaması ve tasarım çıktısından oluşur. Kullanıcı eylemlerine bağlı olarak belirlenen kullanıcı gereksinmeleri, doğal, sosyal, kültürel, yapma ve ekonomik çevre açılımlarından oluşan çevresel etmenler, kullanılabilecek olan malzemelerin, bileşenlerin ve bunların teknik özelliklerine bağlı oluşan olanaklar, yönetmelik ve standartlara bağlı olan sınırlamalar, kullanılacak olan tasarım yöntemi ve tasarımcının sezgi ve birikimlerinden oluşan kişisel yönelmeleri ve yapım yöntemi tasarımın girdisini oluşturur. Bölüm 3.2'de tasarım girdileri detaylı olarak incelenmiştir. Kullanıcı gereksinmelerinin karşılanması için, dış çevre etmenleri etkisi altında, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinden beklenilen performans gereksinmelerinin

karşılanmadığı durumlarda oluşabilecek olan hasarlar performans analizi olarak nitelenir. Bu hasarların oluşmaması için performans gereksinmelerini karşılayacak olan bileşen, malzeme ve malzeme teknik özelliklerinin belirlenmesi tasarım girdisi dahilindedir.

Tasarım girdisi olarak belirlenmiş olan bu bileşen ve malzemeler kullanılarak katmanlaşma modellerinin oluşturulması ise tasarım aşamasıdır. Bu aşamada her bir performans gereksinimini karşılayan bir malzeme ile oluşturulan katmanlaşma modelleri ve bu katmanlaşma modellerinin değerlendirilmesi sonucunda oluşan iki performans gereksinimini karşılayan bir malzeme ile oluşturulmuş olan katmanlaşma modelleri yer almaktadır. Bu aşamada belirlenen tasarım seçenekleri belirli ölçeklerde çizilmiş ve belirlenmiş olan performans kriterlerine bağlı olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeden sonra ortaya çıkan olumlu, işleyebilen sistemler tasarım çıktısı olan bitkilendirilmiş çatı sistemlerini oluşturur.

3.1 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Tasarım Girdileri

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin tasarım girdileri; "kullanıcı gereksinmeleri", "çevresel etmenler", "malzeme, bileşen ve özellikleri" ve "yönetmelik ve standartlar" olmak üzere dört ana başlıkta incelenmiştir.

Ek A.1 numaralı "Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri Tasarım Girdileri" adlı çizelgede; kullanıcı gereksinmeleri, doğal çevre etmenleri, performans gereksinmeleri, performans analizi, malzeme-bileşen ve önlem adında beş sütun ve belirtilmiş olan malzemelerin fiziksel özelliklerini içeren sütunlar bulunmaktadır. İlk iki sütunda; karşılanması gereken kullanıcı gereksinimleri verilmiş, daha sonra da doğal çevre etmenleri belirlenmiştir. Performans gereksinmeleri bölümünde ise doğal çevre etmenlerinin etkisi altında kullanıcı gereksinmelerinin karşılanması için çatı sisteminin göstermesi gereken performans nitel olarak açıklanmıştır. Performans analizi isimli sütunda bahsedilen etmenlere karşı önlem alınmadığı taktirde, çatı sisteminde oluşacak olan hasarlardan ve kullanıcı konfor koşullarının etkilenme biçimlerinden bahsedilmiştir. En son bölümde ise performans analizinde belirtilen durumların oluşmaması için, performans gereksinmelerini karşılama yöntemlerinden bileşen, malzeme ve bu malzemelerin teknik özellikleri açıklanmıştır.

Malzeme bölümünde verilmiş olan malzeme tiplerinin fiziksel özellikleri incelenmek istendiğinde, çizelge sonundaki onsekiz sütun ve istenilen malzeme satırı çakıştırılarak aşağıdaki çizelge 3.1'deki gibi sonuçlar elde edilebilir.

Çizelge 3.1: Çekme polistren ısı yalıtım malzemesinin malzeme fiziksel özellikleri

Ağırlık	**Kalınlık**	**Uzunluk**	**Genişlik**	**Yoğunluk**	**Isı İletkenlik Sayısı**
-	20 – 100 mm	-	-	25-45 kg/m^3	0.030-0.040 w/m^2
Su Buhar Difüzyon Direnç Faktörü	**Su Emme Oranı**	**Kapalı Hücre Oranı**	**Basınç Dayanımı**	**Çekme Dayanımı**	**Kopma Uzaması Değeri**
20 – 100	%0 – 5 arası	%100	15-50 ton/ m^2	-	-
Görünür Göz Açıklığı	**Kullanım Sıcaklığı Aralığı**	**Yangın Dayanımı**	**Su Uzaklaştırma Değeri**	**Kabartma Derinliği**	**Kapartma Sayısı / m^2**
-	-50°C / +80°C arası	B1 Zor Alevlenici	-	-	-

3.1.1 Kullanıcı Gereksinmeleri

İnsanın, yaşantısı boyunca gerçekleştirdiği eylemlerin; biyolojik, fizyolojik, sosyal ve psikolojik açıdan zarara uğramadan, konfor içinde sürdürebilmesi için gerekli olan koşullara gereksinme adı verilir. Kullanıcı gereksinmeleri ise, yapıların son kullanıcılarının, yapı tarafından karşılanmasını bekledikleri gereksinmelere denir. Bu gereksinmelerin sağlanması, kullanıcı eylemlerinin en etkin biçimde yerine getirilmesinin yanı sıra, kullanıcının yaşamını sağlıklı olarak sürdürme temel gereksinmesine yanıt verilmesini sağlar. Bu sayede yapı; temel işlevini yerine getirmiş olur [24]. Yapının karşılaması gereken kullanıcı gereksinmeleri belirlenirken, insanın biyolojik, fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik yapısının tanımlanması gerekmektedir.

3.1.1.1 Biyolojik ve fizyolojik gereksinmeler

Kullanıcının biyolojik ve fizyolojik yapısını; devinim (iskelet ve kaslar), solunum, dolaşım, duyu (görme, işitme, dokunma, koku alma) organları, sinir, sindirim, üriner, hormon, koruyucu dış tabaka (deri, tırnak, saç), bağışıklık sistemleri oluşturur [24]. Çizelge 3.2'de kullanıcının biyolojik ve fizyolojik yapısından kaynaklanan ve yapı tarafından karşılanması beklenen kullanıcı gereksinmeleri görülmektedir:

Çizelge 3.2: Kullanıcının biyolojik ve fizyolojik yapısından kaynaklanan, yapı tarafından karşılanması gereken gereksinmeler [24].

Biyolojik Yapı	**Gereksinmeler**
Devinim Sistemi	Ergonomik koşullara uygun devinim yapabilme Devinim güvenliğinin sağlanması (düşme, çarpma vb.) Sistemin olumsuz koşullardan etkilenmemesi (titreme, romatizma, kas ağrısı, vb.)
Solunum Sistemi	Solunum sisteminin işlevlerini yerine getirmesi Yeterli oranda, oksijen, bağıl nem içeren hava Vücuda zararlı maddeleri solumama
Dolaşım Sistemi	Sağlıklı durum, yeterli solunum, yeterli beslenme, sağlıklı sinir sistemi sağlanması Dolaşım sistemini etkileyen gerginliklerin oluşmaması
Duyu Organları (Görme, İşitme, Dokunma, Koku)	Duyu organlarının görevlerini yerine getirebilmesi Uygun koşullarda yeterli görme ve işitme Rahatsız edici görüntü, gürültü, kirlilik ve kokudan arınma
Sinir Sistemi	Uyarıların doğru algılanabilmesi Gerginlik yaratacak koşulların oluşmaması
Sindirim Sistemi	Besinlerden uygun koşullarda yararlanabilme (yıkama, hazırlama, pişirme) Sindirim eylemlerinin uygun koşullarda sağlanması (yeme, boşaltım)
Üreme Sistemi	Hormonları etkileyebilecek koşullardan korunma Üreme eylemini uygun koşullarda yerine getirme (mahremiyet)
Bağışıklık Sistemi	Mikroorganizma ve antijenlerden korunma Alerji unsurlarından korunma Alerjinin tetiklenmemesi

3.1.1.2 Psikolojik gereksinmeler

Kullanıcının psikolojik davranışları, psikomotor, duyuşsal ve bilişsel olmak üzere üç gruptan oluşur. Psikomotor davranışlar, devinim sisteminin (iskelet ve kaslar) işlemesini gerektiren, oyun oynama, dans etme, yemek yeme, yazı yazma gibi her türlü bedensel devinimi kapsar. Duyuşsal davranışlar; mutluluk, huzur, güven, sevgi, beğeni, kaygı, nefret gibi duygulardan kaynaklanır. Bilişsel davranışlar ise, bilme, akıl yürütme, problem çözme, duyumlama, algılama, duyusal uyum yapma gibi zihinsel etkinliklerden oluşur [24].

Çizelge 3.3'de kullanıcının psikolojik yapısından kaynaklanan ve yapı tarafından karşılanması beklenen kullanıcı gereksinmeleri görülmektedir:

Çizelge 3.3: Kullanıcının psikolojik yapısından kaynaklanan, yapı tarafından karşılanması gereken gereksinmeler [24].

Psikolojik Yapı	**Gereksinmeler**
Psikomotor Davranış	Davranış özelliklerine uygun yaşayabilme Yapılması istenen yada gereken devinimleri sorunsuz uygulayabilme
Duyuşsal Davranış	Olumlu duygulara sahip olma
Bilişsel Davranış	Zihinsel eylemleri sürdürebilme

3.1.1.3 Sosyolojik gereksinmeler

İnsanın sosyolojik yapısını; gruplar, normlar ve sosyalleşme süreci oluşturur. Gruplar; etkileşim durumunda olan, bir arada bulunan, birden çok sayıda insandan kuruludur. Normlar; grup oluşturan kişilerin, ortak olarak benimsedikleri değer ve kurallardır. Din, ahlak, örf ve adet, moda, hukuk gibi kavramlar yaşamın normlarıdır. İnsanın normlara uygun biçimde davranmaları; sosyalleşme süreci sonunda mümkün olur. Sosyalleşme süreci ile birlikte; birey, kendi eylemlerini, toplumun isteklerine göre denetleyebilir [24].

Çizelge 3.4'de kullanıcının sosyolojik yapısından kaynaklanan ve yapı tarafından karşılanması beklenen kullanıcı gereksinmeleri görülmektedir:

Çizelge 3.4: Kullanıcının sosyolojik yapısından kaynaklanan, yapı tarafından karşılanması gereken gereksinmeler [24].

Sosyolojik Yapı	**Gereksinmeler**
Gruplar	Grup içinde yaşama Grup oluşturma Gruplar arası ilişki kurma
Normlar	Norm oluşturma ve normlara uyma
Sosyalleşme Süreci	Sosyalleşme süreci geçirme Sosyalleşme süreci ile birlikte, inanç, tutum oluşturma, kişilik geliştirme Eğitim, statü, meslek, gelir, entelektüel düzey ile belirli bir sosyal sınıfın üyesi olma İçinde bulunduğu toplumun kültürel yapısını özümseme

3.1.2 Doğal Çevre Etmenleri

Bitkilendirilmiş çatı sistemi tasarımına girdi sağlayan doğal çevre etmenleri; iklimsel etmenler ve yük oluşturan etmenler olmak üzere iki başlıkta incelenebilirler.

3.1.2.1 İklimsel etmenler

Bitkilendirilmiş çatı sistemini etkileyen iklimsel etmenler; güneş ışınları, iç-dış ortam sıcaklık farkları, mevsime bağlı yıllık yağış oranları ve şekli, iç-dış ortam buhar basıncı farkı, yıllık kuraklık periyotları, rüzgar ve yıldırım-şimşek olaylarıdır [24].

Güneş ışınları çatıyı etkileyen en önemli iklimsel etmenlerden biridir. Güneşten gelen kızıl ötesi ışınlar çatı yüzey sıcaklığını arttırmakta, mor ötesi ışınlar ise organik malzeme özelliklerine zarar verir. Çatıyı etkileyen en önemli iklimsel etmenlerden biri güneş ışınımları olduğundan dolayı, kızılötesi ve morötesi ışınların çatı yüzeyini doğrudan etkilemesinin engellenmesi, buna bağlı olarak yüzey sıcaklığı artışının durdurulması ve sistemde bulunan organik malzemelerin kullanım ömürlerinin artırılması gerekir. Güneş ışınımlarının etkileri azaltılmadığı taktirde, yüzey sıcaklıkları artar, dış ortam sıcaklığı iç ortamdan fazla olduğunda, iç ortama doğru ısı akımı oluşur ve sistemi oluşturan malzemelerin genleşme katsayılarına bağlı olarak, malzemelerde yorulmalara bağlı bozulmalar oluşur. Ayrıca yüzey sıcaklıklarının artması, Bölüm 2.4.1'de açıklandığı gibi kent ısı adası etkisinin en önemli nedenidir.

Bu etkileri azaltmak için bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan katmanlar; bitki ve bitki taşıyıcı katmandır. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan bitki katmanının; en önemli görevi, güneşten gelen kızıl ötesi ışınların çatı yüzey sıcaklığını arttırmasını engellemek yada bu etkiyi azaltmaktır. Evapotranspirasyon yöntemi sayesinde bitki yapraklarında ve bitki taşıyıcı katmanda depolanan su molekülleri buharlaşır. Bu sayede çatı yüzeyini ve dolayısıyla iç ortam konfor koşullarını etkileyen ısı miktarı azalır. Evapotranspirasyon haricinde bitkilerin gölgeleme etkisini de bitki yapraklarının ve bitki taşıyıcı katmanın nemli kalarak yüzey sıcak artışlarının engellenmesine katkısı bulunur [18]. Bu katmanlar ve bu katmanlarda kullanılan malzemelerle ilgili bilgiler Bölüm 3.2.3.1 ve Bölüm 3.2.3.2'de verilmiştir.

Bina iç ve dış ortam sıcaklık farklarının olması durumunda, sıcaklığın yüksek olduğu ortamdan, sıcaklığın düşük olduğu ortama doğru ısı akımı oluşur. Oluşan bu akım, genellikle yaz aylarında, dış ortamdan, kullanıcının ısıl konfor koşullarının sağlanması için soğutma enerjisinin kullanıldığı iç ortama; kış aylarında ise ısıtılan iç ortamdan dış ortama doğrudur. Kullanıcı konfor koşullarının, oluşan ısı akımından dolayı olumsuz etkilenmemesi için, oluşacak olan ısı akımı kontrol edilmelidir. Isı akımı kontrol edilmediği taktirde; ısı geçişi kontrolü düzenlenemeyerek iç-dış ortam sıcaklık farkları korunamaz. Bu durumda iç ortam konfor koşulları mevsime bağlı değerlerin çok altında yada üstünde kalarak bozulmuş olur. Ayrıca ısı yalıtım katmanının kullanılmaması, bitkilendirilmiş çatı sistemini oluşturan genleşme katsayısı yüksek malzemelerde, sıcaklık artış ve azalışlarındaki yorulmalara bağlı olarak bozulmaların oluşmasına neden olabilir. İç-dış ortam arasındaki sıcaklık farkından dolayı oluşacak olan ısı akımı nedeni ile sıcak mevsimlerde bina içi soğutma enerjisi, soğuk mevsimlerde ise bina içi ısıtma enerjisi ihtiyaçları artar. Çatıda ısı akımını kontrol etmek için, belirli düzeyde ısı geçişini engelleyen, istenilen düzeyde iç ortam sıcaklığı sağlayan ve bu sayede binada kullanılan ısıtma-soğutma enerjilerinin azalmasına katkı sağlayan bir ısıl direnç faktörü oluşturulmalıdır. Bu faktör; ısı yalıtım malzemesi, kullanılan malzemelerin ısı iletkenlik katsayısının düşük olması ve bitki taşıyıcı katmanın ısı depolama özelliği sayesinde sağlanabilir.. Isı yalıtım katmanı ve malzemeleri ile ilgili detaylı bilgi Bölüm 3.2.3.7'de verilmiştir.

Mevsime bağlı yıllık yağış oranlarına, bitkilendirilmiş çatı sulama sistemleri ve çevre binalardan gelen su miktarlarına bağlı olarak, çatıda toplanan yağış suları çatı sistem bileşenlerini ve dolayısıyla kullanıcı gereksinmelerini olumsuz etkiler. Çatı sisteminde, yağış suyuna karşı geçirimsizlik sağlanmalıdır. Su yalıtım malzemesinin kullanılmaması durumunda, bahsedilen etmenlerle çatı yüzeyine gelen su, çatı alt sistem malzemelerine ve bina iç ortamına ulaşır. Bitkilendirilmiş çatı sistemini oluşturan katmanlardan özellikle ısı yalıtım katmanını oluşturan malzemelerin bünyesine su alması ile birlikte, suyun donarak hacimce genişlemesine ve bunun sonucunda malzemenin ısı iletkenlik direncinin azalmasına neden olacağı bilinmektedir. Bunun sonucunda, ısı yalıtım malzemesi de işlevini yerine getiremez duruma gelir Ayrıca, çatı üzerine gelen yağış suları, belirli noktalarda toplanarak en kısa yoldan güvenli bir biçimde çatıdan uzaklaştırılmalıdır [24]. Çatılarda yağış sularının, sudan etkilenen alt sistem katmanlarına ve iç ortama geçmesini engellemek için su yalıtım katmanı kullanılır. Suyu binadan hızla uzaklaştırmak için eğim betonu ve yağmur suyu uzaklaştırma sistemi, sisteme dahil edilebilir. Su yalıtım katmanı ve malzemeleri ile ilgili detaylı bilgi Bölüm 3.2.3.6'da verilmiştir.

Bina iç ve dış ortamı arasındaki buhar basıncı farkı nedeni ile, buhar basıncının yüksek olduğu ortamdan az olduğu ortama doğru su buharı akımı oluşur. Oluşan su buharı akımı kontrol edilmeli ve su buharı akımına bağlı oluşacak olan yoğuşma önlenmelidir. Su buharı; sistem bileşenlerinden yoğuşmadan geçtiği taktirde sorun yaratmaz. Ancak katman malzemeleri yüzeylerindeki sıcaklık değerleri ve nem miktarının değişmesi sonucu malzeme yüzeyinde terleme yada bünyesinde yoğuşma meydana gelebilir. Bu durum; yine ısı yalıtım malzemesi gibi bünyesine su aldığında malzeme fiziksel özelliklerinde bozulma olan açık gözenekli malzemeler için sakınca oluşturur. Çatı sistemlerinde su buharı kontrolü üç yöntemle sağlanır. Bu yöntemler; buhar geçirimsiz malzeme kullanılması, nefes alan çatı sistemleri ve havalandırmalı çatı sistemleridir. Bu yöntemler ile ilgili detaylı bilgi Bölüm 3.2.3.8'de verilmiştir. Ayrıca; buhar geçirimsiz malzemeler Şekil 3.11'de sınıflandırılmıştır.

Yıllık kuraklık dönemi periyotlarında, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde bulunan bitki katmanının su ihtiyacı için önlem alınmalıdır. Gerekli önlem alınmazsa çatıda bulunan bitkiler ölür ve bitkilendirilmiş çatı sistemi fonksiyonunu yitirir. Yağışlar ve çevre binalardan gelen su, bitkinin kurak dönemlerde ihtiyacını karşılaması için depolanmak zorundadır. Sistemde kullanılan drenaj katmanı bu işlevi karşılar. Drenaj

katmanı ile ilgili detaylı bilgi Bölüm 3.2.3.4'te verilmiştir. Drenaj katmanı malzemeleri ise Şekil 3.7'de sınıflandırılmıştır.

3.1.2.2 Yük oluşturan etmenler

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde yük oluşturan etmenler; yerçekiminden dolayı sistemin kendi ağırlığı, rüzgar yükü, deprem yükü, birikmiş kar ve yağmur suyu yükü, darbe yükü ve kullanıcı yükleri olarak sıralanabilir [22].

Sistemin kendi ağırlığı sabit yük olarak kabul edilmektedir. Özellikle, çatı ve bina taşıyıcı sistemi yapımından önce yapılan hesaplarda, kullanılan bitkilendirilmiş çatı sistemi tipine göre, bitki taşıyıcı katmanın ağırlığına dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunun haricinde, bitki katmanında kullanılan bitki türlerinin ağırlığı ve drenaj katmanında depolanan suyun ağırlığı da hesaplara dahil edilmelidir. Noktasal sabit yükler, (ağaç yada bahçe ekipmanları vs.) hesaplara ayrı olarak katılmalı ve bu yüklerin altındaki, basınç dayanımına karşı yeterli dayanıklılıkta olmayan malzemelerde önlem alınmalıdır.

Rüzgar yükü, deprem yükü ve birikmiş yağış suyu miktarı ile yönüne bağlı olan yükler binayı etkileyen yatay yükler olarak da adlandırılırlar. Rüzgarın çatıya pozitif ve negatif basınç etkisi vardır. Rüzgarın binaya çarptığı yöndeki yüzeyde pozitif basınç, diğer yöndeki yüzeyde ise negatif basınç oluşur. Bu sayede rüzgar yönü ve şiddetine göre, sistem dahilindeki herşeye zarar verebilir. Bitkilendirilmiş çatı sisteminde serme yöntemi ile uygulanan malzemelere rüzgar etkisi nedeni ile dikkat edilmesi gerekmektedir. Özellikle köşe ve kenar yüzeyleri, yüksek basınç etkisi altındadır. Bu nedenle bu alanlara, serilerek uygulanan malzemelerin uçmasını engelleyecek önlemler alınmalıdır. Peyzaj tasarımı sırasında köşe ve kenar alanlarına çakıl yada benzeri ağır malzemelerin yerleştirilmesi bu konuda alınabilecek önlemlerdendir [22].

Yağış miktarına bağlı oluşan yükler, bitkilendirilmiş çatı sisteminde kullanılan bitki taşıyıcı katman malzemesi ve drenaj katman malzemesi ile ilişkilidir. Bu malzemelerin su tutma özelliği, çatıda tutulacak olan su miktarını ve dolayısıyla, çatı taşıyıcı sistemine gelen yükü belirler.

Bitkilendirilmiş çatı sistemini etkileyen hareketli yükler ise çatı kullanıcıları, kar yükü ve sabit olmayan bitkilendirilmiş çatı ekipmanlarından oluşur. Statik hesaplar

yapılmadan önce, kamusal kullanıma açık olup olmadığı ve kullanılacak olan ekipman ve mobilyaların boyut ve ağırlıklarının kararına varılmalıdır. Bölüm 3.2.3.2'de bitkilendirilmiş katman malzemeleri ve bu malzemelerin ağırlıkları ile ilgili bilgi verilmiştir.

Çatı sistemini etkileyen bu yüklerin bina düşey taşıyıcı elemanlarına aktarılabilmesi ve bu sayede çatının ayakta kalabilmesi için bir çatı taşıyıcı sistem bileşeni bulunması gerekir. Bu bileşen sistemde bulunmadığı taktirde, sistemin taşınabilmesi mümkün değildir. Çatı taşıyıcı sistem bileşenleri ile ilgili detaylı bilgi Bölüm 3.1.3.9'da verilmiştir.

3.1.2.3 Bitkilendirilmiş çatı sisteminin işlevini sürdürebilmesi için gerekli olan katmanların belirlenmesi

Kullanıcı gereksinmeleri ve iklimsel etmenlere bağlı olarak ortaya çıkan bitkilendirilmiş çatı sistem katmanları haricinde, sistemin işleyişini sürdürebilmesi için gerekli olan bazı katmanlar da bulunmaktadır.

Güneş ışınımlarının etkisi nedeni ile kullanılan bitki taşıyıcı katmandan gelen malzeme tortularının, drenaj katmanında ve drenaj sistem elemanlarında tıkanmaya yol açmasını engellemek için filtre katmanı kullanılmalıdır. Drenaj katmanının tıkanması, bu katmanın drenaj işlevini yerine getirememesine neden olur. Bu durumda çatıya gelen fazla suyun uzaklaştırılmaması sonucunda da hem bina taşıyıcı sistemine fazla yük gelmesine hem de yüzeyde biriken fazla suyun bitki katmanına zarar verip, çürümesine neden olacaktır [22]. Bu nedenle kullanılabilecek olan filtre katman malzemeleri ile ilgili detaylı bilgi Bölüm 3.1.3.3'de verilmiştir.

Kurak mevsimlerde, güneş ışımınlarının etkisi nedeni ile kullanılan bitki katmanının su ihtiyacının karşılanması ve fazla yağış olan dönemlerde ise çatıda biriken suyun fazlasının çatıdan kısa zaman içerisinde uzaklaştırılması gerekir. Bu koşullar sağlanamadığı taktirde, kurak mevsimlerde, çatıda su ihtiyacı olan bitkiler ölür. Yağışlarla gelen suyun çatıdan uzaklaştırılamaması durumunda ise, çatı yüzeyinde birikecek olan bitkilerin ihtiyacından fazla olan su; bitkilerin çürümesine neden olur ve bitkilendirilmiş çatı sistemi işlevini yitirir. Bu durumların oluşmaması için bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde drenaj katmanı kullanılabilir. Drenaj katmanı yağış dönemlerinde çatıya gelen suyun bir miktarını, kurak dönemlerde bitkilerin ihtiyacını

karşılamak için depolar fazla suyu ise uzaklaştırır. Drenaj katman malzemeleri ile ilgili detaylı bilgi; bölüm 3.1.3.4'de verilmiştir.

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde mevsimlere bağlı yıllık yağış oranlarından dolayı sistemde kullanılan su yalıtım katmanının bitki köklerine karşı dayanıklı olmasının sağlanması gerekir. Bu koşul sağlanamadığı taktirde, bitki kökleri suyu takip ederek, su yalıtım katmanına zarar verirler. Su yalıtım katmanında oluşacak olan delik yada yırtık gibi hasarlar bu katmanın ve dolayısıyla sistemin işlevini yitirmesine neden olur. Bu nedenle bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kök tutucu katman kullanılmalı yada su yalıtım katmanı köklere karşı dayanıklı hale getirilmelidir. Kök tutucu malzemelerle ilgili detaylı bilgi; bölüm 3.1.3.5'de verilmiştir.

3.1.3 Malzeme, bileşen ve özellikleri

Bu bölümde bitkilendirilmiş çatı sisteminde kullanılabilecek olan katmanların görevleri açıklanmış ve ülkemizde bu katmanı oluşturmak kullanılabilecek malzemeler çeşitli kaynaklar ve firma bağlantıları ile toparlanarak SfB bina sınıflandırma sistemi mantığına göre yeniden sınıflandırılmıştır [27].

Ek A.1 numaralı çizelgede; bitkilendirilmiş çatı sistemleri ile ilgili bir performans analiz tablosuna yer verilmiştir. Bu tabloda; kullanıcı gereksinmeleri, doğal çevre etmenleri, performans analizi, performans gereksinmeleri, malzeme-bileşen ve önlem isimli beş sütun ve belirtilmiş olan malzemelerin fiziksel özelliklerini içeren sütunlar bulunmaktadır. İlk iki sütunda, kullanıcı gereksinmeleri ve doğal çevre etmenleri arasındaki ilişki kurulmuş, performans analizi isimli sütunda ise bu etmenlere karşı önlem alınmadığı taktirde çatı sisteminde oluşacak olan hasarlardan ve kullanıcı konfor koşullarının etkilenme biçimlerinden bahsedilmiştir. Performans gereksinmeleri bölümünde ise, kullanıcı gereksinmelerini bu doğal çevre etmenlerinden korumak adına çatı sisteminin göstermesi gereken performans nitel olarak açıklanmış ve en son malzeme-bileşen ve önlem sütununda ise bu performans gereksinimini karşılama yöntemine yer verilmiştir.

Bu bölümde sistem içerisindeki görevleri ve ülkemizde kullanılabilecek olan türleri verilen malzeme ve bileşenlerin, fiziksel özellikleri ile ilgili bilgilere Ek A.1 numaralı çizelgeden ulaşılabilir. Örneğin ısı yalıtım malzemelerinden çekme polistren ısı yalıtım levhasının malzeme fiziksel özellikleri incelenmek istediğinde,

çizelge sonundaki onsekiz sütun ve istenilen malzeme satırı çakıştırılarak aşağıdaki çizelge 3.4'deki gibi sonuçlar elde edilebilir.

