

**ĐİKEY YEŞİL SİSTEMLER
VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Gülhız DEVELİ UYAR

Eskişehir 2018

DIKEY YEŞİL SİSTEMLER VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Gülhiz DEVELİ UYAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Emrah GÖKALTUN

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Temmuz 2018**

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Gülhiz DEVELİ UYAR'ın "Dikey Yeşil Sistemler ve Uygulama Örnekleri" başlıklı tezi 16/07/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Mimarlık Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Doç. Dr. Emrah GÖKALTUN

Üye : Prof. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA

Üye : Doç. Dr. Osman TUTAL

Prof.Dr. Ersin YÜCEL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

DİKEY YEŞİL SİSTEMLER VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Gülhiz DEVELİ UYAR

Mimarlık Anabilim Dalı

Bina Bilgisi Bilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Temmuz 2018

Danışman: Doç. Dr. Emrah GÖKALTUN

Kentsel alanlar içinde yer alan binaların yapı kabuğunda kullanılan beton, metal gibi doğal olmayan malzemeler, çevrede yaşayan organizma çeşitliliğinin azalmasına neden olmakta ve gün içinde bünyelerine aldıkları ısıyı gece tekrar dışarıya vererek kentsel ısı adası etkisini arttırmaktadır. Yoğun yapılaşmanın olduğu kentsel bölgelerde yeşil alanların düzenlenmesi, binalarda doğal malzemelerin seçilmesi ve binaların çevresi ile ilişkilendirilerek tasarlanması sürdürülebilir bir çevre için kaçınılmazdır. Dikey yeşil sistemler binalarda mimari ve konstrüktif bir cephe elemanı olarak kullanılmasının yanı sıra, doğal yeşil öğelerin bina kabuğunda uygulanması ve hava kalitesini arttırılması yönüyle de sürdürülebilirliği öne çıkarmaktadır. Bu çalışma kapsamında dikey yeşil sistemlerin geçmişten günümüze kadar olan kullanımı anlatılmış, teknik özellikleri ve uygulama tipleri incelenmiştir. Dikey yeşil sistemlerin bina özelinde ve kentsel ölçekte sağladığı yararlar; kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, çevre ve bina iç hava kalitesinin arttırılması ve ekolojik çeşitliliğin sağlanması, enerji tasarrufu bağlamında ele alınmıştır. Konumu, iklim sınıfı ve uygulandıkları dönem dikkate alınarak, dünyanın çeşitli bölgelerinden, dikey yeşil sisteme sahip çok katlı 10 bina seçilmiş, özellikleri irdelenmiş ve bu örnekler üzerinden bir değerlendirmede bulunulmuştur. Yapılan değerlendirme sonucunda dikey yeşil sistem tasarımı ve kullanımına yönelik öneriler getirilerek, çevreye yararlı bir dikey yeşil sistem uygulaması için dikkat edilmesi gereken kriterler ortaya konulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Dikey Yeşil Sistem, Yaşayan Duvar, Yeşil Cephe

ABSTRACT

VERTICAL GREEN SYSTEMS AND APPLICATION EXAMPLES

Gülhiz DEVELİ UYAR

Department of Architecture

Program in Building Design

Anadolu University, Graduate School of Sciences, July 2018

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Emrah GÖKALTUN

Non-natural materials such as concrete and metal used in building envelope in urban areas cause the decrease of the diversity of living organisms in the environment and increase the effect of urban heat island by giving out the heat they get to their buildings during the day. Designing green spaces in urban areas with intensive construction, designing natural materials in the buildings and designing them in relation to the surroundings of the buildings is inevitable for a sustainable environment. In addition to being used as architectural and constructive facade elements in the buildings, vertical green systems emphasize sustainability in the application of natural green textures in the building envelope and in increasing the quality of the air. In this study, the usage of vertical green systems from past to present is explained, technical features and application types are examined. Benefits provided by vertical green systems for building-specific and urban scale have been considered in the context of reduction of urban heat island effect, increase of environment and building indoor air quality and ensuring ecological diversity, energy saving. 10 Multi-storey buildings with vertical green system were selected from various regions of the world, taking into account their location, climate class and the period they were practicing, their characteristics were examined and evaluated through these examples. As a result of the evaluation made, the criteria to be considered for applying a useful vertical green system to the environment have been put forward by making suggestions for the design and use of vertical green system.

Keywords: Vertical Green System, Living Wall, Green Facade

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sürecinde bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, beni doğru olana yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Emrah GÖKALTUN'a, manevi ve fiili yardımını ile yanımda olan eşim Çağlar UYAR'a, tavsiyeleri ile yol gösteren ve bu süreçte bana destek olan kardeşim Bilge AYTUĞAR'a ve eşi Onur AYTUĞAR'a, maddi manevi her daim beni destekleyen annem Ayşe DEVELİ ve babam Ahmet DEVELİ'ye teşekkürü borç bilirim.

Gülhiz DEVELİ UYAR

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Gülhiz DEVELİ UYAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
GÖRSELLER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışmanın Kapsamı.....	2
1.3. Çalışmanın Yöntemi	2
1.4. Tanımlar	2
1.5. Sürdürülebilirlik Çerçevesinde Atılan Uluslararası Adımlar	4
2. DİKEY YEŞİL SİSTEMLERİN TARİHÇESİ	7
2.1. Dikey Yeşil Sistemin Tanımları	7
2.2. Dikey Yeşil Sistemin Tarihçesi.....	7
2.3. Dikey Yeşil Sistemlerin Yararları ve Karşılaşılan Sorunlar	10
2.3.1. Kentsel ısı adasını önleme ve sera etkisini azaltma.....	10
2.3.2. Yapıda ısı yalıtımı sağlama	11
2.3.3. Ürün yetiştirme amaçlı kullanım ve ekolojik çeşitliliğin artırılması	12

2.3.4. Yağmur sularının kent altyapısına olan yükünün hafifletilmesi ve suyun filtresini sağlaması	14
2.3.5. Biyolojik filtrasyon.....	15
2.3.6. Gürültüyü azaltması	16
2.3.7. Yangın güvenliği.....	16
2.3.8. Malzeme ömrünü uzatması	17
2.3.9. Elektrik Üretimi	17
2.3.10. Dikey yeşil sistemlerin sosyal faydaları.....	18
2.3.11. Dikey Yeşil Sistemlerde Karşılaşılan Sorunlar	18
2.3.11.1. <i>Malzeme bozulması</i>	19
2.3.11.2. <i>Bitki ölümü</i>	19
3. DİKEY YEŞİL SİSTEM TİPLERİ VE KATMANLARI	21
3.1. Yeşil Cepheler.....	21
3.1.1. Toprakta köklenen doğrudan bitkilendirme	22
3.1.2. Toprakta köklenen dolaylı bitkilendirme	23
3.1.2.1. <i>Modüler kafes panel sistemleri</i>	24
3.1.2.2. <i>Kablo ve tel örgü ağ sistemleri</i>	25
3.2. Yaşayan Duvar Sistemleri	26
3.2.1. Saksıda Bitkilendirme	28
3.2.2. Köpük katmanlı sistem	29
3.2.3. Mineral katmanlı sistem	30
3.2.4. Keçe katmanlı sistem	31
3.3. Bitkilendirilen Duvarlar	33
3.3.1. Bitkilenmeye uygun duvar paneli	34
3.3.2. Doğal bitkilenme	35
3.4. Dikey Yeşil Sistemleri Oluşturan Katmanlar	35
3.4.1. Bitkiler.....	37
3.4.2. Sulama sistemi	38
3.4.3. Bitki taşıyıcı katman (substrat)	39
3.4.4. Taşıyıcı konstrüksiyon	40

3.4.5. Su yalıtımı	40
3.4.6. Isı yalıtımı	41
3.4.7. Buhar kesici katman	42
4. DİKEY YEŞİL SİSTEM TASARIM PARAMETRELERİ.....	43
4.1. İklima İlişkin Tasarım Parametreleri	44
4.1.1. Güneş ışınlamı	47
4.1.2. Dış hava sıcaklığı.....	48
4.1.3. Dış hava nemliliği	48
4.1.4. Rüzgar	49
4.2. Dikey Yeşil Sistemli Cepheye İlişkin Tasarım Parametreleri.....	51
4.2.1. Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu	51
4.2.1.1. <i>Dikey yeşil sistem konumunun kentsel arayüz bağlamında incelenmesi</i>	52
4.2.2. Cephe kabuğunun özellikleri	56
4.2.3. Cephede uygulanan doğal ventilasyon düzeni.....	57
4.2.4. Cephede uygulanan güneş kontrolü	58
5. DİKEY YEŞİL SİSTEMLERDE UYGULAMA ÖRNEKLERİ	59
5.1.Caixa Forum Museum Vertical Garden	59
5.2. Pasona HQ Binası.....	64
5.3. The Rubens at the Palace Hotel	68
5.4. Green Cast	72
5.5. KMC Corporate Office.....	78
5.6. One Central Park Binaları (OCP).....	82
5.7. Naman Retreat	88
5.8. Santalaia Apartmanı.....	93
5.9. Swissotel Resort Bodrum Beach	98
5.10. World Trade Center (WTC) Liberty Park Yaşayan Duvarı	102
6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ.....	106

6.1. Dikey Yeşil Sistemlerin Katmanlaşma Açısından Değerlendirilmesi	106
Mavi teber, Japon eğreltiotu, Çim zambağı, Kuşkonmaz bitkileri gibi.....	108
6.2. Dikey Yeşil Sistemlerin Sağladığı Yararlar Açısından Değerlendirilmesi	109
6.2.1. Kentsel ısı adası etkisinin önleme ve bina ısıtma, soğutma yüklerini	
azaltmaya katkısı açısından değerlendirme	109
6.2.2. Dikey yeşil sistem sulamasında suyun geri dönüşümü ve ürün	
yetiştiriciliğinin değerlendirmesi.....	111
6.3. Dikey Yeşil Sistemlerin Cepheye İlişkin Tasarım Parametreleri Açısından	
Değerlendirmesi	112
6.3.1. Dikey yeşil sistemin bulunduğu cepheler ve cephelerin yakın çevredeki	
yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu açısından	
değerlendirilmesi	113
6.3.2. Dikey yeşil sistemlerinin cephe kabuğunun özellikleri ve cephede	
uygulanan güneş kontrolü ve doğal vantilasyon düzeni açısından	
değerlendirilmesi	117
6.4. Dikey Yeşil Sistemlerin İklimle İlişkin Tasarım Parametreleri Açısından	
Analizi	119
6.5. Genel Değerlendirme	121
6.6. Sonuç	128
6.7. Öneriler	129
KAYNAKÇA.....	133
ÖZGEÇMİŞ	

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. Dikey yeşil sistem tipleri	21
Tablo 3.2. Dikey yeşil sistemlerde katmanlaşma tablosu	36
Tablo 3.3. Dikey yeşil sistemlerde kullanılan bitkiler (Uslu, 2015, s. 38-40)	37
Tablo 4.1. İklimle dengeli cephe tasarımında etkili olan parametreler	44
Tablo 4.2. Köppen-Geiger iklim sınıflandırma sistemindeki ana iklimler ve alt iklimleri temsil eden anahtar harfler ile ölçütleri (Toptaş, 2012, s. 62).....	45
Tablo 4.3. Köppen-Geiger iklim sistemi sıcaklık sınıflandırması anahtar kelimeleri ve ölçütleri (Toptaş, 2012, s. 62)	46
Tablo 5.1. Caixa Forum binası bina bilgileri	59
Tablo 5.2. Caixa Forum dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu	63
Tablo 5.3. Pasona HQ Binası bina bilgileri.....	64
Tablo 5.4. Palace Hotel dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu	67
Tablo 5.5. The Rubens at the Palace Hotel bina bilgileri.....	68
Tablo 5.6. Palace Hotel dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu	71
Tablo 5.7. Green Cast binası bina bilgileri	72
Tablo 5.8. Green Cast dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu	77
Tablo 5.9. KMC Corporate Office binası bina bilgileri	78
Tablo 5.10. KMC binası dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu	81
Tablo 5.11. OCP Bina bilgileri	82
Tablo 5.12. Dikey yeşil sistemlerde bitkiler (kaynaktan tablolatırılmıştır)(http-60)	86
Tablo 5.13. OCP Binası dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu.....	87

Tablo 5.14. Naman Retreat binası bina bilgileri	88
Tablo 5.15. Naman dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu	92
Tablo 5.16. Santalaia binası bina bilgileri.....	93
Tablo 5.17. Santalaia dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu	97
Tablo 5.18. Swisotel Resort Bodrum Beach binası bina bilgileri	98
Tablo 5.19. Swisotel dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu	101
Tablo 5.20. WTC Liberty Park binası bina bilgileri	102
Tablo 5.21. Liberty Park dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu	105
Tablo 6.1. Dikey yeşil sistem tipi, bitki, substrat, taşıyıcı ve sulama sistemi bilgileri tablosu.....	108
Tablo 6.2. Kentsel ısı adasını önlemeye ve ısıtma-soğutma yüklerine etki bilgileri tablosu	110
Tablo 6.3. Ürün yetiştirme amaçlı kullanım ve suyun geri dönüşümü bilgileri tablosu	112
Tablo 6.4. Dikey yeşil sistemlerin uygulandığı cepheler ve cephe konumu bilgileri tablosu	116
Tablo 6.5. Cephe kabuğu, cephede güneş kontrolü ve doğal vantilasyon bilgileri tablosu	118
Tablo 6.6. Dış hava sıcaklığı, nem ve cephelere gelen güneş ışımasını bilgileri tablosu	120
Tablo 6.7. Dikey yeşil sistem Türkiye örnekleri	124
Tablo 6.8. Genel değerlendirme tablosu	125
Tablo 6.9. Genel değerlendirme tablosu	126
Tablo 6.10. Genel değerlendirme tablosu	127

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Stephanie Dalley tarafından, İngiliz Müzesi'nde bulunan Assurbanipal'in kabartma heykeli parçasından çizilen Nineveh'te bahçe (Dalley, 1993, s. 10).....	8
Şekil 2.2. Sarılıcı tırmanıcı bitkilerin kapladığı yürüyüş yolu (Lambertini, 2007, s.12)	9
Şekil 2.3. Bitkilendirmenin, bölgenin çevre sıcaklığını ve kentin ısı ada etkisini azaltmadaki etkisi (Yeang, 2012, s. 164)	11
Şekil 2.4. Yapı sistemlerine biyokütleler tasarlama (Yeang, 2012, s. 137).....	13
Şekil 2.5. Doğaldan gelişmiş duruma gelişim (Keeler ve Burke, 2009, s. 182).....	14
Şekil 2.6. Biyolojik filtrasyon şeması (http-42)	15
Şekil 2.7. Yangından koruma için bitki örtüsü kullanımı (Yeang, 2012, s. 136).....	17
Şekil 2.8. Mikrobiyal yakıt hücreleri vasıtasıyla bitkilerden enerji toplanması süreci (http-7).....	18
Şekil 3.1. Yeşil cephe tipleri.....	22
Şekil 3.2. Modüler kafes sistemlerin duvara montaj kesitleri (a) duvara monte/montaj klipsi; (b) duvara monte/destek dirseği (http-21).....	24
Şekil 3.3. Tel örgü sistemi görünüş, kesit ve köşe ankraj nokta detayı (http-22).....	25
Şekil 3.4. Yaşayan duvar sistem tipleri	27
Şekil 3.5. Sol üstte hidroponik modüler panel, sol altta substrat katmanlı modüler panel ve sağda hidroponik keçe katmanlı sistem (http-116)	27
Şekil 3.6. Saksıda bitkilendirme detayı (http-23)	29
Şekil 3.7. Bitkilendirilen duvar tipleri	34
Şekil 3.8. Gıda enjektörlü standart damlama sulama sistemi (http-37).....	38
Şekil 3.9. Köpük sistem ve taşıyıcı sistem uygulama detayı (http-33).....	41
Şekil 4.2. Cephelere gelen güneş ışınımı (Ofloğlu, 2016-2017, s. 10).....	48
Şekil 4.3. Hava akışının bina üzerindeki etkisi (Clarke, 1967)	50
Şekil 4.4. Binaların etrafında rüzgar akışı (Brown, Dekay, 2001, s. 21).....	50

Şekil 4.5. Arayüzün yatay ve düşey bileşeni (Zülkadiroğlu, 2013, s. 51).....	53
Şekil 4.6. Üst katların, zemin katta meydana gelen olaylarla teması (Gehl, 1987, s. 100)	55
Şekil 4.7. Çift kabuk duvar kesiti (Brown, Dekay, 2001, s. 227).....	56
Şekil 5.1. a)Caixa Forum 1. kat planı b)Kesit (Yaşayan duvar işaretlenmiştir.) (Herzog & de Meuren çizimleri) (http-24).....	60
Şekil 5.2. Madrid iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (http-81).....	62
Şekil 5.3. Pasona HQ binası kat planları (http-69)	66
Şekil 5.4. Tokyo iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (http-71)	66
Şekil 5.5. Londra iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (http-91)	70
Şekil 5.6. Bodrum kat ve 1. kat planları (http-8).....	73
Şekil 5.7. 2.kat ve 3. kat planları (http-8)	73
Şekil 5.8. Vaziyet planı ve A-A kesiti (http-8).....	74
Şekil 5.9. Cephe panellerine iç mekandan bakış (http-8)	74
Şekil 5.10. Sistem detayı (http-8)	75
Şekil 5.11. Odawara iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (http-79)	76
Şekil 5.12. One Central Park vaziyet planı (http-58)	83
Şekil 5.13. OCP Binası 6. kat planı (batı kulesi(12 katlı) ve doğu kulesi(34 katlı)) (http-5)	83
Şekil 5.14. Sidney iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı) (http-90)	86
Şekil 5.15. Babylon Otelin işaretlenmiş olduğu Naman Retreat kompleksinin vaziyet planı (http-76)	89
Şekil 5.16. Babylon Otel a)1. kat planı b)2. ve 3. kat planı (http-76)	89
Şekil 5.17. Da Nang iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri).....	91
Şekil 5.18. Tip kat planı ve vaziyet planı (http-95)	94
Şekil 5.19. Bogota iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri)(http-84)	96

Şekil 5.20. Swissotel Resort Bodrum Beach vaziyet planı (http-87)	99
Şekil 5.21. Projedeki farklı villa plan tipleri (http-88)	100
Şekil 5.22. Projedeki farklı villa ve apart plan tipleri (http-88)	100
Şekil 5.23. Bodrum iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (http-89).....	100
Şekil 5.24. Vaziyet planı (http-100)	103
Şekil 5.25. Dünya Ticaret Merkezi Özgürlük Parkı ve yaşayan duvar imajı (http-98).....	103
Şekil 5.26. New York iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (http-102).....	104

GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel 2.1. 16. yüzyılda yapılan Babilin Asma Bahçeleri tablosu (http-97)	7
Görsel 2.2. a)Rockefeller Center (New York) http-106 b)Weissenhofsiedlung (Stuttgart) (http-114).....	9
Görsel 2.3. a)Boston sarmaşığı (Parthenocissus), toprakta kök salmış ve 2009 yazında Delft'teki cepheye doğrudan uygulanmıştır. b) Ortam sıcaklığı 21 °C ile, aynı cephenin kızılötesi (FLIR) kamera ile çekilmiş fotoğrafı. (Ottele, 2011, s. 38).....	11
Görsel 2.4. Bitkilerden enerji toplanması süreci (http-7).....	18
Görsel 2.5. a)Yosun bulguları gösteren malzeme bozulmasının kök seviyesinde oksijen eksikliğine katkıda bulunması. b)Aşırı sulamanın etkileri (http-18).....	19
Görsel 3.1. Toprakta köklenen doğrudan bitkilendirme örneği (http-20)	23
Görsel 3.2. Modüler kafes panel sistemi ile bitkilendirilen yapı duvarı (http-21)	24
Görsel 3.3. Tel örgü sistemi (gridal ve diyagonal) (http-115)	25
Görsel 3.4. Saksıda köklenen dolaylı bitkilendirme (http-21)	26
Görsel 3.5. Modüler sistem yaşayan duvar (http- 6)	28
Görsel 3.6. Saksıda bitkilendirme (http-17)	28
Görsel 3.7. Paslanmaz çelik bitki modüllerinde köpük katmanı (http-12)	30
Görsel 3.8. Modüler sistemde köpük katmanı (http-12)	30
Görsel 3.9. Mineral yün yaşayan duvar paneli enine kesiti (Ottele, 2011, s. 79)	30
Görsel 3.10. a)Kaya yünü katman (http-3) b)Taş yünü alt katman (http- 29)	31
Görsel 3.11. Mineral katman üzerine uygulanan seramik malzeme (Petit vd., 2014)	31
Görsel 3.12. Keçe katmanında bitkilendirme (http-13)	32
Görsel 3.13. Quai Branly Müzesi (yaşayan duvar öncesi ve sonrası), Paris (http-16)	32
Görsel 3.14. Quai Branly Müzesi (kuş bakışı) (http-25).....	33
Görsel 3.15. Caixa Forum (Mayıs2010), Madrid (http-16)	33
Görsel 3.16. Biyolojik Beton (http-19)	35

Görsel 3.17. Yapı duvarında doğal bitkilenme örnekleri	35
Görsel 3.18: Damlama sulama ve damlama yöntemi ile sulanan dikey yeşil sistem (http-36)	38
Görsel 3.19. Terbo sistemleri ile kurulmuş dikey yeşil sistem ve Terbo boru detayı (http-35)	39
Görsel 3.20. a)Köpük (http-30) b)Kaya yünü (http-29) c)Keçe (http-13)	40
Görsel 3.21. a)Plastik Konstrüksiyon (http-31) b)Çelik konstrüksiyon (http-21) c)Ahşap Konstrüksiyon (http-32)	40
Görsel 4.1. PNC Bank a)2009 Eylül’de görünüm b)2010 yılının ilk kışından görünüm (http-112)	46
Görsel 4.2. a) Bina konumu (Google Map) b)L’Oasis D’Aboukır Binasının bitkilendirilmeden sonraki hali (http-16) c)Bitkilendirme yapılmadan önceki hali (http-16).....	52
Görsel 4.3. Swissotel Resort Bodrum Beach’te dikey yeşil sistem uygulaması (http- 40)	54
Görsel 4.4. O-House binası dikey bahçe (http-65).....	57
Görsel 4.5. Güneş ışığı kontrolü ile sıcaklığın düşmesine sebep olan yeşil cephe örneği (http-62)	58
Görsel 5.1. a) Caixa Forum ve 34 numaralı binada bulunan yaşayan duvardan görünüm (http-16) b)Caixa Forum ve benzin istasyonu eski görünüm (http-24).....	60
Görsel 5.2. a)Yaşayan duvardan görünüm (http-80) b)Zemin kotunda suyun toplandığı kısım (http-51)	61
Görsel 5.3. Google Maps uydu görüntüsü(Yaşayan cephe işaretlenmiştir).....	62
Görsel 5.4. Mevsimlik çiçeklerin ve portakal ağaçlarının bulunduğu cephe (http-69).....	65
Görsel 5.5. Pasona HQ binası eski hali ve dönüştürülmüş hali (http-69)	65
Görsel 5.6. a)Yaşayan duvar (http-66) b)Sulama boruları ve altkatman (http-48)	69
Görsel 5.7. Google Maps uydu görüntüsünde yaşayan duvarın bulunduğu cephe	70
Görsel 5.8. Green Cast binası ön cephe (http-8)	76
Görsel 5.9. KMC Corporate Ofis yeşil cephesinden görünüm (http-107)	79

Görsel 5.10. Sisleme sistemi ve sistem kesiti (http-74)	79
Görsel 5.11. Çift kabuk cephe görünüm (http-74)	80
Görsel 5.12. Genel görünüm (http-74 ve http-9).....	80
Görsel 5.13. Haydarabad iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri)(http-44)	80
Görsel 5.14. One Central Park üst görünüm (http-47)	83
Görsel 5.15. OCP Binası cephe görünümü (http-55 ve http-57).....	84
Görsel 5.16. OCP bina cephesinin %50 sini kaplayan dikey yeşil sistem (http-64).....	84
Görsel 5.17. a)Reflektör panelleri ve iki kulenin birbirine bakan cepheleri (http-55) b)Güney cephe (http-64).....	85
Görsel 5.18. a)Yaşayan duvar prototipi b)Yaşayan duvar panel yapımı c)Bitki saksı üretimi (http-54).....	85
Görsel 5.19. Yeşil asmalı dikey beton panjur sistemi (http-76).....	90
Görsel 5.20. a)Güneydoğu Cephesi b)Oda balkonlarından iç görünüm (http-76).....	90
Görsel 5.21. a)Güneybatı cephe b)Arka cephe c)Güneybatı cephe (http-76)	91
Görsel 5.22. Cephede uygulanan keçe katmanı (http-85)	95
Görsel 5.23. a) Sulama istasyonları b)Sağ yan cephe (http-82)	95
Görsel 5.24. Sağ yan ve sol yan cephe (http-82 ve http-83)	96
Görsel 5.25. a)Villalar üst görünüm (http-87) b)Arka cephe (http-40).....	99
Görsel 5.26. a) Villa arka cephe (http-40) b)Villa plan (http-87)	99
Görsel 5.27. Liberty Park yapım aşaması (http-98)	103
Görsel 5.28. Liberty Park yaşayan duvarı yapım aşaması (http-101)	104
Görsel 5.29. Liberty Park yaşayan duvar cephesi (http-99).....	104

1. GİRİŞ

Kırsaldan kente göç ile birlikte nüfusun hızlı artışı, varolan altyapı kapasitesinin artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayamaması, mevcut yeşil alanlara ya da imar dışı alanlara çevre dostu planlamadan uzak binaların ya da kaçak yapıların inşası ve bunlara bağlı olarak kentlerin kontrol dışı büyümesi, kentsel yaşam kalitesinin düşmesindeki başlıca etkenlerdir. Bunların dışında, yaşamımız için vazgeçilmez düzeyde olan teknolojinin kullanım ve tüketim yönleri açısından ulaştığı hızlı ivmenin getirdiği olumsuzluklar, kent içi araç trafiği yoğunluğu ve kentler ile iç içe durumda olan sanayi tesisleri de, hava kirliliği ve ısı adalarının oluşumu gibi etkileri ile, kentsel yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Binaların çevresi ile birlikte düşünülmeden projelendirildiği yerleşim alanlarında, beton ve metal gibi yüzeylerin ağırlıkta kullanıldığı yüksek yoğunluktaki binaların inşası ile insan ölçeğini önemsemeyen ve kullanıcılar üzerinde gerek fiziksel gerekse psikolojik olarak olumlu etkiler bırakmayan yaşam alanları meydana getirilmektedir. Sürdürülebilir bir çevre için kentlerde, yeterli yeşil alanların ayrılması, yapıların birbirleri ve çevresi ile ilişkilendirilerek tasarlanması kaçınılmaz bir gerekliliktir. Bu tasarımlarda mimari ve konstrüktif bir cephe elemanı olarak yer alacak dikey yeşil sistemler aracılığı ile yapılarda nitelikli bir tasarım anlayışının uygulanması ile kentsel yeşil dokuya, çevre kalitesine, yapısal çözümlemelere, kullanıcı iç ve dış mekan yaşam kalitesine, kullanıcı algısına ve dolayısıyla kentsel arayüze katkı sağlaması mümkün olacaktır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Dikey yeşil sistemler üzerine yapılan bu çalışmada amaç; yapı kabuğunda kullanılan dikey yeşil sistemlerin ekoloji, ekosistem ve sürdürülebilirlik kavramları ile ilintisine dikkat çekmek, dikey yeşil sistem tipleri ve teknik özelliklerini ele almak ve hava kalitesini arttırmaya, enerji ve su tasarrufu sağlamaya, kent altyapısına olan atık su yükünü azaltmaya yönelik yararları çerçevesinde tanıtmaktır. Ayrıca dikey yeşil sistemlerin bina ölçeğinde kullanılabilirliğine yönelik katkılarının yanı sıra, kentsel mekana katkılarını dünyadaki örnekleri üzerinden değerlendirmek amaçlanmış, özellikle farklı iklim bölgelerinde ve farklı çevresel koşullarda çok katlı bina cephelerine uygulanan dikey yeşil sistem örnekleri üzerinden bir değerlendirmede bulunulmuştur.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Tez kapsamında, bina iç mekanlarında uygulanan dikey yeşil sistemlere değinilmemiş, çok katlı bina dış cephelerinde uygulanan dikey yeşil sistemlere yönelik bir inceleme yapılmış, bu uygulamaların sürdürülebilirlik bağlamında katkıları ele alınmıştır. Bu kapsamda 1. Bölümde ekoloji, ekosistem, biyokütle ve sürdürülebilirlik kavramları tanımlanmış ve bu çerçevede korumaya yönelik atılmış uluslararası adımlardan söz edilmiştir. 2. Bölümde dikey yeşil sistem tanımları yapılarak, yapı kabuğunda bitkilendirmenin ilk örneklerinin görüldüğü Babil'in Asma Bahçeleri'nden günümüze, tarihsel süreçteki kullanımı incelenmiş ve dikey yeşil sistemlerin yararlarından ve uygulamada karşılaşılan sorunlardan bahsedilmiştir. 3. Bölümde dikey yeşil sistem tipleri ve katmanlaşmada yer alan malzemeler anlatılmıştır. 4. Bölümde dikey yeşil sistemlerin, bina tasarımı, uygulanması, kullanılabilirliği ve kentsel arayüze katkısı ele alınmış ve 5. Bölümde bu konular ile ilgili kriterlere yönelik dünyadaki çok katlı binaların dış cephelerinde uygulanan örnekler üzerinden bir araştırma gerçekleştirilmiştir. 6. Bölümde örnekler üzerinden bir değerlendirme yapılarak, sonuç bölümünde dikey yeşil sistem tasarım ve uygulamasına yönelik öneriler getirilmiştir.

1.3. Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada öncelikle literatür ve internet kaynak taraması yapılarak ekoloji, ekosistem, sürdürülebilirlik ve dikey yeşil sistem kavramlarına yönelik bilgi toplanmış ve çevrenin korunmasına ve sürdürülebilirliğe ilişkin düzenlemelerin olduğu bildirge ve konferanslar tespit edilmiştir. Yüksek lisans ve doktora tezleri, akademik makaleler, sempozyum bildirileri ve araştırma projeleri incelenerek; dikey yeşil sistem tipleri ve uygulanış biçimleri araştırılmış ve uygulanış biçimlerine ve kullanılan malzemelere göre sınıflandırılmıştır. İnternet kaynakları üzerinden, konum ve tasarım özelliklerine göre seçilen, dikey yeşil sistemlerin uygulandığı çok katlı binalar, çevreye katkıları ve binaya olan faydaları açısından mimari tasarım yönüyle değerlendirilmiştir.

1.4. Tanımlar

Dikey yeşil sistemlerin tarihsel süreçteki yolculuğunu anlayabilmek, ekolojik faydaları ve gerekliliği konusunda değerlendirmede bulunabilmek, yapı ve çevre

ilişkisindeki yerini anlayabilmek için ekoloji, ekosistem ve çevre kavramlarına yakından bakmak gerekmektedir.

Ekoloji kelimesi ilk önce 1869'da Ernst Haeckel adında bir Alman tarafından kullanılmıştır. Kelime, ev anlamına gelen *oikos* ve kavrayış anlamına gelen *logos* olan iki yunanca kelimeden gelmektedir. Haeckel ekolojiyi, "organik yaşamın evcil tarafı" ve "organizmaları çevreleyen dış dünyayla, organik ve inorganik varoluş koşulları ile ilişkilerinin toplam bilgisi" olarak tanımlamıştır (Chapmen, Reiss, 2003, s. 2). Başka bir ifadeyle de; "Ekoloji, ekosistemleri, organizmaların içinde ve arasında meydana gelen etkileşimleri ve doğal çevredeki tüm canlı ve cansız varlıkları inceleyen ve organizmaların cansız çevre üzerindeki etkileriyle ilgilenen bir bilim dalıdır (Ken Yeang, 2012, s. 28)".

Ekosistem ise "Belirli bir alanda bulunan canlılar ile bunları saran çevrenin karşılıklı ilişkileri ile meydana gelen ve süreklilik gösteren ekolojik sistemdir (TDK)". "Yeryüzünün tamamını ekolojik bir birim olarak düşünürsek, ekosistem bu birimin içindeki bir biyolojik örgütlenme sistemidir (Yeang, 2012, s. 30)". Sir Arthur Tansley, 1935 yılında bir grup organizma ve çevresi için bu kelimeyi türetti. Tansley organizma topluluğunun, yaşadığı özel çevreden ayıramayacağını farketmiş ve "yaşam alanının fiziki özellikleri ve iklimsel etkileri, hangi türün, topluluğun temel yapısını oluşturduğunu belirlemektedir" demiştir. (Chapmen, Reiss, 2003, s. 187).

"Enerji etkin yapı tasarımı ile geleneksel olarak teknoloji-işlevsellik-estetik ve ekonomi olarak tanımlanan mimari tasarım ölçütleri doğa-çevre-enerji ve konfor konuları ile genişleyerek değişmiştir (Dikmen, 2011, s. 132)". Enerji etkin yapı tasarımı ekolojinin ve dolayısıyla ekotasarımın bir kolu gibi düşünülebilir. "Eko tasarımcının yapılı çevremizin artan yapaylık ve inorganikliğini tasarım sürecinin henüz başındayken dengelemesi son derece önemlidir (Yeang, 2012, s. 133)". Dolayısıyla, ekosistem ile yapı arasındaki ilişki tanımlanmalı ve tasarım sürecine dahil edilmelidir.

"Biyokütle bütün canlı organizmaların (üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar) ya da bir ekosistemde veya besin zincirindeki belirli bir trofik (besin) düzeyde bulunan belirli bir topluluğun (türler) toplam kütesidir. Dahası yapılı çevremize yeniden kazandırmak zorunda olduğumuz yaşamsal bir olgudur (Ken Yeang, 2012, s. 134)". Yapılı çevremiz, doğal süreci içerisine alan bir yaklaşımla süreklilik kazanmış görünmemektedir. Şehirde binalar ve caddeler gibi yapılar hayvan ve bitki türlerini dışlayan bir anlayışla tasarlanmaktadır. "Ekotasarım toprak ve bitki türlerini kullanarak yapı ve altyapıları

kendi ortamlarıyla bütünleştirmeyi amaçlamalıdır. Öyle ki yapılı çevre, doğanın içinden çıkmışçasına doğal çevrenin bir parçası gibi görünmelidir (Yeang, 2012, s. 134)”. Yapılı çevreye bina ölçeğinde yaklaştığımızda bina kabuğu, doğal çevrenin bir parçası haline getirilmesi açısından elverişli yüzeylere sahiptir.

Ekotasarımda üç temel etik ilke vardır (Yeang, 2012, s. 44) :

1. Gelecek nesillerin refahı için sorumluluk alma.
2. Enerji kaynaklarını verimli kullanma ve yeryüzünün taşıma kapasitesinin sınırlarını zorlamama.
3. İnsanlar da dahil olmak üzere her canlıya yaşama hakkı tanıma.

“Sürdürülebilir tasarım nedir? Genel bir ifadeyle, sürdürülebilir tasarım ekolojik tasarımla eş anlamlıdır. Gereksinimlerini gelecek nesillerin yaşama şansını elinden almadan karşılayabilen bir toplum yaratmak üzere tasarlamak olarak tanımlanabilir (Yeang, 2012, s. 28).”

Sürdürülebilirlik kısaca, verimliliğin optimal koşullarda uzun yıllar boyunca devamlılığının sağlanması olarak tanımlanabilir. Kavram ilk olarak kalkınma kavramı ile beraber kullanılarak hayatımıza girmiş, sürdürülmesi gerekenlerin neler olması gerektiğine dair genel bir çerçeve çizilmiştir. Ancak bütünü sürdürülebilirliği için, oluşturan öğelerin de sürdürülebilir olması gerektiği düşünülerek, kavramın çerçevesi ve ölçeği küçültülerek, yerel yapılarda, hatta obje bazında sürdürülebilirlik aranır hale gelmiştir (Tohum, 2011, s. 9).

1.5. Sürdürülebilirlik Çerçevesinde Atılan Uluslararası Adımlar

Sanayi devrimi ile başlayan ve yıllar içinde ivme kazanan çevre kirliliği, karbon ayak izinin büyümesi ve buna bağlı olarak ortaya çıkan küresel ısınma kavramının önüne geçilebilmesi için uluslararası işbirliği gerekmektedir. “1972 Yılında Stockholm’de sosyo-ekonomik yapıları ve gelişme düzeyleri farklı olan birçok ülkenin çevre konusundaki ilk küresel değerlendirmesi olan "Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Bildirgesi" kabul edilmiştir (Ağca, 2002)”.

Sürdürülebilir kalkınma kavramı ise ilk kez, 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nca hazırlanan Brundtland Raporu’nda "Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmış ve bu tarihten itibaren yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Ağca, 2002).

Ozmehmet, Brundtland Raporu'nun tüm ülkeler için öngördüğü kalkınma modelini şu şekilde özetlemiştir :

- Uzun vadeli, kalıcı bir ekonomik büyüme
- Kalkınma ile doğa arasındaki dengeyi koruyan bir ekonomi
- Doğayı tüketmeden kullanan uygulamalara dayanan ve dolayısıyla uzun vadede sürdürülebilir bir ekonomik gelişme (Ozmehmet, 2012, s. 7).

Bu süreçte atılan ilk önemli adım, 1988 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Dünya Meteoroloji Örgütü'nün desteğiyle kurulan “Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)” dir. Bu panel, insan kaynaklı iklim değişikliğinin anlaşılması konusuna ilişkin çeşitli bilimsel bilgilerin oluşturulmasını amaçlamaktadır (Karakaya, Özçağ, 2001, s. 2-3).

1992 Rio Zirvesi, insan kaynaklı iklim değişikliğinin ortaya çıkarmış olduğu sorunların anlaşılması ve bu sorunlara ilişkin çeşitli önlemlerin alınması gerektiğinin üzerinde görüş birliğine varılmasında bir diğer önemli gelişmedir. Rio'daki Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)” imzaya açılmıştır (Karakaya, Özçağ, 2001, s. 2-3). İklim Değişikliği Sözleşmesi'nde “Amaç iklim değişikliğine sebep olan karbondioksit ve sera gazı emisyonlarının azaltılması ve bu amaçla alınacak tedbirler için geliştirmekte olan ülkelere finansman kaynağı ve teknoloji transferleri sağlanmasıdır. Ayrıca sözleşmede her ülkenin havaya ulaşan gaz miktarının 1990 yılı düzeyinde tutulması öngörülmüştür (Alada, Gürpınar, Budak, 1997, s. 96)”.

Çevre ve sürdürülebilirlik alanlarında yine bir uluslararası adım, Rio Konferansı sonrası 1992 yılında imzalanan Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesidir. “Sözleşme, biyolojik çeşitliliğin ve biyolojik kaynakların, etik, ekonomik yarar ve insanların geleceği açısından korunması gerektiğini kabul etmektedir (http-26) ”.

1997 yılında imzalanan ve 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü ile sera gazı miktarının azaltılması için hedefler konulmuş, ekonomik anlamda teşvik edici düzenlemeler getirilmiştir. İklim değişikliğinin önlenmesi sürecinde Kyoto Protokolü önemli bir adımdır. Söz konusu hedefler uzun vadeli hedeflerdir ve yüksek maliyetli yatırımları gerektirmektedir.

Çevreye verdiğimiz zararı önlemek adına atılan bahsi geçen uluslararası adımlar ile iklim değişikliğini önlemek, hava kalitesini arttırmak, biyolojik çeşitliliği korumak, kısacası ekolojik dengeyi korumak amaçlanmıştır. Ekosistem ile uyumlu tasarlanan

binalarda dikey yeşil sistemlerin kullanımı; biyolojik çeşitliliğin sağlanması, hava kalitesinin arttırılmasında, doğru toprak ve bitki tercihi ile iç ortam ve dış ortam arasındaki ısı dengesinin sağlanması ve yakıt miktarının verimli kullanılmasında, ayrıca kent altyapısına olan atık su yükünün azaltılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

Bilim, teknolojiadaki gelişmeler ve ekonomideki büyüme ile eski dönemlerde lüks olarak görülen tüketimler şimdiki zamanda ihtiyaç haline gelmiştir. Temel düzeydeki gereksinimlerimiz zamanla değişmektedir. Önemli olan ihtiyaçlarımızı sağladığımız yolların sürdürülebilirliğidir. Ayrıca “Temel düzeydeki gereksinim ve kullanım kalıbından ne kadar çok uzaklaşırsa, doğal çevreden alınması gereken destek o kadar karmaşık; almamız gereken koruma tedbirleri ve beklememiz gereken çevre kirlilik düzeyi o kadar yüksek olur (Yeang, 2012, s. 44)”. Bu durumda sürdürülebilir tasarımın yanısıra kullanıcının bilinçlendirilmesi çevreye verdiğimiz zararı azaltmada önemli rol oynamaktadır. Mekan içi sıcaklık farklarının tükettiğimiz yakıt miktarını etkileyişini örnek olarak verebiliriz. “Genel olarak fazladan her 1°C, %10 daha fazla yakıt gerektirir (Yeang, 2012, s. 44)”. Kullanıcının bilinçlenmesi ve tasarımcılardaki ekolojik tasarım farkındalığı, yüksek konfor şartlarından vazgeçilebileceği ve hatta dikey yeşil sistemler gibi binada ekolojik tasarımın bir parçası olabilecek öğeleri de talep edebilecekleri ihtimalini de doğurmaktadır.

2. DİKEY YEŞİL SİSTEMLERİN TARİHÇESİ

2.1. Dikey Yeşil Sistemin Tanımları

“Dikey yeşil, yapıları bitki örtüsü ile kaplamak için, gerek zeminde, duvar malzemesinin kendisinde gerekse duvara sabitlenmiş saksılarda köklenen bitkilerle düşey yüzeylerin yeşillendirilmesinin bir sonucudur (Ottele, 2011, s. 16)”. “Dikey yeşil sistemler; cephelerin, yeryüzündeki toprakta, duvarın kendi bünyesinde veya bitki kutularında yetişen bitki materyalleri ile kaplanmasıdır (Erdoğan, 2014, s. 7)”.

Dikey yeşil sistemler için; doğal yollardan su ihtiyacının karşılanması ya da yapay sulama sistemleri ile sağlanan; duvar bünyesinde, duvar yüzeyine entegre taşıyıcılar üzerinde veya toprakta köklenen bitkilerle cephelerin bitki ile örtülmesinin sağlanması aracılığıyla elde edilen sistemdir. “Bu sistemlerde, cephe temel olarak bitki, yetiştirme ortamı-taşıyıcı katman, filtre katmanı, kök tutucu katman, su yalıtım katmanı, ısı yalıtım katmanı, buhar kesici katman ve duvar taşıyıcı sisteminden oluşur (Erdoğan, 2014, s. 7)”.

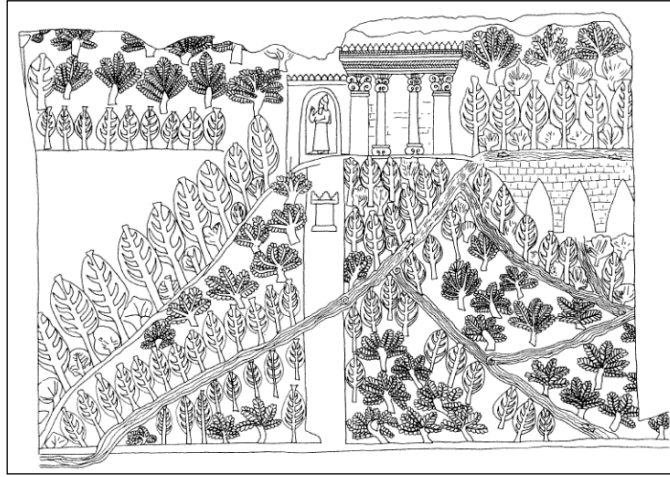
2.2. Dikey Yeşil Sistemin Tarihçesi

Bina kabuğunda bitkilendirme ile ilgili ilk örnek M.Ö. 6. yüzyılda II. Nebuchadnezzar tarafından yaptırılan Babilin Asma Bahçeleri’dir (Görsel 2.1). Nebuchadnezzar’ın, eşi Amytis’i avutmak için bu bahçeleri yaptırdığı bilinmektedir. Bu bahçelerde bazı bitki türleri yerli değildir ve bu bitkiler önemli botanik bilginin ürünüdür (Lambertini, 2007, s. 13).



Görsel 2.1. 16. yüzyılda yapılan Babilin Asma Bahçeleri tablosu (<http://97>)

Stephanie Dalley (1993, s. 7) bu bahçelerin yeri ile ilgili Berossos, Strabo gibi eski dönem yazarlarının, Babil’de kraliyet sarayının yakınında olduğu konusunda görüş birliğinde olduğunu söylemiştir (Şekil 2.1). “Berossos ve Strabo; sarayın tonozlu taş teraslar üzerine inşa edildiğini ve ağaçlar ile de dağlık alanın taklit edildiğini belirtmiştir. Diodorus Sicilus ve Strabo asma bahçelerininin, suyu görünmez şekilde bahçelerin tepesine taşıyan sulama sistemi nedeniyle olağanüstü olduğunu vurgulamıştır (Dalley, 1993, s. 7).”



Şekil 2.1. *Stephanie Dalley tarafından, İngiliz Müzesi’nde bulunan Assurbanipal’in kabartma heykeli parçasından çizilen Nineveh’te bahçe (Dalley, 1993, s. 10)*

Babilin Asma Bahçeleri dışında İtalya/Pompei örneğinde de bina kabuğunda bitkilendirme için teraslar kullanılmıştır. “Köken olarak, bir çardak, bir asma desteğinden oluşuyordu; insanların altından yürümelerini sağlayacak kadar yüksekti (Lambertini, 2007 s. 13)”. Yapı kabuğunda bitkilenme, sarılıcı bitkilerin tırmanmasını sağlayan taşıyıcıların olduğu çardaklarla mümkündü. “Roma dönemi ile Ortaçağ arasındaki bu tekniğin evrimiyle ilgili belgelenmiş çok az kaynak bulunmaktadır. On dokuzuncu yüzyıla kadar Avrupa’da bahçelerin gelişimini ve manzarayı gösteren örnekler belgelenmiştir (Lambertini, 2007, s. 13)”. Lambertini, bahçe kafeslerinin (Şekil 2.2.), on beşinci yüzyılda Paris’te kullanıldığından ve çardak yapılarının, söğüt ve hasır gibi doğal destek yapıları formundan, ahşap ya da demir ile oluşturulan yapay destek yapılarına dönüştüğünden bahsetmiştir (Lambertini, 2007, s. 14). Böylelikle kullanılan malzeme zenginliği ile bitkilerin yapıda kullanımının yaygınlaştığı söylenebilir.



Şekil 2.2. Sarılcı tırmanıcı bitkilerin kapladığı yürüyüş yolu (Lambertini, 2007, s. 12)

Yapı kabuğunda bitkilendirme, tasarım sürecinde projeye dahil edilme aşamasında ilk önce çatı bahçeleri olarak düşünülmüştür. “Yirminci yüzyılın başında, çatı bahçeleri modernist hareketi ile bir Rönesans yaşanmış ve düz çatının bulunuşu toplumun her kademesi tarafından yeni sağlıklı yeşil alanlarda yaşamak için bir fırsat olarak görülmüştür (Werthmann, 2007, s. 18)”.



Görsel 2.2. a)Rockefeller Center (New York) <http-106> b)Weissenhofsiedlung (Stuttgart) (<http-114>)

“Yaşanabilir çatıların prototipi Stuttgart'ta The Weissenhofsiedlung (1927), Ernst May'in yeni Frankfurt yerleşim bölgeleri (1927) ve NewYork'ta Rockefeller Center (1930) ile kentsel düzeyde yükseltilmiştir (Werthmann, 2007, s. 20).” (Görsel 2.2.)

