

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YEŞİL ÇATI: TASARIM VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ**

**Yeliz OLGUN**

**PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2014**

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Yeliz OLGUN tarafından hazırlanan “**Yeşil Çatı: Tasarım ve Uygulama Örnekleri**” adlı tez çalışması 05/03/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Murat Ertuğrul YAZGAN  
Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

### Jüri Üyeleri:

**Başkan** : Prof. Dr. Murat Ertuğrul YAZGAN  
Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

**Üye** : Prof. Dr. Mehmet Emin BARIŞ  
Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

**Üye** : Yard. Doç. Dr. Bayram Cemil BİLGİLİ  
Çankırı Karatekin Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım.**

**Prof. Dr. İbrahim DEMİR**  
Enstitü Müdürü

## **ETİK**

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

Tarih

Yeliz OLGUN

## ÖZET

### YEŞİL ÇATI: TASARIM VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Yeliz OLGUN

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat E. YAZGAN

Süreç içinde gelişen yapım teknikleri, yapıların tasarım boyutunu ve bakış açısını geliştirmiştir. Bu gelişim atıl durumda olan mekanların değişik işlevlerle kullanılması ve bitkilendirilmesi ile çatı bahçesi kavramını doğurmuştur. Çatı bahçelerinin işlevsel özelliğinin yanı sıra görsel özelliği de binaların yaşayan çevreye uyumunu sağlamaktadır.

Estetik ve işlevsel katkılarının yanı sıra ekolojik katkıları nedeniyle yoğun yapılaşmanın olduğu kentlerde çatı bahçelerine yönelik ilgi giderek artmaktadır. Bu çalışmada çatı bahçeleri sistemleri, tipleri ve yapısal bileşenleri incelenmiş olup, ülkemizden ve Dünyadan örnekler verilmiştir. Bu kapsamda tez çalışmasının çatı bahçesi tasarım ve yapım sürecinde yer alacak mimar, mühendis, proje koordinatör yükleniciler ve işveren gibi süreçteki kişilerin yararlanabileceği bir kaynak olması amaçlanmıştır.

**Mayıs 2014, 171 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil Çatı, Çatı Bahçesi, Yeşil Çatı Sistemleri.

## **ABSTRACT**

Master Thesis

**GREEN ROOF: EXAMPLES OF DESIGN AND APPLICATION**

Yeliz OLGUN

Ankara University  
Graduate School of Natural and Sciences Applied  
Department of Landscape Architecture

Supervisor: Prof . Dr. Murat E. YAZGAN

Construction techniques which were advanced through time, have improved design size and perspective of structures. These evolutions generated the concept of roof garden to use idle places with various functions or for planting. Apart from being functional, roof gardens ensure the compliance of the building with living environment with their visual features.

In this thesis; roof garden systems, types and structural components were analyzed for the new structure will be designed and these systems supported with design and construction examples. Thus, this thesis will be a source for architects, engineers, contractors, project coordinators and employers who will take place in design and construction processes of roof gardens.

**March 2014, 171 pages**

**Key Words :** Greenroofs, Roofgarden, Green roof systems.

## TEŞEKKÜR

Bu alıőmam sűresince her tűrlű yardım ve fedakarlıęı saęlayan, bilgi, tecrűbe ve gűler yűzű ile çalıőmama ıŐık tutan, çalıőmamın yűneticisi Sayın Hocam Prof. Dr. Murat E. YAZGAN' a,( Ankara Ŭniversitesi Peyzaj Mimarlıęı Anabilim Dalı)

Yűksek Lisans eęitimi'nde ilk dersimin çatı bahçeleri olması ve bana bu çalıőmayı űnererek kendimi geliőtirmeye yűnelik de birkaç adım ileride olmamı saęlayan Sayın Hocam Prof. Dr. Mehmet Emin BARIŐ'a,

Ŭęrencilik yıllarımda yanında staj yapmaktan onur duyduęum, aynı zamanda çalıőmamda kullanmıŐ olduęum çatı bahçesi űrneklere ulaŐabilmemde benden desteęini esirgemeyen ve ayrıca tecrűbelerinden yararlanırken gűstermiŐ olduęu hoŐgűrű ve yardımlarından dolayı Prof. Dr. Turgay ATEŐ'e,

Yűksek Lisans Programına baŐvurmamda ve tezimin hazırlanması sırasında beni cesaretlendiren değerli arkadaŐım Peyzaj Mimarı Sevgi DŬZGŬN ve Y.Mimar Seda KARADAę'a,

Hayatımın her aŐamasında olduęu gibi bu uzun sűrete de bitmeyen sabrı, eksilmeyen desteęi ile hep yanımda olan, sevgisini her daim hissettięim eŐim Murat OLGUN'a ve gűsterdikleri anlayıŐı ile beni duygulandıran ocuklarıma,

Son olarak bu gűnlere gelmemde bűyűk emeęi olan annem ve babama sonsuz teŐekkűrler.

Yeliz OLGUN

Ankara, Mart 2014

## İÇİNDEKİLER

### TEZ ONAYI

|  |      |
|--|------|
| ETİK.....  | i    |
| ÖZET.....  | ii   |
| ABSTRACT.....  | iii  |
| TEŞEKKÜR.....  | iv   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....   | viii |
| 1. GİRİŞ.....  | 1    |
| 1.1 Amaç ve Kapsam.....  | 2    |
| 1.2 Yeşil Çatı Kavramı.....  | 3    |
| 1.3 Yeşil Çatının Tarihi Gelişimi.....                             | 4    |
| 1.4 Yeşil Çatıların Önemi.....                                     | 11   |
| 1.4.1 Kentsel ısı adası etkisinin azaltılması.....                 | 12   |
| 1.4.2 Atık suyun kontrolü.....                                     | 12   |
| 1.4.3 Kent ekolojisine katkıları.....                              | 14   |
| 1.4.4 Gürültü seviyesindeki azalma.....                            | 14   |
| 1.4.5 Enerji verimliliği ve soğutma etkisi.....                    | 15   |
| 1.4.6 Su yalıtım malzemesinin dayanıklılığı.....                   | 16   |
| 1.4.7 Estetik katkıları.....                                       | 16   |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ.....  | 19   |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....   | 21   |
| 3.1 Materyal.....  | 21   |
| 3.2 Yöntem.....  | 21   |
| 4. YEŞİL ÇATILAR.....  | 22   |
| 4.1 Yeşil Çatıların Tipleri.....                                   | 22   |
| 4.1.1 Ekstansif çatı bitkilendirilmesi.....                        | 22   |
| 4.1.2 İntansif çatı bitkilendirilmesi.....                         | 27   |
| 4.1.3 Biyo-çeşitlilik Bitkilendirmesi.....                         | 31   |
| 4.1.4 Ekstansif ve intansif çatı uygulamaları karşılaştırması..... | 37   |

|  |     |
|--|-----|
| 4.2 Yeşil Çatıların Yapısal Özellikleri.....                                       | 38  |
| 4.2.1 Çatı strüktürü / konstrüksiyonu.....   | 39  |
| 4.2.2 Su yalıtım tabakası.....   | 41  |
| 4.2.3 Isı yalıtım tabakası.....  | 48  |
| 4.2.4 Mekanik etkilere karşı koruyucu ve nem tutucu tabaka.....                    | 52  |
| 4.2.5 Drenaj katmanı.....  | 54  |
| 4.2.6 Filtre tabakası.....   | 61  |
| 4.2.7 Substrat tabakası - yetiştirme ortamı.....                                   | 62  |
| 4.2.8 Bitki tabakası.....  | 64  |
| 4.3 Yeşil Çatı Sistemleri.....   | 66  |
| 4.3.1 Günümüzde yeşil çatı sistemleri.....   | 66  |
| 4.3.1.1 Tam sistemler.....   | 67  |
| 4.3.1.2 Modüler sistemler.....   | 95  |
| 4.3.1.3 Önceden işlenmiş toprak örtüsü.....  | 106 |
| 4.4 Yeşil Çatı Sistemlerinin Bakım ve Maliyeti.....                                | 110 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....  | 112 |
| 5.1 Yeşil Çatıların Değerlendirilmesine İlişkin Tasarım ve Uygulama Örnekleri..... | 112 |
| 5.1.1 Yurt içinden örnekler.....   | 112 |
| 5.1.1.1 Sensimar spa hotel, Antalya.....   | 112 |
| 5.1.1.2 Eser inşaat genel merkez binası, Ankara.....                               | 132 |
| 5.1.1.3 Dedeman otel çatı bahçesi, Ankara.....                                     | 136 |
| 5.1.1.4 Afyonkarahisar parkvizyon konutları, Afyon.....                            | 140 |
| 5.1.1.5 Hilton oteli çatı bahçesi.....   | 144 |
| 5.1.1.6 Yenibosna Kaan tekstil fabrikası çatı bahçesi, İstanbul.....               | 146 |
| 5.1.2 Yurt dışından örnekler.....  | 149 |
| 5.1.2.1 Austin belediye binası.....  | 150 |
| 5.1.2.2 The residences at 900.....   | 152 |
| 5.1.2.3 Boston dünya ticaret merkezi batı podium parkı.....                        | 154 |
| 5.1.2.4 Vancouver akvaryumu.....   | 156 |
| 5.1.2.5 909 walnut fidelity kule yapısı.....                                       | 157 |
| 5.1.2.6 TWA AŞ genel müdürlük binası.....  | 159 |



|  |            |
|--|------------|
| <b>5.1.2.7 Kaliforniya bilim akademisi müzesi.....</b>                   | <b>161</b> |
| <b>5.2 Sonuç ve Öneriler.....</b>  | <b>162</b> |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>  | <b>165</b> |
| <b>EK 1 Yeşil Çatı Alanlarının Planlanma, Uygulanma ve Bakım Rehberi</b> |            |
| <b>(FLL).....</b>  | <b>169</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>   | <b>171</b> |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|  |    |
|--|----|
| Şekil 1.1 Ziggurat bitkilendirmesi.....  | 5  |
| Şekil 1.2 Babil'in asma bahçeleri, genel görünüm.....  | 6  |
| Şekil 1.3 Frank Lloyd Wright'un Chicago'da çatı bahçeli bir restoran dizaynı.....                        | 7  |
| Şekil 1.4 Corbusier'in Londra'da bitkilendirilmiş çatı uygulaması.....                                   | 8  |
| Şekil 1.5 Corbusier'in Londra'da bitkilendirilmiş çatı uygulaması.....                                   | 9  |
| Şekil 1.6 Corbusier'in Londra'da bitkilendirilmiş çatı uygulaması.....                                   | 10 |
| Şekil 1.7 Kuzey Almanya'da uçak hangarı üzerindeki bitkilendirilmiş çatı. ....                           | 17 |
| Şekil 1.8 Kopenhag hava alanı yeşil çatısı.....  | 17 |
| Şekil 4.1 Bir süpermarketin üzerine kurulmuş ekstansif yeşil çatı, Almanya.....                          | 23 |
| Şekil 4.2 Ekstansif bir yeşil çatı, Almanya.....   | 23 |
| Şekil 4.3 Standart hazır materyalin kullanıldığı bir ekstansif çatı kesiti.....                          | 24 |
| Şekil 4.4 Tabanların ayrı ayrı oluşturulduğu bir ekstansif çatı kesiti.....                              | 25 |
| Şekil 4.5 İngiltere Rotherham, MoorgateCrofts İş Merkezindeki yarı ekstansif-<br>yeşil çatı .....        | 26 |
| Şekil 4.6 Amerikan Peyzaj Mimarları Topluluğunun merkez binası üzerinde<br>bulunan yeşil çatı .....      | 27 |
| Şekil 4.7 Tipik bir intansif çatı kesiti.....  | 28 |
| Şekil 4.8 İntansif çatı bahçesi örneği.....  | 29 |
| Şekil 4.9 ING Bank Kurumsal Binası, Amsterdam.....   | 30 |
| Şekil 4.10 Amsterdam'daki RembrandtPlein üzerindeki çimle kaplı çatı bina.....                           | 31 |
| Şekil 4.11 Biyo-çeşitlilik bitkilendirmesi.....  | 32 |
| Şekil 4.12 Kendiliğinden kolonileşmiş substratları kurumuş ağaç dalları olan<br>kahverengi bir çatı..... | 33 |
| Şekil 4.13 İsviçre'nin Basel şehrinde bulunan çatı bahçeleri.....  | 35 |

|  |    |
|--|----|
| Şekil 4.14 Kahverengi çatı örneği.....   | 36 |
| Şekil 4.15 Yeşil çatı katmanları.....  | 39 |
| Şekil 4.16 Yalıtım katmanının konumuna göre üç tür çatı konstrüksiyonu.....                    | 41 |
| Şekil 4.17 EPDM su yalıtım membranı.....   | 44 |
| Şekil 4.18 TPO su yalıtım membranı.....  | 45 |
| Şekil 4.19 UV ışınlarına dayanıklı PVC membran.....  | 46 |
| Şekil 4.20 Modifiye zift örneği.....   | 47 |
| Şekil 4.21 Likit membran uygulaması.....   | 48 |
| Şekil 4.22 Derecho Üniversitesi, La Laguna, İspanya.....                                       | 50 |
| Şekil 4.23 Genleşmiş polistren uygulaması.....   | 51 |
| Şekil 4.24 Fesco levha örneği ve uygulaması.....   | 51 |
| Şekil 4.25 Bitkilendirme keçesi, granüler drenaj katmanı görünüşü.....                         | 56 |
| Şekil 4.26 Su sızdırmaz ve kök koruma katmanları üzerine serilen drenaj birimleri.....         | 58 |
| Şekil 4.27 Agregatın çatıya aktarılması .....  | 59 |
| Şekil 4.28 Sulama borusunun drenaj katmanı üzerinden geçişi örneği .....                       | 59 |
| Şekil 4.29 Drenaj katmanı örneği .....   | 60 |
| Şekil 4.30 Kök bariyer sisteminin uygulama örneği .....  | 61 |
| Şekil 4.31 New York'da bir yeşil çatı örneği.....  | 65 |
| Şekil 4.32 Çatıda yetiştirilmiş çimen ve çalılıklar.....                                       | 65 |
| Şekil 4.33 Çatıda yetiştirilmiş bodur ağaçlar.....   | 66 |
| Şekil 4.34 Çatı tipleri gösterimleri .....   | 68 |
| Şekil 4.35 Tek Kabuklu, Havalandırmaz Çatılar.....   | 69 |
| Şekil 4.36 Tek Kabuklu, Ters Çatılar.....  | 69 |
| Şekil 4.37 Çift Kabuklu, Havalandırılan Çatılar.....   | 70 |
| Şekil 4.38 En az % 2 eğimli çatılarda ekstansif çatı uygulamasına ait örnek çatı görünümü..... | 71 |
| Şekil 4.39 Üzerinde su biriken klasik sistem düz çatılarda ekstansif çatı örneği.....          | 72 |
| Şekil 4.40 %20- %40 eğimli çatılarda ekstansif çatı örneği.....                                | 72 |
| Şekil 4.41 %40- %100 eğimli çatılarda ekstansif çatı örneği.....                               | 73 |

|  |    |
|--|----|
| Şekil 4.42 Ters çatılarda ekstansif çatı örneği.....   | 74 |
| Şekil 4.43a En az % 2 akıntıya sahip klasik sistem düz çatılarda intensif çatı uygulaması detayı.....              | 75 |
| Şekil 4. 43b En az %2'ye sahip klasik sistem düz çatılarda intansif çatı uygulamasına ait örnek çatı görünümü..... | 75 |
| Şekil 4.44 Firma 2. Geleneksel çatı üzerindeki tipik bir çatı kurulumu.....  | 76 |
| Şekil 4.45 Firma 2'nin kullandığı birinci sistem görünümü.....   | 77 |
| Şekil 4.46 Firma 2'nin kullandığı ikinci sistem görünümü .....   | 77 |
| Şekil 4.47 Firma 2'nin kullandığı üçüncü sistem görünümü .....   | 78 |
| Şekil 4.48 Firma 2'nin kullandığı dördüncü sistem görünümü.....  | 79 |
| Şekil 4.49 Firma 2'nin kullandığı beşinci sistem görünümü.....   | 79 |
| Şekil 4.50 Firma 2'nin kullandığı altıncı sistem görünümü.....   | 80 |
| Şekil 4.51 Firma 2'nin kullandığı üçüncü sistem veFirma 2'nin kullandığı ikinci sistem detayı.....                 | 81 |
| Şekil 4.52Firma 2'nin kullandığı birinci sistem detayı.....  | 82 |
| Şekil 4.53 Firma 2'nin kullandığı altıncı sistem detayı.....   | 83 |
| Şekil 4.54 Firma 2'nin kullandığı altıncı sistem detayı.....   | 84 |
| Şekil 4.55 Firma 2'nin kullandığı üçüncü sistem ve Firma 2'nin kullandığı ikinci sistem detayı.....                | 85 |
| Şekil 4.56 Firma 2'nin kullandığı birinci sistem ve Firma 2'nin kullandığı dördüncü sistem detayı.....             | 86 |
| Şekil 4.57 Firma 2'nin kullandığı dördüncü sistem detayı.....  | 87 |
| Şekil 4.58 Ters çatılar sistem önerisi.....  | 88 |
| Şekil 4.59 Kum yatak üzerinde döşeme ile birleşme detayı.....  | 89 |
| Şekil 4.60 Kanada doğa müzesi.....   | 90 |
| Şekil 4.61 Kütüphane ve Kültür Evi.....  | 90 |
| Şekil 4.62 Charles Pavillon de Koninck, Laval Üniversitesi, Kore.....  | 91 |

|  |     |
|--|-----|
| Şekil 4.63 Saskatchewan Üniversitesi, Kanada.....  | 91  |
| Şekil 4.64 Kanada sivil müzesi, Kanada.....  | 92  |
| Şekil 4.65 Toronto botanik bahçesi, Kanada.....  | 92  |
| Şekil 4.66 İspanya'dan bir yeşil çatı örneği .....   | 93  |
| Şekil 4.67 İspanya'da bir yeşil çatı.....  | 93  |
| Şekil 4.68 Lofts Laliberte.....  | 94  |
| Şekil 4.69 Charest Kavşağı, İngiltere.....   | 94  |
| Şekil 4.70 Le Jardines Elements.....   | 95  |
| Şekil 4.71 Çatıların tepesinde düzenlenen çiçekliklerden oluşan modüler yeşil çatı.....                          | 96  |
| Şekil 4.72 Düzensiz olarak şekillendirilen çatı alanlarına yeşil çatı modüllerinin<br>kurulumu.....              | 97  |
| Şekil 4.73 Modüler çatı.....   | 98  |
| Şekil 4.74 Modüler yeşil çatı .....  | 99  |
| Şekil 4.75 Yeşil çatı araştırması üzerinde çalışan Southern Illinois University<br>Edwardsville öğrencileri..... | 100 |
| Şekil 4.76 Modüler sistemin uygulandığı intansif çatı bahçesi.....   | 101 |
| Şekil 4.77 Almanya'da ofis alanlarının üzerine konumlandırılmış modüler yeşil<br>çatı.....                       | 102 |
| Şekil 4.78 Yeşil çatının altında bulunan ticari alandan bir görünüm.....   | 103 |
| Şekil 4.79 Eğimli Nordik tarzı yeşil çatı örneği.....  | 104 |
| Şekil 4.80 Modüler çatı örneği.....  | 105 |
| Şekil 4.81 Paslanmaz çelik kısıkaç kullanılan modüler çatı.....  | 106 |
| Şekil 4.82 Sedum bitkilerinin yerleştirilmesi.....   | 108 |
| Şekil 4.83 Sistem kurulumunu ve çapraz kesitini gösteren fotoğraf.....   | 108 |
| Şekil 4.84 Önceden işlenmiş bitkilendirilmiş örtü sistemi ile uygulanmış<br>ekstantif yeşil çatıörneği.....      | 109 |
| Şekil 4.85 Önceden işlenmiş bitkilendirilmiş örtü sistemi ile uygulanmış<br>ekstentif yeşil çatı örneği.....     | 110 |

|   |     |
|---|-----|
| Şekil 5.1 Sensimar Hotel perspektif çizimi.....   | 113 |
| Şekil 5.2 Sensimar Hotel genel görünüm.....   | 114 |
| Şekil 5.3 Sensimar Hotel birinci kısım plan çizimi.....   | 116 |
| Şekil 5.4 Sensimar Hotel birinci kısım çimli paravan tepeler.....                                       | 116 |
| Şekil 5.5 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepeler.....   | 117 |
| Şekil 5.6 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepe detayı.....   | 117 |
| Şekil 5.7 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepelerin yapım aşaması.....                                 | 118 |
| Şekil 5.8 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepelerin yapım aşaması.....                                 | 118 |
| Şekil 5.9 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepelerin yapım aşaması.....                                 | 119 |
| Şekil 5.10 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepelerden bir görüntü.....                                 | 119 |
| Şekil 5.11 Sensimar Hotel İkinci kısım plan çizimi.....   | 120 |
| Şekil 5.12 Sensimar Hotel İkinci kısım çatı bahçesi kesit çizimi.....                                   | 120 |
| Şekil 5.13 Sensimar Hotel İkinci kısım proje yapım aşamalarından bir görüntü.....                       | 121 |
| Şekil 5.14 Sensimar Hotel İkinci kısım lokanta üstü çatı bahçesinden görüntüler.....                    | 121 |
| Şekil 5.15 Sensimar Hotel İkinci kısım lokanta üstü çatı bahçesinden görüntüler.....                    | 122 |
| Şekil 5.16 Sensimar Hotel İkinci kısım lokanta üstü çatı bahçesinden görüntüler.....                    | 122 |
| Şekil 5.17 Sensimar Hotel Üçüncü kısım lokanta üstü çatı bahçesi plan çizimi.....                       | 123 |
| Şekil 5.18 Sensimar Hotel Üçüncü kısım lokanta üstü çatı bahçesi plan çizimi.....                       | 123 |
| Şekil 5.19 Sensimar Hotel Üçüncü kısımdan kesitler.....   | 124 |
| Şekil 5.20 Sensimar Hotel Üçüncü kısım uygulama çalışmalarından bir görüntü.....                        | 124 |
| Şekil 5.21 Sensimar Hotel Üçüncü kısım restoran üzeri çatı bahçesi.....                                 | 125 |
| Şekil 5.22 Sensimar Hotel Üçüncü kısım restoran üzeri çatı bahçesi.....                                 | 125 |
| Şekil 5.23 Sensimar Hotel Dördüncü kısım otel üst lobi teras çatı planı.....                            | 126 |
| Şekil 5.24 Sensimar Hotel Dördüncü kısım, otel üst lobi terası yapım<br>aşamalarından bir görüntü ..... | 126 |
| Şekil 5.25 Sensimar Hotel Dördüncü kısım otel üst lobi terasından görüntü.....                          | 127 |
| Şekil 5.26 Sensimar Hotel Beşinci kısım plan çizimi.....  | 127 |
| Şekil 5.27 Sensimar Hotel Beşinci kısım yapım aşamalarından bir görüntü.....                            | 128 |

|   |     |
|---|-----|
| Şekil 5.28 Sensimar Hotel Beşinci kısım yapım aşamalarından bir görüntü.....                                      | 128 |
| Şekil 5.29 Sensimar Hotel Beşinci kısım çatı bahçesi bir görüntü.....   | 129 |
| Şekil 5.30 Sensimar Hotel Altıncı kısım plan çizimi.....  | 129 |
| Şekil 5.31 Sensimar Hotel Altıncı kısım yapım aşamalarından bir görüntü.....                                      | 130 |
| Şekil 5.32 Sensimar Hotel Altıncı kısım tesisat odasının üzerinde tasarlanan<br>havuz ve çevresinden görünüm..... | 130 |
| Şekil 5.33 Sensimar Hotel Yedinci kısım plan çizimi.....  | 131 |
| Şekil 5.34 Sensimar Hotel Yedinci kısım teras çatıdan bir görüntü.....  | 131 |
| Şekil 5.35 Sensimar Hotel Arka ve ön bahçenin tümü otopark üstü çatı bahçesi.....                                 | 132 |
| Şekil 5.36 Sensimar Hotel Duvarda çeliklerle tutunan toprak detayı.....   | 133 |
| Şekil 5.37 Sensimar Hotel Yeşil duvar detayı.....   | 133 |
| Şekil 5.38 Eser inşaat hizmet binası arka bahçesinden görünüm.....  | 134 |
| Şekil 5.39 Eser inşaat hizmet binası arka bahçesinden görünüm.....  | 134 |
| Şekil 5.40 Eser inşaat hizmet binası arka bahçesinin yapım aşamalarından<br>görüntüler.....                       | 135 |
| Şekil 5.41 Eser inşaat hizmet binası arka bahçesinin yapım aşamalarından<br>görüntüler.....                       | 135 |
| Şekil 5.42 Dedeman otel çatı bahçesi perspektif görünüş.....  | 136 |
| Şekil 5.43 Dedeman otel çatı bahçesi planı el çizimi.....   | 137 |
| Şekil 5.44 Dedeman otel çatı bahçesi planı.....   | 137 |
| Şekil 5.45 Dedeman otel çatı bahçesi.....   | 138 |
| Şekil 5.46 Dedeman otel çatı bahçesi.....   | 138 |
| Şekil 5.47 Dedeman otel çatı bahçesi.....   | 139 |
| Şekil 5.48 Dedeman otel çatı bahçesi.....   | 139 |
| Şekil 5.49 Parkvizyon Konutları Peyzaj Projesi.....   | 141 |
| Şekil 5.50 Otopark alanı üzerine konumlandırılan çatı bahçesi.....  | 141 |
| Şekil 5.51 Parkvizyon Konutları havuz ve bodrum planı.....  | 142 |
| Şekil 5.52 Süs havuzu ve çocuk oyun alanı plan ve kesiti.....   | 142 |
| Şekil 5.53 Parkvizyon Konutları proje uygulama aşamaları.....   | 143 |

|   |     |
|---|-----|
| Şekil 5.54 Hilton Oteli çatı bahçesinin üstten görünüşü.....                        | 143 |
| Şekil 5.55 Hilton Oteli küçük otel binası üzerinde bulunan çatı bahçesi.....        | 144 |
| Şekil 5.56 Ön bölümde, otelin giriş kısmında, otopark üstünde bulunan bahçeler..... | 145 |
| Şekil 5.57 Çatı bahçesinden diğer bir görünüm.....                                  | 145 |
| Şekil 5.58 Kaan tekstil çatı bahçesi kesiti. ....                                   | 146 |
| Şekil 5.59 Binanın dışarıdan görünüşü.....  | 148 |
| Şekil 5.60 Bahçedeki drenaj ve su yalıtımı.....                                     | 148 |
| Şekil 5.61 Alandan çeşitli görünüşler.....  | 149 |
| Şekil 5.62 Austin belediye binası.....  | 150 |
| Şekil 5.63 Yeşil çatı tasarım örneği.....   | 152 |
| Şekil 5.64 TheResidences at 900.....  | 153 |
| Şekil 5.65 İntansif bir çatı bahçesi.....   | 154 |
| Şekil 5.66 Batı Podium Park.....  | 155 |
| Şekil 5.67 Ekolojik çatı bahçesi örneği .....                                       | 156 |
| Şekil 5.68 909 Walnut Kulesi'nin yeşil çatısı .....                                 | 157 |
| Şekil 5.69 909 Walnut Kulesi'nin yeşil çatısı .....                                 | 158 |
| Şekil 5.70 Kahverengi çatı bahçesi örneği.....                                      | 159 |
| Şekil 5.71 TWA Anonim Şirketi Baş Müdürlüğü Binası, Kansas Missouri.....            | 160 |
| Şekil 5.72 Kaliforniya Bilim Akademisi Müzesi .....                                 | 161 |



## 1. GİRİŞ

Büyük kentlerin hızlı ve düzensiz gelişimi sonucunda yaşam çevresi, büyük ölçüde beton ve asfaltla kaplanmıştır. Kent içinde bulunması gereken yeşil alanlar, yerleşim fonksiyonlarının ve iş yerlerinin yoğun baskısına dayanamayarak, yerlerini betonarme yapılara terk etmektedir. Kentsel çevre sorunları birçok kentin temel sorundur. Bu duruma karşı en etkili çözüm yollarından biri, yitirilmiş olan bitki alanlarının, kendilerini yok eden yapıların üzerinde yeniden tasarlanması ve uygulanması, yani çatıların yeşillendirilmesidir.

Yeşil çatılarda bugün gelinen son nokta, çatı bahçelerinin estetik amaçlarının yanı sıra, ekolojik amaçlar için de kullanılan ve “ekolojik çatılar” ya da “yeşil çatılar” olarak adlandırılan tiplerdir. Yeşil çatı kavramı, binaların yaşayan çevreye uyum sağlaması için kullanılan bir kavramdır. Bu yeni ekolojik çatı bahçeleri, binaların yapısal sistemini çok az değiştirerek ya da hiç değiştirmeden, çok fazla sulama ya da bakım gerektirmeden, kentlerdeki çatıları yaşayan bir bitki örtüsüyle kaplamak olarak tanımlanabilir. Bu tip çatı bahçelerinin yapımı oldukça kolaydır ve çevreye önemli faydaları bulunmaktadır (Worden 2004). Ticari, endüstriyel ve konutlar gibi çatı alan yüzdesi yüksek olan binaların toprak kullanım oranlarını ve akış hacimlerini düşürmede en etkin yöntem yeşil çatılardır (Stephens vd. 2002).

Yeşil çatıların görsel özelliğinin yanı sıra; çatıların kullanılabilir alanlar haline gelmesi, yapılardaki ısı yalıtım kapasitesinin ve yangına dayanıklılığının artması, enerji korunumunun sağlanması, atık suyun azalması, çevrede ve yapıda gürültünün azalması, çevredeki tozun yutulması havanın temizlemesi, yapının korunması ve çatının kullanım ömrünün uzaması gibi ekonomik, sosyal ve ekolojik yönden getirdiği faydalar vardır (Koç ve Gültekin 2010).

Bu bağlamda atıl durumdaki mekanların değişik işlevlerle kullanılması yaklaşımıyla çatıların büyük bir potansiyel teşkil ettiği görülmektedir.

## 1.1 Amaç ve Kapsam

Bu tez çalışmasının amacı; tasarım ve uygulama sürecinde, yeşil çatı sistemleri ile ilgili Dünya'dan ve Türkiye'den örneklerin incelenmesi ve yeşil çatı sistemlerinin araştırılmasıdır.

Bu amaca yönelik olarak çalışmanın kapsamı şu şekildedir:

Öncelikle yeşil çatı kavramının birçok kaynağa göre tanımı yapıp, geçmişten bugüne kadar olan tarihi gelişimi irdelenmekte, ekolojik ve ekonomik yararları incelenmektedir.

Ayrıca yeşil çatıların oluşturulmasında uygulanan yöntemler, yeşil çatı tipleri sınıflandırılması gibi konulara değinilmiştir.

Söz konusu amaca yönelik çalışmalar gerçekleştirilirken bunların yanı sıra çatı bahçelerinde bulunan yapısal sistemlerin katmanları, tipleri ya da modelleri, yeşil çatıda bulunan yapısal bileşenler detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

Bu çalışmada, firmaların; çatılarda uyguladığı sistemler (firma ismi belirtilmeden), hangi yöntemleri kullandıkları, hangi sistemlerden yararlandıkları, bu sistemleri kullanırken hangi yapısal katmanları içerdiği, kendi sistemlerini uyguladıkları örnekler ve bu örneklerde kullanılan yapısal katmanlar detaylı çizimler ile sunulmuştur. Ayrıca yeşil çatı sistemlerinin uygulanabilirliği sırasında karşılaşılan birtakım sınırlandırmalardan ve yeşil çatı uygulamalarında çatı yükünün artması ve periyodik bakım masrafları gibi sakıncalardan söz edilmektedir.

Avrupa'da yeşil çatı teknolojisi için performans derecelendirme sistemleri geliştirilmektedir. Özellikle de arazi kullanım planlaması, inşaat ruhsatı ve yapımın kabul edilmesinde yeşil çatıların derecelendirilmesi için geliştirilen bu sistemlere bir örnek verilmiştir. Derecelendirme sistemleri özel projeler üzerindeki yeşil çatılarla ilgili çeşitli programlara bağlanan gerekliliklerin belediyeler tarafından şart koşulmasını sağlamaktadır. Bahsedilen bu örnek günümüzde mevcut tek kapsamlı yeşil çatı rehberi, Almanya'daki peyzaj endüstri organizasyonu olan Yeşil Çatı Alanlarının Planlanma,

Uygulanma ve Bakım Rehberi (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau) (FLL) dir. Bu doküman, detaylı bir şekilde sel suyu sorunları, dikim ortamının gereklilikleri, drenaj ve katman gereklilikleri ile ilgili bölümleri kapsayarak yeşil çatıların tasarım, konstrüksiyon ve bakımını içermesi sebebiyle tüm ilgili kişilerin faydalanabileceği düşünülerek, tezin ekler bölümünde açıklanmıştır.

Son olarak da yeşil çatıların değerlendirilmesine ilişkin tasarım ve uygulama örnekleri, detay çizimleri ve resimler ile desteklenerek anlatılmıştır.

## **1.2 Yeşil Çatı Kavramı**

Yeşil çatılar, ilave ağırlığa dayanma gücü olan; su, su buharı ve kökler yoluyla meydana gelen penetrasyona karşı çatıyı koruyan; az yağış sürelerini artırmak için bitkilerin yeterli nemi tutmasını sağlayan fakat gerektiğinde fazla nemi dışarıya atabilen; bitkileri desteklemek için toprak benzeri ayrışan madde sağlayan; iklim bölgesi için uygun, sürdürülebilir bir bitki örtüsünün devamlılığını sağlayan; bina, insanlar ve çevre için birtakım hidrolik, atmosferik, termal ve sosyal fayda sağlayan; alttaki bileşenleri ultraviyole ve termal bozunumdan koruyan sistemlerin bütünüdür. Ayrıca yeşil çatı tanımlarını aşağıdaki şekilde çoğaltabiliriz:

Yeşil çatı; klasik bir apartman dairesinin üstüne ya da eğimli bir çatının tepesine yerleştirilen bir bitkilendirme katmanından ve yetiştirme ortamından oluşur.

Yeşil çatı; çatı alanlarında bitki yetiştirilmesi için özelleştirilmiş çatı sistemleri olarak tanımlanmıştır (Liu 2004, Tokaç 2009).

Yeşil çatı; genellikle zemin kotunda görmeye alıştığımız bitkisel öğelerin ve alt sistemlerinin, çatı alanlarına taşınmasıdır (Osmundson 1999, Tokaç 2009).

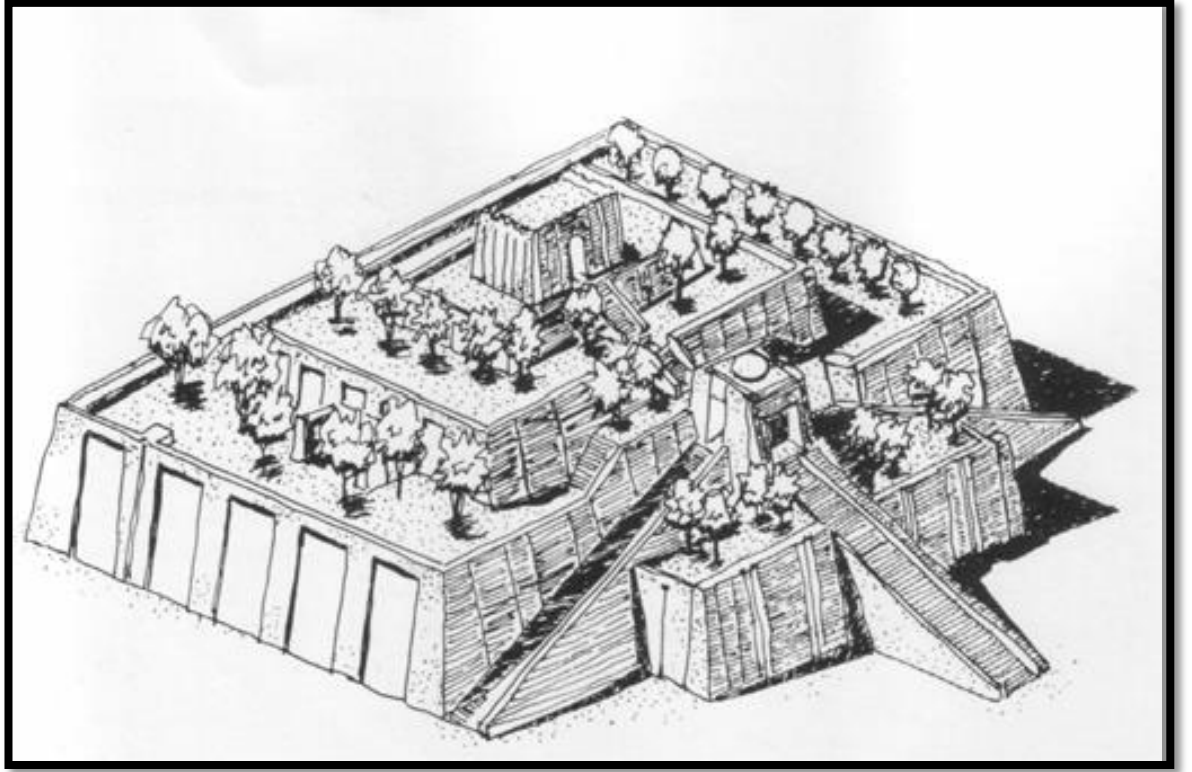
Yeşil çatı; çeşitli alt sistemler, katmanlar ve donatılar aracılığı ile çatı alanlarının bitki yetiştirmeye uygun hale getirilmesidir (Ekşi 2006).

Yeşil çatı; bitkilendirme için potansiyel oluşturan çatı alanlarında, bitki ve bitkinin yetişmesini, hayatta kalmasını sağlayacak olan katman, katman malzemeleri ve alt sistemlerin bütünüdür (Tokaç 2009).

Yeşil Çatı, isteğe bağlı olarak bitkilendirilmiş bir çatıdır (Anonymous. 2013a).

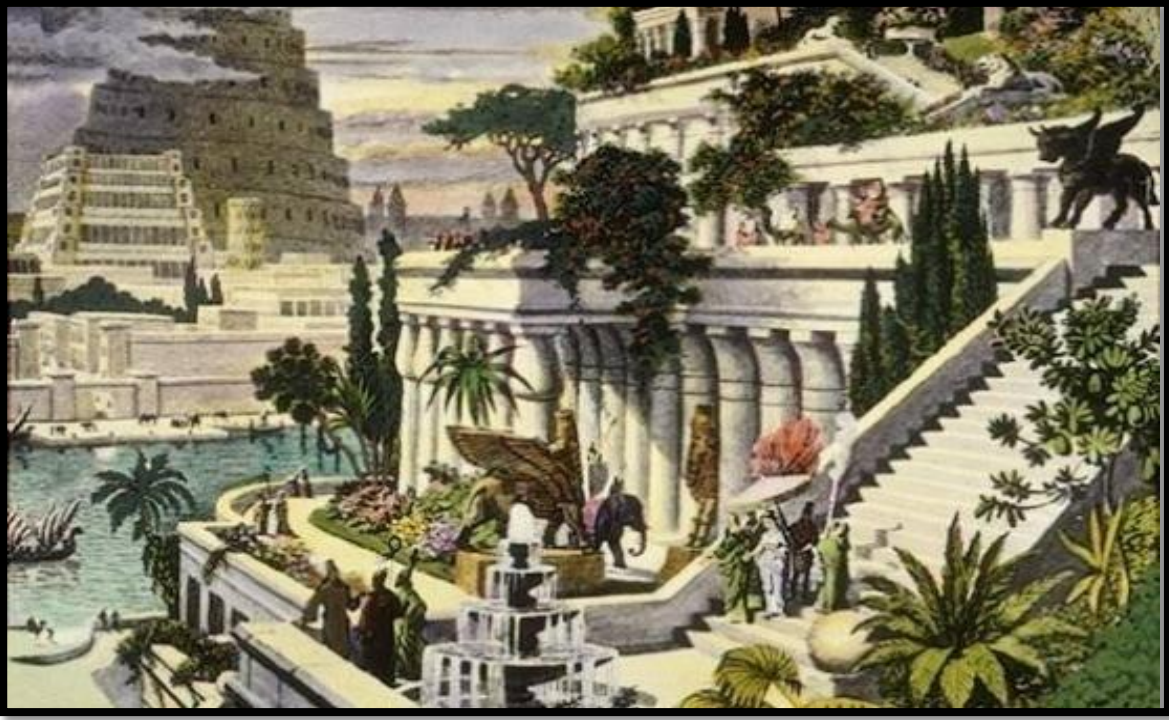
### **1.3 Yeşil Çatının Tarihi Gelişimi**

Çatı alanlarının bitkilendirilmesi, milattan önceki dönemden günümüze kadar, çeşitli amaçlarla 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. Ziggurat'lerden günümüze kadar, insanoğlunun yeryüzünden daha üst kotlarda peyzaj öğelerini kullanabilmesi, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin uygulanması için gerekli olan fırsatların, imkânların ve maddi kaynakların yeterli olması şartları ile mümkün olabilmektedir. Eski Mısır'da Sümerler, Babilliler 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 (Tokaç 2009).



Şekil 1.1 Ziggurat bitkilendirmesi (Anonymous. 2013b)

Belirgin bir örnek milattan önce 600'lü yıllarda, bugün dünyanın yedinci harikası olarak bilinen, Kral Nebuchadnezzar'ın başkentteki özel tasarlanmış güney kalesinin terasında eşi Semiramis için inşa ettirdiği Babil'in Asma Bahçeleridir.



Şekil 1.2 Babil'in asma bahçeleri, genel görünüm (Osmundson 1999)

17. yüzyılın ortalarında beton kullanımı, çatı bahçelerinin konstrüksiyonuna olanak tanımıştır. Paris'te 1868 yılında yapılan Dünya Sergisinde 'yeşil çatı'ya yer verilmiştir (Dunnett ve Kingsbury 2008).

