



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİKEY BAHÇELERDE YAPI SİSTEMLERİ

Muhammet İslam BEYHAN

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Peyzaj Mimarlığı Programı

Danışman

Prof.Dr. Hakan ALTINÇEKİÇ

Mart, 2014

İSTANBUL

Bu çalışma 19/03/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Peyzaj Mimarlığı programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi:



Prof.Dr. Hakan ALTINÇEKİÇ (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof.Dr. Mesut HASDEMİR
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof.Dr. Hüseyin E. ÇELİK
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof.Dr. Ömer KARAÖZ
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof.Dr. Kamil ŞENGÖNÜL
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

ÖNSÖZ

“Dikey Bahçelerde Yapı Sistemleri” adlı bu çalışma İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Peyzaj Mimarlığı Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı değerli hocam Prof.Dr. Hakan ALTINÇEKİÇ’e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Araştırmamda bana destek ve yardımlarını esirgemeyen Yard.Doç.Dr. Nurgül ERDEM, Araş.Gör.Dr. Mert EKŞİ, Araş.Gör. Simay KIRCA, Peyzaj Mimarı Ayşegül SOYDAŞ, Peyzaj Mimarı Mehmet Natık BURAKÇIN, Peyzaj Mimarı Mehmet Selami GERÇEK ve değerli arkadaşım Ziraat Mühendisi Yakup Beyhan’a teşekkürü bir borç bilirim.

Gerek yüksek lisans çalışmam gerekse de hayatımın diğer dönemlerinde bana destek olan çok değerli arkadaşım Ergün KOCABAŞ’a teşekkür ederim.

Uzun eğitim yıllarım boyunca maddi ve manevi olarak yardımlarını ve dualarını hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olan anneme, babama ve kardeşlerime minnetlerimi sunarım.

Mart, 2014

Muhammet İslam BEYHAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	xix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xx
ÖZET.....	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 TEZİN AMACI	2
1.2 TEZİN KAPSAMI.....	4
2. GENEL KISIMLAR	6
2.1 KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ	6
2.2 KENTSEL ISI ADASI ETKİSİ.....	17
2.3 DİKEY BAHÇELER VE YAŞAM KALİTESİNE ETKİLERİ.....	23
2.4 DİKEY YEŞİL SİSTEMLERİN SINIFLANDIRILMASI.....	36
2.4.1 Yeşil Cephe Sistemleri.....	39
2.4.1.1 Doğrudan (Direkt veya Geleneksel) Yeşil Cephe Sistemleri.....	43
2.4.1.2 Dolaylı (İndirekt) Yeşil Cephe Sistemleri.....	46
2.4.2 Yaşayan Duvar Sistemleri.....	62
2.4.2.1 Modüler Yaşayan Duvar Sistemleri	62
2.4.2.2 Dikey Bahçe Sistemleri.....	97
3. MALZEME VE YÖNTEM	100
3.1 MALZEME.....	100
3.1.1 Literatür Araştırması.....	100
3.1.2 Dünyadan Dikey Bahçe Örnekleri	103
3.1.2.1 Melbourne Central Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	103
3.1.2.2 Danimarka Kopenhag'da Avrupa Çevre Ajansı Binası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	107

3.1.2.3 Fransa Paris'te Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	114
3.1.2.4 İspanya Madrid'te Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	120
3.1.2.5 Paris l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	122
3.1.2.6 Londra Athenaeum Oteli Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	125
3.1.2.7 Blackbox Köşkü Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	127
3.1.2.8 Amsterdam Sportplaza Mercator Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	130
3.1.2.9 Londra Cennet Parkı Çocuk Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	136
3.1.2.10 San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	138
3.1.3 Türkiye'den Dikey Bahçe Örnekleri.....	143
3.1.3.1 Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	144
3.1.3.2 Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	150
3.1.3.3 Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	152
3.1.3.4 Gebze Belediyesi Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	160
3.1.3.5 Göztepe 60. Yıl Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamaları.....	165
3.1.3.6 Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Hotel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	172
3.1.3.7 Brandium Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	181
3.1.3.8 Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	185
3.1.3.9 Nuruosmaniye Armagğan Alışveriş Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	192
3.2 YÖNTEM.....	194
4. BULGULAR.....	197
4.1 DİKEY BAHÇELERDE TARİHSEL GELİŞİM.....	197
4.2 DİKEY BAHÇE SİSTEMLERİ.....	205
4.2.1 Dikey Bahçelerde Kullanılan Malzemeler ve Katmanlar.....	206
4.2.1.1 Konstrüksiyon (Taşıyıcı Profil).....	209
4.2.1.2 Su Geçirmez Paneller.....	214
4.2.1.3 Büyüme Ortamları.....	219
4.2.1.4 Drenaj kanalları.....	226
4.2.2 Dikey Bahçelerde Tasarım.....	228
4.2.3 Dikey Bahçelerde Sulama ve Gübreleme Sistemleri.....	234

4.2.4 Dikey Bahçelerde Sisleme Sistemi	239
4.2.5 Dikey Bahçelerde Aydınlatma Sistemi	242
4.2.6 Dikey Bahçelerde Bakım	244
4.3 DİKEY BAHÇE SİSTEMLERİNDE BİTKİLENDİRME, BİTKİ TÜRÜ SEÇİMİ KRİTERLERİ VE TÜRKİYE KOŞULLARINDA KULLANILAN BİTKİ TÜRLERİ	248
4.3.1 DİKEY BAHÇELERDE BİTKİLENDİRME	248
4.3.2 DİKEY BAHÇELERDE BİTKİ TÜRÜ SEÇİMİ KRİTERLERİ	255
4.3.3 DİKEY BAHÇELERDE TÜRKİYE'DE KULLANILAN BİTKİ TÜRLERİ	258
4.4 DİKEY BAHÇE SİSTEMLERİNDE OLUŞAN DEĞİŞİMLERİN DÜNYA VE TÜRKİYE ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ	259
4.4.1 Dikey Bahçe Sistemlerinde Oluşan Değişimlere Dünyadan Örnekler	260
4.4.1.1 Fransa Paris'ten Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması	261
4.4.1.2 İspanya Madrid'te Caixa Forum Dış Mekan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması	268
4.4.1.3 Fransa Paris'te l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması	272
4.4.1.4 İngiltere Londra Athenaeum Hotel Dış mekan Dikey Bahçe Uygulaması	277
4.4.1.5 ABD San Fracisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması	279
4.4.1.6 Bangkok Siam Paragon Alışveriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması	281
4.4.1.7 Bahreyn Muharraq Kültür ve Araştırma Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması	283
4.4.2 Dikey Bahçe Sistemlerinde Oluşan Değişimlere Türkiye'den Örnekler	286
4.4.2.1 İstanbul Göztepe 60. Yıl Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamaları	286
4.4.2.2 Kocaeli Gebze Belediyesi Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması	289
4.4.2.3 İstanbul Beşiktaş Shangri La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması	291
4.4.2.4 Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması	292
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	297
KAYNAKLAR	306
ÖZGEÇMİŞ	309

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1: Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki kentsel büyüme hızları [Kaynak: (Anon., 2005b) Aktaran: (Yüksel, 2005)].....	3
Şekil 1.2: Bir kente ait sıcaklık profili [Kaynak: (EPA, 2003) Aktaran:(Yüksel, 2005)].....	3
Şekil 2.1: İklim sisteminin bileşenleri ve etkileşimleri [Kaynak: (Anon., 2001) Aktaran: (Yüksel, 2005)]......	7
Şekil 2.2: Atmosferin Sera Etkisi [Kaynak: (UNFCCC, 2003a) Aktaran: (Babuş, 2005)].	9
Şekil 2.3: Kuzey yarımkürede geçen bin yıllık dönemdeki yıllık ortalama sıcaklık değişimleri (Türkeş ve diğ., 2000).....	10
Şekil 2.4: Sera etkisinin değişimi [Kaynak: (Kayhan, 2007) Aktaran: (Ertop, 2009)].....	14
Şekil 2.5: Karbon Döngüsü [Kaynak: (IPCC, 1996) Aktaran: (Babuş, 2005)].	15
Şekil 2.6: Peyzaj Mimarlığı uygulamalarında Dikey Bahçeler (Afrin, 2009).	16
Şekil 2.7: Kent nüfusu ve ısı adası etkisi arasındaki ilişki [Kaynak: (Duman ve Juyal, 2004) Aktaran: (Yüksel, 2005)].	20
Şekil 2.8: Yüzeyin niteliğine bağlı olarak ortaya çıkan ısı farklılıkları [Kaynak: (Streutker, 2003)Aktaran: (Yüksel, 2005)]......	21
Şekil 2.9: Kentsel ısı adası tarafından oluşturulan rüzgar dağılımı [Kaynak: (Stone, 2001) Aktaran: (Yüksel, 2005)].	22
Şekil 2.10: Kanada Corus Quay İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.	24
Şekil 2.11: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kertenkelenin gözlenmesi	26
Şekil 2.12: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçesinde arıların gözlenmesi.....	27
Şekil 2.13: Dikey bahçelerde bitki örtüsünün enerjide dengeyi sağlaması [Kaynak: (Krusche ve diğ., 1982) Aktaran: (Ottele, 2011)].	29
Şekil 2.14: Yoğun nüfuslu ve yapılaşmanın yoğun olduğu kentsel alanlarda hava sirkülasyonu açısından cadde boyunca dikey yeşil sistemlerin ağaçlara nispeten kirliliği önlemede daha etkili ve hızlı olduğunun tespit edilmektedir [Kaynak: (Ottele, 2008) Aktaran: (Mir, 2011)].	36

Şekil 2.15: Sol üstte Parthenocissus tricuspidata (Amerikan duvarsarmaşığı), sağ üstte Hedera helix (Orman sarmaşığı), sol altta Parthenocissus quinquefolia (Amerikan sarmaşığı), sağ altta Fallopia baldschuanica (Rus asması).	42
Şekil 2.16: Çırağan Sarayı bahçe duvarında geleneksel yeşil cephe.	44
Şekil 2.17: Çırağan Sarayı bahçe duvarında geleneksel yeşil cepheyi oluşturan tırmanıcı bitkilerin zeminde köklenmesi.....	45
Şekil 2.18: İstinye Park Bina duvarında geleneksel yeşil cepheden bir görüntü.	45
Şekil 2.19: Galvaniz kaplama çelik, bitkinin büyüme ortamının yer aldığı boşluk ve kanal düzeltme malzemesi.....	46
Şekil 2.20: Galvaniz kaplama çelik bitkinin büyüme ortamının yer aldığı boşluk ve kenar düzeltme malzemesi.....	46
Şekil 2.21: Galvaniz kaplama çelik ayarlanabilir montaj klipsi.	47
Şekil 2.22: Galvaniz kaplama çelik köşebentli montaj klipsi.....	47
Şekil 2.23: Galvaniz kaplama çelik bağlantı braketi.	47
Şekil 2.24: Ex Ducati Kafes Sistemi Uygulaması.	48
Şekil 2.25: Ex Ducati Kafes Sistemi Yeşil Cephe Uygulaması (Lambertini, 2007).	49
Şekil 2.26: Ex Ducati Kafes Sistemi Yeşil Cephe Uygulaması (Lambertini, 2007).	49
Şekil 2.27: Ex Ducati Kafes Sistem Yeşil Cephe Uygulaması damlama sulama sistemi (Lambertini, 2007).....	50
Şekil 2.28: Ex Ducati Kafes Sistem Yeşil Cephe Uygulaması konstrüksiyon kurgusu, sulama sistemi ve bitkilendirilmiş cephe detayı.....	51
Şekil 2.29: Ex Ducati Kafes Sistem Yeşil Cephe Uygulaması skeci.....	52
Şekil 2.30: Ex Ducati Binası planı ve kesiti.	52
Şekil 2.31: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelerde rüzgarın zayıf olduğu yerlerde sıra kablo sistemi.	54
Şekil 2.32: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelerde tel halat.....	54
Şekil 2.33: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelerde ASS Sistem (Yapı Stili Halat Sistemi).....	55
Şekil 2.34: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelerde paslanmaz çelik kafes.	55
Şekil 2.35: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelerde çapraz tutucu WH parçacığı.....	55
Şekil 2.36: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelerde duvardan uzakta dübele vidalı yeterince derin olmayan kanca.	56
Şekil 2.37: İsviçre Zürih MFO Park taşıyıcı sistem (Matthews ve Winter, 2010).	57

Şekil 2.38: İsviçre Zürih MFO Park'ta taşıyıcı sistem detayı (Matthews ve Winter, 2010).	57
Şekil 2.39: İsviçre Zürih MFO Park'tan görüntüler (Matthews ve Winter, 2010).	58
Şekil 2.40: İsviçre Zürih MFO Park detayları (Matthews ve Winter, 2010).	59
Şekil 2.41: İsviçre Zürih MFO Park'ta sonbahar mevsimi (Matthews ve Winter, 2010).....	60
Şekil 2.42: İsviçre Zürih MFO Park'ta kış mevsimi (Matthews ve Winter, 2010).	61
Şekil 2.43: İsviçre Zürih MFO Park'ta ilkbahar mevsimi (Matthews ve Winter, 2010).....	61
Şekil 2.44: Raf sistemde oluşturulan bir modüler yaşayan duvar sistemi detayı (Meridyen Landscape Solutions, 2013).	63
Şekil 2.45: Çubuklu Vadi Villa Bahçesi Modüler Yaşayan Duvar Sistemi Uygulaması öncesi.	64
Şekil 2.46: Çubuklu Vadi Villa Bahçesi Modüler Yaşayan Duvar Sistemlerinde ilk önce taşıyıcı raf sistem monte edilir.....	65
Şekil 2.47: Çubuklu Vadi Villa Bahçesi Modüler Yaşayan Duvar Sistemlerinde sulama borularının döşenmesi.....	65
Şekil 2.48: Çubuklu Vadi Villa Bahçesinde duvarların da ahşap kaplama olarak çözülmesi	66
Şekil 2.49: Glaxo Smith Kline İç Mekan Modüler Yaşayan Duvar Sistemi.	67
Şekil 2.50: Modüler panele bitkinin dikimi ve bitkinin büyüme ortamını oluşturan toprağın gevşemesini engelleyen polikarbonat malzemeden üretilmiş çubuk.	68
Şekil 2.51: Modüler paneller ve bir raf sistemi oluşturan kancalara monte edilmesi.....	68
Şekil 2.52: Modüler panellerin kancalarla mevcut duvara monte edilmesi.....	69
Şekil 2.53: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde alüminyum J profil raf sistem.....	70
Şekil 2.54: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde taşıyıcı raf sistemi detayı.....	70
Şekil 2.55: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde detay.	71
Şekil 2.56: Modüler yaşayan duvar sistemi örnekleri.	72
Şekil 2.57: Kaset sistemle oluşturulan modüler yaşayan duvar sistemleri.	73
Şekil 2.58: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde alüminyum taşıyıcı konstrüksiyon.....	74
Şekil 2.59: Modüler yaşayan duvar sistemi detayı.....	75
Şekil 2.60: Kaset sistemle oluşturulan bir başka modüler yaşayan duvar sistemi.....	76
Şekil 2.61: Kaset sistemle oluşturulan modüler yaşayan duvar sistemi kesiti (Kaltenbach, 2008).	76
Şekil 2.62: Kaset sistemde tesis edilen bir modüler yaşayan duvar sistemi planı.	77

Şekil 2.63: Kaset sistemde tesis edilen modüler yaşayan duvar sistemi kesiti.....	78
Şekil 2.64: Kanada Richmond River Green Modüler Yaşayan Duvar sistemi Uygulaması.	80
Şekil 2.65: Kanada Richmond River Green Modüler Yaşayan Duvar Sistemi Uygulama aşamasından bir görüntü.	81
Şekil 2.66: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde plastik çiçek panellerinin görünüşleri, paneller monte edilen sulama boruları, plastik çiçek panelleri taşıyan sistem.	82
Şekil 2.67: Modüler yaşayan duvarlarda yetişen bitkilerin dikiminin gerçekleştiği seralar.....	84
Şekil 2.68: Modüler yaşayan duvarlarda metal aksamın üretimi.	84
Şekil 2.69: Modüler yaşayan duvarlar için özenle seçilen materyaller mikserde homojen olması için karıştırılır ve makine yardımı ile paneller harçla doldurulur.	85
Şekil 2.70: Harç hazırlanıp panellere doldurulduktan sonra tezgahta bitkilerin dikimi gerçekleştirilir.....	85
Şekil 2.71: Dikimi yapılmış paneller montaj edilecek tasarıma göre dizilir. Paneller sıralanıp numaralandırılarak desenin sevk ve montaj sırasındaki karışıklığı önlenir.	86
Şekil 2.72: Modüler yaşayan duvarlar için tasarıma uygun bitkiler panellere dikilir ve gruplandırılır. Bitki dikimi yapılan panellerin serada montaj öncesi bakımları yapılır.....	86
Şekil 2.73: Seradan montaj yerine sevk edilen paneller uygulama yerine monte edilir.	87
Şekil 2.74: Beylikdüzü Belediyesi tören alanında modüler yaşayan duvar sistemi.	88
Şekil 2.75: Beylikdüzü Belediyesi tören alanında modüler yaşayan duvar sistemi Ocak 2012	88
Şekil 2.76: Kadıköy Bağdat Caddesi'ndeki modüler yaşayan duvar sistemi.	89
Şekil 2.77: Kadıköy Bağdat Caddesi'ndeki modüler yaşayan duvar sisteminde çerçeve (panellerin güvenliği için), HDPE Plastik Paneller, sulama borusu, taşıyıcı sistemin çerçeveye bağlantısı.....	89
Şekil 2.78: Kadıköy Bağdat Caddesi'ndeki modüler yaşayan duvar sisteminde taşıyıcı sistemler ve ana sulama boruları.....	90
Şekil 2.79: Kadıköy Bağdat Caddesinde modüler yaşayan duvar sisteminde mevsimlik çiçekler ve panellerdeki toprak.....	91
Şekil 2.80: Esenyurt'ta bir parkta Modüler Yaşayan Duvar Sistemi tesisi öncesi.	92
Şekil 2.81: Esenyurt'ta bir parkta Modüler Yaşayan Duvar Sistemi tesisi sonrası.	92
Şekil 2.82: Modüler yaşayan duvar termik özellikli yeşil duvar saksıları ve 2 adet metal kol. ..	93
Şekil 2.83: Kadıköy'de Çaykur Çayevi Modüler Yaşayan Duvar Sistemi.....	94
Şekil 2.84: Pendik Havaalanı 4. Kavşağı'ndaki modüler yaşayan duvar sistemleri.....	95

Şekil 2.85: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde bitkisel tasarım.	96
Şekil 2.86: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde bitkisel tasarım.	97
Şekil 3.1: Melbourne Central Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulama Aşamaları üstte keçe katmanının su geçirmez arkalığa tutturulması (sol üstte) ve bitkilerin plantasyonu (sağ üstte), bitkilerin keçe katmanına dikilmesi (sol altta), dikey bahçenin bitkilendirilmesinin tamamlanması sağ altta.	104
Şekil 3.2: Melbourne Central Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüntüler.	105
Şekil 3.3: Melbourne Central Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında cam kubbenin altında dikey bahçenin güneş ışığından yararlanması.	106
Şekil 3.4: Melbourne Central Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bakım.	106
Şekil 3.5: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının dikey bahçe uygulaması olmadan önceki hali.	107
Şekil 3.6: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının projelendirme aşaması.	108
Şekil 3.7: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında çelik konstrüksiyon taşıyıcı malzemelerin kullanılması.	109
Şekil 3.8: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında taşıyıcı profillere çelik vidalarla panel şeklindeki tel örgü tutturulması.	110
Şekil 3.9: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında jeotekstil keçe katmanıyla birlikte Avrupa haritası şeklindeki dikey bahçe parça parça tesis edilmesi.	111
Şekil 3.10: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında keçe tabakalarının üzerinin bitkilendirilmesinin aşama aşama fotoğrafları.	112
Şekil 3.11: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüntüler.	113
Şekil 3.12: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması için tesis öncesi yapı iskelesinin kurulması Temmuz 2005	114
Şekil 3.13: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan malzemeler ve katmanlaşma durumu (Kaltenbach, 2008).	115
Şekil 3.14: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Detayı (Kaltenbach, 2008).	116
Şekil 3.15: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2013 (üstte), Eylül 2013(altta).	117

Şekil 3.16: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında alt kısımda yer alan su toplama kanalı (üstte), Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının düzenli olarak yapılan bakımından bir görüntü (altta).	118
Şekil 3.17: Quai Branly Müzesi Terası (solda üstte), Quai Branly Müzesi Başkanlık Ofisi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından görüntüler.....	119
Şekil 3.18: Quai Branly Müzesi Terası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması eskiz çalışması (Blanc, 2010).	120
Şekil 3.19: Madrid Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2010	121
Şekil 3.20: l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının gerçekleştirildiği tarihi binanın önceki hali.....	122
Şekil 3.21: l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe tesisi öncesi yapı iskelesinin kurulması ve jeotekstil keçe katmanları ile sulama hattının döşenmesi.	123
Şekil 3.22: l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması 19 Haziran 2013 (altta). ..	124
Şekil 3.23: Athenaeum Oteli Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ağustos 2012 (üstte).....	126
Şekil 3.24: Düşük teknolojide tesis edilen Blackbox Köşkü Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	127
Şekil 3.25: Blackbox Köşkü Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	128
Şekil 3.26: Blackbox Köşkü Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkiler doğal hindistan cevizi lifinden cepler içerisinde yetişmektedir.....	128
Şekil 3.27: Blackbox Köşkü Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması detayı (Kaltenbach, 2008).....	129
Şekil 3.28: Sportplaza Mercator Binası planı.....	130
Şekil 3.29: Sportplaza Mercator Binası görünüşleri.....	130
Şekil 3.30: Sportplaza Mercator Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması (Lambertini, 2007). ...	131
Şekil 3.31: Sportplaza Mercator Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin dağılımı (Lambertini, 2007).....	132
Şekil 3.32: Sportplaza Mercator Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Detayı.....	133
Şekil 3.33: Sportplaza Mercator Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması detayı (Kaltenbach, 2008).....	134
Şekil 3.34: Sportplaza Mercator Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitki türlerinin göz alıcı kombinasyonları.....	135
Şekil 3.35: Londra Çocuk Merkezi Cennet Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması (Lambertini, 2007).....	136
Şekil 3.36: Londra Çocuk Merkezi Cennet Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması detayı (Kaltenbach, 2008).	137

Şekil 3.37: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan endemik bitki türleri (Furio, 2011).	138
Şekil 3.38: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında taşıyıcı sistemin döşenmesi, PVC tabakaların taşıyıcı sisteme bağlanması ve keçe katmanlarının PVC tabakaya tutturulması (Furio, 2011).	139
Şekil 3.39: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin keçe katmanına dikimi (Furio, 2011).	140
Şekil 3.40: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin keçe katmanına adaptasyon süreci (Furio, 2011).	142
Şekil 3.41: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Nisan, 2012	142
Şekil 3.42: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi.	144
Şekil 3.43: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi 19 m yüksekliğinde İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.	145
Şekil 3.44: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında güneş ışığı ve aydınlatma sistemi.	146
Şekil 3.45: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında boğumlama yöntemiyle keçe katmanına bitkinin dikimi.	147
Şekil 3.46: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının yan tarafında rüzgarı önleyici yapı.	147
Şekil 3.47: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında suyun drene edilmesi.	148
Şekil 3.48: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının otomatik sulama ve gübreleme sistemi.	148
Şekil 3.49: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüntüler.	149
Şekil 3.50: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının Hava Fotoğrafı.	150
Şekil 3.51: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüntüler (07.10.2013).	151
Şekil 3.52: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçenin bitmiş hali (07.10.2013).	152
Şekil 3.53: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması planı (Dikey bahçe binanın her katından görülebilecek şekilde konumlandırılmıştır) (Körfez Belediyesi, 2013).	153
Şekil 3.54: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında 1. kat keçe katmanının döşenmesi ve üzerine 20 lik sulama borularının yerleştirilmesi, profillerin önüne duvarın suyla temasını önlemek amacıyla ve dikey bahçeye zemin oluşturması	

amacıyla su geçirmez PVC panellerin monte edilmesi, drenaj ve yönlendirici kanalların monte edilmesi.....	154
Şekil 3.55: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması tesis edildikten sonra ilk görüntüler.....	155
Şekil 3.56: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında galvaniz kaplama taşıyıcı kasa içerisinde sulama boruları ve aydınlatma sistemi kablosu.....	156
Şekil 3.57: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında aydınlatma sistemi.....	157
Şekil 3.58: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında sisleme sistemi.....	157
Şekil 3.59: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında su toplama kanalları.....	158
Şekil 3.60: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında keçe katmanı içerisinde bitkilerin yetiştirilmesi.....	158
Şekil 3.61: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüntüler.....	159
Şekil 3.62: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması radiuslu kısım.....	160
Şekil 3.63: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	161
Şekil 3.64: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Polivinil Klorür (PVC) Panel ve taşıyıcı profil.....	162
Şekil 3.65: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması mevcut duvar ve metal çerçeve (yönlendirici kanal).....	162
Şekil 3.66: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması su toplama kanalı.....	163
Şekil 3.67: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkinin yetiştirme ortamı olarak jeotekstil keçe katmanı.....	163
Şekil 3.68: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması çeşitli görüntüler.....	164
Şekil 3.69: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesi Girişinde Dış Mekan Dikey Bahçenin tesisinden önce taşıyıcı profillerinin kurulumu.....	165
Şekil 3.70: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçenin tesisinden önce taşıyıcı profillerinin kurulumu ve PVC paneller.....	166
Şekil 3.71: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesi Girişinde Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	167
Şekil 3.72: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.....	168
Şekil 3.73: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında (solda) ve Bağdat Caddesi Girişindeki Dış Mekan Dikey	

Bahçe Uygulamasında (sağda) metal taşıyıcı konstrüksiyon malzemeye su geçirmez Polivinil Klorür (PVC) paneller vidalar yardımıyla tutturulmuştur.	169
Şekil 3.74: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında jeotekstil keçe katmanları.....	170
Şekil 3.75: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesi Girişinde Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin yetiştirme ortamını oluşturan 2. kat jeotekstil keçe katmanındaki bitkinin konumlandırıldığı cepler.....	170
Şekil 3.76: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesi Girişinde Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında 1. kat geotekstil keçe katmanına belirli aralıklarla döşenen sulama boruları (üstte) ve aynı dikey bahçenin sulama sistemi ağı (altta).....	171
Şekil 3.77: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus'un önceki hali.	172
Şekil 3.78: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus şimdiki hali.	172
Şekil 3.79: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus planı ve dikey bahçe uygulamasının plandaki yeri.	173
Şekil 3.80: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması kesiti.	173
Şekil 3.81: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının arkasındaki görüntü.	174
Şekil 3.82: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'ndaki paslanmaz çelik karkas sistem.	175
Şekil 3.83: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'ndaki cam takviyeli polyester pano.	176
Şekil 3.84: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'nda 20 lik delikli damlama sulama borusu (solda), 32 lik delikli damlama sulama borusu (sağda).	177
Şekil 3.85: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'nın alt kısmındaki mermer yapı.	178
Şekil 3.86: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'nın sulama Sistemi sırayla; gübre tankı, selenoid vanalar, sulama boruları, hidrofor, timer cihazı.....	179
Şekil 3.87: Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüşler.	180
Şekil 3.88: Brandium Alış Veriş Merkezi B Kapısı İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan çeşitli bitki türleri.	181
Şekil 3.89: Brandium Alış Veriş Merkezi B Kapısı İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.	182
Şekil 3.90: Brandium Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan 15 cm X 15 cm X 6 mm ölçülerinde çeşan demiri, 40 X 40 demir profiller.	183

Şekil 3.91: Brandium Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan kafes örtü içerisindeki jeotekstil keçe.....	183
Şekil 3.92: Brandium Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçenin güneş ışığıyla teması....	184
Şekil 3.93: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.	185
Şekil 3.94: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması alüminyum kompozit kaplaması.	186
Şekil 3.95: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan malzemeler ve katmanlar (Silvanus, 2012).....	187
Şekil 3.96: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında keçe örtüsünün panele tuturulması 28.03.2012.	188
Şekil 3.97: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitki dikimine başlanması 30.03.2012.	189
Şekil 3.98: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitki dikimine devam edilmesi 10.04.2012.....	190
Şekil 3.99: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitki dikiminin tamamlanması 13.04.2012.	191
Şekil 3.100: Nuruosmaniye Armaggan AVM İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.	192
Şekil 3.101: Nuruosmaniye Armaggan AVM İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında sisleme borusu.	193
Şekil 3.102: Nuruosmaniye Armaggan AVM İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında drenaj kanalı	194
Şekil 4.1: Bursa Uludağ'daki sarp kayalıklardan doğal dikey bahçe örnekleri.....	198
Şekil 4.2: Malezya'daki yağmur ormanlarından doğal dikey bahçe görüntüleri (Blanc, 2010)	198
Şekil 4.3: Doğal Dikey Bahçeler (Blanc, 2010).	199
Şekil 4.4: İzlanda çim evleri.....	200
Şekil 4.5: Ta Prohm Angkor Tapınağı (Negroni, 2006).....	201
Şekil 4.6: İnka Medeniyeti.	202
Şekil 4.7: Machu Picchu şehri (Şimşek, 2008).....	202
Şekil 4.8: Bitki taşıyan mimari yapı sistemleri A.B.D Patentli, mucit Stanley Hart White (Hindle, 2012).....	204
Şekil 4.9: Bitki taşıyan mimari yapı sistemleri A.B.D Patentli, mucit Stanley Hart White (Hindle, 2012).....	204
Şekil 4.10: Dikey bahçelerde kullanılan malzemeler ve katmanların perspektif görünüşü (Silvanus, 2012).....	207

Şekil 4.11: Dikey bahçelerde kullanılan malzemeler ve katmanların kesiti (Silvanus, 2012). .	208
Şekil 4.12: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında taşıyıcı sistem detayı.....	213
Şekil 4.13: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında ilk olarak taşıyıcı profiller oluşturulmuştur.	214
Şekil 4.14: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında taşıyıcı sistemi üzerine PVC Panelin montajı.....	215
Şekil 4.15: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında taşıyıcı malzemenin üzerine PVC panellerin vidalarla tutturulması.	216
Şekil 4.16: Marin su kontrastı.....	219
Şekil 4.17: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında PVC panellerin üzerine 1. kat jeotekstil keçe katmanının zımbalarla tutturulması.....	220
Şekil 4.18: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında 1. kat jeotekstil keçe katmanının üzerine otomatik sulama sisteminin kurulması ve sulama borularının döşenmesi.....	221
Şekil 4.19: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında 2. kat keçe katmanının zımbalarla 1. kat jeotekstil keçe katmanına tutturulduktan sonra bitkilendirme işlemine geçilmesi.....	222
Şekil 4.20: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında üst ve her iki yanında kenarlardan su akışını yönlendirme amaçlı yönlendirici kanallar mevcuttur.....	226
Şekil 4.21: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'nda alüminyum kompozit malzemedeki yönlendirici kanallar kullanılmıştır.	227
Şekil 4.22: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında dikey bahçenin alt kısmındaki drenaj kanalı.....	228
Şekil 4.23: Dikey Bahçelerde bitkisel tasarım (Blanc, 2010).....	231
Şekil 4.24: Aktif İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması (Ibanez, 2010).	232
Şekil 4.25: Dikey bahçelerde sulama ve gübreleme sistemleri kesit ve görünüşü (Silvanus, 2012).....	236
Şekil 4.26: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında otomatik sulama ve gübreleme sistemi yukarıdan aşağıya soldan sağa sırayla; gübre tankı, dozatron, timer, basınç regülatörü, filtre, sisleme pompası, selenoid vanalar, kireç iyonozeri.	237
Şekil 4.27: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması sisleme sisteminde sisleme pompası.....	240
Şekil 4.28: Nuruosmaniye Armagğan Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması sisleme sistemi.....	240

Şekil 4.29: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması sisleme sistemi.....	241
Şekil 4.30: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması aydınlatma sistemi.....	242
Şekil 4.31: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçenin aydınlatma elemanları.....	244
Şekil 4.32: Dikey bahçelerde bitkilerin bakımı (Blanc, 2010).	245
Şekil 4.33: Dikey bahçeler otomatik sulama ve gübreleme sistemlerinin, sisleme sisteminin bakımı (Blanc, 2010).	246
Şekil 4.34: Dikey bahçelerde bitkilerin adaptasyon sürecinin gözlenmesi ve büyüme ortamını oluşturan jeotekstil keçe örtüsünün nem kontrolü (Blanc, 2010).....	247
Şekil 4.35: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilendirmenin gerçekleştirilmesi.	253
Şekil 4.36: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin yetiştirme ortamlarına adaptasyon süreci.	254
Şekil 4.37: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının bitkilendirilmesi tamamlandıktan 2 hafta sonrası Temmuz 2005.	261
Şekil 4.38: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının bitkilendirilmesi tamamlandıktan 2 ay sonrası Eylül 2005.....	262
Şekil 4.39: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2006 (üstte), Kasım 2006 (altta).	263
Şekil 4.40: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2007 (solda), Mart 2008 (sağda).....	264
Şekil 4.41: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ekim 2010 (üstte), 28 Kasım 2011 (altta).	265
Şekil 4.42: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2012 (üstte), Aralık 2012 (altta).....	266
Şekil 4.43: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2013 (üstte), Eylül 2013 (altta).....	267
Şekil 4.44: Madrid Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının tesisi Ekim 2006..	268
Şekil 4.45: Madrid Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının tesisinden 2 ay sonra Aralık 2006.	269
Şekil 4.46: Madrid Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Haziran 2007 (üstte), Nisan 2008 (altta).	270
Şekil 4.47: Madrid Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ağustos 2013.....	271
Şekil 4.48: l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının bitkilendirilmesinden 1 hafta sonrası Nisan 2013.....	272

Şekil 4.49: I'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması 5 Mayıs 2013 (üstte), 29 Mayıs 2013 (altta).....	273
Şekil 4.50: I'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması 13 Haziran 2013 (üstte), 19 Haziran 2013 (altta).	274
Şekil 4.51: I'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ağustos 2013.	275
Şekil 4.52: I'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ekim 2013.....	276
Şekil 4.53: Athenaeum Hotel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Eylül 2009.	277
Şekil 4.54: Athenaeum Hotel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2010.	277
Şekil 4.55: Athenaeum Hotel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ağustos 2012 (üstte), Ekim 2013 (altta).	278
Şekil 4.56: ABD San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması (Furio, 2011).....	279
Şekil 4.57: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ekim 2011.....	280
Şekil 4.58: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Nisan 2012.....	281
Şekil 4.59: Bangkok Siam Paragon Alışveriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması 2006.	282
Şekil 4.60: Bangkok Siam Paragon Alışveriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması asansörün sol tarafı 2007.	282
Şekil 4.61: Bangkok Siam Paragon Alışveriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ağustos 2009.	283
Şekil 4.62: Bahreyn Muharraq Kültür ve Araştırma Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması 20 Kasım 2011.....	284
Şekil 4.63: Bahreyn Muharraq Kültür ve Araştırma Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Şubat 2012.....	285
Şekil 4.64: Bahreyn Muharraq Kültür ve Araştırma Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Temmuz 2013.....	285
Şekil 4.65: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması üstteki fotoğraf 11 Haziran 2013 ve alttaki fotoğraf 15 Ekim 2013.....	286
Şekil 4.66: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması üstteki fotoğraf 11 Haziran 2013 ve alttaki fotoğraf 15 Ekim 2013.	287
Şekil 4.67: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesi Girişinde Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması üstteki fotoğraf 11 Haziran 2013 ve alttaki fotoğraf 15 Ekim 2013.....	288
Şekil 4.68: Gebze Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ocak 2012.	289

Şekil 4.69: Gebze Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması üstte Kasım 2012 ve 22 Ekim 2013.....	290
Şekil 4.70: Beşiktaş Shangri La Bosphorus Oteli Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması	291
Şekil 4.71: Sultangazi Belediyesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin dikiminin gerçekleştirilmesi 25 Nisan 2013.	292
Şekil 4.72: Sultangazi Belediyesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında keçe içerisindeki bitkilerin gelişimi ve bitkilerin yapısal ortama ve çevreye adaptasyon süreci 03 Mayıs 2013.	293
Şekil 4.73: Sultangazi Belediyesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin yapısal ortama ve çevreye adaptasyon sürecinin başarıyla tamamlanması 07 Ekim 2013.	294
Şekil 4.74: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında deforme olan jeotekstil keçe örtüsünün yerine yenisi monte edilmiştir. Ayrıca bu dikey bahçede keçe örtüsü kayıpları kadar bitki türlerinde de kayıpların yaşandığı gözlenmektedir 15 Ekim 2013.....	295
Şekil 4.75: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında vandalizm sonucu bazı bitki kayıpları yaşanmaktadır kaybolan bitkilerin yerine yenisi dikilmiştir.	296

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: İnsan etkinliklerinden etkilenen önemli sera gazlarına ilişkin özet bilgiler IPCC 1992 ve 1996a'ya göre yeniden düzenlenmiştir (Türkeş ve diğ., 2000).....	11
Tablo 2.2: Kentsel ortamlarla kırsal ortamların iklim açısından karşılaştırılması [Kaynak: (Krusche ve diğ., 1982) Aktaran: (Yüksel, 2005)].	19
Tablo 2.3: Malzemenin türüne göre ışığın yansıtılma oranları [Kaynak: (Heyer, 1993) Aktaran: (Yüksel, 2005)].	22
Tablo 2.4: Akdeniz iklimi (A) ve ılıman iklim (I) için ısınmada ve soğutmada enerji tasarrufu nedeniyle küresel ısınma, insan toksikliği ve taze su akvatik ekotoksikliği bakımından çevresel yük profili için kuru duvar, doğrudan yeşil cephe sistemleri, dolaylı yeşil cephe sistemleri, modüler ve hidroponik olmayan yaşayan duvar sistemleri ve dikey bahçeler karşılaştırılarak verilen azalma yüzdeleri (Kuru duvar+malzeme+bitki örtüsü; malzeme+bitki örtüsü) (Ottele ve diğ., 2011).	34
Tablo 2.5: Dikey Yeşil Sistemlerin Sınıflandırılması.	39
Tablo 3.1: Fleksipanellerin teknik verileri.	175
Tablo 4.1: PVC Foam (Dekota) Levha ölçüleri.	217
Tablo 4.2: PVC Foam (Dekota) Levha Teknik Özellikleri.	218
Tablo 4.3: Keçe örtüsünün yüzeyinden belirli uzaklıklarda ölçümler yapılırsa uzaklık artıka nispi nem hızla azalmaya başlar (Ibanez, 2010).	225

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklama
DIN	: Alman Standartlar Enstitüsü
TS EN	: Türk Standartları Enstitüsü
ASTM-A	: Amerikan Stadartları
ppm	: Parts per million-milyonda bir parçacık
WmK	: Isı geçirgenlik katsayısı
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design-Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİKEY BAHÇELERDE YAPI SİSTEMLERİ

Muhammet İslam BEYHAN

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman : Prof.Dr. Hakan ALTINÇEKİÇ

Modern şehirler geniş duvar yüzeyleri sunmaktadır ve bunlar bazı durumlarda caddeler boyunca yüksek yapılar şeklinde seyredebilir. Bu alanların hepsi bitkilendirme için uygun olmayabilir ama büyük çoğunluğu uygundur ve son yıllarda bu yapılar ve cepheler bitkilendirilerek değerlendirilmektedir.

Bina ve duvar yüzeylerinin bitkilendirilmesi için bitki örtüsüyle kaplı dikey bahçe sistemleri üzerinde durulması yeni yapı tekniğine iyi birer örnektir. Bitkiler ve büyüme ortamı, dikey bahçe sistemlerinde bir takım yararlı fonksiyonlara sahiptir. Örneğin; biyoçeşitliliğin ve ekolojik değerin artışı, kentsel ısı adası etkisini azaltma, dış ve iç mekan konforunu sağlama, yalıtıcı özellikler taşıması, hava kalitesini iyileştirme ve şehirliğin psikolojik ve sosyal refahını temin etme gibi işlevlerdir.

Fransız botanikçi Patrick Blanc daha 16 yaşlarında doğadaki dikey bahçe oluşumlarının farkına varmıştır. Yıllar sonra bu dikey bahçe konseptini geliştirerek 1988'de patentini almıştır.

Dikey bahçelerde yapı sistemleri genel olarak hidroponik yani topraksız bitki yetiştirilmesinin amaçlandığı sistemlerdir. Dikey Bahçe sistemlerinde taşıyıcı konstrüksiyona dikey olarak tespit edilen su geçirmez panellerin üzerine tutturulan jeotekstil katmanlar, sistem içerisinde bitki besini ihtiva eden su ile sürekli nemli tutulmaktadır.

Hidroponik bir teknikle tohumlar, çelikler ya da hali hazırda yetişmiş olarak bitkiler özel hazırlanmış keçe tabakalarına yerleştirilir. Kökler bu keçe tabakası tarafından sabit tutulur ve böylece hava sirkülasyonu sağlanır. Keçe çürümeye karşı dayanıklıdır ve onun yüksek kapilaritesi (kılcallığı) su dağıtımının iyi bir şekilde gerçekleştirilmesine izin verir. Bu daha sonra hafif metal çerçeveye perçinlenmiş su geçirmez zar niteliğinde 10 mm kalınlıktaki bir su geçirmez katmana monte edilir. Keçe; nemi ve besinlerin ilave edilmiş olduğu suyu devamlı korur. Ayrıca sulama ve gübreleme otomatik bir şekilde gerçekleştirilir.

Toprak biyolojisi üzerine yapılan bütün araştırmalar mikroorganizmalarla bitkilerin önemli karşılıklı etkileşimlerde bulduklarını işaret eder. Mantarlar ve bitki kökleri arasındaki türlere bağlı olarak dahili veya harici bu karmaşık işbirliği suyun ve mineral tuzların bitki köklerine emilimine izin verir ve önemli derecede artırır. Genel bir kural olarak, bu mikroorganizmalar alt tabaka iyi oksijenlenmiş olduğu zamanlarda bitki köklerine bağlantılar yaparak daha iyi gelişmesine yardımcı olur. Sulamanın ve gübrenmenin düzenli ve homojen olarak gerçekleşmesini sağlayan bu jeotekstil keçe örtü havadaki oksijenle doğrudan temas ettiği için dikey bahçelerde de bu kural aynen işlemektedir.

Bu çalışma 5 bölümden oluşmaktadır: giriş, genel kısımlar, malzeme ve yöntem, bulgular, tartışma ve sonuç.

Genel kısımlar bölümünde literatür araştırmaları sonucu ulaşılan verilere dayanarak dikey yeşil sistemler ve yaşam kalitesine etkileri, dikey yeşil sistemlerin sınıflandırılması hakkında genel bilgilere yer verilmiştir.

Malzeme olarak literatür araştırması ile Türkiye’de ve dünyada incelenen dikey bahçe örnekleri kullanılmıştır. Metodoloji olarak bunlar analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir.

Bulgular bölümünde analiz edilen örnek dikey bahçe yapılarından elde edilen bulgulara yer verilmiş ve bunlar literatür araştırmalarındaki verilerle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Tartışma ve sonuç bölümünde ulaşılan sonuçlara ve önerilere yer verilmiştir.

Mart 2014, 333 Sayfa.

Anahtar kelimeler: Dikey bahçeler, yapı sistemleri, yaşam kalitesi, hidroponik teknik.

SUMMARY

M.Sc. THESIS

CONSTRUCTION SYSTEMS IN VERTICAL GARDENS

Muhammet İslam BEYHAN

Istanbul University

Graduate School of Science and Engineering

Department of Landscape Architecture

Supervisor : Prof.Dr. Hakan ALTINÇEKİÇ

Modern cities provide enormous areas of wall space, in many cases stretching high above the street. Not all of this space is appropriate for growing plants, but much of it is certainly much more than has been utilised in recent years.

Greening the building envelope and wall surface focusing on vertical garden with vegetation is a good example of a new construction practice. Plants and partly growing materials in case of vertical garden systems have a number of functions that are beneficial, for example: increasing the biodiversity and ecological value, mitigation of urban heat island effect, outdoor and indoor comfort, insulating properties, improvement of air quality and of the social and psychological well being of city dwellers.

As a teenager, in the late sixties, French botanist Patrick Blanc conceived the Natural Vertical Garden. After years he developed his vertical garden concept and patented it at 1988.

Construction in vertical garden systems are generally hydroponics. Felt system comprise of felt pockets of growing medium and a waterproofed backing which is then connected to structure behind. The felt is kept continually moist with water that contains plant nutrients.

The microorganisms that grow in contact with plant roots are able more or less to transform toxic organic molecules (including pesticides and volatile organic compounds) emitted by industry, vehicles and biological activity of humans and animals. In the case of cities, various types of dust are added to this chemical pollution. Electrostatic forces attract dust to city plant leaves, especially during the dry season. These residues are finally washed and dissolved by the rain. In a vertical garden, the leave surface as well as the felt take this dust. Once caught, the dust is decomposed by the water and microorganisms into chemical elements that the plants can more easily absorb.

All research on soil biology has signaled the important interactions between microorganisms and plants. Complex association (internal or external depending on the species) between fungus and roots, allowing and increasing absorption of water and mineral salts into the roots. As a general rule, these microorganisms connected to plant roots develop better when the substrate is well oxygenated, as is the case in a vertical garden because the irrigation geotextile cloth is in direct contact with the oxygen in the air.

The study consists of five chapters: introduction, general sections, material and methodology, findings, discussions and results.

General sections chapter gives general information about the vertical green systems and effects on quality of life and vertical green systems classification using the information obtained from literature studies.

As material, literature research and vertical garden application samples in Turkey and in the world have been used. As methodology they have been analyzed and evaluated.

In findings chapter reveals the findings obtained from analyzed vertical garden sample structures and the results were evaluated comparatively with the information in the literature researches.

Discussions and results chapter gives the results obtained and suggestions.

March 2014, 333 Pages.

Keywords: Vertical gardens, construction systems, life quality, hydroponics.

1. GİRİŞ

Kentlerin büyümesi ve kent nüfusunun giderek artması gittikçe yüksek ve yoğunluklu yapıların egemen olduğu bir çevre olgusunu oluşturmuştur. Bu oluşum beraberinde birçok çevre sorununu da getirmiştir. Yeşil alan kaybının temellendirdiği bu çevre sorunlarıyla boğuşan kentler günden güne doğadan uzaklaşmakta, kent insanı kendisi için olmazsa olmaz bir niteliğe sahip doğayla bağıını yitirmiş bir vaziyette biyolojik, psikolojik, sosyal ahengin bozulmuşluğunun getirilerinin şokunu yaşamaktadır. Bu sorunlar yumağı içinde toplumların bilgi ve bilinç düzeyinin artmasıyla paralel olarak doğal kaynakların kullanımı ve gelecek nesillere aktarımı konusunda kentsel alanlarda yeşil alanlara yönelim artmış, doğayla bütünleşmiş kentsel alan anlayışı son yıllarda gündemde daha fazla yer almaya başlamıştır.

Dikey bahçeler son yıllarda doğayla bütünleşen kentsel alanlara yeni bir yapı kültürü anlayışı getirmiştir. Dikey bahçeler farklı ölçeklerdeki bina cephelerinin veya duvar yüzeylerinin dikey boyutlarının değişik türlerdeki bitkilerle bezenmesi sonucu oluşan ekolojik ve sanatsal yapılardır.

İlk dikey bahçeler doğa tarafından oluşturulmuştur. Dünyanın özellikle sıcak ve tropikal bölgelerinde, ağaçların yüksek dallarının üstünde, bina cephelerinde çağlayanlarda, ırmak kenarlarında, sızma kayalarda, sarp kayalıklarda, mağaralarda ve dik eğimli rampalarda yaşayan asalak konuk bitkiler (epifit bitkiler) ve litofit bitkiler doğa tarafından bize sunulan ilk dikey bahçelerdir. Epifit bitkiler havadaki, yağmurdaki, bazen de köklerinin etrafında biriken döküntülerdeki nem ve besinden yararlanarak türerler. Bu bitkiler köklerinin toprakta olmasına ihtiyaç duymazlar, bazıları ise suda yetişir. Litofit bitkiler yosun, süprüntü, yağmur suyundaki besin ve hatta kendi ölü dokularından yararlanarak yaşamlarını sürdürürler.

Floristik (Bitki dağılımı bilimi ile ilgili) çeşitlilik, Fransız araştırmacı ve tasarımcı Patrick Blanc tarafından yaratılan olağanüstü dikey bahçelerin esas noktasıdır. Patrick Blanc'ın bir botanikçi olması nemli yerlerde bitkilerin dikey yüzeylerden istifade ettiği çoğu durumları keşfedebilmesine izin vermiştir. Patrick Blanc kent ortamında yapısal

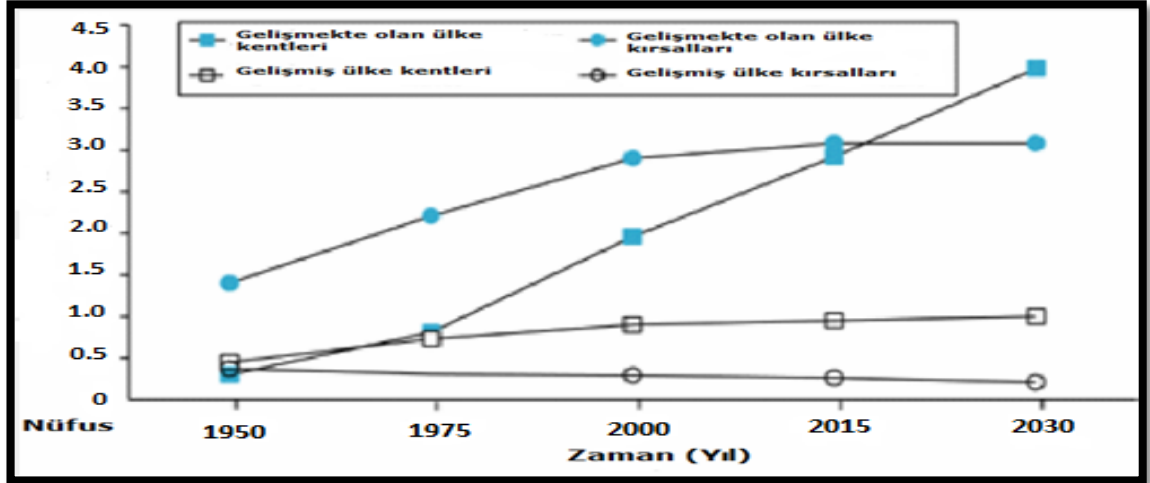
katmanlarda nemli ortamlar yaratarak bitkilerin bu dikey yüzeylerden istifade ettiği bir sistem geliştirmiştir ve bu sisteme “Vertical Garden” adını vermiştir. “Vertical Garden”ın aslında dilimize tam çevirisi düşey bahçe olarak geçmektedir ancak peyzaj mimarlığı literatüründe ülkemizde dikey bahçe kavramı yerleştiğinden bu çalışmada dikey bahçe şeklinde kullanılmıştır.

Patrick Blanc’ın bu sisteminde bitkiler topraksız bir ortamda otomatik sulama ve gübreleme sistemiyle, mikro ve makro besin elementlerini içeren özel karışimli besin çözeltilerini alarak yetiştirilmektedir. Dış taraftaki tabakanın yayılımı bir keçenin ya da kapılar hasırın su geçirmez PVC tabakası üzerine sabitlenmesiyle sağlanır. PVC katmanı mevcut duvar yapısının bitki destekli keçeden izole edilmesini sağlar. Bütün sistem yaklaşık 13 mm’dir ve çok incedir. Genç bitkiler keçe örtüsü kesilerek içinde daha sonra kökleneceği ve yapısını sağlamlaştırmaya yardımcı özellikleri barındıran ceplere yerleştirilir. Çoğu herdemyeşil olan geniş yapraklı bitkiler gür bitki örtüsü elde etmek ve ortama tropikal bir etki kazandırmak amacıyla tercih edilir. Böyle sistemler mevcut bina duvarlarının ön kısmına monte edilirler ya da kendi başına ayakta duran yapılar üzerinde yaratılırlar.

1.1 TEZİN AMACI

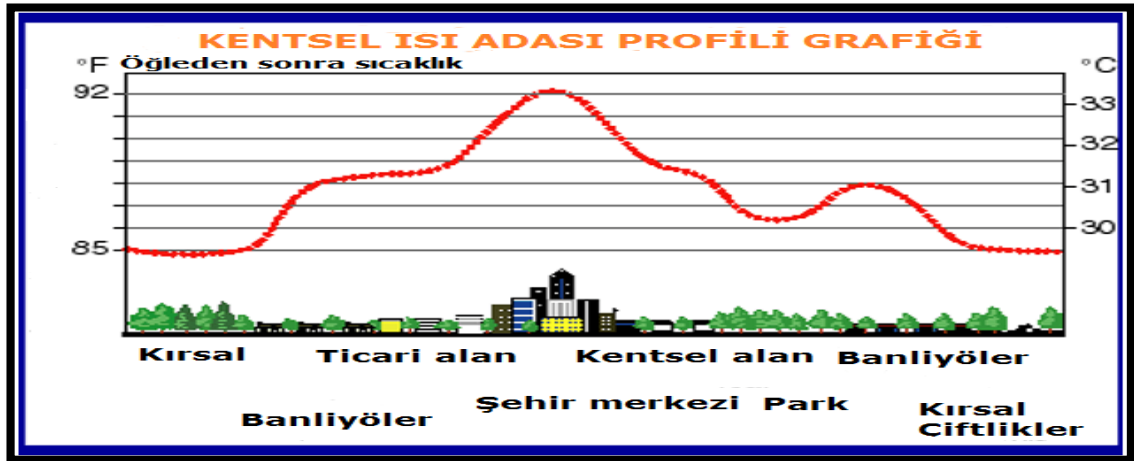
Son yıllarda dünyada kentsel büyüme hızı beklenmedik boyutlara ulaşmıştır. 1800’lerde dünya nüfusunun %3’ü kentsel alanlarda yaşarken 1900’lerde bu oran % 14’e çıkmıştır. Bu dönemde yalnızca 12 kentin 1 milyon ve 1 milyondan fazla yaşayanı vardır. 1950’lere gelindiğinde dünya nüfusunun % 30’u kentlere yerleşmiş ve nüfusu 1 milyonu aşan kent sayısı 83’e çıkmıştır. 2000’de dünya nüfusunun % 47’si başka bir ifadeyle 2,9 milyar kişi kentsel alanlarda yaşamaktadır ve 411 kentin nüfusu 1 milyon üzerindedir. 2030 yılında ise dünya nüfusunun % 60’ının kentlerde yaşaması beklenmektedir [Kaynak: (Anon., 2005b) Aktaran: (Yüksel, 2005)] (Şekil 1.1).

Dikey bahçeler ekolojik boyutta ele alındığında, dünyanın içinde bulunduğu kentleşme ve yapıların moderleşme sürecinin iklim üzerindeki etkilerinin irdelenmesi gerekecektir. Böylece yeşil alanlara ve yeşil alanların farklı bir yorumu olan dikey bahçelere gereksinimin önemi anlaşılacaktır.



Şekil 1.1: Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki kentsel büyüme hızları [Kaynak: (Anon., 2005b) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Kentsel ısı adası kavramı doğada insanoğlunun neden olduğu etkilerden kaynaklanan iklim değişikliğinin en iyi bilinen formlarından biridir ve kısaca kent içindeki sıcaklığın eşzamanda, çevresindeki kırsal alandan daha yüksek olması olarak tanımlanabilir. Bu sıcaklık farkının sebebi ise genelde kentsel alanda arazi örtüsündeki değişikliklerdir [Kaynak: (Streutker, 2003) Aktaran: (Yüksel, 2005)] (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Bir kente ait sıcaklık profili [Kaynak: (EPA, 2003) Aktaran:(Yüksel, 2005)].

Kentsel alanlardaki yüksek yapılar ve üstünkörü yapılaşma sonucunda yeryüzeyindeki rüzgar hızı azalmaktadır. Bu da yüzeylerde gerçekleşmesi beklenen ısı kayıplarını minimize etmektedir.

Toz, rüzgarın hiçbir engelle karşılaşmadan kuru yüzeylerden kaldırdığı döküntülerden oluşmaktadır. Bitkilendirme bu etkiyi engelleyen en önemli işlemdir. Bitkiler rüzgar hızını kestikleri gibi, kök veya yaprak bölgelerinde oluşturdukları nemli ortamlar sayesinde de toz partiküllerini tutarlar. Bu olay sırasında bitkiler bünyelerinde bulunan özsü veya salgılarla zararlı mikroorganizmaların yok olmalarına neden olurlar. Kentlerde rüzgarın önündeki engellerden biri konut duvarları olduğuna göre sözü edilen olayların gerçekleşmesinde bu duvarların yeşillendirilmesinin önemi de kendiliğinden ortaya çıkmaktadır (Kemaloğlu ve Yılmaz, 1991).

Kentsel alanlarda yukarıda bahsedilen sağlıksız ortamları en aza indirmek için park, bahçe v.b. yeşil alanların sayısının ivedilikle artırılması gerekmektedir. Çok eski çağlardan beri daha ziyade estetik kaygıyla kullanılan, son zamanlarda teknolojinin gelişimine paralel olarak yeni bir formatta karşımıza çıkan dikkat çekici çözümlerden biri olan dikey bahçeler kentsel alanlar ile doğa arasındaki ruhsal bağlantıyı sağlamadaki önemli rolü ile daha sağlıklı, yumuşak, estetik, nitelikli mekanlar yaratmaktadır.

Düşey yüzey bitkilendirilmesi iklimsel, estetik, psikolojik, hayvan ekolojisi—tür koruma ve bazı çevre sorunlarının (oksijen üretimi, toz ve mikrop tutma, gürültünün azaltılması gibi) azaltılmasındaki işlevleri ile kent ekolojisine katkıları yanında ülke ekonomisine getireceği yararlar, kentliye sunabileceği sağlıklı çevre, kent silüetine getireceği boyut, günlük yaşama katacağı renk etkisiyle kentlerde yeşile olan gereksinimin karşılanmasında da etkili olmaktadır (Özdemir ve Yılmaz, 2001).

Günümüz kentlerinde yapılaşmanın yoğunluğu ve cephe alanlarının büyüklüğü göz önüne alındığında dikey bahçelerin yaygınlaşmasının gerekliliği önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

1.2 TEZİN KAPSAMI

Bu çalışmada gerek estetik ve mimari kaygıdan ortaya çıkan gerekse de ekolojik zaruretten getirilerinden biri olan dikey yeşil sistemlerden dikey bahçelerin detaylarıyla tanıtılması amaçlanmıştır. Diğer dikey yeşil sistemlerin işleyişi, önemi ve özellikleri, içeriğinde kullanılan malzemeler ve katmanlar, konstrüksiyon kurguları, tasarımları, sulama bileşenlerinin uygulaması, bitkisel projelendirme ve uygulamaları gibi konular

bu çalışmada işlenerek dikey bahçe sistemleri ile aralarındaki farklılıklar ve benzerliklerin irdelenmesi hedeflenmiştir.

Dikey bahçelerin önemi belirtilmiş, sağladığı yararların altı çizilerek canlıların yaşamsal kalitesine etkileri irdelenmiştir. Diğer dikey yeşil sistemlerde olduğu gibi dikey bahçelerin de sınıflandırılması yapılmış, içerdiği çeşitliliğin nedenleri tespit edilmiştir. Dikey bahçelerin yapısal ve bitkisel katmanları ve özellikleri analiz edilmiştir. Dikey bahçelerin oluşturulmasında dikkate alınan kriterler detaylarıyla ortaya konulmuştur.

Dikey bahçelerde kullanılan taşıyıcı materyali oluşturan çeşitli konstrüksiyon malzemeleri tespit edilmiş, bu malzemelerin özellikleri, üretilmesi ve aplikasyonu, dikey bahçe projelerinde kullanılma nedenleri açıklanmıştır.

Dikey bahçelerdeki tasarım hedefleri, çözümleri, kriterleri ve kararları, yapısal ve bitkisel tasarım süreçleri ayrıntılarıyla ortaya konulmuştur.

Dikey bahçe sistemlerinde bitki seçiminde gözönüne alınan kriterler ve kullanılan bitki türlerinin özellikleri ortaya konulmuştur. Ayrıca bu sistemlerin tesisinde Türkiye koşullarında kullanılacak bitki türleri tespit edilmiştir. Türkiye ölçeğinde uygulanmış dikey bahçe örnekleri tespit edilerek bu bahçelerin bazılarında yapılan gözlemler sonucunda o bahçelerde oluşan değişimler incelenmiş ve irdelenmiştir.

Türkiye ölçeğinde uygulanmış dikey bahçe örnekleri fotoğraflanmış, bu bahçelerde kullanılan yapısal ve bitkisel materyaller tespit edilmiş ve özellikleri ortaya konulmuştur. Ayrıca dünyadan dikey bahçe örnekleri verilerek, kullanılan yapısal ve bitkisel materyaller ve özellikleri incelenmiştir.

Dikey bahçelerde sulama, gübreleme, sisleme gibi sistemler gerek dünya gerekse de Türkiye ölçeğinde tespit edilen dikey bahçeler incelenerek ve bu tez kapsamında yapılan literatür araştırmalarından yararlanılarak bu çalışmada açıklanmıştır. Ayrıca dikey bahçelerin tesisi kadar bakımının da önemli olduğu gerçeği yansıtılmıştır. Dikey bahçelerin yaşam süresiyle orantılılık gösteren bakım sürecinin gerekliliği ve önemi, bu süreçte kullanılan malzemelerin neler olduğu ve neden kullanıldıkları bu çalışmada analiz edilerek ortaya konulmuştur.

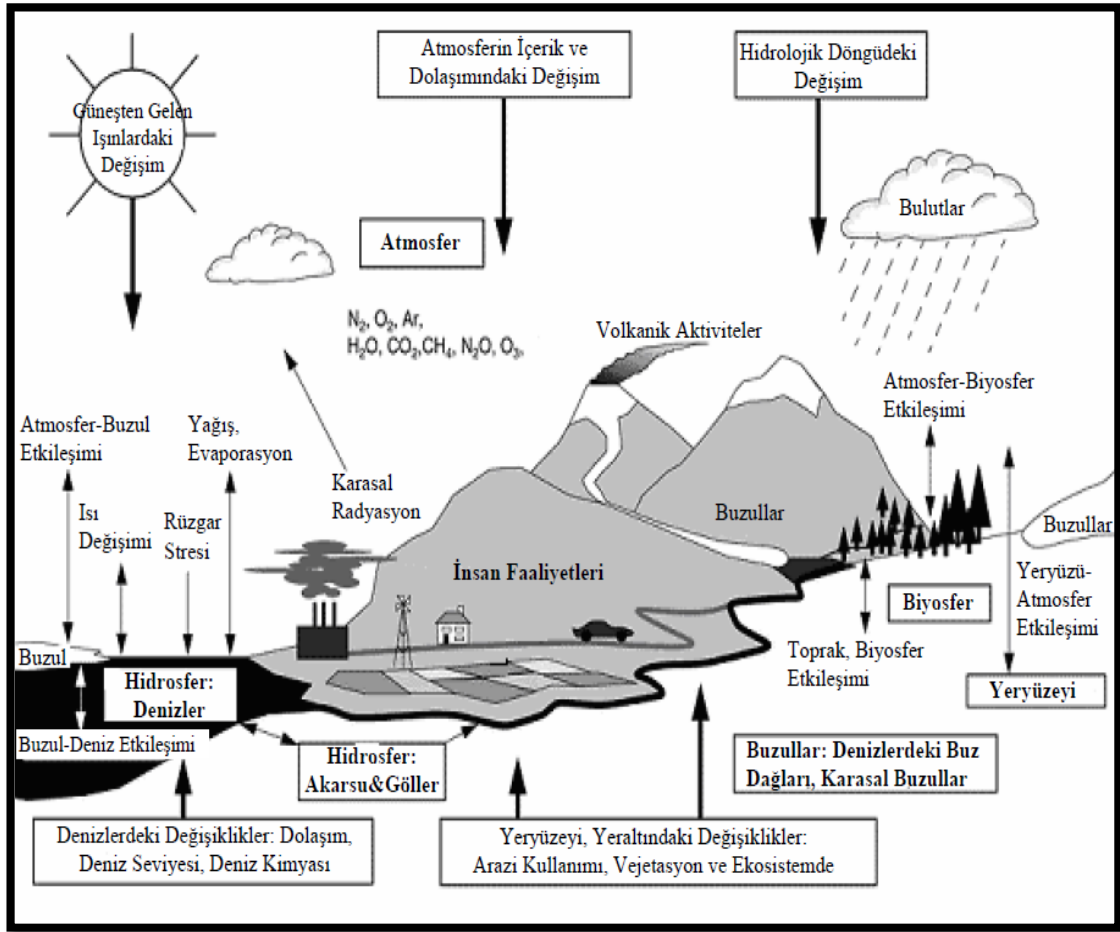
2. GENEL KISIMLAR

Tezin bu bölümünde yeşil alanlara ve yeşil alanların farklı bir yorumu olan dikey bahçelere gereksinimin önemini vurgulamak adına aşırı şehirleşme ve sanayileşme sonucu ortaya çıkan küresel ısınma ve iklim değişikliği, iklimsel değişiklikler ve kentsel gelişmeler sonucunda yüzey ve atmosferik özelliklerde meydana gelen insan kaynaklı değişiklikler sonucu ortaya çıkan kentsel ısı adası etkisi, kentleşme ve modernleşme süreci anlatılarak dikey bahçelerin ve diğer dikey yeşil sistemlerin yapısal ve bitkisel katmanlarıyla bu gibi olumsuzluklara karşı mücadelesi sonucu canlı ve cansız yaşam kalitesine etkileri detaylı bir şekilde örneklerle irdelenmiştir.

Dikey bahçelerin diğer dikey yeşil sistemlerden ayırtedilebilmesi için tüm dikey yeşil sistemler sınıflandırılmış, dünyadan ve Türkiye'den örnekler verilmiş ve bu dikey yeşil sistemlerin işleyişi, önemi ve özellikleri, içeriğinde kullanılan malzemeler ve katmanlar, konstrüksiyon kurguları, tasarım hedefleri, tasarım kriterleri, tasarım çözümleri ve kararları, sulama bileşenlerinin uygulaması, bitkisel projelendirme ve uygulamaları gibi konular detaylı bir şekilde bu tez çalışmasında işlenmiştir. Böylece dikey bahçe sistemiyle diğer dikey yeşil sistemler arasındaki benzerliklerin ve farklılıkların ortaya konulması hedeflenmiştir.

2.1 KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İklim sisteminin farklı bileşenleri arasında farklı zamanlarda ve mekanlarda sistemi karmaşık bir hale getiren pek çok fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkileşim meydana gelmektedir. İklim sisteminin bileşenleri; yapıları, fiziksel ve kimyasal özellikleri ve davranışları açısından çok farklı olmalarına karşın küresel (hacimsel) değişimler, ısı ve momentum ile birbirleriyle bağlantılı; bütün alt sistemler de açık ve birbiriyle ilişkilidir. Bu nedenle iklim sisteminin bileşenlerindeki ya da süreçlerdeki doğal ya da antropojenik herhangi bir değişiklik iklim değişikliği ile sonuçlanabilmektedir [Kaynak: (Anonim 2001) Aktaran: (Yüksel, 2005)] (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: İklim sisteminin bileşenleri ve etkileşimleri [Kaynak: (Anon., 2001) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Dünya iklim sisteminin neredeyse değişmeyen bir yapı göstermesi, insanoğlunun Dünya iklim sisteminin durağan bir yapıda olduğunu düşünmesine neden olmuştur. Oysa iklim bilimcilerin bulguları, sanılanın tam aksine, Dünya iklim sisteminin dinamik bir yapıya sahip olduğunu kanıtlamıştır [Kaynak: (Sunay, 2000) Aktaran: (Babuş, 2005)].

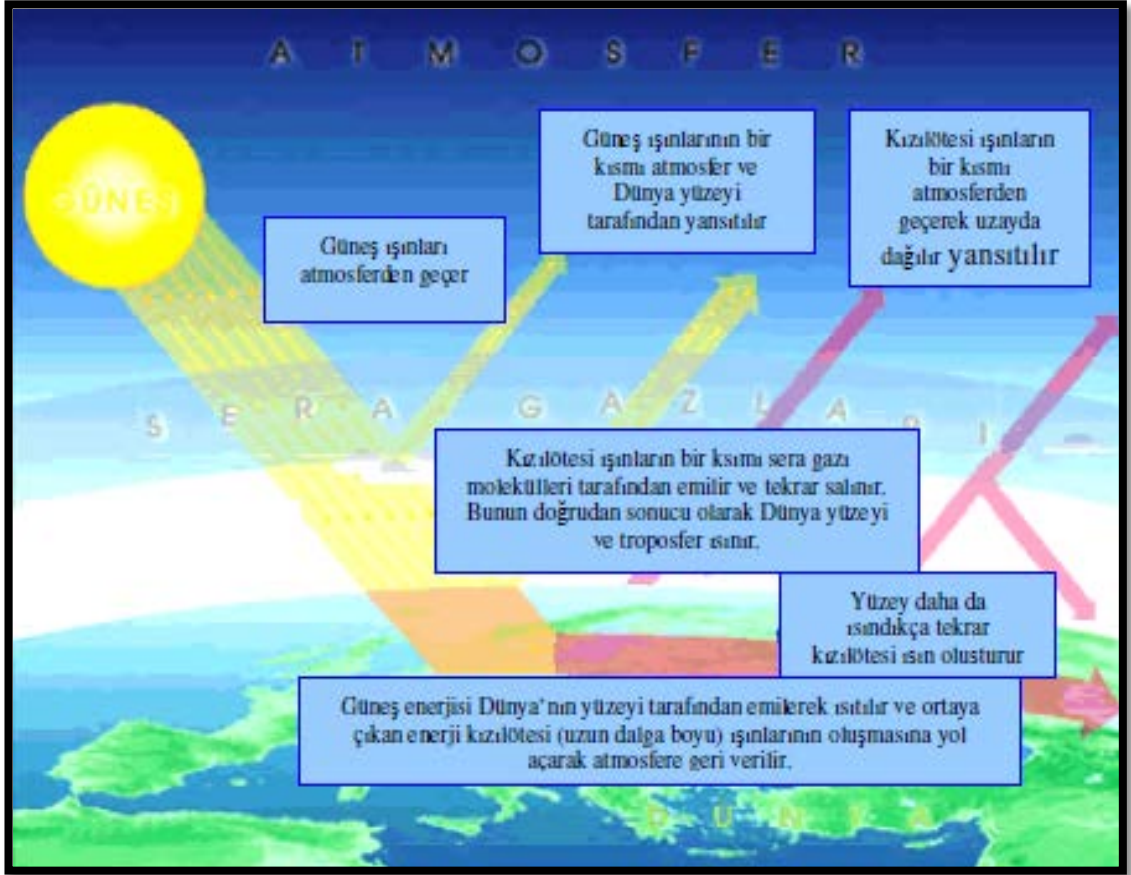
Buzullar, Dünya iklim sisteminin önemli yapılarıdır. Özellikle Dünya'daki buzların % 90'ını, yani yaklaşık 30 000 km³'ünü barındıran Antarktika'nın, Dünya iklim sistemi üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Soğutma ve Dünya rüzgar desenleri oluşumundaki etkilerinin yanı sıra, okyanuslarla olan ilişkileri de oldukça önemlidir [Kaynak: (Sunay, 2000) Aktaran: (Babuş, 2005)].

Dünya'nın varlığından bu yana iklim sistemi sürekli değişmiştir. İnsanoğlu, henüz Dünya'da var olmadan önce Dünya, yüzlerce milyon yıllık sıcak dönemler, bu dönemlerin ardından onlarca milyon yıllık soğuk dönemler ve bu soğuk dönemler içinde

yaklaşık on bin yıl süren ılık süreçlerin olduğu birçok dönem geçirmiştir. Son olarak da, yaklaşık elli milyon yıl önce başlayan ve şu anda da içinde bulunduğu soğuk dönem içerisindeki ılık bir sürece girmiştir. Bu dönemde hava sıcaklıkları düşmüş, sıcak dönem içindeyken ormanlarla kaplı olan kutuplardan başlayarak orta enlemlere kadar uzanan buz tabakaları Dünya'yı kaplamış, daha yüksek olan deniz seviyeleri düşmüştür. Tüm bu değişimler sonucunda, canlıların doğal yaşam alanları değişmiş, yeni koşullara uyum sağlayamayan türler yok olurken, yeni türler ortaya çıkmıştır [Kaynak: (Özey, 2001) Aktaran: (Babuş, 2005)].

Dünya atmosferi, nüfus artışına bağlı olarak gelişen aşırı şehirleşme ve sanayileşme sonucu ortaya çıkan sera gazları ile kirlenmektedir. Bu kirlilik sonucunda dünya ikliminde değişiklikler meydana gelmektedir [Kaynak: (Kadioğlu, 2008) Aktaran: (Birge, 2011)].

Güneş'ten gelen kısa dalga boylu ışınlar atmosferden yutulmadan geçmekte ve yeryüzündeki cisimler tarafından soğurulmaktadır. Böylece yer yüzeyi, ısınmakta ve coğrafi dokunun özelliklerine göre farklı oranlarda uzun dalga boylu ışın (kızılötesi ışın) yaymaya başlamaktadır. Güneş'ten gelen her dalga boyundaki ışın Dünya atmosferine giremediği gibi, benzer şekilde yeryüzünden yayılan her uzun dalga boylu ışın da atmosferden uzaya tümüyle geçememektedir. Yansıyan ışınlar, atmosferde bulunan ve sera gazı olarak adlandırılan CO_2 , CH_4 , N_2O gibi gazlar başta olmak üzere, su buharı (H_2O), Ozon (O_3), sıvı bulut damlacıkları ve toz bulutları tarafından tutularak Şekil 2.2'de görülen "Atmosferin Sera Etkisi"ni oluşturmaktadır. Ayrıca yansıyan ışınları tutan sera gazları da ısınmaktadır. Bu gazların ısınan molekülleri havanın diğer molekülleri ile de çarpışarak atmosferin diğer kısımlarının da ısınmasına neden olmaktadır. Bu ışın yutucu gazlar ısındığında, onlar da ışın yaymaya başlamaktadırlar. Bu ışınların bir kısmı uzaya kaçmakta, fakat bir kısmı yeniden yer yüzeyine dönmektedir. Böylece yeryüzeyi, Güneş ışını yanı sıra, bir ek ışın daha kazanmaktadır [Kaynak: (Kadioğlu, 2001) Aktaran: (Babuş, 2005)].

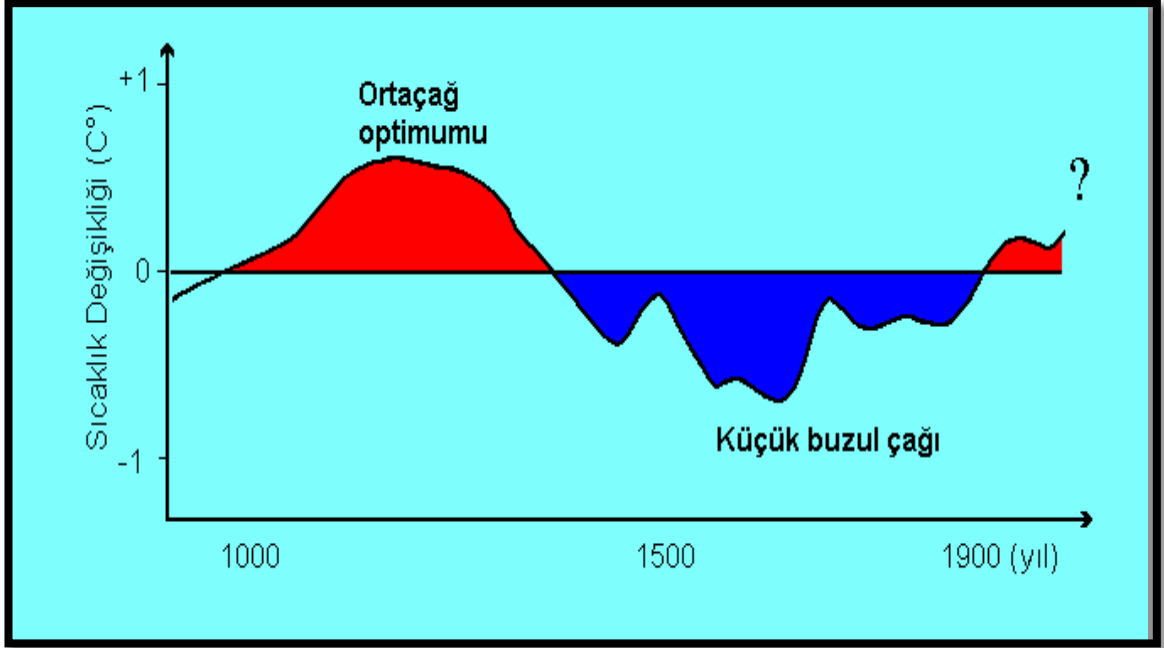


Şekil 2.2: Atmosferin Sera Etkisi [Kaynak: (UNFCCC, 2003a) Aktaran: (Babuş, 2005)].

Küresel ısınmanın etkileri; buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, iklim kuşaklarının kayması gibi değişikliklerle sınırlı değildir. Küresel ısınmanın sürmesi durumunda, aşırı hava olayları (şiddetli fırtınalar, kuvvetli yağışlar ve fırtına kabarmaları) gibi meteorolojik, bu olaylara bağlı olarak oluşan taşkınlar ve seller gibi hidrolojik ve uzun süreli kuraklık olayları ve çölleşme süreçleri gibi klimatolojik kökenli doğal afetlerin şiddetinde, sıklığında ve etkinlik alanında önemli artışların olabileceği beklenmektedir (Türkeş ve diğ., 2000).

Küresel ısınma sonucu meydana gelen iklim değişikliği, Türkeş (1997a) tarafından bildirildiğine göre; çok genel bir yaklaşımla, iklim değişikliği, “Nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler” biçiminde tanımlanmaktadır. İklimdeki değişiklikler, buzul ve buzul arası çağlar arasında, dünyanın çeşitli bölgelerinde ortalama sıcaklıklarda oluşan büyük değişiklikler şeklinde ortaya çıktığı gibi, yağış değişimlerini de içermektedir. Bugünkü bilgilerimize göre, yerkürenin çok uzun jeolojik

tarihi boyunca iklim sisteminde doğal yollarla birçok değişiklik olmuştur. Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, özellikle buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla yalnızca dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış, ekolojik sistemlerde de kalıcı değişiklikler oluşturmuştur (Türkeş ve diğ., 2000) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Kuzey yarımkürede geçen bin yıllık dönemdeki yıllık ortalama sıcaklık değişimleri (Türkeş ve diğ., 2000).

Troposferdeki insan kaynaklı aerosoller (uçucu küçük parçacıklar) ve özellikle fosil yakıtların yanmasından çıkan kükürtdioksit (SO₂) kaynaklı sülfat parçacıkları, Güneş ışınımını yeryüzüne ulaşmadan tutar ve uzaya yansıtır. Uçucu parçacık birikimlerindeki değişiklikler, bulut tutarını ve bulutun yansıtma özelliğini değiştirebilir. Genel olarak, troposferdeki parçacıklarda gözlenen artışlar, iklimi soğutma eğilimindeki bir negatif ışınımsal zorlama oluştururlar. Sera gazlarının yaşam süreleri on yıllardan yüzyıllara değişmekte (Tablo 2.1), buna karşılık uçucu parçacıkların yaşam süreleri birkaç gün ile birkaç hafta arasında kalmaktadır. Bu yüzden onların atmosferdeki birikimleri, salımlardaki değişikliklere çok daha hızlı bir biçimde yanıt verebilmektedir. Öte yandan, volkanik etkinlikler sonucunda salınan kül parçacıkları da, yeryüzünün ve troposferin soğumasına neden olabilmektedir (Türkeş ve diğ., 2000).