Bahçe çatılar ilk etapta varlıklı kesimin sahip olabileceği, estetiği amaçlayarak düzenlenen alanlar olmuştur. Fakat bahçe çatı kavramı, çevresel sorunları önleyici etmen olarak kabul edilmeye başladığında daha kapsamlı bir ifadeyle yeşil çatı

kavramına dönüşmüştür. “Yirminci yüzyılın sonunda yeşil çatının çeşitli faydaları, ağır kentleşmiş alanların sorunlarını hafifletmek için yararlı kabul edildiğinde, yeşil çatı, çevrecilik hareketiyle birlikte, yenilenen bir ilgi kazanmıştır (Werthmann, 2007, s. 18)”.

1982’de FLL yeşil çatılarla ilgili ilk kılavuzunu çıkarmıştır. “**FLL (Peyzaj Gelişimi ve Peyzaj İnşaatı Araştırma Kurumu)**, Almanya’da Yeşil Çatı Yönergesinin yayınlanması ve gelişiminden sorumludur (Kabuloğlu, 2006)”. Almanya dışında çeşitli ülkelerde de yeşil çatı ile ilgili yasal düzenlemeler ya da yeşil çatı yapımına teşvik için düzenlemeler mevcuttur. Fakat dikey yeşil sistemler için henüz bu seviyede bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

2.3. Dikey Yeşil Sistemlerin Yararları ve Karşılaşılan Sorunlar

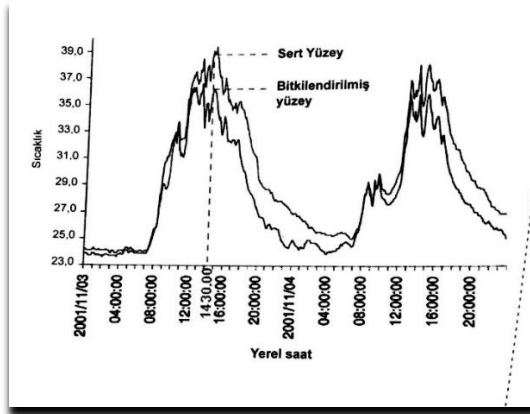
Biyokütlenin bir parçası olan bitkiler çevreye şu yollarla katkıda bulunur: Fotosentez yoluyla oksijen üretilip havadaki karbondioksiti emmek; suyun akışını denetlemek ve suyu emmek; havayı soğutup süzmek ve sabit hava cepleri oluşturmak; ekosistemde besin üretmek; lif üretmek; enerji üretmek; besin döngüsüne katkıda bulunmak ve yaban hayatını gizlemek. Yapılı ekosistemler yaratmak için bu işlevleri yapılı çevremize yeniden kazandırmamız gerekir (Yeang, 2012, s. 134).

Bu bölümde bitkilerin ekosistemdeki yeri göz önünde bulundurularak yapı kabuğunda yer almasının yapı, çevre ve kullanıcılar için avantajlarına değinilecektir.

2.3.1. Kentsel ısı adasını önleme ve sera etkisini azaltma

Doğal bitki örtüsünün zarar görerek yerini koyu renkli ısı emicilik oranı yüksek yüzeylere bırakması, şehir geometrisinin bozularak, yüzeylerin rüzgâr etkisinden mahrum kalması ve nüfus artışı ile fosil yakıt kullanımının artması, kentsel alanların kırsal alanlara göre daha fazla ısınmasının üç nedeni olarak gösterilebilir (Kalkan, 2012, s. 10-11). Bitkiler ise ısıyı sert ve yapay yüzeylere göre çok daha az yutar, terleme ve buharlaşma yoluyla su kaybetmesi nedeniyle de ortamdaki nem oranını artırır. Bitkilerin bulunduğu alanlardaki hava diğer yapay yüzeylerin çoğunlukta olduğu alanlara göre daha serindir. Bu nedendir ki dikey yeşil sistemler ısı adalarının oluşumunu engellemede önemli bir katkı sağlar (Şekil 2.3.).

Cephe bitkileri sokak seviyesinde çevredeki hava sıcaklığını (özellikle ılıman iklimlerde yazın) 5 °C’ ye kadar düşürebilir. Kışın ısı kaybı yüzde 30 oranında azaltılabilir. Bir binanın cephesindeki bitkilendirme yüksek miktarda güneş ışığını engelleyecek, emecek ve yansıtacaktır (Yeang, 2012, s. 141).



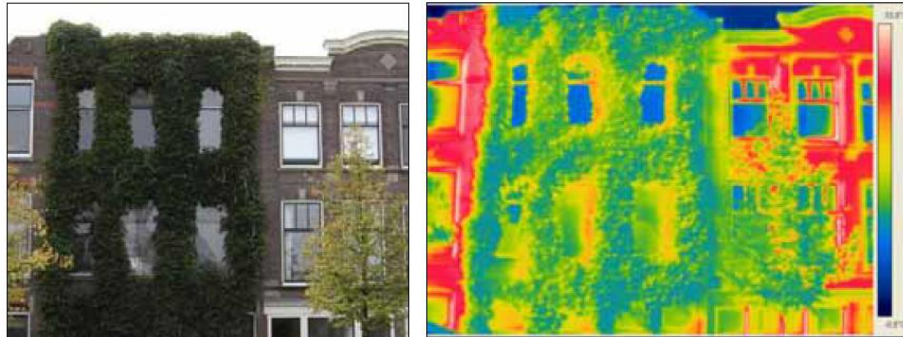
Şekil 2.3. Bitkilendirmenin, bölgenin çevre sıcaklığını ve kentin ısı ada etkisini azaltmadaki etkisi (Yeang, 2012, s. 164)

Yeang, ısı adası etkisini önlemek için yapılması gerekenlerin içerisinde “Bitkilerin terleme-buharlaşıma ve buharlaşarak soğutma süreçlerini bina yüzeylerinde kullanın ve açık yeşil alanlarla bütünleştirin (Ken Yeang, 2012, s. 164)” önerisini de sunmuştur

2.3.2. Yapıda ısı yalıtımı sağlama

Bitkiler, terleme ve buharlaşma yoluyla su kaybetme sebebiyle uygulandığı alanlarda yapı kabuğunun ısınmasını engellediği gibi bulunduğu çevre ısısının düşmesine sebep olmaktadır.

Yaşayan duvarlar ve yeşil cepheler çevredeki koşullardan oldukça farklı olan kendi özel mikro iklimini oluşturur. Bu özel mikro iklim nedeniyle hem bina çevresi hem de yer seviyesi etkilenir. Binanın yüksekliği, yönü ve bulunduğu yere bağlı olarak cephe, güneş ışığına ve rüzgara sürekli maruz kalması ile, aşırı sıcaklığa bağlı dalgalanmalara tabi olur (gün boyunca sıcak ve geceleri serin) (Ottele, 2011, s. 37-38).



Görsel 2.3. a) Boston sarmaşığı (*Parthenocissus*), toprakta kök salmış ve 2009 yazında Delfi'teki cepheye doğrudan uygulanmıştır. b) Ortam sıcaklığı 21 °C ile, aynı cephenin kızılötesi (FLIR) kamera ile çekilmiş fotoğrafı. (Ottele, 2011, s. 38)

Dikey yeşil sistemler geleneksel malzemelerle yapılmış cephelerin neden olduğu sıcaklık etkisini, yeşil sistemlerin bina dış duvar önünde ikinci bir kabuk oluşturmaları ve bitkilerde gerçekleşen buharlaşma-terleme yoluyla bina cephesinde soğutma yoluyla olmak üzere iki şekilde önleyecektir. Bu etki için Ottele, Hollanda'nın Delft şehrinde kıvılcık kamera ile çekilmiş fotoğrafları örnek göstermiş, cephenin çıplak kısımlarının daha sıcak ve bunun sonucunda kırmızı renkte, cephenin yapraklarla kaplı kısımlarının daha düşük sıcaklıkta ve bunun sonucunda mavi, yeşil renkte görüldüğünü belirtmiştir (Ottele, 2011, s. 38). (Görsel 2.3.)

Dikey yeşil sistemlerin yapıda ısı yalıtımında kaliteyi artırması da birtakım faktörlere bağlıdır. Bu sistemlerde kullanılan substrat (bitki alt katmanı) cinsi, bitki yaprak yüzeyleri, uygulandığı cephe, binanın konumu, gölgelenme seviyesi gibi etkenler ile yapılan uygulamaların başarısı dikey yeşil sistemlerin ısı yalıtımında oynadığı rolü etkiler. İstanbul, Ankara ve İzmir illeri baz alınarak, Yaşayan duvar-Yerinde Yapım-Keçe Katmanlı özelliklerindeki tipler üzerinde yapılan bir çalışmada; “Yapılan benzetimlere göre dikey yeşil sistemler, 3 farklı ilde ve farklı yönlerde kullanıma bağlı olarak oluşturulan tüm seçeneklerde, uygulandığı binanın ısıtma ve toplam enerji tüketimini azaltmakta, soğutma tüketimini ise arttırmaktadır (Erdoğan, Çetiner, 2014)”.

Tüm cephelerin bitkilendirildiği seçenekte, modellenen binanın kırsalda olduğu varsayıp çevre binalar kaldırıldığında; sonuçlarda soğutma yükü açısından %31 kayıp, ısıtma yükü açısından %28 kazanç oluşmaktadır. Dolayısıyla, dikey yeşil sistemin şehir içinde konumlanmış bir binada kullanılması halinde, gölgelenme durumuna bağlı olarak toplam enerji tüketimi açısından daha faydalı sonuçlar elde edilecektir (Erdoğan, Çetiner, 2014).

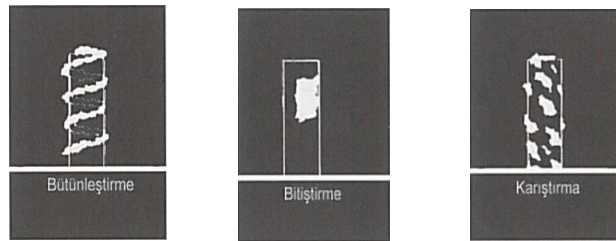
2.3.3. Ürün yetiştirme amaçlı kullanım ve ekolojik çeşitliliğin artırılması

Dikey yeşil sistemler aynı zamanda farklı bitki türlerini bünyesinde barındırması sebebiyle kuş, böcek ve diğer organizmalara da ev sahipliği yapacaktır. Bu sistemler kent içerisinde bina yüzeylerinde bir habitat oluşturulabilecek ve doğal yaşamı destekleyecektir.

Ken Yeang, ekolojik araştırmalarda kullanılan gösterge türler ve kilittası türlerden; gösterge türlerin belirli bir ekosistemin sağlık durumunu değerlendirme imkanı verdiğinden, kilittası türlerin de mevcut yaşam çevresindeki biyolojik çeşitliliği düzenlediğinden bahsetmiştir. Kilittası türe polen taşıyıcı böcekler örnek verilmiş çiçek açan bitkilerin üçte ikiden fazlasının yeniden üremek için bu böceklere gereksinim

duyduğu belirtilmiştir (Yeang, 2012, s. 28). Günümüzde binalar ekosistemleri kesintiye uğratmaktadır. İnsan genellikle yaşam alanlarında evcilleştirebildiği hayvanlara ve yetiştirmek istediği bitkilere yaşama hakkı vermektedir. Diğer türler yaşam alanlarımızdan dışlanmaktadır. Dikey yeşil sistemler ve yeşil çatı teknolojileri doğayı yapı ile bütünleşik hale getirmek için fırsatlar yaratmaktadır.

Dikey yeşil sistemlerin bina cephesinde farklı kullanım biçimleri mevcuttur. Yeang bitki ve hayvan biyokütlesini mek nsal olarak tasarlamak için; bitiştirme, karıştırma ve bütünleştirme şeklinde üç temel stratejiden bahsetmiştir. şekil 2.4'te biyokütlenin yapı ile entegrasyonu şemalaştırılmıştır.     nc  strateji olan "bütünleştirme" için Yeang; "Bitki örtüsünü sarmal biçiminde yerleştirerek, yapının inorganik kütlesiyle tek bir yapılı düşey ekosistem, yani zemin düzlemindeki arazi ekosistemiyle bir bağlantı noktası oluşturacak şekilde birleştirip daha bütünleşik bir ilişki kurabiliriz (Yeang, 2012, s. 137)" demektedir. Karıştırma yolu ile biyokütlenin sürdürülebilirliği sağlanacak ve zeminden kopuk biyokütle tasarımınn önüne geçilecektir. Zemin ile bağlantılı ve sürekli bir dikey yeşil sistem hayvan ve bitki türlerinde çeşitliliğin  n n  açacaktır. "Biyokütlede bağlantısallık, par alılığın tersine, biyoçeşitliliğin sürmesini sağlar (Yeang, 2012, s. 138)".



şekil 2.4. Yapı sistemlerine biyokütleler tasarlama (Yeang, 2012, s. 137)

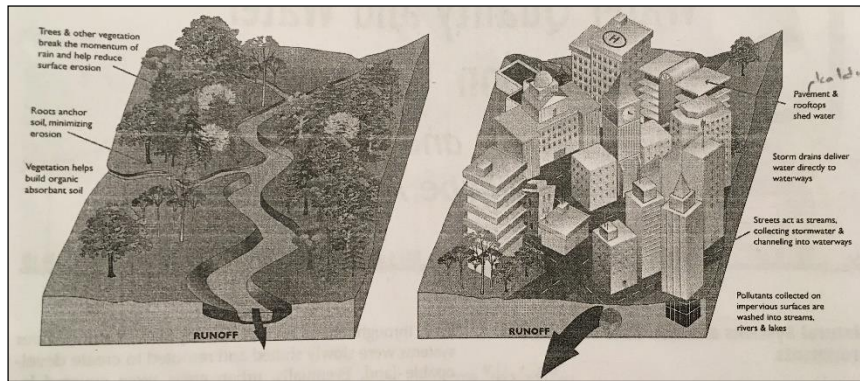
Dikey yeşil sistemlerden ürün yetiştirmek ve mutfaklarda kullanmak ise varolan kullanım amacının yanı sıra alternatif bir kullanım biçimi olarak ilerleyen zamanlarda ele alınabilir. Ekşi ve Lowe; "Bitkilendirilmiş  atı sistemlerinin tarımsal amaçlı kullanımı, yerel üretimi teşvik etmekle birlikte, işlevsiz yapı yüzeylerinin gıda üretimi amaçlı kullanımına katkı sağlamaktadır. Bu sayede, statik açıdan bitkilendirilmiş çatı sistemi kurulumuna uygun olan her yapı yüzeyi birer tarımsal üretim alanına dönüşebilmektedir" tespitinde bulunmuştur (Ekşi ve Lowe, 2014). Bu tespitten yola çıkararak ilerleyen dönemlerde dikey yeşil sistemlerden ürün yetiştirmek ve kullanmak olarak dahilindedir.

2.3.4. Yağmur sularının kent altyapısına olan yükünün hafifletilmesi ve suyun filtresini sağlaması

Kentlerin yollar ve binalar gibi yağışın toprağa ulaşmasını engelleyen geçirimsiz yüzeyler ile kaplanmaya başlamasından sonra şehir sularını taşıyan altyapı düzenlemeleri suyu kentlerin altından deniz ve akarsulara ulaştırmıştır. İnsan tüketimi sonucu ortaya çıkan yağ ve diğer atık maddeler atık su sistemleri ile yine deniz ve akarsulara ulaşmaktadır. Doğal yapıdan, yapılaşmış duruma geçiş ile suyun hareketinin seyri değişmiştir.

Geçirimsiz yüzeyler, yağmur yağışı sırasında, dere akışlarının zaman ve yoğunluğunu değiştirmiş ve beklenmeyen sonuçlar zincirini tetiklemiştir. Bu sonuçlar, sık ve bölgesel su baskınlarına, istikrarsızlaşmış dere yataklarına, dere kenarı ağaçlar ve bitki örtü kayıplarına, suya bağımlı yaşamın tahribatına ve okyanuslardaki su kalitesinin düşmesine neden olmuştur (Keeler ve Burke, 2009, s. 177).

Yağmur suları da yağmur suyu toplama sistemi veya şehir kanalizasyon sistemi ile toplanmakta ve boşaltım noktalarına atılmaktadır (Şekil 2.5.). Yağmur suları, yüksek yağış oranlarının olduğu dönemlerde sel riski doğurabilmektedir. Dikey yeşil sistemler ve yeşil çatılar yağmur suyunu sulama sistemlerinde kullanabilmekte ve suyun kent altyapısına olan yükünü hafifletebilmektedirler.



Şekil 2.5. Doğaldan gelişmiş duruma gelişim (Keeler ve Burke, 2009, s. 182)

Dikey yeşil sistemler yağmur sularını, filtrelendikten sonra kendi sulama sistemine dahil edebilir. Filtre işleminden geçen yağmur suyu bir kez daha substrat (bitki alt katmanı) tarafından filtrelenir ve şebekeye geri verilir. Bu şekilde şebeke suyu ya da başka bir kaynaktan su kullanmak yerine geçirimsiz yüzeylere akacak olan su,

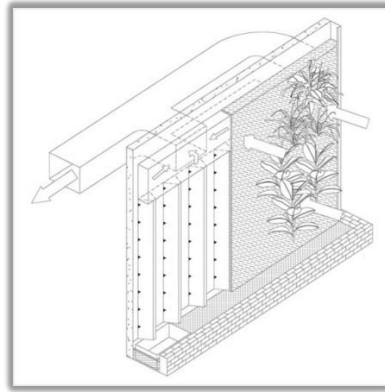
bitkilerin gelişimi için kullanılır. Geçirimsiz yüzeylere oradan da şebekeye verilen su miktarı azalır ve şebekeye verilen su filtrelenmiş olur. “Bir hava filtresinin çöp partiküllerini topladığı gibi aynı yolla, toprak sudan kirletici partikülleri toplar (Keeler ve Burke, 2009, s. 182)”. Bina kabuğunda kullanılan yeşil sistemlerden dikey yeşil sistemlerde, yeşil çatılara göre su kullanımı açısından avantaj elde edilir. “Bitkilerin dikey konumlandırılması, kirletici maddelerin yıkanmasını kolaylaştırır ve yatay bahçelerden daha az su gerektirir (Kmeiç, 2014, s. 48).”

Bahsedilen yöntemle şebekeye verilen su azaltılır. Bunun yanı sıra, suyun toprağa ulaşması da sağlanmalıdır. Yağmur suları yeraltı sularını, yeraltı suları da nehirleri ve gölleri beslemektedir. “Yenilenebilir tatlı su (yağış) miktarı dünyadaki suyun sadece %0.008’idir. Dünya genelinde günde 4 trilyon galon suyun yağış olarak düşmesine karşın, bunun üçte ikisi buharlaşma, terleme ve yüzey akıntıları yoluyla heba olmaktadır (Yeang, 2012, s. 28)”. Yüzey akıntıları; cephe ile bütünleşen dikey yeşil sistemlerde, dış peyzaj uygulamalarında ve yapılarda kullanılabilecek gri su olarak değerlendirilmelidir.

2.3.5. Biyolojik filtrasyon

Dış mekan veya iç mekanda dikey yeşil sistemler, tasarım aşamasında sisteme gerekli ekipmanların da dahil edilmesiyle, biyolojik filtrasyon işlemi ile ortam havasını temizlemektedirler (Şekil 2.6.).

“Dış mekan dikey bahçe uygulamalarında dışarıdaki hava iç mekana filtre edilerek aktarılırken, iç mekan 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 (Beyhan, 2014, s. 231)”.



Şekil 2.6. Biyolojik filtrasyon şeması (<http-42>)

2.3.6. Gürültüyü azaltması

Şehir içerisinde trafik gürültüsünün yanı sıra eğlence yerlerinin, çeşitli işletmelerin ya da yapım ve yıkım faaliyetlerinin sebep olduğu gürültü rahatsız edici seviyelere ulaşabilmektedir. Örneğin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın "Bazı Gürültü Değerleri ve Etkileri" tablosunda; sesin algılanma eşiği 10 dB (A) olarak verilmiş, yoğun şehir caddesi için ise 90 dB (A) gürültü seviyesi tespitinde bulunulmuştur. Yoğun şehir caddesi için yine 90 dB(A)'dan 32 kat daha fazla bir görünür gürültülülük seviyesi verilmiştir ki bu da hissedilen gürültü seviyesinin 90 dB (A)'dan oldukça yüksek olduğu anlamına gelmektedir (http-27).

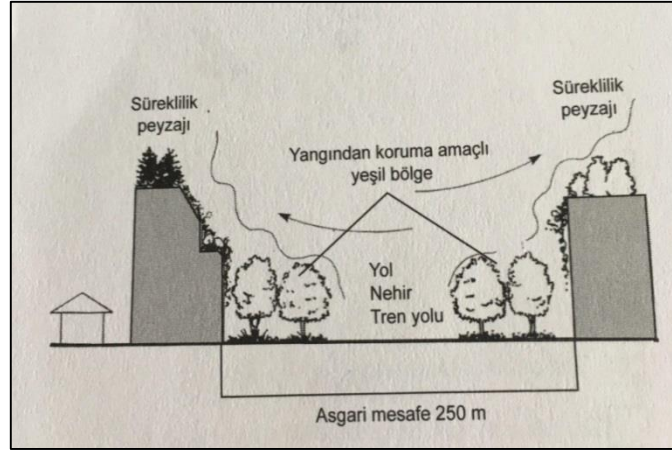
Şehir içinde geçirimsiz yapay yüzeyler yüksek ses seviyelerinin hissedilebilirlik oranlarını arttırmaktadır. "Çimenlik benzeri yumuşak yüzey veya yeşil çatı onları yansıtmak yerine sesleri azaltır (S.Kabuloğlu, 2005)". Şehir içinde düzenlenen bitkilerin yoğunlukta olduğu parklar, ya da yapı kabuklarında kullanılan yeşil sistem uygulamalarındaki artış ses seviyesi azaltımında etkili olacaktır.

Tohum, dikey yeşil sistemler için de geçerli olabilecek, yeşil çatılarda gürültü etkisini azaltan faktörler (Tohum, 2011, s. 32-33) için;

- Seçilen bitkiler
- Bitki örtüsünün kapladığı alan
- Bitki büyüme katmanının derinlik ve içeriği etmenlerini saymıştır.

2.3.7. Yangın güvenliği

Bina kabuğunda bitkilendirmenin yangın güvenliği açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle dikey yeşil sistemler kategorisinde, cephenin tamamen bitkilerle kaplandığı binalarda yangının yayılma riski için önlemler alınmalıdır. "Bu tip yeşil duvarlar olarak adlandırılan cepheler özellikle üzerlerindeki bitkiler kurduğunda ek bir yangın yükü oluşturacaktır (Özgünler, Arpacıoğlu, 2016)". Her daim yeşil bitkiler kullanılarak bu riskin önüne geçilebilir. Ayrıca kent içerisinde de yangın çıkması durumunda yangın yayılımını engellemek için çeşitli önlemler alınabilir. Yeşil dokunun sürekliliği yol gibi bitkilendirilmeyen bir aks ile kesintiye uğratılabilir (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Yangından koruma için bitki örtüsü kullanımı (Yeang, 2012, s. 136)

Kurumuş bitkilerin yanı sıra bitki tipleri de yangın güvenliği açısından önemlidir. “Yangın güvenliği, yeşil çatılarda kullanılan bitki tipleri hala tartışılan konulardır. Örneğin uzun otlar yangın tehlikesini arttırırken, kaktüs gibi dolgun yapraklı bitkiler yangına dirençlidir (Kabuloğlu, 2006)”. Dikey yeşil sistem tasarımında bitki seçiminde bahsedilen özellikler göz önünde bulundurulmalıdır.

2.3.8. Malzeme ömrünü uzatması

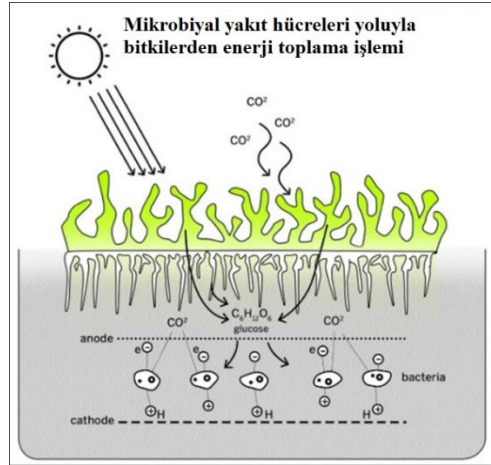
Ultraviyole ışınları (UV ışınları) malzeme bozulmalarına neden olabilmektedir. Dikey yeşil sistemler yapı duvarı önünde yer alarak, yapı malzemeleri önünde gölgeleme yapar ve yapı malzemelerinin üzerine düşen güneşin sebep olduğu UV ışınlarının yapı malzemelerine vereceği zararı önler. Dikey yeşil sistemler bu nedenle malzeme bakım maliyetlerini azaltılmasına katkı sağlayabilir.

2.3.9. Elektrik Üretimi

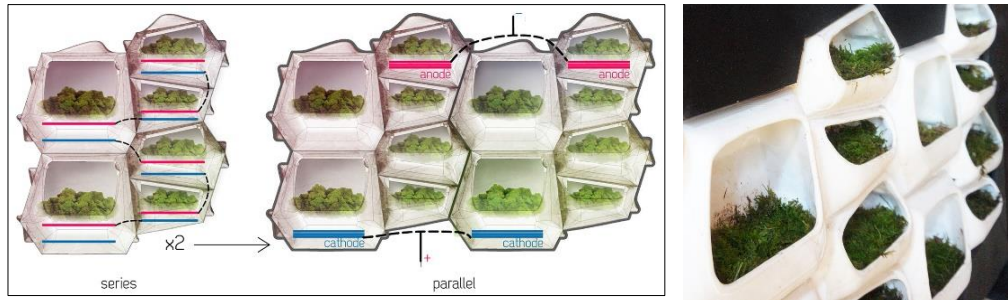
Bitkilerden elektrik üretimi çeşitli ülkelerde kent içlerinde bitkilerin olduğu bölgelerde yeni uygulamaya geçmiştir. Dikey yeşil sistemlerde uygulamada henüz elektrik üretimine yönelik bir tasarımla karşılaşılmasa da bu tip gelişmeler ile ilerleyen yıllarda bitkilerden elektrik üretimi yapı cephesi özelinde mümkün hale gelebilecektir.

Yapılan çalışmalar ile bitkilerin doğal elektrik üretim gücünü kullanarak, cephe sistemi için bir model oluşturulmuştur. Çalışmalarda, yosun yanında yaşayan simbiyotik bakteriler sayesinde, yosunun fotosentez sonucu ürettiği toprağa salınan organik bileşikler, içinde serbest elektronların da bulunduğu bir dizi yan ürüne bölünmekte ve

böylelikle yosunun içine ekildiği, elektronları toplayan substrat sayesinde elektrik üretebilmektedir (Şekil 2.8.). Bu şekilde 16 modülden oluşan bir gruptan 3 volt enerji üretilebilmiştir (Görsel 2.4.). Bu sistemin standart fotovoltatik panellerin daha az etkili olduğu, ancak yosunun iyi geliştiği Dünyanın daha kuzey kesimlerinde daha etkili olacağı öngörülmüştür (<http-7>).



Şekil 2.8. Mikrobiyal yakıt hücreleri vasıtasıyla bitkilerden enerji toplanması süreci (<http-7>)



Görsel 2.4. Bitkilerden enerji toplanması süreci (<http-7>)

2.3.10. Dikey yeşil sistemlerin sosyal faydaları

Yapı duvarlarının yeşil sistemler ile kaplanması kente, süreklilik arz eden bir doku oluşturarak estetik bir değer katacaktır. Aynı zamanda bitkilerin varlığı insanlar için rahatlatıcı bir etkiye sahiptir. Temiz hava cepleri oluşturması ve bulunduğu alanın hava sıcaklıklarına olumlu etkisi nedeniyle sağlık açısından ve psikolojik açıdan faydalıdır.

2.3.11. Dikey Yeşil Sistemlerde Karşılaşılan Sorunlar

Bitkilerin yapı cephesinde köklendiği dikey yeşil sistemlerde yapısal sorunlarla karşılaşma ihtimali yüksektir. Bu gibi bir durumda bitki kökleri yapı duvarı üzerinde

tahribata neden olabilir. Sulama sisteminin aktif olduğu dikey yeşil sistemlerde de sulama için harcanan su eleştirilere sebep olmaktadır. Bu sistemlerde yağmur suyundan da faydalanılabilmekte ve doğru kumanda ile su israfı engellenebilmektedir. “Yaşayan duvar başarısızlığının iki türü vardır:

1. Malzeme bozulması
2. Bitki ölümü
 - A. Kültürel (ekinsel) nedenlerle
 - B. Fizyolojik hastalık, yaşlılık (http-18)”.

2.3.11.1. Malzeme bozulması

Zayıf malzeme seçimleri, zayıf tasarım ve kötü çevresel faktörler, bitki sağ kalımı için gerekli olan biyolojik süreçlerin başarısızlığına katkıda bulunacaktır (http-18). Sistemde kullanılan malzemelerin kalitesi, sistem bileşenlerinin uygulanma biçimi dikey yeşil sistemlerin uzun ömürlü olmasında önemli faktörlerdir. George Irwin, yeşil çatı ve dikey yeşil sistemleri incelemiş ve yaşayan duvarlardan düşen plastik malzemeleri, yosun oluşmasına, malzeme parçalanmasına ve oksijensiz koşullara maruz kalmış keçe ve diğer kumaş türü yaşayan duvarların bitki ölümüne katkıda bulunacağını da fotoğraflayarak belgelenmiştir (Görsel 2.5.) (http-18).



Görsel 2.5. a)Yosun bulguları gösteren malzeme bozulmasının kök seviyesinde oksijen eksikliğine katkıda bulunması. b)Aşırı sulamanın etkileri (http-18)

2.3.11.2. Bitki ölümü

Aşırı gübreleme, sulama sistemindeki aksaklıklar ve aşırı ya da yetersiz sulamadan kaynaklı bitki ölümleri, dikey yeşil sistemin konumu sebebiyle rüzgara maruz kalma ve bitki kurumasına rastlanılması, konum sebebiyle ışık alamama ve

fotosentez gerçekleştirememesi gibi faktörler ekinsel nedenler arasındadır. Bu gibi sorunlardan kaçınmak için tasarım aşamasında gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Hidroponik sistem, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin ve gübreyi, su vasıtasıyla bitkilere veren otomatik sulama sistemidir (http-28). Fazla sulamaya maruz kalma, sistemin doğası gereği, hidroponik tip duvarlarda nadir bir durumdur. Bitki ölüm oranının bir numaralı nedeni fazla sulamadır ki bu "kültürel (ekinsel) bir neden" dir (http-18). Irwin dikey yeşil sistemlerde aşırı sulama ile ilgili karşılaşılan sorunlar ve bu sorunlardan kaynaklı sonuçlardan bahsetmiştir. Özetle:

1) Zayıf sulama yönetimi: Sulamada zamanlayıcının çok uzun süre çalıştırılması, duvarın üst kısmının alt kısımına karşılaştırıldığında kuru olması gibi konulara dikkat edilmelidir.

2) Yaşayan duvar oluşturmak için kullanılan malzemeler, montaj, malzeme konfigürasyonu (Kötü drenaj aşırı su tutulmasına neden olabilir): Keçe suyu kolaylıkla emdiği için, fazla sulamamaya özen gösterilmelidir.

3) Seçilen ürünün yapısal talepleri karşılamaması ve fiziksel veya çevresel faktörlerden dolayı bozulması söz konusu sorunlar arasındadır (http-18).

Bitkilerde kök hücrelerine oksijen geçişi olmaktadır ve bunu toprakta bulunan oksijenden sağlamaktadır. Toprakta hava boşlukları mevcuttur. Bitkilerin ihtiyacından fazla sulama yapıldığında kökler gerekli oksijen miktarını bünyelerine alamayacaklardır, solunum aktivitelerini yerine getiremeyeceklerdir.

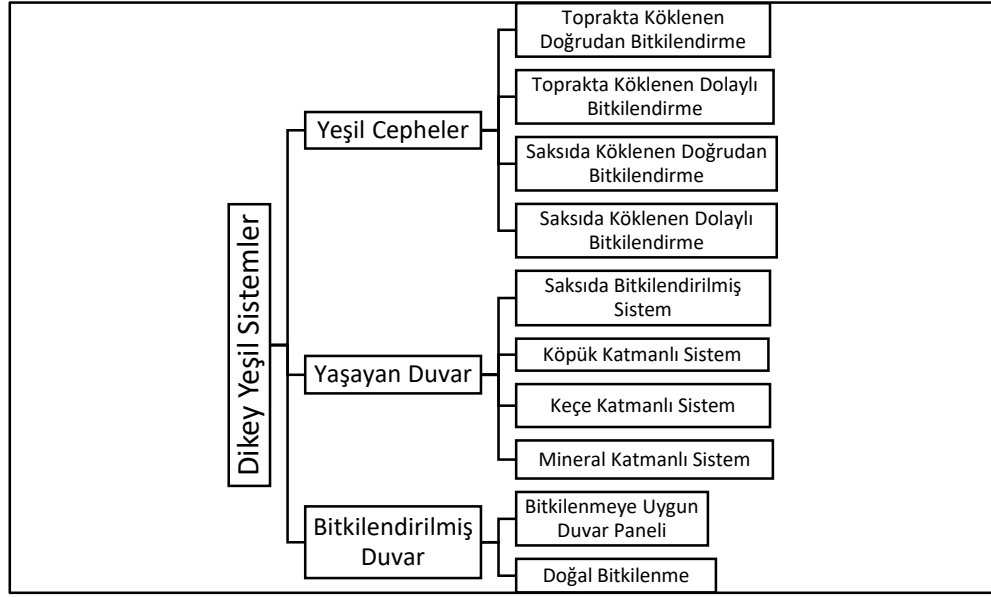
Oksijen eksikliği nedeniyle zayıflayan bitkiler, patojenlerin neden olduğu hastalıklara karşı çok daha hassastır. Kök seviyesinde oksijen olmaması emici tüylerin ölümüne neden olur, besin maddelerinin ve suyun emilimini azaltır, bitki büyümesi için toksik olan bileşiklerin oluşumunu artırır ve sonunda bitkinin büyümesini geciktirir (http-18).

Ekinsel nedenlerin yanı sıra bitkilerde görülen hastalık ve yaşlılık, bitki bozulması ve bitki ölümüne sebep olan fizyolojik etmenlerdendir.

3. DİKEY YEŞİL SİSTEM TİPLERİ VE KATMANLARI

Dikey yeşil sistemler; yeşil cephe, yaşayan duvar ve bitkilendirilmiş duvarlar olmak üzere üç ana başlıkta incelenebilir (Tablo 3.1.).

Tablo 3.1. *Dikey yeşil sistem tipleri*

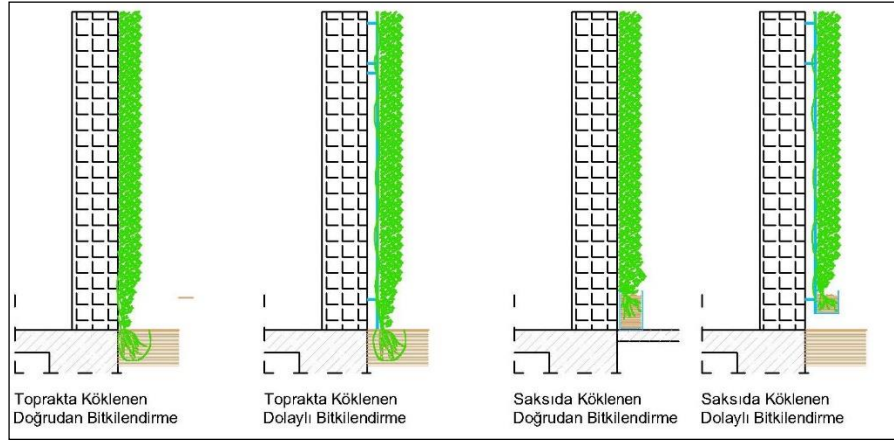


3.1. Yeşil Cepheler

“Yeşil cepheler, asma ve tırmanma bitkileri veya yer örtücü bitkilerin konumlarına göre tasarlanmış destek yapılarına dönüştüğü sistemlerdir (http-5)”. Yeşil cepheleri saran bitkiler zemin toprağında köklenebilir veya zemin kotunda saksıda, ara kotlarda bulunan saksılarda veya çatılarda köklenebilir. “İklima, seçime bağlı türlere, toprak tabakasının derinliğine, oryantasyona, beslenme ve sulama rejimine bağlı olarak, yeşil cephelerin olgunluğa erişmesi birkaç mevsim sürebilir (http-5)”.

Yeşil cepheler duvara doğrudan veya dolaylı olarak, ağ sistemi, kablo veya telli ağ sistemi gibi bir destekleyici yapı ile uygulanabilir (Mir, 2011, s. 7).

“Yeşil cepheler, topraklı köklü bitkiler ve sulama sistemi ile yapay alt katman kökenli bitkiler olmak üzere iki ana kategoriye ayrılabilir (Mir, 2011, s.7)”. Bir başka sınıflandırmaya göre de; yeşil cepheler, toprakta köklenen doğrudan ve dolaylı bitkilendirme ile saksıda köklenen doğrudan ve dolaylı bitkilendirme olmak üzere dört gruba ayrılır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Yeşil cephe tipleri

Dolaylı bitkilendirme sistemleri cephenin farklı yüksekliklerinde saksılar ile birleştirilebilir. Bu durumda sistem, köklendirme alanı yeterli değilse besin maddeleri ve sulama sistemi gerektirir. Besin maddeleri ve sulama sistemi gerekiyorsa yaşayan duvar sistemi (LWS) olarak tanımlanabilir (Perini, Ottele, Haas, 2011, s. 2).

“Yeşil cepheler; (zeminden veya ekin kutularından bir cepheye tırmanan bitkilerin geleneksel kullanımı) vejetasyon ile dikey yüzeyleri kaplamak için en kolay ve en ucuz yöntemdir (Mir, 2011, s.7)”. Yeşil cepheler, yaşayan duvarlar veya bitkilenmeye uygun duvar paneli ile karşılaştırıldığında daha basit bir strüktüre sahiptir ya da strüktüre ihtiyaç duymamaktadır. Bakım maliyetleri düşüktür ve genellikle mekanik bir sulama sistemine ihtiyaç duymaması (özellikle zemin toprağında köklenen tipte) nedeniyle uygulaması kolay ve ucuzdur.

3.1.1. Toprakta köklenen doğrudan bitkilendirme

Kökleri toprakta olan bu tür yeşil cepheler, besini ve suyu topraktan alır ve yapıya tırmanarak büyür. Bu tipte bir cephe elde etmek için sarılıcı tırmanıcı bitkiler kullanılır. Yaşayan duvarlara nazaran yapı yüzeyini uzun sürede kaplamaktadır. Toprakta köklenen doğrudan bitkilendirmede, sarılıcı tırmanıcı bitkilerden, bitkilerin doğrudan cepheye tutunmasını sağlayan yapışkan kök yapısına sahip bitkiler tercih edilir (Görsel 3.1.). Yapışkan köklere sahip olmayan bitkiler ise, yapraklarıyla veya dallarıyla bir destek elemanına tutunarak cepheyi sarma eğiliminde olur.



Görsel 3.1. Toprakta köklenen doğrudan bitkilendirme örneği (<http-20>)

“Cephe kaplamasının ne kadar etkili olacağı; cephenin tüm yüzeyini kaplamasının ne kadar uzun sürdüğü ve bitkiler arasında belirli bir boşlukla belirli bir mesafede kaç tane bitki kullanılması gerektiğine bağlı olarak değişir (Mir, 2011, s. 17)” .

3.1.2. Toprakta köklenen dolaylı bitkilendirme

Tüm bitki türlerinin cepheye yapışacak ve doğrudan cephede büyüyecek yapışkan özellikleri yoktur. Bu bitki türleri için, bitkilerin yapı üzerinde büyümesine ve cepheyi örtmesine olanak sağlamak amacıyla özel olarak tasarlanmış destek sistemleri uygulanabilir (Mir, 2011, s. 17). Mir, destek yapılarını iki gruba ayırmıştır:

- Modüler kafes panel sistemleri
- Kablo ve halat ağ sistemleri (Mir, 2011, s. 17).

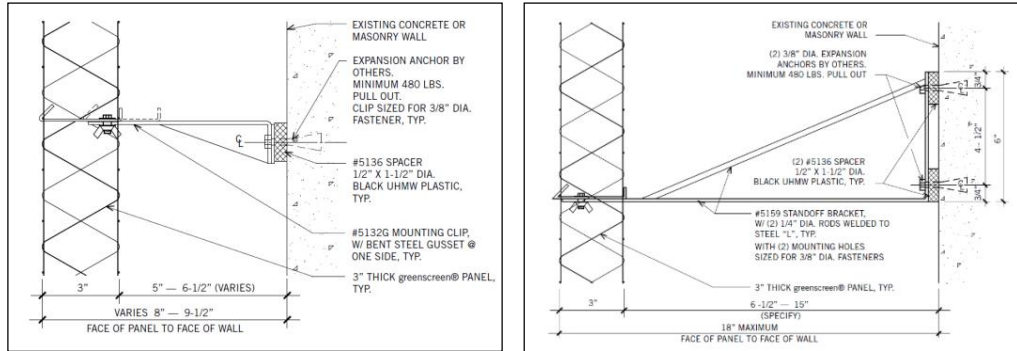
Çelik (paslanmaz çelik, galvanize çelik vb.), alüminyum, plastik, ahşap (yangına dayanıklı hale getirilmiş) malzemeler sarılcı tırmanıcı bitkiler için destek yapı olarak kullanılabilir. Bu malzemeler bitkilerin büyüebilmesi için, modüler kafes panel sistemleri ve kablo ve tel örgü ağ sistemleri biçiminde cepheye uygulanır.

3.1.2.1. Modüler kafes panel sistemleri



Görsel 3.2. Modüler kafes panel sistemi ile bitkilendirilen yapı duvarı (http-21)

Modüler kafes panel sistemler, üç boyutlu sistemler olup sarılıcı tırmanıcı bitkilerin hem arka ve ön panellerde, hem de bu iki panel arasında rahatça hareket etmesini sağlar. Panel sistem ile örtülmüş bir cephede bitkiler, üç boyutlu yayılımı sebebiyle kablo ve tel örgü ağ sisteminden daha kalın bir tabaka oluşturur ve toprakta köklenerek cepheyi sarar (Görsel 3.2.).



Şekil 3.2. Modüler kafes sistemlerin duvara montaj kesitleri (a) duvara monte/montaj klipsi; (b) duvara monte/destek dirseği (http-21)

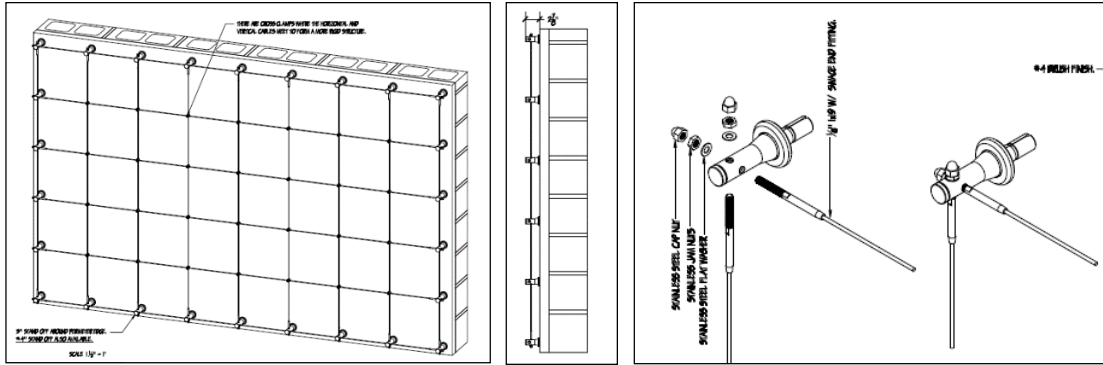
Panellerde genellikle paslanmayı önleyici kaplamalar ile kaplanan çelik malzeme kullanılmakta ve duvara montelenmektedir. Rijit paneller, cephelere çeşitli uzaklıklarda, gerekmesi halinde destek dirsekleri atılarak, montelenebilmektedirler (Şekil 3.2.).

3.1.2.2. Kablo ve tel örgü ağ sistemleri



Görsel 3.3. Tel örgü sistemi (gridal ve diyagonal) (http-115)

Bu sistemler paslanmaz çelik (Şekil 3.3.) ya da plastik malzemeden oluşan tel örgüden ya da kablolardan oluşmakta olup yapıya ankrajlanmaktadır. Ağ sistemlerinde malzeme kullanımının; gridal, diyagonal ya da tasarıma göre farklı açılarda, farklı uzunluklarda uygulandığı görülmektedir (Görsel 3.3.).



Şekil 3.3. Tel örgü sistemi görünüş, kesit ve köşe ankraj nokta detayı (http-22)

3.1.3. Saksıda köklenen dolaylı bitkilendirme

Sarılıcı tırmanıcı bitkilerin kullanıldığı bu sistemlerde bitki kökleri tasarlanmış saksı toprağında bulunmaktadır (Görsel 3.4.). Doğrudan zemin teması olmaması sebebiyle sulamaya ihtiyaç duyarlar. Yüksek binalarda, bütün cephe bitkilendirilmek isteniyorsa ara kotlara da saksı düzenlemesi yapılmalıdır.



Görsel 3.4. Saksıda köklenen dolaylı bitkilendirme (<http-21>)

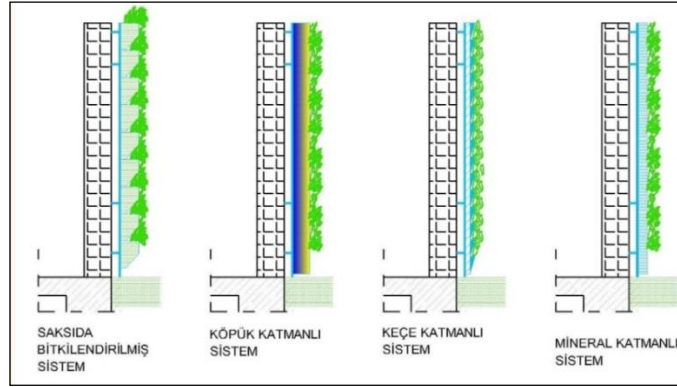
3.2. Yaşayan Duvar Sistemleri

“Yaşayan duvar sistemleri, önceden bitkilendirme yapılmış paneller, modüller, ekili örtüler veya yapısal bir duvar veya ayakta duran çerçeveye yapıştırılan torbalardan oluşur (<http-5>)”. Bu sistemlerde bitki ve bitki alt katmanı bir taşıyıcı sistem üzerine oturabilir (taşıyıcı sistem de duvara ankrajlanabilir veya duvardan bağımsız tasarlanabilir) ya da doğrudan uygulanacağı duvar üzerine asılabilir. Bu sistemlerde plastik, polistren, çelik, sentetik kumaş, keçe, kil ve beton gibi malzemelerin kullanıldığı görülmüştür.