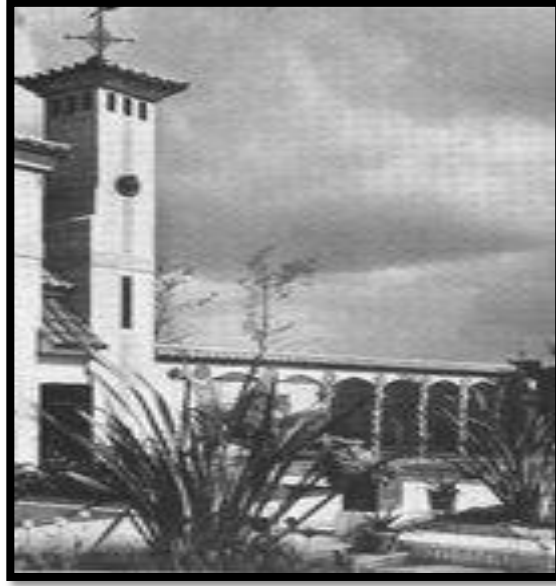
Aynı zamanda Paris'te 1903'de ekilmiş terasları ve çatı bahçeleri olan bir apartman bloğu buna örnektir. 1904'te Frank Lloyd Wright Chicago'da çatı bahçeli bir restoran tasarlamış ve aynı yılda Walter Gropius Cologne, Almanya'da benzer bir projeye imza atmıştır (Weiler ve Barth 2009).



Şekil 1.3 Frank Lloyd Wright'un Chicago'da çatı bahçeli bir restoran dizaynı (Anonymous 2013c)

Fransa'da ise Le Corbusier, çatı ve teras bahçelerinin en büyük öncüsü olmuştur. Yapılarında küp modelinden yola çıkan Le Corbusier, çatıyı bir bahçe alanı olarak keşfetmesinde de yine bu modelden yararlanmıştır. Yapılarının en üstünde bir çatı bahçesinin eklenmesi de, onun güneşe ve ışığa açıldığı, yalnızca o yapıya ait bir gök görünümünün olduğu anlamına gelmektedir. Le Corbusier bu düşüncüyü ilk defa 1922 yılında bahçeyi konutların içine kadar getiren bir yeşil kent tasarımında geliştirmiştir. Böylece çatı bahçesi de onun yaşamı boyunca önemseyerek ele aldığı konulardan biri olmuştur (Ekşi 2006).

Mimar Le Corbusier pek çok projesinde çatı bahçelerini kullanmış ve şehir çatılarında bu bahçelerin yaygın kullanımını düşünmüştür. Dunnett ve Kingsbury'e göre, belki de bu çatı bahçelerine en bilindik ilk örnek 1930 yılında Derry ve Tom'un dükkânı için Londra'da hala varlığını koruyan bahçedir. Bu çatı bahçesi, 1950 m<sup>2</sup> lik alanı kapsayan ve çeşitli temalarla hazırlanmış bahçelerden meydana gelir (Dunnett ve Kingsbury 2008).

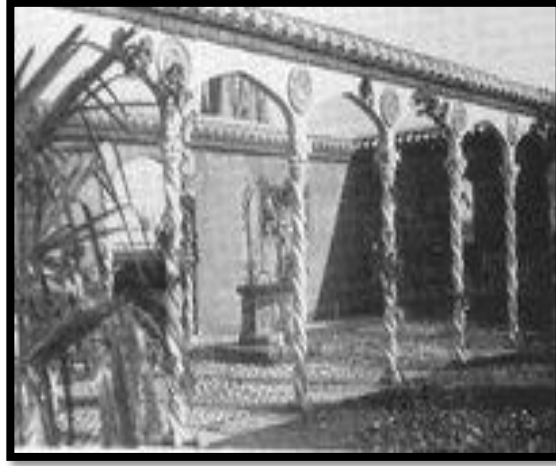


Şekil 1.4 Corbusier'in Londra'da bitkilendirilmiş çatı uygulaması (Anonymous 2013d)





Şekil 1.5 Corbusier'in Londra'da bitkilendirilmiş çatı uygulaması (Anonymous 2013d)



Şekil 1.6 Corbusier'in Londra'da bitkilendirilmiş çatı uygulaması (Anonymous 2013d)

Yüzyıllar önce mimarlar ticari binalarla denemeler yapmışlar ve yeşil çatılar, konutlar ve bölgesel mimariler üzerinde kullanılmıştır. İskandinavya'daki toprak ve yeşil çatılar, yalıtım olarak ve kış boyunca ısı kaybını azaltan çatılar olarak kullanılmıştır. Birleşik Devletler ve Kanada'daki İskandinav yerliler sık sık güney çatılı bölmeler inşa etmiştir. Dünya'da Kürtçe konuşulan bölgelerde (Türkiye'nin Güney Doğu bölgesi, Irak ve İran) çayırlar genellikle, geleneksel Kürt yapılarının düz ve çamur kaplı çatılarında yetişmekte, yeşil çatılar sıcak yaz günlerinde içerideki serin havayı korurken kış aylarında sıcaklığı içeride tutmaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca Çin'de ve Japonya'da, bitkiler sık sık sazlık çatıları bağlamak ve çatının temelini sağlamlaştırmak için yetiştirilmektedir (Dunnett ve Kingsbury 2008).

Almanya'da Federal Doğa Koruma Hareketi, Federal İmar Kanunu ve eyalet düzeyindeki doğa koruma hareketleri gibi yasalar ve yönetmelikler, gelişimin etkisini

hafifleten bir metot olarak bitkilendirilmiş çatıların kullanımının önünü açmıştır. Almanya yeşil çatı teknolojisinin lideri durumundadır (Dunnett ve Kingsbury 2008). Almanya'nın Stuttgart şehrinde, düz çatısı olan bütün yeni inşa edilmiş binaların üzerinde yeşil çatılara ihtiyaç duymaktadır (Peck vd. 2003).

Almanya gibi pek çok Avrupa ülkesi yeşil çatı kullanımını cesaretlendiren yasaları ve teşvikleri başlatmıştır. 75'ten fazla Avrupa yerel yönetimi, yeşil çatıları tek bir çatı altında toplamak için yeşil çatı kullanım teşviki sağlamak ve birtakım yapıcı şartlar koşmaktadır (Peck vd. 2003).

1970'lerin başında, Almanya'da modern yeşil çatı sistemleri ile ilgili araştırma ve çalışmalar başlamıştır. Konuyla ilgili olarak, "Yasayan Çatı Alanları, 1972" (Gollwitzer und 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, yeşil çatı sistemlerinin, binalarda lüks bir yapı elemanı olarak görülmesinin zorunluluk olmadığı, bu sistemlerin, çevre iklim şartlarının geliştirilmesinde uygulanacak stratejinin bir parçası olması gerekliliği savunulmuştur (Osmundson 1999). 1977'de FLL (Guideline For The Planning, Execution and Upkeep Of Green Roof Sites) adında yeşil çatı sistemleri üzerine bilimsel araştırma yapacak bir organizasyon kurulmuştur. Günümüzde bitkilendirilmiş çatılar hakkında belirlenen standartların oluşturulmasında FLL büyük rol oynamış ve diğer Avrupa ve Amerika ülkelerinde de bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin yayılmasını sağlamıştır (Osmundson 1999).

#### **1.4 Yeşil Çatıların Önemi**

Bitkilendirilmiş çatı sisteminin sağladığı çevresel faydaların arasında; kent ısı adası etkisinin azaltılması, binadan uzaklaştırılan atık suyun kontrolünün sağlanması ve bitkilendirilmiş çatının bulunduğu çevrenin ekolojik özelliklerinin iyileşmesine katkıda bulunması sıralanabilir (Liu 2004, Tokaç 2009).

#### **1.4.1 Kentsel ısı adası etkisinin azaltılması**

Dünya nüfusunun büyük bir bölümü sıkışık olarak gelişen, çatılar, yollar ve çok miktarda beton zeminler gibi sert yüzeylerle tanımlanabilen kentsel çevrelerde yaşamaktadır. Bu alanlar, yerkürenin yüzeyinin biyolojik oluşumunun önüne geçmekte, hava kalitesinin kötüleşmesi, suyun kalitesinin düşmesi ve “kent ısı adalarının” oluşmasıyla yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Koç ve Gültekin 2010).

Kentlerdeki asfalt, beton, çatı gibi yapıların güneşten gelen enerjiyi çayır-çimen, ağaç veya su gibi yansıtmayıp sönümlemesi yüzünden yere yakın atmosfer seviyelerinde daha fazla ısınma meydana gelmekte, ayrıca gökdelenlerin hâkim rüzgarı engellemesi de daha sıcak bölgelerin başka yere taşınmasını engellemektedir. Bunun yanı sıra ulaşım, ısınma ve sanayi gibi nedenlerle artan kirleticiler de yere yakın seviyelerde bir nevi sera etkisi yapmaktadır. Bütün bunlar birleştiğinde kent üzerinde tıpkı bir kalkan gibi kubbe görünümünde bir alan oluşur. Buna da kentsel ısı adası adı verilmektedir (Anonymous 2013e).

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 (Liu 2004, Tokaç 2009).

#### **1.4.2 Atık suyun kontrolü**

Kentlerdeki betonlaşma sonucu, yağışları emecek toprak yüzeyinin azalması ve su kullanımının artması, kentlerin atık su sistemlerinin daha çok yüklenmesine neden olmaktadır. Yüklenme sonucunda alt yapılarının yetersiz hale gelmesinden dolayı birçok kent su baskınlarıyla boğuşmak zorunda kalmaktadır. Yeşil çatıların en önemli

etkilerinden biri yağmur suyunun bitki tabakası altındaki toprak tarafından emilmesi ve bitkilerin bu suyu kullanmasıdır. Diğer bir etkisi ise daha fazla yağış durumunda yeşil çatılar yağmur suyunu tutup kanalizasyon sistemine ulaşmasını geciktirmektedir bu sayede de su baskınları önlenmektedir (Koç ve Gültekin 2010).

Özellikle kentlerdeki geçirimsiz yüzeyler, yağışlar sonucu oluşan yüzey akışını arttırmaktadır. Yağmur suyu bir yandan topraktaki besin elementlerini, tortuyu ve pislikleri taşıırken aynı zamanda topraktaki suyun kalitesini de azaltır. Bitkiler yağmur suyunu emdikleri için, yeşil çatılar sel suyunun etkisini azaltır. Aynı zamanda yeşil çatının bu yapısı tutunma boyunca suyun boşaltılmasını da azaltır. Pörtlen, Oregon şehri için yürütülen bir çalışmada, şehir merkezlerindeki binaların yarısının yeşil çatıya sahip olması halinde (219 dönüm), yıllık yaklaşık 250 milyon litre suyun tutulabileceğini göstermiştir. Bu çalışma 64 milyon litrelik pis su taşkınlarının ortadan kaldırılabileceğini ve sel suyu atılımının %11 ve %15 arasında azaltılabileceğini göstermiştir (Peck vd. 2003).

Yeşil çatı tasarımında seçilen sistemin özelliklerine göre çatıdan atılması gereken su miktarından % 90'a kadar tasarruf etmek mümkündür. Bu suretle, yapıda veya şehir şebekesinde kullanılan atık su boruları daha az yüklenir. Aynı çatıda boru ile daha çok birime hizmet verilebilir veya daha küçük boru çapları kullanılarak malzemedен tasarruf sağlanır (Anonymous 2013f).

Bitkilendirilmiş çatı sistemleri; kentsel alanlarda atık suyun yönetilmesi için, bir kontrol mekanizması olarak kullanılabilir. Yağış sularının bir kısmı bitkilendirilmiş çatı yüzeyine geldiği anda bitki gövdesi ve yaprakları tarafından 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 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 suyu miktarında önemli bir azalma söz konusu olur (Liu 2004, Tokaç 2009). 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 (Tokaç 2009).

#### **1.4.3 Kent ekolojisine katkıları**

Bitkilerin ekosistem içindeki yerinin önemi, yaşam için gerekli olan güneş enerjisini toplaması ve bu enerjiyi sistem için kullanabilir duruma getirmesidir. Bitki örtüsü doğal yaşam habitatlarını, besin maddelerini ve toprağı barındırır. Bunun yanında bitkiler, kent havasının kalitesini olumlu yönde etkiler (Anonymous 2013g).

Kullanılmayan çatı alanlarının bitkilendirilmesi ile birlikte; atmosferin nem oranı artacak, sıcaklık dalgalanmaları azalacak ve yüzey malzeme niteliklerine bağlı toz zerreciklerinde azalma olacaktır. İklim özelliklerinin bu şekilde iyileşmesi ile birlikte, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin kullanıldığı bina çevrelerinde yaşayan canlı çeşidinde 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 (Getter vd. 2006).

Bunun haricinde kullanılan bitkiler, atmosferde bulunan toz partiküllerinin filtre edilmesi konusunda da yardımcı olurlar. Çeşitli hava kirliliğine yol açan maddelerin bitki yaprakları tarafından emilerek toprağı iletildiği bilinmektedir. Almanya'da yapılan bir çalışmada; bitkilendirilmiş çatının bulunduğu alanlarda mazot kaynaklı atık maddelerin ve havadaki sülfür dioksit ve nitratların %20-37 oranında azaldığı kabul edilmiştir (Liu 2004, Tokaç 2009).

#### **1.4.4 Gürültü seviyesindeki azalma**

Çatı bahçelerinde bitkisel düzenleme için kullanılan toprak ve bitki materyalinin kendisi ses emme özelliğine sahiptir. Bu nedenle hem bina içinde hem de binanın yakın çevresinde meydana gelen gürültüyü azaltma işlevi vardır (Mendler 2000).

Binaların ve kaldırımların sert yüzeyleri, sesi emmekten çok yansıtmaya meyillidirler. Bu yüzden, yeşil çatı bitkileri ve substratları, bina içlerindeki ses geçişlerini azaltarak emerler. Daha derin substratlar sıg substratlardan daha fazla sesi emerler; bu yüzden intansif çatı sistemleri, gürültü kirliliğini azaltmada daha başarılıdır. Buna rağmen 5'' kadar sıg bir substrat, 40 desibel'e kadar sesi azaltabilir (Peck ve Kuhn,2003). William McDonough'ın Kevin Burke'ı ve arkadaşlarının *Gap Inc.'s Cherry* yeşil çatının ses geçişini 50 desibel kadar ses azalttığını tespit etmiştir (Dunnett ve Kingsbury 2008).

Bitkilendirilmiş çatı sisteminin sağladığı ekonomik faydaların başlıcaları; bitkilendirilmiş çatıların enerji verimliliğine katkı sağlaması, çatı sisteminde kullanılan malzemelerin dayanıklılığının artması ve bitkilendirilmiş çatı sisteminin uygulandığı binaların, estetik unsurlar açısından değerinin artması olarak sıralanabilir (Tokaç 2009).

#### **1.4.5 Enerji verimliliği ve soğutma etkisi**

Yeşil çatılar birçok açıdan binada enerji tasarrufu sağlar. Binanın ısı kazanç ve kayıplarını azaltırlar. Sıcak iklimlerde yazın hava sıcaklığı 35°C'ye ulaştığı zaman çatı yüzey sıcaklığı 65°C'yi bulur. Bu yüksek sıcaklıklar binanın hem iç çevresini hem de dış çevresini doğrudan etkiler. Çatı, toprak tabakası ile korunduğu ve bitkilerle gölgelendirildiği zaman yüzey sıcaklığı genellikle ortamdaki hava sıcaklığının üzerine çıkamaz. Bundan başka, bitkiler ve toprak suyu buharlaştırır, soğutma etkisi yaratır ve havayı nemlendirir. Daha rahat nefes aldırır ve binayı doğal olarak soğutur. Tek bir ağacın gölgesiyle bile, birkaç derece daha düşük sıcaklık sağlanabilir. Soğutma etkisi geceleri çoğalır, böylece ertesi gün daha fazla ısı biriktirmesine izin verirler.

Yeşil çatı, ısının çatıdan gitmesini engeller ve yaz boyunca gölgeleme ve terleme yoluyla binayı serin tutar. Frankfurt, Almanya'daki Possman Elma Suyu Soğutma ve Depolama Tesisi, donanım maliyetinin yanında ısıtma ve soğutma maliyetinde de tasarruf sağlayarak yeşil çatı sistemine 2-3 yıllık bir sermaye sağladığı bilinmektedir. Yeşil çatı sistemlerinden sonra, ek soğutma kuleleri gereksiz hale geldiği belirtilmiştir (Anonymous 2013h).

#### **1.4.6 Su yalıtım malzemesinin dayanıklılığı**

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 sistemlerindeki sıcaklık farklılıklarının 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 (Anonymous 2008).

#### **1.4.7 Estetik katkıları**

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 konusudur (Tokaç 2009).

Geleneksel çatılarla karşılaştırıldığında, yeşil çatılar estetik açıdan daha çekicidir. Çok sayı ve türdeki bitki potansiyeli olan intansif yeşil çatılar, açık alanlara yüksek kalitede erişebilirlik sağlamanın en büyük potansiyelini sunarlar. Sınırlı sayıdaki bitkilerle ekstansif çatı sistemleri bile tipik bir düz çatıyla karşılaştırıldığında görsel olarak daha çekicidir.





Şekil 1.7 Kuzey Almanya'da uçak hangarı üzerindeki bitkilendirilmiş çatı (Anonymous 2013)



Şekil 1.8 Kopenhag hava alanı yeşil çatısı (Anonymous 2013)

Çatının su geçirimsizliği normal koşullarda yaklaşık 25 yıldır. Bu süre sonunda yenisiyle değiştirilir. Bunun nedenleri ise, güneşin UV ışınlarının yüzeyi kırılğanlaştırması, sıcaklık değişimleriyle büzüşme ve genleşmeler veesnekliğin de kaybolmasıyla çatlakların oluşması olarak açıklanabilir. Membranın kendisinin 60° C kadar ısınması, membarını yaşlandırır. Yeşil çatılar membranı, UV ışınlarından ve yüksek sıcaklık değişimlerinden koruyarak membranın ömrünü 60 yıla kadar uzatır. Malzeme, enerji ve para tasarrufu sağlar, daha az atık olur, bu da ekolojik bir yaklaşımdır (Anonymous 2013j)

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Osmundson (1999), Yazgan vd. (2003) ve Ekşi (2006) yaptıkları çalışmalarda, çatı bahçelerinde geleneksel olarak kullanılan malzemeler ile bu malzemelerin detayları ve kullanım şekillerini belirlemişlerdir. Belirlenen bu malzemelerin avantaj ve dezavantajları, birim alanda meydana getirdikleri yükler, kullanım olanakları ve bunların tasarımlara getirdikleri kolaylık ve zorlukları ortaya koymuşlardır. Geleneksel malzemelere ek olarak, yeni gelişmekte olan yapı malzemeleri de detaylı olarak araştırılmış ve çeşitli karşılaştırmalarla geleneksel malzemelerden ayrılan özellikleri çalışmalarda belirtilmiştir.

Dunnett ve Kingsbury (2008), yaptıkları araştırmada, yeşil çatının önemi, avantaj ve dezavantajları, yeşil çatı sistemlerinin kurulumu, bitkilendirilmesi ve aynı zamanda dikey çatı bahçelerinden bahsetmişlerdir. Birçok örneği detaylı bir şekilde resimli örnekler ile ele almışlardır.

Luckett (2009), yeşil çatıların tasarım kriterleri, yapısal bileşenleri, su yalıtımı, kullanılan yetiştirme ortamının içeriği, konstrüksiyonu, drenajı, uygun bitki türleri, bakımı, çevreye sağladığı faydalar ve yeşil çatılara yapılan yatırımların getirilerinden detaylı olarak bahsetmiştir.

Tokaç (2009), binanın tasarım ve yapım sürecinde rol alan kişiler için performans yaklaşımına bağlı olarak, kullanıcı konfor koşullarını ve yapı sağlığını koruyan yerli paket ile bitkilendirilmiş çatı sistemi tasarım seçenekleri geliştirilmesi ve geliştirilen tasarım seçeneklerini nitel performans kriterlerine bağlı olarak ön değerlendirmeden geçirilmesi gibi konuları ele almıştır.

Snodgrass ve McIntyre (2010), endüstrinin her yönü ile ilgili uzmanlarla görüşerek; uzun vadede olağandışı müdahale olmaksızın devam edecek olan bir yeşil çatıyı nasıl tasarlandığını ve inşa edildiğini, başarısız projelerin benzer unsurlarını, Kuzey Amerika'nın hangi alanlarının yeşil çatılar için en uygun alanları oluşturduğunu, hiçbir koşulda gelişmesi muhtemel olmayan yeşil çatı yerlerinin olup olmadığını, tasarımcılar ve inşaatçılar müşterilerin yeni yerleştirilen yeşil çatıların estetikliği için hazır

olduklarından ve zamanla yeşil çatının başarılı olmasına kendilerini adadıklarından nasıl emin olduklarını, yeşil çatı ve çevredeki peyzaj arasındaki eş-düzey ilişkinin olup olmadığını, yerel bitkilerin yeşil çatılarda gelişip gelişemediğini, yeşil çatıların şifalı bitkilere, meyve ve sebzelere ev sahipliği yapmasının olabirliğini yaptıkları araştırmada cevaplamışlardır. Onlar, Kuzey Amerika’da ve Dünya’da yeşil çatıları ziyaret etmiş, hangi yaklaşımların en başarılı yaklaşımlar olduğunu ve hangi tasarım hedeflerinin gerçekleştirilmesinin ve sürdürülmesinin zor hedefler olduğunu irdelemişlerdir. Yeşil çatının hem inşaat hem de saha ölçeğinde bir projeye nasıl entegre edileceğini ve binanın peyzaj üzerindeki etkisini azaltmak için yeşil çatıların diğer ölçümlerle nasıl en etkin şekilde entegre olabileceğini tasarımcılarla ve inşaatçılarla tartışmışlardır. Yeşil çatı bakımını yapan personellerin karşılaştıkları en büyük zorluğun ne olduğunu, genel sorunları nasıl çözdüklerini ve çatıların bakım ve gelişimlerini nasıl yaptıklarını araştırmışlardır. Ayrıca yeşil çatı proje ekibinin nasıl bir araya getirileceği de araştırmada yer almaktadır. Projeye dahil olan yükümlülükler ve maliyetlerden de bahsedilmiştir.

Weiler ve Barth (2009), yeşil çatı sistemlerinin ekolojik, ekonomik, mekansal ve sosyal faydaları, şehir ölçeğinde tasarlanması, mimari hususlar yönünden incelenmesi, yapısal bileşenleri, yapı sistemleri hakkında gelişmekte olan hususlar, tasarım ve dokümantasyon süreci ve yeşil çatı sistemlerinin bakım gereksinimleri ve performans değerlendirme ölçütlerini araştırmalarında incelemişlerdir.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1 Materyal**

Tez çalışmasında materyal olarak çok geniş bir perspektif içerisindeki yayınların yanı sıra ülkemizdeki bazı önemli turizm bölgelerindeki otel ve Avmlerin çatı bahçeleri incelenerek, projelerinin yanı sıra fotoğrafları kullanılmıştır.

#### **3.2 Yöntem**

Bu tez çalışmasında, literatür taraması yapılarak, Avrupa'daki ve Türkiye'deki yeşil çatı ve yeşil çatı türleri araştırılmıştır. Bu çatıların tarihi, önemi, planlanma, uygulanma ve bakımları tezde yer almaktadır. Literatür taraması, ilgili makale, kitap ve internet araştırması ile yürütülmüştür. Yerli ve çoğunlukla yabancı kaynak araştırılması yapılmıştır. Bunlara ek olarak, yapılan tez çalışmaları taranmış, bu konuda üretim yapan firmaların katalogları ile belli ölçüde piyasa araştırması yapılmış, konuyla ilgilenen mimarlık ofisleri ile görüşülmüştür. İncelenen kaynaklardan elde edilen bilgiler neticesinde derleme yapılmıştır. Türkiye'de bulunan bazı çatı bahçeleri ele alınarak, kullanılan malzemeler, kesit ve detaylarının fotoğrafları elde edilmiş ve çalışmaya eklenmiştir.

## 4. YEŞİL ÇATILAR

### 4.1 Yeşil Çatıların Tipleri

Yeşil çatıları ekstansif, yarı intansif, intansif ve kahverengi çatı bahçeleri olarak sınıflandırmak mümkündür. Bu ayırım bitkilendirme tipi ile oluşturulmaktadır.

Bitkilendirme tipinin değişmesi çatı bahçelerinin yapısal özelliklerini de etkilemektedir. Bu yüzden, çatı bahçelerinde en önemli ayırıcı özellik bitkilendirme tipidir.

#### 4.1.1 Ekstansif çatı bitkilendirilmesi

*Genel karakteristikleri:*

Ekstansif, kelime anlamı olarak seyrek anlamına gelmektedir. Bu tip bitkilendirmeler, genelde alanı tamamen bitkiyle kaplayacak kadar sık bitkilendirmelerdir. Ancak gerek toprak kalınlıkları gerekse sistem olarak çok karmaşık değildirler (Ekşi 2006).

Ekstansif çatı yeşillendirmesi insanların düzenli kullanımı için amaçlanmamıştır ve altında bulunan bina strüktürünün izin verdiği ölçüde yolları ve toplama alanlarını birleştirmesine rağmen düzenli gibi gözükme üzere tasarlanmıştır. Daha çok "ekolojik" amaçlıdır ve geleneksel çatı bahçeleri kadar kaynak girdisi (su ve işçilik... gibi) gerektirmemesi açısından sürdürülebilirdir (Dunnett ve Kingsbury 2008). Substrat derinliği nispeten incedir (2-15 cm arasında), buda çatı konstrüksiyonuna inşa edilmesi gereken ekstra yük miktarını azaltır. Bitkiler toplu halde bulunur ve bakım planlı bir şekilde yapılır (Örneğin, yabancı otlarla belirli dönemlerde fiziksel ya da kimyasal mücadele gibi). Ekstansif çatılar hem yapı hem de bakım açısından intansif çatılara oranla daha ucuzdur (Dunnett ve Kingsbury 2008).



Şekil 4.1 Bir süpermarketin üzerine kurulmuş ekstansif yeşil çatı, Almanya (Weiler und Barth 2009)



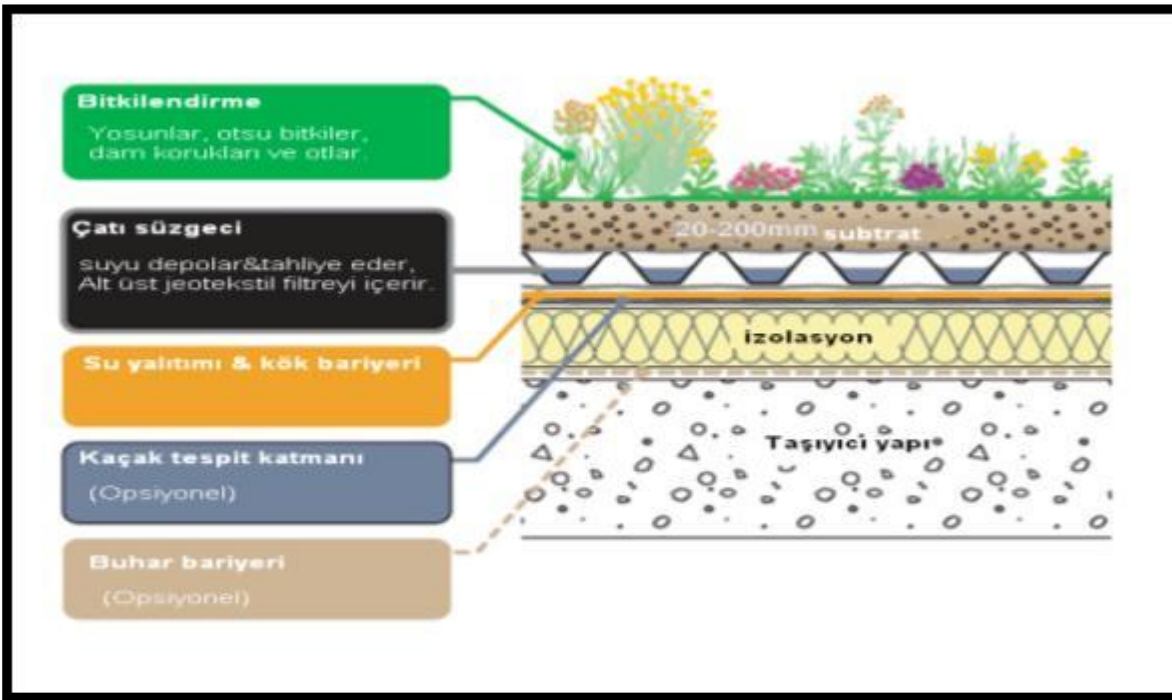
Şekil 4.2 Ekstansif bir yeşil çatı, Almanya (Weiler und Barth 2009)

Ekstansif yeşil çatılar ucuz ve kolay uygulanabilir olmaları nedeniyle en yaygın kullanılan yeşil çatı tipidir. Ekstansif bir çatı tipik olarak 20 mm ile 200 mm derinliğe sahip sığ bir bitki yetiştirme ortamı katmanından ve kuraklığa dayanıklı çok sayıda

bitkiden/bitkilendirmeden oluşur. Bu sayede, m<sup>2</sup>başına düşen ağırlık miktarının 290 kg'yi geçmeyeceği kabul edilmektedir (Liu 2004).

#### *Bakımı:*

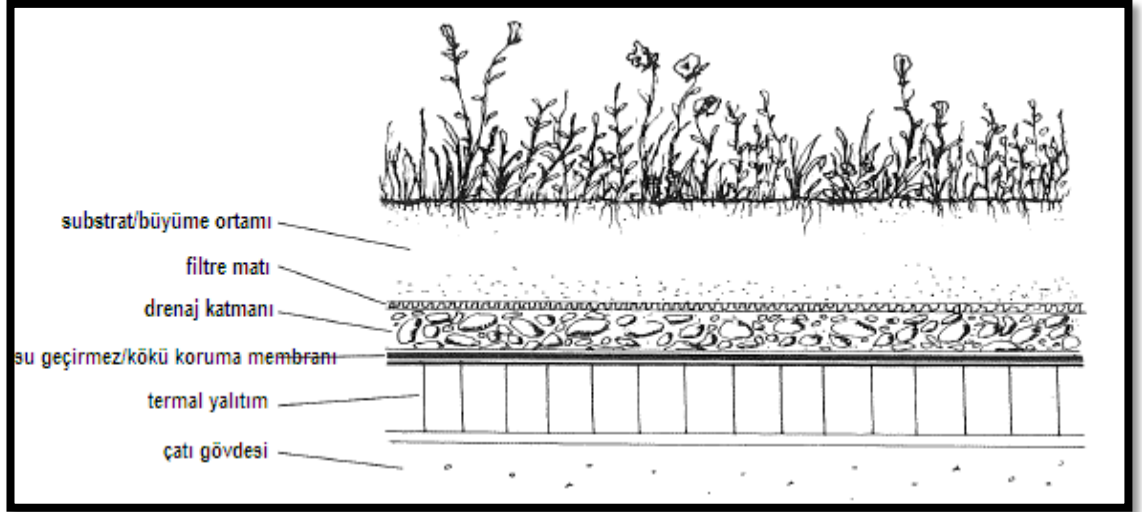
Ekstansif çatılar nispeten kendi kendine yeten ve yaya dolaşımının olmadığı yeşil çatı tipidir. Bu yüzden bu çatılara erişim zaman zaman yapılan bakım çalışmaları dışında sınırlıdır. Bu çatılarda bitkilendirme, yaya dolaşımının olmayacağı göz önüne alınarak gerçekleştirilmelidir.



Şekil 4.3 Standart hazır materyalin kullanıldığı bir ekstansif kesiti (Anonymous 2013a)

Ekstansif bitkilendirmede seçilen türler genellikle kuraklığa ve hatta zaman zaman su içinde kalmaya dayanıklı, rejenerasyon yeteneği yüksek, çok az bakım gerektiren, alçak boylu bitkilerdir. Bu türler, sığ ve az verimli topraklarda yaşayabilen ve yatay yönde gelişen bitkilerdir (Ekşi 2006).





Şekil 4.4 Tabanların ayrı ayrı oluşturulduğu bir ekstansif çatı kesiti

Bitkilendirme katmanı; önceden büyümüş bir bitkilendirme keçesi kullanılarak, saksı veya önceden dikilen bitkiler ile yada tohum serperek kendiliğinden kolonizasyon ile kurulmuştur. Şekil 4.4'deki ortama sahip katmanın tıkanmasını önlemek için filtre keçesi, büyüme ortamını drenaj katmanından ayırır. Drenaj katmanı, agregat malzemesinden veya önceden şekillendirilmiş plastik drenaj birimlerinden oluşabilir. Son olarak, kök bariyeri bitkinin kök yüzeyine zarar vermesini önleyen yapıdadır. Kök bariyeri, tamamıyla suya dayanıklı bir membran altında bulunan binaya, su sızdırmaz bir keçe sağlar (Şekil 4.4) (Dunnett ve Kingsbury 2008).

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 ihtiyacına bağlı olarak, bitki yetiştirme ortamı katman kalınlığı yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemine göre daha azdır (Tokaç 2009). Şekil 4.5- 4.6'da ekstantif çatı şekillerine ilişkin örnekler bulunmaktadır.



Şekil 4.5 İngiltere- Rotherham, Moorgate Crofts İş Merkezindeki yarı-ekstansif yeşil çatı

İngiltere- Rotherham, Moorgate Crofts İş Merkezindeki yarı-ekstansif yeşil çatıda sulama veya gübreleme uygulanmamaktadır, bu çatının 10-20 cm substrat derinliği vardır ve az bakımı gerektirir, ayrıca biyo-çeşitliliği fazladır ve görsel açıdan son derece etkilidir (Şekil 4.5) (Dunnett ve Kingsbury 2008).



Şekil 4.6 Amerikan Peyzaj Mimarları Topluluğu'nun merkez binası üzerinde bulunan yeşil çatı (Dunnett ve Kingsbury 2008)

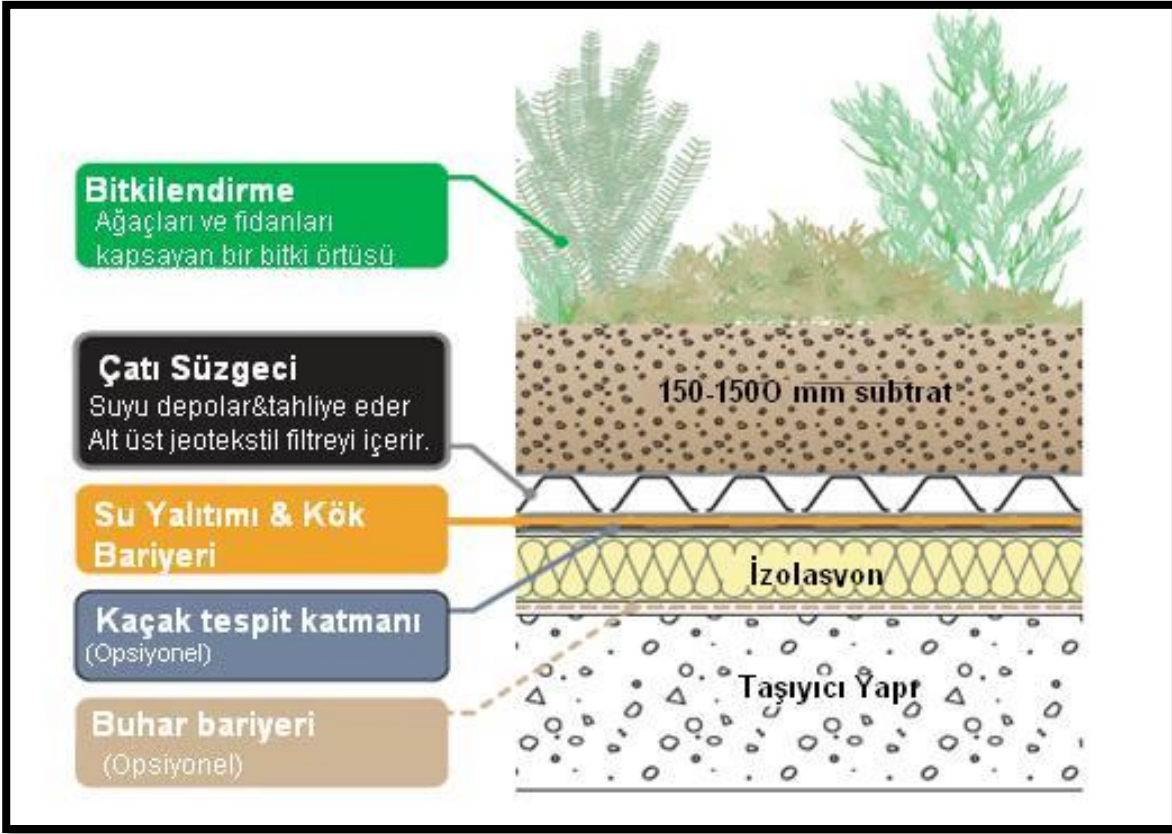
Şekil 4.6'da yer alan Micheal Van Valkenburgh Birliği ve Geleneksel Tasarım Forumu tarafından tasarlanmış olan bu çatının asıl amacı ulaşılabilir olmasıdır. Açık alan sağlaması, hafif ve çevre dostu olmasıyla da ön plana çıkan bir tasarımdır.

#### **4.1.2 İntansif çatı bitkilendirilmesi**

##### *Genel karakteristikleri*

İntansif, kelime anlamı olarak yoğun anlamına gelmektedir. Ekstansif yeşil çatıların aksine, intansif yeşil çatılar basit ya da karmaşık olabilir (Anonymous. 2013a). İntansif çatılar, tipik olarak 150 mm ile 1500 mm derinliğinde, derin bir toprak katmanından oluşurlar (Anonymous. 2013a).

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 (Tokaç 2009).



Şekil 4.7 Tipik bir intansif çatı kesiti (Anonymous 2013a)

Bu derin toprak katmanından dolayı, toprağı bitkilendirmek için daha fazla seçenek vardır. Çatının, geleneksel bir bahçeye çok benzer bir manzarası olabilir ve bu bağlamda duruma göre ağaçlarla, çimenliklerle, çiçekliklerle ve yürüyüş yollarıyla düzenlenebilir (Anonymous 2013a).

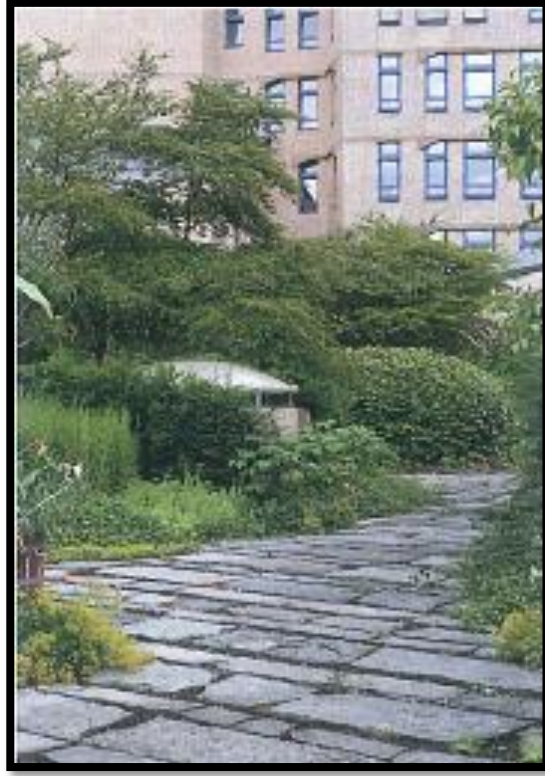
İntansif çatı yeşillendirmesi, insanların çatıyı geleneksel bir bahçe gibi kullandığı eski tür bahçe çatılara benzer. Bitkilere, aynı yeryüzündeki bahçeler gibi kişisel bazda bakım yapılır. Basit intansif yeşil çatılar, yine de düzenli bakım gerektiren çimenlerle ve yer örtücü küçük bitkilerle kaplıdır, fakat daha ince substratları vardır ve bu yüzden kurulumu daha az maliyet gerektirir. İntansif çatılar, ağaçlardan, çalılardan, otlardan çayırlara kadar bütün bitkilendirme türlerini destekler. Bu çatılar genellikle insanların erişimine açıktır ve güzel görülmek zorundadır (Dunnnett ve Kingsbury 2008).



Şekil 4.8 İntansif çatı bahçesi örneği (Dunnett ve Kingsbury 2008)

Şekil 4.8’de çim yüzey pereniyal çiçek gruplarından oluşan bir intansif çatı bahçesi görülmektedir. Bu rekreasyonel çatı yer seviyesinin üstünde tek bir kat olarak planlanmıştır. Yer seviyesindeki herhangi bir bahçenin bütün öğelerini içerir ve aynı bakım ve kaynak girdisini gerektirir.

İntansif yeşil çatılar çok çeşitli bitkilerden oluşabilir. Şekil 4.9’da verilen bir otoparkın üzerine kurulan bu çatı bahçesi (havalandırma çıkışı görülmektedir) taş kaldırımın yanı sıra ağaçlardan ve her dem yeşil çalılıklardan oluşturulmuştur.



Şekil 4.9 ING Bank Kurumsal Binası, Amsterdam (Dunnett ve Kingsbury 2008)

### *Bakımı*

Bu tür bitkilendirmede, yetişme ortamından istekleri çok olan türler kullanılabilir. Farklı istekleri olan bitkilere farklı ortamların hazırlanması, sulama ve drenaj sistemlerinin mükemmel olması gerekmektedir. Bu tür alanlar, periyodik bakım gerektirirler (Ekşi 2006).



Şekil 4.10 Amsterdam'daki Rembrandt Plein üzerindeki çimle kaplı çatı bina (Dunnett Kingsbury 2008)

Sven-Ingmar Andersson tarafından tasarlanan şekil 4.10 daki yeşil çatı, çevredeki parkla birleştirir ve ayrıca insanların binanın üzerinde yürüyebilmelerini ve güneşlenebilmelerini sağlar.