3.1.3.1 Bitki

Bitkilendirilmiş çatıda kullanılacak olan bitkinin seçimi; kullanılacak olan bitkilendirilmiş çatı sistemi tipine göre değişiklik gösterir. Yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde amaç; çeşitli nitelikli bitkilerin bir arada kullanılması ile birlikte özellikle estetik açıdan binanın değer kazanmasını sağlamaktır.

Seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde ise, kullanılan bitki tipleri; kendi varlıklarını sürdürebilen ve en az düzeyde bakım gerektiren bitkilerden olmasından dolayı; amaç daha çok estetikten çok ekolojiktir [22].

Seçilen bitkilendirilmiş çatı tipinin haricinde; sistemde kullanılacak olan bitkinin seçiminde, çatının bulunduğu iklimsel koşulların iyi değerlendirilmesi bitki sağlığı açısından önemlidir. Bölgenin sıcaklık ortalamaları, en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri, rüzgar yönü ve miktarı, mevsimlere bağlı yıllık yağış ortalamaları gibi iklimsel etmenler dikkate alındığında, bitki seçimi daha sağlıklı yapılmış olur.

Ayrıca çatı tasarımı dikkate alındığında çatı mobilyaları ve özellikle baca yerleşimleri bu elemanların etrafında kullanılacak olan bitki türlerini etkiler. Gaz emisyonlarından etkilenen bitki türlerinin baca çıkışlarına yakın konumlandırılmaması gerekir [22].

Kullanılacak olan bitki türlerinin karakteristik özellikleri de, bu bitki türlerinin seçiminde etkilidir. Kullanılacak olan farklı türlerdeki bitkilerin kök salınım hızları, üreme hızları, su ihyiyaçları birbirleri ile uyumlu olmak zorundadır.Örnek olarak; kök salınım hızı yüksek olan bitkiler, eğimli çatılarda, bitki taşıyıcı katman erozyon riskini en alt düzeye indirse de bu özelliğe sahip olan bitkilerin, daha kısa ömürlü oldukları bilinmektedir.

Benzer bir örnekte; sedum tipindeki kayalık bölge bitkileri; özellikle seyrek bitkilendirilmiş çatı tiplerine en uygun bitkiler olarak en az seviyede bakım gerektiren türler olsalar da, çimen ve çeşitli estetik açıdan değerli çalı türleri ile üreme ve gelişim konusunda uyumsuzlardır. Bu nedenle birlikte kullanılamazlar.

Verilen örneklerde görüldüğü üzere, seçilecek bitki tiplerinde istenilen özelliklerin optimizasyonu sağlanmalıdır [22].

Bitkilendirilmiş çatı sisteminde kullanılan bitki türleri yedi grupta incelenirler. Bunlar; yosunlar, tek yıllık otsular, çok yıllık otsular, çimler, soğanlı-yumrulu ve rizomlu bitkiler, sukkulentler ve kısa boylu odunsular olarak isimlendirilir [26].

Ülkemiz doğa ve iklim koşullarında, seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılabilecek olan bitki türleri bu gruplandırmaya göre; çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5: Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan bitki türleri [26].

Yosunlar	
Brachytecium rutabulum	Ceratodon purpureus
Bryum argenteum	Campothecium sericeum
Tek Yıllık Otsular	
Anthemis tinctoria	Hieracium pilosella
Arabiodpsis thaliana	Holosteum umbellatum
Arenaria serpyllifolia	Medicago lupulina
Campanula rotundifolia	Potentilla argentea
Cardamine hirsuta	Senecio vernalis – vulgaris
Centaurea scabiosa	Tragopogon dubius
Cerastium pumilum ssp pallens	Trifolium campestre
Chrysanthemum sp	Tunica prolifera
Daucus carota	Veronica arvensis
Erigeron annuus	Vicia sativa
Galium verum	Verbascum thapsus
Çok Yıllık Otsular	
Achillea nobilis	Inula conyza
Anthemis tinctoria	Iris germanica
Anthericum liliago	Linaria vulgaris
Anthyllis vulneria	Linum perenne
Arthemisia campestris	Lychnis viscaria
Aster linosyris	Ononis repens
Cerastium holosteoides	Plantago Ianceolata

Dictamnus albus	Rumex acetosella
Dianthus deltoides	Senecio erucifolius
Epilobium angustifolium	Solidago gigantea
Gallium album	Taraxacum officinale
Garanium sanguineum	Trifolium pratense
Herniaria glabra	Veronica serpyllifolia

Çizelge 3.5: (Devam) Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan bitki türleri [26].

Çimler	
Agrostis tenuis	Phleum phleoides
Avenella flexuosa	Poa bulbosa, P.pratensis
Bromus mollis, B.sterilis	Stipa capillata, S. Pennata
Festuca rubra, F. Ovina, F. Tenuifolia	Vulpia myurus
Melica ciliata	
Soğanlı, Yumrulu ve Rizomlu Bitkiler	
Allium Schoenoprasum	Tulipa sp.
Muscari sp.	
Sukkulentler	
Sempervivum tectorum	Sempervivum marmoreum
Sempervivum ruthenicum	Sempervivum caucasicum
Sedum rupestre	Sedum acre
Sedum album	Sedum cauticolum
Sedum reflexum	Sedum kamtschatikum
Sedum sexangulare	Sedum spurium
Sedum ewersii	Sedum floriferum
Kısa Boylu Odunsular	
Calluna vulgaris	Genistra tinctoria
Cytisus scoparius	Helianthemum mummularium

3.1.3.2 Bitki taşıyıcı katman

Bu katmanın ana görevi; bitkilendirilmiş çatı sisteminde kullanılacak olan bitkinin gelişmesine ve hayatta kalabilmesini sağlamaktır [22].

Bu görevi haricinde bitki taşıyıcı katman çeşitli çevresel faydalara da katkısı büyüktür. Bir önceki bitki isimli başlıkta da açıklandığı gibi, bünyesinde tuttuğu su molekülleri sayesinde hem evapotranspirasyona katkıda bulunur hem de bitkinin kurak dönemlerde ihtiyacı olan suyu sağlar.

Enerji verimliliği (bkz. 2.4.2.1) başlığında açıklandığı üzere ise bitki taşıyıcı katman, boşluklu yapısı sayesinde yaz aylarında ısıyı bina iç ortamına daha az geçirerek, kış aylarında ise iç ortamdan dış ortama ısı akışını engelleyerek soğutma ve ıstma enerjilerinde %75'e varan oranlarda tasarruf sağlar [21].

Kullanılacak olan bitki taşıyıcı katmanın seçimi, bitki tipine göre çeşitlilik gösterir. Seçilen bitkini gelişimini ve hayatta kalmasını sağlayacak niteliklere sahip bir bitki taşıyıcı katman türü seçilmelidir.

Ülkemizde kullanılan bitki taşıyıcı katman malzemeleri, çizelge 3.6'daki gibi sınıflandırılabilir.

Çizelge 3.6: Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan bitki taşıyıcı katman malzemeleri [13].

Bitkisel Esaslı Bitki Taşıyıcı Katman Malzemeleri
Toprak Karışımları
İnorganik Esaslı Bitki Taşıyıcı Katman Malzemeleri
İnorganik Köpük Levhalar İnorganik Lifli Levhalar
Agrega Esaslı Bitki Taşıyıcı Katman Malzemeleri
Agrega Karışımları

Bitki taşıyıcı katmanın bitki karakteristiklerine uygun olması haricinde dikkat edilmesi gereken en önemli konu; taşıyıcı sisteme getireceği yüktür. Bu katman çeşitli bitkiler için farklı kalınlıklarda ve yoğunluklarda tercih edilmektedir. Bu nedenle metreküp başına sisteme getireceği yük minimum düzeyde olmalıdır. Kullanılacak olan malzemenin kuru ağırlığı ile beraber yağış ya da sulama sonrası su tutmuş halinin de çatı taşıyıcı sistem uygulamasında statik hesaplara dahil edilmelidir. Çatının tasarımı gereği, bitkinin ihtiyacından fazla kalınlıkta, bitki taşıyıcı katman kullanılmasının gerektiği durumlarda, bitki taşıyıcı katman

malzemesi yerine polistren dolgu gibi çok daha hafif malzemelerle istenilen yükseklikte bir altlık oluşturulabilir [22].

Çizelge 3.7'de ülkemizde kullanılabilen çeşitli bitki taşıyıcı katman malzemelerinin sisteme getirecekleri kuru ve nemli ağırlık ölçüleri verilmiştir:

Çizelge 3.7: Bitki taşıyıcı katman malzemelerinin çatı taşıyıcı sisteme getireceği ağırlıklar [13].

Malzeme	**Ağırlık (kg/m^3)**
İnce Kum	
Kuru	1,446.42
Nemli	1,928.56
Gübreli Sedir Yongalar	
Kuru	148.66
Nemli	208.93
Torf	
Kuru	154.28
Nemli	165.53
Göknar yada Çam Gövdesi Çürüntüsü	
Kuru	356.78
Nemli	535.10
Perlit	
Kuru	104.46
Nemli	520.71
Vermikülit	
Kuru	100.45
Nemli	320.78
Verimli Toprak	
Kuru	1,221.42
Nemli	1,253.56

3.1.3.3 Filtre katmanı

Günümüzde filtre katmanında, malzeme olarak örgü olmayan formda jeotekstiller tercih edilmektedir. Örgü olmayan jeotekstiller; hizalı yada düzensiz yerleşmiş olan çeşitli uzunluktaki liflerden oluşmaktadır. Bu lifler ceşitli mekanik,kimyasal yada

ısısal etmenlerle bir araya getirilmiş olarak örtüyü oluşturabilirler. Ya da hammadde olarak kullanılan ağacın kendi yapısal niteliği sayesinde doğal hali korunarak üretilebilir [22].

3.1.3.4 Drenaj katmanı

Çatıya gelen suyun bir kısmının bitkilerin su ihtiyacı için depolanması, fazla suyun ise binadan uzaklaştırılması için drenaj katmanı ve drenaj sisteminin kullanılması gerekmektedir. Çatıya gelen fazla suyun depolanmaması bitkilerin su ihtiyacı olan dönemlerde ihtiyaçlarını karşılayamamalarına ve ölmelerine neden olur. Fazla suyun uzaklaştırılmaması da hem bina taşıyıcı sistemine fazla yük gelmesine hem de yüzeyde biriken fazla suyun bitki katmanına zarar vermesine neden olacaktır [22].

Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılabilecek olan drenaj katman malzemeleri ile ilgili sınıflandırma Çizelge 3.8'de verilmiştir:

Çizelge 3.8: Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan drenaj katman malzemeleri [22].

Agrega Esaslı Drenaj Malzemeleri
Çakıl – İnce Çakıl
Ponza Taşı
Sert Tuğla - Kiremit Kırıkları
Mıcır, Cüruf
Polimer ve Kauçuk Esaslı Drenaj Malzemeleri
Dokuma Olmayan Jeotekstil Keçe
Polietilen Levha
Polistren Levha
Kompozit Drenaj Malzemeleri
Sentetik Polimer Tel Levha + Tek Yada Çift Yönlü Örgüsüz Jeotekstil

3.1.3.5 Kök tutucu katman

Kök tutucu katmanın kullanım amacı; başta su yalıtım katmanı malzemesi olmak üzere, bitki köklerinin zarar vereceği ve işlevini yitirmesine neden olacağı katmanlara ve malzemelere ulaşmasını engellemektir. Kök tutucu katman iki şekilde oluşturulabilir. İlk yöntem diğer katmanlarda olduğu gibi bu gereksinim için bir

koruyucu malzemenin kullanılmasıdır. İkinci yöntem ise çatı taşıyıcı döşeme yada şap gibi beton yüzeylere çeşitli kimyasallar yardımı ile kök tutuculuk özelliğinin kazandırılmasıdır [22]. Ayrıca günümüzde bitkilendirilmiş çatı sistemleri örneklerinin bir çoğunda görüleceği üzere su yalıtım katmanı olarak kullanılan bitüm esaslı örtülere de köklere karşı dayanım özelliği kazandırılarak ayrı bir malzeme kullanmadan ekonomik çözüm üretme yöntemleri tercih edilmektedir.

Kök dayanımı konusunda, çeşitli bitkiler için fazladan önlem almak gerkebilir. Özellikle, bambu ve çin sazı gibi güçlü kök yapısına sahip olan bitkiler kullanıldığında, kök dayanım özelliği kazandırılmış su yalıtım malzemesi gibi uygulamalar yeterli olmayabilir. Bu durumda tercih edilmesi gereken seçenek, su yalıtım katmanının üstünde beton yüzeyler kullanarak bu yüzeylerin kök dayanımına karşı güçlendirilmesidir [13].

Bitki kökleri, bitki taşıyıcı katman içerisinde çeşitli doğrultularda yönleneceği için, sadece bitki bulunan bölümlerde kök dayanımı sağlanması yeterli olmaz. Tüm bitkilendirilmiş çatı sisteminin kök dayanımı sağlanması gerekir. Ayrıca örtü yada levha biçiminde kullanılan malzemelerin derz ve birleşim yerlerinde çeşitli dolu malzemeleri ve özel çözümler gerekebilir [22].

Kök tutucu katman malzemeleri çizelge 3.9'daki gibi sınıflandırılabilir;

Çizelge 3.9: Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan kök tutucu katman malzemeleri [22].

Polimer ve Kauçuk Esaslı Kök Tutucu Katman Malzemeleri
Plastik Levha (HDPE)
Bitümlü Örtü
Metal Esaslı Kök Tutucu Katman Malzemeleri
Çimento Esaslı Kök Tutucu Katman Malzemeleri
Kimyasal Katkılı Beton Yüzeyler

3.1.3.6 Su yalıtım katmanı

Bitkilendirilmiş çatı sistemi alt katmanlarının ve iç ortamın çatıyı etkileyen yağış sularından zarar görmemesi için su yalıtım malzemesi kullanılır. Su yalıtım malzemesi çatı sisteminin su geçirimsiz olmasını sağlar. Ayrıca çatıya biriken suyun

çatıda biraraya toplanması için eğim şapı ve biraraya toplanan suyun uzaklaştırılması için de yağmur suyu uzaklaştırma sistemleri kullanılabilir.

Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılabilecek olan su yalıtım katman malzemeleri çizelge 3.10'daki şekilde sınıflandırılabilir;

Çizelge 3.10: Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan su yalıtım katman malzemeleri [22].

Bitüm Esaslı Su Yalıtım Malzemeleri
Modifiye Bitümlü Örtüler
- APP Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malzemeleri
- SBS Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malzemeleri
Okside Bitüm
Polimer ve Kauçuk Esaslı Su Yalıtım Malzemeleri
Sentetik ve Polimer Esaslı Örtüler
- CSPE (Hipalon/TPO) – klorosulfone polietilen
- EPDM
- PVC
Poliüretan Esaslı Örtüler
Kauçuk Esaslı Örtüler
Çimento Esaslı Su Yalıtım Malzemeleri

3.1.3.7 Isı yalıtım katmanı

Isı yalıtım malzemelerini birbirinden ayıran en önemli özellik, ısı iletkenlik katsayılarıdır. TS 825'e göre ısı iletkenlik katsayısı; 0,060W/m^{2}K'den küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak kabul edilirler. Isı iletkenlik katsayısı; yapı elemanının iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı 1 ^{0}K olduğunda bileşenin bir metrekare yüzeyinden, yüzeye dik doğrultuda birim zamanda geçen ısı miktarını ifade eder [30].

Isı iletkenlik katsayısı haricinde, ısı yalıtım malzemesinin seçiminde, malzemenin mekanik dayanımı, boyutsal kararlılığı, sıcaklık dayanımı, yangın sınıfı, yoğunluğu, su emme katsayısı ve su buharı difüzyon direnç faktörü önem kazanır.

Isı yalıtım malzemelerinin basınç dayanımları; özellikle düşey yüklere maruz kalan, çatı ve döşeme gibi yapı elemanlarında önem kazanmaktadır. Noktasal yada yaygın yüklerin ısı yalıtım malzemesine zarar vermemesi için, özellikle basın mukavemeti yüksek ısı yalıtım malzemelerinin seçilmesinde fayda vardır. Isı yalıtım malzemelerinin su buharı difüzyon direnç katsayıları ve su emme oranları incelendiğinde, hiçbirinin yeterli seviyede buhar tutuculuk yada su geçirimsizlik özelliklerine sahip olmadıkları görülmektedir. Piyasada bahsedilen suya dayanıklı ısı yalıtım malzemelerinin de, zaman faktörü devreye girdiğinde, su ve buhar geçirimli olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, kullanılan ısı yalıtım katman malzemesinin çeşidine bakılmaksızın tüm bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde; su yalıtım malzemesi kullanılmalı ve buhar difüzyonunda yoğuşmaya karşı önlem alınmalıdır.

Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılabilecek olan ısı yalıtım malzemelerinin sınıflandırılması çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11: Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan ısı yalıtım katman malzemeleri [29], [30], [42].

İnorganik Esaslı Isı Yalıtım Malzemeleri
Cam Yünü
Taş Yünü
Seramik Yünü
Polimer ve Kauçuk Esaslı Isı Yalıtım Malzemeleri
Çekme Polistren
Genleştirilmiş Polistren
Fenolik Sert Köpük
Polüretan
PVC Köpük
Melamin
Bitkisel Esaslı Isı Yalıtım Malzemeleri
Ahşap Rende Levha
Doğal Mantar
Doğal Taş - Isı Yalıtım Malzemeleri
Genleştirlmiş Perlit

3.1.3.8 Buhar kesici katman

Buhar basınç farklarına bağlı olarak oluşacak su buharı akımının yoğuşmaması için alınan önlemler üçe ayrılır. İlk önlem buhar geçişini önleyecek bir buhar kesici katman kullanılmasıdır. Bir malzemenin su buharı geçirimsiziliği, su buharı difüzyon direnç faktörü(μ) ve malzemenin kalınlığı(d) ile belirlenir. TS 825 ve DIN 4108 standartlarında, bir malzemelerin buhar geçirimsiz olması için Sd değerinin 1500'den büyük olması gerektiği vurgulanmıştır [30]. Sd değeri; buhar geçirimsiz bir malzemenin buhar geçirimsiz hava tabakasına eşdeğer kalınlığını ifade eder. Sd'nin hesaplanması için, "Sd= μ.d" formülü kullanılır. Havanın su buharı difüzyon direnç faktörü(μ); 1 olduğundan dolayı, su buharının hava içinde katedeceği yol 1500 metreye eşdeğer olduğunda, o malzeme su buharı geçirimsiz kabul edilir. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde buhar kesici olarak kullanılan malzemeler çizelge 3.12'de sınıflandırılmıştır [29].

Çizelge 3.12: Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan buhar kesici katman malzemeleri [22], [26].

Bitüm Esaslı Buhar Kesici Katman Malzemeleri
Bitümlü Örtü
Polimer ve Kauçuk Esaslı Buhar Kesici Katman Malzemeleri
Polietilen Örtü PVC Örtü
Metal Esaslı Buhar Kesici Katman Malzemeleri
Metal Folyo – Alüminyum

Yoğuşmanın engellenmesi için alınacak olan ikinci önlem nefes alan çatı sistemleri oluşturmaktır. Bunun için özel buhar kesici malzemeler kullanılabilir. Bu malzemeler, gözenek boyutları sayesinde, buhar basınç farkları doğrultusunda, su buharının akışına kısmi olarak izin verirken suyun geçişine engel oluştururlar. Bu amaçla polietilen esaslı buhar kesici malzeme kullanılabilir [29].

Yoğuşmanın engellenmesi için alınabilecek son önlem ise havalandırmalı çatı sistemlerinin oluşturulmasıdır. Bu tip çatı sistemlerinde, özellikle ısı yalıtım katmanının üzerinde, çeşitli malzemelerden oluşan şerit elemanlar kullanılarak, sistem içinde bir hava boşluğu oluşturulur. Bu hava boşluğu dış ortam ile doğrudan

bağlantılıdır. Bu sayede; sistem içinde hareket eden su buharı, bu boşluktan dışarı atılarak sistem içinde yoğuşması engellenmiş olur [29].

3.1.3.9 Çatı taşıyıcı sistem bileşeni

Çatı taşıyıcı sistem bileşeninin işlevi; çatıdaki düşey yüklerin, bina taşıyıcı sistemine güvenli bir biçimde aktarılmasını sağlamaktır [31].

Çizelge 3.13'de ülkemizde çatı sistemlerinde kullanılabilecek olan çatı taşıyıcı sistem malzemelerinin sınıflandırılması verilmiştir.

Çizelge 3.13: Ülkemizde seyrek bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan çatı taşıyıcı sistem bileşeni malzemeleri [29].

Çimento Esaslı Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemeleri
Betonarme
Metal Esaslı Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemeleri
Çelik Hafif Çelik
Ahşap Esaslı Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemeleri
Ahşap

3.1.4 Yönetmelikler ve standartlar

Bu tez kapsamında, bitkilendirilmiş çatı sistemleri ve sistem dahilinde yer alan katman ve malzemeler ile ilgili yönetmelik ve standartlar bölgesel olarak sınıflandırılmıştır.

Avrupa'da geçerli olan standartlara bakıldığında Avrupa Standardizasyon Komitesi tarafından hazırlanan CEN standartları ele alınabilir. Bitkilendirilmiş çatı sistemleri ile ilgili CEN standartlarında doğrudan bir başlık bulunmamaktadır.

Çizelge 3.14: Çatı, çatı sistem elemanları ve malzemeleri ile ilgili Avrupa'da geçerli olan CEN standartları [Url-5]

EN 516:2006	Ön üretimli çatı elemanları, çatı çıkış ekipmanları ve yürüyüş yolları
EN 12056-3:2000	Bina içi drenaj sistemleri – Çatı drenaj sistemi ve hesaplanması

Çizelge 3.14: (Devam) Çatı, çatı sistem elemanları ve malzemeleri ile ilgili Avrupa'da geçerli olan CEN standartları [Url-5]

EN 1928:2000	Çatı için esnek su yalıtım malzemeleri - Bitümlü, plastik ve kauçuk levhalar.
EN 12311-1:1999	Çatı için esnek su yalıtım malzemeleri - Bitümlü, plastik ve kauçuk levhalar. Malzemenin çekme dayanımı
EN 1107-1:1999	Çatı için esnek su yalıtım malzemeleri - Bitümlü, plastik ve kauçuk levhalar. Malzemenin boyutsal kararlılığının belirlenmesi
EN 1108:1999	Çatı için esnek su yalıtım malzemeleri - Bitümlü, plastik ve kauçuk levhalar. Malzemenin sıcaklık değişimleri karşısındaki davranışının belirlenmesi
EN 1109:1999	Çatı için esnek su yalıtım malzemeleri - Bitümlü, plastik ve kauçuk levhalar. Malzemenin düşük sıcaklıktaki esneklik performansı
EN 1848-1:1999	Su yalıtımı için esnek levhalar. Uzunluk, genişlik ve dayanıklılığın belirlenmesi. Bölüm 1: Bitümlü levhalar.
EN 495-5:2000	Su yalıtımı için esnek levhalar. Uzunluk, genişlik ve dayanıklılığın belirlenmesi. Bölüm 2: Plastik ve kauçuk levhalar
EN 1931:2000	Çatı için esnek su yalıtım malzemeleri; Bitümlü, plastik ve kauçuk levhalar. Malzemenin su buhar geçirimsizlik performansı.
EN 12317-1:1999	Çatı için esnek su yalıtım malzemeleri; Bitümlü, plastik ve kauçuk levhalar. Malzemenin kesme dayanımı performansı.
EN 12317-1:1999	Çatı için esnek su yalıtım malzemeleri; Bitümlü, plastik ve kauçuk levhalar. Tanımlar ve karakteristik özellikler.
EN 12970:2000	Bina içi drenaj sistemleri – Bölüm 3: Çatı drenajı yerleşimi ve hesaplanması.
EN ISO 9229:2007	Isı yalıtımı - Tanımlar (ISO 9229:2007)
EN 13162:2001	Binalar için ısı yalıtım ürünleri – Fabrika yapımı mineral yünler.
EN 13163:2001	Binalar için ısı yalıtım ürünleri – Fabrika yapımı genleştirilmiş polistren.
EN 13164:2001	Binalar için ısı yalıtım ürünleri – Fabrika yapımı çekme polistren.
EN 13165:2001	Binalar için ısı yalıtım ürünleri – Fabrika yapımı rijit poliüretan ürünler.
EN 13165:2001	Binalar için ısı yalıtım ürünleri – Fabrika yapımı fenolik köpükler.
EN 13168:2001	Binalar için ısı yalıtım ürünleri – Fabrika yapımı ahşap rende ürünler.
EN 13169:2001	Binalar için ısı yalıtım ürünleri – Fabrika yapımı genleştirilmiş perlit.
CR 245:1986	Isı yalıtımı – Isı tutuculuk özelliklerine göre yapı malzemesi olarak kullanılan malzemelerin sınıflandırılması.
EN 13496:2002	Bina uygulamaları için ıs yalıtım malzemeleri; cam yünü malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi.

Türkiye'de ise Türk Standartları Enstitüsü'nün hazırlamış olduğu TSE standartları geçerlidir. CEN standartlarından birçoğu TSE standartlarına doğrudan aktarılarak kullanılmaktadır. Bitkilendirilmiş çatı sistemleri ile ilgili TSE standartlarında da herhangi bir yönetmelik ya da standart bulunmamaktadır.