"Yapay substratlar ve saksı toprağı" prensibine dayanan sistemler, sulama sistemlerine ve substrata besin maddelerinin eklenmesine bağlıdır. Bu yeşillendirme prensibi için karakteristik olarak, yapay substrat / saksı toprağı ile doldurulmuş saksılar veya yapay substrat ile donatılmış modüler prefabrik paneller kullanılır ve onlara yaşayan duvar sistemleri denir. Kullanılan alt katmanlar ve yaşayan duvar kavramlarının bileşimi, ürünün üreticisine göre değişebilir. Genel olarak, sistemler şu temellere dayandırılır (Ottele, 2011, s. 10):

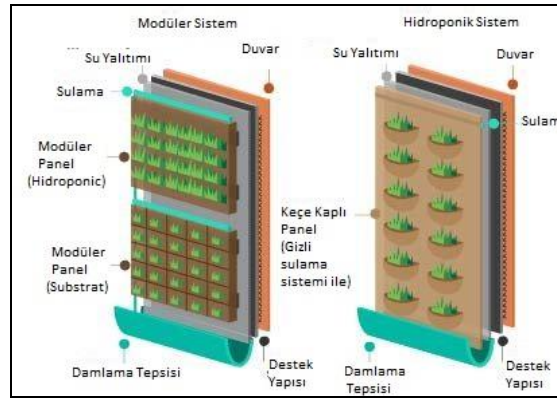
1. Saksı
2. Köpük
3. Keçe kaplamaların katmanlı tabakaları
4. Mineral yün

Yaşayan duvar sistemleri genel olarak; saksıda bitkilendirilmiş sistem, köpük katmanlı sistem, keçe katmanlı sistem ve mineral katmanlı sistem şeklinde isimlendirilir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Yaşayan duvar sistem tipleri

Söz konusu sistemlerde sulama sistemi olarak hidroponik sistem kullanılmaktadır. Hidroponik sistem bitkilerin herhangi katı bir ortam içermeyen yapılarda özel besin çözeltilerinde veya bu besin çözeltilerinin belli aralıklarla bitki köklerine püskürtülmesi yöntemi ile veya bitkilerin, torba, tekne, saksı vb. biçimlerde kaplara doldurulan organik veya inorganik yapıli substratlara ekilerek veya dikilerek ve besin çözeltilisinin belli aralıklarla damlama sulama veya yağmurlama sulama ile bu ortama verilmesi yöntemi ile (Şekil 3.5.) yetiştirilmesidir (<http-28>).



Şekil 3.5. Sol üstte hidroponik modüler panel, sol altta substrat katmanlı modüler panel ve sağda hidroponik keçe katmanlı sistem (<http-116>)

“Yaşayan duvar sistemi; (önceden bitkilendirilmesi yapılmış "prefabrike" modüler paneller veya yerinde uygulanan paneller), modern teknolojiyi kullanan dikey yeşilin nispeten yeni bir uygulama şeklidir (Mir, 2011, s. 7)”. Saksıda bitkilendirme ve köpük ve mineral katmanlı yaşayan duvar sistemlerinde daha çok prefabrike modüler paneller (Görsel 3.5.), keçe katmanlı yaşayan duvarlarda da, daha çok yerinde uygulanan

panellerin kullanıldığı görülmektedir. Modüler sistemleri Kmiec beş ana bölüme ayırmıştır:

- Paslanmaz çelikten paneller,
- Bitki büyümesini sağlayan topraksız malzeme,
- Atmosferik faktörlerin etkilerine karşı dirençli olarak yetiştirilen bitkiler,
- Sıcaklık ve nem sensörlerine sahip bilgisayarlı dikey sulama sistemi,
- Duvar çerçevesi montajı (Çerçeve ahşap veya paslanmaz çelikten yapılabilir.) (Kmiec, 2014, s. 50)”.

Duvar çerçevesi ya da taşıyıcı konstrüksiyon yapımında, ahşap ve çelik dışında, plastik ve polistren gibi malzemeler de kullanılabilir.



Görsel 3.5. *Modüler sistem yaşayan duvar (http- 6)*

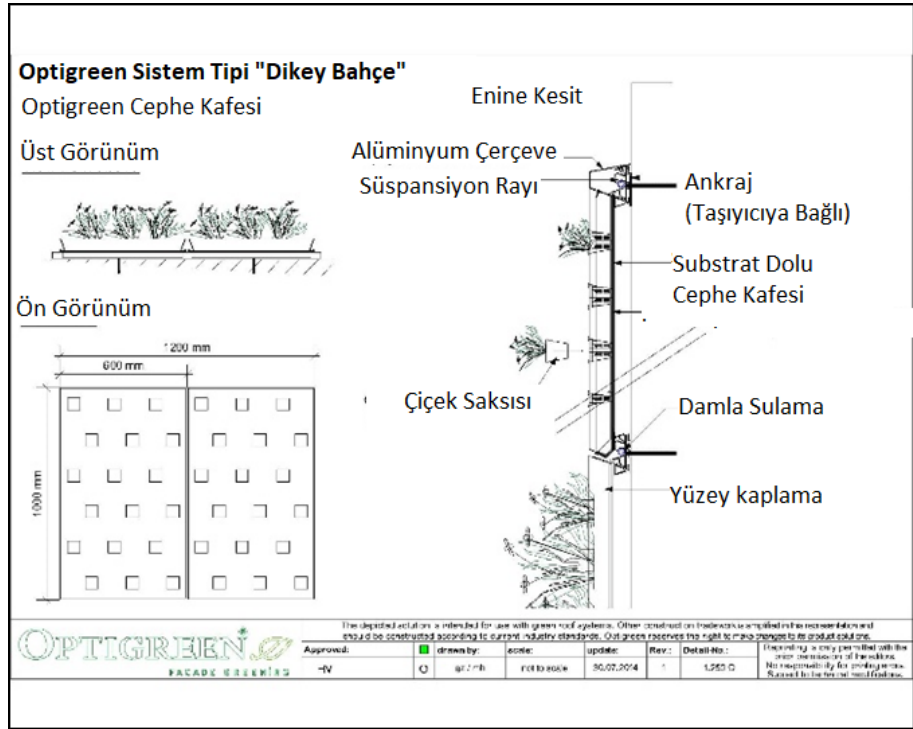
3.2.1. Saksıda bitkilendirme

Saksıda bitkilendirmede, saksılar bir taşıyıcı strüktür üzerine asılır ya da ankrajlanır. Saksılar substrat ile doludur ve bir sulama sistemi ile bitkilerin su ve besin ihtiyacı karşılanmış olur. İstenildiği zaman sisteme müdahale edilerek, saksılar yerinden çıkartılabilir ve yapılacak işlem bittikten sonra yerine konulabilir (Görsel 3.6.).



Görsel 3.6. *Saksıda bitkilendirme (http-17)*

Saksıda bitkilendirmede; yapıya bağlı ankraj elemanı, alüminyum çerçeve, askı (süspansiyon) rayı ve substrat ile doldurulmuş cephe kafesi, bitkinin yetiştiği saksılar, ayırıcı koruma ve depolama kaplaması, damla sulama sistemi ve yüzey kaplaması elemanları kullanılmaktadır (Şekil 3.6.).

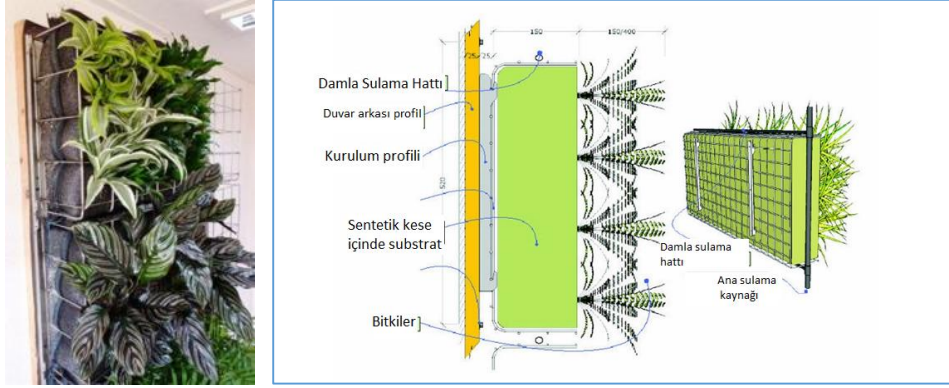


Şekil 3.6. Saksıda bitkilendirme detayı ([http-23](http://23))

3.2.2. Köpük katmanlı sistem

“Köpük tabanlı yetiştirme ortamı aminoplast reçine köpükten yapılmıştır. Bu, hafif fakat dayanıklı ve sıkı beyaz süngerimsi pH’ı nötr olan bir büyüme ortamı oluşturur. Geniş yelpazedeki bitki ve iklim türleri için uygundur (Erdoğan, 2014, s. 25)”. “Köpük yetiştirme ortamı, bitkiler için optimum su-hava dengesini sağlayarak sert iklim koşullarında bile bitkilerin büyümesini mümkün kılmaktadır ([http-12](http://12)).”

Köpük katmanlı yaşayan duvar sisteminde köpük katmanlı birimler, binaya montelenen bir taşıyıcı üzerine asılır ya da montelenir (Görsel 3.7.), hidroponik sulama sistemi sayesinde de gerekli besin ve suyu alırlar.



Görsel 3.7. Paslanmaz çelik bitki modüllerinde köpük katmanı (http-12)

Köpük katmanı, paslanmaz çelik bitki modüllerin bir arka panele montelenmesi ile ya da pvc gibi malzemelerden yapılan bitki modüllerinin montelenmesi ya da asılması ile binaya uygulanabilir (Görsel 3.8.).



Görsel 3.8. Modüler sistemde köpük katmanı (http-12)

3.2.3. Mineral katmanlı sistem

Taş yünü, cam yünü ve kaya yünü (Görsel 3.10.) gibi malzemelere mineral yün denilmektedir. Dikey yeşil sistemlerde taşıyıcı konstrüksiyon üzerine genelde taş yünü paneller yerleştirilir ve bitkiler taş yünü malzeme üzerinde konumlandırılır (Görsel 3.9.). Taşıyıcı konstrüksiyon; paslanmaz çelik, galvanizli çelik ve alüminyum gibi suya dayanıklı malzemelerden seçilir. Susbstrat görevi gören taş yünü panellerin üzeri keçe ile kaplanır.



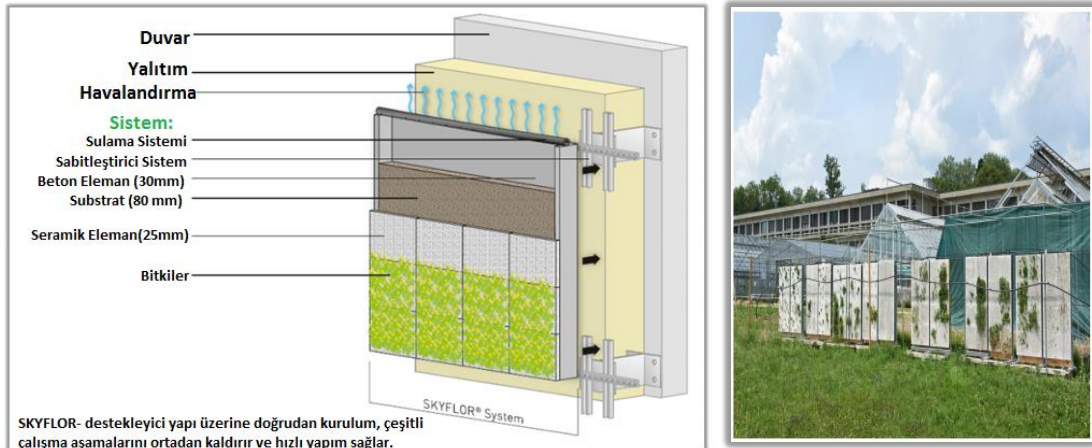
Görsel 3.9. Mineral yün yaşayan duvar paneli enine kesiti (Ottele, 2011, s. 79)

Mineral katmanlı sistemler bilgisayar kontrollü, yağmurlama ya da damlama sulama ile sulanmaktadır. Bitkilerin ihtiyacı doğrultusunda gerekli su ve besin söz konusu sulama sistemi tarafından verilir.



Görsel 3.10. a) Kaya yünü katman (http-3) b) Taş yünü alt katman (http- 29)

Mineral katmanlı sistemlerde mineral katmanın üzerine gözenekli, köklerin nüfuz etmesine, substratın nefes almasına olanak veren seramik malzeme tabakası da (Görsel 3.11.) eklenebilmektedir (Petit vd. , 2014).



Görsel 3.11. Mineral katman üzerine uygulanan seramik malzeme (Petit vd., 2014)

3.2.4. Keçe katmanlı sistem

Bu sistemde bitki kökleri sarılarak keçe torbaların içine yerleştirilir. Keçe katmanı taşıyıcı bir sütrüktüre asılabilir veya taşıyıcı strüktür içerisine yerleştirilip stabilizesini arttırmak için duvara ya da destek aldığı panele (vida ile) montelenebilir (Görsel 3.12.). Sulama, keçe katmanın en üst kotundan ya da ara kotlardan plastik bir tüp yardımıyla yapılmakta olup su katman üzerinde kılcal yollarla tüm bitkilere yeterli oranda ulaşmış olur.



Görsel 3.12. Keçe katmanında bitkilendirme (<http-13>)

Keçe katmanlı sistem özellikleri aşağıdaki maddelerle özetlenebilir (Blanc, 2012, s. 97):

- Dikey bahçe destek elemanı olarak PVC paneller kullanılır.
- Köklerin gelişigi elyaf, su ve besini uzun süre bünyesinde tutar, bitkilerin su ve besini eşit şekilde özümsemesini sağlar.
- Sert bir PVC panel, dikey bir bahçeyi destekleyen bir duvara doğrudan, arada herhangi bir eleman olmadan bağlanabilir. Fakat duvarın “nefes almasını” sağlamak için duvar ile PVC panel arasındaki havanın dolaşımı önerilmektedir. Bunun için çeşitli çözümlerden biri, duvara yapıştırılmış metal borulardan (alüminyum, galvanizli veya paslanmaz çelik) yapılmış çerçeveli bir yapıdır.
- 10 milimetre PVC panel m2 başına 7 kg ağırlığındadır. Metal çerçeve, PVC panel, substratı da içine alan bütün yapı ağırlığı 20 ila 50 kg / m2 arasında değişebilir.

“Gerçekte bu kumaş, kayalar ve ağaç gövdelerinde büyüyen ince bir alg ve yosun tabakasıyla karşılaştırılabilir. Dikey bahçedeki farklı bitki türleri, tıpkı kayalık bir yüzeyde yosun yatakları gibi büyür (Kmiec, 2014, s. 53-54)”. Yapılan çalışmalar ile kayalık, ağaç gövdesi, mağara gibi doğada çeşitli alanlarda büyüeyebilen bitkilerin nasıl büyüdüklerini besin maddesi ve su ihtiyaçları gözlemlenmiş ve yapı duvarlarına uygulanmıştır.



Görsel 3.13. Quai Branly Müzesi (yaşayan duvar öncesi ve sonrası), Paris (<http-16>)



Görsel 3.14. *Quai Branly Müzesi (kuş bakışı) (http-25)*

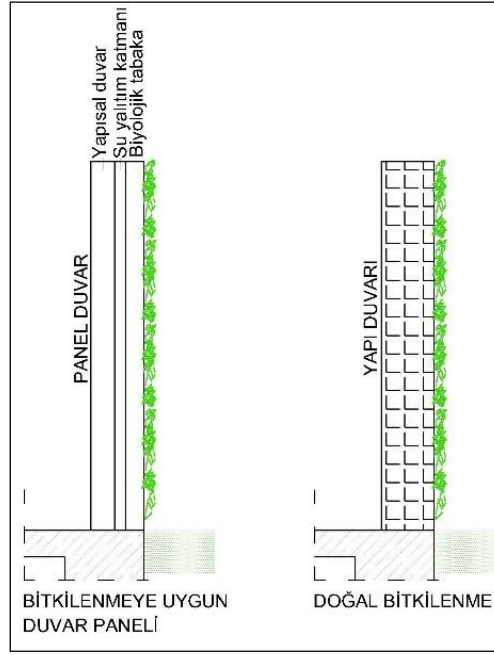
Quai Branly Müzesi ve Caixa Forum binalarındaki uygulamalarda sentetik keçe kullanılarak, binaların dışı plastik kaplamalı alüminyum levhalarla kaplanmıştır (Görsel 3.13., 3.14., 3.15.). Kullanım suyunun yağmur suyunun toplanmasıyla sağlandığı sistem sayesinde, suyun kanalizasyona akıp boşa gitmesi engellenmiştir (http-15).



Görsel 3.15. *Caixa Forum (Mayıs2010), Madrid (http-16)*

3.3. Bitkilendirilen Duvarlar

Duvarın üzerinde bulunan açıklıklarda köklenen bitkiler mevcutsa ya da duvarın kendi bünyesinde bitkilenmeye uygun katmanlar varsa, bu tip duvarlar bitkilendirilen duvarlar olarak adlandırılır. Bitkilendirilen duvarlar; doğal bitkilenme ve bitkilenmeye uygun duvar paneli olarak ikiye ayrılır (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Bitkilendirilen duvar tipleri

3.3.1. Bitkilenmeye uygun duvar paneli

Bitkilendirilebilen yapı duvarı panelleri, malzemenin kendi bünyesinde bitkilenmeye izin veren sistemlerdir. Araştırmaları devam eden sistem için Katalunya Politeknik Üniversitesi Yapı Teknoloji Grubu, pigmentli organizmaların büyümesini destekleyen bir tür biyolojik beton geliştirmiş ve fikri patent almıştır. “Akdeniz ikliminde yer alan binaların veya diğer yapıların cepheleri için tasarlanan malzemenin, diğer benzer inşaat çözümlerine göre çevresel, termal ve estetik avantajları vardır (http-19)”. “Bu yeni (dikey çok katmanlı) betonun yenilikçi özelliği, belirli biyolojik organizmaların büyümesi ve gelişimi için, özellikle belirli mikroalgler, mantar, likenler ve yosun aileleri için doğal bir biyolojik destek olarak işlev görmesidir (http-19)”. Fikri patenti alınan biyolojik beton üzerinde söz konusu organizmaların büyümesinin hızlandırılması ve cephelerin kısa sürede bu organizmalarla kaplanması konusu henüz araştırma aşamasındadır (Görsel 3.16.).



Görsel 3.16. Biyolojik Beton (<http-19>)

3.3.2. Doğal bitkilenme

Bitkiler yapı yüzeylerinde doğal yollarla oluşurlar. Yapı kabuğundaki (sıva, boya ve diğer duvar yapı malzemelerinde oluşan) çatlaklarda ya da doğal taştan yapılmış duvarların derz boşluklarında büyürler (Görsel 3.17.). Herhangi bir sulama sistemine gerek duymazlar. Planlı bir dikey yeşil sistem tasarımından söz edilemez. Daha çok taş duvar gibi derz boşluklarında bitki büyümesine izin veren malzemelerin olduğu yapılarda ya da metruk veya bakımsız yapılarda bu tür bitkilenmeye rastlanmaktadır.



Görsel 3.17. Yapı duvarında doğal bitkilenme örnekleri

3.4. Dikey Yeşil Sistemleri Oluşturan Katmanlar

Dikey yeşil sistemler tiplerine göre farklı katmanlaşma özelliklerine sahiptir. Bu katmanlaşma tipleri Tablo 3.2.'de gösterilmiştir. Bu bölümde katmanlar; dikey yeşil sistemlerdeki farklı tipler özelinde farklılaşan, bitkiler, bitki alt katman (substrat), taşıyıcı, su yalıtımı, ısı yalıtımı, buhar kesici katman ve sulama sistemi üzerinden değerlendirilecektir.

Tablo 3.2. Dikey yeşil sistemlerde katmanlaşma tablosu

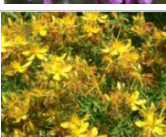
	DİKEY YEŞİL SİSTEM TİPLERİ		BİTKİLER	ALT KATMAN	TAŞIYICI	SU YALITIMI	ISI YALITIMI	BUHAR KESİCİ KATMAN	SULAMA SİSTEMİ
YEŞİL CEPHELER	TOPRAKTA KÖKLENEN DOĞRUDAN BİTKİLENDİRME		Sarılcı tırmanıcı bitkiler	Zemin toprağı	—	—	XPS, EPS veya taşıyünü	—	Zemin suyu
	TOPRAKTA KÖKLENEN DOLAYLI BİTKİLENDİRME	MODÜLER KAFES PANEL SİSTEM	Sarılcı tırmanıcı bitkiler	Zemin toprağı	Metal malzeme modüler kafes panel	—	XPS, EPS veya taşıyünü	—	Zemin suyu
		KABLO VE TEL ÖRGÜ AĞ SİSTEMLERİ	Sarılcı tırmanıcı bitkiler	Zemin toprağı	Metal veya plastik malzeme	—	XPS ,EPS veya taşıyünü	—	Zemin suyu
	SAKSIDA BİTKİLENDİRME	SAKSIDA KÖKLENEN DOĞRUDAN BİTKİLENDİRME	Sarılcı tırmanıcı bitkiler	Saksı içerisinde; Toprak, köpük, mineral vb		—	XPS, EPS veya taşıyünü	—	-Damlama, yağmurlama gibi otomatik sulama -Manuel sulama
		SAKSIDA KÖKLENEN DOLAYLI BİTKİLENDİRME	Sarılcı tırmanıcı bitkiler	Saksı içerisinde; toprak, köpük, mineral vb	Metal veya plastik malzeme	—	XPS, EPS veya taşıyünü	—	-Damlama, yağmurlama gibi otomatik sulama -Manuel sulama
YAŞAYAN DUVARLAR	MODÜLER SİSTEMLER	MINERAL KATMANLI	Çok yıllık bitkiler, eğreltiotlar ı, sarılcı tırmanıcı bitkiler vb.	Mineral malzeme	Metal çerçeve üzerine oturtulan: metal veya plastik modül	Modülün oturduğu destek katmanı su geçirimsizdir.	XPS, EPS veya taşıyünü	Gerekmesi halinde; buhar kesici membran	Damlama (Otomatik sulama)
		KÖPÜK KATMANLI	Çok yıllık bitkiler, eğreltiotlar ı, sarılcı tırmanıcı bitkiler vb.	Köptük malzeme	Metal çerçeve üzerine oturtulan: metal veya plastik modül	Modülün oturduğu destek katmanı su geçirimsizdir.	XPS ,EPS veya taşıyünü	Gerekmesi halinde; buhar kesici membran	Damlama (Otomatik sulama)
		SAKSIDA BİTKİLENDİRME	Çok yıllık bitkiler, eğreltiotlar ı, sarılcı tırmanıcı bitkiler vb.	Köptük veya toprak malzeme	Metal çerçeve üzerine oturtulan: metal veya plastik modül	Modülün oturduğu destek katmanı su geçirimsizdir.	XPS ,EPS veya taşıyünü	Gerekmesi halinde; buhar kesici membran	Damlama (Otomatik sulama)
	KEÇE KATMANINDA BİTKİLENDİRME		Toprağa gereksinim duymayan bitkiler	Bitkiler keçe katmanının içerisinde, besinini sulama ile alır.	Keçe katmanı; Duvara ya da taşıyıcı strüktüre asılır, montelenir	Bir destek katmanı yoksa; bitümlü örtü, sentetik örtü, sürme esaslı malzeme	XPS ,EPS veya taşıyünü	Gerekmesi halinde; buhar kesici membran	Damlama (Otomatik sulama), hidroponik sistem sulama
BİTKİLENDİRİLEN DUVARLAR		BİTKİLENMeye UYGUN DUVAR PANELİ	Mantar, liken, yosun vb.	—	Duvarın kendi yapısında bitkilendir me gerçekleşir	Duvar yapısındaki katman su geçirimsizdir.	—	—	Doğal yollarla cepheye temas eden yağış suyu
		DOĞAL BİTKİLENE	Doğal yollardan cephe üzerinde büyüyen bitkiler	—	—	—	—	—	Doğal yollarla cepheye temas eden yağış suyu

3.4.1. Bitkiler

Bitki seçiminin doğru yapılması, dikey yeşil sistemlerin uygulandığı cephelerde, estetik ve fonksiyonel açıdan olumlu etki eder. Her mevsim yeşil bitkiler, özellikle kuzeye bakan çıplak cepheleri rüzgar etkisinden, kar ve yağmurdan korur, bir çeşit yalıtım özelliği görür. Akdeniz iklimi için ise yaprak döken bitkiler tercih edilebilir ya da dikey yeşil sistem uygulama yüzey alanı küçük tutulabilir. Bunun nedeni kış aylarında cephenin sert kış iklimine maruz kalmamasının, yaz aylarında da buharlaşma sebebiyle oluşabilecek bina soğutma yükünün artmamasının sağlanmasıdır.

Yeşil cephelerde, sarılıcı tırmanıcı bitkiler (*Hedera helix* (duvar sarmaşığı) gibi) kullanılır. Yapışkan kök yapısına sahip bitkiler cepheye doğrudan tutunarak büyür, yapışkan kök yapısına sahip olmayan bitkiler ise bir destek elemanına ihtiyaç duyar.

Tablo 3.3. Dikey yeşil sistemlerde kullanılan bitkiler (Uslu, 2015, s. 38-40)

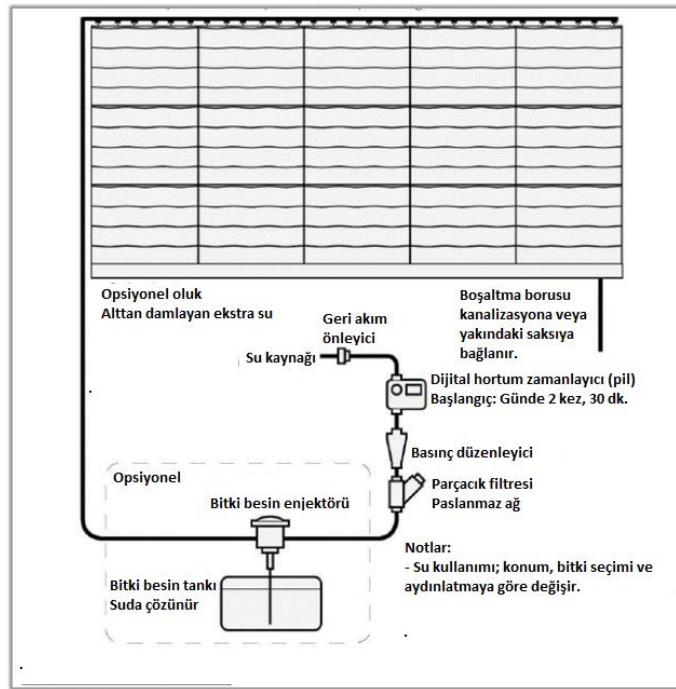
	<i>Gaultheria procumbens</i> (Keklik Üzümleri)		<i>Origanum sp.</i> (Doğu Akdeniz Bölgesi Kekikleri)
	<i>Carex evergold</i> (Kareks)		<i>Hypericum sp.</i> (Sarı Kantaron)
	<i>Saxifraga fortunei</i> (Taşkiran)		<i>Hedera helix</i> (Duvar Sarmaşığı)
	<i>Euonymus japonicus</i> (Yeşil Taflan)		<i>Ophiopogon nigrescens</i> (Siyah Osmanlı Çimi)

“Bol güneş alan batı cephelerinde geniş yapraklı herdem yeşil bitki türleri kullanılmalıdır çünkü sonbahar ile birlikte bitkisel tasarım içerisinde yer alan bazı bitkiler çiçeklenme ve yapraklanmalarını kaybettiğinde doğrudan güneş etkisi keçenin üzerinde olmaktadır (Uslu, 2015, s. 38-40)”.

Bitkilenmeye uygun duvar panellerinde ise mantar, liken ve yosun gibi bitkiler kullanılır. Bu panellerde kök yapısının yapıya zarar vermemesi amaçlanmıştır.

3.4.2. Sulama sistemi

Yaşayan duvar sistemleri otomatik bir sulama sistemine ihtiyaç duyarlar. İklim değişiklikleri ve bitki su ihtiyacı göz önünde bulundurularak bitkilerin değişen su ve besin ihtiyacının karşılanması gerekmektedir. Yaşayan duvar sistemlerinde sulamada genellikle hidroponik sistem ya da sadece damlama sulama tekniği (Şekil 3.8. ve Görsel 3.18.) kullanılmaktadır. Hidroponik sistemde, bitki su ve besinini damlama ile verilen sudan alır. Bu nedenle bitkiler, toprakta besin ve su arayışına girmeden daha hızlı büyür. Damlama sulamanın yanı sıra yağmurlama ve sisleme gibi sulama yöntemleri kullanılabilir.



Şekil 3.8. Gıda enjektörlü standart damlama sulama sistemi (<http-37>)



Görsel 3.18: Damlama sulama ve damlama yöntemi ile sulanan dikey yeşil sistem (<http-36>)

Terbo” olarak adlandırılan terleme boru sistemleri de su tasarrufu sağlayan bir sulama sistemidir (Görsel 3.19.). Toprak altına döşenen bu sistemler ile bitki köklerine doğrudan su verilir ve borudan hava verildiğinde toprağın havalandırılması sağlanır (http-35). Genellikle zemin kotundaki yeşil alanlarda veya yeşil çatılarda uygulamaları görölse de, dikey yeşil sistemlerde de uygulanması mümkündür.



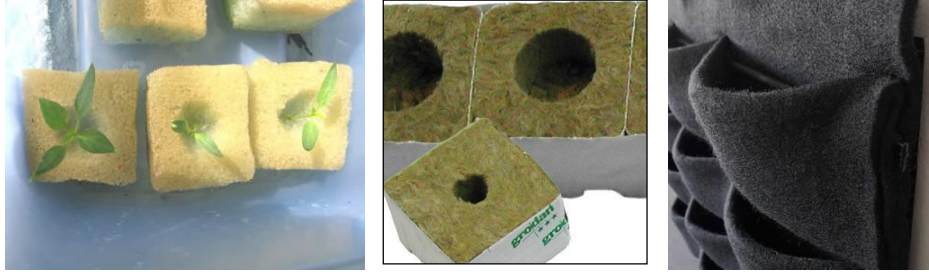
Görsel 3.19. Terbo sistemleri ile kurulmuş dikey yeşil sistem ve Terbo boru detayı (http-35)

Yaşayan duvarlarda sulama sonrasında kalan fazla su bir drenaj sistemi ile toparlanır ve tekrar kullanılmak üzere devir daim devam eder. Saksıda bitkilendirmenin yapıldığı yeşil duvarlarda otomatik bir sulama sistemi kullanılabileceğı gibi manuel (el yordamı) sulama da yapılabilmektedir. Bitkilendirilen duvarlarda ise bitkiler yağış suyu ile gerekli su ihtiyacını karşılar. Özel bir sulama sistemine ihtiyaç duymazlar.

3.4.3. Bitki taşıyıcı katman (substrat)

Yaşayan duvar sistemlerindeki bitkilerde topraksız bitki yetiştirme yöntemi uygulanmaktadır (Görsel 3.20.). Keçe katmanında bitkilendirmede bitkiler keçe katmanının içine yerleştirilir ve besin ile suyu, sulama suyu aracılığıyla bünyelerine alırlar. Mineral yün ve köpük katmanlı yaşayan duvar sistemlerinde yine köpük ve mineral karışımından oluşan katman kullanılır. Bu katman sabitleyici bir eleman ile tutturulur. Yine bu sistemlerde bitkiler besin ve suyu sulama suyu aracılığıyla bünyelerine alırlar. Yaşayan duvar sistemleri içinde yer alan saksıda bitkilendirmede saksıların içerisinde bulunan malzeme farklılaşabilir. Mineral yün ya da köpük malzeme olabilir. Yaşayan duvar sistemlerinde genellikle hidroponik sistem bitki yetiştirme yöntemi kullanıldığından toprak kullanımına nadiren rastlanılmaktadır.

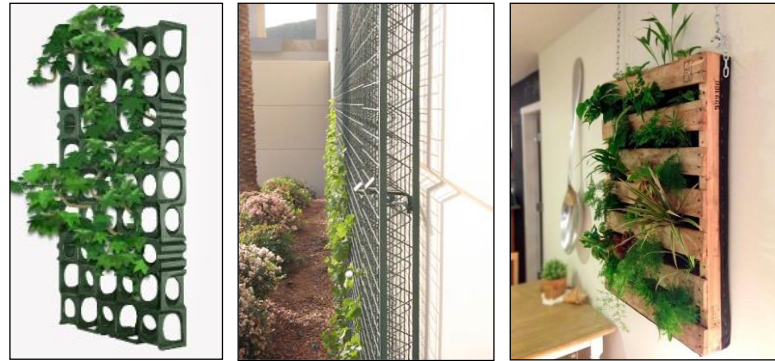
Yeşil cephelerde bitki büyümesi zemin kotunda ya da saksı içerisindeki toprakta gerçekleşmektedir. Bitkilendirilen duvarlarda ise bir bitki alt katmanı mevcut değildir.



Görsel 3.20. a)Köpük (<http-30>) b)Kaya yünü (<http-29>) c)Keçe (<http-13>)

3.4.4. Taşıyıcı konstrüksiyon

Yeşil cephelerde taşıyıcı konstrüksiyon olarak paslanmaz çelik, galvanize çelik ve alüminyum gibi paslanmaz metal malzemeler ile plastik kullanılmaktadır. Yaşayan duvar sistemlerinde de bitki substratının üstüne oturduğu bir konstrüksiyon bulunmaktadır. Bu konstrüksiyon da paslanmaz, galvanize çelik ve alüminyum gibi paslanmaz metal malzemelerden oluşmakta olup nadir olarak görülse de, konstrüksiyon plastik veya ahşap malzemelerden de oluşabilir (Görsel 3.21.).



Görsel 3.21. a)Plastik Konstrüksiyon (<http-31>) b)Çelik konstrüksiyon (<http-21>) c)Ahşap Konstrüksiyon (<http-32>)

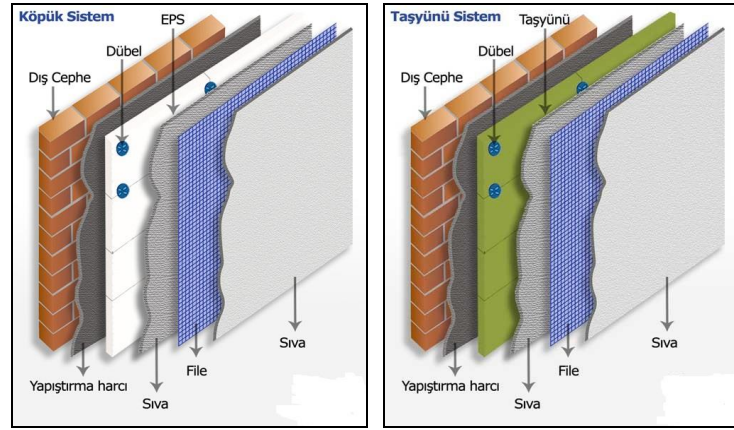
3.4.5. Su yalıtımı

Su yalıtımı, yaşayan duvarlarda, damlama sulama ya da yağmurlama sulamanın kullanıldığı sistemlerde, substratın ya da keçenin oturduğu destek katman panellerinde kullanılır. Yalıtım substrat tarafında (iç tarafta) ya da yapı duvarı tarafında (dış tarafta) bulunabilir. Su kaybı olmadan bitkilerin yeterli suyu alması ve yapı duvarının nem ve sudan korunması açısından su yalıtımı önemlidir. Su yalıtımının ayrıca kullanıldığı örnekler dışında, destek katmanının kendi yapısı itibarıyla su geçirimsiz özelliğinde olanları da kullanılmaktadır. Keçe katmanının direkt duvara uygulandığı sistemlerde su yalıtımı doğrudan yapı duvarı üzerine uygulanır.

Yeşil cephelerde sarılıcı ve tırmanıcı bitkilerin kullanılması sebebiyle substrat katmanının zemin seviyesinde toprak ya da saksıda, ara kotlarda saksılarda bulunması nedeniyle cephenin su etkisine maruz kalmaması durumunda su yalıtımı gerekli değildir. Cepheye uygulanan su yalıtımı bitümlü, sentetik veya sürme esaslı malzeme olabilir. Bitkilenmeye uygun duvar panellerinde ise bitki yetiştirmeye elverişli katmanın altında su geçirimsiz bir katman bulunmaktadır.

3.4.6. Isı yalıtımı

Isı yalıtımı doğrudan yapı duvarına uygulanır. Yapı duvarında en çok kullanılan ısı yalıtım malzemeleri; extrüde polistren (XPS), expande polistren (EPS), poliüretan (PUR), taş yünü, mantar levhalar ve odun talaşı levhalarıdır. Dikey yeşil sistemler ısı yalıtımı yapılan bir bina duvarına, bir taşıyıcı konstrüksiyon yardımıyla ya da doğrudan yapı duvarı üzerine uygulanabilir (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Köpük sistem ve taşyünü sistem uygulama detayı (http-33)

“Isı Yalıtım malzemelerinin su buharı difüzyon direnç katsayıları ve su emme oranları incelendiğinde, hiçbirinin yeterli seviyede buhar tutuculuk yada su geçirimsizlik özelliklerine sahip olmadıkları görülmektedir (Tokaç, 2009, s. 58)”. Bu sebeple su yalıtımı ya da buhar kesici katmanın gerekli olduğu uygulamalarda (yapı duvarı içine ısı yalıtımı yapılması gibi, ya da yapılan hesaplamalarda gerekli görülmesi halinde dış duvar yüzeyi uygulamalarında) cephelerde ısı yalıtımının tek başına uygulanması yeterli olmayacaktır.

Duvarlarda yapılacak ısı yalıtımı için malzeme seçimi ve seçilen malzemenin kalınlığı en önemli iki faktördür. Seçilecek olan malzemenin bünyesine kesinlikle su almaması, buhar difüzyon direncinin yüksek oluşu, üzerine doğrudan sıva uygulanabilirliği, basınç ve

darbeye karşı dayanımının yüksek olması ve ısı iletim katsayısının çok düşük olması gerekmektedir. Ayrıca, ısı yalıtım kalınlığı seçilirken yoğuşma sorununun önlenmesi için gerekli hesapların mutlaka yapılması gerekir (Yılmaz, 2009, s. 60).

3.4.7. Buhar kesici katman

Ertaş binalarda buhar difüzyonunu şöyle açıklamıştır:

Sıcaklıkların farklı olmasından dolayı binanın iç ortamında bulunan hava ile dış ortamda bulunan havanın kısmi buhar basınçları farklı olacaktır. Bunun sonucu olarak havadaki su buharı, yapı elemanlarının içinden geçerek, kısmi basıncının yüksek olduğu ortamdaki düşük olduğu ortama doğru hareket edecektir. Buhar hareketinin yönü, kışın ısıtılan binalarda iç ortamdaki dış ortama doğru olur. Yazın serinletilen binalarda ise dış ortamdaki iç ortama doğru olur. Buhar difüzyonu sırasında, su buharının yapı elemanları içerisinde geçerken soğuk bir bölgeyle karşılaşarak yoğuşması sonucu yapı elemanı içinde su birikmesi riski vardır. Biriken bu suyun yapı sağlamlığına, sağlık ve konfor şartlarına olumsuz etkileri vardır. TS 825 standardına göre yapı elemanlarında buhar difüzyonu sonucu oluşabilecek yoğuşma miktarının hesaplanıp belirli bir sınırın altında kalması sağlanmalıdır (Ertaş, 2001, s. 7).

Isı yalıtımı yapı duvarı dışına ya da içine uygulanabilir. Dış duvar yalıtımı yapıldığı takdirde buhar kesici katmana ihtiyaç duyulmadan çözüm getirilebilmektedir. Gerekli hesaplamalar sonucunda yeterli buhar difüzyon direncine sahip ısı yalıtımı kullanılması halinde, yapı duvarı dış yüzeyinde ısı yalıtımı uygulamalarında buhar kesici katmanı kullanımı gerekli olmayabilir. Isı yalıtımının dışardan uygulanmadığı dikey yeşil sistemlerde ısı yalıtımı içerden uygulanabilir. “Duvarların içten yalıtılması, yoğuşma riskinin yüksek olduğu uygulamalardır. Kullanılan ısı yalıtım malzemesinin su buharı difüzyon direnci ve kalınlığına göre TS 825’de verilen yöntemle yoğuşma tahkiki yapılarak, buhar kesicinin sıcak tarafta kullanılıp kullanılmaması karar verilmelidir (http-35). ”Dikey yeşil sistemlerin uygulanış biçimi de göz önünde bulundurularak (doğrudan duvara monte ya da duvar ile sistem arasında boşluk bırakacak şekilde kurulum yapma gibi) gerekli hesaplamalar sonucunda gerekli görülmesi halinde buhar kesici katman yapı duvarında kullanılır. “Biyolojik olarak, yaprak etkin bir güneş kolektörüdür. Yazın yapraklar bitki ile bina arasında hava akımına izin vererek güneş ışınımından yararlanır ve “baca etkisi” ve terlemeyle soğutma meydana gelir (Ken Yeang, 2012, s. 141)”. Baca etkisi sağlanması halinde buhar kesici katmana gerek olmayabilir.

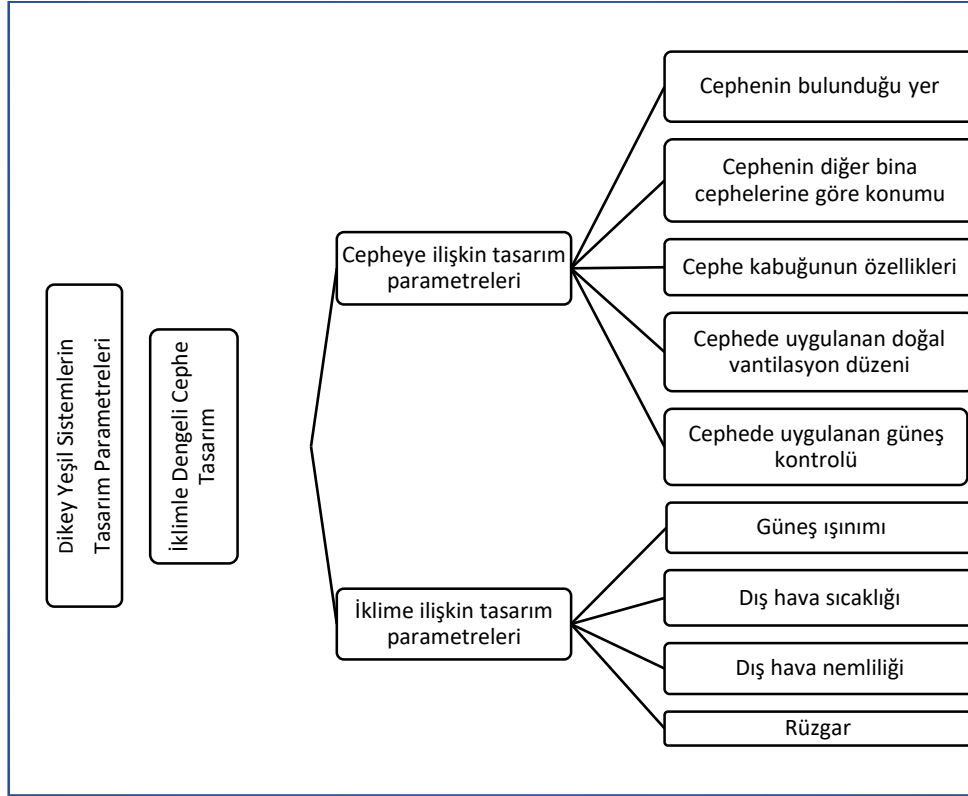
4. DİKEY YEŞİL SİSTEM TASARIM PARAMETRELERİ

Sürdürülemeyen malzemelerin kullanıldığı ve ekolojik verilerin göz ardı edildiği inşai faaliyetler çevrede tahribata yol açmaktadır. Tahribatın önüne geçebilmek için iklim, arazi yapısı, bölgede yaşayan bitki ve hayvan türleri ile ilgili verilere hakim olmak ve bu bilgileri bina tasarımında uygulamak gerekmektedir. “Yapı sisteminin ekosistemle simbiyotik (ortak yaşam) ilişki içine girecek şekilde tasarlanması ve sistemin çevresindeki peyzajın bir “peyzaj olarak yapı” veya “yapı olarak peyzaj” oluşturmak üzere yapının mimarisinin ayrılmaz bir parçası haline getirilmesi amaçlanmalıdır (Yeang, 2012, s. 84).”

Dikey yeşil sistemler, iklim verilerini de kapsayan ekosistem verileri ile estetik kriterler göz önünde bulundurularak tasarlanır. İç mekan-dış mekan iklim dengelenmesi, dış mekan hava kalitesinin artırılması dikey yeşil sistemlerin yapıda kullanımının katkıları arasındadır. “İklimle dengeli yapı tasarımının hedefi yöresel iklimsel etkilerden optimum yararlanan enerji korunumlu yapılar aracılığı ile sürdürülebilir bir çevre yaratmaktır (Manioğlu, Oral, 2010).” Yeang iklimle dengeli tasarım hedefine ulaşmak için iklimle ilgili; güneş yörüngesi, rüzgar örüntüsü ve nem oranı özelliklerinin dikkate alınması gerektiğini vurgular (Yeang, 2012, s. 84).

Dikey yeşil sistem tasarımı, iklimle dengeli olmasının yanı sıra, kentsel tasarımdaki yeri bağlamı ile de düşünülmelidir. Yerleşim bölgelerinde bina tasarımı bir bütün olarak değerlendirildiğinde ortaya sürdürülebilir bir doku çıkacaktır. Bina kütlesi, binalar arası boşluklar; cephe oranları, cephe dokusu ve biçimi bir bütün olarak düşünülüp tasarlandığında insanlar tarafından tercih edilebilir fonksiyonel kentsel mekanlar oluşturulmuş olacaktır. Binada ve binaların bulunduğu alanda dikey yeşil sistemin konumu, algılanabilirliği, çevre binalarda tekrarlanma sıklığı gibi parametreler düşünülerek dikey yeşil sistem tasarımı yapılabilir.

Tablo 4.1. İklimle dengeli cephe tasarımında etkili olan parametreler



Manioğlu ve Oral iklimle dengeli cephe tasarımında etkili olan parametreleri iklime ilişkin ve cepheye ilişkin parametreler olarak gruplandırmış ve bu parametrelerin içeriğini oluşturan etkenlerden bahsetmiştir (Manioğlu, Oral, 2010). Söz konusu etkenler göz önünde bulundurularak ve kentsel tasarım bağlamı da eklenerek bir tablo oluşturulmuştur (Tablo 4.1).

Bu bölümde dikey yeşil sistemler, iklimle dengeli tasarım parametreleri (iklime ve cepheye ilişkin tasarım parametreleri) ve kentsel arayüzde dikey yeşil sistemler başlıkları altında, ekosistem ile uyumlu tasarım bağlamı gözetilerek, iklime, cepheye ve kente ilişkin parametreler üzerinden incelenecektir.

4.1. İklimle İlişkin Tasarım Parametreleri

İklim; yeryüzünün herhangi bir yerinde hava olaylarına bağlı olarak gerçekleşen etkilerin uzun yılların ortalamasına dayanan durumudur (http-117). Rüzgar, basınç, yer şekilleri, denize göre konum gibi coğrafi özellikler iklimi etkileyen faktörlerdir.

Dünya iklimlerinde ilk sınıflandırmalardan biri 1900 yılında Alman bilim adamı Wladimir Köppen (1846-1940) tarafından yapılmıştır. Köppen'e göre beş iklim grubu

vardır (Tablo 4.2.) (http-109). “Köppen ve Geiger iklim hesaplama formülüne göre iklimler harflerle ifade edilmektedir. Anahtar harflerden ilki ana iklimleri ve sonrasında gelen harf yağış koşullarını temsil etmektedir, böylece sınıflandırmanın ilk iki harfini oluştururlar. Ana iklimler A, B, C, D ve E harfleriyle, yağış miktarı W, S, f, s, w ve m harfleriyle temsil edilmektedir. Sınıflandırmada üçüncü anahtar harf ise sıcaklık sınıflandırmasını temsil etmektedir (Toptaş, 2012, s. 59)”. (Tablo 4.3.)