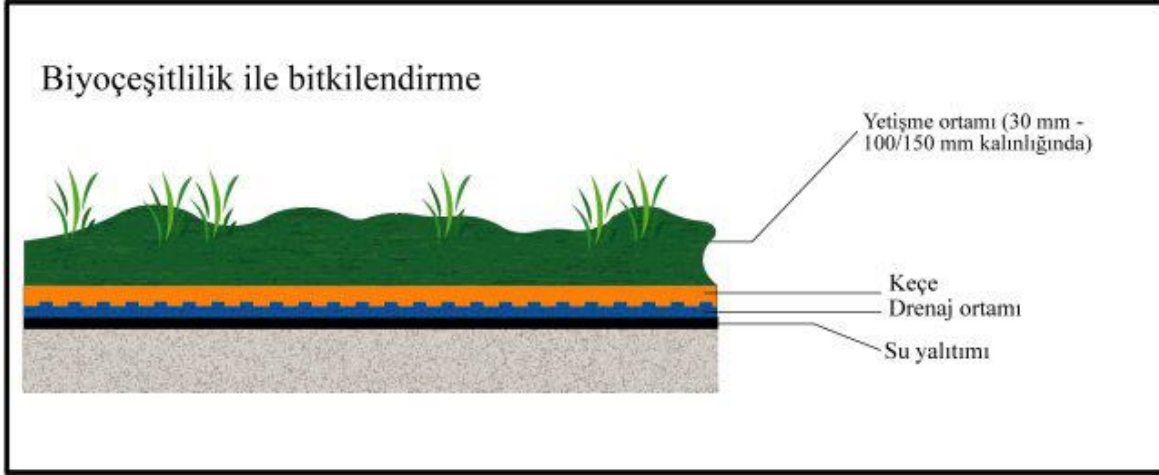
#### **4.1.3 Biyo-çeşitlilik bitkilendirmesi**

##### *Genel Karakteristikleri*

Normal koşullarda üstü kiremitle örtülü binaların üzerinde biriken bir miktar toprak tabakasında, zaman içerisinde birçok otsu bitki yetişmektedir. Son yıllarda kullanılmaya başlanılan bu yönteme “Biyo-çeşitlilik bitkilendirmesi” adı verilmektedir. Bu sayede alana serilen toprak boş bırakılır ve doğa onu şekillendirir. Kuşların getirdiği tohumlar, uçan polenler ya da böcekler vasıtasıyla zaman içerisinde bir doğal yaşam oluşmaktadır.

Alandaki yetişme ortamı, herhangi bir bitkilendirme yapılmadan çıplak olarak bırakılır. Doğada uçan ya da kuşların getirdiği tohumlar, bitki parçaları v.b. ile doğal bir çayır

örtüsü oluşması sağlanır. Başka bir deyişle çatının bitkilendirmesi, doğanın şekillendirmesine bırakılmış olur.



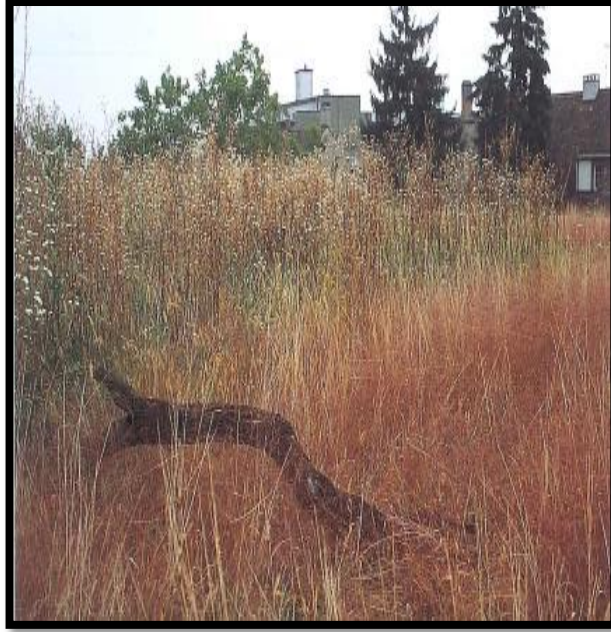
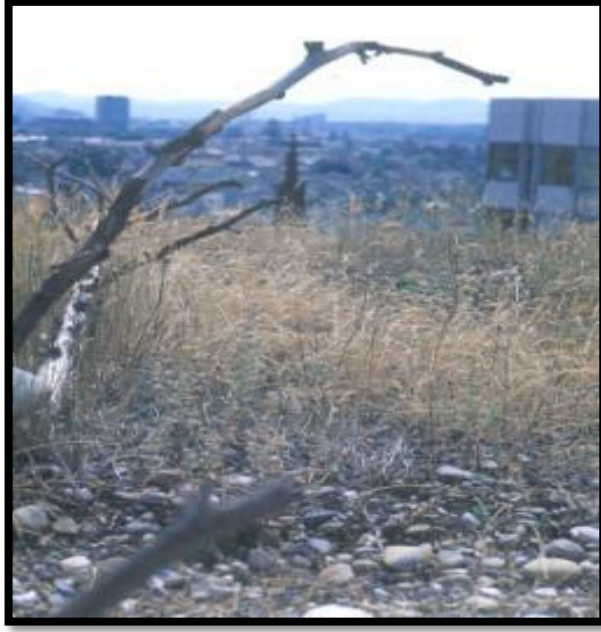
Şekil 4.11 Biyo-çeşitlilik bitkilendirmesi (Anonymous 2013k)

Terk edilmiş sanayi bölgelerinde uygulanan yeşil çatılar, doğal yaşam kaybını kısmen azaltarak canlılığın devamlılığını sağlayabilirler (Anonymous. 2013k).

Biyo-çeşitlilik bitkilendirmesi, son yıllarda tercih edilmekte olan bir bitkilendirme yaklaşımıdır. Substrat tabanlı çatılara benzerler. Ancak bazı durumlarda geri dönüşümlü agrega kullanılır.

Kahverengi çatı terimi olarak da adlandırılan bu bitkilendirme tipi, genellikle bitkilendirmenin terk edilmiş endüstri ortamının benzerini yaratmak için tasarlanan çatıları ifade etmektedir (Anonymous. 2013a). Bu tür çatılara intansif ya da ekstansif çatılar veya kendi kendine kolonize olan çatılarda olduğu gibi tohum ekilebilir. Tohumlamanın kısa vadede biyo-çeşitliliğini artıracığı kaçınılmazdır (Anonymous. 2013a).

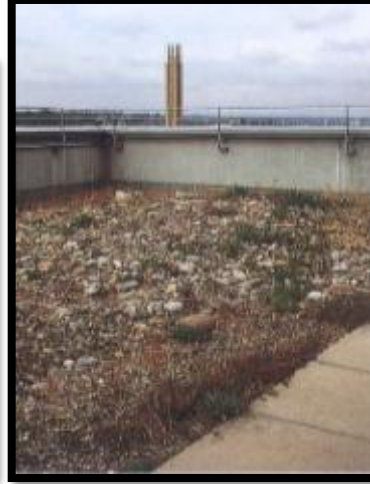




Şekil 4.12 Kendiliğinden kolonileşmiş substratları kurumuş ağaç dalları olan kahverengi bir Çatı (Dunnett ve Kingsbury 2008)

Şekil 4.12’de verilen İsviçre’de uygulanan bir biyo-çeşitlilik çatı bitkiledirmesi görülmektedir. Bu uygulamada çatı topografyası çeşitlendirmiş, değişik bitki türlerini ve ekolojik ortamı destekler niteliktedir. Ölü ağaç dalları kuşların tünemesini sağlar ve omurgasız hayvanlara ortam sağlar (Dunnett ve Kingsbury 2008). İsviçre kaynaklı olan biyo-çeşitlilik için yeşil çatı kavramı temel olarak çatılarda doğal ortamın yaratılmasına odaklanır. Lokal topraklar ve substrat malzemeleri kullanılır ve çatılar bitkilendirme ile

aynı anda kolonize olur veya özel yerel tohum karışımları da ayrıca kullanılabilir. Taş dolgu, kırma taş beton, kum, çakıl ve alt toprak (genellikle yeni inşaatların gelişim alanlarından alınır) gibi 'kentsel substratları' kullanan çatıları tanımlamak için geliştirilen terim "*kahverengi çatılar*"dır. Biyo-çeşitlilik ve kahverengi çatı türlerinin farklı substrat derinlikleri vardır fakat ince ve hafif türde değildir: tipik derinlikleri 10-15 cm aralığında, fakat karakteristik olarak yüzeyi düz olmayıpekolojik çeşitliliği maksimize etmek için yığılır ve mini-topograf şeklini alır (Dunnett ve Kingsbury 2008).



Şekil 4.13 İsviçre'nin Basel şehrinde bulunan ofislerin çatı bahçeleri (Dunnett ve Kingsbury 2008)

Şekil 4.13’de İsviçre’nin Basel şehrinde bulunan ofislerin kahverengi çatılarını desteklemek ve nehir toprakları ile kuşların ve nadiren omurgasızların çatıları kullanmalarına teşvik etmek amacıyla düzenlenen çatı yüzeyleri gösterilmektedir.

*Bakımı:*

Ekstansif Yeşil Çatıların bakımına benzerdir. Minimal bakım gerekir. Bir araya getirme-bitkilendirme müşterinin ulaşmak istediği biyo-çeşitlilik amacına göre belirlenmektedir (Anonymous 2013a).



Şekil 4.14 Kahverengi çatı örneği (Dunnett ve Kingsbury 2008)

Bir çatının üzerindeki en gelişmemiş bitki katmanları bile, çıplak çatı yüzeyleri ile kıyaslandığında çok daha fazla fayda sunar (Şekil 4.14).

#### 4.1.4 Ekstansif ve intansif çatı uygulamaları karşılaştırması

Ekstansif yeşil çatı ve İntansif yeşil çatı arasındaki avantaj ve dezavantajları şu şekildedir:

*Ekstansif Yeşil Çatı'da* seyrek büyüme ortamı; az sulama veya sulamanın yapılmaması; bitkiler için baskı durumları; düşük bitki çeşitliliği vardır.

*İntansif Yeşil Çatı'da* derin toprak; sulama sistemi; bitkiler için daha tercih edilebilir şartlar, yüksek bitki çeşitliliği; sıklıkla erişilebilirlik durumu söz konusudur.

*Ekstansif Yeşil Çatı'nın avantajları;*

Geniş ve 0-30° derece eğimli çatılar için uygundur. Çok az bakım gerektirir ve uzun ömürlüdür. Çok sık sulama ve özel sulama sistemi gerektirmez. Çok az teknik uzmanlık gerektir. Uyarlama projeleri için genellikle uygundur. Kendiliğinden gelişme durumu söz konusudur. Daha doğal görünmektedir (Dunnett ve Kingsbury 2008).

*İntansif Yeşil Çatı'nın avantajları;*

Daha büyük bitki çeşitliliği ve doğal yaşam ortamları vardır. İyi yalıtım özelliklerine sahiptir. Görsel açıdan çok çekici bir şekilde yapılandırılabilir. Çatı daha çeşitli kullanım alanları ile genellikle erişilebilirdir. Daha fazla enerji olanağı ve sel suyu tutma yeteneği vardır. Bu tip çatılarda kullanılan membran ömrü güçlüdür (Dunnett ve Kingsbury 2008).

*Ekstansif Yeşil Çatı'nın dezavantajları;*

Daha az enerji verimliliği ve daha az sel suyu tutulması, bitki kullanımı için daha sınırlı seçenek bulunması, eğlence ve diğer kullanımlar için genellikle hiçbir olanak bulunmaması ve daha çok ekolojik amaçla kullanılmasından dolayı özellikle kış aylarında hoş gözükmemektedir (Dunnett ve Kingsbury 2008).

*İntansif Yeşil Çatı'nın dezavantajları;*

Çatı üzerine daha fazla yük getirmesi, sulama ve drenaj sistemleri gibi daha fazla enerji, su ve malzemenin harcanacağı kullanımları olması, daha yüksek sermaye ile bakım

masrafları istemesi, daha karışık sistemleri ve uzmanlığı gerektirmesi gibi dezavantajları vardır (Dunnett ve Kingsbury 2008).

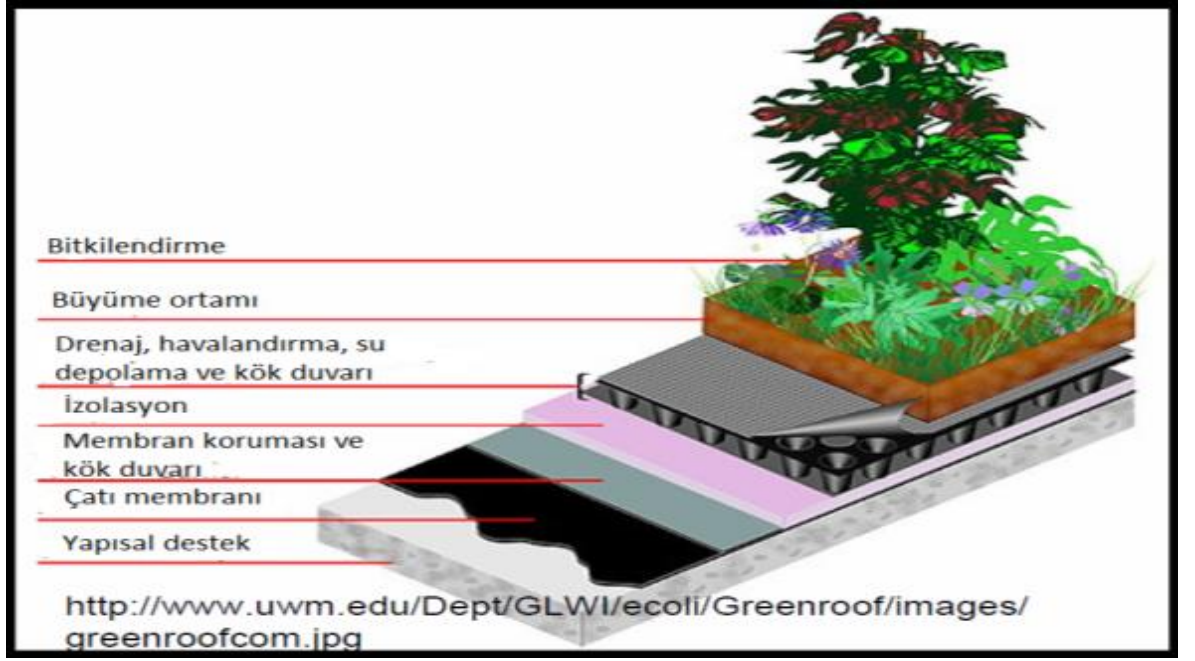
## 4.2 Yeşil Çatıların Yapısal Özellikleri

Çatı bahçelerinin kullanım yoğunluğu, amacı ve tipi esas alınarak çatı bahçesini oluşturacak sistemin bileşenleri tek malzeme temini yapan firmalardan sağlanabileceği gibi (su yalıtımı ya da drenaj örtüsü gibi) sistemi komple de temin etmek mümkündür.

Yurtdışında oldukça fazla uygulama imkânı olan çatı bahçeleri inşaat ve peyzaj sektöründen ayrılarak ayrı bir uzmanlık dalı haline gelmiştir. Yeni araştırmalar ve deneyler sonucunda daha dayanıklı, kullanımı daha kolay yeni uygulama teknikleri ortaya çıkarılabilmektedir. Ülkemizde ise çatı bahçeleri inşaat sektörünün bir parçası olarak görülmekte ve malzeme temini bu kapsamda sağlanmaktadır.

Herhangi bir yeşil çatı sisteminin genel bileşenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Yeşil çatı sisteminin ağırlığını destekleyebilen çatı strüktürü,
- Bina ve çatı strüktürünü korumak için tasarlanan su sızdırmazlık (yalıtım) sistemi,
- Bitkinin su alması için depo olarak kullanılabilen gözenekli bir ortamdan oluşan drenaj katmanı,
- İnce toprak ortamın gözenekli ortamı tıkamasını önleyen geosentetik bir katman,
- Seçilen yeşil çatı bitkilerini destekleyebilecek olan uygun özelliğe sahip toprak,
- Sert çatı koşullarına ve yüzeysel köklenme derinliklerine dayanabilen bitkilerdir.



Şekil 4.15 Yeşil çatı katmanları (Anonymous 2013m)

Herhangi bir yeşil çatı sisteminin temel bileşenleri çatı strüktürü, su yalıtımı, drenaj sistemi ve toprak alanıdır. Bu dört katman mutlaka mevcut olmalıdır. Ancak her katman için çok sayıda seçenek mevcuttur. Diğer bileşenler, özel ve isteğe bağlı olup; bu bileşenler, binayı koruyan beton tabakadan itibaren başlarlar.

Çatı bahçelerinde sistemi oluşturan tüm malzemelerin hava şartları, su, bitki kökleri ve belli yüklere karşı dayanım testlerinin yapılmış olması gerekmektedir. Özellikle su yalıtımı çatı bahçelerinde en önemli yapısal tabakadır. Zarar görmesi halinde çatı bahçesine zarar vermekle beraber beton tabakada korozyon ve çatlamalara sebep olacağından bina için de sakıncalı durum oluşturacaktır.

Bitkilendirme yapılacak olan alanda doğru malzemeler seçildikten ve düzgün su yalıtımı yapıldıktan sonra bitkilerin yetişme ortamı özelliklerine göre tabakalar halinde çatı örtüleme işlemi uygulanır.

#### 4.2.1 Çatı strüktürü / konstrüksiyonu

Çatılar konstrüksiyonlarına göre büyük ölçüde farklılık gösterirler. Strüktürel koşullar karşılandığı takdirde çatının çelik, ahşap, beton, plastik veya alaşım olması fark etmez.

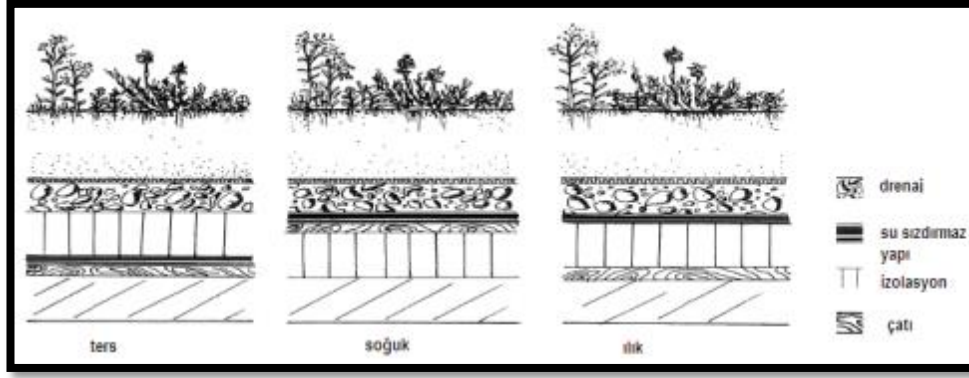
Yeşil çatılar, doğru bir şekilde tasarlanmış ve inşa edilmiş bütün çatılar üzerine kurulabilir.

Tedarikçilerinin ve imalatçıların artmasından, her bir şirketin kendine özgü patentli sistemlerini geliştirmesinden ve aralarındaki ticari rekabetten dolayı yeşil çatıların konstrüksiyonu ilk örneklerine göre daha fazla aşama kaydetmiştir. Yeni sistemler, birçok ürün seçeneği ve farklı katmanları olan daha karmaşık sistemlerdir (Dunnett ve Kingsbury 2008).

Aslında, uluslararası alanda kullanılan bütün ticari sistemler Alman yeşil çatı şirketleri tarafından son 20 ya da 30 yılda geliştirilen sistemlere dayanır. Bütün mevcut farklı sistemleri göz önüne almaya çalışmaktansa, yeşil çatı bileşenlerinin veya katmanlarının temel işlevlerine göz atılarak sistemler oluşturulabilmektedir (Dunnett ve Kingsbury 2008).

Tipik bir düz çatı sisteminin ana bileşenleri arasında, çatının altındaki strüktürel destek; 'çatı gövdesi' (çatının üzerindeki ilave katmanları ve öğeleri destekleyen aralıksız düz yüzey); su buharının çatıda nem oluşturmasıyla meydana gelen yoğunlaşmaya sebebiyet vermesine nazaran su buharının çatıdan atılmasını sağlayan 'buhar kontrol' katmanı; termal yalıtımın bazı şekilleri; su geçirmez katman veya membran olarak sayılabilir. Tipik bir düz çatıda membranın doğrudan güneş ışığına maruz kalmasını önlemek için ilave bir çakıl veya tahta kiremit örtüsü olabilir veya çatıya erişim mümkünse kaldırım taşları ile kaplanabilir. Bu noktada bazı teknik terimlerden söz etmekte fayda vardır. 'Soğuk çatı' çatı gövdesinin altında bir yalıtım katmanına sahiptir. 'Ilık çatı' çatı gövdesinin üzerinde bir yalıtım katmanına sahiptir. Su sızdırmazlık katmanı termal yalıtımın üstüne yerleştirilir. 'Ters ılık çatı' su sızdırmazlık katmanının üzerinde bir yalıtıma sahiptir (Dunnett ve Kingsbury 2007).





Şekil 4.16 Yalıtım katmanının konumuna göre üç tür çatı konstrüksiyon (Dunnett ve Kingsbury 2008)

#### 4.2.2 Su yalıtım tabakası

Çatı yeşillendirilmesinin en önemli ön şartı iyi bir su yalıtımının varlığıdır. Bitkilendirilmiş çatı sisteminde alt katmanların ve iç ortamın çatıyı etkileyen yağış sularından zarar görmemesi için su yalıtım malzemesi kullanılır. Su yalıtım malzemesi çatı sisteminin su geçirmez olmasını sağlar. Ayrıca çatıya biriken suyun, çatıda bir araya toplanması için eğim şapı ve bir araya toplanan suyun uzaklaştırılması için de yağmur suyu uzaklaştırma sistemleri kullanılabilir.

Genelde tüm çatılarda uygulanması gereken su yalıtım tabakası, gerek uygulamada gerekse malzeme seçimi açısından çok önemlidir. Güçlü bir malzeme ile kalıcı bir yalıtım sağlanmalıdır. Bu amaçla kullanılacak malzemeler, katı yalıtımlar adı altında toplanan su geçirmez sıvanın, şapın ve harcın yanı sıra, metal yalıtımlar, asfalt, bitümenli yapıştırma yalıtımlar ve plastik malzeme ile yapılmış yalıtımlar olarak sıralanabilirler (Yazgan vd. 2003).

Seçilen su yalıtım örtüsünün özelliklerine bağlı olarak (organik, sentetik v.b.) köklerin su yalıtım tabakasının içine işlemesini engellemek amacıyla bir kök bariyeri gerekebilir. Örneğin;asfalt içerisinde kullanılan bitümen, organik bir malzemedir ve kökler doğal olarak besin maddelerini almak amacıyla bu malzemenin içerisine girebilir. Genel olarak çatı bahçelerinde uygulanan yöntem su yalıtım örtüsünün üzerinde bir koruyucu beton tabakasının oluşturulmasıdır (Yazgan vd. 2003).

Etkin bir su sızdırmazlık keçesi bütün yeşil çatılar için gerekli bir ön koşuldur ve bu sızdırmazlık keçesinin etkin ve dayanıklı olduğundan emin olmanın önemi çok büyüktür. Çatıda bu işlevi yerine getiren katman hava şartlarına dayanıklı ve su sızdırmayan membrandır. Üç tip membran vardır: parçalı çatı membranı, tek-katlı çatı membranı ve akışkan (likit) çatı membran (Osmundson 1999).

*Parçalı çatı* membranı en sık karşılaşılan türlerdir ve benzer zift/asfalt çatı keçesinden veya ziftlenmiş yapıdan oluşur. Bu çatı malzemelerinin genellikle 15-20 yıl gibi sınırlı bir ömrü vardır ve aşırı sıcaklıklardan ve ultraviyole ışınlarından bozunuma uğrayabilirler. Bitki kökü gelişimine karşı da duyarlı olmaları yeşil çatı için aynı derecede önemlidir; bu yüzden bu tür membranlarla birlikte kök koruma bariyeri de mutlaka kullanılmalıdır (Osmundson 1999).

*Tek-katlı çatı membranları* bağlantı noktalarında çakışan ve ısı ile birleştirilen çekme levha olarak inorganik plastik veya sentetik kauçuk malzemelerdir. Bu membranlar eğer doğru uygulanırsa oldukça etkindir ve çok yaygındır. Fakat levhalar ve kaplamalar arasındaki birleşme noktalarında bantlar zayıf noktalar oluşturabilir ve bu da zamanla bitki kökleri tarafından aşınabilir ve delikler oluşabilir. Yeşil çatı tedarikçileri ve danışmanları hem hava koşullarına karşı dayanıklı hem de bitki köklerinden gelen zararlara karşı koruması olan çatı membranlarını tavsiye ederler (Osmundson 1999).

*Akışkan (Likit) çatı* membranları, çatı yüzeyine spreyle sıkılan veya boyanan ve bağlantı sorununu ortadan kaldıran sıcak veya soğuk akışkan halinde mevcut olan membranlardır. Düşey veya girintili çıkıntılı şekilleri olan yüzeylere uygulaması da kolaydır (Osmundson 1999).

Bu katmanikonstrüksiyon işlemlerinden veya diğer işlemlerden korumak amacıyla koruma tahtası doğrudan membranın üzerine serilebilir –en hafif yaklaşım PVC levhası veya genişmiş polisitren kullanmaktır (Osmundson 1999).

Üretici firmaların geliştirdikleri plastik esaslı örtülerin formülasyonlara göre çeşitli tipleri bulunmaktadır. Kullanılan çatı membran (su yalıtım) malzemelerinden birkaçı;

- PVC (Polivinilklorür)
- EPDM (Etilen Propilen Dimonomer)
- HDPE (High Density Polietilen – Yüksek Yoğunluklu Polietilen)
- CPE (Klorine Polietilen)
- CSPE (Klorosülfone Polietilen) / Hypalon
- TPO (Termoplastik Poliolefin)
- ECB, PIB, FPA, FPP... Vs.

Tüm örtü tipleri, solventlere karşı hassastırlar ve mutlak anlamda su/buhar geçirimsizdirler; tek kat olarak uygulanırlar; genelde yüzeye yapıştırılmazlar ancak gerektiğinde yüzeye mekanik tespit yoluyla sabitlenirler; ayrıca özel durumlarda yapıştırılarak da uygulanabilirler. ECB ve EPDM'in bazı türleri sıcak asfaltla yapıştırılabilir. Yüze yetespit edilmemiş detaylarda koruyucu jeotekstil ve 5 cm. kalınlığında çakıl serilmelidir. Üst detay beton veya harçlı kaplamayla bitirilecekse yine koruyucu olarak anılan jeotekstil kullanılmalıdır. Beton yüzeylerde alt zemin çok iyi tesviye edilmelidir. Betonun kimyasal yapısından (pH'ından) ve yüzeydeki pürüzlülüğünden örtünün zarar görmemesini sağlamak amacıyla betonla örtü arasına gezilemeyen çatılarda en az 300gr/m<sup>2</sup>; üzerinde gezilebilen çatılarda 500 gr/ m<sup>2</sup> koruyucu jeotekstil keçe serilir (Anonymous 2008).

Kullanılan çatı membran (su yalıtım ) malzemelerinden birkaçı özelliklerine göre aşağıda başlıklar altında belirtilmektedir;

#### *EPDM:*

'Etilen Propilen Dien Monomer'den üretilmiş, her türlü yapısal harekete izin verecek şekilde esnekliği arttırılmış, tek katlı sentetik kauçuk su yalıtım membranıdır. Teras ve yeşil çatılarda, temel bohçalama ile perde duvarlarda ve yapı cephelerinde rahatlıkla uygulanabilmektedir (Şekil 4.17).

- En yaygın kullanılan membrandır.
- Düşük maliyetli ve uzun ömürlüdür.

- Hızlı ve kolay uygulama imkânı sağlar.
- Nefes alabilen, hafif yapısı vardır.
- Geniş keçe boyutları bağlantı yerlerini minimize eder.
- Mükemmel ölçüde dayanıklıdır ve köke dirençlidir.
- Zayıf kimyasal ve yağ direnci, hava kaynaklı yağları havaya veren aspiratörleri olan restoranlar ve çatılar için EPDM'yi zayıf bir seçenek haline getirir. Geri dönüştürülebilir, çevreyle dost özelliği vardır (ISO 14001).
- UV, ozon vb. tüm hava koşullarına karşı üstün dayanımı yüksektir.
- -45°C ile 130°C arası sıcaklık dayanımı vardır.
- Genel kalınlık: 72.42 km (13.15 kg/80cm<sup>2</sup>), 96.56 km (0.18 kg/80cm<sup>2</sup>) ve 144.84 km (0.28 kg/80cm<sup>2</sup>) (Luckett 2009).



Şekil 4.17 EPDM su yalıtım membranı (Anonymous 2013n)

#### *TPO:*

"Termoplastik Poliolefin" ile "Polipropilen ve Etilen Propilen" kauçuğun patentli birleşiminden oluşan, donatıyla güçlendirilmiş su yalıtım membranıdır. Teras, yeşil çatı vb. tüm çatılarda rahatlıkla uygulanabilmektedir (Şekil 4.18). TPO'nun özellikleri şunlardır:

- Giderek popüler olan bir membrandır.
- Düşük maliyetli ve uzun ömürlüdür.
- Hızlı ve kolay uygulama imkânı sağlar.
- Mükemmel ölçüde dayanıklıdır ve köke dirençlidir.
- Yansıtıcı beyaz yüzeye sahiptir.

- Isı kaynaklı birleşme yerleri vardır.
- İyi bir kimyasaldır ve yağa dirençlidir.
- Isı kaynaklı ekipmanların giderleri, rekabeti azaltarak ve proje maliyetini artırarak nitelikli müteahhitlerin sayısını sınırlandırır.
- UV, ozon vb. tüm hava koşullarına karşı üstün dayanımı yüksektir,
- Genel kalınlık: 72.42 km (0.150 kg/80cm<sup>2</sup>), 96.56km (0.142 kg/80cm<sup>2</sup>) ve 128.74km (0.190 kg/80cm<sup>2</sup>) (Luckett 2009).



Şekil 4.18 TPO su yalıtım membranı (Anonymous 2013o)

#### *PVC:*

“Polivinil klorür” anlamına gelen PVC, petrol ve tuzdan oluşmaktadır. Petrokimya tesislerinde üretilmektedir ve formülü (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>) olan bir polimer türüdür (Şekil 4.19).

- Yansıtıcı beyaz yüzeye sahiptir.
- Isı kaynaklı birleşme yerleri vardır.
- Mükemmel ölçüde dayanıklıdır ve köke dirençlidir.
- Mükemmel bir kimyasaldır ve yağa dirençlidir.
- Isı kaynaklı donatılarının giderleri, rekabeti azaltarak ve proje maliyetini artırarak nitelikli müteahhitlerin sayısını sınırlandırır.

- Genel kalınlık: 72.42km (0.105 kg/80cm<sup>2</sup>), 96.56 km (0.142 kg/80cm<sup>2</sup>) ve 128.74km (0.190 kg/80cm<sup>2</sup>) (Luckett 2009).



Şekil 4.19 UV ışınlarına dayalı PVC membran (Anonymous 2014a)

*Modifiye zift:*

- Çatma çatı sistemleri için kapak keçe olarak yaygın kullanılan bir çatı membranıdır.
- Düşük maliyetlidir.
- Zayıf kök direnci, bitki köklerinin asfalt yüzeylerde büyümesini önlemek için bir kök bariyer kullanımını gerektirir.
- Zayıf kimyasal ve yağ direnci, hava kaynaklı yağları havaya veren aspiratörleri olan restoranlar ve çatılar için modifiye zifti zayıf bir seçenek haline getirir.
- Genel kalınlık: 0.45 ila 0.793 kg/cm<sup>2</sup>dir (Luckett 2009).



Şekil 4.20 Modifiye zift örneği (Anonymous 2013n)

*Likit-uygulanan membran:*

- Yeşil çatılar için giderek popüler olan su sızdırmazlık stratejisidir.
- Sıcak kauçuk-modifiye asfalt formülasyonlarında ve sentetik likit membran formülasyonlarında mevcuttur.
- Tekparça beton substratlar için mükemmeldir.
- Zayıf kök direnci, bitki köklerinin asfalt yüzeylerde büyümesini önlemek için bir kök bariyer kullanımını gerektirir.
- Zayıf kimyasal ve yağ direnci, hava kaynaklı yağları havaya veren aspiratörleri olan restoranlar ve çatılar için likit-uygulanan membranı zayıf bir seçenek haline getirir.
- Genel kalınlık: 0.340 ila 0.680 kg/80cm<sup>2</sup>dir (Luckett 2009).



Şekil 4.21 Likit membran uygulaması (Anonymous 2013p)

#### *Metal çatı yapımı:*

Metal çatı üzerindeki yeşil çatıların Amerika’da nadir bulunmasına rağmen, Avrupa’daki şirketler metal çatıların uzun ömürlü, hafif ağırlıkta çatı maddesi olduğunu ve yeşil çatılar için oldukça uygun olduğunu bulmuşlardır. İlk baştaki maliyeti diğer çatı malzemelerine göre oldukça yüksektir fakat 100 yılı aşan ömrü, kurumlar ve devlet binaları için metal çatıyı çekici bir su sızdırmazlık stratejisi haline getirir. En yaygın kalınlık 0.453 ila 0.680 kg/80cm<sup>2</sup>dir (Luckett 2009).

#### **4.2.3 Isı yalıtım tabakası**

Yeşil çatılarda isteğe bağlı olarak bir ısı yalıtım tabakası oluşturulabilir ve bu tabaka kış aylarında ısının, yaz aylarında da serin havanın dışarı verilmesini engeller. Yalıtım tabakası genel olarak gerekli olduğu durumlarda doğrudan mevcut çatı sistemi üzerinde oluşturulabilir. Çatı yalıtımına ilişkin uygulamacı firmalar drenaj sistemiyle bütünleşmiş



farklı çözümler ve malzemeler kullanılmaktadır. Bu tabakalar %100'e yakın kapalı gözenekli ve bünyesine su almayan, ısı yalıtım katsayısının sabit kaldığı sert köpük gibi malzemelerden yapılmaktadır. Uygulamalarda, yalıtım tabakasının üzerinde filtre tabakası ve bunun üzerine de çakıl, karo veya beton gibi malzemeler yerleştirilir. Böylece rüzgârın ısı yalıtım tabakalarını yerinden oynatması veya suyun bu tabakaları yüzdürmesi önlenebilir. Köklerin işlemesine imkân tanımaması, yüksek yük taşıma kapasitesine sahip olması gibi nedenlerden dolayı özellikle düz çatı sistemleri için önerilen bir yalıtım malzemesidir (Yazgan vd. 2003).

Isı yalıtım malzemelerini birbirinden ayıran en önemli özellik, ısı iletkenlik katsayılarıdır. TS 825'e göre ısı iletkenlik katsayısı; 0,060W/m<sup>2</sup>K'den küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak kabul edilirler. Isı iletkenlik katsayısı; yapı elemanının iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı 10 K olduğunda bileşenin bir metrekare yüzeyinden, yüzeye dik doğrultuda birim zamanda geçen ısı miktarını ifade eder (Anonim 2005).

Isı iletkenlik katsayısı dışında 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 (Tokaç 2009).

Bazı yalıtım maddeleri yüksek sıcaklıklara maruz kalabilir. Bu durum, çatı yalıtımının yüksek sıcaklıklara dayanabilen maddelerden yapılan ilave koruyucu bir tabaka oluşturulmasını gerektirir.

Aşağıdaki bölümde bazı yaygın çatı ısı yalıtımlarının ve uygulamalarının özellikleri açıklanmaktadır.

#### *Polyisocyanurate:*

“Polyisocyanurat'tan oluşan, kapalı hücreli, rijit ısı yalıtım levhasıdır. Teras, yeşil teras, ters vb. tüm çatılarda rahatlıkla uygulanabilir. 1,22 x 2,55 m<sup>2</sup> boyutlarında, cam donatılı veya fiberglas kaplı yüzeye sahip köpük levhadır. Temel çatı yalıtım malzemesidir. Çatı

membranın altına kurulur ve kuru tutulması gerekmektedir. Sıcak asfalt veya sıcak kauçuk uygulamaları için koruyucu levha kullanılmalıdır.

- Çevreye duyarlı malzemedir.
- Enerji korunumu sağlar.
- Üstün mukavemet sağlar.
- Yangın ve nem dayanımı vardır.
- Kolay ve düşük maliyetli uygulamaya sahiptir.
- Kalınlığın her bir inç için ağırlığı: 0.045 ila 0.90kg/80cm<sup>2</sup>
- Kalınlığın her bir inç (her bir 25.4 mm) için R-faktörü: R-6 (Luckett 2009).



Şekil 4.22 Derecho Üniversitesi, La Laguna, İspanya (Anonymous 2013r)

*Genleşmiş polistren- expanded polystyrene:*

- Temel çatı yalıtımı malzemesidir
- Kuru tutulmalıdır.
- Çatı membranının altına kurulur.
- Doğrudan yapıştırılan tek katlı membranlara sahip olabilir.
- Sıcak asfalt veya sıcak kauçuk uygulamaları için bir koruyucu levha olmalıdır.
- Kalınlığın her bir inç (her bir 25.4 mm) için ağırlığı: 0.90 ila 0.135 kg/80cm<sup>2</sup>
- Kalınlığın her bir inç (her bir 25.4 mm) için R-faktörü: R-6 (Luckett 2009).



Şekil 4.23 Genleşmiş polistren uygulaması (Anonymous 2013s)

*Fesco levha - fesco board:*

- Temel çatı yalıtımı veya köpük yalıtımları için koruyucu levhadır.
- Kuru tutulmalıdır.
- Çatı membranının altına kurulur.
- Yapıştırılmalı veya mekanik tutturucular olarak yeşil çatıların altında kullanıldığında gevşek bir şekilde serilmelidir.
- Yeşil çatının ağırlığı, tutturucu bölgesi üzerinde ise çatı membranına zarar verebilir.
- Kalınlığın her bir inç (her bir 25.4 mm) için ağırlığı: 0.349kg/80cm<sup>2</sup>
- Kalınlığın her bir inç (her bir 25.4 mm) için R-faktörü: R-2.78 (Luckett 2009).



Şekil 4.24 Fesco levha örneği ve uygulaması (Anonymous 2013t)

#### 4.2.4 Mekanik etkilere karşı koruyucu ve nem tutucu tabaka

Koruma tabakası çatının kalıcı bileşenidir. Eğer ağırlık sınırlamaları çatı üstüne beton koruma tabakasının yerleştirilmesini engelliyorsa, su yalıtımının üzerine direkt olarak genişletilmiş ısı izolasyonu yerleştirilir ve bunu koruma tabakası takip eder. Daha sonra ise, koruma tabakası üzerine bahçe bileşenleri yerleştirilir (Ekşi 2006).

Aşağıdaki bölümde bazı yaygın koruma malzemelerinin özellikleri açıklanmaktadır.

- Alçı-Bazlı Koruyucu Levhalar
- Fesco Levha (Ağaç Lifi)
- Kumaşlar

*Alçı-bazlı koruyucu levhalar:*

Bu malzeme kuru tutulmalı ve çatı membranının altına kurulmalıdır. Ürün, yapıştırma ve ısı-uygulamalı çatı membranı kurulumu sırasında yalıtımı ısı ve kimyasal ataklara karşı korur. En yaygın üç kalınlık 6.35 mm (0.498kg/80cm<sup>2</sup>), 12.7 mm (0.884 kg/80cm<sup>2</sup>) ve 19.05 mm (1.133 kg/80cm<sup>2</sup>)'dir (Luckett 2009).

*Fesco levha (ağaç lifi) :*

Bu ürün çatı membranı kurulumu yapılırken yapıştırma ve ısı uygulaması sırasında membranı ısı ve kimyasal ataklara karşı korur. Çatı membranının altına kurulur ve kuru tutulması gerekir. Alçı ürünleri kadar yoğun değildir ve daha az nokta-yükü direncine sahiptir. Çatı yüzeyi, yalıtım levhasının yüzeyine göre daha dayanıklıdır. En yaygın kalınlık 12.7 mm (0.208 kg/80cm<sup>2</sup>)'dir (Luckett 2009).

*Kumaşlar:*

Çoğu çatı imalatçısı, aşırı derecede ağır malzemelerinin kurulumu sırasında çatı malzemelerinin zarar görmesini önlemek için tasarlanan bir malzeme üretirler. Bu ürünlerle ilgili imalatçılardan alınan bilgiler mevcuttur, kumaş tarafından tutulan su

minimal tutulurken ürünün doygunluk ağırlığı ile ilgili yayınlanmış veri yoktur (Lockett 2009).

Aşağıdaki bölümde bazı yaygın nem tutma malzemelerinin özellikleri açıklanmaktadır.

- Kumaşlar
- Jel Paketler ve Partiküller
- Kabukumsu ve Çukurlu Keçeler
- Filtre Kumaşları

#### *Kumaşlar:*

Jeo-tekstil kumaş nem-tutma ürünleri, yaygın olarak tarım ve bahçecilik endüstrilerinde kullanılır. Bu malzemeler suyu emer ve bitki hidrasyonu için suyu depolar. Bu nem tutma malzemelerinden bazıları, taş yünü battaniyeleri gibi, inanılmaz oranda su tutar. İklimle ilgili olarak bu nem tutma malzemeleri uzun süre ıslak kalabilir (Lockett 2009).

#### *Jel paketler ve partiküller:*

Bu ürünlerin kullanımları ile ilgili bazı sorunlar vardır. Bu ürünler sudaki hacimlerini birkaç yüz defa emerler ve suyu yavaşça tahliye ederler. Su hacmini birçok kez emdiklerinden, hidratlaşırken oldukça genişleyebilirler. Yeşil çatı bitkilerin kurulumu için yararlıdır fakat uzun vadeli sulama stratejileri için etkin olmayabilirler (Lockett 2009).