Çizelge 3.15: Çatı, çatı sistem elemanları ve malzemeleri ile ilgili Türkiye'de geçerli olan TSE standartları [Url-6]

TS EN 1107-1	Esnek Levhalar- Su Yalıtımı İçin- Bölüm 1: Çatı Suyu Yalıtımı İçin Bitümlü Levhalar- Boyut Kararlılığının Tayini
TS EN 1108	Su yalıtım örtüleri-Çatı su yalıtımı amaçlı bitümlü örtüler-Sıcaklık çevrimi etkisi altında şeklini muhafaza edebilme özelliğinin tayini
TS EN 1109	Esnek Levhalar- Su Yalıtımı İçin- Çatı Suyu Yalıtımı İçin Bitümlü Levhalar- Düşük Sıcaklıkta Esnekliğin Tayini
TS EN 1110	Su yalıtımı için esnek levhalar - çatılarda su yalıtımı amaçlı bitümlü levhalar yüksek sıcaklıklarda akmaya mukavemet tayini
TS EN 12039	Su yalıtımı için esnek levhalar - çatılarda su yalıtımı amaçlı bitümlü levhalar - granüllere yapışma tayini
TS EN 12310-1	Esnek Su Yalıtım Levhaları- Bölüm 1: Bitümlü Çatı Su Yalıtım Levhaları- Yırtılmaya Karşı Direncin Tayini (Çivi İle)
TS EN 12311-1	Su Yalıtımı Amaçlı Esnek Levhalar- Bölüm 1: Çatıların Su Yalıtımı İçin Bitümlü Levhalar- Çekme Özelliklerinin Tayini
TS EN 1848-1	Su Yalıtımı İçin Esnek Levhalar- Uzunluk, Genişlik ve Doğrultudan Sapmanın Tayini- Bölüm 1: Çatı Su Yalıtımı İçin Bitümlü Levhalar
TS EN 1849-1	Su Yalıtımı İçin Esnek Levhalar- Kalınlık ve Birim Alan Kütlesinin Tayini- Bölüm 1: Çatı Su Yalıtımı İçin Bitümlü Levhalar
TS EN 12311-2	Su sızdırmazlık amaçlı esnek levhalar - Yırtılmaya mukavemetinin tayini - Bölüm 2: Çatı sızdırmazlığı için plastik ve kauçuk levhalar
TS EN 12310-2	Su sızdırmazlık amaçlı esnek levhalar - Çekme özelliklerinin tayini - Bölüm 2: Çatı sızdırmazlığı için plastik ve kauçuk levhalar
TS EN 12730	Su sızdırmazlık amaçlı esnek levhalar - Çekme özelliklerinin tayini - Bölüm 2: Çatı sızdırmazlığı için plastik ve kauçuk levhalar
TS EN 1847	Su Yalıtımı İçin Esnek Levhalar- Çatılarda Su Yalıtımı İçin Bitümlü, Plâstik ve Lâstik Levhalar- Statik Yüklere Mukavemetinin Tayini
TS EN 13707	Esnek Levhalar - Çatılarda Su Yalıtımı İçin Plâstik ve Lâstik Levhalar - Su Dahil, Sıvı Kimyasallara Maruz Bırakma Metotları

Çizelge 3.15: (Devam) Çatı, çatı sistem elemanları ve malzemeleri ile ilgili Türkiye'de geçerli olan TSE standartları [Url-6]

TS EN 1928	Su yalıtımı için esnek levhalar - Çatılarda su yalıtımında kullanılan takviyeli bitümlü levhalar - Tanımlamalar ve özellikler
TS 3649	Perlitli Isı Yalıtımı Betonu-Yapım-Uygulama Kuralları ve Deney Metodları
TS 825 [29]	Binalarda Isı Yalıtım Kuralları
TS 11758-1	Polimer Bitümlü Örtüler - Su Yalıtımı İçin - Eritme Kaynağıyla Birleştirilerek Kullanılan - Bölüm 1: Özellikler
TS EN 13169	Isı yalıtım malzemeleri – Binalar için – Genleştirilmiş perlitten fabrikada imâl edilmiş mamuller (epb) – Özellikler
TS 901-1 EN 13162	Isı yalıtım mamulleri - Binalarda kullanılan - Fabrika yapımı mineral yün (MW) mamuller - Özellikler
TS EN 13166	Isı yalıtım mamulleri - Binalarda kullanılan - Fabrika yapımı mineral yün (MW) mamuller - Özellikler
TS EN 13167	Isı Yalıtım Mamülleri - Binalar İçin - fabrikasyon olarak imal edilen fenolik köpük (PF) - Özellikler
TS EN 13168	Isı Yalıtım Ürünleri- Binalarda Kullanılan- Fabrika Yapımı Cam Yünü Ürünleri- Özellikler
TS EN 13171	Isı Yalıtım Mamulleri-Binalarda Kullanılan-Fabrika Yapımı Odun Lifli (WF) Mamuller-Özellikler
TS EN 13496	Isı yalıtım malzemeleri - Yapılarda kullanılan - Cam elyaf esaslı donatı fileleri - Mekanik özelliklerin tayini
TS EN 13497	Isı yalıtım malzemeleri - Yapılarda kullanılan - Haricî kompozit ısı yalıtım sistemleri (ETICS) - Darbe dayanımı tayini
TS EN 1608	Isı Yalıtım Malzemeleri - Binalar İçin - Yüzeylere Paralel Çekme Mukavemetinin Tayini
TS 11989 EN 13164/A1	Isı Yalıtım Mamulleri-Binalar İçin-Fabrikasyon Olarak Ekstrüzyonla İmal Edilen Polistiren Köpük (XPS) – Özellikler
TS EN 13165/A1	Isı yalıtım mamulleri - Binalar için - Fabrikasyon olarak imal edilen sert poliüretan köpük (PUR) - Özellikler
TS EN 13166/A1	Isı Yalıtım Mamulleri-Binalar İçin-Fabrikasyon Olarak İmal Edilen Fenolik Köpük (PF) - Özellikler
TS EN 13167/A1	Isı yalıtım ürünleri – Binalarda kullanılan – Fabrika yapımı cam yünü ürünleri - Özellikler (Tadil 1)
200770265	Isı yalıtımı uygulama kuralları-Binalarda genleştirilmiş polistiren köpük (EPS) ile

Amerika'da, Amerika Malzeme ve Test Organizasyonu tarafından hazırlanan ASTM standartları geçerlidir. Bu standartlar kapsamında Avrupa'dan ve ülkemizde geçerli olan standartlardan farklı olarak bitkilendirilmiş çatı sistemleri ile ilgili çeşitli standartların ortaya konduğu ve halen üzerinde çalışılmakta olan bu konu ile ilgili çeşitli standartların olduğu görülür.

Çizelge 3.16: Bitkilendirilmiş çatı sistemi ilgili Amerika'da geçerli olan ASTM standartları [Url-7]

Konu ile ilgili tamamlanmış olan standartlar	
ASTM E2396-05 [35]	Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde drenaj katmanının su geçirimsizliği ile ilgili standart test metodu. (Fallin Head Yöntemi)
ASTM E2397-05 [36]	Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde statik ve dinamik yüklerin belirlenmesi ve etkileri ile ilgili standart.
ASTM E2398-05 [37]	Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde drenaj katmanının su tutuculuğu ile ilgili standart metodu.
ASTM E2399-05 [38]	Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde bitki taşıyıcı katman yoğunluğunun sisteme ölü yük olarak etikisi ile ilgili standart test metodu.
ASTM E2400-06 [39]	Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde bitki katmanının seçimi, uygulanması ve bakımı ile ilgili rehber.
Konu ile ilgili devam eden çalışmalar	
WK14283	Bitkilendirilmiş çatı sistemleri
WK575	Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin değerlendirilmesi
WK7319	Bitkilendirilmş çatı sistemlerinde bitki taşıyıcı katman olarak, kil ve arduvazın mineral içerikli malzeme olarak kullanımı

Asya ve pasifik ülkelerinde ise Japon Standardizasyon Komitesi'nin hazırlamış olduğu Japon Endüstriyel Standartları ve Singapur Standartları konu ile ilgili başlıca çalışmalar olarak kabul edilir. Her iki standartların içeriğinde bitkilendirilmiş çatı sistemleri ile ilgili bir başlık bulunmamaktadır.

Çizelge 3.17: Bitkilendirilmiş çatı sistemi ilgili Asya- Pasifik ülkelerinde geçerli olan standartlar [Url-8], [Url-9]

Japon Endüstriyel Standartları	
JIS A 5522:1975	Çatı drenajları
JIS A 6008:2002	Çatıda su yalıtımı için sentetik polimer
JIS A 6013:2005	Polimer katkılı bitümlü su yalıtım malzemeleri
JIS A 6508:1994	Bina bileşenleri – betonarme çatı ekipmanları
JIS Z 0301:1989	Buhar yalıtım metodları
Singapur Standartları	
CP 26 : 1983	Çatı drenaj sistemleri ile ilgili kurallar
SS 133 : 1987	Çatı su yalıtım sistemlerinde bitümlü emülsiyonlar

3.2 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Tasarım Aşaması

Bitkilendirilmiş çatı sisteminin tasarım aşamasında daha önceden de belirtildiği gibi performans yaklaşımına bağlı tasarım yöntemi uygulanmıştır. Doğal çevre etmenleri gözönünde bulundurulduğunda, kullanıcı gereksinmelerine bağlı olarak çatının performans gereksinmelerini yerine getirebilmesi için gerekli olan malzeme ve bileşenlerin belirlenmesi; bitkilendirilmiş çatı sistem tasarım sürecinin girdisi olarak kabul edilir.

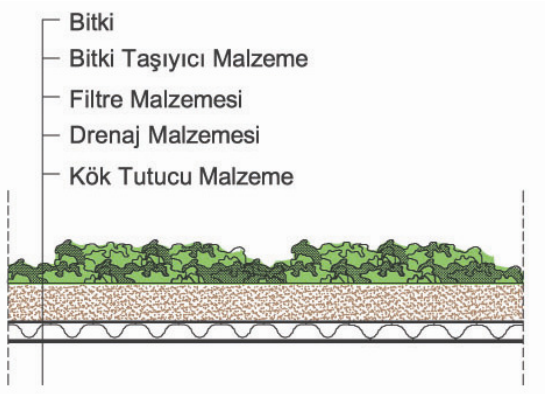
Tasarım aşamasında bileşen ve malzemeler ile, katmanlaşma modelleri oluşturulurken, ilk aşamada her katman bir performans gereksinmesini karşılayacak şekilde düşünülmüştür. İki performans gereksinmesinin tek katman tarafından karşılanabileceği durumlar da oluşabilir. Ya da piyasada iki bileşenin işlevini yerine getiren kompozit malzemeler de bulunmaktadır. Ancak Ek A.1'de verilen tasarım girdileri tablosuna bağlı kalarak, her performans gereksinmesini karşılayan katman bileşenleri ya da malzemeleri sisteme dahil edilmiştir. Ortaya çıkan sistemlerin değerlendirilmesi aşamasında, bazı katmanların görevi başka katmanlar tarafından da yerine getirildiği görüldüğü taktirde, katmanlar azaltılarak, iki performans gereksiminin tek katman tarafından karşılandığı bitkilendirilmiş çatı sistemleri ortaya çıkacaktır.

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılması gereken katmanlar tasarım girdileri bölümünde malzeme, bileşen ve özellikleri (bkz. 3.2.3) başlığında verilmiştir.

Her performans gereksiminin bir katman tarafından karşılanacağı bir bitkilendirilmiş çatı sisteminde bulunması gereken katmanlar; bitki, bitki taşıyıcı katman, filtre katmanı, drenaj katmanı, kök tutucu katman, su yalıtım katmanı, ısı yalıtım katmanı, buhar kesici katman ve çatı taşıyıcı sistem bileşenidir. Tasarım aşamasında bu katmanlardan, dış ortamdan iç ortama doğru sırasıyla; bitki, bitki taşıyıcı katman, filtre katmanı, drenaj katmanı ve kök tutucu katman bir paket olarak ele alınmıştır. Bunun nedeni; bu paket içerisindeki katmanların yer değiştirmesi sisteme olumlu herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Bitki katmanı ve bitki taşıyıcı katmanın model içindeki yeri literatürdeki tüm örneklerde sabittir. Bu katmanlarla ilgili bilgiler bölüm 3.2.3.1 ve 3.2.3.2'de detaylı olarak verilmiştir. Bu iki katmanın haricinde, drenaj katmanı; bölüm 3.2.3.4'de anlatıldığı üzere, bitkinin ihtiyacı olan suyu depoladığından ve fazlasını uzaklaştırdığından dolayı bitki taşıyıcı katmana yakın

olmalı ve en üst katmanlarla arasında suyun geçişini engelleyecek yada sudan zarar görecek malzemeler bulunmamalıdır. Bölüm 3.2.3.3'de detaylandırılmış olan filtre katmanı ise, bitki taşıyıcı katmandan gelen artıkların drenaj katmanına ulaşarak kanalları tıkamasını engellediğinden bitki taşıyıcı katman ve drenaj katmanı arasında olmak zorundadır. Kök tutucu katmanın ise görevi bitki köklerinin başta su yalıtım malzemesi olmak üzere katmanları oluşturan malzemelere zarar vermesini önlemektir. Bu katman Şekil 3.1'de görülen modelde bulunduğu konumunda olduğu taktirde, sıralama olarak altında bulunan sistemin diğer elemanlarını (su yalıtım malzemesi, ısı yalıtım malzemesi, buhar kesici katman malzemesi, çatı taşıyıcı sistem malzemesi) köklere karşı koruyarak sistem dahilindeki işlevlerini sürdürmüş olmalarını sağlar.

Bahsi geçen beş katman ve sistem içerisindeki sıralanışı Şekil 3.1'de örneklendirilmiştir. Sistemi oluşturan diğer katman malzemeleri kök tutucu katman malzemesi altına çeşitli seçenekler oluşturmaktadır.

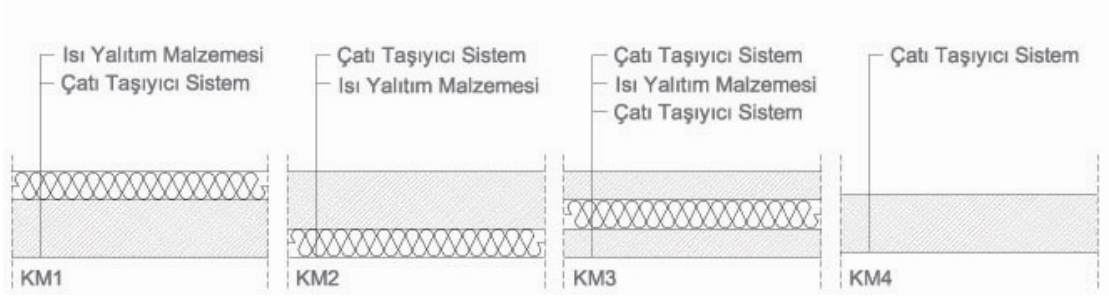


Şekil 3.1 : Bitkilendirilmiş çatı sistemi tasarımında paket olarak kullanılan beş katman ve bu katmanların sırası

Paket olarak kullanılan beş katman haricindeki katmanlar; çatı taşıyıcı sistem bileşeni, ısı yalıtım katmanı, su yalıtım katmanı ve buhar kesici katman olarak sıralanabilirler. Sistemin il olarak taşıyıcı sistemi belirlernir. Taşıyıcı sistem malzemesi kararı verildikten sonra, bitkilendirilmiş çatı sistemi uygulanacak olan binalar; ısıtılan yada ısıtılmayan binalar olarak ikiye ayrılabilir. Isıtılan bina tipolojileri; konut, ofis, sağlık merkezleri, spor merkezleri gibi örneklendirilebilir. Isıtılmayan bina tipolojilerine ait en önemli örnek ise otoparklardır. Bitkilendirilmiş çatı sistemleri son yıllarda özellikle otopark çatılarında tercih edilmektedir.

Ek A.2 numaralı çizelgede görülebileceği üzere, bina tipolojilerinin ikiye ayrılmasından sonra, çatıdaki yükleri bina taşıyıcı sistemine aktaran çatı taşıyıcı sistem bileşeni ile tasarıma başlanmıştır. Çatı taşıyıcı sistem bileşeninden sonra, sırası ile ısı yalıtım katmanı, su yalıtım katmanı ve buhar kesici katman sisteme çeşitli seçeneklerde dahil edilerek, tüm tasarım alternatifleri oluşturulmuştur.

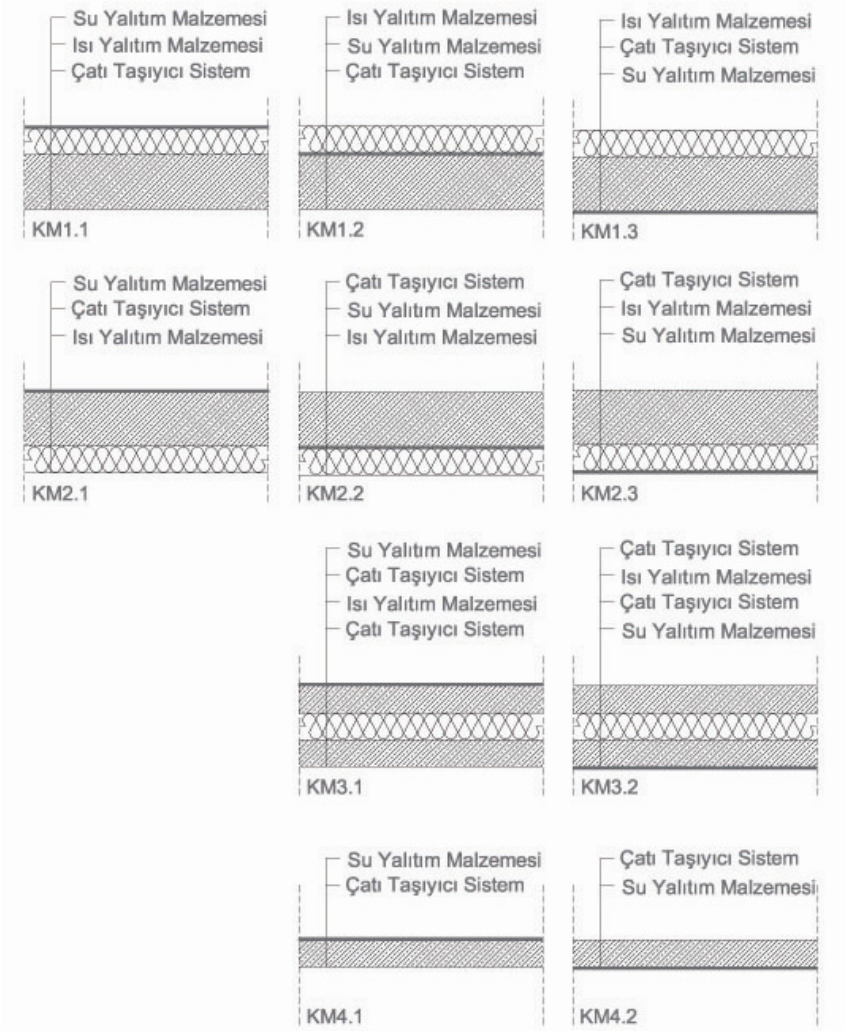
Isı yalıtım katmanı çatı taşıyıcı sisteminde üç şekilde yer alabilir. Taşıyıcı sistemin üzerinde, altında yada arasına ısı yalıtım katmanı uygulanabileceği gibi, daha önce bahsedilen ısıtılmayan bina tipolojilerinde ise ısı yalıtım katmanının kullanılmasına gerek yoktur. Ek A.2'de detaylı olarak görülebilecek olan tasarım alternatiflerine ısı yalıtım katmanının yer alma şekli Şekil 3.2'de basitçe açıklanmıştır.



Şekil 3.2 : Çatı taşıyıcı sisteme ısı yalıtım katmanının eklenmesi yada eklenmemesi durumunda oluşan katmanlaşma model tipleri

Şekilde de görüldüğü üzere, ısı yalıtım katmanının çatı taşıyıcı sistem bileşeni üzerinde olduğu durumlarda katmanlaşma modelinin kod numarası KM1, altında olduğu durumda KM2, arasında olduğu durumda KM3 ve ısı yalıtımsız binalarda ise KM4 ile başlamaktadır.

Çatı taşıyıcı sistem bileşeni ve ısı yalıtım katmanı ile oluşturulan bu dört alternatiften sonra su yalıtım katmanı sisteme eklenir. KM1'de ısı yalıtım katmanı üzerine, ısı yalıtım katmanı ve çatı taşıyıcı sistem bileşeni arasına ve çatı taşıyıcı sistem bileşeni altına su yalıtım katmanı gelebilir. Aynı yöntemle dört katmanlaşma modeli tipine su yalıtım katmanı eklendiğinde KM1 ve KM2 için üçer alternatif; KM3 ve KM4 için ise ikişer alternatif ortaya çıkar. Ek A.2, Ek A.3 ve Ek.A4'de detaylı olarak görülebilen bu katmanlaşma model alternatifleri Şekil 3.3' de basitçe gösterilmişlerdir.



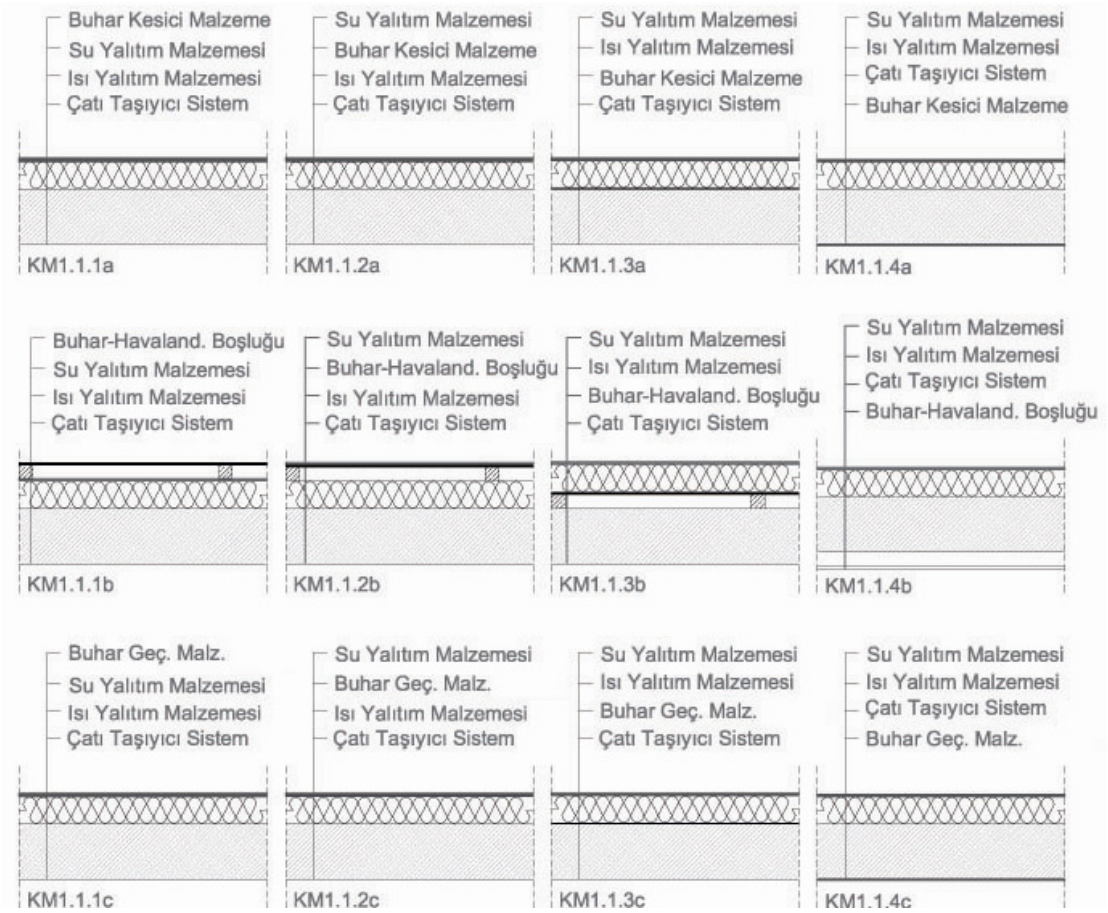
Şekil 3.3 : Çatı taşıyıcı sistem ve ısı yalıtım katmanına su yalıtım katmanının eklenmesi sonucunda oluşan katmanlaşma modelleri

Şekil 3.3'de KM1'e su yalıtım katmanının eklenmesiyle oluşan alternatifler ilk sırada KM1.1, KM1.2, KM1.3 kod numaraları kullanılarak verilmiştir. Aynı yöntem takip edilerek ikinci sıradaki katmanlaşma modelleri KM.2, üçüncü sıradaki katmanlaşma modelleri KM3, dördüncü sıradaki katmanlaşma modelleri ise KM4'e su yalıtım katmanının eklenmesi ile oluşturulup kod numaraları verilmiştir.

Oluşan on adet katmanlaşma modeline buhar kesici katman da aynı mantıkla eklenmelidir. Ancak bölüm 3.2.3.8'de anlatıldığı gibi buhar kesici katmanda durum diğer katmanlara göre farklıdır. Buhar basınç farklarına bağlı olarak oluşacak olan su buharı akımının katmanı oluşturan malzemelerin bünyesinde ve iç ortamda yoğuşmaması için üç çeşit önlem bulunmaktadır. Bu önlemlerden ilki buhar geçirimsiz malzeme kullanılmasıdır. İkinci önlem nefes alan çatı oluşturulmasıdır. Bu önlemin ilk önleme benzer yanı; iki önlemde de malzeme tabakası sisteme dahil

edilmektedir. İkinci önlemde kullanılan malzeme su buharı geçişine izin verirken, ilk önlemdeki malzemenin amacı su buharını geçirmemektir. Buharı akımının yoğuşmaması için alınabilecek son önlem ise havalandırmalı çatı oluşturulmasıdır. Bu önlemde de sistem içerisinde çeşitli yardımcı elemanlarla bir hava boşluğu bırakılır. Bu hava boşluğu sayesinde su buharı akımı malzemeleri etkilemeden dış ortama verilir [28]. Bitkilendirilmiş çatı sistemi tasarım aşamasında, buhar kesici malzemeler sisteme eklenirken, nefes almayan, havalandırmalı ve nefes alan çatılar olarak üç kategoride ele alınmıştır. Şekil 3.3'te de görülebileceği gibi ortaya konulan katmanlaşma modellerine buhar geçirimsiz malzeme, havalandırma boşluğu ve buhar geçirimli malzeme eklenerek, her modelin üç farklı kombinasyonu oluşturulmuştur.

Bu süreçte oluşan tüm alternatifler ve oluşma aşamaları; Ek A.2, Ek A.3 ve Ek.A4'de detaylı olarak takip edilebilir. Buhar kesici katmanın sisteme eklenmesinin örneklenmesi adına KM 1.1'den üretilen alternatifler; şekil 3.4'te verilmiştir.

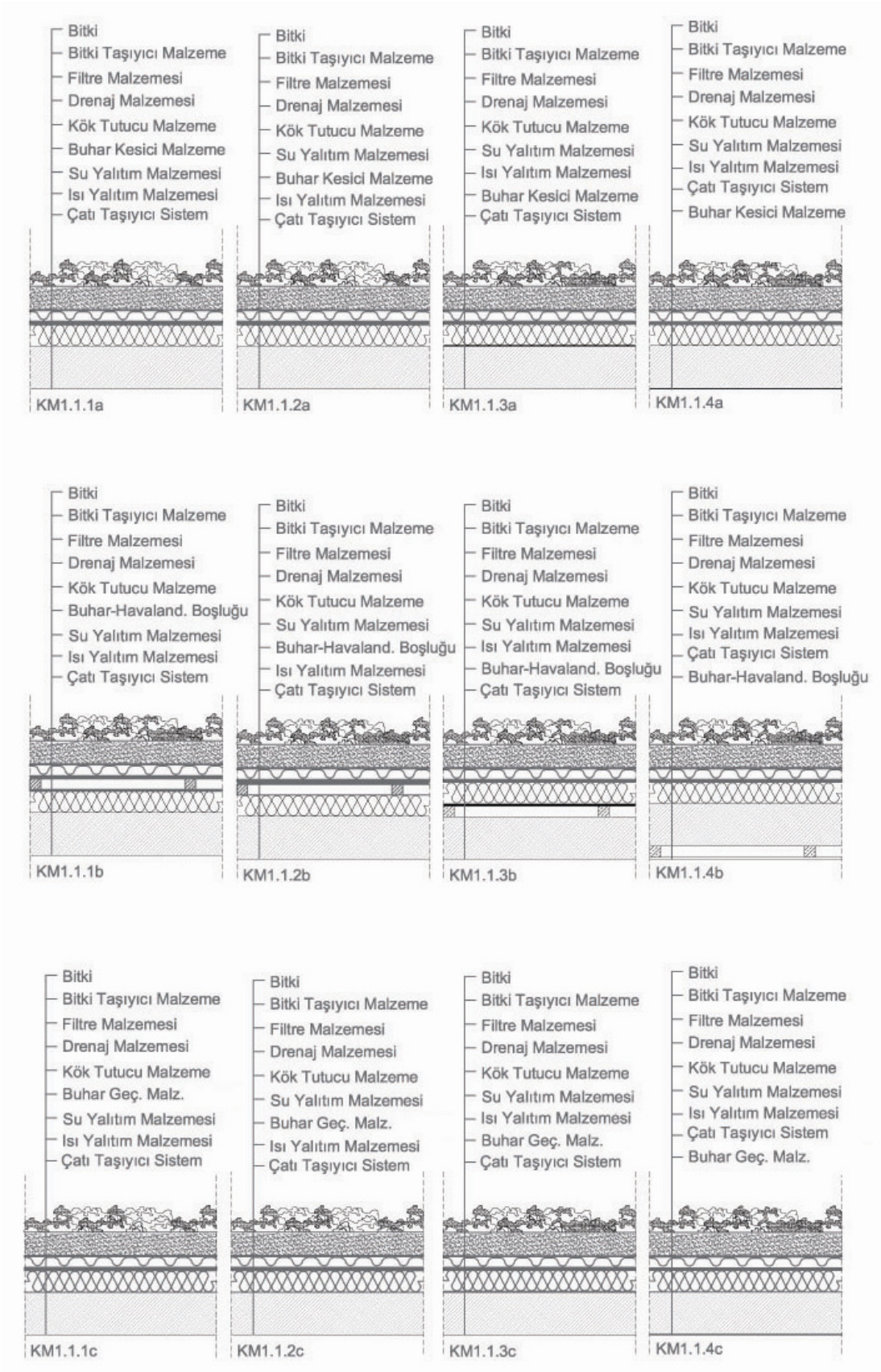


Şekil 3.4 : Çatı taşıyıcı sistem, ısı yalıtım katmanına ve su yalıtım katmanına buhar kesici malzeme, buhar boşluğu ve buharı geçiren malzemenin eklenmesi sonucunda oluşan katmanlaşma model örnekleri

Şekil 3.4'de verilen katmanlaşma modellerinde ilk sırada bulunan modeller; buhar geçirimsiz malzeme kullanılarak hazırlanmıştır. Bu tip malzemeler içeren modellerde şekilde de görülebileceği gibi "a" kodu kullanılmıştır. Bu durumda KM1.1.1a kodu; ısı yalıtımlı çatılarda, ısı yalıtımının çatı taşıyıcı sistemin üzerinde bulunması, su yalıtımının ısı yalıtımının üzerinde bulunması, buhar geçirimsiz malzeme kullanılması ve bu malzemenin ısı yalıtım malzemesinin üzerinde bulunmasını ifade eder. Aynı şekilde "b" kodu; havalandırma-buhar boşluğu kullanılan çatı sistemleri için, "c" kodu ise buhar moleküllerini geçiren ancak su moleküllerini geçirmeyen, polietilen esaslı buhar geçirimli malzeme için kullanılmıştır.