Tablo 2.1: İnsan etkinliklerinden etkilenen önemli sera gazlarına ilişkin özet bilgiler IPCC 1992 ve 1996a'ya göre yeniden düzenlenmiştir (Türkeş ve diğ., 2000).

Sera gazları	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFC ₁₁
(atmosferik birikim)	(ppmv)	(ppbv)	(ppbv)	(pptv)
Sanayi öncesi(1750-1800)	~280	~700	~275	0
Günümüzde (1994)	358	1720	312	268(1)
Yıllık değişim (birikim)	1.5	10	0.8	0
Yıllık değişim (yüzde)(2)	0.4	0.6	0.25	0
Atmosferik ömrü (yıl)	50-200(3)	12	120	50

ppmv = hacim olarak milyonda kısım; ppbv = hacim olarak milyarda kısım;

pptv = hacim olarak trilyonda kısım.

(1) 1992-93 verilerinden tahmini olarak;

(2) CO₂, CH₄ ve N₂O'nun büyüme oranları, 1984'ten sonraki dönemin ortalamasına dayanmaktadır;

(3) CO₂'nin okyanuslar ve biyosfer gibi yutaklarca ve çeşitli yutak süreçlerince farklı oranlarda emilmesi ve bu süreçlerin karmaşık olması nedeniyle, IPCC raporlarında CO₂'nin atmosferik ömrü için tek bir değer verilmemiştir.

Ancak sadece aerosol konsantrasyonlarının etkileri ile sıcaklığın düşmesi de beklenemez. Aerosoller, büyüklüklerine, ışığı yansıtma özelliklerine ve atmosferde buldukları yüksekliklere göre sıcaklıkları azaltır ya da artırır şekilde farklı etkiler göstermektedirler. Eğer aerosoller atmosfer örtüsünden daha beyazsa, gelen güneş ışınlarını daha fazla yansıtarak ortalama yer yüzeyi sıcaklığının düşmesine neden olabilir. Ancak bu maddeler siyah, yani atmosfer örtüsünden daha koyu renkte iseler gelen güneş ışınlarını soğuracağından ısınmaya da neden olabilirler. Her iki etki de atmosferde oluşmaktadır. Bu etkilerin hangi yöne çalışacağı ise aerosollerin atmosferde bulunduğu yüksekliğe bağlıdır. Eğer aerosoller atmosferin yüksek tabakalarında

bulunuyorsa soğumaya, yüzeye yakın tabakalarında bulunuyorsa ısınmaya sebep olmaktadırlar [Kaynak: (Muslu, 2000) Aktaran: (Babuş, 2005)].

İklim değişikliği ile ilgili bilim adamları tarafından yapılan ilk çalışma, 1827 yılında Fransız matematikçi Baron Jean Baptiste Fourier tarafından, atmosferin sera etkisinin tanımlanmasıdır. Fourier, Dünya atmosferini sera camına benzetmiş ve yer yüzeyi ısısının atmosferin kimyasal kompozisyonu tarafından bir sera camının havayı tuttuğu ve ısıttığı şekilde etkilediğini belirtmiştir [Kaynak: (Özey, 2001) Aktaran: (Babuş, 2005)].

Atmosferde artan CO₂ birikiminin değişmesine bağlı olarak iklimin değişebilme olasılığı, ilk kez 1896 yılında Nobel Ödüllü İsveçli Kimyacı S. Arrhenius tarafından öngörülmüştür [Kaynak: (Muslu, 2000) Aktaran: (Babuş, 2005)].

Arrhenius ve ABD'den Chamberlin, fabrika bacalarından, lokomotiflerden ve gemilerden çıkan dumanların, atmosfere etkileri üzerinde ilk düşünenlerden olmuştur. Arrhenius'a göre, fosil yakıt kullanımı gibi insan faaliyetlerinin Dünya yüzeyinin ısınmasına neden olması olasılık dahilindedir. Ayrıca Arrhenius, atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun 2 katına çıkmasının ki bunun gerçekleşmesinin yüzyıllar alabileceğini ifade etmektedir, Dünya yüzey sıcaklığını 50°C artırabileceğini belirtmiştir. O dönemlerde kömürün karbon içerdiği, yakma sonucu CO₂'ye dönüştüğü ve bunun atmosferi ısıttığı bilinmesine rağmen, Arrhenius'un ısınma hesapları ve tehlikeye işareti büyük ölçüde ihmal edilmiştir. Buna gerekçe olarak da okyanusların CO₂'yi emeceği gösterilmiştir [Kaynak: (Türkeş, 1995a) Aktaran: (Babuş, 2005)].

Arrhenius'un çalışmalarından uzun zaman sonra, 1938 yılında İngiliz bilim adamı Callender, iklimi önemli ölçüde değiştirecek miktarda sera gazı emisyonu olduğunu ortaya atmış, fakat bu görüş de gereken önem ve dikkati görememiştir [Kaynak: (Özey, 2001) Aktaran: (Babuş, 2005)].

1950'li yıllara kadar konu hakkında kayda değer bir çalışma yapılmamış ancak uluslararası jeofizik yılı ilan edilen 1957 yılında, ABD'de okyanus coğrafyacı Revelle'nin de girişimiyle, konu tekrar ele alınmıştır. Bu gelişmeden 1 yıl sonra, 1958 yılında, Hawaii'nin Mauna Loa Adası'nda, atmosferdeki CO₂'yi ölçmek amacıyla bir istasyon kurulmuştur. Fakat küresel ısınma teorisi yine büyük ölçüde kabul

edilmemiştir. 1970'lerde ise küresel ısınma konusunun tam aksine soğuma teorisi ortaya çıkmıştır [Kaynak: (Özey, 2001) Aktaran: (Babuş, 2005)].

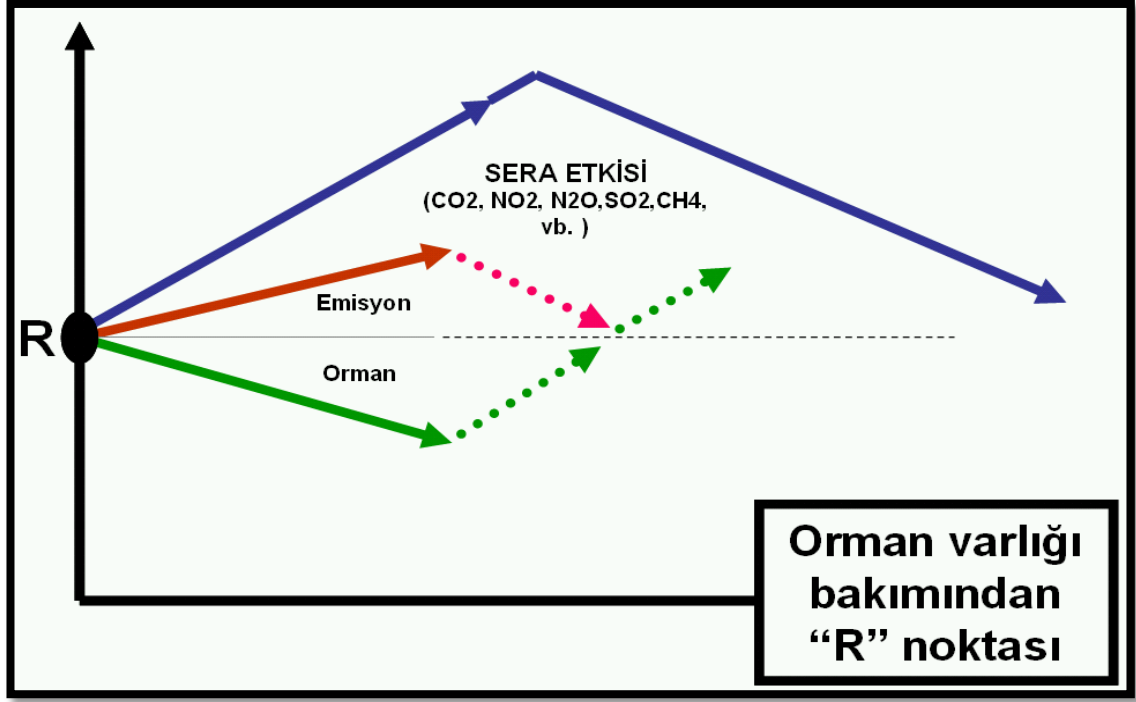
CO₂ konsantrasyonunun zamanla ne şekilde değişeceğini gösteren en iyi modeller arasında 1971 yılında Manabe ve 1967 yılında Wetherland'a ait olanlar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda ve daha sonra yapılan diğer çalışmalarda, 1967 yılından 2000 yılına kadar CO₂ konsantrasyonunun 320 (323) ppm'den 375 ppm'ye yükseleceği, oransal nem ve diğer faktörler sabit kalmak koşuluyla, bu durumun ortalama hava sıcaklığını 0.5 °C artıracığı belirtilmiştir. 1988 ve 1990 yıllarında yayınlanan deney sonuçlarıyla bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrulanmıştır. Gerçekten bu tarihte yayınlanan ölçüm sonuçları, ortalama hava sıcaklığının 0.5 °C arttığını ve CO₂ konsantrasyonunun 340 (350) ppm olduğunu göstermektedir [Kaynak: (Özey, 2001) Aktaran: (Babuş, 2005)].

Ülkemizde yıllık ortalama hava sıcaklıklarıyla ilgili ilk çalışma, Erinç tarafından 1969 yılında, İstanbul'un 1860-1990 yılları arasındaki dönemde yıllık ortalama sıcaklıklarının 20°C yükselerek, düzensiz bir şekilde değiştiğinin belirlenmesidir. Yakın bir zamanda Türkeş ve arkadaşları tarafından 1992 yılında gerçekleştirilen çalışmada, 1930 ve 1980 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarının yaklaşık 0.5 °C yükseldiği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada en çok dikkat çeken bulgu, 1961–1980 yılları boyunca yıllık ortalama sıcaklıklarda zayıf bir soğuma eğiliminin olmasına karşın, ısınma eğiliminin düzenli olarak gerçekleşmesidir [Kaynak: (Kadıoğlu, 2001) Aktaran: (Babuş, 2005)].

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede çözüm, başta karbondioksit olmak üzere küresel sera gazı salınımlarını azaltmaktır. Bu da, doğal kaynaklardan daha iyi yararlanmak anlamına geliyor. Isıtma, soğutma ve ulaşımda kullanılan benzin, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlar sera gazı salınımlarının başlıca kaynaklarıdır. Fosil yakıtları daha az miktarlarda ve daha verimli bir şekilde kullanmamız gerekiyor. Benzer şekilde, karbondioksitin atmosfere kaçmasını önlemek de önem taşıyor. Bunu sağlamak için, örneğin, üretildiği sırada karbondioksit "yakalanmalı" ve tükenmiş gaz sahalarına veya eski tuz madenlerine gömülmelidir¹.

¹ <http://www.avrupa.info.tr/>, 2008 [Ziyaret Tarihi: 12 Aralık 2013)].

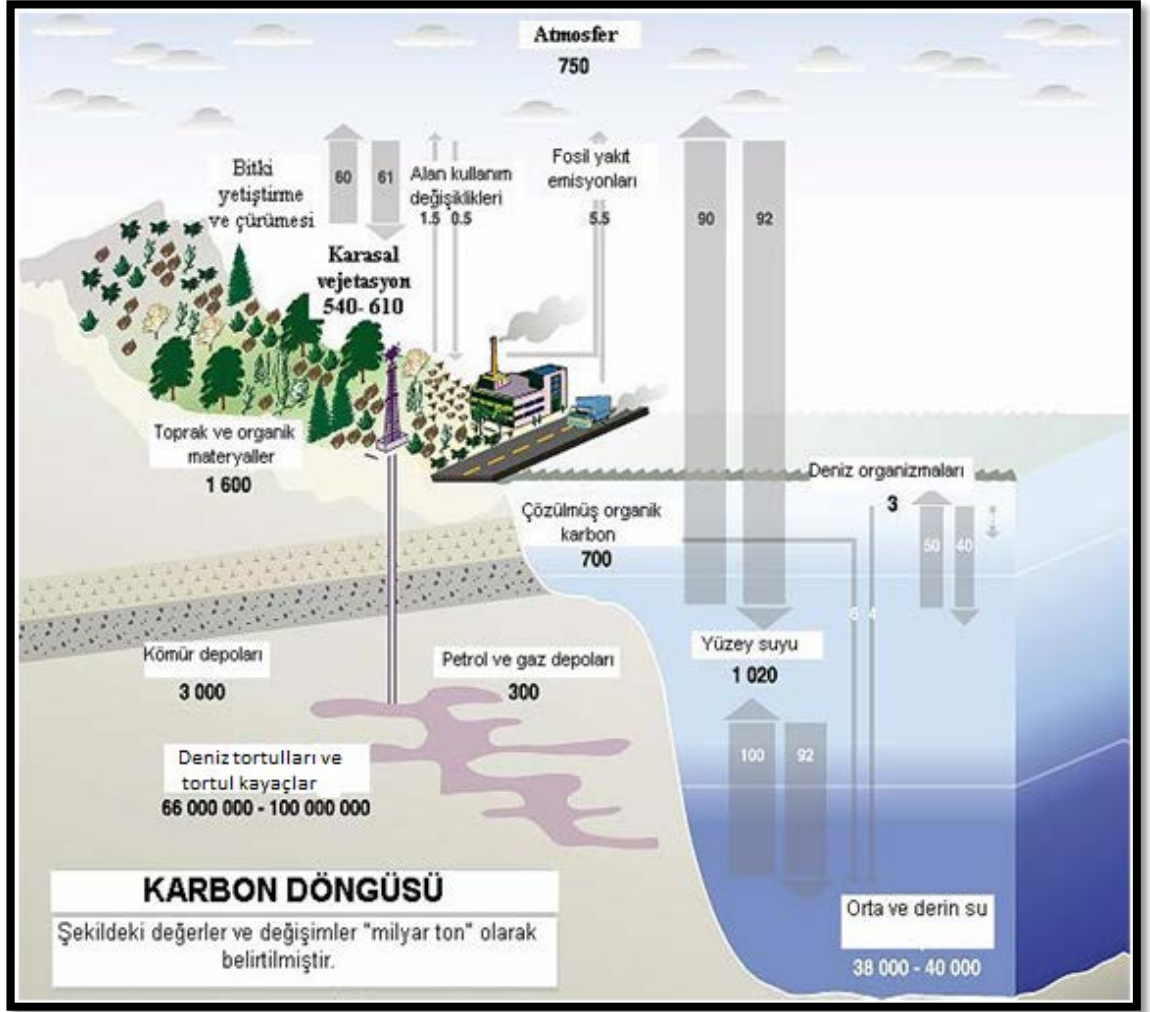
Ormansızlaşmayı tersine çevirmek, özellikle de karbondioksiti emen tropik ormanların yok olmasının önüne geçmek de iklim değişikliğiyle mücadelede büyük önem taşımaktadır. Ormanlar karbondioksiti emmektedir¹ (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Sera etkisinin değişimi [Kaynak: (Kayhan, 2007) Aktaran: (Ertop, 2009)].

Tarım faaliyetlerinden ve çöp depolama alanlarındaki atıklardan kaynaklanan metan ya da aşırı gübre kullanımından kaynaklanan salınımlar gibi küresel ısınmaya katkıda bulunan birçok farklı unsur olsa da, fosil yakıt kullanımı ve ormanların yok edilmesi iklim değişikliğinin baş sorumlularıdır¹.

Bitkiler fotosentez yoluyla karbondioksiti atmosferden alıp, organik bileşiklere dönüştürmektedirler. Şekil 2.5’de görüldüğü gibi bu süreç sırasında bitkiler atmosfere yılda 540 milyar ton karbon salmakta ve atmosferden 610 milyar ton karbon almaktadırlar. Bitkilerin organik bileşiklere dönüştürdüğü karbon, fosil yakıtların yanması ve yanardağ patlamalarıyla yerkürenin derinliklerindeki kayalardan tekrar atmosfere geçmektedir. Bunun bir kısmı da okyanuslarda çözülerek “Karbon Döngüsü” olarak adlandırılan süreci oluşturmaktadır [Kaynak: (Binbaşaran, 2001) Aktaran: (Babuş, 2005)].



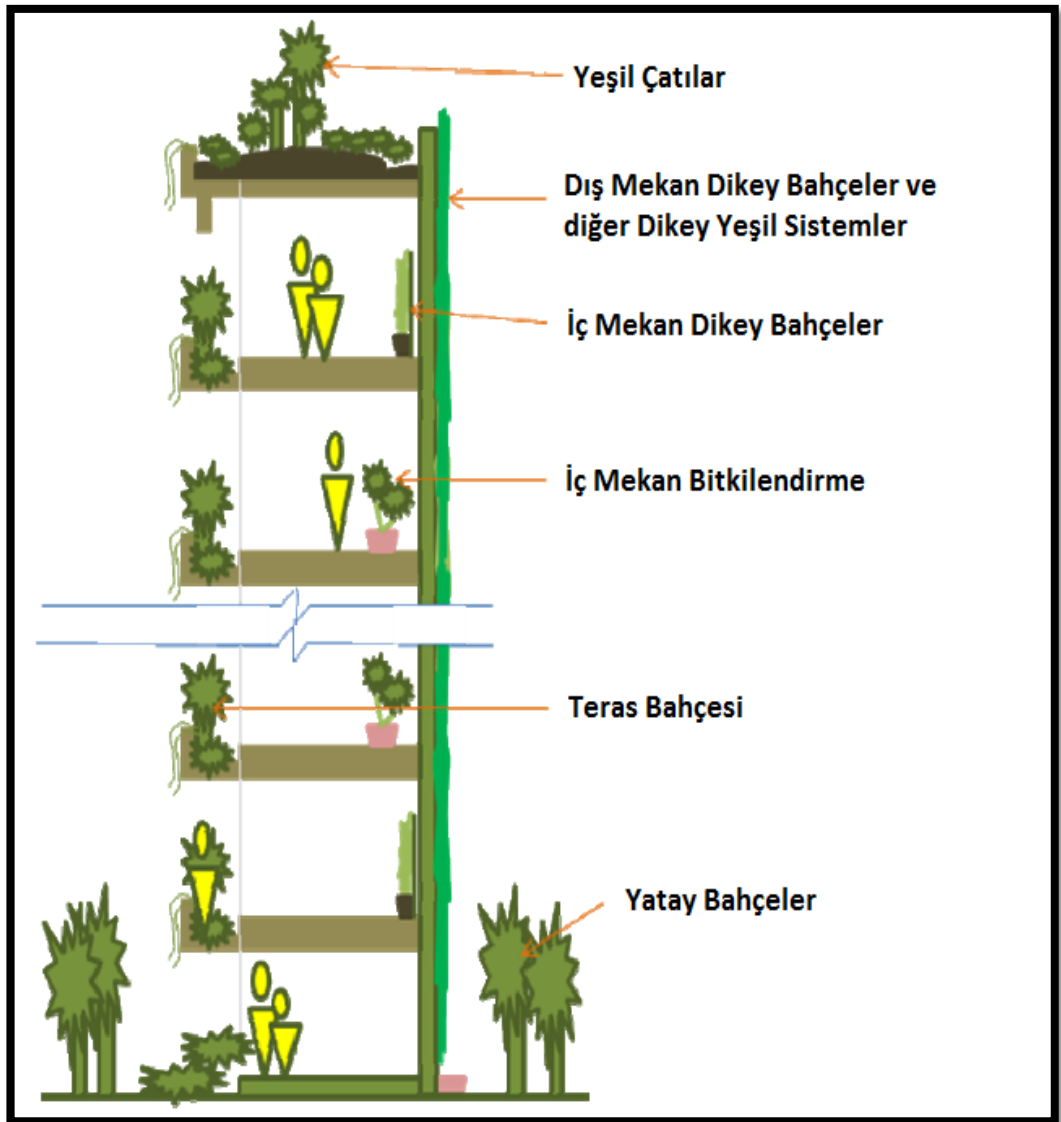
Şekil 2.5: Karbon Döngüsü [Kaynak: (IPCC, 1996) Aktaran: (Babuş, 2005)].

CO₂ sera etkisine neden olan gazların en önemlisi olduğu gibi fotosentezin de ana maddesidir. Fotosentez süreciyle güneş ışığı, atmosferdeki karbonu; ağaç, mera ve tarım ürünlerini oluşturan organik bileşenlere çevirecek enerjiye dönüşmektedir. Dönüştürülen karbon, ağaçların ve diğer bitkilerin kesimi veya çürütmesiyle CO₂ şeklinde tekrar atmosfere geri dönmektedir. Havadaki CO₂'nin organik madde haline dönüşmesi, bitkilerin yaprak miktarına bağlıdır. Ormanlar diğer bitki topluluklarına göre en fazla yaprak miktarına sahip olduklarından meralara ve tarımsal bitki topluluklarına oranla daha fazla CO₂ tüketmektedir (Asan ve diğ., 2005).

Peyzaj mimarlığı uygulamaları bir alandaki canlı ve cansız bütün öğelerin organize edilmesine dayanmaktadır. Mesleğin temel amacı flora ve fauna gibi canlı ve yüzey formları, su yüzeyleri gibi doğal formlar, binalar, yollar gibi insan yapımı yapay elemanlar arasında yapılan düzenlemeler ile kirliliğin önlenmesi, doğal kaynakların

korunması, ekolojik dengelerin sürdürülmesi, çevre kalitesinin artırılması ve görsel ile fonksiyonel açıdan ideal ortamların yaratılmasıdır [Kaynak: (Karagüzel ve Atik, 2007) Aktaran: (Ertop, 2009)]

Bir peyzaj uygulaması olarak dikey bahçeler son yıllarda doğayla bütünleşen kentsel alanlara yeni bir yapı kültürü anlayışı getirmiştir. Dikey bahçe olarak düşünülecek bir cephe, ekolojik algı çerçevesinde doğanın bir uzantısı olarak işlev görmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Peyzaj Mimarlığı uygulamalarında Dikey Bahçeler (Afrin, 2009).

Toz, rüzgarın hiçbir engelle karşılaşmadan kuru yüzeylerden kaldırdığı döküntülerden oluşmaktadır. Bitkilendirme bu etkiyi engelleyen en önemli işlemdir. Bitkiler rüzgar

hızını kestikleri gibi, kök veya yaprak bölgelerinde oluşturdukları nemli ortamlar sayesinde de toz partiküllerini tutarlar. Bu olay sırasında bitkiler bünyelerinde bulunan özsu veya salgılarla zararlı mikroorganizmaların yok olmalarına neden olurlar. Kentlerde rüzgarın önündeki engellerden biri konut duvarları olduğuna göre sözü edilen olayların gerçekleşmesinde bu duvarların yeşillendirilmesinin önemi de kendiliğinden ortaya çıkmaktadır (Kemaloğlu ve Yılmaz, 1991).

Bitki kökleri ile temas halinde yaşamlarını sürdüren mikroorganizmalar; sanayiden, yaşamımızı kolaylaştıran araçlardan yayılan, insanların ve hayvanların biyolojik aktiviteleri sonucu oluşan pestisitler, uçucu organik bileşikler gibi toksik organik molekülleri az ya da çok miktarda dönüştürebilir. Şehirlerdeki çeşitli türde partikülleri bu kimyasal kirleticilerin içine ilave edebiliriz. Elektrostatik kuvvetler özellikle kurak mevsimler boyunca bu partikülleri şehirlerde yaşayan bitkilerin yapraklarına çeker. Bu tortular sonunda yağmurların yağmasıyla yıkanır ve çözünür. Dikey bahçelerde yaprak yüzeylerinin yanısıra bitkiye büyüme ortamı oluşturan keçe tabakası da partikülleri tutar. Yakalanır yakalanmaz partiküller su yardımıyla ayrıştırılır ve mikroorganizmalar kimyasal elementlerin içine sızarak bitkinin onları daha kolay bir şekilde absorbe etmesini sağlar (Ibanez, 2010).

Genel süzgeçlerden farklılıkla keçe tabakaları zaman zaman temizlenmeye ihtiyaç gösterir. Sulamanın gerçekleştiği sözkonusu keçe örtüsü bu elementleri havayla teması sayesinde yakalar ve hızlıca mineralize eder ve onları bitki kökleri tarafından emilebilir duruma getirir. Geçirdiği biyolojik süreçler, sistemin kendi kendini yenilemesi örneğin ölü kökün yerini yeni canlı bir kökün alması gibi ya da dışarıdan toz partikülleri, suda asılı halde bulunan materyaller, kirleticiler ve diğer organik bileşiklerin yakalanması gibi olaylarda sistemi oluşturan öğelerin birbirini özümsemesi ve kaynaşması sayesinde sulamanın gerçekleştiği keçe örtüsü geri döngülü bir mikroekosistem halini almıştır (Ibanez, 2010).

2.2 KENTSEL ISI ADASI ETKİSİ

Kentler, geçirimsiz yüzeylerin devasa boyutlara eriştiği, bitki örtüsünün yok edildiği; topoğrafyada, su ve enerji döngülerinde dramatik değişimlerin yaşandığı yerlerdir.

Kentlerin büyümesi ve kent nüfusunun giderek artması gittikçe yüksek ve yoğunluklu yapıların domine ettiği bir çevre olgusunu oluşturmuştur. Bu oluşum beraberinde birçok çevre sorununu da getirmiştir. Yeşil alan kaybının temellendirdiği bu çevre sorunlarıyla boğuşan kentler günden güne doğadan uzaklaşmakta, kent insanı kendisi için olmazsa olmaz bir niteliğe sahip doğayla bağını yitirmiş bir vaziyette biyolojik, psikolojik, sosyal ahengin bozulmuşluğunun getirilerinin şokunu yaşamaktadırlar. Bu sorunlar yumağı içinde toplumların bilgi ve bilinç düzeyinin artmasıyla paralel olarak doğal kaynakların kullanımı ve gelecek nesillere aktarımı konusunda kentsel alanlarda yeşil alanlara yönelim artmış, doğayla bütünleşmiş kentsel alan anlayışı son yıllarda gündemde daha fazla yer almaya başlamıştır.

Kentsel alanların iklimini kırsal alanlarla karşılaştırdığımızda; kentsel ortamlar, kırsal alanlara oranla yıllık ortalama sıcaklık açısından 1-2 derece daha sıcaktır. Hatta bazı alanlarda bu sıcaklık farkı 6-12 dereceye kadar çıkar. Kentlerde aşırı ısınmaya bağlı termik hava sirkülasyonu gün içerisinde havanın kirlenmesiyle birlikte kent üzerinde bir sis örtüsünün oluşumuna neden olur. Bu örtü gece boyunca hava terselmesi (inversiyon) yaratarak kentlerin üzerine çöker. Böylece kentler doğrudan güneş ışığı alamadıkları gibi, gece ışıması ve yakın çevreyle hava sirkülasyonu da engellenmiştir. Havanın yatay yönde hareket edememesi, yüksek oranda toz ve nem içermesi; kentsel havanın dayanılmaz ölçüde bunaltıcı olmasına neden olur. Kent içi ve yakın çevresindeki açıklık alanlarda bir diğer iklimsel problem soğuk hava akımlarıdır. Gece boyunca soğuyan hava gittikçe ağırlaşarak yavaş yavaş yamaçlardan aşağıya doğru hareket eder (1 m/saat). Aşağı kesimlerde havanın birikmesiyle rüzgar hızını kaybeder ve bu kesimlerde soğuk hava koşulları hakim olur. Vadi tabanları ve havzalarda biriken bu soğuk hava durağan hale gelerek gece boyunca niteliği pek değişmeden etkin bir şekilde kalır. Soğuk havanın etkin olduğu bu kesimler büyük ölçüde don tehlikesiyle karşı karşıya kalır. Aynı zamanda durağan hava içerisinde tozlar ve gazların da birikmesiyle söz konusu soğuk hava kütlelerinin aynı zamanda kirliliği de önemli ölçüde artar [Kaynak: (Krusche ve diğ., 1982) Aktaran: (Yüksel, 2005)] (Tablo 2.2).

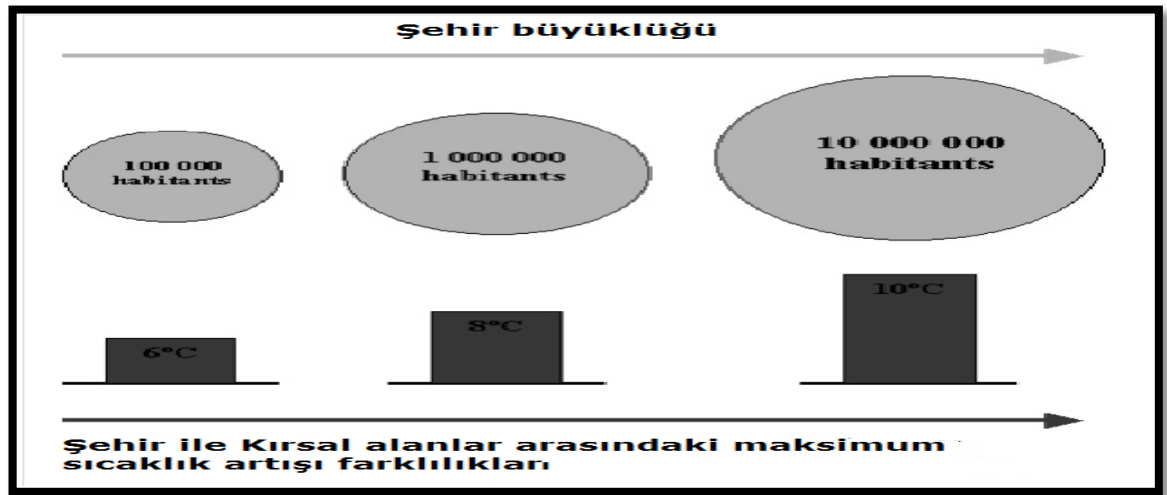
Tablo 2.2: Kentsel ortamlarla kırsal ortamların iklim açısından karşılaştırılması [Kaynak: (Krusche ve diğ., 1982) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Parametre	Kırsal alan ortalamaları ile karşılaştırıldığında	
Yağış	Toplam yağış	% 5-10 daha fazla
	3 mm ve üzerinde yağışlı gün sayısı	% 10 daha fazla
Sıcaklık	Yıllık ortalama	0,5- 1 C daha yüksek
	Kış minimumu	1-2 C daha yüksek
Nispi nem	Yıllık ortalama	% 6 daha az
	Kış ortalaması	% 2 daha az
	Yaz ortalaması	% 8 daha az
Rüzgar Hızı	Yıllık ortalama	% 20-30 daha az
	Zemine yakın yerlerde	% 10-20 daha az
Aydınlanma	Yaz mevsiminde	% 5 daha az
	Kış mevsiminde	% 15 daha az
Bulutluluk	Bulut	% 5-10 daha fazla
	Kış mevsiminde	% 100 daha fazla
	Yaz mevsiminde	% 30 daha fazla
	Terselme	% 60 daha fazla
Radyasyon	Yüze gelen ışık miktarı	% 15-20 daha az
	Kış mevsiminde ultraviyole ışınları	% 30 daha az
	Yaz mevsiminde ultraviyole ışınları	% 5 daha az
Kirlenme	Toz Zerrecikleri	10 kat fazla
	SO ₂	5 kat fazla
	CO ₂	10 kat fazla
	CO	25 kat fazla
Görüş Mesafesi		% 80-90 daha az

Kentsel ve kırsal alan arasındaki iklimsel açıdan bu farklılık “ kentsel ısı adası “ olarak ilk kez 1820’de Londra kenti için Luke Howard tarafından tanımlanarak literatüre girmiş ve günümüze kadar dünyanın büyük kentlerinde çalışılmıştır [Kaynak: (Fan, 2004; Streutker, 2003) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Oke (1995)’a göre ısı adası basitçe bir kent veya ilçenin sıcaklık karakteristiğidir. Bütün iklim bölgelerinin kentlerinde bulunur. İklimsel değişiklikler ve kentsel gelişmeler sonucunda yüzey ve atmosferik özelliklerde meydana gelen insan kaynaklı değişikliklerden oluşur ve bu olay “ada” tanımlaması ile nitelendirilir. Çünkü yüzeye yakın hava sıcaklığının izoterm yapısı daha soğuk olan kıyıları çevreleyen denizin içindeki adaların konturları ile benzerlik gösterir. Isı adası bu yüzden kırsal ve kentsel bölgeler arasındaki sıcaklık farklarının temeli olarak tanımlanır [Kaynak: (Akay, 1996) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Kentsel ısı adasını oluşturan etkenler, kentin nüfusu ve büyüklüğüne bağlıdır. Kentte yaşayan nüfus arttıkça, bu nüfusun ihtiyaç duyduğu donatılar artmakta, trafik ve konutların yoğunluğu, sanayi v.b alanlar büyümektedir (Yüksel, 2005) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Kent nüfusu ve ısı adası etkisi arasındaki ilişki [Kaynak: (Duman ve Juyal, 2004) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

İdeal koşullar altında maksimum kentsel-kırsal alan sıcaklık farkı 1000 kişilik nüfusa sahip bir kentte 2,5 °C iken 1 milyon nüfusa sahip kentlerde bu fark 12 °C’ye çıkmaktadır. Oke, 1973 yılında Kuzey Amerika kentleri ve Avrupa kentlerindeki nüfusa

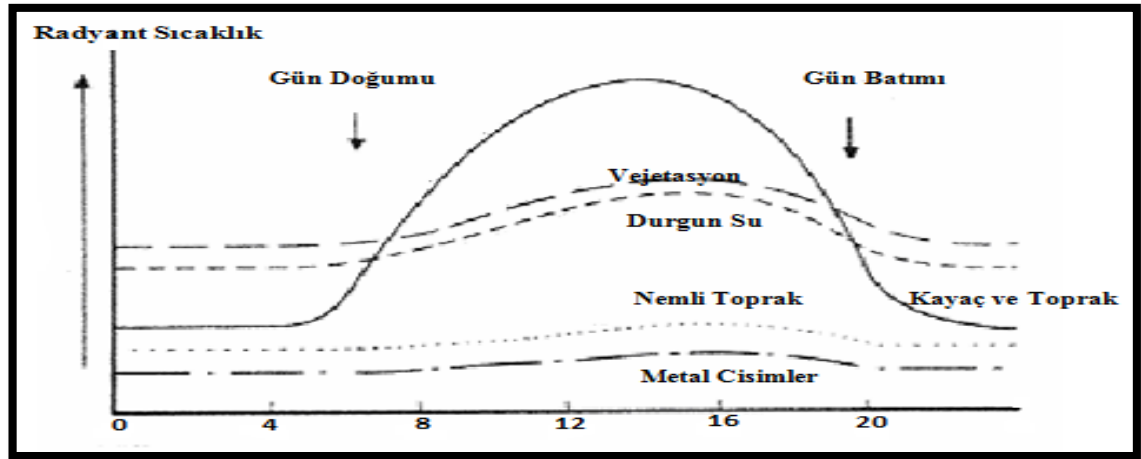
bağlı olarak kentsel ısı adası etkisinin belirlenmesi için bir denklem geliştirmiştir [Kaynak: (WHO, 2004) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Kentsel alanlarda yapılarda kullanılan malzemeler ya da kentsel yüzeyleri kaplayan malzemelerin termal özellikleri, kırsal alanlarda doğal olarak bulunan malzemelerden çok farklıdır. Örneğin; nemli toprağın özgül ısı kapasitesi asfalt ve betondan yaklaşık % 50 daha fazladır [Kaynak: (Oke, 1987) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Kentsel mekanda kullanılan malzemelerin mikroklima üzerinde etkili olabilecek yönleri yüzeyin rengi ve yüzeyi oluşturan malzemenin türüdür. Çünkü kentsel alanlarda yoğun olarak kullanılan yüzey malzemelerinin özellikleri atmosfer-yeryüzeyi enerji dengesini etkilemektedir [Kaynak: (Stone, 2001) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Açık renkli, parlak ve cilalı yüzeylere sahip cisimler, ışınları fazla miktarda yansıttıkları için fazla ısınmazlar. Koyu renkli, mat ve pürüzlü yüzeyli cisimler ise ışınları yansıtmayıp emdikleri için çok ısınırlar (Yüksel, 2005).

Yüzeyin rengi; soğurulma ve yansıma üzerinde etkin rol oynar. Yüzeyi oluşturan malzemenin türü ise sıcaklığın iletilmesi ve depolanması üzerinde rol oynamaktadır [Kaynak: (Krusche, 1982) Aktaran: (Yüksel, 2005)] (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Yüzeyin niteliğine bağlı olarak ortaya çıkan ısı farklılıkları [Kaynak: (Streutker, 2003)Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Yüzeyi oluşturan materyalin türü ile ışığın yansıma oranı ve ısı depolanması arasında yakın ilişkiler bulunmaktadır. Tablo 2.3'de malzemenin türüne göre ışığın yansıtılma oranları verilmiştir [Kaynak: (Heyer 1993) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Tablo 2.3: Malzemenin türüne göre ışığın yansıtılma oranları [Kaynak: (Heyer, 1993) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Yüzeyin cinsi	Yansıtma Oranı (%)
Taze Kar	70-90
Eski Kar	40-60
Kaya	12-15
Kum-çöl	13-30
Kuru toprak	8-14
Nemli toprak	8-9
Çayırılık	10-37
Orman (karışık)	5
Çam ormanı	10
Deniz suyu	2-70
Kentler	10
İnsan derisi	35

Kentsel alanlarda rüzgar hızı yapıların rüzgarın yönüne göre konumlanmasına ve yüksekliğine; cadde ve sokakların yönüne ve genişliğine göre azalmaktadır (Yüksel, 2005) (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: Kentsel ısı adası tarafından oluşturulan rüzgar dağılımı [Kaynak: (Stone, 2001) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Kentsel alanlarda yükselen sıcaklıklar yeryüzeyine yakın alanlarda ozon oluşumunu artırarak hava kalitesinin azalmasına neden olurlar. Ozon toksik bir maddedir ve

atmosferdeki ozonun artışı akciğer hastalıklarını ve astımı artırır. Yeryüzeyine yakın ozon oluşumu fotokimyasal sis oluşumunda önemli bir etkidir. Kentsel alanlar artan nüfus yoğunluğundan ötürü daha fazla antropojenik ısı üretirler. Antropojenik ısı üreten kaynaklar; otomobiller, klimalar, yapıların kaybettiği ısı ve inşaat donatılarıdır [Kaynak: (Gray ve Finster 2005) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Kentsel alanlarda sıcaklığın artması klima kullanımını, buna bağlı olarak da enerji kullanımını arttırmaktadır. ABD'deki nüfusu 100.000'in üzerinde olan kentlerde, sıcaklıktaki her 1 Fahrenheitlik yükselişe pik saatteki elektrik enerjisi kullanımının %1.5- 2 oranında arttığı tespit edilmiştir [Kaynak: (Gray ve Finster 2005) Aktaran: (Yüksel, 2005)].

Kentsel alanlardaki kentsel ısı adasına ve daha başka etkenlere bağlı olarak ortaya çıkan bu sağlıksız ortamları en aza indirmek için park, bahçe v.b. yeşil alanların sayısı ivedilikle artırılmalıdır. Çok eski çağlardan beri daha ziyade estetik kaygıyla kullanılagelen son zamanlarda teknolojinin gelişimine paralel olarak yeni bir formatta karşımıza çıkan dikkat çekici çözümlerden biri olan dikey yeşil sistemlerden dikey bahçeler kentsel alanlar ile doğa arasındaki ruhsal bağlantıyı sağlamadaki önemli rolü ile daha sağlıklı, yumuşak, estetik, nitelikli mekanlar yaratmaktadır.

2.3 DİKEY BAHÇELER VE YAŞAM KALİTESİNE ETKİLERİ

Dikey bahçeler farklı ölçeklerdeki bina cephelerinin veya duvar yüzeylerinin dikey boyutlarının değişik türlerdeki bitkilerle bezenmesi sonucu oluşan ekolojik ve sanatsal yapılardır.

Modern şehirler geniş duvar yüzeyleri sunmaktadır ve bunlar bazı durumlarda caddeler boyunca yüksek yapılar şeklinde seyredebilir. Bu alanların hepsi bitkilendirme için uygun olmayabilir ama büyük çoğunluğu uygundur ve son yıllarda bu yapılar ve cepheler bitkilendirilerek değerlendirilmektedir (Johnston ve Newton, 2004).

Bina ve duvar yüzeylerinin bitkilendirilmesi için bitki örtüsüyle kaplı yeşil cephe ve yaşayan duvar sistemleri üzerinde durulması yeni yapı tekniğine iyi birer örnektir. Bitkiler ve büyüme ortamı yaşayan duvar sistemlerinde bir takım yararlı fonksiyonlara sahiptir. Örneğin; biyoçeşitliliğin ve ekolojik değerinin artışı, kentsel ısı adası etkisini azaltma, dış ve iç mekan konforunu sağlama, yalıtıcı özellikler taşıması, hava kalitesini

iyileştirme ve şehirliilerin psikolojik ve sosyal refahını temin etme gibi işlevlerdir (Ottele ve diğ., 2011).

Bitkilerin mikroorganizmalarla işbirliği içinde varolan yeteneği hava kirleticilerini temizlemeleridir. Bu, iç mekana dikey bahçe sistemlerini getirip değerlendirerek geliştirebilir, böylece aynı zamanda hava süzme ve havalandırma sistemlerinin kullanımını minimize ederek enerji kullanımını azaltıp bariz bir avantaj sağlar. Doğallaştırma sistemlerinde dikey olarak yetiştiricilikte kullanılan, iç mekanda hortikültürel olarak oturmuş çeşitli tropikal bitkilerin çoğu (bromeliadlar, devetabanı türleri, orkideleri içeren) dikey bahçe olarak isimlendirilen yapıları oluştururlar [Kaynak: (Air Quality Solutions, 2004) Aktaran: (Dunnett ve Kingsbury, 2008)]. Tırmanıcılar Japonya'da benzer işlevlerde kullanılırlar. Böyle bitkilendirmeler oldukça dekoratiftir, avlulara ve iç mekan kamu yerlerine özellikle göze çarpan bir özellik kazandırır. Kanada'da çok sert kış ikliminden dolayı iç mekan kamu yerleri, alışveriş merkezleri gibi büyük önem taşıyan yerlerde dikey bahçeler gittikçe popüler olmaya başlamıştır. Tüm dünyada iklim kontrollü mekanların sayısının gittikçe artmasıyla böyle iç mekan dikey bahçeler daha da bir önem kazanmaya başlamıştır [Kaynak: (Cooper, 2003) Aktaran: (Dunnett ve Kingsbury, 2008)] (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Kanada Corus Quay İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması².

² <http://blog.senning.ca/category/toronto/> [Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2014)].

Dikey bahçeler, şehirlerin bitki gelişimini destekleyebildiği bir çok yoldan biridir. Bunun yanı sıra dikey bahçeler arazideki kısıtlı alan kullanımına karşılık geniş alanlar üzerinde tesis edilerek avantaj sağlar. Bu teknoloji özellikle gerek nüfus gerekse de yapılaşmış çevre bakımından yoğun, yeşil için ayrılan alanların oldukça kısıtlı olduğu yerlerde kullanılabilir. Ayrıca dikey bahçeler yaban hayatına ortam yaratarak, kentsel biyoçeşitliliğin artırılmasını sağlayabilir, böylece sağlıklı bir ekosistemin geliştirilmesine yardımcı olur. Kentin sakinlerine de sağlıklı bir kent ekosisteminden istifade etme olanağı sunar [Kaynak: (Alberti, 2005) Aktaran: (Matt, 2012)].

Yeşillendirilmiş cepheler her mevsime özgü renk yoğunluğunda ve biçimsel olarak değişimler geçirdiğinden farklı bir görünüm sunan olanaklara sahiptir. Dikey bahçeler bu yolla cepheye yaprakları ve dallarıyla, yaprak örtüsündeki değişimlerin yol açtığı renkleriyle doğal bir form kazandırır. Dikey bahçeler kentsel alanlardaki gelişmelerin yol açtığı yeşil alan kaybını böylece kısmen de olsa telafi edebilirler. Cephelerdeki bitkilendirme şehirler içerisindeki CO₂'in alınımını gerçekleştirerek aynı zamanda biyokütle üretiminin miktarında artış sağlar. İnsan ve hayvan habitatları üzerinde birçok olumlu etkilere yol açar (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

Dikey bahçeler zengin bir yaşam ağını, sağladığı biyoçeşitlilik ile oluşturur. Bazı bitkiler bir çok memelilere ve böceklerle besin kaynağı olarak biyoçeşitliliğe doğrudan katkıda bulunmaktadır (Şekil 2.11 ve Şekil 2.12). Bitkiler bunu yaprakları ve nektarı sayesinde yapmaktadırlar. Ayrıca kış uykusu için değerli mekanlar sağlarlar. Herdemyeşil bitkiler kışın soğukta korunmasız kalan küçük kuşlar için barınacakları tüneler oluşturur. Kışın yaprağını döken bitkiler ise yoğun yapraklarıyla ilkbaharda kuşlar için yuva ve tüneler görevini görür ve ayrıca böcekçil kuşlar ve yarasalar için değerli bir besin kaynağıdır (Ottele, 2011).

Bütün dış mekan dikey yeşil sistemler; kuşlar, omurgasız hayvanlar ve hatta küçük memeliler için beslenme ve dinlenme olanağı sağlarlar. Çalığı ve kara tavuklar hatta sivri fareler ve tarla fareleri dikey yeşil sistemin en popüler türü dikey bahçeler etrafında gözlenmiştir. Dikey bahçeler şakıyıcı ardıçkuşu ve serçeler için de beslenme ve dinlenme olanağı sağlarlar (Ottele, 2011).

Özellikle dağ muşmulası (*Cotoneaster spp.*), sarmaşık, tırmanıcı güller ve bazı hanımeli türleri (*Lonicera spp.*) gibi bitkilerin renkli yumuşak meyveleri kuşlar için soğuk hava koşullarında geri çevrilemeyecek bir besin kaynağıdır. Frenk asma (*Cissus antarctica*) ve sarmaşık türleri gibi tırmanıcı bitkiler böcekler için de önemli yaşam ortamları oluşturmaktadır. Yaban asma (*Clematis spp.*) gibi bir egzotik tür, kuşlara faydalı nektarları ve tohumları ile besin olanağı sağlar. Tırmanıcı bitkiler özellikle benekli sinekkapan kuşu, kızıl gerdan ve çalığışunun sevdiği bitkilerdir (Ottele, 2011).

Ebabil kuşları havada beslenen, yiyecek aramak için çok uzaklara gidebilen kuşlardır ve kentsel alanlardaki yeşil alanlarda oluşturulacak kuş yuvaları ya da sevdiği yiyecekleri ihtiva eden bitki türlerinin bulunduğu yerler potansiyel olarak beslenmeleri için uygundur. Bunun yanısıra yarasalar ve çoğu küçük kuşlar üreme dönemlerinde yiyecek aramak için çok uzaklara gidemezler ve bundan dolayı en yakınlardaki uygun yiyeceklerden istifade etmeye çalışırlar (Ottele, 2011).



Şekil 2.11: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kertenkelenin gözlenmesi



Şekil 2.12: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçesinde arıların gözlenmesi

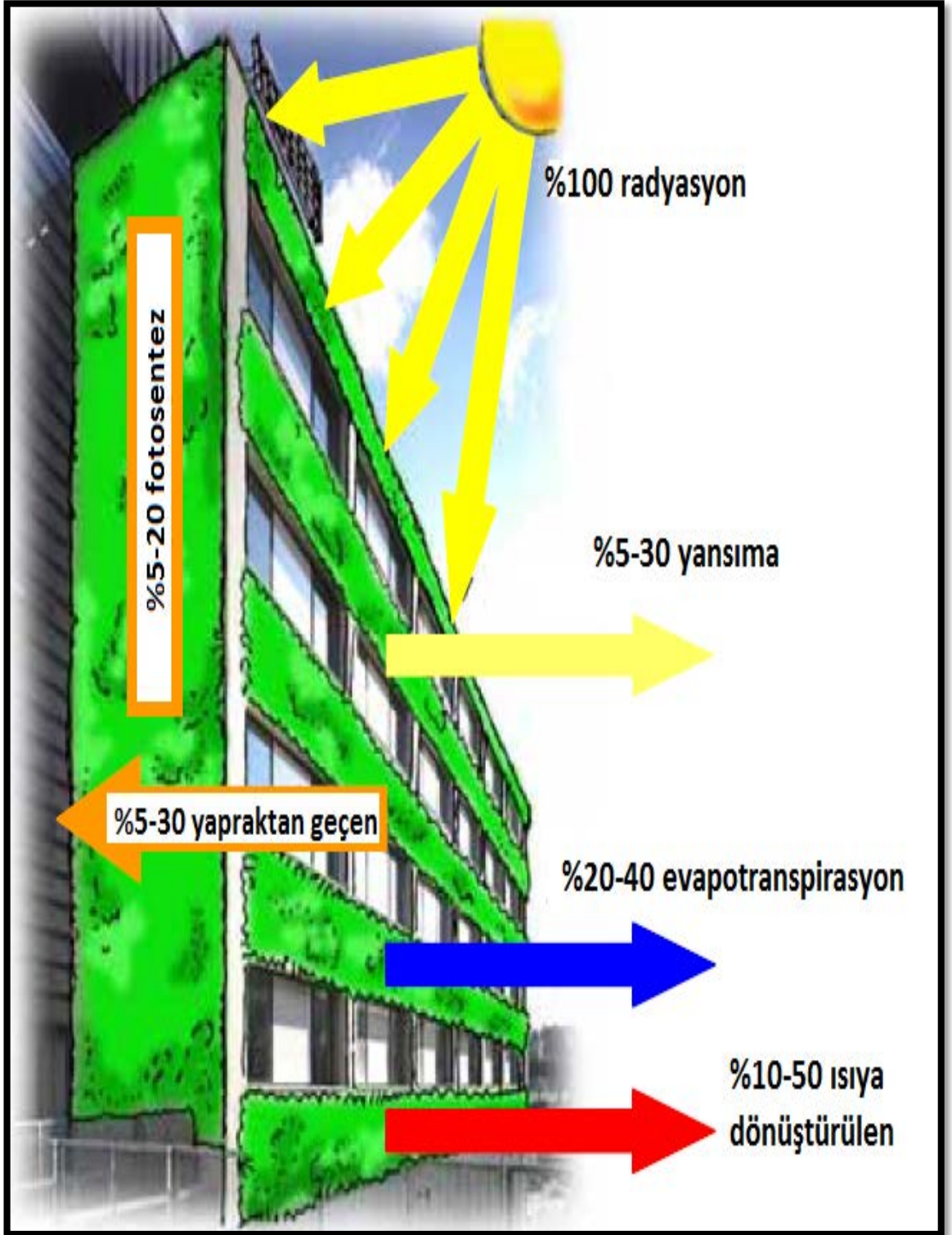
Bitkilendirme, kentsel alanların görsel ve estetik görünüşlerini ıslah etmektedir. Bir çok bilimsel araştırmanın ortaya koyduğu örneklerle beraber yeşillendirmenin geniş çapta tedavi edici (teröpatik) bir özelliğinin olduğu farkedilmiştir. Örneğin; hastanedeki hastalar dışarıda pencerelerine yakın yerde bir ağaç görebiliyorlarsa aksi duruma göre daha hızlı bir şekilde iyileşme süreci göstermektedirler [Kaynak: (Ulrich, 1984) Aktaran: (Dunnett ve Kingsbury, 2008)].

Yoğun nüfuslu alanlar genellikle üzerinde ikamet eden insanlar için yeterli yeşil alanlara sahip olmayan yerlerdir. Dikey bahçeler diğer yapılara ve arazilere nispeten güzel ve ferah bir ortam sağlar ve böylece şehirlilerin yaşam kalitesini iyileştirir. Çoğu çalışmalar göstermiştir ki yeşil alanlar insana yatıştırıcı ve ferahlatıcı bir psikolojik

etkide bulunurlar. Botanik bahçelerin içinde yürüyüş yapmak kan basıncını azaltır ve kalp atışını düşürür. Başka bir çalışma göstermiştir ki yeşil alanların varlığı stres kaynaklı hastalıkların iyileştirilmesine daha hızlı bir ivme kazandırır. Dolayısıyla dikey bahçeler bu gibi katkılarından dolayı insan sağlığına oldukça yararlı yapılardır (Ottele, 2011).

Dikey bahçelerde kamusal yararlar olarak; kentsel ısı adası etkisinin zayıflaması, dış mekanda hava kalitesinin iyileşmesi ve estetik gelişme sayılabilir. Büyüyen nüfusun ihtiyaçlarının karşılanması için doğal bitki örtüsüyle, sert kaplamaların, binaların ve diğer yapıların yer değiştirmesi kentlerde sıcaklığı artırır. Bu artış, ısıya dönüşen güneş ışınlarının sonucudur. Oysa bitki örtüsü, gölge yaratır, çevre sıcaklığını düşürür, dikey hava akışını kırar, doğal serinleme proseslerini geliştirir, evapotranspirasyonu sağlar, binaları ve çevreyi serinletir; kentsel ısı adası etkisini zayıflatır (Anon., 2008).

Cephe ve yoğun dikey yeşil katman arasında, toprakta köklenmiş ve suni olarak hidroponik kültür temelli, suni olarak önceden bitkilendirilerek köklenmiş sistemlerin her ikisinde de durgun bir hava katmanı mevcuttur. Durgun hava yalıtıcı etkilere sahiptir, bundan dolayı yeşil cepheler bina ve duvar yüzeyi için ekstra yalıtım hizmeti görürler [Kaynak: (Krusche ve diğ., 1982; Minke ve Witter, 1982; Perini ve diğ., 2009) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Ayrıca cephe üzerindeki direkt güneş ışığı yapraklar tarafından ve fototropizm (ışığa yönelim) sayesinde filtrelenir. Bir yaprağın üzerine %100 oranında düşen güneş ışığının %5-30'u yaprak tarafından yansıtılır, %5-20'si fotosentez için kullanılır, %10-50'si ısıya dönüştürülür, %20-40'ı evapotranspirasyon (terleme ve buharlaşma) için kullanılır ve %5-30'u yaprak geçirir [Kaynak: (Krusche ve diğ., 1982) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Doğrudan güneş ışığına maruz kalan yerlerin bloke edilmesi daha sıcak iklimlerde serinletici bir etki sağlar. İkinci olarak; yeşillendirilmiş yüzeyler ve çatı bahçeleri suyun buharlaşması yoluyla ısınan havayı serinletir [Kaynak: (Wong, 2009) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. ve bu süreç ayrıca evapotranspirasyon olarak bilinir. Sonuç olarak dahili hava sıcaklığındaki her 0.5 °C düşüş, havalandırma için %8'lere varan elektrik enerjisi kullanımını azaltmaktadır (Dunnett ve Kingsbury, 2008) (Şekil 2.13).



Şekil 2.13: Dikey bahçelerde bitki örtüsünün enerjide dengeyi sağlaması [Kaynak: (Krusche ve diğ., 1982) Aktaran: (Ottele, 2011)].

Kış mevsiminde sistem tam tersi şekilde çalışır ve güneş ışığına maruz kalan harici duvarları ısı radyasyonuna karşı herdem yeşil bitki örtüsü sayesinde korur. Bununla

beraber yoğun yapraklar cephe etrafındaki rüzgar akımının etkisini kırar ve böylece binanın soğumasının engellenmesine yardım eder (Ottele ve diğ., 2011).

Dikey yüzeylerin yeşillendirilmesi, dış hava sıcaklığının dengelenmesinde rol oynayarak binanın yalıtımında yararlı bir etki sağlar [Kaynak: (Krusche ve diğ., 1982) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Yalıtım materyallerinin ve durgun hava katmanlarının rolü dış ve iç mekan sıcaklıklarının arasındaki farklılığın bir işlevi olarak bina içi ve dışı arasındaki ısı transferinin oranının hızının azaltılmasıdır. Yeşillendirilmiş dikey yüzeylerin yalıtım değeri bir kaç yolla artırılabilir [Kaynak: (Peck, 1999) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Bunlar;

- Bitki örtüsüyle kaplanmış binayla yaz sıcaklığının bina kabuğuna ulaşmasını engellenir ve kışın bina içi ısının kaybı önlenmiş olur.
- Rüzgar, binanın enerji verimliliğini %50'ye varan oranlarda azaltır. Bina yüzeyine monte edilen bitki katmanı bir tampon görevi üstlenerek bina yüzeyi boyunca rüzgarın hareketini engeller.
- Dikey bahçe konseptlerinde malzemeler ve alt katmanların kullanımı yalıtıcı özellikleri pekiştirir.

Modern kentlerde motorlu araç ve klima kullanımlarının ve endüstriyel salınımların artışı hava sıcaklığını, aynı zamanda havadaki azot oksit, kükürt oksit, uçucu organik bileşik, karbon monoksit ve zararlı madde miktarlarını yükseltir. Bitki örtüleri havada uçan kirliticileri tutar, yaprak yüzeylerinde depolar, zehirli gazları ve diğer zararlı maddeleri süzer; hava kalitesini iyileştirir (Anon., 2008).

Bitkiler, yaşanan çevreye estetik değişim kazandırır. Çirkin özellikleri gizler. Çevre değerini artırır. İnsanın fiziksel ve zihinsel sağlığını iyileştirir, estetik gelişme yaratır (Anon., 2008).

Dikey bahçelerde özel yararlar olarak; enerji veriminin yükselmesi, bina yapısının korunması, iç mekan hava kalitesinin iyileşmesi, gürültü kirliliğinin zayıflaması, LEED sertifikası kazanma potansiyeli sağlanması ve proje pazarlama şansını artırması sayılabilir. Enerji tasarrufu; iklim, bina duvarı ile dikey yeşil sistemler arasındaki mesafe, bina cephe kaplama tipi ve bitki örtüsü yoğunluğu gibi değişik faktörlerden etkilenir. Bitki örtüsü, kitle boşluğu içinde hava tabakasını tutar, kitle kalınlığıyla ısı

hareketini sınırlar, evapotranspirasyonla hava sıcaklığını düşürür, rüzgarın hızını keser, hareketini engeller ve ısı izolasyonu kapasitesini yükseltir, enerji verimliliğini iyileştirir. Binalar hava etkilerine açıktır. Bazı organik konstrüksiyon malzemeleri, donma çözülme ve UV ışınları yüzünden zamanla zarar görür. Dikey bahçeler bina yapı malzemelerini UV ışınlarına, rüzgar, yağış ve sıcaklık etkilerine karşı korur (Anon., 2008).

İç mekanda da, toz ve polen gibi kirleticiler, bitki yapraklarının yüzeyinde tutunup depolanır, zehirli gazlar ve uçucu organik bileşikler biyofiltrasyonla temizlenir; hava kalitesi iyileşir (Anon., 2008).

Dikey bahçelerde özellikle panel sistemlerde kullanılan bitki dikim toprağı kalınlığı, yaşayan duvar konstrüksiyon malzemesi ve genel örtü tipi ses ya da gürültü geçişini ya da yansıma düzeyini etkiler. Gürültü kirliliğinde bir düşüş sağlar (Anon., 2008).

Dikey bahçe sistemlerindeki alt katmanın, bitkilerin ve hapsedilmiş hava katmanının kombinasyonu oldukça iyi bir düzeyde ses yalıtımını sağlamaktadır. Bu kompozisyonla ses dalgaları yakalanmakta ve yansıtılmaktadır. Alt katman daha düşük düzede ki ses dalgalarını bloke ederken, bitkiler daha yüksek frekanstaki ses dalgalarını engellemektedir. Örneğin uçaklar tarafından yayılan gürültü, ayrıca şiddetli yağışlar ve dolu fırtınaları karşılaşılan gürültü örneklerindedir. Dikey bahçeler iç mekanların daha sessiz olmasını sağlar ve kentsel alanlar için daha güzel çevreler yaratır³.

İç Mekan Dikey Bahçeler gürültüyü susturur ve çevrede daha az yankı yapan bir ses kalitesi elde edilir. Ses yalıtımının miktarı her bitkiye göre ve ayrıca o dikey bahçenin tesisinde kullanılan malzemenin yoğunluğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Dikey bahçelerde geniş çeşitlilikteki bitkiler ve sistemin dayanıklı birikimi hem iç mekanlarda hem de dış mekanlarda optimum ses yalıtımına olanak verir³.

Dikey bahçeler, diğer sürdürülebilir öğelerle birlikte kullanıldığında LEED kredi hakkı kazanma şansı yaratır. Dikey bahçeler sahip olduğu estetiğiyle, bir projenin pazarlanması, güzel ve değerli mekanlar yaratılması bakımından önemlidir (Anon., 2008).

³ <http://greenscreen.com> [Ziyaret Tarihi: 2 Haziran 2013].

Şehirleri yeşillendirmek dünya tarihi açısından yeni bir yaklaşım değildir (Babil'in asma bahçeleri gibi) fakat varolan yararları nadiren ölçülmüştür. Yeşillendirilmiş yüzeyler, kentsel alanlarda yoğun olan çevresel sorunlara hitap edilmesi için binalar ve doğanın kombine edilmesine iyi bir örnektir (farklı fonksiyonları birleştirme) [Kaynak: (Bohemen, 2005) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Ekonomik, sosyal ve çevresel orijinli büyük yararları nedeniyle yeşillendirilmiş yüzey (yeşil cephe, yaşayan duvar, dikey bahçe) uygulamaları yapılmaktadır. Yeşillendirilmiş yüzeylerin başlıca yararları; sera gazı etkisinin düşürülmesi, iklim değişikliğinin adaptasyonu, hava kalitesinin iyileştirilmesi, yalıtıcı özelliğiyle enerji tasarrufuna katkısı, yaşam ortamı sağlama ve üzerinde bulunduğu yapının estetiğini iyileştirme ve benzeridir [Kaynak: (Krusche ve diğ., 1982; Peck, 1999) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)].

Dikey bahçe sistemleri ve yeşil cepheler serinletici ve yalıtıcı özellikler gibi yaşamsal kalite üzerinde etkisi olabilen farklı karakteristiklere sahiptir. Bu konu ile ilgili; yaprak kalınlığı (durgun hava katmanı yaratmak ve cepheyi gölgeleme), su içeriği, malzeme özellikleri ve farklı katmanlar arasındaki olası hava boşluklarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Ottele ve diğ., 2011).

1980'lerin başında Krusche ve diğ. tarafından 160 mm bir bitki örtüsünün ısı geçirgenliğini $2.9 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ olarak hesaplamıştır [Kaynak: (Krusche ve diğ., 1982) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Minke ve Witter ayrıca dış ısı transfer katsayısının azaltılmasını önermiştir [Kaynak: (Minke ve Witter, 1982) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Bitkilendirilmiş yüzeyler boyunca rüzgar hızı azaltılarak Perini ve diğ. (2011) tarafından ispat edildiği gibi dış yüzey direnç katsayısı, iç yüzey direnç katsayısıyla eşitlenebilir [Kaynak: (Perini ve diğ., 2011) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Bartfelder ve Köhler tarafından yapılan çalışmada bitkilerle kaplanmış duvarların alan ölçümü, çıplak duvarlarla bitkilendirilmiş yüzeyler karşılaştırılarak 2-6 °C lik bir yelpazede yeşillendirilmiş yüzeylerde ısı düşüşünün gerçekleştiğini göstermiştir [Kaynak: (Bartfelder ve Köhler, 1987) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Ayrıca Eumorfopoulou ve Kontoleon Akdeniz ikliminde bitkilerle kaplı duvarların 10.8 °C'ye varan potansiyel serinletici etkilerini tespit etti [Kaynak: (Eumorfopoulou ve Kontoleon, 2009) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Son zamanlarda Singapur'daki Hortpark'ta yapılan başka bir çalışmada kendiliğinden ayakta duran dikey bir yeşil cephe sisteminde maksimum 11.6

°C'ye varan bir düşüş gözlemlendi. Alexandri ve Jones Akdeniz iklimindeki kentsel kanyonlarda varolan yeşillendirilmiş cephelerde 4.5 °C ve ılıman iklimlerde ise 2.6 °C'ye varan değerleri tespit etti (Alexandri ve Jones, 2008). Eumorfopoulou ve Aravantinos tarafından yapılan araştırmalarda bitkilendirilmiş çatı yüzeylerinin bir binanın termal korunumuna katkı sağladığı fakat termal yalıtım katmanlarının bir daha değiştirilemeyeceği sonucuna varılmıştır [Kaynak: (Eumorfopoulou ve Aravantinos, 1998) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)].

Binalarda çatı bahçeleri ve dikey bahçeler yoluyla bitki örtüsünün entegrasyonu; sosyal ve estetik yararlarının yanında biyoçeşitliliği artırır ve ayrıca ekolojik ve çevresel yararlar elde etmeye fırsat tanır [Kaynak: (Cassinelli ve Perini, 2010) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Çatı bahçeleri için olduğu gibi ekolojik ve çevresel yararlar olarak hava kalitesinin iyileştirilmesi (Ottelé ve diğ., 2010) binalarda kentsel ısı adası etkisinin azaltılması ve binalarda serinletici ve ısı artırıcı enerji tasarrufu gibi hususları dikkate alırız. Bitki örtüsüyle kaplanmış yüzeyler özellikle yoğun kentsel alanlarda radyasyona engel olarak sert yüzeylerin ısınımını azaltabilir [Kaynak: (BioScience, 2007) Aktaran: (Ottele ve diğ., 2011)]. Kentsel alanlarda evapotranspirasyon etkisi ve bitkilerle gölgelendirme tekrar tekrar ışımaya uğrayan cepheler ve diğer sert yüzeylerde ısınma miktarını önemli ölçüde azaltır. Bunun yanısıra yeşil bitkilendirilmiş katmanlar ayrıca yapı malzemelerinin üzerine düşen UV ışınlarının miktarını da azaltır. UV ışınları malzeme ve plastikte, boyada ve kaplamalarda bozulmalar meydana getirdiği için bitkiler ayrıca görünümün uzun süre aynı almasında olumlu etkiler gösterir ve bakım masraflarını düşürür (Ottele ve diğ., 2011).

Ottele ve diğ. (2011) tarafından yürütülmüş yeşil cephelerle yaşayan duvar sistemlerinin karşılaştırmalı yaşamsal döngü analizi çalışmasında kuru duvarlar, doğrudan ve dolaylı yeşil cephe sistemleri, modüler ve hidroponik olmayan yaşayan duvar sistemleri ve dikey bahçe sistemlerinin karşılaştırılması yapılarak Akdeniz iklimi ve ılıman iklim için ısınmada ve soğutmada enerji tasarrufu nedeniyle küresel ısınma, insan toksikliği ve taze su aquatik ekotoksikliği bakımından çevresel yük profili için verilen azalma yüzdeleri tespit edilmiştir (Tablo 2.4).

Tablo 2.4: Akdeniz iklimi (A) ve ılıman iklim (I) için ısınmada ve soğutmada enerji tasarrufu nedeniyle küresel ısınma, insan toksikliği ve taze su aquatik ekotoksikliği bakımından çevresel yük profili için kuru duvar, doğrudan yeşil cephe sistemleri, dolaylı yeşil cephe sistemleri, modüler ve hidroponik olmayan yaşayan duvar sistemleri ve dikey bahçeler karşılaştırılarak verilen azalma yüzdeleri (Kuru duvar+malzeme+bitki örtüsü; malzeme+bitki örtüsü) (Ottele ve diğ., 2011).

<u>Yeşil Sistem</u>	<u>Çevresel Profil</u>	<u>Top. Yük</u>	<u>Yeşil S. Yükü</u>	<u>Isın. varar(A)</u>	<u>Soğut. varar(A)</u>	<u>Isın. varar(I)</u>
1.Kuru duvar	küresel ısınma	% 100	% 0	% 0	% 0	% 0
	insan toksikliği	% 100	% 0	% 0	% 0	% 0
	taze su aqu. eko.	% 100	% 0	% 0	% 0	% 0
2.Doğrudan Y.C.	küresel ısınma	% 100	% 0.7	% 12.4	% 79.1	% 13.9
	insan toksikliği	% 100	% 1.3	% 16.2	% 103.2	% 18.2
	taze su aqu. eko.	% 100	% 1.6	% 7.0	% 44.9	% 7.8
3.Dolaylı Y.C.	küresel ısınma	% 100	% 10.2	% 11.2	% 71.5	% 12.6
	insan toksikliği	% 100	% 93.5	% 1.6	% 10.6	% 1.9
	taze su aqu. eko.	% 100	% 4.3	% 0.8	% 5.0	% 0.9
4.Yaşayan D.	küresel ısınma	% 100	% 36.0	% 52.9	% 63.7	% 59.2
	insan toksikliği	% 100	% 84.0	% 17.4	% 20.9	% 19.5
	taze su aqu. eko.	% 100	% 83.9	% 7.7	% 9.2	% 8.6
5.Dikey Bahçe	küresel ısınma	% 100	% 70.8	% 15.1	% 29.1	% 16.9
	insan toksikliği	% 100	% 88.9	% 7.4	% 14.2	% 8.2
	taze su aqu. eko.	% 100	% 97.8	% 0.6	% 1.2	% 0.7

Ottele ve diğ. (2011) tarafından yürütülmüş yaşamsal döngü analizinden elde edilen sonuçlar farklı dikey yeşil sistemlerin çevresel etkilerinin iç yüzünü kavramayı sağlamaktadır. Bitkilendirme seçenekleri tarafından sağlanan enerji faydaları yaşamsal döngü analizi içerisinde kaydedeğer bir etki bırakmakta ve bu etki ılıman iklim ile Akdeniz iklimi için bu çalışmada hesaplanmaktadır. Akdeniz iklimi için bu faydalar, soğutucu potansiyelle ilintili olarak enerji tasarrufu sayesinde yaklaşık olarak 2 kat daha fazla yüksek olduğu gözlenmiştir. Yeşil cephe inşa etmek için gereksinim duyulan malzemeler; yapının enerji talebinin azaltılabildiği ya da bitki örtüsü entegrasyonu nedeniyle konstrüksiyondaki çok işlevselliğin artabildiği zamanlarda çevresel etki için önemlidir. Sunulan yaşamsal döngü analizi çalışmasından şu sonuçlar çıkarılabilmektedir:

- Doğrudan yeşil cephe sistemleri toplam çevresel yük üzerinde çok küçük bir etkiye sahiptir, bu nedenle bu tip bitkilendirme herhangi bir ilave malzeme

içermeksizin gerçekleştirilebilmektedir ve bu çalışma çerçevesinde incelenmiş durumlar için sürdürülebilir bir seçenek olarak görülmektedir.

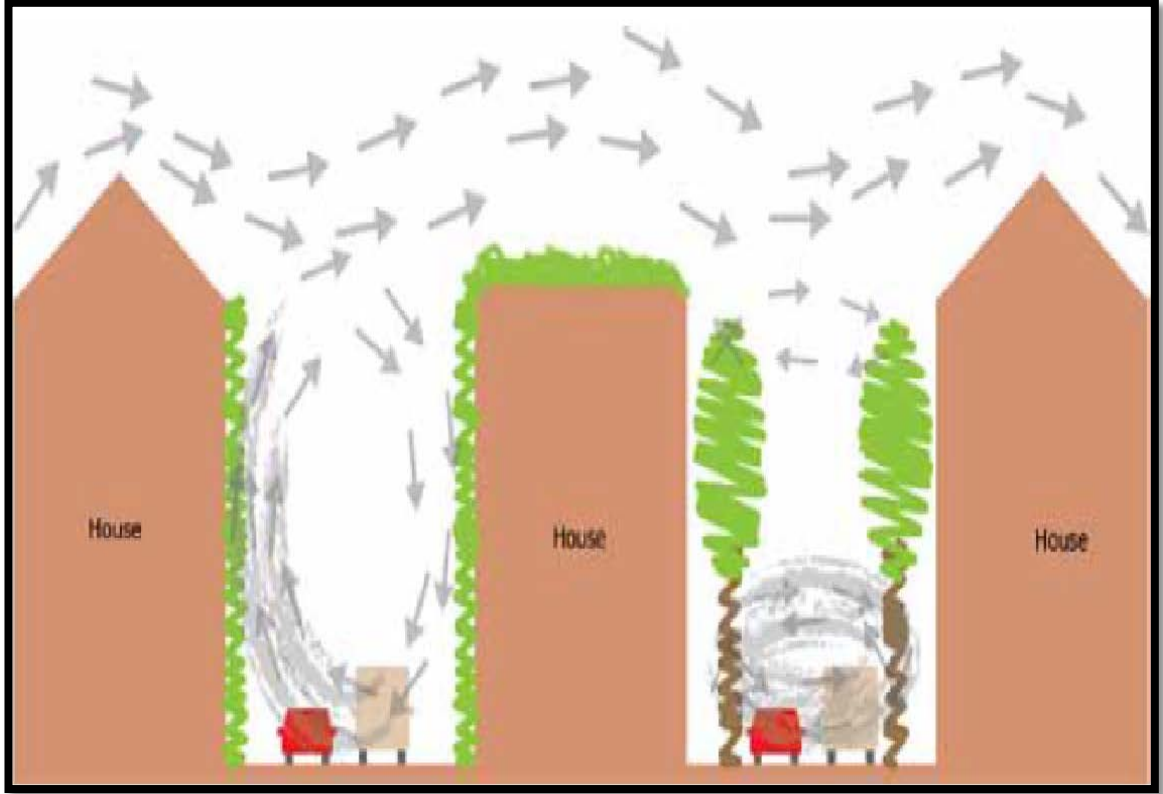
- Analiz edilen paslanmaz çelik destek sisteme dayalı dolaylı yeşil cephe sistemleri toplam çevresel yük üzerinde yüksek bir etkiye sahiptir, destek sistem için seçilen son teknoloji ürünü malzemeler Akdeniz iklimi için sürdürülebilir bir seçenek niteliği kazanmasına yol açabilmektedir (havalandırma ve ısınma yönünden enerji tasarrufu sayesinde).
- Dikim kutularına dayalı, hidroponik olmayan yaşayan duvar sistemleri bünyesinde sistemin termal direncine pozitif bir şekilde etkide bulunan malzemelerinden dolayı büyük bir alan kaplamaz. Bina dış kabuğu içerisinde daha yüksek bir entegrasyonla çevresel yük profilinin daha ileri düzeyde iyileştirilmesine yardım edebilmektedir (kombine edilmiş işlevsellikler).
- Keçe katmanlarından oluşan dikey bahçe olarak adlandırılan hidroponik yaşayan duvar sistemleri bünyesinde bulundurduğu malzemeler ve sürdürülebilir özelliğinden dolayı çevresel yük üzerinde yüksek bir etkiye sahiptir.
- İçerdiği malzemeler dikkate alınarak gösterildiği gibi, çevresel profil üzerinde yüksek bir etkiye sahip olabilen bina dış kabuğunu bitkilendirmek sürdürülebilir bir seçenektir.

Öncelikli olarak ilave kaynak gereksinimine rağmen doğrudan yeşil cephe sistemi; sert ahşap, HDPE ya da çelik kaplama destek sistemlere dayalı dolaylı yeşil cephe sistemlerle beraber ve dikim kutularına dayalı, hidroponik olmayan yaşayan duvar sistemleri ısınma ve soğutma yönünden enerji talebinde azalmalar nedeniyle yapının iyileştirilmesi ve inşası sırasında çevresel olarak tercih edilebilir seçeneklerdendir (bu çalışma diğer konstrüksiyon tiplerinde de kolaylıkla uygulanabilir). Ancak bu durum çalışmasının cephe tipine, iklime ve çalışmanın uygulandığı lokasyona bağlı olarak sınırlı olduğunun dikkate alınması gerekmektedir.

Dikey bahçeler; küresel ısınma ve iklim değişikliği, kentsel ısı adası etkisi, kentleşme ve modernleşmenin yol açtığı olumsuz durumlara karşı bu alanda yapılan mevcut deney ve gözlemler sonucunda oldukça etkili bir potansiyele sahiptir.

Dikey bahçelerin ve diğer dikey yeşil sistemlerin, yoğun nüfuslu ve yapılaşmanın yoğun olduğu kentsel alanlarda hava sirkülasyonu açısından cadde boyunca ağaçlara nispeten

kirliliği önlemede daha etkili ve hızlı olduğu tespit edilmektedir (Ottele, 2008) (Şekil 2.14).



Şekil 2.14: Yoğun nüfuslu ve yapılaşmanın yoğun olduğu kentsel alanlarda hava sirkülasyonu açısından cadde boyunca dikey yeşil sistemlerin ağaçlara nispeten kirliliği önlemede daha etkili ve hızlı olduğunun tespit edilmektedir [Kaynak: (Ottele, 2008) Aktaran: (Mir, 2011)].

2.4 DİKEY YEŞİL SİSTEMLERİN SINIFLANDIRILMASI

Dikey yeşil sistemlerin sınıflandırılmasında, bu yapı sistemlerinin tesisinde değişik yöntem ve tekniklerin izlendiği gerçeğinden yola çıkılarak farklı yollar izlenmiştir. Bu tez çalışmasında öncelikli olarak aşağıda literatür araştırması sonucu elde edilen kaynaklardan değişik sınıflandırmalar verilmiştir.

Bitki örtüsü, binaların ve duvarların yüzeylerinin işlevliliğini artırmak için ilave bir konstrüksiyon malzemesi olarak görülebilmektedir. Dikey yeşil sistemler dikey yüzeylerin bitkilerle yeşillendirilmesi sonucu oluşurlar. Bitkiler zeminde ya da duvarın içindeki malzemeye kendi kendine ya da binaları bitki örtüsüyle örtmek için modüler paneller içinde cephelere monte edilerek köklenirler. Dikey yeşil sistemler; yeşil

cepheler ve yaşayan duvar sistemleri olarak sınıflandırılabilirler (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

Dikey bitkilendirme kavramları yetiştirilme metotlarına göre kategorilere ayrılabilir (Yeşil Cephe ve Yaşayan Duvar Sistemleri). Yeşil cepheler bina yüzeyine direkt kendi kendine tutunan (geleneksel mimaride olduğu gibi) tırmanıcı bitkilerin kullanımına dayalıdır (herdemyeşil ya da kışın yaprağını döken) ya da çelik kablolar veya kafesler tarafından desteklenerek oluşturulmuştur. İlk durumda bina temelindeki zeminde bitkilendirilen tırmanıcı bitkiler ile ucuz bir yeşil cephe elde etmek mümkündür, fakat bu tür bitkilendirmede herhangi bir binada olabilecek bazı gereksinimlerin yürütülmesine ihtiyaç duyulabilir, örneğin; cephenin bakımı ve zararları gibi. Bundan başka bu tırmanıcı bitkiler maksimum 25 metre büyüyebilir ve bu bir kaç yılı alabilir (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

Yaşayan duvar sistemleri için destek sistemleri ve önceden imal edilmiş ve daha önceden bitkilendirilmiş sistemleri içeren dikim kutuları bazen gereklidir ve bitki yetiştirilmesine olanak sağlamak için duvarlara iliştirilen özel yetiştirme alt yapıları gerekebilmektedir. Yaşayan duvar sistemleri modüler panellerden oluşabilir, bu tür sistemlerin her biri kendi toprağını taşıyan yetiştirme ortamlarını içerirken, hidroponik kültüre dayalı sistemler diğer yetiştirme ortamlarını (kaya yünü, keçe, perlit v.s) içerir. Tüm bitkilerin ya da bir kısmının besin ve su gereksinimlerini karşılamak için dengeli besin çözeltileri kullanılır (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

Hopkins ve diğ. (2010)'e göre dikey yeşil sistemlerin tümü yaşayan duvar sistemi olarak kabul edilmektedir. Yaşayan duvar sistemleri; yeşil cepheler ve yeşil duvar olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

Dikey yeşil sistemler iki ana sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar; yeşil cephe sistemleri ve yaşayan duvar sistemleridir. Yeşil cepheler modüler kafes panel sistemi ve kablo ve tel-örgü ağ sistemleri olmak üzere ikiye ayrılırken yaşayan duvar sistemleri dikim saksıları ve bir alt katmana dayalı modüler sistemlerden oluşmaktadır (Wong, 2009).