#### *Kabukumsu ve çukurlu keçeler:*

Bu ürünler, çatıdaki drenaja yardım ederler. Çatı yüzeyinde yana doğru ilerleyen su için büyüme ortamının altından geçiş yolu sağlarlar. Çanakların ve çukurların temelleri su ile dolduğunda bitkiler için bir rezervuar olarak görev yapabilirler. Fakat kök bariyerlerin üzerine yerleştirildiğinde su bitki köklerine ulaşmazsa, bitkiler suyu alamaz. Bazı kanıtlar şunları ileri sürer: su, rezervuarlardan buharlaşır ve su buharı

olarak kök alanından geçerse, serinleme etkisi büyüme alanındaki nemi tutmaya yardımcı olur; bitkileri hidratlaştırmadan bitkinin büyümesini sağlar (Luckett 2009).

#### *Filtre kumaşları:*

Filtre kumaşları, sel suyu akışları ile drenaj sistemine girerek yeşil çatılarda partikül oluşumunu engellerler. Genellikle, filtre kumaşlar kök gelişimini engelleyen ve büyüme-ortamı partiküllerini tuttuğu kadar kök bariyerleri olarak da işlev gösteren kimyasalları içerir. Bu ürünler hafif ağırlıktadırlar ve çok fazla oranda su tutamazlar.

#### **4.2.5 Drenaj katmanı**

Çatı bahçelerinde oluşturulan drenaj tabakasının görevi bitki yetiştirme ortamı ve filtre tabakasından sızan yağmur ya da sulama sularının fazlasını drene ederek ortamdaki uzaklaştırmaktır (Luckett 2009).

Drenaj sistemi, birbirine çok yakın ilişkide olan iki elemandan oluşmaktadır. Birincisi, çatının beton koruma tabakasının üzerinde bulunan drenaj materyali katmanı; ikincisi ise suyun süzülerek binanın çatısından aktığı, çürümeye karşı dayanıklı boru sistemi ile şehrin kanalizasyon şebekesine bağlanan boru ve kanalların bulunduğu sistemdir. Buna ek olarak, başarılı bir drenaj sistemi, üzerinde bulunan katmanlara bağlıdır. Bitkilendirme ortamının tipi ve filtre örtüsünün kapsamı drenaj sisteminin verimliliğini doğru orantıda etkilemektedir (Ekşi 2006).

Drenaj katmanı derinliği çatı strüktürünün yük mukavemet kapasitesine ve yağmur suyu tutma ihtiyaçlarına bağlıdır. Gözenekli alan satüre edildiğinde, fazla su geleneksel bir çatı rögar sistemine yönlendirilmelidir. Drenaj sisteminin gözeneklilik kat sayısı %25'e eşit ya da daha fazla olmalıdır (Cahill 2005).

Drenajda oluşacak herhangi bir engelleme, bitkilerin kaybına ek olarak, suyun çevre yapılarına geçmesine ve sonuç olarak pahalı bir onarım ve temizleme işinin çıkmasına neden olmaktadır. İyi tasarlanmış bir drenaj sistemi, çatı bahçesinin bakımı ve rahat kullanımı için gerekli olan temiz ve güvenilir çatı yüzeyini sağlayacaktır (Ekşi 2006).

Bunlar gibi birçok sorun çatı bahçelerinde daha gelişmiş tekniklerin kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Çatı bahçelerinin en önemli katmanı olan drenaj tabakaları için birçok alternatif geliştirilmiştir. Bu malzemeler, çakıldan daha hafiftirler. Tabaka kalınlığı olarak bakıldığında daha incedirler. Suyu, alandan tahliye etmede ise oldukça başarılıdırlar (Ekşi 2006).

Drenaj özellikle bitkilerin bulunduğu ortamlarda köklerin oksijen gereksinimi için yeterli hava boşluk hacminin elde edilmesi için önemlidir. Drenaj tabakası hafif, boşluklu, atmosfer koşullarına ve suya dayanıklı, uzun ömürlü, kimyasal ve fiziksel ayrışmaya uğramayan, bitkilere zarar verecek reaksiyonlara girmeyen bir yapıya sahip doğal veya yapay malzemelerden (volkan tüfü, sentetik hasır vb.) seçilmeli ve mümkün olduğunca basit olmalıdır (Yazgan vd. 2003).

Eğer yapı statiği yönünden bir sakınca taşımıyorsa hafif ağırlıklı şişmiş kil parçaları ve mıcır gibi malzemeler de bu amaçla kullanılabilir. Ancak bu tabaka doğrudan su izolasyon tabakasının üzerine yerleştirildiğinden, keskin köşeli malzemelerinin bu tabakaya zarar verme olasılığı vardır. İri çakıllar ağır ve aşındırıcı etkiye sahip olduklarından tercih edilmezler (Yazgan vd. 2003).

Bir yeşil çatı üzerinde doğru drenajın olmasını sağlamak, çeşitli sebeplerden ötürü son derece önemlidir. Bunlardan ilki, suya dayanıklı çatı membranının korunmasıdır. Yeşillendirme olmaksızın, çatının akmasından çok su tutma ve havuz oluşturmanın bir sonucu olarak düz çatılar hafif eğimli çatılara göre 5 yıldan sonra %50 daha fazla zarara yatkındır (Peck ve diğerleri 1999). Eğer drenaj, düz bir çatıda yetersizse, sürekli su veya ıslak toprakla temasından dolayı çatı membranı zarar görebilir. Kalıcı bir ıslak yeşil çatı aynı zamanda termal yalıtım özelliklerini de kaybeder (Luckett 2009).

Yeşil bir çatıya düşen yağmur miktarı substrattan veya bitki yüzeyinden doğrudan buharlaşabilir. Yapraklar veya kökler suyu çekebilir. Substrat içerisine depolanabilir. Fazla su dışarı sızar. Daha az yağmur yağarsa çok az su akışı olur ve nemin büyük bir kısmı kök içerisinde tutulur ve atmosfere su buharı olarak gönderilir (Luckett 2009).

Üç tür drenaj malzemesi vardır:

- Granüler malzemeler
- Gözenekli malzemeler
- Hafif ağırlığı olan plastik veya polisiterin drenaj modülleri

*Granüler malzemeler:*

Çakıl, mıcır, kırık kil kiremidi, klinker tuğla, ponza taşı, genişleşmiş şist veya genişleşmiş kil granül gibi iri granül malzemeleri bir katmanda veya bir alanda bir araya getirildiklerinde aralarında büyük miktarda hava veya boşluk hacmi oluşur. Bu boşluk, suyun yukarıdaki bitkilendirme ve substrat katmanlarının içerisine işlemesi için uygundur (Dunnett ve Kingsbury 2008).



Şekil 4.25 Bitkilendirme keçesi, granüler drenaj katmanı görünüşü  
(Dunnett ve Kingsbury 2008)



Şekil 4.25'deki gibibitkilendirme keçesi, granüler drenaj katmanının ve metal çatı yüzeyi olan büyüme ortamının ince katmanı üzerine serilir.

*Gözenekli malzemeler:*

Bu keçeler, suyu yapının içerisinde tutarak sünger görevi görür. Kumaş ve araba koltukları gibi geri dönüştürülebilir malzemeleri de kapsayan geniş bir dizi malzemedan meydana gelirler. Bu keçelerin bazılarının büyüme substratından nem emerek aşırı emici olması gibi bir tehlike vardır ve bu bitkinin büyümesini olumsuz yönde etkileyebilir (Dunnett ve Kingsbury 2008).

*Hafif ağırlığı olan plastik veya polisiterin drenaj modülleri:*

Bu modüller son derece farklı tasarımlara ve görünümlere sahiptir. Birçoğu 2,5cm'den bile incedir. Bazılarının su tutma kapasitesi varken bazılarının yoktur; bazıları granül ortamı ile doldurulabilir. Bu birbirine kenetli modüllerin çeşitli işlevleri vardır. Bu katmanlar, büyüme ortamının ve bitkilendirmenin çatı yüzeyine oturmasını sağlayarak bunları destekleyebilecek kadar sıkıdır. Büyüme ortamının altında kendiliğinden akan, hafif ağırlıklı kalıcı bir drenaj katmanı sağlarlar. Bazı durumlarda bitkilerin aşırı kurak dönemlerde nem alabilmesini sağlayan rezervuarlar yaratarak suyu depolarlar.

Granüler malzemeye sahip olan bir drenaj katmanının üzerini örten büyüme ortamına nazaran daha sabit nem ve sıcaklık koşulları olan havalandırılmış bir çevre sunar (Şekil 4.26).



Şekil 4.26 Su sızdırmaz ve kök koruma katmanları üzerine serilen drenaj birimleri  
(Dunnett ve ve Kingsbury 2008)

Drenaj çıkışları her zaman dikim substratlarından uzak tutulmalıdır ancak bu şekilde işlevlerini yerine getirebilirler. Birçok drenaj çıkış seçeneği vardır. Mevcut çatının zaten kurulu olan drenaj noktaları vardır.

Üç tür drenaj katman malzemesi vardır:

- Agregat
- Jeo-tekstil
- Kombinasyon drenaj çekirdek/kök bariyerleri

*Agregat:*

Agregatı çatıya aktarmak ve dağıtmak işgücü ister ve çatı yüzeyine çekilerek kolaylıkla serilen jeo-tekstil drenaj ürünlerine nazaran kurulumu daha pahalıdır.



Şekil 4.27 Agregatın çatıya aktarılması (Dunnett ve Kingsbury 2008)

Substrat (%80 kırma atık tuğla, %20 yöreye ait çevresel atık yapısı) vinç yardımıyla 1 m<sup>3</sup> hacimli çuvallarla taşınmıştır, çuvalların alt yüzeyi kesilir ve içindikilerin çatının üzerine dökülmesi sağlanmaktadır. Soldaki fotoğrafta, bu yerel kaynaklı granüler kireç taşı gibi takviye maddeler, ilave ortam ve bitkilendirme türü oluşturmak için bir araya getirilmektedirler. Sağdaki fotoğrafta ise, granüler 10 cm derinliğe bile substrat yaymakta ve daha sonra önceden-tasarlanmış plan için dolgu ve arazinin şeklini oluşturmaktadır (Şekil 4.27) (Dunnett ve Kingsbury 2008).



Şekil 4.28 Sulama borusunun drenaj katmanı üzerinden geçişi örneği

Sulama borusu, substratın altında, drenaj katmanının üstünde yer almaktadır. Sağ tarafta görüldüğü gibi köşelerdeki çakıllar çatıyı sabit tutar ve drenaj çıkışlarını korumaktadır (Şekil 4.28) (Dunnett ve Kingsbury 2008).

#### *Geo-tekstil:*

Çok çeşitli kurulum yolları mevcuttur: en popüler olanı plastik kâğıt şeklini almış çanakların temelidir. Bunun yanı sıra, drenaj geçiş yolları sağlayan kafes ve bağlama yollarını kullanan ürünler de vardır (Luckett 2009).



Şekil 4.29 Drenaj katmanı örneği

Substratın, drenaj katmanını tıkamasını önleyen filtre keçesi ile birlikte siyah plastik modüllerden meydana gelmektedir (Şekil 4.29).

#### *Kombinasyon drenaj çekirdek/kök bariyerleri:*

Kullanımı en kolay ve yeşil çatı konstrüksiyonu için en yaygın kullanılan ürünlerdir. Üzerinde bulunduğu çatı malzemelerini korumak için işlev gösteren drenaj çekirdeğinin alt yüzeyine lamine edilen yumuşak bir filtre kumaşını kapsar. Kök bariyeri drenaj çekirdeğinin üzerine lamine edilmektedir. Tek bir adımla, ürün, bir koruma levhası, drenaj katmanı ve kök bariyeri görevini üstlenmek için kök yüzeyinin üzerine çekilerek serilmektedir (Luckett 2009).



Şekil 4.30 Kök bariyer sisteminin uygulama örneği

Kompozit drenaj çekirdeği, çatı malzemesine temas eden yumuşak filtre bezi ile plastik kabı birleştirir; amaç suyun büyüme ortamının altına yan olarak akmasını sağlayacak geçiş yolları ve en üste kök bariyeri sağlamaktır, bunların hepsi tek bir uygulamada üç ürünün kurulması için lamine edilmektedir (Şekil 4.30) (Luckett 2009).

#### 4.2.6 Filtre tabakası

Filtre tabakasının temel fonksiyonu bitki yetiştirme ortamını tutmak ve aynı zamanda küçük toprak zerreleri ve çürümüş bitki parçacıkları gibi materyallerin altta yer alan drenaj tabakasına geçişini engellemektedir. Filtre tabakası havanın ve bitki yetiştirme ortamından gelen fazla suyun geçişini sağlayan, buna karşılık agregatı tutan gözenekli bir materyalden oluşmaktadır. Drenaj tabakası ile bitki yetiştirme ortamı arasında yer alan bu tabakanın uzun süre işlev görebilmesi için çürümeyen bir malzemeden yapılması gerekmektedir. Drenaj katmanının olduğu yerde, filtre keçesi (yarı-geçirgen polipropilen kumaş) drenaj katmanı üzerine gevşek bir şekilde serilmelidir (Luckett

2009). Hafif, su geçirmez polyester fiber hasırlar veya polypropylen-polyethylene hasırlar filtre tabakasında yaygın olarak kullanılan malzemelerdir (Yazgan vd. 2003).

Günümüzde filtre katmanında, malzeme olarak örgü olmayan formda jeo-tekstiller tercih edilmektedir. Örgü olmayan jeo-tekstiller; hizalı ya da düzensiz yerleşmiş olan çeşitli uzunluktaki liflerden oluşmaktadır. Bu lifler çeşitli mekanik, kimyasal yada sısal etmenlerle bir araya getirilmiş olarak örtüyü oluşturabilirler veya hammadde olarak kullanılan ağacın kendi yapısal niteliği sayesinde doğal hali korunarak üretilirler (Tokaç 2009).

Yeşil çatının kurulacağı çatı üzerindeki membran zift, asfalt veya diğer organik malzemeleri içeriyorsa, membran ve bitki katmanı arasında sürekli bir ayrılma sağlanmalıdır. Çünkü membran, kök penetrasyonuna ve mikro-organizma aktivitelerine karşı duyarlıdır. Eğer çatı tamamen düz değil ise, herhangi bir su toplama paketi de çatı üzerindeki bitki gelişiminin temelini oluşturabilir ve yine bu noktada da köke gelen zararları önlemek gerekmektedir.

Kök koruma membranları aynı zamanda PVC rulolarından oluşur (0.8 mm kalınlığından 1.00 mm kalınlığa kadar değişkenlik gösterir) ve hava koşullarına dayanıklı çatı gövdelerine ve yüzeylere serilir. PVC imalatının çevresel etkileri ile ilgili iddialar ortaya atılsa bile, PVC çok işlevlidir, uzun süre dayanıklıdır, kolaylıkla geri dönüştürülebilir, ilave malzeme ve maliyet ihtiyacını ortadan kaldırır çünkü ısı katmanlıdır; PVC potansiyel sızıntı riskini de azaltmaktadır (Luckett 2009).

#### **4.2.7 Substrat tabakası - yetiştirme ortamı**

Bu katmanın ana görevi; bitkilendirilmiş çatı sisteminde kullanılacak olan bitkinin gelişmesini ve hayatta kalabilmesini sağlamaktır (Tokaç 2009). Bu görevi haricinde bitki taşıyıcı katmanın çeşitli çevresel faydalara da katkısı büyüktür. Bünyesinde tuttuğu sumolekülleri sayesinde hem evapotranspirasyona katkıda bulunmakta hem de bitkinin kurak dönemlerde ihtiyacı olan suyu sağlamaktadır.

Drenaj sistemi üzerindeki toprak katmanı, yeşil çatı sistemindeki bitkiler için büyüme ortamıdır. Yeşil çatılarda kullanılan topraklar genellikle standart toprak karışımlarından daha hafiftir ve %75 mineral ve %25 organik maddelerden oluşur ayrıca hiçbir kil boyutlu partikül yoktur (Luckett 2009).

Toprağın kimyasal özellikleri (örn; pH, besin maddeleri vb.) ekim planlarına göre özenle seçilmelidir. Tarla kapsamındaki kapiler olmayan boşluk hacmi olarak ölçülen toprak katmanının porozitesi %15'e eşit ya da daha fazla olmalıdır (Luckett 2009).

Substrat, bitkilerin içinde kök geliştirebildikleri tabakadır. Bu tabaka fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri nedeniyle bitki yetişmesi için gerekli ortamı oluşturarak yağmur sularının ve sulama suyunun bir kısmını bitkinin kullanabileceği biçimde biriktirmekte ve suyun fazlasını drenaj tabakasına iletmektedir (Anonymous 2013u).

Substrat; fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklı, su tutma kapasitesi yüksek, 5.5-7.0 arasında ph değerine sahip, kolay eriyebilir kireç içeriği düşük, besin maddelerini depolama özelliğinde, yaşayan bitki artıkları ve yabancı ot tohumlarından arınmış, ıslak ağırlığı fazla olmayan tamamen kuruduktan sonra yeniden su tutma yeteneğinde, zaman içinde bitkilere zararlı olabilecek maddeler üretmeyen niteliklerde olmalıdır. Normal bahçe toprağı yukarıda belirtilen niteliklerin birçoğu bakımından çatı bahçeleri için substrat olarak elverişli değildir. Bu amaçla yüzeysel toprak, volkan tüfü, kum, mil, kömür cürufu, cam yünü, taş yünü, perlit, turbo, kiremit kırığı, yüksek sıcaklıkta patlatılmış kayaç kırıkları, gübre gibi çeşitli materyallerde bazıları kendi aralarında uygun oranlarda karıştırılarak kullanılmaktadır.

Yeşil çatı yetiştirme ortamının piyasaya sürülen çeşitli tedarikçileri mevcuttur. Bu formülasyonlar geleneksel karışımlara göre daha pahalı ve gereksiz içerikleri kapsamalarının yanı sıra tedarikçilerin büyüme ortamlarının doygunluk ağırlığını belirlerken doygunluk deneyi yürütmeleri ve değerlendirmeleri için bu veriyi derhal mevcut hale getirmeleri avantajdır.

Birçok yeşil çatı büyüme ortamı harmanlanmış, genişleştirilmiş agregattan ve organik maddeden meydana gelir. Sürdürülebilir büyüme ortamı formülasyonları genelde, %80 agregatın %20 organik madde ile birleşmesiyle meydana gelmektedir.

#### 4.2.8 Bitki tabakası

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 bitkiler olmasından dolayı; amaç estetikten daha çok ekolojiktir (Tokaç 2009).

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 (Tokaç 2009).

Yapısal yük hesaplamaları için bitki seçimi aşağıdaki temel kategorilere ve ilgili ağırlıklara ayrılabilir:

Dam korukları ve sukkulentler,  $0.907 \text{ kg}/80\text{cm}^2$

6 inch'e (152.4 mm) kadar olan çimenler ve çalılar,  $1.360 \text{ kg}/80\text{cm}^2$

3 feet'e (91.44 cm) kadar olan bodur ağaçlar ve çalılar,  $1.914 \text{ kg}/80\text{cm}^2$





Şekil 4.31 New York'da bir yeşil çatı örneği



Şekil 4.32 Çatıda yetiştirilmiş çimen ve çalılıklar

15 cm kadar çapı olan çimenler ve çalılıklar 15 cm ila 20 cm aralığındaki büyüme ortamı derinliklerinde gelişirler. Hidrasyon ihtiyaçlarını yapay sulama ile destekleyerek,

bu bitki gruplarını daha sığ büyüme ortamı derinliklerinde desteklemek mümkündür (Şekil 4.31-4.33)



Şekil 4.33 Çatıda yetiştirilmiş bodur ağaçlar

Bodur ağaçlar ve çalılar 30 cm veya daha fazla büyüme ortamı derinliği gerektirebilirler ve iklime bağlı olarak da takviye sulamaya ihtiyaç duyabilirler.

### 4.3 Yeşil Çatı Sistemleri

#### 4.3.1 Günümüzde yeşil çatı sistemleri

Yeşil çatılar, doğru bir şekilde tasarlanmış ve inşa edilmiş bütün çatılar üzerine kurulabilir; strüktürel koşullar karşılandığı takdirde çatının çelik, ahşap, beton, plastik veya alaşım olması fark etmez. Çatılar konstrüksiyonlarına göre büyük ölçüde farklılık gösterirler. Yeşil çatıların konstrüksiyonu ilk örneklerinden çok daha fazla ileriye gitmiştir.

Çağdaş yeşil çatı sistemleri birçok ürün seçeneği ve farklı katmanları olan karmaşık sistemlerdir. Bu karmaşık yeşil çatı kısmen, tedarikçilerinin ve imalatçıların varlığından,

her bir şirketin kendine özgü patentli sistemlerini geliştirmesinden ve aralarındaki ticari rekabetten kaynaklanmaktadır (Dunnett ve Kingsbury 2008). Yeşil çatı sistemleri ticari olarak çok yönlü olup özel tasarımlarla çok fazla çeşitlilik göstermektedir. Bu bölümün amacı yeşil çatı kontrüksiyonu için çeşitli stratejiler belirleyerek özel projeler için daha uygun olacak çatı sistemleri oluşturabilmektir.

Doğru yeşil çatı sisteminin doğru projede kullanılması, yeşil çatı imalatındaki çeşitli stratejileri göz önünde bulundurmak ve belirli bir proje için, belirli stratejileri daha uygun hale getiren koşulları tespit ederek projenin hedefini karşılayan, zamanında bitirilen ve bütçe dâhilinde kalan yeşil çatıyı tasarlamak ve inşa etmeyi sağlar. Bu hedefe ulaşmaya yardımcı olacak yol gösterici ilke basitleştirmektir. Bir projenin başarısı, uygun olan ile aşırı reklamı yapılan arasındaki hassas dengenin altında yatmaktadır.

Yeşil çatı sistemleri aşağıdaki gibi kategorize edilebilir (Banting vd. 2005).

- Çatı membranı da dahil olmak üzere bütün farklı bileşenlerin, bütünsel bir sistemin tamamlayıcı parçaları olduğu **tam sistemler**;
- Mevcut çatı sisteminin üzerine konumlandırılan **modüler sistemler**;
- Mevcut çatı sistemlerinin üzerine serilen drenaj keçeleri ve kök bariyeri olan bitkiler ve bir büyüme ortamından oluşan **önceden işlenmiş toprak örtüsü**.

Sistemler arasındaki varyasyonlar genellikle büyüme ortamının ve drenaj katmanlarının geliştirildiği şekildedir.

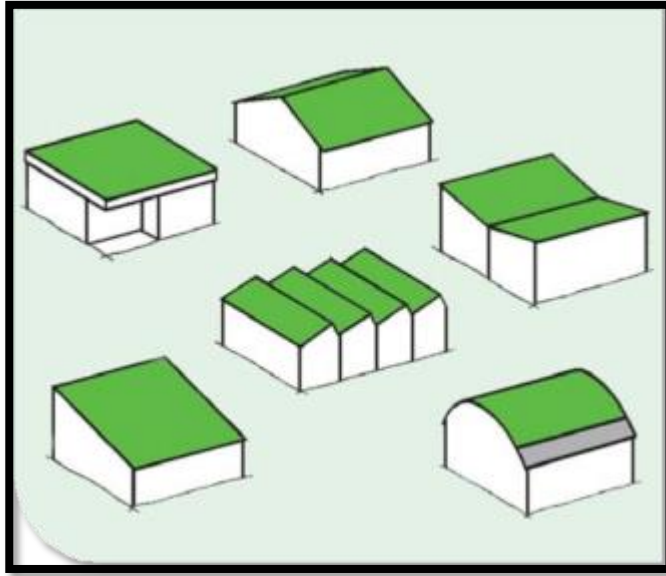
#### **4.3.1.1 Tam sistemler**

Büyüme ortamı, drenaj ve kullanılabilen koruma tabakalarının türü ve doğası açısından en fazla fleksibilitiyi tam sistemler sağlar. Bunların, yeşil çatının destekleyebileceği bitkilendirme türüne doğrudan etkisi vardır. Ayrıca, yapısal tasarım yüküne en fazla katkıyı tam sistemler sağlar.

Türkiye’de bitkilendirilmiş çatı sistemi sektörü son yıllarda gelişme göstermektedir. Bu sistemlere piyasada sınırlı da olsa bir talep vardır. Bu talep karşısında, 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. 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 çatılarda uyguladığı sistemler, firma ismi belirtilmeden aşağıdaki sıralama ile örneklendirilmiştir.

Firma 1’ in öngördüğü sistemler aşağıdaki gibidir:

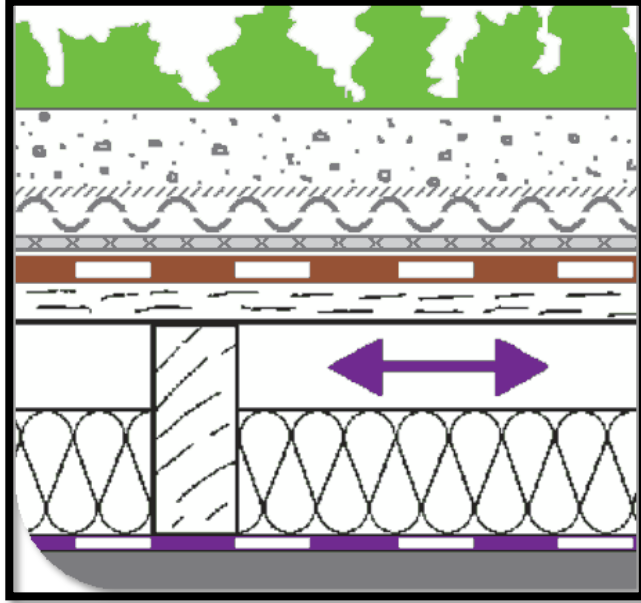


Şekil4.34 Çatı tipleri gösterimleri (Anonymous 2013v)

Biçimsel özelliklerin yanı sıra, çatılar, kullanılan malzemeler ve yapım sistemleri açılarından da farklılık gösterirler. Prensipten her çatı için bir yeşillendirme yöntemi vardır. Garaj, depo ve otoparklar, saçaklar, gölgelikler gibi ısıtılmayan yapılarda



Isı yalıtımı üstte, su yalıtımı altta olan tiplerdir ve giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Ters çatıların yeşillendirilmesinde kullanılan malzemeler, devamlı ıslanan ısı yalıtımının kolayca kurumasına engel olmamalıdır. Bu nedenle kök tutucu katman, ısı yalıtım malzemesinin üzerine serilmemelidir (Şekil 4.36).



Şekil 4.37 Çift kabuklu, havalandırılan çatılar

Soğuk çatı olarak da tanımlanan bu tiplerde, ısı yalıtımının üzerinde bir havalandırma boşluğu bulunur. Su yalıtımı ise boşluğun üzerinde yer alan ikinci bir çatı düzlemi üzerine uygulanır. Yeşillendirme açısından herhangi bir sorun yaratmayan bu sistemde, tek dikkat edilmesi gereken husus, ikinci çatı düzleminde kullanılan OSB, kontrplak gibi malzemenin, yeşil sisteminden gelecek yükleri taşıyacak nitelikte olmasıdır ( Şekil 4.37).

Firma 1 in öngördüğü 1. sistem:

Üzerinde su birikmeyen, en az %2 eğimli klasik sistem düz çatıların ve en çok %10 eğimli eğik çatıların yeşillendirilmesinde firmanın ithal ettiği su tutma ve drenaj levhası etkindir (Şekil 4.38).

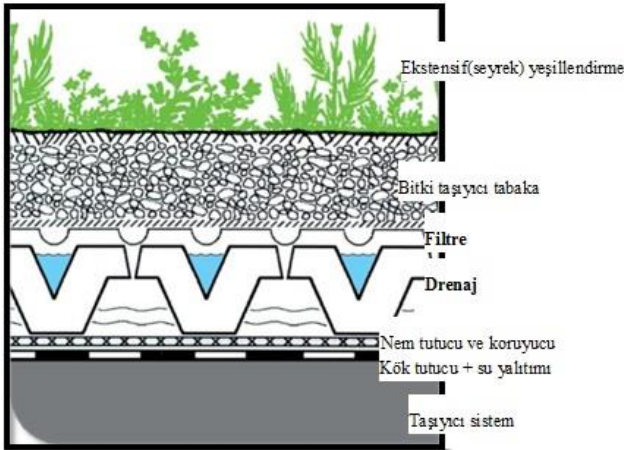


Şekil 4.38 En az % 2 eğimli çatılarda ekstansif çatı uygulamasına ait örnek çatı görünümü

Toplam sistem kalınlığı: 14 cm, su depolama kapasitesi: 10-20 l/m<sup>3</sup> , bitkiler dahil sistem ağırlığı: 65-90 kg/m<sup>3</sup> tür( Şekil 4.38).

Firma 1' in öngördüğü 2. sistem:

Üzerinde su biriken klasik sistem düz çatılarda su birikintilerinin bitkilerin çürümesine neden olmaması için bitki düzleminin yeterince yükseltilmesi gereklidir. Firmanın ithal ettiği özel levhalar bu işlevi yerine getirirken, sistem için gerekli drenaj fonksiyonunu da üstlenir. Polistirenin hafifliği nedeniyle, sistemin toplam ağırlığında herhangi bir artma olmaz (Şekil 4.39.a,b).



(a)



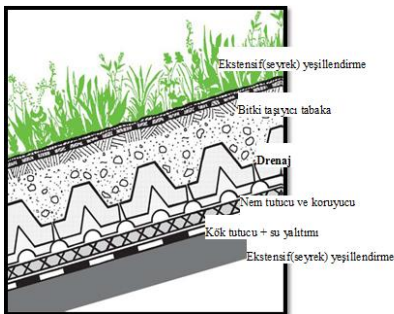
(b)

Şekil 4.39 Üzerinde su biriken klasik sistem düz çatılar

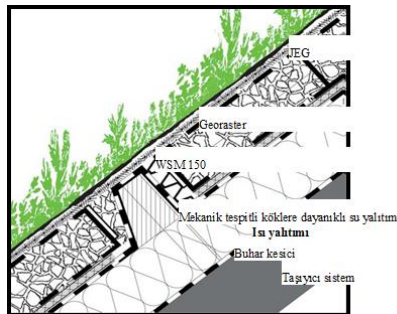
a. Ekstensif çatı uygulaması detayı, b. ekstansif çatı uygulamasına ait örnek çatı görünümü

Firma 1' in öngördüğü 3. sistem:

% 20 - % 40 eğimli çatılarda, sistemin kaymasına karşı önlem alınmasının gerekli olduğu düşünüldüğü için kayma kuvvetlerine karşı yine firmaya özel polistiren levha kullanılmıştır. Ayrıca % 30 dan daha dik çatılarda erozyona karşı bitki altına file serilmiştir(Şekil 4.40.a-c)



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.40 % 20 - % 40 eğimli çatılar

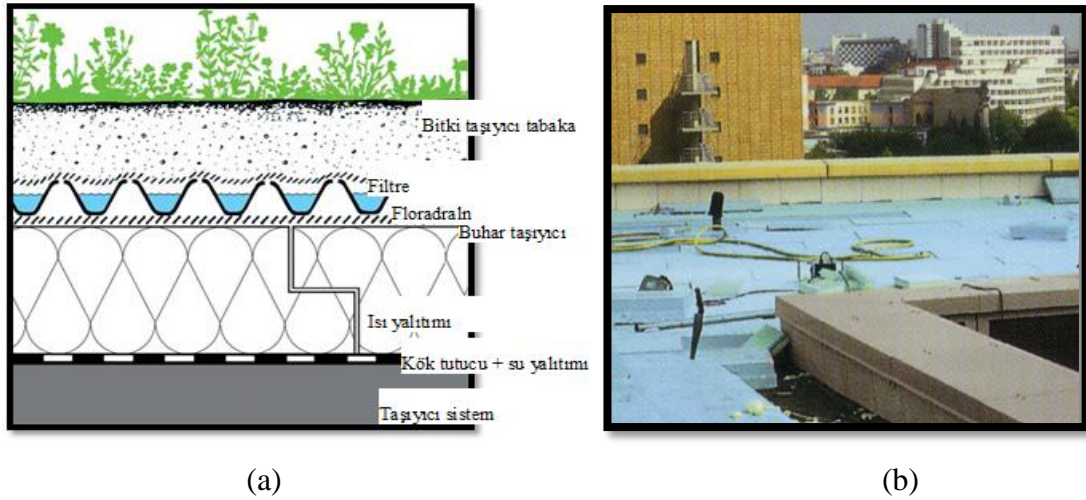
a. ekstansif çatı uygulaması detayı, b. ekstansif çatı uygulaması detayı, c. ekstansif çatı uygulamasına ait örnek çatı görünümü



Toplam sistem kalınlığı: 12 cm, Su depolama kapasitesi: 68 l/m<sup>2</sup>, bitkiler dahil sistem ağırlığı: 155 kg/m<sup>3</sup>'tür (Şekil 4.40).

Firma 1' in öngördüğü 4. sistem:

% 40 - % 100 eğimli çatılarda, çatının çok dik olması sebebiyle, bitkilerin toprağı ile birlikte kaymasına karşı önlem alınmıştır. Bu amaçla firmanın (yabancı firma tarafından özel olarak geliştirilen) ithal ettiği georaster, 45 derece eğimli çatılarda bile tüm kayma yüklerini alacak şekilde donatılmıştır. Georaster'li uygulamada kök tutucu kullanılmamış ve su yalıtımı köklere dayanıklı malzemeden seçilmiştir (Şekil 4.41. a,b).



Şekil 4.41 % 40 - % 100 eğimli çatılarda ekstansif çatı örneği

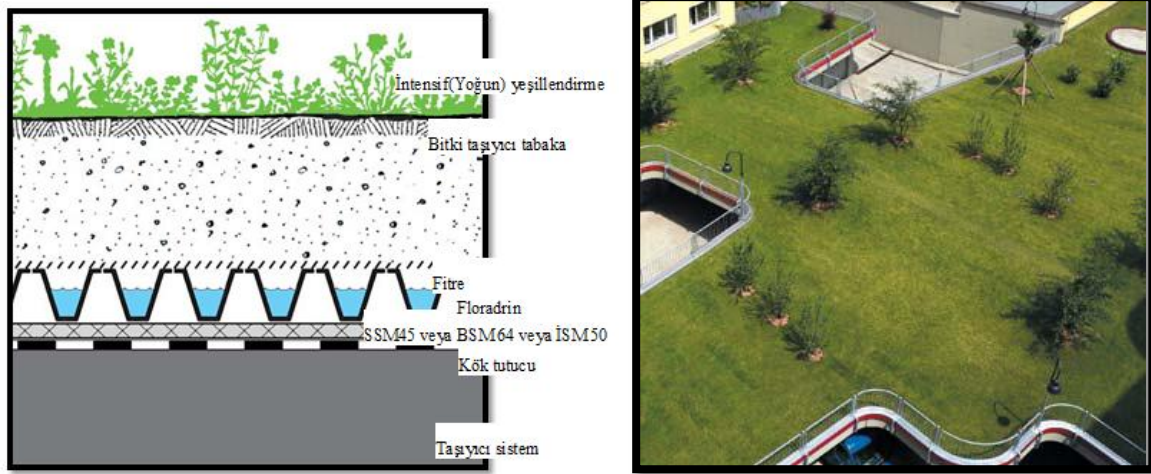
a. ekstansif çatı uygulaması detayı, b. ekstansif çatı uygulamasına ait örnek çatı görünümü

Toplam sistem kalınlığı: 9 cm, Su depolama kapasitesi: 20-30 l/m<sup>2</sup>, bitkiler dahil sistem ağırlığı: 80-100 kg/m<sup>3</sup>'tür (Şekil 4.41).

Firma 1' in öngördüğü 5. sistem:

Ters çatı sistemlerinde kullanılan ısı yalıtım levhaları yağmur suyuna maruz kaldığından, bu bölgedeki suyun buharlaşmasını engellemek için kalın koruyucu tabaka yerine buhar

geçirgenliği yüksek olan ayırıcı kullanılmıştır. Kök koruyucu katman ısı yalıtım katmanının üzerine değil altına serilmiştir (Şekil 4.42).



(a)

(b)

Şekil 4.42 Ters çatılarda ekstansif çatı örneği

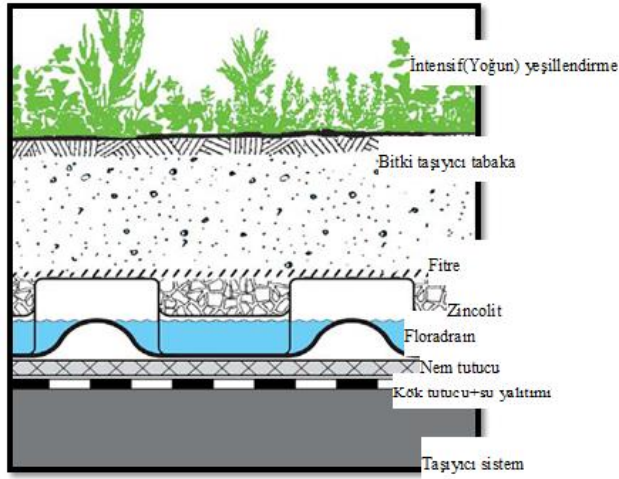
a. ekstansif çatı uygulaması detayı, b. ekstansif çatı uygulamasına ait örnek çatı görünümü

Toplam sistem kalınlığı: 16-20 cm, Su depolama kapasitesi: 68 l/m<sup>2</sup>, bitkiler dahil sistem ağırlığı: 180kg/m<sup>3</sup>'tür (Şekil 4.42).

Firma 1' in öngördüğü 6. sistem:

En az % 2 eğime sahip klasik sistem düz çatılarda, intansif (yoğun) yeşillendirme için yeterli su depolama, drenaj kapasitesi ve yüksek mekanik dayanıma sahip drenaj tabakası kullanılmıştır. Altında kullanılacak su tutucu ve koruyucu şilte, istenen bitki türüne göre seçilmiştir ( Şekil 4.43.a,b).

Toplam sistem kalınlığı: en az 27 cm, Su depolama kapasitesi: 113 l/m<sup>2</sup>, bitkiler dahil doymuş sistem ağırlığı: en az 3 kg/m<sup>3</sup>'tür ( Şekil 4.43).



(a)



(b)

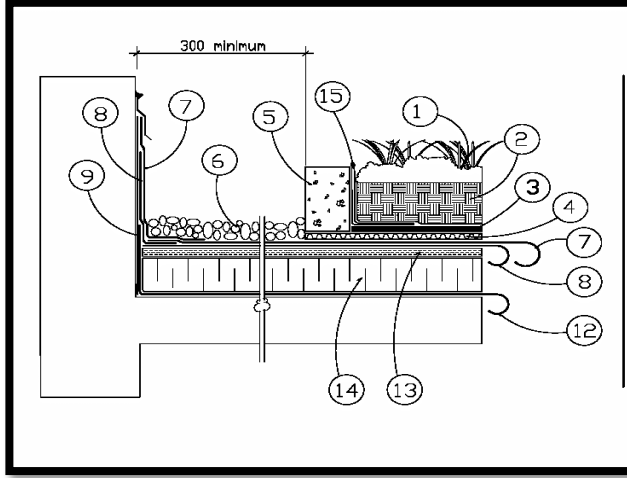
Şekil 4.43 En az % 2 eğime sahip klasik sistem düz çatılarda intensif çatı örneği

a. Intensif çatı uygulaması detayı, b. Intensif çatı uygulamasına ait örnek çatı görünümü

Firma 2' nin öngördüğü sistemler aşağıdaki gibidir:

Bu firma da kendi ürettikleri malzemelerin kullanılmasını teşvik amaçlı sistem önerisinde bulunmaktadır.

Hem geleneksel hem ters bütün su yalıtım sistemlerine kurulabilen, altı adet yeşil çatı sistemi geliştirmiştir. Oluşturdukları bu sistemler, kompozisyonlarında ve destekledikleri bitkilendirme türlerinde farklılık gösterirler. Ekstansif, intansif ve yarı-intansif uygulamaların çeşitli yerleşmiş kriterlerini karşılamak üzere oluşturulmuşlardır.



Şekil 4.44 Firma 2'nin geleneksel çatı üzerindeki tipik bir yeşil çatı kurulumu (Anonymous 2013y)

1. Bitkilendirme
2. Firma 2 'ye ait büyüme ortamı
3. Aquamat Jardin
4. Drenaj
5. Beton, tahta veya çelik kenar
6. Çakıl veya asfalt
7. Üst kâğıt membran
8. Taban kâğıt membran
9. Astar
10. Buhar bariyeri
11. Destek paneli
12. Yalıtım
13. Mikrofab

Firma 2'nin kullandığı birinci sistem:

Düz çatılarda ekstansif & yarı-intansif yeşil çatılar için önerilmiştir. Sistemde kullanılacak bitkilendirme türleri dam koruğu, uzun ömürlü bitkiler, çimenler, yer örtücü küçük bitkiler,

çayır, bir yıllık bitkiler, sebze bahçeleridir. Bu sistemin avantajları kurulumunun kolay ve düşük maliyetli olması, minimal bakım gerektirmesi olarak açıklanmıştır. Şekil 4.45 de gösterilen kesitte yer alan 1-2-3 bileşenler ise firmanın kendi ürettiği malzemelerdir.



Şekil 4.45 Firma 2'nin kullandığı birinci sistem görünümü (Anonymous 2013y)

Firma 2'nin kullandığı ikinci sistem:

Düz çatılarda ekstansif & yarı-intansif yeşil çatılar için önerilmiş sistemlerdendir. Sistemde kullanılacak bitkilendirme türleri az bakım gerektiren çayırlar, kuru otlaklar, çimenler, uzun ömürlü bitkilerdir. Bu sistemin avantajları erişimi olmayan çatılar için ideal olması, su tutma kapasitesinin çok iyi olması ve az bakım gerektirmesi olarak açıklanmıştır. Şekil 4.46 de gösterilen kesitte yer alan 1-2-3-4 bileşenler ise firmanın kendi ürettiği malzemelerdir.



Şekil 4.46 Firma 2'nin kullandığı ikinci sistem görünümü (Anonymous 2013y)

### Firma 2'nin kullandığı üçüncü sistem:

Düz çatılarda ekstansif & yarı-intansif yeşil çatılar için önerilmiş sistemlerdendir. Sistemde kullanılacak bitkilendirme türleri uzun ömürlü bitkiler, çimenler, bir yıllık bitkiler, çiçeklenmiş çayırlar, sebze bahçeleridir. Bu sistemin avantajları, geniş bir yüzey üzerinde tek tip sulama, düşük su tüketimi olan sulama sistemi olanağının olması ve daha geniş bitki seçeneğidir. Şekil 4.47 de gösterilen kesitte yer alan 1-2-3-4 bileşenler ise firmanın kendi ürettiği malzemelerdir.