Buhar kesici katmanın da sistem alternatiflerine eklenmesi ile birlikte, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin değişken katmanlarının tüm malzemesiz seçenekleri üretilmiştir. Geliştirilen bu dört katmanlık katmanlaşma modellerine daha önce paket sistem olarak kalması gerektiğine karar verilen diğer beş katman da eklenerek, malzeme bilgileri verilmeden oluşabilecek olan tek performans gereksiniminin tek katman tarafından karşılandığı tüm bitkilendirilmiş çatı sistemi seçenekleri belirlenmiştir.

Şekil 3.5'de oluşturulan malzemesiz bitkilendirilmiş çatı sistemlerinden KM1.1'den buhar kesici katman katılarak üretilmiş olanlar verilmiştir. Bunun haricindeki tüm malzeme bilgileri eklenmeden geliştirilmiş olan bitkilendirilmiş çatı sistem katmanlaşma modelleri Ek A.2, Ek A.3 ve Ek.A4'de detaylı olarak tüm üretim süreçleri takip edilebilecek şekilde verilmiştir.



Şekil 3.5 : KM1.1 kodlu sistem seçeneklerinden üretilen, her katman bir performans gereksinimini karşılayacak şekilde oluşturulan modeller

4. BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEM TASARIM SEÇENEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Malzeme bilgileri eklenmeden tüm bitkilendirilmiş çatı tasarım seşeneklerinin oluşturulması sürecinin ardından, malzeme bilgileri bu sistemlere eklenmiştir. Bu tez kapsamında sadece çizelge 4.1'deki malzemelerin yer aldığı tasarım seçenekleri oluşturularak değerlendirilmiştir. Bunun haricinde kullanılabilecek olan tüm malzemeler ve bu malzemelerin fiziksel özellikleri; Ek A.1 numaralı çizelgede verilmiştir. Bu tez sonrasındaki çalışmalarda, gerek duyulduğu taktirde, bu çizelgede sunulmuş olan malzemeler seçilerek, bu tezde oluşturulmuş olan tasarım şablonu kullanılarak, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin ülkemizde kullanılabilecek tüm malzemeler ile oluşturulmuş olan katmanlaşma modelleri hazırlanarak, performans değerlendirmesi ile incelenebilir.

Çizelge 4.1: Tasarım seçeneklerinin geliştirilmesi sürecinde bu tez kapsamında kullanılan malzemeler

Bitki	Sedum Türleri
Bitki Taşıyıcı Katman	Kiremit Kırıntısı Esaslı Mineral Karışım + Organik Karışımlı Sedum Hybridium Toprağı
Filtre Katmanı	Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Drenaj Katmanı	Biçimlendirilmiş Polietilen Levha
Kök Tutucu Katman	Kök Dayanımlı Plastik Levha
Buhar Kesici Katman	Bitüm Esaslı Buhar Kesici Örtü Buhar / Havalandırma Boşluğu Buhar Geçimli Polietilen Esaslı Örtü
Su Yalıtım Katmanı	Su Yalıtım Malzemesi
Isı Yalıtım Katmanı	Isı Yalıtım Malzemesi
Çatı Taşıyıcı Sistem Bileşeni	Betonarme Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi

Isı yalıtım katman malzemesi ve su yalıtım katman malzemesinde malzemenin genel adının kullanılmasının sebebi, bu katmanların karşılaması gereken performans ölçütleri ile ilgilidir.

TS825'de verilen değerlere göre; bir malzemenin ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılabilmesi için ısı iletkenlik değerinin 0.060w/m^2K'den küçük olmalıdır [30]. Ayrıca İstanbul bölgesinde çatılar için U değeri (yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik katsayısı) 0.40 m^2K'den küçük olması gerekmektedir.Isı iletkenlik değerleri Ek A.1'de verilen tüm ısı yalıtım katman malzemeleri için üst sınır olan 0.060 m^2K değerinin altındadır. U değeri ise ısı yalıtım katmanının kalınlıkları arttırılarak sağlanabilen bir değerdir. Çizelge 4.1'de kullanılmış olan malzemeler dikkate alındığında tüm ısı yalıtım malzemelerininin U değerini yakalamak için kullanılması gereken kalınlıkları çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu kalınlıkların hesaplanmasında İzoder TS 825 Hesap Programı kullanılmıştır [Url-10].

Çizelge 4.2: Seçilen sistemde U değerini sağlayabilmek için kabul edilmesi gereken ısı yalıtım malzemesi kalınlıkları

Cam Yünü Isı Yal. Malz.	60-90mm arası (U=0.397-0.384)
Taş Yünü Isı Yal. Malz.	60-90mm arası (U=0.397-0.384)
Seramik Yünü Isı Yal. Malz.	60-90mm arası (U=0.397-0.384)
Çekme Polistren Isı Yal. Malz.	50-70mm arası (U=0.404-0.391)
Genleştirilmiş Polistren Isı Yal. Malz.	60-70mm arası (U=0.397-0.391)
Fenolik Sert Köpük Isı Yal. Malz.	50-80mm arası (U=0.404-0.387)
Poliüretan Isı Yal. Malz.	50-70mm arası (U=0.356-0.391)
PVC Köpük Isı Yal. Malz.	50-80mm arası (U=0.376-0.387)
Melamin Isı Yal.Malz.	60-80mm arası (U=0.397-0.387)
Ahşap Rende Levha Isı Yal. Malz.	60-100mm arası (U=0397-0.404)
Doğal Mantar Isı Yal. Malz.	80-100mm arası (U=0.387-0.381)
Genleştirilmiş Perlit Isı Yal. Malz	100-280mm arası (U=0.404-0.381)

Isı yalıtım katman malzemesi olarak sunulan tüm seçeneklerin istenilen kalınlıklar sağlandığı taktirde gereken performans değerlerini sağlaması nedeni ile bitkilendirilmiş çatı sistem tasarım seçeneklerinin oluşturulması sırasında malzeme seçiminde "ısı yalıtım malzemesi" adlandırılması yeterli görülmüştür.

Bir malzemenin su yalıtım malzemesi olarak kabul edilebilmesi için ise TS EN 1928 ve TS EN 13707 numaralı standartlara göre su emme yüzdesi sıfır olmalıdır [33,34]. Malzeme seçeneklerinin bulunduğu Ek A.1 numaralı çizelgede su yalıtım malzemelerinin su emme değeri incelendiğinde tüm seçeneklerin TS EN 1928'e göre su geçirimsiz olduğu görülür. Bu nedenle su yalıtım katman malzemesi olarak sunulan tüm seçeneklerin, gereken performans değerlerini sağlaması nedeni ile tasarım seçeneklerinin oluşturulması sırasında malzeme seçiminde "su yalıtım malzemesi" olarak adlandırılması yeterli görülmüştür.

Bölüm 3.2.3.8'de detaylı olarak belirtildiği gibi buhar basınç farklarına bağlı olarak oluşacak su buharı akımının yoğuşmaması için alınan önlemler üçe ayrılır. Bu önlemler; buhar geçirimsiz malzeme kullanılması, buhar-havalandırma boşluğu kullanarak havalandırmalı çatı oluşturulması ve su buharı molekülünü geçiren ancak su molekünü geçirmeyen tipte malzeme kullanarak nefes alan çatı sistemlerinin oluşturulması olarak özetlenebilir. Bir malzemenin su buharı geçirimsizliği ise, su buharı difüzyon direnç faktörü(μ) ve malzemenin kalınlığı(d) ile belirlenir. TS 825 ve DIN 4108 standartlarında, bir malzemelerin buhar geçirimsiz olması için Sd değerinin 1500'den büyük olması gerektiği vurgulanmıştır. Sd değeri daha önce de belirtildiği gibi "Sd= μ.d f ormülü ile hesaplanır [30]. Isı yalıtım malzemeleri için 1500 değerini sağlamak teorik anlamda mümkün olmadığından dolayı, ısı yalıtım malzemelerinin hiçbiri buhar geçirimsiz kabul edilmemiştir.

Çizelge 4.1'de seçilmiş olan malzemelerin, değerlendirme aşamasında dikkate alınacak başlıca malzeme fiziksel özellikleri çizelge 4.3'de verilmiştir. Malzeme fiziksel özelliklerinin tümü için Ek A.1 numaralı çizelge incelenebilir.

Çizelge 4.3: Tasarım seçenekleri geliştirilmesinde kullanılacak malzemelerin malzeme fiziksel özelliklerinden başlıcaları

	Isı İletkenlik Katsayısı - λ (w/m^2K)	Su Buharı Difüzyon Direnci Faktörü - μ	Su Emme Oranı (%)
Isı Yalıtım Malz.			
Cam Yünü	0.035 – 0.050	1	%3-10
Taş Yünü	0.035 – 0.050	1	%2.5-10
Seramik Yünü	0.035 – 0.050	1	%2.5-10
Çekme Polistren	0.030 – 0.040	20-100	%0-0.5

Çizelge 4.3: (Devam) Tasarım seçenekleri geliştirilmesinde kullanılacak malzemelerin malzeme fiziksel özelliklerinden başlıcaları

Genleştirilm. Polistr.	0.035 – 0.040	80-250	%0-5
Fenolik Sert Köpük	0.030 – 0.045	10-50	-
Poliüretan	0.025 – 0.040	30-100	%3-5
PVC Köpük	0.030 – 0.045	-	-
Melamin	0.035– 0.045	10	-
Ahşap Rende Levha	0.035– 0.060	5	%10
Doğal Mantar	0.045– 0.055	5-10	-
APP Mod. Bitümlü	0.19	2.000-20.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
SBS Mod. Bitümlü	0.19	2.000-20.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
Okside Bitüm	0.19	2.000-20.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
CSPE (Hipalon)	0.19	80.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
EPDM	0.30	100.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
PVC	0.19	42.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
Poliüretan	0.19	80.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
Kauçuk Esaslı	0.30	100.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
Çimento Esaslı	-	60.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
Buhar Kes. Malz.			
Bitüm Esaslı	0.19	2.000-20.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
Poliüretan Esaslı	0.19	0.2	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
Filtre Malz.			
Dok.Olm. Jeotekstil	0.50 – 1	10-50	-
Drenaj Malz.			
Biç. Polietilen Levh.	0.30 – 0.50	100.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz
Kök Tutucu Malz.			
HDPE Levh.	0.30	100.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz

Oluşturulan bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin değerlendirilmesi aşamasında izlenen yöntem; tüm katman malzemelerinin kullanıcı gereksinmeleri ve doğal çevre etmenlerine bağlı performansı ve sistemin işlevini sürdürebilmesi açısından gerekli olan malzemelerin performansının nitel kontrolü ve değerlendirilmesi şeklindedir.

Şekil 4.1'den itibaren; her performansın bir katman tarafından karşılandığı bitkilendirilmiş çatı sistem tasarım seçenekleri ve değerlendirmelerinden bazı örnekler yer almaktadır. Tüm tasarım seçeneklerine Ek A.5, Ek A.6, Ek A.7 ve Ek A.8 numaralı çizelgelerden ulaşılabilir.



	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	X	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	X

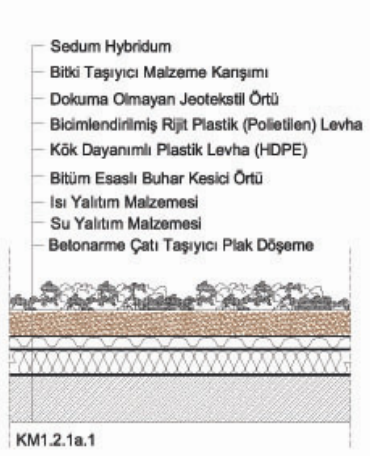
* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.1 : KM1.1.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

KM1.1.1a.1 numaralı seçenekte kullanılan malzemelerin, kullanıcı gereksinmeleri ve iklimsel etmenlere bağlı performansı değerlendirildiğinde, güneş ışınımlarının etkilerine karşı, sistemde bitki ve bitki taşıyıcı katman bulunmaktadır. İç dış ortam sıcaklık farklarının kontrolü için ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Sistemde; mevsime bağlı yıllık yağışların iç ortam konfor koşullarını etkilememesi ve suyla etkileşince fiziksel özelliklerinde bozulma olan malzemelere ulaşmaması için su yalıtım malzemesi bulunmaktadır. Ayrıca; sistemin işlevini sürdürebilmesi için gerekli olan filtre işlevini karşılamak için filtre malzemesi, malzemelerin bitki köklerine karşı korunması amacıyla kök tutucu malzeme, çatıya gelen fazla suyun uzaklaştırılması ve bir kısmının da bitki ihtiyaçları için depolanması amacıyla drenaj malzemesi ve çatıyı etkileyen yüklerin bina taşıyıcı sistemine aktarılması amacıyla çatı taşıyıcı sistem bileşeni sistemde bulunmaktadır. Buhar basıncı farkına bağlı olarak bitüm esaslı buhar kesici malzeme sisteme eklenmiştir. Dış ortamdan iç ortama geçmeye çalışan buhar akımı kök tutucu katman olarak görev yapan kök dayanımlı plastik levha (HDPE) tarafından engellenmektedir. Bu katmanın altındaki

malzemelere dış ortam buhar basıncının iç ortamdan fazla olduğu durumlarda su buharı ulaşmamaktadır. İç ortam buhar basıncının fazla olduğu durumda ise, su yalıtım malzemesi de buhar geçirimsiz olduğundan, bu malzemeye gelen su buharı yoğunlaşarak, ısı yalıtım malzemesi üzerinde birikir. Su moleküllerini bünyesine almayan bir ısı yalıtım malzemesi bulunmadığından dolayı, ısı yalıtım malzemesinin bünyesinde bulunan boşlukların zamanla su ile dolması sonucunda fiziksel özelliklerinde değişim olur ve ısı iletkenlik katsayısı yükselir. Bu durumda ısı yalıtım özelliğini kaybeden malzeme, sistemin işlevselliğini yitirmesine neden olur. Şekil 4.1'de görülen KM1.1.1a.1 numaralı bitkilendirilmiş çatı sistem alternatifi bu nedenle performans gereksinmelerini sağlayabilen, doğru bir sistem seçeneği değildir. KM1.1.2a.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

Bitki, bitki taşıyıcı katman, filtre katmanı, drenaj katmanı ve kök tutucu katman daha önce belirtildiği gibi paket sistem olarak katmanlaşma modeline eklenmektedir. Bu katmanları oluşturan malzemeler, karşılaması gereken performans gereksinmeleri karşısında yeterli olduğundan ve bu katmanlar hiçbir alternatifte yer değiştirmeyeceğinden dolayı, bu malzemeleri etkileyen etmenlerin değerlendirmesi her örnekte tekrarlanmayacaktır.



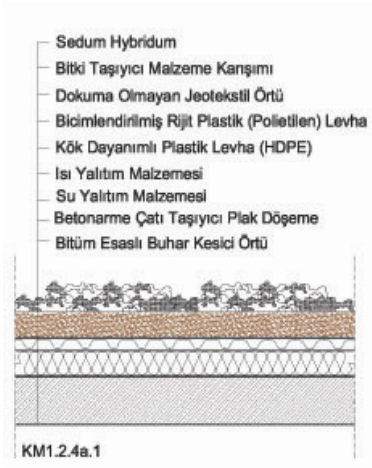
	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	X	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.2 : KM1.2.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.2'de görülen KM1.2.1a.1 numaralı sistem değerlendirildiğinde; güneş ışınımları, iç-dış ortam sıcaklık farkları, mevsime bağlı yıllık yağış oranları, filtre, kök dayanımı, su depolama ve drenaj konularında sistem gerekli olan performans gereksinmelerini yerine getirebilmektedir. İç ortam buhar basıncı, dış ortam buhar basıncından fazla olduğu durumda; iç ortamdan dış ortama buhar akımı meydana

gelecektir. Buhar basıncı miktarının fazla olduğu mutfak gibi iç ortam koşulları düşünüldüğünde, su yalıtım malzemesi buhar geçirimsiz olduğundan, bu malzeme yüzeyinde biriken su buhar molekülleri, havanın taşıyabileceği miktarın üzerine çıktığında, betonarme çatı taşıyıcı sistem bileşeni üzerinde yoğuşur. Zamanla betonarme taşıyıcı sistem bileşeni su moleküllerini bünyesine alarak malzeme fiziksel özelliklerinde değişim meydana gelir ve sistem işlevselliğini yitirir. Bu nedenle Şekil 4.2'de görülen KM1.2.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem alternatifi performans gereksinmelerini sağlayabilen, doğru bir sistem değildir. KM1.1.3a.1, KM1.2.1a.1, KM1.2.2a.1, KM1.2.3a.1 numaralı sistem değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

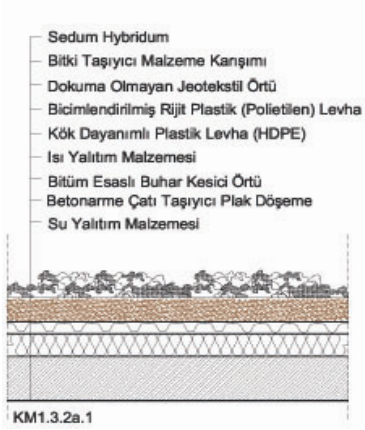


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

Şekil 4.3 : KM1.2.4a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.3'de görülen KM1.2.4a.1 numaralı sistem değerlendirildiğinde; kullanılan katmanlaşma modelinin ve malzemelerin tüm etmenlere karşı yeterli olduğu görülmüştür. Kök dayanımlı plastik levha (HDPE) suya ve su buharına karşı geçirimsiz bir malzeme olduğundan dolayı, yağış sularının sisteme girişini engeller. Bu nedenle, mevcut haliyle de çalışan bu sistemde su yalıtım malzemesine gerek yoktur. Kök dayanımlı plastik levha (HDPE); fiziksel özelliği ve sistemdeki konumu nedeni ile hem kök dayanımını hem de yağış geçirimsizliğini sağlamaktadır. Bu nedenle bu katmanlaşma modeli mevcut haliyle her performansın bir malzeme tarafından karşılandığı sistemlere örnek olarak gösterilebileceği gibi, su yalıtım malzemesi sistemden çıkarılarak, iki performansın bir malzeme tarafından karşılandığı sistemler bölümünde de ele alınacaktır. KM1.1.4a.1, KM1.3.3a.1, KM1.3.4a.1 numaralı sistem değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

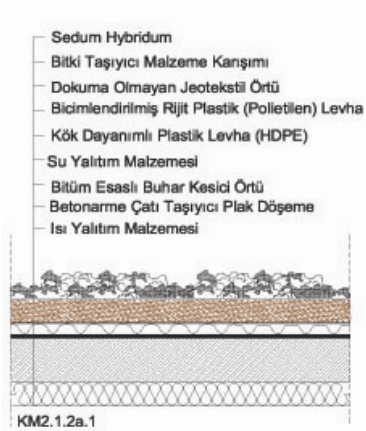


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

Şekil 4.4 : KM1.3.2a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.4'de görülen KM1.3.2a.1 numaralı sistem değerlendirildiğinde, bir önceki sistemde olduğu gibi, kullanılan katmanlaşma modeli ve malzemeler, tüm etmenlere karşı yeterlidir. Ancak, iç-dış ortam buhar basınç farkı mevcut olması durumunda katmanlaşma modelinde bulunan buhar kesici katmana ihtiyaç olmadığı görülmektedir. Dış ortamdan iç ortama doğru buhar akımı olması durumunda, kök dayanımlı plastik levha (HDPE); iç ortamdan dış ortama doğru buhar akımı olması durumunda ise su yalıtım malzemesi, buhar kesici katman olarak görev yapmaktadır. Bu nedenle bu sistem mevcut hali ile her performansın bir malzeme tarafından karşılandığı sistemlere örnek olarak gösterilebileceği gibi, buhar kesici katman sistemden çıkarılarak, iki performansın bir malzeme tarafından karşılandığı sistemler bölümünde de ele alınacaktır. Ek A.8'de verilen KM1.3.2a.2 numaralı katmanlaşma modeli sistemin buhar kesici katmanın çıkarılmasından sonraki halini göstererek değerlendirmektedir. KM1.3.1.a.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuca ulaşılmıştır.

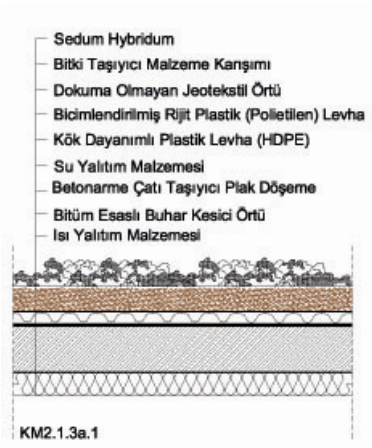


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	X	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.5 : KM2.1.2a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekik 4.5'de ısı yalıtım malzemesinin betonarme taşıyıcı döşeme altında olduğu bu sistemde, iç ortamdan dış ortama doğru hareket eden su buhar molekülleri buhar kesici örtü malzemesinde yoğuşarak betonarme taşıyıcı sistem üzerinde birikir. Bu durumda zamanla yoğuşan suyu bünyesine alan betonarme taşıyıcı sistemin malzeme fiziksel özelliklerinde meydana gelecek olan bozulma sistemin doğru çalışmasını engeller. Bu nedenle KM2.1.2a.1 numaralı sistem; performans gereksinmelerini yerine getirebilen, doğru bir sistem değildir. KM2.1.1a.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

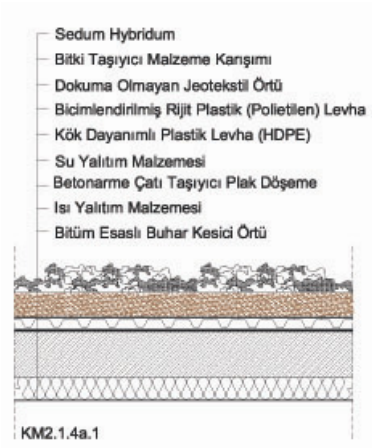


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	-	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	X	-	-	-	-	-	-	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.6 : KM2.1.3a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.6'da verilen KM2.1.3a.1 kod numaralı sistem; iç ortamdan dış ortama doğru su buhar akımı olan durumlarda, su buharının geçişi bitüm esaslı buhar kesici örtü ile engellenmesine rağmen ısı yalıtım malzemesi üzerinde yoğuşma olması nedeni ile performans gereksimini yerine getiren, doğru bir sistem değildir. KM2.2.1a.1, KM2.2.2a.1, numaralı sistem değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



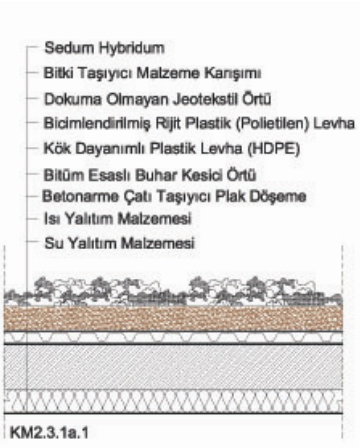
	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

Şekil 4.7 : KM2.1.4a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.7'de verilen KM2.1.4a.1 kod numaralı sistem; tüm etmenler açısından değerlendirildiğinde, yeterli bir katmanlaşma modeli ve malzeme içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Kullanılan malzemelerden, kök dayanımlı plastik levha (HDPE) kök dayanımı haricinde, su moleküllerine karşı geçirimsiz özellikte olduğundan, sistemde kullanılan su yalıtım malzemesine gerek yoktur. Su yalıtım malzemesi sistemden çıkarılarak, oluşturulmuş olan KM2.1.4a.2 numaralı sistem Ek A.8'de iki performansın bir malzeme tarafından karşılandığı sistemlerde sunulmuştur. KM2.2.4a.1, KM2.3.4a.1 numaralı sistem değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

.

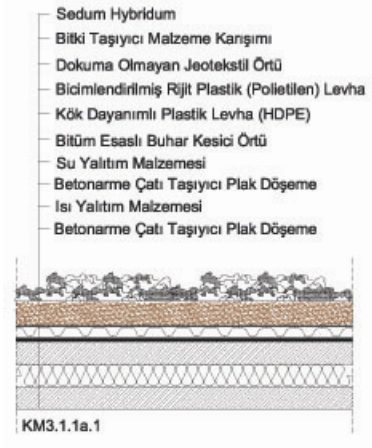


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

Şekil 4.8 : KM2.3.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.8'de verilen KM2.3.1a.1 kod numaralı sistem; tüm etmenler açısından değerlendirildiğinde işleyen, doğru bir sistem olduğu görülmüştür. Fakat sistemde, dış ortam buhar basıncı iç ortamdan fazla olduğu durumlarda, kök dayanımlı plastik levha (HDPE), iç ortam buhar basıncı fazla olduğu durumlarda ise su yalıtım malzemesi, kendi işlevleri haricinde buhar kesici malzeme görevini de yerine getirmektedirler. Bu nedenle sistemde kullanılan buhar kesici malzemeye gerek yoktur. Buhar kesici malzemenin sistemden çıkaralması ile oluşturulan KM2.3.1a.2 numaralı sistem Ek A.8'de iki performansın bir malzeme tarafından karşılandığı sistemler dahilinde sunulmuştur. KM2.3.2a.1, KM2.3.3a.1 numaralı sistem değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

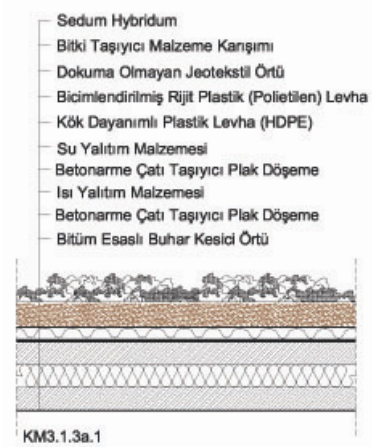


	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	X	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	X	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.9 : KM3.1.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.9'da verilen KM3.1.1a.1 kod numaralı ısı yalıtım malzemesinin çatı taşıyıcı sistemin arasında olmasına örnek gösterilebilir. Bu sistem değerlendirildiğinde, iç ortamdan dış ortama doğru su buharı akımı oluştuğu durumlarda, su yalıtım malzemesinde engellenecek olan su buharı; betonarme çatı taşıyıcı sistemin üst parçası üzerinde yoğuşarak, malzeme fiziksel özelliklerinin bozulmasına neden olur. Bu nedenle bu sistem performans gereksinmelerini yerine getirebilen doğru bir sistem değildir. KM3.1.2a.1, KM4.1.1a.1, KM4.1.2a.1 numaralı sistem değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



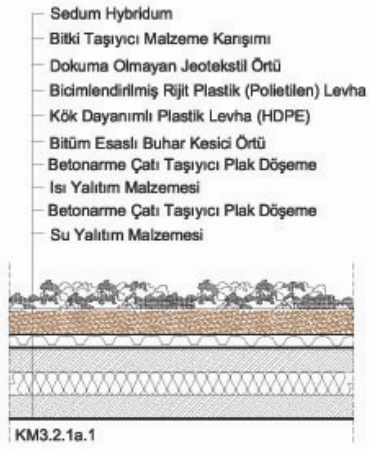
	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

Şekil 4.10 : KM3.1.3a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.10'da verilen KM3.1.3a.1 kod numaralı sistem tüm etmenler açısından değerlendirildiğinde herhangi bir problem olmadığı görülmüştür. Sistem bu hali ile işlevini sürdürmektedir. Ancak, sistemde bulunan kök dayanımlı plastik levha (HDPE) su yalıtım görevini de gerçekleştirebildiğinden dolayı, su yalıtım malzemesine sistemde lüzum yoktur. Su yalıtım malzemesinin sistemden çıkarılıp iki

performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı KM3.1.3a.2 numaralı sistem Ek A.8'de verilmiştir. KM3.2.3a.1, KM4.1.3a.1, KM4.2.3a.1 numaralı sistem değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

Şekil 4.11 : KM3.2.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.11'de verilmiş olan KM3.2.1a.1 kod numaralı sistem tüm etmenlere karşı değerlendirildiğinde; katmanlaşma modeli ve malzeme içeriği açısından yeterli olduğu görülmüştür. Fakat sistemde, dış ortam buhar basıncı iç ortamdan fazla olduğu durumlarda, kök dayanımlı plastik levha (HDPE), iç ortam buhar basıncı fazla olduğu durumlarda ise su yalıtım malzemesi, kendi işlevleri haricinde buhar kesici malzeme görevini de yerine getirmektedirler. Bu nedenle sistemde kullanılan buhar kesici malzemeye gerek yoktur. Buhar kesici malzemenin sistemden çıkarılması ile elde edilen KM3.2.1a.2 numaralı iki performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı sistem Ek A.8'de verilmiştir. KM3.2.2a.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	X	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.12 : KM4.1.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.12'de verilen KM4.1.1a.1 kod numaralı sistem; ısıtılmayan binalar yapılan tasarımlardan biridir. Sistem değerlendirmesinde buhar basıncı miktarının fazla olduğu mutfak gibi iç ortam koşulları düşünüldüğünde, su yalıtım malzemesi buhar geçirimsiz olduğundan, bu malzeme yüzeyinde biriken su buhar molekülleri, havanın taşıyabileceği miktarın üzerine çıktığında, betonarme çatı taşıyıcı sistem bileşeni üzerinde yoğuşur. Bu nedenle bu sistem işlememektedir. KM4.1.2a.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

Şekil 4.13 : KM4.2.1a.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.13'de verilen sistemde ise, tüm etmenlere karşı gerekli katmanlaşma modeli ve malzeme uyumu sağlanmıştır. Ancak sistemle kullanılan kök dayanımlı HDPE levha, dış ortamdan iç ortama doğru geçmeye çalışan su buharını, su yalıtım malzemesi ise iç ortamdan dış ortama geçmeye çalışan su buharını engellediği için ayrı bir buhar kesici örtüye gerek yoktur. Buhar kesici malzemenin sistemden çıkarılması ile elde edilen KM4.2.1a.2 numaralı iki performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı sistem Ek A.8'de verilmiştir. KM4.2.2a.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	-	-	-	✓	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	X	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.14 : KM1.1.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.14'de verilen KM 1.1.1b.1'de önceki sistemlerden farklı olarak buhar kesici malzeme yerine buhar-havalandırma boşluğu kullanılmıştır. Bu durum gözönüne alınarak yapılan değerlendirmede, iç ortam buhar basıncının dış ortamdan fazla olduğu durumlarda oluşacak olan su buhar akımı sonucunda, ısı yalıtım malzemesinde yoğuşma olacağı tespit edilmiştir. Bu nedenle bu sistem işleyişini sürdürememektedir.