Dikey yeşil sistemler dikey yüzeylerde bitkilerin tasarlanarak sisteme özgü bir konstrüksiyonda taşınmasıyla oluşturulan bahçeler olarak tanımlanmaktadır (Franco ve diğ., 2011). Perez ve diğ. (2011); dikey yeşil sistemleri karmaşıklığını ve farklı

tekniklerin kullanılmasını göz önünde bulundurarak sınıflandırmaktadır. Dikey yeşil sistemler; cephelerde tırmanıcı bitkilerin kullanımına dayalı yeşil cephe sistemlerinin yanısıra daha kompleks sistemler gerektiren yaşayan duvar ya da yeşil duvar olarak bilinen yapılar olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Yaşayan duvar sistemleri; modüler panel sistemler ve Fransız botanikçi Patrick Blanc tarafından tasarlanan hidroponik tekniğe dayalı yaşayan duvar sistemleri olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

Ottele (2011); dikey yeşil sistemleri toprak zeminde köklenip köklenmemelerine göre 2'ye ayırmaktadır. Toprak zeminde köklenen dikey yeşil sistemler destek sistem gerektiren ve gerektirmeyen tırmanıcı bitkilerden oluşmaktadırlar. Toprak zeminde köklenmeyen yapay alt katmanlardan ya da içi toprakla doldurulmuş saksılardan oluşan diğer sistem; modüler, prefabrik, hidroponik tekniklerle tesis edilebilmektedir.

Ibanez (2010); bütün dikey yeşil sistemleri yeşil duvar olarak tanımlamakta ve yeşil duvarları bünyelerindeki bitkilerin büyüme ortamlarındaki yetiştirilme tekniklerine göre yeşil cepheler ve yaşayan duvar sistemleri olarak 2'ye ayırmaktadır. Yeşil cepheler tırmanıcı bitkilerin zeminde köklenerek duvara direkt iliştilmesiyle oluşturulabileceği gibi son yıllarda teknolojiye paralel olarak değişik türde destek sistemlerinin yeşil cephelerin tesisinde kullanılmasıyla bambaşka bir boyut kazanmıştır. Yaşayan duvar sistemleri ise bitkilerin yardımcı PVC modüler panellerde yetiştirilmesiyle tesis edilebileceği gibi Fransız botanist Patrick Blanc'ın öncülüğünü yaptığı keçe katmanları kullanarak hidroponik teknikle tesis ettiği dikey bahçelerdir.

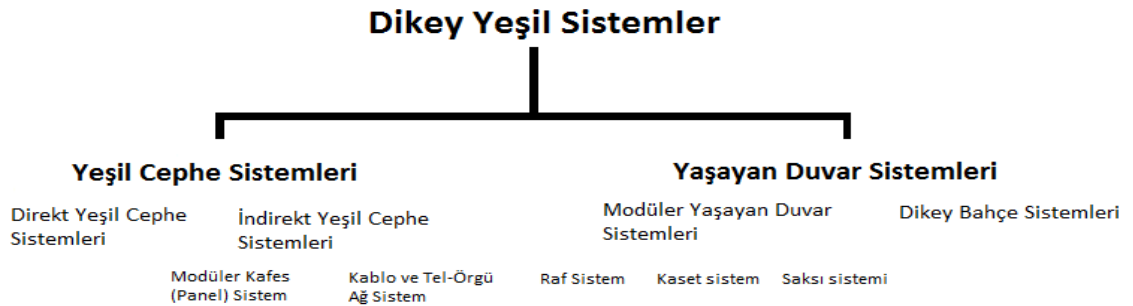
Bjerre (2011); dikey yeşil sistemleri yeşil cepheler ve yaşayan duvarlar olmak üzere 2'ye ayırmaktadır. Patrick Blanc'ın 1988 yılında patentini aldığı dikey yüzeylerde topraksız bitki yetiştiriciliğinin yapıldığı 'vertical garden' adını verdiği sistemleri modern yeşil duvarlar olarak tanımlamakta ve yaşayan duvar sistemlerin içerisinde değerlendirmektedir.

Kaltenbach (2008); dikey yeşil sistemleri bitkilendirilmiş cepheler olarak adlandırmaktadır. Buna göre; bitkilendirilmiş cepheler tek nokta bitki dikimleri ve tüm dikey yüzeyin kaplandığı yaşayan duvarlar olmak üzere 2'ye ayırmaktadır. Tek nokta bitki dikimleri; yapışkan tırmanıcı bitkilerin oluşturduğu genellikle herhangi bir destek sistem gerektirmeden oluşturulan sistemler, sürüncü ve sarılıcı tırmanıcı bitkilerin

oluşturduğu tel, kafes v.b destek sistem gerektiren sistemler ve bitki saksılarında yetiştirilen gerektiğinde sulama sistemini de bünyesinde barındıran balkon bitkileri sistemi olmak üzere 3'e ayrılmaktadır. Yaşayan duvar sistemleri ise hidroponik gözenekli alt katmanları barındıran ya da topraklı sistemlerden meydana gelen modüler yaşayan duvar sistemleri ve ince hafif yüzey konstrüksiyonundan oluşan, tekstil malzemesinden bir alt tabaka içeren hidroponik taşıyıcı katman dikey bahçe sistemleri olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

Bu tez çalışmasında dikey yeşil sistemlerin sınıflandırılmasında, yapı sisteminin bütünlüğü dikkate alındığında bitkilerin büyüme ortamı içerisindeki yetiştirilme tekniklerinin belirleyici unsur olması gözetilmiştir. Buna göre dikey yeşil sistemler yeşil cephe sistemleri ve yaşayan duvar sistemleri olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Bu sınıflandırma şekli yukarıdaki literatür araştırmasından elde edilen genel sonuçlarla da uyumluluk göstermektedir. Bu tez çalışmasında dikey yeşil sistemlerden yeşil cephe sistemlerinin sınıflandırılmasında yukarıdaki literatür araştırmasından elde edilen genel sonucun yanısıra son yıllarda yeşil cephe teknolojisindeki teknik yenilikler göz önünde bulundurulmuştur. Bu çalışmada dikey yeşil sistemlerden yaşayan duvar sistemlerinin sınıflandırılmasında konuya genel bakıştan hiçbir sapma göstermeksizin bitkilerin büyüme ortamı içerisindeki yetiştirilme tekniklerinin belirleyici unsur olması gözetilmiştir. Buna göre yaşayan duvar sistemleri hidroponik olmayan yaşayan duvar sistemleri ve hidroponik yaşayan duvar sistemleri olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

Tablo 2.5: Dikey Yeşil Sistemlerin Sınıflandırılması.



2.4.1 Yeşil Cephe Sistemleri

Alman literatüründe yeşillendirilmiş cephe bir cephe karşısında tırmanıcı bitkilerden oluşan bitkilendirilme işlemi olarak tanımlanmaktadır [Kaynak: (Köhler, 1993) Aktaran: (Ottele, 2011)].

Yeşil cepheler; yapı yüzeyleri üzerinde yaşayan ve bundan dolayı kendi kendine yeniden üreyen cephe kaplaması sistemleridir. Ayrıca yapı yüzeylerinin yüzeyini örten tırmanıcı bitkilerin geleneksel olarak kullanımıyla oluşan yapılar da yeşil cephe sistemlerinin içinde yer almaktadır (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

Toprakta köklenen bitkiler tarafından dikey yüzeylerin bitkilendirildiği yapılara yeşil cepheler denir. Bunlar cephenin zemininde köklenebildiği gibi yapı yüzeyine konumlandırılmış dikim kutularında da tesis edilebilir [Kaynak: (Hermy, 2005) Aktaran: (Ottele, 2011)].

Yeşil cepheler tırmanıcı bitkilerin ya da ardışık büyüyen yer örtücülerin özel tasarlanmış bir yapı üzerinden destek alarak bina ya da duvar yüzeyinde büyümesiyle oluşan cephelere denir (Hopkins ve diğ., 2010).

Yüzyıllar boyunca bina duvarlarının dışında genel bir uygulama olarak tırmanıcılar yetiştirilirken frenkasma (Parthenocissus tricuspidata) gibi kendiliğinden tırmanan türler hariç iki kattan daha yükseğe nadiren ulaşılmıştır ve bunların kullanımı belirli coğrafik bölgelerle sınırlı bir eğilim göstermektedir. Modern cephe bitkilendirmeleri daha büyük ağırlıkları içeren çok geniş bir yelpazede tırmanıcı bitkileri destekleyen modern teknolojinin kullanımına başvurmaktadır (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

Kendi kendine tutunan bitkiler asırlardır duvar yüzeylerini kaplamak için kullanılırlar. Ancak bu bitkilerin emici kök sistemleri üzerinde yer aldığı duvara nüfuz ederek zarar verecek boyutlara varabilir. Yeni kafes sistemlerinin geliştirilmesi, yine bu kafes sistemlerinin modüler panel şeklinde uygulanması, kablo ve tel örgü ağ sistemleri gibi son yıllardaki teknik yenilikler bu zararları ortadan kaldırarak yeşil cephelerin bina ve duvar yüzeylerine rahatlıkla uygulanabilir bir noktaya erişmesini sağlamışlardır (Hopkins ve diğ., 2010).

Cepheleri tırmanıcı bitkilerle kaplamak için tırmanıcı bitkilerin tırmanma şeklini ve destek sistemi gerektirip gerektirmediği gibi temel prensipleri anlamak önemlidir (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

Tırmanıcı ve sarılıcı bitkilerde kendine ait düşey taşıma gövdesi oluşmamıştır. Bu nedenle de herhangi bir destek olmadan dikey olarak yükselemezler. Toprak yüzüne

yatay olarak yayılırlar. Fakat kendilerine tırmanabilecekleri yüzeyler (yapı düzey yüzeyi, bahçe duvarı vs.) veya tırmanmaya yardımcı elemanlara (bitki tutunma ağı, kafes vs.) gibi destekler bulduklarında, sarılmak suretiyle veya sülük ve tutunucular yardımı ile dikey olarak yukarıya doğru tırmanırlar [Kaynak: (Tanrıverdi, 1987) Aktaran: (Özdemir ve Yılmaz, 2011)].

Bu tez çalışmasında yeşil cephe sistemlerinin sınıflandırılmasında yukarıdaki literatür araştırmasından elde edilen veriler ışığında hareket edilmiştir. Buna göre yeşil cephe sistemleri doğrudan yeşil cephe sistemleri ve dolaylı yeşil cephe sistemleri olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Doğrudan yeşil cephe sistemlerinde bitki, üzerinde bulunduğu yüzeyle direkt temas halindedir. Gerek doğada gerekse de eski çağlardan beri insan eliyle bina cephelerinin ve duvar yüzeylerinin tırmanıcı bitkilerle kaplanması gerçekleştirilmektedir. Bu tip yeşil cephelerde bitkilerin emici kök sistemleri bulunduğu yüzeye nüfuz edip zarar verebilmektedir. Son yıllarda yeşil cephe sistemiyle ilgili teknolojik gelişmelerle beraber doğrudan yeşil cepheler geleneksel olarak uygulanan bir yapıya bürünmüştür. Geleneksel yeşil cephelerde zamanla karşılaşılabilen olumsuzluklara yapı ile bitki arasında bir mesafe koyarak son veren sistemlere dolaylı yeşil cephe sistemleri denmektedir. Dolaylı yeşil cephe sistemleri kafes sistemlerden oluşabileceği gibi kablo, halat, tel örgü ve ağ sistemlerinden meydana gelebilmektedir.

1982'de Berlin'de yapılan bir çalışma yeşil cephe sistemlerinin durumu hakkında genel bir bakış açısı kazandırmaktadır. Bu çalışmayla yeşil cephelere olan ilgi ve teknolojik gelişmelere paralel olarak yeşil cephelerdeki gelişmeler irdelenmiştir. Ayrıca bu çalışmada yeşil cephelerde kullanılan sarmaşık türleri hakkında da bilgiler yer almaktadır. Yeşil cephelerde kullanılan tırmanıcı bitkilerin %40'ının güney cephelerde olduğunu, diğer cephelerde ise hemen hemen eşit oranlarda tırmanıcı bitkilerin kullanılabildiği bu çalışmada tespit edilmiştir. Yine bu çalışmada örneklerin %60'ında ve genel örtülü alanın %80'inde en yaygın kullanılan sarmaşığın *Parthenocissus tricuspidata* (Amerikan duvarsarmaşığı) olduğu, ikinci sırada *Hedera helix* (Orman sarmaşığı)'in, üçüncü sırada *Parthenocissus quinquefolia* (Amerikan sarmaşığı)'nın ve dördüncü sırada *Fallopia baldschuanica* (Rus asması)'nın geldiği tespit edilmiştir (Şekil 2.15). Bunlardan en popüler olan ilk ikisi kendi kendine tutunan ve tırmanan sarmaşık türleridir ve bunların yetiştirilmesinden çok dikiminden sonra gelişimini sınırlandırmak

için bir çabaya gereksinim vardır, üçüncüsü az çok kendi kendine tırmanan ve tutunan, dördüncüsü ise destek gerektiren ve oldukça arsız sarmaşık türleridir [Kaynak: (Köhler, 1993) Aktaran: (Dunnett ve Kingsbury, 2008)].



Şekil 2.15: Sol üstte *Parthenocissus tricuspidata* (Amerikan duvarsarmaşığı)⁴, sağ üstte *Hedera helix* (Orman sarmaşığı)⁵, sol altta *Parthenocissus quinquefolia* (Amerikan sarmaşığı)⁶, sağ altta *Fallopia baldschuanica* (Rus asması)⁷.

⁴ <http://apps.rhs.org.uk/plantselector/plant?plantid=1385> [Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2013].

⁵ <http://www.finegardenin.com/plantguide/hedera-helix-and-cvs-english-ivy.aspx> [Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2013].

⁶ <http://www.agaclar.org/agac.asp?id=1076> [Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2013].

⁷ http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fallopia_baldschuanica_entwining_around_a_wall.JPG [Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2013].

Yeşil cephe sistemlerinde kullanılabilir bazı bitki türleri; *Actinidia arguta* 'Issai', *Akebia quinata*, *Campsis radicans*, *Clematis* sp., *Cobaea scandens*, *Eccremocarpus scabur*, *Euonymus fortunei*, *Ficus pumila*, *Forsythia suspensa*, *Hedera canariensis* "Variegata", *Hedera helix* "Thorndale", *Holbellia coriacea* 'Cathedral Gem', *Humulus scandens*, *Humulus japonicus*, *Hydrangea anomala petiolaris* 'Mirranda', *Hydrangea petiolaris*, *Ipomea purpurea*, *Jasminum nudiflorum*, *Lathyrus latifolius*, *Lathyrus odoratus*, *Lonicera caprifolium*, *Lonicera sempervirens*, *Lonicera japonica*, *Lonicera x brownii* "Fuchsoides", *Mandevilla sanderi*, *Parthenocissus henryana*, *Parthenocissus tricuspidata* "Veitchii", *Passiflora caerulea*, *Polygonum* sp, *Rosa* sp, *Rubus idaeus*, *Solanum crispum*, *Tecomaria capensis*, *Tropaeolum majus*, *Tropaeolum peregrinum*, *Thunbergia alata*, *Vitis coignetiae*, *Vitis labrusca*, *Wisteria sinensis*, *Wisteria frutescens* 'Amethyst Falls', *Wisteria floribunda* v.s şeklindedir.

Bitki seçimi hızlı ve yavaş büyüyen türleri kapsayabilir. Bu seçim konstrüksiyon olarak kablo sistemi ile çelik-halat sisteminin birlikte kullanımını gerektirebilir. Kablo sistemi hızlı büyüyen, tel-halat sistemi yavaş büyüyen sarmaşıklar için uygun olabilir. Ancak bu sistemler periyodik olarak kablo gerginliğinin kontrolünü gerektirir (Anon., 2008).

Dikey duvarlarla bina duvarları arasında bir boşluk bulunur; bu boşluk, olası termal köprülerin kırılması, binaların gürültüye ve aşırı sıcaklıklara karşı izolasyonu ve duvarların emici kök zararlarından korunması bakımlarından faydalıdır (Seçkin, 2012).

Bütün yeşil cephe sistemleri bakım gerektirir. Herhangi bir bitkinin bakımında olduğu gibi, yeşil cephelerde de da ışık, besin ve su ihtiyacı hassas konulardır. Sulama sistemi bozulduğunda ya da tıkanıldığında bitkiler hızla kurur ve ölür. Bakım önemli bir tasarım faktörüdür; sistem tipi ve bitki türü seçiminde etkilidir. Örneğin; yeşil cephelerde yerde ya da saksıda yetişen sarmaşık türü bitkiler farklı dikim ortamları, farklı sulama ve beslenme ihtiyacı gösterir. Kaldı ki, bazı sarmaşıklar herdemyeşil, bazıları yaprak döker. Bazıları çiçekli, bazıları meyveli, bazıları mevsimlere göre renk değiştirir. Bu özellikler yeşil cephe sistemlerinin estetiğini çarpıcı şekilde etkiler (Anon., 2008).

2.4.1.1 Doğrudan (Direkt veya Geleneksel) Yeşil Cephe Sistemleri

Kendiliğinden tırmanan bitkiler gelişmek için yukarı ışığa doğru güçlü bir fototropik eğilim gösterir. Havai kökleriyle tırmanıcılar örneğin sarmaşıklar (*Hedera helix*) ya da

emici tüyleri olan tırmanıcılar  rneğin Boston sarmaşığı (*Parthenocissus tricuspidata*) cephe karşısında gelişmek için destek sistemi gibi ek bir yardıma ihtiyaç duymazlar. Cephenin yüzeyinin öncelikli olarak ağaç gövdeleri ya da bitkinin doğal olarak yetiştiği kayalar kadar sert olması gerekir. Havai kökleriyle ya da emici tüyleriyle çoğu bitkiler kendilerini çok iyi bir şekilde yüzeye tuttururlar ve beton, tuğla, dönüştürülmüş ya da çimentodan yapılmış duvarlarda (bitkinin mikroskobik tüy kökleriyle tutunması için yüzey yeterince sertlikte olmalıdır) yönlendirme edinir. Pürüzsüz ya da parlak materyal, cam ve plastik yüzeyler teorik olarak uygun değildir (Dunnett ve Kingsbury, 2008) (şekil 2.16, şekil 2.17 ve şekil 2.18).

Kereste, kalasların arasında eklemler olmasından dolayı cephe kaplaması olarak tavsiye edilemez [Kaynak: (Hiemstra, 2004) Aktaran: (Dunnett ve Kingsbury, 2008)]. Eklemler havai köklerin sızması durumuna savunmasızdır ve negatif işığa yönelimden dolayı incelir (işıktan uzakta yetişirler). Hedera helix gibi kendiliğinden tırmanıcı bitkiler 600 m² lik yüzeyi kaplayarak 30 m y ksekliee kolayca erişirler (Dunnett ve Kingsbury, 2008).



şekil 2.16: ırağan Sarayı bahçe duvarında geleneksel yeşil cephe.



Şekil 2.17: Çırağan Sarayı bahçe duvarında geleneksel yeşil cepheyi oluşturan tırmanıcı bitkilerin zeminde köklenmesi.



Şekil 2.18: İstinye Park Bina duvarında geleneksel yeşil cepheden bir görüntü.

2.4.1.2 Dolaylı (İndirekt) Yeşil Cephe Sistemleri

Dolaylı yeşil cephe sistemlerinden modüler kafes panel sistemlerinde tutunucu, tırmanıcı ve sarılıcı bitkilerin iki tel kafes katmanı arasında büyümesi sağlanır. Geleneksel yeşil cephelerde zamanla karşılaşılabilen olumsuzluklara karşın bu sistemlerde yapı ile bitki arasında bir mesafe sağlanır. Bunun için galvanizli çelik ya da paslanmaz diğer malzemelerden oluşan konstrüksiyonlar kullanılabilir (Şekil 2.19, Şekil 2.20, Şekil 2.21, Şekil 2.22 ve Şekil 2.23).



Şekil 2.19: Galvaniz kaplama çelik, bitkinin büyüme ortamının yer aldığı boşluk ve kanal düzeltme malzemesi⁸.



Şekil 2.20: Galvaniz kaplama çelik bitkinin büyüme ortamının yer aldığı boşluk ve kenar düzeltme malzemesi⁸.

⁸ <http://greenscreen.com> [Ziyaret Tarihi: 5 Haziran 2013].



Şekil 2.21: Galvaniz kaplama çelik ayarlanabilir montaj klipsi⁸.



Şekil 2.22: Galvaniz kaplama çelik köşebentli montaj klipsi⁸.



Şekil 2.23: Galvaniz kaplama çelik bağlantı braket⁸.

Kafes Sistemine Ex Ducati binasının yeşil cephesi örnek olarak verilebilir. İtalya'nın Rimini şehrinin güneyinde yer alan Ex Ducati, içerisinde ticari ünitelerin ve ofislerin bulunduğu bir binadır. Bu binanın cephesi 1500 m² yüzey alanına sahip kafes sisteminde bir yeşil cephe uygulamasına sahiptir ve bu yeşil cephe 2004-2006 yılları arasında mimar Mario Cucinella'nın bulunduğu bir ekip tarafından tasarlanmıştır. Binanın inşaatı 2007 yılında tamamlanmıştır (Lambertini, 2007).

Ex Ducati binasının güney cephesini Rhynchospermum jasminoides, beyaz Wisteria ve çalı gülleri kaplamaktadır (Lambertini, 2007).

Tırmanıcı bitkilerin gelişimini cephe tamamen kaplanana kadar metal kafes sistemi desteklemektedir ve zemin kattaki cam yüzeylerde ise bitkiler serbest olarak gelişimini sürdürmektedir. Binanın tamamen bu bitkilerle kaplanması, bitkilerin gelişimini sağlayıp ideal boyutlarına gelmesi bir kaç yılı almaktadır (Lambertini, 2007) (Şekil 2.24).



Şekil 2.24: Ex Ducati Kafes Sistemi Uygulaması⁹.

⁹ <http://simbiosisgroup.net/6184/ex-ducati-mario-cucinella-architects-italia> [Ziyaret Tarihi: 6 Ocak 2014)].

Çelik kafes sistem, herdemyeşil bir tırmanıcı bitki olan *Rhynchospermum jasminoides* bitkisine destek yapı oluşturmakta ve binaya dikey asma bahçe görünüşü kazandırmaktadır. Bu tırmanıcı bitki Mayıs ve Haziran ayları içerisinde güzel kokulu beyaz çiçekler açmaktadır (Lambertini, 2007) (Şekil 2.25 ve Şekil 2.26).



Şekil 2.25: Ex Ducati Kafes Sistemi Yeşil Cephe Uygulaması (Lambertini, 2007).



Şekil 2.26: Ex Ducati Kafes Sistemi Yeşil Cephe Uygulaması (Lambertini, 2007).

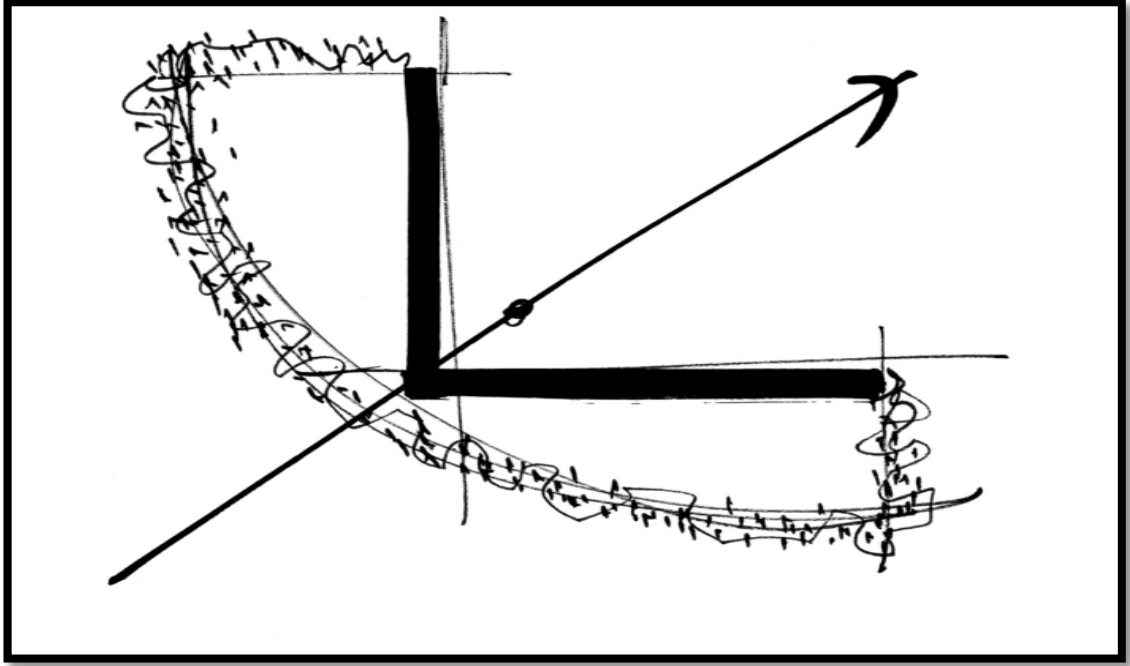
Bitki, doğrudan veya önceden saksılarda yetiştirilip uygulama alanına saksılarla getirilerek zemin toprağına ekilmiştir ve sulaması zeminde gerçekleştirilmektedir (Lambertini, 2007) (Şekil 2.27).



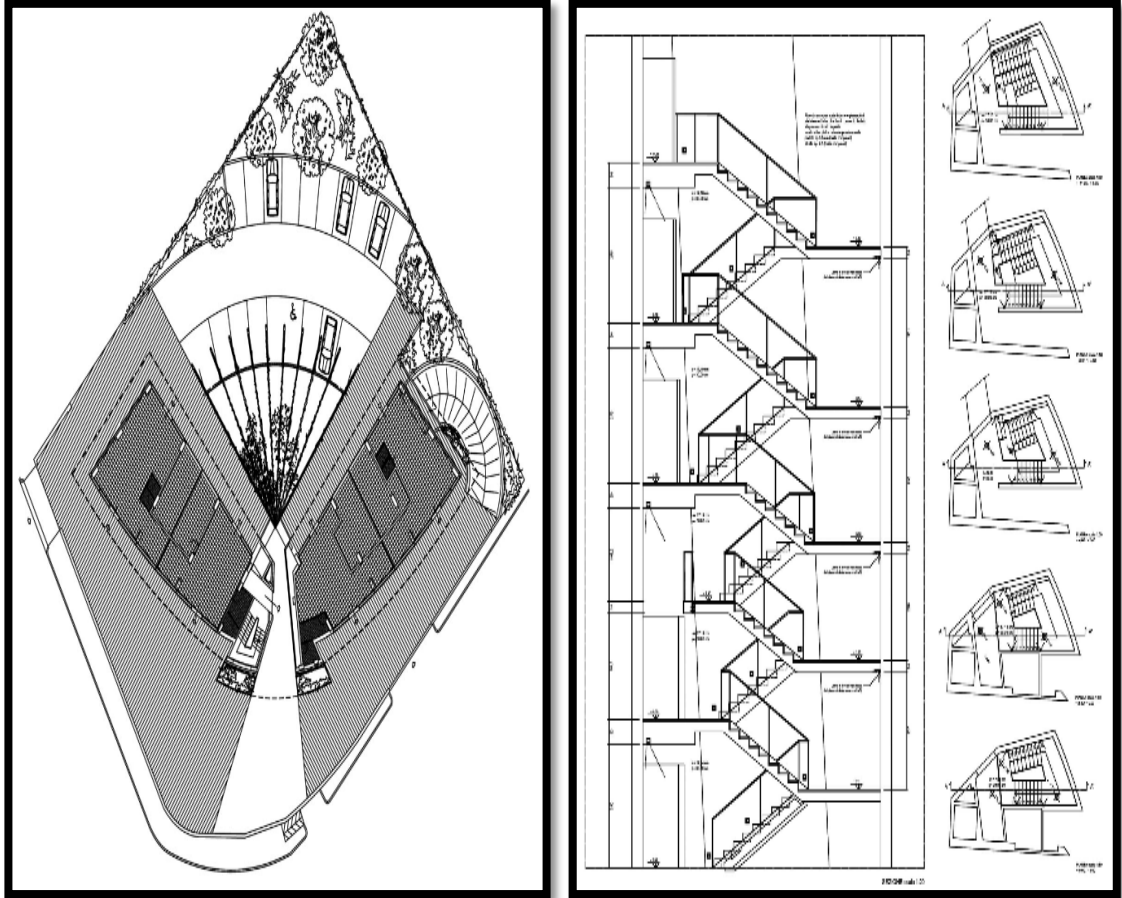
Şekil 2.27: Ex Ducati Kafes Sistem Yeşil Cephe Uygulaması damlama sulama sistemi (Lambertini, 2007).

Ex Ducati binasının cephesinin bitkilendirilmesi bulunduğu caddeye bütün yıl boyunca süren görsel bir zenginlik katmaktadır. Ayrıca bu yeşil cephe sistemi caddede oluşan toz ve toprağına karşı doğal bir filtre görevi görmektedir. Yaz mevsiminde cepheyi kuşatan bitkiler güneş ışığının binaya nüfuz etme oranını ve etkisini önemli ölçüde azaltmakta ve böylece sıcaklığı düşürerek bina sakinlerinin daha konforlu bir hayat sürmelerine yardımcı olmaktadır (Lambertini, 2007).

Bu yeşil cephe sisteminin teknik detayları Şekil 2.28, Şekil 2.29 ve Şekil 2.30'da verilmiştir.



Şekil 2.29: Ex Ducati Kafes Sistem Yeşil Cephe Uygulaması skeci¹⁰.



Şekil 2.30: Ex Ducati Binası planı ve kesiti¹⁰.

Diğer dolaylı yeşil cephe sistemi kablo ve tel örgü ağ sistemidir. Kablo ve tel örgü ağ sistemi, kablolar ve tel ağ olarak iki farklı biçimde kullanılabilir. Kablolar yoğun kaplamalarda hızlı büyüyen tırmanıcı bitkiler için çalışır. Tel ağlar ise genellikle yavaş büyüyen bitkileri desteklemek için kullanılır, bu tip bitkiler ek bir desteğe ihtiyaç duyar ve tel ağ sistem bu ek desteği yakın aralıkları ile sağlar. Bu tür ağlar daha esnektir ve aplikasyonlarda kablolardan daha geniş bir derecelenme sağlarlar. Her iki sistem de yüksek gerilimli çelik kablolar, ankrajlar ve bütünleyici elemanlarla oluşturulur. Çeşitli boyutlardaki örgüler esnek bir şekilde dikey, yatay ve çapraz olarak kelepçe vidasına bağlanabilir¹¹(Şekil 2.31, Şekil 2.32, Şekil 2.33, Şekil 2.34, Şekil 2.35 ve Şekil 2.36).

Bitki seçimi hızlı ve yavaş büyüyen türleri kapsayabilir. Bu seçim taşıyıcı konstrüksiyon olarak kablo sistemi ile tel-halat sisteminin birlikte kullanımını gerektirebilmektedir. Dolaylı Yeşil cephe sistemlerinde kablo sistemi hızlı büyüyen, tel-halat sistemi yavaş büyüyen sarmaşıklar için uygun olabilir. Ancak her iki sistem de periyodik olarak kablo gerginliğinin kontrolünü gerektirmektedir (Anon., 2008).

Sarılcı tırmanıcılar, tırmanıcı bitkilerin altında geniş bir grubu oluştururlar. Ana gövde ve/veya kenar gövde sarmal hareketle tel ya da başka destek sistemler üzerinde kendi kendine dolanır. Destek sistemler genellikle cepheden uzağa konumlandırılır. Cephe ile sarılcı tırmanıcı bitkiler arasındaki gerekli uzaklık beklenildiği gibi dalların gelişimine bağlıdır [Kaynak: (Hiemstra ve diğ., 2004) Aktaran: (Ottele, 2011)].

Büyüme doğrultusu ağırlıklı olarak dikeydir ki bu, destek sistemlerin yerleştirilmesi için de önemlidir. Sarılcı tırmanıcıların bazı türleri örneğin; Wisteria 30 m yüksekliğe kadar erişebilir (Ottele, 2011).

Sarılcı bitkiler sarılmaya yarayan filizlere sahiptir. Özel yaprak gövdeler desteği sarmalamak için Vitis türleri gibi sarmal olarak kıvrılabilir. Asma filizler birkaç yıl dayanabilir fakat sonunda ölür (Dunnet ve Kingsbury, 2004). Destek sistemi olarak teller, ızgara, çubuklar ya da çıtalar gibi farklı türler kullanılabilir (trellis-kafes tipi). Destek sistemler yukarı doğru gelişen bitkiler için problemsiz olarak yatay ya da dikey olarak yerleştirilebilir [Kaynak: (Hiemstra ve diğ., 2004) Aktaran: (Ottele, 2011)].

¹¹ <http://greenscreen.com> [Ziyaret Tarihi: 10 Ocak 2014)].

Yaprak sarılıcı tırmanıcılar öncelikli olarak Clematis'ler yaprak gövdelere bağlıdır, hemen hemen her zaman kışın sarılmak için yapraklarını döker (Ottele, 2011).

Bu bitkiler destek sistemi sayesinde dikenleriyle ya da sürgünleriyle kancalanarak ve kıvrılarak büyür. Bir perde gibi diğer yapılar üzerinde gerçek tırmandığının üzerinde büyür. Bu bitki türleri 3 boyutlu olarak büyümeye meyillidir ve cephe karşısında büyümesini sürdürebilmesi için sıklıkla insan müdahalesine gereksinim gösterir. Müdahale ile birlikte bakım gerektirir ve bu cephe yeşillendirmesi için ekstra masraf gerektirir (Hiemstra et al., 2004). Sarmaşık gülü örneklerinin en iyi bilinen örnekleri tırmanıcı güller ve kış yaseminidir (Ottele, 2011).

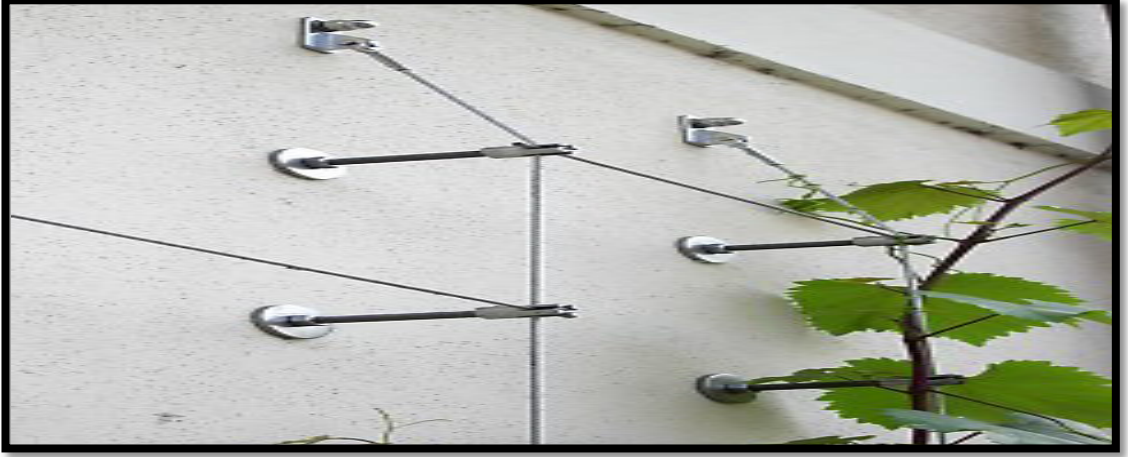


Şekil 2.31: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelerde rüzgarın zayıf olduğu yerlerde sıra kablo sistemi¹².



Şekil 2.32: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelerde tel halat¹².

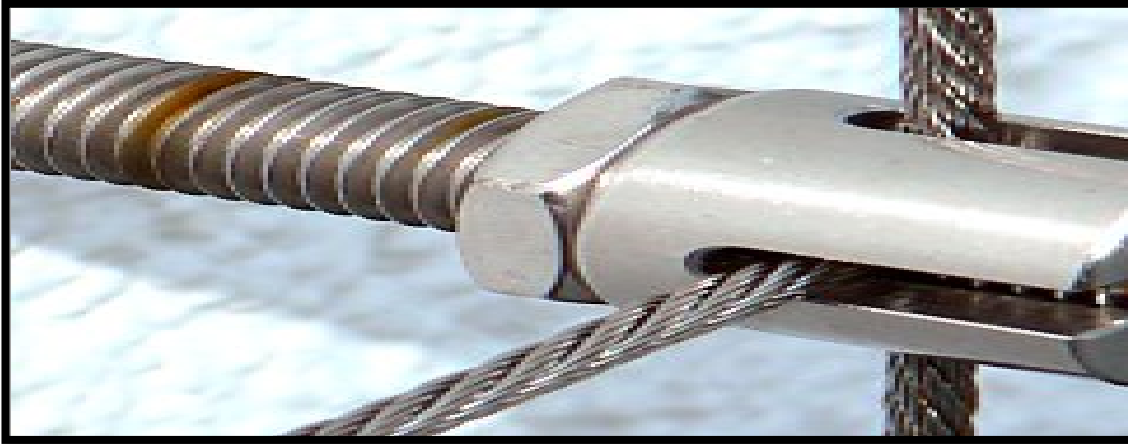
¹² <http://www.fassadengruen.de/uw/hilfen/uw/spannseilssysteme/spannseilssysteme.htm> [Ziyaret Tarihi: 10 Ocak 2014].



Şekil 2.33: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelerde ASS Sistem (Yapı Stili Halat Sistemi)¹².



Şekil 2.34: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelerde paslanmaz çelik kafes¹².



Şekil 2.35: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelerde çapraz tutucu WH parçası¹².



Şekil 2.36: Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelede duvardan uzakta dübele vidalı yeterince derin olmayan kanca¹².

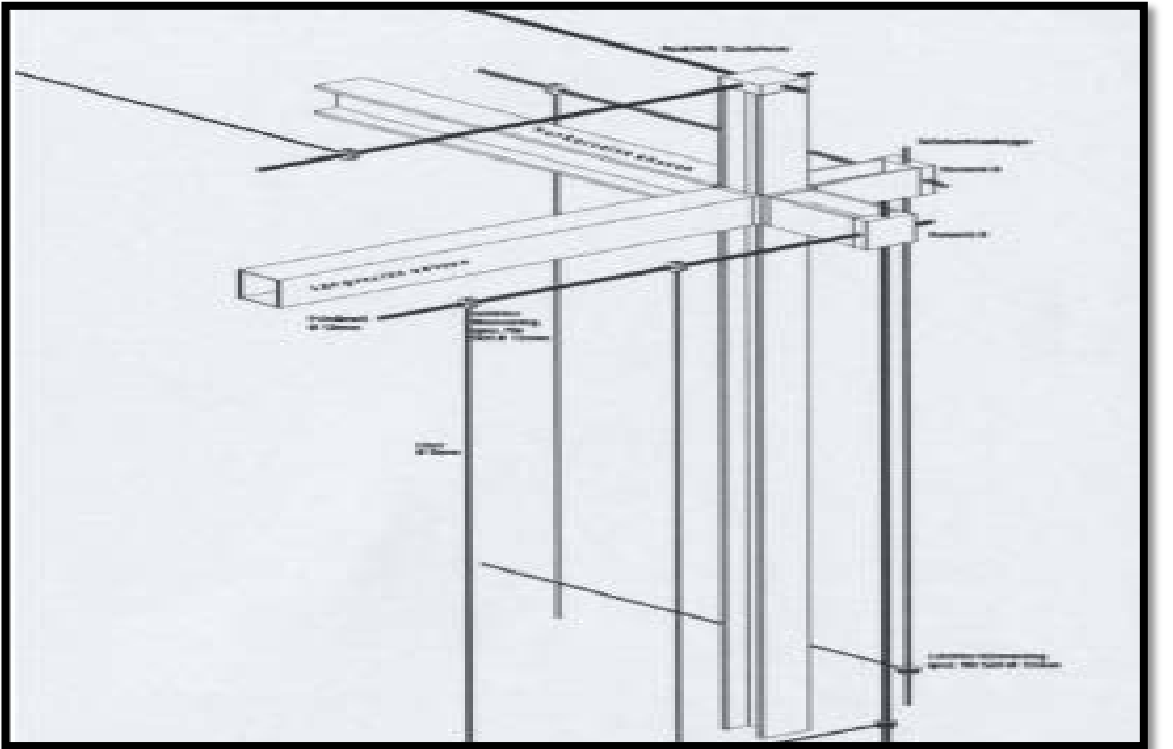
Kablo ve Tel Örgü Ağ Sistemi Yeşil Cephelere örnek olarak MFO Park verilebilir. İsviçre'nin Zürich şehrinde Mayıs 2002 tarihinde uygulanan MFO Park'ın mimarları Burckhardt ve Partner AG, peyzaj mimarı ise Raderschall Landschaftsarchitekten AG'dir (Matthews ve Winter, 2010).

Bu parkın yapısal tasarımı için bu alanın endüstriyel tarihi geçmişinden esinlenilmiştir. Bu parkta taşıyıcı sistem olarak galvaniz kaplama çelik konstrüksiyon kullanılmıştır. Bu galvaniz kaplama çelik konstrüksiyon taşıyıcı sistemler paslanmaz çelik gergi kablolarıyla örülmüştür (Matthews ve Winter, 2010) (Şekil 2.37 ve Şekil 2.38).

Bitkisel tasarım açısından güzel kokulu, kışın yapraklarını döken tırmanıcı bitkiler tercih edilmiştir. Zemin düzeyinde daha minimal ölçeklerde bitkiler seçilmiştir. Budanmış çalıların bazıları iç mekanla dış mekan arasındaki geçişleri sağlama işlevi görmektedirler. Çelik kabloların kullanımı taşıyıcı sistemin bütünlüğüne müdahale etmeden, yapı üzerindeki tırmanıcı bitkilerin görsel açıdan büyüleyici bir form kazanmalarını sağlar. Yukarı katlarda tırmanıcı bitkiler dikim kutularına dikilerek zeminden yukarıya doğru gelişen dikey yeşil algının sürdürülmesine yardımcı olur (Matthews ve Winter, 2010) (Şekil 2.39 ve Şekil 2.40).



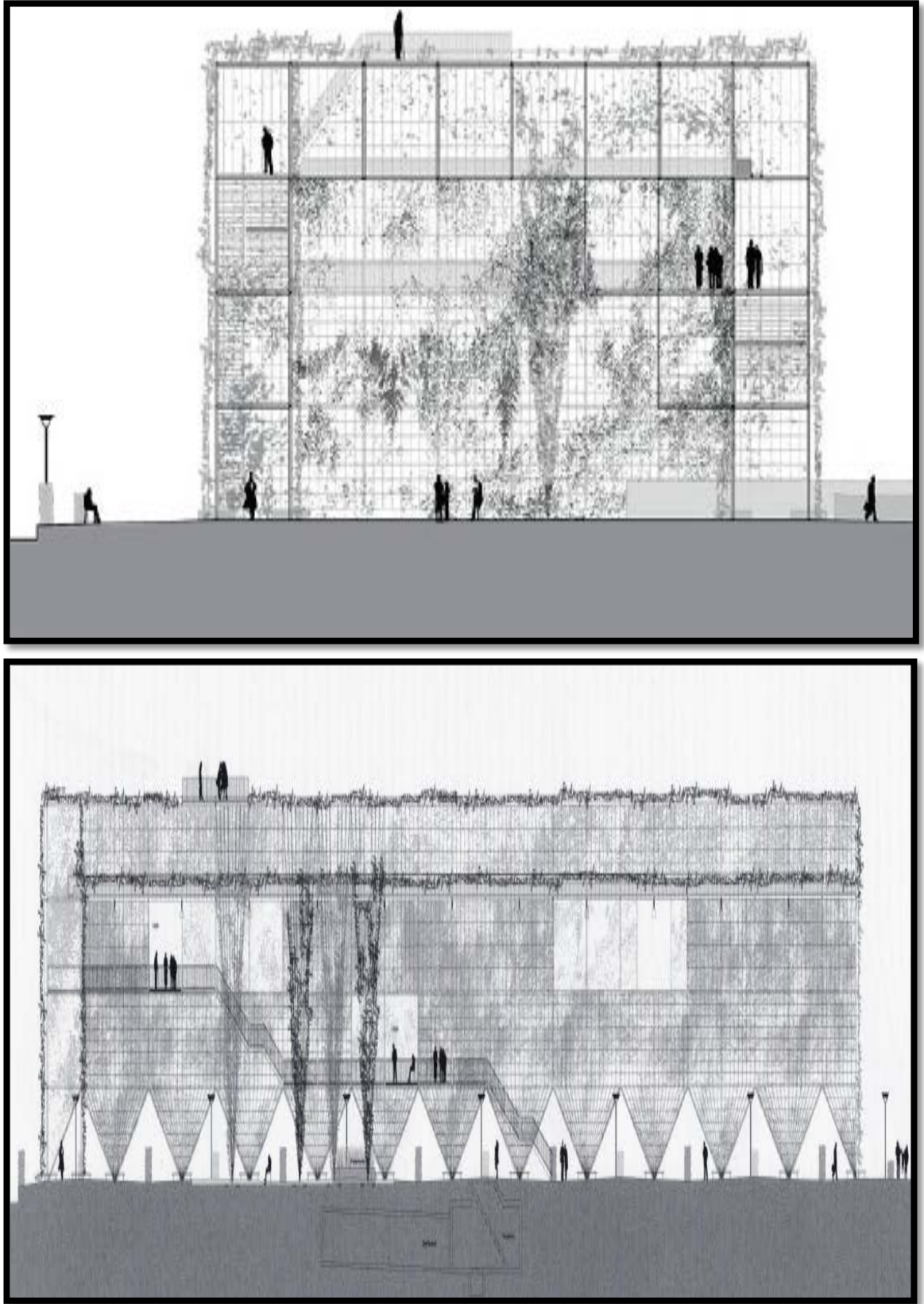
Şekil 2.37: İsviçre Zürih MFO Park taşıyıcı sistem (Matthews ve Winter, 2010).



Şekil 2.38: İsviçre Zürih MFO Park'ta taşıyıcı sistem detayı (Matthews ve Winter, 2010).



Şekil 2.39: İsviçre Zürich MFO Park'tan görüntüler (Matthews ve Winter, 2010).



Şekil 2.40: İsviçre Zürih MFO Park detayları (Matthews ve Winter, 2010).

Parkın zemininde sarmaşıklar çelik kablo etrafında radyal desenler oluşturacak şekilde tasarlanmışlardır. 2. katta hendek içerisine dikimi yapılmış sarmaşıklar daha ince kablolarla bir ağ örgüsü oluşturur ve aynı zamanda ikinci bir bitki katmanı oluşturarak parkın dikey park olma algısını irdeler (Matthews ve Winter, 2010).

Bitki seçiminde bitki yüksekliği ve yaprak özellikleri dikkate alınmıştır. Toplam 104 çeşit çok yıllık odunsu sarmaşık türler bu parkın bitkilendirilmesi için seçilmiştir. Bunlar içerisinde Wisteria, Clematis, tırmanıcı güller, Jasmine, hanımeli, şerbetçiotu, madımak, Virginia, Fallopia aubertii, Vitis coignetiae, Campsis radicans, Celastrus orbiculatus, Ampelopsis brevipedunculata gibi bitki türleri vardır. Her bir bitki farklı kablolarla gelecek şekilde düzenlenir. Bu tasarım düşüncesiyle her mevsim için her bir tırmanıcı bitkinin kendi bireysel karakterlerini göstermesini sağlamaktadır (Matthews ve Winter, 2010) (Şekil 2.41, Şekil 2.42 ve Şekil 2.43).

Bitkilerin su ihtiyacı o yerleşim yerinin yağış alanından beslenen iç sularından sağlanır. Parkın zemininde su bitkilerin dikildiği çukurlara yönlendirilir. Fazla su bir su tankında toplanır ve basınçla daha yukarı katlardaki bitkilerin su ihtiyacının karşılanması için pompalanır (Matthews ve Winter, 2010).



Şekil 2.41: İsviçre Zürih MFO Park'ta sonbahar mevsimi (Matthews ve Winter, 2010).



Şekil 2.42: İsviçre Zürih MFO Park'ta kış mevsimi (Matthews ve Winter, 2010).



Şekil 2.43: İsviçre Zürih MFO Park'ta ilkbahar mevsimi (Matthews ve Winter, 2010).

2.4.2 Yaşayan Duvar Sistemleri

Yaşayan duvar sistemleri; saksı, kaset ve raf sistemlerinden oluşan, genelde hidroponik olmayan modüler yani belirli bir ölçüde tasarlanan parçalı sistemlerden oluşan modüler yaşayan duvar sistemleri ve jeotekstil keçe katmanlarından oluşan genellikle hidroponik (topraksız bitki yetiştiriciliği) teknikle üretilen dikey bahçeler olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

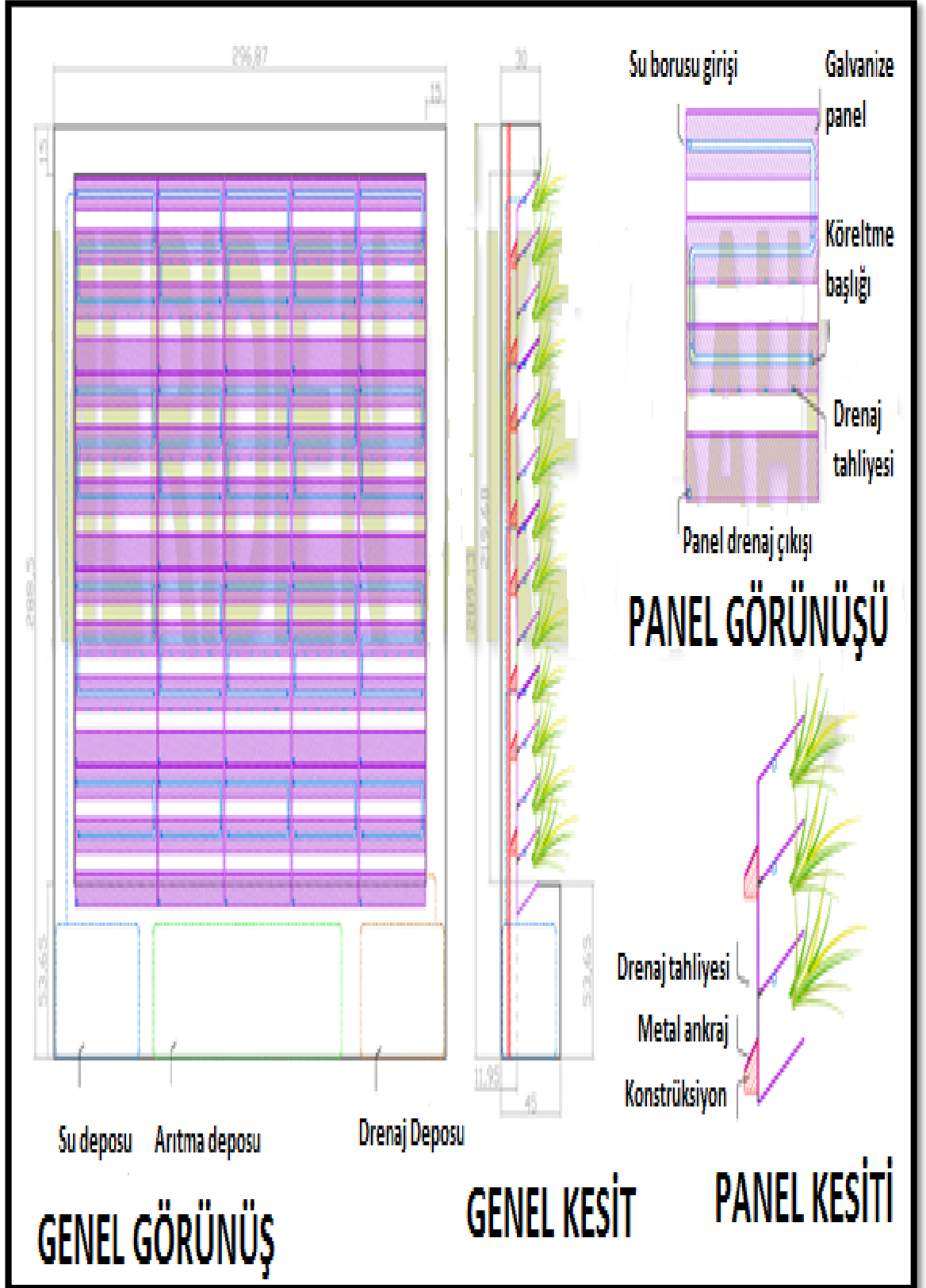
2.4.2.1 Modüler Yaşayan Duvar Sistemleri

Modüler yaşayan duvar sistemlerinde üretici ve uygulayıcı firmalar tarafından geliştirilmiş bir çok uygulama yöntemleri bulunmaktadır. Bu farklı uygulama yöntemlerinin nedeni özellikle kullanılan malzemelerdeki farklılaşmadan kaynaklanmaktadır. Ayrıca katmanlaşma boyutunda da bazı modüler yaşayan duvar sistemlerinde bir takım değişiklikler gözlenmektedir. Bu modüler yaşayan duvar sistemleri detaylarıyla ve uygulama örnekleriyle tez çalışmasının bu bölümünde sırayla işlenmiştir.

Raf sistemle oluşturulan modüler yaşayan duvar sistemlerinde panelleri taşıyabilecek ebat ve kalınlıkta kutu profilden imal edilmiş taşıyıcı yüzey üzerine ankraj demiri ve paslanmaz vida monte edilmektedir. Taşıyıcı raf sistemin mukavemetinin panellerin ve çerçevenin montajı için yeterli olması gerekmektedir.

Paneller dikey bahçenin tasarımına uygun olarak çeşitli firmalara özgü standartlarda paneller olup derinliği kullanılacak bitkisel materyalin uzun ömürlü veya çok yıllık yaşamasına imkan verecek boyutta olmaktadır. Firmalara özgü ölçülerde paneller bir kanca sistemiyle konstrüksiyon üzerine monte edilmektedir. Panel sistemi projeye uygun tasarlanmış paslanmaz çelik veya fırınlanmış, boyalı, estetik dış çerçeve ile her yanından çevrelenmektedir.

Bu modüler yaşayan duvar sistemine örnek olarak Çubuklu Vadi Villa Bahçesi Modüler Yaşayan Duvar Sistemi Uygulaması ve Glaxo Smith Kline İç Mekan Modüler Yaşayan Duvar Sistemi Uygulaması örnekleri verilebilir. Her iki modüler yaşayan duvar sisteminin detayı Şekil 2.44'te verilmiştir.



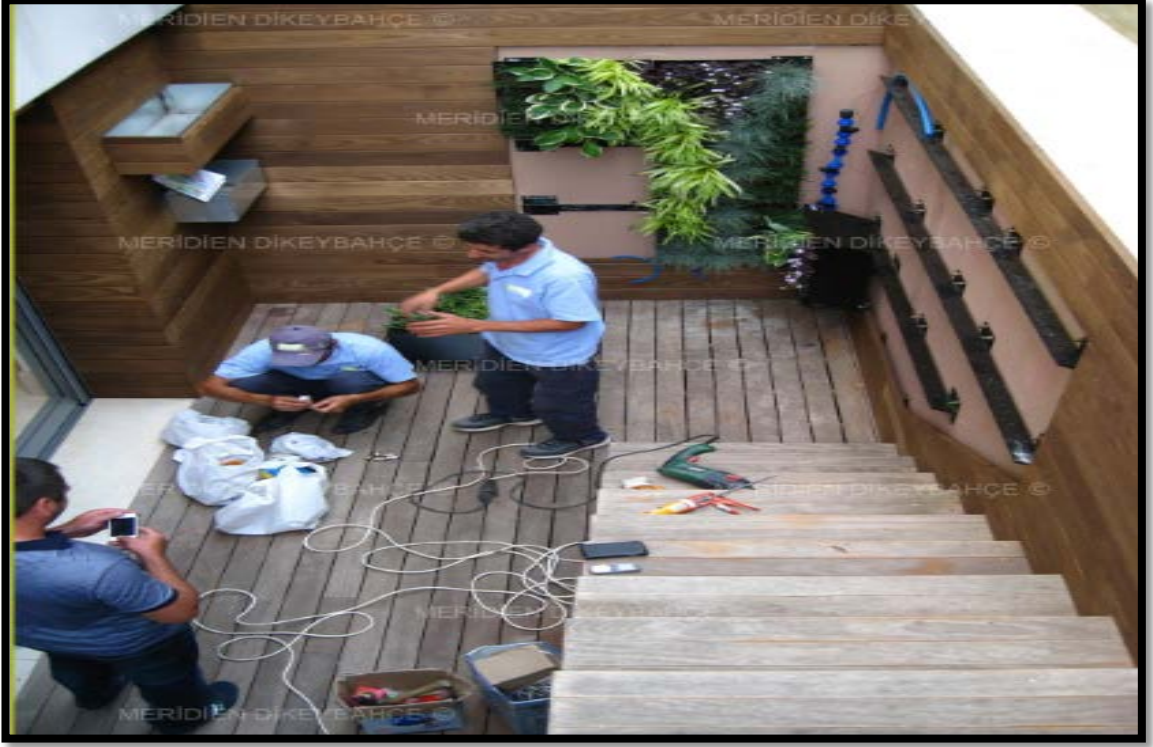
Şekil 2.44: Raf sistemde oluşturulan bir modüler yaşayan duvar sistemi detayı (Meridyen Landscape Solutions, 2013).

Çubuklu Vadi Villa Bahçesi Modüler Yaşayan Duvar Sistemi bir villa bahçesinin alt katında yer almaktadır. Gün ışığından kısmi olarak faydalanmakta olan bu yerin modüler yaşayan duvar sistemi tesis edilmeden önceki hali ahşap bir zemin ve duvara monte edilmiş bir kaç saksı bitkisinden ibarettir (Şekil 2.45).



Şekil 2.45: Çubuklu Vadi Villa Bahçesi Modüler Yaşayan Duvar Sistemi Uygulaması öncesi¹³. Modüler yaşayan duvar sistemi tesis edilmeden önce mevcut ahşap zeminden de yola çıkılarak duvarların da ahşap kaplama olarak çözülmesi ile istenilen görüntü estetiğinde olan bitkilerle bir renk uyumunun yakalanması amaçlanmıştır (Şekil 2.48). Gerek çerçeve gerekse de modüler paneller siyah renkte seçilmiştir, böylece ahşap kaplama ve bitkilerle anlamlı bir kompozisyon oluşturulmuştur. Modüler yaşayan duvar sistemi tesisinde önce taşıyıcı raf sistem monte edilmiş (Şekil 2.46) ve paslanmaz çerçeve, modüler paneller ve sulama borularının döşenmesi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.47). Paslanmaz metal siyah çerçevenin modüler yaşayan duvar sistemine estetik katkısının yanısıra içerisine monte edilen alt su gider tavaıyla modüler yaşayan duvar sisteminde bir yönlendirici kanal işlevi de görmektedir.

¹³ <http://meridiengardens.blogspot.com/> [Ziyaret Tarihi:17 Kasım 2013].



Şekil 2.46: Çubuklu Vadi Villa Bahçesi Modüler Yaşayan Duvar Sistemlerinde ilk önce taşıyıcı raf sistem monte edilir¹³.



Şekil 2.47: Çubuklu Vadi Villa Bahçesi Modüler Yaşayan Duvar Sistemlerinde sulama borularının döşenmesi¹³.



Şekil 2.48: Çubuklu Vadi Villa Bahçesinde duvarların da ahşap kaplama olarak çözülmesi

Modüler Yaşayan Duvar Sistemi Uygulamasındaki istenilen görüntü estetiğinde olan

bitkilerle bir renk uyumunun yakalanması amaçlanmıştır¹³.

Bitkilerin sulanması damlama sulama sistemiyle gerçekleştirilmektedir. Sistemin sulanması ve gübrenmesi otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Filtrasyon ve dozlama sistemi modüler yaşayan duvar sistemine entegre edilmektedir. Gübre tankı 50 litredir, damlama filtresi ve montaj filtresleriyle selenoid vanalar da sulama sisteminde yer almaktadır. İhtiyaç olması durumunda bu sistemlere sisleme sistemi de monte edilmektedir.

Diğer örnek, sağlık sektöründen bir firma olan Glaxo Smith Kline'in Türkiye'deki merkezi İstanbul Levent'teki binasında bir iç mekan modüler yaşayan duvar sistemi uygulamasıdır (Şekil 2.49). Bu modüler yaşayan duvar sisteminde çerçeve olarak paslanmaz metal konstrüksiyon kullanılmıştır. Bitkilerin sulanması, gübrenmesi ve ilaçlanması otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Glaxo Smith Kline İç Mekan Modüler Yaşayan Duvar Sistemi Uygulamasının tüm detayları Şekil 2.44'teki gibidir.



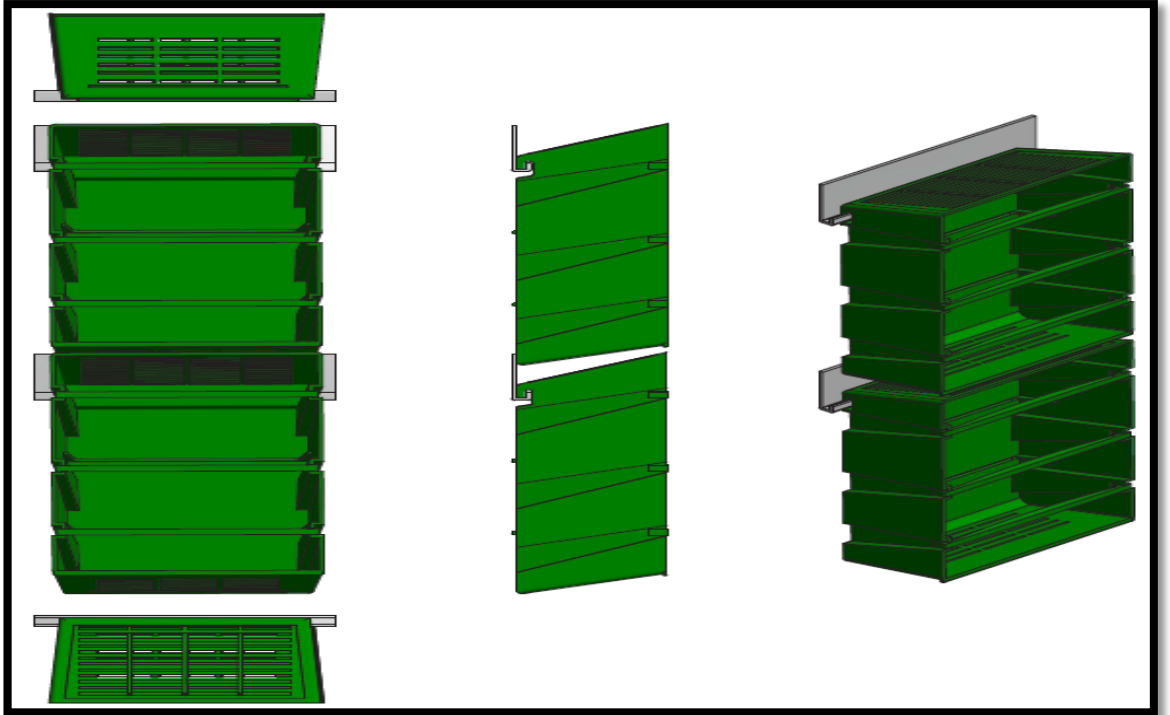
Şekil 2.49: Glaxo Smith Kline İç Mekan Modüler Yaşayan Duvar Sistemi¹³.

Raf sistemde oluşturulan bütün modüler yaşayan duvar sistemlerinde paneller mukavemetli raf sistemlerine tutturulur. Buradaki farklılıklar kullanılan malzeme kurgusu ve tasarımı ile sistemin işleyişinde bazı çözüm değişikliklerinden meydana gelmektedir.

Aşağıda sırayla detayları verilen modüler yaşayan duvar sisteminde kullanılan malzemelerin montajı kompleks bir yapı göstermez. Bu modüler yaşayan duvar sistemi bitki türleri üzerinde istenilen tasarım ve desende yaratıcı ayarlamalara izin vermektedir (Şekil 2.50). Bu sistemde yer alan bir modülün ölçüsü 27 cm x 18 cm x 10 cm'dir ve bitkinin türü ve hacmine göre modüler panele dikilen bitki sayısı değişebilmektedir. Bu modüller yer aldığı ortamdaki sıcaklık değişimlerine ve yapısal yüklerden kaynaklanan gerilimlere karşı dirençli bir şekilde üretilmektedir (Şekil 2.51).



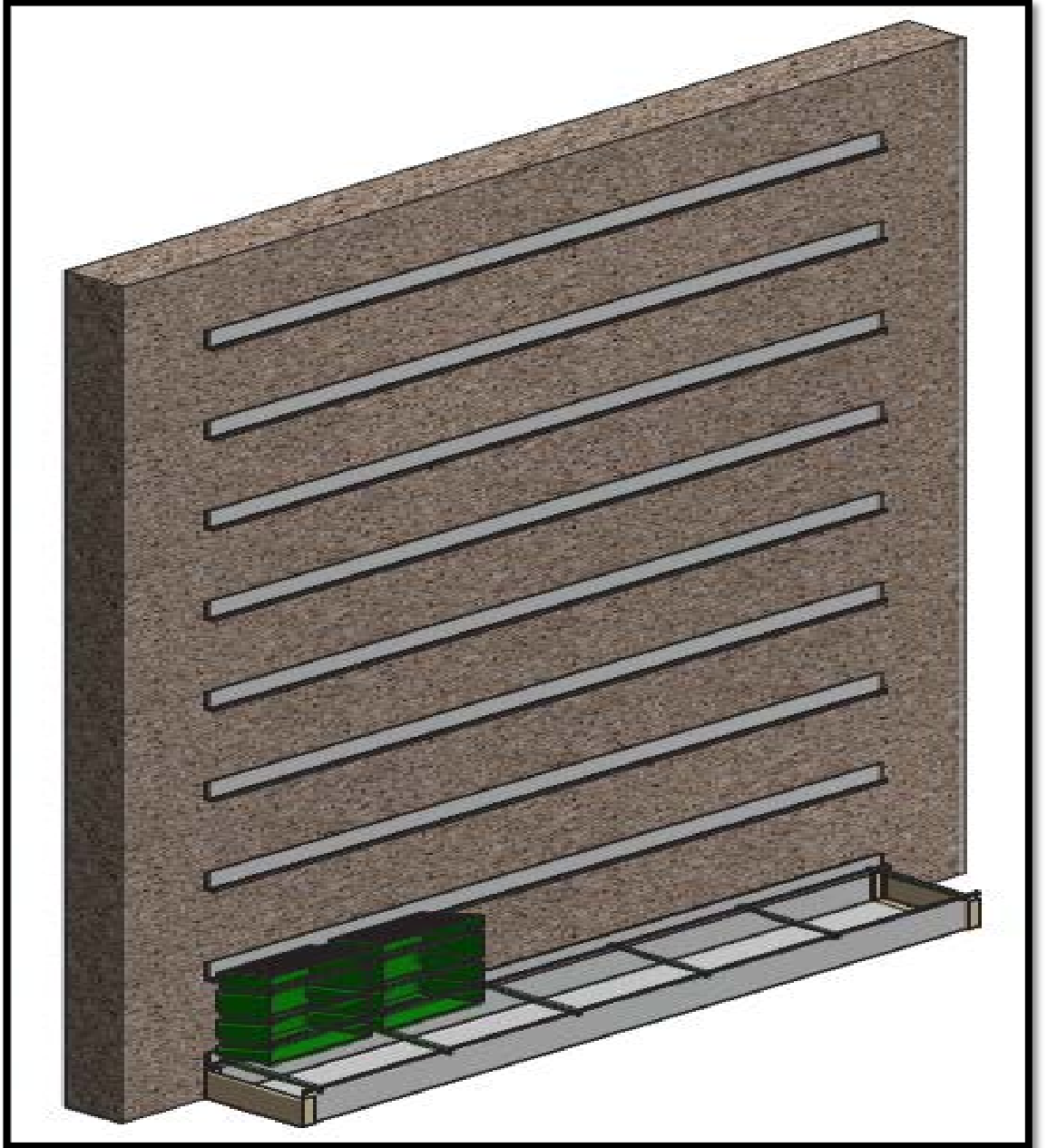
Şekil 2.50: Modüler panele bitkinin dikimi ve bitkinin büyüme ortamını oluşturan toprağın gevşemesini engelleyen polikarbonat malzemeden üretilmiş çubuk¹⁴.



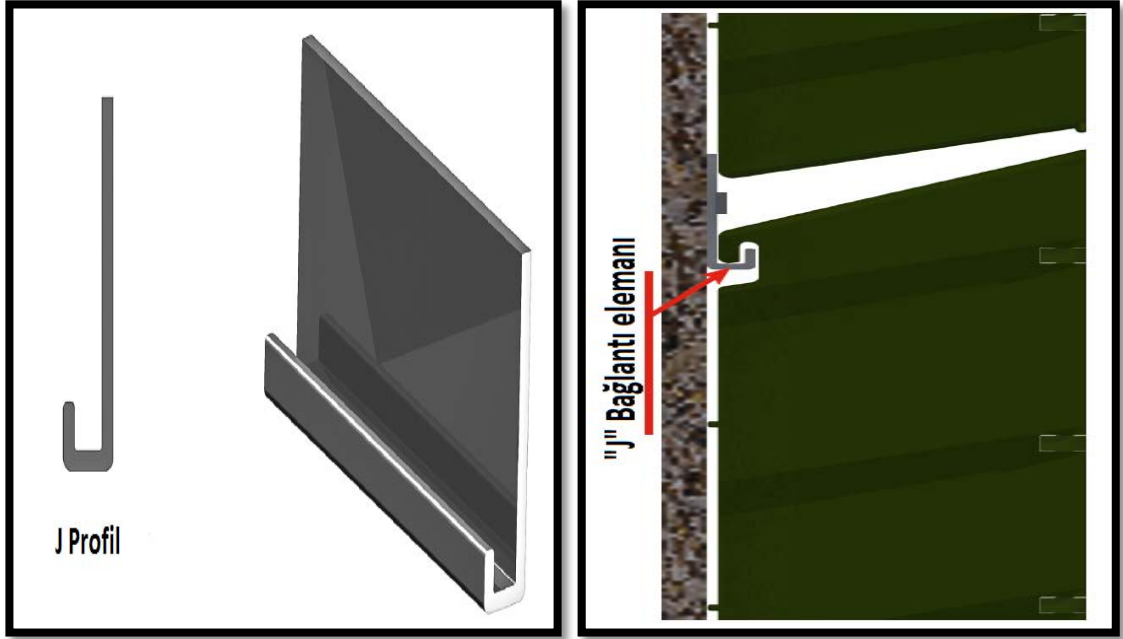
Şekil 2.51: Modüler paneller ve bir raf sistemi oluşturan kancalara monte edilmesi¹⁴.

¹⁴ <http://www.vertical-garden.com.sg/> [Ziyaret Tarihi:16 Ocak 2014)].

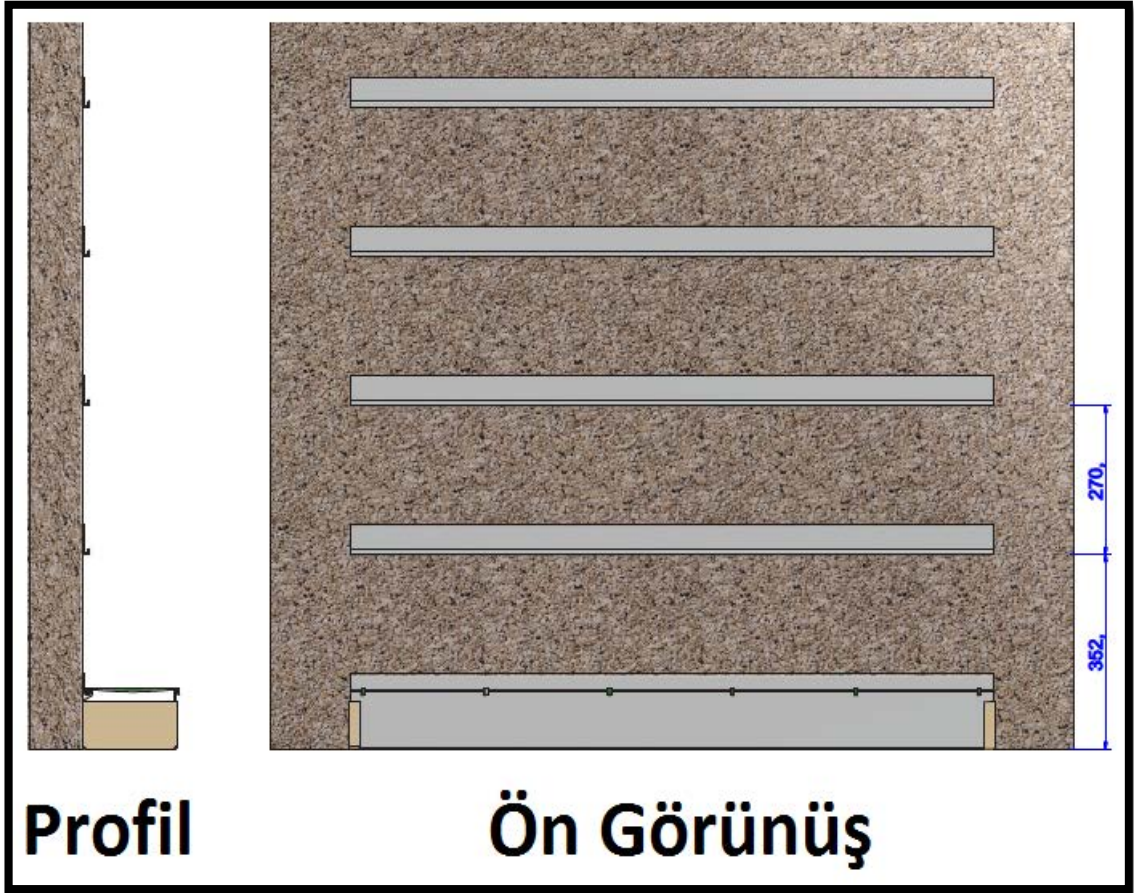
Modüler panellerin monte edildiği bir raf sistemi oluşturan alüminyum 'J' profil kancalar (Şekil 2.52) paslanmamaktadır ve uzunlukları standarttır, 2.4 metredir. Bitki kayıplarında ya da bitkisel tasarım çerçevesinde gerçekleştirilebilecek düzenlemelerde ek bir masraf gerektirmeksizin bu raf sistemini oluşturan kancalar sayesinde istenilen değişiklikler kolaylıkla uygulanabilmektedir (Şekil 2.53 ve Şekil 2.54).



Şekil 2.52: Modüler panellerin kancalarla mevcut duvara monte edilmesi¹⁴.

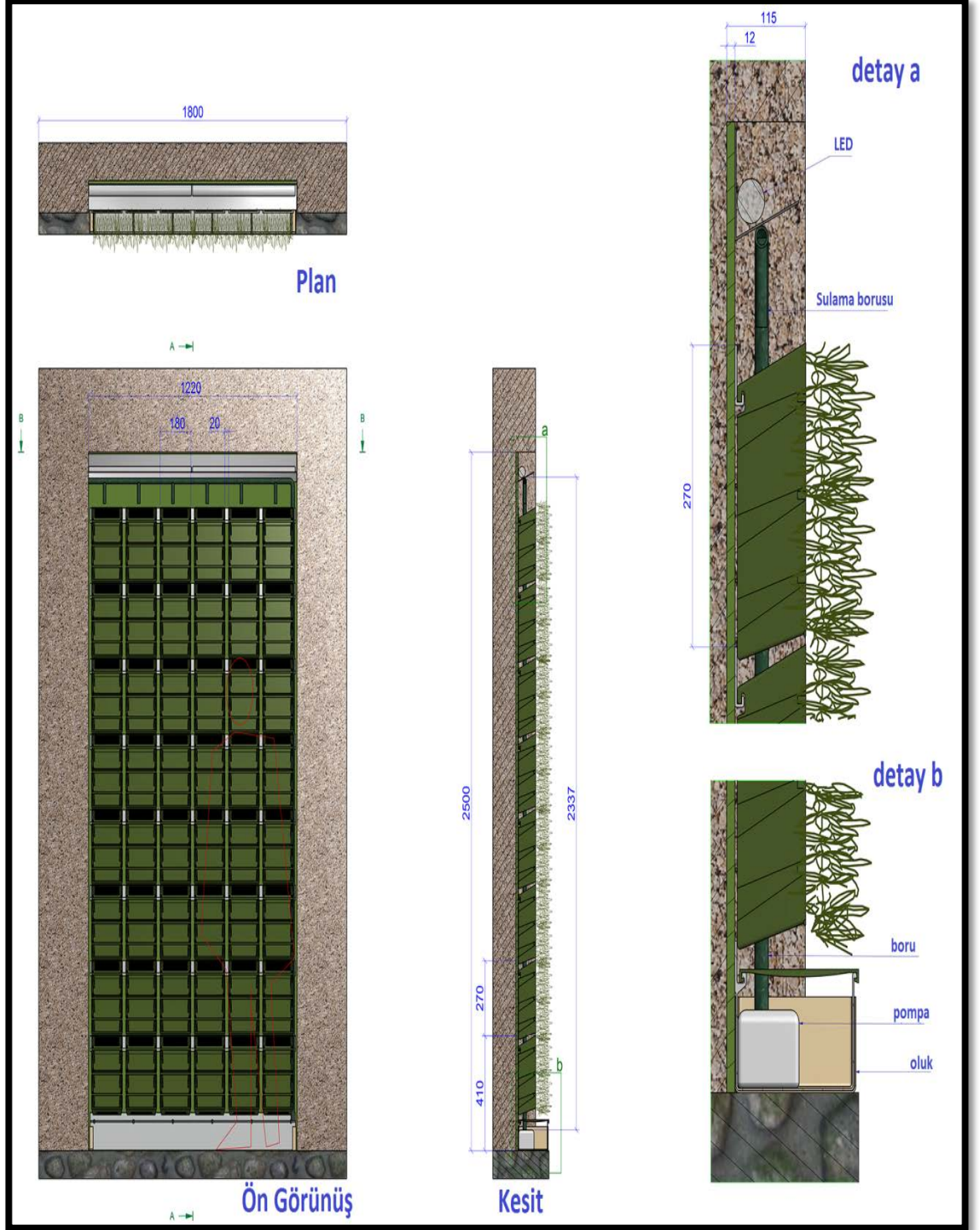


Şekil 2.53: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde alüminyum J profil raf sistem¹⁴.



Şekil 2.54: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde taşıyıcı raf sistemi detayı¹⁴.

Bu modüler yaşayan duvar sistemlerinin tamamlanmış halinin ön görünüşü, planı, kesitleri ve detayları Şekil 2.55'te verilmiştir. Ayrıca akabinde bu sistemde çözülen dünyadaki bir kaç modüler yaşayan duvar sistemi örneği fotoğraflarına yer verilmiştir (Şekil 2.56).