Şekil 4.47 Firma 2'nin kullandığı üçüncü sistem görünümü (Anonymous 2013y)

### Firma 2'nin kullandığı dördüncü sistem:

En gelişmiş ve derin büyüme ortamı olan intansif yeşil çatılar için en uygun sistem olarak tanımlanır. Bu sistemde kullanılacak bitkilendirme türleri çayırlar, uzun ömürlü bitkiler, bir yıllık bitkiler, bodur ağaçlar, ağaçlardır. Kamu alanları için uygun olduğu belirtilmiştir. Şekil 4.48 de gösterilen kesitte yer alan 1-2-3 bileşenler ise firmanın kendi ürettiği malzemelerdir.



Şekil 4.48 Firma 2'nin kullandığı dördüncü sistem görünümü (Anonymous 2013y)

Firma 2'nin kullandığı beşinci sistem:

Eğimli çatılarda ekstansif & yarı-intansif yeşil çatılar için önerilmiş sistemlerdendir. Bu sistemde kullanılacak bitkilendirme türleri kuraklığa dayanıklı uzun ömürlü bitkiler ve çimenler, az bakım gerektiren çayırlar, otlaklar, dam koruğudur. Düzensiz şekilli çatıların ekolojik tasarımı için ideal ve kurulumunun kolay olması, ayrıca %100'e kadar eğimi olan çatılara uyarlanabilir olması özellikleri arasındadır. Şekil 4.49 de gösterilen kesitte yer alan 1-2-3 bileşenler ise firmanın kendi ürettiği malzemelerdir.



Şekil 4.49 Firma 2'nin kullandığı beşinci sistem görünümü (Anonymous 2013y)

Firma 2'nin kullandığı altıncı sistem:

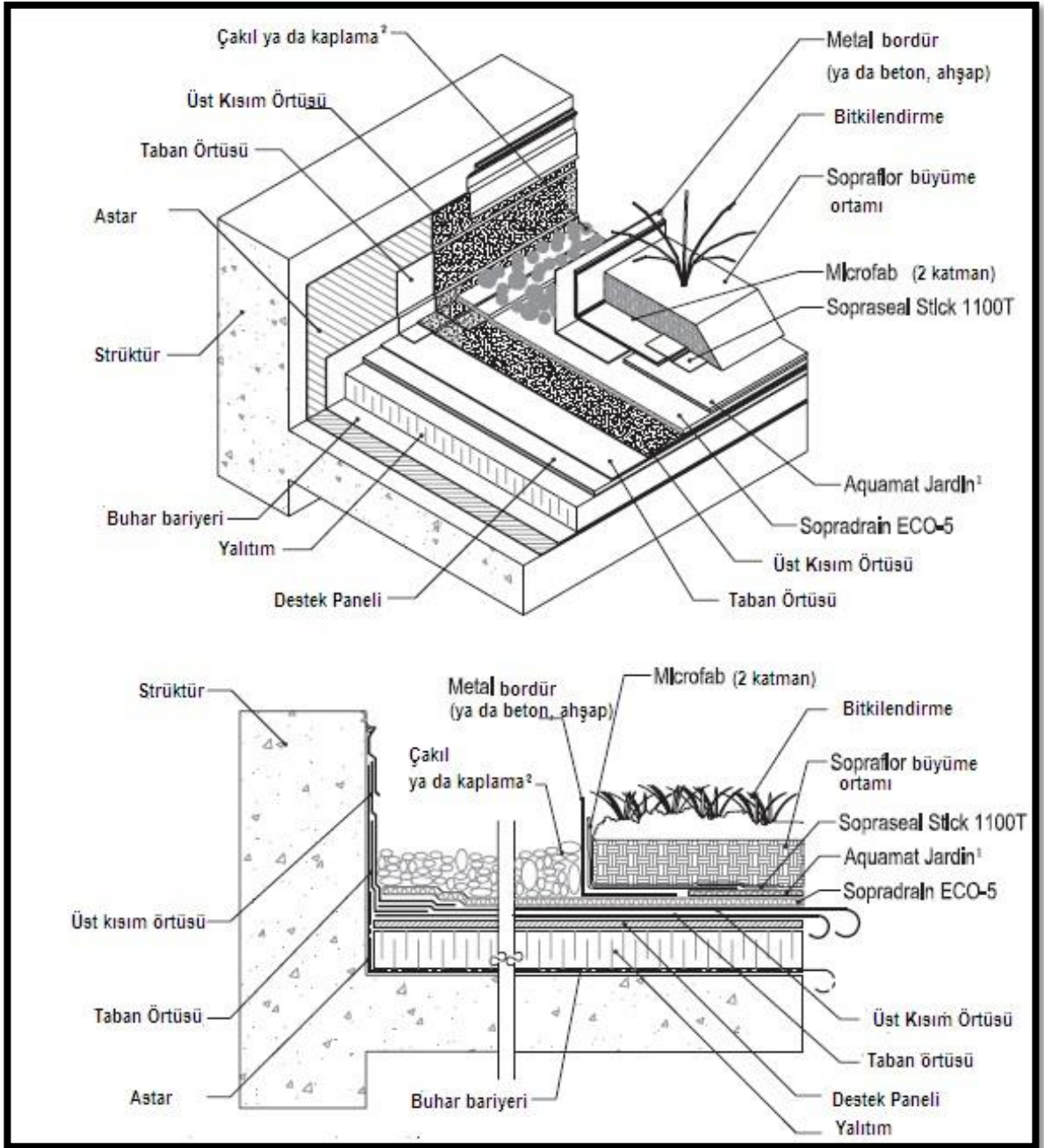
Eğimli çatılar için uygun olan bu sistem, %45'e kadar eğimi olan çatılara uyarlanabilmektedir. Çok fazla bitki çeşidine ve iyi su tutma kapasitesine sahiptir. Bu sistemde kullanılacak bitkilendirme türleri büyük çayırlık, dam koruğu, çimen, çayır, az

bakım gerektiren çayırlar, yer örtücü küçük bitkilerdir. Şekil 4.50 de gösterilen kesitte yer alan 1-2-3-4 bileşenler ise firmanın kendi ürettiği malzemelerdir.

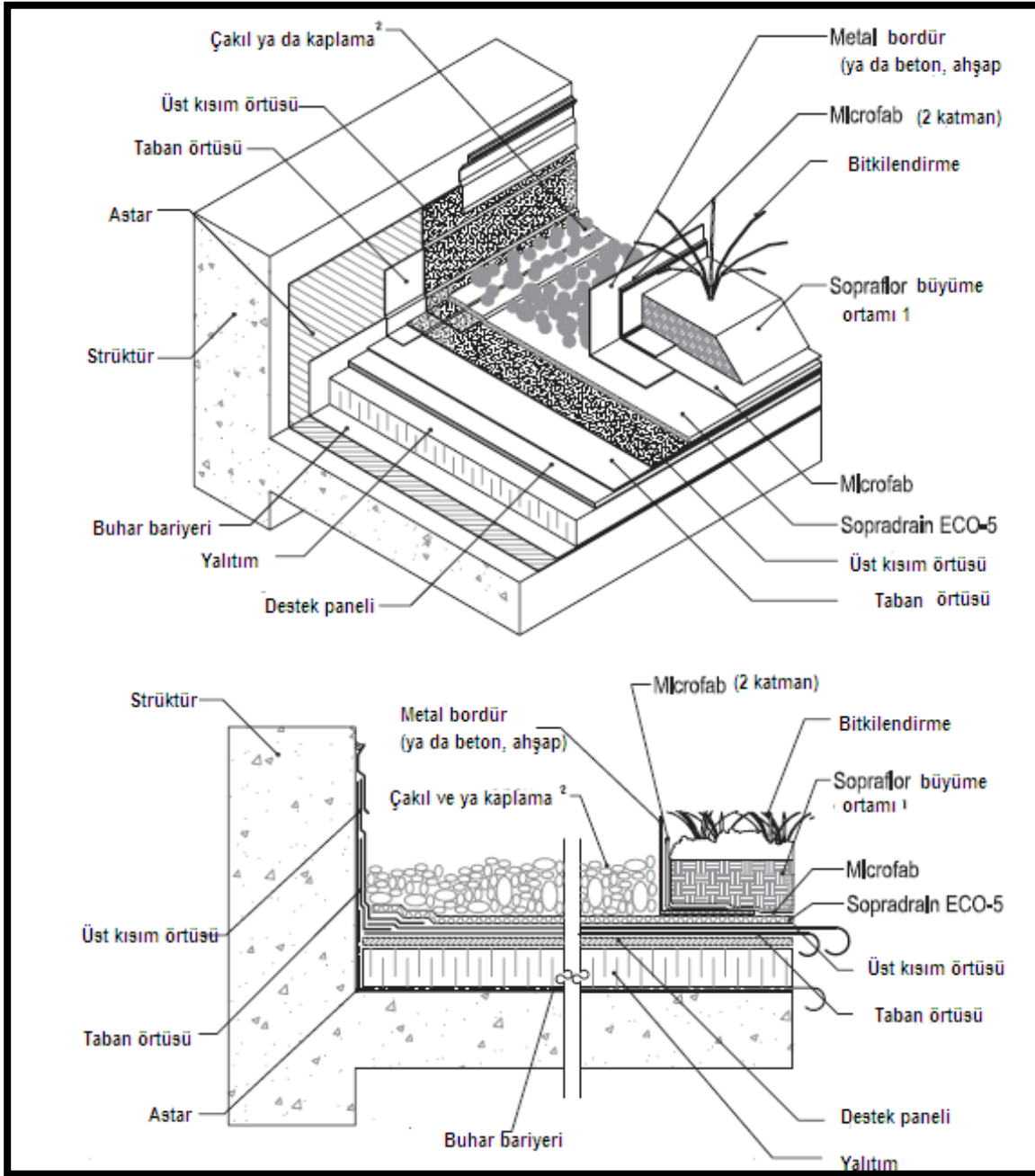


Şekil 4.50 Firma 2'nin kullandığı altıncı sistem görünümü (Anonymous 2013y)

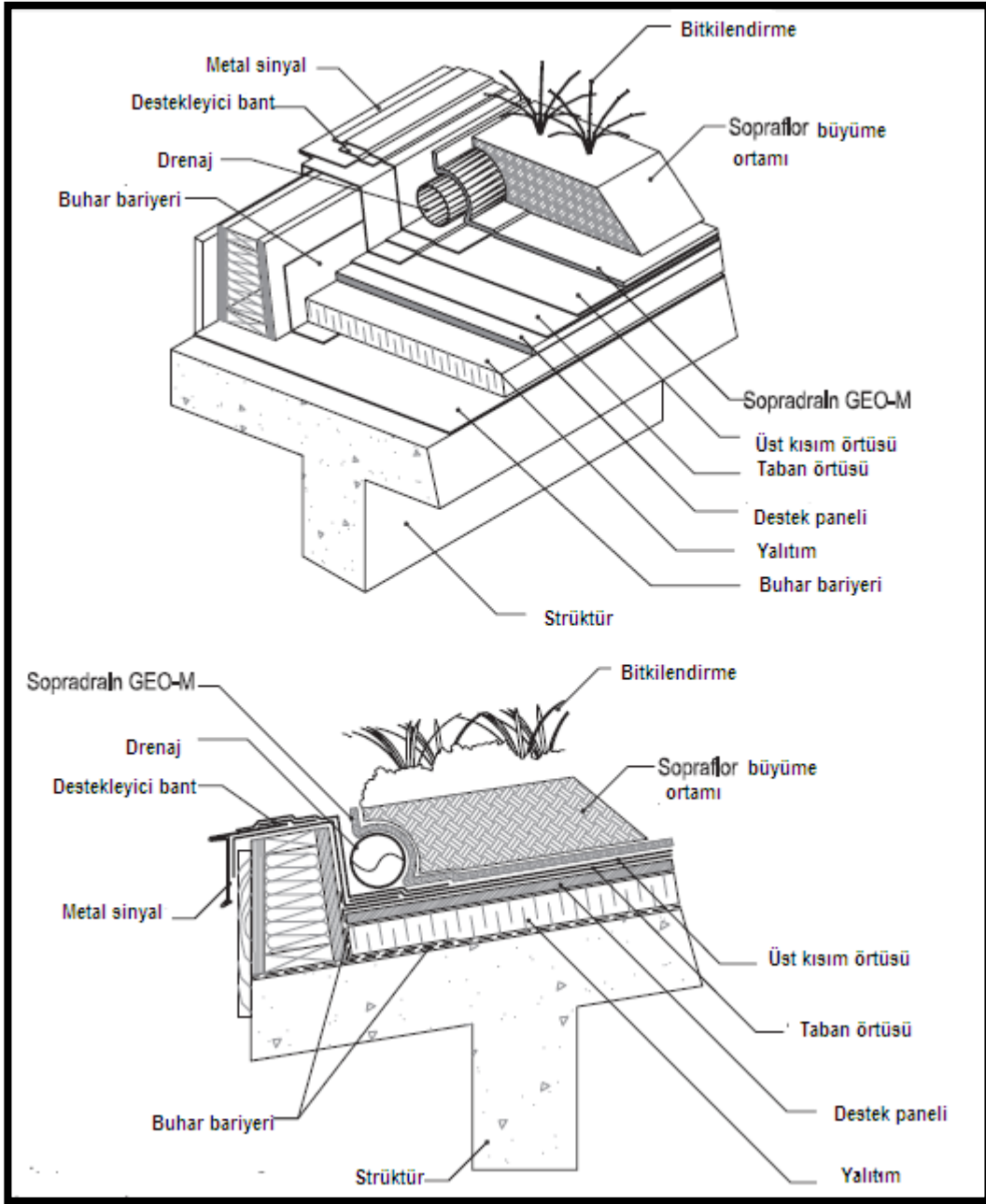




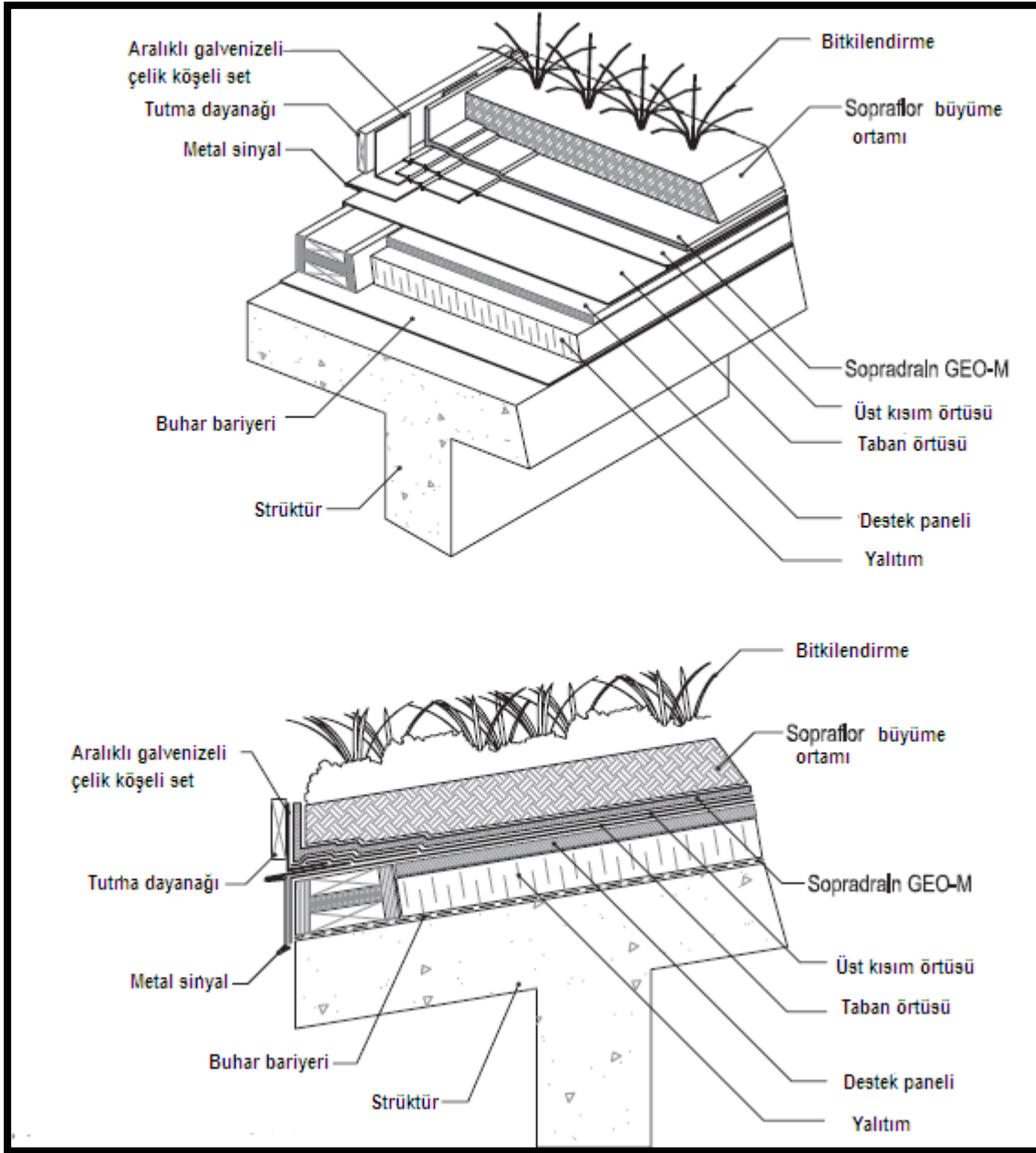
Şekil 4.51 Firma 2'nin kullandığı üçüncü sistem ve Firma 2'nin kullandığı ikinci Sistem detayı (Anonymous 2013y)



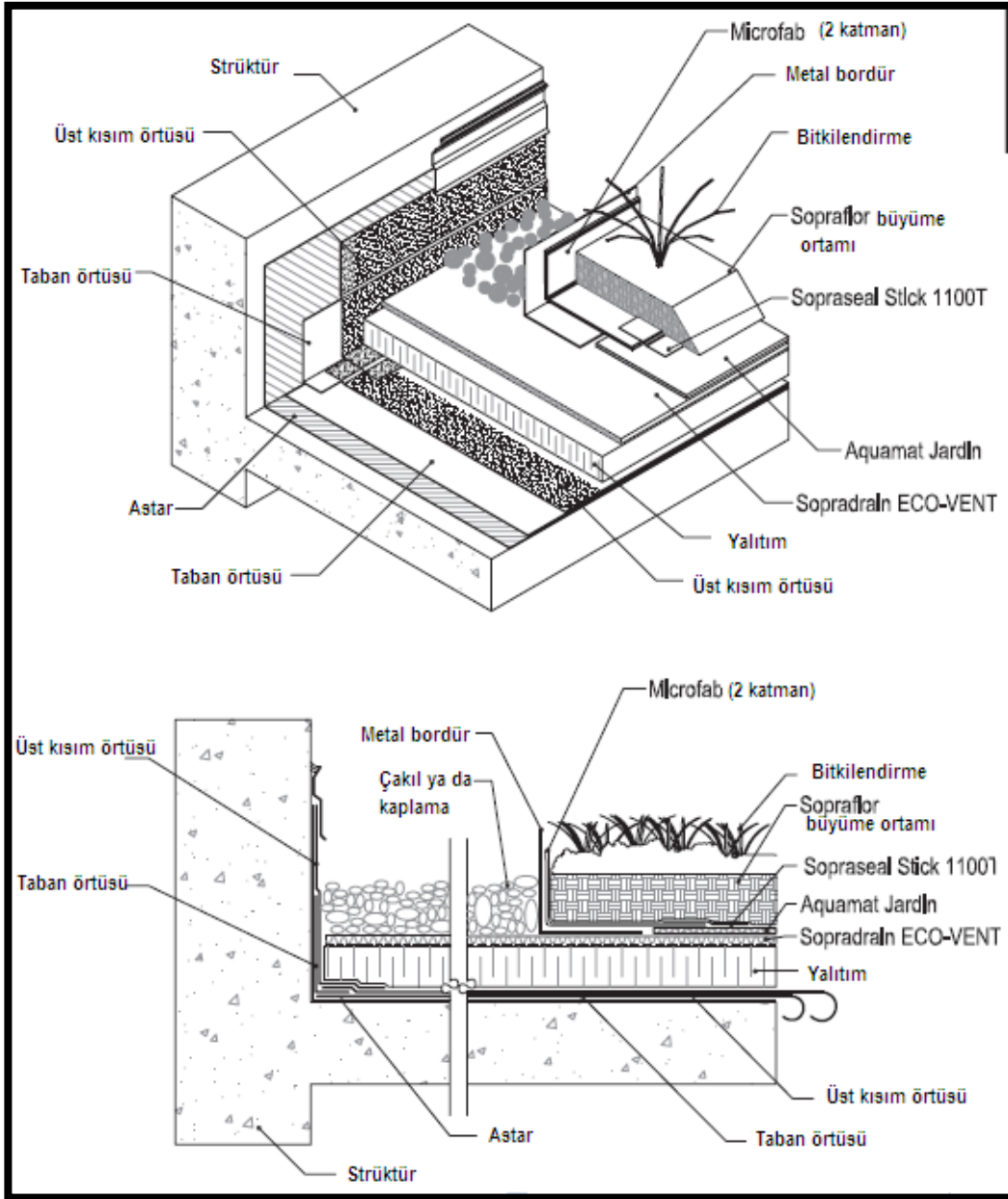
Şekil 4.52 Firma 2'nin kullandığı birinci sistem detayı (Anonymous 2013y)



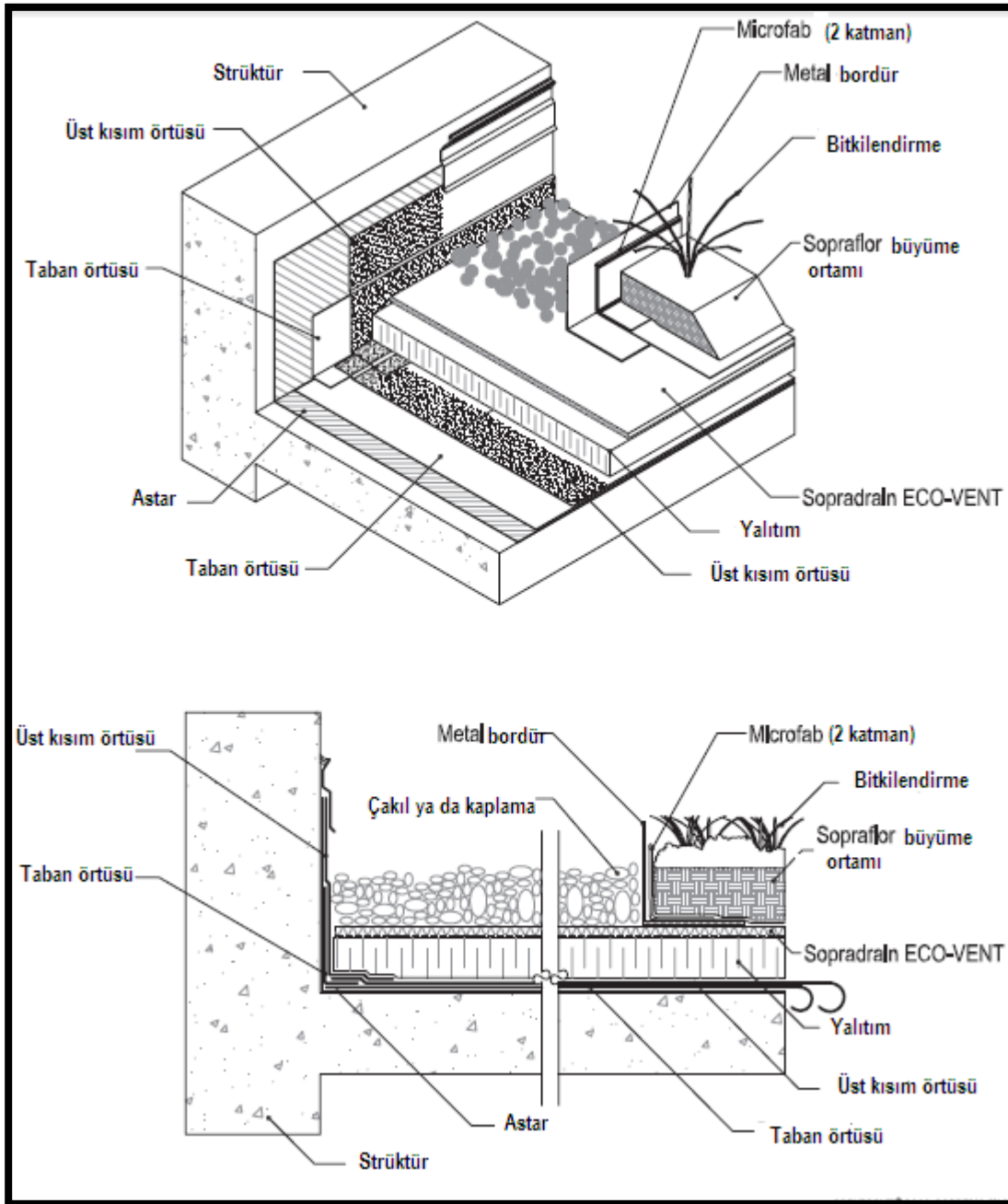
Şekil 4.53 Firma 2'nin kullandığı altıncı sistem detayı (Anonymous 2013y)



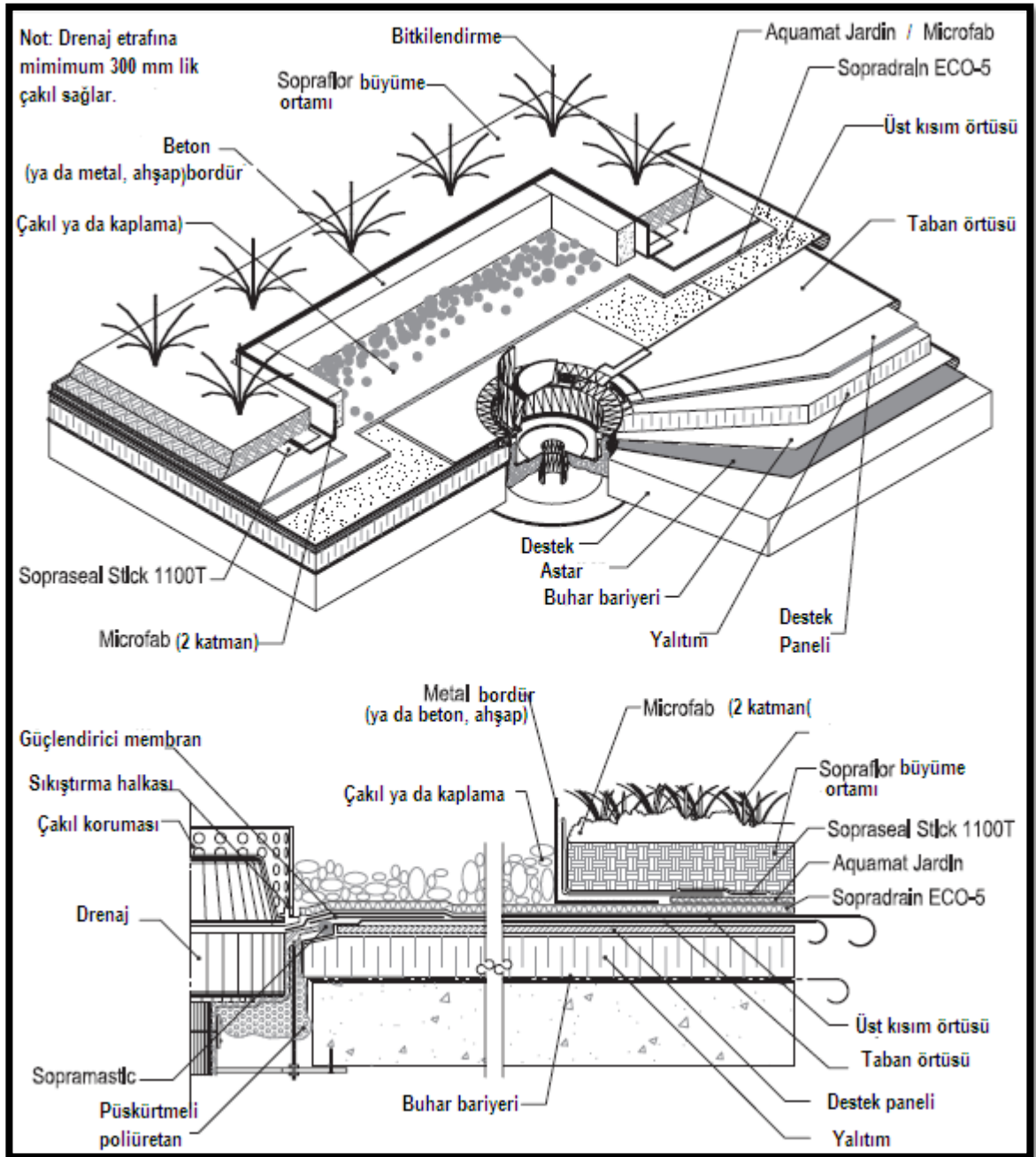
Şekil 4.54 Firma 2'nin kullandığı altıncı sistem detayı (Anonymous 2013y)



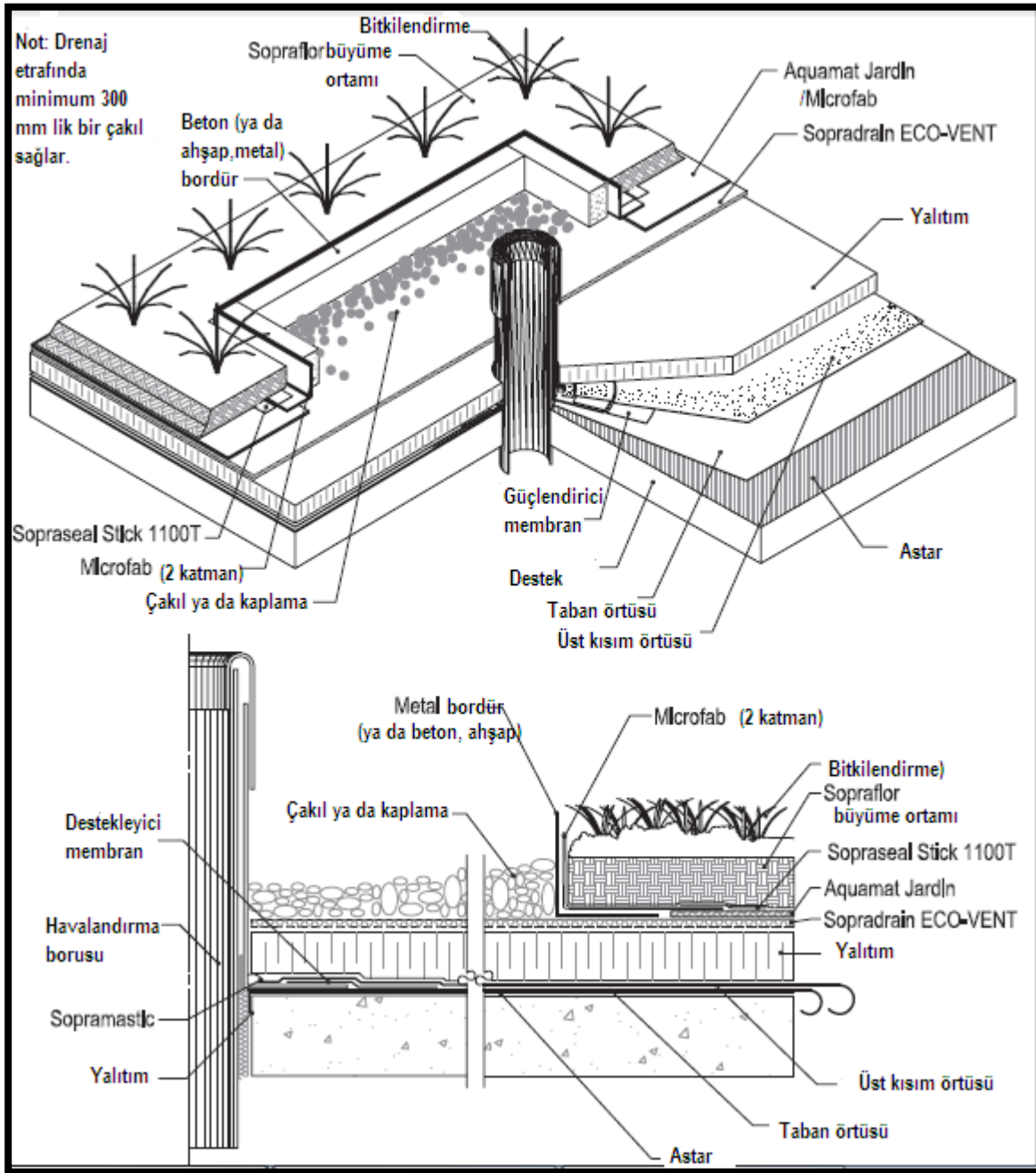
Şekil 4.55 Firma 2'nin kullandığı üçüncü sistem ve Firma 2'nin kullandığı ikinci sistem detayı (Anonymous 2013y)



Şekil 4.56 Firma 2'nin kullandığı birinci sistem ve Firma 2'nin kullandığı dördüncü sistem detayı (Anonymous 2013y)

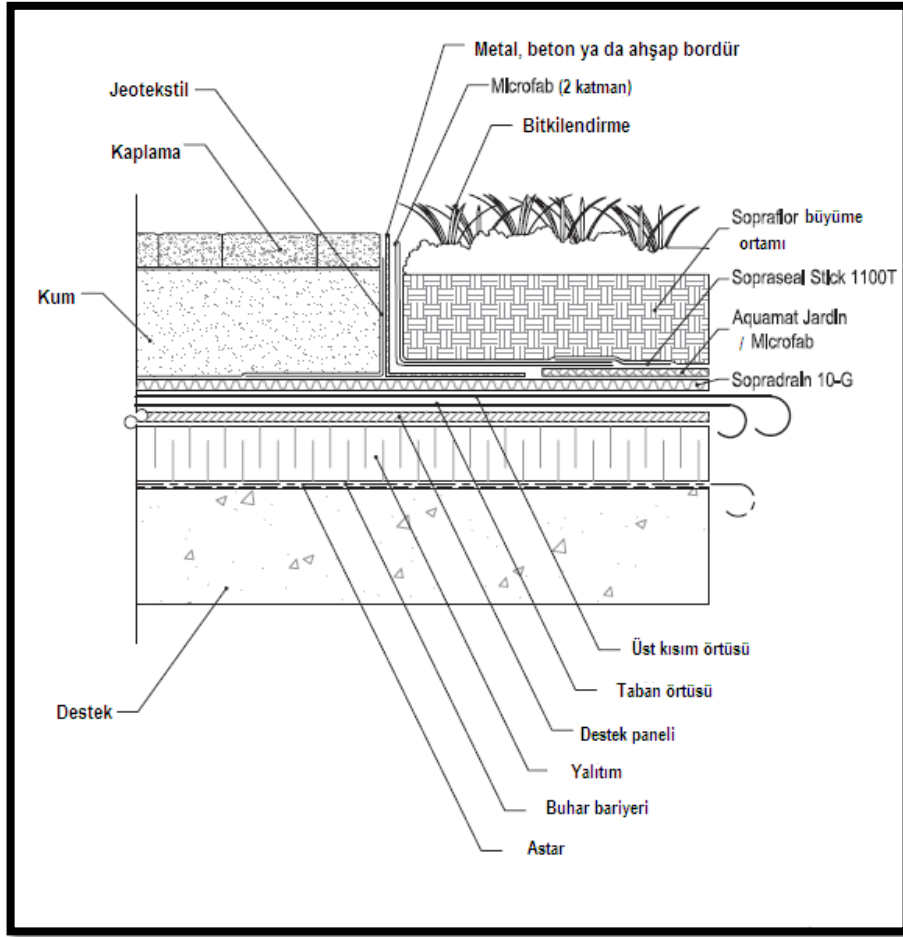


Şekil 4.57 Firma 2'nin kullandığı dördüncü sistem detayı (Anonymous 2013y)



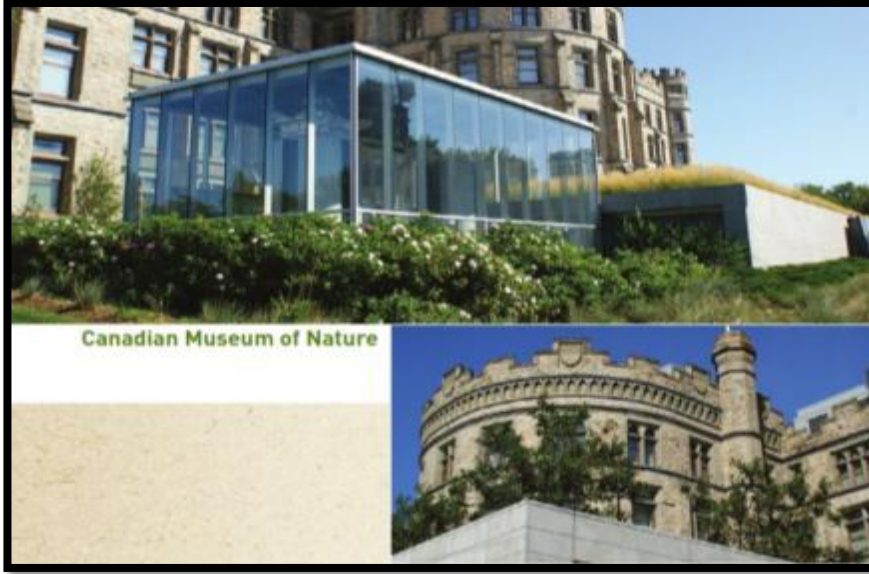
Şekil 4.58 Ters çatılar sistem önerisi (Anonymous 2013y)



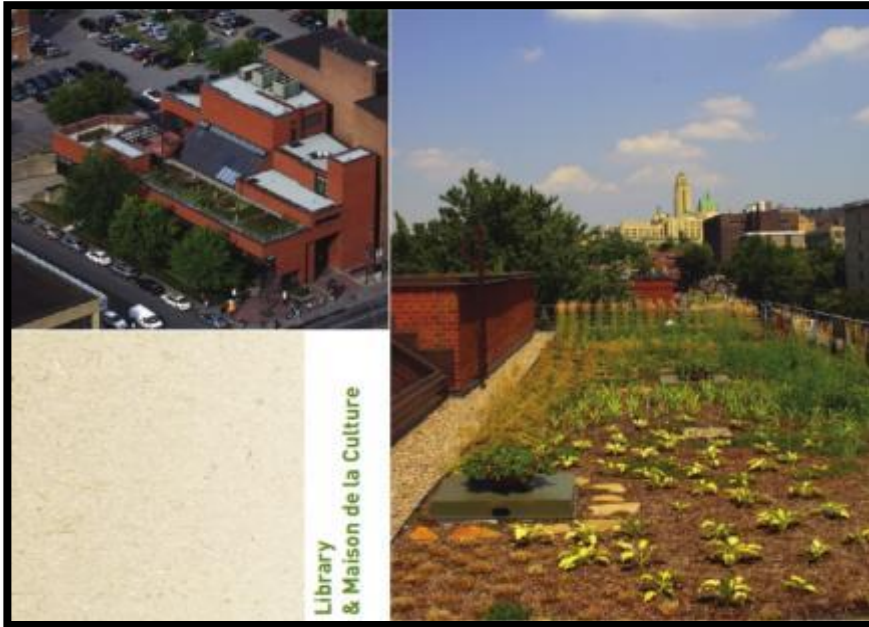


Şekil 4.59 Kum yatak üzerinde döşeme ile birleşme detayı (Anonymous 2013y)

Firma 2' in kullandığı sistemlerin uygulama örnekleri aşağıdaki gibidir;



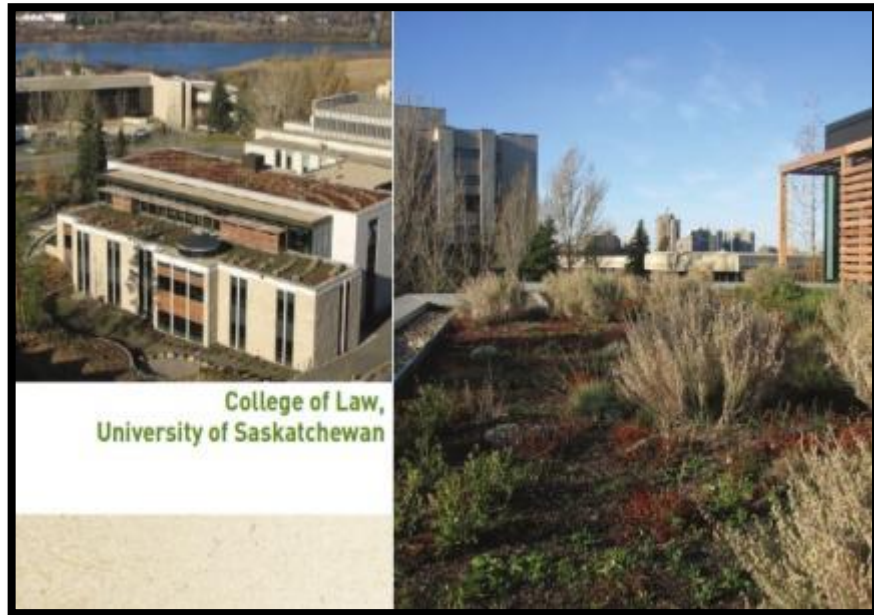
Şekil 4.60 Kanada doğa müzesi (Firma 2'nin ürettiği ikinci sistem ve dördüncü sistem örneği) (Anonymous 2013y)