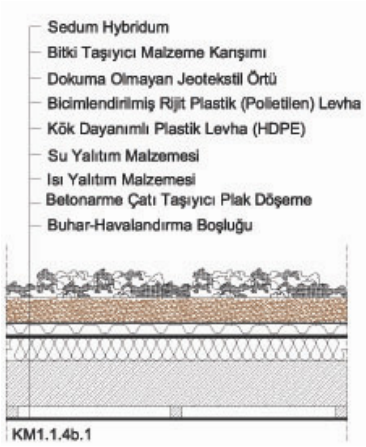
	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	-	-	-	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

Şekil 4.15 : KM1.1.2b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.15'de verilen KM1.1.2b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği tüm etmenlere karşı değerlendirildiğinde sorunsuz olarak işleyebildiği görülmektedir. Ancak, kök dayanımlı HDPE levha su geçirimsiz olduğundan kendi işlevi haricinde bu işlevi de yerine getirir ve sistemde su yalıtım malzemesi ihtiyacını kaldırır. Su yalıtım malzemesinin, sistemden çıkarılması ile elde edilen KM1.1.2b.2 numaralı iki performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı sistem Ek A.8'de

verilmiştir.KM1.1.3b.1ve KM1.2.3b.1 numaralı sistemlerin değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	X	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	-	-	-	X	-	-	-	-	X

* Yapısal olarak mümkün değil. Buhar/havalanbdırma boşluğu çatı taşıyıcı sistemin üzerinde bulunmalı.

Şekil 4.16 : KM1.1.4b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.16'da verilen KM1.1.4b.1 kod numaralı sistem seçeneğinde, buhar havalandırma boşluğu çatı taşıyıcı sistem katmanının altında bulunduğundan dolayı bu sistemin uygulanması, yapısal olarak mümkün değildir. KM1.2.4b.1, KM1.3.3b.1 ve KM1.3.4b.1 numaralı sistemlerin değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



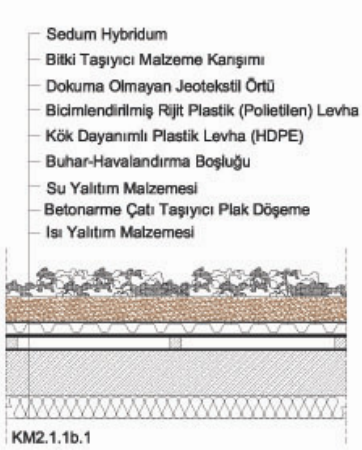
	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	-	-	-	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓

* Buhar havalandirma bosluguna gerek yok.

Şekil 4.17 : KM1.3.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.17'de verilen KM1.3.1b.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürdüğü görülmüştür. Ancak, kök dayanımlı HDPE levha ve su yalıtım malzemesinin buhar geçirimsizliği ve konumları sayesinde, sistemde buhar – havalandırma boşluğuna ihtiyaç bulunmamaktadır. Buhar-havalandırma boşluğunun, sistemden çıkarılması ile elde edilen KM1.3.1b.2 numaralı iki

performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı sistem Ek A.8'de verilmiştir. KM1.3.2b.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	-	-	-	✓	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	X	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.18 : KM2.1.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.18'de verilen KM2.1.1b.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, iç ortam buhar basıncının dış ortamdan fazla olduğu durumlarda, dış ortama doğru oluşacak olan buhar akımı sırasında su yalıtım malzemesinin buhar geçişini engellemesiyle betonarme taşıyıcı sistem üzerinde yoğuşma oluşur. Bu nedenle bu sistem performans gereksinmelerini yerine getirebilen bir sistem değildir.



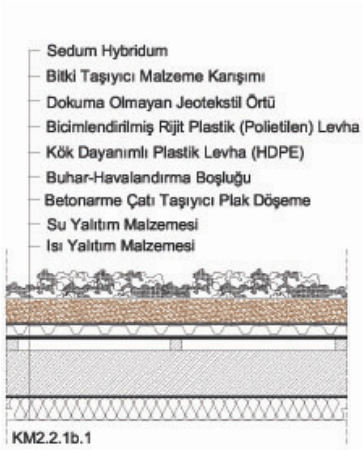
	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	-	-	-	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

Şekil 4.19 : KM2.1.2b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.19'da verilen KM2.1.1b.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürebildiği görülmektedir. Ancak kök dayanımlı HDPE levhanın sisteme su geçirimsizlik özelliği katması nedeniyle sistemde bir diğer su yalıtım malzemesi ihtiyacı bulunmamaktadır. Su yalıtım malzemesinin, sistemden

çıkarılması ile elde edilen KM2.1.2b.1 numaralı iki performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı sistem Ek A.8'de verilmiştir.

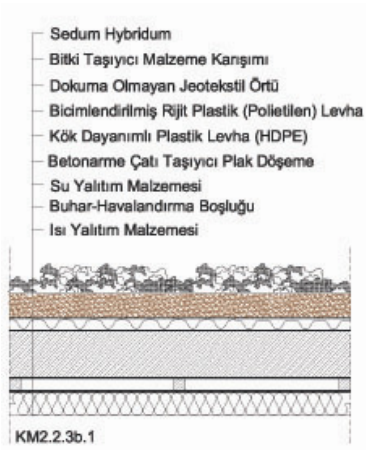


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	-	-	-	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	X	-	-	-	-	X

* Sorun - Yoğuşma (Isi yalitim Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.20 : KM2.2.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.20'de verilen KM2.2.1b.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, iç ortam buhar basıncının dış ortam buhar basıncından fazla olduğu durumlarda oluşacak olan su buhar akımı nedeni ile su yalıtım malzemesinin buhar geçirimsizliği sonucunda, ısı yalıtım malzemesi üzerinde yoğuşma oluşacaktır. Bu nedenle, bu sistem performans gereksinmelerini yerine getirebilen, doğru bir sistem değildir.

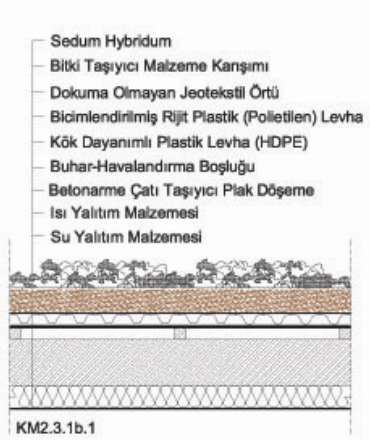


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	-	-	-	X	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	X	-	-	-	-	-	-	X

* Yapısal olarak mümkün değil. Buhar/havalanbdırma boşluğu çatı taşıyıcı sistemin üzerinde bulunmalı.

Şekil 4.21 : KM2.2.3b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.21'de verilen KM2.2.3b.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, buhar-havalandırma boşluğu çatı taşıyıcı sistemin altında bulunmasından dolayı, sistemin yapısal olarak uygulanmasının mümkün olmadığı görülmüştür. KM2.1.3b.1, KM2.1.4b.1, KM2.2.2b.1, KM2.2.4b.1, KM2.3.2b.1, KM2.3.3b.1, KM2.3.4b.1 numaralı sistem değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar havalandirma bosluguna gerek yok.

Şekil 4.22 : KM2.3.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.22'de verilen KM2.3.1b.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürebildiği görülmektedir. Ancak kök dayanımlı HDPE levhanın ve su yalıtım malzemesinin sisteme buhar kesici özellik katması nedeni ile sistemde bir buhar-havalandırma boşluğuna gerek yoktur. Buhar-havalandırma boşluğunun, sistemden çıkarılması ile elde edilen KM2.3.1b.2 numaralı iki performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı sistem Ek A.8'de verilmiştir.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	X	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	X	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.23 : KM3.1.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.23'de verilen KM3.1.1b.1 kod numaralı sistem; ısı yalıtım malzemesinin betonarme taşıyıcı arasında olduğu tasarımlardan biridir. Sistem değerlendirmesinde buhar basıncı miktarının fazla olduğu mutfak gibi iç ortam koşulları düşünüldüğünde, su yalıtım malzemesi buhar geçirimsiz olduğundan, bu malzeme yüzeyinde biriken su buhar molekülleri, havanın taşıyabileceği miktarın üzerine çıktığında, betonarme çatı taşıyıcı sistem bileşeni üzerinde yoğuşur. Zamanla

yoğuşan suyu bünyesine alan betonarme taşıyıcı sistem malzemesinin fiziksel özelliklerinde değişimler meydana gelir. Bu nedenle bu sistem, performans gereksinmelerini karşılayabilen doğru bir sistem değildir.

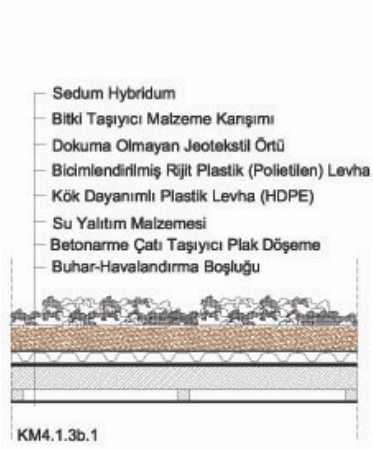


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	-	-	-	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

Şekil 4.24 : KM3.1.2b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.24'de verilen KM3.1.2b.1 kod numaralı değerlendirildiğinde, tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürebildiği görülmektedir. Ancak kök dayanımlı HDPE levhanın sisteme su yalıtım özelliği kazandırması nedeni ile ikinci bir su yalıtım malzemesine sistemde gerek yoktur. Su yalıtım malzemesinin, sistemden çıkarılması ile elde edilen KM2.3.2b.2 numaralı iki performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı sistem Ek A.8'de verilmiştir.



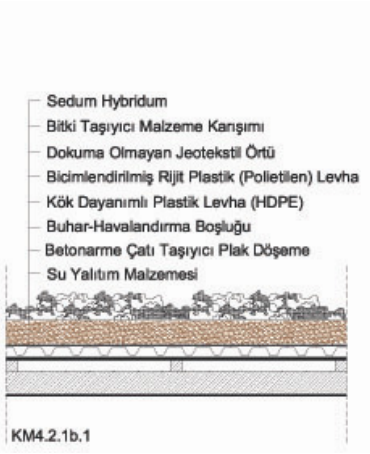
	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	X	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	-	-	-	X	-	-	-	-	X

* Yapısal olarak mümkün değil. Buhar/havalanbdırma boşluğu çatı taşıyıcı sistemin üzerinde bulunmalı.

Şekil 4.25 : KM4.1.3b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.25'de verilen KM4.1.3b.1 kodlu sistem, ısıtılmayan binalar için geliştirilen sistem örneklerinden biridir. Ancak; bu sistem değerlendirildiğinde, buhar havalandırma boşluğu çatı taşıyıcı sistemin altında bulunmasından dolayı, sistemin

yapısal olarak uygulanmasının mümkün olmadığı görülmüştür. KM4.2.2b.1 ve KM4.2.3b.1 numaralı sistem değerlendirilmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	-	-	-	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓

* Buhar - Havalandirma Bosluguna Gerek Yok.

Şekil 4.26 : KM4.2.1b.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.26'da verilen KM4.2.1b.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürebildiği görülmektedir. Ancak kök dayanımlı HDPE levhanın ve su yalıtım malzemesinin sisteme buhar kesici özellik katması nedeni ile sistemde bir buhar-havalandırma boşluğuna gerek yoktur. Buhar-havalandırma boşluğunun, sistemden çıkarılması ile elde edilen KM4.2.1b.2 numaralı iki performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı sistem Ek A.8'de verilmiştir.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	X	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.27 : KM1.1.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.27'de verilen KM1.1.1c.1 kodlu katmanlaşma modelinde önceki sistemlerden farklı olarak su buhar akımına önlem olarak, polietilen esaslı buhar geçirgen malzeme kullanılmıştır. Bu sistemin değerlendirmesinde, iç ortam buhar basıncının

dış ortam buhar basıncından fazla olduğu durumlarda oluşacak olan su buhar akımı nedeni ile su yalıtım malzemesinin buhar geçirimsizliği sonucunda, ısı yalıtım malzemesi üzerinde yoğuşma oluşacaktır. Bu nedenle, bu sistem işlevini sürdüremez. KM1.1.3c.1 ve KM1.1.4c.1 kod numaralı sistemlerin değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

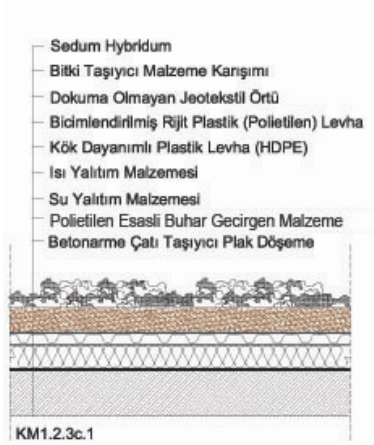


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

Şekil 4.28 : KM1.1.2c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

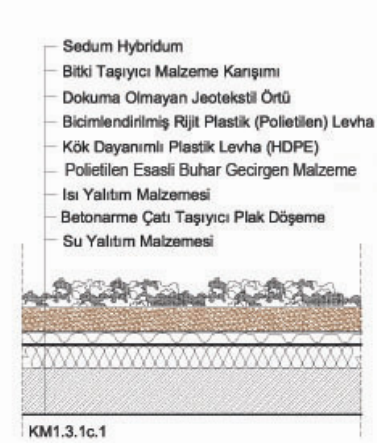
Şekil 4.28'de verilen KM1.1.2c.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürebildiği görülmektedir. Ancak kök dayanımlı HDPE levhanın sisteme su yalıtım özelliği kazandırması nedeni ile ikinci bir su yalıtım malzemesine sistemde gerek yoktur. Su yalıtım malzemesinin, sistemden çıkarılması ile elde edilen KM1.1.2c.2 numaralı iki performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı sistem Ek A.8'de verilmiştir.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓

Şekil 4.29 : KM1.2.3c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.29'da verilen KM1.2.3c.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürebildiği görülmektedir. Sistemde kullanılan tüm malzemelere sistemin işleyişinde her performans gereksinimini karşılayacak bir malzeme olacak şekilde ihtiyaç bulunmaktadır. KM1.3.4c.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuca ulaşılmıştır.

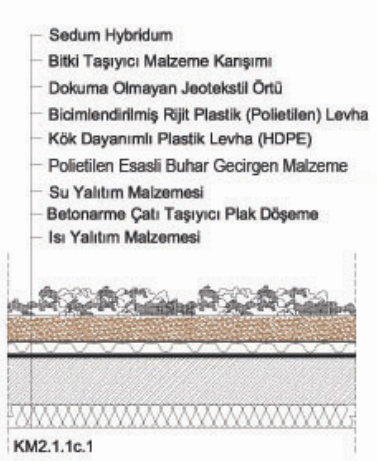


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

Şekil 4.30 : KM1.3.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.30'da verilen KM1.3.1c.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürebildiği görülmektedir. Ancak kök dayanımlı HDPE levhanın ve su yalıtım malzemesinin sisteme buhar kesici özellik katması nedeni ile sistemde bir polietilen esaslı buhar kesici malzemeye gerek yoktur. Polietilen esaslı buhar kesici malzemenin, sistemden çıkarılması ile elde edilen KM1.3.1c.2 numaralı iki performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı sistem Ek A.8'de verilmiştir.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	X	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.31 : KM2.1.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

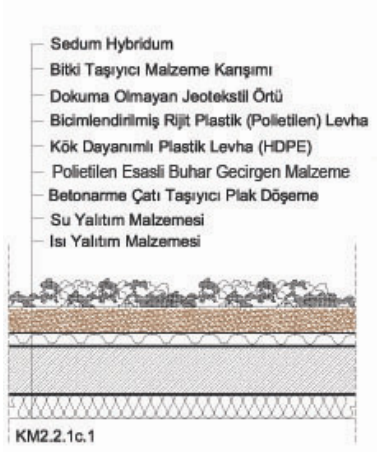
Şekil 4.31'de verilen KM2.1.1c.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, iç ortam buhar basıncının dış ortamdan fazla olduğu durumlarda oluşacak olan su buhar basıncının su yalıtım malzemesinin buhar geçirimsiz olması nedeni ile ısı yalıtım malzemesi üzerinde yoğuşmaya neden olacağı gözlemlenmiştir. Bu nedenle bu sistem işlevini sürdüremez. KM2.1.3c.1 ve KM2.1.4c.1 numaralı sistem değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓

Şekil 4.32 : KM2.1.2c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.32'de verilen KM2.1.2c.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürebildiği görülmektedir. Sistemde kullanılan tüm malzemelere, sistemin işleyişinde her performans gereksinimini karşılayacak bir malzeme olacak şekilde ihtiyaç bulunmaktadır. KM2.2.3c.1, KM2.3.1c.1, KM2.3.2c.1 ve KM2.3.4c.1 numaralı sistem değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

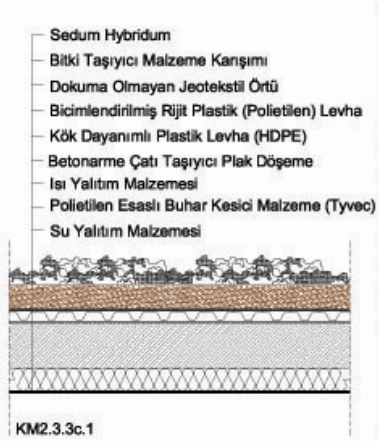


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	X	-	-	-	-	-	-	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.33 : KM2.2.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.33'de verilen KM2.2.1c.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, iç ortam buhar basıncının dış ortam buhar basıncından fazla olduğu durumlarda oluşacak olan su buhar akımı nedeni ile su yalıtım malzemesinin buhar geçirimsizliği sonucunda, ısı yalıtım malzemesi üzerinde yoğuşma oluşacaktır. Bu nedenle, bu sistem performans gereksinmelerini yerine getirebilen doğru bir sistem değildir. KM2.2.2c.1 ve KM2.2.4c.1 numaralı sistem değerlendirmelerinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

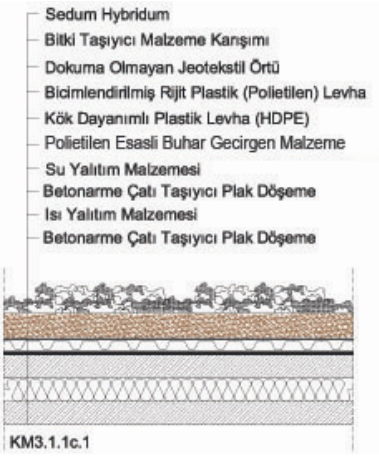


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

Şekil 4.34 : KM2.3.3c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.34'de verilen KM2.3.3c.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürebildiği görülmektedir. Ancak kök dayanımlı HDPE levhanın ve su yalıtım malzemesinin sisteme buhar kesici özellik katması nedeni ile sistemde bir polietilen esaslı buhar kesici malzemeye gerek yoktur. Polietilen esaslı buhar kesici malzemenin, sistemden çıkarılması ile elde edilen KM2.3.3c.2 numaralı iki performans gereksiminin tek malzeme tarafından karşılandığı sistem Ek A.8'de verilmiştir.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	X	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	X	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.35 : KM3.1.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.35'de verilen KM3.1.1c.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, iç ortam buhar basıncının dış ortamdan fazla olduğu durumlarda oluşacak olan su buhar basıncının su yalıtım malzemesinin buhar geçirimsiz olması nedeni ile ısı yalıtım malzemesi üzerinde yoğuşmaya neden olacağı gözlemlenmiştir. Bu nedenle bu sistem işlevini sürdüremez. KM3.1.3c.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	-	✓	-	-	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓

Şekil 4.36 : KM3.1.2c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.36'da verilen KM3.1.2c.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürebildiği görülmektedir. Sistemde kullanılan tüm malzemelere, sistemin işleyişinde her performans gereksinimini karşılayacak bir malzeme olacak şekilde ihtiyaç bulunmaktadır. KM3.2.3c.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

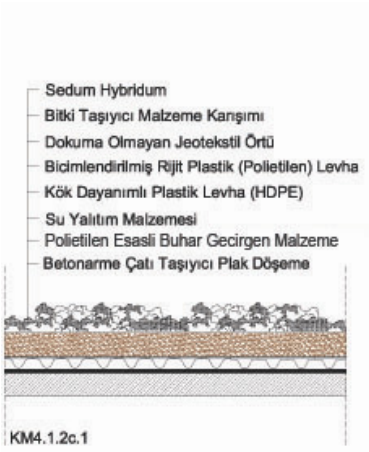


	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	X	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Şekil 4.37 : KM4.1.1c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.37'de verilen KM4.1.1c.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, buhar basıncı miktarının fazla olduğu mutfak gibi iç ortam koşulları düşünüldüğünde, su yalıtım malzemesi buhar geçirimsiz olduğundan, bu malzeme yüzeyinde biriken su buhar molekülleri, havanın taşıyabileceği miktarın üzerine çıktığında, betonarme çatı taşıyıcı sistem bileşeni üzerinde yoğuşur. Zamanla yoğuşan suyu bünyesine alan betonarme taşıyıcı sistem malzemesinin fiziksel özelliklerinde değişimler meydana gelir. Bu nedenle bu sistem işleyişini sürdüremez. KM4.1.3c.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.



	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	-	-	-	-	-	-	-	
Filtre Malzemesi	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Drenaj Malzemesi	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Kök Tutucu Malzeme	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	
Su Yalıtım Malzemesi	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Buhar Kesici Malzeme	-	-	✓	✓	-	-	-	-	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓

Şekil 4.38 : KM4.1.2c.1 kodlu bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği değerlendirmesi

Şekil 4.38'de verilen KM4.1.2c.1 kodlu sistem değerlendirildiğinde, tüm etmenlere karşı sorunsuz işlevini sürdürebildiği görülmektedir. Sistemde kullanılan tüm malzemelere, sistemin işleyişinde her performans gereksinimini karşılayacak bir malzeme olacak şekilde ihtiyaç bulunmaktadır. KM4.2.3c.1 numaralı sistem değerlendirmesinde de aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

5. BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEMLERİ

Doğal çevre etmenleri etkisi altında kullanıcı gereksinmelerinin karşılanması için bitkilendirilmiş çatı sistemlerinden beklenen performans gereksinmeleri saptanmış ve bu performans gereksinmelerini karşılayan bileşen, malzeme ve malzeme fiziksel özellikleri Ek A.1'de verilmiştir. Belirlenen bileşenlerden oluşturulmuş olan katmanlaşma modelleri, Ek A.2, Ek A.3 ve Ek A.4'de sunulmuştur. Katmanlaşma modellerine Çizelge 4.1'de bu tez kapsamında seçilmiş olan malzemeler eklenerek, belirlenmiş olan performans kriterlerine bağlı olarak, bölüm 4'de ve Ek A.5, Ek A.6 ve Ek A.7 ve Ek A.8'de sistem değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Toplam yüzsekiz adet bitkilendirilmiş çatı sistemi alternatifi nitel olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda performans kriterlerini karşılayan; ellibir adet her bir performans gereksiminin bir malzeme tarafından karşılandığı bitkilendirilmiş çatı sistem seçeneği oluşturulmuştur. Bu ellbir adet sistemden otuziki adedinde bir malzemenin işlevini başka bir malzeme üstlendiği için sistemde ihtiyaç olmayan ancak sistemin işleyişini engellemeyen bazı malzemeler bulunmaktadır. Fazla olan bu malzemeler sistemden çıkarılarak otuziki adet iki performans gereksiminin bir malzeme tarafından karşılandığı bitkilendirilmiş çatı sistemi ortaya konmuştur. Oluşturulan toplam seksenüç adet çatı sistem seçeneği Ek A.9 numaralı çizelgede tek bir pafta halinde sunulmuştur.

,

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkilendirilmiş çatı sistemleri tarih boyunca çeşitli biçimlerde, farklı amaçlar doğrultusunda yapılarda kullanılmışlardır. Özellikle 1970'lerden sonra Almanya' da başlayan bilimsel çalışmalarla beraber tarih boyunca şekillenen bu sistemlerin kullanım amaçları iklimsel değişimler ve enerji verimliliği açısından değerlendirilmeye başlamıştır. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin ekolojik anlamda katkılarına bakıldığında, kent ısı adası etkisinin azaltılmasında, binadan uzaklaştırılan atık su kontrolünün sağlanmasında, bina çevresindeki ekolojik ortamın iyileştirilmesinde ve enerji verimliliği sağlanmasında olumlu etkileri olduğu görülmektedir.