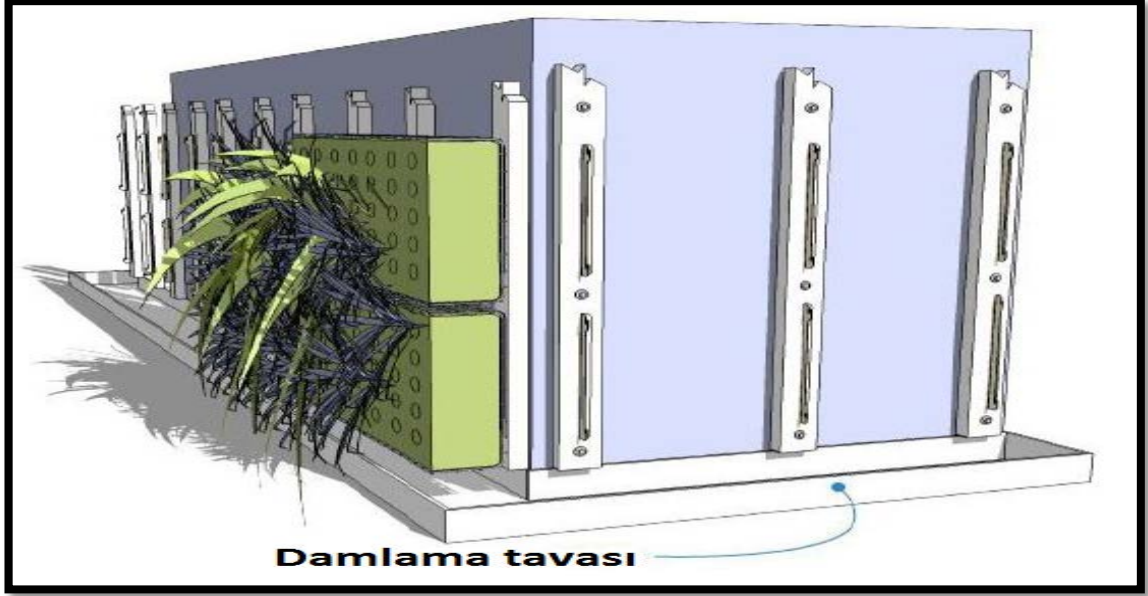


Şekil 2.55: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde detay¹⁴.



Şekil 2.56: Modüler yaşayan duvar sistemi örnekleri¹⁴.

Kaset sistemle oluşturulan modüler yaşayan duvar sistemleri modüler yani belirli bir ölçüde tasarlanan parçalı sistemlerden oluşan üniteler halinde çeşitli dikey yüzeylere monte edilen yapılardır. Bu modüler üniteler bitkinin gelişimini desteklemekte ve bitkiye bir büyüme ortamı sağlamaktadır (Şekil 2.57).



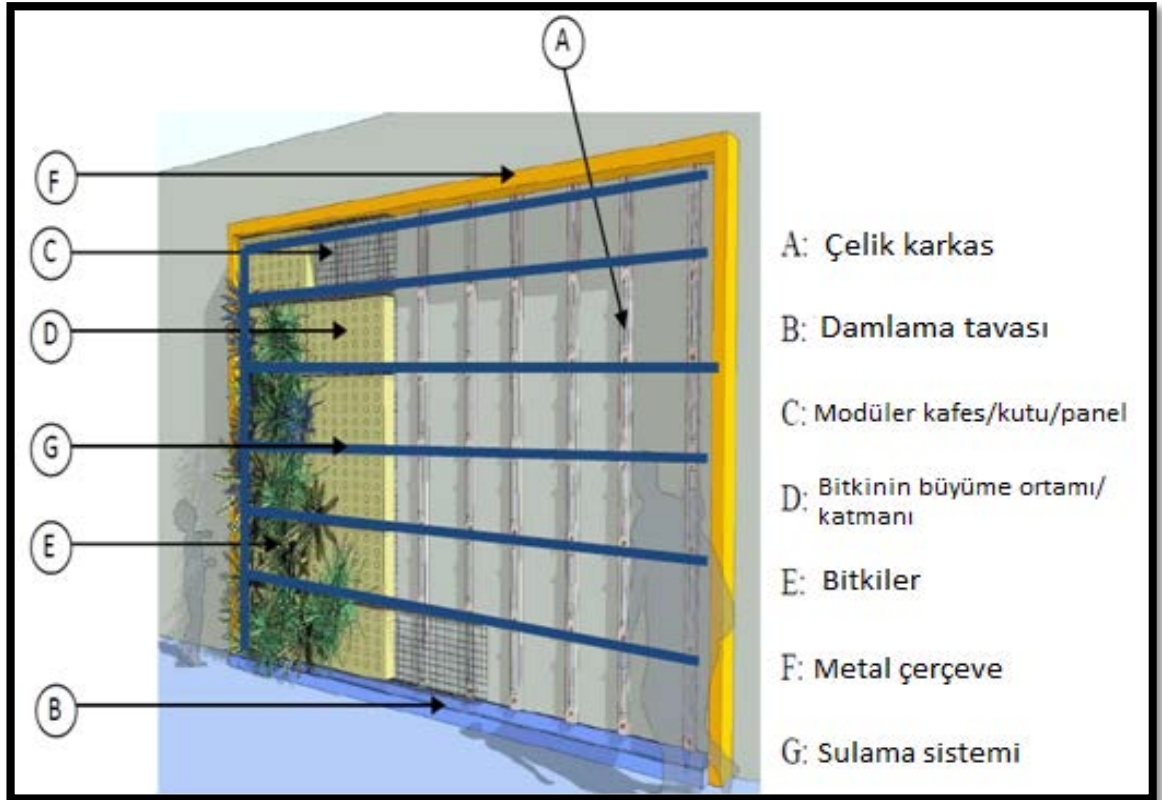
Şekil 2.57: Kaset sistemle oluşturulan modüler yaşayan duvar sistemleri¹⁵.

Avustralya orijinli bir şirket tarafından tesis edilen bu modüler yaşayan duvar sistemleri ticari ve konut binalarında uygulanmaktadır. Bu sistemleri oluşturan panellerin uzunluğu 100 cm, genişliği 50 cm ve derinliği 12 cm'dir. Bu alan olarak 0.6 m²'ye ve hacim olarak 60 litreye denk gelmektedir. Büyüme ortamı aminoplast reçine köpüğünden oluşmaktadır ve büyüme ortamının hafifliği ve sağlamlığı nötralize beyaz süngerimsi içinde bitkilerin yetişebileceği bir malzeme tarafından sağlanmaktadır. Bitkilerin sulanması damlama sulama sistemiyle sağlanmaktadır (Binabid, 2010).

Bu modüler yaşayan duvar sistemlerinde çelik karkas sistem bir bağlantıyla duvardan ayrılmaktadır. Karkas sistem yatay montaj somunundan meydana gelmekte ve böylece parçalı sistemden meydana gelen modüler malzemelerin sabitlenmesi amaçlanmaktadır. Karkas sistem döşendiğinde sulama borularının modüler yaşayan duvara montajı için yeterli ölçüde boşluklar bırakılmaktadır. Ölü bitki artıklarının ve duvardan süzülen suların toplanması için bir damlama tavası sistemde yer almaktadır. Bu damlama tavası

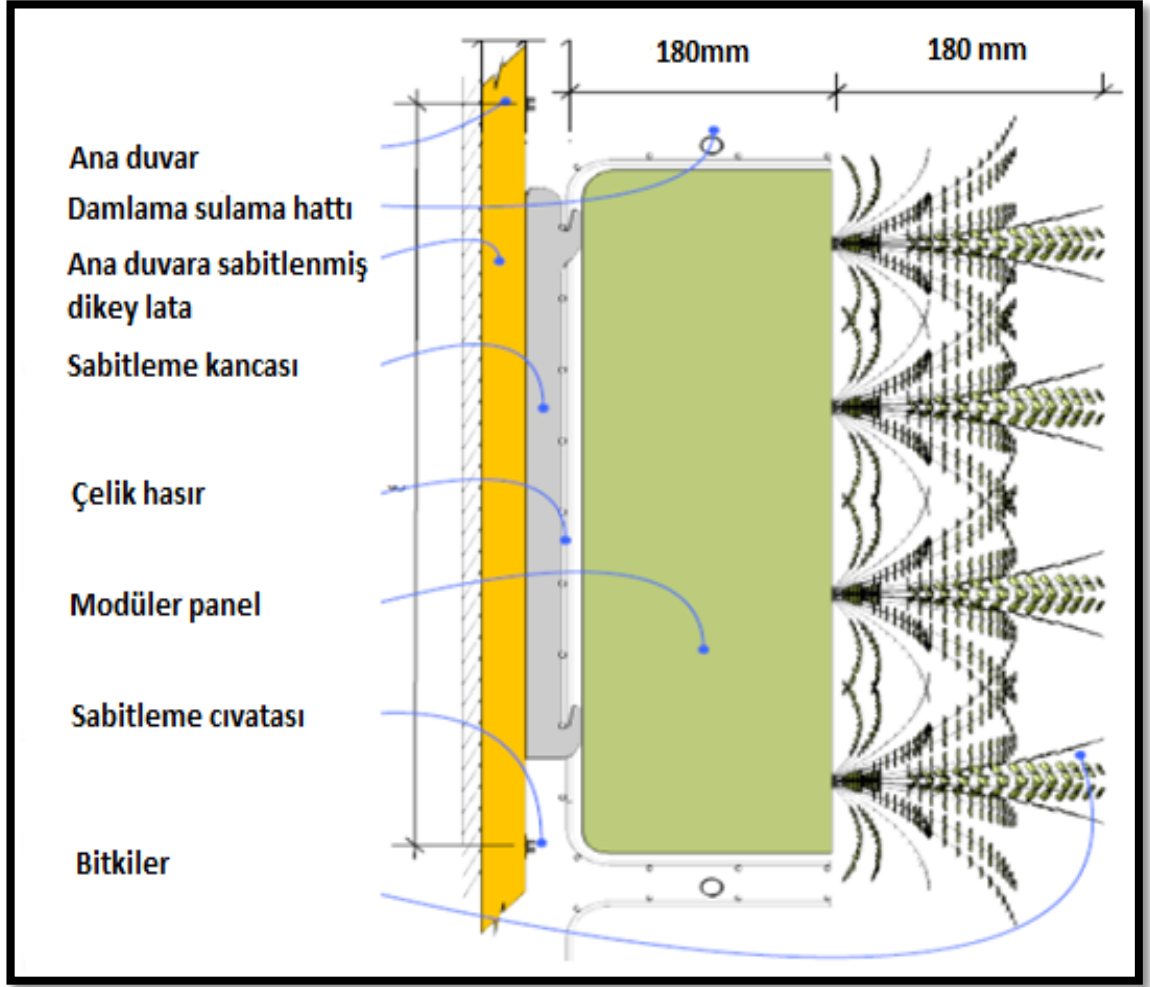
¹⁵ http://www.fytogreen.com.au/Fytowall/Typ_1to6_pdfs/driptray_config_TP5.pdf / [Ziyaret Tarihi:10 Ağustos 2011].

dış mekan modüler yaşayan duvar sistemleri için gerekli değildir. İç mekan modüler yaşayan duvar sistemlerinde damlama tavası sulama sisteminin kaynağı olarak bir havuz gibi kullanılabilir. Kafes kutular ya da diğer paneller daima prefabriktir ve bunlar bitkileri ve alt katmanı taşımaktadırlar. Metal kafesler herhangi bir destek sistem gerektirmeksizin duvar üzerinde 6 metreye kadar varan uzunluktaki malzemeyi taşıyabilecek mukavemettir. Bitkiler modüler yaşayan duvarların tesis edileceği alanın coğrafik konumu, sıcaklık şartları ve gün ışığından yararlanma süreleri v.b koşullar değerlendirilerek seçilmektedir. Bitkiler tesisten en az 4 ay önceye kadar fidanlıklarda büyüme ortamlarını oluşturan panellerde dikey olarak yetiştirilmektedir. Dikey olarak yetiştirilmek üzere hazırlanan bitkiler tesisten önce yatay olarak yetiştirildiğinde beraberinde büyük riskler barındırmaktadır. Modüler yaşayan duvar sistemine son olarak eklenen metal çerçeveler sulama sistemini ve karkas sistemini gizlemektedir (Bjerre, 2011) (Şekil 2.58 ve Şekil 2.59).



Şekil 2.58: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde alüminyum taşıyıcı konstrüksiyon¹⁶.

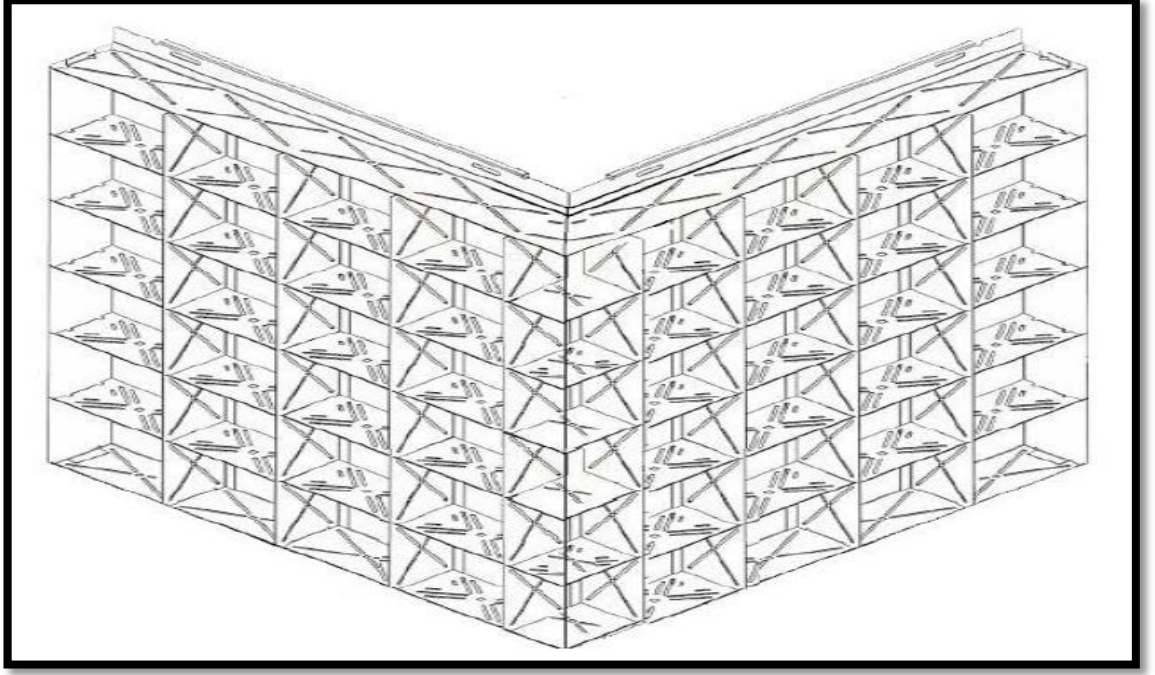
¹⁶ <http://www.fytowall.com> [Ziyaret Tarihi:19 Eylül 2011)].



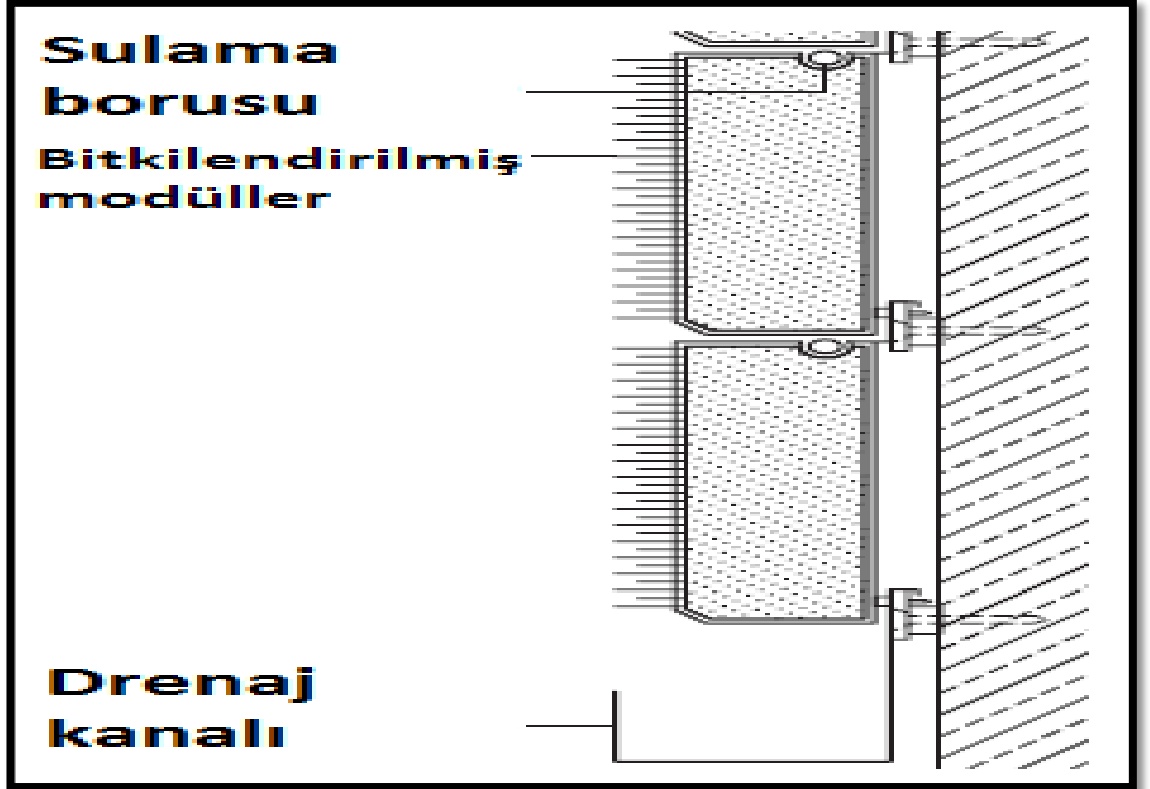
Şekil 2.59: Modüler yaşayan duvar sistemi detayı¹⁶.

Bu modüler yaşayan duvar sistemleri fotovoltaik (ışıl gerilimsel) paneller ve biyolojik filtrasyon etkisi gösteren vantilasyon sistemleri gibi ekolojik sistemlerle kolaylıkla bir kombinasyon sağlayabilecek niteliktedir (Bjerre, 2011).

Kaset sistemle oluşturulan bir başka modüler yaşayan duvar sistemi ızgara gibi tekrarlanan ünitelerden oluşan ve dama tahtası görünümünde, cephenin baştan başa bitkilerle donatıldığı yapılardır (Şekil 2.60 ve Şekil 2.61). Bu yapılarda bitkilerin oluşturduğu geniş bir havalandırma sistemi vardır. Konstrüksiyonun formunun modüler olması bu yapıya esneklik ve hareket edebilirlik (mobilize olma yeteneği) özelliği kazandırmaktadır. Bu modüler yaşayan duvar sistemlerinde bitkilendirme düzenli bir şekilde gerçekleştirilirse başarılı sonuç alınabilmektedir ayrıca bu sistemlerde genelde ancak birkaç ay sonra olması gereken yoğunluğa ulaşabilen yavaş büyüyen bitkiler tercih edilmektedir (Kaltenbach, 2008).



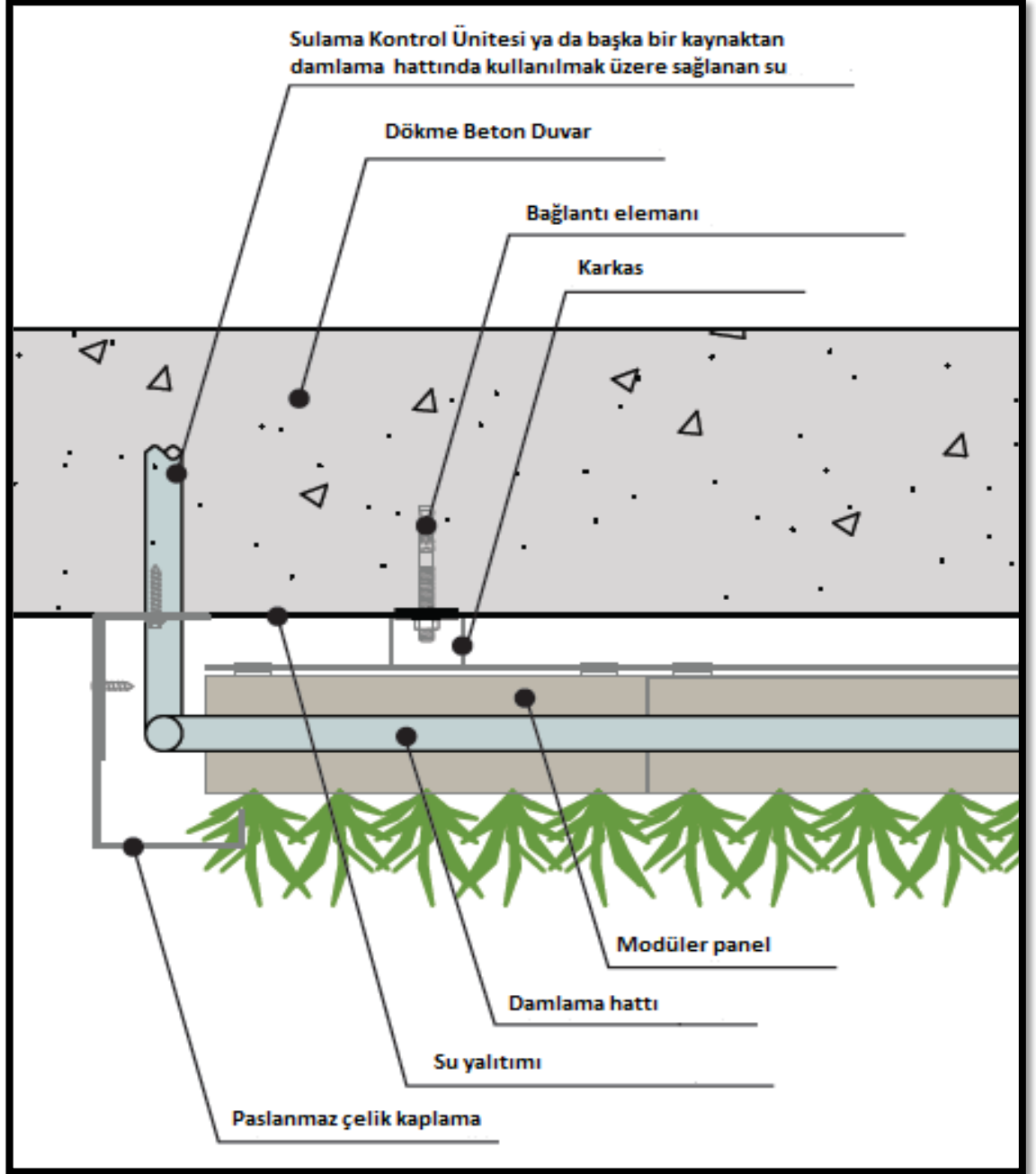
Şekil 2.60: Kaset sistemle oluşturulan bir başka modüler yaşayan duvar sistemi¹⁷.



Şekil 2.61: Kaset sistemle oluşturulan modüler yaşayan duvar sistemi kesiti (Kaltenbach, 2008).

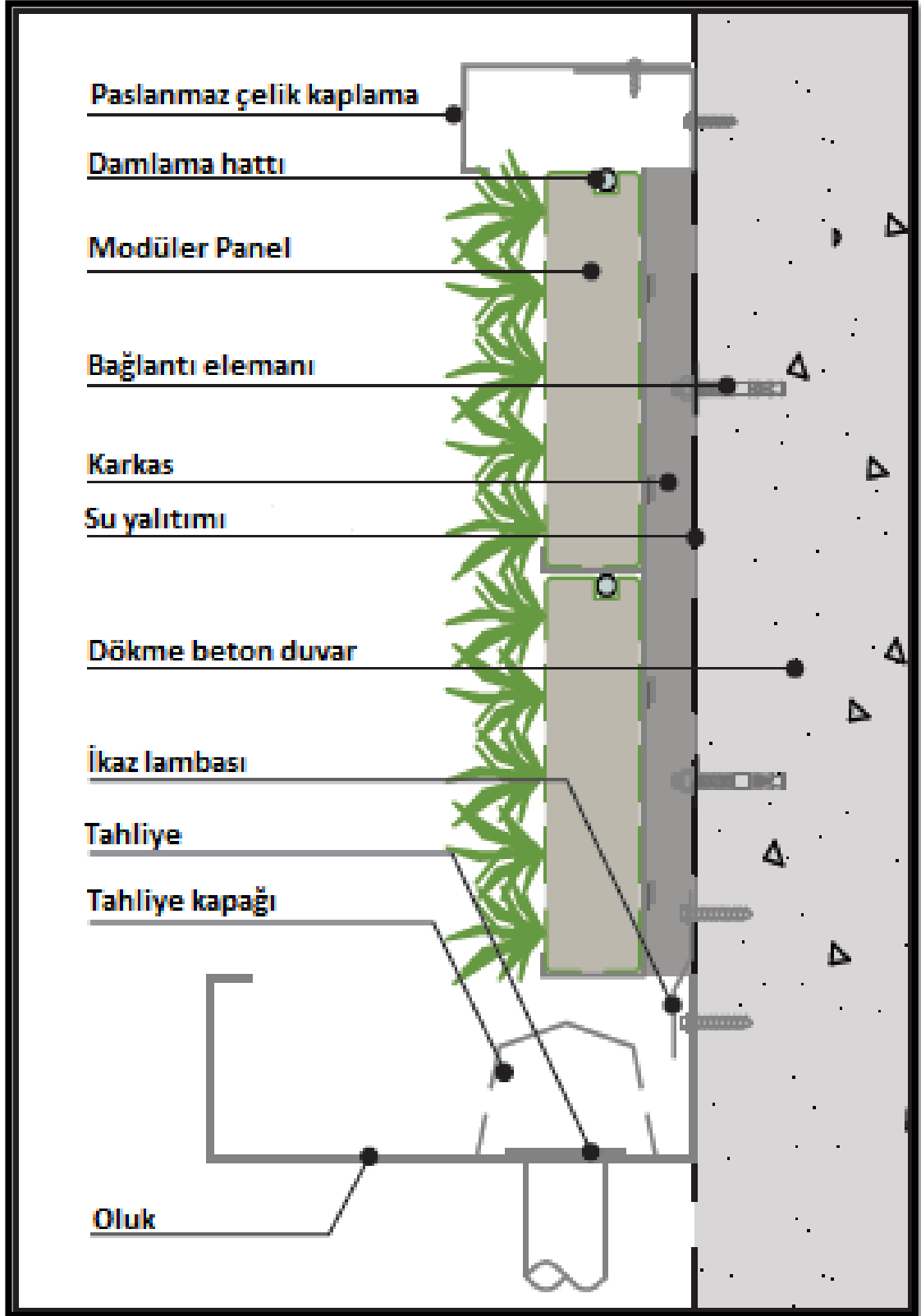
¹⁷ <http://phillygreenwall.com/media/technical/wallDetail.pdf> [Ziyaret Tarihi:19 Ocak 2014].

Kaset sistemde tesis edilen bir başka modüler yaşayan duvar sistemi A.B.D ve Kanada'da yaygın olarak uygulanan esnek ve modüler ünitelerden meydana gelen yapılardır (Şekil 2.62 ve Şekil 2.63).



Şekil 2.62: Kaset sistemde tesis edilen bir modüler yaşayan duvar sistemi planı¹⁸.

¹⁸ <http://gsky.com/> [Ziyaret Tarihi:19 Ocak 2014].



Şekil 2.63: Kaset sistemde tesis edilen modüler yaşayan duvar sistemi kesiti¹⁸.

Yukarıda plan ve kesiti verilen kaset sistemde inşa edilen modüler yaşayan duvar sistemlerinde bitkiler tesisattan önce minimum 16 hafta fidanlıklarda modüler ünitelere önceden bitkilendirilerek montaj aşamasına kadar hazır hale getirilmektedir. Bu sistemlerde bitki seçiminde çiçekli herdemyeşil türler kullanıldığı gibi bu türlere yaprağını döken bitki türleri de eklenebilmektedir. Bu şekilde gerçekleştirilen kompozisyonlarda mevsimsel değişimlerle ilişkili olarak oluşan çiçeklenme ve renk değişimlerinin gözlemlendiği modüler yaşayan duvar sistemleri yaratmak mümkün olmaktadır¹⁸.

Bu sistemlerde ana duvara ya da bina cephesine kurulan paslanmaz çelik malzemedan (SS304) oluşan karkas sisteme paslanmaz çelik modüler paneller bağlanır. Modüler yaşayan duvar sisteminin tesis edildiği duvar malzemesi beton, CMU, ahşap, metal ya da yapı çeliği olabilmektedir¹⁸.

Bitkilerin büyüme ortamını oluşturan modüler paneller işlenmemiş paslanmaz çelik (SS304) malzemedan üretilmektedir. Bitkilerin içinde yer aldığı yetiştirme ortamı kaya yünü bloğundan ya da hindistan cevizi lifinden üretilmiştir ve bitkiler yanmaya karşı dirençli bir dokuma kumaşla kaplanmaktadır¹⁸.

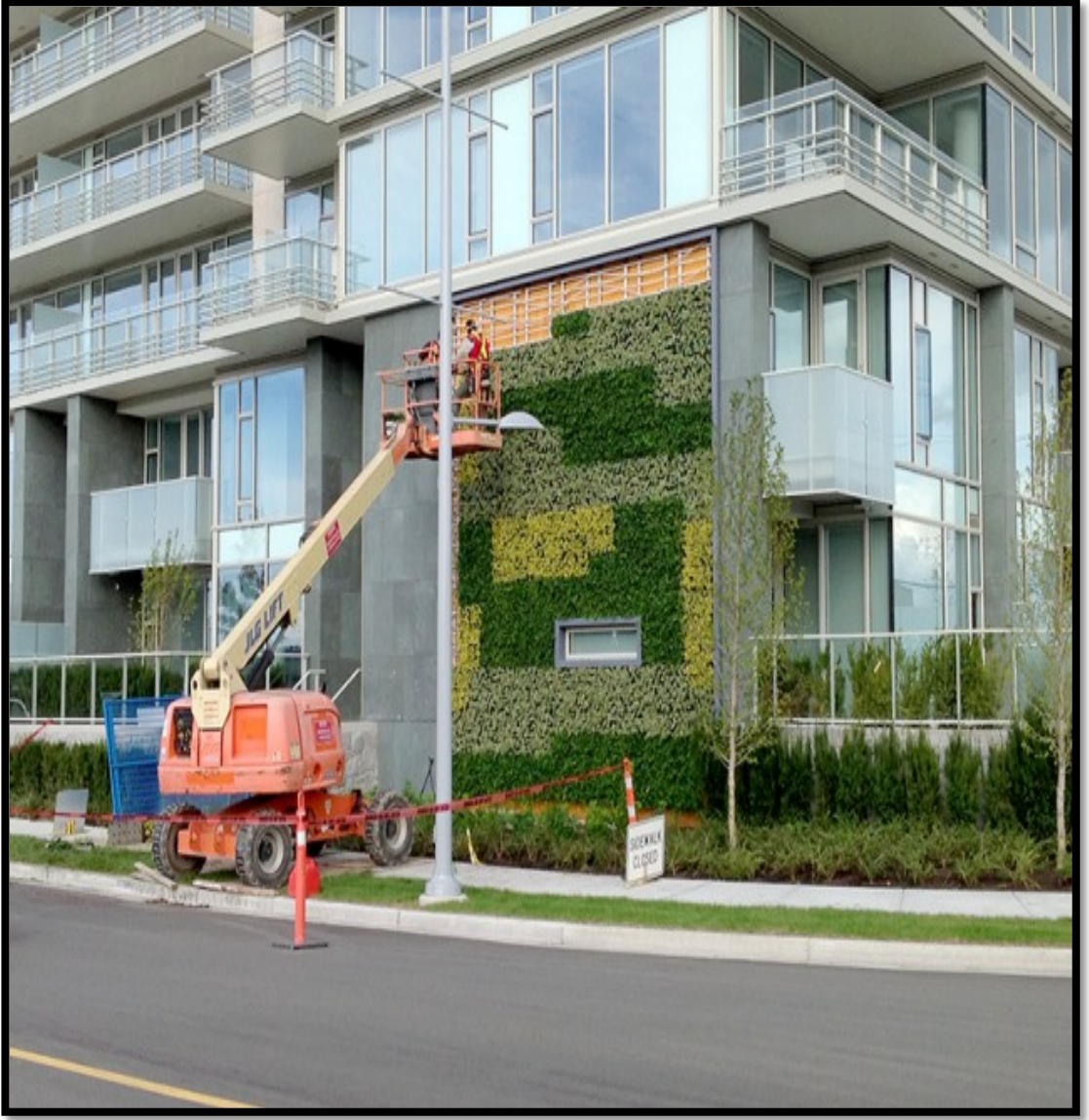
Bu modüler yaşayan duvar sistemlerinde damlama sulama sistemi kullanılmaktadır. Sulama sistemi içerisinde timer cihazı, sulama boruları, vanalar, filtre, gübre enjektörü, basınç düzenleyici gibi cihazlar yer almaktadır. Ayrıca sulama sistemi içerisinde sıcaklık ve akıntı sensörleri de mevcuttur. Soğuk kış aylarında ise bu sistemlerin tesisi gerçekleştirilemez¹⁸.

Bu modüler yaşayan duvar sistemlerine örnek olarak River Green Modüler Yaşayan Duvar Sistemi Uygulaması verilebilir. River Green, Kanada'da Richmond'da yer alan, lüks rezidansları, kafeleri, kıyı restoranlarını ve geniş bir park alanını içine alan ırmak kıyısında bir binadır. Bu binanın dışına tesis edilen modüler yaşayan duvar sisteminin kurulum amacı binanın mimarisiyle çevresindeki doğal ortamın birbirini tamamlamasına yardımcı olmasıdır¹⁹ (Şekil 2.64).

¹⁹ <http://gsky.com/projects/river-green-richmond-bc-green-wall/> [Ziyaret Tarihi:19 Ocak 2014].



Şekil 2.64: Kanada Richmond River Green Modüler Yaşayan Duvar sistemi Uygulaması¹⁹. Bu modüler yaşayan duvar sisteminin tasarımcısı Debbie Kotalic'tir. Bu sistemin yüzey alanı yaklaşık 138 m²'dir. Güçlü rüzgarlara, şiddetli yağmurlara ve depremlere karşı dirençli olan bu yapı esnek ve modüler sistemde inşa edilmiştir (Şekil 2.65). Sistemin bitkisel tasarımı için geometrik desenler tercih edilmiştir ve *Euonymus fortunei* sp. türleri kullanılmıştır¹⁹.



Şekil 2.65: Kanada Richmond River Green Modüler Yaşayan Duvar Sistemi Uygulama aşamasından bir görüntü¹⁹.

Kaset ve raf sistemin birarada kullanıldığı modüler yaşayan duvar sistemleri mevsimlik çiçeklerin dikildiği plastik çiçek panellerinden oluşan modüler (parçalı) sistemlerdir. Modüler yaşayan duvarları oluşturan bu çiçek panellerin dikey veya yatay kullanım özelliği vardır. Diğer sistemler gibi ses emici özelliği vardır. Entegre tasarım sayesinde sorunsuzca yakın performans göstermektedir. Paneller firmalara göre değişiklik gösterse de genellikle %100 HDPE yüksek yoğunluklu polietilen malzeme içermektedir. Panellerin ebatı 50 cm X 50 cm X 10 cm'dir. Dikim hücreleri 36 gözlüdür ve her birinin derinliği 11 cm'dir (Şekil 2.66).



Şekil 2.66: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde plastik çiçek panellerinin görünüşleri, paneller monte edilen sulama boruları, plastik çiçek panelleri taşıyan sistem.



Şekil 2.66 (devam): Modüler yaşayan duvar sistemlerinde plastik çiçek panellerinin görünüşleri, paneller monte edilen sulama boruları, plastik çiçek panelleri taşıyan sistem.

Bu sistemlerde bitki dikimi, uygulama alanına gelmeden önce fidanlıklardaki seralarda gerçekleştirilmektedir (Şekil 2.67). Aynı zamanda modüler yaşayan duvar sisteminin taşıyıcı profilini oluşturan metal aksamın üretimi gerçekleştirilmektedir (Şekil 2.68). Modüler yaşayan duvar sistemleri için seçilen yetiştirme ortamını oluşturacak malzemeler mikserde homojen olması için karıştırılmakta ve makine yardımı ile paneller bu oluşturulan harçla doldurulmaktadır (Şekil 2.69). Harç hazırlanıp panellere doldurulduktan sonra fidanlıklardaki tezgahlarda bitkilerin dikimi gerçekleştirilmektedir (Şekil 2.70). Tasarıma uygun şekilde her bir çiçek panel kodlanmakta ve uygulama alanına getirilmek üzere araçlara yüklenmektedir (Şekil 2.71). Bitki dikimi yapılan panellerin serada montaj öncesi bakımları yapılmaktadır (Şekil 2.72). Seradan montaj yerine sevk edilen paneller uygulama yerine monte edilir (Şekil 2.73).



Şekil 2.67: Modüler yaşayan duvarlarda yetişen bitkilerin dikiminin gerçekleştiği seralar²⁰.



Şekil 2.68: Modüler yaşayan duvarlarda metal aksamın üretimi²⁰.

²⁰ [http:// www.fidesas.com](http://www.fidesas.com) [Ziyaret Tarihi:19 Eylül 2013].



Şekil 2.69: Modüler yaşayan duvarlar için özenle seçilen materyaller mikserde homojen olması için karıştırılır ve makine yardımı ile paneller harçla doldurulur²⁰.



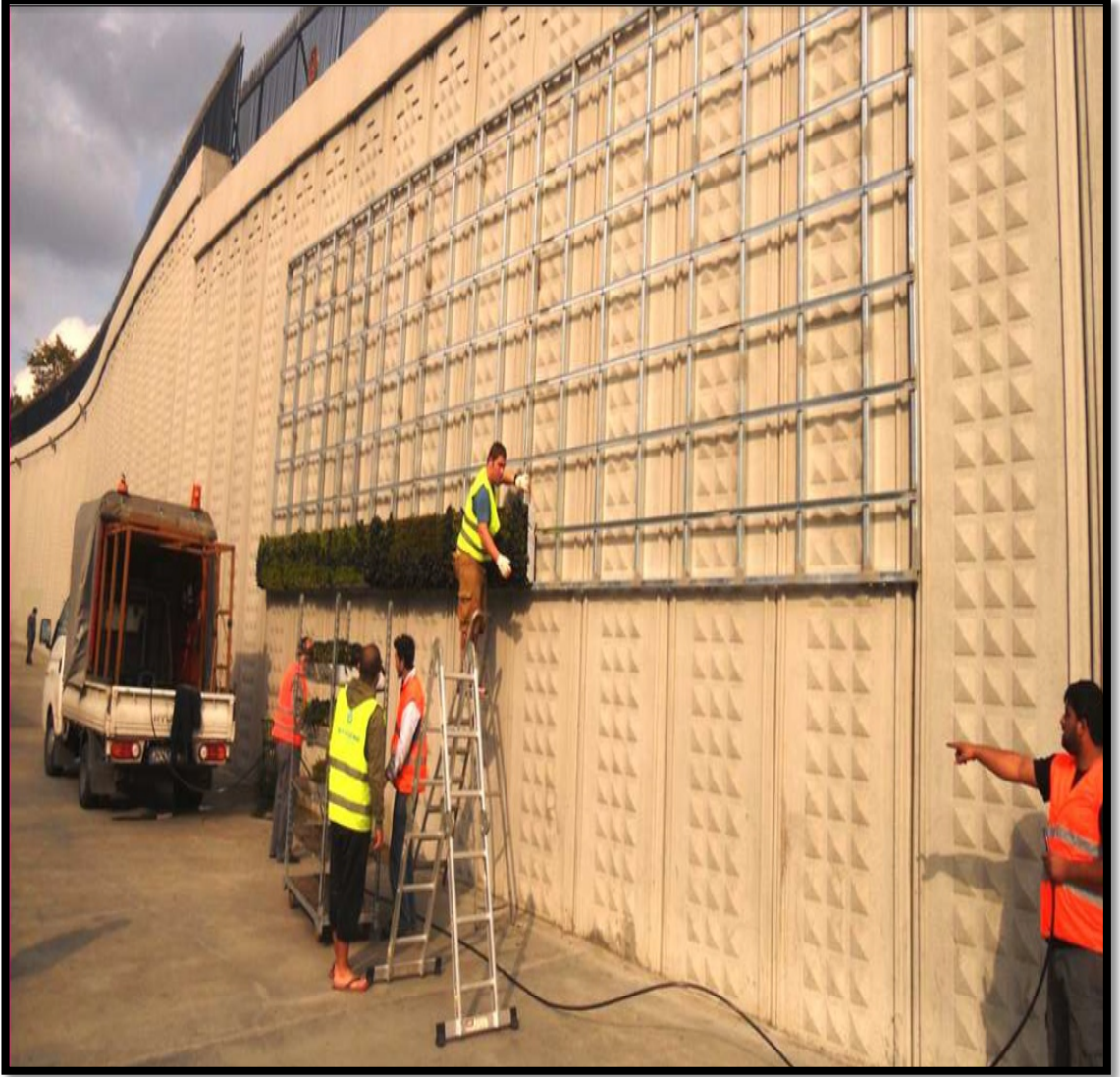
Şekil 2.70: Harç hazırlanıp panellere doldurulduktan sonra tezgahta bitkilerin dikimi gerçekleştirilir²⁰.



Şekil 2.71: Dikimi yapılmış paneller montaj edilecek tasarıma göre dizilir. Paneller sıralanıp numaralandırılarak desenin sevk ve montaj sırasındaki karışıklığı önlenir²⁰.



Şekil 2.72: Modüler yaşayan duvarlar için tasarıma uygun bitkiler panellere dikilir ve gruplandırılır. Bitki dikimi yapılan panellerin serada montaj öncesi bakımları yapılır²⁰.



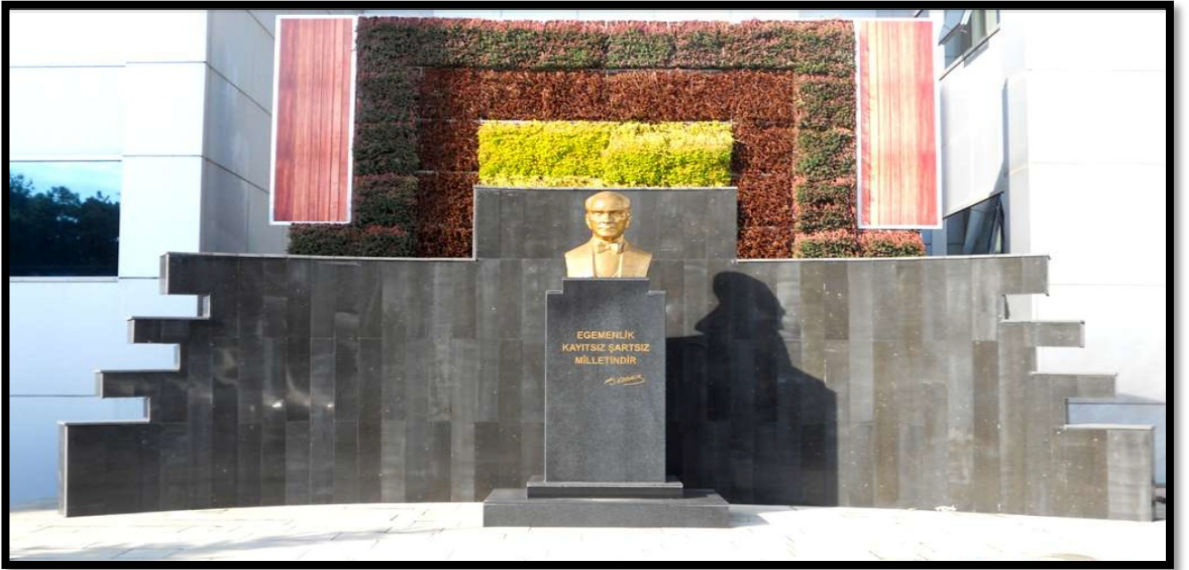
Şekil 2.73: Seradan montaj yerine sevk edilen paneller uygulama yerine monte edilir²⁰.

Bu sistemde tesis edilen modüler yaşayan duvarlara örnek olarak Beylikdüzü Belediyesi tören alanındaki modüler yaşayan duvar sistemi uygulaması, Bağdat Caddesi'ndeki modüler yaşayan duvar sistemi uygulaması, Esenyurt'ta bir parkta yer alan modüler yaşayan duvar sistemi verilebilir.

Beylikdüzü Belediyesi tören alanındaki modüler yaşayan duvar sistemi uygulaması yaklaşık 10 m² alana sahiptir. Bu modüler yaşayan duvar sisteminde 50 cm x 50 cm x 10 cm ebatlarında toplam 40 adet plastik çiçek paneli kullanılmıştır. 1 440 adet Sedum bitkisi bu duvar için kullanılmıştır (www.fidesas.com) (Şekil 2.74 ve Şekil 2.75).



Şekil 2.74: Beylikdüzü Belediyesi tören alanında modüler yaşayan duvar sistemi²⁰.



Şekil 2.75: Beylikdüzü Belediyesi tören alanında modüler yaşayan duvar sistemi Ocak 2012²⁰. Kadıköy Bağdat Caddesi'ndeki modüler yaşayan duvar sistemi (Şekil 2.78) 50 cm x 50 cm x 10 cm ebatlarında çiçek panellerinden oluşturulmuştur. Bu modüler yaşayan duvar sistemi tesisinde ilk önce taşıyıcı sistem kurulmuştur ve önceden bitkilendirilmiş paneller üst kısmına sulama boruları gelecek şekilde raf sistemindeki taşıyıcı profile monte edilmiştir (Şekil 2.77) ve sistemin etrafı gerek güvenlik gerekse de estetik kaygıdan çerçevelenmiştir (Şekil 2.76).

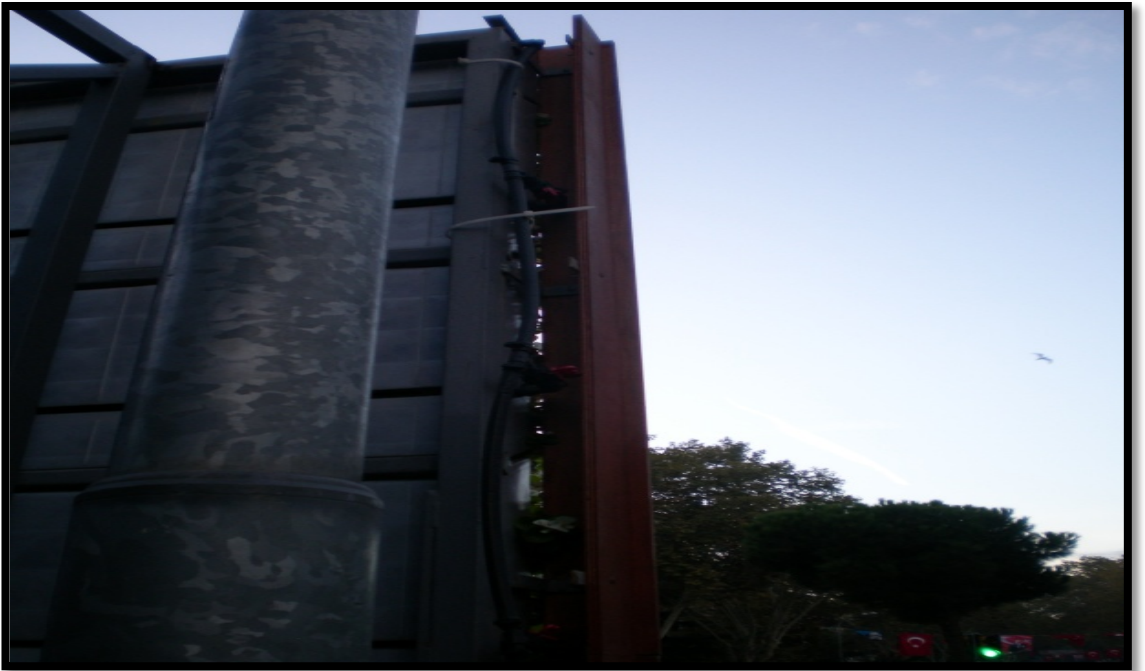


Şekil 2.76: Kadıköy Bağdat Caddesi'ndeki modüler yaşayan duvar sistemi.



Şekil 2.77: Kadıköy Bağdat Caddesi'ndeki modüler yaşayan duvar sisteminde çerçeve (panellerin güvenliği için), HDPE Plastik Paneller, sulama borusu, taşıyıcı sistemin çerçeveyle bağlantısı.

Bu modüler yaşayan duvar sistemine su, bir 32 lik sulama borusuyla şebekeden sağlanmakta ve sistem içerisindeki sulama borularına iletilmektedir (Şekil 2.78).



Şekil 2.78: Kadıköy Bağdat Caddesi'ndeki modüler yaşayan duvar sisteminde taşıyıcı sistemler ve ana sulama boruları.

Bu sistemlerin bitkilendirilmesinde mevsimlik çiçekler kullanılmaktadır ve büyüme ortamını oluşturan 11 cm derinliğindeki modüllere gübreli toprak konulmaktadır (Şekil 2.79).



Şekil 2.79: Kadıköy Bağdat Caddesinde modüler yaşayan duvar sisteminde mevsimlik çiçekler ve panellerdeki toprak.

Esenyurt'ta bir parkta tesis edilen modüler yaşayan duvar sisteminin tesisi ve öncesi Şekil 2.80 ve Şekil 2.81'de verilmiştir.

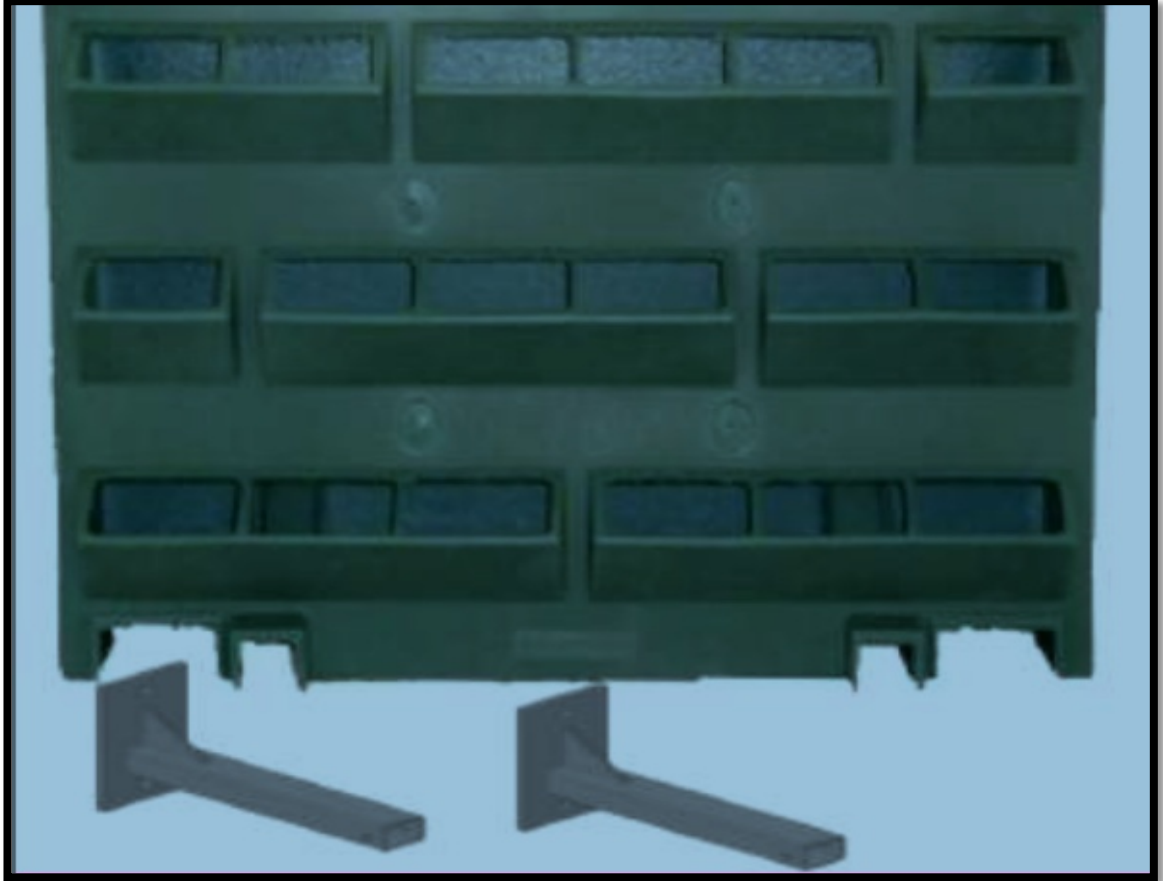


Şekil 2.80: Esenyurt'ta bir parkta Modüler Yaşayan Duvar Sistemi tesisi öncesi.



Şekil 2.81: Esenyurt'ta bir parkta Modüler Yaşayan Duvar Sistemi tesisi sonrası.

Yukarıda bahsedilen panellerden farklılık arz eden, termik özellikli yeşil duvar saksılarından oluşan modüler yaşayan duvar sistemleri, rotasyon ile üretilmiş UV katkılı PE malzeme saksılardan oluşur. Bu saksılar montaj için 2 adet metal kola sahiptir²⁰ (Şekil 2.82).



Şekil 2.82: Modüler yaşayan duvar termik özellikli yeşil duvar saksıları ve 2 adet metal kol²⁰. Termik yeşil duvar saksısı 100 cm x 100 cm x 25 cm ebatlarındadır. Harç kapasitesi 100 litredir. 18 adet ön yüzeyde 4 adet üst yüzeyde olmak üzere toplam 22 dikim gözünden oluşmaktadır²⁰.

Bu termik yeşil duvar saksılarının kurulumu çok kolaydır. Termik izolasyon sağlar. Yüksek harç miktarına sahiptir. Darbelere karşı dayanıklıdır. Kullanım süresi 10 yılı aşındır ve bitkilendirme kapasitesi yüksektir²⁰.

Saksı sistemleriyle oluşturulan modüler yaşayan duvar sistemlerine örnek olarak Kadıköy'deki Çaykur Çayevi Modüler Yaşayan Duvar sistemi Uygulaması (Şekil 2.83),

Pendik Havaalanı 4. Kavşağı'ndaki modüler yaşayan duvar sistemleri (Şekil 2.84) verilebilir.



Şekil 2.83: Kadıköy'de Çaykur Çayevi Modüler Yaşayan Duvar Sistemi.



Şekil 2.84: Pendik Havaalanı 4. Kavşağı'ndaki modüler yaşayan duvar sistemleri²¹.

Modüler yaşayan duvar sistemleri bitki çeşitliliği, yoğunluğu, dikim ortamı konumu ve özelliği nedeniyle yeşil cephe sistemlerinden daha fazla bakıma ihtiyaç gösterir. Bakımın hassasiyeti yaşayan duvar sistemi tipine ve kullanılan bitki türlerine bağlıdır. Beslenme ihtiyacı yüksek olan bitkiler daha fazla bakım gerektirir. Bakımın derecesi, yaşayan duvar sisteminden beklenen estetik kaliteden de etkilenir (Seçkin, 2012). Örneğin çiçek panellerden oluşan, kaset ve raf sistemiyle duvara entegre edilen modüler yaşayan duvar sistemlerinde bakım diğer sistemlere nispeten daha kolaydır. Herhangi bir sorunla karşılaşıldığında tasarıma uygun şekilde sistemin arızalı yerlerinin yenilenmesi kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir.

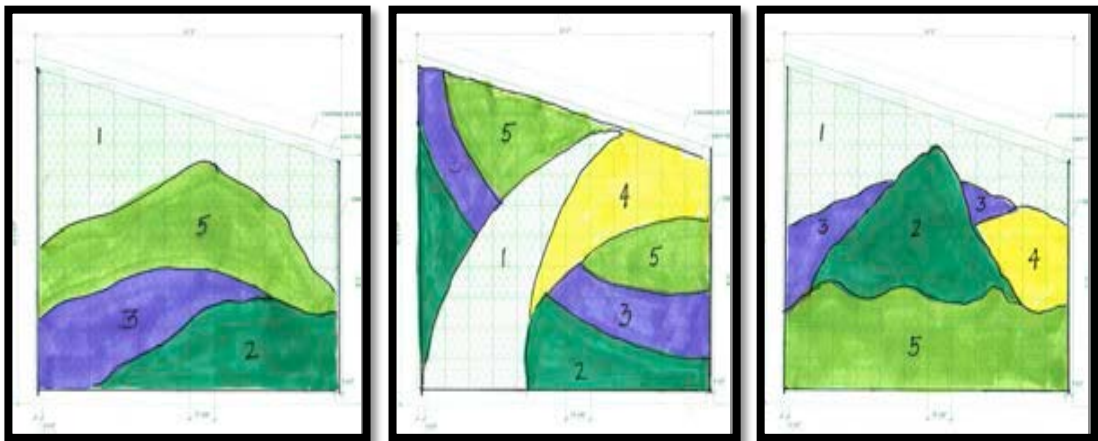
²¹ <http://www.anadoluparkbahceler.com/haber.php?baslik=Pendik%C2%B4te%20Dikey%20Bah%C3%A7eler&no=3> [Ziyaret Tarihi:13 Şubat 2011].

Düzenli sulama, beslenme ve ışık ihtiyacı, özellikle çalı türlerinde aşırı büyüyen dalların budanması, yer çekimi etkisiyle bozulan dengenin tekrar sağlanması önemlidir. Kısaca modüler yaşayan duvar sistemlerinin tasarımında, bitki tür seçimi, toprak ya da dikim ortamı, sulama, beslenme, uzun süreli bakım ihtiyacı ve sürdürülebilirlik öncelikli konularıdır (Seçkin, 2012).

Modüler yaşayan duvarların tasarımı hidroponik tekniğin kullanıldığı yaşayan duvar sistemlerine nazaran daha kolaydır. Modüler paneller modüler yaşayan duvar sistemlerinin tasarımına uygun olarak çeşitli firmalara özgü standartlarda üretilmektedir.

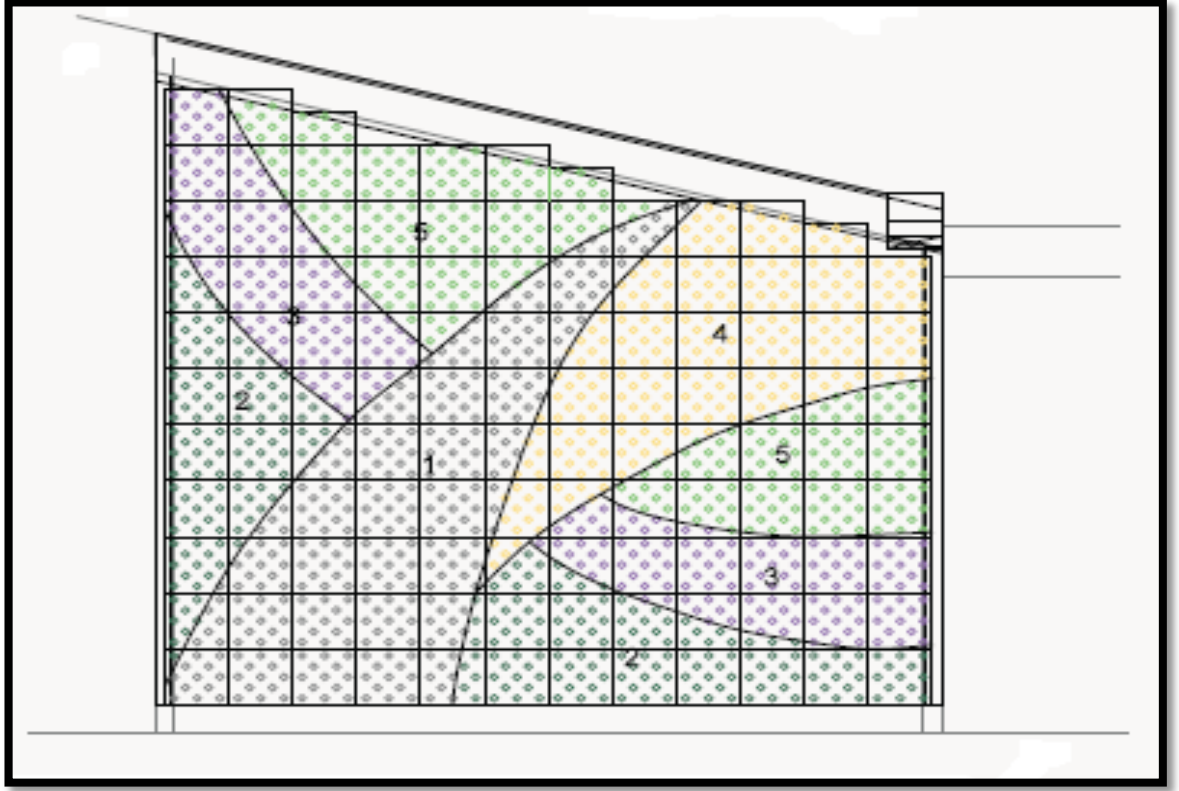
Modüler yaşayan duvar sistemleri mimari yapılarda estetik çeşitliliği ve kaliteyi artırmaktadır. Başarılı bir modüler yaşayan duvar sistemi uygulaması için planlama ve tasarım aşaması çok önemlidir. Tasarım ve planlama aşaması öncelikle bir tasarım ekibininin müşteriyle iyi bir koordinasyon sağlayarak tesis edilecek sistemin uygulamasına dair amaçları, hedefleri, sorunları ve proje olanaklarını tartışma süreci ile başlamaktadır.

Modüler yaşayan duvar sistemleri için iklime en uygun bitki türleri belirlenir. İç mekan dikey bahçeler için bitki seçiminde dış mekana göre daha geniş bir bitki türü yelpazesi vardır. Bu sistemlerin bitkisel tasarımı için çözüme kolaylıkla gidebilecek en uygun tekstürde ve renklerde bitkiler tespit edilerek kullanılır (Şekil 2.85 ve Şekil 2.86).



Şekil 2.85: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde bitkisel tasarım²².

²² <http://gsky.com/> [Ziyaret Tarihi:19 Ocak 2014)].



Şekil 2.86: Modüler yaşayan duvar sistemlerinde bitkisel tasarım²².

2.4.2.2 Dikey Bahçe Sistemleri

Dikey bahçeler son yıllarda doğayla bütünleşen kentsel alanlara yeni bir yapı kültürü anlayışı getirmiştir. Dikey bahçeler farklı ölçeklerdeki bina cephelerinin veya duvar yüzeylerinin dikey boyutlarının değişik türlerdeki bitkilerle bezenmesi sonucu oluşan ekolojik ve sanatsal yapılardır.

Dikey bahçeler bina çevresine bitkileri entegre eden yeni bir teknolojidir. İklim değişikliği konusundaki hassasiyet, kent merkezlerinde sürdürülebilir stratejinin bir parçası olarak, dikey bahçelerin kullanımına ilgiyi artırmaktadır (Seçkin, 2012).

Dikey bahçeler genelde hidroponik (topraksız bitki yetiştiriciliği) teknikle uygulanmaktadır. Hidroponik teknik, bitkisel üretim sırasında toprağın kullanılmadığı ve bitkiye toprağın durak görevini yapmadığı bir bitkisel üretim tekniğidir²³.

Hidroponik, Yunanca hidro (su) ve ponos (iş, çalışma) kelimelerinin birleşimi ile oluşmuş bir sözcüktür, yani "su işi, suda çalışan" demektir. Topraksız tarım yerine de

²³ http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/diger/6530/Topraksiz_tarimin_incelikleri.html# [Ziyaret Tarihi:15 Şubat 2014].

kullanılan bu sözcükte yalnızca “su kültürü” dediğimiz teknikte, sadece su ile çalışma söz konusudur. Oysa topraksız tarım teknikleri, katı ortam kültürü, yarı topraklı sistem, su püskürtmeli sistem gibi sadece "su işi" olmayan yöntemleri de kapsamaktadır²³.

Dikey bahçeleri oluşturan sistemlere ismini veren hidroponik kelimesinde (hidro = hydro) su, suya ait, su ile ilgili anlamlarına gelmekte olup kökeni Yunan dilindeki ‘hudor’ kelimesine dayanmaktadır²⁴. Ponik kelimesinin kökeni ise Yunan dilinde ponos, ponein gibi kelimeler olup ‘çalışma, iş’ anlamlarına gelmektedir²⁵. Hidroponik böylece İngilizce ‘waterworking’ olarak çevrilmiştir. Türkçe olarak ‘suya ait çalışma, suyla çalışma’ gibi anlamlara çevrilebilir. Modern tarımda ve hidroponik dikey bahçelerin tesisinde bitkinin topraksız olarak yetiştirildiği sistemlere hidroponik sistemler denilmektedir.

Dikey bahçelerdeki hidroponik sistemlerde tohumlar, çelikler ya da hali hazırda yetişmiş olarak bitkiler genelde polyamitten yapılan keçe tabakalarına yerleştirilmektedir. Keçe malzemesi çürümeye karşı dayanıklıdır ve onun yüksek kapilaritesi (kılcallığı) su dağıtımının iyi bir şekilde gerçekleştirilmesine izin vermektedir. Keçe malzemesi nemi ve besinlerin ilave edilmiş olduğu suyu devamlı korumaktadır. Ayrıca dikey bahçelerin sulama ve gübrelenmesi otomatik olarak gerçekleştirilmektedir (Ibanez, 2010).

Bitki yerleşimini daha kolay yapabilmek için arkaya yerleştirilen su geçirmez yapıya paslanmaz çelik kancalarla iki katmandan meydana gelen bu jeotekstil keçe örtüleri tutturulmaktadır. İkinci katmanda bir kesici yardımıyla bir kaç santimetre uzunlukta (5 ile 10 cm arası) bitkinin ölçülerine bağlı olarak yatay açıklıklar yaratılmakta ve bitkinin kökleri iki katmanın arasına gelecek şekilde gömülmektedir (Ibanez, 2010).

Bu jeotekstil keçe örtüsü sisteminin özellikle altı çizilen avantajlarından biri bitki köklerinin yalnızca kenarlarındaki sınırlamalarla birlikte tamamen özgürce gelişimini sağlamasıdır. Bütün çalıların ve küçük otsu bitkilerin aralarında kök düzeyinde bir rekabet olmaksızın bir arada var olmaları sağlanır. Buna, örtünün suyu ve besinleri

²⁴ <http://www.garden.org/searchqa/index.php?q=show&id=16716&ps=69&keyword=tomatoes&adv=0> [Ziyaret Tarihi:15 Şubat 2014].

²⁵ <http://www.chacha.com/question/what-does-ponics-mean-as-inhydroponics#sthash.MaCpXXKak.dpuf> [Ziyaret Tarihi:15 Şubat 2014].

bütün yüzeye denk getirerek her bir köke ulaşacak şekilde dağıtmasıyla ulaşılır (Ibanez, 2010).

Panelin tüm ağırlığı, içerdiği bitkiler ve metal çerçeve hesaba katıldığında panel başına 30 kg'dan daha azdır. Bundan dolayı dikey bahçeye gereksinim hissedilen her hangi bir yere, hangi yükseklik ya da uzunlukta olursa olsun rahatlıkla tesis edilebilir (Ibanez, 2010).

3. MALZEME VE YÖNTEM

Araştırmamızın temel amaçları; dikey bahçe kavramının dünya ölçeğinde irdelenmesi, bu kavramın dünyada nasıl ele alındığı, dikey bahçelerin oluşturulması için ne tip malzemelerin kullanıldığı ve genel anlamda yaşayan duvarlar kavramı içerisinde geliştirilen dikey bahçelerin diğer duvar ve cephe bitkilendirmeleriyle aralarındaki temel farklar gibi konuların araştırılması ile diğer sistemlerle arasındaki avantaj ve dezavantajların belirlenmesi şeklinde özetlenebilir.

3.1 MALZEME

Araştırmanın malzemesini dikey bahçe sistemleriyle ilgili literatür verileri, dünyadan dikey bahçe örnekleri ve Türkiye’den dikey bahçe örnekleri oluşturmaktadır.

3.1.1 Literatür Araştırması

Konu ile ilgili bazı kurum ve kuruluşlarla ilgili sözlü görüşme yapılmış, dökümanlar alınmıştır. Daha önceden yapılmış çalışmalar ve literatürlere ulaşmak için kütüphane ve internet ortamından elde edilmiş kaynaklar kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında malzeme olarak şu literatür verileri kullanılmıştır:

Lambertini (2007)’nin verileri doğrultusunda dikey bahçelerde tarihsel süreç, dikey bahçelerde estetik kriterler, dünyadan dikey bahçe örneklerinin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Ottele (2011)’den alınan veriler doğrultusunda dikey bahçeler ve yaşam kalitesine etkileri, dikey yeşil sistemlerin sınıflandırılması, dikey yeşil sistemlerden yeşil cephelerin tanıtılması, dikey bahçelerin diğer dikey yeşil sistemler göz önüne alındığında yeri, yaşayan duvar sistemleri ile yeşil cephelerin dikey yeşil sistemlerin sürdürülebilirliği açısından karşılaştırmalı yaşamsal döngü analizinin yapılması konuları bu çalışmada değerlendirilmiştir.

Mir (2011)’den alınan veriler doğrultusunda yeşil cephelerin, yaşayan duvar sistemlerinin tanıtılması ve karşılaştırılmalı değerlendirilmesi yapılmıştır.

Bass ve Baskaran (2003)'dan alınan verilerden (dikey bahçelerin termal performansı, dikey bahçelerle mevcut yapının enerji tüketimi, hidroponik dikey bahçelerin değerlendirilmesi) yararlanılmıştır.

Dunnett ve Kingsbury (2008)'den alınan veriler doğrultusunda dikey bahçeler ve yaşam kalitesine etkileri, dünyada farklı dikey bahçe sistemlerinin ve uygulayıcılarının tanıtılması, diğer yaşayan duvar yapı sistemlerinin değerlendirilmesi, yeşil cephe sistemlerinin detayları verilmiştir.

Binabid (2010)'dan alınan veriler doğrultusunda dikey bahçeler ve yaşam kalitesine etkileri, dikey bahçelerde bitkilendirme, dikey bahçelerin ve modüler yaşayan duvar sistemlerinin tanıtılması, her iki sistemde kullanılan malzemeler ve katmanlar değerlendirilmiştir.

Ibanez (2010)'den alınan veriler doğrultusunda dikey bahçelerin sınıflandırılması, yapı kompozisyonu, bakımı, bitki seçimindeki kriterler, iç mekan ve dış mekan dikey bahçeler, dikey bahçelerin avantajları ve dezavantajları bu tez çalışmasında işlenmiştir.

Bjerre (2011)'den alınan veriler doğrultusunda dikey bahçelerin tanımı, tarihsel gelişimi, dikey bahçelerde kullanılan malzemeler ve katmanlar, dikey bahçelerin işleyişi, dikey bahçelerin ekolojik yarar, ses yalıtımı, enerji tasarrufu, yapı kabuğunu koruma, havayı iyileştirme gibi fonksiyonlarının değerlendirilmesi, modüler yaşayan duvar sistemlerinin tanıtılması, modüler yaşayan duvar sistemlerinde kullanılan malzeme ve katmanlar, modüler yaşayan duvarların işleyişi değerlendirilmiştir.

Hopkins ve diğ. (2010)'den alınan veriler doğrultusunda dikey yeşil sistemleri oluşturan yeşil cepheler ve yaşayan duvar sistemlerinin sınıflandırması, dikey bahçelerin dikey yeşil sistemlerdeki yeri, dikey bahçelerin yaşam kalitesine etkileri, dikey bahçelerde bitkilendirme konuları değerlendirilmiştir.

Blanc (2010)'dan alınan veriler doğrultusunda doğal dikey bahçelerden günümüzün modern dikey bahçelerine geçişin irdelenmesi, dikey bahçelerin tesisi ve bitkilerin tesis aşamasında yaşadığı adaptasyon süreçlerinin fotoğrafları kullanılmıştır.

Özdemir ve Yılmaz (2001)'den alınan veriler doğrultusunda yapı yüzeylerinin bitkilendirilmesinde sarılıcı ve tırmanıcı bitkilerin rolleri, dikey yeşil sistemlerin

tesisinde bitki seçimi yapılırken göz önüne alınması gereken iklimik faktörlerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Kemaloğlu ve Yılmaz (1991)'dan alınan veriler doğrultusunda dikey yeşil sistemlerin yaşam kalitesine etkileri, dikey yeşil sistemlerin tesisinde iklim kriterlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Afrin (2009)'dan alınan veriler doğrultusunda dikey bahçelerin yaşam kalitesine etkileri, dünyadan dikey bahçe örnekleri, dikey bahçe ve yeşil cephe teknolojilerinin gelişim süreci değerlendirilmiştir.

Anon (2008)'dan alınan veriler doğrultusunda yeşil cepheler ve dikey bahçelerin sınıflandırılması, dikey bahçelerin kamusal ve özel yararları, dikey bahçe ve yeşil cephelerin tesisinin başarılı olmasına olanak veren faktörler, dikey bahçelerin ve yeşil cephelerin bakımı değerlendirilmiştir.

Cooney ve diğ. (2004)'den alınan veriler doğrultusunda dikey bahçelerde yapısal tasarım, dikey bahçelerde sulama ve sisleme sistemleri, dikey bahçelerde bakım, sürdürülebilir dikey bahçeler konusu değerlendirilmiştir.

Hedberg (2008)'den alınan veriler doğrultusunda dikey bahçelerin tarihsel süreci, dikey bahçelerin sınıflandırılması, dikey bahçe ve yeşil cephe konstrüksiyonları, dikey bahçelerde hidroponik sistemler, dikey bahçelerin tesisinden sonra kullanım aşamasında karşılaşılan sorunlar, dikey bahçelerin yaşam kalitesine etkileri, dikey bahçelerde ve yeşil cephe sistemlerinde bitki seçimi kriterleri konuları değerlendirilmiştir.

Hindle (2012)'dan alınan veriler doğrultusunda dikey bahçelerde tarihsel süreç konusu değerlendirilmiştir..

Johnston ve Newton (2004)'dan alınan veriler doğrultusunda yeşil cephelerin, modüler yaşayan duvar sistemlerinin ve dikey bahçe sistemlerinin bitkilendirilme teknikleri, bu sistemlerin yaşam kalitesine etkileri, bitki türü seçimleri v.b konular değerlendirilmiştir.

Kaltenbach (2008)'den alınan veriler doğrultusunda dikey yeşil sistemlerin sınıflandırılması, dikey bahçelerin tanımı ve işleyişi, dikey bahçelerde ve modüler

yaşayan duvar sistemlerinde kullanılan malzemeler ve katmanlar, dikey bahçe sistemi ve modüler yaşayan duvar sistemi örnekleri ve detayları değerlendirilmiştir.

3.1.2 Dünyadan Dikey Bahçe Örnekleri

Bu bölümde dünya ölçeğinde uygulanan dikey bahçe sistemleri araştırılarak bu yapıların tesisinde ne tür tekniklerin kullanıldığı konu bütünlüğünün de korunması amaçlanarak detaylarıyla verilmiştir.

3.1.2.1 Melbourne Central Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

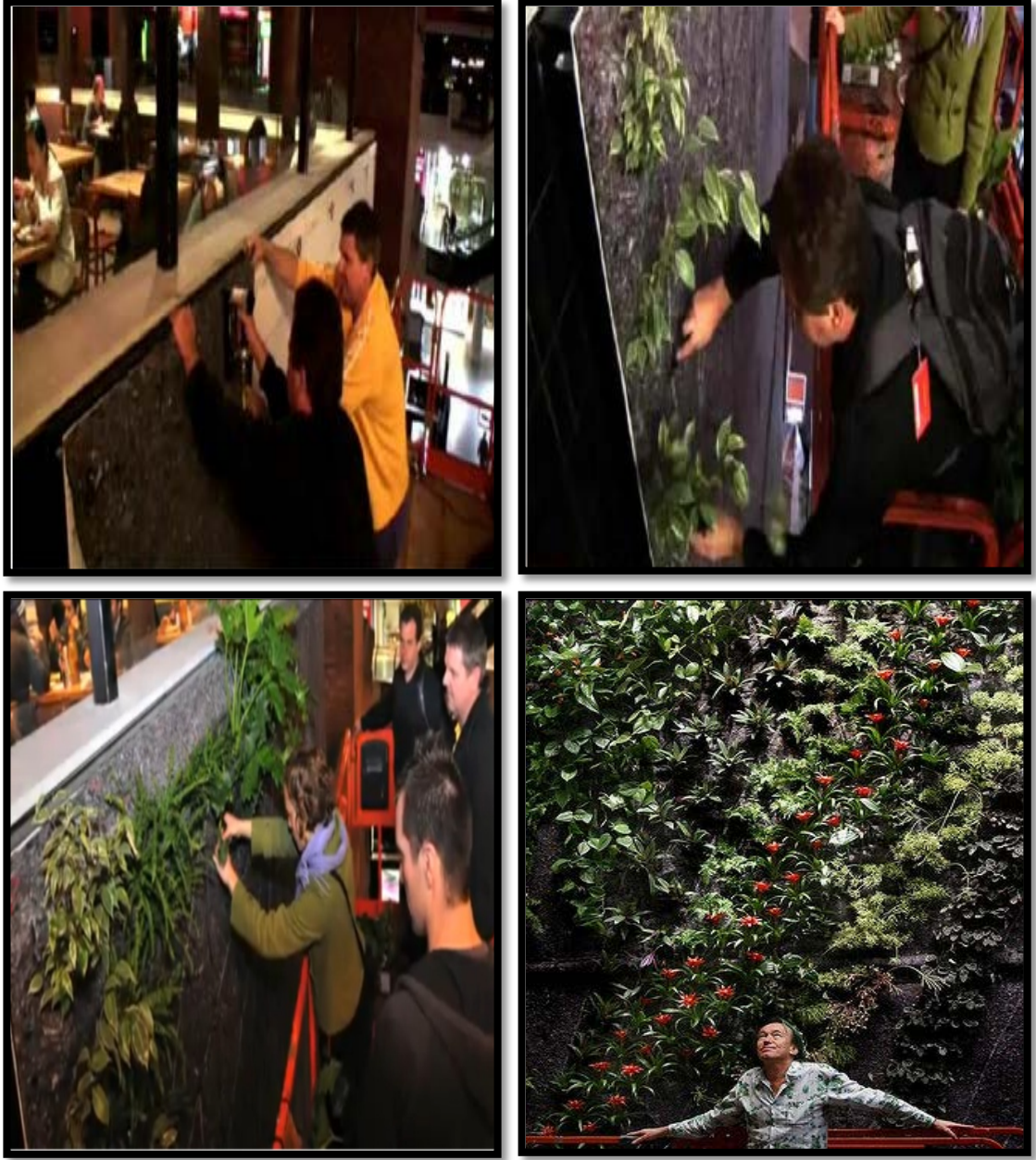
Avustralya Melbourne’de 17 Temmuz 2008’de Melbourne Uluslararası Tasarım Festivali’nde tesis edilen 40 m²’lik bu dikdörgen şeklindeki iç mekan dikey bahçe uygulaması Fransız peyzaj mimarı Patrick Blanc tarafından tasarlanmış ve uygulanmıştır²⁶.