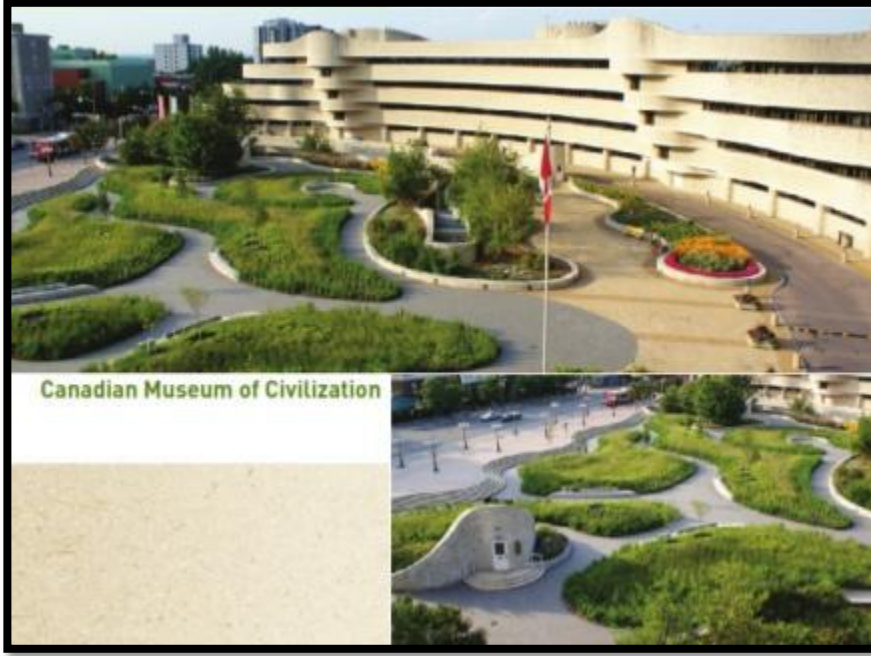
Şekil4.61 Kütüphane ve Kültür Evi (Firma 2'ün ürettiği üçüncü sistem) (Anonymous 2013y)



Şekil 4.62 Charles Pavillon de Koninck, Laval Üniversitesi, Kore(Firma 2'nin ürettiği birinci ve ikinci sistem örneği) (Anonymous 2013y)



Şekil 4.63 Saskatchewan Üniversitesi, Kanada (Firma 2'nin ürettiği ikinci sistem) (Anonymous 2013y)



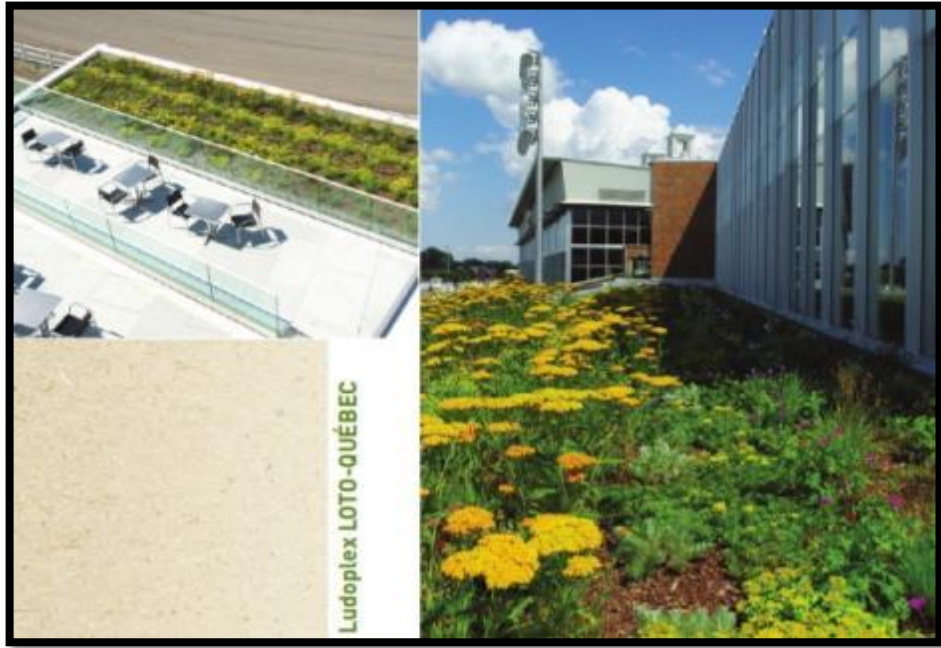
Şekil 4.64 Kanada sivil müzesi, Kanada (Firma 2'nin ürettiği altıncı ve dördüncü sistem)  
(Anonymous 2013y)



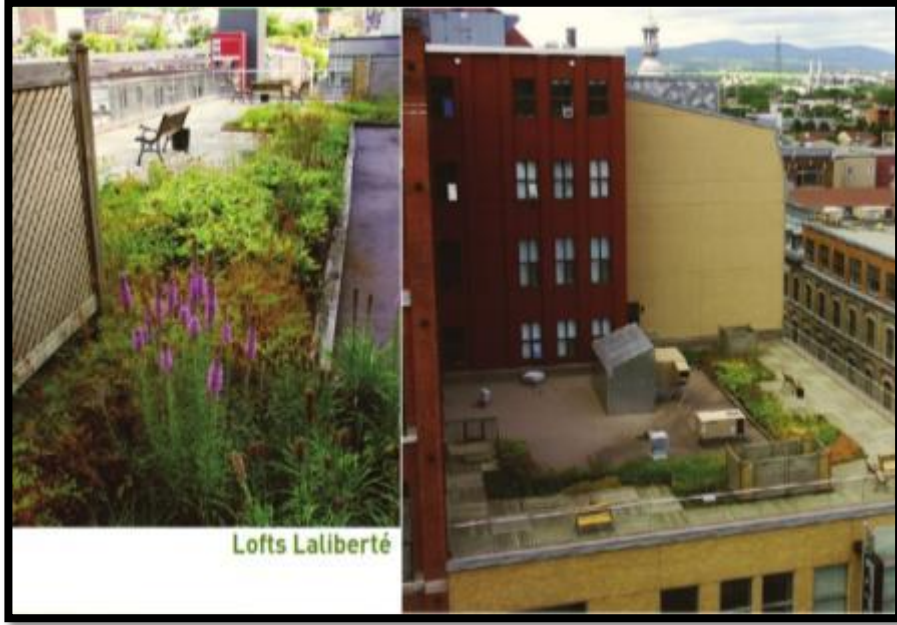
Şekil 4.65 Toronto botanik bahçesi, Kanada (Firma 2'nin ürettiği birinci ve altıncı sistem)  
(Anonymous 2013y)



Şekil 4.66 İspanya'dan bir yeşil çatı örneği (Firma 2'nin ürettiği birinci sistem uygulaması)  
(Anonymous 2013y)



Şekil 4.67 İspanya'da bir yeşil çatı (Firma 2'nin ürettiği birinci sistem örneği)  
(Anonymous 2013y)



Şekil 4.68Lofts Laliberte (Firma 2'nin ürettiği birinci sistem) (Anonymous 2013y)



Şekil 4.69 Charest Kavşağı, İngiltere (Firma 2'nin ürettiği beşinci sistem örneği) (Anonymous 2013y)



Şekil 4.70 Le Jardin des Elements (Firma 2'nin ürettiği üçüncü ve dördüncü sistem örneği)  
(Anonymous 2013y)

#### 4.3.1.2 Modüler sistemler

Modüler yeşil çatılar, terasa yerleştirilmiş saksılardan meydana gelmektedir. Bu sistemlerde projenin uygulanacağı bölgesel iklim koşulları göz önünde bulundurularak hazır gübre karışımları ve özel bitkiler kullanılmaktadır. Modüller sabit olduklarından ve uygulama yapılacak olan teras inşaat aşamasında modüler çatı sistemi projesine uygun hale getirildiğinden dolayı bu yöntem yeşil çatı tasarımını ve kurulumunu daha kolay duruma getirmektedir (Şekil 4.71-4.81)



Şekil 4.71 Çatıların tepesinde düzenlenen çiçekliklerden oluşan modüler yeşil çatı (Luckett 2009)

Yapı modülleri, modüler sistem uygulanmış projeler için daha büyük bir esneklik sağlarken, dayanıklı bir materyalle inşa edilen modüllerin çatı alanlarına uyum sağlaması daha zordur. Buna rağmen modüller, inşaat alanı dışında olgunluğa ulaştırılıp projeye dahil edilerek daha hızlı bir şekilde yeşil çatı sistemi elde edilebilmektedir. Fakat öngörülen sistem yapı modüllerinin terasta yetiştirilmesidir (Şekil 4.71).





Şekil 4.72 Düzensiz olarak şekillendirilen çatı alanlarına yeşil çatı modüllerinin kurulumu (Lockett 2009)

Kumaş modüller bu projeler için daha fazla esneklik sağlarken, dayanıklı maddelerden oluşan yeşil çatı modüllerinin, düzensiz olarak şekillendirilen çatı alanlarına uyum sağlaması daha zordur.



Şekil 4.73 Modüler çatı (Luckett 2009)

Dayanıklı yeşil çatı modülleri, inşaat alanı dışında olgunluğa ulaştırabilir ve projeyi hızlı bir yeşil çatı üretmek için teslim edilebilir.

Çoğu modüler sistem 6 inch'ten (152,4 mm'den) daha az derin ekstansif yeşil çatılardır. Bu modüllerin özelliği daha derin yerlere ulaşabilmesidir. Buna rağmen daha derin modüllerin ağırlığı, modüller büyüme ortamı ile doldurulduğunda modülleri sık sık hareketsiz kılar. Bu derin modüller bu bitkilerin otları, çalılıkları ve küçük ağaçları da kapsayan daha geniş bir ortama yayılmasını sağlayabilir. Beton ve sentetik asfalt sistemleri oturma ve buluşma alanları sağladığı gibi yeşil çatılar boyunca yol ve yürüyüş alanları oluşturmak için bir kombinasyon olarak kullanılabilir.



Şekil 4.74 Modüler yeşil çatı (Lockett 2009)

Yeşil çatı modüllerinin farklı doğası özellikle yeşil çatı araştırma projeleri için çeşitlilik oluşturmaktadır. Modüller, farklı büyüme ortamıyla ve bitkilendirme stratejileriyle çeşitlendirilerek kolaylıkla döşenebilir. Bu kişisel modüller arzu edilen şartlar altında incelenebilir ve yeşil çatı hakkında daha fazla bilgi edinmeye yardımcı olur. Modüllerin finansal anlamda karşılanabilirliği de, bu yeşil çatı stratejilerini küçük ölçekli projeler ve okulların yeşil çatı gösterimleri için çekici hale getirir.



Şekil 4.75 Yeşil çatı araştırması üzerinde çalışan Southern Illinois University Edwardsville öğrencileri (Lockett 2009)

Yeşil çatı modülleri yeşil çatı konstrüksiyonu için basit yaklaşımlar sunmasına rağmen, bu modüller her proje için uygun olmayabilir. Örneğin intansif çatı bahçeleri doğal bitki türleri, çalılıkları ve küçük ağaçları kapsayan daha çeşitli bitki türlerini destekleyecek derin bir kullanım gerektirebilmektedir.



Şekil 4.76 Modüler sistemin uygulandığı intansif çatı bahçesi (Lockett 2009)

Çimenleri ve daha büyük bitkileri olan çatı bahçelerinin, yeşil çatı modülleri kullanılarak inşa edilmesi zor olabilir ve genellikle, aralıksız bitki yüzeyleri oluşturmak için yeşil çatı bileşenlerini ve büyüme ortamını yayarak yerinde inşa edilmektedirler.



Şekil 4.77 Almanya’da ofis alanlarının üzerine konumlandırılmış modüler yeşil çatı (Luckett 2009)

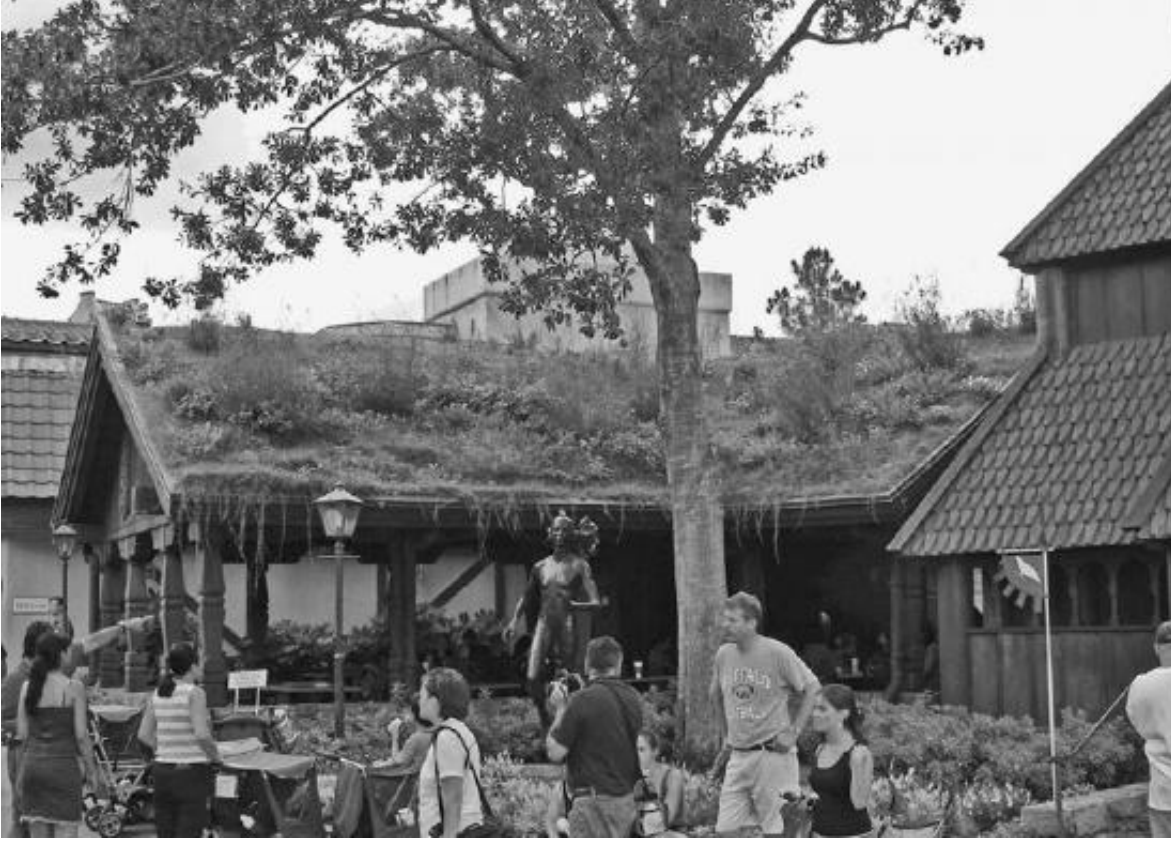
Şekil 4.77’ daki basketbol sahası Almanya’da bir bakkal dükkanının üzerine konumlandırılmıştır, halkın rekreasyonel alanlara erişimini sağlar ve yer düzeyinde mevcut değildir.



Şekil 4.78 Yeşil çatının altında bulunan ticari alandan bir görünüm

Sınırlı alanı olan bu toplumda, bakkal dükkânını ve ofis alanını içeren ticari bir alanın iki katı üzerine park garajı ve bir oyun sahası ile basketbol sahasını içeren yeşil çatı konumlandırılmıştır yeşil çatı, çatının en üstündedir ( Şekil 4.78 ) (Luckett 2009).

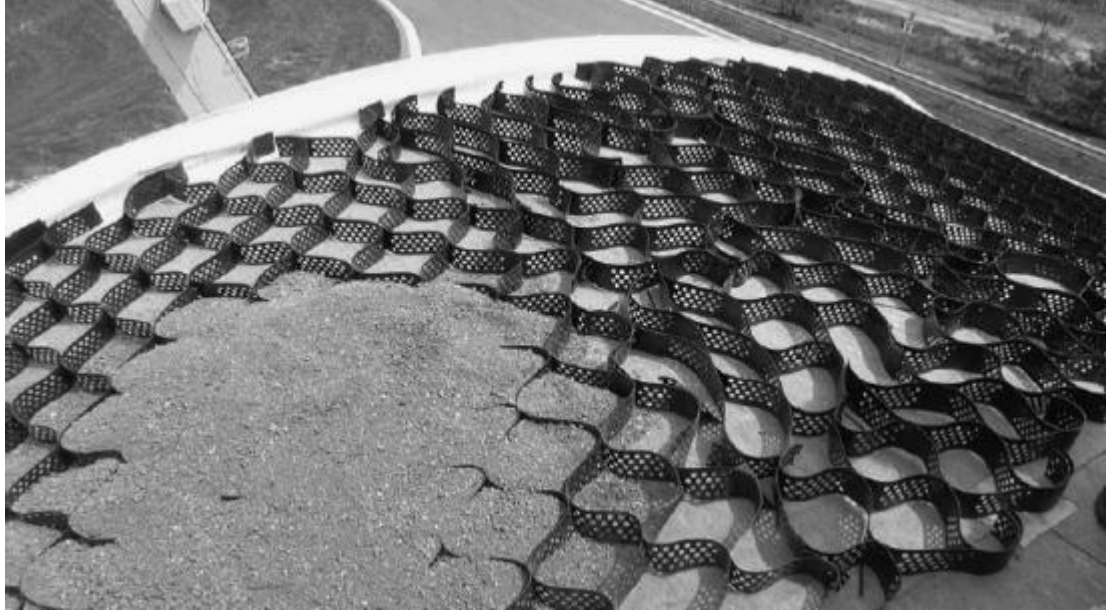
Pek çok yeşil çatı projesinin teras yüzeylerinde inşa edildiği gözükmekteyken gerçek şudur ki neredeyse bütün çatı yüzeylerinin uygun drenajdan yararlanmak için kayda değer derecede eğime sahip olması gerekmektedir. Eski daire çatılarındaki bu çatılama sistemleri kömür ziftiyle yapılmaktayken günümüzde kömür ziftinin kullanımının yerini büyük oranda asfalt zift çatılama sistemi ve modern tek katlı çatılama membranları almıştır (Luckett 2009).



Şekil 4.79 Eğimli Nordik tarzı çatı örneği

Dik çatılar için yeşil çatı projeleri (%15i aşan eğimler) büyüme ortamının çatının eğiminden aşağıya doğru kaymasını önlemek için takviye tasarım gerektirir. Büyüme ortamı her bir bölümü doldurur ve destek yapmayı gizlemek için geliştirilen bitki ömrünü destekler (Luckett 2009).





Şekil 4.80 Modüler çatı örneği

Modüler yeşil çatılar genellikle takviye destek olmayan (%33 eğime kadar) fazla olan eğimlerde kullanılabilir. Daha dik eğimler üzerinde modül kullanmak takviye tasarımları (modülleri bir araya getirmek ve çatı eğiminin en üstünden merkezi bir bağlantı noktasında toplamak gibi )gerektirebilir (Luckett 2009).



Şekil 4.81 Paslanmaz çelik kısaçlar kullanılan modüler çatı (Luckett 2009)

Önceden bitkilendirilmiş yeşil çatı modüllerinden, dik çatıların üzerinde yeşil çatılar oluşturmak için yararlanılabilir. Bu projede modüllerin çatı eğimlerinden aşağıya doğru kaymasını önlemeye yardımcı olan modüllerin kollarını bir araya getirmek için paslanmaz çelik kısaçlar kullanılmıştır (Luckett 2009).

#### 4.3.1.3 Önceden işlenmiş toprak örtüsü

Dünyada çatı bahçeleri sistemleri geliştikçe yeni bitkilendirme yöntemleri ve yaklaşımları ortaya çıkmaktadır. Bitkilendirme yapılırken genel anlamda kullanılan standart bitki dikim yöntemleri dışında, ekstansif çatı bahçelerinde farklı bitkilendirme yöntemleri de mevcuttur. Bu tip çatı bahçelerinde, en çok kullanılan bitki türü 30'a yakın çeşidiyle *Sedum* türleridir. Bunların dışında yabancı çiçekler, yer örtücüler, küçük çalılar vb. gibi türler de

kullanılmaktadır. Klasik bitkilendirme yöntemleri dışında kalan tüm yöntemler aşağıda belirtilmiştir:

- *Sedum halıları*: Son yıllarda, dünyada ekstansif çatı bahçelerinin bitkilendirilmesi için en popüler yaklaşım haline dönüşmüşlerdir. Bu yöntem en hızlı bitkilendirme yöntemi olarak gösterilebilir. Sedum halıları, polyester yada benzeri bir alt tabaka üzerinde 2 santimetrelik yetiştirme ortamı bulunan ve serilmeye hazır örtülerdir. *Sedum* çelikleri bu ortamın üzerine serpilirler ve burada büyürler. Büyüme gerçekleşince hasat edilerek alana serilirler. Prensipte olarak hazır çim rulolarına benzerler ve çok az bakım gerektirirler. İki tip serilme yöntemi mevcuttur. Bunlardan birincisi, Sedum halısının 2 santimetrelik yetiştirme ortamıyla birlikte 5-7 santimetrelik bir yetiştirme ortamına getirilerek serilmesidir. İkinci yöntem ise, en hafif yöntem olarak adlandırılır ve Sedum halıları direkt olarak nemli muhafaza battaniyesine serilir. *Sedum*'lar dona, rüzgara karşı dayanıklı ve suyu absorbe ettikleri için kuraklığa dayanıklıdır ve bu özellikleri sayesinde ekstansif çatı bahçelerinde sıkça kullanılırlar. Bu örtülerin serilmesiyle, çatı yüzeyinin %95 oranında kaplanması sağlanmış olur. Burada kullanılan yetiştirme ortamı toprak, torf yada diğer doğal bitki yetiştirme ortamları olabileceği gibi, 7 santimetre kalınlığında geri dönüştürülmüş kırık tuğla parçaları ve humus karışımı da olabilir. Bu ortam son dönemlerde hafifliği ve su tutma yeteneği nedeniyle tercih edilmektedir. Bu ortamın üzerine köklü *Sedum* fideleri yada Sedum halıları yerleştirilerek bitkilendirme sağlanabilir (Tokaç 2009).



Şekil 4.82 Sedum bitkilerinin yerleştirilmesi (Anonymous 2012a)



Şekil 4.83 Sistem kurulumunu ve çapraz kesitini gösteren fotoğraf (Anonymous 2012a)

Bu sistem, önceden gelişmiş birbirine bağlanmış yeşil çatı döşemesidir ve bu bağlamda, modüler sistemle benzerlik gösterdiği izlenmiştir. Fakat kalınlığı dolayısıyla, örtü sisteminin kategorisinde yer alır. Yaklaşık 45 mm (1.75 inç) kalınlığı vardır ( Şekil 4.82-4.85).



Şekil 4.84 Önceden işlenmiş bitkilendirilmiş örtü sistemi ile uygulanmış ekstantif yeşil çatı örneği (Waterloo Şehir Merkezi, Kanada (Anonymous 2012b))



Şekil 4.85 Önceden işlenmiş bitkilendirilmiş örtü sistemi ile uygulanmış ekstentif yeşil çatı örneği (Vancouver 2010 Olimpiyat Köyü, Kanada ) (Anonymous 2012b)

#### 4.4 Yeşil Çatı Sistemlerinin Bakım ve Maliyeti

Yeşil çatıların görsel özelliğinin yanı sıra; çatıların kullanılabilir alanlar haline gelmesi, yapılarıdaki ısı yalıtım kapasitesinin ve yangına dayanıklılığının artması, enerji korunumu sağlanması, atık suyun azalması, çevrede ve yapıda gürültünün azalması, çevredeki tozun yutulması havanın temizlenmesi, yapının korunması ve çatının kullanım ömrünün uzaması gibi ekonomik, sosyal ve ekolojik yönden getirdiği faydalar vardır. Bu faydalara karşın, yeşil çatı uygulamalarında çatı yükünün artması ve periyodik bakım masrafları gibi sakıncalar da söz konusudur.

Daha hafif olan ve daha az çatı yapım maliyeti gerektiren ekstansif çatı sistemlerinin yarı ekstansif çatı sistemlerinden daha az maliyeti vardır. Ekstansif çatılar destekleyecekleri bitkilendirme konusunda seçici olduklarından, bakım maliyeti geleneksel işlenmiş toprakla karşılaştırıldığında minimumdur. Ekstansif çatı sisteminin bitkilendirilmesi bir kez yapıldığında, neredeyse hiçbir bakım gerektirmez. Buna rağmen daha derin bir substrata sahip olan intansif çatılar artan bina enerji verimliliği ve tasarrufundan dolayı büyük bir yatırım kaynağı oluşturur. İntansif yeşil çatısı olan bir binanın yeniden uyarlanması, gerekirse herhangi bir yapı geliştirilmesi haricinde her bir m<sup>2</sup> için 12 dolardan 65 dolara kadar çıkabilir. Ekstansif bir çatıyla var olan bir binayı yeniden uyarlama, gerekirse herhangi bir yapı geliştirilmesi hariç 6 dolardan 22 dolara kadar çıkabilir (Kaufman ve Andrew 2006).

Yeşil çatı maliyetleri değişkendir ve yeni bir yeşil çatı için her bir m<sup>2</sup> başına 5.00\$ ile 12.00\$ ve bir güçlendirme için her bir m<sup>2</sup> başına 7.00\$ ile 20.00\$ maliyeti olduğu tahmin edilmektedir (Liptan ve Strecker, 2003).

Ekstansif sistemlerin işletim ve bakım maliyetleri ilk iki yıl her bir m<sup>2</sup> başına 1.00\$ ile 1.60\$ arasında ve intansif tarım için yıllık her bir m<sup>2</sup> başına 1.00\$ ile 1.60\$ maliyeti olduğu tahmin edilir. İntansif sistemlerdeki sulama sistemleri genelde her bir m<sup>2</sup> başına 1.60\$ ve 3.20\$ arasında bir maliyettir (Peck vd. 2003).

Yeşil çatı bakımı, sulamayı, gübrelemeyi ve çapalamayı içerir ve bitkilerin yerleştirilmesinden sonraki ilk iki yıl içerisinde üst düzeydedir. Bakım, genellikle, kurulan yeşil çatı sisteminin türüne ve yapılan bitkilendirme tipine dayanır. İntansif sistemlerdeki bakım ihtiyaçları, ekstansif sistemlerle kıyaslandığında genellikle daha maliyetli ve daha süreklidir. Hem ekstansif hem de intansif sistemlerdeki bitki bakımını azaltmak için doğal bitkilendirme tavsiye edilir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5.1 Yeşil Çatuların Değerlendirilmesine İlişkin Tasarım ve Uygulama Örnekleri

Bu bölümde yurt dışındaki ve ülkemizdeki çatı bahçeleri araştırılarak, bunların tasarımı ile ilgili bilgi verilmiş, görseller aracılığıyla çatı bahçelerinin proje yapım aşamaları irdelenmiştir.

#### 5.1.1 Yurt içinden örnekler

Yurt içinde genel anlamda yeşil çatı niteliği taşıyan uygulamalardan bu çalışma kapsamında aşağıdaki örnekler incelenmiştir:

- Sensimar Spa Hotel
- Eser İnşaat Hizmet Binası
- Dedeman Otel Çatı Bahçesi
- Afyonkarahisar Parkvizyon Konutları
- Hilton Oteli Çatı Bahçesi
- Yenibosna Kaan Tekstil Fabrikası Çatı Bahçesi

##### 5.1.1.1 Sensimar spa hotel, Antalya

Antalya Side'de bulunan 30 000 m<sup>2</sup>'lik alana sahip hotel projesidir. Hotelin çevresindeki tüm bahçelerin çoğu çatı bahçesi olarak düzenlenmiştir (Şekil 5.1-5.2).

Akdeniz doğal ve kültürel florasının başlıca bitkileri olan *Citrus Limon*, *Olea Europaea*, *Ceratonia Siliqua*, *Citrus Sinensis*, *Citrus Aurantifoliagibi* türler peyzajın hacim kazanmasına yardımcı olmaktadır. Otelin çatı alanları, duvarları, peyzaja yeşil karakteri ile



katkıda bulunmaktadır. Modern bir dille tasarımılandırılmış Türk sanat unsurları, peyzaj içinde mütevazı biçimde kullanıcıya Anadolu ortamını sunmaktadır. Peyzaja taşınmış olan Spa konsepti, masaj, dinlenme gibi işlevlere dış mekanda da yer verilmiştir.

Çatıda oluşacak yükün azaltılması amacıyla bitki yetiştirme ortamı olarak toprak yerine ponza dolgu üzerine yapay çim uygulaması yapılmıştır.



Şekil 5.1 Sensimar Hotel perspektif çizimi (Anonim 2013a)



Şekil 5.2 Sensimar Hotel genel görünüm (Anonim 2013a)

Hotelin birçok yerinde yeşil çatı kullanılmış olması sebebiyle, plan, kesit, detay çizimleri ve mekanlardan görüntüler kısım kısım incelenmiştir.

*Birinci kısım;* tesisat odaları, kapalı yüzme havuzları gibi kullanımların olduğu alanın üst kısmı çatı bahçesi olarak tasarlanmıştır. Betonarmenin en kuvvetli olduğu yerde sahte tepeler yapılmıştır. İçi toprak ile doldurularak bitkiler kullanılmıştır. Çakıl içinde tasarlanan tepeler suni çim ile kaplanmıştır. Suni çim kullanılmasının nedeni ağırlık olmaması ve bakım yapmamak olarak düşünülmüştür (Şekil 5.3-5.10).

*İkinci kısım;* lokantanın üst kısmıdır. Oturma alanlarının bulunduğu teras olarak kullanılmaktadır. Toprak derinliğinin daha fazla olması gereken ve ağaç kullanılacak yerlerde ahşap saksılar kullanılmıştır (Şekil 5.11-5.16).

*Üçüncü kısım;* sunset teras olarak adlandırılmıştır. Şezlonglu yeşil alan, oda müşterilerinin kendi özel mekânları olarak tasarlanmış ve ahşap saksı içinde yoğun yeşil doku kullanılarak

hem alandan ayrılması hem de müşterinin rahatlığı için gizlenmesi sağlanmıştır. Terasın ahşap zeminli alanı ise barın ve oturma alanlarının bulunduğu genel otel müşterileri tarafından kullanılan bir alan olarak tasarlanmıştır. Koku oluşumunu önlemek için sulaması sabah saatlerinde yapılmaktadır (Şekil 5.17- 5.22).

*Dördüncü kısım;*otelin üst lobisidir. Diğer kullanım mekanlarının üzerinde yer aldığından dolayı çatı bahçesi olarak adlandırılabilirler. Masa sandalyelerin, koltukların bulunduğu oturma alanı olarak tasarlanmıştır (Şekil 5.23-5.25).

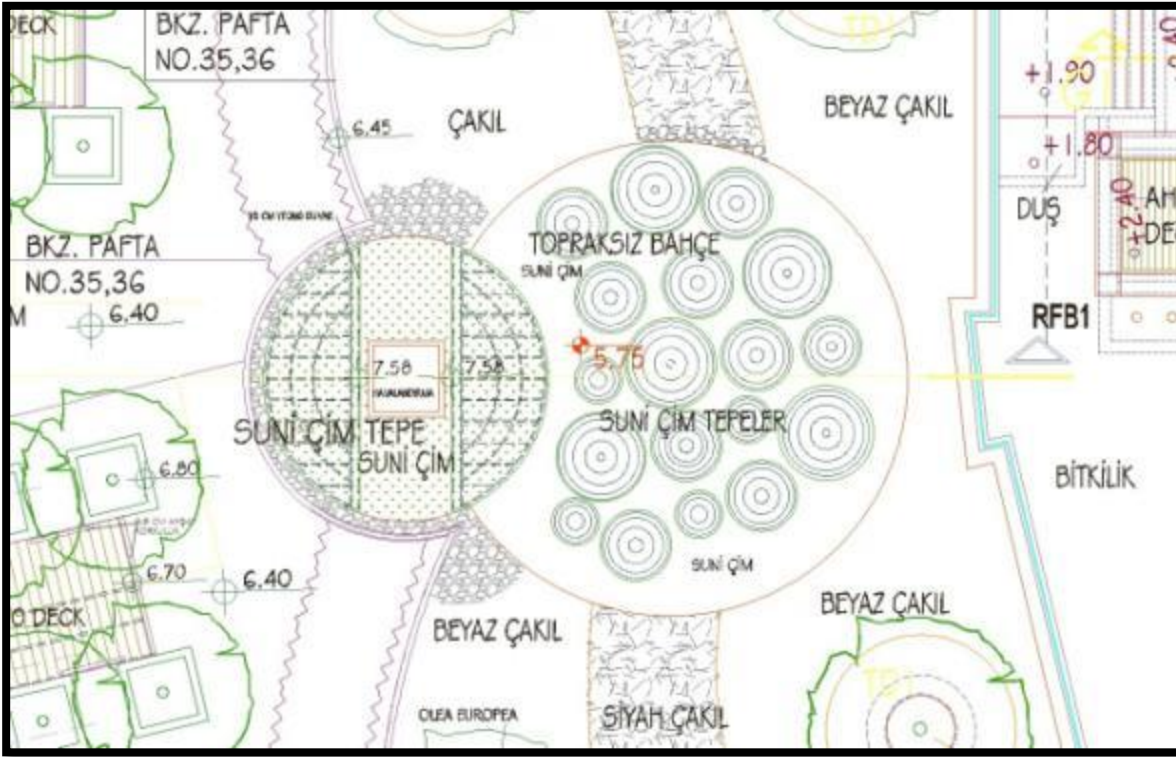
*Beşinci kısım;*otopark ve makine odalarının bulunduğu alanın üst kısmıdır. Bir süs havuz ve şezlonglara yer verilerek kullanışlı bir alan oluşturulmuştur. Havuzun duvar ile kalan kısmı yapay kaya ile sınırlandırılarak yeterli toprak yüksekliği elde edilmiş ve yoğun bir yeşil doku elde edilmiştir (Şekil 5.26-5.29).

*Altıncı kısım;*tesisat odasının üzerinde yer alması ve bitkilendirilmiş mekânlar ile yüzme havuzunun ayrı mekan olarak kullanıma açılmış olması sebebiyle çatı bahçesi olarak adlandırılabilir (Şekil 5.30-5.32).

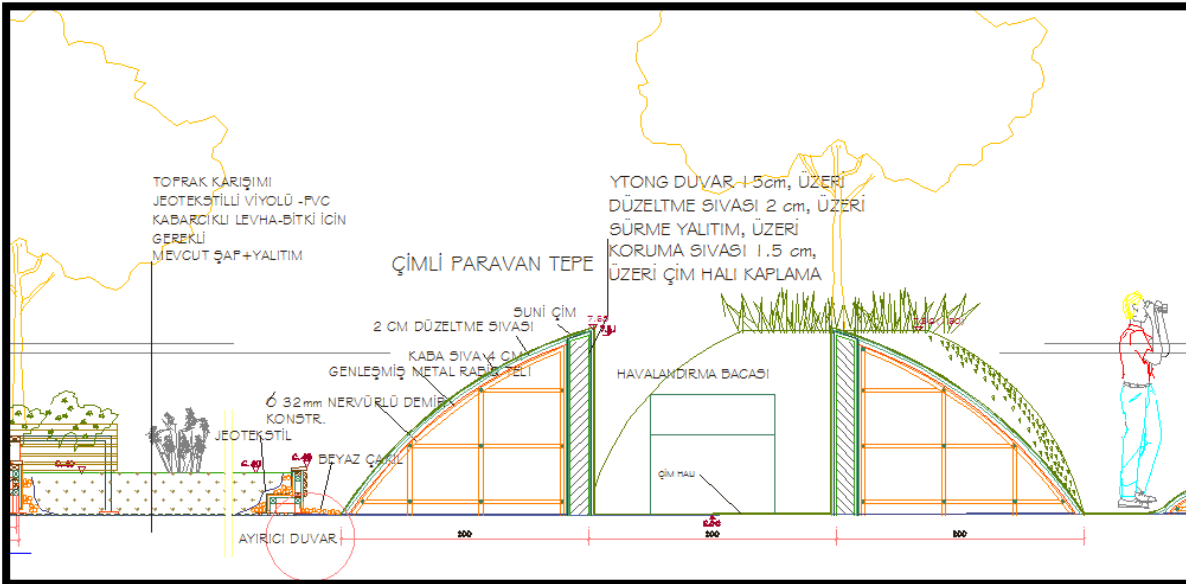
*Yedinci kısım ise,* Bar cafe olarak tasarlanan bir çatı bahçedir (Şekil 5.33-5.34).

Bu projede kullanılan tüm çatı bahçeleri mekan özelliği taşıdığından ve üzerine binen yük metrekare başına belli bir miktar olduğundan intansif çatı bahçesi olarak kabul edilebilir. Aynı zamanda bu çatı bahçesini tam sistemler grubuna dahil edebiliriz.

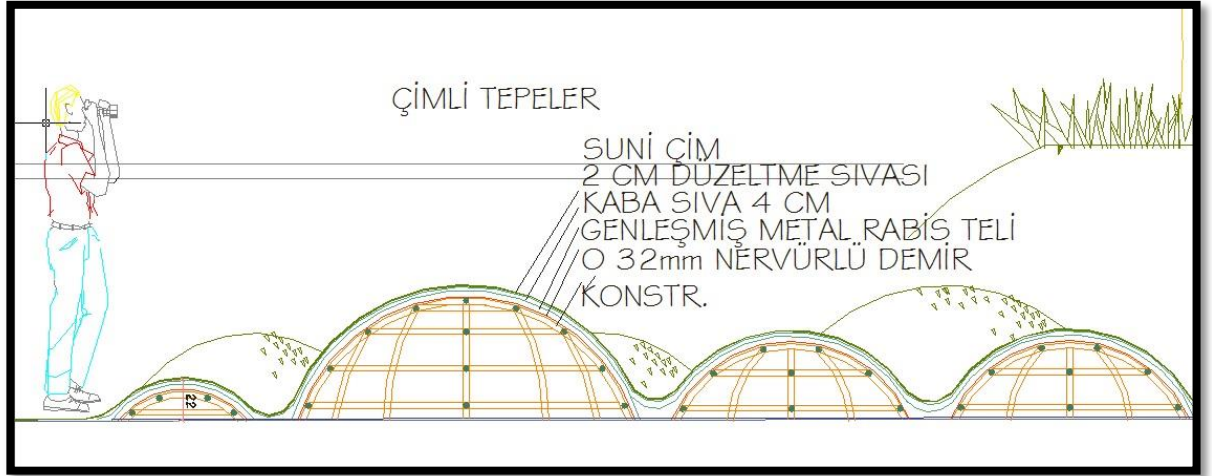
Bu projedeki çatı bahçeleri yüzme havuzu, lobi, barcafe, çim tepe gibi kullanıcıya birbirinden farklı mekanlar sunmaktadır. Bu da çatı bahçelerinin çok yönlü kullanıma yönelik olduğunu gösteren güzel bir örnektir.