Bu doğrultuda Dünya'da son yıllarda örnekleri hızla artmakta olan bu sistemler ile ilgili Türkiye'deki durum incelendiğinde yeterli çalışma yapılmadığı görülmektedir. Bu konu ile ilgili ülkemizde hazırlanan projelerde, iki olumsuz yöntem izlenmektedir. Teknoloji transferi olarak da adlandırılabilecek olan ilk yöntemde; yurtdışı firmalarının kendi iklimsel koşullarına gore ürettiğ sistemler; Türkiye'deki tasarımcı ve kullanıcılara doğrudan aktarılarak ithal hazır paket sistemler olarak sunulmaktadır. Diğer yöntemde ise mevcut bitkilendirilmiş çatı sistem firmaları, kendi ürettikleri ürünleri pazarlamak için çeşitli sistem önerileri sunmaktadır. Teknoloji transferinde başka ülkelerin iklimsel verilerine dayanarak hazırlanmış olan sistemler, hem ekonomik anlamda kullanıcıyı zorlamakta, hem de yerel şartlara uyum sağlayamadığından dolayı, kendisinden beklenen performansı yerine getirememektedirler. Diğer yöntem olarak firmaların kendi ürünlerini pazarlamak için ortaya koyduğu sistemlerde ise, sadece firmanın ürettiği malzemelerle ilgili teknik veriye ulaşılabilmekte, diğer katman malzemeleri ile ilgili bilgi yetersizliği oluşmaktadır. Sistemlerin kullanım aşamasında bu yöntemlerdeki olumsuzluklardan kaynaklanan çeşitli hasarlar ve sorunlar oluşmaktadır. Bu nedenle de bu sistemlerin birçok faydası olmasına rağmen, kullanımları Türkiye'de yaygınlaşmamaktadır.

Bu çalışma; belirlenen sorun ve bu sorunun önemi doğrultusunda; binanın tasarım ve yapım sürecinde rol alan kişiler için performans yaklaşımına bağlı tasarım metodu kullanarak, kullanıcı konfor koşulları ve yapı sağlığını koruyan yerli bitkilendirilmiş çatı sistem tasarım seçeneklerini geliştirmeyi ve geliştirilen tasarım seçeneklerinin belirlenen performans kriterlerine bağlı olarak nitel bir ön değerlendirmeden geçirilmesini sağlayarak daha sonra yapılacak olan bilimsel performans değerlendirme çalışmalarına ön girdi sağlamayı amaçlamaktadır.

Bölüm 2'de; bitkilendirilmiş çatı sistemleri ile ilgili literatür taraması ile elde edilen genel veriler bir araya getirilerek okuyucuya sunulmuştur. Bu bölümde bu sistemlerin tarihsel gelişimine bakıldığında, yirminci yüzyılın başına kadar süregelen bitkilendirilmiş çatı sistemi kullanım amacının, özellikle 1970'li yıllardan itibaren insanlığın ekolojik kaygıları ve çevre bilinci ile birlikte değişime uğradığı görülmektedir. Aynı bölümde yer alan bitkilendirilmiş çatı sisteminin tanımında ise bu sistemde kullanılması gereken katmanlar ortaya konmuştur. Bir performans gereksiniminin tek bileşen tarafından karşılandığı sistemlerde; bitki, bitki taşıyıcı katman, filtre katmanı, drenaj katmanı, kök tutucu katman, su yalıtım katmanı, ısı yalıtım katmanı, buhar kesici katman ve çatı taşıyıcı sistem bileşeni bulunmak zorunda olduğu belirtilmiştir. Bitkilendirilmiş çatı sistem tipleri incelendiğinde ise; seyrek bitkilendirilmiş çatıların yoğun çatılara göre kullanım amaçlarının daha çok ekolojik değerlere göre şekillendiği anlaşılmaktadır. Bu sistemlerin faydaları incelendiğinde, çevresel, sosyal ve ekonomik anlamda çeşitli faydaları olduğu ve özellikle çevresel faydaların, sorun bölümünde belirtilen küresel ısınma ve iklim değişimi ile oluşan geleceğe yönelik senaryolardaki durumların çözümlenmesinde yararlı olacağı düşüncesi desteklenmektedir.

Bölüm 3'te bitkilendirilmiş çatı sistemleri için tasarım seçeneklerinin geliştirilmesi sürecine yer verilmiştir. Bitkilendirilmiş çatı sistemleri için tasarım aşaması; tasarım girdisi, tasarım aşaması ve tasarım çıktısından oluşmaktadır. Kullanıcı tipi ve eylemlerine göre belirlenen biyolojik, fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik kullanıcı gereksinimleri, iklimsel ve yük oluşturan etmenlerden oluşan doğal çevre etmenleri, sistemin işleyişini sürdürebilmesi için gereken performans gereksinmeleri ve konu ile ilgili yönetmelik ve standart gibi sınırlamalar belirlenmiş ve bu gereksinmeleri karşılayan bileşen, malzeme ve malzeme fiziksel özellikleri bu bölümde açıklanmıştır. Tasarım girdilerini, oluşturulmuş olan düşünce yapısına göre açıklayan

tasarım girdileri tablosu Ek A.1 numaralı çizelgede sunulmuştur. Belirlenmiş olan bileşenler performans yaklaşımına bağlı tasarım yöntemi ile biraraya getirilerek katmanlaşma modelleri oluşturulmuştur. Bu tasarım seçeneklerine Ek A.2, Ek A.3 ve Ek A.4 numaralı çizelgelerden ulaşılabilir.

Bölüm 4'te hazırlanmış olan katmanlaşma modellerine, Ek A.1'de belirtilen malzeme listesinden her katman için birer malzeme eklenerek bitkilendirilmiş çatı sistemleri tasarım seçenekleri oluşturulmuştur. Kullanılan malzemelere çizelge 4.1'den ulaşılabilir. Oluşturulmuş tasarım seçenekleri; kullanılan malzemelerin, kullanıcı gereksinmeleri ve güneş ışınımları, iç-dış ortam sıcaklık farkları, mevsime bağlı yıllık yağış oranları, iç-dış ortam buhar basınç farkı olarak belirlenen iklimsel etmenlere ve sistemin işlevini sürdürebilmesi için gerekli olan malzemelerin performansına bağlı olarak nitel yöntemle değerlendirilmiştir. İç-dış ortam sıcaklık farklarına karşı önlem olarak alınan kullanılan ısı yalıtım malzemesinin, işlevini sürdürebilmesi için TS 825 numaralı standarta göre, ısı iletkenlik değerinin $0.060 w/m^2K$'den küçük olması şartı aranmıştır. Mevsime bağlı yıllık yağış oranlarına karşı alınan önlem olarak kullanılan su yalıtım malzemesinin işlevini sürdürebilmesi için, TS EN 1928 ve TS EN 1307 numaralı standartlara göre su emme değerinin sıfır olması gerektiğine ilişkin kontroller yapılmıştır. İç-dış ortam buhar basınç farkına karşı önlem olarak kullanılan buhar kesici malzemelerin ise TS 825 ve DIN 4108 numaralı standartlara göre Sd değerinin 1500'den büyük olması şartı aranmıştır. Güneş ışınımlarına karşı önlem olarak bitki ve bitki taşıyıcı katmanın sistem dahilinde olması gerekmektedir. Sistemin işleyişini sürdürebilmesi açısından ise filtre, drenaj, kök tutucu katman ve çatı taşıyıcı sistem bileşenlerinin sistem dahilinde mevcut olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bu değerlendirmenin ilk aşamasında her bir performans gereksinmesi için bir malzemenin kullanıldığı sistemler değerlendirilmiş ve performans gereksinmelerini karşılayamayan sistemler elenmiştir. Bu sistemler ve performans kriterlerine bağlı olarak değerlerndirmeleri Ek A.5, Ek A.6 ve Ek A.7 numaralı çizelgelerde sunulmuştur. Performans gereksinmelerini karşılayan sistemlerde kullanılan bir malzemenin iki performans gereksinmesini karşılaması durumunda oluşacak olan iki performans gereksinmesinin bir malzeme tarafından karşılandığı sistemler ise ayrı olarak belirlenmiş ve Ek A.8 numaralı çizelgede sunulmuştur

Bölüm 5'de ise tasarım aşamasının çıktısı olacak şekilde, her bir performansın bir malzeme tarafından karşılandığı bitkilendirilmiş çatı sistemleri ve iki performansın bir malzeme tarafından karşılandığı bitkilendirilmiş çatı sistemleri bir araya getirilmiş ve Ek A.9 numaralı çizelgede bitkilendirilmiş çatı sistemleri adı altında sunulmuştur.

Bu çalışmada ortaya konulan tasarım seçenekleri; ek A.1 numaralı çizelgede verilen malzeme çeşitlerinden, sadece çizelge 4.1'deki birer malzeme kullanılarak ortaya çıkmıştır. Tasarım girdilerinde bulunan malzeme seçeneklerinin belirlenmesinde sadece Türkiye'de piyasada sıklıkla kullanılan malzemeler ön plana çıkmıştır. Bunun haricinde bitkilendirilmiş çatı sisteminin çevresel faydaları değerlendirildiğinde, bu sistemlerin ve sistemi oluşturan alt bileşenlerin çevreye etkilerinin Leed, Breams, DGNB gibi ulusal ve uluslararası değerlendirme ölçütlerine sahip sertifikasyon programları tarafından değerlendirilmesi gerekmektedir. Yapının çevresiyle bir bütün olarak ele alındığı bu programların değerlendirme süreçlerinde yapma çevre bileşenlerinin her biri tüm yaşam döngüsü süreçleri boyunca değerlendirilerek yapının bütünsel etkileri ortaya konabilir. Yapma çevre bileşeni olan yapı malzemelerinin de çevre sertifikasyon programlarına dahil olabilmeleri için sürdürülebilirlik ölçütleri açısından değerlendirilerek çevresel performanslarının kamuoyuna deklare edilmiş olmaları gerekir. Yaşam döngüsü değerlendirmesi yöntemi yapı malzemelerinin çevresel performanslarını tüm yaşam döngüsü süreçleri boyunca sürdürülebilirlik ölçütlerini dikkate alarak değerlendirir ve çevre sertifikasyon programlarına girdi sağlar. Bu yöntem uygulanırken yapıyı oluşturan yapı malzemeleri doğadan temin edilme sürecinden yapım sürecine kadar üretimi de kapsayan süreçler ele alınarak ya da kullanım, bakım, onarım ve yok etme süreçlerinin de dahil edildiği tüm yaşam döngüsü süreçlerinde taşıma mesafeleri de dikkate alınarak incelenirler. Bu inceleme esnasında ilgili yaşam döngüsü süreçlerinde yapı malzemelerinin kullandıkları doğal kaynaklar ve su ile birlikte yapı malzemelerinin çevreye verdikleri katı sıvı ve gaz atıklar incelenir. Ayrıca yapı malzemelerinin beklenen hizmet ömrü süresince dayanımları ve geri dönüşüm olanakları incelenerek çevresel performansı ortaya konur [Url-21]. Çevre sertifikasyon programlarının Türkiye'de henüz bir pazar oluşturmaması nedeniyle arzı bulunmayan yapı malzemelerin yaşam döngüsü değerlendirmeleri üreticiler tarafından talep edilmemektedir. Ancak gelecekte konu ile ilgili yapılacak

çalışmalarda bu sistemlerin çevreye olumlu etkileri nedeni ile bu sertifikasyon programlarına uygunluğu sağlanabilir.

Bundan sonraki çalışmalarda, bu çalışmada ortaya konulan tasarım yöntem ve oluşturulan katmanlaşma modelleri kullanılarak, diğer malzemelerin kullanılması ile ortaya çıkan tasarım seçenekleri ortaya ve bu çalışmada ortaya çıkan tasarım seçenekleri; nitel analiz yöntemi haricinde bilgisayar simülasyon destekli programlar ve açık alan testleri ile daha detaylı analiz edilerek kullanıma hazır hale getirilebilirler.

KAYNAKLAR

[1] Çepel, N., 2003: Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, Ankara

[2] Tavil, A.Ü., 2006:Opak Yüzeylerde Güneş Işınımı Etkisinin Yüzey Pürüzlülüğü ile Değişimi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitiüsü, Doktora Tezi, İstanbul

[3] Türkeş, M., Sümer, U., Çetiner, G.,2000:Küresel İkilm Değişikliği ve Olası Etkileri, *Çevre Bakanlığı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, İstanbul Sanayi Odası:* 7-24, Ankara

[4] Karaca, M., Tayanc, M., Toros, M., 1994:Effects of Urbanization on Climate of İstanbul and Ankara, *Atmospheric Environment* 29: 3411-3421, United Kingdom

[5] Ezber, Y., Şen, L.O., Kindap, T., Karaca, M., 2006:Climatic Effects of Urbanization in İstanbul: A Statistical and Modeling Analysis, *International Journal of Climatology* 10,0002/jöc 1420, Viley

[6] Karaca, M., Anteplioğlu, Ü., Karsan, H., 1995: Detection of Urban Heat Island in İstanbul, Turkey, *Il Nuovo Cimento* Feb 15C N.1, Bologna

[7] Türkiye Çevre ve Orman Bakanlığı., 2007: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Kapsamında Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi

[8] Dalyanda, M., Eraybar, A.K., Gültek, S., Uz, O.B., 2006:Türkiye'de Sel Olayları ile Alibeyköy Taşkınları İncelemesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Afet Yönetimi Yüksek Lisans Programı

[9] Türkeri, N., 2007:İklim Değişimi ve Enerji verimliliği Kapsamında Dış Cephe Isı Yalıtım Sisteminin Dayanıklılığının Önemi, , *Yalıtım Dergisi*, **70:** 36-40, İstanbul

[10] Onaygil, S., Meylani, E., Erkin, E., 2008:Bina Sektöründe Enerji Verimliliği ile İlgili Yasal Düzenlemeler, *Yalıtım Dergisi*, **70:** 36-40, İstanbul

[11] Çatı Sanayici ve İşadamları Derneği 2006:Eğimli Çatlarda Nihai Çatı Kaplama Malzemeleri 2005 Yılı Sektör Büyüklüğü Araştırması, *Şantiye Dergisi*, Ekim 2006: 44, İstanbul

[12] Osmundson, T.F., 1999: Roof Gardens, *W.W.Norton & Company Ltd.*, London

[13] Ekşi, M., 2006:Çatı ve Teras Bahçelerinde Kullanılan Konstrüksiyon Elemanları ve Yeni Yaklaşımlar. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitiüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

[14] Birol, G., 2006: Modern Mimarlığın Ortaya Çıkışı ve Gelişimi, Mimarlar Odası Balıkesir Şubesi Dergisi, Ekim 2006: 13-16

[15] Liu, K., 2004, Sustainable Building Envelope -Garden Roof Sistem Performance, NRC-CNRC, *RCI Building Envelope Symposium* Nov 4-5: 1-14, New Orleans

[16] Banting, D., Li, J., Missios, P., 2005: Report on the Environmental Benefits and Costs of Green Roof Technology for City of Toronto, Canada

[17] Getter, K.L., Rowe, D.B., 2006, The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development, *Hort Science,* 41(5):1276-1285

[18] Kumar, E. ve Kaushik, S.C., 2005: Performance Evaluation of Green Roof and Thermal Protection of Buildings, *Science Direct,* 40, 1505-1511

[19] Takebayashi, H., Moriyama, M., 2007, Surface Heat Budget on Green Roof and High Reflection Roof For Mitigation of Urban Heat Island, *Science Direct,* 42: 2971-2979

[20] Mentens, J., Taes, D., Hermy, M., 2006: Green Roofs As A Tool For Solving The Rainwater Runoff Problem In The Urbanized 21st Century? *Science Direct,* 77: 217-226

[21] Liu, K., Baskaran, B., 2003: Thermal Performance of Green Roofs Through Field Evaluation, NRC-CNRC, *First North American Green Roof Infrastructure Conference, Proceeedings 1*-10,Chicago

[22] FLL,The Landscaping and Landscape Development Research Society., 2002: Guideline for The Planning, Execution and Upkeep of Green Roof Sites, Bonn

[23] Bayazıt, N., 2004: Endüstri Ürünlerinde ve Mimarlıkta Tasarlama Metotlarına Giriş, Literatür Yayıncılık, İstanbul

[24] Coşkun, K., 2006: Çatı Sistemleri ile İlgili Performans Gereksinmeleri, 3.*Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, İstanbul

[25] Sarp, A., 2007: Sağlıklı Yapının Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım Önerisi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul

[26] Mansuroğlu, S.G., 1998: Ülkemiz Koşullarında Çatı Bahçelerinde Kullanılabilecek Bitki Türleri, 1.*Ulusal Süs Bitkileri Kongresi Bildiriler Kitabı,* 301-306, Yalova

[27] Kürkçü, Y., SfB Sistemi, Proje Enformasyonu ve İlişkin Genel Enformasyonda Kullamnılmak Üzere Geliştirilen Bina Sınıflandırma Sistemi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Ankara

[28] Çakır, Z., 2000. Düz Çatılarda Isı ve Su Yalıtım Malzemelerinin Performans Yaklasımı ile Değerlendirilmesi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

[29] Toydemir, N., Tanaçan, L., Gürdal, E., 2000: Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul

[30] TS 825, 2005: Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü

[31] Toydemir, N., 2002: Çatılar, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul

[32] TS EN 1928, 2007: Esnek levhalar - Su sızdırmazlığı için - Çatı su sızdırmazlığı için bitüm, plâstik ve lâstik levhalar - Su geçirmezliği tayini**,** Türk Standartları Enstitüsü

[33] TS EN 13707, 2007: Su yalıtımı için esnek levhalar - Çatılarda su yalıtımında kullanılan takviyeli bitümlü levhalar - Tanımlamalar ve özellikler, Türk Standartları Enstitüsü

[34] TS EN 12086, Isı Yalıtım Malzemeleri - Isı Yalıtım Malzemeleri - Binalar İçin - Su Buharı Geçirgenlik Özelliklerinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü

[35] C755-03, 2004: Standart practice for Selection of Water Vapor Retarders for Thermal Insulation, *ASTM,* United States

[36] E 2396, 2005: Standard Test Method For Saturated Water Permeability Of Granular Drainage Media For Green Roof Systems, *ASTM,* USA

[37] E 2397, 2005: Standard Practice For Determination Of Dead Loads And Live Loads Associated With Green Roof Systems, *ASTM,* United States

[38] E 2398, 2005: Standard Test Method - Water Capture - Media Retention Geocomposite Drain Layers For GRS, *ASTM,* United States

[39] E 2399, 2005: Standard Test Method For Maximum Media Density For Dead Load Analysis Of Green Roof Systems, *ASTM,* United States

[40] E 2400, 2006: Standart Guide for Selection, Installation and Maintenance of Plants for Green Roof Systems , *ASTM,* United States

[41] Snodgrass, E., Snodgrass, L., 2006: Green Roof Plants: A Resource And Planting Guide, *Timberpress Inc.*, Hong Kong

[42] Karakoc, H., 1999: Binalarda ve Tesisatta Isi Yalitimi, Istanbul,

Url-1 <*http://www.onduline.com.tr*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-2<*http://www.dow.com*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-3<*http://www.yalteks.com*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-4<*http://www.btmpolpan.com.tr*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-5<*http://www.cenorm.be*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-6<*http://www.tse.gov.tr*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-7<*http://www.astm.org*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-8<*http://www.jsa.or.jp*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-9<*http://www.standards.org.sg*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-10<*http://www.timasteknik.com*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-11<*http://www.teknosel.com*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-12<*http://www.icopal.com.tr*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-13<*http://www.tortoise.com.tr*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-14<*http://www.koster.com.tr*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-15<*http://www2.dupont.com*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-16<*http://www.ttm.com.tr*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-17<*http://www.argeinsaat.com.tr*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-18<*http://www.sams.com.tr*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-19<*http://www.tekcanlar.com*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-20<*http://www.imtekr.com.tr*> *Son Erişim Tarihi: 30.04.2009*

Url-21 <*http://www.bre.co.uk/page.jsp?id=1578*> *Son Erişim Tarihi: 25.06.2009*

EKLER

Ek A.1 : Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri Tasarım Girdileri
Ek A.2 : Katmanlaşma Modelleri - 1
Ek A.3 : Katmanlaşma Modelleri - 2
Ek A.4 : Katmanlaşma Modelleri - 3
Ek A.5 : Her Bir Performansın Bir Malzeme İle Karşılandığı Sistem Değerlendirmeleri - 1
Ek A.6 : Her Bir Performansın Bir Malzeme İle Karşılandığı Sistem Değerlendirmeleri - 2
Ek A.7 : Her Bir Performansın Bir Malzeme İle Karşılandığı Sistem Değerlendirmeleri - 3
Ek A.8 : İki Performansın Bir Malzeme İle Karşılandığı Sistem Değerlendirmeleri – 3
Ek A.9 : Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri

Ek A.1 - Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri Tasarım Girdileri

1 - Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Olarak Ortaya Çıkan Katmanlar ve Malzemeleri

KULLANICI GEREKSİNMELERİ	DOĞAL ÇEVRE ETMENLERİ	PERFORMANS GEREKSİNMESİ	PERFORMANS ANALİZİ
	Güneş Işınımları	* Çatıyı etkileyen en önemli iklimsel etmenlerden biri güneş ışınımları olduğundan dolayı, kızılötesi ve morötesi ışınların çatı yüzeyini doğrudan etkilemesinin engellenmesi, buna bağlı olarak yüzey sıcaklığı artışının durdurulması ve sistemde bulunan organik malzemelerin kullanım ömürlerinin artırılması gerekir.	* Güneş ışınımlarının etkileri azaltılmadığı taktirde, yüzey sıcaklıkları artar, dış ortam sıcaklığı iç ortamdan fazla olduğunda, iç ortama doğru ısı akımı oluşur ve sistemi oluşturan malzemelerin genleşme katsayılarına bağlı olarak, malzemelerde yorulmalara bağlı bozulmalar oluşur. Ayrıca yüzey sıcaklıklarının artması kent ısı adası etkisinin en önemli nedenidir.
	İç - Dış Ortam Sıcaklık Farkları	* Çatıda ısı akımını kontrol etmek için, belirli düzeyde ısı geçişini engelleyen, istenilen düzeyde iç ortam sıcaklığı sağlayan ve bu sayede binada kullanılan ısıtma-soğutma enerjilerinin azalmasına katkı sağlayan bir ısıl direnç faktörü oluşturulmalıdır.	* Isı akımı kontrol edilmediği taktirde; ısı geçişi kontrollü düzenlenemeyerek iç-dış ortam sıcaklık farkları korunamaz. Bu durumda iç ortam konfor koşulları mevsime bağlı değerlerin çok altında yada üstünde kalarak bozulmuş olur. Ayrıca ısı yalıtım katmanının kullanılmaması, bitkilendirilmiş çatı sistemini oluşturan genleşme katsayısı yüksek malzemelerde, sıcaklık artış ve azalışlarındaki yorulmalara bağlı olarak bozulmaların oluşmasına neden olabilir. İç- dış ortam sıcaklık farkından dolayı oluşacak olan ısı akımı nedeni ile sıcak mevsimlerde bina içi soğutma enerisi, soğuk mevsimlerde ise bina içi ısıtma enerjisi ihtiyacı artar.
	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları ve Şekli	* Çatı yüzeyine yağışlar, sulama sistemleri ve çevre binalar vasıtası ile gelen suyun, çatı sisteminin alt katmanlarına ve bina iç ortamına geçmesi engellenmelidir.	* Su yalıtım malzemesinin kullanılmaması durumunda, bahsedilen etmenlerle çatı yüzeyine gelen su, çatı alt sistem malzemelerine ve bina iç ortamına ulaşır. Bitkilendirilmiş çatı sistemini oluşturan katmanlardan özellikle ısı yalıtım katmanını oluşturan malzemelerin bünyesine su alması ile birlikte, suyun donarak hacimce genişlemesine ve bunun sonucunda malzemenin ısı iletkenlik direncinin azalmasına neden olacağı bilinmektedir. Bunun sonucunda, ısı yalıtım malzemesi de işlevini yerine getiremez duruma gelir. Çatıyı etkileyen su bina iç ortamına ulaştığında ise kullanıcı konfor koşulları bozulur.
	İç - Dış Ortam Arası Buhar Basıncı Farkı	* Bina iç ve dış ortamı arasındaki buhar basıncı farkı nedeni ile, buhar basıncının yüksek olduğu ortamdan az olduğu ortama doğru su buharı akımı oluşur. Oluşan su buharı akımı kontrol edilmeli ve su buharı akımına bağlı oluşacak olan yoğuşma önlenmelidir.	* Su buharı; sistem bileşenlerinden yoğuşmadan geçtiği taktirde sorun yaratmaz. Ancak katman malzemeleri yüzeylerindeki sıcaklık değerleri ve nem miktarının değişmesi sonucu malzeme yüzeyinde terleme yada bünyesinde yoğuşma meydana gelebilir. Bu durum; yine ısı yalıtım malzemesi gibi bünyesine su aldığında malzeme fiziksel özelliklerinde bozulma olan açık gözenekli malzemeler için sakınca oluşturur.