Bu dikey bahçede çelik konstrüksiyon taşıyıcı malzeme kullanılmıştır. Destek elemanı olarak Polivinil Klorür (PVC) paneller kullanılmıştır. Büyüme ortamı alt ve üst katmanı için özel bir jeotekstil keçe katmanı kullanılmıştır. 1. sulama hattına ek olarak üst büyüme ortamını teşkil eden jeotekstil keçe üzerine dikey bahçeyi yatay olarak ortalayacak şekilde orta bölgeye 2. bir sulama hattı döşenmiştir. Yalıtım katmanı olarak membran kullanılmıştır (Şekil 3.1).

Melbourne Central Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan bazı bitki türleri; *Nephrolepis exaltata* 'Bostoniensis', *Bromeliad* sp., *Saintpaulia ionantha*, *Saintpaulia* sp. şeklindedir.

Bu hidroponik sistemle oluşturulan iç mekan dikey bahçe uygulaması kulenin duvarlarının büyük bir kısmını kaplayarak yemyeşil bir landmark oluşturmaktadır (Şekil 3.2). Bitkilerin su ve besin ihtiyacı damlama sulama sistemi ile karşılanmaktadır. Dikey bahçe içinde belirli bir döngüsü olan su, binanın klima sistemlerinden kazanılmaktadır²⁶.

²⁶ <http://thedesignfiles.net/2008/07/patrick-blanc-in-melbourne-2/> [Ziyaret Tarihi:15 Haziran 2013)].



Şekil 3.1: Melbourne Central Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulama Aşamaları üstte keçe katmanının su geçirmez arkalığa tutturulması (sol üstte) ve bitkilerin plantasyonu (sağ üstte)²⁷, bitkilerin keçe katmanına dikilmesi (sol altta)²⁸, dikey bahçenin bitkilendirilmesinin tamamlanması sağ altta²⁹.

²⁷ <http://www.insideurbangreen.org/green-wall> [Ziyaret Tarihi:15 Haziran 2013)].

²⁸ <http://www.youtube.com/watch?v=8cUIr98Ojow> [Ziyaret Tarihi: 15 Haziran 2013)].

²⁹ <http://www.theage.com.au/national/blanc-canvas-20080717-3gy2.html> [Ziyaret Tarihi:15 Haziran 2013)].



Şekil 3.2: Melbourne Central Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüntüler³⁰.

³⁰ <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/node/1462> [Ziyaret Tarihi:15 Haziran 2013].

Bu dikey bahçe Melbourne Central Alış Veriş Merkezindeki cam kubbenin altında inşa edilerek dikey bahçenin güneş ışığından yararlanmasını düşünmüştür (Şekil 3.3). Dikey bahçenin bakımı düzenli olarak yapılmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.3: Melbourne Central Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında cam kubbenin altında dikey bahçenin güneş ışığından yararlanması³¹.



Şekil 3.4: Melbourne Central Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bakım³¹.

³¹ <http://www.phillipjohnson.com.au/our-work/commercial/melbourne-central,victoria.as.px> [Ziyaret Tarihi: 15 Haziran 2013].

3.1.2.2 Danimarka Kopenhag'da Avrupa Çevre Ajansı Binası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Danimarka'da Kopenhag'ta Avrupa Çevre Ajansı Binası (Şekil 3.5) Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması, Danimarka'daki ilk dış mekan dikey bahçe uygulamasıdır. Kopenhag Üniversitesi'nden mimar Johanna Roßbach ile Kopenhag Belediyesi'nden mühendisler Ramboll Denmark ile Green Fortune'nun işbirliğiyle Mayıs 2010'da bu 300 m²'lik dikey bahçe tasarlanmış ve uygulanmıştır³².

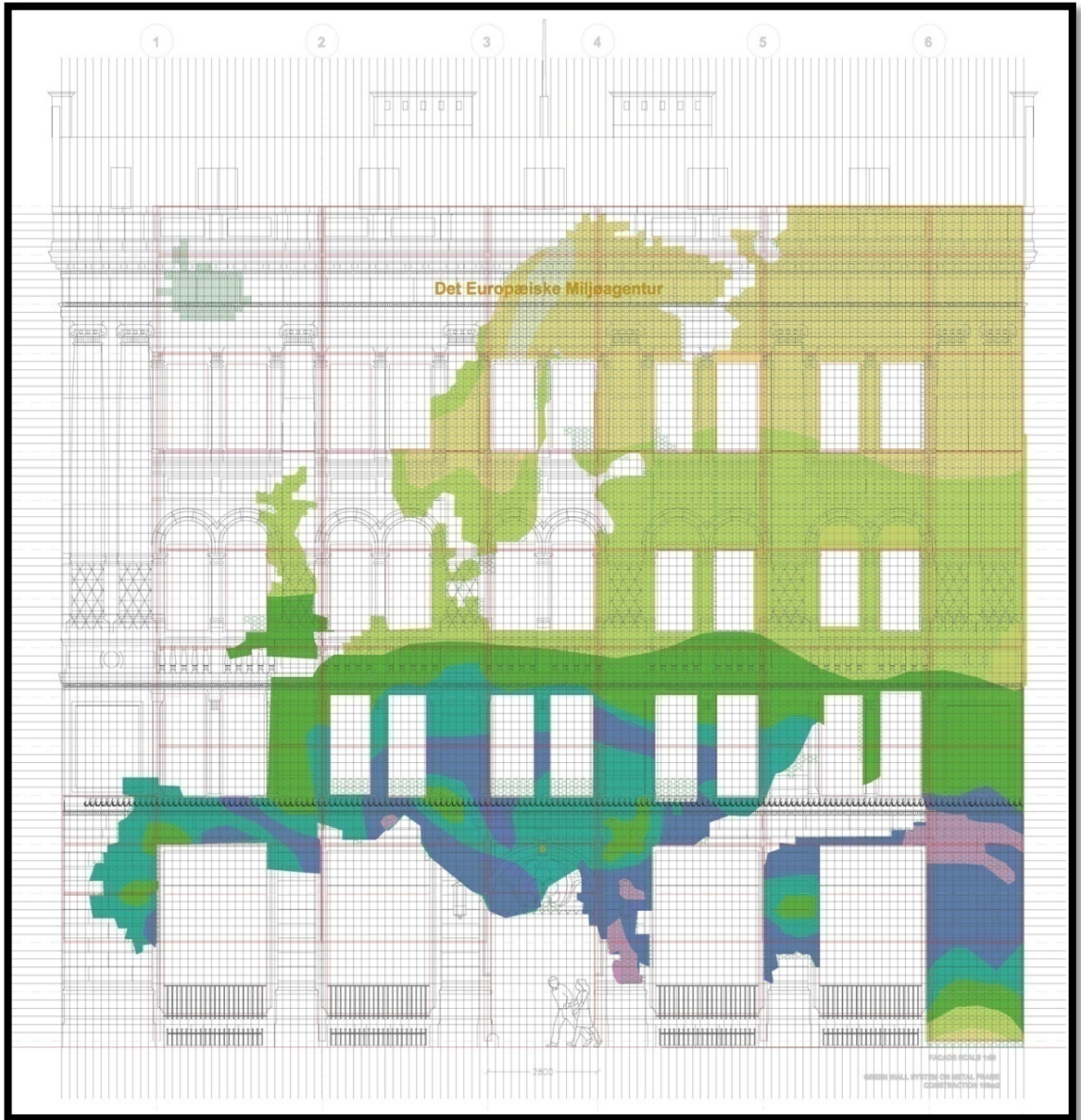


Şekil 3.5: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının dikey bahçe uygulaması olmadan önceki hali³³.

³² <http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/living-facade> [Ziyaret Tarihi:18 Haziran 2013].

³³ <http://www.flickr.com/photos/europeanenvironmentagency/sets/72157626502977724/show/> [Ziyaret Tarihi:18 Haziran 2013].

Bu dikey bahçe, Birleşmiş Milletler'in Uluslararası 22 Mayıs Dünya Biyolojik Çeşitlilik Günü dolayısıyla tesis edilmiştir. 20 farklı türden 5000 adet genelde tek yıllık bitkiler kullanılarak oluşturulan Avrupa haritası ile Avrupa'daki biyolojik çeşitliliğe vurgu yapılmak istenmiştir (Şekil 3.6). Bu dikey bahçenin 22 Mayıs 2010'dan Ekim 2010 tarihine kadar sergilenmesi düşünülmüştür. Ayrıca bu dikey bahçenin tesisi ile kentsel alanlarda dikey bahçelerin önemi de vurgulanmak istenmiştir³².



Şekil 3.6: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının projelendirme aşaması³³.

Avrupa Çevre Ajansı Binası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'nda çelik konstrüksiyon taşıyıcı malzemeler kullanılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında çelik konstrüksiyon taşıyıcı malzemelerin kullanılması³³.

Bu taşıyıcı profillere çelik vidalarla panel şeklindeki tel örgü levhalar tutturulmuştur³² (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Danimarka’da Kopenhag’daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında taşıyıcı profillere çelik vidalarla panel şeklindeki tel örgü tutturulması³³.

Dikey bahçede kullanılan bitki türleri; *Sutera sp.* , *Lobularia sp.* , *Santolina sp.* , *Helichrysum serpilifolium* , *Helichrysum italicum* , *Senecio sp.* , *Lysimachia nummularia* , *Pennistenum setaceum* , *Penisetum setaceum*, *Bidens sp.* , *Lamium sp.* , *Diascia sp.* , *Centradenia sp.* , *Sedum sp.* , *Verbena sp.* , *Lobelia sp.* , *Scaevola sp.*, *Alternathera sp.*, *Fragria sp.*, *Heuchera sp.*, *Pelargonio sp.* , *Begonia sp.* , *Lantana sp.* olarak verilmiştir³².

Jeotekstil keçe katmanıyla birlikte Avrupa haritası şeklindeki dikey bahçe parça parça tesis edilmiştir (Şekil 3.9). Bu keçe tabakalarının üzerinin bitkilendirilmesi yine uygulama yerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10). Bu dikey bahçeyi oluşturan bitkiler otomatik damlama sulama sistemiyle sulanmaktadır³².



Şekil 3.9: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında jeotekstil keçe katmanıyla birlikte Avrupa haritası şeklindeki dikey bahçe parça parça tesis edilmesi³³.



Şekil 3.10: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında keçe tabakalarının üzerinin bitkilendirilmesinin aşama aşama fotoğrafları³³.



Şekil 3.11: Danimarka'da Kopenhag'daki Avrupa Çevre Ajansı Binasının Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüntüler³³.

3.1.2.3 Fransa Paris'te Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Fransa'nın başkenti Paris'te mimarı Jean Nouvel olan Quai Branly Müzesi Binası'nın (Şekil 3.12) cephesinin dikey olarak bitkilendirilmesine 2004 yılının yazında peyzaj mimarı Patrick Blanc tarafından başlanmış ve 2005 yılında tamamlanmıştır. Bina cephesinin yaklaşık 1200 m²'si dikey bahçeyle kaplandı. Dünyanın ılıman iklim bölgelerinden örneğin; Kuzey Amerika'dan, Avrupa'dan, Himalayalar'dan, Uzak Doğu'dan, Şili'den, Güney Afrika'dan 150 farklı bitki türü, toplam 15 000 adet bitki bu dikey bahçenin uygulamasında kullanıldı (Lambertini, 2007).



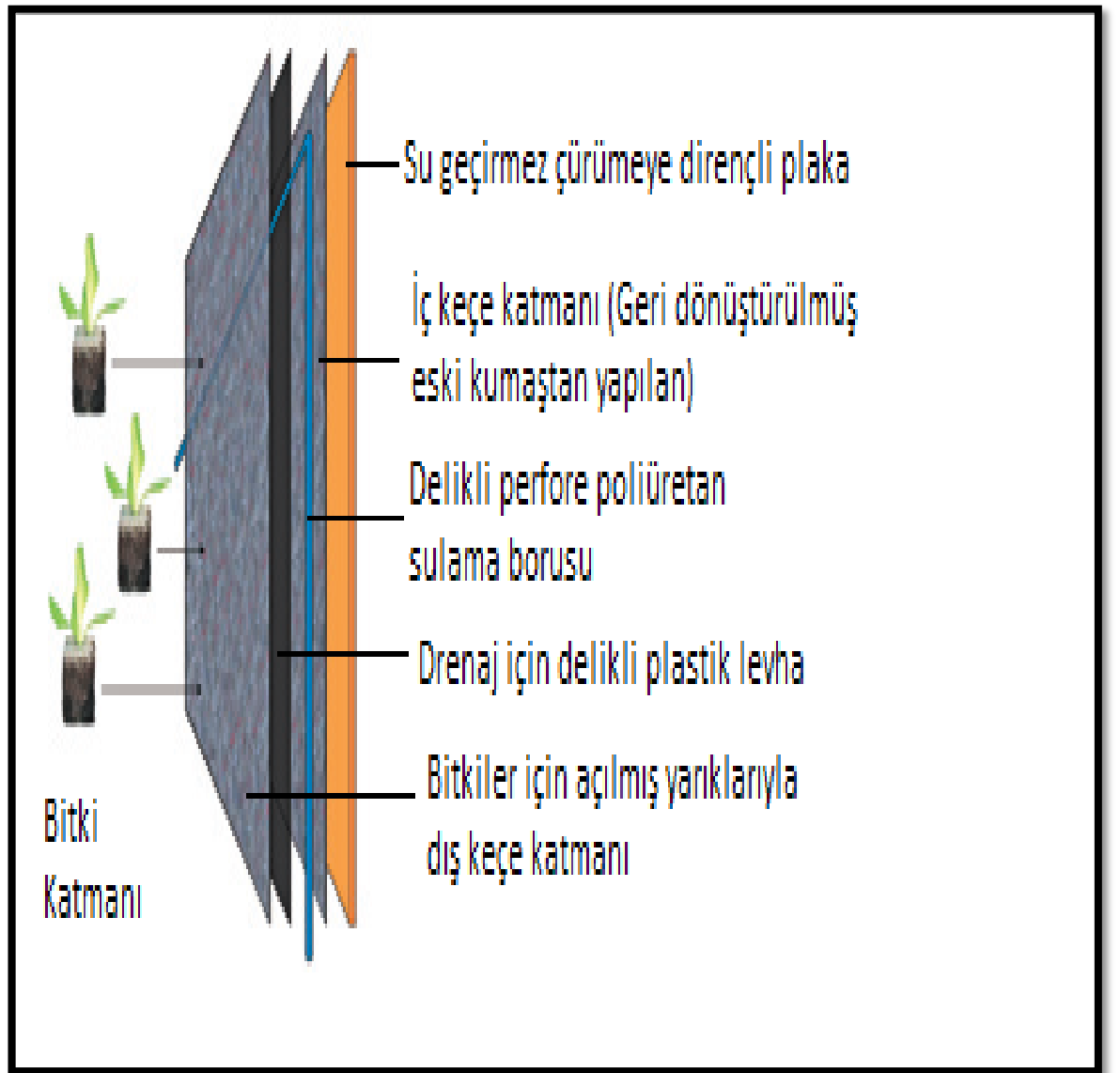
Şekil 3.12: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması için tesis öncesi yapı iskelesinin kurulması Temmuz 2005 ³⁴.

Bu dikey bahçe, paslanmaz çelik konstrüksiyondan meydana gelmektedir. Herbiri 3 mm kalınlıkta olmak üzere özel olarak imal edilmiş polipropilen jeotekstil keçe

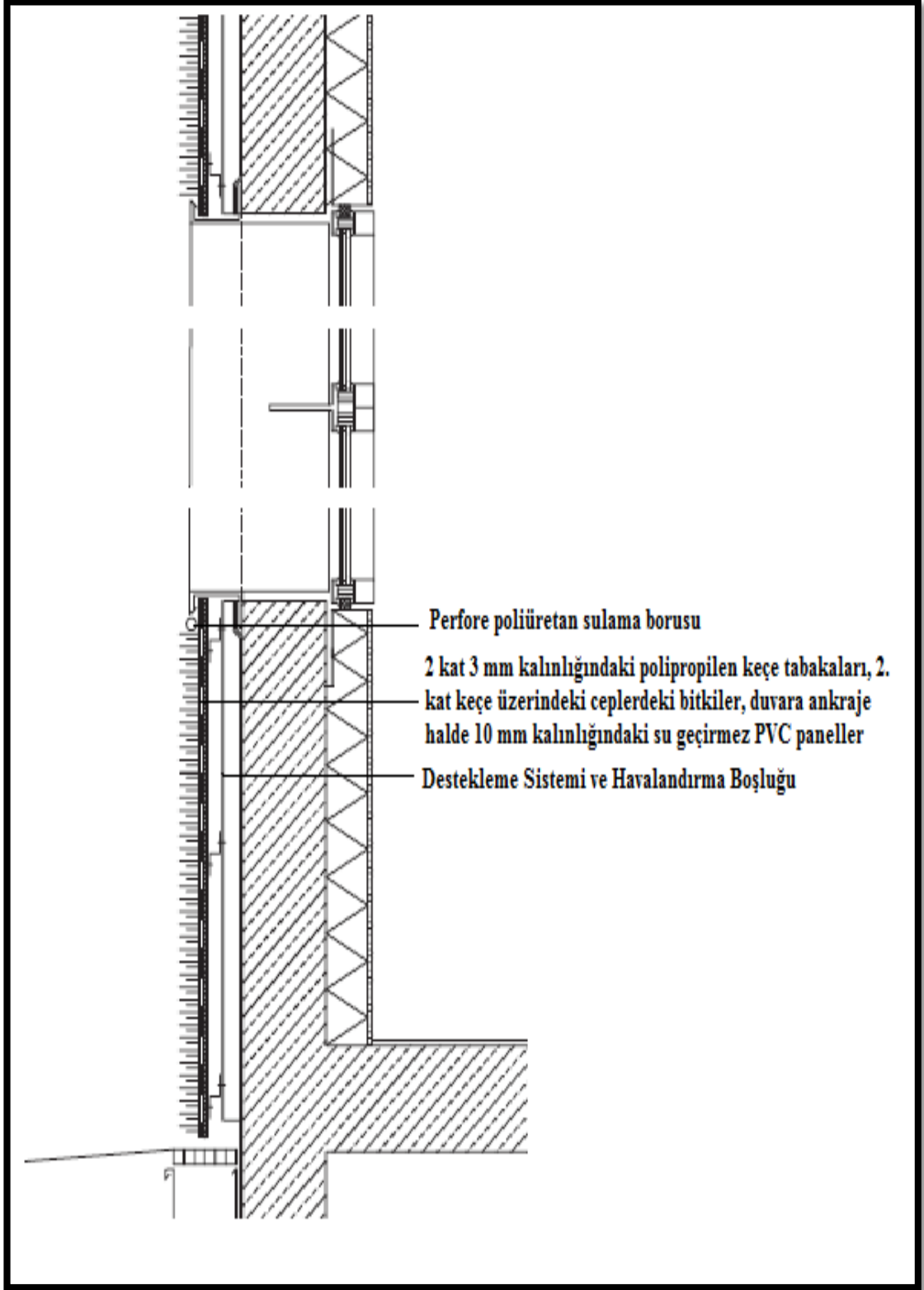
³⁴ <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/paris/quai-branly-museum> [Ziyaret Tarihi:25 Haziran 2013)].

katmanları bitkilerin büyüme ortamlarını oluşturur. Dikey bahçenin destek ve yalıtım görevini ise binaya belirli bir uzaklıkta bina duvarına ankraje olan 10 mm kalınlıktaki su geçirmez Polivinil Klorür (PVC) katmanı gerçekleştirmektedir (Kaltenbach, 2008) (Şekil 3.13 ve Şekil 3.14).

Bu dikey bahçe, otomatik damlama sulama sistemiyle perfore poliüretan sulama borularıyla sulanmaktadır (Kaltenbach, 2008) (Şekil 3.14).



Şekil 3.13: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan malzemeler ve katmanlaşma durumu (Kaltenbach, 2008).



Şekil 3.14: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Detayı (Kaltenbach, 2008).

Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan bazı bitki türleri; *Bergenia*, *Iris japonica*, *Pachysandra*, *Pteridophyta*, *Phragmites*, *Heuchera*, *Typha*, *Agrimonia*, *Bryophyta*, *Elatostema umbelatum*, *Pilea petiolaris*, *Ixeris stolonifera*, *Berberis darwinii*, *Berberis linearifolia*, *Phygelius capensis*, *Helxine*, *Hedera*, *Campanula portenschlagiana*, *Geranium*, *Saxifraga*, *Veronica*, *Viburnum*, *Buddleia*, *Hydrangea*, *Lonicera* olarak verilmiştir.



Şekil 3.15: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2013 (üstte), Eylül 2013(alta)³⁴.

Bu dikey bahçenin bakımı düzenli olarak yapılmaktadır (Şekil 3.16). Bu binanın dış mekan dikey bahçe uygulamasını yanısıra başkanlık ofisinde de bir iç mekan dikey bahçe uygulaması mevcuttur (Şekil 3.17).

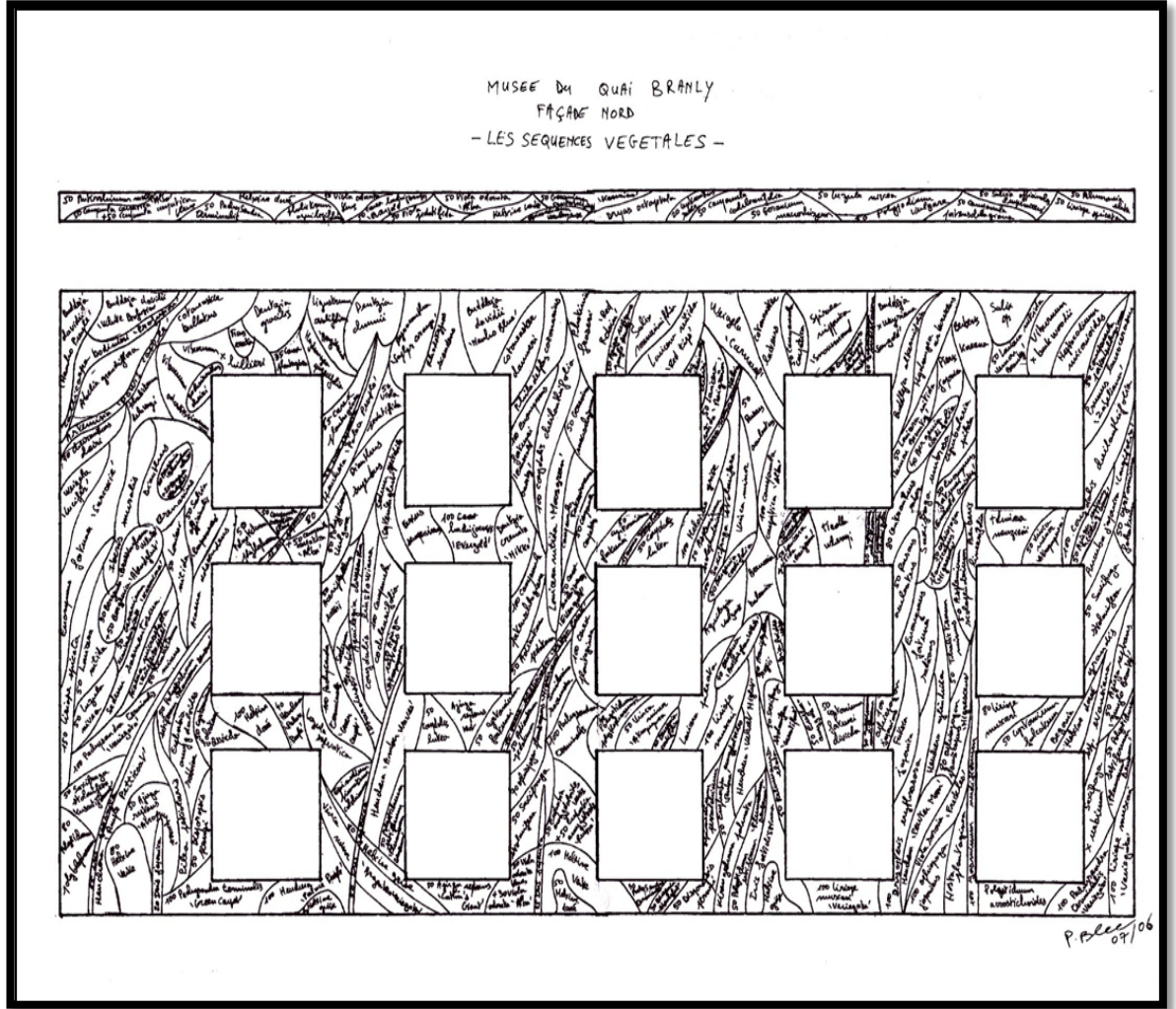


Şekil 3.16: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında alt kısımda yer alan su toplama kanalı (üstte)³⁵, Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının düzenli olarak yapılan bakımından bir görüntü (altta)³⁴.

³⁵ <http://www.frenchgardening.com/visitez.html?pid=1140712820340395> [Ziyaret Tarihi:25 Haziran 2013].



Şekil 3.17: Quai Branly Müzesi Terası (solda üstte), Quai Branly Müzesi Başkanlık Ofisi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından görüntüler³⁴.



Şekil 3.18: Quai Branly Müzesi Terası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması eskiz çalışması (Blanc, 2010).

3.1.2.4 İspanya Madrid'te Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

1899 yılında eski Mediodia Elektrik Güç İstasyonu'ndan dönüştürülen ve modern sanat müzesi olarak hizmet veren endüstriyel mimariyi yansıtan bu binanın orijinal görünüşü geleneksel materyaller ve teknikler kullanılarak korunmuştur³⁶. İspanya'nın başkenti Madrid'de yer alan bu bina, Madrid Botanik Bahçesi'nin tam karşısındadır. Binanın kontrast renklerden oluşan mimari yapısı İsviçreli mimarlar Jacques Herzog ve Pierre De Meuron tarafından tasarlanmıştır³⁷. Ayrıca bu binaya cephe komşuluğu yapan, peyzaj mimarı Patrick Blanc tarafından tasarlanan dikey bahçenin yeşili ile müzenin tuğla ve oksitlenmiş demirden oluşan kırmızı cephesi gerek materyal gerekse de renk

³⁶ <http://zeleno.bg/en/articles/385-caixa-forum-madrid-and-the-last-vertical-garden-of-patrick-blanc.html> [Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2014].

³⁷ <http://www.esmadrid.com/en/caixaforum> [Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2014].

açısından bu kontrastı tamamlamaktayken aynı zamanda farklı tekstürler yaratmaktadır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19: Madrid Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2010 ³⁴.

Bu binanın mimarlarından Jacques Herzog'un ifadesiyle bu dikey bahçenin tasarlanmasındaki amaç, müze ile botanik bahçesi ve Paseo del Predo'nun peyzajı arasında doğal bir bağlantı kurmaktır.

Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması 24 metre yüksekliğindedir ve yaklaşık 460 m²'lik bir alana sahiptir. Yaklaşık 250 farklı bitki türünden toplam 15 000 adet bitki bu dikey bahçenin tesisinde kullanılmıştır³⁶.

3.1.2.5 Paris l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Paris'te şehrin merkezindeki tarihi bir binanın cephesini dekore eden peyzaj mimarı Patrick Blanc tarafından tesis edilen bu dikey bahçe 237 farklı türden toplam 7 600 bitkiden oluşmaktadır³⁸.

Bu alana dikey bahçe tesis edilmeden önce bu tarihi binanın cephesi kötü bir şekilde boyanmış, kargacık burgacık duvar yazılarının olduğu göz zevkini bozan bir nitelikteydi (Şekil 3.20). Dikey bahçenin tesisiyle beraber binanın bu cephesi dönüştürülerek bu olumsuz görüntülerden kurtulmakla beraber, binanın yanındaki küçük yaya yolunda da yeniden bir hareketlenmenin kapılarını açmıştır³⁹ (Şekil 3.21).



Şekil 3.20: l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının gerçekleştirildiği tarihi binanın önceki hali³⁴.

³⁸ http://www.anothertravelguide.com/eng/europe/france/paris/news/01.02.2014/loasis_daboukir [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2014].

³⁹ <http://inhabitat.com/patrick-blancs-new-oasis-of-aboukir-vertical-garden-blooms-for-paris-design-week/patrick-blanc-oasis-daboukir/> [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2014].

Patrick Blanc bu dikey bahçeyi biyolojik çeşitliliğin ilahisi olarak nitelendirmektedir. Dikey bahçedeki bitkilerin yerleştirilmesi yemyeşil, dalgalı desen oluşturacak şekilde gerçekleştirilmiştir⁴⁰.

Bu dikey bahçe tesis edildikten 7 hafta sonra bitkiler zemini kaplayacak şekilde büyüme göstermişlerdir. l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasıyla çevredeki tarihi dokuya yeşilin aşılması amaçlanmıştır³⁹.



Şekil 3.21: l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe tesisi öncesi yapı iskelesinin kurulması ve jeotekstil keçe katmanları ile sulama hattının döşenmesi³⁴.

Bu dikey bahçede kullanılan bazı bitki türleri; *Carex sewa*, *Lonicera sp.*, *Abelia*, *Berberis*, *Carex montana*, *Buxus sempervirens*, *Buddleija sp.*, *Iris nada*, *Sringa sp.*,

⁴⁰ http://www.slate.com/blogs/the_eye/2013/09/18/patrick_blanc_s_newes_t_vertical_garden_gr_eening_urban_walls_around_the_world.html [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2014].

Pilosella sp., *Salvia microphylla*, *Dianthus sp.*, *Festuca*, *Dianthus aranarius*, *Sedum sp.*, *Lycium sp.*, *Ceranium*, *Lavandula angustifolia*, *Corunus sp.*, *Hebe sp.*, *Geranium sp.*, *Jasminum sp.*, *Saxifraga sp.*, *Luzula sp.*, *Acanthus sp.*, *Lonicera nitida* olarak verilmiştir.



Şekil 3.22: l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması 19 Haziran 2013 (altta)³⁴.

3.1.2.6 Londra Athenaeum Oteli Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Athenaeum Oteli'nin 8 katı dikey bahçeyle kaplanmıştır. Dikey bahçe 260 bitki türünden 12 000'den fazla bitkiden oluşmaktadır⁴¹.

Bu dikey bahçe bina duvarına monte edilmiş plastik kaplı alüminyum bir ızgara konstrüksiyon tarafından desteklenmektedir. Dikey bahçenin büyüme ortamını oluşturan sentetik keçe örtüsü bu ızgara konstrüksiyonu kaplamaktadır [Kaynak: (Blanc, 2008) Aktaran: (Seçkin, 2012)]. (Şekil 3.23).

Athenaeum Oteli Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılmak üzere sıcak iklimin hakim olduğu Doğu Asya'dan değişik bitki türleri dikkatlice toplanmıştır. Daha sonra bu bitkiler Güney Fransa'daki fidanlıkta yetiştirilmiştir. Athenaeum Oteli Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında taşıyıcı sistem, keçe katmanları ve damlama sulama hattı döşendikten sonra hidroponik sistemde keçe içerisinde yetiştirilmek üzere bu bitkiler Londra'ya sevk edilmiştir⁴¹.

Athenaeum Oteli Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan bitki türleri ve getirildiği ülkelerden bazıları; *Adiantum capillus-veneris* (Sıcak ve tropikal iklimlerden), *Begonia grandis PB* (Yeşil-Çin ve Japonya'dan), *Begonia grandis PB* (Koyu kırmızı- Çin ve Japonya'dan), *Begonia pedatifida PB* (Çin'den), *Billbergia nutans* (Güney Brezilya'dan), *Corydalis cheilanthifolia* (Çin'den), *Cyrtomium macrophyllum* (Japonya'dan), *Fascicularia bicolor* (Şili'den), *Ficus erecta var. sieboldii* (Güney Kore'den), *Fuchsia hatschbachii* (Güney Brezilya'dan), *Fuchsia regia* (Güney Brezilya'dan), *Hemiboea cf. strigosa PB* (Çin'den), *Impatiens arguta* (Himalayalar ve Doğu Afrika'dan), *Impatiens mengtzeana* (Himalayalar ve Doğu Afrika'dan), *Impatiens sp.* (Sarı- Himalayalar ve Doğu Afrika'dan), *Impatiens sp.* (Pembe- Himalayalar ve Doğu Afrika'dan), *Iris japonica* (Japonya ve Çin'den), *Lonicera pileata* (Şili'den), *Rubus ichangensis*, *Stachyurus salicifolius* (Çin'den), *Boehmeria platyphylla* (Hindistan'dan), *Boehmeria tricuspis* (Japonya'dan), *Debregeasia longifolia* (Hindistan'dan), *Elatostema radicans var. minimum* (Japonya'dan), *Elatostema scabrum* (Japonya'dan), *Elatostema umbellatum var. majus* (Japonya'dan), *Elatostema umbellatum 'Dents de Kyoto'* (Japonya'dan), *Pilea matsudai* (Tayvan'dan), *Pilea peperomioides* (Çin'den), *Pilea petiolaris* (Japonya'dan), *Pilea*

⁴¹ <http://eco-lodge-it.blogspot.com/2012/06/athenaeum-hotel-vertical-garden.html> [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2014].

scripta (Hindistan'dan), *Pilea umbrosa* (Hindistan'dan), *Pilea plataniflora* olarak verilmiştir⁴¹.



Şekil 3.23: Athenaeum Oteli Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ağustos 2012 (üstte)³⁴.

3.1.2.7 Blackbox Köşkü Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Dünya çapında başarı elde eden “dikey bahçeler” bir çok mimar, peyzaj mimarı ve firmanın benzer sistemler geliştirmesine yol açmıştır. Philip Mannaerts ve Martijn de Geus 2007 yılında, öğrenci olduğu zamanlarda Delf’te Teknoloji Üniversitesi’nde keçe katmanlı, düşük teknolojide konstrüksiyonlardan oluşan bitkilendirilmiş bir cepheyi geçici olarak tesis etmiştir (Şekil 3.24). Blackbox Köşkü adı verilen bu uygulamada yer alan ahşap konstrüksiyon ağırlıkta hafiftir. Dikey bahçeye sulama sistemi döşenmiş, ayrıca yağmur suyu tankı sisteme bağlanmıştır. Bu dikey bahçede kapalı devre bir sistem oluşturulmuştur (Kaltenbach, 2008) (Şekil 3.25).



Şekil 3.24: Düşük teknolojide tesis edilen Blackbox Köşkü Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması⁴².

⁴² <http://epiteszforum.hu/zoldbe-borult-pavilonok> [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2014].



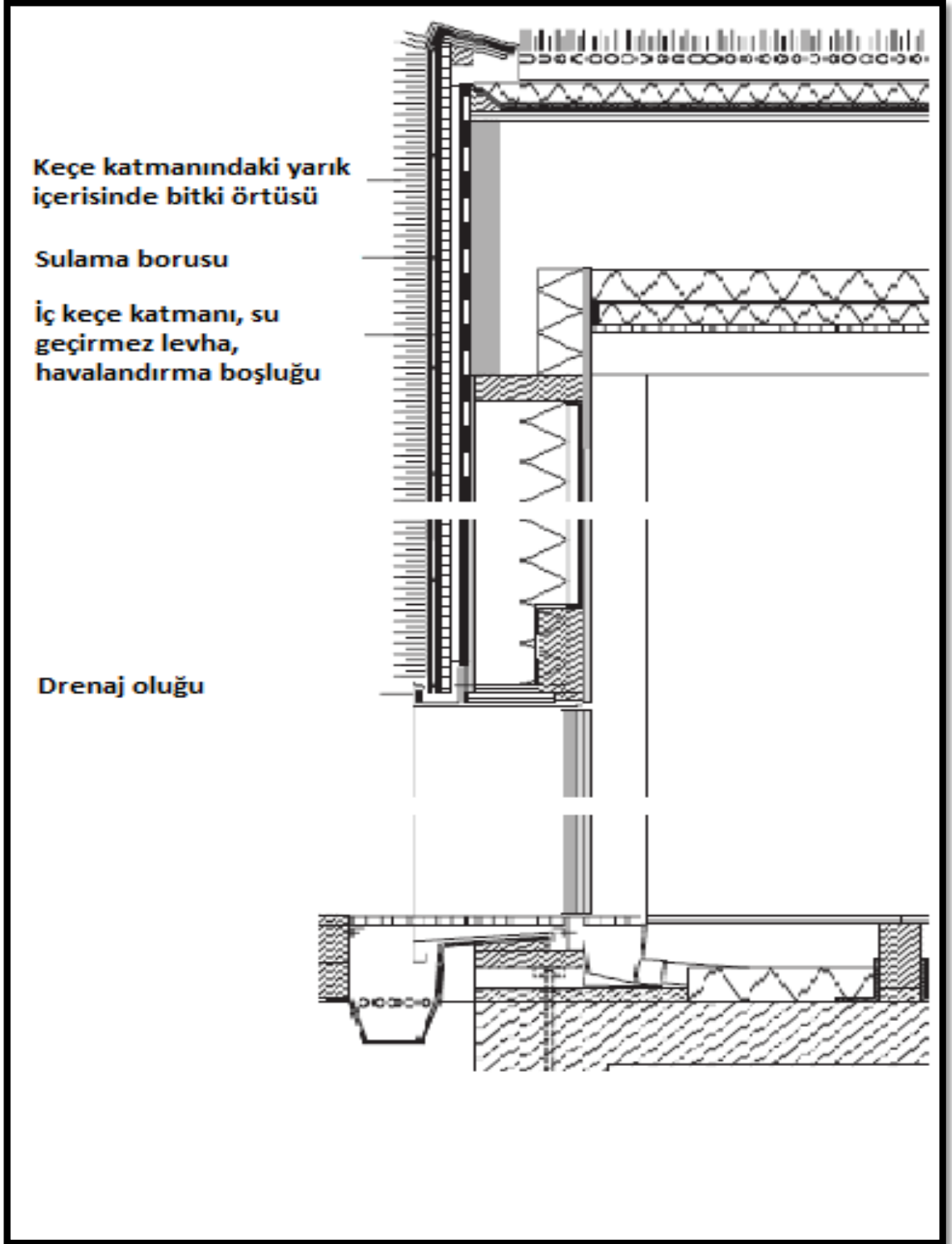
Şekil 3.25: Blackbox Köşkü Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması⁴².

Cephe sarılı elyaf levhadan meydana gelmektedir. Bitkiler kendileri için doğal büyüme ortamı meydana getiren hindistancevizi lifinden cepler içerisinde yetişmektedir⁴² (Şekil 3.26).



Şekil 3.26: Blackbox Köşkü Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkiler doğal hindistan cevizi lifinden cepler içerisinde yetişmektedir⁴².

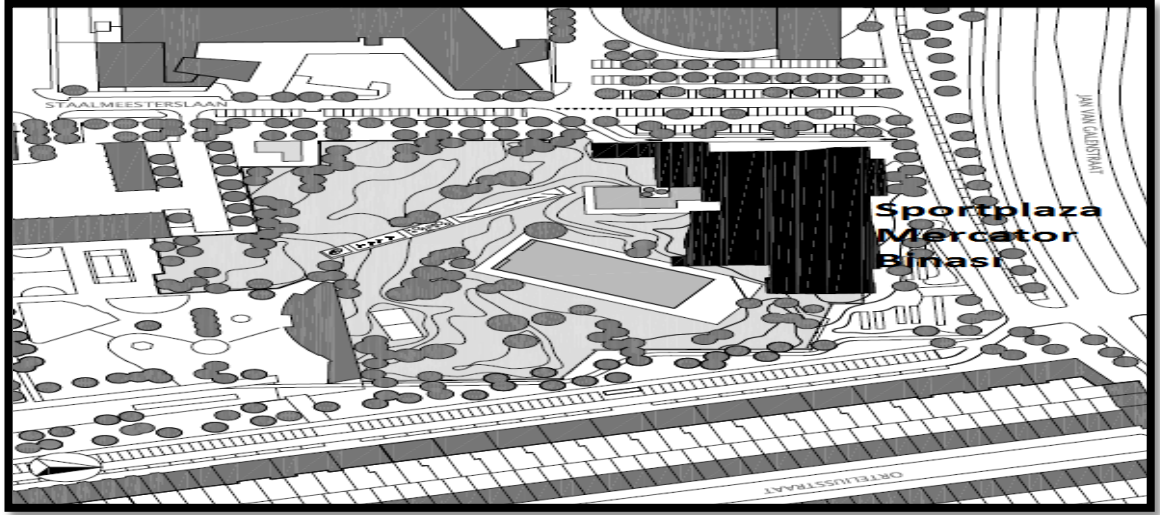
Blackbox Köşkü Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması detayı Şekil 3.27’de verilmiştir.



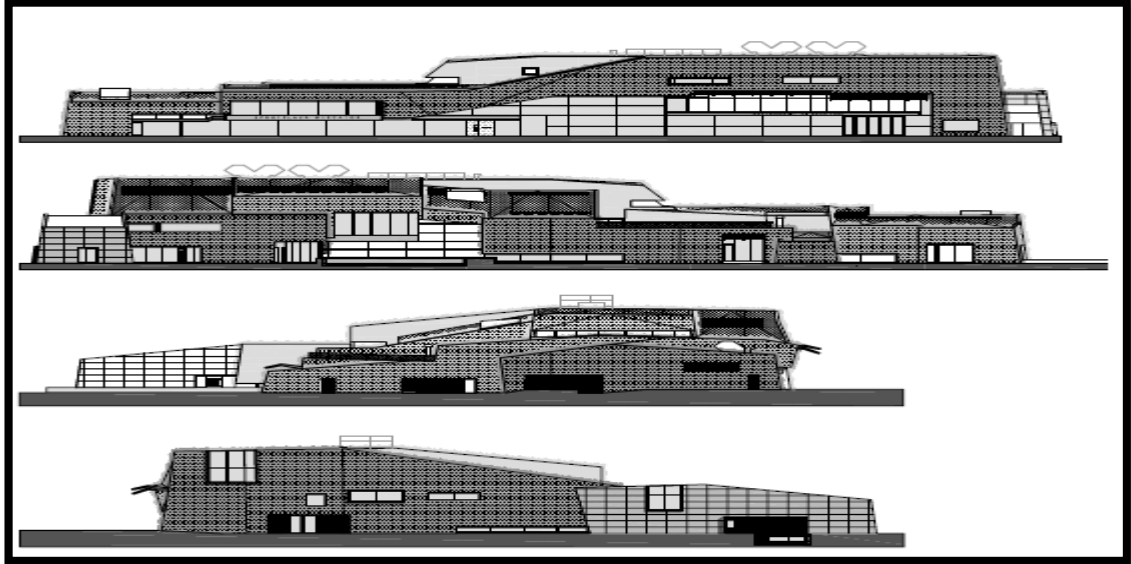
Şekil 3.27: Blackbox Köşkü Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması detayı (Kaltenbach, 2008).

3.1.2.8 Amsterdam Sportplaza Mercator Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Sportplaza Mercator binası 2006 yılında hizmete girdi ve 2007 yılında Hollanda Ulusal Bina Ödülü'nü ve Mies van der Rohe Ödülü'nü kazandı. Sportplaza Mercator binası hibrit bir mimari göstermekte ve bina yüzeyinin hemen hemen bütünü bir dikey bahçe sistemiyle donatılmıştır (Şekil 3.28, Şekil 3.29 ve Şekil 3.30). Bina içerisinde bir gym, 3 yüzme havuzu, bir restaurant ve bir kafe vardır (Lambertini, 2007).



Şekil 3.28: Sportplaza Mercator Binası planı⁴³.



Şekil 3.29: Sportplaza Mercator Binası görünüşleri⁴³.

⁴³ http://venhoevencs.nl/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/VenhoevenCS_sportplaza-mercator_study-set.pdf [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2014].



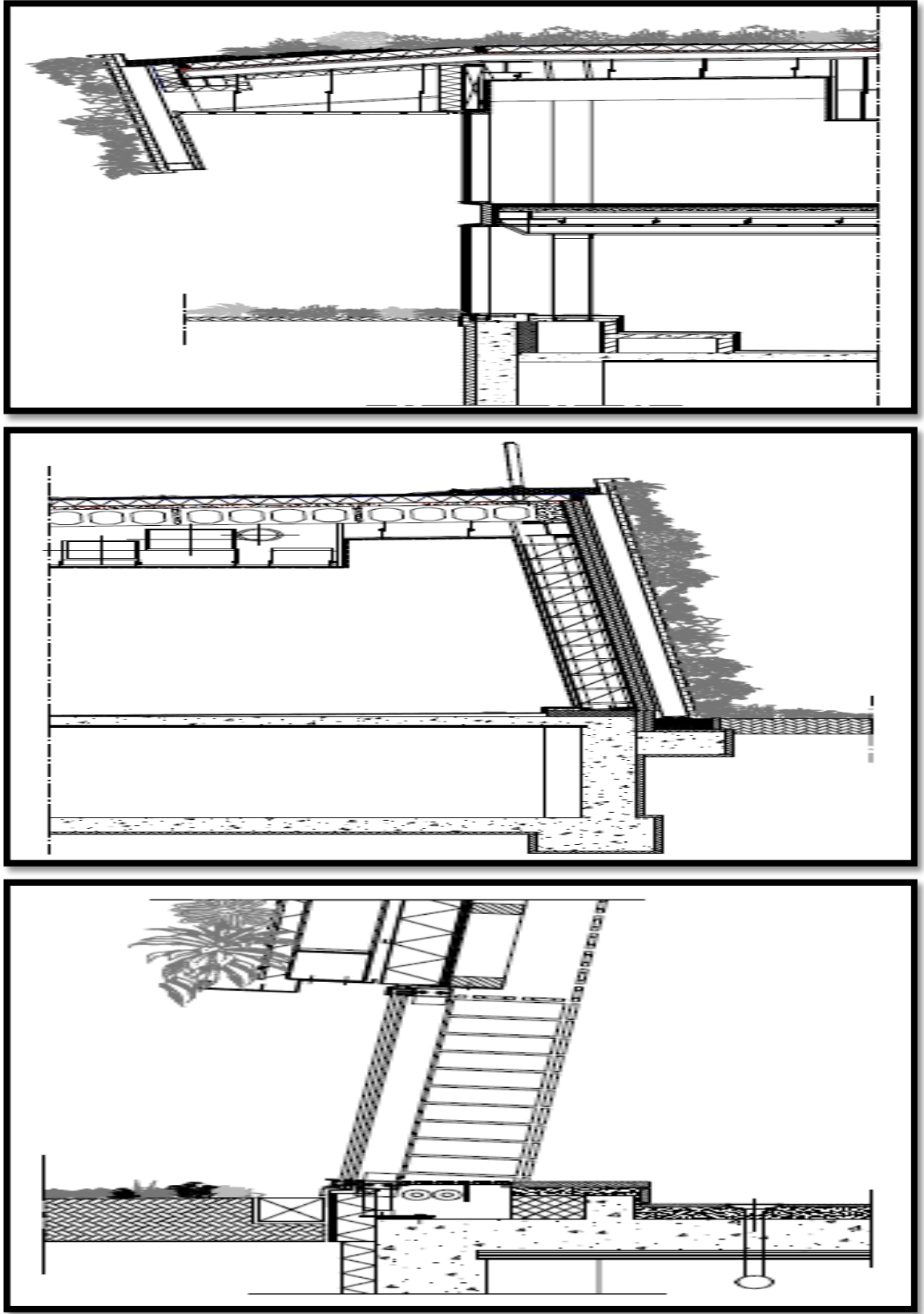
Şekil 3.30: Sportplaza Mercator Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması (Lambertini, 2007).

Bu dikey bahçe sistemi parçalı sistem yani modüler malzemelerden meydana gelmektedir. Her bir malzeme 3 katmandan meydana gelmektedir. Bunlar; bina duvarına perçinlenmiş çelik hasır ve bu hasırın içerisine iştirilen bir koruyucu tabaka ile ince dış levhadır. Bu dış katman metal bir çerçeveden oluşur ve keçeyle kaplı plastik panel düzenli bir şekilde dikey bahçeye monte edilir. Bitkilendirilmiş duvar üzerine otomatik bir sulama sistemi kurulmuştur ve hidroponik teknikle yetiştirilen bitkilerin düzenli gelişimi için besinle zenginleştirilmiş su bitkilere verilmektedir. Bu dikey bahçe sistemi Patrick Blanc tarafından patenti alınan daha esnek sistemlerden (keçeden

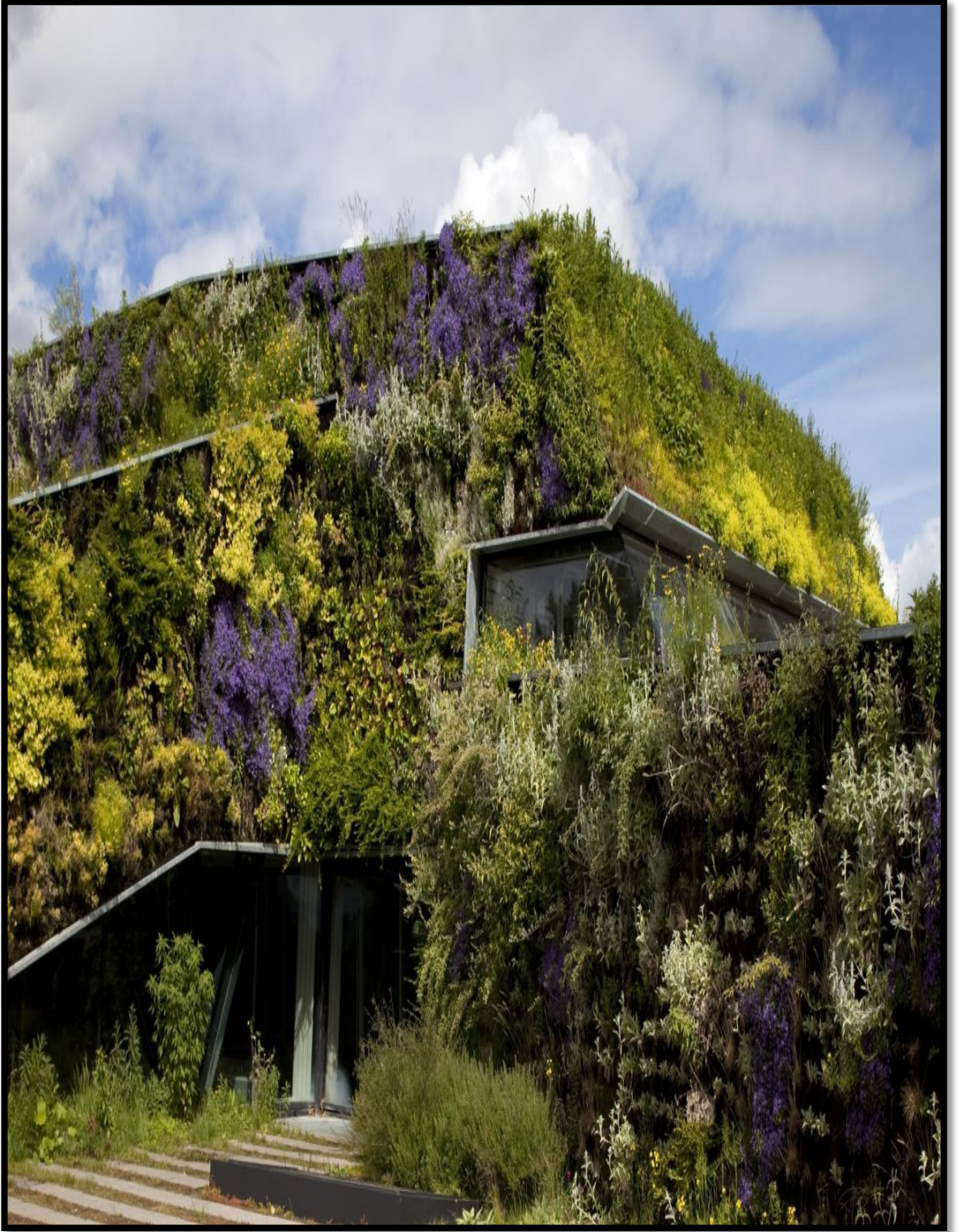
yapılmış cepler içerisine direkt olarak yerleştirilen bitkilerin olduğu, daha fazla tasarım ve kompozisyon çeşitliliğine izin veren sistemler) farklılık göstermektedir. Bu dikey bahçelerde Patrick Blanc'ın sistemine nispeten daha fazla geometri gözlenmektedir. Dikey bahçede yer alan farklı türde bitki türlerinin renk ve tekstürlerinin çeşitli kombinasyonlarıyla göz alıcı bir görsel etki elde edilmektedir (Lambertini, 2007) (Şekil 3.31, Şekil 3.32, Şekil 3.33 ve Şekil 3.34).



Şekil 3.31: Sportplaza Mercator Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin dağılımı (Lambertini, 2007).



Şekil 3.32: Sportplaza Mercator Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Detayı⁴³.



Şekil 3.34: Sportplaza Mercator Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitki türlerinin göz alıcı kombinasyonları⁴⁴.

⁴⁴ <http://www.homedsgn.com/2013/05/05/sportplaza-mercator-by-venhoevencs/sportplaza-mercator-02/> [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2014].

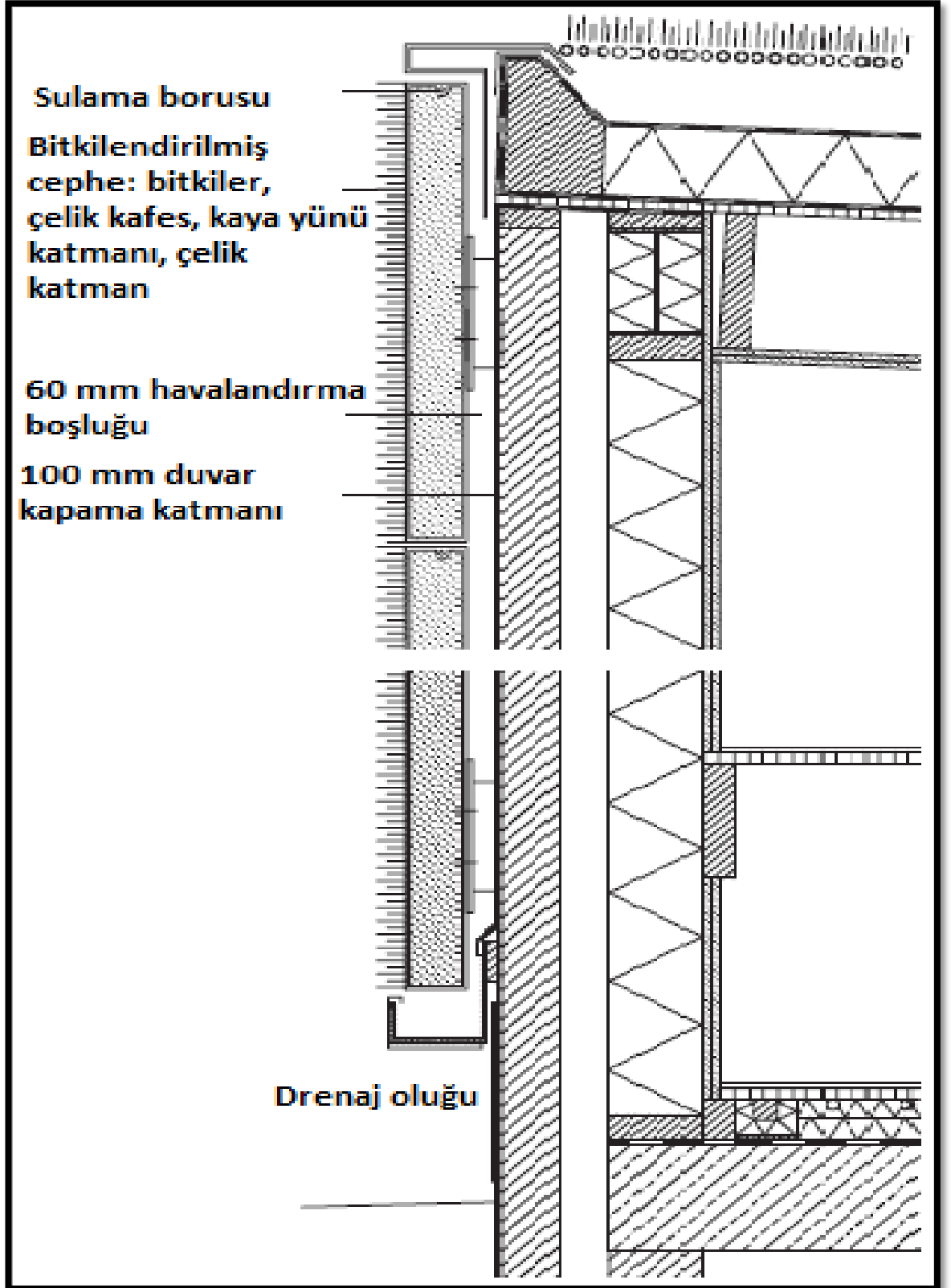
3.1.2.9 Londra Cennet Parkı Çocuk Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Islington'daki Cennet Parkı Çocuk Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Londra temelli mimari tasarım yapan bir şirket olan DSDHA, peyzaj mimarı Marie Clark ve mühendis Alan Conisbee işbirliğiyle gerçekleştirilmiştir. Bu bina çevresel sürdürülebilir mimari prensibiyle tasarlanmıştır (Lambertini, 2007).

Bu dikey bahçe sistemi çelik kafes sistemlerle tesis edilmiş ve bina duvarının yüzeyine iliştirilmiştir. Bitkilerin büyüme ortamını destekleyen paneller dikey bahçenin iskeletine kaynaklanmıştır. Çalı, tırmanıcı ve yer örtücülerden oluşan 30 çeşit bitki türünün kullanıldığı bu dikey bahçede uygun bitki seçimi ve dağılımıyla güzel bir bitkisel tasarım oluşturulmuştur. Toplamda 70 000 bitkinin dikildiği bu dikey bahçe sistemindeki bitkiler otomatik sulama ve gübreleme sistemiyle düzenli bir şekilde sulanmaktadır. Otomatik sulama sistemine su sağlayan kaynak bina çatısı üzerinde yağın yağmurun biriktiği bir tanktır (Lambertini, 2007) (Şekil 3.35 ve Şekil 3.36).



Şekil 3.35: Londra Çocuk Merkezi Cennet Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması (Lambertini, 2007).



Şekil 3.36: Londra Çocuk Merkezi Cennet Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması detayı (Kaltenbach, 2008).

3.1.2.10 San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Fransız botanist Patrick Blanc tarafından tesis edilen bu dış mekan dikey bahçe uygulamasında Kaliforniya kökenli 105 yerel bitki türü ve 4000'den fazla bitki kullanılmıştır (Furio, 2011) (Şekil 3.37).



Şekil 3.37: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan endemik bitki türleri (Furio, 2011).

Bu dikey bahçe tesisinde öncelikle metal taşıyıcı sistem binadan yaklaşık 10 cm uzağa monte edilmiştir. Bir PVC tabaka bu metal taşıyıcı sisteme perçinlenmiştir. Bu katman bütün yapıya sağlamlık kazandırmaktadır. İki kat polyamit keçe katmanı PVC levhaya vidayla tutturulmuştur. Bu jeotekstil keçe Güney Fransa'dan Patrick Blanc'ın özel olarak imal ettirdiği malzemedir (Şekil 3.38). Keçe içerisindeki su dağılımından bitki kökleri düzenli ve homojen bir şekilde yararlanmaktadır. Otomatik sulama sistemi cephe boyunca yatay olarakgünde 4-5 kez bu dikey bahçe sistemindeki bitki köklerini sulamaktadır. Su, sistem hidroponik olduğu için bünyesinde düşük konsantrasyonda besin çözeltisi halinde keçe içerisindeki bütün bitki köklerine ulaşmaktadır (Furio, 2011).



Şekil 3.38: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında taşıyıcı sistemin döşenmesi, PVC tabakaların taşıyıcı sisteme bağlanması ve keçe katmanlarının PVC tabakaya tutturulması (Furio, 2011).

Keçe içerisine dikilen bitkilerin dikey bahçe sistemi içerisindeki dağılımı Patrick Blanc'ın bitkisel tasarımı çerçevesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.39, Şekil 3.40 ve Şekil 3.41). Bu dikey bahçe sisteminde doğanın taklit edilmesini konu edinen bir desen örgüsü işlenmiştir (Furio, 2011).



Şekil 3.39: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin keçe katmanına dikimi (Furio, 2011).



Şekil 3.39 (devam): San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında Bitkilerin keçe katmanına dikimi (Furio, 2011).



Şekil 3.40: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin keçe katmanına adaptasyon süreci (Furio, 2011).



Şekil 3.41: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Nisan, 2012 ⁴⁵.

⁴⁵ <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/san-francisco/drew-school-san-francisco> [Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2013].

3.1.3 Türkiye’den Dikey Bahçe Örnekleri

Bu bölümde, İstanbul ve çevre illerdeki dikey bahçeler araştırılarak, bulunan bahçeler incelenmiş, bu dikey bahçelerin sahip olduğu sistemlerin avantaj ve dezavantajları açıklanmaya çalışılmıştır. Bunlara ek olarak, çeşitli dikey bahçelerden örnekler verilerek, bu örneklerin bazılarının detay ve kesitleri bu bölümde verilerek konunun bütünlüğünden kopulmaması ve sistemlerin karşılaştırmalı bir analizinin yapılabilmesi hedeflenmiştir. Dikey bahçe niteliği taşıyan bu örnek alanlar;

- Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması
- Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması
- Körfez Belediyesi Binası İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması
- Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması
- Göztepe 60. Yıl Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamaları
- Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Hotel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması
- Brandium Alış Veriş Merkezi İç mekan Dikey Bahçe Uygulaması
- Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması
- Armaggan Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

şeklinde sıralanabilir. Bu dikey bahçe örneklerinin yanısıra tesis aşamasında ya da tesisi tamamlanmış bazı dikey bahçe örnekleri; Bolu Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması, Çorlu’da bir fabrikada tesis edilen dış mekan dikey bahçe uygulaması, Akasya Acıbadem Dış mekan Dikey Bahçe Uygulaması, Gizia Showroom Dikey Bahçe Uygulaması, Karaarslan Holding Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması, Köfteci Ramiz İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması, Bomonti Dikey Bahçe Uygulamaları, The Istanbul Dış mekan Dikey Bahçe Uygulaması, Sainte Pulcherie

Fransız Lisesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması, Emirgan Villa Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması v.b

3.1.3.1 Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Galata Kulesi'nin karşısında bulunan tarihi binanın içerisinde (Şekil 3.42), 2007 yılında peyzaj mimarı Patrick Blanc tarafından tesis edilen bu iç mekan dikey bahçe uygulaması 19 m yüksekliğindedir (Şekil 3.43).



Şekil 3.42: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi.



Şekil 3.43: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi 19 m yüksekliğinde İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.

Bu dikey bahçe güneş ışığını kısmen almaktadır. Dikey bahçe sistemindeki bitkilerin sağlıklı gelişimi için dikey bahçe boyunca aydınlatma sistemleri karşıdaki cam cepheye kurulmuştur (Şekil 3.44).



Şekil 3.44: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında güneş ışığı ve aydınlatma sistemi.

Bitkiler hidroponik (topraksız bitki yetiştiriciliği) teknikle jeotekstil keçe katmanı içerisinde yetiştirilmektedir. Bitkilerin bu dikey bahçeye dikiminde boğumlama yöntemi kullanılmıştır (Şekil 3.45).



Şekil 3.45: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında boğumlama yöntemiyle keçe katmanına bitkinin dikimi.

Dikey bahçe coğrafik konumu nedeniyle çok rüzgar almaktadır. Hem binaya hem de dikey bahçeye etki eden bu rüzgarı kesmek için önlem alınmıştır (Şekil 3.46).



Şekil 3.46: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının yan tarafında rüzgarı önleyici yapı.

Dikey bahçenin alt kısmındaki drenaj oluğundan sistemde kullanılan atık su toplanmakta ve tahliye olmaktadır (Şekil 3.47).



Şekil 3.47: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında suyun drene edilmesi.

Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkiler otomatik sulama ve gübreleme sistemiyle besinlerini almaktadır. Bu dikey bahçede sisleme sistemi kullanılmamaktadır (Şekil 3.48).



Şekil 3.48: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının otomatik sulama ve gübreleme sistemi.



Şekil 3.49: Galata Art House Eczacıbaşı Malikanesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüntüler.

3.1.3.2 Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Uygulaması

Sultangazi Yunus Emre Mahallesi Adem Yavuz Caddesi üzerinde yer alan bu dış mekan dikey bahçe uygulaması Gaziosmanpaşa ilçesinden Sultangazi ilçesine geçişi vurgulamak için tasarlanmıştır (Şekil 3.50). Ayrıca bu vurguyu desteklemek adına kavşakta Sultangazi Belediyesi'nin logosunu simgeleyen bir anıt da yer almaktadır.



Şekil 3.50: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının Hava Fotoğrafi⁴⁶.

⁴⁶ <http://www.yandex.com.tr/>



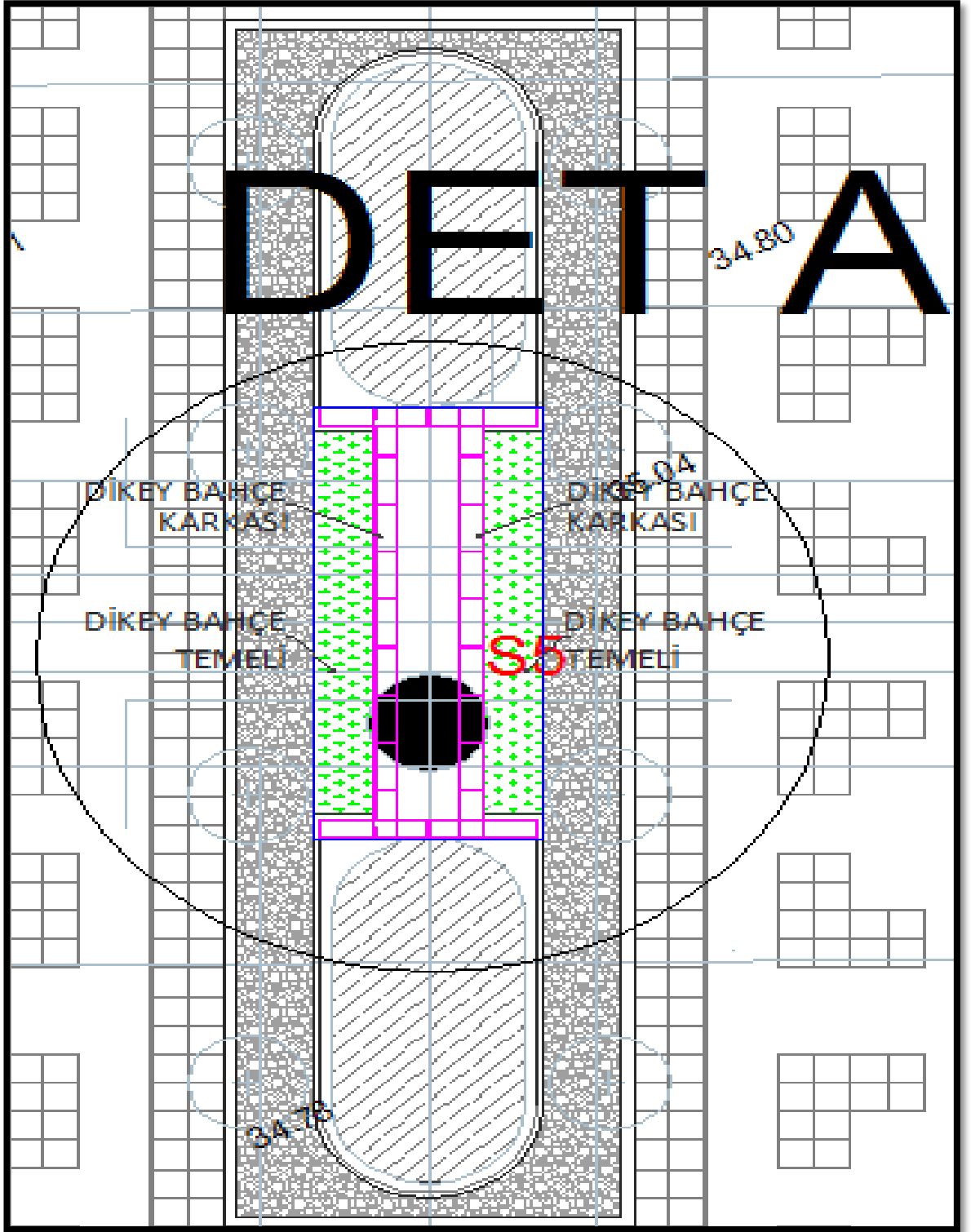
Şekil 3.51: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüntüler (07.10.2013).



Şekil 3.52: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçenin bitmiş hali (07.10.2013).

3.1.3.3 Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Körfez Belediyesi'nin yeni hizmete giren binası içerisinde yer alan bu İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması binanın her katından görülebilecek şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 3.53). Bina içerisinde iki ayrı çift taraflı dikey bahçe tesis edilmiştir. Yüzey alanı 28 m² olan bu dikey bahçede 24 farklı tropikal bitki türü kullanılmıştır.



Şekil 3.53: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması planı (Dikey bahçe binanın her katından görülebilecek şekilde konumlandırılmıştır) (Körfez Belediyesi, 2013).

Dikey bahçeyi oluşturan dış çerçeve, drenaj ve yönlendirici kanallar paslanmaz galvaniz malzemeden oluşmaktadır (Şekil 3.54).



Şekil 3.54: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında 1. kat keçe katmanının döşenmesi ve üzerine 20 lik sulama borularının yerleştirilmesi, profillerin önüne duvarın suyla temasını önlemek amacıyla ve dikey bahçeye zemin oluşturması amacıyla su geçirmez PVC panellerin monte edilmesi, drenaj ve yönlendirici kanalların monte edilmesi.



Şekil 3.55: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması tesis edildikten sonra ilk görüntüler.

Bu iç mekan dikey bahçe uygulaması için uygun ışık değerinde aydınlatma sistemleri kurularak bitkilerin gün ışığı ihtiyacı karşılanmaktadır. Sulama boruları ve aydınlatma kabloları galvaniz kaplama taşıyıcı kasanın yan kanalları içerisinde geçmektedir (Şekil 3.56 ve Şekil 3.57).



Şekil 3.56: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında galvaniz kaplama taşıyıcı kasa içerisinde sulama boruları ve aydınlatma sistemi kablosu.



Şekil 3.57: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında aydınlatma sistemi. Dikey bahçe bünyesindeki tropikal bitki türlerinin nem ihtiyacını karşılamak için otomatik sisleme sistemi kullanılmaktadır (Şekil 3.58).



Şekil 3.58: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında sisleme sistemi.

Dikey bahçe içerisinde bitkinin kullandığı su alt kısımdaki drenaj kanalında biriktirilerek tahliye edilmektedir (Şekil 3.59).



Şekil 3.59: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında su toplama kanalları. Bu dikey bahçe içerisinde kullanılan tropikal bitkiler hidroponik teknikle jeotekstil bir keçe katmanı içerisinde yetiştirilmektedir (Şekil 3.60).



Şekil 3.60: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında keçe katmanı içerisinde bitkilerin yetiştirilmesi.



Şekil 3.61: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüntüler.

3.1.3.4 Gebze Belediyesi Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Yüzey alanı 150 m² olan Gebze Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında, 10 farklı bitki türünden toplamda 4500 bitki kullanılmıştır. Zemin kodundan yer yer 7 m yüksekliğe ulaşan, üst bölümü mevcut duvarın yapısı gereği kaskatlı olarak uygulanan dikey bahçenin dikkat çeken bir başka ayrıntısı da yaklaşık 12 m'lik bir kısmı radiuslu olarak devam etmektedir. Bu durum uygulama açısından zorlayıcı olsa da proje tamamlandığında uygulamanın çekiciliğini bir kat daha arttırmıştır (Şekil 3.62)

Bu dikey bahçe tasarlanırken koyudan açığa doğru giden daha büyük desenler şeklinde yeşil rengin tonlarının geçişlerinin yer alması düşünülmüştür. Dikey bahçe uygulaması kent meydanı parkı içerisinde olduğu için ve insanların yoğun olarak kullandığı alanlar olduğu için tasarımda insanları yormayacak yumuşak renk geçişleri gerçekleştirilmiştir. En üstte mavi ardıçtan ateş dikenine doğru giden bir bitkisel renk geçişi söz konusudur.



Şekil 3.62: Gebze Belediyesi Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması radiuslu kısım.

Uygulamadan önce Kent Meydanı'nın içinde çirkin bir görüntü sergileyen mevcut istinat duvarı, dikey bahçe uygulaması tamamlandığında gören herkesin ilgisini çeken sıcak ve doğal bir görünüme kavuşmuştur (Şekil 3.63).



Şekil 3.63: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.

Bu dikey bahçe duvara çelik karkas sistemle duvara ankraje olmaktadır. Su geçirmez PVC katman bu taşıyıcı sisteme tutturulmaktadır (Şekil 3.64).



Şekil 3.64: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Polivinil Klorür (PVC) Panel ve taşıyıcı profil.

Dikey bahçeyi çevreleyen metal çerçeve dikey bahçe sisteminde dolaşan suyu yönlendiren bir kanal işlevi görmektedir (Şekil 3.65). Sistem içerisinde kullanılan su alt kısmındaki drenaj kanalında biriktirilerek tahliye edilir (Şekil 3.66).



Şekil 3.65: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması mevcut duvar ve metal çerçeve (yönlendirici kanal).



Şekil 3.66: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması su toplama kanalı.



Şekil 3.67: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkinin yetiştirme ortamı olarak jeotekstil keçe katmanı.



Şekil 3.68: Gebze Belediyesi Kent Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması çeşitli görüntüler.

3.1.3.5 Göztepe 60. Yıl Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamaları

İstanbul Kadıköy Caddebostan mahallesinde yer alan Göztepe 60. Yıl Parkında, Bağdat Caddesi girişinde ve Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesi tarafına bakan yerde olmak üzere 2 adet dikey bahçe uygulaması mevcuttur.

Bu dikey bahçeler parkta yer alan trafoların oluşturduğu kötü görüntüyü gizlemek amacıyla tesis edildi. Özellikle Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesi tarafına bakan ve diğerine nispeten büyük ve daha kompleks yapıda olan dikey bahçeyle ayrıca bir odak merkezi yaratılmak istenmiştir. Bu dikey bahçede çok farklı renkte bitki türleri birarada toplanarak park içinde bir çekim merkezi yaratılmak istenmiştir.

Dikey bahçelerin öncelikle taşıyıcı çelik konstrüksiyonları tesis edildi. Dikey bahçelerin her biri için trafoya ulaşmada bir kapı ihtiyacı olduğu için tasarımda bu gereksinim de dikkate alındı (Şekil 3.69 ve Şekil 3.70).



Şekil 3.69: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesi Girişinde Dış Mekan Dikey Bahçenin tesisinden önce taşıyıcı profillerinin kurulumu⁴⁷.

⁴⁷ <http://www.guvenmuhendislik.com/index.htm> [Ziyaret Tarihi: 13 Ağustos 2013)].

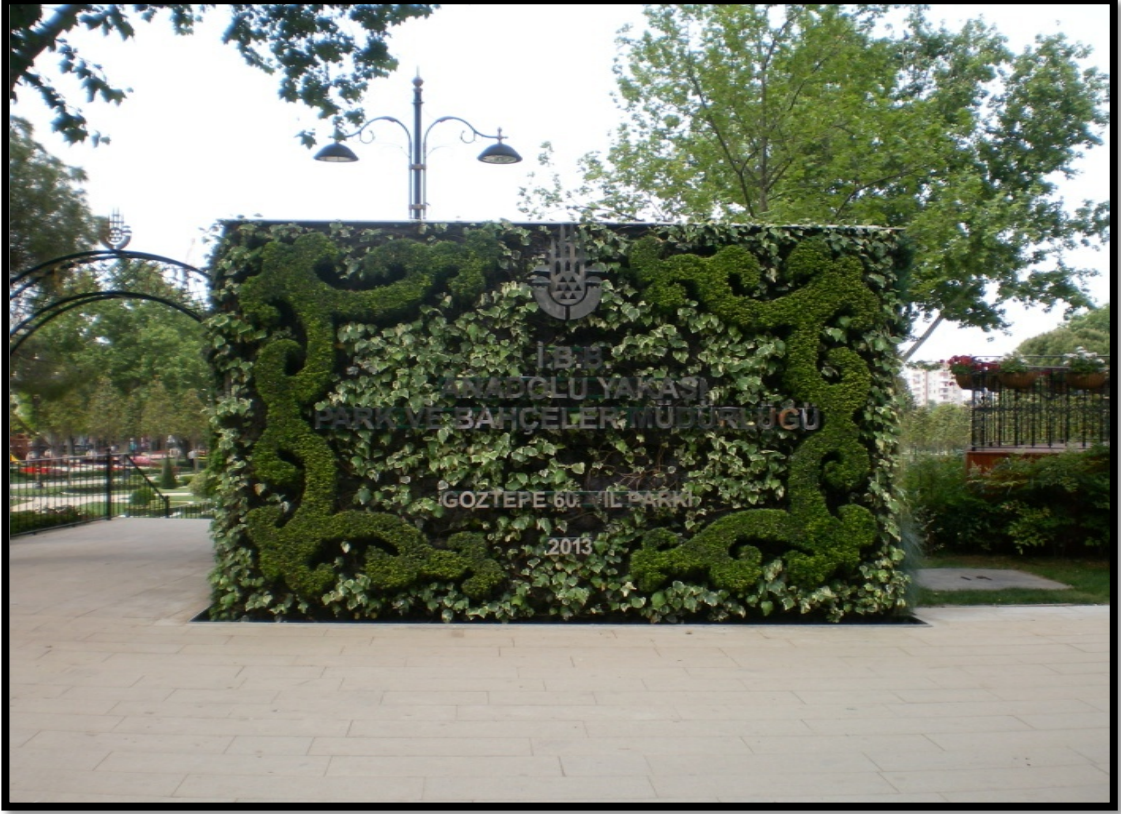


Şekil 3.70: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçenin tesisinden önce taşıyıcı profillerinin kurulumu ve PVC paneller.

Yukarıdaki fotoğraflar Şubat 2013 tarihlidir. 5 Mayıs 2013 tarihinde dikey bahçelerin tesisinin tamamı gerçekleştirildi.

Bağdat caddesine bakan dikey bahçede bitkiyle yapılan işlemler dikkat çekmektedir. Bu işlemlerle parkın içerisine dönük bir tasarım söz konusudur. Dikey bahçedeki dikey desenler parkın girişindeki şevde yer alan desenlerle de uyumluluk göstermektedir (Şekil 3.71). Ayrıca lale bahçesine giriş hususu da gözetilerek dikey bahçenin yan taraflarında informal hatlar kullanılmıştır ve iki adet lale figürü yer almaktadır. Bu informal hatlar bir renk cümbüşüyle parkın içerisinde çok farklı bir tematik parkla karşılaşacağınız izlenimini de veriyor (Şekil 3.71).

Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan dikey bahçe sistemi, gül bahçesi ile lale bahçesinin ortasında yer almaktadır. Bu dikey bahçe uygulaması yapısal tasarım açısından kapıların açılıp kapanabilir olmasıyla diğerinden ayrılmaktadır. Bu dikey bahçede diğerine nazaran çok fazla bitki türü çeşitliliği vardır (Şekil 3.72).



Şekil 3.71: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesi Girişinde Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.



Şekil 3.72: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.

Göztepe 60. Yıl Parkı'ndaki dikey bahçe uygulamalarında yukarıdaki fotoğraflarda görülen metal taşıyıcı konstrüksiyon malzemelerine su geçirmez Polivinil Klorür (PVC) paneller vidalar yardımıyla tutturulmuştur (Şekil 3.73). 1. kat özel karışımlı jeotekstil keçe PVC panel üzerine zimbalar ile tutturulmuştur. Sulama sistemi boruları belirli aralıklarla bu tabakaya döşenmiştir. Daha sonra 2. kat özel karışımlı dikey bahçe jeotekstil keçe yine zimbalarla tutturulmuştur (Şekil 3.74).