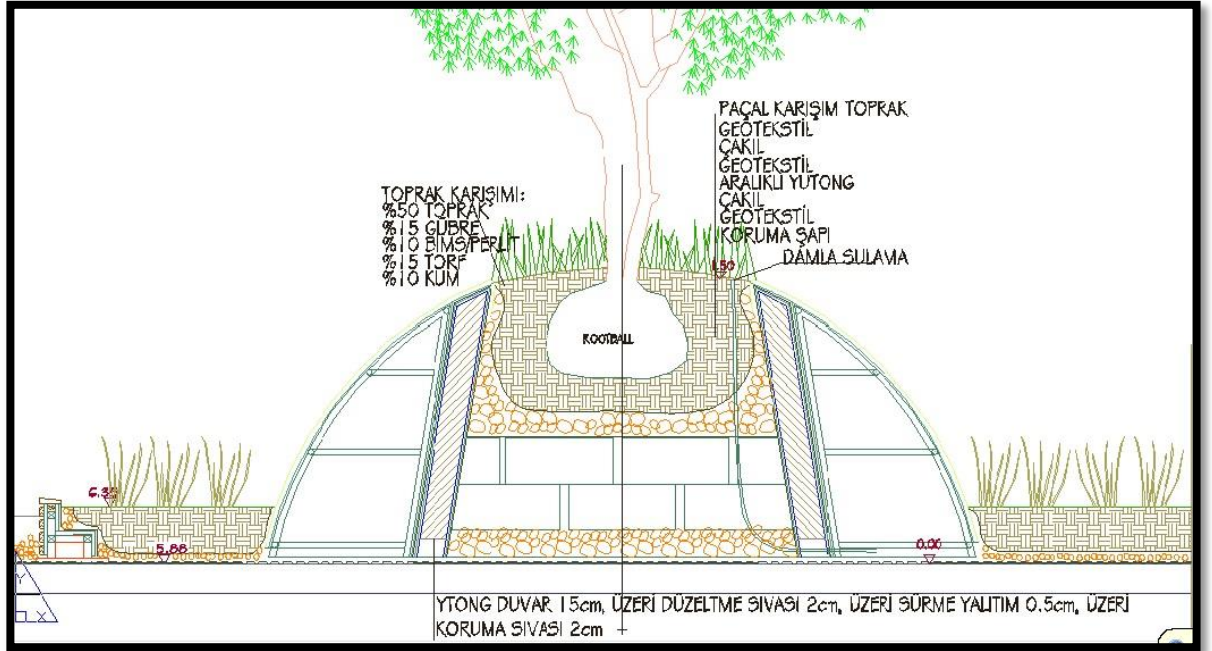
Şekil 5.3 Sensimar Hotel birinci kısım plan çizimi (Anonim 2013a)



Şekil 5.4 Sensimar Hotel birinci kısım çimli paravan tepeler (Anonim 2013a)



Şekil 5.5 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepeler (Anonim 2013a)



Şekil 5.6 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepe detayı (Anonim 2013a)



Şekil 5.7 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepelerin yapım aşaması (Anonim 2013a)



Şekil 5.8 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepelerin yapım aşaması (Anonim 2013a)



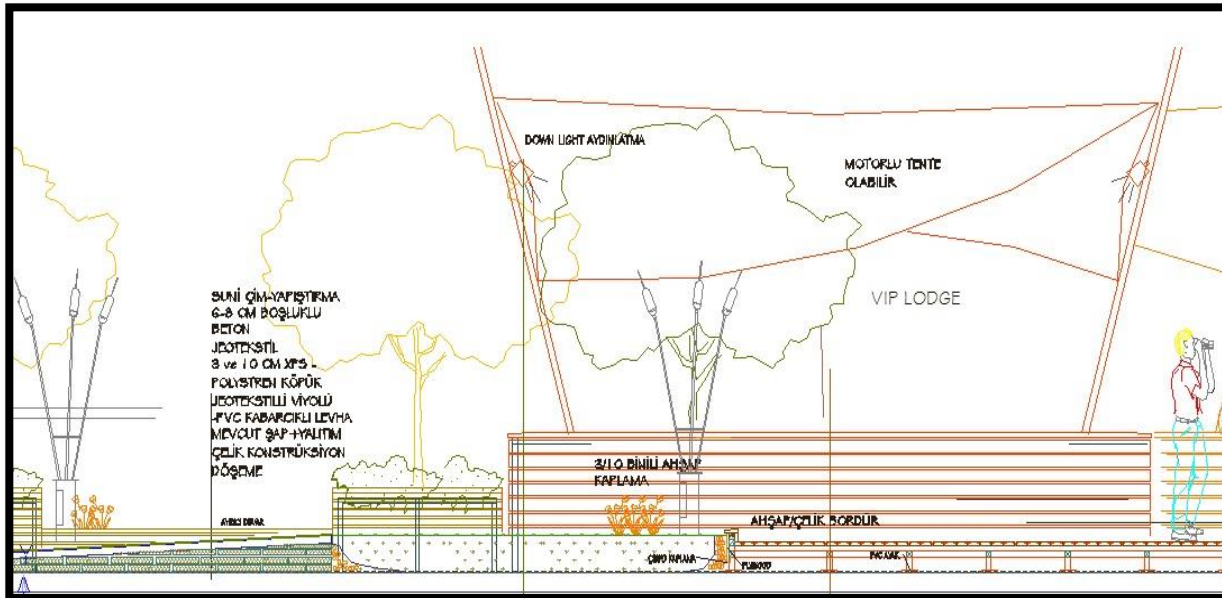
Şekil 5.9 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepelerin yapım aşaması (Anonim 2013a)



Şekil 5.10 Sensimar Hotel birinci kısım çim tepelerden bir görüntü (Anonim 2013a)



Şekil 5.11 Sensimar Hotel ikinci kısım plan çizimi (Anonim 2013a)



Şekil 5.12 Sensimar Hotel ikinci kısım çatı bahçesi kesit çizimi (Anonim 2013a)





Şekil 5.13 Sensimar Hotel ikinci kısım proje yapım aşamalarından bir görüntü (Anonim 2013a)



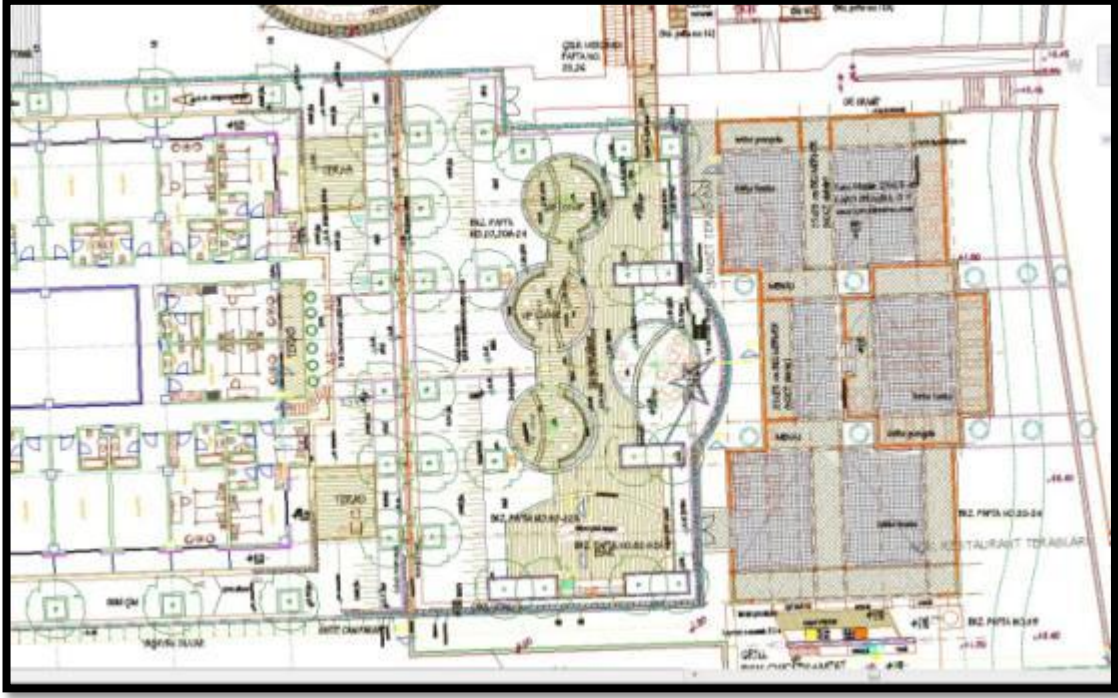
Şekil 5.14 Sensimar Hotel ikinci kısım lokanta üstü çatı bahçesinden görüntüler (Anonim 2013a)



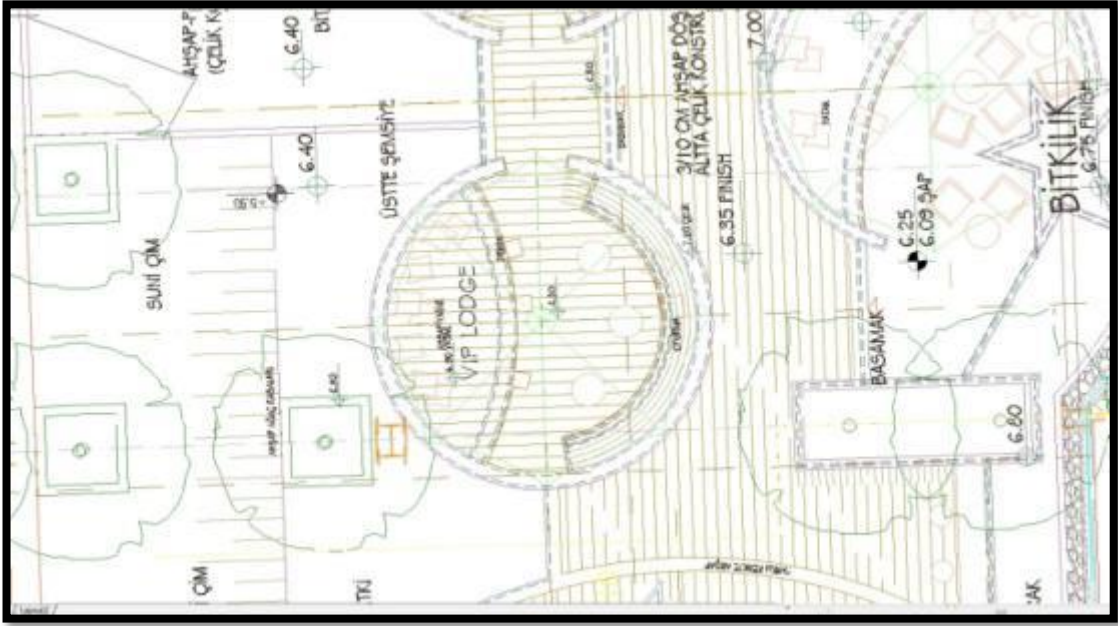
Şekil 5.15 Sensimar Hotel ikinci kısım lokanta üstü çatı bahçesinden görüntüler (Anonim 2013a)



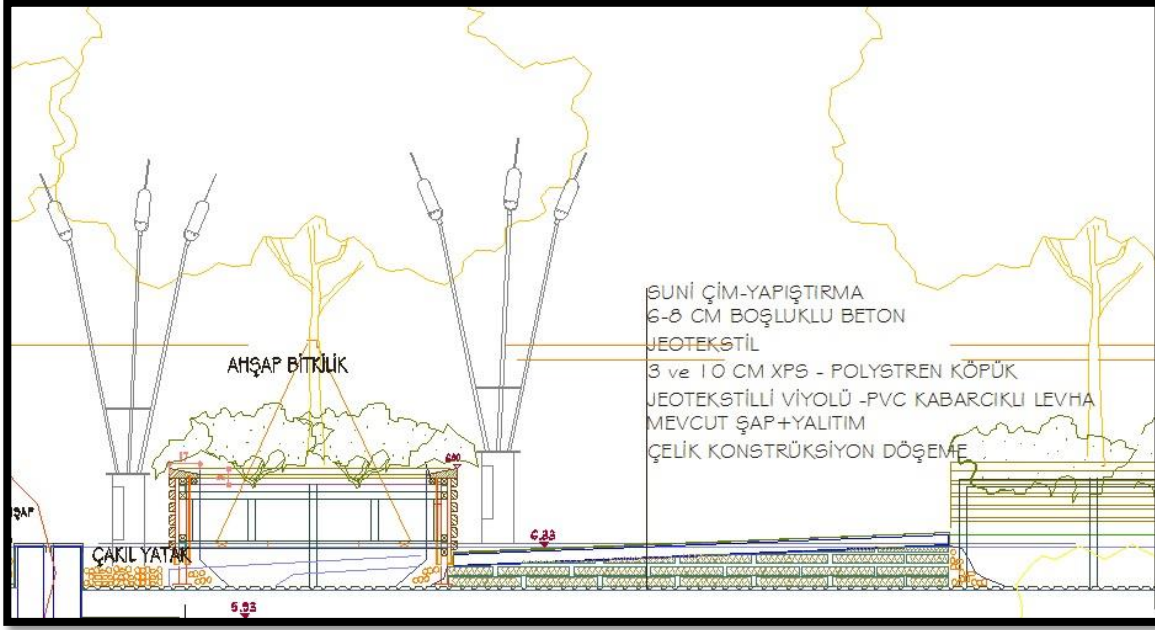
Şekil 5.16 Sensimar Hotel ikinci kısım lokanta üstü çatı bahçesinden görüntüler (Anonim 2013a)



Şekil 5.17 Sensimar Hotel üçüncü kısım lokanta üstü çatı bahçesi plan çizimi (Anonim 2013a)



Şekil 5.18 Sensimar Hotel Üçüncü kısım lokanta üstü çatı bahçesi plan çizimi (Anonim 2013a)



Şekil 5.19 Sensimar Hotel üçüncü kısımdan kesitler (Anonim 2013a)



Şekil 5.20 Sensimar Hotel üçüncü kısım uygulama çalışmalarından bir görüntü (Anonim 2013a)



Şekil 5.21 Sensimar Hotel üçüncü kısım restoran üzeri çatı bahçesi (Anonim 2013a)



Şekil 5.22 Sensimar Hotel üçüncü kısım restoran üzeri çatı bahçesi (Anonim 2013a)



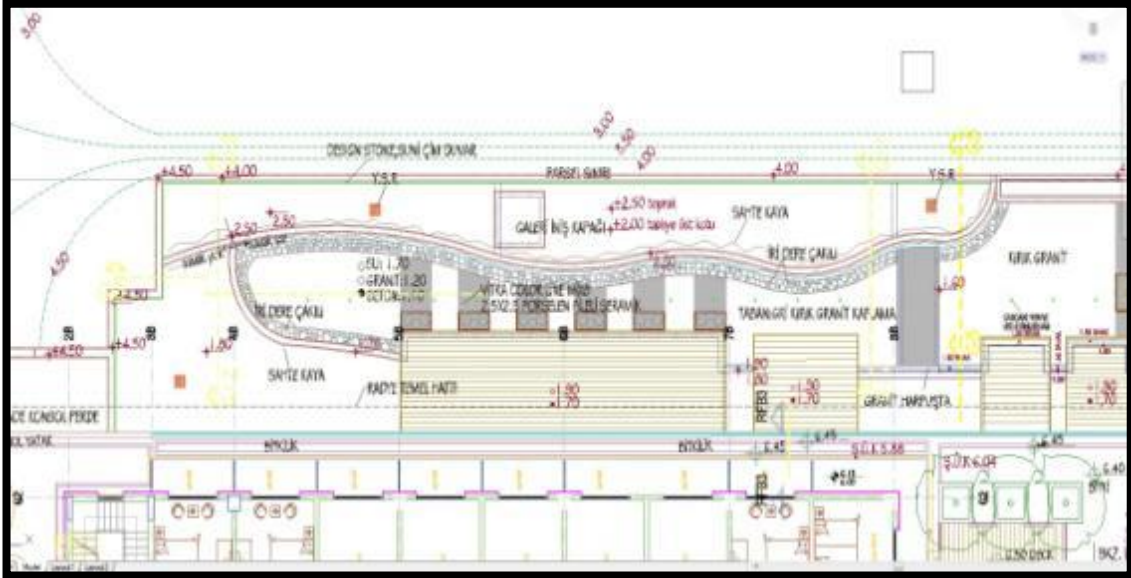
Şekil 5.23 Sensimar Hotel dördüncü kısım otel üst lobi teras çatı planı (Anonim 2013a)



Şekil 5.24 Sensimar Hotel dördüncü kısım, otel üst lobi terası yapım aşamalarından bir görüntü (Anonim 2013a)



Şekil 5.25 Sensimar Hotel dördüncü kısım otel üst lobi terasından görüntü (Anonim 2013a)



Şekil 5.26 Sensimar Hotel beşinci kısım plan çizimi (Anonim 2013a)



Şekil 5.27 Sensimar Hotel beşinci kısım yapım aşamalarından bir görüntü (Anonim 2013a)



Şekil 5.28 Sensimar Hotel beşinci kısım yapım aşamalarından bir görüntü (Anonim 2013a)





Şekil 5.29 Sensimar Hotel beşinci kısım çatı bahçesi bir görüntü (Anonim 2013a)



Şekil 5.30 Sensimar Hotel altıncı kısım plan çizimi (Anonim 2013a)



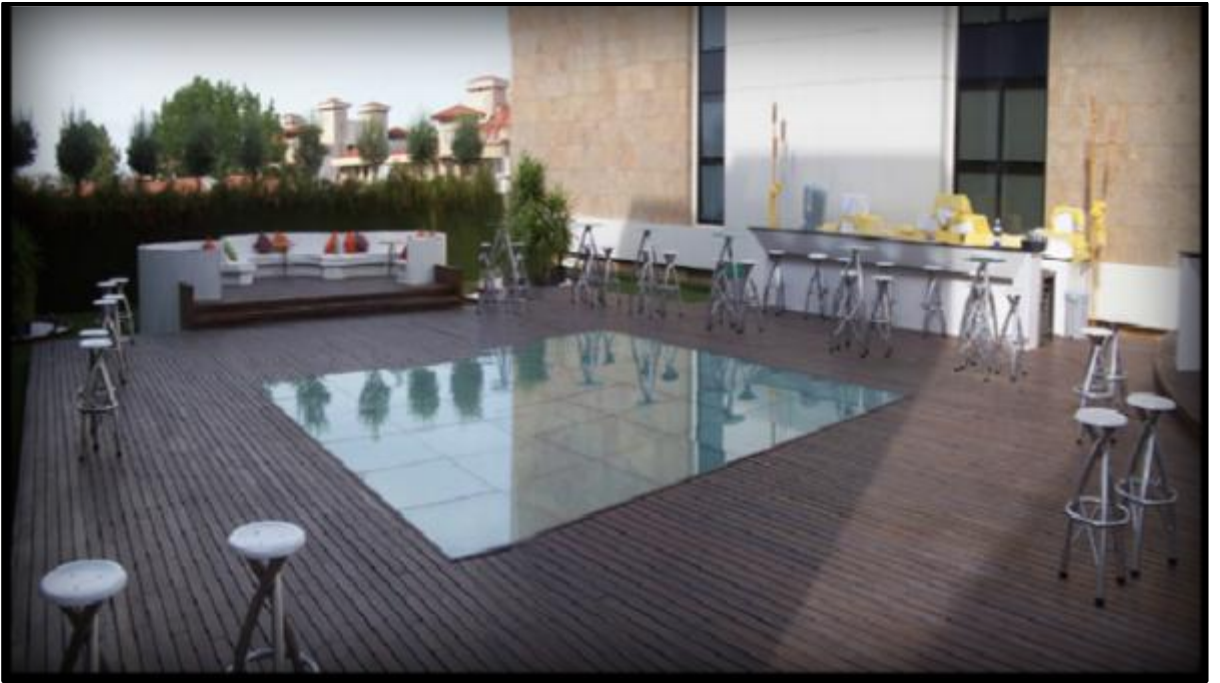
Şekil 5.31 Sensimar Hotel altıncı kısım yapım aşamalarından bir görüntü (Anonim 2013a)



Şekil 5.32 Sensimar Hotel altıncı kısım tesisat odasının üzerinde tasarlanan havuz ve çevresinden görünüm (Anonim 2013a)



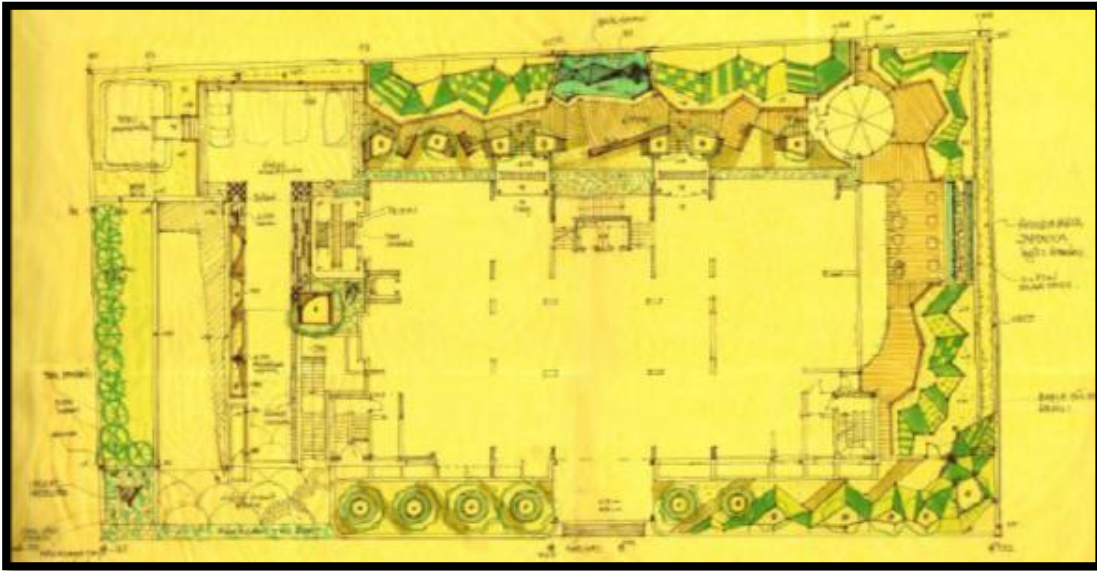
Şekil 5.33 Sensimar Hotel yedinci kısım plan çizimi (Anonim 2013a)



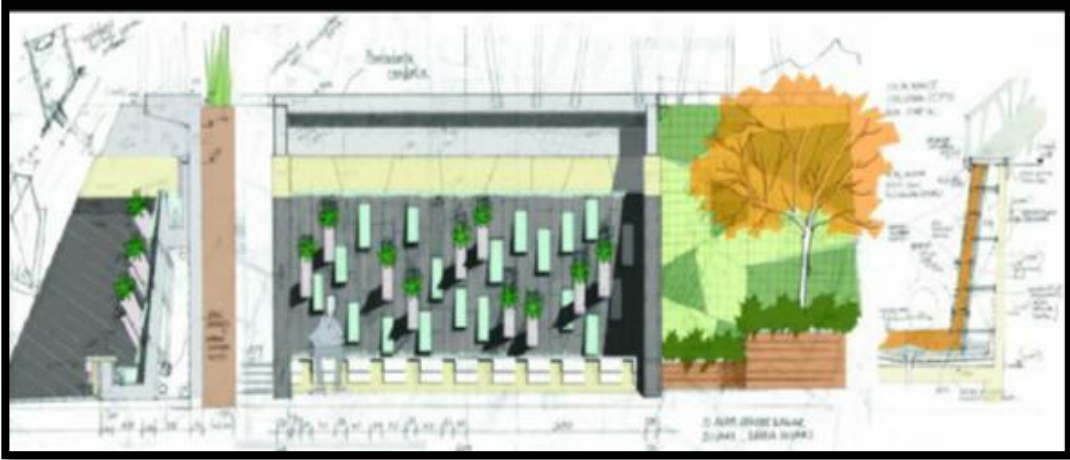
Şekil 5.34 Sensimar Hotelyedinci kısım teras çatıdan bir görüntü (Anonim 2013a)

### 5.1.1.2 Eser inşaat genel merkez binası, Ankara

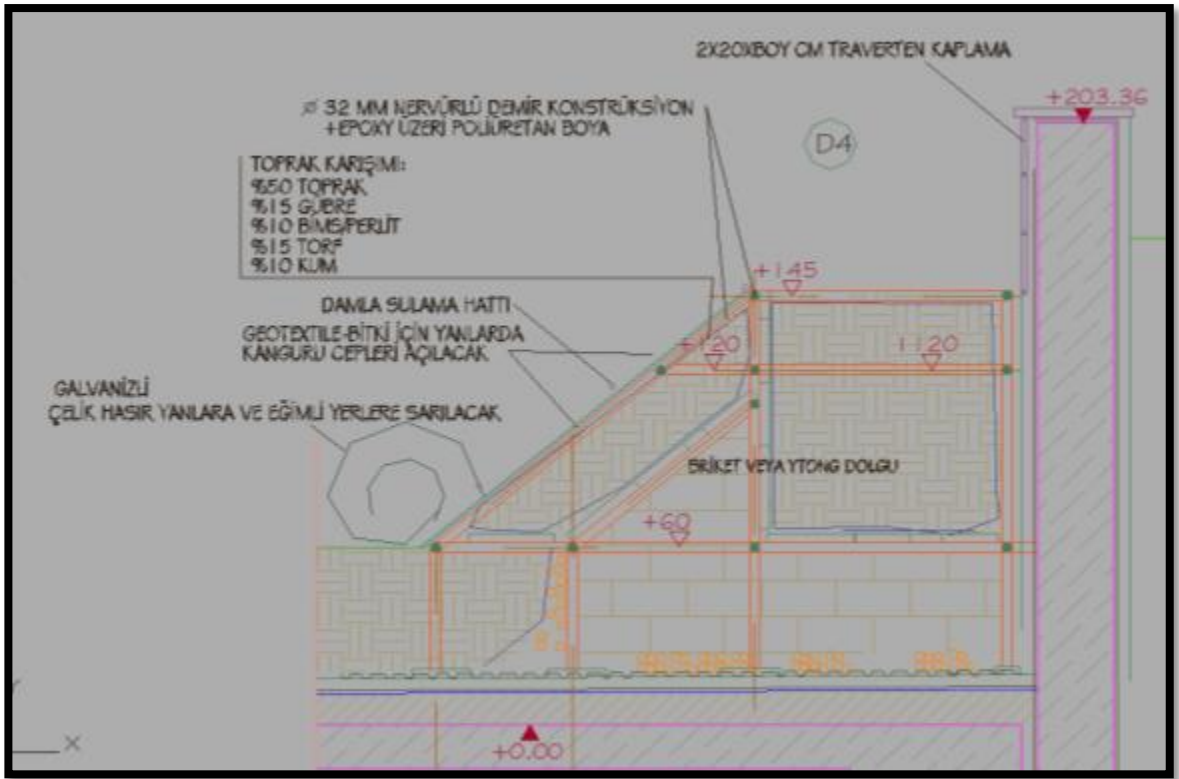
Konsept olarak zen felsefesinden yola çıkılmış ve kullanılan malzemeler içinde beş temel element olan hava su toprak ateş ve ahşap kavramlarının kullanımı ile doğallığın modernlikler buluşturulduğu bir tasarım ortaya çıkmış. Ön ve arka bahçe tamamıyla çatı bahçesi olarak kullanılmaktadır. Yeşil dokunun dikey olarak kullanılması ise, alanda yer kaybına sebep olmadığı gibi çatı bahçesinde doğanın taşınmasına büyük katkı sağlamıştır.



Şekil 5.35 Eser inşaat genel merkez binası arka ve ön bahçenin tümü otopark üstü kullanım çatı bahçesi (Anonim 2013a)



Şekil 5.36 Eser inşaat genel merkez binası duvarda çeliklerle tutunan toprak detayı (Anonim 2013a)



Şekil 5.37 Eser inşaat genel merkez binası yeşil duvar detayı (Anonim 2013a)



Şekil 5.38 Eser inşaat genel merkez binası arka bahçesinden görünüm (Anonim 2013a)



Şekil 5.39 Eser inşaat hizmet binası arka bahçesinden görünüm (Anonim 2013a)



Şekil 5.40 Eser inşaat hizmet binası arka bahçesinin yapım aşamalarından görüntüler  
(Anonim 2013a)



Şekil 5.41 Eser inşaat hizmet binası arka bahçesinin yapım aşamalarından görüntüler  
(Anonim 2013a)

### 5.1.1.3 Dedeman otel çatı bahçesi, Ankara

Ankara dedeman otelin 1500 m2 lik alana sahip teras katıdır. Önceleri yüzme havuzunun bulunduğu alandan, kullanılmadığı için kaldırılan yüzme havuzu yerine, düğünlerin ve kokteyllerin yapıldığı bir çatı bahçesi olarak tasarlanmıştır. Şekil 5.45 - 5.46 - 5.47 - 5.48’ de görüldüğü gibi simetrisinin olmadığı, yüksek duvarlarda farklı tasarımların öne çıktığı bir çatı bahçesidir. Suyun ve farklı aydınlatmanın kullanımı ile alanda dengeli bir tasarım göze çarpmaktadır. Yeşil alan ve bitkilendirmeye az yer verilmiş olmasına rağmen, metrekare başına çatı taşıyıcı sistemine getirecekleri yükün fazla olmasından dolayı, bu örnek de intansif çatı bahçesine örneğine girmektedir.

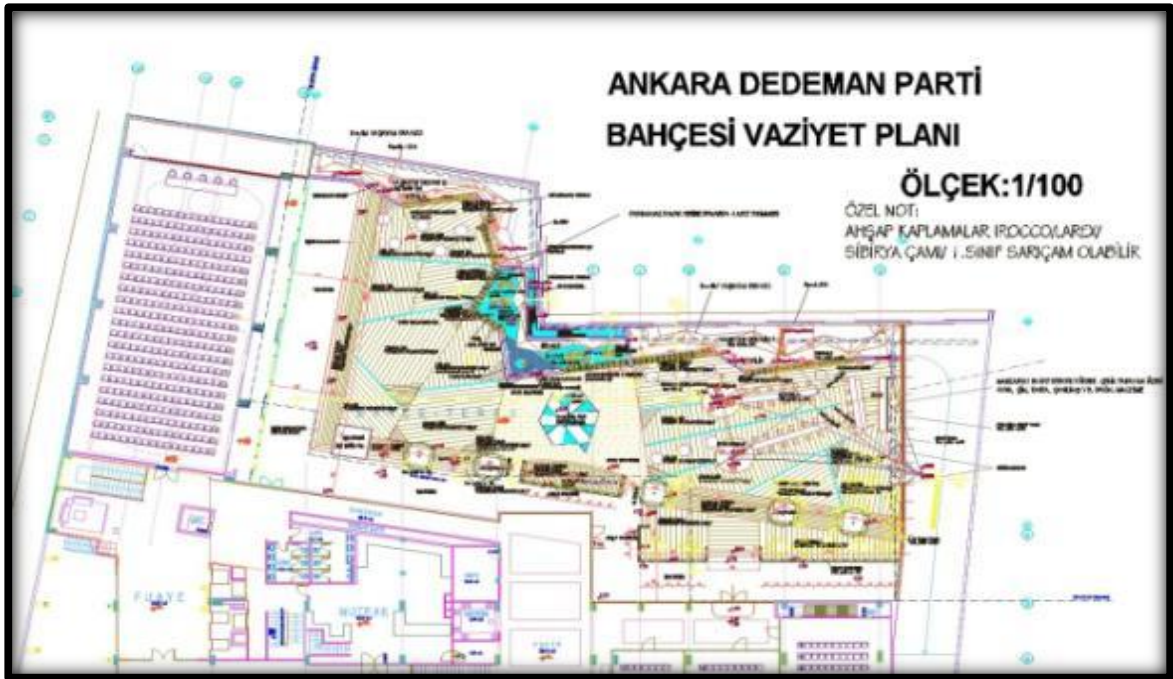


Şekil 5.42 Dedeman otel çatı bahçesi perspektif görünüş (Anonim 2013a)





Şekil 5.43 Dedeman otel çatı bahçesi planı el çizimi (Anonim 2013a)



Şekil 5.44 Dedeman otel çatı bahçesi planı (Anonim 2013a)



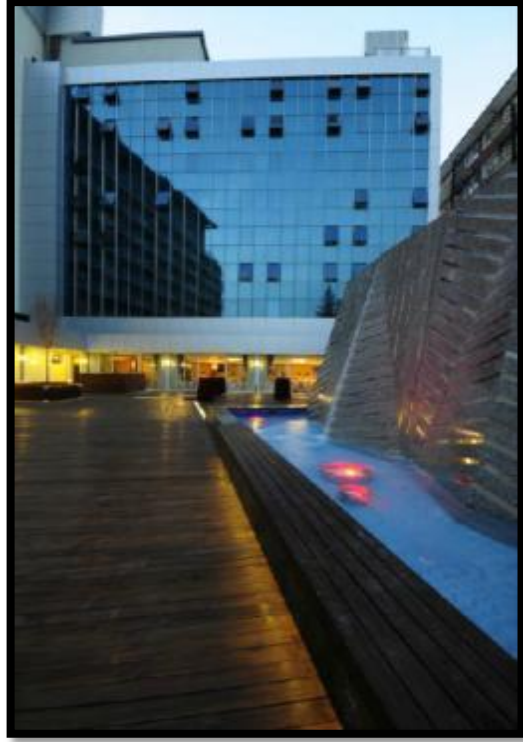
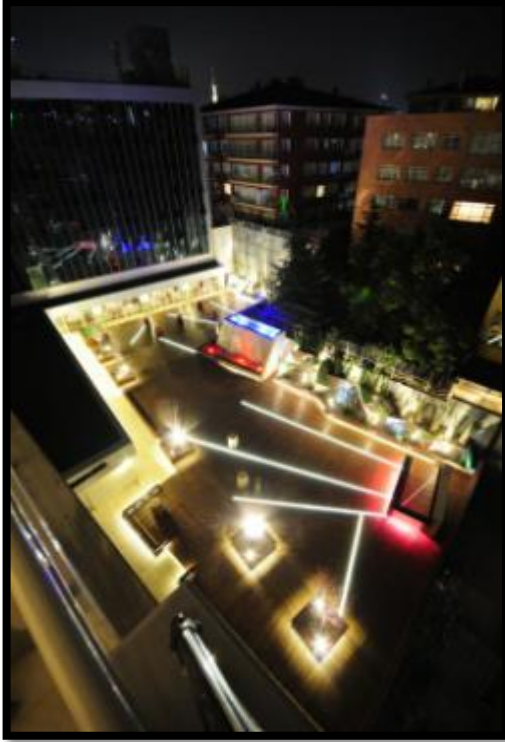
Şekil 5.45 Dedeman otel çatı bahçesi (Anonim 2013a)



Şekil 5.46 Dedeman otel çatı bahçesi (Anonim 2013a)



Şekil 5.47 Dedeman otel çatı bahçesi (Anonim 2013a)



Şekil 5.48 Dedeman otel çatı bahçesi (Anonim 2013a)

#### **5.1.1.4 Afyonkarahisar parkvizyon konutları, Afyon**

64 daireli Parkvizyon Konutlarının yeşil alanının 1226 m<sup>2</sup>'si altında kapalı otopark planlandığı için çatı bahçesi olarak projelendirilmiştir.

Otopark rampası yanlarında kaskatlı havuz ve havuzun yanından iskele tarzında ahşap deckler ile bahçeye girilmektedir. Projede yüzme havuzuna yer verilmiştir. Sirkülasyon hattı tüm bahçeyi dolaşmaktadır ve yüzme havuzuna geçişler vardır. Yolların kesiştiği noktalarda küçük meydancıklar tasarlanmıştır. Alanın küçüklüğü nedeniyle küçük bir çocuk oyun alanına yer verilmiştir. Otopark çatısı üzerinde tesis edilecek bahçede suyun drenajı için otopark sınırı boyunca kanallar tesis edilmiştir. Otoparkın havalanması için 8 adet baca yapılmıştır. Süs havuzu ve çocuk oyun alanı, çevresinde kanalların olması sebebi ile yalıtımdan önce asmolen ve grobeton ile şekillenmiş ve çatı bahçesi yalıtım katmanları ise bu sert zemin üzerine uygulanmıştır.

Yüzme havuzu çevresinde 120 santimetrelilik yürüme yolları, yüzme havuzu tarafındaki yeşil alanlarda suyun hapsolmemesi ve kenarlardaki drenaj kanallarına ulaşımında sorun olmaması için, yalıtım katmanları tamamlandıktan sonra yapılacaktır.



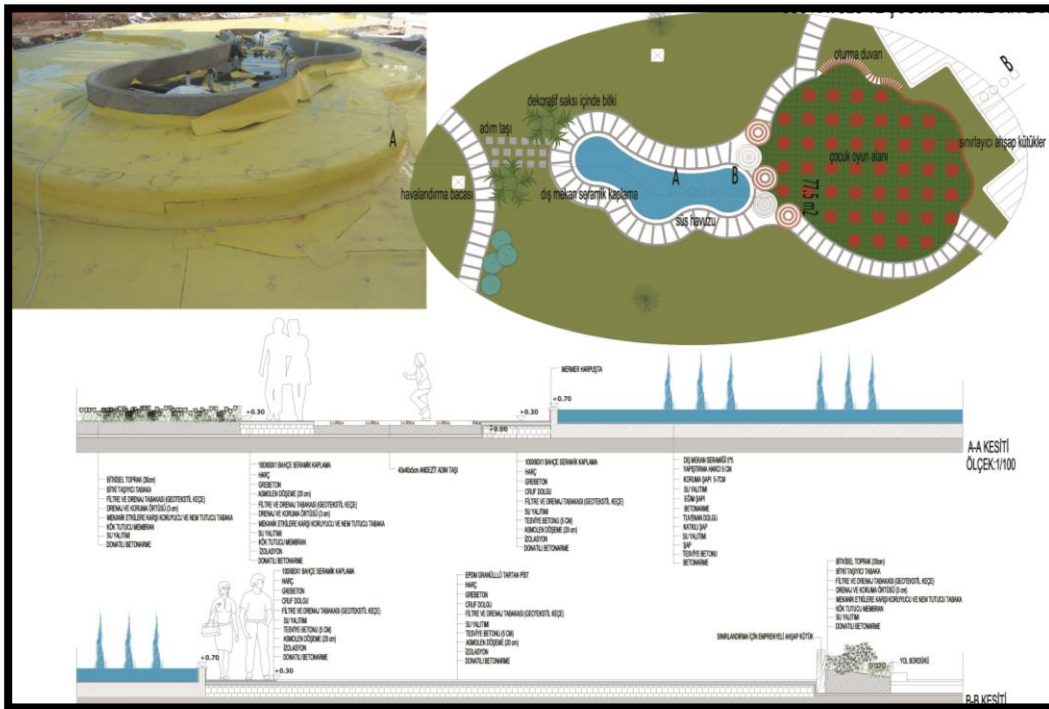
Şekil 5.49 Parkvizyon Konutları Peyzaj Projesi (Anonim 2013b)



Şekil 5.50 Otopark alanı üzerine konumlandırılan çatı bahçesi (Anonim 2013b)



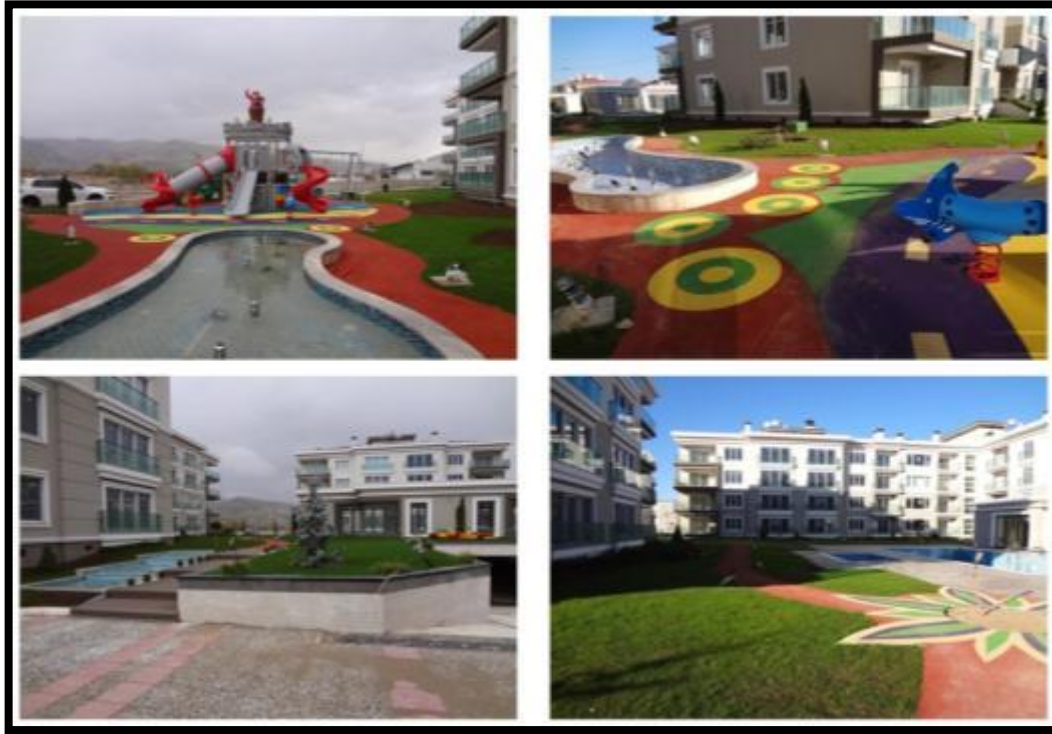
Şekil 5.51 Parkvizyon Konutları Havuz ve Bodrum Planı (Anonim 2013b)



Şekil 5.52 Süs havuzu ve çocuk oyun alanı plan ve kesiti (Anonim 2013b)



Şekil 5.53 Parkvizyon Konutları proje uygulama aşamaları (Anonim 2013b)



Şekil 5.54 Parkvizyon Konutları Peyzajı (Anonim 2013b)

### 5.1.1.5 Hilton oteli çatı bahçesi

İstanbul'un en eski çatı bahçelerinden biri olan bu alan, İstanbul Harbiye'deki Hilton Oteli'nin arka tarafında bulunan ek otel binasının üzerinde yer almaktadır. Klasik çatı bahçesi sistemiyle oluşturulan bu bahçenin, ana otel binasının bahçesi ile arasında bir geçiş bulunmaktadır ve bu bahçe üzerinde yürürken, alanın çatı bahçesi olduğunu anlamak mümkün değildir. Otelin ön ve arka bölümlerindeki bahçeler de otopark, depo, kazan dairesi gibi yapıların üzerinde yer aldığından dolayı çatı bahçesi olarak adlandırılabilirler. Bu bahçeler, bina yapılmadan önce planlanmış ve yapının yük taşıma kapasitesi buna göre belirlenmiştir. Ancak bahçe klasik sistemle uygulandığından dolayı, bu tip bir sistemle var olan bir binaya bitkilendirme yapmak oldukça zordur (Ekşi, 2006).

Bunun nedeni, bu tip sistemlerin oldukça ağır olmasıdır. Hilton Oteli çatı bahçesi, İstanbul'daki ilk örneklerden biri olduğundan dolayı oldukça önemli bir alandır ve estetik açıdan önemli bir işleve sahiptir. Bu bahçe, oldukça büyük ağaçlara ve çalılara sahiptir. Bu yüzden intansif çatı bahçelerine iyi bir örnek olarak verilebilir (Ekşi, 2006).