Tablo 4.2. Köppen-Geiger iklim sınıflandırma sistemindeki ana iklimler ve alt iklimleri temsil eden anahtar harfler ile ölçütleri (Toptaş, 2012, s. 62)

Tür	Tanımlama	Ölçüt
A	Tropikal iklimler	$T_{min} \geq +18^{\circ}\text{C}$
Af	Tropikal yağmur ormanı iklimi	$P_{min} \geq 60 \text{ mm}$
Am	Tropikal muson iklimi	$P_{ann} \geq 25 (100 - P_{min})$
As	Yazları kurak tropikal savan iklimi	$P_{min} \leq 60 \text{ mm}$ yazları
Aw	Kışları kurak tropikal savan iklimi	$P_{min} \leq 60 \text{ mm}$ kışları
B	Kurak iklimler	$P_{ann} \leq 10 P_{th}$
BS	Step iklimi	$P_{ann} \leq 5 P_{th}$
BW	Çöl iklimi	$P_{ann} \leq 5 P_{th}$
C	Dönencealtı iklimleri	$-3^{\circ}\text{C} \leq T_{min} \leq +18^{\circ}\text{C}$
Cs	Yazları kurak dönencealtı iklimi	$P_{min} \leq P_{wmin}$, $P_{wax} \leq 3 P_{min}$ ve $P_{min} \leq 40 \text{ mm}$
Cw	Kışları kurak dönencealtı iklimi	$P_{wmin} \leq P_{min}$ ve $P_{max} \leq 10 P_{wmin}$
Cf	Ilıman okyanusal iklim	yazları da kışları da kurak olmayan
D	Karasal iklimler	$T_{min} \leq -3^{\circ}\text{C}$
Ds	Yazları kurak karasal iklim	$P_{min} \leq P_{wmin}$, $P_{wax} \leq 3 P_{min}$ ve $P_{min} \leq 40 \text{ mm}$
Dw	Kışları kurak karasal iklim	$P_{wmin} \leq P_{min}$ ve $P_{max} \leq 10 P_{wmin}$
Df	Nemli karasal iklim	yazları da kışları da kurak olmayan
E	Soğuk iklimler	$T_{max} \leq +10^{\circ}\text{C}$
ET	Tundra iklimi	$0^{\circ}\text{C} \leq T_{max} \leq +10^{\circ}\text{C}$
EF	Kutup iklimi	$T_{max} \leq 0^{\circ}\text{C}$
Açıklamalar T:Sıcaklık, P: Yağış miktarı, ann (annual):Yıllık, th: kuraklık eşik değeri, P _{min} -max, P _{wmin} -max: kış ve yaz ayları için en yüksek ve en düşük sıcaklıklar		

Dikey yeşil sistem örneklerinin araştırılması sırasında dikey yeşil sistemlerin “A, B, C, D” ikliminin hakim olduğu bölgelerde uygulandığı, “E” (soğuk iklim grubu) ikliminin hakim olduğu yerlerde uygulanmadığı görülmüştür. Dikey yeşil sistemlerin çoğunlukla “sıcak ılıman” olarak ta adlandırılan “C” (dönence altı) ikliminin hakim olduğu bölgelerde yer aldığı görülmüştür. “C” ikliminin “sıcak ılıman” iklim olarak ta adlandırıldığı görülmüştür.

Tablo 4.3. Köppen-Geiger iklim sistemi sıcaklık sınıflandırması anahtar kelimeleri ve ölçütleri
(Toptaş, 2012, s. 62)

Tür	Tanımlama	Ölçüt
h	sıcak bozkır / çöl	$T_{ann} \geq +18\text{ }^{\circ}\text{C}$
k	soğuk bozkır / çöl	$T_{ann} < +18\text{ }^{\circ}\text{C}$
a	çok sıcak yaz	$T_{max} \geq +22\text{ }^{\circ}\text{C}$
b	sıcak yaz	(a) değildir ve en az 4 $T_{mon} \geq +10\text{ }^{\circ}\text{C}$
c	serin yaz ve soğuk kış	(b) değildir ve $T_{min} < -38\text{ }^{\circ}\text{C}$
d	aşırı soğuk	(c) gibidir fakat $T_{min} \leq -38\text{ }^{\circ}\text{C}$

Açıklamalar T:Sıcaklık, ann (annual):Yıllık, mon (month): ay

“D” (karasal) iklim grubunun hakim olduğu bölgelerde dikey yeşil sistemlere araştırma sırasında oldukça az rastlanılmıştır. “D” iklim sınıfında “Df” iklim sınıfı ise nemli olarak tanımlanmıştır. “D” iklim sınıfında görülen örneklerden bir tanesi Pittsburgh’ta PNC bank binasıdır. Pittsburgh, Köppen İklim sınıflandırmasına göre, çok sıcak yazlara sahip nemli iklim olan “Dfa” (http-111) iklim bölgesinde yer almaktadır. 2009 yılında yapılan PNC Bank binası dikey yeşil sisteminde, mevsim değiştiğinde renk değişiklikleri yeni bir doku oluşturmaktadır (Görsel 4.1.). Herdem yeşil bitkilerin kullanılması durumunda sabit renkli bir doku da oluşturulabilir. “D” iklim sınıfından “Ds ve Dw” iklim grupları; yazları ya da kışları kurak olarak tanımlanmıştır. Bu bölgelerde dikey yeşil sistem uygulaması görülmemiştir. “Kış aylarında bitkileri korumak için nem oranı önemlidir. Sert rüzgar ve soğuk nem oranını düşürecektir. Bu sebeple bitkilerin sulanması kış döneminde havanın ısınma periyotlarında yapılmalıdır (http-112).” Bitkilerin sert hava koşullarında hayatta kalabilmesi için gerekli önlemlerin alınması halinde dikey yeşil sistemlerin uygulanması her iklimde mümkün hale gelebilir.



Görsel 4.1. PNC Bank a)2009 Eylül’de görünüm b)2010 yılının ilk kışından görünüm (http-112)

Yapı kabuğunda dikey yeşil sistemlerin kullanılması, yapının bulunduğu bölgenin iklim şartları göz önünde bulundurularak iç mekan konforunun sağlanması ve dış mekan hava kalitesinin artırılması bunun sonucunda enerjinin verimli kullanımı açısından önemlidir. Güneş ışımı, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve rüzgara dair iklimsel veriler elde edildikten sonra dikey yeşil sistem tasarımına başlanılmalıdır. Bu sistemlerde kullanılacak bitki çeşitleri ve bununla bağlantılı bu ekosistemde yaşaması öngörülen hayvan türleri de bu veriler sayesinde sağlıklı bir şekilde seçilebilecektir.

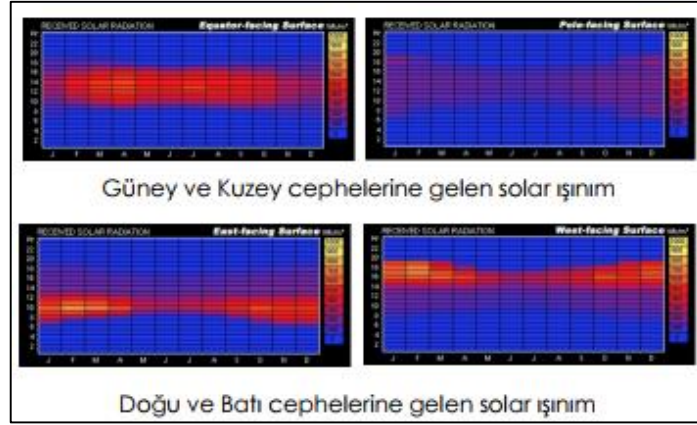
4.1.1. Güneş ışınımı

Güneş ışımı süresi ve geliş açısı yapı kabuğunda dikey yeşil sistemlerin kullanımında bitki seçimini etkilemektedir. Her bitkinin büyümesi için farklı miktarlarda güneş ışınımı ihtiyacı doğmaktadır. “Normal büyüme ve gelişmelerini tamamlayabilmek için bol ışığa gereksinim duyan bitkilere gün bitkileri; az ışığa gereksinim duyan bitkilere gölge bitkileri denir (Erdoğan, 2014, s. 51).” Dikey yeşil sistemleri bina cephelerinde tasarlarırken, cephenin baktığı yöne gelecek güneş ışımı miktarı ve süresini bilmek gerekmektedir.

Yeşilliğin yapıdaki yerleşimi, bölge enlemine göre değişen güneşin yörüngesine bağlıdır: Örneğin yüksek enlem bölgelerinde tasarımcı güneşin en çok güney yönünde seyrettiğini dikkate almalıdır. Bu da yeşilin çoğunlukla güney, güney doğu ve güney batı cephelerine yerleştirilmesi gerektiği anlamına gelir (Yeang, 2012, s. 138).”

Gün bitkileri kategorisindeki bitkiler güney, güneydoğu ve güney batı cephelerinde tasarlanabilir. Tasarlanırken yalnızca güneş alım miktarı değil iç mekan ve dış mekan sıcaklık ve nem dengelemesi de göz önünde bulundurulmalıdır. Yazın soğutma yüklerini, kışın ise ısıtma yüklerini arttırmamak için gerektiğinde yaprak döken bitkileri de kullanmak gerekmektedir. Güneş ışınım miktarı, kuzey cephede diğer cephelere göre daha düşüktür (Şekil 4.2.). Bu nedenle, soğuk iklimlerde kuzey cephelerde tasarlanacak doğru dikey yeşil sistem tasarımı ile kış aylarında gerekli ısı yalıtımını sağlamak mümkündür.

Farklı yerel iklim bölgelerinde bulunan yapı yüzeylerinde güneş ışınimleri belirlenmeli ve buna göre dikey yeşil sistem yüzey alanı, çeşidi ve varsa substrat kalınlığı seçilmelidir.



Şekil 4.1. Cephelere gelen güneş ışıınımı (Ofloğlu, 2016-2017, s. 10)

4.1.2. Dış hava sıcaklığı

Yapı elemanları ile çevrilmiş kent merkezlerinde sıcaklık, kırsal bölgeye göre fazladır. Beton, çelik gibi yüzeyler daha çok ısı tutmakta ve güneş battıktan sonra bünyelerindeki sıcaklığı dış ortama vermeye devam etmektedirler. Kent içi parklar, yapılarda dikey yeşil sistemlerin ve yeşil çatı uygulamalarının yer alması, şehir içi hissedilen sıcaklığın düşürülmesinde yardımcı olacaktır.

Sıcaklık akışı sıcak ortamdan soğuk ortama doğru olmaktadır. “Bina yüzeyindeki ısı akış miktarı; iç ve dış mekan arası sıcaklık farkı büyüklüğüne, yüzey materyallerinin ısı akışına karşı direncine ve yüzey alanına bağlıdır (Brown, Dekay, 2001, s. 46)”. Dış ortam sıcaklığının bina üzerindeki etkisi, uygun bir yalıtım malzemesi ile uygun duvar malzemesi seçiminin yanısıra dikey yeşil sistemler ile de düşürülebilir. Özellikle “Asmalar ile, kafes sistemin bağlı olduğu duvarın yüzey sıcaklığı 4°C kadar azaltılabilir (Yeang, 2012, s. 224)”. Böylelikle dikey yeşil sistemlerin çoğunlukta olduğu binalar aracılığıyla kentsel ısı adası oluşumunu önlemek ve yapılacak diğer mimari düzenlemeler (havalandırma açıklık düzenlemeleri, yalıtım sistemleri vb.) ile de hem iç mekan ısını korumak, hem de iç ve dış mekan arası sıcaklık dengelemesini sağlamak mümkündür.

4.1.3. Dış hava nemliliği

Havada farklı yoğunluklarda su bulunmaktadır ve buna nem denilmektedir. Ekosistem belirli miktarda neme ihtiyaç duymaktadır. Fazla nem; depolanan yiyeceklerde bozulma, bitkilere zarar veren bazı mantar türlerinin oluşumu gibi

zararlara sebep olabilmektedir. Kurak bölge ekosistemi için ise nemin önemi büyüktür. Nem ihtiyacı bölgelere göre değişkenlik göstermektedir. Bitkilerde görülen terleme ve buharlaşma nem oluşturmakta büyük etkindir.

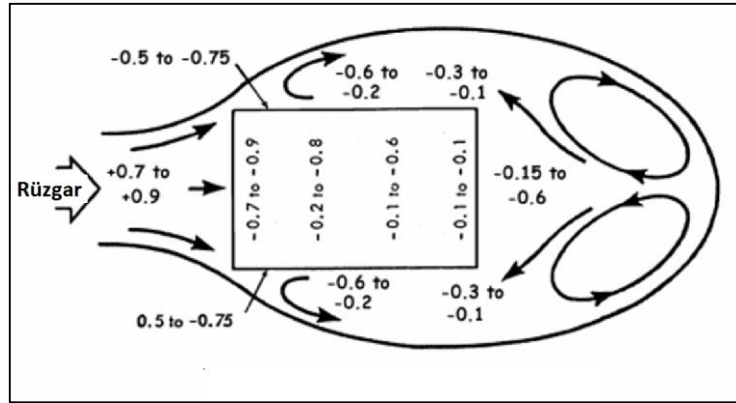
“Bitkilendirilmiş bir yüzey, kentsel hava kaynaklı hissedilir ısı kazanımını azaltmada da, yüksek yansıtıcı yüzeyler kadar etkin olabilmektedir (Yeang, 2012, s. 142-143)”. Fazla ısınmanın önüne geçmek ve gerekli nemli havanın sağlanması açısından dikey yeşil sistemlerin önemi büyüktür. Nemli iklim veya kuru iklim sahip bölgelerde dikey yeşil sistem yüzey alanı ve tipi farklılaşabilir.

“Bitkilerin altındaki havanın bağıl nemi bitkisiz alanlardakinden %3-10 daha fazladır. Bu etki bitkilendirmenin yaprak saçağının yoğunluğuyla doğru orantılı olduğundan en büyük farklılıklar yazın ortaya çıkar (Yeang, 2012, s. 142)”. “Tek bir ağaç genellikle günde 450 lt suyu nem olarak dışarıya salar (Yeang, 2012, s. 142)”. Terleme ve buharlaşma yoluyla su bitkiler tarafından dış ortama verilir. “Bitkiler yoluyla suyun soğurulması nem ve sıcaklığın denetlenip düzenlenmesini sağlar (Yeang, 2012, s. 224)”.

Yerleşim bölgelerindeki yağış miktarı dikey yeşil sistemlerin cephede kullanılması için tercih edilmesinde etkili rol oynayabilir. “Araştırmalar dış koşullara maruz kalan duvar yüzeylerinin düşey peyzajla örtülmesinin, kısmen hava ceplerini tutma, kısmen de cephelerdeki hava boşluklarını yağmurdan koruyarak duvarın enerji verimliliğini %8 oranında arttırdığını göstermektedir (Yeang, 2012, s. 224).”

4.1.4. Rüzgar

Rüzgar basınç farkları sebebiyle oluşan hava hareketlerinden meydana gelmektedir. Rüzgar yapıya çarptığında bina cephelerinde pozitif ve negatif basınç bölgeleri oluşturmaktadır (Şekil 4.3.). “Pozitif basınç bölgesi, binanın rüzgâr akımını alan yüzeyidir. Buna karşın negatif basınç bölgesi ise, binanın rüzgâr almayan kısmıdır. Rüzgâr hızı artışı iki bölgede meydana gelir ve rüzgâr akışı pozitif bölgeden negatif bölgeye doğrudur (Yaşa, 2004, s. 14).”



Rüzgar etkisini hafifletmek için binaların önüne rüzgarın hızını kesecek yapılar da yapılabilmektedir. Ancak yüksek binalarda yüksek kotlardaki rüzgar hızı zemin kotuna oranla fazladır. Bu tür binalarda yüksek kotlarda uygulanan dikey yeşil sistem kullanımı ise fazla rüzgar etkisine maruz kalabilmektedir. “Bileşik yöntemli tasarımlarda değişen pozisyonlara göre şiddetli rüzgarın etkisini azaltmak için hareketli rüzgar kırıcı kapaklar kullanılabilir (Yeang, 2012, s. 142-143)”.

4.2. Dikey Yeşil Sistemli Cepheye İlişkin Tasarım Parametreleri

Uygulanacak dikey yeşil sistemde iklimle dengeli bir tasarım yapılabilmesi için cepheye ilişkin parametrelerin bilinmesi önemlidir. Cephenin bulunduğu yer, cephenin diğer bina cephelerine göre konumu, cephe kabuğunun özellikleri, cephede uygulanan doğal vantilasyon düzeni, cephede uygulanan güneş kontrolü ve cephenin bulunduğu yer cepheye ilişkin parametrelerdir.

4.2.1. Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu

Binaların birbirine göre konumu, dikey yeşil sistem tasarımında bitkilendirilmiş yüzeylerin konum sebebiyle gölgelenmesi ve güneş ışığına maruz kalma sürelerini etkilemektedir. Ülkemiz imar mevzuatında çekme mesafeleri ile binalar arası uzaklıklar belirlenmiştir fakat çoğunlukla bu düzenleme yeterli gelmemekte ve binalar üzerine gün içinde uzun zaman dilimlerinde gölge düşmektedir. Binalara düşen gün ışığı ve gölge miktarını içeren güneş kabuğu ya da güneş zarfı olarak çeşitli kaynaklarda geçen olgu ile ilgili İngiltere’de mevzuat düzenlemesi mevcuttur. “Güneş kabuğu, mekan ve zamanın bir kurgusudur: çevredeki mülklerin fiziksel sınırları ve garantili güneş ışığına erişme süresi (Knowles, 2003, s.16)”. “Güneş zarfı, enerji alımının yoğun olduğu mevsimler ve saatler boyunca komşu binaların üzerine gölge düşürmeyecek şekilde arsa üzerine inşa edilen en geniş varsayımsal hacim olarak tanımlanır. Dolayısıyla bu hesaplama hem zamansal hem de mekânsaldır (Yeang, 2012, s. 104)”.

Yapı biçimi, ölçüleri ve yüksekliği yapının bulunduğu caddeye, bahçeye, etrafındaki yapılara farklı mevsimlerde, farklı enlemlerde çeşitli derecelerde gölge oluşturacaktır. Yapı boyutları ve biçimini belirlenirken gereksiz büyüklüklerden uzak durulmalı ve arazi yapısına müdahale minimum seviyede tutulmalıdır. Bu nedenle dikey

yeşil sistemin uygulanacağı cephenin seçiminden önce, cephenin uzun zaman dilimlerinde yakın çevredeki binaların gölgelemesi içinde yer almamasına dikkat edilmelidir. Cepheye kullanılacak bitkiler güneş ışığı alım miktarlarına göre uygun cepheye yerleştirilmelidir.



Görsel 4.2. a) Bina konumu (Google Map) b) L'Oasis D'Aboukir Binasının bitkilendirilmeden sonraki hali (<http-16>) c) Bitkilendirme yapılmadan önceki hali (<http-16>)

Dikey yeşil sistemlerin yakın çevredeki yapılara göre olan konumu dışında bulunduğu bölgedeki konumu da önemlidir. Konumlandırılacağı yer seçimi estetik açıdan ve yaşam kalitesi açısından etkiyi arttırabilmektedir. Araç trafiğinin yoğun olduğu kavşak noktalarında, kalabalık bölgelerde, yeşil alanların az olduğu kent merkezinde, beton, çelik, giydirme cephe gibi yüzeylerle kaplı yapılaşmaların olduğu bölgelerde uygulanan dikey yeşil sistemler ısı adası etkisini düşürmesi açısından çok daha etkili olacaktır. L'OASİS D'ABOUKIR binası yolların birleşim noktasında yer alması sebebiyle bu açıdan örnek verilebilir (Görsel 4.2.).

“2000 yılında Avrupa Birliği ülkelerinde yapılan bir araştırmaya göre; trafik yükünün neden olduğu gürültü seviyesi 55 dB'nin üstüne çıkmıştır (Erdoğan, 2014, s. 16).” Kentlerde trafiğin yoğun olduğu bu bölgelerde de dikey yeşil sistemlerin süreklilik sağlayacak şekilde uygulanması gürültü seviyesini azaltması açısından etkili olacaktır.

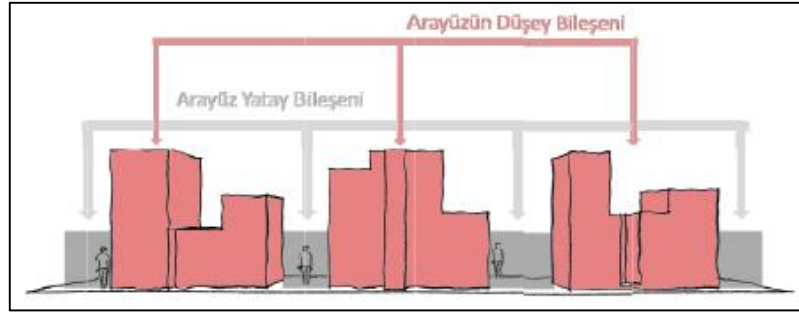
“Duvara monte ve kendiliğinden ayakta duran dikey yeşil sistemler görüntüleri perdelemek ve izole etmek için kullanılabilir (Aygencel, 2011, s. 9)”. Şehirde yapılaşmanın yoğun olduğu bölgelerde kullanılan dikey yeşil sistemler, estetik olmayan yapı yüzeyleri, atıl durumda olan araziler, araç park yerleri gibi alanları gizleyebilir.

4.2.1.1. Dikey yeşil sistem konumunun kentsel arayüz bağlamında incelenmesi

Cephe iç mekan ve dış mekan arasında bir sınır elemanı olmasının yanı sıra aynı zamanda sokakları, caddeleri ve meydanları da kapsayan kentsel dış mekanı çevreleyen

bir sınır oluşturmaktadır. Motorlu taşıtlarla kazanılan hız, ulaşımında yayalaşmanın önüne geçmekte ve kentsel dış mekan algısı zayıflamaktadır. Kullanıcının bir noktadan diğer bir noktaya olan yaya ulaşımı sırasında, kullanıcı, eskiye oranla kentsel dış mekanları daha az kullanmaktadır. Yayalaştırma projeleri ile taşıt trafiğinden arındırılmış alanlarda, insanlar meydan, cadde ve sokaklarda daha çok toplanmakta, iletişime geçmekte, dış mekan aktivitelerine katılabilmektedir. Bu şekilde kentsel arayüz kullanıcı algısı için etkili bir hale gelmektedir. “Kentsel mekânı etkileyen, bina cepheleri ve binalar arası boşluklar arayüz olarak tanımlanmaktadır (Zülkadiroğlu, 2013, s. 49)”. (Şekil 4.5.)

“Kentsel arayüzler; kent-bina, iç-dış, özel-kamusal arakesitinde etkileşim-geçişim rolünü üstlenen, yatay bileşen olarak; binaların birbirlerine göre konumlanmalarını, yapıların kompozisyonlarını ve binalar arasındaki hacmi içeren dış mekânlar; dikey bileşen olarak ise dış mekânları sınırlandıran mimari cephe dizileri toplamından oluşan esnek ve akışkan ortamlar olarak ele alınmaktadır (Bala, 2006).”



Şekil 4.4. Arayüzün yatay ve dikey bileşeni (Zülkadiroğlu, 2013, s. 51)

Kentsel mekanda kullanışsız alanların oluşmaması, kullanıcıların psikolojik açıdan iyi hissetmelerinin sağlanması için tasarımların, kentsel arayüzler düşünülerek yapılması gerekmektedir. Binaların birbirlerine göre konumlanmaları ve binalar arasındaki hacim gibi kentsel arayüzün yatay bileşenlerinin yanı sıra bina biçimi, cephe oranları, cephe dokusu, rengi ve diğer cephe elemanları gibi arayüzün dikey bileşenleri de kullanıcının kentsel mekânı tercih etmesinde ya da keyif almasında etkilidir. “Herhangi bir yapıya yaklaştıkça algıladığımız ilk olarak yapının kütlesi, biçimi ve cephesinin boyutsal oranlarıdır. Bu durumda binanın biçimi yapının insanoğlu tarafından algılanma sürecinde büyük rol oynamaktadır (Ertürk, 1991, s. 61)”.

Dikey yeşil sistemlerin de bir cephe elemanı olarak, kentsel arayüzdeki kullanıcı algısı üzerinde olumlu katkıları vardır. Bu tür cepheler, bir yandan doğanın yapı

üzerindeki yansıması olarak, kullanıcı üzerinde psikolojik açıdan olumlu etkiler bırakırken, diğer yandan da bulundukları alanda lokal hava sıcaklığını düşürmek ve temiz hava cepleri oluşturmak gibi fiziksel rahatlık sağlarlar.



Görsel 4.3. *Swissotel Resort Bodrum Beach'te dikey yeşil sistem uygulaması (http- 40)*

Bir cephe elemanı olarak dikey yeşil sistemlerin tasarım bağlamında algıdaki yeri:

- Binada bulunduğu yön (ışık ve görüş alanında kalma gibi etkenler)
- Kullanıldığı cephelerde bulunduğu yüzeyler (cephe üzerinde kütle hareketleri veya aynı yüzeyde kullanıldığı alanların etkisi)
- Arayüz bağlamında dikey yeşil sistemin kullanıldığı cepheler (kent içindeki konumu ve birbirlerine göre konumu, oranlar ve tekrar etmesi durumunda tekrar biçimi)

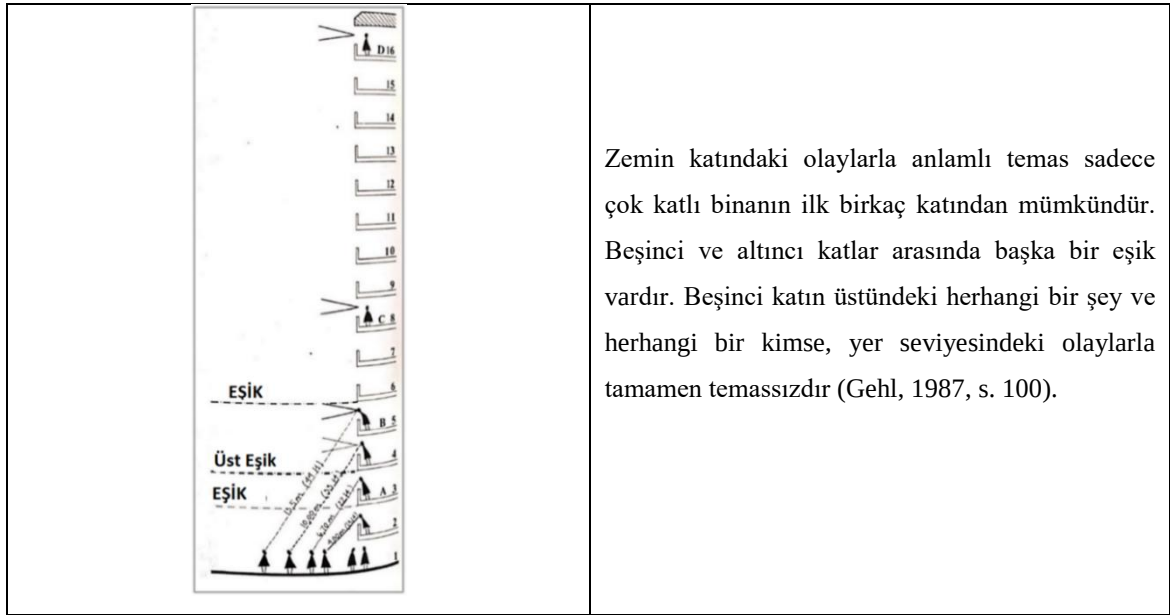
gibi bileşenlere bağlıdır denilebilir.

Bulunduğu alanda dikey yeşil sistemlerin katkı sağladığı arayüze Swissotel Resort Bodrum Beach örnek olarak verilebilir (Görsel 4.3.). Bu projede 72 rezidansın arka cepheleri (toplamda 1584 m2 alan ve 40 bin adet bitki türü kullanılmış) dikey yeşil sistemler ile kaplanmış, bitki taşıyıcı katman olarak da keçe kullanılmıştır (http-41). Bu projede, tekrar eden dikey yeşil sistemler kullanılarak, peyzaj düzenlemesi ile bir bütünlük oluşturulmuş ve yaya dolaşımı desteklenmiştir. Böylelikle tesiste, kendi içerisinde (doluluk ve boşluk oranları ile) bir arayüz oluşturularak, bina içerisinde ağırlıklı olarak düşey sirkülasyondan oluşan oda sistemine nazaran, çok daha kullanışlı bir alan yaratılmıştır.

Kentsel arayüzde dikey yeşil sistem tasarımı için öncelikle insan algısı ve hareket biçimini anlamak gerekmektedir. “İnsan hareketi doğası gereği, ağırlıklı olarak saatte yaklaşık 5 kilometre hızla yatay hareketle sınırlanmıştır ve duyu aygıtları bu koşula tam olarak adapte edilmiştir (Gehl, 1987, s. 65).” Hareket ederken çevremizi, ağırlıklı

olarak yatayda izleriz, gözlemleriz. Hareket esnasında yürüdüğümüz ya da koştuğumuz güzergahı görebilmek için kısmen aşağı doğru bakarız. “Yukarı doğru görüş alanı daha da azalır, çünkü yürürken görme eksenini, yürüdüğünü görmek için aşağı doğru yaklaşık on derece yönlendirilir (Gehl, 1987, s. 65).”

Dikey yeşil sistemlerin cephede, kent içerisinde konumlandırılması sırasında iklimle dengeli tasarım için gerekli parametrelerin dikkate alınmasının yanı sıra kentsel arayüz bağlamında insan algısındaki yeri de göz önünde bulundurulmalıdır. “Sokakta yürüyen bir kişi, kısmen binaların zeminini, kaldırım ve sokak alanının kendisinde neler olduğunu görmektedir (Gehl, 1987, s. 65)”. Zemin katlarda düzenlenen bir dikey yeşil sistem arayüzü kentsel mekanı daha keyifli hale getirebilir ve o bölgeyi bir toplanma alanı, bir buluşma noktası haline dönüştürebilir.



Şekil 4.5. Üst katların, zemin katta meydana gelen olaylarla teması (Gehl, 1987, s. 100)

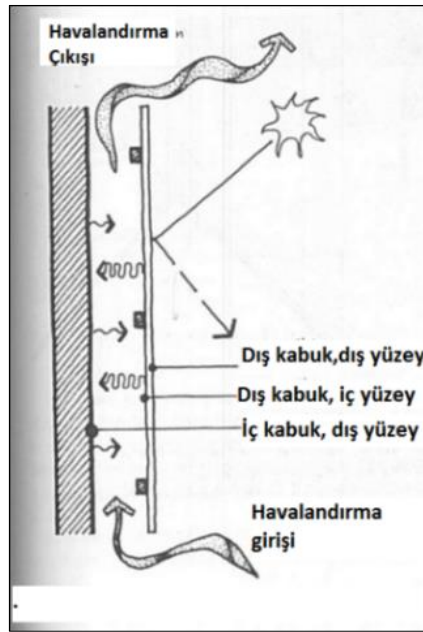
Yapılan bir araştırmada 12 ayrı sokakta gerçekleşen faaliyetler incelendiğinde, yaya veya otomobil içerisinde geliş ve gidiş faaliyetlerinin, toplam etkinliklerin yüzde 52'sini oluşturduğu görülmüş, bireysel faaliyetlerin ortalama süresi incelendiğinde bu "geliş ve gidiş" faaliyetlerinin süresi çok kısa iken, çeşitli durağan faaliyetlerin (dinlenmek, bir şeyler yapmak veya oyun oynamak gibi) daha uzun olduğu tespit edilmiştir (Gehl, 1987, s. 185). Ağırlıklı olarak araç ile ulaşım için kullanılan caddelerin yanı sıra araç trafiğine kapalı caddeler ya da araç ile ulaşım, yayan ulaşım veya dinlenme için kullanılan karma kullanımlı caddeler mevcuttur. O cadde üzerinde

geçirilen zaman ve zaman geçirme biçimi farklılık gösterecektir. Dikey yeşil sistemlerin tasarımında bu etkenler göz önünde bulundurulmalıdır.

4.2.2. Cephe kabuğunun özellikleri

Bina kabuğu dış mekan ile iç mekan arasında iklim dengesini sağlayan bir ayırıcıdır. Bina kabuk biçimi, kabuk sistemi ve cephe yüzeyi, çeşitli hesaplamalarla ısıtma ve soğutma yüklerini en az indirecek şekilde tasarlanmalıdır. Dikey yeşil sistemler bina duvarının doğrudan güneş ışığına maruz kalmasını önlemektedir. İstenmeyen sıcaklık veya soğuk hava hareketlerinden binayı korumaktadır. Ayrıca çift kabuk sistem özelliği bulunan dikey yeşil sistemler ile ısınan havanın uzaklaştırılması mümkün olmaktadır.

Çift kabuklu sistemler günümüzde çok kullanılan bir cephe türüdür. “Çift kabuklu sistemler, sıcak iklimlerde yüksek yaz güneş radyasyonuna maruz kalınan durumlarda, doğu ve batı cephelerde uygulanabilen bir soğutma yükü azaltma stratejisidir (Brown, Dekay, 2001, s. 225).”



Şekil 4.6. Çift kabuk duvar kesiti (Brown, Dekay, 2001, s. 227)

“Dıştaki ikincil kabuk, iç opak duvarlar, çatı ve / veya pencereler için gölge sağlarken, kabuklar arası boşluktaki havalandırma dış kabuk üzerinden geçen aşırı ısıyı uzaklaştırır (Brown, Dekay, 2001, s. 225).” Yaşayan duvar sistemlerinin binaya

uygulanması ile de kabuklar arasında boşluk sağlanır ve iç duvardaki aşırı ısı uzaklaştırılabilir (Şekil 4.7.).

4.2.3. Cephede uygulanan doğal vantilasyon düzeni

Bir binada çift kabuk sistemi ile kabuklar arasında hava akımı oluşturulabilir, hava akımı sıcaklık kontrolü sağlayabilir, rüzgar hızından iç bina kabuğu etkilenmeyebilir. Bu etkilerin yanı sıra bina içi hava hareketlerini düzenlemek için bina kabuğunda açılan açıklıklar da ısıtma, soğutma ve havalandırma için büyük önem taşır.

“Bir binanın iç sıcaklığı dış sıcaklığından yüksek veya düşük olduğunda, bina içine sızan hava (infiltrasyon) veya temiz hava için içeri çekilen hava (vantilasyon) ısıtılmalı ya da soğutulmalıdır (Brown, Dekay, 2001, s. 51).” Isıtma, soğutma ve havalandırmanın tamamen mekanik yollarla yapıldığı bir binada enerji tüketimi fazladır. “Sağlık ve konfor vantilasyonunun gerçekleştirilmesi için içeride istenilen hava hareketinin dış rüzgar hızı aracılığı ile sağlanmasında cephede düzenlenecek vantilasyon açıklıkları doğal vantilasyon sisteminin en etkin elemanlarıdır (Manioğlu, Oral, 2010).”

Yüksek katlı binalarda ise yüksek rüzgar hızı doğal havalandırmayı engelleyici bir unsur olduğu için mekanik havalandırma tercih edilmektedir. Dikey yeşil sistemlerin uygulanabildiği yüksekliklerde bu sistemler rüzgar kırıcı işlevi görebilir. Nispeten yüksek rüzgar hızını kesebilir ve yeterli miktarda hava akımının içeri girmesine izin verebilir (Görsel 4.4.). Vantilasyon açıklıkları tasarlandıktan sonra dikey yeşil sistemlerin konumlandırılacağı alanlar seçilmelidir. Dikey yeşil sistemler aynı zamanda oluşturulacak hava cepleriyle, havalandırma için temiz hava sağlayacaklardır.



Görsel 4.4. O-House binası dikey bahçe ([http-65](http://65))

4.2.4. Cephede uygulanan güneş kontrolü

Etkili bir gölgelendirme ile bina içerisinde aşırı ısınmanın önüne geçilebilir. Güneşten maksimum yararlanmak istenildiğinde ise gölgeleme elemanlarının işlevi minimuma düşürülerek güneş içeriye alınabilir. Gölgelendirme için tasarımcının, binanın bulunduğu bölgedeki güneş açısı ve bina yönlendiriliş durumuna göre cephelerin aldığı güneş miktarını, çevrede bulunan diğer yapıların neden olduğu gölge miktarını analiz etmesi ve gölgelendirme için kullanacağı uygulamaları buna göre seçmesi gerekmektedir.



Görsel 4.5. Güneş ışığı kontrolü ile sıcaklığın düşmesine sebep olan yeşil cephe örneği (<http-62>)

Dikey yeşil sistem tipi olan yeşil cepheler de güneş kontrolü için kullanılabilir (Görsel 4.5.). “Güneş ile bina yüzeyleri arasında bitki örtüsü; pencerelerden geçen radyasyonu, opak yüzeylerdeki güneş yükünü azaltarak ve terleme-buharlaşma yoluyla su kaybı ile bina yüzeyleri yakınındaki dış hava sıcaklığını düşürerek bir binanın ısı kazancını azaltır (Brown, Dekay, 2001, s. 267).” “Yapraklar tipik olarak, çoğu yerel ısıya dönüştürülen ve daha sonra ısı yayım veya yeniden ısıma ile bitki tarafından kaybedilen veya terleme-buharlaşma sırasında tüketilen güneş ışığının % 60-90’ını absorbe eder (Brown, Dekay, 2001, s. 268).” Bitkiler etkili gölgeleme elemanlarıdır. Fakat güneş ışığından maksimum seviyede yararlanılmak istenilen kış aylarında gölgelemeden uzak durulmalıdır. “Kışın yaprak döken bitkiler, ortalamadan daha soğuk veya daha sıcak olan mevsim şartlarına tepki verirler. Örneğin serin bir baharda, yapraklar daha geç oluşur; sıcaklık azaldığında da daha geç dökülürler (Brown, Dekay, s. 268, 2001).”

5. DİKEY YEŞİL SİSTEMLERDE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Bu bölümde dünyanın çeşitli ülkelerinde 2007-2016 yılları arasında cephelerinde dikey yeşil sistem uygulaması yapılmış 10 örnek bina incelenmiştir.

5.1.Caixa Forum Museum Vertical Garden

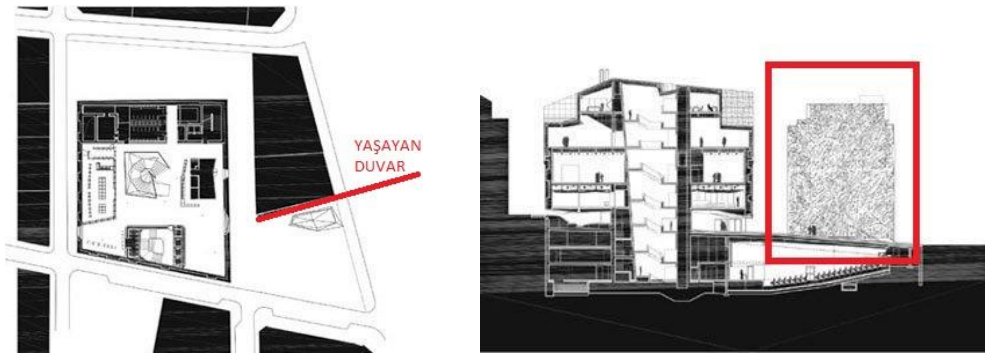
Tablo 5.1. Caixa Forum binası bina bilgileri

Bina Adı	Caixa Forum Museum Vertical Garden
Mimarı ve Proje Yılı	Mevcut Yapı
Konum	Madrid/ İSPANYA  
Görünüm	
Kullanım Amacı	Müze
Dikey Yeşil Sistem Tipi	Yaşayan Duvar (Keçe katmanı üzerinde bitkilendirme)
Dikey Yeşil Sistem Yapım Yılı	Patric Blanc- 2007
Kat Sayısı	-
Dikey Yeşil Sistem Alan Bilgisi	600 m ²
Yükseklik	Yaşayan duvar 24 m yüksekliğindedir.

Caixa Vakfı tarafından satın alınan ve bir enerji santrali binası olan Caixa Forum, önemli bir endüstri mimarisi yapısıdır. Madrid’de bulunan bina, Herzog & de Meuren tarafından yeniden tasarlanarak dönüştürülmüş ve işlevlendirilmiştir (Şekil 5.1.). Herzog & de Meuren, Caixa Forum binası ile Paseo del Prado caddesi arasında bir meydan yaratmak istemiş ve bu nedenle burada bulunan benzin istasyonu yıkılmıştır (http-24). Yaşayan duvar Paseo del Prado Caddesi üzerinde bulunan Mora Otel ile bitişik nizamda konumlanan mevcut 34 numaralı bina duvarında tasarlanmıştır (Görsel 5.1.).



Görsel 5.1. a) Caixa Forum ve 34 numaralı binada bulunan yaşayan duvardan görünüm (http-16)
b) Caixa Forum ve benzin istasyonu eski görünüm (http-24)



Şekil 5.1. a) Caixa Forum 1. kat planı b) Kesit (Yaşayan duvar işaretlenmiştir.) (Herzog & de Meuren çizimleri) (http-24)

Botanikçi Patrick Blanc’ın katkısıyla tasarlanan yaşayan duvar, Caixa Forum’un önünde oluşturulan meydana bakmaktadır. Duvar, 24 metre yüksekliğinde olup 250’den fazla tür ve 15000 adet bitki içermektedir ve Caixa Forum projesinin önemli bir parçasıdır (http-51). Dianthus deltoids (Karanfil), Lonicera nitida (Hanımeli), Yucca filamentosa (Avize çiçeği), Cistus purpureus, Cedrus deodara (Himalya sediri), Pilosella

aurantiaca (Turuncu şahin otu), Arenaria montana, Bergenia cordifolia (Zemheri Ortancası), Cornus sanguinea (Yabani Kızılcık), Lonicera pileata (Hanımeli), Sedum alpestre (Damkoruğu), Campanula takesimana (Çan çiçeği), Garrya elliptica ve farklı begonvil türleri kullanılan bitkiler arasındadır.

Yaşayan duvar sisteminin kurulumu; bir poliüretan levha, plastik örgü ve bitkiler için pota görevi gören biyolojik olarak parçalanmayan keçe ceplerden oluşur. Dikey yeşil sistem ağırlığı metrekare başına 30 kilo olarak hesap edilmektedir. Duvara sabitlenmiş poliüretan levha ile duvar arasında farklı yüksekliklerde bulunan sulama ve gübreleme sisteminin denetlenmesi için içerisinden geçişi sağlayan bir aralık bırakılmıştır. Yapraklarda ve saplarda meydana gelen su akıntısı su kaybına neden olabileceğinden zemin seviyesinde bir geri kazanım sistemi ile su, daha sonra tekrar dolaşıma sokulur (Görsel 5.2.) (http-80).



Görsel 5.2. a)Yaşayan duvardan görünüm (http-80) b)Zemin kotunda suyun toplandığı kısım (http-51)

Caixa Forum dikey bahçe projesinde, duvarın etrafında elde edilen oldukça hissedilir (birkaç derece) bir soğutma etkisi ile, dikey bahçe sistemlerinin çevresine yalnızca estetik anlamda bir katkı sağlamakla kalmayıp, Madrid gibi sıcak iklimlerde de uygulanabileceği ve yakın çevresine serinlik sağlayıp katkıda bulunabileceği de görülmüştür (http-52). Yaşayan duvar güneye bakan bina duvarını yaz aylarında ısıdan ve kışın soğuktan izole eder ve yeşil alanı artırarak Madrid'in genel sıcaklığını düşürmeye yardımcı olmaktadır (http-75).

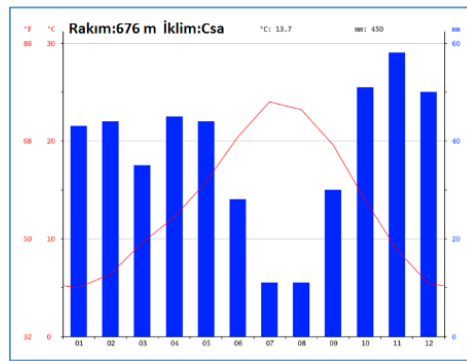
Madrid deniz seviyesinden yaklaşık 670 m yüksekliktedir ve sel riski yoktur fakat ısı adası etkisi ve azalan su kaynakları Madrid için risk teşkil etmektedir (http-75). Isı adası etkisinin göstergesi olarak; Madrid, çevredeki kırsal alanlardan birkaç derece daha sıcaktır. Bilim adamları, 2050 yılına gelindiğinde Madrid'in bugünlerden yüzde 20 daha fazla sıcak günler yaşayacağını ve yüzde 20 daha az yağmur yağacağını tahmin etmektedirler. Bu yüzden Madrid şehir yetkilileri mevcut parkları genişletmek, güneş

ışınlarını yansıtmak için çatıları koyu renk yerine beyaza boyamak, boş arsaları yeşil alana dönüştürmek, çatı bahçeleri ve dikey bahçeler inşa etmek gibi önlemlerle ısı adasının önüne geçmeye ya da etkisini azaltmaya hazırlanmak için büyük bir bütçe ayırmışlardır. İlk bahçelerin kurulduğu pilot mahallelerde sıcaklık; boş araziler, siyah çatılar ve parkların bulunduğu alanlardakine göre 7 Fahrenheit düşük ölçülmüştür (http-75). Çatı bahçeleri ve dikey bahçeleri sulamak için yağmur suyunu yakalayan gözenekli malzemelerle alanlar yeniden kaplanmıştır. Çatılarını veya cephelerini yeşilliklerle kaplayan şirketler için vergi indirimi yapılmıştır (http-75). Yapılan bir araştırmaya göre şehir binalarının yüzde 10 ila 25'inin çatılarını veya cephelerini yeşil sistemler ile kaplamak durumunda kentsel gürültü seviyesi 10 desibale kadar, sıcaklıklar 18 Fahrenheit dereceye kadar ve partikül madde kirliliği yüzde 20'ye kadar azaltılabilmektedir (http-75).



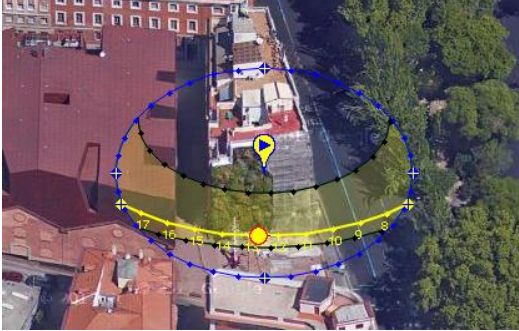
Görsel 5.3. Google Maps uydu görüntüsü(Yaşayan cephe işaretlenmiştir)

Prado Müzesi'nin yanında bulunan duvar, Kraliyet Botanik Bahçesi'nin karşısında yer almaktadır. Meydanı çevreleyerek, bu meydanın bir parçası haline gelmiş olan yaşayan duvar, hem Paseo del Prado caddesinin karşısında bulunan botanik park ile, hem de çevresiyle bağlantı kurarak kentsel arayüz bağlamında bir süreklilik sağlamaktadır. İklim Madrid'de ılımandır. Kış ayları yaz aylarından daha yağışlıdır. Madrid'de ortalama yıllık sıcaklık 13.7 °C. Yağış miktarı ortalama 450 mm'dir(http-81).