Şekil 3.73: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında (solda) ve Bağdat Caddesi Girişindeki Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında (sağda) metal taşıyıcı konstrüksiyon malzemeye su geçirmez Polivinil Klorür (PVC) paneller vidalar yardımıyla tutturulmuştur.



Şekil 3.74: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında jeotekstil keçe katmanları.



Şekil 3.75: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesi Girişinde Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin yetiştirme ortamını oluşturan 2. kat jeotekstil keçe katmanındaki bitkinin konumlandırıldığı cepler.



Şekil 3.76: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesi Girişinde Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında 1. kat geotekstil keçe katmanına belirli aralıklarla döşenen sulama boruları (üstte) ve aynı dikey bahçenin sulama sistemi ağı (altta).

3.1.3.6 Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Hotel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Beşiktaş'ta, bir tarafında Dolmabahçe Sarayı diğer tarafında İstanbul Deniz Müzesi'nin yer aldığı, 80 yıllık tarihi eski tütün deposunun (Şekil 3.77) yerine kurulan Shangri-La Bosphorus Otel'in (Şekil 3.78) avlusunda bir dikey bahçe uygulaması yer almaktadır (Şekil 3.79 ve Şekil 3.80).



Şekil 3.77: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus'un önceki hali⁴⁸.

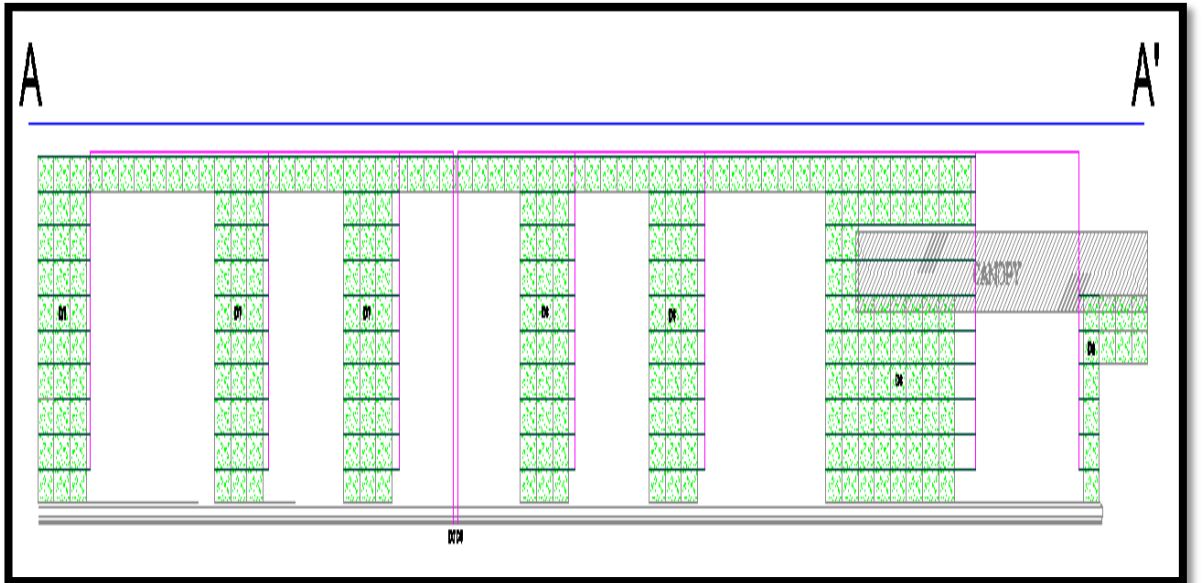


Şekil 3.78: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus şimdiki hali.

⁴⁸ <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=582273> [Ziyaret Tarihi: 10 Ekim 2012].



Şekil 3.79: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus planı ve dikey bahçe uygulamasının plandaki yeri.



Şekil 3.80: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması kesiti.

Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması, arkasındaki kötü görüntüyü gizleme ve gürültü kirliliğini önleme amaçlı tasarlanmıştır (Şekil 3.81).



Şekil 3.81: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının arkasındaki görüntü.

Dikdörtgen şeklinde kapatılması düşünülen alana 62 X 52 cm lik modüller halinde esnek sistemdeki panellerin bitkilendirilmesinin gerçekleştirilmesi kararlaştırılmıştır. Bu paneller fidanlıklarda önceden bitkilendirilir, herhangi bir iç ya da dış duvara kolaylıkla tesis edilir ve ivedilikle yeşil bir görünüm sağlanır. Hatta nispeten eğri yüzeyler de özel bir tasarımla kombine edilen hafif materyallerin kullanımı sayesinde hiçbir engel teşkil etmemektedir. Bu fleksipaneller yeniliklere açık, teknik, gerek dahili gerekse de harici duvarlar üzerinde özel bir bitkilendirmenin olduğu ve sürdürülebilir karakterde dikey bahçeler yaratır. M² başına düşen maksimum ağırlık 45 kg'dır. Sistem, duvar arkasına oldukça masraf gerektiren değişikliklere gereksinim duymaksızın hemen hemen her yüzeye tesis edilebilir⁴⁹(Tablo 3.1).

⁴⁹ <http://www.sempergreen.com> [Ziyaret Tarihi: 10 Ekim 2012].

Tablo 3.1: Fleksipanellerin teknik verileri⁴⁹.

Büyümenin sağlanması	Yaklaşık % 90
Kuru olduğunda ağırlığı	Yaklaşık 20-25 kg/m ²
Doymuş ağırlığı	40-45 kg/m ²
Standart panel kalınlığı	Yaklaşık 6 cm (bitkisiz)
Standart sistem kalınlığı	Yaklaşık 10 cm (bitkisiz)
Standart panel boyutu	62 x 52 cm (Diğer boyutlar kabul edilebilir)

Öncelikle dikey bahçe tesis edilecek alana taşıyıcı profil olarak paslanmaz çelik karkas sistemi kurulmuştur (Şekil 3.82). Karkaslar yatay ve dikey yerleştirildikten sonra estetik açıdan dikey bahçeyi tamamlayan cam takviyeli polyester panolar monte edilmiştir (Şekil 3.83). Bu cam takviyeli polyester panolar gerek dikey bahçede gerçekleşen su döngüsünden gerekse de yağmur suyundan olumsuz etkilenmemektedir. Bu panoların ölçüsü standart olmamakla beraber toplam 6 adettir.



Şekil 3.82: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'ndaki paslanmaz çelik karkas sistem.



Şekil 3.83: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'ndaki cam takviyeli polyster pano.

Taşıyıcı profiller ve cam takviyeli polyster panolar yerleştirildikten sonra jeotekstil keçelerle birlikte sulama boruları dikey bahçenin alt kısmından başlanarak döşenmiştir. Bu borular 20 lik damlama sulama borularıdır. Daha sonra 62 X 52 cm lik fleksipaneler tasarlanarak belirlenen yerlere yerleştirilmiştir. Daha sonra sulama sistemi bu panellerde yer alan bitkileri besleyecek şekilde oluşturulmuştur. Sulama sistemi dikey bahçenin yarısını bir hat diğer yarısını başka bir hattın suladığı 2 hattan meydana gelmektedir (Şekil 3.84).



Şekil 3.84: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'nda 20 lik delikli damlama sulama borusu (solda), 32 lik delikli damlama sulama borusu (sağda). İlk başlarda kurulan sistem zamanla karşılaşılan bazı problemlerden dolayı değişikliğe uğramıştır. Bitkileri besleyen 20 lik delikli damlama sulama borularının bazı delikleri bitkinin köküne değil de boşluğa denk gelmesinden dolayı eriyen bantla bu delikler kapatılmıştır ve bitkinin köklerini besleyecek şekilde yeni delikler açılmıştır. Dikey bahçenin üst kısmındaki deliklerin sayısı alttakilere nispeten daha az sayıda tutulmuştur.

Böylece dikey bahçe içerisinde mümkün olan en homojen su dağılımı gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

Dikey bahçelerin tesis edildiği zeminde mermer bir yapı vardır. Bu mermer yapıya eğim verilerek suyun aradaki kanallarda tutulması ve alttaki kanala borularla aktarılması sağlanmıştır (Şekil 3.85). Cam takviyeli polyster panonun çevresinde drenaj kanalları hem üstte hem de altta yer almaktayken dikey bahçenin bitki kısmında yalnızca altta yer almaktadır.



Şekil 3.85: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'nın alt kısmındaki mermer yapı.

Bu dikey bahçede otomatik sulama ve gübreleme sistemi kullanılmaktadır (Şekil 3.86).



Şekil 3.86: Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'nın sulama Sistemi sırayla; gübre tankı, selenoid vanalar, sulama boruları, hidrofor, timer cihazı.



Şekil 3.87: Shangri-La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasından çeşitli görüşler.

3.1.3.7 Brandium Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Ataşehir Gümrük'ün karşısında yer alan Brandium AVM'nin B nolu girişinde 322 m²'lik alanı kaplayan bir dikey bahçe uygulaması vardır. Bu dikey bahçenin tesisinde toplam 13 250 adet bitki kullanıldı (Şekil 3.88 ve Şekil 3.89).



Şekil 3.88: Brandium Alış Veriş Merkezi B Kapısı İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan çeşitli bitki türleri.



Şekil 3.89: Brandium Alış Veriş Merkezi B Kapısı İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.

Bu dikey bahçe özel tasarlanmış kafes sistemlerden oluşturulmuştur. 15 cm X 15 cm X 6 mm ölçülerinde çışan demiri dikey bahçeyi sabitleme malzemesi olarak kullanıldı ve her bir modül için 40 X 40 demir profiller kullanıldı. Bu kafes sistemi içerisine aynı şekilde jeotekstil keçeden oluşturulmuş ve alt kısmı kafes sistemine monte edilirken sert köpük (starafor köpük) desteklenmiş, PVC yapıştırıcı ile yerleştirilen keçeden bir kutu vardır. Bu keçeden dikdörgen prizma şeklinde kutu, bitkinin yetiştirme ortamını oluşturmaktadır. Bitkinin yetiştiği ortamda % 60 kokopit denilen (20 x 20) ithal özel bir besin içeriği, %30 pirinç tanesi şeklinde perlit ve %10 normal torf vardır. Bu

materyaller hafifliklerinden dolayı dikey bahçenin de ağırlığını önemli derecede hafifletir (Şekil 3.90 ve Şekil 3.91).

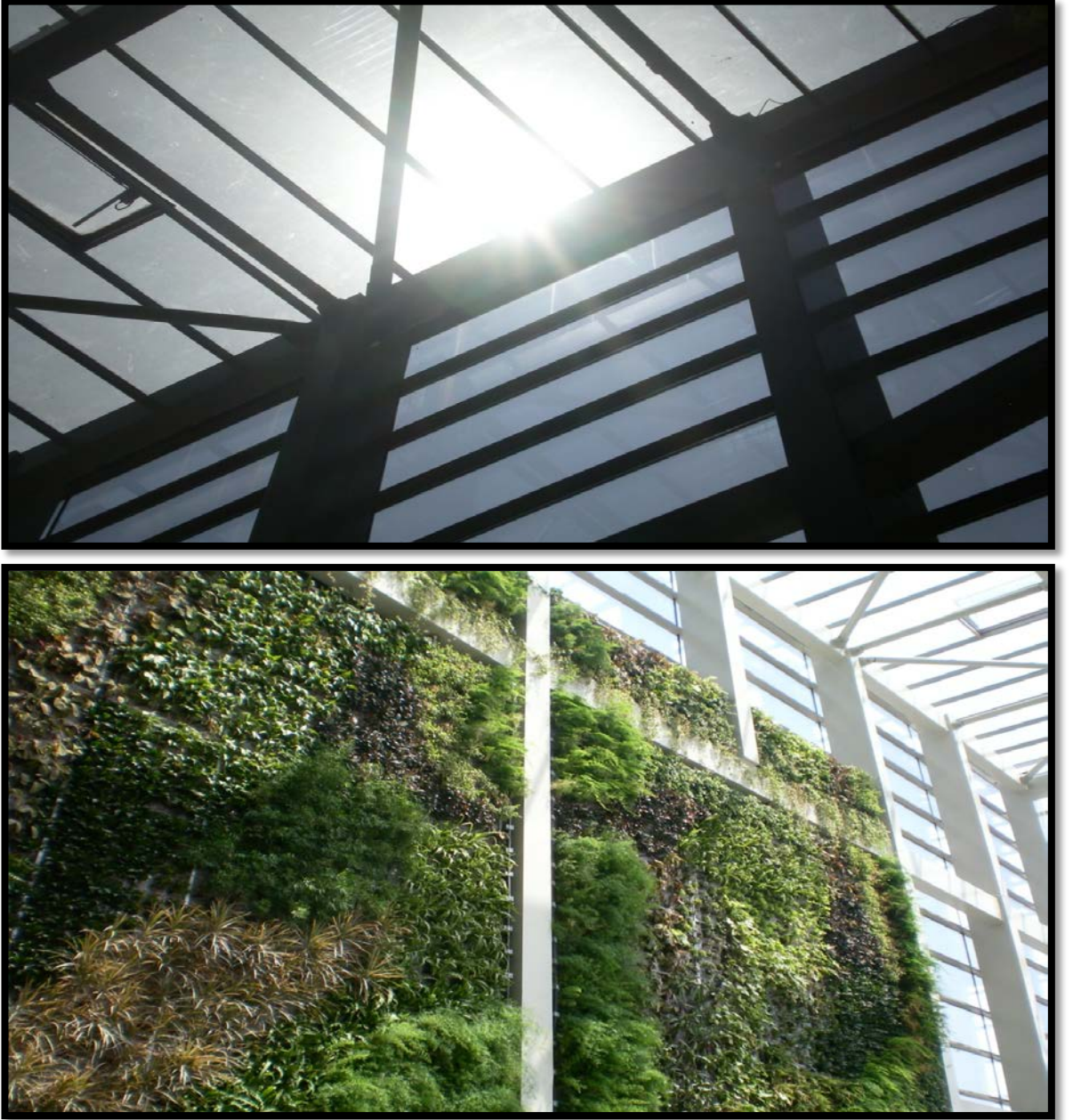


Şekil 3.90: Brandium Alish Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan 15 cm X 15 cm X 6 mm ölçülerinde çeşan demiri, 40 X 40 demir profiller.



Şekil 3.91: Brandium Alish Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan kafes örtü içerisindeki jeotekstil keçe.

Bu iç mekan dikey bahçe uygulaması, AVM'nin B nolu girişi için ayrılan mekanın etrafı camla kaplı olduğu için her taraftan güneş almaktadır, bu da dikey bahçenin gelişimi için pozitif bir etkidir (Şekil 3.92). Dikey bahçe sistemi içerisinde oluşturulan otomatik sulama ve gübreleme sistemi ile bitkilerin besin ve su ihtiyacı karşılanmaktadır. Ancak gözlemlenen diğer keçe sistem iç mekan dikey bahçelerden farklı olarak burada sisleme sisteminin olmadığı görülmektedir.



Şekil 3.92: Brandium Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçenin güneş ışığıyla teması.

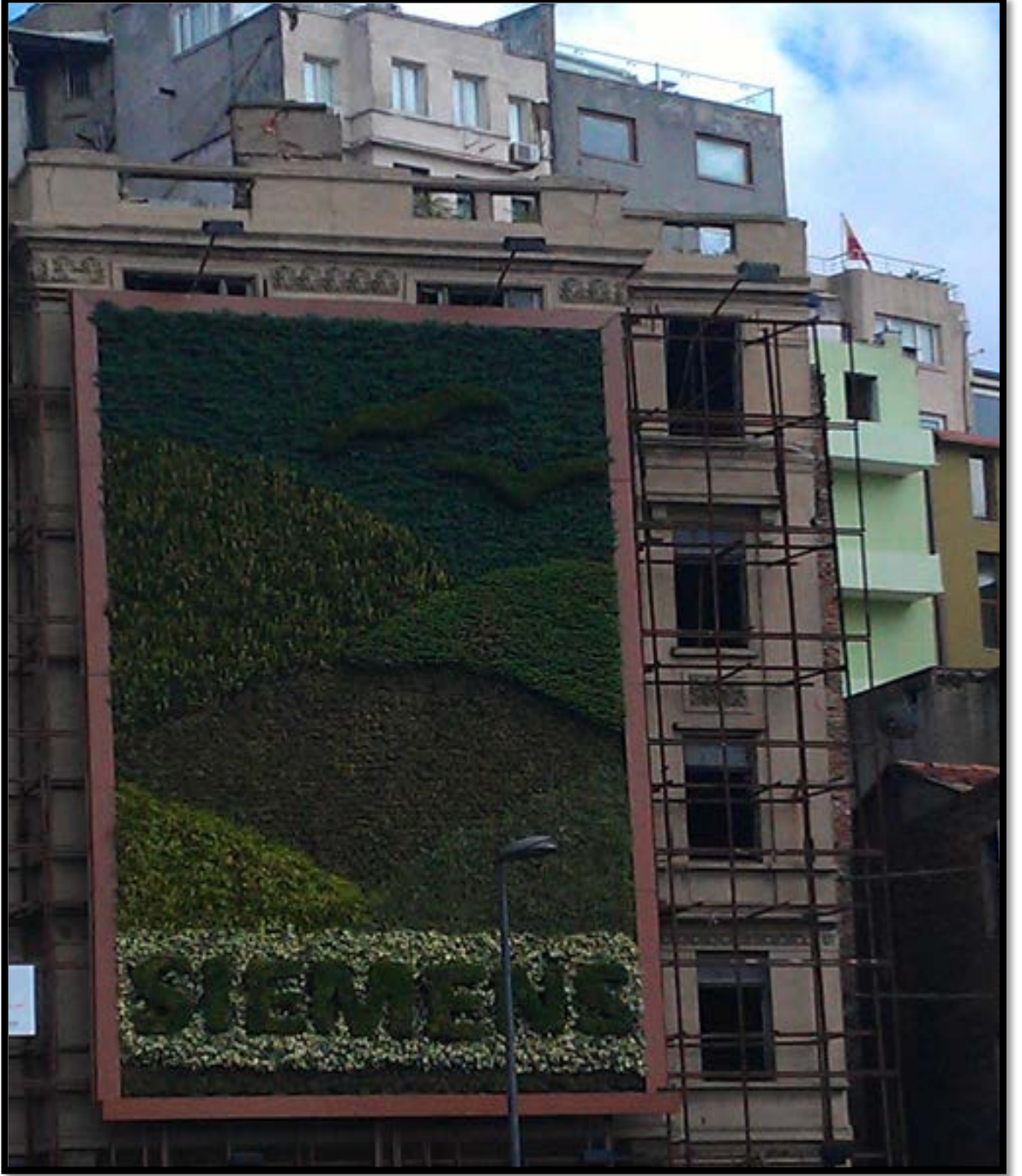
3.1.3.8 Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Bahçe Uygulaması 6 aylığına bir firmanın reklam yüzü olmak üzere tesis edilmiştir. Bu dış mekan dikey bahçe uygulaması 2012 Mediacat Felis Ödülü (en iyi açık hava medya kullanımı dalında başarı ödülü) ve 2012 yılı Kristal Elma Reklam Ödülü'nü kazanmıştır (Şekil 3.93).



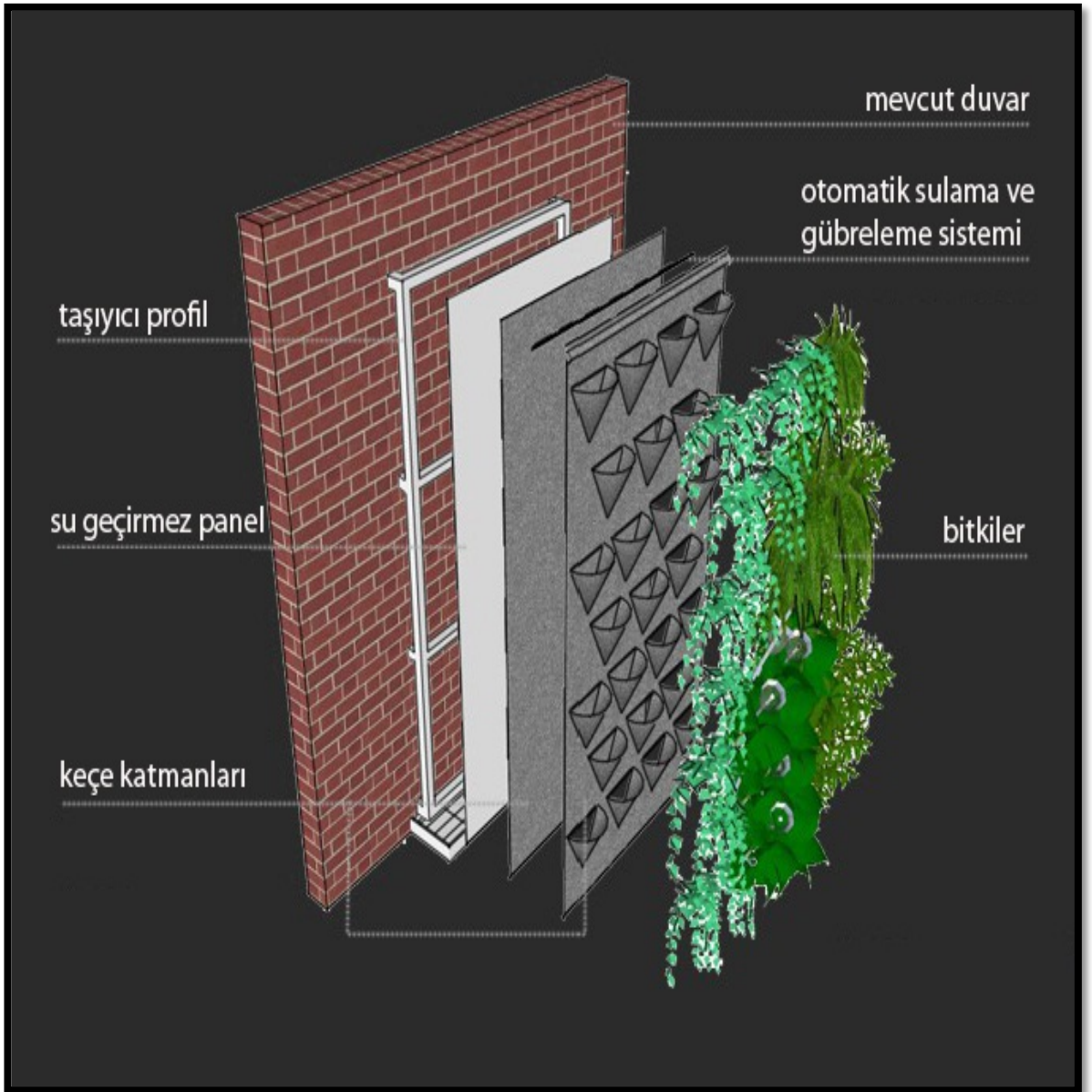
Şekil 3.93: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.

90m²' lik bir yüzey için taşıyıcı profiller özel olarak imal edilmiştir, üzerine su geçirmez Polivinil Klorür (PVC) paneller monte edilmiştir. Dış çerçeve için tarihi binanın yapısına uygun ve binanın cephesini kuşatan paslanmış metal konstrüksiyonla uyumluluk gösteren alüminyum kompozit kaplama çerçeve seçilmiştir (Şekil 3.94).



Şekil 3.94: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması alüminyum kompozit kaplaması.

PVC panellerin üzerine, özel karışımli jeotekstil keçeler kat kat olarak döşenmiş ve otomatik sulama ve gübreleme sistemi dikey bahçeye entegre edilmiştir. Ke elerin üzerine açılan mini ceplerin içine, genel tasarıma uygun şekilde 4000 adet bitki topraklarından arındırılarak tek tek yerleştirilmiştir (şekil 3.95, şekil 3.96, şekil 3.97, şekil 3.98 ve şekil 3.99). Dikey bahçenin üst bölümünde bulunan martı sembolleri ve alt bölümünde bulunan logo, patenti uygulayıcı firmaya ait olan özel bir dikim modeli ile oluşturulmuştur (şekil 3.94).



şekil 3.95: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullanılan malzemeler ve katmanlar (Silvanus, 2012).



Şekil 3.96: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında keçe örtüsünün panele tuturulması 28.03.2012⁵⁰.

⁵⁰ <http://www.acikhavada.com/2012/05/siemensten-turkiyede-bir-ilk-cevrecci.html> [Ziyaret Tarihi: 10 Aralık 2013)].



Şekil 3.98: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitki dikimine devam edilmesi 10.04.2012⁵⁰.



Şekil 3.99: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitki dikiminin tamamlanması 13.04.2012⁵⁰.

Bu dikey bahçede yer alan bitkiler hidroponik (topraksız bitki yetiştiriciliği) teknikle yetiştirilmektedir. Otomatik sulama ve gübreleme sistemiyle dikey bahçedeki bitkiler mikro ve makro besin elementlerini içeren özel karışımli besin çözeltilerini almaktadır.

Sulama sistemi PVC panelden sonra serilen ilk kat keçe üzerinden geçirilmektedir. Bu su boruları üzerinde bu dikey bahçe sistemine uygun debide seçilen basınç regüleri nozullar bulunan polietilen malzemedir oluşmaktadır. Ana hattan yani şebeke suyundan alınan suya özel dozaj pompası, ayarlanan miktarda likit gübreyi eklemekte ve dikey bahçe sistemine göndermektedir.

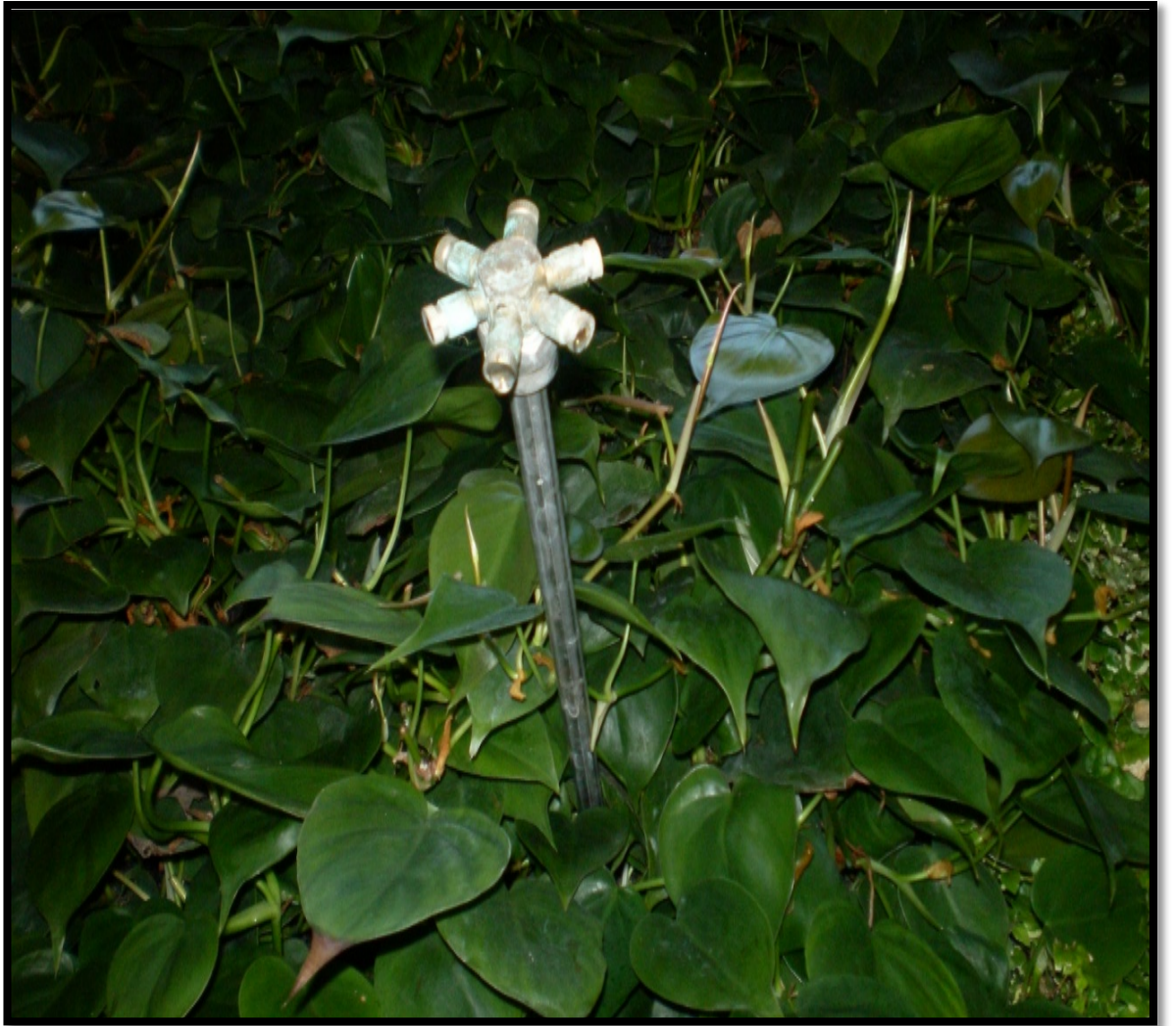
3.1.3.9 Nuruosmaniye Armaggan Alışveriş Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Armaggan AVM İstanbul'un tarihi yarımadasının en yoğun turistik bölgelerinden olan Nuruosmaniye'de yer almaktadır. Bina içerisinde kafe, restaurant, özel tasarımı el yapımı ürünlerin satıldığı ticari üniteler mevcuttur. Bu 5 katlı binanın dört tarafı da kapalı olduğundan aydınlanmayı sağlayan boşluğun karşısında büyük bir duvar oluşmuştur. Herbir kattaki sergi salonları, restaurant ve kafeler bu büyük duvara bakmaktadır. Bu büyük duvarın, binanın tasarım aşamasında dikey bahçe sistemiyle çözülmesi kararlaştırılmıştır (Şekil 3.100).



Şekil 3.100: Nuruosmaniye Armaggan AVM İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması.

Bu dikey bahçenin tesisinde önce taşıyıcı sistem (paslanmaz metal konstrüksiyon) tesis edilmiş ve onun üzerine PVC paneller monte edilmiştir. PVC paneller üzerine özel karışım, bitkilerin köklenmesini ve tutunmasını sağlayan, bitki gelişimine uygun jeotekstil keçeler kat kat olarak döşenmiş ve otomatik sulama ve gübreleme sistemi dikey bahçeye entegre edilmiştir. Bitkilerin ihtiyacı olan iz elementlerini dengeli bir şekilde sağlayan dozatron (otomatik gübreleme sistemi) ve ısı-nem dengesini sensörleriyle algılayarak periyodik olarak devreye giren otomatik sisleme sistemi bu dikey bahçe sistemi bünyesinde kullanılmaktadır (Şekil 3.101).



Şekil 3.101: Nuruosmaniye Armagğan AVM İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında sisleme borusu.

Bu dikey bahçede bitkilerin kullandığı su keçe katmanında süzülerek alt kısımdaki drenaj kanalında toplanmaktadır ve buradan tahliye edilmektedir (Şekil 3.102).



Şekil 3.102: Nuruosmaniye Armaggan AVM İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında drenaj kanalı

3.2 YÖNTEM

Bu çalışmanın ilk aşamalarında tezin 3.1.1 bölümünde açıklandığı gibi literatür araştırması yapılmıştır. Konunun biyomühendislik, yeşil mimari ve sürdürülebilir yapılar yaratma açısından taşıdığı hassasiyet göz önünde bulundurularak ekolojik boyutu detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur. Yeşil alanlara ve yeşil alanların farklı bir yorumu olan dikey bahçelere gereksinimin önemini vurgulamak adına aşırı şehirleşme ve sanayileşme sonucu ortaya çıkan küresel ısınma ve iklim değişikliği, iklimsel değişiklikler ve kentsel gelişmeler sonucunda yüzey ve atmosferik özelliklerde meydana gelen insan kaynaklı değişiklikler sonucu ortaya çıkan kentsel ısı adası etkisi, kentleşme ve modernleşme süreci anlatılarak dikey bahçelerin ve diğer dikey yeşil sistemlerin yapısal ve bitkisel katmanlarıyla bu gibi olumsuzluklara karşı mücadelesi sonucu canlı ve cansız yaşam kalitesine etkileri detaylı bir şekilde örneklerle irdelenmiştir. Yine

ekolojik algının bir uzantısı olarak işlev gören dikey bahçelerin canlı ve cansız çevreye sağladığı katkılar ortaya konulmuştur.

Diğer dikey yeşil sistemler arasında dikey bahçenin konumunu belirleme maksadıyla her bir sistem detaylarıyla Genel Kısımlar bölümünde işlenmiştir. Dikey bahçelerin diğer dikey yeşil sistemlerden ayırtedilebilmesi için tüm dikey yeşil sistemler sınıflandırılmış, dünyadan ve Türkiye’den örnekler verilmiş ve bu dikey yeşil sistemlerin işleyişi, önemi ve özellikleri, içeriğinde kullanılan malzemeler ve katmanlar, konstrüksiyon kurguları, tasarım hedefleri, tasarım kriterleri, tasarım çözümleri ve kararları, sulama bileşenlerinin uygulaması, bitkisel projelendirme ve uygulamaları gibi konular detaylı bir şekilde bu tez çalışmasında işlenmiştir. Böylece öncelikle dikey bahçe sistemiyle diğer dikey yeşil sistemler arasındaki benzerliklerin ve farklılıkların ortaya konulması için diğer dikey yeşil sistemler tanıtıldıktan sonra dikey bahçe sistemlerine geçişin yapılması hedeflenmiştir.

“Dikey Bahçelerde Yapı Sistemleri” konusunda ülkemizdeki literatür azlığı nedeniyle, yabancı birçok kaynak araştırılmış ve gerekli kaynaklardan çeviriler yapılmıştır. Bunlara ek olarak, yapılan tez çalışmaları incelenmiş, bu konuda üretim yapan firmaların katalogları temin edilmiş, bunun yanı sıra internet ortamından da destek sağlanmıştır. Dünyadan değişik sistemde dikey bahçe örnekleri bulunarak, bu örnekler fotoğraflarıyla, detay ve kesitleriyle konu bütünlüğünden sapmama ve sistemlerin karşılaştırmalı bir analizinin yapılabilmesi maksadıyla Malzeme kısmında gösterilmiştir. Ayrıca bu dikey bahçe sistemlerinde oluşan değişimler; inşaat aşaması, bitkilerin adaptasyon süreci, yıl içerisindeki görüntüler, bir kaç yıl sonraki görüntüler fotoğraflarla Bulgular kısmında irdelenmiştir.

Belirli ölçüde bir piyasa araştırması yapılmış, İstanbul ve çevre illerdeki dikey bahçeler tespit edilerek, bu alanlarda kullanılan malzemeler, bu alanların kesit ve detayları ile fotoğrafları çalışmaya eklenmiştir. Konu bütünlüğü açısından, bu alanların kesit ve detayları çalışmanın Malzeme kısmında gösterilmiştir. İstanbul ve çevre illerde tespit edilen dikey bahçelerden bir örnek (Sultangazi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması) tesisatın başından sonuna takip edilerek elde edilen bulgular detaylarıyla bu çalışmada ortaya konulmuştur.

Dikey bahçelerin tarihin ilk dönemlerinden günümüze kadar geçirdiği evrimler bu çalışmada belirtilerek teknolojinin ilerlemesine paralel olarak gerek yapısal gerekse de bitkisel katmanlar açısından değişen algıların boyutu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Dikey bahçe sistemleri gerek yapısal gerekse de bitkisel açıdan detaylı bir şekilde işlenerek bu sistemlerde varolan katmanlaşma boyutu en etkili şekilde anlatılmaya çalışılmıştır.

Dikey bahçelerin sınıflandırılmasında kafa karışıklığı yaratmaktan kaçınmak adına mevcut literatür verilerinden de istifade edilerek gerektiği yerlerde yerinde tasnif yoluna gidilerek konunun bütünlüğü çerçevesinde taşların doğru yerlere oturması hedeflenmiştir. Böylece hem bilgi kirliliğinden kaçınılmış olması hem de konunun analitik düşünceye mahal verecek düzeye erişme imkanı bulması mümkündür.

“Dikey Bahçelerde Yapı Sistemleri” konulu bu tez çalışmasında analiz edilen literatür araştırmaları, dünyadan ve Türkiye’den dikey bahçe örnekleri doğrultusunda yapılan sentez sonucu öneriler geliştirmeye çalışılmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde gerek literatür araştırmaları gerekse de incelenen dikey bahçe örneklerinden istifade edilerek tespit edilen veriler ışığında tezin konusu olan dikey bahçelerde yapı sistemlerinin tarihsel gelişimi, bu sistemlerin tesisinde kullanılan malzemeler ve katmanlar, yapısal ve bitkisel tasarım, sisleme, sulama ve gübreleme sistemleri, aydınlatma sistemleri, bu sistemlerin bakımı, bitki seçimi ve Türkiye ölçeğinde kullanılabilecek bitki türleri, bu sistemlerde oluşan değişimler ve bu değişimlerin Türkiye ölçeğinde irdelenmesi işlenmiştir.

4.1 DİKEY BAHÇELERDE TARİHSEL GELİŞİM

İlk dikey bahçe doğa tarafından oluşturulmuştur. Dünyanın sıcak ve tropikal bölgelerinde ağaçların yüksek dallarının üstünde, bina cephelerinde, telefon tellerine dayalı olarak yaşayan asalak konuk bitkiler (epifit bitkiler) doğa tarafından bize sunulan ilk dikey bahçelerdir. Epifit bitkiler havadaki, yağmurdaki, bazen de köklerinin etrafında biriken döküntülerdeki nem ve besinden yararlanarak türerler. Bu bitkiler köklerinin toprakta olmasına ihtiyaç duymazlar, bazıları ise suda yetişir. Sıcak bölgelerde; yosun, koyunotu, liken, alg, deniz yosunu gibi, tropikal bölgelerde; eğrelti otu, kaktüs, orkide, bromeliatlar gibi epifit türler vardır (Lima, 2011).

Doğada bulunan diğer dikey bahçe örnekleri kayaların yüzeylerine tutunan grup halinde yaşayan bazı bitkilerin meydana getirdiği oluşumlardır. Bu litofit bitkiler yosun, süprüntü, yağmur suyundaki besin ve hatta kendi ölü dokularından yararlanarak yaşamlarını sürdürürler. Okyanuslarda, göllerde, çağlayanlara yakın yerlerde yetişmeye meyillidir. Litofit bitkilere örnek olarak bazı orkideler, bromeliadlar ve böcekçil bitkiler verilebilir (Lima, 2011).

Doğal dikey bahçeler doğal olarak meydana gelmiş dikey yüzeylerde büyüyen bitkilerden oluşmaktadır. Örneğin çağlayanlarda, ırmak kenarlarında, sızma kayalarda, sarp kayalıklarda, mağaralarda ve dik eğimli rampalarda oluşan vejetasyon bu tip doğal olarak oluşmuş bahçelere örnek teşkil eder (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Bursa Uludağ'daki sarp kayalıklardan doğal dikey bahçe örnekleri.

Modern dikey bahçelerin mimarı Fransız botanist Patrick Blanc üniversite yıllarında araştırmalarını Güney Batı Asya'daki yağmur ormanlarında sürdürürken mevcut 8000 türden 2500'ünün topraksız ve az ışıklı ortamlarda, ağaçlarla kayaların üzerinde, yalnızca nemden beslenerek yetiştiğini tespit ediyor (Şekil 4.2, Şekil 4.3). Yıllarca sürdürdüğü bu gözlemlerden yola çıkarak kentlerde de bu bitkilerin yetiştirilmesi gerektiğini düşünerek çalışmalarını bu noktada yoğunlaştırıyor (Blanc, 2012).



Şekil 4.2: Malezya'daki yağmur ormanlarından doğal dikey bahçe görüntüleri (Blanc, 2010)



Şekil 4.3: Doğal Dikey Bahçeler (Blanc, 2010).

Duvarla çevrili bahçe konseptleri çağlar öncesine dayanır. Tarihi belgelerin gösterdiğine göre M.Ö. 3000 yıllarında Mısır bahçelerinde bitkilerle kaplı duvarlar ve kameriyelerle ayrılmış alanlardan oluşan bir gelenek tesis edilmiştir. Eski İran'ın cennet bahçeleri çok geniştir. Bahçelerindeki anıtsal duvarları asmalarla ve meyve ağaçlarıyla kaplardı. Fas mimarisi ve bahçeleri Kuzey Afrika'yı, İtalya'yı ve İspanya'yı yüksek duvarları kaplayan özel bahçeleriyle etkiledi (Taylor, 2013).

M.Ö 3. yy ile M.S. 15. yy arasında, bütün Akdeniz'de, Romalılar yapay çitlerde ve villa duvarlarında şekillendirilmiş üzüm asmalarını (Vitis ürünlerini) kullanır. Sarmaşık güllü malikhaneler ve şatolar gizli bahçelerin simgesi olur (Anon., 2008).

İskandinavya'lı korsan ve tüccar bir kavim olan Vikingler dönemine ait 11. yy'dan kalma dikey bahçeler günümüzde tespit edilmiştir. Vikingler taşları, keresteleri ve turba kömüründen tuğlaları kullanarak kendi barınaklarını inşa etmişlerdir. Turba kömürü bir dereceye kadar bitkisel atıkların çürümesiyle oluşan yığıntılardı, bataklıklarda ya da

benzer şekilde çevrede oluşuyordu. Vikingler turba kömüründen yapılmış tuğlaları kullandığında çimler doğal şekilde bu organik materyalin üstünde büyüyorlardı. Barnaklarının bu yüzden bitkilerle kaplı olduğu tahmin edilmektedir (Bjerre, 2011).

Çimlerin kökleri tuğlaların birbiriyle kaynaşmasına yardım eder, böylece duvarların mukavemeti artar. Bu tip konstrüksiyon temelli ilkel dikey bahçelere Vikingler'in 8. ve 11. yy'lar arasında Kuzeybatı Avrupa'da fethettiği yerlerde rastlanır. Kuzey Amerika'da yer alan Kanada'dan Norveç'e, İzlanda'ya, İrlanda'ya, İsveç'e, Danimarka'ya... kadar Vikinglerin ayak bastığı her yerde bu tip yapılar vardır. Fakat bu ilkel dikey bahçelerin bilinçli olarak tasarlandığına dair günümüze kadar hiçbir kanıt bulunamamıştır. Şu kesindir ki kimse bu yapıların yaratıcılarının, kulübelerinin cephelerini bitkilerle kaplama gibi bir isteklerinin olduğunu iddia edemez. Büyük bir olasılıkla bu ilkel dikey bahçeler yalnızca doğanın çalışmasının bir sonucudur (Bjerre, 2011) (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: İzlanda çim evleri⁵¹.

⁵¹ kalad-karen.blogspot.com [Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2013].

Angkor Vat, Kamboçya'nın Siem Reap kentinde yer alan, Kral II. Suryavarman adına yapılmış bir tapınaktır. Dünya Kültür Mirası Listesi'nde yer alan tapınak 12. yüzyılda inşa edilmiş olmasına karşın günümüze dek oldukça iyi bir korunma altında ulaşabilmiştir. Bölgedeki tek dinsel yapı olarak günümüze kadar gelmiş olup Khmer mimarisinin en iyi örneklerindedir. Fransız doğa bilimci Henri Mouhot'nun anılar kitabında Angkor Tapınakları'ndan bahsetmesiyle dünya bu tarihi mirası tanımıştır. Şekil 4.5'deki Ta Prohm, Angkor'un en ilgi çeken tapınaklarından biridir. Tapınağın her tarafını sarmış devasa bitkiler duvarların, koridorların arasından çıkarak büyüleyici bir görüntü oluşturuyorlar (Glaize, 2009).



Şekil 4.5: Ta Prohm Angkor Tapınağı (Negroni, 2006).

Eski İnkâ Medeniyetinin 15.yy'da inşa ettiği fazla bilinmeyen Machu Picchu şehrinin bahçeleri bir mimari ve mühendislik harikası yapılarıdır. Bu Urubamba Nehri'nin yukarısındaki Amazon Ormanlarındaki eski Peru'ya ait şehir üç asırdan fazla kayıp iken 1911'de Hiram Bingham tarafından yeniden keşfedildi. Subtropikal iklime ve bereketli topraklara sahip olan Machu Picchu bitkileri gür arazilerini, taraçalı peyzaj düzenlemelerini, bulutların yukarısına kadar çıkan yüksek dağlık alanlarındaki bitkilerle kaplı duvarlarını günümüze kadar muhafaza etmiştir. Bu şaşırtıcı bölgede çeşitli ağaçlar,

yosunlar, çalılıklar, eğrelti otları, egzotik çiçekler, özellikle dikkat çeken Orkide varyeteleri çok iyi gelişmiştir (Taylor, 2013) (Şekil 4.6 ve Şekil 4.7).



Şekil 4.6: İnka Medeniyeti⁵².



Şekil 4.7: Machu Picchu şehri (Şimşek, 2008).

⁵² <http://www.gezinti.com> [Ziyaret Tarihi: 5 Eylül 2012].

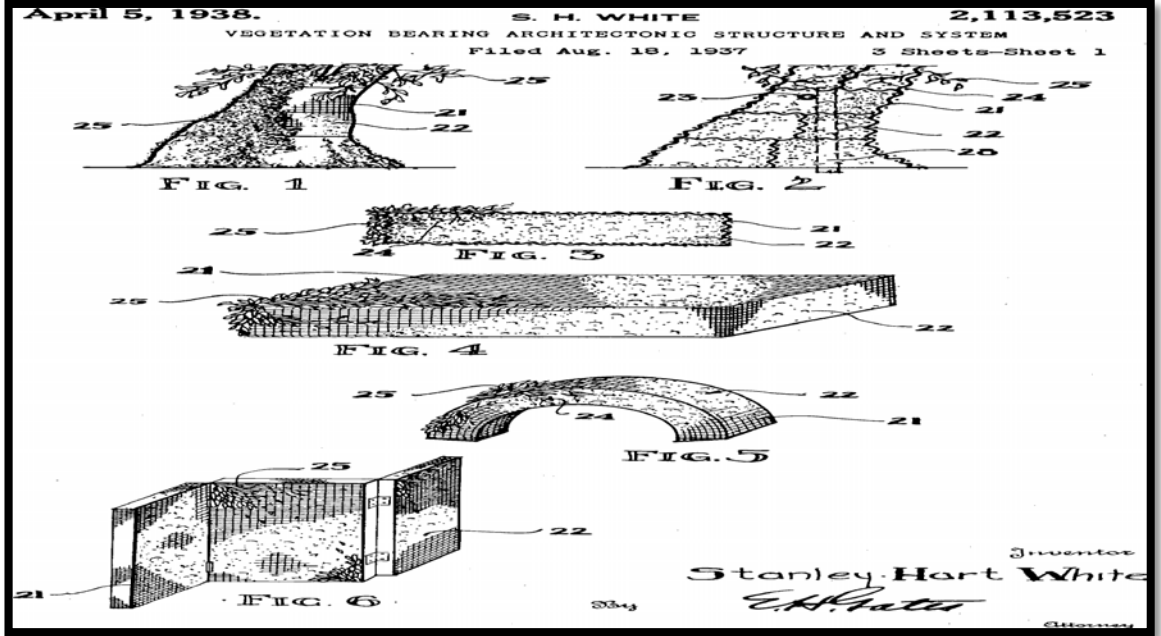
XIV. ve XVI. yüzyıllarda Rönesans zamanında manastır bahçeleri ve Avrupalı ev sahipleri arasında duvarda meyve yetiştirmek moda olmuştu. Ev sahipleri düşün oldukları en yeni ve egzotik meyveleri cephelerin karşısında yetiştiriyor ve onları düzenli olarak bizzat buduyorlardı, bu süreçte sıcaklığın korunaklı hale geldiği cepheler yetiştirme süreci açısından mükemmel bir habitat alanı olarak şekilleniyordu. 1650 ile 1830 yılları arasında meyvelik duvarlar oldukça popülerdi ve XIV. Louis'nin aşağı yukarı 1680 yılında Versailles'daki saray bahçesinin konstrüksiyonu buna en iyi örnektir [Kaynak: (Robles, 2004) Aktaran: (Ottele, 2011)].

XVII ile XVIII. yüzyıllar arasından başlayarak Kuzey Amerika'daki Virginia creeper (*Parthenocissus quinquefolia*) Amerikan sarmaşığı, Alman tırmanıcı trompet çiçeği olan *Campsis* ve Hollanda borusu olarak bilinen *Loğusaotu* (*Aristolochia* spp.) Avrupa'ya getirildi. Yüzyılları aşkın duvarlarda ve cephelerde bitki yetiştiriciliği bakımından çeşitli teknikler kullanıldı fakat dikey bahçelerin yaratılması son yıllarda özellikle olanaklı hale geldi çünkü artık insanlar sağlam zeminlerden elde ettikleri bitkileri dikim kutularına dikerek bu yapının tesisini gerçekleştirebiliyorlardı (Lambertini, 2007).

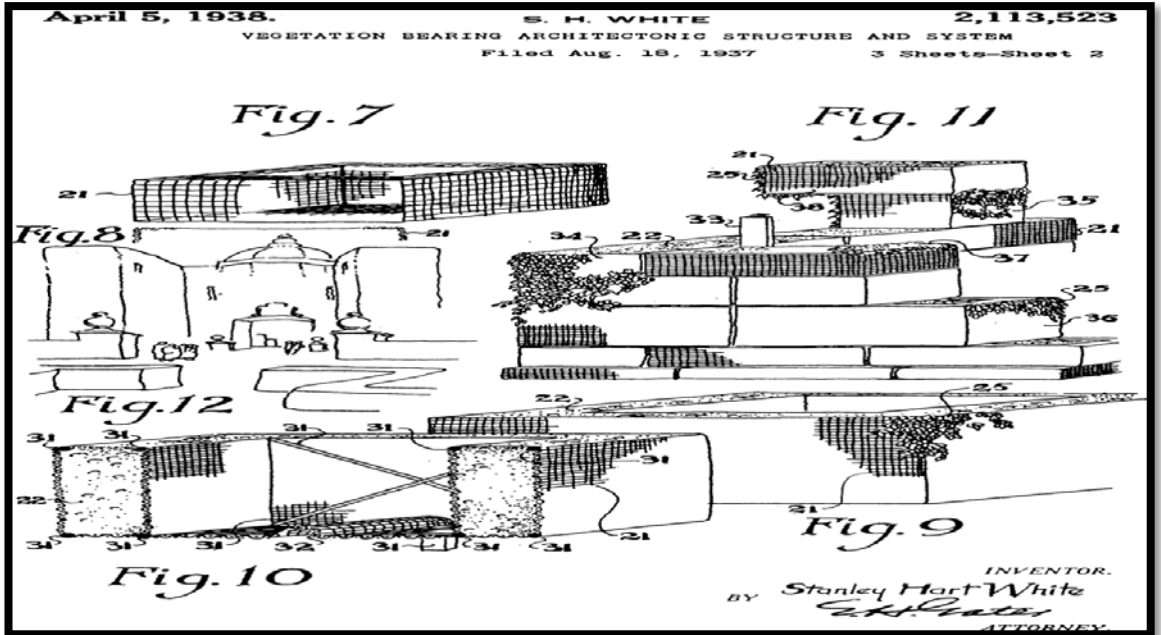
Bitkilerin duvarlardaki doğal kolonizasyonu insan eliyle ya da hiçbir müdahale olmaksızın gerçekleşebiliyordu. Herkes barınaklarının kısmen ya da tamamen bitkilerle özellikle de duvarsarmaşığı ile kaplanacağını biliyordu. Nemli tropikal iklimlerde ormanda yetişen bitkiler aynı şekilde insanların tesis ettiği herhangi bir yapıda da yetişebiliyorlardı. Amerika'nın merkezindeki ve Güneydoğu Asya'daki tapınaklarda bu gibi bitkilerle kaplı sayısız dikey bahçe örneklerine rastlamak mümkündür. Bahçelerde yaratılan yöresel bitkilerle kaplı dikey bahçeler 19. yy'ın Avrupa'sındaki romantik dönem için bir ilham kaynağıydı (Bjerre, 2011).

Mimari nedenlerin dışında son yüzyıllarda insanlar kentsel alanlarda yeşil alanların zorunluluğunun farkına varmışlardır. Bu nedenle 19. yüzyıldaki çoğu Avrupa şehrinde basit cephelerin kaplanması için odunsu tırmanıcılar sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Almanya'da 1980'lerin başlangıcında şehirlerde yeşil için teşvik programları geliştirildi [Kaynak: (Köhler, 2008) Aktaran: (Ottele, 2011)].

İllinois Üniversitesi'nden Peyzaj Mimarlığı Profesörü Stanley Hart White ilk modern dikey bahçelerin oluşturulmasıyla ilgili çalışmalar yapmış ve 1938'de oluşturduğu dikey bahçelerin patentini almıştır (Hindle, 2012) (Şekil 4.8 ve Şekil 4.9).



Şekil 4.8: Bitki taşıyan mimari yapı sistemleri A.B.D Patentli, mucit Stanley Hart White (Hindle, 2012).



Şekil 4.9: Bitki taşıyan mimari yapı sistemleri A.B.D Patentli, mucit Stanley Hart White (Hindle, 2012).

İlk hidroponik dikey bahçe konseptlerinden biri büyük ölçüde Burle Max, Lucia Costa ve Le Corbusier gibi ünlü mimarların işbirliği ile 1930'larda yaratılmıştır. Bu isimler Rio de Jenerio'da Sağlık ve Eğitim Bakanlığı için doğal toprağın girmediği bir asma bahçe tasarladılar ve uyguladılar (Lambertini, 2007).

Çoğunlukla duvarlarda yetiştirilen bu bitkiler daha sonra problem oluşturmaya başlamıştır. Bitkinin kökleri sert yapının döşemesine ve derz aralığına sızarak yapının mukavemetini zayıflatmaktadır. Duvarın içinde su infiltrasyonuna neden olarak küf ve don olaylarıyla yapının kırılganlığını artırır, alçak degradasyona ve büyük tahribatlara yol açacak kadar zarar verebilirler. Bu gibi problemler 20. yy'ın son çeyreğinde teknolojinin de gelişimine paralel olarak daha gelişmiş ve düzenli ürünlerin ortaya çıkmasıyla giderilebildi (Bjerre, 2011).

1920'lerde İngiltere ve ABD'de bahçe şehir hareketiyle ev-bahçe bütünleşmesi ve bahçelerde pergola, ızgaralı konstrüksiyon sistemleri ve bunların üzerinde tırmanıcı sarmaşıkların kullanılması dönemi başlar (Anon., 2008).

1988'de paslanmaz çelik kablolu sistemlerle tanışılır. 1990'ların başında ABD marketlerine kablo ve tel-halat ağ sistemleri ve modüler ızgara panel sistemleri girer. 1994'te Toronto'da Kanada Life Binası'nın iç mekanında biyo-filtrasyon sistemli yeşil duvar uygulanır. Dikey yeşil sistemlerin gelişimine dair benzeri örnekleri çoğaltmak mümkündür. Ancak 1988'de Fransız botanikçi Patrick Blanc, hidroponik dikey bahçe teorisini geliştirdi ve ilk dikey bahçe örneğini Fransa'da Bilim ve Endüstri Müzesi'nde gerçekleştirdi (Anon., 2008).

Dikey bahçeler diye tanımlanan organik sistemlerin modern mimarının inorganik yapılarıyla, özellikle penceresiz, süslemesiz yavan çıplak duvarlarıyla bütünleşmesi, yeni tip yaşayan mimarının beklentisidir. Yaşayan mimari çok disiplinlidir; mimarların, mühendislerin, peyzaj mimarlarının ve hortikültüristlerin katkı ve yeteneklerinin ortak ürünüdür. Bu ürünle sağlanan ekonomik, sosyal ve çevresel yararlar, sağlıklı kentlerin ölçütüdür (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

4.2 DİKEY BAHÇE SİSTEMLERİ

Dikey bahçe sistemleri çerçevesinde kullanılan malzeme ve katmanlar, tasarım, sulama-gübreleme-sisleme sistemleri, aydınlatma sistemleri, dikey bahçelerin bakım boyutu

literatür verileri, dünyadan ve Türkiye’den dikey bahçe örnekleri doğrultusunda değerlendirilmiştir.

4.2.1 Dikey Bahçelerde Kullanılan Malzemeler ve Katmanlar

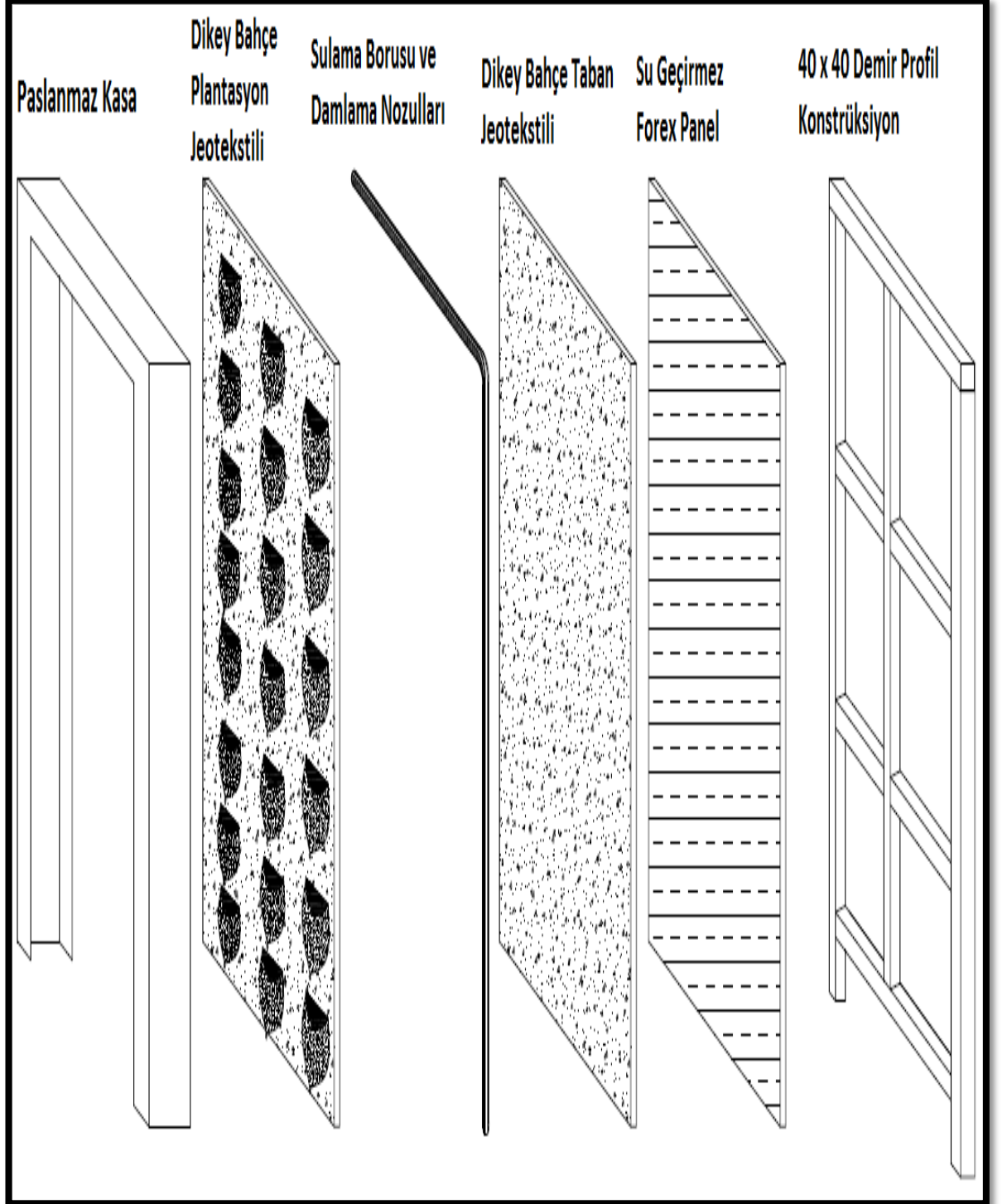
Dikey Bahçelerde kullanılan katmanların başında taşıyıcı malzemeyi oluşturan metal, alüminyum, paslanmaz, galvaniz ya da galvanizle kaplanmış metal konstrüksiyonlardan oluşan yapılar gelir. Bu taşıyıcı konstrüksiyon malzemeleri dikey bahçenin tesisinin yapılacağı ana duvardan 10 cm açılarak duvara ankrajlarla bağlanır. Burada amaç termik izolasyonun sağlanmasıdır.

Su geçirmez paneller bu taşıyıcı konstrüksiyon malzemelerine vidalar yardımıyla tutturulur. 1. kat özel karışimli jeotekstil keçe ya da benzeri malzeme su geçirmez panel üzerine zımbalar ile tutturulur. Sulama sistemi boruları belirlenen aralıklarla bu tabakaya döşenir. Daha sonra 2. kat özel karışimli jeotekstil keçe yine zımbalarla tutturulur. Dikey bahçenin belirlenen tasarımı 2. kat jeotekstil keçe üzerine çizilir. Su geçirmez paneller üzerine kat kat döşenen bu özel karışimli jeotekstil keçe tabakaları dikey bahçe sistemi içerisindeki suyun dengeli ve homojen dağılımını sağlar. Bu jeotekstil keçe örtüleri küflenmemektedir (Şekil 4.10 ve Şekil 4.11).

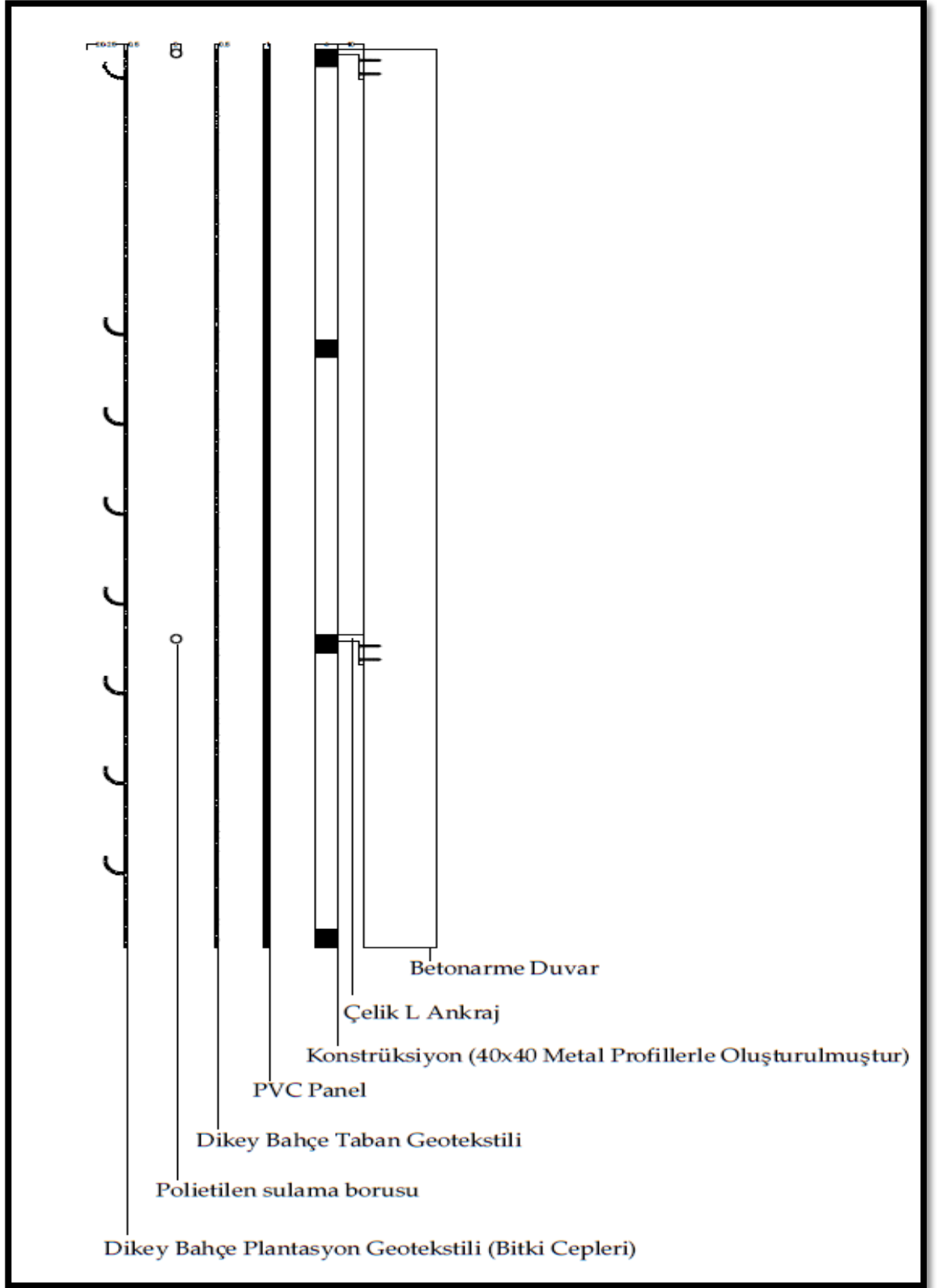
Daha sonra dikey bahçenin ısı ve ses yalıtımını sağlayan dış çerçevesi ve drenaj kanallarının montajı sağlanır. Bitkiler toprağından çıkarılarak belirlenen tasarımın çizgisini taşıyan jeotekstil keçe üzerinde açılan ceplere konular ve zımbalar yardımıyla dikilir. Bitkinin yetişme ortamında toprak kullanılmadığı için yük metrekare başına yalnızca 30 kilogramdır. Böylelikle hiçbir boyut ve ağırlık kısıtlaması olmadan dikey bahçeler her duvara uygulanabilmektedir (Şekil 4.10 ve Şekil 4.11).

Duvarlara hidroponik yani topraksız olarak dikilen bitkilerin besin ihtiyacı makro ve mikro besin elementlerini içeren özel karışimli besin çözeltileri ile sağlanır. Dikey bahçelerin tümünde genellikle belirli aralıklarla devreye giren ve bitkilerin gereksinim duyduğu su ve besin maddelerini otomatik olarak tüm yüzeye ileten otomatik sulama ve gübreleme sistemi ile bitkiler yaşamlarını devam ettirmektedirler. Dikey Bahçe otomatik sulama ve gübreleme sistemleri dikey bahçenin ihtiyacı olan su ve besin maddelerini bitki köklerine taşıyan sistemlerdir. Bu sistemler uzaktan kumanda

edilebilen tamamen otomatik, filtrasyonlar, iyonizer sistemleri, uyarı sistemleri ihtiva eden profesyonel sistemlerdir.



Şekil 4.10: Dikey bahçelerde kullanılan malzemeler ve katmanların perspektif görünüşü (Silvanus, 2012).



Şekil 4.11: Dikey bahçelerde kullanılan malzemeler ve katmanların kesiti (Silvanus, 2012).

Otomatik sulama ve gübreleme sisteminin bir bileşeni olan bir timer cihazıyla sulamanın ve gübrelemenin hangi gün, hangi saatlerde, ne kadar süreyle verileceği ayarlanır.

Bazı hidroponik olmayan kompleks yapı gösteren dikey bahçelerde hidroponik sistemlerde kullanılan jeotekstil keçe katmanlarının da kullanıldığı saptanmıştır. Brandium Alışveriş Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması bu dikey bahçelere bir örnektir. Bu dikey bahçe özel tasarlanmış kafes sistemlerden oluşturulmuştur. Her bir modül için 40 x 40 demir profiller kullanılmaktadır. Bu kafes sistemi içerisine aynı şekilde jeotekstil keçeden oluşturulmuş ve alt kısmı kafes sistemine monte edilirken sert köpük (starafor köpük) desteklenmiş, PVC yapıştırıcı ile yerleştirilen keçeden bir kutu vardır. Bu keçeden dikdörtgen prizma şeklinde kutu, bitkinin yetiştirme ortamını oluşturmaktadır. Bitkinin yetiştiği ortamda %60 kokopit denilen (20 X20) ithal özel bir besin içeriği, %30 piriç tanesi şeklinde perlit ve %10 normal torf vardır. Bu malzemeler hafifliklerinden dolayı dikey bahçenin de ağırlığını önemli derecede hafifletmektedir.

4.2.1.1 Konstrüksiyon (Taşıyıcı Profil)

Dikey bahçe sistemi türlerinin her birinin farklı bir konstrüksiyon kurgusu vardır. Hatta aynı türde ifade edilen dikey bahçelerde bile tesisi gerçekleştiren firmanın tercihleri, müşterinin istekleri ve daha bir çok etkenin devreye girmesi sonucu zaman zaman konstrüksiyonel açıdan farklılıklar gözlenebilmektedir.

Dikey bahçelerde taşıyıcı profil olarak genelde kullanılan konstrüksiyon malzemeleri şunlardır:

- 1) Metal konstrüksiyonlar
- 2) Paslanmaz konstrüksiyonlar
- 3) Galvaniz kaplama metal konstrüksiyonlar
- 4) Alüminyum konstrüksiyonlar

Dikey bahçelerde metal konstrüksiyon kullanmak az üretiminden ve daha az yer kapladığından dolayı hem daha ekonomik hem de birbirini tamamlayarak sürdürülebilir açıdan plastik konstrüksiyonlara göre daha avantajlıdır. Ayrıca metal konstrüksiyonlar diğerlerine nispeten daha yaygın bir kullanıma sahiptir.

Dikey bahçelerde taşıyıcı metal konstrüksiyon olarak çelik profiller (I, T, U, Z, Kutu profiller), NPU demirler (U profil), NPI (I profil) demirler v.s statik hesaplara bağlı olarak uygun kesitli profillerle uygun ölçülerde karkas oluşturmak üzere kullanılmaktadır.

Dikey bahçelerde taşıyıcı konstrüksiyon olarak kullanılan paslanmaz konstrüksiyonlar bütün konstrüksiyonlar arasında en sağlıklı ve en pahalı olanıdır. Paslanmaz konstrüksiyon olarak genelde çelik malzeme kullanılmaktadır.

Demirin bol olması, kolay ve ucuz elde edilmesi nedeniyle çeliğin de kullanımı çok yaygındır. Ancak çelikte de, demirde olan paslanma (oksidasyon) durumu mevcuttur. Paslanma kısaca demirin havadaki oksijen ile birleşmesidir. Aslında bu elektrokimyasal bir reaksiyondur. Bu nedenle malzemenin bir yerinde başlayan paslanma boyanın altından geçerek diğer bir yerde ortaya çıkabilmektedir⁵³.

Sadece demir ve çelik değil diğer metaller de paslanabilmektedir (örneğin; alüminyum, pirinç, bronz gibi). Ancak onlarda malzeme ile oksijenin birleşmesinden oluşan çok ince tabaka, daha oluşur oluşmaz malzemenin hava ile temasını keserek koruyucu bir rol oynamakta, paslanmanın ilerlemesini önlemektedir. Bu tabaka o kadar incedir ki, malzemenin rengi hemen hemen değişmez. Demirdeki paslanmanın özelliği onun ve oksijen atomlarının boyutlarındaki büyük farktan dolayı yüzeyde sağlam bir birleşme olamaması, paslanmanın malzemenin içine nüfuz etmesi, sadece görüntünün değil mukavemetin de bozulmasıdır⁵³.

Paslanmada havadaki nemin de etkisi büyüktür. Reaksiyondaki su miktarı pasın rengini de belirlemektedir. Bu nedenle pasın rengi siyah veya çok koyu kahverengi olabildiği gibi sarımtırak da olabilmektedir. Paslanmanın hızını artıran faktörlerden bir diğeri de tuzdur. O da bu elektro-kimyasal reaksiyonun hızını arttırır. Kışın kar nedeni ile yollarına tuz dökülen yerler ve deniz kenarlarında paslanma daha hızlı olmaktadır⁵³.

Paslanmaz çelikten önce, paslanmayı önlemek için malzeme boyanıyor veya galvaniz kaplanıyordu. Bu çözümler de özellikle sağlık ve gıda sektöründe başka sorunlar yaratıyordu. İlk paslanmaz çeliği Harry Brearley, 1913 yılında tesadüfen keşfetmiştir. Tüfek namluları için çeşitli metalleri birleştirerek deneyler yaparken bazılarının

⁵³ <http://www.duraltasarim.com/celik-malzeme-nin-ozellikleri.html> [Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2013].

paslanmaya karşı dirençli olduklarını görmüştür. Her büyük buluşta olduğu gibi, o da bunu sanayicilere kabul ettirebilmek için uzun bir uğraş vermiştir⁵³.

Krom gibi bazı metaller, atom boyutlarının birbirine yakın olmasından dolayı oksijenle çok kolay ve süratli birleşirler. Kalınlığı birkaç atom olacak kadar çok ince ama çok sağlam bir tabaka oluştururlar. Başka reaksiyon olmaz. Bu tabaka zedelense bile tekrar oluşur. Krom belli bir oranda çeliğe katılırsa yine aynı olay olur, çelik artık paslanmaz. Paslanmaz çeliğin içinde yüzde 10–30 krom vardır. Bu orana ve eklenecek nikel, titanyum, alüminyum, bakır, sülfür, fosfor ve benzeri elemanlara bağlı olarak kullanım yeri değişir⁵³.

Dikey bahçelerde taşıyıcı sistem olarak galvaniz kaplama malzemeler de kullanılmaktadır. Galvaniz kaplama sıcak daldırma galvaniz ve soğuk galvaniz yani elektrolitik galvaniz kaplama olmak üzere 2 çeşittir. Sıcak daldırma galvaniz, erimiş saf çinko ile kaplandığından en uzun ömürlüsüdür. 80-90 mikron arası kalınlıkta kaplama sağlar. Soğuk galvanizleme ise elektrolitik dalgalar ile metal üzerinde çok ince bir tabaka oluşturur⁵⁴.

Sıcak daldırma galvaniz görsellik açısından elektrolitik kaplamaya göre daha mat bir renktedir. Fakat sıcak daldırma galvanizin bir çok avantajı vardır örneğin; sıcak daldırma galvaniz kendi kendini onaran tek kaplamadır⁵⁴.

Deniz suyu ve nemli ortamda en uzun süre dayanıklılığından dolayı sıcak daldırma galvaniz soğuk galvanize nispeten tercih edilmektedir. Sıcak daldırma galvaniz maliyet açısından elektrolitik galvaniz kaplamaya oranla daha pahalı olabilir⁵⁴.

Galvaniz kaplamalar büyük partiler halinde birçok parçanın kısa zamanda teminine olanak tanınmasından dolayı daha az iş gücü ve düşük maliyetiyle ekonomiktir. 15-20 yıl bakım ve onarım gerektirmeden kullanılır. Üretimin durması mümkün olmayan, ulaşılması zor yerlerde onarım yapma problemi ortadan kalkar. Deniz suyu içinde 10-15 yıl en ağır endüstriyel bölgelerde 15-20 yıl normal atmosferik şartlarda 40 yıl ömrü vardır. Kaplama kalınlığı tam ölçüldüğü için ömrü önceden tahmin edilebilir. Sıcak daldırma yöntemi ile galvanizlemede tam koruma bir kaç dakikada elde edilirken 4 kat boya işlemleri için 1 haftalık zamana ihtiyaç duyulur. Çelikle yapışarak metalurjik bağ

⁵⁴ <http://galder.org.tr/v1/kat-16/teknik-bilgiler.html> [Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2013].

kurabilen kaplama prosesidir. Bundan dolayı taşıma, depolama, sevkiyat ve montajda mekanik hasarlara karşı dirençlidir. Malzemenin içi, dışı, köşe ve tüm yüzeyi çinko ile kaplanır. Çelik, sıcak daldırma yöntemi ile üç yönlü korunur. Birincisi çinkonun yavaş yavaş kendini feda etmesi, ikincisi mekanik hasarlarda çinko tarafından oluşturulan korozyon ürünlerinin oluşturduğu koruma, üçüncüsü hasar gören bölge büyük olduğunda çinko kaplamanın, çeliğe göre daha elektro negatif olmasından dolayı çelikten önce korozyona uğrayarak çeliği korumasıdır. Sıcak daldırma galvaniz kaplama TS EN ISO 1461, ASTM-A-123, DIN 50976, standartlarına uygun olarak yapılıp yapılmadığının kontrolüdür. Testler dijital kaplama kalınlığı ölçme cihazı veya tahribatsız muayene ölçüm aletleriyle kolayca yapılıp standartlara uygunluğu karşılaştırılır⁵⁴.

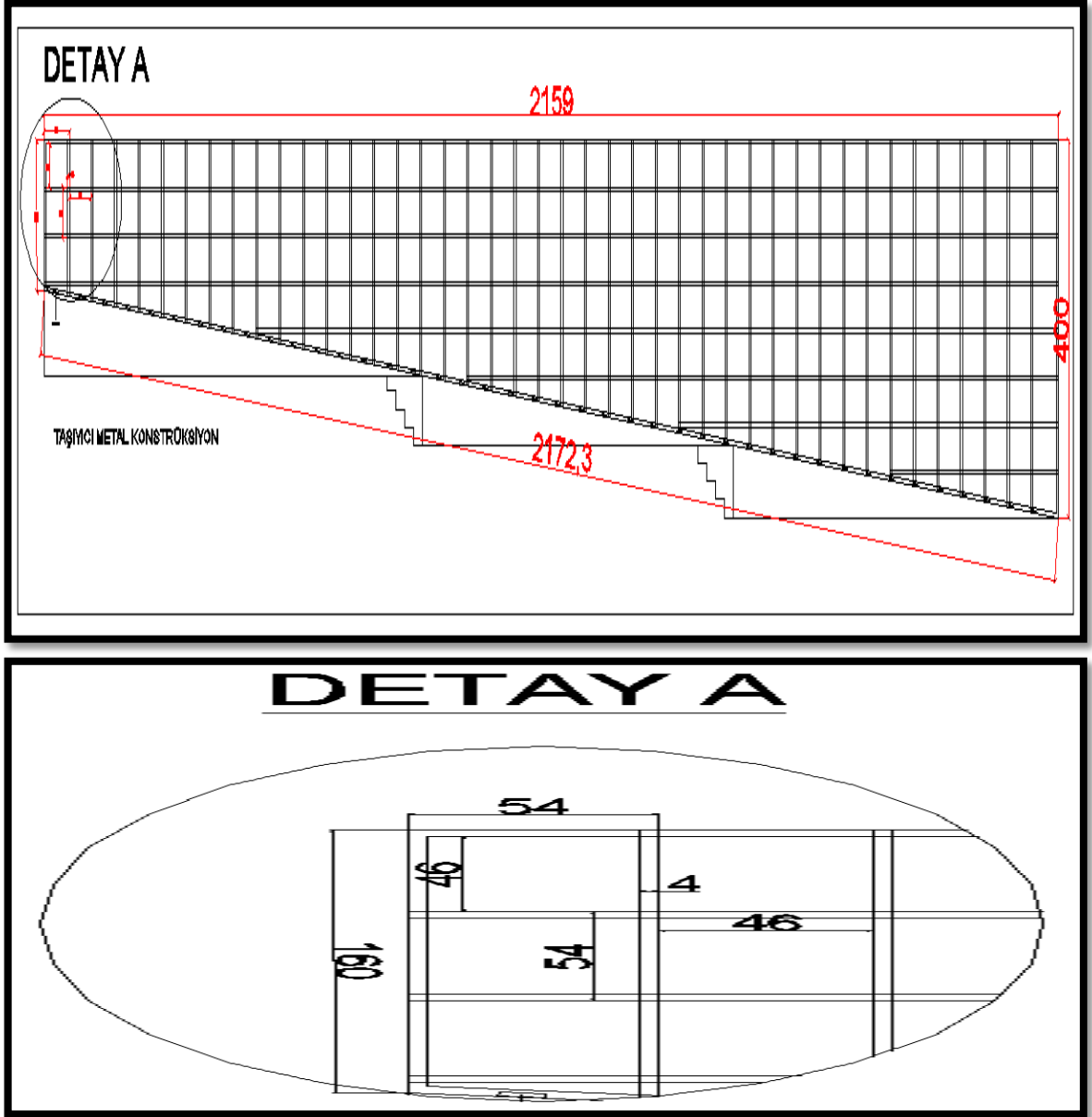
Ağırlığın problem olabileceği yerlerde dikey bahçe tesisinin sağlıklı gerçekleşebilmesi için taşıyıcı malzeme olarak alüminyum konstrüksiyonlar kullanılabilir. Alüminyum konstrüksiyonlar tesis edilen dikey bahçelerin daha hafif olmasını sağlar. Özellikle bina cephelerinin kaplanmasında tercih edilmektedirler.