MALZEME, BİLEŞEN, ÖNLEM	Ağırlık	Kalınlık	Uzunluk (Yükseklik)	Genişlik	Yoğunluk (kg/m3)	Isı İletkenlik Katsayısı (W/m2)	Su Buhar Difüzyon Direnç Faktörü	Su Emme Oranı	Kapalı Hücre Oranı	Basınç Dayanımı	Çekme Dayanımı	Kopma Uzaması Değeri	Görünür Göz Açıklığı	Kullanım Sıcaklığı Aralığı (°C)	Yangın Dayanımı	Su Uzaklaştırma Değeri	Kabartma Derinliği	Kabartma Sayısı / m2	Referans No
Bitki																			
Yosunlar	-	-	50-200mm arası	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[40]
Sedumlar	-	-	50-400mm arası	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[40]
Tek Yıllık Otsular	-	-	50-100mm arası	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[40]
Çok Yıllık Otsular	-	-	100-150mm arası	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[40]
Çimenler	-	-	100-250mm arası	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[40]
Soğanlı, Yumrulu, Rizomlu Bitkiler	-	-	100-1000mm arası	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[40]
Sukkulentler	-	-	100-1000mm arası	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[40]
Bitki Tasiyici Katman																			
Bitkisel Esaslı Bitki Taşıyıcı Katman Malzemeleri																			
- Toprak Karışımları	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
İnorganik Esaslı Bitki Taşıyıcı Katman Malzemeleri																			
- İnorganik Köpük Levhalar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- İnorganik Lifli Levhalar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agrega Esaslı Bitki Taşıyıcı Katman Malzemeleri																			
- Agrega Karışımları	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isı Yalıtım Katmanı Malzemeleri																			
İnorganik Esaslı Isı Yalıtım Malzemeleri																			
- Cam Yunu	-	20-150mm	-	-	10 - 90 arası	0.035 0.050 arası	1	%3 - 10	%1	1.5 - 6.5 ton/m2 arası	-	-	-	max 250°C	A sınıfı yanmaz	-	-	-	[41]
- Taş Yunu	-	20-120mm	-	-	30-200 arası	0.035 0.050 arası	1	%2.5 - 10	%1	1.5 - 6.5 ton/m2 arası	-	-	-	max 750°C	A sınıfı yanmaz	-	-	-	[41]
- Seramik Yunu	-	6-50mm	-	-	64-192 arası	0.035 0.050 arası	1	%2.5 - 10	%1	1.5 - 6.5 ton/m2 arası	-	-	-		A sınıfı yanmaz	-	-	-	[41]
Polimer ve Kauçuk Esaslı Isı Yalıtım Malzemeleri																			
- Çekme Polistren	-	20-100mm	-	-	25-45 arası	0.030 0.040 arası	20 100 arası	%0 - 0.5	%100	15-50 ton/m2 arası	-	-	-	-50 / +80°C arası	B1Zor Alevlenici	-	-	-	[41]
- Genleştirilmiş Polistren	-	13-610mm	-	-	15-30 arası	0.035 0.040 arası	80 250 arası	%0 - 5	-	5-15 ton/m2 arası	-	-	-	+180 / +75°C arası	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[41]
- Fenolik Sert Köpük (PF)	-	20-200mm	-	-	30-35 arası	0.030 0.045 arası	10 50 arası	-	-	10-20 ton/m2 arası	-	-	-	+180 / +120°C arası	A sınıfı yanmaz	-	-	-	[41]
- Poliüretan	-	1.5-510mm	-	-	30-40 arası	0.025 0.040 arası	30 100 arası	%3-5	%95	10-40 ton/m2 arası	-	-	-	-200 / +110°C arası	B1 Zor B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[41]
- PVC Köpük	-	13-150mm	-	-	40-300 arası	0.030 0.045 arası	-	-	-	10-80 ton/m2 arası	-	-	-	-100 / +95°C arası	B1 Zor B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[41]
- Melamin	-	13-150mm	-	-	10-15 arası	0.035 0.045 arası	10	-	-	20-70 ton/m2 arası	-	-	-	-10 / +150°C arası	B1 Zor B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[41]
Bitkisel Esaslı Isı Yalıtım Malzemeleri																			
- Ahşap Rende Levha	-	50-300mm	-	-	350-800 arası	0.035 0.060 arası	5	%10	-	20 ton/m2	-	-	-	max 110°C	B1Zor Alevlenici	-	-	-	[41]
- Doğal Mantar	-	6-50mm	-	-	80-500 arası	0.045 0.055 arası	5 10 arası	-	-	-	-	-	-	+180 / +100°C arası	B1 Zor B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[41]
Doğal Taş Esaslı Isı Yalıtım Malzemeleri																			
- Genleştirilmiş Perlit	-	-	-	-	80-100 arası	0.040 0.045 arası	5 10 arası	-	%98	Tek Başına Uygulanmıyor	-	-	-	-	A sınıfı yanmaz	-	-	-	[41]
Isı İletkenlik Katsayisi Dusuk Malz. Kullanilmasi																			
Bitki Taşiyici Katman																			
Su Yalıtım Katmanı Malzemeleri																			
Bitum Esaslı Su Yalıtım Malzemeleri																			
+ Modifiye Bitumlu Örtüler																			
- APP Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malzemeleri	3.3 kg/m2 4.4 kg/m2	3 mm (min) 4 mm (min)	10 mt 10 mt	1 mt 1 mt	-	0.19	2000-20000 arası	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	800/600 N/5cm	%35/35 (boy/en)	-	-10 / +145°C	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-4]
	-	3 mm (min) 4 mm (min)	10 mt 10 mt	1 mt 1 mt	-	0.19	2000-20000 arası	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	800/600 N/5cm	%35/35 (boy/en)	-	-10 / +120°C	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-1]
	4.8 kg/m2	4 mm (min)	10 mt	1 mt	-	0.19	2000-20000 arası	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	800/600 N/5cm	%35/35 (boy/en)	-	-10 / +120°C	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-3]
	5.9 kg/m2 5 kg/m2	5 mm (min) 4 mm (min)	10 mt 10 mt	1 mt 1 mt	-	0.19	2000-20000 arası	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	800/600 N/5cm 900/1100 N/5cm	%40/40 (boy/en)	-	-10 / +120°C	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-3]
- SBS Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malzemeleri	3.4 kg/m2 4.5 kg/m2	3 mm (min) 4 mm (min)	10 mt 10 mt	1 mt 1 mt	-	0.19	2000-20000 arası	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	800/600 N/5cm	%35/35 (boy/en)	-	-20 / +120°C	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-4]
+ Okside Bitüm	4.7 kg/m2 3.6 kg/m2	4 mm (min) 3 mm (min)	10 mt 10 mt	1 mt 1 mt	-	0.19	2000-20000 arası	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	800/600 N/5cm	%35/35 (boy/en)	-	-20 / +100°C	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-3]
Polimer ve Kauçuk Esaslı Su Yalıtım Malzemeleri																			
+ Sentetik Polimer Esaslı Örtüler																			
- CSPE (Hipalon / TPO) (klorosulfone polietilen)	-	1.14 / 1.52 mm	3.05-30.5m arası	1.52 - 3.05m arası	1	0.19	80.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	1560N	380N/5cm	%30/30 (boy/en)	-	-46°C min	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-10]
- EPDM	-	1.092 mm	15.25 /65.00 arası	2.30 / 15.25 arası	1.2	0.30	100.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	980N/5cm	-	-	-53 / +130°C	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-11]
- PVC	-	1.2 mm (min) 1.5 mm (min)	20 mt 20 mt	1.60 mt 1.60 mt	1.2	0.19	42.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	1259/1072N 1284/1288N	%21/23 %17/22	-	-20°C min	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-12]
+ Poliüretan Esaslı Örtüler	1.2 kg/m2 - 1.5 kg/m2 sarfiyat				1.3 - 1.4	0.19	80.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	-	%300	-	-40 / +80°C	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-13]
+ Kauçuk Esaslı Örtüler	Rutubete Karşı - 3 kg/m2 sarfiyat Basınçsız Suya Karşı -4 kg/m2 sarfiyat Basınçlı Suya karşı - 6 kg/m2 sarfiyat				1.17	0.30	100.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	-	%100	-	-5 / +130°C	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-14]
Çimento Esaslı Su Yalıtım Malzemeleri	Rutubete Karşı - 2 kg/m2 sarfiyat Basınçsız Suya Karşı -3 kg/m2 sarfiyat Basınçlı Suya Karşı - 4 kg/m2 sarfiyat				1.45	-	60.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	27N/mm2	2.4N/mm2	-	-	+80°C max	A Sınıfı Yanmaz	-	-	-	[Url-14]
Buhar Kesici Katman Malzemeleri																			
Bitüm Esaslı Buhar Kesici Malzemeler																			
- Bitümlü Örtü	-	2 mm 3 mm	15 m 10 m	1 m 1 m	1,1	0.19	2000-20.000 arası	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	≥300-400 en - boy	≥%2-2	-	+10 / +120°C arası	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-3]
Polimer ve Kauçuk Esaslı Buhar Kesici Malzemeler																			
- Polietilen Örtü	-	1-3mm arası	2-8mt arası	1 m	1	0.19	80.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	-	-	-	-40 / +100°C arası	-	-	-	-	[Url-15]
- PVC Örtü	-	1.2 mm (min) 1.5 mm (min)	20 mt 20 mt	1.60 mt 1.60 mt	1.2	0.19	42.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	1259/1072N 1284/1288N	%21/23 %17/22	-	-20°C min	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-15]
Metal Esaslı Buhar Kesici Malzemeler																			
- Metal Folyo (Aluminyum)	0.41-14,91 arası (kg/m2)	0.18-3mm arası	7mt max	2.25mt max	-	-	90.000 min	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[Url-16]
Nefes Alan Çatı Sistemleri																			
Polietilen Esaslı Buhar Kesici Malzeme (Tyvec)	-	0.09-0.51mm arası	1-7.5 mt arası	0.5 - 1mt arası	-	0.19	0.2	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	-	340 N	%13	-	-40 / +100°C arası	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-15]
Havalandırmalı Çatı Sistemleri																			

2 - Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Katman ve Malzemeler

KULLANICI GEREKSİNMELERİ	ETMENLER	PERFORMANS GEREKSİNMESİ	PERFORMANS ANALİZİ
		* Bitki taşıyıcı katmanından gelen malzeme taneciklerinin drenaj katmanında ve drenaj sistem öğelerinde tıkanmaya yol acmamasını sağlanması gerekmektedir.	* Çatıya gelen yağış suları ile birlikte, bitki taşıyıcı katmandan gelen tortular ve tanecikler, bir altta bulunan drenaj katmanını oluşturan malzemenin boşluklarında birikerek, drenaj işlevinin yerine getirilmesini engelleyebilir. Drenaj katmanının sağlıklı çalışmaması durumunda, çatıya gelen fazla su depolanamaz ve bitkilenin su ihtiyacı olan dönemlerde gerekli olan suyu sağlayamaz ve bitki katmanında kullanılan türlerin ölmesine neden olur. Çatıda biriken fazla suyun uzaklaştırılmaması da hem bina taşıyıcı sistemine fazla yük gelmesine hem de yüzeyde biriken fazla suyun bitki katmanını çürütmesine neden olacaktır.
		* Çatıya gelen suyun bir kısmının bitkilerin su ihtiyacını karşılamak için depolanmasını sağlamak, fazla suyun ise binadan uzaklaştırılmasını sağlamak gerekmektedir.	* Çatıya gelen yağış suları ile birlikte, bitki taşıyıcı katmandan gelen tortular ve tanecikler, bir altta bulunan drenaj katmanını oluşturan malzemenin boşluklarında birikerek, drenaj işlevinin yerine getirilmesini engelleyebilir. Drenaj katmanının sağlıklı çalışmaması durumunda, çatıya gelen fazla su depolanamaz ve bitkilenin su ihtiyacı olan dönemlerde gerekli olan suyu sağlayamaz ve bitki katmanında kullanılan türlerin ölmesine neden olur. Çatıda biriken fazla suyun uzaklaştırılmaması da hem bina taşıyıcı sistemine fazla yük gelmesine hem de yüzeyde biriken fazla suyun bitki katmanını çürütmesine neden olacaktır.
		* Su yalıtım katmanının köklere karşı korunması açısından; ayrı bir katmanla korunması yada köklere karşı dayanıklı hale getirilerek kullanılması.	* Bitkilendirilmiş çatı sisteminde kök tutucu katmanın kullanılmaması; bitki köklerinin suyu takip ederek su yalıtım katmanına zarar vermesi anlamına gelmektedir. Su yalıtım katmanında oluşacak olan delik ve yırtık gibi bir hasar bu katmanın işlevini yerine getirmememesine neden olacaktır.

MALZEME, BİLEŞEN, ÖNLEM	Ağırlık	Kalınlık	Uzunluk	Genişlik	Yoğunluk (kg/m3)	Isı İletkenlik Katsayısı (W/m2)	Su Buhar Difüzyon Direnç Faktörü	Su Emme Oranı	Kapalı Hücre Oranı	Basınç Dayanımı	Çekme Dayanımı	Kopma Uzaması Değeri	Görünür Göz Açıklığı	Kullanım Sıcaklığı Aralığı (°C)	Yangın Dayanımı	Su Uzaklaştırma Değeri	Kabartma Derinliği	Kabartma Sayısı / m2	Referans No
Filtre Katmanı Malzemeleri																			
Polimer ve Kauçuk Esaslı Filtre Malzemeleri																			
- Dokuma Olmayan Jeotekstil Keçe	150 g/m2 300 g/m2 500 g/m2	-	100mt	2mt	-	0.50-1 arası	10-50	-	-	275 N 790 N 1320 N	390 N/5cm 1115 N/5cm 1945 N/5cm	-	-	-	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-3]
	150 g/m2 300 g/m2 500 g/m2	1.1 mm 1.9 mm 3.2 mm	100mt	2mt	-	0.50-1 arası	10-50	-	-	-	7 kN/m 10 kN/m 23 kN/m	-	0.14 mm 0.12 mm 0.09 mm	-	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-17]
	100 g/m2 140 g/m2 170 g/m2	0.9 mm 1.2 mm 1.4 mm	100mt	5.5mt	-	0.50-1 arası	10-50	-	-	1450 N 2150 N 2500 N	7 kN/m 11.2 kN/m 13 kN/m	% 49 % 50 % 50	0.08 mm 0.08 mm 0.08 mm	-	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-18]
	110 - 300 g/m2	0.9-3.2 mm	300mt	4mt	-	0.50-1 arası	10-50	-	-	1200-4250 N	7.5/28 kN/m	% 90 - 100	0.09 mm 0.11 mm	-	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-18]
	85 - 105 g/m2	3.5 - 6.5 mm	40-100mt	6mt	-	0.50-1 arası	10-50	-	-	3300 - 6500 N	23 - 35 kN/m	% 85	0.08 mm	-	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-18]
Drenaj Katmanı Malzemeleri																			
Agrega Esaslı Drenaj Malzemeleri																			
- Çakıl - İnce Çakıl	1000-1500 kg/m³		50-100mm arası		1700-2200 kg/m3	2	50	%5	-	250 kgf/cm2	-	-	-	2000°C max	A1 Sınıfı Yanmaz	-	-	-	[29]
- Ponza Taşı	500-600 kg/m³		20-40mm (boyut)		500-1000 kg/m3	0.33-0.80 arası	2-5	%90	-	25 kgf/cm2	-	-	-	1200°C max	A1 Sınıfı Yanmaz	-	-	-	[Url-19]
- Sert Tuğla-Kiremit Kırıkları	800-900 kg/m³		Parçalar Halinde		-	0.81-1.40 arası	5-10	%10-20	-	25 kgf/cm2	-	-	-	1000°C max	A1 Sınıfı Yanmaz	-	-	-	[29]
- Mıcır, Cüruf	1000-2000 kg/m³		Parçalar Halinde		1800kg/m3	0.70	3	%5	-	250 kgf/cm2	-	-	-	2000°C max	A1 Sınıfı Yanmaz	-	-	-	[29]
Polimer ve Kauçuk Esaslı Drenaj Malzemeleri																			
- Dokuma Olmayan Jeotekstil Keçe	0.33 / 0.58 kg/m2	2 - 3 mm	100 mt	5.30 mt	-	-	-	-	-	-	13/100 kN/m	% 11.5 / 85	-	-	-	10-15 gal/min/ft	-	-	[Url-18]
- Polietilen Levhalar	≥2kg/m2 (dry) ≥10kg/m2 (wet)	60 mm	2 mt	1 mt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36 gal/min/ft	-	-	[Url-1]
- Polistren Levhalar	1 - 1,9 kg/m2	40-75 mm	1-1.2 mt	1 mt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50-65 gal/min/ft	-	-	[Url-1]
Kompozitler																			
- Sentetik Polimer Tel Levha (Polyamit Filament) 1 Yada 2 Yönlü Örgüsüz Jeotekstil Keçe	950g/m2	10mm	45 mt	1 mt	-	-	-	-	-	1.6 kN	8.8 kN/m	-	-	-	-	30 gal/min/ft	-	-	[Url-20]
Kök Tutucu Katman Malzemeleri																			
Polimer ve Kauçuk Esaslı Kök Tutucu Malzemeler																			
- Plastik Levha (HDPE)	-	6 mm 10 mm 20 mm	-	1 mt	0.9	0,30	100.000	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	2 kN 3 kN 5.7 kN	90 N/mm 150 N/mm 300 N/mm	-	-	-40°C min	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-3]
- Bitümlü Örtü	4.5 kg/m2	3.2 mm	8 m	1 m	1,1	0.19	2000-20.000 arası	TS EN 1928 Su Geçirimsiz	-	800/700 N/5cm	-	% 50/50	-	-10 / +120°C arası	B2 Normal Alevlenici	-	-	-	[Url-3]
Metal Esaslı Kök Tutucu Malzemeler																			
Çimento Esaslı Kök Tutucu Malzemeler																			
- Beton Yüzeyler																			

3 - Uygulama Aşamasında Kullanılması Gereken Katmanlar ve Malzemeleri

KULLANICI GEREKSİNMELERİ	DOĞAL ÇEVRE ETMENLERİ	PERFORMANS GEREKSİNMESİ	PERFORMANS ANALİZİ

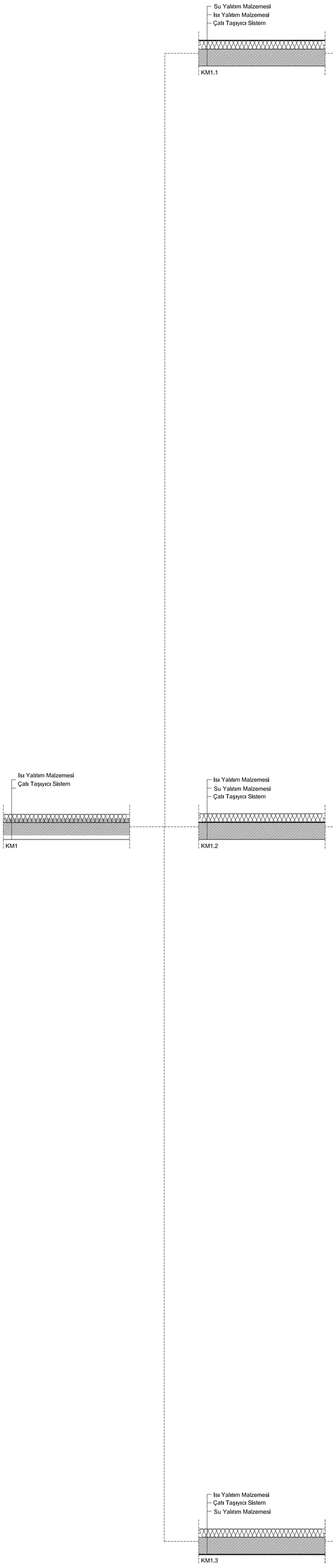
MALZEME, BİLESEN, ONLEM	Ağırlık	Kalınlık	Uzunluk	Genişlik	Yoğunluk (kg/m3)	Isı İletkenlik Katsayısı (W/m2)	Su Buhar Difüzyon Direnç Faktörü	Su Emme Oranı	Kapalı Hücre Oranı	Basınç Dayanımı	Çekme Dayanımı	Kopma Uzaması Değeri	Görünür Göz Açıklığı	Kullanım Sıcaklığı Aralığı (°C)	Yangın Dayanımı	Su Uzaklaştırma Değeri	Kabartma Derinliği	Kabartma Sayısı / m2	Referans No
Koruyucu Katman																			
Astar							-												

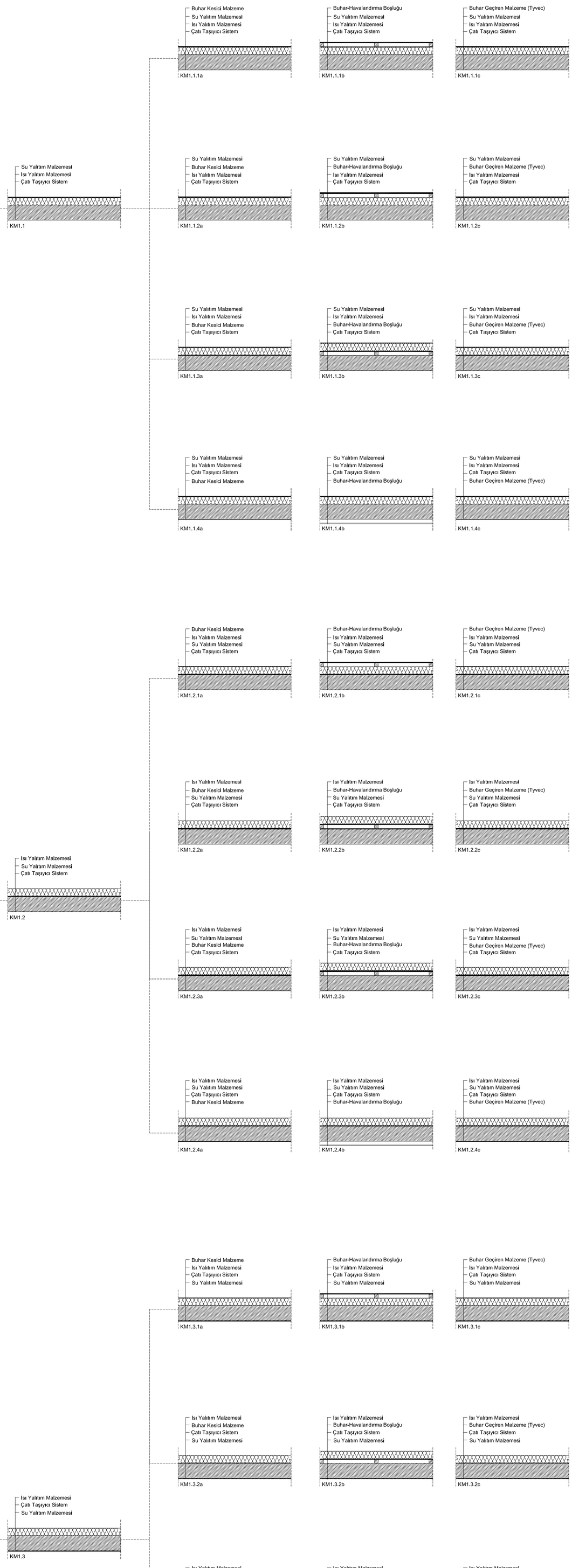
KULLANICI GEREKSİNMELERİ	DOĞAL ÇEVRE ETMENLERİ	PERFORMANS GEREKSİNMESİ	PERFORMANS ANALİZİ

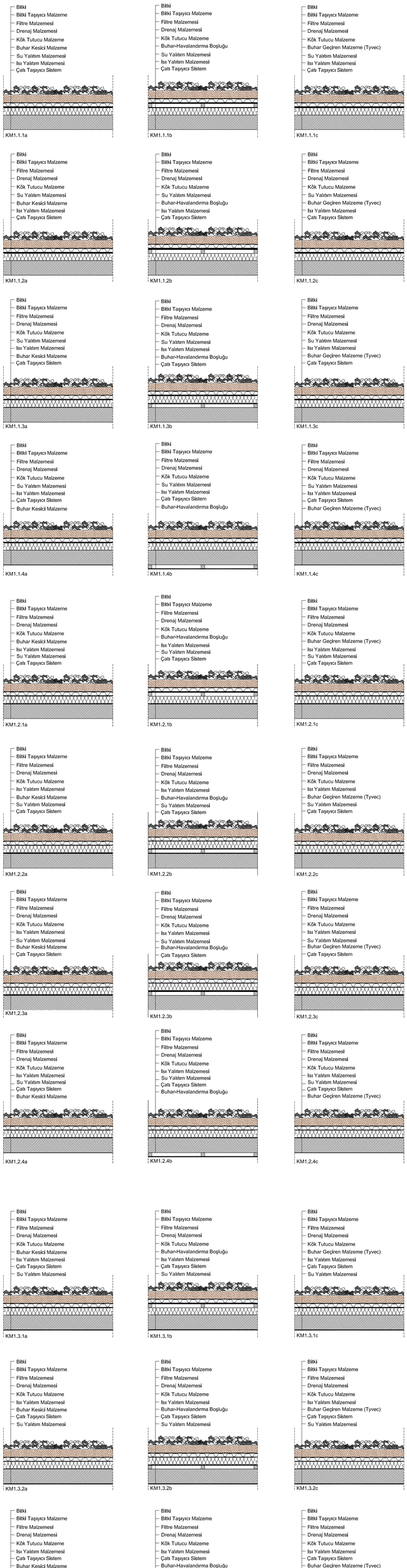
MALZEME, BİLESEN, ONLEM	Ağırlık	Kalınlık	Uzunluk	Genişlik	Yoğunluk (kg/m3)	Isı İletkenlik Katsayısı (W/m2)	Su Buhar Difüzyon Direnç Faktörü	Su Emme Oranı	Kapalı Hücre Oranı	Basınç Dayanımı	Çekme Dayanımı	Kopma Uzaması Değeri	Görünür Göz Açıklığı	Kullanım Sıcaklığı Aralığı (°C)	Yangın Dayanımı	Su Uzaklaştırma Değeri	Kabartma Derinliği	Kabartma Sayısı / m2	Referans No
Çatı Taşıyıcı Sistemi																			
Çimento Esaslı Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemeleri																			
- Betonarme	-	-	-	-	2400	2.5	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metal Esaslı Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemeleri																			
- Çelik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Hafif Çelik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ahşap Esaslı Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemeleri																			
- Ahşap	-	-	-	-	600-1000	0.13-0.20	40-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Havalandırmasız Çatılar | Havalandırmalı Çatılar | Nefes Alan Çatılar

Havalandırmasız Çatılar | Havalandırmalı Çatılar | Nefes Alan Çatılar







Havalandırmasız Çatılar | Havalandırmalı Çatılar | Nefes Alan Çatılar | Havalandırmasız Çatılar | Havalandırmalı Çatılar | Nefes Alan Çatılar



Havalandırmasız Çatılar | Havalandırmalı Çatılar | Nefes Alan Çatılar | Havalandırmasız Çatılar | Havalandırmalı Çatılar | Nefes Alan Çatılar



Ek A.5 - Her Bir Performansın Bir Malzeme İle Karşılandığı Sistem Değerlendirmeleri -1

Bitki	:	Sedum
Bitki Taşıyıcı Malzeme	:	Kiremit Kırıntısı Esaslı Mineral Karışım + Organik Karışımlı Sedum Hybridum Toprağı
Filtre Malzemesi	:	Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Drenaj Malzemesi	:	Biçimlendirilmiş Polietilen Levha
Kök Tutucu Malzeme	:	Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar Kesici Malzeme	:	Bitüm Esaslı Buhar Kesici Örtü
Su Yalıtım Malzemesi	:	APP Katkılı Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malz.
Isı Yalıtım Malzemesi	:	Betonarme Çatı Taşıyıcı Sistem
Çatı Taşıyıcı Sistem Malz.	:	Betonarme Çatı Taşıyıcı Sistem

Bir malzemenin ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılabilmesi için;

Isı İletkenlik Değeri < 0.060 w/m²K olmalıdır. *Istanbul - 2. bölge için U değeri < 0.40 olmalıdır.*	**TS 825**

Bir malzemenin su yalıtım malzemesi olarak kullanılabilmesi için;

Su emme oranı 0 olmalıdır.	**TS EN 1928** **TS EN 13707**

Bir malzemenin buhar kesici malzeme olarak kullanılabilmesi için;

Pratik buhar geçirmezlik değeri Sd>1500 olmalıdır. (Sd=µ.d)	**TS 825** **TS EN 12086** **TS EN ISO 12572**

Cam Yünü Isı Yalıtım Malzemesi	
Isıl iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.050 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*1*
Su Emme Oranı (%)	*%3 - %10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 - 90 mm arası (U = 0.397 / 0.384)*
Taş Yünü Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.050 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*1*
Su Emme Oranı (%)	*%2.5 - %10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 - 90 mm arası (U = 0.397 / 0.384)*
Seramik Yünü Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.050 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*1*
Su Emme Oranı (%)	*%2.5 - %10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 - 90 mm arası (U = 0.397 / 0.384)*
Çekme Polistren Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.030 - 0.040 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*20-100 arası*
Su Emme Oranı (%)	*%0 - %0.5*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50 - 70 mm arası (U = 0.404 / 0.391)*
Genleştirilmiş Polistren Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.040 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*80-250 arası*
Su Emme Oranı (%)	*%0 - %5*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 mm-70mm arası (U = 0.397 / 0.391)*
Fenolik Sert Köpük (PF) Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.030 - 0.045 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*10-50 arası*
Su Emme Oranı (%)	*-*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50 - 80 mm arası (U = 0.404 / 0.387)*
Pollüretan Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.025 - 0.040 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*30-100 arası*
Su Emme Oranı (%)	*%3 - %5*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50 mm - 70 mm arası (U = 0.356 / 0.391)*
PVC Köpük Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.030 - 0.045 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*-*
Su Emme Oranı (%)	*-*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50mm - 80mm arası (U = 0.376 / 0.387)*
Melamin Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.045 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*10*
Su Emme Oranı (%)	*-*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60mm - 80mm arası (U = 0.397 / 0.387)*
Ahşap Rende Levha Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.060 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*5*
Su Emme Oranı (%)	*%10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60mm - 100mm arası (U = 0.397 / 0.404)*
Doğal Mantar Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.045 - 0.055 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*5-10*
Su Emme Oranı (%)	*-*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*80mm - 100mm arası (U = 0.387 / 0.381)*
Genleştirilmiş Perlit Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.06 - 0.16 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*5-10*
Su Emme Oranı (%)	*-*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*100 mm - 280 mm (U = 0.404 / 0.391)*

APP Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*2000-20.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*3-5 mm arası*
SBS Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*2000-20.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*3-4 mm arası*
Okside Bitüm Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*2000-20.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*3-4 mm arası*
CSPE (Hipalon / TPO) Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*80.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*1.14 - 1.52*
EPDM Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,30 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*1.092*
PVC Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*1.2 - 1.5*
Poliüretan Esaslı Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*80.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*-*
Kauçuk Esaslı Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,30 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*-*
Çimento Esaslı Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*-*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*60.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*-*

Bitüm Esaslı Buhar Kesici Katman Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*3*

Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü Filtre Katmanı Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,50-1 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*10-50*
Su Emme Oranı (%)	*-*
Kalınlık (mm)	*5*

Biçimlendirilmiş Polietilen Levha Drenaj Katmanı	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,30-0,50 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*60*

Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,30w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*6*

KM1.1.1a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	X	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.1.2a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	X	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.1.3a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.1.4a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.2.1a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	X	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	X	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.2.2a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.2.3a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.2.4a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.3.1a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

KM1.3.2a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

KM1.3.3a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

KM1.3.4a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

KM2.1.1a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	X	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM2.1.2a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	X	–	–	–	–	–	–	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM2.1.3a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	X	–	–	–	–	–	–	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM2.1.4a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	X

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

KM2.2.1a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	X	–	–	–	–	–	–	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM2.2.2a.1

| | Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı | | | | Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı | | | | SİSTEM PERFORMANSI |
|---|---|---|---|---|---|---|---