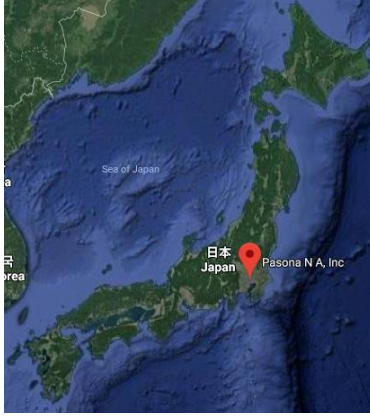
Şekil 5.2. Madrid iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (http-81)

Tablo 5.2. Caixa Forum dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu

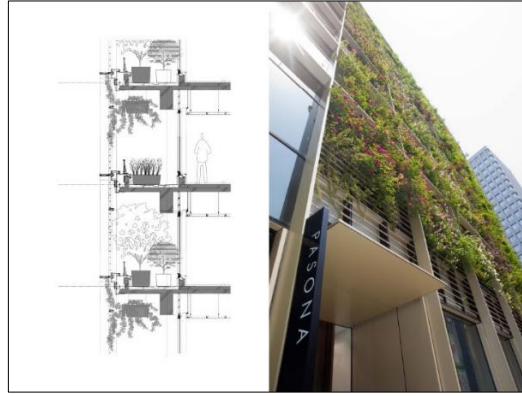
Tip		YAŞAYAN DUVAR
KATMANLAŞMA	Bitki	250'den fazla tür ve 15000 adet bitki kullanılmıştır. Karanfil, hanımeli, himalaya sediri, yabani kızılıçık, begonvil türleri gibi bitkiler kullanılmıştır.
	Substrat	Hidroponik sistem, substrat bulunmuyor.
	Taşıyıcı	Duvara sabitlenmiş poliüretan levha üzerine keçe katmanı.
	Sulama Sistemi	Otomatik sulama sistemi (hidroponik) mevcut.
YARARLARI	Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı	Yaşayan duvar, etrafında birkaç derecelik bir soğutma etkisi ile yakın çevresine serinlik sağlamaktadır. Isı adasının önlenmesi şehir yetkililerince teşvik edilmektedir.
	Isıtma ve soğutma yüklerine etkisi	Yaşayan duvar güneye bakan bina duvarını yaz aylarında ısıdan ve kışın soğuktan izole eder.
	Ürün yetiştirme	Bulunmuyor.
	Suyun geri dönüşümü	Yapraklarda ve saplarda meydana gelen su akıntısı su kaybına neden olabileceğinden, zemin seviyesinde bir geri kazanım sistemi ile su, daha sonra tekrar dolaşıma sokulur.
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM	Dikey yeşil sistemin bulunduğu cepheler	Yaşayan duvar yalnızca mevcut 34 numaralı binanın güney cephesinde (yan cephesinde) uygulanmıştır.
	Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu	Bina Madrid merkezde bulunmakta, Kraliyet Botanik Parkından Paseo del Prado caddesi ile ayrılmaktadır. Yan cephede uygulanan yaşayan duvar Caixa Forum ve Paseo del Prado arasında oluşturulan meydana bakmakta. Bina etrafında yüksek katlı binalar bulunmuyor.
	Cephe kabuğunun özellikleri	Mevcut duvara sabitlenmiş poliüretan levha, keçe katmanı ve bitki katmanı
	Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni	Bilgiye ulaşılamadı.
İKLİME İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Güneş ışınlamı	 (http-50) Yaşayan cepheye (güney cepheye) düşen günün saatlerindeki güneş ışığı yönü. 11 Saat güneş alıyor.
	Dış hava sıcaklığı	-İklim: Csa, Madrid ortalama sıcaklık: 13.7 °C (Ortalama; Temmuz ayında 24°C, Ocak ayında 5 °C) - Ortalama sıcaklıklar yıl boyunca 19 ° C'ye kadar değişir.
	Dış hava nemliliği (Yağış miktarı)	Ortalama yağış miktarı 450 mm. -En düşük yağış, 11 mm yağış ile Temmuz ayı -En yağışlı ay 58 mm yağış miktarı ile Kasım ayı

5.2. Pasona HQ Binası

Tablo 5.3. Pasona HQ Binası bina bilgileri

Bina Adı	Pasona HQ
Mimarı ve Proje Yılı	Kono Designs – 2010 (Mevcut binada tadilat projesi)
Konum	Tokyo / Japonya  
Görünüm	
Kullanım amacı	Ofis amaçlı kullanım
Dikey Yeşil Sistem Tipi	Yeşil cephe (saksıda köklenen doğrudan bitkilendirme)
Dikey Yeşil Sistem Danışmanı – Yapım Yılı	Netafim (sulama sistemleri) - 2010
Kat sayısı	9 Kat
Dikey Yeşil Sistem Alan Bilgisi	3995 m2 (İç mahallerde bulunan yeşil alanların ve yeşil cephe alanının toplamıdır.)
Yükseklik	34 m

Yeni istihdam bürosu Pasona idari merkezi, 50 yıllık bir binanın; ofis alanları, konferans salonu, kafeteryalar, çatı bahçesi ve gıda üretim alanlarını kapsayacak şekilde yenilenmesinden oluşuyor (http-68). Hacimde derinlik yaratmak ve dikim işleri için 3 derin balkon barındıracak şekilde çift cidarlı panjurlu cephe oluşturulmuştur (Görsel 5.4.) (http-96). 19.974 m² Ofis binasının içinde, 200'ün üzerinde bitki, meyve, sebze ve pirinç türü bulunmaktadır. Yeşil alana ayrılmış toplamda (iç mekan ve cephe) 3995 m² alan bulunmaktadır (http-68). 3 Adet balkon oluşturacak şekilde düzenlenen çift cidarlı panjurlu cephelerde yeşil cephe oluşturulmuştur (Görsel 5.5.). Japonya'daki en büyük kentsel çiftlik olarak bilinen bina cephesinde hidroponik ve toprak temelli altkatmanın bir karışımı kullanılır ve bu da bina içinde özel bir iklim kontrolü gerektirir. Bu sebeple ofis binaları konfor sıcaklığı olarak kabul edilen sıcaklıktan daha sıcaktır (http-67).



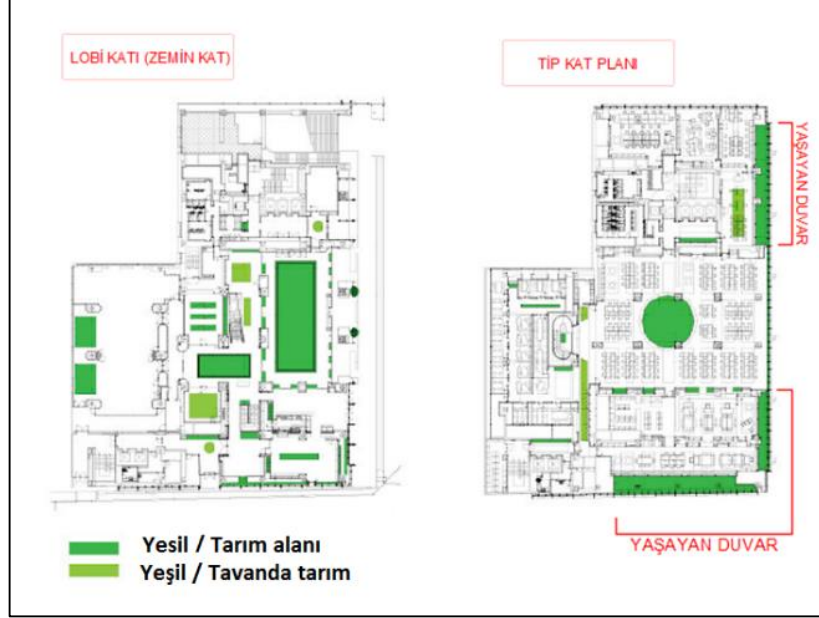
Görsel 5.4. Mevsimlik çiçeklerin ve portakal ağaçlarının bulunduğu cephe (http-69)



Görsel 5.5. Pasona HQ binası eski hali ve dönüştürülmüş hali (http-69)

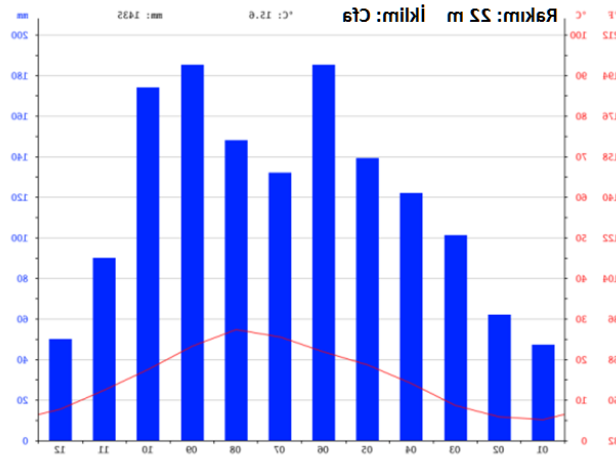
Uygun koşulları sağlamak amacıyla binada nem, sıcaklık ve hava akışını izlemek için bir iklim kontrol sistemi kullanılmıştır (http-68). Bitkiler damlama ve sisleme ile otomatik olarak günde iki kere sulanmaktadır (Wood, Bahrami, Safarik, 2014, s. 100).

Tasarımcı Kono, tasarımın odak noktasının; dayatılmış yeşil bina standartları değil, daha ziyade insanların günlük hayatları hakkında düşünme biçimlerini değiştirebilecekleri yeşil bir yapı fikri üzerine olduğunu söylemektedir. (http-68).



Şekil 5.3. Pasona HQ binası kat planları (http-69)

Pasona binasından alınan bir hava örnekleme bitkilerin, yüksek orandaki karbondioksiti azalttığını göstermiştir (http-69). Tokyo iklimi ılımandır. En kurak ayda bile, Tokyo'da yağış miktarı çok yüksektir. Sıcaklık ortalaması 15.6°C , bir yılda ortalama yağış 1435 mm'dir (Şekil 5.4.) (http-71).



Şekil 5.4. Tokyo iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (http-71)

Tablo 5.4. Palace Hotel dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu

Tip		Yeşil Cephe (Saksıda köklenen dolaylı bitkilendirme)
KATMANLAŞMA	Bitki	Sarılcı tırmanıcı bitkiler, portakal ağacı, mevsimlik çiçekler
	Substrat	Toprak temelli
	Taşıyıcı	Bitkiler ahşap bitki kutuları içinde büyümekte ve dalları cephe dışına sarmaktadır. Cephedeki bazı bitkiler ise saksıda yetişir ve bina cephesinde bulunan panjuru taşıyıcı olarak kullanılmaktadır.
	Sulama Sistemi	Damla sulama ve sisleme sistemi ile günde iki kere sulanmaktadır.
YARARLARI	Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı	Bilgiye ulaşamadı
	Isıtma ve soğutma yüklerine etkisi	İç mekanda bitki yetiştirilmesi sebebiyle normalden daha sıcak bir iç ortam ısıasına sahiptir. Yapay iklim kontrolü mevcut, bu sebeple bitkilerin ısıtma ve soğutma yüklerine etkisi göz önünde bulundurulmamıştır.
	Ürün yetiştirme	Gıda ürünleri yetiştirilmektedir ve elde edilen ürünler personel yemekhanesinde kullanılmaktadır.
	Suyun geri dönüşümü	Bilgiye ulaşamadı.
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Cephenin bulunduğu yer	Yaşayan duvar binanın güney ve doğu cephelerinde yer almaktadır.
	Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu	Yaşayan duvarın uygulandığı cephe etrafında yüksek katlı binalar bulunmaktadır. Bina kavşak noktasında yer almaktadır, etrafından geçen caddeler geniştir. Tokyo'da şehirleşmenin yoğun olduğu bir bölgededir.
	Cephe kabuğunun özellikleri	Kat döşemelerinde saksılarda ya da tavan döşemesine asılı saksılarda yetiştirilen bitkiler çift cidarlı cephe arasında konumlanmaktadır.
	Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni	Çift cidarlı cephede, oluşturulan balkonlar ve cephede uygulanan dikey yeşil sistem iç pencereleri gölgelemektedir.
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Güneş ışınlı	 Pasona H.Q. yaşayan duvarlara (Ön ve yan cepheye,güneydoğu ve güney batı yönü) düşen günün saatlerindeki güneş ışığı yönü.
	Dış hava sıcaklığı	-İklim: Cfa, Tokyo ortalama sıcaklık 15.6 °C (Ortalama; Ağustos ayında 27.3 °C, Ocak ayında 5.1 °C) -Yıl boyu sıcaklık değişimi en fazla 22.2 °C 'dir.
	Dış hava nemliliği (Yağış miktarı)	Çok yağışlı. -En kurak ay 47 mm yağış ile ocak ayı -En yağışlı ay 185 mm yağış miktarı ile haziran ayı

5.3. The Rubens at the Palace Hotel

Tablo 5.5. *The Rubens at the Palace Hotel* bina bilgileri

Bina Adı	The Rubens at the Palace Hotel (Mevcut tarihi bina)
Mimarı ve Proje Yılı	Mimarına ulaşılamadı – 1700’ler
Konum	Victoria / Londra / İngiltere   Victoria istasyonu ile Buckingham Sarayı arasında yer almakta
Görünüm	
Kullanım Amacı	Konaklama amaçlı kullanım (Otel ve bar)
Dikey Yeşil Sistem Tipi	Yaşayan Duvar (Saksıda bitkilendirilmiş sistem)
Dikey Yeşil Sistem Danışmanı – Yapım Yılı	Tasarım: Gary Grant – 2011 Kurulum: Treebox
Kat Sayısı	Bilgiye ulaşılamadı.
Dikey Yeşil Sistem Alan Bilgisi	350 m2
Yükseklik	21 m

Londra’da Victoria bölgesinde bulunan The Rubens at the Palace Hotel 1700’lü yıllarda yapılmış (<http-61>) tarihi bir binadır. Binanın güneye bakan cephesinde 1. Kat seviyesinden başlayarak yaşayan duvar uygulaması yapılmıştır (Görsel 5.6.).

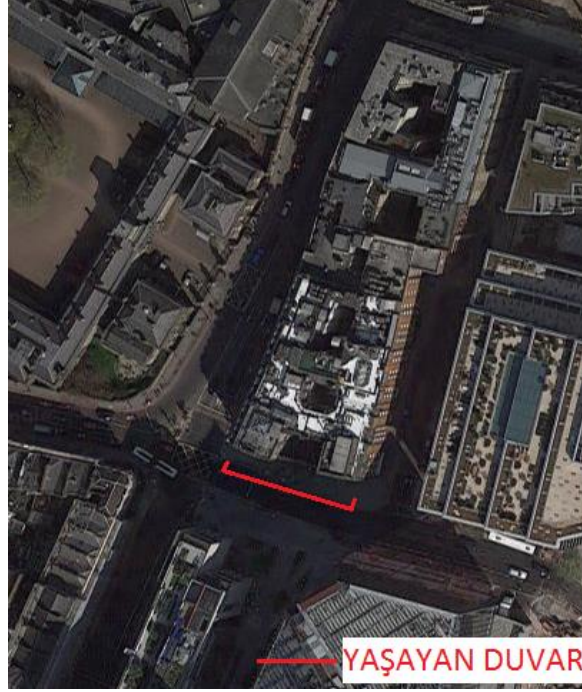


Görsel 5.6. a) Yaşayan duvar (<http-66>) b) Sulama boruları ve altkatman (<http-48>)

Palace Otel’in 21 metre yüksekliğe sahip cephesindeki 350 m2 alan üzerinde (<http-49>) oluşturulan yaşayan duvar ile Victoria bölgesinde emici yüzeylerin azlığı sebebiyle karşılaşılan su baskınlarını engellemek hedeflenmiştir. Fazla suyu toplamak için, yaşayan duvar sistemine su depolama tankı dahil edilmiştir. 10.000 litre su depolama kapasitesi olan bu tank ile toplanan su, bitkileri besleyebilmek için duvar yüzeyine yönlendirilmektedir (<http-48>). Londra’nın Thames nehri kıyısında yer alan yaklaşık 534.000 binadan dörtte birinin sel riski altında bulunmasından dolayı proje Londra Belediyesi tarafından desteklenmiştir (<http-49>).

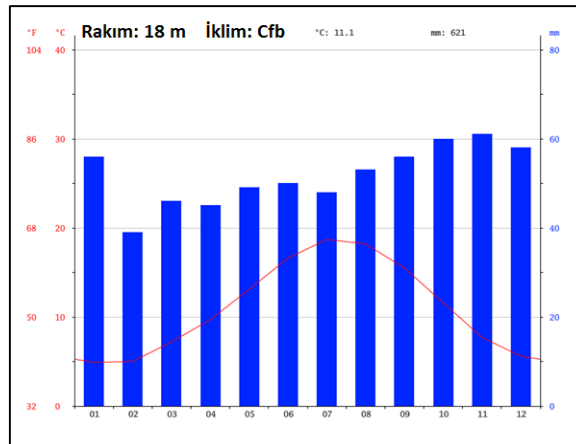
Binada uygulanan yaşayan duvar sistemi sağlam bir arka panele tutturulmuş dikey dikim modüllerine sahip modüler bir tasarımdır. Bu sistemde kullanılan malzemeler

İngiltere'de %80 geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilmiştir ve %100 geri dönüştürülebilir özelliğindedir (<http-94>).



Görsel 5.7. Google Maps uydu görüntüsünde yaşayan duvarın bulunduğu cephe

Londra iklimi ılımandır. Londra, yıl boyunca en kurak ay da dahil önemli bir yağış miktarına sahiptir ve ortalama yıllık sıcaklık 11.1°C , yıllık ortalama yağış 621 mm'dir ve çok yağışlıdır (Şekil 5.5.) (<http-91>).



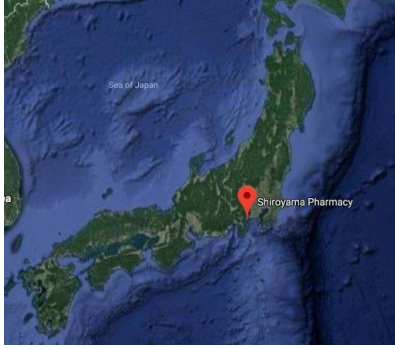
Şekil 5.5. Londra iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (<http-91>)

Tablo 5.6. Palace Hotel dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu

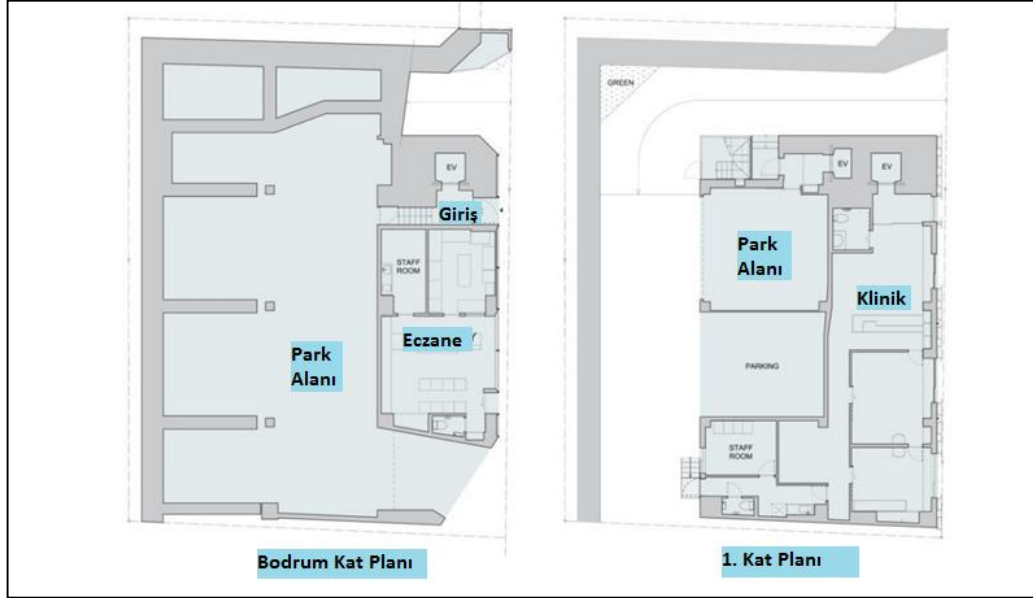
Tip		Yaşayan Duvar (Saksıda bitkilendirilmiş sistem)
KATMANLAŞMA	Bitki	10.000 adet otsu bitki (Eğreltiotları, çilek, çiğdem, kış sardunyaları)
	Substrat	16 ton Toprak
	Taşıyıcı	Dikim modülleri, duvara montelenen sağlam bir arka panele taşıtılmaktadır.
	Sulama Sistemi	Otomatik sulama sistemi (yağmur suyu deposunda depolanan sudan)
YARARLARI	Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı	Yaşayan duvarın bölgedeki hava kalitesini artırması, solunum yolu rahatsızlıklarına neden olarak gösterilen mikroskopik kirleticileri yakalaması öngörülmektedir.
	Isıtma ve soğutma yüklerine etki	Yaz aylarında serin, kış aylarında sıcak ortam sağlamaktadır.
	Ürün yetiştirme	Kullanım bulunmuyor.
	Suyun geri dönüşümü	Çatıda bulunan depolama tankında depolanan yağmur suyu sulamada kullanılıyor.
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM	Cephenin bulunduğu yer	Yaşayan duvar güneybatı cephede uygulanmıştır.
	Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu	Yaşayan duvarın uygulandığı cephe üç caddenin kesişiminde yer alır ve cephenin karşısında yüksek katlı The Nova Building kompleksi yer almaktadır. Turistik bir bölgede yer almaktadır.
	Cephe kabuğunun özellikleri	Mevcut eski yapının tuğla duvarlarına paneller monte edilmiş, dikim modülleri panellere taşıtılmıştır.
	Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni	Cephenin orta bölümünde, yeni cephe tasarımı ile taşıyıcılara asılan şerit şeklinde yaşayan duvar, güneşin orta bölümde kalan iç cepheye etkisini azaltacaktır ve bir gölgeleme elemanı işlevi görecek, soğuk havalarda rüzgar hızını kesecektir.
İKLİME İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Güneş ışınımı	 (http-50) The Rubens Oteli yaşayan duvara(güney cepheye) düşen günün saatlerindeki güneş ışığı yönü. (Yaklaşık 9 saat doğrudan güneş ışığı alıyor.)
	Dış hava sıcaklığı	-İklim: Cfb, Londra ortalama sıcaklık 11.1 °C (Ortalama; ocak ayında 4.9 °C, temmuz ayında 18.7 °C) -Yıl boyu sıcaklık değişimi en fazla 13.8 °C ‘dir.
	Dış hava nemliliği	Çok yağışlı. -En kurak ay 39 mm yağış ile şubat ayı -En yağışlı ay 61 mm yağış miktarı ile kasım ayı

5.4. Green Cast

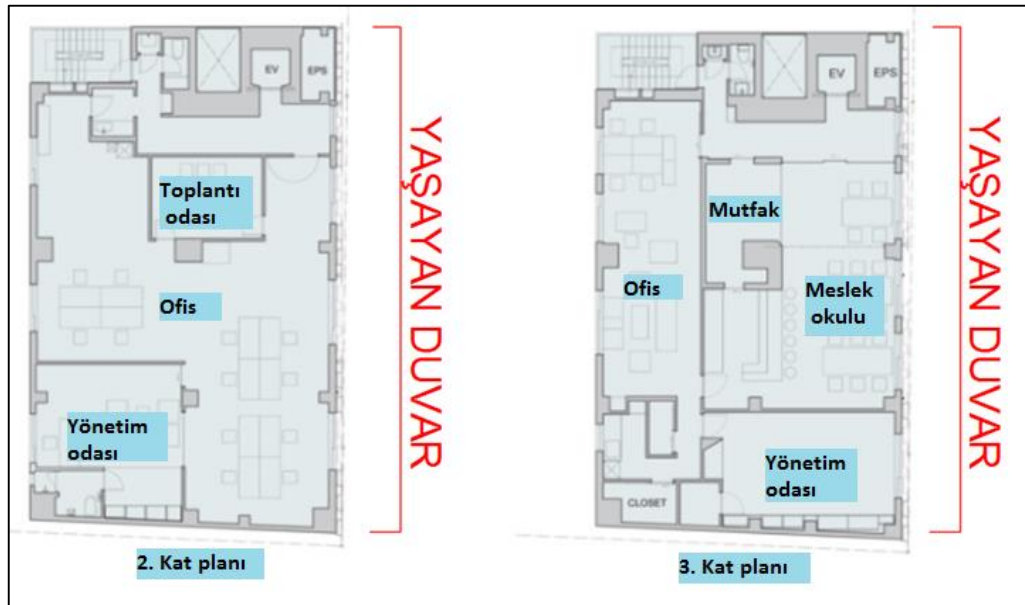
Tablo 5.7. *Green Cast binası bina bilgileri*

Bina Adı	Green Cast
Mimarı ve Proje Yılı	Kengo Kuma & Associates – 2011
Konum	Odawara-shi, Kanagawa Eyaleti, Japonya  
Görünüm	
Kullanım Amacı	Park, eczane, klinik, ofis, meslek okulu, konut kullanımı.
Dikey Yeşil Sistem Tipi	Yaşayan Duvar
Dikey Yeşil Sistem Yapım Yılı	Sugiko- 2011
Kat Sayısı	Bodrum kat + 4 Kat
Dikey Yeşil Sistem Alan Bilgisi	Bilgiye ulaşılamadı.
Yükseklik	14.97 m

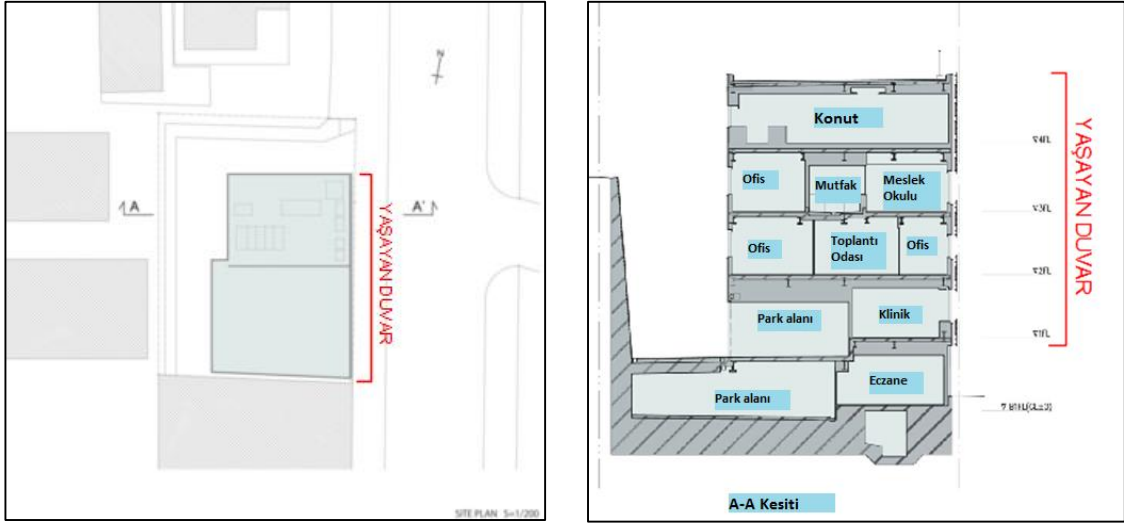
Green Cast Binasında bodrum ve zemin katlarda, park, eczane ve klinik bölümleri bulunmaktadır (Şekil 5.6.). Sonraki iki katta ofisler ve meslek okulu (Şekil 5.7.), dördüncü katta da çatı terasına erişimi olan iki odalı bir konut bulunmaktadır (http-8). Yaşayan duvar binanın doğuya bakan giriş cephesinde uygulanmıştır (Şekil 5.8.).



Şekil 5.6. Bodrum kat ve 1. kat planları (http-8)



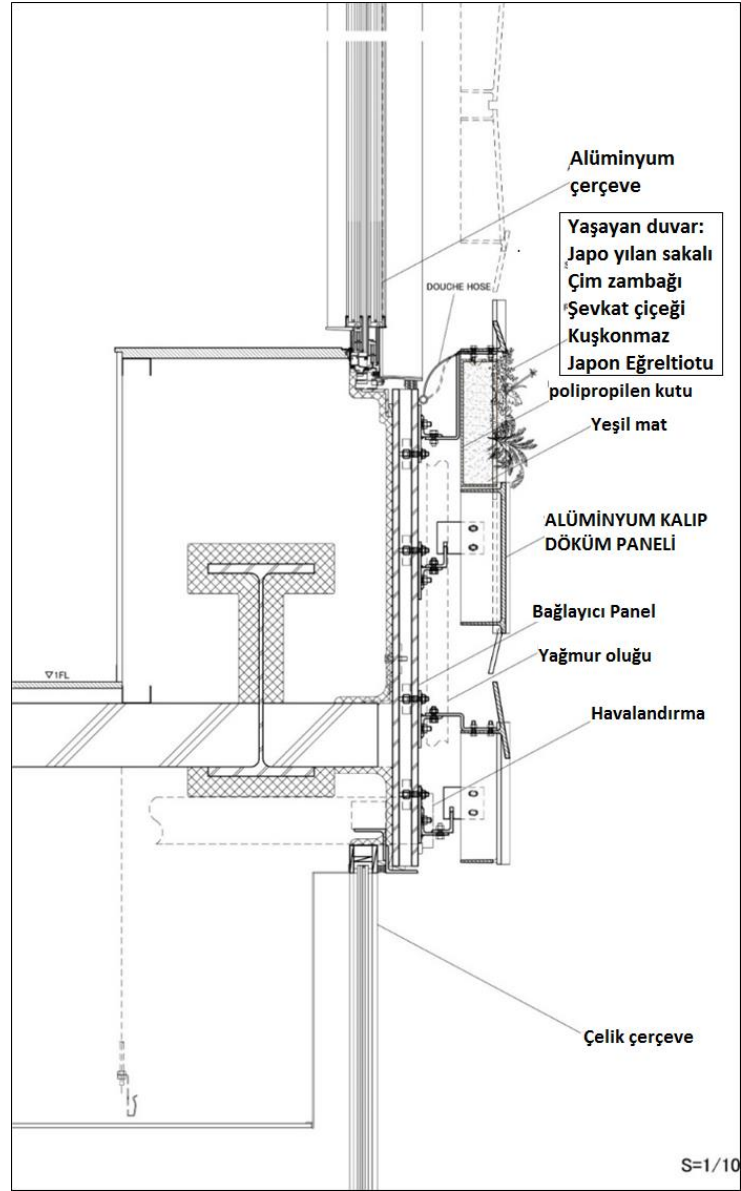
Şekil 5.7. 2.kat ve 3. kat planları (http-8)



Şekil 5.8. Vaziyet planı ve A-A kesiti (http-8)



Şekil 5.9. Cephe panellerine iç mekandan bakış (http-8)



Şekil 5.10. Sistem detayı (http-8)

Green Cast binası, dikey saksılar gibi davranan alüminyum döküm panellerden yapılmış yaşayan bir cepheye sahip, karma kullanımlı bir binadır (Şekil 5.9.). Hafifçe eğimli paneller, organik görünüm veren aşınmış stiren köpükten yapılmıştır (http-8).

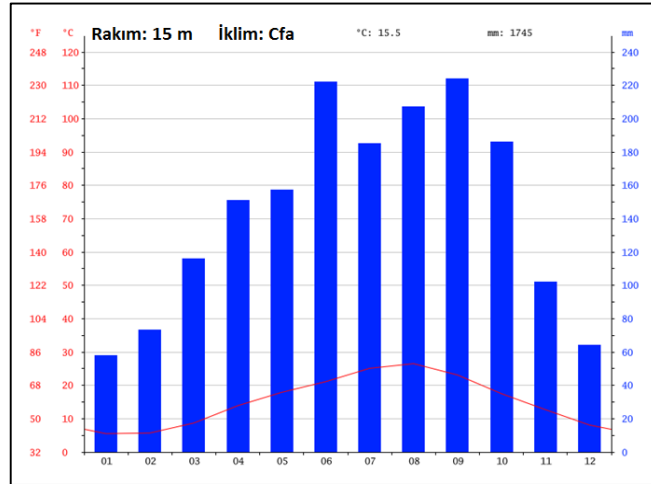
Cephelerin bina için kapsamlı bir sistemi barındırabilmesi için sulama hortumları, havalandırma için bir hava rezervuarı ve alçalma boruları gibi aletler alüminyum panellerin arkasına entegre edilmiştir (Şekil 5.10.) (http-8). Boru sistemi, tüm yapıyı organik ve canlı tutarak yağmur suyunu alüminyum döküm saksılara gönderir (http-104). Yaşayan duvar özelliğinde olan cephede otomatik sulama sistemi mevcuttur.



Görsel 5.8. Green Cast binası ön cephe (<http-8>)

Amer, Green Cast binası ile binaya entegre dikey yeşil sistemi; “Bitkilerin yerleştirildiği çok yönlü duvar, üstünlük için savaşıran doğal ve yapay iki mimari kuvvet etkisi yaratır. Bu savaşım, bulunduğu cadde üzerinde, yapay yüzeyler arasında bir yırtık oluşturmaktadır (<http-78>)” şeklinde yorumlamıştır (Görsel 5.8). Green Cast bina cephesi için, “kentsel arayüzde algılanabilir bir cephe” tanımlaması yapmak mümkündür.

Odawara'da iklim ılıman olup en kurak ayda dahi yağışlıdır (Şekil 5.11.). Odawara'daki ortalama sıcaklık 15.5°C , ortalama yağış miktarı 1745 mm'dir (<http-79>).



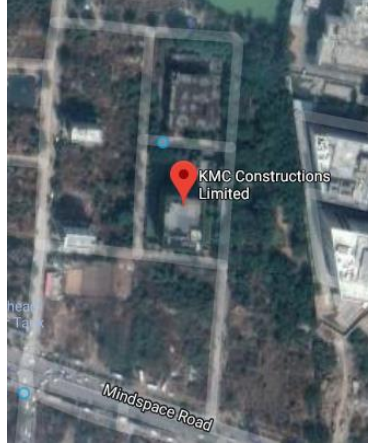
Şekil 5.11. Odawara iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (<http-79>)

Tablo 5.8. Green Cast dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu

Tip		YAŞAYAN DUVAR
KATMAN	Bitki	Agapanthus (Şevkat çiçeği veya mavi teber), Ophiopogon japonicus (Japense snake's beard, Osmanlı çimi), Dryopteris erythrosora (Japon eğreltiotu), Liriope muscari (Çim zambağı), Asparagus (Kuşkonmaz) bitkileri kullanılmıştır.
	Substrat	Bilgiye ulaşılamadı.
	Taşıyıcı	Bitkiler, alüminyum taşıyıcı arasına yerleştirilmiş alüminyum döküm paneller içerisinde yer almakta.
	Sulama Sistemi	Otomatik sulama sistemi mevcut.
YARARLARI	Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı	Etrafında tatil siteleri ve boş araziler bulunmaktadır. Bulunduğu çevrede ısı adası etkisinden söz edilmemektedir.
	Isıtma ve soğutma yüklerine etkisi	Havalandırma için bir hava rezervuarının alüminyum panellerin arkasına entegre edildiğinden bahsedilmiştir..
	Ürün yetiştirme	Kullanım bulunmuyor.
	Suyun geri dönüşümü	Yağmur suyu, borularla alüminyum döküm saksılara gönderilir.
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Cephenin bulunduğu yer	Yaşayan duvar yalnızca binanın doğu cephesinde (ön cephesinde) uygulanmıştır.
	Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevre yapılarına ve bulunduğu bölgeye göre konumu	Bina Odawara tren istasyon binasına yakın bir bölgede bulunmakta. Binanın 3 cephesi yakın olarak konumlanmış binalara bakmaktadır. Yaşayan cephe olan ön cephesi yaklaşık 7 m genişliğinde bir caddeye bakmaktadır
	Cephe kabuğunun özellikleri	Alüminyum döküm paneller ile yaşayan duvar oluşturulmuştur. Yine alüminyum çerçevelerin diğer bölümü eğimli aşınmış stiren köpük kaplı paneller ile kaplanmıştır.
	Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni	Bilgiye ulaşılamadı.
İKLİME İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Güneş ışınlı	 (http-50) Yaşayan duvara (batı cepheye) düşen gün ışığı yönü.(Öğlen 12.00'a kadar güneş alıyor.)
	Dış hava sıcaklığı	- İklim: Cfa, Odawara-shi, Kanagawa Eyaleti, Japonya ortalama sıcaklık 15.5 °C (Ortalama; ağustos'ta 26.5 °C, ocak'ta 5.5 °C) - Ortalama sıcaklıklar yıl boyunca 21 ° C'ye kadar değişir.
	Dış hava nemliliği (Yağış miktarı)	Ortalama yağış miktarı 1745 mm. -En düşük yağış, 58 mm yağış ile Ocak ayı -En yağışlı ay 224 mm yağış miktarı ile Eylül ayı

5.5. KMC Corporate Office

Tablo 5.9. KMC Corporate Office binası bina bilgileri

Bina Adı	KMC Corporate Office
Mimarı ve Proje Yılı	RMA Architects – 2012
Konum	Laxmi Cyber / Hyderabad / Telangana / Hindistan  
Görünüm	
Kullanım Amacı	Ofis amaçlı kullanım
Dikey Yeşil Sistem Tipi	Yeşil cephe (Saksıda köklenen doğrudan bitkilendime)
Dikey Yeşil Sistem Danışmanı – Yapım Yılı	Danışman bilgisine ulaşılamadı - 2012
Kat Sayısı	5 Kat
Dikey Yeşil Sistem Alan Bilgisi	Bilgiye ulaşılamadı.
Yükseklik	Bilgiye ulaşılamadı.

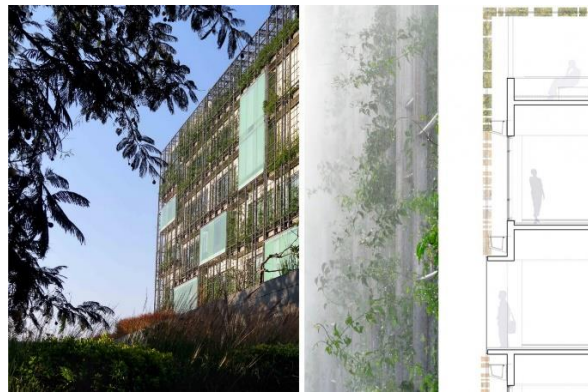
KMC Corporate Ofis Binası cephe tasarımında, bina içerisinden ışığın ve havanın düzenlenmesine izin veren çift kabuklu bir sistem düşünülmüştür (<http-74>).

Binanın iç cidarı standart alüminyum pencerele betonarme bir çerçeveden oluşmaktadır. Dış cidarda, çeşitli bitki türlerinin yetiştirilmesi için, hidroponik sistem ve damla sulama sisteminin entegre edildiği özel döküm alüminyum kafes kullanılmıştır (Görsel 5.9.). Ayrıca kafes, entegre bir sisleme sistemine sahiptir.



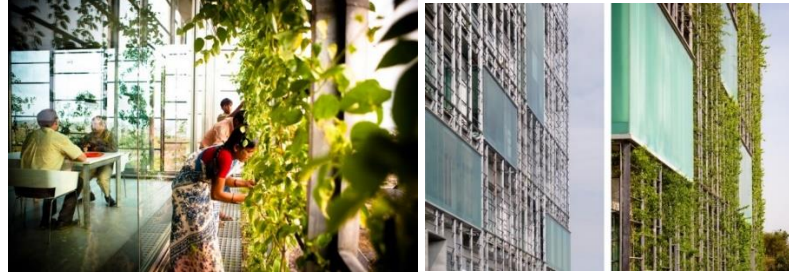
Görsel 5.9. KMC Corporate Ofis yeşil cephesinden görünüm (<http-107>)

Sisleme sistemi bina kullanıcıları için pasif soğutma (buharlaşmalı soğutma) sağlar, binaya giren havayı nemlendirirken cephe tozunu da temizlemektedir (Görsel 5.10.). Bina, Güney Asya'nın sıcak ve kuru ikliminde kullanılan nemlendirilmiş yüzeylerin geleneksel soğutma sistem özelliğinin önemini ortaya koymaktadır (<http-74>). Binanın yağmur suyu toplama ve sulama sistemi bulunmaktadır (<http-45>).



Görsel 5.10. Sisleme sistemi ve sistem kesiti (<http-74>)

Bu projede dış cephe, çeşitli bitki türlerinin yer aldığı ve yılın çeşitli zamanlarında çiçek açtığı, mevsimlere göre değişkenlik gösteren dinamik ve estetik bir cepheye dönüşmektedir (Görsel 5.11.) (<http-74>).

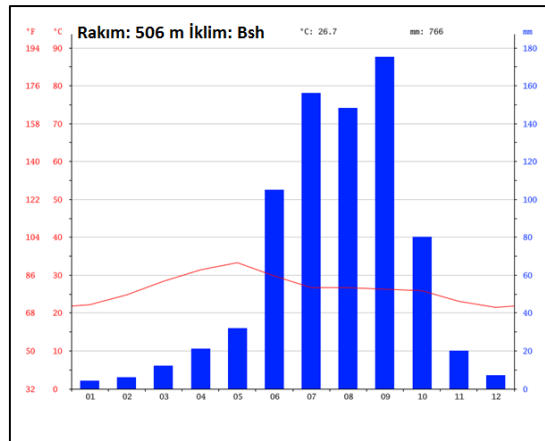


Görsel 5.11. Çift kabuk cephe görünüm (http-74)



Görsel 5.12. Genel görünüm (http-74 ve http-9)

Kentsel arayüz bağlamında değerlendirildiğinde bina, çevresindeki yeşil alana aykırı bir yüzey oluşturmamakta ve yeşil dokuyu tamamlayıcı bir görsellik sunmaktadır (Görsel 5.12.). Alt kattaki yol hattından binaya doğru bakıldığında ise trafik ve algılanamayan yeşil örtüye aykırı bir biçimde, gelen araçları karşılayan yeşil bir cephe dokusu görülmektedir. Haydarabad'ın iklimi yerel step iklimidir ve bu bölgede yıl boyunca az miktarda yağış vardır. Sıcaklık ortalama 26.7 °C'dir. Bir yılda ortalama yağış miktarı 766 mm'dir (Görsel 5.13.) (http-44).



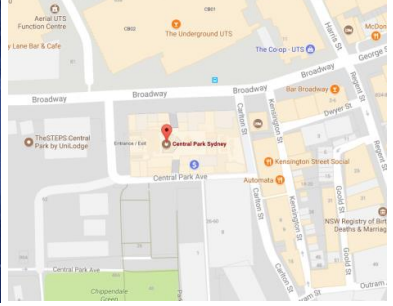
Görsel 5.13. Haydarabad iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (http-44)

Tablo 5.10. KMC binası dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu

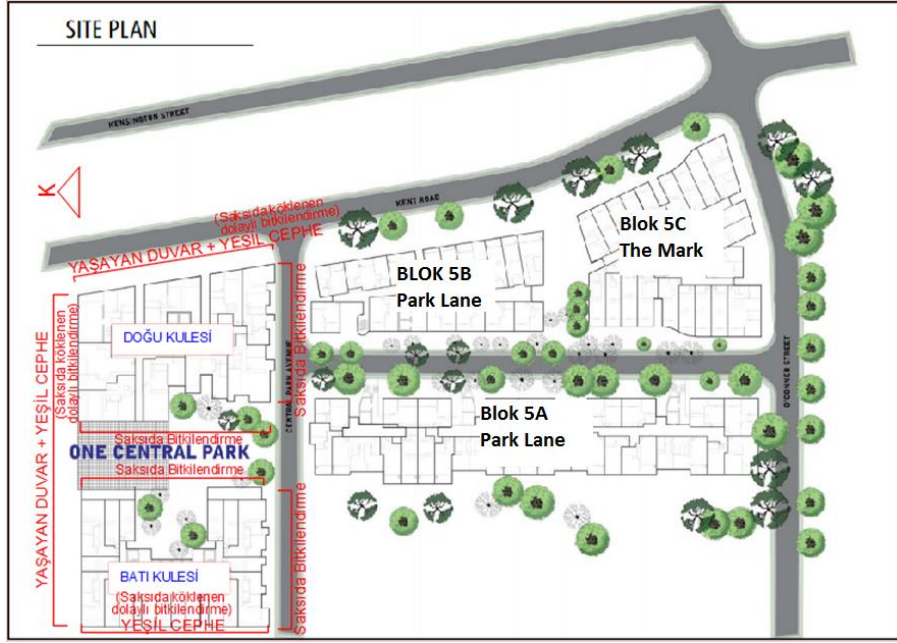
Tip		Yeşil Cephe (Saksıda köklenen dolaylı bitkilendirme)
KATMAN-LAŞMA	Bitki	Sarılcı tırmanıcı bitkiler
	Substrat	Toprak temelli substrat bulunuyor.
	Taşıyıcı	Özel döküm alüminyum kafes.
	Sulama Sistemi	Damla sulama, sisleme
YARARLARI	Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı	Isıyı düşürmeye katkısı vardır.
	Isıtma ve soğutma yüklerine etkisi (ısı yalıtımı özelliği)	Sisleme sistemi bina kullanıcıları için pasif soğutma (buharlaşmalı soğutma) sağlar, binaya giren havayı nemlendirir.
	Ürün yetiştirme	Kullanım bulunmuyor.
	Suyun geri dönüşümü	Binanın yağmur suyu toplama ve sulama sistemi bulunmaktadır.
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Cephenin bulunduğu yer	Yeşil cephe binanın 4 cephesinde de uygulanmıştır.
	Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu	Yakın çevresi ağaçlık ve yeşil alanlarla kaplıdır. Yeşil cepheler bina bahçe peyzajını ve çevre alanalar yeşil alan dokusunu tamamlayıcı bir özellik göstermektedir.
	Cephe kabuğunun özellikleri	Çift cidarlı cephe sistem: iç cidarda standart alüminyum pencereci betonarme bir çerçeve, dış cidarda, çeşitli bitki türlerinin yetiştirildiği alüminyum kafes kullanılmıştır.
	Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal vantilasyon düzeni	Sisleme tekniği ile bitkilerin su dengesi ayarlanırken aynı zamanda iç mekanda bu teknik ile buharlaşmalı soğutma kullanılmıştır. Pasif havalandırma mevcuttur. Tırmanıcı bitkiler dikey ve yatay gölgelendirme elamanı gibi işlev görmektedir.
İKLİME İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Güneş ışınlımı	 Yeşil cepheye (Örnek olarak güney cephe seçilmiştir) düşen günün saatlerindeki güneş ışığı yönü (http-50).
	Dış hava sıcaklığı	- İklim: Bsh, Haydarabad ortalama sıcaklık 26.7 °C (Ortalama; mayıs ayında 33.3 °C, aralık ayında 21.5 °C) -Yıl boyu sıcaklık değişimi en fazla 11.8 °C 'dır.
	Dış hava nemliliği (yağış miktarı)	Yıl boyunca az miktarda yağış vardır. -En düşük yağış; ortalama 4 mm yağış miktarı ile ocak ayı -En fazla yağış; 175 mm yağış miktarı ile eylül ayı

5.6. One Central Park Binaları (OCP)

Tablo 5.11. OCP Bina bilgileri

Bina Adı	One Central Park (OCP) (yeni bina)
Mimarı ve Proje Yılı	Ateliers Jean Novel - 2014
Konum	Avustralya / Sidney  
Görünüm	
Kullanım amacı	Çoklu kullanım (konut, ticari)
Dikey Yeşil Sistem Tipi	Yaşayan Duvar(Keçe katmanlı) ve Yeşil Cephe
Dikey Yeşil Sistem Danışmanları – Yapım Yılı	Patrick Blanc-2014
Kat Sayısı	12 ve 34 katlı iki bloktan oluşmaktadır. Ayrıca 4 kat bodrum bulunmaktadır.
Dikey Yeşil Sistem Alan Bilgisi	Yaşayan duvar cephe alanı: 1200 m ² Yeşil cephe alanına ulaşılamadı.
Yükseklik	116 m

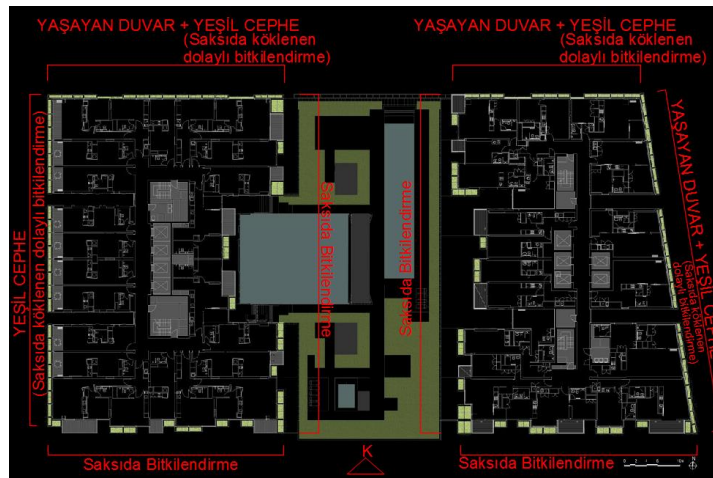
Sidney’de Central Park’ın bir parçası olan üç kompleks için - One Central Park, Park Lane ve Maske – beş konut kulesi tasarlanmıştır ([http-58](http://www.onecentralpark.com.au)). Bu kulelerden ikisi (doğu ve batı kuleleri) OCP binasına aittir (Şekil 5.12 ve Görsel 5.14.).