Alüminyum konstrüksiyon taşıyıcı malzemeler metal konstrüksiyonla tesis edilen dikey bahçelerle karşılaştırıldığında; metal konstrüksiyon, dikey bahçenin tümünün yarı ağırlığını oluştururken, alüminyum bu yarı ağırlık payını 1/3'e düşürmektedir. Bu da o dikey bahçeyi statik açıdan daha kullanışlı hale getirmektedir. Örneğin; alüminyum malzeme aynı hacimdeki bir çelik malzemenin ağırlığının ancak üçte biri kadar ağırlıktadır.

Alüminyum malzemeler hava şartlarına karşı dayanıklıdır. Alüminyum'un yansıtma kabiliyeti yüksektir. Gümüşü beyaz renginin bu özelliğe olan katkısı ile beraber gerek iç gerekse dış mimari için cazibeli bir görünüme sahiptir. Alüminyumun bu güzel görünümü, anodik oksidasyon (eloksal), lake maddeleri vs. gibi uygulamalar ile uzun müddet korunabilmektedir. Hatta, birçok uygulamada tabii oksit tabakası bile yeterli olmaktadır. Çeşitli alüminyum alaşımlarının mukavemeti, normal yapı çeliğinin mukavemetine denk veya daha yüksektir. Alüminyum elastik bir malzemedir. Bu nedenle ani darbelere karşı dayanıklıdır. Ayrıca, dayanıklılığı düşük sıcaklıklarda azalmazken çeliklerin düşük sıcaklıklarda ani darbelere karşı mukavemeti azalmaktadır.

Alüminyum'a şekil vermek için döküm, dövme, haddeleme, presleme, ekstrüzyon, çekme gibi tüm metodlar uygulanabilmektedir⁵⁵.

Dikey bahçe sistemlerinin tesisinde yukarıda bahsedilen konstrüksiyon malzemelerinden en uygunu seçildikten sonra taşıyıcı profil inşa edilir (Şekil 4.12 ve Şekil 4.13).



Şekil 4.12: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında taşıyıcı sistem detayı.

⁵⁵ <http://www.aluminyumsanayi.com/aluminyumprofilgenel.htm> [Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2013)].



Şekil 4.13: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında ilk olarak taşıyıcı profiller oluşturulmuştur.

4.2.1.2 Su Geçirmez Paneller

Patrick Blanc dikey bahçe tesisinde destek eleman olarak ilk yıllarda ahşap paneller de kullanıyordu. Fakat zamanla bu malzemeden yapılan panellerin ancak 3 ile 5 yıl bozulmadan düzenli bir sulama gerçekleştirebildiklerini tecrübe etti. Bu panellerle tesis edilen dikey bahçelerde daha sonra sulama örtülerinde ve bitkilerde kısmen çökmeler ve yıkımlar gerçekleşerek sistem başarısızlığa sürükleniyordu.

Bunun üzerine dikey bahçelerde destek yapı için farklı materyaller test edildikten sonra, genişletilmiş Polivinil Klorür (PVC) panellerde karar kılınmıştır. Böylece dikey bahçe

sistemine bu malzemeden dolayı başka özellikler de kazandırılmıştır. Bunlar; hafiflik, örtünün panele tutturulması gerektiğinde zımba tabancasının aksiyonuna karşı çatlamalara ve kırılmalara mukavemetli bir yapıda olması gibi.

Jeotekstil keçeden oluşan dikey bahçe sistemleri hidroponik yani topraksız bitki yetiştiriciliğinin amaçlandığı ve yüksek oranda nem içeren yapılar olduğu için taşıyıcı konstrüksiyona su geçirmez bir çeper tespit edilir. Bu su geçirmez çeperler genelde Polivinil Klorür (PVC) panellerdir. Bu PVC katmanı mevcut duvar yapısının bitki destekli jeotekstil keçe katmanından izole edilmesini sağlar (Şekil 4.14 ve Şekil 4.15).



Şekil 4.14: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında taşıyıcı sistemi üzerine PVC Panelin montajı.



Şekil 4.15: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında taşıyıcı malzemenin üzerine PVC panellerin vidalarla tutturulması.

Dikey bahçelerde destek yapı sistemi karmaşık bir yapı göstermez. Fonksiyonel olarak dayanıklı olmalıdır, böylece dikey bahçeye ve onu oluşturan sistemlere mukavemet kazandırır. Destek yapıyı oluşturan panellerin şekli ve formu özel karışımli jeotekstil keçe katmanlarının, üzerine monte edilebilmesine izin verecek şekilde sınırlıdır. Bu panellerin korozyona karşı dirençli, mümkün olduğu kadar sürdürülebilir bir yapıda olması gereklidir.

Destek yapıyı oluşturan su geçirmez panellerin güvenli bir şekilde tesisi gereklidir, tesisteki bir başarısızlık bitkilerde ciddi hasarlar hatta ölümler meydana getirebilir.

PVC levhalar iç ve dış mekan dikey bahçe sistemleri için ideal malzemelerdir. Toz PVC hammaddesinin içine ajan denilen kimyasallar homojen bir biçimde karıştırılarak çekme hattında üretilen levhalardır. Bu işlemin yapılmasındaki amaç malzemenin yoğunluğunu düşürerek birim başına kullanılan PVC miktarını azaltmak, böylelikle kaynakları daha doğru kullanmaktır. PVC foam levhalar piyasada dekota ya da foreks olarak da bilinmektedir. Tam türkçe karşılığı köpük PVC levhadır. Hafif bir malzemedir. Dolayısıyla işleme, taşıma ve istifleme rahatlığı sunmaktadır. Malzemenin özgül ağırlığı düşürüldüğü için de sert PVC'ye göre çok daha ekonomiktir. Alternatif üretilen malzemelere göre (köpük polistren, fotoblok vs.) hayli öndedir. Bu malzemelerden daha düzgün bir yüzeye sahiptir. Daha rijit, daha işlenebilir, daha uzun ömürlüdür⁵⁶ (Tablo 4.1 ve 4.2).

Tablo 4.1: PVC Foam (Dekota) Levha ölçüleri⁵⁶.

Kalınlık	Ebatlar (mm)
mm	
3	1560 x 3050
4	1260 x 2010
5	1560 x 3050
9	1260 x 2010
10	1560 x 3050
15	1260 x 2010
19	1560 x 3050

⁵⁶ http://www.malzemeci.net/Dekota-6mm-PVC-Foam-Levha_1742.html#0 [Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2013)].

Tablo 4.2: PVC Foam (Dekota) Levha Teknik Özellikleri⁵⁶.

TEKNİK ÖZELLİKLER	BİRİM	DEĞER	STANDART
Özgül Ağırlık	g/cm ³	0,50 - 0,70	DIN EN ISO 1183
E-Modüllü	Mpa	1100	ISO 527 (50mm/min)
Darbe Dayanımı	kJ/m ²	17,2	ISO 179/1 Eu
Darbe Dayanımı, Çentikli	kJ/m ²	3,1	ISO 179/1 Ea
Gerilme Dayanımı	Mpa	19,5	ISO 527 (50mm/min)
Esneme Dayanımı	Mpa	32,9	ISO 178 (2mm/min)
Kenar Sertlik	D	44-47	ISO 868
Yüzey Direnci	ROEΩ	2,00E+14	DIN IEC 60 167
Ses Direnci	ROEΩ	1,86E+14	EIN IEC 60 167
Dielektrik Sabiti	Er	1,8-2,1	DIN 53 483
Genleşme Katsayısı	10 ⁴ / K	6X10 ⁻⁵	DIN 53 752
Sıkıştırma Dayanıklılığı	N/mm ²		
Vicat Yumuşama Noktası	oC	57	ISO 306 (B 50)
Isı Saptırma Sıcaklığı	oC	57	ISO 75 - 2 (1,8 Mpa)
Su Emilimi	%	0,9	ISO 62 (216 saat sonra)
Ses Yalıtımı	Db	24-28	DIN ISO 717-1
Isı İletkenliği	W/M ² k	3-3,7	DIN 52 612
Tolerans Uzunluğu	mm	+8 - 0,00	
Tolerans En	mm	+1 - 0,00	

Dikey bahçelerde su geçirmez katman olarak 6 mm kalınlıktaki su kontrplakları da kullanılabilir (Şekil 4.16). Su geçirmez tabakanın önüne tutturulan jeotekstil malzemenin sürekli nemli tutulması gereği nemin fazla olduğu yerler olan dikey bahçe sistemlerinde su kontrplakları, üretiminde kullanılan özel tutkallar (Fenol formaldehit) sayesinde yüksek dayanım göstermektedir.

Su kontrplakları, normal kontrplaklardan daha dayanıklıdır ve her yerinde aynı mekanik özelliklere sahiptir, boşluklar yoktur. Su kontrplağın şekil verilmesi, kesilmesi ve bükülmesi genellikle fiberglasstan daha iyidir. Bu kontrplak (Göknaar hariç) çarpılmaya ve çatlamaya karşı dirençlidir.

Su kontrplakları dikey bahçe sistemlerinin taşıyıcı konstrüksiyonu üzerine 170 yatay x 220 dikey boylarında ankre edilmektedir.



Şekil 4.16: Su kontrplağı⁵⁷.

4.2.1.3 Büyüme Ortamları

Genel olarak hidroponik yani topraksız bitki yetiştirilmesinin amaçlandığı sistemlere dayanan dikey bahçelerde taşıyıcı konstrüksiyona dikey olarak tespit edilen su geçirmez PVC panellerin üzerine tutturulan keçe katmanları sistem içerisinde bitki besini ihtiva eden su ile sürekli nemli tutulur. Bu tekniğin öncüsü Patrick Blanc'tır (Ibanez, 2010).

Hidroponik bir teknikle tohumlar, çelikler ya da hali hazırda yetişmiş olarak bitkiler özel hazırlanmış keçe tabakalarına yerleştirilir. Kökler bu keçe tabakası tarafından sabit tutulur ve böylece hava sirkülasyonu sağlanır. Keçe çürümeye karşı dayanıklıdır ve onun yüksek kapilaritesi (kılcallığı) su dağıtımının iyi bir şekilde gerçekleştirilmesine izin verir. Bu daha sonra hafif metal çerçeveye perçinlenmiş su geçirmez zar niteliğinde 10 mm kalınlıktaki bir PVC katmanına monte edilir. Keçe; nemi ve besinlerin ilave edilmiş olduğu suyu devamlı korur. Ayrıca sulama ve gübreleme otomatik bir şekilde gerçekleştirilir (Ibanez, 2010) (Şekil 4.17, Şekil 4.18 ve Şekil 4.19).

⁵⁷ <http://www.segerorman.com.tr/urunler/kontrplak/marine-kontrplak> [Ziyaret Tarihi: 11 Aralık 2013].



Şekil 4.17: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında PVC panellerin üzerine 1. kat keçe katmanının zimbalarla tutturulması.



Şekil 4.18: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında 1. kat keçe katmanının üzerine otomatik sulama sisteminin kurulması ve sulama borularının döşenmesi.



Şekil 4.19: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında 2. kat keçe katmanının zimbalarla 1. kat keçe katmanına tutturulduktan sonra bitkilendirme işlemine geçilmesi.

Bitki yerleşimini daha kolay yapabilmek için arkaya yerleştirilen PVC yapıya paslanmaz çelik kancalarla iki katmandan meydana gelen keçe örtü tutturulur. İlk katmanda bir kesici yardımıyla bir kaç santimetre uzunlukta (5 ile 10 cm arası) bitkinin ölçülerine bağlı olarak yatay açıklıklar yaratılır. Bitkinin kökleri iki katmanın arasına gelecek şekilde gömülür (Ibanez, 2010).

Bu jeotekstil keçe örtü sisteminin özellikle altı çizilen avantajlarından biri bitki köklerinin yalnızca kenarlarındaki sınırlamalarla birlikte tamamen özgürce gelişimini sağlamasıdır. Bütün çalılar ve küçük otsu bitkiler aralarında kök düzeyinde bir rekabet olmaksızın bir arada var olmaları sağlanır. Buna, bu keçe örtünün suyu ve besinleri bütün yüzeye denk getirerek her bir köke ulaşacak şekilde dağıtmasıyla ulaşılır (Ibanez, 2010).

Keçe katmanları öncelikli olarak sıcaklık değişimleri nedeniyle deforme olmayan ve zamanla zarar görmeyecek bir yapılanmaya sahip olan ince bir malzemedir. Liflerin arasındaki küçük boşluklar don olaylarında, yapısal bir malzeme özelliği içermediğinden dolayı genişler. Bu nedenle PVC panel ve keçe örtü arasına polipropilen dokuma filmi yerleştirilerek sistem sağlamlaştırılmalıdır. Nem oranındaki sürekli değişiklikler çürümeye yol açabilir, fakat bu gerçekleşmez çünkü bu malzeme akrilik dokuma kumaşın aksak olan yanlarının iyileştirilmesiyle oluşmuştur. Bu keçe örtü bitkinin köklerinin yerleşiminde rol oynar, bu nedenle bitkilerin gelişiminde de suyun ve besinlerin emilimlerini kolaylaştırarak sorumluluk alır. Aslında su iletimini sağlayan bu keçe örtüsü yosun ve alglerle kıyaslanabilecek derecede ince bir katmana sahiptir (Ibanez, 2010).

Toprak biyolojisi üzerine yapılan bütün araştırmalar mikroorganizmalarla bitkilerin önemli karşılıklı etkileşimlerde bulduklarını işaret eder. Mantarlar ve bitki kökleri arasındaki türlere bağlı olarak dahili veya harici bu karmaşık işbirliği suyun ve mineral tuzların bitki köklerine emilimine izin verir ve önemli derecede artırır. Genel bir kural olarak, bu mikroorganizmalar alt tabaka iyi oksijenlenmiş olduğu zamanlarda bitki köklerine bağlantılar yaparak daha iyi gelişmesine yardımcı olur. Sulamanın ve gübrenmenin düzenli ve homojen olarak gerçekleşmesini sağlayan bu jeotekstil keçe örtü havadaki oksijenle doğrudan temas ettiği için dikey bahçelerde de bu kural aynen işlemektedir (Ibanez, 2010).

Bitki kökleri ile temas halinde yaşamlarını sürdüren mikroorganizmalar; sanayiden, yaşamımızı kolaylaştıran araçlardan yayılan, insanların ve hayvanların biyolojik aktiviteleri sonucu oluşan pestisitler, uçucu organik bileşikler gibi toksik organik molekülleri az ya da çok miktarda dönüştürebilir. Şehirlerdeki çeşitli türde partikülleri bu kimyasal kirleticilerin içine ilave edebiliriz. Elektrostatik kuvvetler özellikle kurak mevsimler boyunca bu partikülleri şehirlerde yaşayan bitkilerin yapraklarına çeker. Bu tortular sonunda yağmurların yağmasıyla yıkanır ve çözünür. Dikey bahçelerde yaprak yüzeylerinin yanısıra bitkiye büyüme ortamı oluşturan keçe tabakası da partikülleri tutar. Yakalanır yakalanmaz partiküller su yardımıyla ayrıştırılır ve mikroorganizmalar kimyasal elementlerin içine sızarak bitkinin onları daha kolay bir şekilde absorbe etmesini sağlar (Ibanez, 2010).

Genel süzgeçlerden farklılık gösterecek şekilde zaman zaman temizlenmeye ihtiyaç gösterir. Sulamanın ve gübrenmenin düzenli ve homojen olarak gerçekleşmesini sağlayan keçe örtüsü bu elementleri havayla teması sayesinde yakalar ve hızlıca mineralize eder ve onları bitki kökleri tarafından emilebilir duruma getirir. Geçirdiği biyolojik süreçler, sistemin kendi kendini yenilemesi örneğin ölü kökün yerini yeni canlı bir kökün alması gibi ya da dışarıdan toz partikülleri, suda asılı halde bulunan materyaller, kirleticiler ve diğer organik bileşiklerin yakalanması gibi olaylarda sistemi oluşturan öğelerin birbirini özümsemesi ve kaynaşması sayesinde keçe örtü geri döngülü bir mikroekosistem halini almıştır (Ibanez, 2010).

Yetiştirme ortamına yerleşen mikroorganizmalar ve mantarlar bozulan kökleri ve solan yaprakları çürütüp yapay keçede besleyici humus tabakasının oluşmasını sağlamaktadırlar. Böylece dikey bahçeler kendi mikro-ekosistemlerini kurabilmektedirler (Ibanez, 2010).

Dikey bahçe ve benzer türde hidroponik sistem içeren kompozisyonlar oluşturan firmalar kendilerine has keçe örtü karışımlarını oluşturmuşlardır. Bu keçelerin oluştuğu malzemeler farklı olduğu gibi benzer olsa da yüzdelerin farklılık göstermesinden dolayı işlevsellik açısından farklılık arz etmektedir. Bu jeotekstil keçe örtüsünün arkası genelde jütlüdür ve 350gr/m² ile 1000gr/m² arasında ağırlığa sahip olabilmektedir.

Değişik firmalar tarafından üretilen keçe cepler yüksek çekmeye (gerilmeye) dayanıklı ve esnek olabilmektedir. Yüksek kalitede termal yalıtım ve akustik özellikler içeren örneklerine de rastlamak mümkündür (% 66 gürültüyü azaltan faktör). Keçe örtüsü kolay kolay bozulmaz ve dibe çökmez, hipoalerjeniktir, güveye karşı dayanıklıdır, küf-pas ve kokuya dirençlidir, kanserojen ya da tahriş edici özellik taşımaz, hafif ve biçimlenebilmektedirler⁵⁸.

Dikey bahçelere bünyesindeki bitkilerin yaprakları, kökleri ve mikroorganizmalar geniş bir hava temizleme yüzeyi kazandırmaktadırlar. Karbonu tutup havaya oksijen vermektedirler. Havanın içindeki kirletici partiküller keçe tarafından yakalanıp yavaşça ayrıştırılmakta ve bitkisel gübreye dönüştürülmektedir.

Bütün bu kısıtlamalara rağmen başarılı bir bitki yetiştiriciliği için dikey bahçeyi oluşturan örtünün devamlı nemli olması sayesinde ve bitkinin terleme ile solunum olaylarını meydana getirmesi ile dikey bahçelerin kendi mikroiklimlerini yaratması sağlanmış olur. Eğer dikey bahçeyi oluşturan örtünün yüzeyinden belirli uzaklıklarda ölçümler yaparsak uzaklık artıkça nispi nem hızla azalmaya başlar (Ibanez, 2010) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Keçe örtüsünün yüzeyinden belirli uzaklıklarda ölçümler yapılırsa uzaklık artıkça nispi nem hızla azalmaya başlar (Ibanez, 2010).

Örtüden uzaklık	Nisbi nem
5 cm	%90
10-20 cm	%80
30-50 cm	%70
1m	%60-65
1.5 m	odanın nispi nemiyle dengede

Dikey bahçelerde büyüme ortamı olarak çeşitli keçe katmanlarının yanısıra köpük benzeri alt tabakalar da kullanılabilir. Dikey bahçelerde büyüme ortamı üzerine yapılan deneylerde kaya yününün büyük ölçüde başarısız sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Bu başarısızlığa neden olarak kaya yününün dengesiz olarak sıkıştırıldığı ve bazı bölgelerinde nemi daha fazla absorbe ettiği gösterilmektedir (Kaltenbach, 2008).

⁵⁸ <http://www.veticalgardensolutions.com>, 2011 [Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2013].

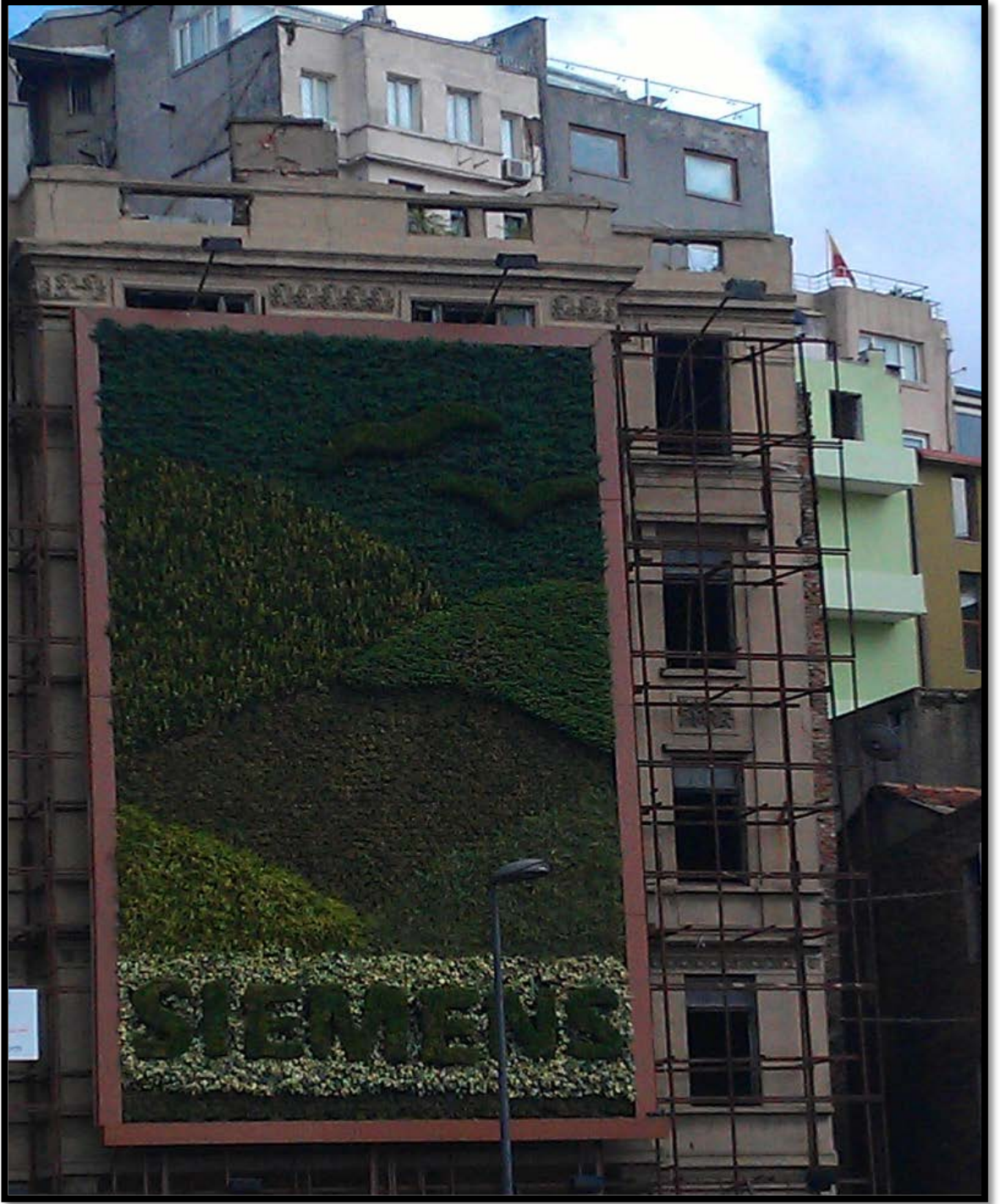
PVC yerine su kontrplaklarının kullanıldığı dikey bahçelerde kontrplak üzerine bitkinin nemini korumak ve sıcaktan etkilenmelerini azaltmak için 300 gr/m^3 keçe örtüsü (araya terleme ya da damlama sulama boruları monte edilmektedir) ve ipli taşıyıcılı sünger uygulanmaktadır. Bitki köklerinin yerleştirileceği keçe örtüsü kokusuz ve antibakteriyeldir. Kullanılan sünger ise; 300 gr/m^2 ebatlarında iki keçe tabakası arasına monte edilmektedir, demir profillerle taşıyıcılara sabitlenmektedir. Sünger; bünyesinde tutacağı besin ve su ile bitki köklerinin yavaş yavaş bu materyalleri bünyesine almasını sağlar. Sünger, keçe gibi; nem tutan ve antibakteriyel özelliklere sahiptir. Daha sonra 400 gr yapışkan bir malzeme keçe ile kontrplağa yapıştırılmaktadır. Keçe örtüsü kesilerek bitkiler keçe içerisinde açılan ceplere yerleştirilmektedir. Keçe örtüsü üzerine görsel amaçlı 120 gr/m^2 ebatlarında siyah keçe zımba atılarak kaplanabilmektedir.

4.2.1.4 Drenaj kanalları

Dikey bahçenin üst ve her iki yanında kenarlardan su akışını yönlendirme amaçlı yönlendirici kanallar mevcuttur (Şekil 4.20). Bu kanallar galvaniz veya paslanmaz metal, korten, fiber ve alüminyum kompozit malzemeden üretilmektedirler (Şekil 4.21).

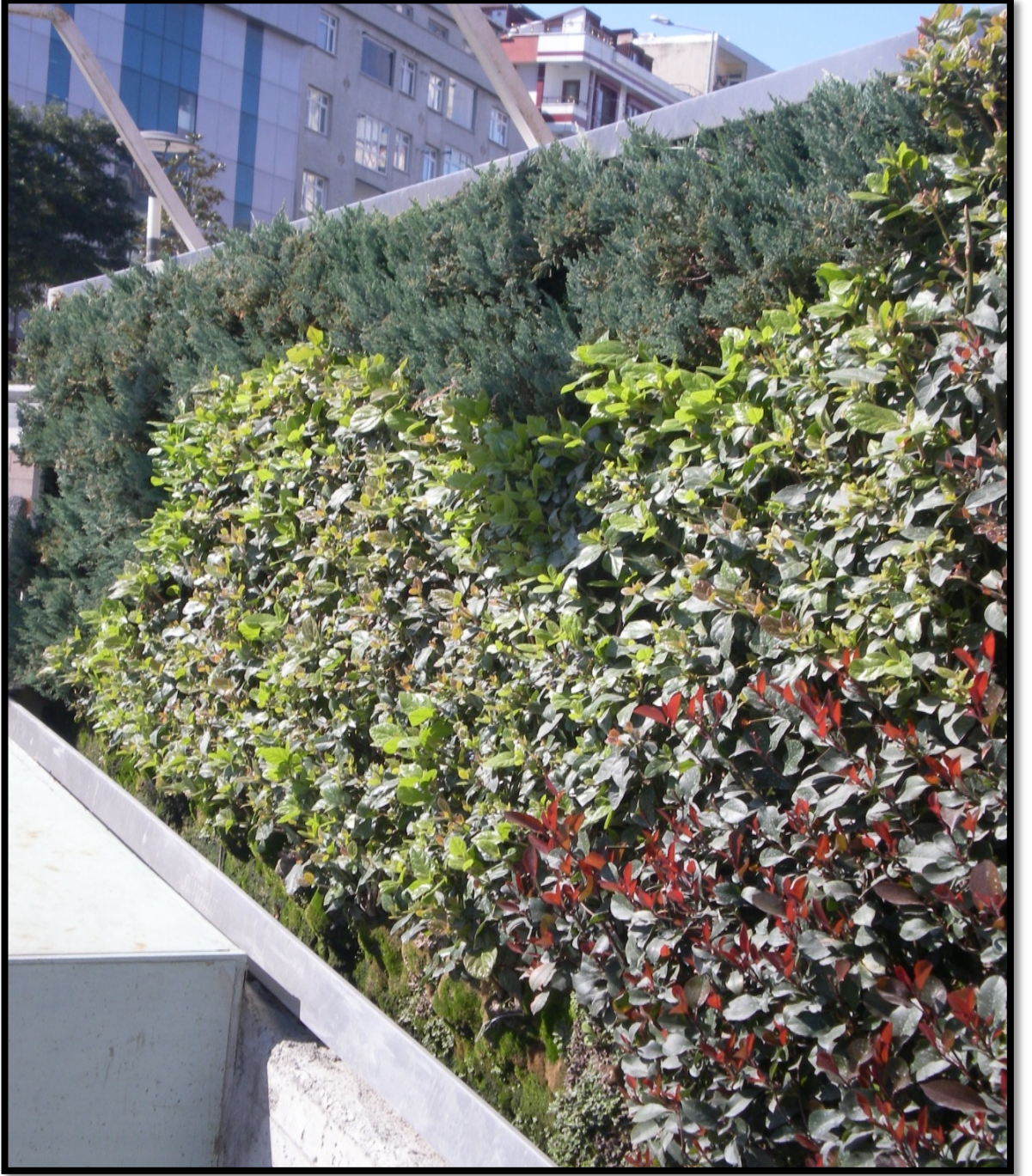


Şekil 4.20: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında üst ve her iki yanında kenarlardan su akışını yönlendirme amaçlı yönlendirici kanallar mevcuttur.



Şekil 4.21: Tarlabası Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'nda alüminyum kompozit malzemedен yönlendirici kanallar kullanılmıştır.

Dikey Bahçenin alt bölümünde yönlendirici kanalla aynı malzemedен üretilmiş bir drenaj kanalı monte edilmiştir. Bu drenaj kanalı atık suyu bünyesinde toplayarak tahliye etmektedir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında dikey bahçenin alt kısmındaki drenaj kanalı

4.2.2 Dikey Bahçelerde Tasarım

Dikey bahçe uygulamaları mimari yapılarda estetik çeşitliliği ve kaliteyi artırır. Başarılı bir dikey bahçe tesisi için planlama ve tasarım aşaması çok önemlidir. Tasarım ve planlama aşaması öncelikle bir tasarım ekibininin müşteriyile iyi bir koordinasyon

sağlayarak tesis edilecek dikey bahçe uygulamasına dair amaçları, hedefleri, sorunları ve proje olanaklarını tartışma süreci ile başlar.

Dikey bahçelerin tesisinde uygulamanın yapılacağı yerin coğrafik konumu, bitkisel tasarım aşamasında düşünülecek bitkilerin uygulama ortamına uyum yeteneğinin ve büyüme kalitesinin irdelenmesi, ortamda varolan rüzgarın yük açısından yapısal tasarım aşaması boyutunda değerlendirilmesi, bitkisel tasarım aşamasında düşünülen bitkilerin varolan rüzgarın şiddetine, kuraklığa, denize yakın yerlerde ise tuza karşı toleranslarının irdelenmesi, tesis edilen dikey bahçenin iç ve dış mekanda uygulanması durumuna göre bitki seçimi ve seçilen bitkilerin dikim ortamı kalitesinin irdelenmesi, iç mekan dikey bahçelerde elektriksel planlama bünyesinde doğru aydınlatma sisteminin kurulması, sisleme sistemine ihtiyaç varsa değerlendirilmesi, dış mekan dikey bahçelerde bitkisel tasarım aşamasında kullanılan bitkilerin güneş isteğinin, sıcaklık direncinin, hava ve su kirliliğine karşı direncinin değerlendirilmesi, hem yapısal hem de bitkisel tasarım aşamasında dikey bahçe uygulamasının görsel etkisinin göz önünde bulundurulması, dış mekan dikey bahçelerde kullanılan bitki materyallerinin budama toleransının tespiti, iç mekan ve dış mekan dikey bahçe uygulamaları için su teminin sağlanması, yapısal tasarım aşamasında kullanılan malzeme ve katmanların gerek iç gerekse de dış mekan dikey bahçe tasarımı için istenilen boyut ve düzende olmasının sağlanması v.b konular uygulamaya geçmeden önce ve uygulama aşamasında hayata geçmesi beklenen detaylardır. Bu detayların ayrıntılı bir şekilde planlanarak netleştirilmesi ve uygulama sonrasında bakım hususunun irdelenmesi gerekmektedir.

Eğer dikey bahçe dışarıda tesis edilecekse o yapının bulunduğu bölgenin coğrafik konumu oluşturulacak kompozisyonda tasarım aşamasının en önemli rolünü üstlenir. Dikey bahçe yapılırken o bölgenin enlem ve boylamının dikkate alınması gereği en önemli kriterlerden biridir (Ibanez, 2010).

Dış mekan dikey bahçeler için iklime en uygun bitki türleri belirlenir. İç mekan dikey bahçeler için bitki seçiminde dış mekana göre daha geniş bir bitki türü yelpazesi vardır. Dikey bahçe uygulaması için çözüme kolaylıkla gidebilecek en uygun tekstürde ve renklerde bitkiler tespit edilerek kullanılır.

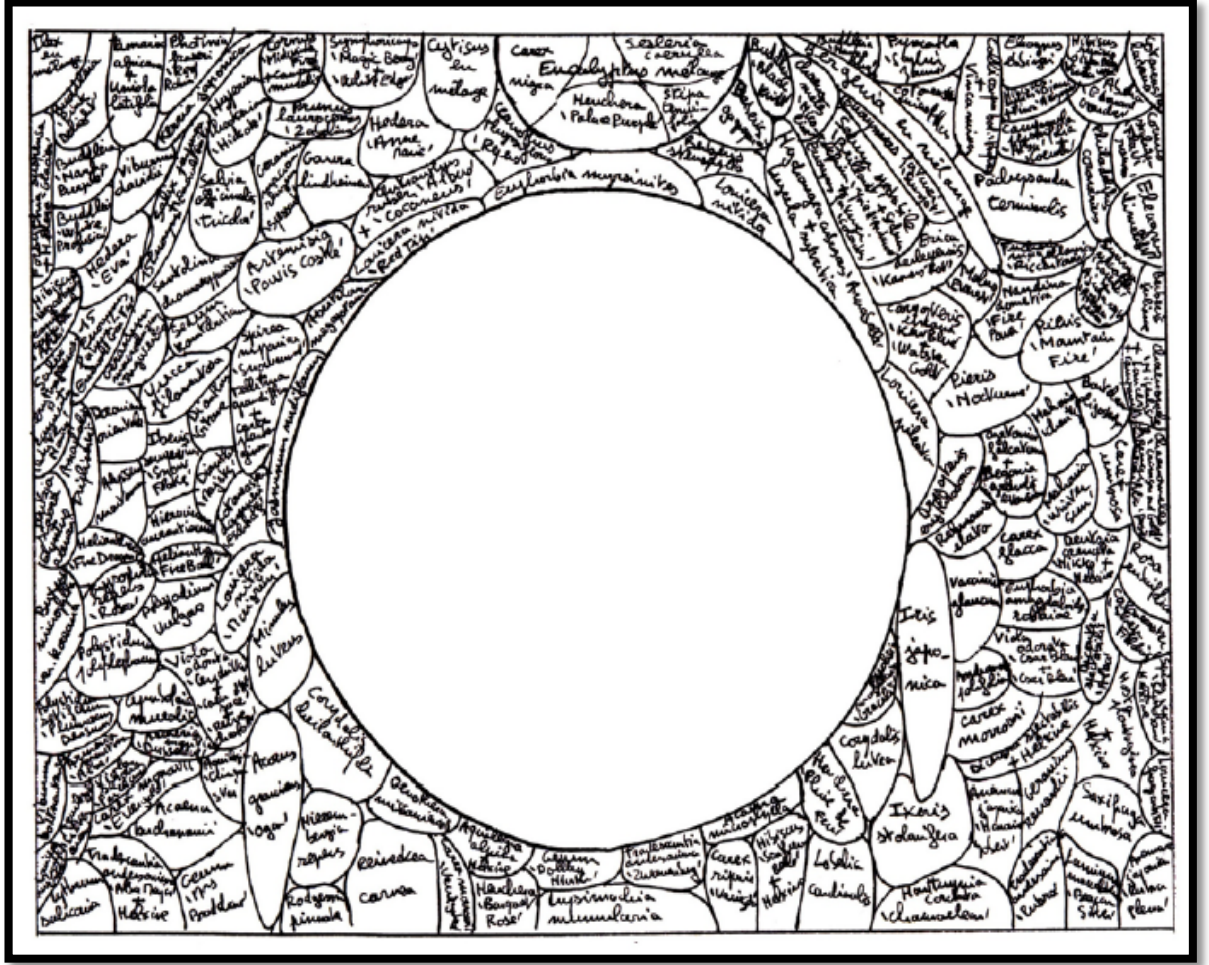
Bitkilerin yetiştirilmesi peyzaj mimarının ya da tasarımcının estetik unsurları gözönüne alınarak yapılır. Örneğin; genellikle kıvrıkcık şekilli türler daha çok kullanılır ve dikey bahçenin dik çizgilerinin yanına dikilerek daha doğal bir hava elde edilir, sert çizgiler yumuşatılmış olur (Ibanez, 2010).

Dikey bahçelerde bitkisel tasarım açısından daha küçük otsu bitki türlerinin dikey bahçenin alt kısımlarına ve daha büyük ve geniş olan çalı gibi türlerin cadde düzeyi sirkülasyon sorunundan dolayı en üst kısımlarına tesis edilmesi daha uygundur (Ibanez, 2010).

Peyzaj mimarı tarafından bitkiler estetik görünüşe uygun bir yerleşim gözetilerek yapıya tesis edilir. Örneğin; kavisli şekiller oldukça sık kullanılır ya da bir parça doğal gerçekliği muhafaza etmek amacıyla düşey hatlar yakın kullanılır (Ibanez, 2010).

Yan yana olan bitki türlerindeki gelişim hızını aralarındaki rekabetten ve hakimiyet kurma çabalarından sakınmak için benzer oranlarda tutacak düzenlemelerde bulunmak gerekmektedir. Dikey bahçelerin güçlü rüzgarlar, büyük sıcaklık farklılıkları ve dikey bahçenin üst kısmındaki iki sulama devresinde gerçekleşen buharlaşma gibi en çok maruz kalınan durumlarla baş edebilmesi için bitki türlerinin yerleşiminde bu hususların dikkate alınması gerekmektedir (Ibanez, 2010).

Dikey bahçelerin önemli bir özelliği görsel etkinliğidir. Bu bakımdan seçilen bitki türleri çok önemlidir (Şekil 4.23); istilacı, komşu bitkilere zararlı ve taşıyıcı keçeyi parçalayıcı özelliklerde olmamalıdır. En başarılı türlerden biri *Gaultheria procumbens* (Kışyeşili)'dir. Herdemyeşil olan bu bitki, çiçekli, dekoratif meyveli ve sürünücü özelliklidir. *Aster sp.* ve *Astilbe sp.* türleri gibi küçük otsu ve yumrulu bitkiler uygundur. Herdemyeşil yayılıcı *Saxifraga spp.* türleri örneğin *Saxifraga fortunei* (Taşkırın) potansiyel olarak çok tercih edilenidir. Japonya'da *Evonymus japonicus* (Taflan) formları popülerdir. Çünkü bu çalının hava kökleri dikey yüzeylerin örtülmesi bakımından idealdir. Patrick Blanc tarafından yaratılan şahane canlı duvarların dayanağı floristik çeşitliliktir. Teknolojisi hidroponiktir; sıvı besinle topraksız bitki yetiştirme teknolojisidir [Kaynak: (Blanc, 2008) Aktaran: (Seçkin, 2012)].

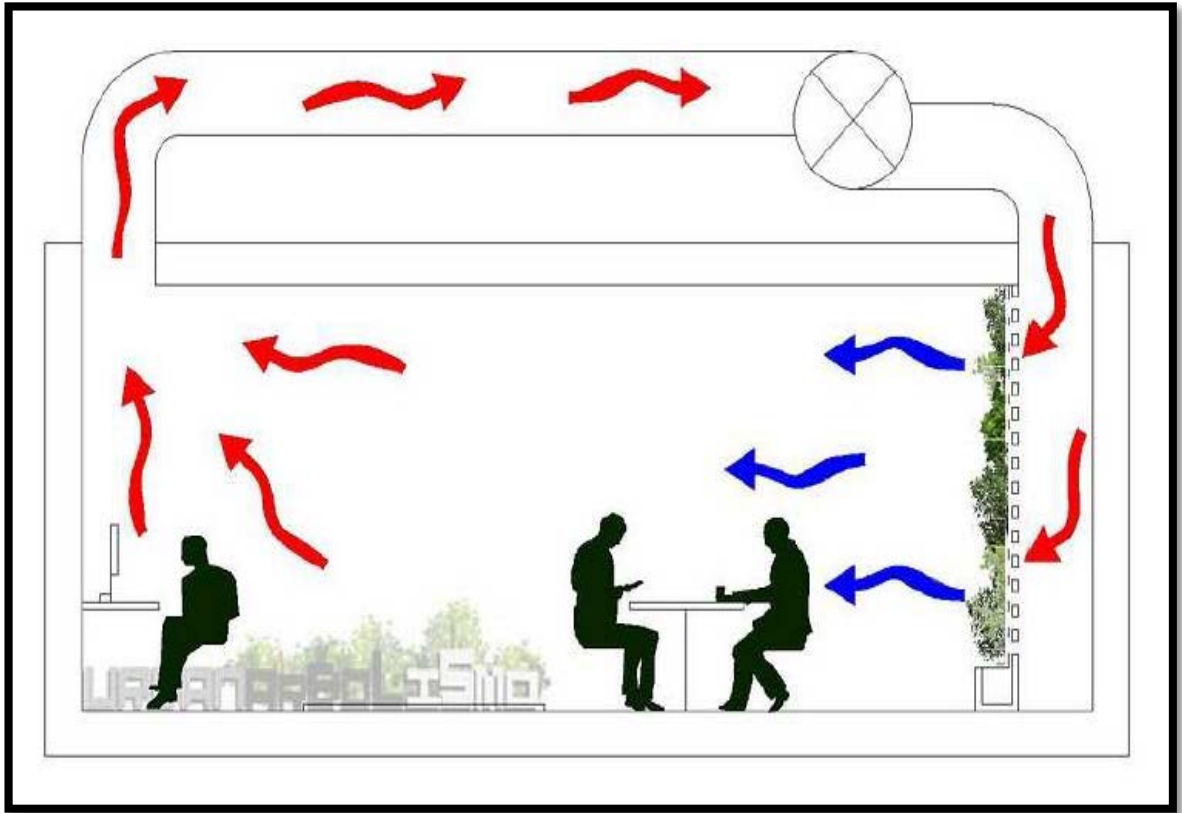


Şekil 4.23: Dikey Bahçelerde bitkisel tasarım (Blanc, 2010).

Dikey bahçeler yalnızca estetik değil, fonksiyonel amaçla da kullanılmaktadır. Dikey bahçeler fonksiyonel açıdan aktif ve pasif dikey bahçe olmak üzere 2'ye ayrılabilir. Dikey bahçelerin fonksiyonel açıdan bu şekilde sınıflandırılmasının sebebi yapısal tasarımında mekanik ventilasyon sisteminin kullanılabilmesi durumudur. Bünyesindeki ventilasyon sistemleri aracılığıyla ortamdaki hava kalitesinin artırılmasını sağlayan aktif dikey bahçelerin iç mekanda ya da dış mekanda tesis edilmesi durumunda sistem tipolojisi açısından benzerlikler olmasına rağmen bazı farklılıklar da göze çarpmaktadır. Dış mekanda dikey bahçe uygulamalarında dışarıdaki hava iç mekana filtre edilerek aktarılırken, iç mekanda dikey bahçe uygulamalarında ise fanlar vasıtasıyla ortamdaki hava dikey bahçeye iletilir ve dikey bahçe bünyesindeki bitkiler kök ve yapraklarıyla havayı filtre ederek ortama yeniden kazandırır (Şekil 4.24). Pasif dikey bahçelerde herhangi bir mekanik ventilasyon sistemi entegrasyonu söz konusu değildir. Bundan dolayı biyolojik filtrasyonun aktif bir şekilde gerçekleştirildiği aktif dikey

bahçelere nispeten ekolojik açıdan pasif bir etkisi olmakla beraber bünyesinde bulunan bitkiler sayesinde havadaki partikülleri tutabilmekte, delikli panel ile duvar arasındaki boşluklu yapıda ise hava sirkülasyonunun geçişini sağlayarak ortamdaki havanın iyileştirilmesine katkıda bulunabilmekte ve böylece düşük de olsa bir filtrasyon gerçekleştirebilmektedir.

Toprak biyolojisi üzerine yapılan bütün araştırmalar mikroorganizmalarla bitkilerin önemli karşılıklı etkileşimlerde bulduklarını işaret eder. Mantarlar ve bitki kökleri arasındaki türlere bağlı olarak dahili veya harici bu karmaşık işbirliği suyun ve mineral tuzların bitki köklerine emilimine izin verir ve önemli derecede artırır. Genel bir kural olarak, bu mikroorganizmalar alt tabaka iyi oksijenlenmiş olduğu zamanlarda bitki köklerine bağlantılar yaparak daha iyi gelişmesine yardımcı olur. Sulamanın ve gübrenmenin düzenli ve homojen olarak gerçekleşmesini sağlayan bu jeotekstil keçe örtü havadaki oksijenle doğrudan temas ettiği için dikey bahçelerde de bu kural aynen işlemektedir (Ibanez, 2010).



Şekil 4.24: Aktif İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması (Ibanez, 2010).

Aktif dikey bahçelerde kullanılan vantilasyon sistemleri modüler yaşayan duvarlarda daha etkin bir şekilde kullanılabilir. Bunun nedeni modüler yaşayan duvarların boşluklu yapıya daha uygun olmaları ve böylece hava alış verişinin kolaylıkla gerçekleştirilebilmesidir. Ayrıca vantilasyon sistemleri yeşil cephelerde de kullanılabilir.

Dikey bahçeler fonksiyonel açıdan hava kalitesinin iyileştirilmesi ve ortamın termal dengesinin sağlanmasına katkıda bulunmasının yanısıra çirkin görüntülerin kapatılması ve gizlenmesi (servis alanları, depolar, mekanik ekipmanlar v.s) gerek iç gerekse de dış ortama bir hareket kazandırması, mimarinin yarattığı keskin hatları yumuşatması, 2 boyutlu yapılara ekstra bir boyut kazandırması, modern mimarinin yarattığı yapay ortama doğal rengi ve tekstürüyle canlılık katması v.b konularda katkıda bulunmaktadır.

Günümüzde estetik kaygılar dikey bahçe sistemlerinin tasarımında öncelikli konumdadır. Kentleşme ve modernleşmenin etkisiyle yapılaşmış çevrenin hacminin önlenemez artışı geniş geçirimsiz yüzeyleri de beraberinde getirmektedir. Dikey bahçe sistemleri bu yapılaşmış çevrenin monoton, soğuk, cansız, yapay ve keskin durumunu gerek estetik gerekse de ekolojik boyutta iyileştirmek için önemli fırsatlar sunmaktadır. Dikey bahçe sistemleri bitkisel tasarımında uygulanan desenler ve şekilleriyle, bitkilerin renk ve dokuları hatta kokularıyla, bitki türlerinin farklı boyanarak yarattığı 3 boyutlu algısal yönlendirmeleriyle, kentleşme süreciyle doğadan uzaklaşılan günümüz çevresinde doğayı çağrıştıran unsurlarıyla doğala yakınlaştıran mekanlar tasarlamada benzersiz olanaklara sahiptir.

Dikey bahçeler özellikle ılıman iklim bölgeleri için yıl içerisinde mevsimler değiştikçe renk değiştirebilmektedir. Bu durumda dikey bahçe sistemlerinin bitkisel tasarım aşamasında bitki türlerinin seçimi büyük önem kazanmaktadır. Yıl içerisinde gerçekleşen bu değişikliklerden estetik açıdan olumsuz etkilenmemek için bitkiler dikey bahçenin tesis edileceği yerin coğrafik konumu göz önüne alınarak sisteme yerleştirilmelidir. Ayrıca kullanılan bitki türlerinde yavaş ve hızlı büyüyen türlerle bir kompozisyon oluşturarak, kış aylarına uyum sağlayan, yaz boyunca da çiçeklenen bitki türleri getirilerek estetik algı açısından etkileyici peyzaj görüntüleri elde etmek mümkündür.

Dikey bahçe sistemlerinde tasarım aşamasında bütün peyzaj mimarlığındaki bitkisel tasarımlarda olduğu gibi kullanılan bitki malzemesinin büyüdükçe nasıl bir boyuta erişeceği göz önüne alınmaktadır.

4.2.3 Dikey Bahçelerde Sulama ve Gübreleme Sistemleri

Dikey bahçeyi oluşturan bitkilerin yaşamsal fonksiyonlarının gerçekleşebilmesi için etkin şekilde tasarlanmış, sağlam, uzun ömürlü, görülebilir ve kolayca kontrol edilebilir bir su kaynağı ve sulama sisteminin oluşturulması gerekmektedir. Su kaynağının tükenmesi ve fark edilememesi durumunda bitkiler kısa sürede canlılığını kaybedebilmektedir.

Hidroponik dikey konstrüksiyon oluşumlarında bitkilerin büyüme ortamını oluşturan katmanların taleplerini karşılamak diğer dikey yeşil sistemlere nispeten daha kompleks bir durumdur. Özellikle dış mekan dikey bahçeler için hava koşullarının öngörülemediği durumlarda bitkilerin doğru oranda sulanmasının gerçekleştirilmesini garantilemek bir bilgisayar programıyla bile zor olabilmektedir (Kaltenbach, 2008).

Hidroponik olmayan modüler yaşayan duvar sistemlerinde sulamadaki işleyiş topraklı saksıda yetişen bitkilerle benzerlik gösterirken jeotekstil keçe örtüsünün kullanıldığı hidroponik dikey bahçelerde durum daha farklıdır. Bu sistemlerde amaç jeotekstil keçe örtüsünü sürekli olarak nemli halde tutmaktır. Daha sonra bitki köklerinin suyu absorbe etmesine izin verilir. Bu sonuca ulaşmak için, genellikle düşük yoğunlukta polyurethaneden yapılmış plastik bir tüp (suyun donma nedeniyle genişmesini tolere etmesi için) her 10 cm'de 2 mm delik bulundurarak yatay olarak dikey bahçenin en üstündeki kısma yerleştirilir. Yeterli su basıncı ile (Apartman tipi binalarda standart su basıncı olarak 3 bar yeterlidir) ve 10 metreden uzun olmayan boru parçaları kullanılarak oluşturulan boru hattıyla yıl içinde etkisini gösteren mevsimler, dikey bahçenin konumu ve dış etmenlere maruz kalma riski, bitki türlerinin seçimi gibi faktörlere bağlı olarak günde üç ya da beş kez sulaması gerçekleştirilmektedir (Ibanez, 2010).

Tarımda ve bahçecilikte kullanılan seyreltik bir besin çözeltisi (litre başına 0.2 gr'dan 0.3 gr'a kadar) 10 kereden daha az kullanılmaya alışıktır. Sulama, biriken yağmur sularından sağlandığında bu sulara kalsiyum karbonat eksikliğinden dolayı yararlı demir elementinin emilimi engellendiğinden daha düşük konsantrasyonda olması

gerekmektedir. Havuzlardan ya da atık sulardan sağlanan kullanılmış suların kullanılması halinde besin çözeltileri gerekmez (Ibanez, 2010).

Dikey bir bahçe her gün metre kare başına 0.5 ile 5 litre arasında suya gereksinim duyar. Miktardaki bu büyük farklılık dikey bahçenin güneş ve rüzgar gibi dış etmenlere açık olmasından, yıl içerisinde etkisini gösteren mevsimlerden ve suyun geri dönüşümlü olarak kullanılma şeklinden kaynaklanır. Bu ortalama kentsel parklar ve su bahçelerinde kullanılan miktarlarla kıyaslandığında oldukça düşük değerlere tekabül etmektedir (Ibanez, 2010).

Şehirlerdeki muslukta akan suyun genelde bazik değerde olması ve yüksek oranda kalsiyum içermesi dikey bahçeyi oluşturan alt tabaka için bir problem teşkil etmektedir. Özellikle pH değeri olarak 4.5-5.5 gerektiren turba yapan yosunların varlığı için büyük bir sorundur. Sağlıklı bitkiler için topraktaki besinler yaklaşık pH olarak 6-7 değerlerine gereksinim göstermektedir. Bundan dolayı şehir suyunun pH'ını etkisiz hale getirmek için fosforik gübreler ya da yüksek asit gübreleri ilave edilmektedir. Fabrika üretimi 21-7-7 yüksek asidik özellik gösteren NPK gübreleri bunun için tavsiye edilmektedir (Cooney ve diğ., 2004).

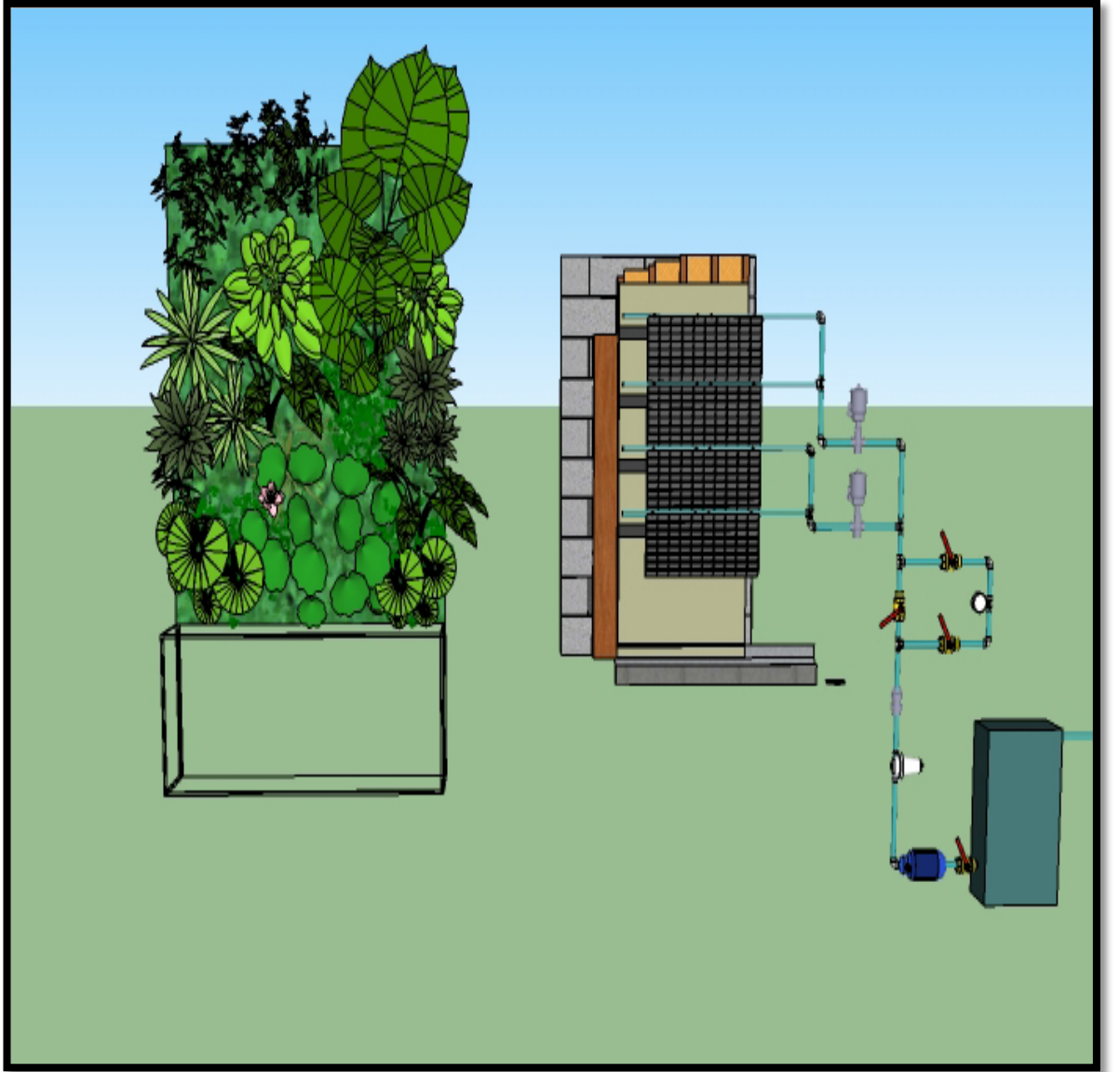
Otomatik sulama ve gübreleme sistemi dikey bahçenin bulunduğu yerde uygun bir yerde konumlandırılmaktadır. Bir su deposu vasıtasıyla toplanan şebeke suyu hidrofor aracılığıyla uygun basınçta sulama sistemine iletilecektir (Şekil 4.24 ve Şekil 4.25).

Otomatik gübreleme sisteminin dozlama ünitesi mekanik olarak çalışabilmektedir ve gerektiğinde doz yüzdesi istenilen düzeye mekanik olarak çekilebilmektedir. Gübre tankı bazı dikey bahçelerde değişmekle birlikte genelde 100 litre kapasiteye sahiptir (Şekil 4.24 ve Şekil 4.25).

Sulama sisteminde kullanılacak vanalar debi kontrollü ve basınç düşürücü takılabilir niteliktedirler. Otomatik sulama ve gübreleme sistemini yöneten timer cihazı dikey bahçenin bütün kısımlarını farklı zamanlarda farklı programlarla besleyebilme özelliğine sahip olması gerekmektedir (Şekil 4.24 ve Şekil 4.25).

Bu sistemin girişinde mevcut basınca dayanıklı disk filtre kullanılmaktadır. Suyun kireçli olduğu bölgelerde dikey bahçe sisteminin zamanla zarar görmemesi için kireç iyonozeri kullanılabilir (Şekil 4.25 ve Şekil 4.26).

Sulama sistemini oluşturan borular ihtiyaca göre 16'lık, 20'lik polietilen sulama boruları ve 25-32'lik PPRC borular v.s olabilmektedir. Dikey bahçe sistemi tipine göre ayarlı dripper damlatıcılar veya basınç regüleri damlatıcılar kullanılabilir (Şekil 4.25 ve Şekil 4.26).



Şekil 4.25: Dikey bahçelerde sulama ve gübreleme sistemleri kesit ve görünüşü (Silvanus, 2012).



Şekil 4.26: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında otomatik sulama ve gübreleme sistemi yukarıdan aşağıya soldan sağa sırayla; gübre tankı, dozatron, timer, basınç regülatörü, filtre, sisleme pompası, selenoid vanalar, kireç iyonozeri.



Şekil 4.26(devam): Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında otomatik sulama ve gübreleme sistemi yukarıdan aşağıya soldan sağa sırayla; gübre tankı, dozatron, timer, basınç regülatörü, filtre, sisleme pompası, selenoid vanalar, kireç iyonozeri.

Sulama sistemi otomatik olarak çalışan, sistem içine yerleştirilmiş terleme borularıyla da sağlanabilmektedir. Terleme boruları arası mesafe 50'şer cm olacak şekilde (1 m'ye 2 sıra) dikey bahçe içerisine monte edilmektedir. Kurulacak sistem, bir depo ve hidrofor tarafından beslenmektedir. Sert polietilen borular ile ana hat üzerine yerleştirilen selenoid vanalar suyun dağılımını gerçekleştirmektedir.

Tam otomatik sistem; selenoid vana, ithal terleme boruları ve timerdan, fittingler ve borular ise 10 atü basınca dayanıklı yumuşak polietilen borulardan oluşmaktadır.

Minimum 500 lt'lik su deposu (mevcut şebeke suyu kullanılacaksa kesintisiz olması gerekmektedir), 4-6 bar hidrofor ve bağlantılarının temini ve tesisi, Ø 32 mm su çıkışının getirilmesi ve Ø 70 mm su giderinin tesisi gerçekleştirilmektedir. Hidrofor basıncı normal şartlarda 4-6 bardır. Hidroforla su deposu geçişinde kullanılacak borular 40 mm polietilen malzemedir.

Dikey bahçelerde otomatik sulama ve gübreleme sisteminin kontrolünün sağlandığı oda genelde minimum 1 m yüksekliğinde ve 2 m² alana sahip olmaktadır.

4.2.4 Dikey Bahçelerde Sisleme Sistemi

İç Mekan Hidroponik Dikey Bahçelerde sisleme sistemi uygulandığında, sulama sisteminin yanında nem oranının artmasına katkıda bulunmaktadır. Sisleme sistemi ihtiyaçtan fazla kullanıldığında potansiyel olarak tehlikeler barındırmasına rağmen dikey bahçenin her tarafında kaygan bir bölge meydana getirir. Eğer ıslak zemini çevreleyen, duvarın her tarafını sınırlayan bir drenaj ve yönlendirici kanal kullanırsa, iç mekan hidroponik bir dikey bahçe için sisleme sistemini uygulamaya koymak mümkün olabilir (Cooney ve diğ., 2004).

İç Mekan Dikey Bahçelerde kullanılan bitkiler tropikal bitkiler olduğundan %70 ile %90 arasında değişen nem oranına ihtiyaç duyarlar. Türkiye'de dikey bahçenin uygulandığı alanda iç mekan için bu bitkilerin nem gereksinimine karşın havanın bu nem düzeyine erişmesine imkân yoktur. Bundan dolayı bitkilerin yaprak uçlarında kurumalar, yaprak ayasında yanıklar, sağlıksız solgun görünüm gibi sorunlar kendini gösterir. Sorunun yaşanmaması için dikey bahçelerde entegre sisleme sisteminin kullanılması gerekir. Bu sistem nem oranını dikey bahçenin ihtiyacı olan nem düzeyine ulaştırır. Oluşacak olan nem bahçe yüzeyinden yaklaşık 50 cm'lik bir uzaklığı

etkileyeceğinden bahçenin bulunduğu ortama herhangi bir rahatsızlık vermeyecektir (Silvanus, 2012).

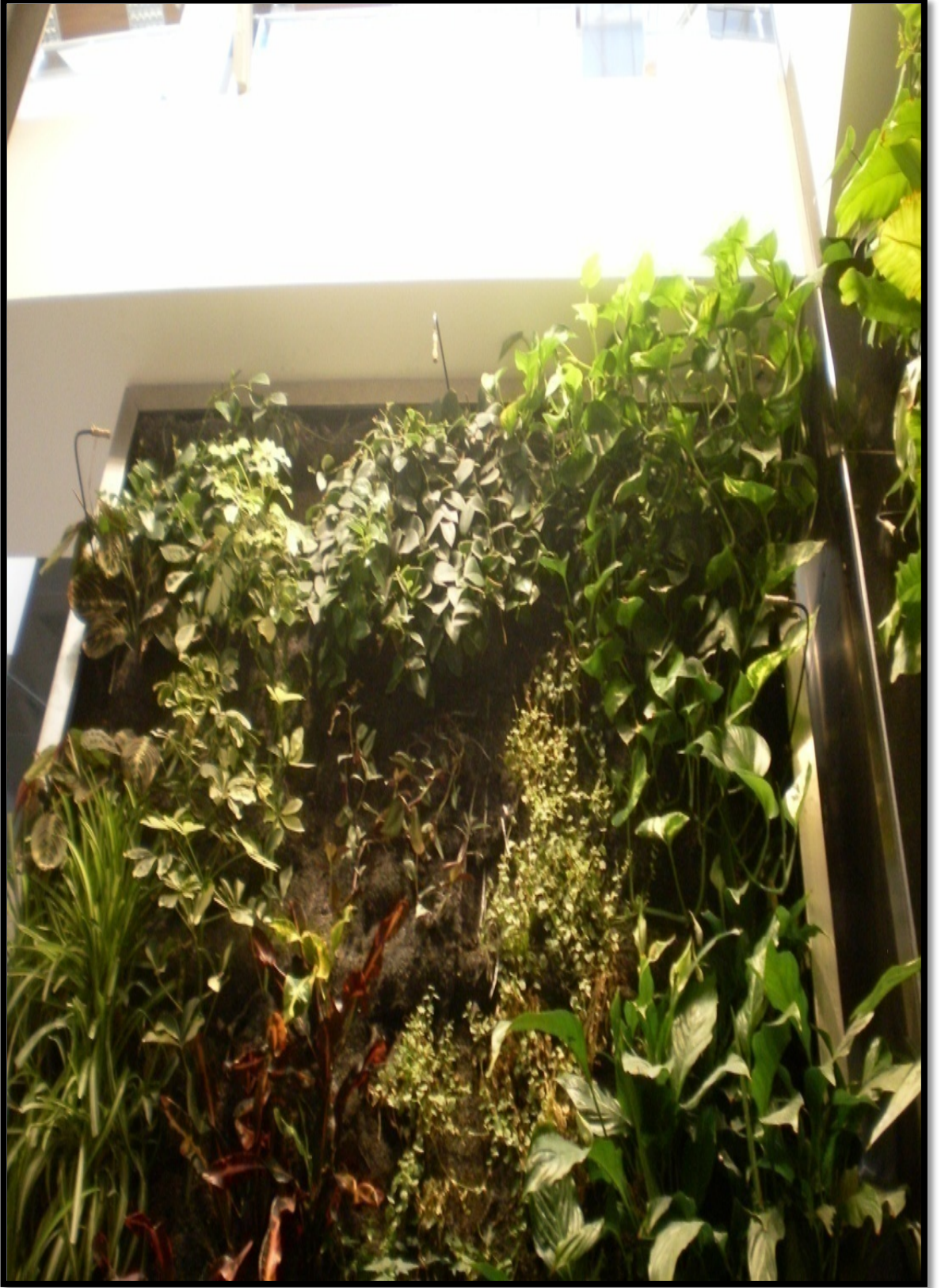
Sisleme sisteminde hidrofor, uygun ölçülerde filtreler, paslanmaz aksam, sisleme pompası ve nozulları kullanılmaktadır. Programlanan aralıklarda bu dikey bahçede sisleme otomatik olarak gerçekleştirilmektedir (Şekil 4.27, Şekil 4.28 ve Şekil 4.29).



Şekil 4.27: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması sisleme sisteminde sisleme pompası.



Şekil 4.28: Nuruosmaniye Armagğan Alış Veriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması sisleme sistemi.



Şekil 4.29: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması sisleme sistemi.

4.2.5 Dikey Bahçelerde Aydınlatma Sistemi

İç mekan dikey bahçe sistemlerinde genellikle yapay aydınlatma sistemlerine gereksinim duyulur (Şekil 4.30). Yapay ışıklandırma yapıldığı sürece iç mekânlarda, yeraltı otoparkları gibi doğal ışıktan tamamen yoksun yerlerde bile dikey bahçeler rahatlıkla uygulanabilir.



Şekil 4.30: Körfez Belediyesi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması aydınlatma sistemi.

Düşük ışık gerektiren bitkileri kullanırken çok dikkatli olunması gerekir çünkü düşük ışık içeren bir kaynak bitkiye çok parlak gelebilir. Bunun için bitkilerin ışıklandırılma

gereksinimlerinin bilgisine vakıf olunmalıdır. Örneğin; bataklık yosunları altı ay ile bir yıl arasında aşınmaya uğrar (Cooney ve diğ., 2004).

İç Mekan Dikey Bahçe Uygulamalarının aldığı güneş ışığı seviyesine bağlı olarak, bitkilerin ihtiyacı olan lux değeri otomatik aydınlatma sistemi ile sağlanır. Aydınlatma sistemi programlanan saatlerde otomatik olarak açılır ve kapanır. Bu sistem bitkilerin fotosentez yapabilmesi, çiçeklenebilmesi ve yaprak rengini kaybetmemesi açısından önemlidir. Ayrıca Aydınlatma sistemi dikey bahçelerin görsel kalitesini ve fark edilirliliğini bir kat daha artırır. Uygulama sırasında bitkisel tasarıma en uygun armatür seçilir ve uygulanır.

Dikey bahçelerin sürdürülebilir bitkilendirmesi özellikle güneşe ve rüzgara maruz kaldığı tarafları yansıtmaya mecburdur. Çünkü bir duvarın bitkilendirmesi güneşe direkt olarak maruz kalan bitkilerin çok yüksek seviyede güneş radyasyonu ile yüzleşmesi anlamına da gelebilmektedir. İnşaat ve planlama öncesinde ışık seviyelerinin bilinmesi aslında hayati bir önem taşır. Işık yoksunluğu ayrıca ışık seven bitkiler için bir problem teşkil edebilmektedir. Sadece bitkinin zayıf gelişimine neden olmaz, bitkinin ışığa yönelme ihtiyacı hissetmesi sebebiyle zayıf ve çok uzun bir gövde gelişimine neden olur. Sıklıkla görüleceği üzere yamaçlarda yetişen güneş-seven dikine otlar arasında güneşe yüzüne dönenler vardır. Damkoruğu (*Sedum sp.*) yaygınlıkla dikey bahçelerin yukarı kısımlarında ya da güneşe maruz yüzeylerin çoğunda kullanılır. Eğrelti otları ve ormanda yaşayan türler dikey bahçelerin çoğunlukla gölgelik, kuytu yerlerinde kullanılır. Güneş ışığını makul derecede alan yüzeyler eğrelti otlarını, çimenleri ve çimen dışı ot türlerini destekler (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

İlginç görsel efektler dikey bahçelerin önemli parçalarıdır. Bitki alışkanlıklarının değişimi yatayla karşılaştırıldığında özellikle yapraklar yukarı doğru döner, böylece onlar aşağıdan renkli yapraklarıyla örneğin ateşfenerleri gibi özellikle arkadan aydınlatma ile cezbedici bir şekilde görünürler (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

İç mekan dikey bahçe uygulamalarında olduğu gibi dış mekan dikey bahçelerde de gece aydınlatması için aydınlatma sistemine gerek duyulmaktadır (Şekil 4.31).



Şekil 4.31: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçenin aydınlatma elemanları.

4.2.6 Dikey Bahçelerde Bakım

Dikey bahçeler; bitki çeşitliliği, yoğunluğu, dikim ortamı konumu ve özelliği nedeniyle yeşil cephelerden daha fazla bakıma ihtiyaç gösterir. Bakımın hassasiyeti dikey bahçe sistemi tipine ve kullanılan bitki türlerine bağlıdır. Beslenme ihtiyacı yüksek olan bitkiler daha fazla bakım gerektirir. Bakımın derecesi, dikey bahçeden beklenen estetik kaliteyle de etkilenir. Düzenli sulama, beslenme ve ışık ihtiyacı, özellikle çalı türlerinde aşırı büyüyen dalların budanması, yer çekimi etkisiyle bozulan dengenin tekrar sağlanması önemlidir (Seçkin, 2012) (Şekil 4.32).



Şekil 4.32: Dikey bahçelerde bitkilerin bakımı (Blanc, 2010).

Başarılı bir dikey bahçe tasarımında aydınlatma ve sulama tasarımının yapısal ve bitkisel tasarımla birlikte düşünülmesi gerekmektedir. Bu tasarım etmenleri mevcut dikey bahçe sisteminin tipini ve bitki türü seçimlerini etkilemektedir.

Dikey bahçe sistemlerinde uzun süreli bir sulama sistemi bozukluğunda ya da tıkanıklığında bitkiler hızla kurur ve ölür. Sulama ve gübreleme sisteminin bakımı bundan dolayı önemli bir tasarım faktörüdür.

Sulama ve gübreleme sistemlerinin, sisleme sisteminin bakımında öncelikli olarak düzenli bir şekilde bu hizmetleri sağlayan cihazların kontrolleri yapılmaktadır. Dikey bahçenin ihtiyacına göre sulama sistemine çeşitli müdahalelerde bulunulabilmektedir. Ayrıca gübre kontrolleri de gerçekleştirilmektedir (Şekil 4.33).



Şekil 4.33: Dikey bahçeler otomatik sulama ve gübreleme sistemlerinin, sisleme sisteminin bakımı (Blanc, 2010).

Dikey bahçelerin iç mekanda ya da dış mekanda tesis edilmesi bakım aşamasında bazı değişikliklere neden olmaktadır. Dış Mekan Dikey Bahçelerde sisleme sistemine ihtiyaç duyulmamaktayken iç mekan dikey bahçelerde özellikle hidroponik sistemde tesis edilenlerinde genellikle sisleme sistemleri mevcuttur.

Dış Mekan Dikey Bahçeler dışarıdaki etkilere maruz kalmaktadırlar. Örneğin; yağmurlu havalar için yağmur sensörü aktif hale getirilmektedir. Rüzgar yüklerine karşı dikey bahçeyi taşıyan sistemlerin dayanıklılığı da düzenli bir şekilde kontrol edilmektedir. İç Mekan Dikey Bahçelerde bu gibi sorunlar olmamakla beraber aydınlatma sistemlerinin tasarımı dış mekana oranla çok daha büyük bir önem arz etmektedir. İç Mekan Dikey Bahçelerde aydınlatma sistemlerinin ışık değeri bitkiler için hayatidir. Dikey bahçe kontrol edilirken aydınlatma cihazlarının kontrolüyle birlikte iç mekanlara özgü, aydınlatma açılarının kontrolü de bakım sürecinde ele alınan konulardır.

Hidroponik keçe sistemli dikey bahçelerde bitkinin büyüme ortamını oluşturan jeotekstil keçe katmanlarının neminin düzenli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Özellikle Dış Mekan Hidroponik Dikey Bahçelerde keçelerin zamanla deformasyona uğrama ihtimali yüksektir. Bundan dolayı keçelerin deformasyona uğrayıp uğramadıkları bakım sırasında kontrol edilen durumlardandır (Şekil 4.34).



Şekil 4.34: Dikey bahçelerde bitkilerin adaptasyon sürecinin gözlenmesi ve büyüme ortamını oluşturan jeotekstil keçe örtüsünün nem kontrolü (Blanc, 2010).

Dikey bahçelerde gerek drenaj kanallarının gerekse de drenaj kanallarının giderlerinin kontrolünün yapılması gerekmektedir. Topraklı sistemlerde bitkinin toprağının nem kontrolü, tüm dikey bahçe sistemlerinde bitkinin yaprağının, büyüme kalitesinin, görsel açıdan durumunu muhafaza edip etmediğinin kontrolleri yapılmaktadır. Dış Mekan Dikey Bahçelerde bitkinin budama gerektirip gerektirmediği bakım sürecinde çözülmesi gereken sorunlardandır. Ayrıca bu dikey bahçelerde yabancı ot durumunun kontrolü de yapılmaktadır. Bitkinin hastalık taşıyıp taşımadığı kontrol edilerek gerektiğinde ilaçlanması da yapılabilmektedir.

Dikey bahçe sistemleri aylık periyotlarda hastalık ve zararlılara karşı önlem amaçlı incelenmektedir. Ayrıca bir ilaçlama takvimi çerçevesinde belirtilen zamanlarda bitkilerin ilaçlanması yapılmaktadır.

4.3 DİKEY BAHÇE SİSTEMLERİNDE BİTKİLENDİRME, BİTKİ TÜRÜ SEÇİMİ KRİTERLERİ VE TÜRKİYE KOŞULLARINDA KULLANILAN BİTKİ TÜRLERİ

Araştırmanın bu bölümünde dikey bahçe sistemlerindeki bitkilendirme tüm boyutlarıyla ele alınmıştır. Bitki türü seçimlerinde gözetilen kriterler tespit edilerek bu çalışmada işlenmiştir. Ayrıca Türkiye’de incelenen dikey bahçe örneklerinde kullanılan bitki türleri tespit edilerek ortaya konulmuştur.

4.3.1 DİKEY BAHÇELERDE BİTKİLENDİRME

Dikey bahçeleri de içine alan yaşayan duvar sistemleri duvar yüzeyine ya da özel tasarlanmış bir konstrüksiyona dikey olarak tespit edilen önceden bitkilendirilmiş paneller, dikey modüller ya da cepli keçelerden oluşan bir dikey yeşil sistemdir. Bu sistem, yer örtücü bitkilerin, alçak boylu çalılarının ve çok yıllık çiçeklerin dikilmesi için plastik, sentetik keçe, kil ve metal panel ya da kaplarla, bunları taşıyan metal konstrüksiyondan oluşmaktadır. Yaşayan duvar sistemleri ‘Modüler Yaşayan Duvar’ ve ‘Bitkilendirilmiş Cepli Keçe Duvar’ formlarında yapılmaktadır. Modüler yaşayan duvar sisteminde, önceden bitkilendirilmiş paneller konstrüksiyon içine yerleştirilmekte ve yağmur sensörlü otomatik damlama sulama sistemiyle donatılmaktadır. Dikey bahçelerde konstrüksiyona tespit edilen su geçirmez bir arkalığa tutturulan cepli keçe içine bitkiler dikilmektedir. Keçe, bitki besini ihtiva eden su ile sürekli nemli tutulmaktadır. Bu tekniğin öncüsü Patrick Blanc’dır. Paris’ten dünyanın her tarafına yayılan bitkilendirilmiş cepli keçe duvar sistemi, dikey yeşil sistemlerinin en çok bilinenidir. Bu sistemler Avrupa, ABD, Kanada, Singapur, Japonya ve Avustralya başta olmak üzere dünyanın pek çok yerinde uygulanmaktadır (Hopkins ve diğ., 2010).

Hidroponik, bütün bitkilere besin ve su gereksinimlerini sağlayan dengeli besin çözeltileri kullanılarak topraksız bitki yetiştirme teknolojisidir. Bu çözelti suyun çok uzun süreliğine tutulmadığı durumlar içindir. Doğal kayalıktaki bitki toplulukları doğal hidroponik sistemler olarak bile tanımlanabilir. Çürümüş bitki malzemelerinden ve erozyon kayalarından elde edilmiş besinle doymuş suyun çoğu, yükseklerden aşağı

doğru akar. Hidroponik yaşayan duvar sistemleri olan dikey bahçeler başarılı bitki yetiştiriciliği için her türlü gereksinimi sağlayan bir sulama sistemi sayesinde sürekli sistemdeki nemi korur.

Her bir dikey bahçedeki yaşam koşulları farklıdır. Hatta eğer aynı dikey bahçede benzer türde bitkiler bile tesis edilse o bitkilerin yaşam koşulları bitkinin duvarın neresinde olduğuna, ne kadar boyutta olduğuna, sıcaklığa, su kalitesine ve diğer dış etmenlere bağlı olarak şekillenir (Ibanez, 2010).

Eğer dikey bahçe dışarıda tesis edilecekse o yapının bulunduğu bölgenin coğrafik konumu dikkate alınarak oluşturulacak kompozisyonda bitkisel tasarım aşamasının en önemli rolünü üstlenir. Dikey bahçe yapılırken o bölgenin enlem ve boylamının dikkate alınması gereği en önemli kriterlerden biridir (Ibanez, 2010).

Binaların ilerinde tesis edilen dikey bahçeler sıcaklık (20°C, insanlar için ve tropikal ormanların sıcaklık ortalamasıyla mukayese edilebilecek bir değerdedir) ve aydınlatma (bina ilerinde kullanılan yapay ışıklandırma değerleriyle alt bitki örtüsündeki değerlerle benzerlik gösterir) açısından tamamen kontrol edilebilir olmalarına rağmen, tropikal yağmur ormanlarındaki nispi nem (%85-95) oranına yapılarda erişilememektedir. Binalarda, ofislerde, alışveriş merkezlerinde nispi nem nadiren %50'nin üzerine çıkar. Bütün bu kısıtlamalara rağmen başarılı bir bitki yetiştiriciliği için dikey bahçeyi oluşturan jeotekstil keçe örtüsünün devamlı nemli olması sayesinde ve bitkinin terleme ile solunum olaylarını meydana getirmesi ile dikey bahçelerin kendi mikroiklimlerini yaratması sağlanmış olur. Dikey bahçeyi oluşturan jeotekstil keçe örtüsünün yüzeyinden belirli uzaklıklarda ölçümler yapıldığında uzaklık artıkça nispi nemin hızla azalmaya başladığı gözlenmektedir (Ibanez, 2010).