Bitki : Sedum
Bitki Taşıyıcı Malzeme : Kiremit Kırıntısı Esaslı Mineral Karışım + Organik Karışımlı Sedum Hybridum Toprağı
Filtre Malzemesi : Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Drenaj Malzemesi : Biçimlendirilmiş Polietilen Levha
Kök Tutucu Malzeme : Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar Kesici Malzeme : Buhar / Havalandırma Boşluğu
Su Yalıtım Malzemesi : APP Katkılı Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malz.
Isı Yalıtım Malzemesi : Isı Yalıtım Malzemesi
Çatı Taşıyıcı Sistem Malz. : Betonarme Çatı Taşıyıcı Sistem

Bir malzemenin ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılabilmesi için;

Isı İletkenlik Değeri < 0.060 w/m²K olmalıdır. *Istanbul - 2. bölge için U değeri < 0.40 olmalıdır.*	**TS 825**

Bir malzemenin su yalıtım malzemesi olarak kullanılabilmesi için;

Su emme oranı 0 olmalıdır.	**TS EN 1928** **TS EN 13707**

Bir malzemenin buhar kesici malzeme olarak kullanılabilmesi için;

Pratik buhar geçirmezlik değeri Sd>1500 olmalıdır. (Sd=μ.d)	**TS 825** **TS EN 12086** **TS EN ISO 12572**

Cam Yünü Isı Yalıtım Malzemesi	
Isıl iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.050 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*1*
Su Emme Oranı (%)	*%3 - %10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 - 90 mm arası (U = 0.397 / 0.384)*
Taş Yünü Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.050 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*1*
Su Emme Oranı (%)	*%2.5 - %10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 - 90 mm arası (U = 0.397 / 0.384)*
Seramik Yünü Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.050 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*1*
Su Emme Oranı (%)	*%2.5 - %10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 - 90 mm arası (U = 0.397 / 0.384)*
Çekme Polistren Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.030 - 0.040 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*20-100 arası*
Su Emme Oranı (%)	*%0 - %0.5*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50 - 70 mm arası (U = 0.404 / 0.391)*
Genleştirilmiş Polistren Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.040 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*80-250 arası*
Su Emme Oranı (%)	*%0 - %5*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 mm-70mm arası (U = 0.397 / 0.391)*
Fenolik Sert Köpük (PF) Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.030 - 0.045 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*10-50 arası*
Su Emme Oranı (%)	-
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50 - 80 mm arası (U = 0.404 / 0.387)*
Pollüretan Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.025 - 0.040 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*30-100 arası*
Su Emme Oranı (%)	*%3 - %5*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50 mm - 70 mm arası (U = 0.356 / 0.391)*
PVC Köpük Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.030 - 0.045 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	-
Su Emme Oranı (%)	-
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50mm - 80mm arası (U = 0.376 / 0.387)*
Melamin Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.045 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*10*
Su Emme Oranı (%)	-
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60mm - 80mm arası (U = 0.397 / 0.387)*
Ahşap Rende Levha Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.060 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*5*
Su Emme Oranı (%)	*%10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60mm - 100mm arası (U = 0.397 / 0.404)*
Doğal Mantar Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.045 - 0.055 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*5-10*
Su Emme Oranı (%)	-
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*80mm - 100mm arası (U = 0.387 / 0.381)*
Genleştirilmiş Perlit Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.06 - 0.16 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*5-10*
Su Emme Oranı (%)	-
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*100 mm - 280 mm (U = 0.404 / 0.391)*

APP Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*2000-20.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*3-5 mm arası*
SBS Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*2000-20.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*3-4 mm arası*
Oksİde Bitüm Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*2000-20.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*3-4 mm arası*
CSPE (Hipalon / TPO) Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*80.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*1.14 - 1.52*
EPDM Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,30 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*1.092*
PVC Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*1.2 - 1.5*
Polüretan Esaslı Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*80.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	-
Kauçuk Esaslı Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,30 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	-
Çimento Esaslı Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	-
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*60.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	-

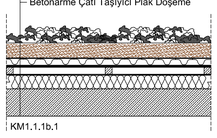
Buhar / Havalandırma Boşluğu	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*2000-20.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*3*

Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü Filtre Katmanı Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,50-1 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*10-50*
Su Emme Oranı (%)	-
Kalınlık (mm)	*5*

Biçimlendirilmiş Polietilen Levha Drenaj Katmanı	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,30-0.50 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*60*

Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,30w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*6*

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

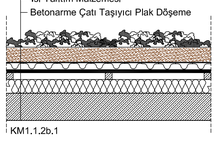


KM1.1.1b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	X	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Su Yalıtım Malzemesi
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

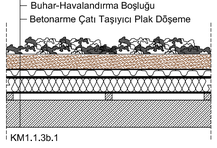


KM1.1.2b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Isı Yalıtım Malzemesi
Su Yalıtım Malzemesi
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

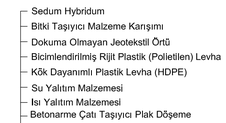


KM1.1.3b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Su Yalıtım Malzemesi
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

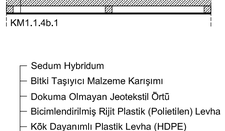


KM1.2.1b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme
Isı Yalıtım Malzemesi

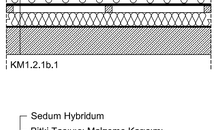


KM1.2.2b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Isı Yalıtım Malzemesi
Su Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

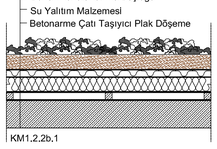


KM1.2.3b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	X	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Yapısal olarak mümkün değil. Buhar/havalanbdırma boşluğu çatı taşıyıcı sistemin üzerinde bulunmalı.

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme
Isı Yalıtım Malzemesi

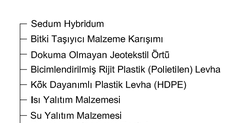


KM1.2.4b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Su Yalıtım Malzemesi
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

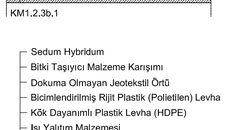


KM1.3.1b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Isı Yalıtım Malzemesi
Su Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

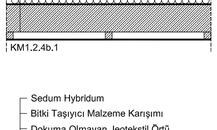


KM1.3.2b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	X	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Yapısal olarak mümkün değil. Buhar/havalanbdırma boşluğu çatı taşıyıcı sistemin üzerinde bulunmalı.

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Su Yalıtım Malzemesi
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

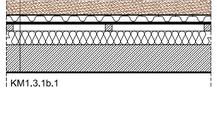


KM1.3.3b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	X	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Yapısal olarak mümkün değil. Buhar/havalanbdırma boşluğu çatı taşıyıcı sistemin üzerinde bulunmalı.

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Su Yalıtım Malzemesi
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

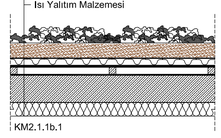


KM1.3.4b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar - Havalandırma Boşluğu	–	–	–	X	–	–	–	–	X

* Yapısal olarak mümkün değil. Buhar/havalanbdırma boşluğu çatı taşıyıcı sistemin üzerinde bulunmalı.

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Isı Yalıtım Malzemesi
Su Yalıtım Malzemesi
Buhar-Havalandırma Boşluğu

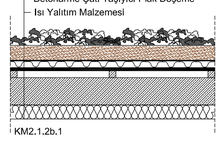


KM2.1.1b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar-Havalandırma Boşluğu
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme
Su Yalıtım Malzemesi



KM2.1.2b.1

	Malzemenin; Kullanıcı Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimsel Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓

Ek A.7 - Her Bir Performansın Bir Malzeme İle Karşılandığı Sistem Değerlendirmeleri - 3

Bitki	:	Sedum
Bitki Taşıyıcı Malzeme	:	Kiremit Kırıntısı Esaslı Mineral Karışım + Organik Karışımlı Sedum Hybridum Toprağı
Filtre Malzemesi	:	Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Drenaj Malzemesi	:	Biçimlendirilmiş Polietilen Levha
Kök Tutucu Malzeme	:	Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar Kesici Malzeme	:	Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Su Yalıtım Malzemesi	:	APP Katkılı Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malz.
Isı Yalıtım Malzemesi	:	Betonarme Çatı Taşıyıcı Sistem
Çatı Taşıyıcı Sistem Malz.	:	Betonarme Çatı Taşıyıcı Sistem

Bir malzemenin ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılabilmesi için;

Isı İletkenlik Değeri < 0.060 w/m²K olmalıdır. *Istanbul - 2. bölge için U değeri < 0.40 olmalıdır.*	**TS 825**

Bir malzemenin su yalıtım malzemesi olarak kullanılabilmesi için;

Su emme oranı 0 olmalıdır.	**TS EN 1928** **TS EN 13707**

Bir malzemenin buhar kesici malzeme olarak kullanılabilmesi için;

Pratik buhar geçirmezlik değeri Sd>1500 olmalıdır. (Sd=µ.d)	**TS 825** **TS EN 12086** **TS EN ISO 12572**

Cam Yünü Isı Yalıtım Malzemesi	
Isıl iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.050 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*1*
Su Emme Oranı (%)	*%3 - %10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 - 90 mm arası (U = 0.397 / 0.384)*
Taş Yünü Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.050 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*1*
Su Emme Oranı (%)	*%2.5 - %10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 - 90 mm arası (U = 0.397 / 0.384)*
Seramik Yünü Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.050 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*1*
Su Emme Oranı (%)	*%2.5 - %10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 - 90 mm arası (U = 0.397 / 0.384)*
Çekme Polistren Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.030 - 0.040 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*20-100 arası*
Su Emme Oranı (%)	*%0 - %0.5*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50 - 70 mm arası (U = 0.404 / 0.391)*
Genleştirilmiş Polistren Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.040 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*80-250 arası*
Su Emme Oranı (%)	*%0 - %5*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60 mm-70mm arası (U = 0.397 / 0.391)*
Fenolik Sert Köpük (PF) Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.030 - 0.045 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*10-50 arası*
Su Emme Oranı (%)	-
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50 - 80 mm arası (U = 0.404 / 0.387)*
Pollüretan Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.025 - 0.040 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*30-100 arası*
Su Emme Oranı (%)	*%3 - %5*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50 mm - 70 mm arası (U = 0.356 / 0.391)*
PVC Köpük Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.030 - 0.045 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	-
Su Emme Oranı (%)	-
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*50mm - 80mm arası (U = 0.376 / 0.387)*
Melamin Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.045 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*10*
Su Emme Oranı (%)	-
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60mm - 80mm arası (U = 0.397 / 0.387)*
Ahşap Rende Levha Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.035 - 0.060 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*5*
Su Emme Oranı (%)	*%10*
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*60mm - 100mm arası (U = 0.397 / 0.404)*
Doğal Mantar Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.045 - 0.055 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*5-10*
Su Emme Oranı (%)	-
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*80mm - 100mm arası (U = 0.387 / 0.381)*
Genleştirilmiş Perlit Isı Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.06 - 0.16 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*5-10*
Su Emme Oranı (%)	-
Kullanılması Gereken Kalınlık (mm)	*100 mm - 280 mm (U = 0.404 / 0.391)*

APP Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*2000-20.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*3-5 mm arası*
SBS Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*2000-20.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*3-4 mm arası*
Oksİde Bitüm Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*2000-20.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*3-4 mm arası*
CSPE (Hipalon / TPO) Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*80.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*1.14 - 1.52*
EPDM Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,30 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*1.092*
PVC Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*42.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*1.2 - 1.5*
Poliüretan Esaslı Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*80.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	-
Kauçuk Esaslı Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,30 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	-
Çimento Esaslı Su Yalıtım Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	-
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*60.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	-

Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,19 w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*0.2*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*0.09 - 0.51 arası*

Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü Filtre Katmanı Malzemesi	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,50-1 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*10-50*
Su Emme Oranı (%)	-
Kalınlık (mm)	*5*

Biçimlendirilmiş Polietilen Levha Drenaj Katmanı	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0.30-0.50 w/m²K arası*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*60*

Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)	
Isı iletkenlik Değeri (λ):	*0,30w/m²K*
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (µ)	*100.000*
Su Emme Oranı (%)	*TD EN 1928 Su Geçirimsiz*
Kalınlık (mm)	*6*

KM1.1.1c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Su Yalıtım Malzemesi
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	X	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.1.2c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Su Yalıtım Malzemesi
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓

* Su yalıtım malzemesine gerek yok.

KM1.1.3c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Su Yalıtım Malzemesi
Isı Yalıtım Malzemesi
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	X	–	–	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.1.4c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Isı Yalıtım Malzemesi
Su Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.2.1c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Su Yalıtım Malzemesi
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	X	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Isı Yalıtım Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.2.2c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Su Yalıtım Malzemesi
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.2.3c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Su Yalıtım Malzemesi
Isı Yalıtım Malzemesi
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.2.4c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Isı Yalıtım Malzemesi
Su Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.3.1c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme
Su Yalıtım Malzemesi

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.3.2c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Isı Yalıtım Malzemesi
Su Yalıtım Malzemesi
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Sorun - Yoğuşma (Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesinde Su Moleküllerinin Birikmesi)

KM1.3.3c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Isı Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme
Su Yalıtım Malzemesi
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

KM1.3.4c.1

Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Isı Yalıtım Malzemesi
Su Yalıtım Malzemesi
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	X

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

KM2.1.1c.1

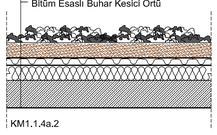
Sedum Hybridum
Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme
Isı Yalıtım Malzemesi

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağlı Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsime Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–

Ek A.8 - İki Performansın Bir Malzeme İle Karşılandığı Sistemler

Bitki : Sedum
Bitki Taşıyıcı Malzeme : Kiremit Kırıntısı Esaslı Mineral Karışım + Organik Karışımlı Sedum Hybridum Toprağı
Filtre Malzemesi : Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Drenaj Malzemesi : Biçimlendirilmiş Polietilen Levha
Kök Tutucu Malzeme : Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar Kesici Malzeme : Bitüm Esaslı Buhar Kesici Malzeme, Buhar / Havalandırma Boşluğu, Polietilen Esaslı Buhar Geçirgen Malzeme
Su Yalıtım Malzemesi : APP Katkılı Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malz.
Isı Yalıtım Malzemesi : Isı Yalıtım Malzemesi
Çatı Taşıyıcı Sistem Malz. : Betonarme Çatı Taşıyıcı Sistem

- Sedum Hybridum
- Bitki Taşıyıcı Malzeme Karışımı
- Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
- Bicimlendirilmiş Rijit Plastik (Polietilen) Levha
- Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
- Isı Yalıtım Malzemesi
- Betonarme Çatı Taşıyıcı Plak Döşeme
- Bitüm Esaslı Buhar Kesici Örtü



KM1.1.4a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağlı Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM1.2.4a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

KM1.3.1a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

KM1.3.2a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM1.3.3a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM1.4.1a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

KM2.1.4a.1

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

KM2.2.4a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Buhar Kesici Malzeme	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM2.3.1a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM2.3.2a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

KM2.3.3a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM2.4.1a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

KM2.4.2a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM2.4.3a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar havalandirma bosluguna gerek yok.

KM2.4.1b.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar - Havalandırma Bosluguna Gerek Yok.

KM3.1.1a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM3.1.2a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

KM3.2.1a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar kesici malzemeye gerek yok.

KM3.2.2a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM3.2.3a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar havalandirma bosluguna gerek yok.

KM3.1.1b.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM3.1.2b.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Buhar-Havalandırma Boşluğu	–	–	–	✓	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Buhar - havalandirma bosluguna gerek yok.

KM3.1.2b.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM3.2.2a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

KM4.1.3a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–	–	–	–	–	–	✓	
Su Yalıtım Malzemesi	–	–	✓	✓	–	–	–	–	✓

* Su yalitim malzemesine gerek yok.

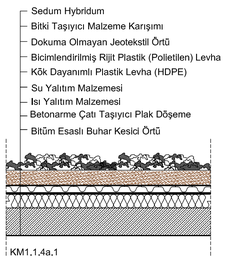
KM4.1.2a.2

	Malzemenin; Kullanici Gereksinmeleri ve İklimsel Etmenlere Bağli Performansı				Sistemin İşlevini Sürdürebilmesi İçin Gerekli Olan Malzemelerin Performansı				SİSTEM PERFORMANSI
	Güneş Işınımları	İç-Dış Ortam Sıcaklık Farkları	Mevsimle Bağli Yıllık Yağış Oranları	İç-Dış Ortam Buhar Basınç Farkları	Filtre	Kök Dayanımı	Su Depolama ve Drenaj	Taşıyıcılık	
Bitki	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Bitki Taşıyıcı Malzeme	✓	–	–	–	–	–	–	–	
Filtre Malzemesi	–	–	–	–	✓	–	–	–	
Drenaj Malzemesi	–	–	–	–	–	–	✓	–	
Kök Tutucu Malzeme	–	–	✓	✓	–	✓	–	–	
Isı Yalıtım Malzemesi	–	✓	–	–	–	–	–	–	
Çatı Taşıyıcı Sistem Malzemesi	–	–

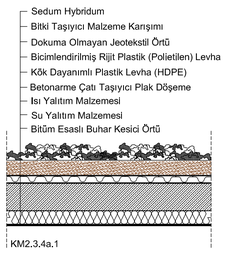
Ek A.9 - Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri

Bitki	:	Sedum
Bitki Taşıyıcı Malzeme		Kiremit Kırıntısı Esaslı Mineral Karışım + Organik Karışımlı Sedum Hybridum Toprağı
Filtre Malzemesi		Dokuma Olmayan Jeotekstil Örtü
Drenaj Malzemesi	:	Biçimlendirilmiş Polietilen Levha
Kök Tutucu Malzeme	:	Kök Dayanımlı Plastik Levha (HDPE)
Buhar Kesici Malzeme	:	Bitüm Esaslı Buhar Kesici Malzeme Buhar / Havalandırma Boşluğu Polietilen Esaslı Buhar Kesici Malzeme
Su Yalıtım Malzemesi	:	APP Katkılı Modifiye Bitümlü Su Yalıtım Malz.
Isı Yalıtım Malzemesi	:	Isı Yalıtım Malzemesi
Çatı Taşıyıcı Sistem Malz.	:	Betonarme Çatı Taşıyıcı Sistem

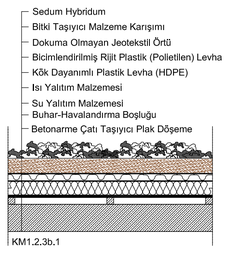
Her Bir Katmanın Bir Performans Gereksinimini Karşıladığı B.Ç.S.



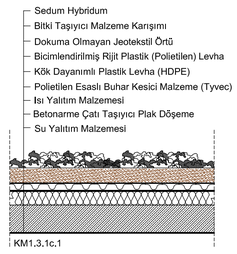
KM1.1.4a.1



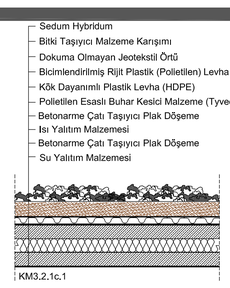
KM2.3.4a.1



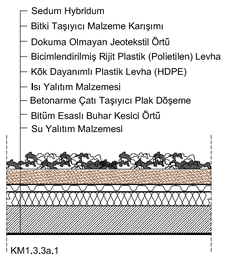
KM1.2.3b.1



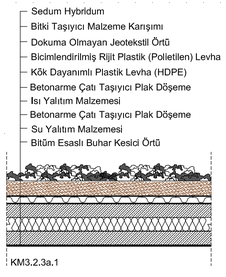
KM1.3.1c.1



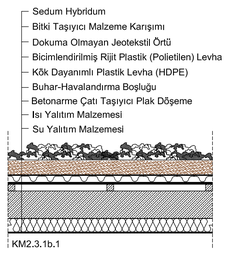
KM3.2.1c.1



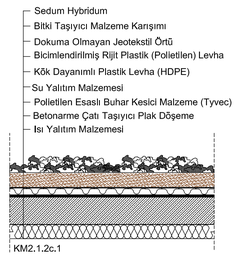
KM1.2.4a.1



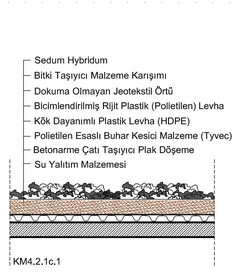
KM3.1.3a.1



KM1.3.1b.1



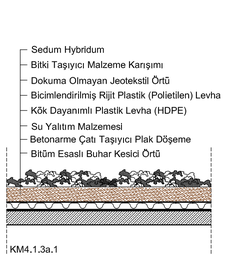
KM1.3.2c.1



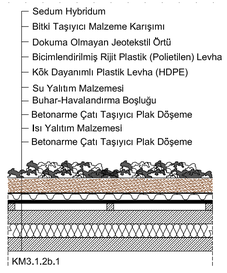
KM3.2.2c.1



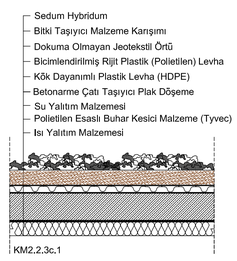
KM1.3.1a.1



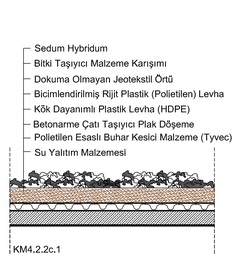
KM3.2.1a.1



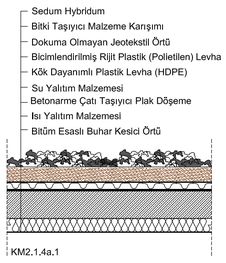
KM1.3.2b.1



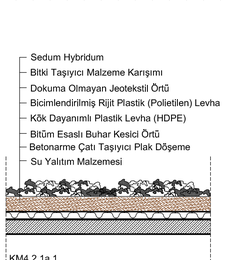
KM1.3.3c.1



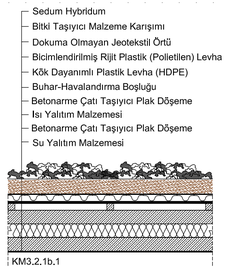
KM3.2.3c.1



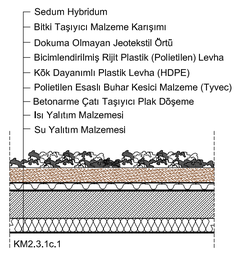
KM1.3.2a.1



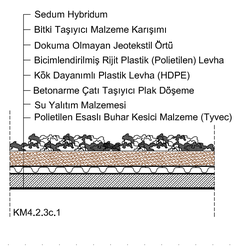
KM3.2.2a.1



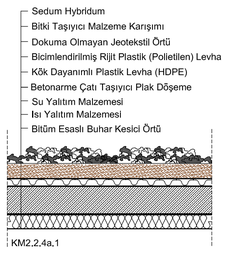
KM2.1.2b.1



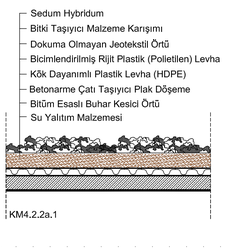
KM1.3.4c.1



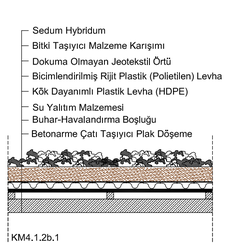
KM4.1.2c.1



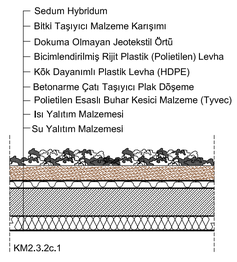
KM2.2.4a.1



KM4.2.2a.1

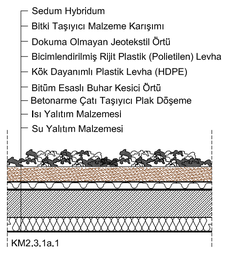


KM4.1.2b.1

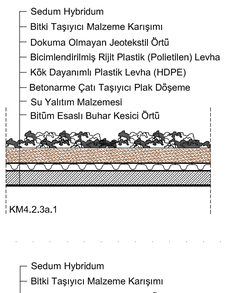


KM2.3.2c.1

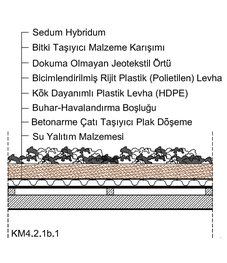
KM4.2.1c.1



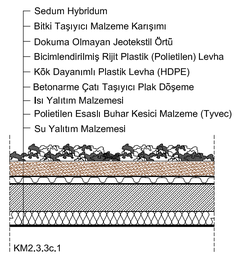
KM2.3.1a.1



KM4.1.3a.1

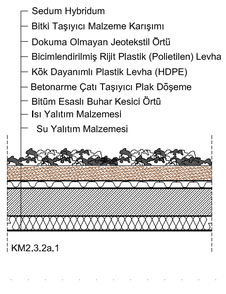


KM3.1.2b.1

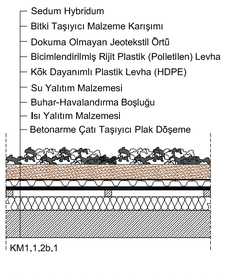


KM2.2.3c.1

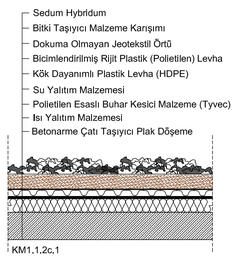
KM4.2.2c.1



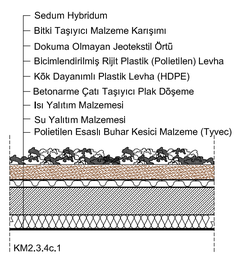
KM2.3.1a.1



KM1.1.2b.1

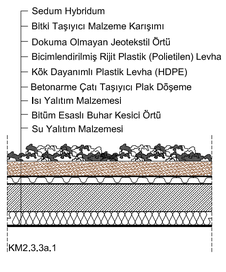


KM3.2.1b.1

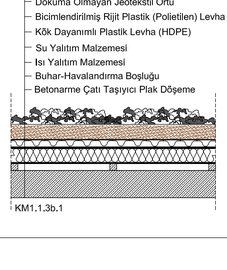


KM2.3.1c.1

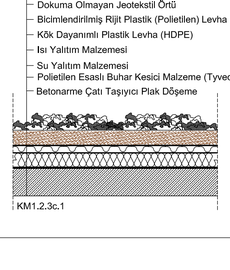
KM4.2.3c.1



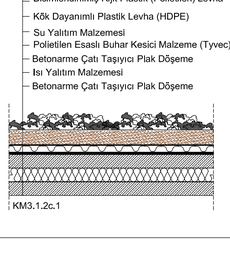
KM2.2.4a.1



KM4.2.2a.1



KM4.1.2b.1



KM2.3.3c.1

KM4.2.3c.1

KM2.3.3a.1

KM1.1.3b.1

KM1.2.3c.1

KM3.1.2c.1

Bir Katmanın İki Performans Gereksinimini Karşıladığı B.Ç.S.

KM1.1.4a.2

KM2.3.4a.2

KM1.2.3b.2

KM1.2.4a.2

KM3.1.3a.2

KM1.3.1b.2

KM1.3.1a.2

KM3.2.1a.2

KM1.3.2b.2

KM1.3.2a.2

KM3.2.2a.2

KM2.1.2b.2

KM2.2.4a.2

KM4.2.2a.2

KM2.3.1b.2

KM1.3.4a.2

KM4.1.3a.2

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad:	Tufan Tokaç	
Doğum Yeri ve Tarihi:	Hamburg-Almanya 13.06.1983	
Adres:	Postahane Mah. Esentepe Cad. No:10/3 Tuzla-İstanbul	
Email:	tufantokac@gmail.com	
Lisans Öğrenim:	İstanbul Teknik Üniversitesi - Mimarlık Fakültesi	
	Mimarlık Bölümü	(2001-2006)
Lisans Öncesi Öğrenim:	Maltepe Kadir Has Anadolu Lisesi	(1997-2001)
İş Deneyimleri:	Kayaalp Mimarlık	(2006-2009)
	RFCA Almaata - Ofis Binası *60.000m2 - Uygulama Projesi*	*(2008-2009)*
	OZAS Vilnius – Alışveriş Merkezi *135.000m2 - Uygulama Projesi*	*(2007-2008)*
	VODNY Moskova – Ofis Binası *70.000m2 - Uygulama Projesi*	*(2007-2008)*
	ROTA FRANK Moskova – Fabrika *10.000m2 - Uygulama Projesi*	*(2007-2008)*
	ICE Almaata – Buz Hokeyi Binası *5.500m2 - Uygulama Projesi*	*(2006-2007)*