Şekil 5.12. One Central Park vaziyet planı (http-58)



Görsel 5.14. One Central Park üst görünüm (http-47)



Şekil 5.13. OCP Binası 6. kat planı (batı kulesi(12 katlı) ve doğu kulesi(34 katlı)) (http-5)

Botanikçi Patrick Blanc'in katkısıyla tasarlanmış dikey peyzaj, binanın cephe alanının yaklaşık %50'sini kaplamaktadır (Şekil 5.13.). Cephelere entegre edilmiş hidroponik duvarlar, yatay saksılar ve destek kabloları, bitkileri desteklemektedir (Görsel 5.15.) (<http-11>). Cephede Avusturalya'ya özgü 250 bitki türü kullanılmıştır (<http-47>).



Görsel 5.15. OCP Binası cephe görünümü (<http-55> ve <http-57>)



Görsel 5.16. OCP bina cephesinin %50 sini kaplayan dikey yeşil sistem (<http-64>)

Bina toplamda 150 m uzunluğunda yaşayan duvar alanına sahiptir (Görsel 5.16.) (<http-59>). One Central Park, bir dizi reflektör paneli kaplı bir konsola sahiptir (Görsel 5.17.). Günün gölge düşüren periyotlarında bu paneller doğal güneş ışığını otomatik şekilde yakın çevredeki parka ve bina bünyesindeki yeşil çatılara yönlendirmektedir (<http-92>).



Görsel 5.17. a) Reflektör panelleri ve iki kulenin birbirine bakan cepheleri (<http-55>)
b) Güney cephe (<http-64>)

“OCP binası, kalıcı gölgeleme rafları gibi işlev gören, beş kilometre uzunluğunda doğrusal kenar döşeme saksı sistemiyle termal etkiyi %20 oranında azaltacak şekilde soğutma enerji yükünü düşürür (<http-54>)”. (Görsel 5.18)

“Bina yüzeyindeki bitkiler, mevsimlere göre, kışın maksimum güneş ışığını içeri alırken, yazın doğrudan güneşten koruyan doğal bir güneş kontrol cihazı gibi hareket etmektedir (<http-11>)”.



Görsel 5.18. a) Yaşayan duvar prototipi b) Yaşayan duvar panel yapımı c) Bitki saksı üretimi (<http-54>)

OCP binasında; 350 farklı bitki türü, 35.000 yaşayan duvar bitkisi, toplam 85.000 cephe bitkisi, 23 yaşayan duvar paneli (1200 m2 toplam) kullanılmıştır. En büyük yaşayan duvar doğu kulesindedir (196 m2) ve sarılcı tırmanıcı bitkiler için 15 mm ve 4

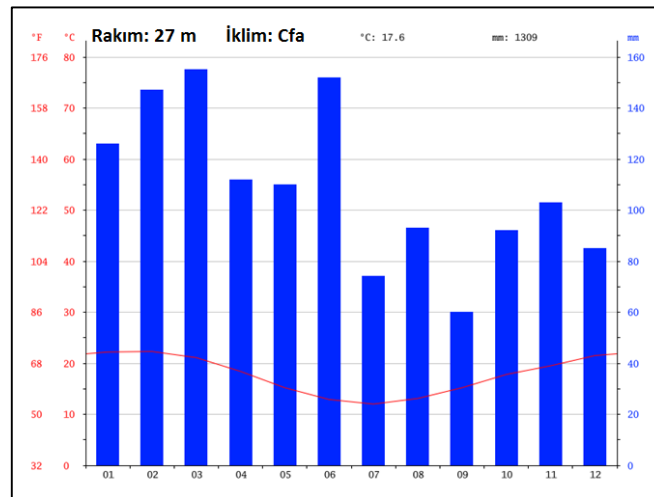
mm çaplı paslanmaz çelik kablolar kullanılmıştır (http-59). Sarılıcı tırmanıcı bitki kabloları için rüzgar tüneli testi yapılmış ve kablolarda dirsek boyutlarını azaltacak bir yay tipi bağlantı tasarlanmıştır (http-60). OCP binası yaşayan duvarlarında Avustralya'nın yerli bitki türleri kullanılmıştır (Tablo 5.12.).

Tablo 5.12. Dikey yeşil sistemlerde bitkiler (kaynaktan tablolastırılmıştır)(http-60)

			
Anigozanthos manglesii (Kanguru Pençesi)	Hovea elliptica	Dracophyllum secundum	Viola hederacea (Sarmaşık yapraklı menekşe)

Bina, Avustralyanın yeşil bina sertifika sistemi olan Green Star derecelendirme sisteminde 1 ve 6 yıldız arasında 5 yıldız almıştır (http-53). Yakıt olarak doğal gaz veya biyogaz kullanılarak eşzamanlı elektrik, ısıtma ve soğutma üretimi sağlayan Trijenerasyon sistemi (http-93) sayesinde 25 yılda 136.000 ton sera gazı emisyonu tasarruf etmesi beklenmektedir (http-92).

Sydney iklimi ılıman olarak sınıflandırılır. Sydney'de yağış miktarı yüksektir, en kurak ay boyunca bile yağışlıdır. Sydney'deki yıllık ortalama sıcaklık 17.6 ° C'dir, yağış miktarı 1309 mm'dir (Şekil 5.14.) (http-90).



Şekil 5.14. Sidney iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı) (http-90)

Tablo 5.13. OCP Binası dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu

Tip		Yaşayan Duvar	Yeşil Cephe (Saksıda köklenen dolaylı bitkilendirme)
KATMANLAŞMA	Bitki	Avustralya'ya özgü 250 bitki türü.	Sarılcı tırmanıcı bitkiler
	Substrat	Substrat bulunmuyor (Hidroponik sistem)	Bilgiye ulaşılamadı.
	Taşıyıcı	Metal konstrüksiyon taşıyıcı üzerine plastik paneller üzerinde keçe katmanlı sistem kullanılmıştır.	Kat döşemeleridne polietilen bitki saksılarında büyüyen bitkiler için taşıyıcı, paslanmaz çelik kablolardır.
	Sulama Sistemi	Hidroponik sistem	Hidroponik sistem
YARARLARI	Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı	25 yılda 136.000 ton sera gazı emisyonu tasarruf etmesi beklenmektedir.	
	Isıtma ve soğutma yüklerine etki	Enerji tüketiminde %26 oranında azalma sağlar.	
	Ürün yetiştirme	Kullanım bulunmuyor.	
	Suyun geri dönüşüm	Gri su ve Yağmur suyu sulamada kullanılır.	
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Dikey yeşil sistemin bulunduğu cephe	34 katlı bloğun kuzey ve doğu cephesindeyaşayan duvar sistemi ve yeşil cephe uygulanmıştır. Batı kulesinde (12 katlı) kuzey cephesinde yaşayan duvar ve yeşil cephe, batı cephelerinde yeşil cephe uygulanmıştır.	
	Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu	İki bloktan oluşan bina kütesinin tüm cepheleri caddeye bakmaktadır. Ön cephenin karşısında yüksek katlı bir bina gözükmekte, diğer çevre binalara bakıldığında az ve çok katlı binalar bir aradadır. Bina, merkez tren istasyonuna yakın bir konumdadır. Bölgede şehirleşme yoğun.	
	Cephe kabuğunun özellikleri	Yaşayan duvar: Yapı malzemeleri beton ve çelik olan binaya entegre metal konstrüksiyon taşıyıcı üzerine plastik panel ve keçe katmanı. Yeşil cephe: Binada kat döşemelerinde polietilen saksıda bitkilendirme ve katlar arası paslanmaz çelik kablolar	
	Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni.	Saksıda köklenen dolaylı bitkilendirme dikey ve yatay gölgelendirme elamanı gibi işlev görmektedir.	
İKLİME İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Güneş ışınlı	 (http-50) One Central Park kuleleri kuzey cepheye düşen günün saatlerindeki güneş ışığı yönü.	
	Dış hava sıcaklığı	-İklim: Cfa, Sidney ortalama sıcaklık 17.6 °C (Ortalama; şubat ayında 22.3 °C, temmuz ayında 12 °C) -Yıl boyu sıcaklık değişimi en fazla 10.3 °C 'dir.	
	Dış hava nemliliği	Çok yağışlı. -En kurak ay 60 mm yağış ile eylül ayı -En yağışlı ay 155 mm yağış miktarı ile mart ayı	

5.7. Naman Retreat

Tablo 5.14. *Naman Retreat binası bina bilgileri*

Bina Adı	Naman Retreat
Mimarı ve Proje Yılı	VTN Architects – 2015
Konum	Ngũ Hành Sơn, Da Nang, Vietnam  
Görünüm	 The Babylon Hotel
Kullanım amacı	Konaklama ve spa amaçlı kullanım.
Dikey Yeşil Sistem Tipi	Yeşil cephe (toprakta köklenen dolaylı bitkilendirme)
Dikey Yeşil Sistem Yapım Yılı	2015
Kat sayısı	3 Kat
Dikey yeşil Sistem Alan Bilgisi	Bilgiye ulaşılamadı.
Yükseklik	Bilgiye ulaşılamadı.

Naman tatil yeri konsepti, doğa dostu çevre ve spa, yoga, plaj sporları gibi sağlıklı etkinliklerle uzun süre konaklayacak misafirler için fiziksel ve zihinsel tedavi sağlamaktadır ([http-76](http://76)) . Proje sahası 3.4 hektar olup, yol ve plaj arasında bir alanda yer almaktadır. Otel; sahil villaları, bungalovlar ve Babylon isiminde bir adet otel binası

Bina çeperini kaplayan yeşil asma ile kaplı dikey beton panjur sistemi, rüzgar akışına izin verirken doğrudan güneşi azaltmaktadır (Görsel 5.16.). Tropik iklimde sıcak mevsimdeki termal radyasyonu en aza indirgeyen ısıya dayanıklı olan cephe aynı zamanda bitkilerin büyümesine izin veren bir tampon alan olarak işlev görmektedir. Prefabrike beton panjurlar 5x15 cm boyutlarındadır (http-76). Bitkiler büyüebilmek için beton panjurlar ve panjurlar arasında bulunan alüminyum telleri kullanırlar (Görsel 5.19.).

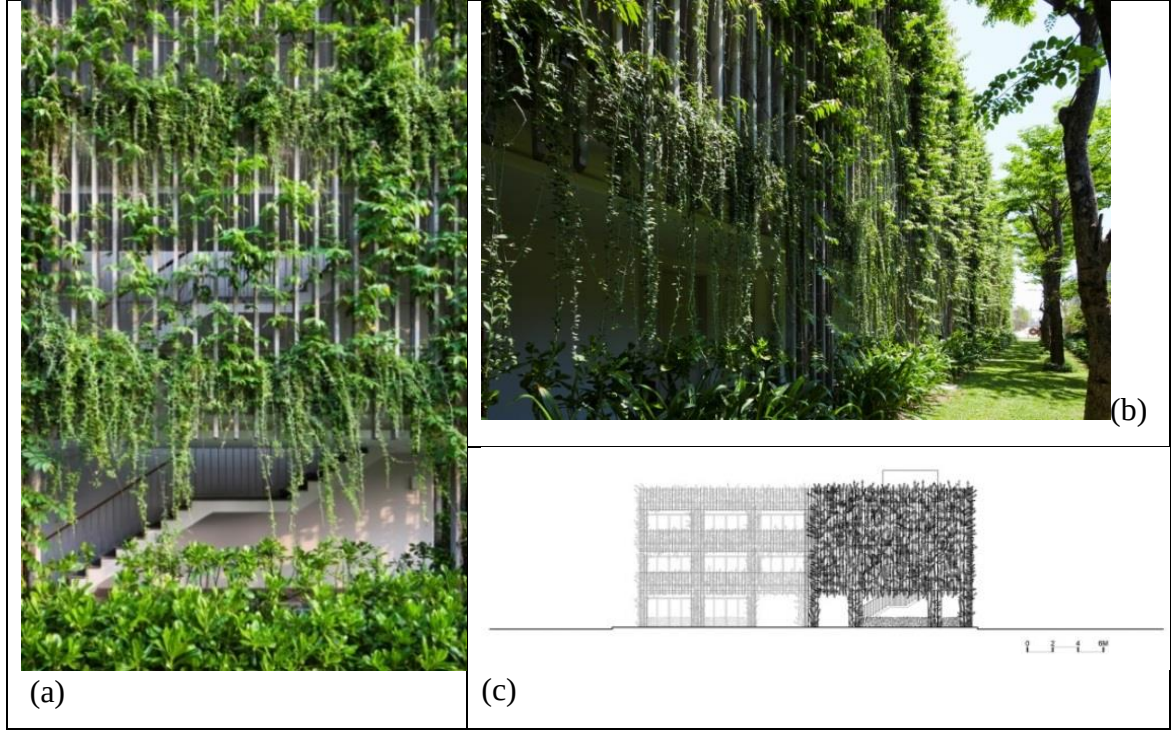


Görsel 5.19. Yeşil asmalı dikey beton panjur sistemi (http-76)

Yeşil cephe, ağaçlar ve sarmaşıkların birleşiminden oluşur: Beton panjur boyunca tırmanan *Quisqualis indica* (Bindallı sarmaşığı), *Vernonia elliptica*, *Spathiphyllum wallisii* (Barış çiçeği) ve *Aglaia duperreana* koridorlar ve balkonlar boyunca dikilmiştir (Görsel 5.20. ve Görsel 5.21.). Bitki kombinasyonu, dikey peyzajda çeşitlilik sağlar.

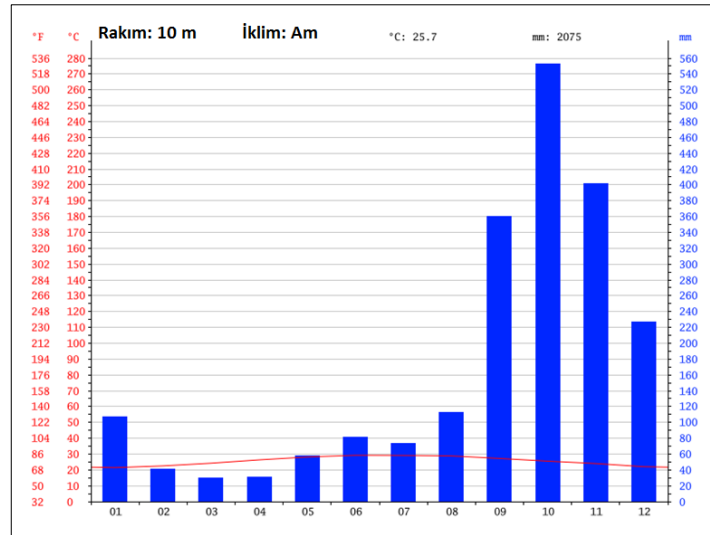


Görsel 5.20. a)Güneydoğu Cephesi b)Oda balkonlarından iç görünüm (http-76)



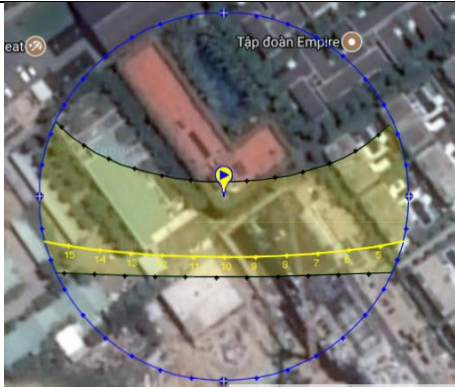
Görsel 5.21. a)Güneybatı cephe b)Arka cephe c)Güneybatı cephe (<http-76>)

Da Nang'ın iklimi tropikal olarak sınıflandırılmaktadır. Yılın çoğu ayında yağış vardır ve sadece kısa bir kuru sezon vardır. Da Nang'da ortalama sıcaklık 25.7°C , yağış ortalaması ise 2075 mm'dir ve çok yağışlıdır (Şekil 5.17.) (<http-77>) .



Şekil 5.17. Da Nang iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (<http-77>)

Tablo 5.15. Naman dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu

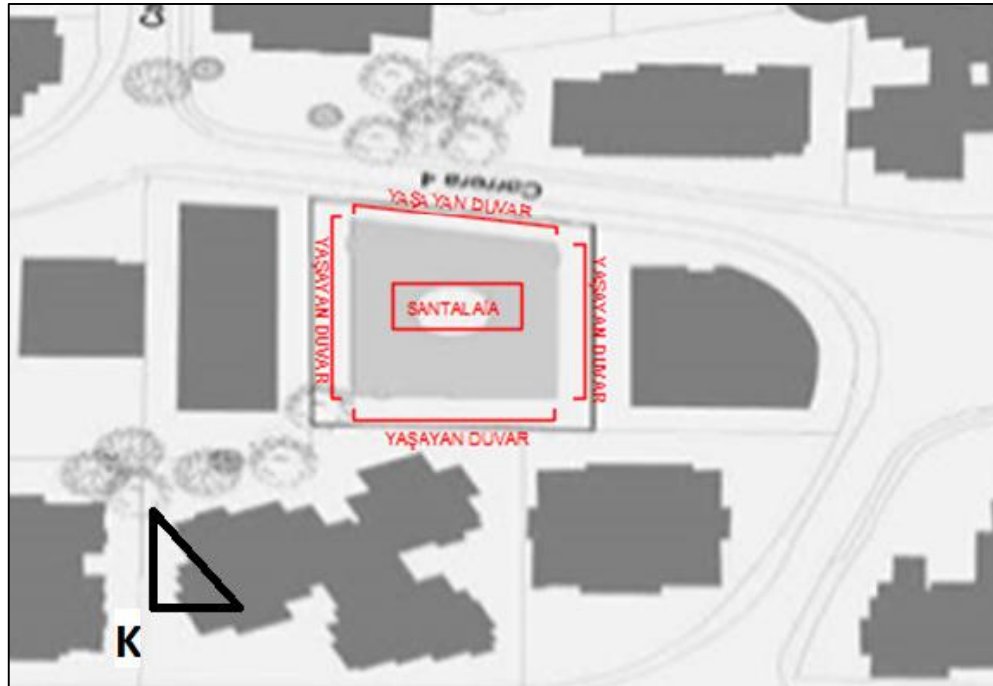
Tip		Yeşil Cephe (Toprakta köklenen dolaylı bitkilendirme)
KATMAN-LAŞMA	Bitki	Ağaç, sarmaşıklar ve çiçekli sarmaşıklar.
	Substrat	Toprak
	Taşıyıcı	5x15 Prefabrike beton panjurlar ve bu panjurlar arasında bulunan alüminyum teller.
	Sulama Sistemi	Bilgi bulunmuyor.
YARARLARI	Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı	Kent merkezinde yer almamaktadır. Etrafında oteller, golf sahaları, villa alanları ve boş araziler bulunmaktadır. Bulunduğu çevrede ısı adası etkisinden söz edilmemektedir.
	Isıtma ve soğutma yüklerine etkisi	Yeşil cephe, rüzgar akışına izin verirken doğrudan güneşi azaltır, sıcak mevsimlerde termal radyasyonu en aza indirger.
	Ürün yetiştirme	Kullanım bulunmuyor.
	Suyun geri dönüşümü	Bilgiye ulaşılmadı.
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Dikey yeşil sistemin bulunduğu cepheler	Yeşil cephe binanın tüm cephelerinde uygulanmıştır.
	Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu	Bina, deniz kenarında bulunan konaklama ve spa amaçlı kullanılan bu yapı kompleksinin arka tarafında, yola yakın bölgesinde yer almakta. Çevresinde bungalovlar, konferans salonu ve ofis binası bulunmakta. Yeşil cephe, mahremiyeti sağlamaktadır.
	Cephe kabuğunun özellikleri	Binanın tüm cephelerinde 5x15 Prefabrike beton panjur sistemi uygulanmıştır.
	Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni	Panjur sistemi ve sarılıcı-tırmanıcı bitkiler tropik iklimdeki termal radyasyonu azaltarak doğal havalandırmaya izin vermektedir. Sarmaşıklar dikey ve yatay gölgelendirme elamanı gibi işlev görmektedir.
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Güneş ışıınımı	 (http-50) Yeşil cepheye (örnek olarak güneydoğu ve güneybatı cepheye) düşen, günün saatlerindeki güneş ışığı yönü.
	Dış hava sıcaklığı	-İklim: Am, Da Nang ortalama sıcaklık: 25.7 °C (Ortalama; haziran ayında 29.2 °C, ocak ayında 21.4 °C) - Ortalama sıcaklıklar yıl boyunca 7.8 °C'ye kadar değişir.
	Dış hava nemliliği (yağış miktarı)	Çok yağışlı. -En düşük yağış, 30 mm yağış ile mart ayı -En yağışlı ay 553 mm yağış miktarı ile ekim ayı

5.8. Santalaia Apartmanı

Tablo 5.16. *Santalaia binası bina bilgileri*

Bina Adı	Santalaia
Mimarı ve Proje Yılı	Exacta Proyecto Total - 2015
Konum	Bogota/ KOLOMBİYA 
Görünüm	
Kullanım amacı	Konut kullanımı
Dikey Yeşil Sistem Tipi	Yaşayan Duvar
Dikey Yeşil Sistem Tasarımı- Yapım Yılı	Groncol - 2015
Kat sayısı	9 kat + 2 kat bodrum
Alan Bilgisi	3116.990 m2 (33551 sq.ft.) yaşayan duvar alanı
Yükseklik	Bilgiye ulaşamadı.

Santalaia, Kolombiya'nın başkenti Bogota'da bulunan 115.000 bitkiye sahip bir yaşayan duvara sahip çok katlı bir aile konutudur ([http-82](http://82)). Yaşayan duvar tüm cephelerde uygulanmıştır fakat, sağ ve sol yan cephelerde bina cephesi boyunca aralıklı şekilde uygulanırken, arka ve ön cephelerde kısmi uygulama vardır (Şekil 5.18.). Bitkiler, metal konstrüksiyon üzerine keçe katmanı üzerinde yetiştirilmiştir (Görsel 5.22.). Asparagus fern (kuşkonmaz), rosemary (biberiye), vincas (cezayir menekşesi), spathiphyllum (yelken çiçeği) kullanılan bitki türleridir.



Şekil 5.18. Tip kat planı ve vaziyet planı (http-95)



Görsel 5.22. Cephede uygulanan keçe katmanı (<http-85>)

Yağmur suyu ve geri dönüştürülmüş duş suyu, bitkileri sulamak için kullanılır. Yağmurlu günlerde bir bilgisayar, yaşayan duvarın sulamaya ihtiyacı olup olmadığını tespit edebilir. 42 farklı sulama istasyonunu idare edebilen özel bir hidroponik sulama sistemi nem seviyelerine ve güneş yönüne göre ayarlanır (Görsel 5.23.) (<http-82>).



Görsel 5.23. a) Sulama istasyonları b)Sağ yan cephe (<http-82>)

Bitki örtüsü, kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yardımcı olmaktadır. Yaşayan duvar tasarımı ve uygulamasını yapan Groncol; 115.000 bitkinin 700 kişi için bir karbon ayak izi telafisine eşit olduğunu, 3000 metrekarelik bitki örtüsünün 3000 kişiye oksijen sağlayacağını ve bu büyüklükte bir yaşayan duvarın 745 otomobilin sebep olduğu partikül madde salınımına karşı havayı temizleyeceğini söylemektedir (<http-82>). Binayı çevreleyen yaşayan duvar, aynı zamanda sıcak havalarda soğutma yüklerini

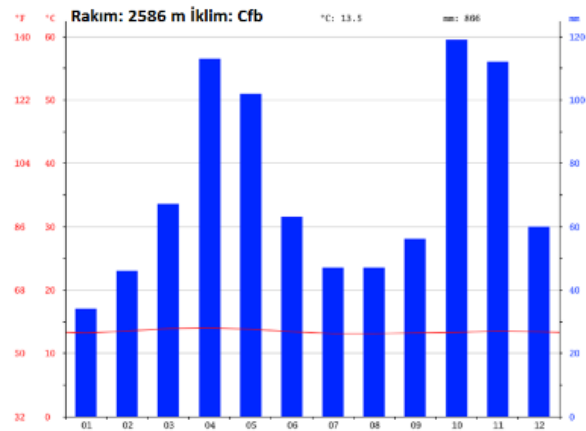
azaltmakta ve soğuk havalarda binaya ısı yalıtımı sağlamada yardımcı olmaktadır (Görsel 5.24.) (http-103).



Görsel 5.24. Sağ yan ve sol yan cephe (http-82 ve http-83)

Bölgede binalar birbirine yakın ve çok katlıdır. Santalaia binasında uygulanan yaşayan duvarlar, kentsel arayüzde bina cephelerini oldukça farkedilebilir kılmıştır.

Bogota'nın iklimi ılıman olarak sınıflandırılır. Yıl boyunca yağış görülmektedir. Bogota'daki ortalama sıcaklık 13.5 °C, bir yılda ortalama yağış miktarı 866 mm'dir (Şekil 5.19.) (http-84).



Şekil 5.19. Bogota iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri)(http-84)

Tablo 5.17. Santalaia dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu

Tip		YAŞAYAN DUVAR
KATMAN- LAŞMA	Bitki	115.000 adet bitki kullanılmıştır: kuşkonmaz, biberiye, Cezayir menekşesi, yelken çiçeği kullanılan bitki türleridir.
	Substrat	Hidroponik sistem, substrat bulunmuyor.
	Taşıyıcı	Metal konstrüksiyon taşıyıcı üzerine keçe katmanı uygulanmış.
	Sulama Sistemi	42 farklı sulama istasyonunu idare edebilen özel bir hidroponik sulama sistemi inşa edilmiştir.
YARARLARI	Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı	115.000 bitkinin 700 kişi için bir karbon ayak izi telafisine eşit olduğu, 3000 metrekarelik bitki örtüsünün 3000 kişiye oksijen sağlayacağı ve 745 otomobilin sebep olduğu partikül madde salınımına karşı havayı temizleyeceği öngörülmektedir.
	Isıtma ve soğutma yüklerine etkisi	Yaşayan duvar, sıcak havalarda soğutma yüklerini azaltmakta ve soğuk havalarda binaya kısmen ısı yalıtımı sağlamaktadır.
	Ürün yetiştirme	Kullanım bulunmuyor.
	Suyun geri dönüşümü	Apartaman dairelerinde geri dönüştürülmüş duşlardaki su ve yağmur suyu bitkilerin sulanmasında kullanılmaktadır.
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM	Dikey yeşil sistemin bulunduğu cepheler	Yaşayan duvar binanın sağ (kuzeydoğu), sol (güneybatı) ve kısmi olarak ön ve arka cephelerinde uygulanmıştır.
	Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu	Yaşayan duvarlarla çevrili 3 cephe binalara bakmaktadır. Diğer cephelere oranla daha az yaşayan duvara sahip ön cephe yaklaşık 5m genişliğinde bir yola bakmaktadır. Bu bölgede bina sayısı ve yükseklikleri fazladır.
	Cephe kabuğunun özellikleri	Metal konstrüksiyon üzerine keçe katmanı uygulanarak yaşayan duvar oluşturulmuştur. Diğer yapı elemanlarına ulaşlamadı.
	Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni	Hidroponik sulama sistemi nem seviyelerine ve güneş yönüne göre ayarlanır.
İKLİME İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Güneş ışınlımı	 (http-50) Yaşayan cepheye (sağ ve sol yan cepheye) düşen günün saatlerindeki güneş ışığı yönü.
	Dış hava sıcaklığı	-İklim: Cfb, Bogota ortalama sıcaklık 13.5 °C (Ortalama; nisan ayında 14°C, temmuz ayında 13.1 °C) - Ortalama sıcaklıklar yıl boyunca 0,9 ° C'ye kadar değişir.
	Dış hava nemliliği (yağış miktarı)	Ortalama yağış miktarı 866 mm.(En düşük yağış, 34 mm yağış ile Ocak ayı, En yağışlı ay 119 mm yağış miktarı ile Ekim ayı)

5.9. Swissotel Resort Bodrum Beach

Tablo 5.18. *Swissotel Resort Bodrum Beach binası bina bilgileri*

Bina Adı	Swissotel Resort Bodrum Beach
Mimarı ve Proje Yılı	Gokhan Avcioglu & GAD Mimarlık - 2015
Konum	Turgutreis/ Bodrum/ TÜRKİYE  
Görünüm	 
Kullanım amacı	Konaklama (Otel)
Dikey Yeşil Sistem Tipi	Yaşayan Duvar
Dikey Yeşil Sistem Tasarımı - Yapım Yılı	Silvanus - 2015
Kat Sayısı	Yaşayan duvarın uygulandığı apart ve villalar iki katlıdır.
Dikey Yeşil Sistem Alan Bilgisi	1584 m2
Yükseklik	Bilgiye ulaşılamadı.

Swissotel Resort Bodrum Beach projesinde 60 odası bulunan bir otel binası, 46 apartman, 27 villa binası ile spa, havuz kompleksi ve beach kulüpler bulunmaktadır (Şekil 5.20.). Binalar, az eğimli bir arazi üzerinde, tüm yapı kütleleri deniz manzarasını görecektir şekilde konumlandırılmıştır (http-86). Projede apart ve villa binalarının arka cepheleri dikey yeşil sistemler ile kaplanmış olup toplam dikey yeşil sistem alanı 1584 m2'dir (Görsel 5.25.).



Şekil 5.20. *Swissotel Resort Bodrum Beach vaziyet planı (http-87)*

Cephelerde; 40 bin adet bitki ve bitki taşıyıcı katman olarak keçe kullanılmıştır (http-41). Dikey yeşil sistemlere entegre edilen otomatik sulama ve gübreleme sistemleri sayesinde bitkilerin mevsimsel ve dönemsel su ve besin ihtiyaçları tek bir merkezden uzaktan yönetilmektedir (http-41).

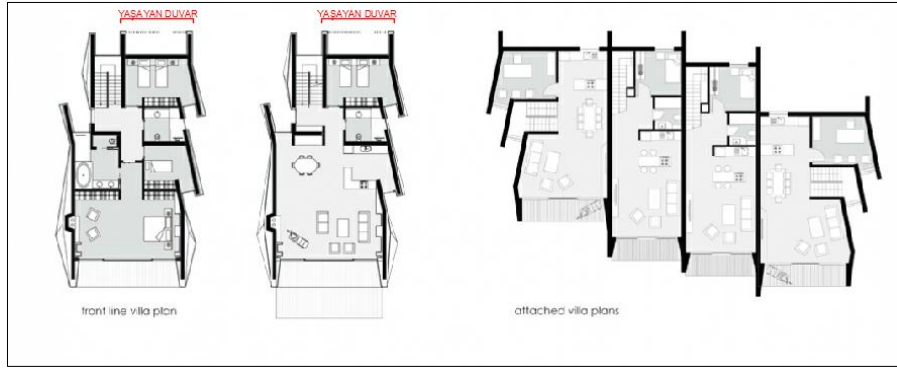


Görsel 5.25. *a)Villalar üst görünüm (http-87) b)Arka cephe (http-40)*

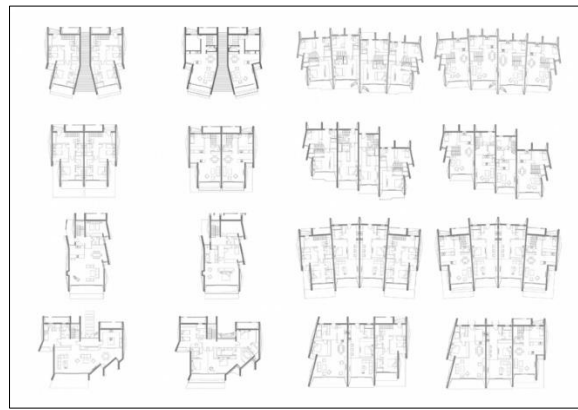
Apartman ve villalar bir seri platform üzerine inşa edilmiştir. Konsept olarak iki katlı tasarlanan yapı kütlelerinde yatak odaları üst kotlarda çözümlenirken (Şekil 5.21.), ana yaşam alanları bahçe, giriş kotunda yer alır (Görsel 5.26.) (http-86).



Görsel 5.26. *a) Villa arka cephe (http-40) b)Villa plan (http-87)*

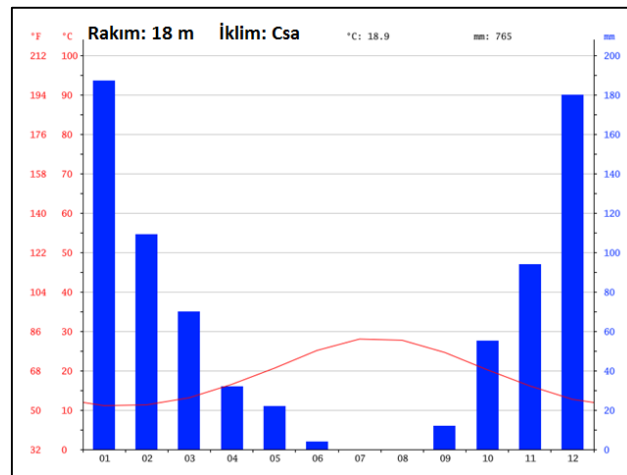


Şekil 5.21. Projedeki farklı villa plan tipleri (http-88)



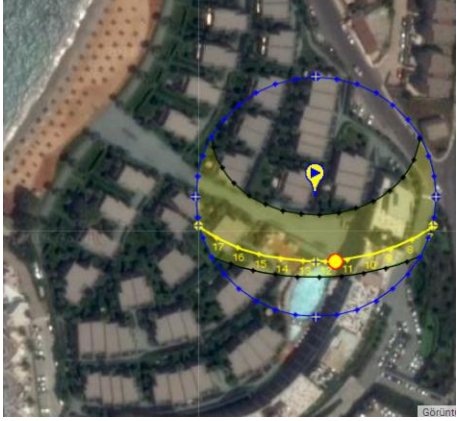
Şekil 5.22. Projedeki farklı villa ve apart plan tipleri (http-88)

Bodrum'da iklim ılımandır. Kışın yaz mevsimlerinden daha çok yağış vardır (Şekil 5.23.). Bodrum'da yıllık ortalama sıcaklık 18.9 °C, ortalama yağış 765 mm'dir (http-89).



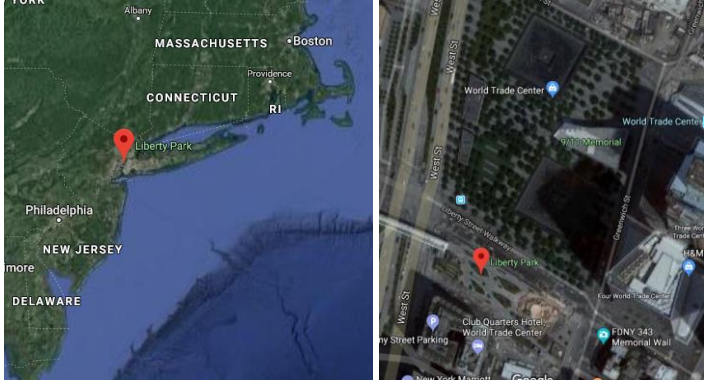
Şekil 5.23. Bodrum iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (http-89)

Tablo 5.19. *Swissotel dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu*

Tip		YAŞAYAN DUVAR
KATMANL AŞMA	Bitki	40.000 adet bitki kullanılmıştır.
	Substrat	Substrat bulunmuyor, keçe katmanında bitkilendirme.
	Taşıyıcı	Metal konstrüksiyon taşıyıcı üzerine keçe katmanı.
	Sulama Sistemi	Otomatik sulama ve gübreleme sistemi bulunuyor.
YARARLARI	Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı	Bilgiye ulaşamadı.
	Isıtma ve soğutma yüklerine etkisi	Bilgiye ulaşamadı.
	Ürün yetiştirme	Kullanım bulunmuyor.
	Suyun geri dönüşümü	Bilgiye ulaşamadı.
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Dikey yeşil sistemin bulunduğu cepheler	Villa ve apartların arka cephelerinde uygulanmıştır. Arka cepheler kuzey, kuzeydoğu ve doğu cephelerine bakmaktadır.
	Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu	Yaşayan duvarların uygulandığı binalar tatil sitesi kompleksi içerisindedir. Site içerisi binalar yüksek katlı değildir. Sitenin 3 tarafından da yol geçmektedir. Çevre arazilerde tatil siteleri ve vilallalar bulunmakta.
	Cephe kabuğunun özellikleri	Yaşayan duvar sistemleri betonarme binaların arka cephelerine sabitlenmiştir.
	Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni	Bilgiye ulaşamadı.
İKLİME İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Güneş ışınlamı	 (http-50) Seçilen villalardan bir tanesinde, yaşayan cepheye (doğu cepheye) düşen günün saatlerindeki güneş ışığı yönü.
	Dış hava sıcaklığı	-İklim: Csa, Bodrum ortalama sıcaklık 18.9 °C (Ortalama; ocak ayında 11.1 °C, temmuz ayında 28°C,) - Ortalama sıcaklıklar yıl boyunca 16.9 °C'ye kadar değişir.
	Dış hava nemliliği (yağış miktarı)	Ortalama yağış miktarı 765 mm. -En düşük yağış, 0 mm yağış ile temmuz ayı -En yağışlı ay 187 mm yağış miktarı ile ocak ayı

5.10. World Trade Center (WTC) Liberty Park Yaşayan Duvarı

Tablo 5.20. WTC Liberty Park binası bina bilgileri

Bina Adı	World Trade Center (WTC) Liberty Park Yaşayan Duvar
Mimarı ve Proje Yılı	Mevcut bina - 2016
Konum	Newyork/ ABD 
Görünüm	
Kullanım Amacı	Bina araç güvenlik tarama merkezi olarak, çatısı ise park olarak kullanılmaktadır.
Dikey Yeşil Sistem Tipi	Yaşayan Duvar
Dikey Yeşil Sistem Tasarımı - Yapım Yılı	Üretici ve yetiştirici: Plant Connection Inc., G-O2® Living Wall Kurulum: Sponzilli Landscape Group - 2016
Kat Sayısı	Bilgiye ulaşamadı.
Alan Bilgisi	33551 sq.ft. yaşayan duvar alanı
Yükseklik	7.62 m (25 feet)

Dünya Ticaret merkezi alanında kalan araç güvenlik tarama binasının üzerine, Haziran 2016'da Liberty Park inşa edilmiştir. Yaşayan duvar kurulumu ise binanın, Ulusal 11 Eylül Anıtı olan, yıkılan Dünya Ticaret Merkezi kulelerinin orjinal ayak izine bakan duvarına yapılmıştır (Görsel 5.27.) ([http-98](http://98)). Yaşayan duvar, çatıda uygulanan Liberty Park ve çevre zemin peyzajını tamamlayıcı bir ögesi olarak düşünülebilir (Şekil

5.24. ve 5.25.). “Liberty Park ve yaşayan duvar ile çevrelenen bina mevcut yapı olup eskiden Deutsche Bank’a ev sahipliği yapmaktaydı (http-98)”.



Görsel 5.27. Liberty Park yapım aşaması (http-98)

"7.62 m (25 feet) yükseklik ve 41.453 m (336 feet) uzunluğundaki yaşayan duvar, sıradan duvarları ve garaj girişlerini, yeraltı yol ağları ve yükleme rıhtımı ağına dönüştürmektedir (http-98)”.

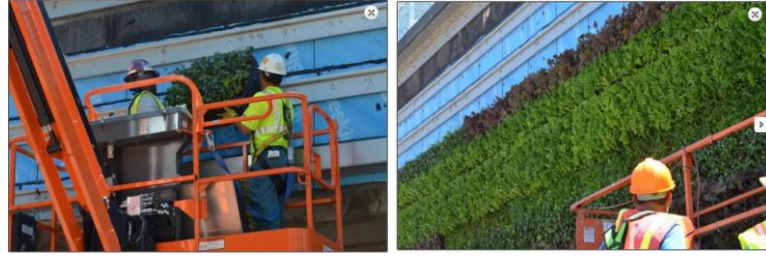


Şekil 5.24. Vaziyet planı (http-100)



Şekil 5.25. Dünya Ticaret Merkezi Özgürlük Parkı ve yaşayan duvar imajı (http-98)

Yaşayan duvarda, Baltic Ivy, Common Periwinkle, Coral Bells, Japanese Spurge (Japon Süpürgesi) ve Wintercreeper (kış sarmaşığı) gibi renk ve dokuları ile yıl boyunca görsel ilgiyi üstüne çeken, 20.000’den fazla herdem yeşil ve çok yıllık bitki kullanılmıştır (Görsel 5.28.) (http-98).



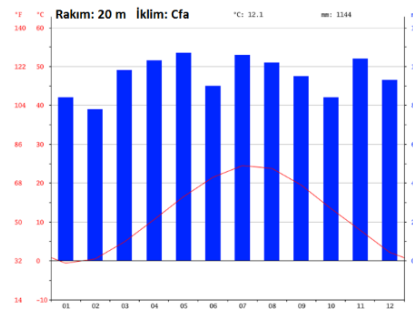
Görsel 5.28. Liberty Park yaşayan duvarı yapım aşaması (http-101)

“Yaşayan duvarda geniş renk bantları Liberty Caddesi boyunca binanın boyutunu ve cephesini yumuşatmaya yardımcı olur (Görsel 5.29.). 18 Zondan oluşan kapsamlı bir damla sulama sistemi ile de su ihtiyacı karşılanır (http-98).” “Özel paslanmaz çelik toplama havzası, artık su toplamak için yaşayan duvar panellerinin altına asılmıştır (http-99)”. 845 paslanmaz çelik panel, üretim alanında önceden oluşturulmuş, bitkiler öncesinde yetiştirilmiş ve yerine getirilip kurulumu yapılmıştır. Bitkiler yatayda yetiştirilmiş, dikey kurulum için panellere ve medyaya sabitlenmiştir (http-98).



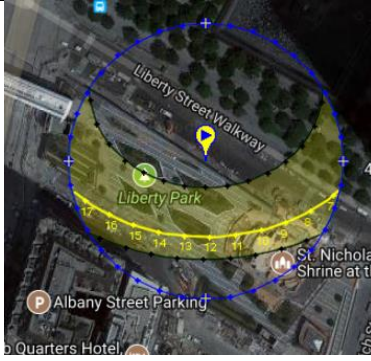
Görsel 5.29. Liberty Park yaşayan duvar cephesi (http-99)

New York'ta iklim ılımandır (Şekil 5.26.). Yıl boyunca en kurak ay da dahil olmak üzere önemli miktarda yağış alır. New York'ta yıllık ortalama sıcaklık 12.1 °C, ortalama yağış miktarı ise 1144 mm'dir (http-102).



Şekil 5.26. New York iklim diyagramı (sıcaklık ve yağış miktarı verileri) (http-102)

Tablo 5.21. Liberty Park dikey yeşil sistemi; katman, yarar ve tasarım parametreleri tablosu

Tip		YAŞAYAN DUVAR
KATMAN	Bitki	20.000'den fazla herdem yeşil ve çok yıllık bitki kullanılmıştır
	Substrat	Bilgiye ulaşılamadı.
	Taşıyıcı	Paslanmaz çelik taşıyıcı üzerine bitkilendirilmiş modüller.
	Sulama Sistemi	18 zondan oluşan damla sulama sistemi ile sulanmakta.
YARARLARI	Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı	Bilgiye ulaşılamadı.
	Isıtma ve soğutma yüklerine etkisi	Bilgiye ulaşılamadı.
	Ürün yetiştirme	Kullanım bulunmuyor.
	Suyun geri dönüşümü	Özel üretim paslanmaz çelik toplama havzasının, artık su toplamak için yaşayan duvar panellerinin altına asıldığı belirtilmiş olup atık suyun türü veya geri dönüşümü ile ilgili başka veriye ulaşılamamıştır.
CEPHEYE İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Dikey yeşil sistemin bulunduğu cepheler	Yaşayan duvar binanın kuzeydoğu cephesinde uygulanmıştır.
	Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu	Bina şehirleşmenin yoğun olduğu bir bölgede yer almakta. Yaşayan duvar, Ulusal 11 Eylül Anıtı bölgesine bakmakta olup, çevre binalar ve yeni ticaret merkezi kuleleri yüksek katlı binalardır.
	Cephe kabuğunun özellikleri	Mevcut duvara montelenmiş paslanmaz çelik konstrüksiyon üzerine, üretim tesisinde önceden üretilmiş bitkilerin bulunduğu modüller yerleştirilerek oluşturulan yaşayan duvar katmanı mevcuttur.
	Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni	Bilgiye ulaşılamadı.
İKLİME İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİ	Güneş ışıması	 (http-50) Yaşayan duvara (kuzeydoğu cephe) düşen günün saatlerindeki güneş ışığı yönü. Sabah saatlerinde doğrudan güneş ışığı almaktadır.
	Dış hava sıcaklığı	-İklim: Cfa, NYC ortalama sıcaklık 12.1°C (Ortalama; ocak ayında -0.6°C, temmuz ayında 24.5 °C) - Ortalama sıcaklıklar yıl boyunca 25,1 ° C'ye kadar değişir.
	Dış hava nemliliği (yağış miktarı)	Ortalama yağış miktarı 1144 mm. -En düşük yağış, 78 mm yağış ile şubat ayı -En yağışlı ay 107 mm yağış miktarı ile mayıs ayı

6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Dikey yeşil sistemler, kentlerde bina cephelerinde kullanılan doğal olmayan yapı malzemelerine bir alternatif olabilir. Hava kirliliği, ısı adası etkisi, sera etkisi, gürültü kirliliği gibi bir çok olumsuz etkeni önlemek için yapılan şehir planlaması, mimari tasarım veya teknik diğer düzenlemeler bir bütün olarak düşünülürse, dikey yeşil sistemler de bu bütünün bir parçasıdır.

Dikey yeşil sistemlerin uygulandığı 10 bina, son 10 seneyi kapsayacak şekilde yapıldıkları yıllara ve Dünya'nın farklı bölgelerinde yer alacak şekilde seçilmiş olup yeşil sistem tipi ve katmanları, sağladıkları yararlar, bu sistemlerin iklime ve cepheye ilişkin tasarım parametreleri 5. Bölümde incelenerek tablolştırılmıştır. Bu bölümde incelenen örnekler üzerinden karşılaştırmalı bir değerlendirmede bulunulmuştur.

6.1. Dikey Yeşil Sistemlerin Katmanlaşma Açısından Değerlendirilmesi

Dikey yeşil sistem türü: (Tablo 6.1.) Bina cephelerinde tek tip dikey yeşil sistem uygulanacağı gibi farklı tipte sistemler bir binada aynı cephede ya da farklı cephelerde uygulanabilmektedir. 10 örnek binanın 6'sinde yalnızca yaşayan duvar, 3'ünde yalnızca yeşil cephe, 1 örnekte de hem yeşil cephe hem de yaşayan duvar uygulaması yapılmıştır. Pencere açıklıkları fazla veya balkon, teras kullanımı olan binalarda (KMC Corporate Office, Pasona HQ, Naman Retreat) yeşil cephe uygulaması görülmektedir. Diğer örneklerde genellikle yapıların sağır duvarlarında yaşayan duvar uygulaması yapılmıştır.