Bütün yeşil bitkiler gürültüyü absorbe ederek, tozu yakalayıp tutarak, karbondioksiti geri dönüştürerek ve gaz kirleticilerinin çoğunu absorbe eder ve okelterek kirliliğin etkilerini ıslah etmede yardımcı olurlar. Bitkiler şehir çevresinde yayılan ısının bir kısmını absorbe ederek ve sert yüzeylerde akan yağmur suyunu tutarak kentleşmenin olumsuz iklimsel etkilerini azaltmada yardımcı olurlar. Böylece kentsel iklimlerin iyileştirilmesine mikroklimatik ölçekte katkıda bulunur fakat ayrıca kentsel ısı adası etkisini ıslah ederek, kentsel su baskınlarıyla mücadele ederek ve sıcak iklimlerdeki

binaların serinliğini muhafaza ederek enerji masraflarının düşürülmesine katkıda bulunarak daha geniş ölçekte hizmette bulunur. Bitkiler aşırı sıcak ve soğuk havaya karşı onları yalıtarak binanın dahili ikliminin düzenlenmesine yardımcı olur ve yüzeylerinden suyun buharlaşması sonucu binayı fiziksel olarak serinletmede önemli bir rol üstlenirler (Dunnett ve Kinsbury, 2008).

Toprak biyolojisi üzerine yapılan bütün araştırmalar mikroorganizmalarla bitkilerin önemli karşılıklı etkileşimlerde bulduklarını işaret etmektedir. Mantarlar ve bitki kökleri arasındaki türlere bağlı olarak dahili veya harici bu karmaşık işbirliği suyun ve mineral tuzların bitki köklerine emilimine izin vermekte ve önemli derecede artırmaktadır. Genel bir kural olarak, bu mikroorganizmalar alt tabakası iyi oksijenlenmiş olduğu zamanlarda bitki köklerine bağlantılar yaparak daha iyi gelişmesine yardımcı olmaktadır. Sulamayı sağlayan bu örtü havadaki oksijenle doğrudan temas ettiği için dikey bahçelerde de bu kural aynen işlemektedir (Ibanez, 2010).

Bitki kökleri ile temas halinde yaşamlarını sürdüren mikroorganizmalar; sanayiden, yaşamımızı kolaylaştıran araçlardan yayılan, insanların ve hayvanların biyolojik aktiviteleri sonucu oluşan pestisitler, uçucu organik bileşikler gibi toksik organik molekülleri az ya da çok miktarda dönüştürebilir. Şehirlerdeki çeşitli türde partikülleri bu kimyasal kirleticilerin içine ilave edebiliriz. Elektrostatik kuvvetler özellikle kurak mevsimler boyunca bu partikülleri şehirlerde yaşayan bitkilerin yapraklarına çeker. Bu tortular sonunda yağmurların yağmasıyla yıkanır ve çözünür. Dikey bahçelerde yaprak yüzeylerinin yanısıra bitkiye büyüme ortamı oluşturan keçe tabakası da partikülleri tutar. Yakalanır yakalanmaz partiküller su yardımıyla ayrıştırılır ve mikroorganizmalar kimyasal elementlerin içine sızarak bitkinin onları daha kolay bir şekilde absorbe etmesini sağlar (Ibanez, 2010).

Genel süzgeçlerden farklılıkla zaman zaman temizlenmeye ihtiyaç gösterir. Sulama örtüsü bu elementleri havayla teması sayesinde yakalar ve hızlıca mineralize eder ve onları bitki kökleri tarafından emilebilir duruma getirir. Geçirdiği biyolojik süreçler, sistemin kendi kendini yenilemesi örneğin ölü kökün yerini yeni canlı bir kökün alması gibi ya da dışarıdan toz partikülleri, suda asılı halde bulunan materyaller, kirleticiler ve diğer organik bileşiklerin yakalanması gibi olaylarda sistemi oluşturan öğelerin birbirini

özümsemesi ve kaynaşması sayesinde sulama örtüsü geri döngülü bir mikroekosistem halini almıştır (Ibanez, 2010).

Çoğu modern mimarinin en sevimsiz özelliklerinden biri süssüz, penceresiz, verimsiz, kör duvarların varlığıdır. Böyle duvarların yüzeylerine iliştirilen alt tabakada yetiştirilen bitkiler böyle yapıların albesini artıracak bir tasarımdır. Bununla birlikte büyük teknik problemler mevcuttur. Bitkilerin yaprakları ve gövdeleri ışığa doğru büyürler ve onları dikey olarak yetiştirme girişimlerinin herhangi birinin biçimsiz, çarpık bir gelişimle sonuçlanabileceği ya da gövdenin fiziksel olarak çökebileceği olasıdır ve böyle bir bitkilendirme albenisiz, özürlü bir görünüme çabucak kavuşabilir. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için bir çok farklı teknik yaklaşımlar denenmiştir. Bütün planlar sarp kayalıklarda yetişen çok miktarda çeşitli ve görsel cazibesi olan bazı bitki topluluklarının bulunması üzerineydi. Kayalıklarda, kaya yüzeyinin üstünde ve altında sürekli akan yeterli miktarda besin yüklü su sağlanır. Sıklıkla bu bitki toplulukları yüksek derecede karakteristik bir özellik gösterir. Kuzey Amerika'nın kuzeybatısında Cascade Sıradağlarındaki ılıman bölgede, kayalık uçurumlarda ve derin vadi duvarlarında çok iyi bilinen bitki toplulukları bunlardan bazılarıdır (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

Doğallaştırma sistemlerinde dikey olarak yetiştiricilikte kullanılan, iç mekanda hortikültürel olarak oturmuş çeşitli tropikal bitkilerin çoğu (bromeliadlar, devetabanı türleri, orkideleri içeren) biyodüvar olarak isimlendirilen yapıları oluştururlar [Kaynak: (Air Quality Solutions, 2004) Aktaran: (Dunnett ve Kingsbury, 2008)]. Japonya'da benzer işlevlerde kullanılırlar. Böyle bitkilendirmeler oldukça dekoratiftir ve avlulara ve iç mekan kamu yerlerine özellikle göze çarpan bir özellik kazandırır. Kanada'da çok sert kış ikliminden dolayı iç mekan kamu yerleri alışveriş merkezleri gibi büyük önem taşıyan yerlerde biyodüvarlar gittikçe popüler olmaya başlamıştır. Tüm dünyada iklim kontrollü mekanların sayısının gittikçe artmasıyla böyle iç mekan dikey bahçeler daha da bir önem kazanmaya başlamıştır [Kaynak: (Cooper, 2003) Aktaran: (Dunnett ve Kingsbury, 2008)].

Yüzyıllar boyunca bina duvarlarının dışında genel bir uygulama olarak tırmanıcılar yetiştirilirken frenkasma (*Parthenocissus tricuspidata*) gibi kendiliğinden tırmanan türler hariç iki kattan daha yükseğe nadiren ulaşılmıştır ve bunların kullanımı belirli

coğrafik bölgelerle sınırlı bir eğilim göstermektedir. Modern cephe bitkilendirmeleri daha büyük ağırlıkları içeren çok geniş bir yelpazede tırmanıcı bitkileri destekleyen modern teknolojinin kullanımına başvurmaktadır (Dunnett ve Kinsbury, 2008).

Bitkilendirme, kentsel alanların görsel ve estetik görünüşlerini ıslah eder. Daha öncelikli olarak bir çok bilimsel araştırmanın da bizi, ortaya koyduğu örneklerle aydınlatmasıyla beraber yeşillendirmenin geniş çapta tedavi edici (teröpatik) bir özelliğinin olduğu farkedilmiştir. Örneğin; hastanedeki hastalar dışarıda pencerelerine yakın yerde bir ağaç görebiliyorlarsa aksi duruma göre daha hızlı bir şekilde iyileşme süreci göstermektedir [Kaynak: (Ulrich, 1984) Aktaran: (Dunnett ve Kingsbury, 2008)].

Yan yana olan bitki türlerindeki gelişim hızını aralarındaki rekabetten ve hakimiyet kurma çabalarından sakınmak için benzer oranlarda tutacak düzenlemelerde bulunmak gerekmektedir. Dikey bahçelerin güçlü rüzgarlar, büyük sıcaklık farklılıkları ve dikey bahçenin üst kısmındaki iki sulama devresinde gerçekleşen buharlaşma gibi en çok maruz kalınan durumlarla baş edebilmesi için bitki türlerinin yerleşiminde bu hususların dikkate alınması gerekmektedir (Ibanez, 2010).

Dikey bahçelerde bitkisel tasarım açısından daha küçük otsu bitki türlerinin dikey bahçenin alt kısımlarına ve daha büyük ve geniş olan çalı gibi türlerin cadde düzeyi sirkülasyon sorunundan dolayı en üst kısımlarına tesis edilmesi daha uygundur (Ibanez, 2010).

Peyzaj mimarı tarafından bitkiler estetik görünüşe uygun bir yerleşim gözetilerek yapıya tesis edilir (Şekil 4.35). Örneğin; kavisli şekiller oldukça sık kullanılır ya da bir parça doğal gerçekliği muhafaza etmek amacıyla düşey hatlar yakın kullanılır (Ibanez, 2010).

Dikey bahçelerde bitki kökleri jeotekstil keçe içerisinde radyal (ışınsal) olarak yayılır, böylece birkaç yıl sonra bitki 6 metre gibi bir uzunluğa erişse de keçe katmanı bitkiyi destekleyebilmektedir. Bitkiler dikey bahçenin en üst kısmındaki dış keçe katmanı boyunca yer alan yatay polipropilen sulama borularından 0.1 gr/lt besin çözeltisiyle sulanarak beslenmektedir. Kış mevsiminde sistem 1 dakikalığına 2-3 kez çalıştırılırken, yaz mevsiminde sistem 5-6 kez çalıştırılmaktadır. Eğer sıcaklık 1 °C'nin altına düşerse elektronik olarak sıvı sağlayıcı durdurulur (Kaltenbach, 2008).



Şekil 4.35: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilendirmenin gerçekleştirilmesi.

Dikey bahçe sistemlerinde bir önemli husus da bitkilendirme gerçekleştirildikten sonra bitkilerin adaptasyon sürecinin sağlıklı bir şekilde sağlanmasıdır (Şekil 4.36).



Şekil 4.36: Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin yetiştirme ortamlarına adaptasyon süreci.

4.3.2 DİKEY BAHÇELERDE BİTKİ TÜRÜ SEÇİMİ KRİTERLERİ

İlk dikey bahçe doğa tarafından oluşturulmuştur. Dünyanın sıcak ve tropikal bölgelerinde ağaçların yüksek dallarının üstünde, bina cephelerinde, telefon tellerine dayalı olarak yaşayan asalak konuk bitkiler (epifit bitkiler) doğa tarafından bize sunulan ilk dikey bahçelerdir. Epifit bitkiler havadaki, yağmurdaki, bazen de köklerinin etrafında biriken döküntülerdeki nem ve besinden yararlanarak türerler. Bu bitkiler köklerinin toprakta olmasına ihtiyaç duymazlar, bazıları ise suda yetişir. Sıcak bölgelerde; yosun, koyunotu, liken, alg, deniz yosunu gibi, tropikal bölgelerde; eğrelti otu, kaktüs, orkide, bromeliatlar gibi epifit türler vardır (Lima, 2011).

Doğada bulunan diğer doğal dikey bahçe örnekleri kayaların yüzeylerine tutunan grup halinde yaşayan bazı bitkilerin meydana getirdiğidir. Bu litofit bitkiler yosun, süprüntü v.s yağmur suyundaki besinle hatta kendi ölü dokularından yararlanarak yaşamlarını sürdürürler. Okyanuslarda, göllerde, çağlayanlara yakın yerlerde yetişmeye meyillidir. Litofit bitkilere örnek olarak bazı orkideler, bromeliadlar ve böcekçil bitkiler verilebilir (Lima, 2011).

Modern Dikey bahçelerin önemli bir özelliği görsel etkinliğidir. Bu bakımdan seçilen bitki türleri çok önemlidir; istilacı, komşu bitkilere zararlı ve taşıyıcı keçeyi parçalayıcı özelliklerde olmamalıdır. En başarılı türlerden biri Kışyeşili'dir (*Gaultheria procumbens*). Herdemyeşil olan bu bitki, çiçekli, dekoratif meyveli ve sürünücü özelliklidir. Aster ve Astilbe türleri gibi küçük otsu ve yumrulu bitkiler uygundur. Herdemyeşil yayılıcı *Saxifraga spp.* türleri örneğin Taşkıran (*Saxifraga fortunei*) potansiyel olarak çok tercih edilenidir. Japonya'da Taflan (*Evonymus japonicus*) formları popülerdir. Çünkü bu çalının hava kökleri dikey yüzeylerin örtülmesi bakımından idealdir. Patrick Blanc tarafından yaratılan şahane dikey bahçelerin dayanağı floristik çeşitliliktir. Teknolojisi hidroponiktir; sıvı besinle topraksız bitki yetiştirme teknolojisidir [Kaynak: (Blanc, 2008) Aktaran: (Seçkin, 2012)].

Bitki seçimi yapılırken herdemyeşil bitkilerin genellikle gölge veya yarı gölge ve güneşli ortamları tercih ettikleri; güneşlenmenin arttığı ortamda çiçeklenmenin de artacağı unutulmamalıdır. Tırmanıcı bitkilerin gelişme kapasiteleri ve dayanıklılıkları nedeniyle diğer bitkilere uyum sağlamaları zordur, fakat yeterli alanın ayrılması koşuluyla bir çok bitkinin kombinasyonu olasıdır (Kemaloğlu ve Yılmaz, 1991).

Bunlar; herdemyeşil-yaprak dökken bitki türleri, çiçekli-yapraklı bitki türleri, tırmanıcı-sarılıcı-sarkıcı bitki türleri gibi kombinasyonlar halinde olabilir. Bu tür kombinasyonlar monokültüre oranla ekolojik yönden daha tutarlıdır. Bu kombinasyonlarla tasarımın getirdiği farklılıklar da vurgulanabilir (Kemaloğlu ve Yılmaz, 1991).

Dış Mekan Dikey Bahçelerde bina yönü ve güneşlenme dikkate alınarak bitki seçimi yapılmalıdır. Genellikle kuzey yarım kürede binaların sürekli güneş alan cepheleri güney yönlüdür. Daha sonra batı yönü gelir. Doğu yönü daha kısa ve daha zayıf ışık alır. Güneş alamayan veya çok az alan yön ise doğal olarak kuzeydir (Kemaloğlu ve Yılmaz, 1991).

Güney bakarlı yüzeylerde kullanılacak bitkilerin güneşe dayanıklı ve serinletici etkisi olması gerekir. Yapraklı bitkiler sık yapıları ve kaplayıcı etkileri ile daha fazla gölgelenme sağlarlar. Buharlaşma kapasiteleri ile gerçekleşen serin hava gölge ortamda hemen hissedilir (Kemaloğlu ve Yılmaz, 1991).

Güney cephelerde bitkisel tasarım uygulamaları için *Jasminum nudiflorum*, *Rosa sp.*, *Wisteria floribunda* ve kuzey cephe için *Hedera helix*, *Hydreangea* gibi bitki türlerinin kullanımı uygun olmaktadır. Bol güneş alan batı cephelerinde herdemyeşil bitki türleri kullanılmalıdır. Doğu ve batı cephelerinde ise *Humulus lupulus*, *Lonicera caprifolium* gibi bitki türlerinin kullanımı daha uygun olmaktadır.

Sonbaharda yaprakların düşmesi ile güneş duvar yüzeylerinde yine etkili olacaktır. Cam yüzeyler ise kısa dalga boylarını bina içine kadar sokabileceklerdir. Yapı kitlelerinin de istenilen koyu bir renge boyanması ile sıcaklık arttırılabilir (Kemaloğlu ve Yılmaz, 1991).

Bitki seçimi başarılı bir dikey bahçe için anahtar işlevi görmektedir, fakat teknoloji belki de daha fazla işin temelinde yer almaktadır. Dikey yetişen bitkiler; yetişme ortamı, tercihen reaksiyona girmeyen ve biyolojik bozulmalar yaşamayan (Yer değiştirme için ihtiyaçları minimize edilmiş) bir büyüme ortamı isterler. Çözelti içerisinde su ve besini bitkiye gönderecek bir araca ihtiyaç duyarlar. Bitkileri ve yetişme ortamlarını tam uygun durumda tutacak bir yöntem gereksinim gösterirler (Dunnnett ve Kingsbury, 2008).

Dikey bahçelerin sürdürülebilir bitkilendirmesi özellikle güneşe ve rüzgara maruz kaldığı tarafları yansıtmaya mecburdur. Çünkü bir duvarın bitkilendirmesi güneşe direkt olarak maruz kalan bitkilerin çok yüksek seviyede güneş radyasyonu ile yüzleşmesi anlamına da gelebilmektedir. İnşaat ve planlama öncesinde ışık seviyelerinin bilinmesi aslında hayati bir önem taşır. Işık yoksunluğu ayrıca ışık seven bitkiler için bir problem teşkil edebilmektedir. Sadece bitkinin zayıf gelişimine neden olmaz, bitkinin ışığa yönelme ihtiyacı hissetmesi sebebiyle zayıf ve çok uzun bir gövde gelişimine neden olur. Sıklıkla görüleceği üzere yamaçlarda yetişen güneş-seven dikine otlar arasında güneşe yüzüne dönenler vardır.

Damkoruğu (*Sedum sp.*) yaygınlıkla dikey bahçelerin yukarı kısımlarında ya da güneş maruz yüzeylerin çoğunda kullanılır. Eğrelti otları ve ormanda yaşayan türler dikey bahçelerin çoğunlukla gölgelik, kuytu yerlerinde kullanılır. Güneş ışığını makul derecede alan yüzeyler eğrelti otlarını, çimenleri ve çimen dışı ot türlerini destekler.

İlginç görsel efektler dikey bahçelerin önemli parçalarıdır. Bitki alışkanlıklarının değişimi yatayla karşılaştırıldığında özellikle yapraklar yukarı doğru döner, böylece onlar aşağıdan renkli yapraklarıyla örneğin ateşfenerleri gibi özellikle arkadan aydınlatma ile cezbedici bir şekilde görünürler. Bazı yapraklar dışarı ya da aşağı kavilidir, bilhassa eğrelti otları ya da tırmanmaya başlarlar gri yapraklı *Euphorbia myrsinites*'in yarı tırmanıcı gövdeleri gibi.

Eğrelti otlarından iki tür olan *Polypodium glycyrrhiza* (asalak olmayan konuk bitki, bir epifit) ve *Dryopteris expansa* Pasifik Kuzeybatı'da başarılı bir şekilde uygulanmıştır. *Liriope* ve menekşe türlerini de içine dahil eden bir çok bitki çok istilacı olduğu için reddedilmiştir, bu bitkiler komşu bitkileri olumsuz etkiliyor ve dikey bahçedeki destek dokuda yarıklara neden oluyorlardı. Çimen dışı otlar dikey alışkanlıklarından daha ziyade zorunlu olarak küme formuna sahip olarak kullanılır. Dikey bitki yetiştirme tehlikelerinden biri de uzun bitkilerin devrilebilmesidir. *Gaultheria procumbens* herdemyeşil, çiçekleri olan, dekoratif meyvelere sahip ve tırmanarak büyüyen mizaçta en başarılı türlerden biridir. Ayrıca yaban mersini türlerine benzeyen bir potansiyel gösterir. *Asidofilus* bodur çalılarının kullanılması ek bir avantaj getirir. Bunlar kalsiyum karbonattan arındırılmış su talep ederler, beyaz leke şeklinde kalsiyum biriktirirler, suyun kireçli suyla birlikte hareket ettiği projelerin çoğu sistemin bozulmasıyla

neticelenir. Yalnızca görsel olarak problemler yaratmaz, ayrıca boruları ve ortak olan su teslim sistemlerini bloke eder. Küçük çimen dışı otlar; saraypatı ve *Astilbe spp.* türleri gibi ve küçük çiçek soğanları ayrıca bir potansiyel gösterir. Orman orijinli herdemyeşil tırmanıcı taşkıran türleri (*S. Fortunei spp.*) ayrıca potansiyel olarak çok yararlıdır. Geniş yelpazeli yaprak renklerinin gelişimi için özellikle genetik yetenekleri dikkate alınmıştır. Japonya’da *Euonymus japonicus* formları popülerdir, bu çalının havada yetişen kökleri dikey yüzeyleri kaplamada onu ideal yapar (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

Öncü ve deneysel Avrupa’ya özgü çalışmalar bir çok farklı bitki türlerinin dağıtımının daha rastgele hale getirilmişlerini uygun görürler. Floristik (Bitki dağılımı bilimi ile ilgili) çeşitlilik, Fransız araştırmacı ve tasarımcı Patrick Blanc tarafından yaratılan olağanüstü dikey bahçelerin esas noktasıdır. Bu dikey bahçelerde çoğu herdemyeşil olan geniş yapraklı bitkiler gür bitki örtüsü elde etmek ve ortama tropikal bir etki kazandırmak amacıyla tercih edilir. Böyle sistemler mevcut bina duvarlarının ön kısmına monte edilirler ya da kendi başına ayakta duran yapılar üzerinde yaratılırlar. (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

4.3.3 DİKEY BAHÇELERDE TÜRKİYE’DE KULLANILAN BİTKİ TÜRLERİ

Dikey bahçeler kullanılan bitki türleri açısından iç mekan dikey bahçeler ve dış mekan dikey bahçeler olmak üzere 2’ye ayrılmaktadır. Dış mekan dikey bahçelerde kullanılacak bitki türlerinin seçiminde dikey bahçenin tesis edileceği yerin iklimsel özelliklerinin göz önünde bulundurulması kaçınılmazdır. İç mekan dikey bahçelerde ise dünyanın her tarafında benzer koşulların sağlanması kolaydır.

Dikey bahçeler diğer dikey yeşil sistemlere nispeten daha geniş bir yelpazede bitki türünü kucaklamaktadır. Yeşil cephelerde tırmanıcı, sarılıcı, sarkıcı bitki türleri kullanılabilenken modüler yaşayan duvar sistemlerinde yer örtücüler, bazı perennialler ve mevsimlik çiçeklerin dikimi gerçekleştirilebilmektedir. Dikey bahçelerde ise yer örtücüler, çalılar, eğreltiler, sarılıcı-tırmanıcı-sarkıcı bitkiler kısaca otsu ve bodur odunsu bitki türlerinin büyük bir kısmı kullanılabilir.

Türkiye koşullarında dış mekan dikey bahçe sistemlerinde tespit edilen bazı bitki türleri;

Juniperus sabina 'Blue' (Mavi Ardiç), *Carex morrowii 'Variegata'* (Alacalı Kareks), *Euonymus japonica 'Variegata'* (Alacalı taflan), *Ophiopogon japonicus* (Osmanlı çimi), *Pittosporum tobira 'Nana'*, *Aucuba japonica*, *Pyracantha coccinea* (Ateş diken), *Gaura lindheimeri* (Gaura çiçeği), *Pteridium aquilinum* (Kartal eğretilisi), *Vinca minor* (Küçük Cezayir menekşesi), *Juniperus chinensis* (Yeşil ardiç), *Ajuga reptans*, *Euonymus japonica 'Microphyllus'* (Yeşil taflan), *Hedera helix* (Duvar sarmaşığı), *Lonicera spp.* (Hanımeli), *Wisteria sinensis* (Mor sakım), *Photinia serrulata* (Alev çalısı), *Nerium oleander* (Zakkum), *Hedera helix 'Contraindicaciones'* v.s

Türkiye'de iç mekanda kullanılan bazı bitki türleri; *Dracena 'Lemon Lime'*, *Chloroptum laxum*, *Maranta leuconeura*, *Dieffenbachia reflector*, *Philodendron scandens*, *Epipremnum aureum*, *Syngonium podophyllum*, *Maranta 'Amabilis Gray'*, *Paperomia angulata*, *Tradescantia albiflora*, *Tradescantia zebrina*, *Helxine solairolii*, *Aralia japonica*, *Ficus repens*, *Acorus variegatus*, *Codiaeum variegatum 'Mammey'*, *Codiaeum variegatum 'Gold'*, *Adiantum spp.*, *Spathiphyllum waalsii*, *Schefflera arbicola 'Variegata'*, *Asplenium nidus*, *Calathea*, *Nephrolepsis exaltata*, *Fittonia argyroneura*, *Asparagus plumosus*, *Anthurium andreaum*, *Aglaonema 'Silver Queen'*, *Aeschynanthus 'Lipstick Vine'*, *Ficus pumila*, *Asparagus sprengeri*, *Alocasia spp.*, *Guzmania*, *Monstera deliciosa 'Variegata'*, *Tillandsia cyanea*, *Alocasia amazonica*, *Aglaonema 'Diamond'*, *Tillandsia spp.*, *Platynerium spp.*, *Hedera helix* v.s

4.4 DİKEY BAHÇE SİSTEMLERİNDE OLUŞAN DEĞİŞİMLERİN DÜNYA VE TÜRKİYE ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ

Dış Mekan Dikey Bahçeler tesis edilmeden önce konumlandırılacağı bölgenin iklim özelliklerinin iyi etüd edilmesi gerekmektedir. İklim özellikleri doğru bir şekilde ortaya konulmuş ve bu özelliklere uygun bitki türü seçimi yapılmış dikey bahçelerde bitki gelişimi istenilen düzeylere erişmektedir.

Dikey bahçe uygulamalarının sıklıkla yapıldığı ve dikey bahçeler üzerine çalışmaların en çok yapıldığı ülkeler genelde tropikal kuşakta yer almaktadırlar. Bu ülkelerde dikey bahçeler tesis edildikten sonra 2-3 ay içinde istenilen görüntü düzeyine ulaşabilmektedir. Dikey bahçedeki bitkiler oldukça hızlı bir şekilde büyürken aynı zamanda da yılın 10-11 ayı bu sağlıklı görüntülerini muhafaza edebilmektedirler.

Dış Mekan Dikey Bahçeler tesis edilmeden önce tesisin gerçekleştirileceği yerin iklim özellikleri (güneşlenme süresi, rüzgar durumu, ekstrem hava durumu, karlı gün sayısı v.b) tespit edilmektedir. Tespit edilen iklim özellikleri göz önüne alınarak bitkilerin seçimi gerçekleştirilmektedir.

İç Mekan Dikey Bahçelerde gün ışığını yeterli düzeyde alamayan yerlerde aydınlatma sisteminin tesisi önemlidir.

Yatay bahçelere nispeten dikey bahçelerde bakım çok daha önemlidir. Yatay bahçelerde bir bitkiyi bahçeye diktiğimizde bitki zaman içerisinde kök gelişimini sağladıkça alt katmanlara kadar iner, suyu her neredeyse bulur. Dikey bahçelerde böyle bir durumun gerçekleşmesi imkansızdır. Dikey Bahçelerde bitkinin kök gelişimi için zaten doğal bir ortam olmadığı için doğadan su ancak yağmur suyuyla gelebilir. Modüler yaşayan duvar sistemlerinde bir sulama sistemi eşliğinde su ihtiyacını karşılayabilen bitkiler toprak içerisinde suyunu ancak temin edebilir. Dikey Bahçelerde bitkinin gübre isteği doğal toprak ortamı olmadığı için düzenli olarak genelde dışarıdan otomatik olarak karşılanmaktadır. Modüler yaşayan duvar sistemlerinde ise gübreli toprak içerisinde yetişen bitkilerin toprağı zamanla periyodik olarak değiştirilmektedir.

Dış mekan dikey bahçeler tesis edilirken iklim durumu, statik durum, bitki seçimi, istenilen görüntünün tespiti, dikey bahçenin yeşil kalma süresi, sulama sistemi elemanlarının seçimi; iç mekan dikey bahçeler için gün ışığı almıyorsa aydınlatma sisteminin ışık değerlerinin bitkinin gelişimine uygunluğu, sisleme sistemine ihtiyacın tespit edilmesi gibi daha bir çok faktörün gerek iç mekan gerekse de dış mekan dikey bahçelerde göz önüne alınması gerekmektedir. Ayrıca dikey bahçe sistemlerindeki yapısal katmanların da zaman içerisinde deforme olabilmesi olasıdır. Bir dikey bahçe sistemi tesis edilirken yapısal ve bitkisel katmanlardaki bu olası değişimlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

4.4.1 Dikey Bahçe Sistemlerinde Oluşan Değişimlere Dünyadan Örnekler

Eğer dikey bahçe dışarıda tesis edilecekse o yapının bulunduğu bölgenin coğrafik konumu oluşturulacak kompozisyonda tasarım aşamasının en önemli rolünü üstlenir. Dikey bahçe yapılırken o bölgenin enlem ve boylamının dikkate alınması gereği en önemli kriterlerden biridir (Ibanez, 2010).

Tez çalışmasının bu kısmında dünyanın çeşitli bölgelerinden farklı coğrafik konumdaki dikey bahçe örneklerinin, tesisinden günümüze kadar geçirdiği değişimler fotoğraflanarak sunulmuştur.

4.4.1.1 Fransa Paris'ten Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkiler dikildikten 2 hafta sonra, kökleri keçe katmanı içerisindeki bitkiler filizlenmeye başlamaktadır (Şekil 4.37).



Şekil 4.37: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının bitkilendirilmesi tamamlandıktan 2 hafta sonrası Temmuz 2005⁵⁹.

⁵⁹ <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/paris/quai-branly-museum> [Ziyaret Tarihi: 1 Ocak 2014].

Zamanla bazı bitkiler yukarı doğru büyümeye başlamakta, bazıları halı gibi dikey yüzeyde yayılma göstermekte ve bazıları ise aşırı büyüme göstermektedir. Ayrıca bu dikey bahçenin tesisinden 2 ay sonrası gibi bir zaman zarfında bitkilerin adaptasyon sürecini başarıyla tamamladıkları Şekil 4.38’de gözlemlenebilmektedir.



Şekil 4.38: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının bitkilendirilmesi tamamlandıktan 2 ay sonrası Eylül 2005⁵⁹.

Patrick Blanc, Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında kullandığı çeşitli bitkilerin fiziksel karakteristiklerinden çok iyi yararlanarak bitkisel tasarım için heykelsi kompozisyonlar yaratmıştır. Yıl içerisindeki mevsimsel değişimler bu dikey bahçenin gelişimine ket vuramamaktadır. Yıllar geçtikçe dikey bahçe yaşadığı

değişimle beraber gelişimini tüm ihtişamıyla sürdürmektedir (Şekil 4.39, Şekil 4.40, Şekil 4.41, Şekil 4.42 ve Şekil 4.43).



Şekil 4.39: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2006 (üstte), Kasım 2006 (altta)⁵⁹.



Şekil 4.40: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2007 (solda), Mart 2008 (sağda)⁵⁹.



Şekil 4.41: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ekim 2010 (üstte), 28 Kasım 2011 (altta)⁵⁹.



Şekil 4.42: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2012 (üstte), Aralık 2012 (altta)⁵⁹.



Şekil 4.43: Quai Branly Müzesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2013 (üstte), Eylül 2013 (altta)⁵⁹.

4.4.1.2 İspanya Madrid'te Caixa Forum Dış Mekan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

İspanya Madrid'te Caixa Forum Dış Mekan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkiler dikildikten birkaç hafta sonra bitki kökleri büyüme ortamını oluşturan jeotekstil keçe katmanı içerisindeki gelişimlerini yeterli düzeyde tamamlayarak filizlenmeye başlamaktadır (Şekil 4.44).



Şekil 4.44: Madrid Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının tesisi Ekim 2006⁶⁰.

⁶⁰ <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/node/1414> [Ziyaret Tarihi: 1 Ocak 2014].

Zamanla bazı bitkiler yukarı doğru büyümeye başlamakta, bazıları halı gibi dikey yüzeyde yayılma göstermekte ve bazıları ise aşırı büyüme göstermektedir. Ayrıca bu dikey bahçenin tesisinden 2 ay sonrası gibi bir zaman zarfında bitkilerin adaptasyon sürecini başarıyla tamamladıkları Şekil 4.45'te gözlemlenebilmektedir.



Şekil 4.45: Madrid Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının tesisinden 2 ay sonra Aralık 2006⁶⁰.

Yıl içerisindeki mevsimsel değişimler bu dikey bahçenin gelişimine ket vuramamaktadır. Yıllar geçtikçe dikey bahçe yaşadığı değişimle beraber gelişimini sürdürmektedir. Bu dikey bahçe uygulamasında bitkilere budama yapılmayarak doğala yakın bir görüntü elde edilmiştir (Şekil 4.46 ve Şekil 4.47).



Şekil 4.46: Madrid Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Haziran 2007 (üstte), Nisan 2008 (altta)⁶⁰.



Şekil 4.47: Madrid Caixa Forum Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ağustos 2013⁶¹.

⁶¹ <http://therosemaryhouse.blogspot.com/2013/08/caixa-forum-paseo-del-prado-madrid-spain.html> [Ziyaret Tarihi: 1 Ocak 2014].

4.4.1.3 Fransa Paris'te I'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Fransa Paris'te I'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkiler dikildikten bir hafta sonra bitki kökleri büyüme ortamını oluşturan jeotekstil keçe katmanı içerisindeki gelişimlerini yeterli düzeyde tamamlayarak filizlenmeye başlamaktadır (Şekil 4.48).



Şekil 4.48: I'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasının bitkilendirilmesinden 1 hafta sonrası Nisan 2013⁶².

⁶² <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/node/4676> [Ziyaret Tarihi: 1 Ocak 2014].

Zamanla bazı bitkiler yukarı doğru büyümeye başlamakta, bazıları halı gibi dikey yüzeyde yayılma göstermekte ve bazıları ise aşırı büyüme göstermektedir. Ayrıca bu dikey bahçenin tesisinden 2 ay sonrası gibi bir zaman zarfında bitkilerin adaptasyon sürecini başarıyla tamamladıkları Şekil 4.49'da gözlemlenebilmektedir.



Şekil 4.49: l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması 5 Mayıs 2013 (üstte), 29 Mayıs 2013 (altta)⁶².

Yıl içerisindeki mevsimsel değişimler bu dikey bahçenin gelişimine ket vuramamakta, dikey bahçe yaşadığı değişimle beraber gelişimini sürdürmektedir (Şekil 4.50, Şekil 4.51 ve Şekil 4.52).



Şekil 4.50: l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması 13 Haziran 2013 (üstte), 19 Haziran 2013 (altta)⁶².



Şekil 4.51: l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ağustos 2013⁶².



Şekil 4.52: l'oasis D'aboukir Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ekim 2013⁶².

4.4.1.4 İngiltere Londra Athenaeum Hotel Dış mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Yıl içerisindeki mevsimsel değişimler bu dikey bahçenin gelişimine ket vuramamaktadır. Yıllar geçtikçe dikey bahçe yaşadığı değişimle beraber gelişimini sürdürmektedir (Şekil 4.53, Şekil 4.54 ve Şekil 4.55).



Şekil 4.53: Athenaeum Hotel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Eylül 2009⁶³.



Şekil 4.54: Athenaeum Hotel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Mayıs 2010⁶³.

⁶³ <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/london/athenaeum-hotel-london> [Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2014].



Şekil 4.55: Athenaeum Hotel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ağustos 2012 (üstte), Ekim 2013 (altta)⁶³.

4.4.1.5 ABD San Francisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

San Francisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması günde 550 galon su harcamaktadır, hatta bazen bu dikey bahçe sistemi aynı ölçülerdeki bir yatay bahçeden daha fazla su gereksinimi gösterebilmektedir.

San Francisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Sistemleri tesis edilip bitkiler dikildikten 2 hafta sonra kökleri keçe katmanı içerisindeki bitkiler filizlenmeye başlamaktadır (Şekil 4.56).



Şekil 4.56: ABD San Francisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması (Furio, 2011).

Zamanla bazı bitkiler yukarı doğru büyümeye başlamakta, bazıları halı gibi dikey yüzeyde yayılma göstermekte ve bazıları ise aşırı büyüme göstermektedir (Şekil 4.57 ve Şekil 4.58).



Şekil 4.57: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ekim 2011⁶⁴.

⁶⁴ <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/san-francisco/drew-school-san-francisco> [Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2014].



Şekil 4.58: San Fransisco Drew Okulu Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Nisan 2012⁶⁴.

4.4.1.6 Bangkok Siam Paragon Alışveriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Yıl içerisindeki mevsimsel değişimler bu dikey bahçenin gelişimine ket vuramamaktadır. Yıllar geçtikçe dikey bahçe yaşadığı değişimle beraber gelişimini sürdürmektedir (Şekil 4.59, Şekil 4.60 ve Şekil 4.61).



Şekil 4.59: Bangkok Siam Paragon Alışveriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması 2006⁶⁵.



Şekil 4.60: Bangkok Siam Paragon Alışveriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması asansörün sol tarafı 2007⁶⁵.

⁶⁵ <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/bangkok/siam-paragon-shopping-mall> [Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2014].



Şekil 4.61: Bangkok Siam Paragon Alışveriş Merkezi İç Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ağustos 2009⁶⁵.

4.4.1.7 Bahreyn Muharraq Kültür ve Araştırma Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Bahreyn Muharraq Kültür ve Araştırma Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması tesis edilip bitkiler dikildikten birkaç hafta sonra kökleri keçe katmanı içerisindeki bitkiler filizlenmeye başlamaktadır (Şekil 4.62).



Şekil 4.62: Bahreyn Muharraq Kültür ve Araştırma Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması 20 Kasım 2011⁶⁶.

⁶⁶ <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/bahrain/muharraq-bahrain-green-gate> [Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2014)].

Yıl içerisindeki mevsimsel değişimler bu dikey bahçenin gelişimine ket vuramamaktadır. Yıllar geçtikçe dikey bahçe yaşadığı değişimle beraber gelişimini sürdürmektedir (Şekil 4.63 ve Şekil 4.64).



Şekil 4.63: Bahreyn Muharraq Kültür ve Araştırma Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Şubat 2012⁶⁶.



Şekil 4.64: Bahreyn Muharraq Kültür ve Araştırma Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Temmuz 2013⁶⁶.

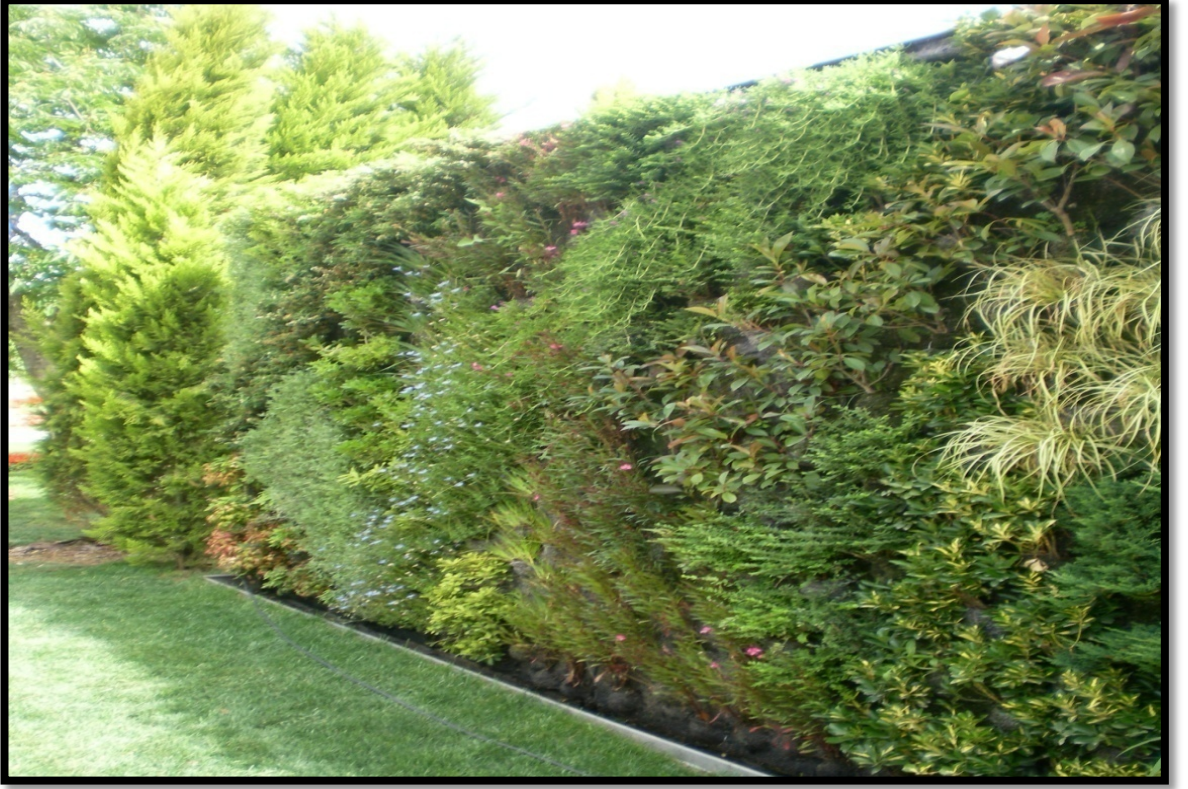
4.4.2 Dikey Bahçe Sistemlerinde Oluşan Değişimlere Türkiye’den Örnekler

4.4.2.1 İstanbul Göztepe 60. Yıl Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamaları

Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında yıl içerisindeki mevsimsel değişimler gözlenmektedir (Şekil 4.65 ve Şekil 4.66).



Şekil 4.65: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması üstteki fotoğraf 11 Haziran 2013 ve alttaki fotoğraf 15 Ekim 2013.



Şekil 4.66: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması üstteki fotoğraf 11 Haziran 2013 ve alttaki fotoğraf 15 Ekim 2013.

Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında yıl içerisindeki mevsimsel değişimler gözlenmektedir (Şekil 4.67).



Şekil 4.67: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesi Girişinde Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması üstteki fotoğraf 11 Haziran 2013 ve alttaki fotoğraf 15 Ekim 2013.

4.4.2.2 Kocaeli Gebze Belediyesi Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Kocaeli Gebze Belediyesi Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında yıl içerisindeki mevsimsel değişimler gözlenmektedir (Şekil 4.68 ve Şekil 4.69).



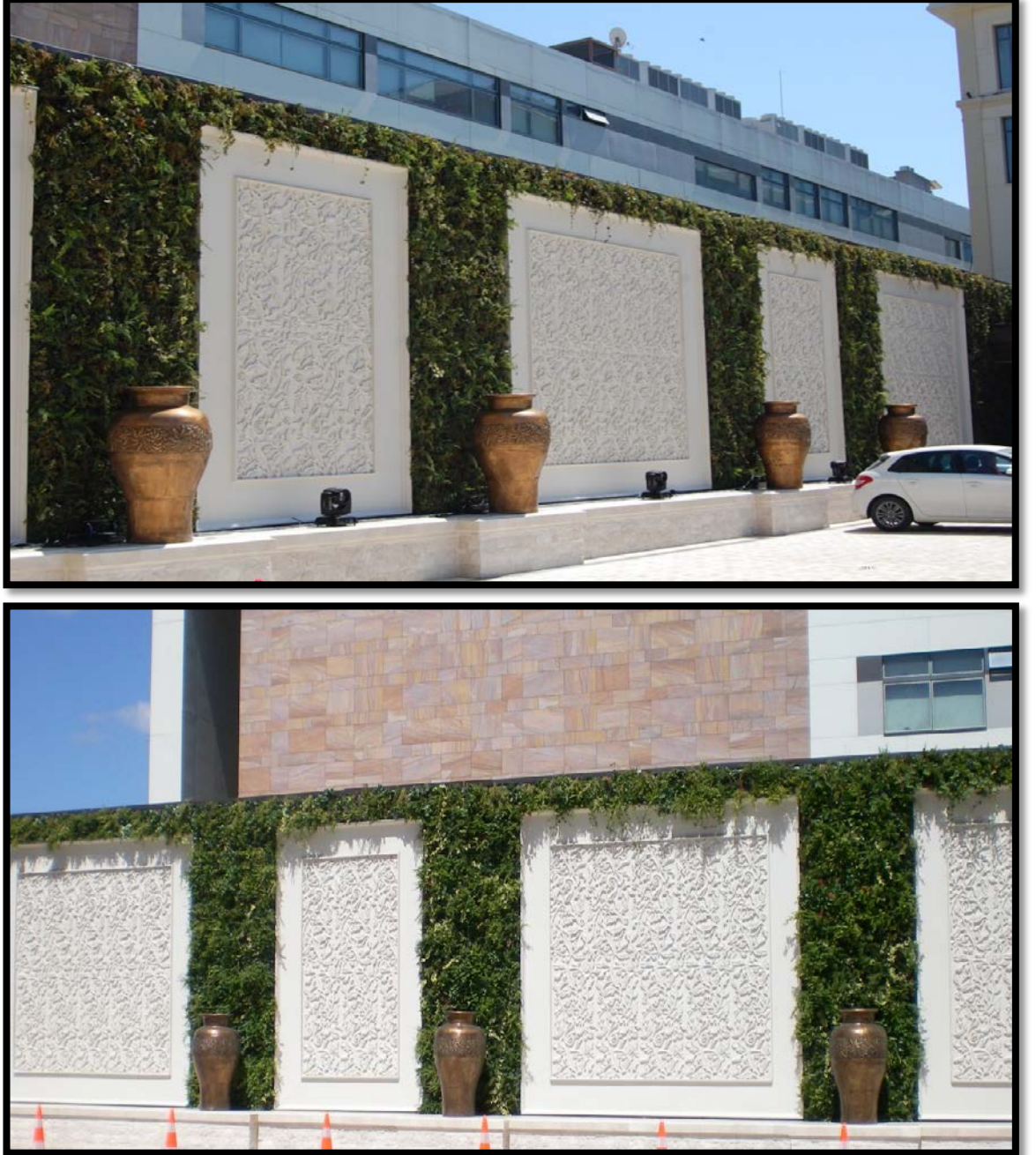
Şekil 4.68: Gebze Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması Ocak 2012.



Şekil 4.69: Gebze Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması üstte Kasım 2012 ve 22 Ekim 2013.

4.4.2.3 İstanbul Beşiktaş Shangri La Bosphorus Otel Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

İstanbul Beşiktaş Shangri-La Bosphorus Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında yıl içerisindeki mevsimsel değişimler gözlenmektedir (Şekil 4.70).



Şekil 4.70: Beşiktaş Shangri La Bosphorus Oteli Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

üstteki fotoğraf Temmuz 2013, alttaki fotoğraf Eylül 2013.

4.4.2.4 Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması

Sultangazi Belediyesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında yapısal tasarım aşaması uygulanıp sonuçlandırıldıktan sonra bitkisel tasarım aşaması uygulamaya başlanmıştır (Şekil 4.71).



Şekil 4.71: Sultangazi Belediyesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin dikiminin gerçekleştirilmesi 25 Nisan 2013.

Sultangazi Belediyesi Adem Yavuz Meydan Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkiler dikildikten bir hafta sonra, kökleri keçe katmanı içerisindeki bitkilerin filizlenmeye başladığı gözlenmektedir (Şekil 4.72).



Şekil 4.72: Sultangazi Belediyesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında keçe içerisindeki bitkilerin gelişimi ve bitkilerin yapısal ortama ve çevreye adaptasyon süreci 03 Mayıs 2013.

Zamanla bazı bitkiler yukarı doğru büyümeye başlamakta, bazıları halı gibi dikey yüzeyde yayılma göstermekte ve bazıları ise aşırı büyüme göstermektedir. Ayrıca bu dikey bahçenin tesisinden 5 ay sonra yapılan gözlemde bitkilerin adaptasyon sürecini başarıyla tamamladıkları Şekil 4.73'te gösterilmektedir.



Şekil 4.73: Sultangazi Belediyesi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkilerin yapısal ortama ve çevreye adaptasyon sürecinin başarıyla tamamlanması 07 Ekim 2013.

Ülkemizde Dış Mekan Dikey Bahçeler, yatay bahçelerdeki gibi yılın 12 ayı aynı tonları taşımamaktadır. Bu dikey bahçelerde her mevsim değişik bitkilerin değişik fonksiyonlarıyla farklı görüntüler elde edilmektedir.

Dış mekan dikey bahçelerde bitkilerin büyüme ortamını oluşturan jeotekstil keçe katmanı zamanla deformasyona uğrayabilmektedir. Bu gibi durumlarda deforme kısmın yerine yeni bir keçe örtüsü monte edilmektedir. Ayrıca gerek adaptasyon sürecini atlatamadıklarından gerekse de vandalizm sonucu dikey bahçelerde bitki kayıpları yaşanmaktadır (Şekil 4.74 ve Şekil 4.75).



Şekil 4.74: Göztepe 60. Yıl Parkı Prof. Dr. Hulusi Behçet Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında deforme olan jeotekstil keçe örtüsünün yerine yenisi monte edilmiştir. Ayrıca bu dikey bahçede keçe örtüsü kayıpları kadar bitki türlerinde de kayıpların yaşandığı gözlenmektedir 15 Ekim 2013.



Şekil 4.75: Göztepe 60. Yıl Parkı Bağdat Caddesine bakan Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında vandalizm sonucu bazı bitki kayıpları yaşanmaktadır kaybolan bitkilerin yerine yenisi dikilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Son yıllarda dünyada bir ihtiyaç haline gelen dikey bahçelerin sayısı ülkemizde de ciddi oranda artış göstermektedir. Kentleşme sürecinin sonucu olarak yok olan yeşil alan kayıplarının telafisi için düşünülen yöntemlerden biri olan dikey bahçeler bulunduğu bina ya da duvar yüzeyindeki ısı dengesini sağlamak, küçük ölçekte de olsa doğal bir yaşam ortamını kentliye sunmak, tesis edildiği bölgedeki faunaya barınacağı ya da dinleneceği bir ortam yaratmak gibi işlevleriyle doğadaki herhangi bir ekosistemin yerini tutmasa da minimal ölçeklerde yaşam kalitesine olumlu etkileriyle günümüzde sürdürülebilir çevre açısından gittikçe önem kazanmaya başlamıştır.

Yapısal elemanlara bitki malzemesinin entegre edilmesiyle meydana gelen dikey bahçeler sürdürülebilir, nitelikli, estetik bir çevre yaratarak aynı zamanda ekolojik algının bir uzantısı olarak işlev görmektedir.

A.B.D’de bina duvarı yüzeyine tesis edilen dikey bahçeler çevreyle uyumlu binalar oluşturarak Amerika Yeşil Bina Konseyi (United States Green Building Council) tarafından verilen binanın su ekonomisi, enerji verimliliği, tasarımda yenilikler, kullanılan malzemeler, iç mekan ortam kalitesi gibi kriterlerin göz önünde bulundurulduğu ve değerlendirildiği LEED sertifikasını kazanma potansiyelinin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca dikey bahçe uygulamaları, içerisinde yer aldıkları projelerin pazarlama şansını ve mülkiyet değerini artırabilmektedir.

Dünyada dikey bahçelerin kullanımının yaygınlaşması için özel ya da devlet kurumlarının katılımı süreci hızlandırmaya yönelik önemlidir. 2001’de Tokyo Büyük Şehir Otoritesi ‘Yeşil Plan’ adında dikey bahçelerin ve diğer dikey yeşil sistemlerin tesisine resmi elden teşviğin verildiği, dört yıl içerisinde çevre illerden yirmisinin de bu sürece dahil olduğu bir tasarımı lanse etmiştir. Ayrıca Ulusal Ticaret ve Yapı Bakanlığı dikey yeşil sistemlerin sayısının artması ve niteliğinin geliştirilmesi için politikalar ortaya koymuştur.

Son yıllarda dünyada dikey bahçelerle ilgili üretim, araştırma ve geliştirme çalışması yapan firma ve kurumların sayısı artmış, dikey bahçeler konusu başlıbaşına bir uzmanlık dalı haline gelmeye başlamıştır.

Türkiye’de ise kurum bazında olmasa da bir çok firma üretim açısından bazı çalışmalar ortaya koymakla beraber araştırma ve geliştirme açısından dünya ölçeğindeki örneklerle karşılaştırıldığında daha yolun başındadır. Ayrıca üretim bakımından da dünyada çeşitli bölgelerdeki dikey bahçe uygulamalarında da görüldüğü üzere özellikle coğrafi konum nedeniyle bazı farklılıklar gözükmemektedir. Türkiye’deki dikey bahçe örneklerinin bazılarında hidroponik teknikten ödün verilmiş, iklimin zorlayıcılığından özellikle don olaylarından dolayı keçe ceplerin içerisine gübreli toprak da konulmuştur.

Floristik (Bitki dağılımı bilimi ile ilgili) çeşitlilik, Fransız araştırmacı ve tasarımcı Patrick Blanc tarafından yaratılan olağanüstü dikey bahçelerin esas noktasıdır. Patrick Blanc’ın bir botanikçi olması nemli yerlerde bitkilerin dikey yüzeylerden istifade ettiği çoğu durumları keşfedebilmesine izin vermiştir. Onun metodu olan dikey hidroponik sistemlerin bir varyasyonu aslında diğer uygulayıcıların ve Japonların kullandığı yöntemlere çok benzerdir. Dış taraftaki tabakanın yayılımı bir keçenin ya da kapılar hasırın su geçirmez PVC tabakası üzerine sabitlenmesiyle sağlanır. PVC katmanı mevcut duvar yapısının bitki destekli keçeden izole edilmesini sağlar. Bütün sistem yaklaşık 13 mm’dir ve çok incedir. Genç bitkiler keçe örtüsü kesilerek içinde daha sonra kökleneceği ve yapısını sağlamlaştırmaya yardımcı özellikleri barındıran ceplere yerleştirilir. Çoğu herdemyeşil olan geniş yapraklı bitkiler gür bitki örtüsü elde etmek ve ortama tropikal bir etki kazandırmak amacıyla tercih edilir. Böyle sistemler mevcut bina duvarlarının ön kısmına monte edilirler ya da kendi başına ayakta duran yapılar üzerinde yaratılırlar.

Dikey bahçe sistemleri yapısal ve bitkisel katmanlardan oluşmaktadır ve bu katmanların her birinin önemli işlevleri vardır. Dikey bahçelerde bina yüzeyine, duvara ya da kendi taşıyıcı sistemiyle ayakta duran şekline göre kullanılan malzeme cinsi değişebilmektedir. Örneğin; ağırlığın problem olabileceği yerlerde dikey bahçe tesisinin sağlıklı gerçekleşebilmesi için taşıyıcı malzeme olarak hafif metal olan alüminyum konstrüksiyonlar kullanılabilir. Alüminyum konstrüksiyonlar tesis edilen dikey

bahçelerin daha hafif olmasını sağlamaktadır. Alüminyum malzeme özellikle bina cephelerinin kaplanmasında tercih edilmektedir.

Alüminyum konstrüksiyon taşıyıcı malzemelerle tesis edilen dikey bahçeler, ağır metal konstrüksiyonla tesis edilen dikey bahçelerle karşılaştırıldığında; ağır metal konstrüksiyon, dikey bahçenin tümünün yarı ağırlığını oluştururken, alüminyum bu yarı ağırlık payını 1/3'e düşürmektedir. Bu da o dikey bahçeyi statik açıdan daha kullanışlı hale getirmektedir.

Dikey bahçelerde ağır metal konstrüksiyon taşıyıcı malzeme kullanmak az üretiminden ve daha az yer kapladığından dolayı hem daha ekonomik hem de birbirini tamamlayarak sürdürülebilir açıdan plastik konstrüksiyonlara göre daha avantajlı olmaktadır. Ayrıca metal konstrüksiyonlar diğerlerine nispeten daha yaygın bir kullanıma sahiptir. Paslanmaz konstrüksiyonlar ise bütün konstrüksiyonlar arasında en sağlıklı ve en pahalı olanıdır.

Dikey bahçelerde taşıyıcı sisteme tutturulan su geçirmez malzeme cinsi de değişebilmektedir. Dikey bahçe sistemlerinde çoğunlukla PVC malzeme kullanılmakla birlikte marin su kontrastı gibi su tutmayan ve şişme yapmayan dayanıklı malzemeler de kullanılabilir. Destek yapıyı oluşturan su geçirmez panellerin güvenli bir şekilde tesisi gereklidir, tesisteki bir başarısızlık bitkilerde ciddi hasarlar hatta ölümler meydana getirebilir.

Dikey bahçelerde büyüme ortamını oluşturan malzemelerin cinsi de değişkenlik gösterebilmektedir. Çoğunlukla keçe tabakalarından oluşan dikey bahçelerde kaya yünü, köpük benzeri malzemeler de büyüme ortamı olarak alt katmanda kullanılmaktadır. Ayrıca cam yünü, sünger gibi malzemelerin keçe içerisine yerleştirilerek uygulandığı dikey bahçeler de mevcuttur. Cam yünü ve sünger gibi malzemeler bünyesinde tutacağı besin ve suyla bitki köklerinin yavaş yavaş bu malzemeleri almasını sağlamakta kullanılmaktadır. Bu malzemeler de keçe gibi nem tutan antibakteriyel özelliklere sahiptir.

Büyüme ortamını oluşturan malzemeler genelde iki kat olarak dikey bahçeye monte edilmekte ve ikinci katman içerisinde bitkiler genelde hidroponik olarak yetiştirilmektedir. Bitkinin büyüme ortamını oluşturan bu katmanlar arasına sulama

boruları yerleştirilmektedir. Sulama boruları olarak genelde damlama sulama boruları kullanılmaktadır. Dikey bahçe sistemlerinde bitkilerin yetişeceği ortamdaki doğrultusu ile bitkiye su ve besin veren damlama sulama borusunun istikametinin aynı olması gerekmektedir. Aksi takdirde bitki yeterince besin alamadığından ölebilmektedir.

Dikey bahçelerde 2. kat keçe katmanının açılan ceplerden yer çekimi istikametinde hareketini engellemek için ceplerin alt kısmındaki destek katmanına kadar sabitlenmesinde (alttan desteklenmesinde) yarar vardır. Aynı durum bitki yerleştirildikten sonra ceplerin üst kısmı (bitki kök boğazı bölümü) için de geçerlidir. Bu alanların destek katmanı ya da daha sonra rahat açılabilmesi için büyüme ortamı alt katmanına kadar sabitlenmesi gereklidir. Bu durum köklerin hava almasını engellemekte ve bitki ömrünü arttırmaktadır.

Dikey bahçelerde otomatik damlama sulama ve gübreleme sistemi kullanılır. İç Mekan Dikey Bahçelerde otomatik damlama sulama ve gübreleme sisteminin yanısıra ihtiyaca göre sisleme sistemi de kullanılabilir. Bitkiler gıdalarını kök üzerinden ve yapraklarından almaktadır. Sisleme yöntemiyle bitkinin yapraklarından su alınımının kolaylaşması ve sıcak havalarda bitkilerin serinletilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca sisleme sistemiyle ortamda bitkiye yapışan tozların, stomaları kapayıp bitkinin nefes almasını zorlaştıran mikropların dikey bahçe sisteminden uzaklaştırılması mümkündür. Dikey bahçelerde akışkan hale getirilen gübrelerin bir gübre tankında suyla karıştırılarak oluşturulan besin çözeltisi halinde bitkiye verilmesiyle gübreleme sistemi kurulur.

Yukarıda bahsedilen yapısal malzeme ve katmanlaşma boyutu dikkate alındığında dikey bahçe sistemi türlerinin her birinin farklı bir konstrüksiyon kurgusu olabilmektedir. Hatta aynı türde ifade edilen dikey bahçelerde bile tesisi gerçekleştiren firmanın tercihleri, müşterinin istekleri ve daha bir çok etkenin devreye girmesi sonucu zaman zaman konstrüksiyonel açıdan farklılıklar gözlenebilmektedir.

Hidroponik, bütün bitkilere besin ve su gereksinimlerini sağlayan dengeli besin çözeltileri kullanılarak topraksız bitki yetiştirme teknolojisidir. Bu çözelti suyun çok uzun süreliğine tutulmadığı durumlar içindir. Doğal kayalıktaki bitki toplulukları doğal hidroponik sistemler olarak bile tanımlanabilmektedir. Çürümüş bitki malzemelerinden

ve erozyon kayalarından elde edilmiş besinle doymuş suyun çoğu yükseklerden aşağı doğru akar. Hidroponik yaşayan duvar sistemleri olan dikey bahçe sistemleri başarılı bitki yetiştiriciliği için her türlü gereksinimi sağlayan bir sulama sistemi sayesinde sürekli sistemdeki nemi korumaktadır.

Dikey bahçelerde bitkilendirme yapılırken bitkilerin dağıtımı özenle yapılmalıdır. Bitki türleri gerek iç mekan gerekse de dış mekan dikey bahçe sistemlerinde düzenli bir şekilde yerleştirilmeli ve her bir bitkinin hava akımı ile besin ihtiyacı dikkate alınmalıdır. Bu yaklaşım ayrıca bitkiler arasındaki rekabet şansını azaltacaktır ve onlara optimum beslenme olanağıyla bünyesine daha fazla enerji sokmaları için dışarıdaki ya da içerideki havadan uçucu organik bileşikler almasına fırsat verecektir.

Hidroponik teknikle bitkilerin yetiştirildiği dikey bahçe sistemleriyle genelde topraklı sistemlere dayanan yeşil cephe ve modüler yaşayan duvar sistemleri karşılaştırıldığında yeşil cephe ve modüler yaşayan duvar sistemleri dikey bahçe sistemlerine nispeten estetik yönden zaaf göstermektedir. Yeşil cephelerde ve modüler yaşayan duvar sistemlerinde bitki çeşitliliği dikey bahçe sistemlerine nispeten oldukça sınırlıdır. Bu nedenle bu sistemler; tasarım olanaklarını, yaratıcılığı ve sanatsal yaklaşımları kısıtlayıcı dikey uygulama yöntemleridir. Modüler yaşayan duvar sistemlerinin genel şekli oldukça köşeli, bodur ve geometriktir. Asıl sorun ise bitkinin kök gelişimi için ayrılan yerin dikey bahçelere nispeten çok dar bir hacimde olmasıdır. Bu nedenle bitki seçimi kısıtlanmakta ve sadece yer örtücüler, mevsimlik çiçekler ve küçük bitkiler kullanılabilir. Bu da doğallıktan uzaklaşmaya neden olmakta, bitki çeşitliliğini azaltmakta ve doğal olmayan ekosistemler meydana getirmektedir. Dikey bahçe sistemleri ise modüler yaşayan duvar sistemleri ve yeşil cephe sistemlerine nispeten daha kompleks yapılar gösteren, daha informal bitkisel tasarımlara olanak veren, mühendislik açısından daha karmaşık çözümlere gereksinim gösteren yapılardır.

Geniş alanların bitkilendirilmesi için genellikle yeşil cephe sistemleri kullanılmaktadır. Dikey bahçe sistemlerinin yeşil cephelere nispeten m^2 'sine düşen yüksek maliyeti nedeniyle tesisi daha küçük yüzey alanları ile sınırlanmaktadır.

Yeşil cephe sistemleri tesis edildiği duvar ya da bina yüzeyinin fiziksel durumuna bağlı olarak şekillenmektedir. Yeşil cephe sisteminin uygulandığı yüzeyin bitkilerle

kaplanması uzun zaman almaktadır. Yine yatay bahçelerde de bir peyzaj uygulaması gerçekleştirildiğinde hedeflenen görüntünün elde edilmesi belli bir zaman gerektirmektedir. Dikey bahçelerde ise yatay bahçelere ve yeşil cephelere nispeten bu zaman çok daha kısadır.

Yeşil cephe sistemlerinde kullanılan bitkilerin tırmanma kabiliyeti sınırlı olduğu için daha geniş alanları bu sistemlerle kaplamak sistem içerisine ara saksıların konulmasıyla mümkün hale gelebilmektedir. Dikey bahçe sistemleri bu açıdan yeşil cephe sistemlerine oranla daha uygulanabilir argümanlara sahiptir.

Modüler yaşayan duvar sistemlerinde bitkiyi tutan toprakta sulamanın gerçekleştirilmesiyle zamanla çökmelerin meydana geldiği gözlenmektedir. Bu gibi durumlarda firmalar modüler yaşayan duvar sistemlerin herhangi bir kısmından kolaylıkla çıkabilen özel modüller tasarlamışlardır. Dikey bahçe sistemlerinde ise bitkiler hidroponik teknikle yetiştirildiklerinden dolayı bu gibi sorunlara rastlanmamaktadır.

Dikey bahçe sistemleri hidroponik olmayan modüler yaşayan duvar sistemlerine nispeten daha sık sulama gerektirmektedir. Bunun nedeni bitki büyüme ortamını oluşturan katmanın sürekli nemli tutulmasının gerekliliğidir. Sürekli nemli tutulan bu ortamda bitkinin büyüme hızında bir artış olduğu gözlenmektedir. Modüler yaşayan duvar sistemlerinde ise sulamanın sıklığını ışık ve sıcaklık koşulları belirlemektedir. Dikey bahçelerle yeşil cepheler karşılaştırıldığında ise dikey bahçelerin su isteğinin yeşil cephelere oranla daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Dikey bahçelerin sık sulama gerektirdiği hususunda bazı görüşler ileri süren kişiler, dikey bahçe sistemlerini fazla su istediği yönünde eleştirmektedirler. Halbuki dikey bahçe sistemlerinde suyun yukarıdan aşağı hareket etmesi buharlaşmayı minimumda tutmaktadır. Bu çalışma içerisinde incelenen bazı dikey bahçe örneklerinde su tüketiminin fazla olduğu tespit edilmekle birlikte çoğu dikey bahçe örneklerinde böyle bir duruma rastlanmadı. Hatta bazı dikey bahçe örneklerinde örneğin; Londra Islington'daki Cennet Parkı Çocuk Merkezi Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulaması'nda toplamda 70 000 bitkinin dikildiği bu sistemdeki bitkiler otomatik sulama ve gübreleme sistemiyle düzenli bir şekilde sulanmaktadır. Bu otomatik sulama ve gübreleme

sistemine su sağlayan kaynak bina çatısı üzerinde yağan yağmurun biriktiği bir tanktır. Ayrıca otomatik sulama ve gübreleme sisteminde atık suların da kullanıldığı dikey bahçe örnekleri vardır.

Ülkemizde dikey bahçelere talep daha çok belediyelerden, ticari kuruluşlardan ve özel şahıslardan gelmektedir. Ülkemizde çoğunlukla i mekanlara nispeten dış mekan dikey bahçelere talebin az da olsa nde olduğu gözlenmektedir. Bunda iç mekan dikey bahçelerin güneş işığından yeterli derecede yararlanamaması ve bundan dolayı gündüz vakti de uygun işık değerinde bir aydınlatma sisteminden yararlanma gereksinimi, tasarım aşamasından bakım aşamasına kadar dış mekanda tesis edilenlere nispeten daha hassas bir pozisyonda olup daha büyük maliyetlere malolması da bu durumu oluşturan sebeplerdendir.

Dikey bahçelerde bakım konusu hassas noktalardan biridir. Tesis edilen dikey bahçenin işık, besin ve su ihtiyacının karşılanması gerekmektedir. Başarılı bir dikey bahçe tasarımında aydınlatma ve sulama tasarımının yapısal ve bitkisel tasarımla birlikte düşünülmesi gerekmektedir. Örneğin dış mekan bir dikey bahçe sisteminde bitkisel tasarım ve uygulama aşamasında bitki dağılımı gerçekleştirildiğinde ısı ve işık isteği yüksek olan bitki türleri dikey bahçenin en üst kısımlarında ya da bu kısımlara yakın yerlerde konumlandırılmalıdır. Bunun gibi tasarım etmenlerinin mevcut dikey bahçe sisteminin tipini ve bitki türü seçimlerini etkilediği göz ardı edilmemelidir.

Dünyada dikey yeşil sistem üreten çok sayıda firma kendine özgü ürünleri piyasaya sürmüşlerdir. Amerikan merkezli bir şirket olan ELT Yaşayan Duvar Sistemleri; küçük, orta ölçekli tesisatlar için öncelikli olarak tasarlanan, sert polietilenden meydana gelmiş bir paneller sisteminden oluşan modüler yaşayan duvar sistemini piyasaya sürmüştür. Sistemdeki geriye doğru eğimli cepler kompost ve bitkileri sistemde tutar, kompost sayesinde sulama suyu bitkileri besler. Diğer sistemlerde olduğu gibi borular sayesinde su bitkilere ulaştırılır ve dipte bir olukta toplanır.

Dikey yeşil sistem teknolojisi Kuzey Amerika Pasifik Kuzeybatısında bir takım yaklaşımlar denenerek gelişiminin ilk aşamalarını gerçekleştirmiştir. Ticari olarak en başarılı yaşayan duvar sistemleri Kanada ve Japon şirketleri olan G-Sky ve Sugiko arasında gerçekleştirilen bir işbirliği sonucunda oluşmuştur. Hoteller ve

kurumsallaştırılmış alanlar esas müşterilerini oluşturmuştur. Modüler bir sistem, polypropyleneden yapılmış çelik yapı destek panellerinden oluşur. Bu da bitkinin yetiştirme ortamının sıkıştırıldığı bir dokuma kılıfıyla desteklenir. Besin takviyeli damlama sulama sistemi yağmur sensörleriyle beraber otomatik bir sistemin parçaları gibidir.

Avrupa'ya özgü yaşayan duvar sistemleri Kuzey Amerika ve Japon teknolojilerinden izole ayrı bir evrim geçirdi. Göze çarpan şey onların modüler olmadığıydı, Fransız botanikçi, araştırmacı ve tasarımcı Patrick Blanc kent ortamında yapısal katmanlarda nemli ortamlar yaratarak bitkilerin bu dikey yüzeylerden istifade ettiği bir sistem geliştirmiştir ve bu sisteme "Vertical Garden" adını vermiştir. Patrick Blanc'ın bu sisteminde bitkiler topraksız bir ortamda otomatik sulama ve gübreleme sistemiyle, mikro ve makro besin elementlerini içeren özel karışımli besin çözeltilerini alarak yetiştirilmektedir.

Dikey bahçe sistemlerinde deneysel bazda bazı sistemler denenmiştir. Örneğin; sulama sistemi için gözenekli borular kullanılmıştır. Bu borular yoğun kireçli su alanlarında blokaja neden olmuşlardır. Dünyada ve ülkemizde yaygın olarak kullanılan damlama sulama sistemi ise yer değiştirilebilen bloke edilmiş tepe noktalarıyla dikey bahçe sistemine bir avantaj getirmektedir.

Topraklı olarak uygulanan modüler yaşayan duvar sistemlerinde yatay bahçelerde olduğu gibi toprağın mekanik desteğinden istifade edilmektedir. Özellikle dış mekan dikey bahçelerde hidroponik sistemlerdeki bitkilerin köklerinin soğuk kış aylarındaki donma riski göz önüne alındığında, topraklı sistemlerin bu gibi durumlara karşı aksi yönde de belli başarılar edinilmesine karşın (Gebze Belediyesi Kent Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasını tesis eden ve bakımını üstlenen firma jeotekstil keçe katmanı içerisindeki bitkilerin kış aylarında sağlıklı bir şekilde yaşamlarını sürdürmelerini sağlamıştır. Ayrıca dünyada yıllarca ihtişamlı görünümünü sürdüren, kış aylarındaki fotoğraflarını da verdiğimiz dikey bahçe örnekleri de vardır) daha donanımlı olduğu söylenebilmektedir.

Özellikle dış mekanda hidroponik teknikle yaşamlarını sürdüren dikey bahçe sistemlerinde don olayı en çok korkulan olaylardan biridir. Bu hususta Bolu Kent

Meydanı Parkı Dış Mekan Dikey Bahçe Uygulamasında bitkiyi besleyen gübreye antifriz konularak böyle durumlara karşı tedbir alınması amaçlanmıştır.

Dikey bahçe sistemlerinin biyoçeşitliliği artırması, insan sağlığını olumlu etkilemesi, hava kalitesini iyileştirmesi, kentsel ısı adası etkisini azaltması gibi savların, mantık çerçevesinde ve ekonomik yararlar, dayanıklılık, estetik değer ve sosyal faktör sayesinde toplam maliyet analizi içinde tahmin edilebilir olmasıyla büyük bir oranda doğru olduğu ortaya çıksa da bu gibi hususların daha ileri araştırmalar, deneyler ve gözlemler gerektirdiği apaçıktır. Ancak bu şekilde elde edilen sayısal veriler sonucunda oluşan durumları sağlıklı analiz edebilme imkanına kavuşabiliriz.

Dikey bahçe sistemleri hiçbir zaman orman ya da diğer ekosistemlerin yerini tutamazlar. Dikey bahçe sistemleri ancak yapılaşmış çevrelerdeki sağır duvarları değerlendirmede bir çözüm aracı olarak kullanılmakta, kent ortamında yeşil doku yaratma konusunda yardımcı eleman olarak yer almaktadır. Bu çerçevede İstanbul gibi yapılaşmış alanların yığıldığı kentlerde; otopark alanları, köprü ayakları, devasa iş merkezleri, devlet binaları, v.b kısaca üzerinde yatay bahçelerin uygulanamayacağı, dikey bahçelerin ise estetik ve ekolojik açıdan katkı sağlayacağı her sağır yüzey üzerinde dikey bahçe sistemleri değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Afrin, S., 2009, *Green Skyscraper: Integration of plants into skyscrapers*, Yüksek Lisans Tezi, KTH Architecture The Built and Environment, Stockholm.
- Asan, Ü., Zengin, H., Destan, S., Özkan U.Y., 2005, Küresel ısınmanın önlenmesinde ormanların rolü ve önemi, *Uluslar arası Süreçte Acilen Eyleme Dönüştürülmesi Gereken Konular, Mevzuat ve Yapılanmaya Yansımaları Sempozyumu*, 231, Antalya.
- Babuş, D., 2005, *Küresel ısınma sorununu uluslararası çevre politikası içerisinde irdelenmesi ve Türkiye'nin yeri*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Binabid, J., 2010, *Vertical Garden: The study of Vertical Gardens and their benefits for low-rise buildings in moderate and hot climates*, Yüksek Lisans Tezi, Güney Kaliforniya Üniversitesi, ABD.
- Birge, Ö., 2011, *Küresel ısınma ve iklim değişikliği senaryolarına dayalı kentsel içme-kullanma suyu tahmini*, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Bjerre, L.A., 2011, *Green Walls*, VIA Üniversitesi.
- Blanc, P., 2010, *The Vertical Garden: from nature to cities*, Paris.
- Cooney, E., Deller, S., Michie, L., Wedderburn, D., 2004, *A research study of the feasibility of implementing a living wall into the environmental studies 2 building*, ERS 250.
- Dunnett, N. ve Kingsbury, N., 2008, *Planting Green Roofs and Living Walls*, Timber Press, Portland ABD, ISBN 13: 978-0-88192-911-9, ABD.
- Ertop, G., 2009, *Küresel ısınma ve kurakçıl peyzaj planlaması*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Franco, A., Canero, R.F., Urrestarazu, L.P., Valera, D.L., 2011, Wind tunnel analysis of artificial substrates used in active living walls for indoor environment conditioning in Mediterranean buildings, *Building and Environment*, 51, 370-378.
- Furio, J., 2011, Off the wall, *San Francisco Dergisi*, 60-69, ABD.

- Hedberg, H.F., 2008, *Vertiscaping: A comprehensive guide to living walls, green screens and related technologies*, Kaliforniya Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Tarım ve Çevre Bilimleri Bölümü, ABD.
- Hindle, R.L., 2012, *A vertical garden: Origins of the vegetation-bearing architechtonic structure and system (1938)*, Illinois Üniversitesi.
- Ibanez, A.F., 2010, *Green Elements in Architecture*, Kopenhag Teknik Akademisi.
- Johnston, J. ve Newton, J., 2004, *Building Green: A guide to using plants on roofs, walls and pavements*, Greater London Authority City Hall, The Queen's Walk Londra SE1 2AA, ISBN: 1 85261 637 7, Londra.
- Hopkins, G., Goodwin, C., Milutinovic, M., Andrew, M., 2010, *Feasibility Study: Living wall system for multi-storey buildings in the Adelaide Climate*, Adelaide Üniversitesi, Avustralya.
- Kaltenbach, F., 2008, Living Walls, Vertical Gardens- from the flower pot to the plated system facade, *Detail*, 1454-1466.
- Kemaloğlu, A. ve Yılmaz, O., 1991, Ankara Büyükşehir Belediyesi ve Peyzaj Mimarisi Derneği Sempozyum Bildirileri Ortak Yayını, *2000'li yıllar için Ankara kentinin açık ve yeşil alan sistemi ne olmalıdır?*, 29-31 Mayıs 1991 Ankara, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 52-54, Ankara.
- Lambertini, A., 2007, *Vertical Gardens*, Verba Volant Ltd., ABD, ISBN-10: 1-905216-07-6 ISBN-13: 978-1-905216-07-9, ABD.
- Lima, A.B., 2011, The Vertical Garden, *Mission Hills Garden Club*, 14-16.
- Matt, S., 2012, *Green facades provide habitat for arthropods on buildings in The Washington, D.C. Metro Area*, Yüksek Lisans Tezi, Maryland Üniversitesi, ABD.
- Matthews, J. ve Winter, M., 2010, *MFO Park, Zurich, Switzerland*, İsviçre.
- Ottele, M., 2011, *The Green Building Envelope*, SiecaRepro, Hollanda, ISBN: 978-90-9026217-8, Hollanda.
- Ottele, M., Perini, K., Fraaij, A.L.A., Haas, E.M., Raiteri, R., 2011, Comperative Life Cycle Analysis for Green Facades and Living Wall Systems, *Energy and Buildings*, 43, 3419-3429, Hollanda.
- Özdemir, A. ve Yılmaz, O., 2001, Yapı yüzeylerinin bitkilendirilmesi üzerine bir araştırma, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 13-18, Ankara.
- Perez, G., Rincon, L., Vila, A., Gonzalez, J.M., Cabeza, L.F., 2011, Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings, *Applied Energy*, 88, 4854-4859.

- Seçkin, N.P., 2012, Yapılarda dikey yeşilliğin sıcaklığını algılamak, *Mimarlıkta Malzeme*, 7 (21), 53-59, İstanbul.
- Türkeş, M., 2001, Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, *Teknik Sunumlar*, Seminerler Dizisi: 1: 187-205, Ankara.
- Türkeş, M., 2001, İklim değişikliği, kuraklık, çölleşme süreçleri ve tarıma etkileri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, *Tema vakfı kuraklık etkilerinin azaltılmasında kurağa dayanıklı bitki çeşit ıslahı ve kurak koşullarda yetiştirme tekniği notları* (2001), 4-35, Ankara.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G., 2000, 'Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri', Çevre Bakanlığı, *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları* (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Wong, N.H., 2009, *Evaluation of vertical greenery systems for building walls*, Ulusal Singapur Üniversitesi, Singapur.
- Yeh, Y.P., 2010, *Greenwall: The creative solutions in response to the urban heat island effect*, Ulusal Chung-Hsing Üniversitesi, Çin.
- Yüksel, Ü. D., 2005, *Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisinin yaz aylarında uzaktan algılama ve meteorolojik gözlemlere dayalı olarak saptanması ve değerlendirilmesi üzerine bir araştırma*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Muhammet İslam Beyhan
Uyruğu	T.C
Doğum tarihi, Yeri	03.02.1985, Burdur
Telefon	0537 3439206
E-mail	m.i.b_malatya@hotmail.com
Web adres	

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Doktora	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/ /	
Yüksek Lisans	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/ Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı / Peyzaj Mimarlığı Programı	2011
Lisans	Peyzaj Mimarlığı Bölümü	2009
Lise	Fatih Vatan Anadolu Lisesi	2004