Şekil 5.55 Hilton Oteli çatı bahçesinin üstten görünüşü (Ekşi, 2006)

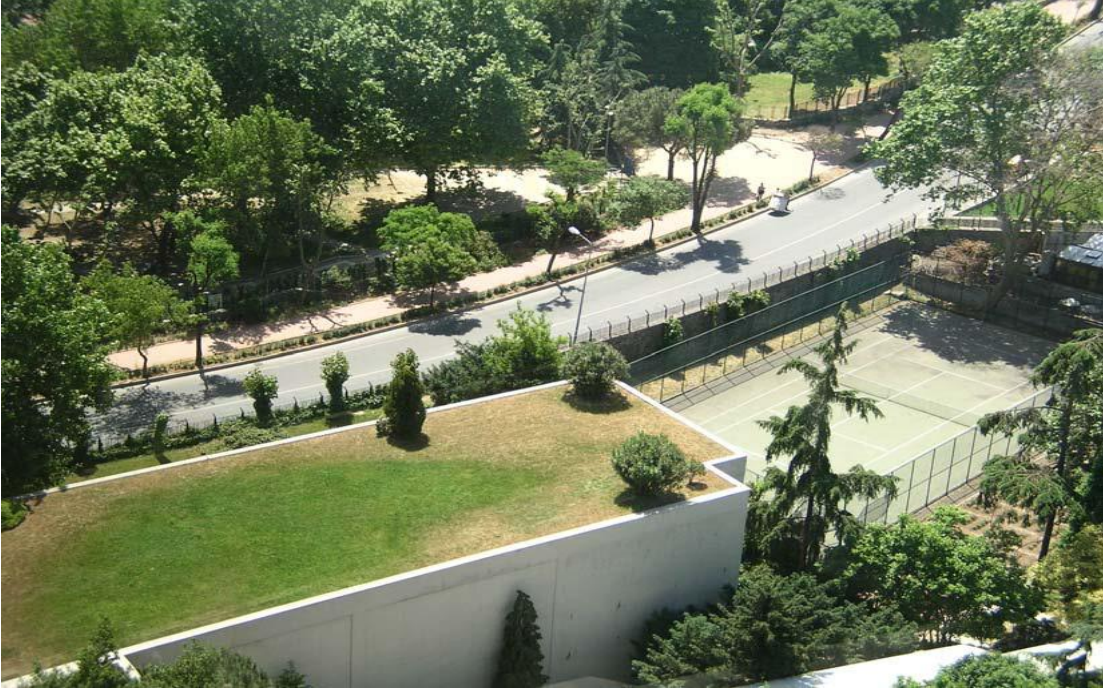




Şekil 5.56 Hilton Oteli küçük otel binası üzerinde bulunan çatı bahçesi (Ekşi, 2006)



Şekil 5.57 Ön bölümde, otelin giriş kısmında, otopark üstünde bulunan bahçeler (Ekşi, 2006)



Şekil 5.58 Çatı bahçesinden diğer bir görünüm (Ekşi, 2006)

#### **5.1.1.6 Yenibosna Kaan tekstil fabrikası çatı bahçesi, İstanbul**

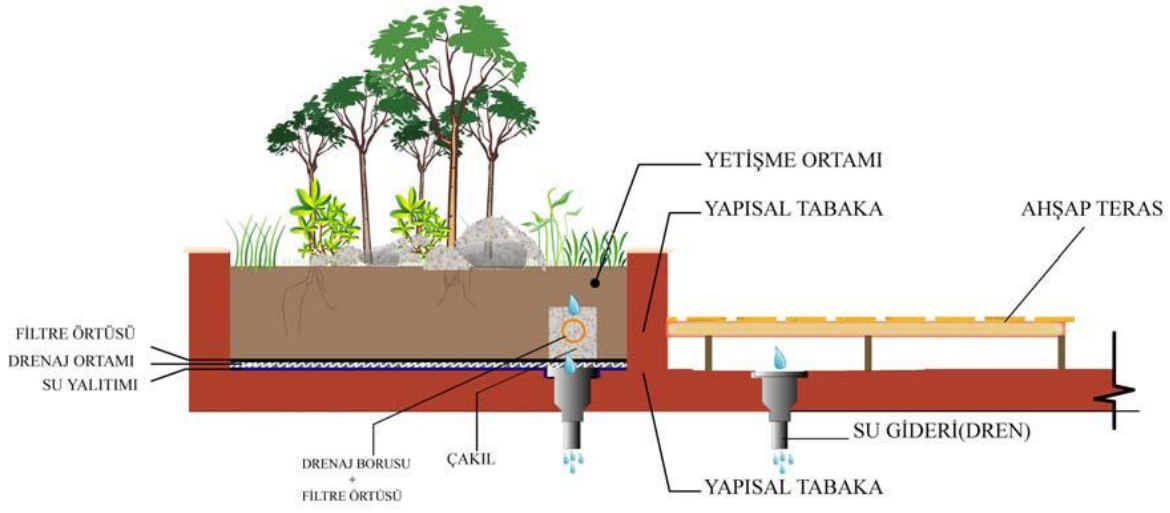
İstanbul Yenibosna’da bulunan bir fabrikanın üst katında yer alan çatı bahçesi, ürünlerin sergilendiği bölümü çevrelemektedir ve yaklaşık 80 cm. toprak dolgusuna sahiptir. Binanın çevresindeki tüm bahçe ve binanın üzeri çatı bahçesi olarak düzenlenmiştir. Giriş kotundaki bahçe alanının altında yemekhane, depo ve garaj gibi yapılar yer almaktadır (Ekşi, 2006).

Bina inşa edilmeden önce bu alanların çatı bahçesi olarak düzenlenmesi amaçlanmış ve bu yüzden binanın yapısal sistemi, çatı bahçesine yapımına uygun olarak oluşturulmuştur. Çatı bahçesinin oluşturulmasında herhangi bir çatı bahçesi firmasından yardım ya da destek alınmamıştır. Firmanın bünyesindeki bir mühendis, çatı bahçesinin yapımına danışmanlık yapmış ve geriye kalan kısımlar firmanın kendi bünyesindeki bahçıvan ve işçiler tarafından oluşturulmuştur (Ekşi, 2006).

Bu çatı bahçesinin seçilmesinin sebebi, binanın oldukça büyük bitkilere sahip olması ve çatı bahçesinin uzunca bir zamandır sorunsuz bir şekilde ayakta kalmış olmasıdır. Bu yapıda ilginç olan, çatı bahçesinin altında, özel bir kök koruma tabakası bulunmamasına ve ekstansif çatı bahçelerinde kullanılan bir drenaj katmanı kullanılmasına rağmen, herhangi bir su sızıntısı yada drenaj problemi yaşanmamış olmasıdır (Ekşi, 2006).

Alanda, çatı bahçelerine özel teknikler kullanılmamış olmasına rağmen, bahçe oldukça başarılı olmuştur. Bahçe yeni tip, plastik bazlı bir drenaj ortamına ve tek katmanlı bir su yalıtım örtüsüne sahiptir. Ancak bu tabakaların üzerine, standart çatı bahçesi sistemlerinde olduğu gibi herhangi bir koruma katmanı yada kök koruma tabakası getirilmemiştir. Bu tabakaların üzerine yaklaşık 80 cm. kalınlığında toprak tabakası serilmiş ve yer seviyesindeki bahçelere benzer bir drenaj sistemi uygulanmıştır. Bahçe yüzeyinin altında su giderleri bırakılarak, bitkiliklerin kenarını dolaşacak şekilde delikli drenaj borusu geçirilmiş ve bu boru filtre örtüsüyle (jeotekstil) sarılmıştır. Bu borunun çevresine de çakıl tabakası serilmiştir (Ekşi, 2006).

Bu haliyle bahçenin tam anlamıyla yeni yada eski sistemle uygulandığı söylenemez. Bu yüzden bu bahçede iki tip sistemin karışımından ve bazı eksikliklerden bahsedilebilir. Bahçede toprak yükünü hafifletmek için de özel bir çaba gösterilmemiştir. Bunun nedeni yapının inşaatından önce çatı bahçesine göre planlanması olabilir. Bahçenin detayları ve görünümleri aşağıda verilmiştir (Ekşi, 2006).



Şekil 5.59 Kaan tekstil çatı bahçesi kesiti (Ekşi, 2006)



Şekil 5.60 Binanın dışarıdan grnŐŐŐ (Ekşi, 2006)



Şekil 5.61 Bahçedeki drenaj ve su yalıtımı (Ekşi, 2006)

### 5.1.2 Yurt dışından örnekler

Sağlıklı Kentler için Yeşil Çatılar başlığında estetik açıdan ve çevresel faydaları yönünden örnek teşkil eden projeler araştırılmıştır.

2008 yılının ödül kazanan projelerinin arasında yer alan tanınmış projeler ekonomik, ekolojik, estetik ve fonksiyon özellikleri göz önüne alınarak muhteşem yeşil formların içine yerleştirilmiş ilgi çeken başarılı örneklerdir. Aynı zamanda Yeniliğin vitrini, bilinçlendiren fikirleriyle kazanan uygulamalar büyüyen yeşil alanlardaki mekanlarla bütünleşen binalar arasından seçilmiş projelerdir.

Ödüllendirilen projeler tasarım, araştırma ve siyasi gelişimi de içeren birçok önemli açıdan ele alınarak jüriler tarafından yedi kategoride değerlendirilmiştir.

- Austin Belediye Binası
- The Residences at 900
- K1 Boston Dünya Ticaret Merkezi Batı Podium Parkı
- Vancouver Akvaryumu
- 909 Walnut Fidelity Kule Yapısı
- TWA AŞ Genel Müdürlük Binası
- Kaliforniya Bilim Akademisi Müzesi

### 5.1.2.1 Austin belediye binası



Şekil 5.62 Austin belediye binası (Anonymous 2013z)

Austin Belediye Binası'nın tasarım süreci, tasarım mimarı Antonie Predock'un Balcones Kayalıkları'nı, kireçtaşı kayalıklarını ve bunun yanındaki plato üzerindeki şelaleleri, dereleri, yayılmış canlı meşe ağaçlarını ve tabiatı eskizlemesi ile başlamıştır (Anonymous 2013z)

Mc Kinney Kelley Peyzaj Mimarları ise projeye, Travis Bölgesi'nin kurak, batıya doğru kayalık Edward Platosu ve doğuda derin balçıklı Post Oak Ovası gibi çeşitli ekosistemleri vurgulayarak devam etmiştir. Yüksek çatı teraslarında kayalıklı yamaçların daha kuru bitki türleri belirirken, bina tasarımının düşük kotlu alanları dere kanyonlarının tasarımını sembolize etmektedir. Doğal bitki toplulukları, su verimliliği, yüksek ısı dayanıklılığı ve coğrafi sınıflandırmalara göre gruplandırılmıştır.

Gölgeli dış mekan, amfi tiyatro ve canlı müzik performanslarının yürütüldüğü kültürel bir program olarak adlandırılmaktadır. Çeşitli dış mekanlarla farklı kutlama mekanları da sağlanmıştır.

Kent Konseyi'nin amacı, Belediye Binası'nın doğası ile yeşil binalar için bir model oluşturacak sürdürülebilir bir kamusal bina yaratmaktır. Yeşil çatı üst terasları ve düşük kottaki plaza katları, ziyaretçiler ve öğrenci grupları için haftalık eğitim turlarının konusunu oluşturmaktadır.

En önemli tasarım özelliği yüzey suyunun yeşil çatıları sulaması ve amfi tiyatro için güneş panelleri kullanımınıdır. Kent Isı Adası'nın etkisini azaltma amacıyla, olgun canlı meşeler ve diğer yerli gölge ağaçları eklenmiştir. Proje, Austin'deki ilk LEED altın sertifikasının da sahibidir.

Bir proje olarak Austin Belediye Binası, pratik uygulamaları ile hükümet ve kamusal bina sahiplerine başarılı bir örnek teşkil etmektedir.

### 5.1.2.2 The residences at 900



Şekil 5.63 Yeşil çatı tasarım örneği (Anonymous 2013z)

Chicago’da 900 N. Michigan Bulvarında 30 metre yüksekliğindeki ünlü “Muhteşem Mil” Rezidansları’ndaki dış çatı yüzeyi bahçeleri Midwest tarımsal peyzajından esinlenen bitkilendirme ve yapısal modelleri ön plana çıkarmaktadır. Bu yeşil çatı, gelişmiş bir tasarım ve işçilikle, beklenen yüksek konforu birçok çevresel fayda ile birleştirmektedir. Rezidanslar, etrafı yükselen gökdelenlerle çevrilmiş dalgalanan çimenler ve alliumların ortasında yer almakta olup bu şaşırtıcı yan yanalık, tasarımın anahtar unsurunu oluşturmaktadır. Bina, içinde yaşayanlara belki de kent yaşamında mümkün olmadığını varsaydıkları bir parça doğa ile hitap ederken, hareketli ve telaşlı bir kentte yaşadıklarını da unutturmamaktadır. Çevre binaların sakinleri oradaki mevsimsel değişmelerin, büyümenin ve her baharda yeniden doğuşun güzelliğini görme şansına sahip olmaktadır.



Çatılardaki geleneksel ve ağırlıklı kullanılan tasarım çözümlerinin buradaki kullanımını sınırlandıran yapısal çevre ile mücadele veren tasarım ekibi, standart modüler yeşil çatı sisteminin derinlik, yükseklik ve dokuyu ortaya koyan ve bu çatıyı benzersiz kılacak yaratıcı bir kullanımını geliştirdiler. 12.000 m<sup>3</sup>'lük polistiren izolasyon tabaka 20 cm derinliğindeki yeşil çatı tabakasından 60 cm yüksekliğine kadar büyüebilmektedir. Bu, bina sakinlerinin yürüyüp, rahatlayabildiği 20. katın görüş mesafesinden algılanabilir bir derinliği yakalamayı başaran “bahçe”yi, 250 m<sup>2</sup> döşeme seviyesine yükseltebilmektedir. Bu derinlik algısını geliştirme, farklı uzunluklarda büyüyen çeşitli bitki türleri ile sağlanmakta olup, dört karışık bitki türünün mevsimsel ve çok yıllık bitkilerin ekilmesi ile ortaya çıkardığı çimenlikler, farklılaşan uzunluklar, farklı çiçeklenme zamanları, kış havası ve mevsimsel renk armonisinin yaratılması için tasarlanmıştır.



Şekil 5.64 The Residence at 900 (Anonymous 2013z)

Taş ya da ahşap özellikli ızgaralar ve ahşap malzemedan yapılmış olan 45 m<sup>2</sup>'lik alan, yaz gölgesi ve gece ışıklandırması sunan iki özel tasarımı pergola ile kaplanmıştır. Bu alanlar bina sakinleri tarafından, çatının sadece bir kısmına 60 cm derinliğe dikilmiş olan bitkilerin bitişiklerindeki ofislerin 10. katından görülebiliyor. 27 m<sup>2</sup>'lik alana sahip Japon Lilac ağaçlarından oluşan bir koru ve çalılardan cotoneaster ile yıllık ve mevsimsel renk sağlayarak görüntüyü koruyan bitkiler ile doldurulmuştur.

Daha çok rekreasyon amaçlı tasarlanan büyük taşlı bu alan çok sayıda masa-sandalye ve etrafını çevreleyen yaklaşık 1.300 m<sup>2</sup> lik alandaki çimler ve mevsimsel olarak renk değiştiren çalılar ön plana çıkmaktadır. Bahçe gün ışığındaki görüntüsü, binayı çevreleyen yüksek gökdelenlerin gece aydınlatmasındaki etkili kent ışıklarına yakınlığından yararlanarak canlı bir hava kazanmaktadır. Çatı, aynı zamanda enerji tasarrufu sağlayarak hemen yanında yer alan konferans, müzik etkinliği, toplantı salonundaki sesin azaltılmasında da birçok fayda sunmaktadır (Anonymous 2013z).

### 5.1.2.3 Boston dünya ticaret merkezi batı podium parkı



Şekil 5.65 İntansif bir çatı bahçesi (Anonymous 2013z)

Boston Dünya Ticaret Merkezi'nin yeraltında bulunan otoparkının bir parçasının üstünü örten Batı Podium Parkı Dünya Ticaret Merkezi Batı Kulesi ve Seaport Oteli arasında konumlanmaktadır. 2.700 m<sup>2</sup>'den oluşan bu yeşil çatının metrekaresi ortalama 60 Dolar'a mal olmuş ve iki katta da uygulaması yapılmıştır. Her biri toplam yüzey alanın %50'sini kapsamakta olup, İki katta da ortalama derinlik 12 – 90 cm arasındadır. Üst kat sulanmayan geniş yeşil çatıyı, alt kat yoğun bir peyzaj alanını oluşturmaktadır.

2003 yılında tamamlanan 3 katlı bu alan, yeşil çatının binayla bütünleştiği ilk yapılardandır. Bu Yeşil çatı Dünya Ticaret Merkezi Batı Kulesi'nin genel programının bir parçası olup bina tasarımında enerji koruma standartları göz önünde bulundurulmuştur. Mekanik ekipman yerleştirilirken estetiğin yanında verimlilik de maksimum ölçüde dikkate alınmıştır. Örneğin su soğutucuların birimler her katta gerekli olan soğutmayı sağlayarak, parkın alt katındaki yoğun peyzajlı alana herkes girebilmektedir.



Şekil 5.66 Batı Podium Park (Anonymous 2013z)

Batı Podium Park kentin içinde güzel bir refüj görünümü vermenin yanı sıra endüstriyel ve ticari binaların da bu tip yaşayan mimari örneklerinden birisi olabileceğini gözler önüne sunmaktadır (Anonymous 2013z).

#### 5.1.2.4 Vancouver akvaryumu



Şekil 5.67 Ekolojik çatı bahçesi örneği (Anonymous 2013z)

Vancouver Akvaryumu'ndaki canlı duvar, yerli uçurum ekolojisini kopyalayarak ziyaretçilere yeşil duvarın faydalarını anlatmak üzere tasarlanmıştır. Proje bütünüyle ekoloji, yerli bitki türleri, sıcak su yönetim stratejileri, yeşil çatılar ve sürdürülebilir bir peyzajla neler başarabileceğini ortaya koymaktadır.

Yeşil duvarlar, müşterilerin ilgi alanına uygun eğlenceli bir mekan oluşturarak karışık sokaklar ve yan yana otoparkların yakınında tercih edilecek yeşilliklerin oluşturulması fikriyle ortaya çıkmıştır.

Tasarım aşamasında, farklı birçok zorluklar ortaya çıkmış. Geleneksel yeşil duvar teknolojileri bu alan için çok zayıf kalmış. Sabit sulama sistemi ve sınırlı kök gelişimi kış ikliminde ilgi görecektir bitki türleri seçimine sınırlamalar getirmiştir.

Proje öncesinde on beş bitki türü yeşil evin şartlarında test edilmişlerdir. Performans ve özellikleri temel alınarak sekiz tür bitki seçilmiştir. %100 yüzeyde toplanmış yağmur suyu kullanımı ve yavaş damlama teknolojisi su ihtiyacını yaklaşık %50 oranında azaltmıştır. Bitkilerin su ve gübre ihtiyacı panel başına iki otomatik damlama sulama sistemi ile temin edilmektedir. Bu proje de LEED Altın Sertifikası'nı almaya hak kazanan projelerden bir tanesi olmuştur.

#### 5.1.2.5.909 walnut fidelity kule yapısı



Şekil 5.68 909 Walnut Kulesi'nin yeşil çatısı (Anonymous 2013z)

Bu intansif 909 Walnut Fidelity Kule Binası, Missouri'deki en yüksek apartman binası olarak yüksek standartlı yaşam için otuz dört güzel, geniş, ferah lüks sùitlerini yenilemektedir. Esasen, 1931'de bir banka olarak inşa edilen kulede ofis mekanları da yer almaktadır.

909 Walnut Kulesi'ni, 929 Walnut Binası'na bağlayan yeni sekiz katlı garaj, alanı diğer yüksek konumlu yaşama alanlarının bir parkta bulabileceği oturma ve toplanma mekanı oluşturulacak gürlükte bir mekandır. Bu yenilikçi projenin geliştiricileri, yüksek nüfus

yoğunluklu Kansas şehir merkezinde rekreasyonel yoğunluğu artırmayı düşünmüşler ve devlet desteği olmadan bu projenin en güvenilir destekçileri olmuşlardır.

Kansas şehir merkezi 4,5 milyon dolar'lık bir yenilemenin tam ortasında yer almasına rağmen, bu on yıllık süreç içinde Kansas şehrinin finans merkezinde önceden varolan yapılar üzerinde sınırlı yatırım yapılmıştır. Yerleşim bölgesindeki her gelişme yeşil alan yokluğundan olumsuz etkilenmiştir. Kansas'da az sayıda, nispeten uzak, gürültülü, korunmasız ve bölünmüş mekanlardan oluşan yeşil alanlar bulunmaktadır.



Şekil 5.69 909 Walnut Kulesi'nin yeşil çatısı (Anonymous 2013z)

Tasarım konsepti, yaşayanlara lüks bir Avrupa otelinde veya tatil yerinde kendilerini güvende ve rahat hissetmeleri için oluşturulmuş küçük mekanlar ile eşdeğer bir rahatlık sağlamak olmuştur. Bahçe aynı zamanda, mülk sahiplerinin komşuları ile bir araya gelebileceği ana binalardan ayrı oturma mekanları da sunmaktadır. Hatta evcil hayvanlar için de ayrı bir alan bulunmaktadır.

909 Walnut Kulesi'nin yeşil çatısı Kansas şehri boyunca artış gösteren onlarca yeşil çatının da temel ilham kaynağı olmuştur. Sık sık düzenlenen davetler, profesyonel modellik çekimleri, eğitim toplantıları ve yeşil tasarım websiteleri ile bu yeşil çatı, Kansas'daki finans merkezinin bir ikonu haline gelmiştir (Anonymous 2013z).

#### 5.1.2.6 TWA AŞ genel müdürlük binası



Şekil 5.70 Kahverengi çatı bahçe örneği (Anonymous 2013z)

Kansas Missouri'deki, TWA Anonim Şirketi Baş Müdürlüğü Binası, bir tarihi koruma ve sürdürülebilir tasarım tanıtımı projesidir. Ekip, sınırlı yatırım sermayesiyle en olası yollarla yenilikçi, çevresel bilince sahip iş çıkarmaya çalışırken katı devlet kuralları ve federal koruma rehberince belirlenmiş tasarım kararları ile de mücadele vermiştir.

1956 yılında inşa edilmesinden bu yana binayı, çatısının kusursuz düz yüzey yapısının su geçirmez ve estetik özellikleri süslemektedir. 91 cm yıllık yağış oranının olduğu bir iklimde düz çatılar iç drenaj sistemleri ile belki de en pratik tasarım çözümü olmadığı ifade

edilmiştir. Yine de tarihsel modernist mimarinin karakteristik bir örneği olarak binanın profiline çok fazla müdahale etme şansı yoktur. Ayrıca binanın 4. katının en iyi görüş açısı içinde kuzey ve doğu yönünde buharlaşana ya da bina içine sızana kadar görülen küçük bir gölcük oluşmakta, siyah yüzey de yaz aylarında ısı artışı yaratmaktadır.



Şekil 5.71 TWA Anonim Şirketi Baş Müdürlüğü Binası, Kansas Missouri (Anonymous 2013z)

Çatı kullanımları yerli ve geçici kuşlara, böceklere, göçmen kelebeklerden de özellikle Monarch kelebeğine doğal ortam sunuyor. Artı, bitişik bina oluşumları arasında gelişmiş kentsel peyzaj görünümü de sağlamaktadır.

Tasarım sürecinin başlangıcında, geliştirici ve mimar bu projenin esas bileşeni olarak bitkilendirilmiş bir çatıyı kurgulamışlardır.



Orjinal binanın mimari mirasına saygı duyulsa da güzellik ve rahatlık için yeni bir imkanlar bütünü olarak açılan TWA AŞ Genel Müdürlük Binası'nın yeşil çatısı, geniş endüstriyel/ticari yeşil çatıların inanılmaz bir potansiyeli barındırdıklarını göstermektedir (Anonymous 2013z).

#### 5.1.2.7 Kaliforniya bilim akademisi müzesi



Şekil 5.72 Kaliforniya Bilim akademisi Müzesi (Anonymous 2013z)

Modüler atı sistemi kullanılmış olup ekstansif bir çatı bahçesidir. San Fransisko'nun kalbi, Golden Gate Parkı yakınında Kaliforniya Bilim Akademisi Müzesi, dünyadaki hiçbir doğal tarih müzesinde görülmemiŐ bir yeşil çatıya ev sahipliği yapmaktadır. Çatıdaki 2.500 m<sup>2</sup> byklĞindeki yeŐillendirilmiŐ alan kentsel ekoloji ve canlı mimarlık eğitimlerine ithafta bulunan en ileriye dönük sergilerinden birini oluşturmaktadır.

Renzo Piano'nun başarılı tasarımlarından birisi olan yapı, San Fransisko'nun topografik yapısınının özelliklerini çatısı üzerinde sürdürmektedir. Çatıda iniŐli çıkıŐlı, dik,

kubbeleşmiş yapılar vardır. Bu bitkilendirmede sıkıntı yaratan bir durumdur. Teknik sorunları çözmek için, Rana Creek fayda sağlayan bir çatı sistemi oluşturmasına yardımcı olacak bir tasarım ekibi ile çalışmıştır. Bu süreçte anahtar bitki, bakterilerce ayrıştırılabilen, güçlendirilmiş ve hızla yenilenebilir hindistan cevizi elyafı olmuştur. Bu teknik, bitkiler için suyun biriktirilmesi ve bitkinin büyümesine kadar suyun tutulmasına yardım edebilmektedir.

Çatının eğimli yamaçları doğal bir havalandırma ve soğutma sistemi olarak işlemektedir. Temiz hava, bitkilendirilmiş yüzeyce soğutulmuş binanın girişine verilmektedir. Artı, ısınan kütle, nem ve ısı yalıtımını sağlayan çatının bina iç mekanında normal çatı yapılarına göre daha soğuk bir ortam yaratması beklenmektedir. Bu enerji tasarrufları deneysel olarak da gözden geçirilmiş ve sonuçlar “2008 Sürdürülebilir Topluluklar için Çatıların Yeşillendirilmesi Konferansı”nda açıklanmıştır.

Çatı aynı zamanda yaklaşık 7,5 milyon m<sup>3</sup>'lük yağmur suyunun ziyan olmaması için zemin katında bu suyun yaklaşık %70'ini tutarak çatının tekrar sulanması için kullanılabilir duruma getirilmektedir (Anonymous 2013z).

## **5.2 Sonuç ve Öneriler**

Kentlerde yeşil alanların yeterli düzeye ulaşabilmesi için ilgili meslek disiplinleri planlama ve uygulama aşamasında birlikte yer almalıdır.

Ülkemizde yeşil çatı uygulamaları son yıllarda artmakla birlikte bu uygulamalar yeteri kadar yaygın değildir. Kent içinde bulunan mevcut yeşil alanlar büyük bir çoğunluğunun yerel yönetimlerce yapılması ve bu yapıların deyim yerinde ise “Bürokratik Yapılar” olamaması nedeniyle, estetik ve işlevsel özellikleri açısından kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte değildir.

Bu nedenle yapıların işlevselliği kısıtlı imkanlar ve dar bakış açıları nedeniyle ihtiyaca cevap vermemekle beraber, bireysel yeşil alanların oluşturulmasında da öncü ve örnek olma

durumundan yoksundur. Yoğun yapılaşmanın olduğu kentlerde yeşil çatılar ekolojiye ve çevreye olumlu katkıda bulunur ve kentlerin nefes almasını sağlayarak yaşam kalitesini artırır. Oluşturulacak yeşil çatı sistemleri kent silüetini değiştireceği gibi aynı zamanda “yeşile” ilgiyi arttıracak, bunun bir neticesi olarak sosyal ve kültürel değişimlere neden olacaktır.

Aynı zamanda, kentlerde zamanla ömrünü yitirmiş ya da çeşitli nedenlerden dolayı tahrip edilmiş yeşil alanların, yapıların çatıları yeşillendirilerek yeniden elde edilmesi mümkün olabilir. Bu bağlamda yeni inşa edilecek binaların ve/veya mevcut binaların çatıları yeşil çatı olarak tasarlanarak ve kullanılarak çevre kirliliğinin önlenmesine katkıda bulunulacaktır.

Enerji tasarrufuna imkan sağlaması, çatı ömrünü uzatması, görsel etkide artı değerler yaratması gibi konularda mülkiyet sahiplerine finansal veya kişisel avantaj sağlayarak yeşil çatıların kullanımını ilerletmeye katkı sağlayacaktır.

Özel yararları yanı sıra da kamu yararına da sel suyu yönetimi, kentsel iklimin dengelenmesi, biyo-çeşitliliğin ve doğal ortamın ilerlemesi, yeşil çatı konstrüksiyonunun daha iyi yaşam ve çevre niteliğine ve uzun vadeli düşük maliyete sahip olmasını sağlarken, yerel ve şehir otoriteleri tarafından planlanan politikaların ve düzenlemelerin benimsenmesini teşvik edecektir.

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 olumsuzluk izlenmektedir.

- Teknoloji transferi olarak da adlandırılabilir olan ilk yöntemde; yurtdışı firmalarının kendi iklimsel koşullarına göre ürettiği sistemler; Türkiye’deki tasarımcı ve kullanıcılara doğrudan aktarılarak ithal hazır paket sistemler olarak sunulmaktadır.

- İkinci 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 sorun; Ülkemizdeki bilimsel kurumların yapacağı araştırma geliştirme çalışmaları ile çözülmesi mümkün olabilir.

Konu ile ilgilenenlerin sistemleri yerinde görmesi, literatür çalışması yapması ve bu sistemlerin ülkemiz iklim ve sosyal koşullarına adapte edilmesi noktasında çalışılması gerekmektedir. Bu tür araştırmalara geçildiğinde, ülkemizde de benzer uygulamalar yapılabilir. LEED yeşil çatı sertifikasyonu için değerlendirme programı olarak en yetkin programlardan birisidir ve sürekli geliştirilmektedir. Ülkemiz koşullarında, kullanıcı istek ve ihtiyaçları da göz önüne alınarak kullanılabilir. FFL yeşil çatı standartları diğer yeşil çatı standartlarına kaynaktır, geniş kapsamlıdır ve birçok ülke tarafından kabul edilerek yaygınlaşmıştır. Türkiye de bu sistemleri kullanabilir. FFL standartlarının farklı bölge ve iklim şartlarında uygulanabilirliği, ülkemizde de farklı iklim bölgelerinde kullanım olanaklarını arttırabilir.

Ayrıca yerel yönetimlerin bu konuda yapacağı bilgilendirmeler ve teşvikler neticesinde yeşil çatı uygulamaları artırılmalıdır. Bu sayede yakın bir gelecekte yeşil çatı uygulamalarının ve yetişmiş eleman ihtiyacının artarak yaygınlaşması umut edilmektedir.

## KAYNAKLAR

Anonim 2005. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları. TS 825. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim 2013a. Vista Urban Design and Landscape Architecture Office, Vista Kentsel Tasarım ve Peyzaj Mimarlığı Ofisi, Sözlü görüşme, Ankara.

Anonim 2013b. Çizgi Tasarım Peyzaj Mimarlığı Ofisi, Sözlü görüşme, Afyon.

Anonymous. 2008. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing. Bonn: Ist Ed. Pp 16-17, 72-74.

Anonymous. 2013a. Web Sitesi: <http://www.abgltd.com/green-roofs.html> Erişim Tarihi: 08.02.2013

Anonymous. 2013b. Web Sitesi: [http://www.biblehistory.com/babylonia/BabyloniaThe\\_Ziggurat.htm](http://www.biblehistory.com/babylonia/BabyloniaThe_Ziggurat.htm) Erişim Tarihi: 08.02.2013

Anonymous. 2013c. Web Sitesi: [http://www.bc.edu/bc\\_org/avp/cas/fnart/fa267/FLW\\_robie.html](http://www.bc.edu/bc_org/avp/cas/fnart/fa267/FLW_robie.html) Erişim Tarihi: 08.02.2013

Anonymous. 2013d. Web Sitesi: <http://www.ralphhancock.com/theroofgardensatderry%26toms> Erişim Tarihi: 08.02.2013

Anonymous. 2013e. Web Sitesi: <http://www.eksisozluk.com/> Erişim Tarihi: 10.02.2013

Anonymous. 2013f. Web Sitesi: <http://tr.onduline.com/tr/ondugreen%C2%AE-sistem> Erişim Tarihi: 15.02.2013

Anonymous. 2013g. Web Sitesi: <http://www.catider.org.tr>, Erişim Tarihi: 18.02.2013

Anonymous. 2013h. Web Sitesi: [www.greenroofs.org](http://www.greenroofs.org) Erişim Tarihi: 15.02.2013

Anonymous. 2013i. Web Sitesi: <http://www.greenroofs.com/blog/2011/02/> Erişim Tarihi: 15.02.2013

Anonymous. 2013j. Web Sitesi: <http://www.roofmeadow.com/faqs2.html> Erişim Tarihi: 15.02.2013

Anonymous. 2013k. Web Sitesi: <http://www.bahcesel.net/> Erişim Tarihi: 15.02.2013

- Anonymous. 2013l. Web Sitesi: <http://www.catiizolasyoncu.gen.tr/component/k2/itemlist/category/31-pvc-membran-izolasyonu.html> Erişim Tarihi: 28.02.2014
- Anonymous. 2013m. Web Sitesi: <http://www.uwm.edu> Erişim Tarihi: 15.02.2013
- Anonymous. 2013n. Web Sitesi: <http://www.pvcroofing.org/tag/pvc-roof-recycling/>
- Anonymous. 2013o. Web Sitesi: : <http://www.totalroofsolutionsllc.com>
- Anonymous. 2013p. Web Sitesi: <http://www.berwaldroofing.com/services/waterproofing>  
Erişim Tarihi: 18.02.2013
- Anonymous. 2013r. Web Sitesi: <http://www.raf.com.tr/> Erişim Tarihi: 20.02.2013
- Anonymous. 2013s. Web Sitesi: <http://www.truefoam.com/en/home/insulationproducts/forroofing/roofinsulation.aspx>  
Erişim Tarihi: 20.02.2013
- Anonymous. 2013t. Web Sitesi: <http://www.cassaniasfalti.it/en/coibentazione-tetti.php>  
Erişim Tarihi: 20.02.2013
- Anonymous. 2013u. Web Sitesi: <http://www.bahcesel.net/> Erişim Tarihi: 20.02.2013
- Anonymous. 2013v. Web Sitesi: <http://tr.onduline.com/tr> Erişim Tarihi: 12.03.2013
- Anonymous. 2013y. Web Sitesi: [www.soprema.ca](http://www.soprema.ca) Erişim Tarihi: 14.03.2013
- Anonymous. 2012a. Web Sitesi: <http://www.anacostiaws.org/programs/stewardship/green-roofs> Erişim Tarihi: 30.12.2012
- Anonymous. 2012b. Web Sitesi: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=775>  
Erişim Tarihi: 30.12.2012
- Anonymous. 2012c. Web Sitesi: <http://www.alcomhk.com/xeroflor/reported-installation/2010-winter-olympic>, Erişim Tarihi: 05.12.2012
- Anonymous. 2012d. Web Sitesi: <http://www.abgltd.com/request-file.act?target=270> Erişim Tarihi: 05.12.2012
- Anonymous. 2013z. Web Sitesi: <http://www.floraburada.com/NewsShow.aspx?id=369>
- Akdoğan, G. 1974. Bahçe ve Peyzaj Sanatı Tarihi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 536, Ders Kitabı: 309s., Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Banting, D. Doshi, H. LI, J. ve Missions, P. 2005. Report on the Environmental Benefits and Costs of Green Roof Technology for the City of Toronto. 32s., Ryerson University.

- Barış, M.E. Yazgan, M.E. ve Erdoğan E. 2003. Çatı Bahçeleri. Ders Notları. (Basılmamış), 68 s., Ankara.
- Dunnett, N. And Kingsbury, N. 2008. Planting Green Roofs and Living Walls. Library of Congress, 328 p., London.
- Ekşi, M. 2006. Çatı ve Teras Bahçelerinde Kullanılan Konstrüksiyon Elemanları ve Yeni Yaklaşımlar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 138 s., İstanbul.
- Getter, K.L. Rowe, D.B. 2006. The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development, Hort Science, 41(5): 1276-1285.
- Güneş, G. 1996. Ankara Kenti Ekolojik Koşullarında Çatı Bahçesi Düzenleme İlkeleri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, 142s., Ankara.
- Koç, Y. ve Gültekin B.A. 2010. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 15- 16 Nisan. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Tınaztepe Yerleşkesi, 11s., İzmir.
- Küçükerbaş, E. 1991. Ege Bölgesi Koşullarında Sığ Topraklar Üzerinde Az Bakımla Bitkilendirme Olanakları Üzerinde Bir Çatı Bahçesi Örneğinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, 168s., İzmir.
- Liptan, T. and Strecker, E. 2003. Ecoroofs- A More Sustainable Infrastructure, Presented at Urban Stormwater, Enhancing Programs at the Local Level, February 17- 20. Co-sponsored by US. EPA, Chicago Botanic Gardens and Conservation Technology Information Center. Chicago, Illinois.
- Liu, K. 2004. Sustainable Building Envelope Garden Roof System Performance, NRC-CNRC, RCI Building Envelope Symposium Nov. 4-5: 1-14. New Orleans.
- Luckett, K. 2009. Green Roof Construction and Maintenance. 208 p., London
- Mendler, S. and Odell, W. 2000. The HOK Guidebook to Sustainable Design, John Willey & Sons, Inc, 56 s., Canada.
- McIntyre, L. and Snodgrass, E. 2010. A Professional Guide to Design, Installation, and Maintenance, 287 p., London.
- Osmundson, T. F. 1999. The Changing Technique of Roof Garden Design. Landscape Architecture, Norton Company, 198s., New York.
- Peck, S. and M. Kuhn. 2003. [Design Guidelines for Green Roofs \(PDF\)](#). 22s., Canada .

- Stephens, K.A. Graham, P. and Reid, D. 2002. Stormwater Planning: A Guidebook for British Columbia. British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection, 269 p., Northern Virginia.
- Tokaç, T. 2009. Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri İçin Tasarım Seçeneklerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 143 s., İstanbul.
- Uzun, A. 2002. Çatı Bahçesi Ders Notları [Basılmamış 75 Daktilo Sayfası]. İstanbul.
- Worden, E. 2004. Green Roofs in Urban Landscapes [online]. University of Florida, 12s., ABD.
- Weiler, S. And Barth, K. 2009. Green Roof Systems: A Guide to the Planning, Design, and Construction of Landscapes over Structure, 308 s., Canada.
- Wark, C. 2003. The Construction Specifier. Green Roof Specifications and Standards. 12 p., Chicago.



## **EK 1 Yeşil Çatı Alanlarının Planlanma, Uygulanma ve Bakım Rehberi (FLL)**

Günümüzde mevcut tek kapsamlı yeşil çatı rehberi, Almanya'daki peyzaj endüstri organizasyonu olan Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL)'dur. "Yeşil Çatı Alanlarının Planlanma, Uygulanma ve Bakım Rehberi" olan İngilizce versiyonu 2002'de yayımlanmıştır. Bu doküman, detaylı bir şekilde sel suyu sorunları, dikim ortamının gereklilikleri, drenaj ve katman gereklilikleri ile ilgili bölümleri kapsayarak yeşil çatıların tasarım, konstrüksiyon ve bakımını içerir. Aynı zamanda yeşil çatı bileşenlerinden bazıları ile ilgili yapılan deneyler hakkında bilgi de sağlar.

İngilizce dilindeki FLL 2002 Rehberi, yeşil çatıların planlanması, uygulanması ve bakımı ile ilgili çok detaylı bilgileri içerir. Aşağıdaki paragraf, dokümanın bazı temel öğelerini açıklamaktadır.

Dokümanın ilk bölümü, uygulanabilirlik ve diğer standartlarla olan ilişki ile ilgilidir. Aynı standartların; çatıların yeşillendirilmesi, çatı terasları ve yer altı garajlarına da uygulandığı bilinmektedir.

Belgenin ikinci bölümü yeşil çatı türlerini açıklar: intansif, basit intansif ve ekstansif. Her bir yeşil çatı türünün destekleyebileceği bitkilendirme türü ve bitkilendirmenin başarılı gelişimine katkı sağlayan faktörler ile ilgili rehber sağlar.

Üçüncü bölüm, yeşil çatıların yararları ile ilgili genel bilgi sağlar. Bu bölümü, yeşil çatıların konstrüksiyonu ve binanın yapısının tartışıldığı 4. Bölüm takip eder. Yeşil çatıların başarılı olmasındaki temel faktör çatının eğimi olarak açıklanır. %2'den daha az eğimi olan çatılar (Toronto bölgesindeki çoğu düz çatı da buna dahildir) drenajla ve suyun çatıyı tıkamasını engellemesiyle ilgili özel önlemleri gerektirecektir. Bu bölümde tartışılan diğer konular şunlardır: çatı tasarımları ve yeşil çatıyı kabul etmeye elverişlilik, yapısal çatı yükleri sorunu, malzemelerin uyumluluğu, sulama, çatı alanlardaki drenaj, düşmelere karşı önlemler ve yeşil çatıların yanlışlıkla çevreye olumsuz etki etmediğinin garanti altına alınması.

5. Bölüm, yeşil çatıların teknik yapısal gerekliliklerini açıklar. Çatı penetrasyonu, mekanik hasar, aşınma, emisyon, atık maddeler, kayma ve kesilmenin engellenmesi ile ilgili detaylar sağlanır. Ayrıca, drenaj olanakları, bağlantıların konstrüksiyonu, sınırlar ve parapetler, rüzgar yükü sorunları, yangının önlenmesi, döşemelerin ve gezilecek yerlerin sağlanması ile ilgili detaylara da yer verilmiştir.

6. Bölüm büyüme ortamı, filtre katmanı, drenaj katmanı, koruyucu tabaka, kök-penetrasyon katmanı, seperasyon katmanı gibi çeşitli bitkilendirme bileşenlerini tanıtır. Bu bileşenlerle ilgili genel konstrüksiyon rehberi sağlar. Bu bileşenlerin bazıları ile ilgili detaylı gereklilikler başka yerlerde de sağlanmaktadır. Bu bölüm ayrıca su tutma ve sulama gereklilikleri ilgili genel bir rehber de sunar. “Farklı çatı yeşillendirme türleri için standart tabaka derinliği” başlıklı tabloyu ve büyüme ortamı ve yıllık ortalama su tutma miktarı ile ilgili referans değerleri sağlayan bilgiler bulunmaktadır.

7.,8. ve 9. Bölümler, malzemeler, drenaj katmanının gereklilikleri ve konstrüksiyonu, filtre katmanı ve bitkilendirme destek katmanı (büyüme ortamı) ile ilgili detaylı bilgileri sağlar. 10. ve 11. Bölümler bitkilendirmenin dikimi, yetiştirilmesi ve bakımı ile ilgili detaylı bilgileri sağlar. Rehber ayrıca, kalite kontrol ve garanti gerekliliklerini de içerir. 12.Bölüm, bileşenlerin rehberde belirtilen gereklilikleri karşıladıklarından emin olmak için yürütülen testlerin detaylarını sunar. 13. Bölüm yapısal yükleri belirlemek için kullanılan malzemelerin ağırlığı ile ilgili yararlı referans verilerini sağlar.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yeliz OLGUN

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 05.05.1981

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

### **Eğitim Durumu**

Lise : Sincan Süper Lisesi (1999)

Lisans : Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü (2005)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim  
Dalı (Şubat 2011-Nisan 2014)

### **Çalıştığı Kurumlar**

Anfa Altınpark İşl.Peyzaj Birimi /Ankara (2005-2006)

TEKON İnşaat Müh.Taah.Tur.San.ve Tic.Ltd.Şti. /Ankara (2006-2007)

Arma Peyzaj ve Kentsel Tasarım/Ankara (2007)

Sönmez Mimarlık Ltd.Şti /Ankara (2008-2009)

Ankara Büyükşehir Belediyesi Kent Estetiği Dairesi Başkanlığı Ar-Ge Şube Müdürlüğü