Bitki alt katmanı ve bitkiler: Seçilen 10 örnekten yaşayan duvarlardan 4'ünde keçe katmanında bitkilendirme yapılmış olup bu sistemlerde substrat bulunmamaktadır, gerekli besin hidroponik sistem sulama ile alınmaktadır. Seçilen 10 örnekten modüler sistem yaşayan duvarlardan 1'inde de bitki altkatmanı olarak toprak kullanıldığı bilgisine ulaşılmıştır. Yeşil cephelere sahip örnek binalarda da bitki altkatmanı olarak toprak kullanılmış olup toprak, kat döşemelerinde derinliği olan bir alan açılarak yerleştirilmiş veya kat döşemelerinde bulunan saksılara konulmuştur.

Binalarda kullanılan bitkiler çeşitlilik göstermektedir. Seçilen 10 adet örnekten 4'ünde yeşil cephe uygulaması vardır ve tümünde sarmaşıklar, çiçekli sarmaşıklar gibi sarılıcı tırmanıcı bitkiler tercih edilmiştir. 10 adet örnekten 7'sinde yaşayan duvar uygulaması vardır ve kullanılan bitkilere bakıldığında, isimlerine ulaşılan bitkiler

arasında; menekşe, sarmaşık türleri, eğrelti otları en çok karşılaşılan bitki türleridir. İncelenen örneklerde genellikle binanın bulunduğu yere özgü bitkiler tercih edilmiştir.

Taşıyıcı: (Tablo 6.1.) Yaşayan duvar örneklerinin tümünde taşıyıcı olarak, bina ana duvarına monte edilen metal konstrüksiyon kullanılmıştır. Keçe katmanlı yaşayan duvar örneklerinde metal konstrüksiyon üzerine panel yerleştirilmiş, bitkilerin yerleştirildiği keçe katmanı da bu levhalar üzerine uygulanmıştır. Modüler sistem yaşayan duvar örneklerinde taşıyıcı üzerine bitkilerin bulunduğu modüller yerleştirilmiştir. Green Cast binasında da alüminyum taşıyıcı arasına yerleştirilmiş alüminyum döküm paneller bulunmaktadır.

Yeşil cephelerin kullanıldığı örneklerde bitkiler kat döşemelerinde saksılar ya da kat döşemesi üzerinde yapılan düzenlemelerde yetiştirilmekte ve bir cephe ögesi (beton panjur, metal kablo vb.) ile büyüüp cepheyi sarmaktadır. Yeşil cephelerden; Pasona HQ binasında bitkiler ahşap saksılarda yetismekte, KMC Corporate binasında bitkiler kat balkon döşemelerinde açılmış bitki bölümlerinde büyümekte ve her iki binada da cephede bulunan kafes sistem sayesinde yayılabilmektedir. Naman Retreat binasında bitkiler kat döşemelerinde substrat için açılmış yırtıklarda yetismekte, 5x15 prefabrike beton panjurlar ve bu panjurlar arasında bulunan alüminyum teller aracılığıyla yayılabilmektedirler. One Central Park binasında yeşil cepheler, polietilen bitki saksılarında yetiştirilen bitkilerin paslanmaz çelik kablolar aracılığıyla yayılması ile elde edilmiştir.

Sulama sistemi: 10 örnek binadan modüler sistem yaşayan duvarların uygulandığı 2 yaşayan duvar örneğinde sulama sistemi, modüller içindeki substratın sulanmasına dayalı olan otomatik sistem olarak belirtilmiştir. 10 örnekten keçe katmanında yetiştirilen bitkilerin olduğu 4 yaşayan duvar örneğinde sulama, bitkilere gübre ve gerekli besini sağlayan hidroponik sistem sulama ile gerçekleşmektedir. Hidroponik sistem de bir otomatik sistemdir. Yeşil cephe uygulaması olan 4 örnek binada, damlama ve sisleme tekniği ile bitkilerin su ihtiyacı karşılanmaktadır.

Ele alınan örneklerde tüm yaşayan duvarlar, otomatik sulama sistemine sahip ve bina ana yapı duvarına monte edilmiş bir taşıyıcı sistem üzerine uygulanmışlardır. Bitkilerin yetiştirme ortamı ve kullanılan bitkiler değişkenlik göstermektedir. Yaşayan duvar sistemlerinin uygulamasında; cepheye ve iklime ilişkin parametreler de göz önünde bulundurularak yöreye özgü tasarımlar yapılabilir.

Tablo 6.1. Dikey yeşil sistem tipi, bitki, substrat, taşıyıcı ve sulama sistemi bilgileri tablosu

Bina Adı	Görsel	Dikey Yeşil Sistem	Bitki	Substrat	Taşıyıcı	Sulama Sistemi
Caixa Forum Museum Vertical Garden (2007)		Yaşayan duvar	250'den fazla tür ve 15000 adet bitki (Karanfil, Hanımeli, Damkoruğu, Çan çiçeği, Begonvil gibi)	Substrat bulunmuyor.	Duvara sabitlenmiş poliüretan levha üzerine keçe katmanı.	Hidroponik Sistem
Pasona HQ (2010)		Yeşil Cephe	Sarılcı tırmanıcı bitkiler, portakal ağacı, mevsimlik çiçekler.	Toprak temelli alt katman	Ahşap bitki kutuları, cephede bulunan kafes sistem panjur.	Damla sulama ve sisleme sistemi
The Rubens at the Palace Hotel (2011)		Yaşayan Duvar	10.000adet otsu bitki (eğreltiotları, çilek, çiğdem, kış sardunyaları)	16 ton toprak	Duvara montelenen bir arka panel ve modüller	Otomatik sulama sistemi.
Green Cast (2011)		Yaşayan Duvar	Mavi teber, Japon eğreltiotu, Çim zambağı, Kuşkonmaz bitkileri gibi	Bilgi yok	Alüminyum taşıyıcı arasına yerleştirilmiş alüminyum döküm paneller	Otomatik sulama sistemi
KMC Corporate Office(2012)		Yeşil Cephe	Sarılcı tırmanıcı bitkiler	Toprak	Özel döküm alüminyum kafes.	Damla sulama, sisleme.
One Central Park (2014)		Yaşayan Duvar	Avustralya'ya özgü 250 bitki türü (Kanguru pençesi, sarmaşık yapraklı menekşe gibi)	Substrat bulunmuyor.	Metal konstrüksiyon üzeri plastik panelde uygulanan keçe	Hidroponik Sistem.
		Yeşil Cephe	Sarılcı tırmanıcı bitkiler	Bilgi yok	Polietilen saksılar, paslanmaz çelik kablolar	Hidroponik Sistem.
Santalaia (2015)		Yaşayan duvar	115.000 adet bitki (Kuşkonmaz, biberiye, Cezayir menekşesi vb.)	Substrat bulunmuyor.	Metal konstrüksiyon taşıyıcı üzerine keçe katmanı	Hidroponik Sistem
Naman Retreat (2015)		Yeşil Cephe	Ağaç, sarmaşıklar ve çiçekli sarmaşıklar	Toprak	Prefabrike beton panjurlar ve alüminyum teller	Bilgiye ulaşılamadı
Swissotel Resort Bodrum Beach (2015)		Yaşayan duvar	40.000 adet bitki kullanılmıştır.	Substrat bulunmuyor.	Metal konstrüksiyon taşıyıcı üzerine keçe katmanı	Hidroponik sistem
WTC Liberty Park Yaşayan Duvarı (2016)		Yaşayan duvar	20.000'den fazla herdem yeşil ve çok yıllık bitki (Cezayir menekşesi, Kış sarmaşığı gibi)	Bilgi yok	Paslanmaz çelik taşıyıcı üzerine bitki modülleri asılır.	Damla sulama sistemi

6.2. Dikey Yeşil Sistemlerin Sağladığı Yararlar Açısından Değerlendirilmesi

Bu bölümde ele alınan bina örneklerinde dikey yeşil sistemler ile sağlanan yararlardan; kentsel ısı adasını önleme, bina ısıtma ve soğutma yüklerini azaltmaya katkı, sulamada suyun geri dönüşümü ve ürün yetiştirime özelinde bahsedilmiş ve tablolandırılmıştır.

6.2.1. Kentsel ısı adası etkisinin önleme ve bina ısıtma, soğutma yüklerini azaltmaya katkısı açısından değerlendirme

Kentsel ısı adasını önleme: (Tablo 6.2.) Ele alınan 10 dikey yeşil sistemden 5'inde sera gazı emisyonunun önlenmesi, havadaki kirleticilerin azaltılarak oksijen sağlanması ve bina etrafındaki ısıнын düşürülmesi amaçlanmıştır. 5 örnek bina arasında bulunan One Central Park ve Santalia yaşayan duvarlarında hava kalitesinin artırılmasına yönelik sayısal hesaplamalar yapılmıştır. Dikey yeşil sistemlerin kişi başı sağlanacak oksijen miktarına ve engellenebilecek sera gazı emisyon miktarına katkılarının sayısal verilere dayandırılarak hesaplanması, hava kalitesinin artırılması ve kentsel ısı adası etkisini önlemeye yönelik geleceğe dair hedefler konulması açısından önemlidir.

Isıtma ve soğutma yüklerine etki: (Tablo 6.2.) Ele alınan 10 örneğin 7'sinde, dikey yeşil sistemlerin ısıtma ve soğutma yüklerini azaltıcı etkisi olduğundan bahsedilmiştir. Bu örneklerden One Central Park dikey yeşil sistemlerinde bina enerji tüketiminde % 26 oranında azalma sağlanacağı hesaplanmış, diğer yaşayan duvar örneklerinin de binayı kışın sıcak, yazın serin tutacağından bahsedilmiştir. Naman Retreat yeşil cephesinin güneş radyasyonunu engelleyip, rüzgar akışına izin vermesi üzerinden yapılacak bir değerlendirmeye göre, yeşil cephelerin binalarda hava hareketlerini düzenleyerek bina ısıtma ve soğutma yüklerine katkı sağlayacağını söylemek mümkündür.

Binaların yapay olarak ısıtılması ve soğutulması sırasında kullanılacak enerji miktarı ve yakıt tipi, çevre kirliliğinin önlenmesi ve kaynakların verimli kullanılması açısından önemlidir. Bu sebeple bina iç mekan ısı kontrolünün pasif yollardan sağlanması, yapay ısıtma ve soğutma kullanılacaksa da mümkün olduğunca pasif havalandırma yöntemlerinden ve cephe kabuğu özelliklerinden de yararlanılması kent içi ısı adası etkisini azaltmada etkili olacaktır.

Tablo 6.2. Kentsel ısı adasını önlemeye ve ısıtma-soğutma yüklerine etki bilgileri tablosu

Bina Adı	Görsel	Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı	Isıtma ve soğutma yüklerine etkisi
Caixa Forum Museum Vertical Garden (2007)		Yaşayan duvar, etrafında birkaç derecelik soğutma etkisi ile yakın çevresine serinlik sağlamaktadır. Şehir yetkililerince ısı adasını önlemek için alınacak önlemler kapsamında ele alınmıştır.	Yaşayan duvar güneye bakan bina duvarını yaz aylarında ısıdan ve kışın soğuktan izole eder.
Pasona HQ (2010)		Bilgiye ulaşılamadı.	Yapay iklim kontrolü mevcut, bu sebeple bitkilerin ısıtma ve soğutma yüklerinden bahsedilmemiştir.
The Rubens at the Palace Hotel (2011)		Havadaki mikroskobik kirleticileri yakalaması amaçlanmaktadır.	Yaz aylarında serin, kış aylarında sıcak ortam sağlamaktadır.
Green Cast (2011)		Bilgiye ulaşılamadı	Cephede doğal doku yaratmak hedeflenmiş, bu sebeple ısıtma ve soğutma yüklerinden bahsedilmemiştir.
KMC Corporate Office (2012)		Cephede uygulanan sisleme sistemi ile sulama çevresinde ısıyı düşürmeye katkısı sağlamaktadır.	Sisleme sistemi binada pasif soğutma (buharlaşmalı soğutma) sağlar, binaya giren havayı nemlendirir.
One Central Park (2014)		25 yılda 136.000 ton sera gazı emisyonunu önlemesi bekleniyor.	Enerji tüketiminde %26 oranında azalma sağlar
Santalaia (2015)		115.000 bitkinin 700 kişi için karbon ayak izi telafisine eşit olduğu, 3000 metrekairelik bitki örtüsünün 3000 kişiye oksijen sağlayacağı ve 745 otomobilin sebep olduğu kirliliği temizleyeceği öngörülmüştür.	Yaşayan duvar, sıcak havalarda soğutma yüklerini azaltıyor ve soğuk havalarda binaya kısmen ısı yalıtımı sağlamada yardımcı oluyor.
Naman Retreat (2015)		Kent merkezinde yer almamaktadır. Etrafında oteller, golf sahaları, villa alanları ve boş araziler bulunmaktadır. Bulunduğu çevrede ısı adası etkisinden söz edilmiyor.	Yeşil cephe, rüzgar akışına izin verirken doğrudan güneşi azaltmakta. Tropik iklimde termal radyasyonu azaltır.
Swissotel Resort Bodrum Beach (2015)		Kent merkezinde yer almıyor, etrafında tatil siteleri, boş araziler bulunuyor, bulunduğu çevrede ısı adası etkisinden söz edilmiyor.	Bilgiye ulaşılamadı.
WTC Liberty Park Yaşayan Duvarı (2016)		Bilgiye ulaşılamadı.	Güvenlikli araç geçiş binası duvarında bulunuyor, bu sebeple ısıtma ve soğutma yüklerinden bahsedilmemiştir.

6.2.2. Dikey yeşil sistem sulamasında suyun geri dönüşümü ve ürün yetiştiriciliğinin değerlendirilmesi

Suyun geri dönüşümü: (Tablo 6.3.) “Dünya nüfusunun % 40’ını barındıran 80 ülke şu an itibarıyla su sıkıntısı çekmektedir (<http-105>)”. Binalar ile entegre biçimde tasarlanan atık suyun geri dönüştürülerek tekrar kullanılmasını sağlayan sistemlerin uygulanması su tasarrufu için önemlidir. 10 Dikey yeşil sistem örneğinin 5’inde suyun geri dönüşümü ile dikey yeşil sistem sulaması yapılmaktadır. Söz konusu 5 örnekten; The Rubens at the Palace Hotel, Green Cast ve KMC Corporate Office binalarında yağmur suyu geri dönüştürülerek, One Central Park ve Santalaia binalarında ise hem banyoda kullanılan su, hem de yağmur suyu geri dönüştürülerek dikey yeşil sistemlerin sulanmasında kullanılmaktadır. Caixa Forum Museum ve WTC Liberty Park yaşayan duvarlarında, zemin seviyesinde geri kazanım sistemi ile atık su toplayan toplama havzasından bahsedilmiş fakat suyun geri dönüşümüne dair net bir bilgiye ulaşılamamıştır.

Dikey yeşil sistemler, parklarda ve yeşil çatıların sulanmasında yağmur veya gri sudan geri dönüştürülmüş su kullanılır ve sulama için şebekeden olabildiğince az temiz su alınırsa, şebeke pis su yükü azaltılır ve su tasarrufu sağlanabilir.

Ürün yetiştiriciliği: (Tablo 6.3.) Ele alınan 10 adet örnekten yalnızca Pasona HQ binası yeşil cephesinde ürün yetiştirilmektedir. Binada hem iç mekanda, hem de yaşayan duvarda üretilen bitkiler ofis binasına ait mutfakta kullanılırken, bir yandan da üretimin kentsel yaşam içinde yeniden düşünülmesinin sağlanması hedeflenmektedir (<http-67>).

Pasona HQ binası kent içinde dikey yüzeyde gıda ürünü yetiştirilebileceğinin bir örneğidir. Ancak iç mekandaki ısının gerekenden daha fazla olması nedeniyle çok miktarda enerjinin harcandığı söylenebilir. Tarım alanlarının az olduğu ya da tarım alanlarına oldukça uzak olan kentsel yerleşim alanlarında, tarım ürünlerinin kentte yaşayanlara ulaşımına kadar geçen sürede harcanan enerji miktarı ve oluşan karbon ayak izi değerlendirilir ve bu doğrultuda bir analiz yapılırsa, verimli olacak tercih belirlendiğinde, gelecekte binalar, yüksek yoğunlukta ürün üreterek kendi besinlerini üreten hücrelere dönüşebilirler. Bu tür binalarda yaşayanların, psikolojik olarak kendilerini, bitkilerden yoksun, toprak ile bağını kesmiş binalarda yaşayanlara oranla daha mutlu ve sağlıklı hissetme ihtimalleri yükselecektir.

Tablo 6.3. Ürün yetiştirme amaçlı kullanım ve suyun geri dönüşümü bilgileri tablosu

Bina Adı	Görsel	Ürün Yetiştirme	Suyun Geri Dönüşümü
Caixa Forum Museum Vertical Garden(2007)		Kullanım bulunmuyor.	Su kaybını önlemek için, zemin seviyesinde bir geri kazanım sistemi ile su, tekrar dolaşıma sokulur.
Pasona HQ (2010)		Elde edilen ürünler personel yemekhanesinde kullanılıyor.	Bilgiye ulaşılamadı.
The Rubens at the Palace Hotel (2011)		Kullanım bulunmuyor.	Çatıda depolama tankında depolanan yağmur suyu sulamada kullanılıyor.
Green Cast (2011)		Kullanım bulunmuyor.	Yağmur suyu,borularla alüminyum döküm saksılara gönderilir.
KMC Corporate Office (2012)		Kullanım bulunmuyor.	Binanın yağmur suyu toplama ve sulama sistemi bulunmaktadır.
One Central Park (2014)		Kullanım bulunmuyor.	Gri su ve yağmur suyunu kullanır.
Santalaia (2015)		Kullanım bulunmuyor.	Apartaman dairelerinde geri dönüştürülmüş duşlardaki su ve yağmur suyu bitkilerin sulanmasında kullanılmaktadır.
Naman Retreat (2015)		Kullanım bulunmuyor.	Bilgiye ulaşılamadı.
Swissotel Resort Bodrum Beach(2015)		Kullanım bulunmuyor.	Bilgiye ulaşılamadı.
WTC Liberty Park Yaşayan Duvarı(2016)		Kullanım bulunmuyor.	Özel üretim paslanmaz çelik toplama havzasının, artık su toplamak için yaşayan duvar panellerinin altına asıldığı belirtilmiştir.

6.3. Dikey Yeşil Sistemlerin Cepheye İlişkin Tasarım Parametreleri Açısından Değerlendirmesi

Bu bölümde dikey yeşil sistemin kullanıldığı 10 adet bina cephe özellikleri ile cepheye ilişkin tasarım parametreleri açısından karşılaştırılmış ve bir değerlendirme yapılmıştır.

6.3.1. Dikey yeşil sistemin bulunduğu cepheler ve cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu açısından değerlendirilmesi

İncelenen örneklerde dikey yeşil sistemler; eski ya da yeni binaların bazen bir ya da iki cephesinde, bazen de tüm cephesinde “yeşil cephe” ya da “yaşayan duvar” olarak uygulanmışlardır. Örnekler genellikle şehirleşmenin yoğun olduğu bölgelerde yer almaktadır. Şehirden uzak bölgelerde de örnekler bulunmaktadır.

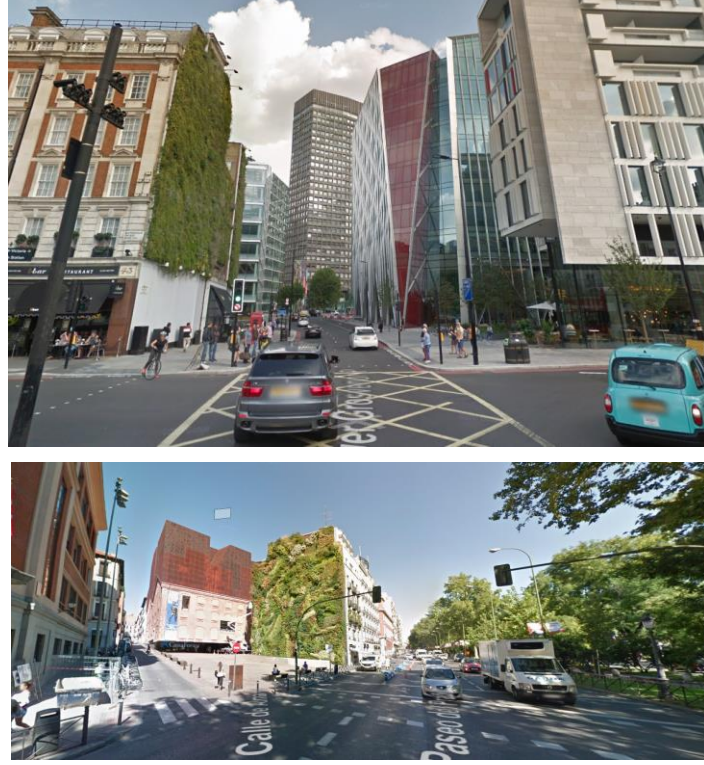
Bütün cephelerinde dikey yeşil sistemin uygulandığı binalar ve şehir içindeki konum: 10 bina örneğinin 3’ünde dikey yeşil sistem binada tüm cephelerde uygulanmıştır. Bu 3 örnekten **KMC Corporate Office** ve **Naman Retreat** binalarında yeşil cephe binaların tüm cephelerinde nerdeyse homojen şekilde uygulanmıştır. Tüm cepheleri dikey yeşil sistemlerle kaplı bir bina, bulunduğu bölgedeki yeşil dokunun tamamlayıcısı olabilir ve biyolojik çeşitliliğin devamlılığını sağlayabilir. 3 Örnekten biri olan **Santalaia** binasında ön ve arka cephelerde, diğer cephelere göre daha az yoğunlukta, sağ ve sol yan cephelerde ise yoğun şekilde yaşayan duvar kullanılmıştır. Bu binada bir yaşayan duvar caddeye bakmakta ve bina çevresinde az ve çok katlı binalar bir arada bulunmaktadır.



Görsel 6.1. a) *KMC Corporate Office* b) *Naman Retreat (The Babylon Hotel)* c) *Santalaia* (<http-74>, <http-76> ve <http-83>)

Tek cephesinde dikey yeşil sistemin uygulandığı binalar ve şehir içindeki konum: 10 Örnek binadan 5’inde dikey yeşil sistemler binanın yalnızca bir cephesinde uygulanmış olup cephenin baktığı yön çeşitlilik göstermektedir. **The Rubens at the Palace Hotel** ve **Caixa Forum** binaları eski yapılar olup tek cephelerinde yaşayan duvar uygulaması yapılmıştır ve yaşayan duvarlar güney cepheye bakmakta, gün içerisinde uzun saatler doğrudan güneş ışınımı almaktadır. **The Rubens at the Palace Hotel** binası, turistik bir bölgede konumlanmakta ve yaşayan duvarın karşısında yüksek katlı binalar bulunmaktadır. **Caixa Forum** binası ise bir kavşakta oluşturulan meydana bakmakta ve çevresinde yüksek katlı binalar bulunmamaktadır. Dikey yeşil sistem,

meydan sınırlayıcı bir duvar elemanı olduğunda bir dinlenme noktası olarak o meydanı daha cazip hale getirebilir. Her iki bina da hem caddelerin birleştiği kavşak noktalarında, hem de şehirleşmenin yoğun olduğu bölgelerde yer almaktadır.



Görsel 6.2. *The Rubens at the Palace Hotel(üstte) ve Caixa Forum(alta) (Google Map)*

Green Cast, Swissotel Resort Bodrum Beach ve WTC Liberty Park binalarında tek cephede yaşayan duvar uygulaması yapılmış olup yaşayan duvarlar doğu, güney ve kuzeydoğu cephelere bakmaktadırlar. **Green Cast** binası yaşayan duvarı, şehirleşmenin yoğun olduğu bir bölgede bulunmakta olup yaşayan duvar ile doğal bir cephe dokusu yaratmak amaçlanmıştır. **Liberty Park** yaşayan duvarı, Ulusal 11 Eylül Anıtı bölgesine bakmakta olup, etrafındaki binalar çok yüksek katlı binalardır. Liberty Park yaşayan duvarı, çatıda uygulanan park ve zemindeki çevre anıt peyzajının tamamlayıcı bir ögesi olarak düşünülebilir. **Swissotel Resort Bodrum Beach** binalarında uygulanan yaşayan duvar şehir merkezinde yer almamaktadır. Cepheler binaların arka cephelerinde uygulanmıştır ve kuzey, kuzeydoğu ve doğu yönlerine bakmaktadır.



Görsel 6.3. a)Green Cast (Google Map) b) Swissotel Resort Bodrum Beach (<http-108>)
c)WTC Liberty Park (Google Map)

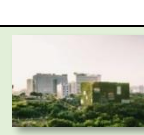
İki veya üç cephesinde dikey yeşil sistemin uygulandığı binalar ve şehir içindeki konum: Pasona HQ binasında da güney ve doğu cephelerde yeşil cephe uygulaması vardır, şehirleşmenin yoğun olduğu bir bölgede kavşak noktasında yer almaktadır ve etrafında yüksek katlı binalar bulunmaktadır. **One Central Park** binasında her bir kulenin iki cephesinde dikey yeşil sistem uygulanmıştır, tüm cepheler caddelere bakmaktadır ve çevresinde az ve çok katlı binalar birarada bulunmaktadır. One Central Park gibi çok katlı binalarda uygulanabilirliği olan, rüzgara dayanıklı, gölge miktarlarına uyumlu dikey yeşil sistemlerle daha yeşil şehir merkezleri görmek mümkün olacaktır. .



Görsel 6.4. a)Pasona HQ b)One Central Park (Google Map)

Dikey yeşil sistemlerin uygulandığı binalar, şehirleşmenin yoğun olduğu meydanlar ya da kavşak noktalarında konumlandırıldığında görsel, psikolojik ve fizyolojik açıdan daha etkili olmaktadır. Dikey yeşil sistemlerin bina üzerinde bulunduğu cepheler tasarlanırken, çevre bina yükseklikleri ve cepheye düşen gün ışığı miktarı göz önünde bulundurulduğunda daha uzun ömürlü ve sağlıklı sistemler elde edilebilecektir.

Tablo 6.4. Dikey yeşil sistemlerin uygulandığı cepheler ve cephe konumu bilgileri tablosu

Bina Adı	Görsel	Dikey yeşil sistemin bulunduğu cepheler	Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevredeki yapılara ve bulunduğu bölgeye göre konumu
Caixa Forum Museum Vertical Garden (2007) (Yaşayan Duvar)		Yaşayan duvar yalnızca mevcut 34 numaralı binanın güney cephesinde (yan cephesinde) uygulanmıştır. (Tek cephe uygulaması)	Bina Madrid merkezde bulunmakta, Kraliyet Botanik Parkından, bir cadde ile ayrılmaktadır. Yan cephede uygulanan yaşayan duvar Caixa Forum ve Paseo del Prado arasında oluşturulan meydana bakmaktadır. Etrafında yüksek katlı binalar bulunmamaktadır.
Pasona HQ (2010) (Yeşil Cephe)		güney ve doğu cephelerde uygulanmıştır (İki cephe uygulaması)	Bina Tokyo’da şehirleşmenin yoğun olduğu bir bölgededir.Yaşayan duvarların etrafında yüksek katlı binalar bulunmaktadır. Bina kavşak noktasında yer almaktadır. Etrafindan geçen caddeler geniştir.
The Rubens at the Palace Hotel (2011)(Yaşayan Duvar)		Güneybatı cephede uygulanmıştır (Tek cephe uygulaması).	Bina Buckingham Palace’ın karşısında, turistik bir bölgede yer almaktadır. Yaşayan duvar cephesi üç cadde ile çevrelenmektedir ve cephenin karşısında yüksek katlı bir bina kompleksi yer almaktadır.
Green Cast (2011) (Yaşayan Duvar)		Yaşayan duvar yalnızca binanın doğu cephesinde (ön cephesinde) uygulanmıştır. (Tek cephe uygulaması)	Bina Odawara tren istasyon binasına yakın bir bölgede bulunmakta. Binanın 3 cephesi yakın olarak konumlanmış binalara bakmaktadır. Yaşayan cephe olan ön cephesi yaklaşık 7 m genişliğinde bir caddeye bakmaktadır.
KMC Corporate Office (2012) (Yeşil Cephe)		Binanın tüm cephelerinde uygulanmıştır.	Yakın çevresi ağaçlık ve yeşil alanlarla kaplıdır. Yeşil cepheler bina bahçe peyzajını ve çevre alanlar yeşil alan dokusunu tamamlayıcı bir özellik göstermektedir.
One Central Park (2014) (Yaşayan Duvar ve Yeşil Cephe)		Güney cepheler ve kulelerin birbirine bakan cepheleri hariç tüm cephelerde (kuzey, doğu ve batı) dikey yeşil sistem var.	Tüm cepheleri caddeye bakmaktadır. Çevre binalara bakıldığında az ve çok katlı binalar bir aradadır. Bina, merkez tren istasyonuna yakın bir konumdadır. Bölgede şehirleşme yoğun.
Santalaia (2015) (Yaşayan Duvar)		Yaşayan duvar binanın sağ (kuzeydoğu), sol (güneybatı) ve kısmi olarak ön ve arka cephelerindedir.	Yaşayan duvarlarla çevrili 3 cephe binalara bakmaktadır. Yalnızca ön cephe yaklaşık 5 m genişliğinde bir yola bakmaktadır. Bu bölgede bina sayısı ve yükseklikleri fazladır.
Naman Retreat (2015) (Yeşil Cephe)		Binanın tüm cephelerinde uygulanmıştır.	Bina, deniz kenarında bulunan konaklama ve spa amaçlı kullanılan bu yapı kompleksinin arka tarafında, yola yakın bölgesinde yer almaktadır. Çevresinde az katlı binalar bulunuyor. Yeşil cephe, mahremiyeti sağlamaktadır.
Swissotel Resort Bodrum Beach (2015) (Yaşayan Duvar)		Arka cephelerde uygulanmıştır. Arka cepheler kuzey, kuzeydoğu ve doğu cephelerine tekabül etmektedir (Tek cephe uygulaması)	Yaşayan duvarlar, tatil sistemi kompleksi içerisinde olan binalar grubunun arka cephelerinde uygulanmıştır. Site içerisi binalar yüksek katlı değildir. Sitenin 3 tarafından da yol geçmektedir. Çevre arazilerde tatil siteleri ve vilallalar bulunmakta.
WTC Liberty Park Yaşayan Duvarı (2016) (Yaşayan Duvar)		Yaşayan duvar binanın kuzey doğu cephesinde uygulanmıştır (Tek cephe uygulaması)	Bina şehirleşmenin yoğun olduğu bir bölgede yer almakta. Yaşayan duvar, Ulusal 11 Eylül Anıtı bölgesine bakmakta olup, çevre binalar yüksek katlı binalardır. Yaşayan duvar, çatıda uygulanan Liberty park ve çevre zemin peyzajını tamamlayıcı bir öğe olarak düşünülebilir.

6.3.2. Dikey yeşil sistemlerinin cephe kabuğunun özellikleri ve cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni açısından değerlendirilmesi

Cephe kabuğu özellikleri: Cephe kabuğu malzemeleri ve cephede uygulanan yalıtım iç ortam kalitesi açısından önemlidir. 10 Bina örneğinden 3'ünde bina ve dikey yeşil sistem arasında kalan alan dolaşıma uygundur ve dikey yeşil sistem tipi yeşil cephedir. Bu 3 binadan Pasona HQ, KMC Construction ve Naman Retreat binalarında yeşil cephelerde çift cidarlı cephe sistemi kullanılmış, cidarlar arası boşluk hareket imkanı ve hava hareketleri için için elverişli bir alan sağlamıştır. 10 Bina örneğinden yaşayan duvar uygulaması olan 7'sinde çift cidarlı cephe sistemi kullanılmıştır. Fakat cidarlar arası dardır ve dolaşıma uygun değildir. Tüm örnek binalarda malzemeler çeşitlilik gösterse de ortak kabuk yapı "Duvar+boşluk+taşıyıcı+bitki katmanı" dır (Tablo 6.5.).

Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni: Yaşayan duvarlarda gölgeleme ve havalandırmadan çok, ısı yalıtımı özelliği ön plana çıkmaktadır. Yaşayan duvarlar genellikle dolu yüzeylere uygulanmakta, soğuk hava ve rüzgarın bina ana duvarına gelen şiddetini azaltmaktadır. 10 Örnek binadan 7'sinde yaşayan duvar uygulaması yapılmış olup 7 yaşayan duvara yönelik güneş kontrolü veya hava hareketlerini düzenlemeye yönelik bilgiye rastlanılmamıştır. 10 Örnek binadan 4'ünde yeşil cephe uygulaması yapılmış ve bu 4 örnekte de gölgelemeye katkı sağlama, hava hareketlerini düzenleme ve güneş ısınım etkisini azaltma özelliklerinden bahsedilmiştir. Sarılcı tırmanıcı bitkilerin kullanıldığı yeşil cepheler sayesinde iç cephe kabuğunda kalan pencereler güneşten yazın korunabilmekte, yaprak döken bitkilerin kullanılmasıyla da kış aylarında güneş ışığı içeriye alınarak ısınma sağlanabilmektedir. Çift kabuklu bu cephe sistemlerinde rüzgar hızı cepheler arasında yumuşatılmakta, dingin temiz havaya ulaşım daha kolay olmaktadır (Tablo 6.5.).

Dikey yeşil sistemler ülkemizde bina ile bütünleşik sistemler olmaktan çok görsel değeri yüksek mimari öğeler olarak kullanılmaktadır. Verimli bir mimari tasarım için dikey yeşil sistemler; yalıtım özelliği, güneş kontrolü, ventilasyon düzeni gibi açılardan da ele alınarak doğru cephe ve doğru bina konumu düşünülerek bina ile birlikte işleyen bir sistem mantığı ile uygulanmalıdır.

Tablo 6.5. Cephede güneş kontrolü ve doğal ventilasyon bilgileri tablosu

Bina Adı	Görsel	Cephede kabuğunun özellikleri	Cephede uygulanan güneş kontrolü ve doğal ventilasyon düzeni
Caixa Forum Vertical Garden(2007) Yaşayan Duvar)		34 numaralı binanın mevcut duvarına sabitlenmiş poliüretan levha, keçe katmanı ve bitki katmanı.	Bilgiye ulaşamadı.
Pasona HQ (2010) (Yeşil Cephe)		Kat döşemelerinde saksılarda ya da tavan döşemesine asılı saksılarda yetiştirilen bitkilerin bina çift cidarlı cephesi arasında konumlanması	Çift cidarlı cephede, oluşturulan balkonlar ve cephede uygulanan dikey yeşil sistem iç pencereleri gölgelemekte.
The Rubens at the Palace Hotel (2011) (Yaşayan Duvar)		Mevcut eski yapının tuğla duvarlarına paneller monte edilmiş, dikim modülleri panellere taşınmıştır.	Cephenin orta bölümünde, taşıyıcılara asılan şerit şeklinde yaşayan duvar güneşin, orta bölümde kalan iç cepheye etkisini azaltacaktır ve bir gölgeleme elemanı işlevi görecektir.
Green Cast (2011) (Yaşayan Duvar)		Alüminyum döküm paneller ile yaşayan duvar oluşturulmuştur. Yine alüminyum çerçevelerin diğer bölümü eğimli aşınmış stiren köpük kaplı paneller ile kaplanmıştır.	Bilgiye ulaşamadı.
KMC Corporate Office (2012) (Yeşil Cephe)		Çift cidarlı cephe sistemi: iç cidarı alüminyum pencereci betonarme bir çerçeveden, dış cidarı; bitkilerin yetiştirildiği özel döküm alüminyum kafesten oluşmaktadır.	Sisleme sulama tekniği ile iç mekanda buharlaşmalı soğutma sağlanmaktadır. Pasif havalandırma mevcut. Tırmanıcı bitkiler dikey ve yatay gölgelendirme sağlar.
One Central Park (2014) (Yaşayan Duvar ve Yeşil Cephe)		Yapı malzemeleri beton ve çelik olan binaya entegre metal konstrüksiyon taşıyıcı üzerine plastik panel ve keçe katmanı.	Bilgiye ulaşamadı.
		Binada kat döşemelerinde polietilen saksıda bitkilendirme ve katlar arası paslanmaz çelik kablolar	Saksıda köklenen dolaylı bitkilendirme dikey ve yatay gölgelendirme elemanı gibi işlev görmektedir.
Santalaia (2015) (Yaşayan Duvar)		Duvara montelenmiş metal konstrüksiyon üzerine keçe katmanı uygulanarak yaşayan duvar oluşturulmuştur.	Hidroponik sulama sistemi nem seviyelerine ve güneş yönüne göre ayarlanır. Başka bir bilgiye ulaşamadı.
Naman Retreat (2015) (Yeşil Cephe)		Binanın tüm cephelerinde 5x15 Prefabrike beton panjur ve bu panjurlar arasında bulunan alüminyum teller.	Sarmaşıklar dikey ve yatay gölgelendirme sağlar. Panjur sistemi ve sarılcı, tırmanıcı bitkiler tropik iklimdeki termal radyasyonu azaltarak doğal havalandırmaya izin vermektedir.
Swissotel Resort Bodrum Beach (2015) Yaşayan Duvar		Betonarme binaların arka cephelerine sabitlenen yaşayan duvar birimleri.	Bilgiye ulaşamadı.
WTC Liberty Park Yaşayan Duvarı (2016) (Yaşayan Duvar)		Paslanmaz çelik konstrüksiyon üzerine, üretim tesisinde önceden üretilmiş bitkilerin bulunduğu modüller yerleştirilerek oluşturulan yaşayan duvar katmanı mevcuttur.	Bilgiye ulaşamadı.

6.4. Dikey Yeşil Sistemlerin İklima İlişkin Tasarım Parametreleri Açısından Analizi

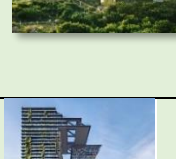
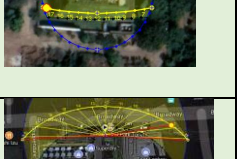
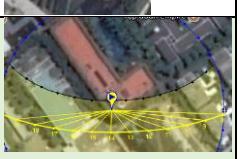
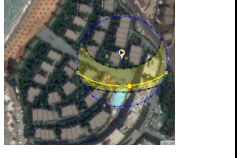
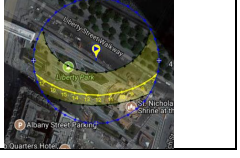
Dış hava nemliliği (yağış miktarı): Ele alınan 10 örnek binadan 7'si yağış miktarına göre çok yağışlı tanımlaması yapılan kentlerde, 1'i az yağışlı, 2'si kış aylarının yaz aylarına göre daha az yağışlı olduğu kentlerde bulunmaktadır. Örneklerden en düşük yağış, temmuz ayında "0" mm yağış ortalaması ile Bodrum'da ve en yüksek yağış, eylül ayında 224 mm yağış ortalaması ile Japonya'da görülmektedir (Tablo 6.6). Çok yağış alan bölgelerde olduğu gibi az yağış alan bölgelerde de dikey yeşil sistem uygulaması mümkündür. Dikey yeşil sistemler sulamada geri dönüştürülen yağış suyundan yararlandığı gibi etrafta nem oluşmasını da sağlamakta ve terleme-buharlaştırma yolu ile su kaybı sırasında etrafında serinlik sağlamaktadır.

Dış hava sıcaklığı: 10 Örnek binadan 8'i sıcak-ılıman iklim bölgelerinde uygulanmıştır. 10 Örnek binadan 1'i kurak iklim bölgesinde, 1'i de tropikal iklim bölgesinde uygulanmıştır. Seçilen örneklerde karasal iklim bölgesinde uygulanan bina olmasa da araştırma sırasında karşılaşılan örnekler mevcuttur. Yalnızca toprağı yılın büyük bir bölümünde donmuş olan ve fakir bir bitki örtüsü (http-113) barındıran soğuk iklim bölgesinde dikey yeşil sistem örneklerine rastlanılmamıştır. Örneklerden en düşük sıcaklık ortalaması sıcak-ılıman iklim bölgesinde bulunan Liberty Park yaşayan duvarının yapıldığı Newyork kentinde ocak ayında -0.6 °C, en yüksek sıcaklık ortalaması step iklim bölgesinde bulunan KMC Corporate Office yeşil cephesinin yapıldığı Hindistan/Haydarabad kentinde aralık ayında 33.3 °C'dir (Tablo 6.6.).

Güneş ışıınımı: 10 Örnek binadan 7'si şehir içinde yer almakta ve çevresinde yüksek yapılar olması ya da kuzeye bakması nedeniyle günün belirli saatlerinde gölgede kaldığı görülmektedir. Güneye bakan ve üzerine gölge düşmeyecek dikey yeşil sistemlerde, gün doğumundan gün batımına kadar bitkiler doğrudan güneş ışığı alacağı için güneşe daha çok ihtiyacı olan bitkiler kullanılmalıdır. Binalar gölge alıyorsa eğer gölge aldıkları alan ve zaman dilimi belirlenmeli ve güneş ihtiyaçlarına göre dikey yeşil sistem tasarlanmalıdır..

Dikey yeşil sistemin uygulandığı cephelere düşen güneş ışıınımı, çevre binaların sebep olduğu gölge miktarları, hava sıcaklığı, yağış miktarını kapsayan iklima ilişkin parametreler sayesinde binada hangi dikey yeşil sistem tipinin hangi cephede, hangi yön ve hangi bitkilerin kullanılacağı belirlenebilecektir.

Tablo 6.6. Dış hava sıcaklığı, nem ve cephelere gelen güneş ışıınımı bilgileri tablosu

Bina Adı	Görsel	Dış hava sıcaklığı ve dış hava nemliliği	Güneş ışıınımı
Caixa Forum Museum Vertical Garden (2007) Yaşayan Duvar)		Madrid : Ilıman iklim -Ortalama sıcaklık 13.7 °C (Ortalama; temmuz ayında 24°C, ocak ayında 5 °C) -Kış ayları yaz aylarına göre daha yağışlı. (En düşük yağış 11 mm yağış ile temmuz ayı , en yağışlı ay 58 mm ile Kasım ayı)	
Pasona HQ (2010) (Yeşil Cephe)		Japonya/ Tokyo: Ilıman iklim -Ortalama sıcaklık 15.6 °C (Ortalama; ağustos ayında 27.3 °C, ocak ayında 5.1 °C) -Çok yağışlı. (En kurak ay 47 mm yağış ile ocak, en yağışlı ay 185 mm yağış miktarı ile haziran ayı)	
The Rubens at the Palace Hotel (2011) Yaşayan Duvar		Londra: Ilıman iklim -Ortalama sıcaklık 11.1 °C (Ortalama; ocak ayında 4.9 °C, temmuz ayında 18.7 °C) -Çok yağışlı. (En kurak ay 39 mm yağış ile şubat, en yağışlı ay 61 mm yağış ile kasım ayı)	
Green Cast (2011) (Yaşayan Duvar)		Japonya/ Kanagawa Eyaleti: Ilıman iklim -Ortalama sıcaklık 15.5 °C (Ortalama; ağustos ayında 26.5 °C, ocak ayında 5.5 °C) (Odawara-shi) - Çok yağışlı (En düşük yağış, 58 mm yağış ile ocak ayı, en yağışlı ay 224 mm yağış miktarı ile eylül ayı)	
KMC Corporate Office (2012) (Yeşil Cephe)		Hindistan/ Haydarabad: Yerel step iklimi -Ortalama sıcaklık 26.7 °C (Ortalama; mayıs ayında 33.3 °C, aralık ayında 21.5 °C) -Yıl boyunca az miktarda yağış vardır.(En düşük yağış; ortalama 4 mm yağış ile ocak ayı, en fazla yağış; 175 mm yağış ile eylül)	
One Central Park (2014) (Yaşayan Duvar ve Yeşil Cephe)		Avustralya/ Sidney : Ilıman iklim -Ortalama sıcaklık 17.6 °C (Ortalama; şubat ayında 22.3 °C, temmuz ayında 12.0 °C) -Çok yağışlı. (En kurak ay 60 mm yağış ile eylül ayı, en yağışlı ay 155 mm yağış miktarı ile mart ayı)	
Santalaia (2015) (Yaşayan Duvar)		Kolombiya/ Bogota: Ilıman iklim -Ortalama sıcaklık 13.5 °C (Ortalama; nisan ayında 14°C, temmuz ayında 13.1 °C) -Çok Yağışlı. (En düşük yağış, 34 mm yağış ile ocak ayı, en yağışlı ay 119 mm yağış miktarı ile ekim ayı)	
Naman Retreat (2015) (Yeşil Cephe)		Vietnam/Da Nang: Tropikal iklim -Ortalama sıcaklık 25.7 °C (Ortalama; Haziran ayında 29.2 °C, Ocak ayında 21.4 °C) -Çok yağışlı. (En düşük yağış, 30 mm yağış ile mart ayı, en yağışlı ay 553 mm yağış ile Ekim ayı)	
Swissotel Resort Bodrum Beach (2015) (Yaşayan Duvar)		Türkiye/Bodrum: Ilıman iklim -Ortalama sıcaklık 18.9 °C (Ortalama; ocak ayında 11.1 °C ,temmuz ayında 28°C,) -Kış ayları yaz aylarına göre çok daha yağışlı. (En düşük yağış, 0 mm yağış ile temmuz ayı, en çok yağış 187 mm yağış ile ocak)	
WTC Liberty Park Yaşayan Duvarı (2016) (Yaşayan Duvar)		Amerika/ NYC : Ilıman iklim -Ortalama sıcaklık 12.1°C (Ortalama;ocak ayında -0.6°C, temmuz ayında 24.5 °C) Çok yağışlı.(En düşük yağış, 78 mm yağış ile şubat ayı -En yağışlı ay 107 mm yağış miktarı ile mayıs ayı)	

6.5. Genel Değerlendirme

Araştırma yapılırken son 10 senelik zaman dilimi içerisinde yapılan dikey yeşil sistem örnekleri seçilmiştir. Seçilen binalar 2007 ve 2016 seneleri arasında projelendirilip yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelere göre elde edilen sonuçlar özetlenecek olursa:

- Seçilen 10 bina örneğinin tümünde bina kabuğu, “ana duvar+boşluk+taşıyıcı+bitki katmanı” ndan oluşmaktadır. 10 örnekten 7’sinde yaşayan duvar uygulaması yapılmış olup bu sistemlerde dış kabuk ile bina duvarı arasında boşluk azdır. 10 örnekten 4’ünde yeşil cephe uygulaması yapılmış olup bu uygulamalardan 3’ünde ana duvar ve taşıyıcı arasındaki boşluğun fazla olduğu ve bu boşlukta insan dolaşımının mümkün olduğu görülmüştür.
- 10 Bina örneğinin 7’sinde yaşayan duvar uygulaması yapılmıştır. Araştırma sırasında çok katlı binalara uygulanan dikey yeşil sistemlerde yaşayan duvarların yeşil cephelere göre daha çok tercih edildiği görülmektedir.
- 7 adet yaşayan duvardan 4’ünde keçe üzerinde bitkilendirme, 1’inde modüllerde toprakta bitkilendirme yapılmıştır ve 2 örneğin bitki altkatman bilgisine ulaşamamıştır. Yaşayan duvarlarda yoğunluklu olarak keçe katmanında bitkilendirme yapılmıştır. Sulama sistemi olarak keçe katmanının kullanıldığı sistemlerde hidroponik sistem, modüler sistem yaşayan duvarlarda ise yalnızca otomatik sulama sistemi kullanılmaktadır.
- Yeşil cephe uygulamalarında ortak olan düzenlemeler; zemin ve kat döşemelerinde yetiştirilen bitkiler ve bitkileri taşıyan cephe elemanlarıdır. Damla sulama, sisleme ve hidroponik sistem sulama kullanılmaktadır.
- Kentsel ısı adasını önlemeye katkısı açısından 10 örnek binadan 5’inde hava kalitesinin artırılması amaçlanmış ve bu örneklerden 2’sinde binalarda uygulanan dikey yeşil sistemlerin sera gazı emisyonu önlemeye katkısı ve sağladığı karbon ayak izi telafisi sayısal verilerle desteklenmiştir.
- Dikey yeşil sistemlerin binayı ısıtma ve soğutma yüklerine katkısı açısından değerlendirildiğinde 10 bina örneğinden 6’sında yaz aylarında binanın serin tutulması, kış aylarında sıcak tutulması veya bina içi enerji tüketiminin azaltılması hedeflenmiştir. Bu örneklerden One Central Park yeşil cephelerindeki gölgeleme sağlayan bitkiler sayesinde termal etkinin %20 azaltılarak soğutma enerji yükünün düşürüleceğinden bahsedilmiştir.

- Dikey yeşil sistemlerde ürün yetiştiriciliği 10 örnekten yalnızca 1 örnekte tespit edilmiş olup, yeşil cephe uygulaması yapılmıştır. Üretim ve üretilen ürünlerin bina içinde kullanılması ile doğal olana farkındalık oluşturulmak amaçlanmaktadır.
- 10 Örnek binadan 5'inde yalnızca yağmur suyunun ya da yağmur suyu ve gri suyun birlikte geri dönüştürülerek dikey yeşil sistemlerin sulamasında kullanıldığı bilgisine ulaşılmıştır.
- Seçilen 10 örnek binanın 7'si kent içerisinde kalmaktadır ve dikey yeşil sistem uygulamalı cephelerine, günün belirli saatlerinde çevre binaların gölgesi düşmektedir. Diğer 3 bina şehirleşmenin yoğun olmadığı yerlerde bulunmaktadır. Dikey yeşil sistemler uygulandıkları cephe yönlerine göre çeşitlilik göstermektedir.
- Güneş ışınlam süreleri uygulandıkları cephe yönüne göre farklılık göstermektedir. 10 bina örneğinin 5'inde tek cephede dikey yeşil sistem uygulanmış olup, 2'sinde cephe güneye bakmakta, 1 örnekte batıya, 1 örnekte kuzeydoğuya, 1 örnekte de yapı kompleksi içinde bulunan ayrı binaların arka cephelerine uygulanmış ve farklı yönlerle (kuzey ve doğuya) bakmaktadır. Kuzeydoğuya bakan WTC Liberty Park yaşayan duvarının gün içerisinde az miktarda doğrudan güneş ışınlamı aldığı görülmektedir. Diğer binalarda birden çok cephede uygulama görülüp cephelerin doğrudan gün ışınlamı alma süreleri farklılık göstermektedir.
- Dikey yeşil sistemler kentsel mekana, kentsel arayüz bağlamında dış mekanı sınırlayan cephe öğeleri olarak katkı sağlamaktadır. Seçilen örneklerden Caixa Forum binası önünde eski düzenlemede bir benzin istasyonu bulunmaktayken, yeni düzenlemede istasyon yıkılmış ve o alanda bir meydan oluşturulmuştur. Bu alanda oluşturulan dikey yeşil sistem o meydanı sınırlayan ve tanımlayan bir cephe öğesi olmuştur. Seçilen örneklerden 5'i şehir içi kavşak noktalarında bulunan ya da caddelere bakan binalarda uygulanmış olup bu dikey yeşil sistemler kentsel arayüze; algılanabilen dokusal farklılık yaratan cepheler olarak katkı sağlamaktadır. Örnek binalardan 4'ü ise etrafında bulunan park ya da arazi peyzajı gibi yeşil dokuların tamamlayıcı bir öğesi olmuştur.
- Seçilen 10 örnek binadan yeşil cephe uygulaması yapılmış 3 örnekte; yeşil cephe güneş kontrolü sağlarken, yüksek rüzgar hızını kesmekte ve iki kabuk arasında temiz hava cepleri oluşturmaktadır. Örneklerden yaşayan duvarlı cephelerde, güneş kontrolü ile ilgili bir bilgi bulunamamaktadır.

- Seçilen örneklerde 10 adet dikey yeşil sistem uygulamasından 8'i sıcak-ılıman iklim tipi "C" grubu iklim bölgelerinde, 1'i kurak iklim tipi "B" grubu ve 1 örnek te tropikal iklim tipi "A" grubu iklim özelliklerine sahip bölgelerde uygulanmıştır. Araştırma sırasında yalnızca soğuk iklim bölgesi olan "E" iklim grubunda dikey yeşil sistem örneklerine rastlanılmamıştır.
- Seçilen 10 bina örneğinden 7'si çok yağışlı iklim bölgelerinde, 1'i az yağışlı, 2'si kış ayları yaz aylarına göre daha yağışlı iklim bölgelerinde yapılmıştır. Dikey yeşil sistemler, genellikle çok yağış alan bölgelerde tercih edilirken, daha az yağışlı bölgelerde de uygulandığı görülmektedir.
- Örnek binalarda, bina özelinde bitki çeşitliliği mevcuttur. 10 Örnekten ele alınan 4 yeşil cephede çoğunlukla sarılıcı tırmanıcı bitkiler kullanılmış olup mevsimlik çiçekler ve portakal ağacının kullanıldığı örnekler de mevcuttur. Ele alınan 10 bina örneğinden yaşayan duvar uygulaması olan 7'sinde sarılıcı tırmanıcı bitkilerin yanı sıra diğer bitki türleri (karanfil, begonvil, sardunya, eğreltiotları vb.) de kullanılmış olup 2 yaşayan duvar örneğinde 250 bitki türünün kullanıldığı bilgisine ulaşılmıştır. 2 örnekten Caixa Forum'da 600 m2 dikey yeşil sistemde 250 bitki türü, One Central Park binasında 1200 m2 dikey yeşil sistemde 250 bitki türü kullanılmaktadır. Yaşayan duvarlarda bitki tür çeşitliliği yeşil cephelere oranla fazladır. Örnek binalarda yöreye özgü bitkiler tercih edilmektedir.
- Türkiye'den yaşayan duvar örneği Bodrum'dan seçilmiş olup cephede kullanılan bitki türlerine ulaşılamamıştır. Ülkemizde uygulanan diğer örnekler incelenmiş, örneklerden Antalya 'da Erasta Avm duvarında bulunan 350 m2 yaşayan duvarda 3 farklı sedum türü kullanıldığı ([http-118](#)), İzmir Karşıyaka'da bulunan 52 m2 yaşayan duvarda 9 farklı bitki türü([http-119](#)) bulunduğu bilgilerine ulaşılmıştır (Tablo 6.7.). Yurt dışı uygulamalarında görülen bitki tür sayısının, ülkemiz dikey yeşil sistem örneklerindeki bitki tür sayısına göre oldukça fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 6.7. Dikey yeşil sistem Türkiye örnekleri

 52 m2 alan / 9 bitki türü/ Yapım: 2015 / İzmir	  350 m2 alan / 3 bitki türü (sedum türü) Batı cephesi (Erasta Avm) Yapım: 2013 / Antalya	
 944,55 m2 alan / İstanbul	 1049 m2 alan / İstanbul	 1092 m2 alan/İstanbul

- Ülkemizde dikey yeşil sistemler daha çok otoyollarda uygulanmaktadır ve bununla ilgili en çok örneğe İstanbul'da rastlanılmakta olup 1000 m2 üzerinde alana sahip uygulamalar mevcuttur (<http-63>). İzmir'de bir kafenin duvarında görüldüğü üzere ya da otoyollarda duvarlarda uygulanan sistemlerde daha çok çıplak sağır duvarları örtmek ve görsel zenginlik sağlamak amacıyla dikey yeşil sistem uygulama yapıldığı görülmüştür. Antalya Erasta Avm uygulamasında ise dikey yeşil sistemin ısı yalıtımına katkı sağladığından ve sistemin uygulandığı batı cephesinde güneşe dayanıklı bitkiler tercih edildiğinden bahsedilmiştir (<http-118>) fakat dikey yeşil sistem uygulama yüzey alanı 350 m2 olup avm cephe yüzey alanının yanında küçük bir alan olarak kalmaktadır. Bina ile bütünleşik tasarlanmış, ısı yalıtımı, suyun geri dönüşümü, gürültü azaltma etkisi, ısı adasının önlenmesi ve kentsel hava kalitesinin arttırılmasına yönelik bütüncül bir yaklaşımla ele alınıp uygulanan dikey yeşil sistem örneklerine ülkemizde rastlanılmamıştır.

Tablo 6.8. Genel değerlendirme tablosu

	Caixa Forum Museum (2007)	Pasona HQ (2010)	The Rubens at the Palace Hotel (2011)	Green Cast (2011)	KMC Corporate Office (2012)	One Central Park (2014)	Santalaia (2015)	Naman Retreat (2015)	Swissotel Resort Bodrum Beach (2015)	WTC Liberty Park (2016)
Yaşayan Duvar Tipi	Yaşayan duvar	Yeşil cephe	Yaşayan duvar	Yaşayan duvar	Yeşil cephe	Yaşayan duvar ve yeşil cephe	Yaşayan duvar	Yeşil cephe	Yaşayan duvar	Yaşayan duvar
Bitki	Çeşitli bitkiler	Sarılcı tırmanıcılar	Çeşitli bitkiler	Çeşitli bitkiler	Sarılcı tırmanıcılar	Çeşitli bitkiler+sarılıcı tırmanıcılar	Çeşitli bitkiler	Sarılcı tırmanıcılar	Çeşitli bitkiler	Çeşitli bitkiler+sarılıcı tırmanıcılar
Substrat	Keçe	Toprak	Toprak	-	Toprak	Keçe	Keçe	Toprak	Keçe	-
Taşıyıcı	Metal konstrüksiyon	Ahşap bitki kutuları	Metal konstrüksiyon	Metal konstrüksiyon	Alüminyum Kafes	Montelenen levhalar ve çelik kablo	Metal konstrüksiyon	beton panjur ve alüminyum teller	Metal konstrüksiyon	Paslanmaz çelik taşıyıcı
Sulama S.	Hidroponik	Otomatik	Otomatik	Otomatik	Otomatik	Hidroponik	Hidroponik	-	Hidroponik	Otomatik
Kentsel ısı adasını önleme	Hava kalitesini artırır	-	Hava kalitesini artırır	-	Hava kalitesini artırır	Hava kalitesini artırır. Sayısal veriler var.	Hava kalitesini Arttırır. Sayısal veriler var.	Kent merkezinde değil	Kent merkezinde değil	-
Isıtma ve soğutma yüklerine etkisi	Yazın ısıdan ve kışın soğuktan izole eder	-	Yazın ısıdan ve kışın soğuktan izole eder	-	Sisleme sulama ile pasif soğutma	Enerji tüketiminde %26 azalma sağlar.	Yazın ısıdan ve kışın soğuktan izole	Rüzgarı düzenler. Güneş etkisini azaltır.	-	-
Ürün Yetiştirme	-	Ürün yetiştirme	-	-	-	-	-	-	-	-
Suyun geri dönüşümü	-	-	Yağmur suyu	Yağmur suyu	Yağmur suyu	Gri su ve yağmur suyu	Gri su ve yağmur suyu	-	-	-

Tablo 6.9. Genel değerlendirme tablosu

	Caixa Forum Museum (2007)	Pasona HQ (2010)	The Rubens at the Palace Hotel (2011)	Green Cast (2011)	KMC Corporate Office (2012)	One Central Park (2014)	Santaiaia (2015)	Naman Retreat (2015)	Swissotel Resort Bodrum Beach (2015)	WTC Liberty Park Yaşayan Duvarı (2016)
Dikey yeşil sistemin bulunduğu cepheler	Tek cephe (güney)	İki cephe (güney ve doğu)	Tek cephe (Güneybatı cephe)	Tek cephe (doğu)	4 cephe Homojen	Blokların 2 cephesi (kuzey, doğu, batı)	4 Cephe (2 cephesinde dar alanda)	4 cephe (Homojen)	Binaların tek cephesi (kuzey, doğu)	Tek cephe (kuzey doğu)
Dikey yeşil sistemli cephelerin yakın çevresinde konumu	Bir meydana bakmakta.	Etrafında yüksek katlı binalar var. Kavşakta.	Etrafında yüksek katlı binalar var. Kavşakta.	Bir caddeye bakmakta.	Yakın çevresi ağaçlık ve yeşil alan.	Etrafında yüksek katlı binalar var. Her cephe yola bakıyor	Etrafında yüksek katlı binalar var. 1 cephe yola bakıyor.	Bir otel kompleksi içinde yer alıyor.	Bir tatil sitesi içinde yer alıyor.	Etrafında yüksek katlı binalar var. 11 Eylül anıtı bölgesinde bulunuyor.
Cephe kabuğunun özellikleri	İki kabuk arası geniş, (duvar+boşluk+ Bitki katmanı)	İki kabuk arası geniş, (duvar+boşluk+ taşyıcı+ bitki katmanı)	İki kabuk arası dar, cephe ortasında geniş(duvar+boşluk+ taşyıcı+ bitki katmanı)	İki kabuk arası dar (duvar+ boşluk+ taşyıcı+ bitki katmanı)	İki kabuk arası geniş, (duvar+ boşluk+ taşyıcı+ bitki katmanı)	Yaşayan cephede iki kabuk arası dar, yeşil cephede geniş (Duvar+boşluk+ taşyıcı+ bitki katmanı)	İki kabuk arası dar (duvar+ boşluk+ taşyıcı+ bitki katmanı)	İki kabuk arası geniş, (duvar+ boşluk+ taşyıcı+ bitki katmanı)	İki kabuk arası dar (duvar+ boşluk+ taşyıcı+ bitki katmanı)	İki kabuk arası dar (duvar+boşluk +taşyıcı +bitki katmanı)
Cephede uygulanan güneş kontrolü, vantilasyon düzeni	-	Gölgeleme, hava hareketlerini düzenleme	Gölgeleme, hava hareketlerini düzenleme	-	Gölgeleme, hava hareketlerini düzenleme	Yeşil cephelerde; gölgeleme, hava hareketlerini düzenleme	-	Gölgeleme, hava hareketlerini düzenleme	-	-

Tablo 6.10. Genel değerlendirme tablosu

	Caixa Forum Museum (2007)	Pasona HQ (2010)	The Rubens at the Palace Hotel (2011)	Green Cast (2011)	KMC Corporate Office (2012)	One Central Park (2014)	Santalaia (2015)	Naman Retreat (2015)	Swissotel Resort Bodrum Beach (2015)	WTC Liberty Park Yaşayan Duvarı (2016)
Güneş ışınımı	Güney cephe (Günün her saati belirli açılarda güneş ışınımı alıyor. 11 saat süreyle)	Güney-doğu ve güneybatı cepheler (doğrudan ve dolaylı güneş ışınımı)	Güney cephe(Gün ün her saati belirli açılarda güneş ışınımı alıyor. 9 saat süreyle)	Doğu cephe (öğlen 12.00'a kadar güneş alıyor.)	4 cephe (doğrudan ve dolaylı güneş ışınımı)	Kuzey,doğu, batı cepheler. (doğrudan ve dolaylı güneş ışınımı)	4 cephe (doğrudan ve dolaylı güneş ışınımı)	4 cephe (doğrudan ve dolaylı güneş ışınımı)	Villaların cepheleri farklı yönlere bakıyor. (Güney, güneydoğu ve doğu cepheler) (doğrudan ve dolaylı güneş ışınımı)	Kuzeydoğu cephe (sabah 2 saat doğrudan güneş ışınımı almakta)
Dış hava sıcaklığı	Ilıman İklim (İspanya, Madrid Csa)	Ilıman İklim (Japonya Tokyo Cfa)	Ilıman İklim İngiltere London Cfb)	Ilıman İklim Japonya Kanagawa Cfa)	Yerel step iklimi Hindistan Haydara-bad Bsh)	Ilıman İklim (Avustralya Sydney Cfa)	Ilıman İklim (Colombia Bogota Cfb)	Tropikal iklim (Vietnam Da Nang Am)	Ilıman İklim (Türkiye Muğla Csa)	Ilıman İklim (ABD Newyork Cfa)
Dış hava nemliliği (Yağış miktarı)	Kış ayları yaz aylarına göre daha yağışlı	Çok yağışlı	Çok yağışlı	Çok yağışlı	Az yağış	Çok yağışlı	Çok yağışlı	Çok yağışlı	Kış ayları yaz aylarına göre daha yağışlı	Çok yağışlı

6.6. Sonuç

Dikey yeşil sistem uygulaması binada; ısı yalıtımı özelliği ve vantilasyonu düzenleme özellikleri ile ısıtma ve soğutma yüklerini azaltmada, rüzgar hızını düşürme ve temiz hava sağlaması açısından hava hareketlerinin düzenlenmesinde, güneş kontrolü sağlamada, binadaki atık suyun ve yağış suyunun filtresi ve yeniden kullanımı açısından su tasarrufu sağlanmasında çok yarar sağlayacaktır.

Binalarda çift kabuk arasında ya da dış kabukta büyüyen bitkiler sayesinde gölgelendirmeden yararlanılmaktadır. Yaşayan duvar sistemlerinde bulunan bitki alt katman kalınlığı, bitkilerin su kaybı sırasında gerçekleşen kimyasal olaylar ve cephe kabukları arasında kalan hava boşluğu sayesinde dikey yeşil sistemler cephe kabuğunda istenilen ısı yalıtımını sağlamaktadır. Yeşil cephelerde de rüzgar hızı cepheler arasında yumuşatılarak ve dingin temiz havaya ulaşım sağlanarak hava hareketleri düzenlenmektedir. Isı yalıtımı ve hava hareketlerinin düzenlenmesi ile binada kısmen pasif iklimlendirme sağlanacak ve bina ısıtma ve soğutma yükleri azaltılacaktır.

Dikey yeşil sistem sulamasında yağış suyunun depolanması ve geri dönüştürülerek binada kullanımı ile şebekeden su alınmadan ya da mümkün olduğunca az alınarak yüksek oranda su tasarrufu elde edilecektir. Az yağışlı bölgelerde bulunan, atık su miktarı düşük binalarda enerji verimliliği dikkate alınarak dikey yeşil sistemin alanı, şebekeden alınacak su miktarı gibi etmenler hesaplanabilmektedir.

Dikey yeşil sistemin uygulandığı cephe ya da cephelere düşen güneş ışınlamı, çevre binaların neden olduğu gölge miktarları, hava sıcaklığı, rüzgar yükü, yağış miktarı; iklime ilişkin parametreler başlığı altında dikey yeşil sistem tasarımı sırasında göz önünde bulundurulması gereken ana etmenlerdendir. Bu etmenler sayesinde binada kullanılacak dikey yeşil sistem tipi, kullanılacak bitki türleri, dikey yeşil sistemin uygulanacağı cephe ve yön, yeşil sistemlerin kent içerisindeki konumu belirlenebilecek, bitkilerin ömrü ve sağladıkları oksijen miktarı açısından daha çok verim alınacaktır.

Dikey yeşil sistemlerin bölgede sürekli bir yeşil doku oluşturacak şekilde binalarda uygulanması kentsel ısı adası etkisini önlemede, çevre hava kalitesinin artırılmasında, biyolojik çeşitliliğin devamlılığının sağlanmasında çok etkili olacak, atık su ve yağış sularının geri dönüştürülerek cephelerde kullanımı ile şehir altyapısına olan su yükü azaltılacaktır. Yeşil sistemler su baskın riski yüksek yerlerde özellikle kullanılması gereken uygulamalardır.

Pasona HQ binası yeşil cephesinde ve iç mekanda üretilen gıda ürünleri çalışanlara toprak ve yaşanılan hayata farkındalık kazandırmak amacıyla tasarlanmıştır fakat gelecek yıllarda tarım alanlarının az olduğu ya da tarım alanlarına oldukça uzak olan yerleşim alanlarında, tarım ürünlerinin dikey yeşil sistemler aracılığı ile üretilmesi enerjinin verimli kullanılması açısından daha yararlı olabilir. Gelecekte binalar dikey yeşil sistemler sayesinde kendi besinlerinin üreten hücrelere dönüşebilirler. Böylece bu binada yaşayanlar, üretime daha duyarlı hale gelecekler, psikolojik olarak ta kendilerini, bitkilerden yoksun, toprak ile bağını kesmiş binalarda yaşayanlara oranla daha mutlu ve sağlıklı hissetme olasılıkları yükselecektir.

Bina cephelerinde tasarlanan dikey yeşil sistemler oldukça yeni uygulamalardır. Özellikle son 10 yıl içerisinde bina cephelerinde uygulama çeşitliliği ve sayısında artış görülmektedir. Bina cephelerinde uygulanan dikey yeşil sistemlerin bina ile bütünleşik çalışabilmesi ve kentsel ölçekte yarar sağlayabilmesi için binada hangi işlevleri karşılamasının düşünüldüğü belirlenmeli, binaya ve şehre sağlayacağı yararlar açısından hedefler konulmalıdır.

6.7. Öneriler

- Yaşayan duvar sistemlerinin uygulamasında; cepheye ve iklime ilişkin parametreler göz önünde bulundurularak yöreye özgü tasarımlar yapılabilir:
Yaz aylarında güneşten korunmak, kış aylarında güneş ışığını mekanların içine almak için sıcak bölgelerde yaprak döken bitkilerin kullanıldığı yeşil cepheler tercih edilebilir. Seçilen 10 örnek binadan 4'ünde yeşil cephe uygulaması yapılmış ve 4 örnekte de yeşil cephelerin gölgeleme etkisi, termal radyasyonu engelleme ve pasif havalandırma etkisinden bahsedilmiştir. Bu nedenle iç ve dış mahaller arasında hava hareketlerini düzenlemek için de daha çok yeşil cepheler tercih edilebilir.
Seçilen 10 örnek binadan yaşayan duvar uygulaması yapılmış 4 binada yaşayan duvarların yaz aylarında serin, kış aylarında sıcak tuttuğundan bahsedilmiş ve özellikle One Central Park binasında enerji tüketiminde %26 oranında azalma sağlandığı belirtilmiştir. Herdem yeşil bitkilerin kapladığı dolu bir yeşil doku yüzey oluşturmak için ve bitkilendirilmiş bina kabuğunun ısı yalıtımına katkı sağlamasının istenildiği bölgelerde yaşayan duvarlar tercih edilebilir.
- Seçilen 10 örnek binanın 7'si kent içerisinde kalmaktadır ve cephelerine, günün belirli saatlerinde çevre binaların gölgesi düşmektedir. Diğer 3 bina şehirleşmenin

yoğun olmadığı yerlerde bulunmaktadır. Şehirleşmenin yoğun olduğu bölgelerde binaların neden olacağı gölge miktarları ve rüzgar hızı hesaba katılarak dikey yeşil sistemlerin uygulanacağı cephe ve kullanılacak bitki türleri tercih edilebilir. Özellikle bu sistemlerde yerli bitkilerin kullanımı dikey yeşil sistemin uzun ömürlü ve sağlıklı olması için önemlidir.

- Düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir bir dikey yeşil sistem tasarımı düşünülüyorsa yeşil cepheler tercih edilebilir. İncelenen 4 yeşil cephe uygulamasında bitkiler saksıda ya da zeminde köklenerek metal kafese, metal tellere ya da cephe elemanlarına tırmanarak cepheyi sarmaktadır. Örneklerde değinilen yaşayan duvarların kurulumu; taşıyıcı sistem, taşıyıcılar üzerine yerleştirilen paneller ve üzerine yerleştirilen bitki altkatman kullanımı nedeniyle yeşil cephelere göre daha maliyetli olacaktır.
- Seçilen 7 yaşayan duvar örneğinden 4'ünde keçe katmanlı sistem (substrat kullanılmayan sistem), 2'sinde bitki modülleri kullanılmış, 1 örnekte de modüler panellerde bitkilendirme yapılmıştır. Örneklerde bütün bir cepheyi kaplayan kesintisiz bitki altkatman kullanılmamıştır. Örneklerden yola çıkarak modüler sistem yaşayan duvarlar istenildiğinde modüllerin değiştirilebilmesi açısından, keçe katmanlı yaşayan duvarlar keçe katmanına müdahale açısından bakım kolaylığı sağlamaktadır. Büyük hazneler içerisinde, alt katmanı bir bütün halinde bulunan yaşayan duvar sistemleri müdahale açısından dezavantajlı olabilmektedirler.
- Dikey yeşil sistem uygulama alanının büyüklüğü ve türüne göre sulama sistemi tercihi ile enerji verimli bir sistem tasarlamak mümkün olacaktır. 10 örnekten 5'inde yağmur suyu veya gri suyun geri dönüştürülerek dikey yeşil sistem sulamasında kullanıldığından bahsedilmiştir. Sulama bilgisine ulaşılan 9 binanın tümünde otomatik sistem sulama kullanılmaktadır. Cephede yüzey alanı geniş yaşayan duvarlarda ve üst kat döşemelerinde yetiştirilen bitkilerin kullanıldığı yeşil cephelerde, otomatik sulama sistemi kullanıldığında gri su ve yağmur suyundan geri dönüşüm sağlanarak cephe bitkileri sulanabilecek, şehir şebekesi pis su yükü azaltılabilecek; bitki nem, besin, su ihtiyacı anında belirlenebilecek ve dikey yeşil sistem sürekliliği sağlanabilecektir. Yeşil cephelerde zemin toprağına dikilen bitki gerekli besin ve suyu otomatik sulama sistemine gerek duymadan manuel sulama ile ya da doğal zemin toprağının sağladığı su ve besinden yararlanarak alabilir.

- Seçilen 10 bina örneğinden 5'inde dikey yeşil sistemlerin hava kalitesini arttırdığına değinilmiştir. Bu 5 örnekten 2'sinde de kentsel ısı adası etkisini önlemeye yönelik sayısal veriler mevcuttur: One Central Park binasında yaşayan duvar ve yeşil cephelerin 25 yılda 136.000 ton sera gazı emisyonunu önlemesi beklendiği, Santalaia apartmanında yaşayan duvarların 700 kişi için bir karbon ayak izi telafisine eşit olduğu ve 745 otomobilin sebep olduğu partikül madde salınımına karşı havayı temizleyeceği öngörülmektedir. Örneğin Santalaia binası 9 katlı bir binadır ve Santalaia dikey yeşil sistemi, bina sakini sayısının oldukça üzerinde bir sayı hedefiyle 700 kişi için bir karbon ayak izi telafisi öngörmektedir. Bir binada kullanılan dikey yeşil sistem sayesinde sağlanacak yararlar yalnızca bina kullanıcılarının neden olduğu kirliliği önlemeyecek, çevre binaların ve araçların sebep olduğu kirlilik de göz önünde bulundurulduğunda daha genel bir çevre temizliği sağlayacaktır.

Dikey yeşil sistemler tasarlanırken; kentsel ısı adası etkisini önleme, hava kalitesini artırma ve binalarda enerji verimliliğini sağlama konusunda belirli amaçlar konulması, kent ve bina ölçeğinde dikey yeşil sistemlerin sağladığı yararlar konusunda somut verilere ulaşılmasını sağlayacak, gelecekte çevresel hava kalitesini arttırmaya yönelik planların yapılabilmesini sağlayacaktır. Bu şekilde kentsel ölçekte çevre politikalarının geliştirilmesi sağlanacaktır.

- Kent içi binalarda dikey yeşil sistemler ürün yetiştiriciliği için kullanılabilirler. Örnek binalardan ofis amaçlı kullanılan Pasona HQ binasında iç mekanda sebze ve meyve yetiştirilmekte ve cephede portakal ağaçları ve mevsimlik çiçekler bulunmakta olup bu ürünler ofis mutfağında kullanılmaktadır. Dikey yeşil sistemlerde ilerleyen yıllarda yoğunluklu bir biçimde ürün yetiştirildiğinde, kentte yaşayan insanların toprak ve üretim ile bağı tekrar kurulacak, doğaya olan duyarlılığı artacaktır.
- Seçilen 10 binanın 8'i ılıman iklim tipine sahip bölgelerde, 2'si de tropikal veya step ikliminde uygulanmıştır. 10 binadan 7'si çok yağışlı yerlerde bulunmaktadır. İlıman ve çok yağışlı bölgeler dikey yeşil sistem için en çok tercih edilen bölgelerdir. Dikey yeşil sistemlerin farklı iklim bölgelerinde daha çok sayıda uygulanabilmesi için yapılacak çalışmalarla bitkilerin sert hava koşullarında hayattta kalma olgusu analiz edilebilir ve bulunduğu bölgenin bitki türleri, hava

şartları göz önüne alınarak dikey yeşil sistemlerin verimli olabileceği her iklimde uygulaması yapılabilir.

- Seçilen dikey yeşil sistem örneklerinden 1'i yeni oluşturulan küçük bir meydana bakmakta, 5'i kavşak noktalarında bulunmakta ya da caddeye bakmakta, 4'ü de bulunduğu alandaki yeşil alanın tamamlayıcı bir ögesi olarak yer almaktadır. Dikey yeşil sistemler, bulundukları meydan ve caddeleri sınırlandırıp, tekrar tanımlayabilir ve yeni kentsel alanlar oluşumuna katkı sağlayabilir. Aynı zamanda çevrede bulunan peyzaj veya doğal yeşil alanın tamamlayıcısı olabilir. Dikey yeşil sistemler, enerji verimliliği, hava kalitesinin artırılması ve bina cephelerine tasarım prensipleri çerçevesinde katkılarının yanı sıra, kentsel tasarım bağlamında da ele alınırsa daha tanımlı, yaşanabilir, yoğun toplumsal kullanımı olan kentsel mekanlar yaratılabilir.
- Seçilen 10 örnekten 1'i Türkiye/Bodrum'da uygulanmış olup enerji verimliliği, yalıtım özelliği, çevre hava kalitesinin artırılması ya da kentsel tasarıma katkısı ile ilgili bir bilgiye ulaşılammıştır. Türkiye'de diğer dikey yeşil sistem örneklerine bakıldığında; otoyollarda ya da yapı duvarlarında uygulanan dikey yeşil sistemler genellikle görsel zenginlik sağlamak, çıplak sağır duvarları örtmek için kullanılmaktadır. Bu sistemler tasarlanırken, binaya mimari tasarım açısından, kente de kentsel tasarım bağlamında katkıları düşünülerek tasarlanırsa daha yaşanabilir bina ve kentsel alanlar elde edilebilecektir.

KAYNAKÇA

- Alada, A.B., Gürpınar, E. ve Budak S. (1993). Rio konferansı üzerine düşünceler. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, sayı 3-4-5, s.96.
- Ağca, B. (2002). Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi, *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, sayı VII,(Erişim tarihi: 01.11.2016)
- Aygencel, M. (2011). *Dikey yeşil sistemler*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bala, H.A. (2006). Mimarlık - şehircilik, bina - kent, iç - dış, özel - kamusal arasında kentsel arayüzler. *Yapı Dergisi*, 293. http://www.yapi.com.tr/haberler/mimarlik---sehircilik-bina---kent-ic---dis-ozel---kamusal-arasinda-kentsel-arayuzler_61114.html (Erişim tarihi: 10.11.2016)
- Beyhan, M.İ. (2014). *Dikey bahçelerde yapı sistemleri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Blanc, P. (2012). *The Vertical Garden: From Nature to the City (Revised and Updated)*. Norton & Company, Incorporated, W. W.
- Bonfil, J. (2014). Eğimli ve kabuk yüzeylerde bitkilendirilmiş çatılar. 7. *Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*'nda sunulan bildiri. http://catider.org.tr/pdf/sempozyum7/3_%20Bildiri%20Bonfil.pdf (Erişim tarihi: 03.11.2016)
- Brown, G.Z. ve Dekay, M. (2001). *Sun, wind & light: architectural design strategies*. (2). Amerika Birleşik Devletleri: John Wiley & Sons, INC.
- Chapman, J.L. ve Reiss, M.J. (2003). *Ecology principles and applications*. İngiltere: Cambridge University Press.
- Clarke J.H. (1967). Air Flow Around Buildings. Guidelines that will help you evaluate the effects of wind and rain on exhaust stacks to prevent re-entry of contaminated air and intake of moisture, *Industrial Ventilation Conference*'ta sunulan bildiri. <https://www.calpoly.edu/~rgordon/vent/windexh.pdf> (Erişim tarihi: 26.10.2017)
- Dalley, S. (1993). Ancient Mesopotamian gardens and the identification of the hanging gardens of the babylon resolved. *The Garden History Society*, 21 (1). http://www.jstor.org/stable/1587050?origin=JSTOR-pdf&seq=1#page_scan_tab_contents. (Erişim tarihi: 02.11.2016)
- Dikmen, Ç.B. (2011). Enerji etkin yapı tasarım ölçütlerinin örneklenmesi. *Politeknik Dergisi*, 14 (2). <http://www.politeknik.gazi.edu.tr/index.php/PLT/article/view/51/49> (Erişim tarihi: 01.08.2018)
- Ekşi, M. ve Rowe D.B. (2014). Bitkilendirilmiş çatı sistemleri ve kentsel tarım olanakları. 7.*Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*'nda sunulan bildiri,

- http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum7/10_%20Bildiri%20Eksi%20rowe.pdf
(Erişim tarihi: 01.10.2016)
- Erdoğdu, E. (2014). *Düşey yeşil sistemlerin enerji etkinliklerinin değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ertürk, S. (1991). Mimarlık eğitiminde algılanma ve temel tasarım ilişkileri. Yem Yayınları, Yapı Dergisi, (116)
- Erdoğdu, E. ve Çetiner, İ. (2014). Düşey yeşil sistemlerin enerji etkinliklerinin değerlendirilmesi. 7. *Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*'nda sunulan bildiri. http://catider.org.tr/pdf/sempozyum7/11_%20Bildiri%20erdogdu.pdf
(Erişim tarihi: 01.08.2018)
- Ertaş, K. (2001). Binalarda buhar difüzyonu olayının irdelenmesi. *TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi*'nde sunulan bildiri. <http://docplayer.biz.tr/18546912-Binalarda-buhar-difuzyonu-olayinin-irdelenmesi.html> (Erişim tarihi: 01.08.2018)
- Gehl, J. (1987). *Life between buildings using public space*. Amerika: Island Press
- Kalkan, C. (2012). *Deprem bölgelerindeki betonarme binalarda bitkilendirilmiş çatı sisteminin yapı davranışına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü
- Kabuloğlu, S. (2006). Yeşil çatılar ve sürüdürebilir bina değerlendirme sistemleri. 4. *Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*'nda sunulan bildiri. <http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum/Bil11.pdf> (Erişim tarihi: 02.11.2016)
- Kabuloğlu, S. (2005). Yeşil çatıların ekolojik yönden değerlendirilmesi. 25-26 *Mart Çatı Cephe Fuarı-CNR*'nda sunulan bildiri. http://catider.org.tr/pdf/sempozyum/bildiri_9.pdf (Erişim tarihi: 03.11.2016)
- Karakaya, E. ve Özçağ, M. (2001). Sürüdürebilir Kalkınma ve İklim Değişikliği: Uygulanabilecek İktisadi Araçların Analizi. *First conference and fiscal policy in transition economies*'de sunulan bildiri. <http://debis.deu.edu.tr/userweb/hilmi.coban/%C3%B6devler/k%C3%BCresel%20%C4%B1s%C4%B1nma%20ve%20vergi/02s%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir%20kalk%C4%B1nma-iklim%20de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi.pdf>
(Erişim tarihi: 05.08.2016)
- Keeler, M. ve Burke, B. (2009). *Fundamentals of integrated design for sustainable building*. Hoboken, New Jersey: J. Wiley & Sons Inc.
- Kmiec, M. (2014). Green wall technology. *Architektura Zeszyt*, 10 A (23) http://ejournals.eu/sj/index.php/Cz/article/view/2442/pdf_2
(Erişim tarihi: 05.08.2018)
- Knowles, R.L. (2003). The solar envelope: its meaning for energy and buildings. *Energy and Buildings*, 35(1).

- https://www.researchgate.net/publication/223249712_The_solar_envelope_Its_meaning_for_energy_and_buildings (Erişim tarihi: 02.08.2018)
- Lambertini, A. (2007). *Vertical gardens: bringing the city to life*. London: Verba Volant Ltd.
- Manioğlu, G. ve Oral G.K. (2010). Ekolojik yaklaşımda iklimle dengeli cephe tasarımı. *5.Ulusal atı ve Cephe Sempozyumu*’nda sunulan bildiri. <http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum5/Semp%205%20Bildiri%2030.pdf> (Erişim tarihi: 28.09.2016)
- Mir, M.A. (2011). *Green façade and building structures*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Delft/ Hollanda: Delft University of Technology. İnaşaat Mühendisliği Fakültesi.
- Ofluoğlu, S. (2016-2017). Güneş Gölge ve Işıma Analizi. *Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Performansa Dayalı Mimari Tasarım Ders Programı Ders Notu*. http://www.sayisalmimar.com/kurslar/beykent/bpa_04_seminer.pdf (Erişim tarihi: 10.22.2017)
- Ottele, M. (2011). *The green building envelope vertical greening*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Delft/Hollanda: Delft University of Technology. İnaşaat Mühendisliği Fakültesi.
- zgnler, M., zgnler, S.A. ve Arpacioğlu, . (2016). Sürdürülebilir binaların çatı ve cephelerinde oluşan yangın risklerinin analizi. *8. Ulusal atı & Cephe Sempozyumu*’nda sunulan bildiri. <http://catider.org.tr/pdf/sempozyum8/03-SUrUrelebilir-Binalarin-Cati-ve-Cephelerinde-OluSan-Yangin.pdf> (Erişim tarihi: 02.08.2018)
- Ozmehmet, E. (2012). Dünyada ve Türkiye sürdürülebilir kalkınma yaklaşımları. *Journal of Yaşar University*, 3(12). https://journal.yasar.edu.tr/wp-content/uploads/2012/11/vol_3_no_12_Ecehan_OZ_Makale.pdf (Erişim tarihi: 02.08.2018)
- Perini, K., Ottele, M., Haas, E.M. ve Raiteri, R. (2011). Greening the building envelope, façade greening and living wall systems. *Open Journal of Ecology* 1(1) <http://file.scirp.org/Html/5146.html> (Erişim tarihi 01.01.2017).
- Tohum, N. (2011). *Sürdürülebilir peyzaj tasarım aracı olarak “yeşil atılar”*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbül: İstanbül Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Tokaç, T. (2009). *Bitkilendirilmiş atı sistemleri için tasarım seçeneklerinin geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbül: İstanbül Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Toptaş, M. (2012). *Yüksek binalarda kullanılan gelişmiş bina elemanı sistemlerinin çevresel sürdürülebilirlik ltleri açısından değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış

- Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Uçurum, Ebru. (2007). *Sürdürülebilirlikte ekolojik çatının incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Werthmann, C. (2007). *Green roof - a case study*. New York: Princeton Architectural Press.
- Wood, A., Bahrami, P. ve Safarik, D. (2014). *Green walls in high-rise buildings: an output of the CTBUH sustainability*. The Images Publishing Group Pty.Ltd.
- Yaşa, E. (2004). *Avlulu binalarda doğal havalandırma ve soğutma açısından rüzgâr etkisi ile oluşacak hava akımlarına yüzey açıklıklarının etkisinin deneysel incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Yeang, K. (2012). *Ecodesign a manuel for ecological design*. (Çev: S. Eryıldız ve D. Eryıldız). İstanbul: YEM Yayınları.
- Yılmaz, G.H.K. (2009). *Binalarda dış duvarlarda kullanılan ısı yalıtım kaplamalarının enerji korunum performansları açısından incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zülkadiroğlu, D. (2013). *Mimari cephe temsillerinin kullanıcı algısına etkisinin irdelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Petit, A., Daune, L., Perroluaz, R., Kaufmann, J., Polli, S., Hirtz, S., Burgos, S., Ammon, M. ve Blendermann, G. (2014). Skyflor vegetal envelope – a new generation of living Wall, *İnternational Green Wall Confrence*'da yapılan sunum. <http://www.staffs.ac.uk/research/greenwall/international-green-wall-conference-2014/#presentation19> (Erişim tarihi: 07.08.2018)

İnternet kaynakları:

http-1: <http://v3.arkitera.com/v1/malzemedosyasi/catisistemleri/onduline/index.htm>

(Erişim tarihi: 03.11.2016)

http-2:

<http://www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=371&ReclD=2679> (Erişim tarihi: 13.12.2016)

http-3:

<http://www.learn2grow.com/inspirations/gardenstyles/themes/PlantingUpAWall.aspx> (Erişim tarihi:13.12.2016)

- http-5: <http://www.greenroofs.org/index.php/about/aboutgreenwalls>
(Erişim tarihi: 25.12 2016)
- http-6: <http://www.raf.com.tr/urun/pemagarden-dikey-bahceler-/2291>
(Erişim Tarihi: 02.01.2017)
- http-7: <http://www.archdaily.com/782664/this-modular-green-wall-system-generates-electricity-from-moss> (Erişim Tarihi : 08 01 2017)
- http-8: <http://www.archdaily.com/245156/green-cast-kengo-kuma-associates>
(Erişim Tarihi : 08 01 2017)
- http-9: <http://www.archdaily.com/384408/kmc-corporate-office-rma-architects>
(Erişim Tarihi : 12.04.2017)
- http-10: <http://www.archdaily.com/148548/vertical-living-gallery-sansiri>
(Erişim Tarihi : 09.01.2017)
- http-11: <http://www.jeannouvel.com/en/desktop/projet/sydney-ocp>
(Erişim Tarihi : 12.04.2017)
- http-12: <http://www.fytogreen.com/landscaping/vertical-gardens/>
(Erişim tarihi: 07.04.2018)
- http-13: <https://www.plantsonwalls.com/> (Erişim Tarihi: 18.01.2017)
- http-14: <http://www.growinggreenguide.org/technical-guide/construction-and-installation/green-walls/> (Erişim Tarihi: 12.04.2017)
- http-15: <http://www.ekoyapidergisi.org/139-vahsi-dogadan-sehre-dikey-bahce.html>
(Erişim Tarihi: 25.01.2017)
- http-16: <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/> (Erişim Tarihi: 25.01.2017)
- http-17: <http://ecosustainablehouse.com.au/gro-wall-facade-pots.html>
(Erişim Tarihi : 10.03.2017)
- http-18: George Irwin. Living Wall Breakdown -Material & Flora Relationship
<http://www.greenroofs.com/content/articles/145-Living-Wall-Breakdown-Material-and-Flora-Relationship.htm#.WO3THvmLS71> (Erişim tarihi 29.01.2017)
- http-19: <http://www.upc.edu/saladeprensa/al-dia/mes-noticies/researchers-at-the-upc-develop-a-biological-concrete-for-constructing-201cliving201d-facades-with-lichens-mosses-and-other-microorganisms/?searchterm=concrete> (Erişim tarihi: 31.01.2017)

- http-20: <http://heartsandhomesinharmony.com/fengshuiservices/2012/10/feng-shui-garden-part-2/> (Erişim tarihi: 12.04.2017)
- http-21: <http://greenscreen.com/projects/project-types/> (Erişim tarihi: 12.04.2017)
- http-22: <https://www.secosouth.com/products/stainless-steel-cable-trellis-system-2000-60/> (Erişim tarihi: 20.02.2017)
- http-23: <http://www.optigreen.com/system-solutions/wall-garden/solution-1/> (Erişim tarihi: 20.02.2017)
- http-24: <http://www.arcspace.com/features/herzog--de-meuron/caixa-forum/> (Erişim tarihi: 20.02.2017)
- http-25: <http://www.hugar.fr/architectes-conception/ateliers-jean-nouvel/> (Erişim tarihi: 20.02.2017)
- http-26: <http://www.mfa.gov.tr/biyolojik-cesitlilik-sozlesmesi.tr.mfa> (Erişim tarihi: 21.02.2017)
- http-27: <http://gurultu.cevreorman.gov.tr/gurultu/AnaSayfa/gurultu/gurultudegerleri.aspx?sflang=tr> (Erişim tarihi: 23.02.2017)
- http-28: http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/bahcecilik/moduller/hidroponik_sistemler.pdf (Erişim tarihi: 26.02.2017)
- http-29: <http://howtogrowmarijuana.com/growing-medium/> (Erişim Tarihi: 15.03.2017)
- http-30: <http://forums.gardenweb.com/discussions/1985035/using-polyurethane-foam-as-seed-starter> (Erişim Tarihi: 15.03.2017)
- http-31: http://www.needarainwatertank.com.au/vertical%20gardens_Grow-Wall%20Facade.html (Erişim Tarihi: 20.03.2017)
- http-32: <http://www.decoist.com/2013-09-16/diy-green-living-wall-projects-for-home-interiors/> (Erişim tarihi: 24.03.2017)
- http-33: <http://www.gurkominsaat.com/mantolama> (Erişim Tarihi: 14.04.2017)
- http-34: http://www.izoder.org.tr/dosyalar/duvarlarin_icten_isiyalitimi.pdf (Erişim tarihi: 14.04.2017)
- http-35: <http://terbo.com.tr> (Erişim tarihi: 09.04.2017)
- http-36: http://agritech.tnau.ac.in/horticulture/horti_Landscaping_vertical%20gardening.html37 (Erişim tarihi: 28.03.2017)

http-37: <http://www.florafelt.com/drip-irrigation/> (Erişim tarihi: 28.03.2017)

http-38: <http://greatecology.com/wp-content/uploads/2012/12/Cheonggyecheon-Stream-Before-After1.jpg> (Erişim tarihi : 29.03.2017)

http-40: <http://dikeybahcem.com/tr/proje-detay/2013-swiss-otel> (Erişim tarihi: 01.02.2018)

http-41: <http://www.ekoyapidergisi.org/583-silvanus-dikey-bahceler-turkiyenin-en-buyuk-dikey-bahcesini-swissotel-resort-bodrum-beachte-yapiyor.html> (Erişim tarihi : 02.04.2017)

http-42: <http://www.nedlawlivingwalls.com/technology/works/> (Erişim tarihi : 02.04.2017)

http-43: <http://archreview.blogspot.com.tr/2012/03/green-cast-kengo-kuma.html> (Erişim tarihi: 06.04.2017)

http-44: <https://en.climate-data.org/location/2801/> (Erişim tarihi : 10.01.2018)

http-45: <https://www.finnisharchitecture.fi/2015/12/architecture-can-bring-people-together/> (Erişim tarihi: 06.04.2017)

http-46: <http://www.shapedscape.com/projects/vertical-living-gallery> (Erişim tarihi: 07.04.2017)

http-47: <http://www.archdaily.com/551329/one-central-park-jean-nouvel-patrick-blanc> (Erişim tarihi: 07.04.2017)

http-48: <http://www.archdaily.com/423990/largest-living-wall-unveiled-in-london> (Erişim tarihi: 07.04.2017)

http-49: <https://www.dezeen.com/2013/08/21/londons-largest-living-wall-will-combat-flooding/> (Erişim tarihi : 10.04.2017)

http-50: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en (Erişim tarihi: 02--12.02.2018)

http-51: <http://www.landezine.com/index.php/2009/08/caixa-forum-green-wall/> (Erişim tarihi : 09.04.2017)

http-52: <http://inhabitat.com/patrick-blancs-lush-vertical-garden-is-a-green-oasis-in-the-middle-of-madrid/> (Erişim tarihi : 12.04.2017)

http-53: <http://www.skyscrapercenter.com/sydney/one-central-park/10710/> (Erişim tarihi: 12.08.2017)

http-54: <http://global.ctbuh.org/resources/papers/download/1836-case-study-one-central-park-sydney.pdf> (Erişim tarihi: 12.08.2017)

http-55: http://www.domusweb.it/en/architecture/2014/10/13/one_central_park.html
(Erişim tarihi: 14.08.2017)

http-56: <https://urbannext.net/one-central-park/> (Erişim tarihi: 14.08.2017)

http-57: <http://www.urbangardensweb.com/2014/11/19/hydroponic-heliostats-skyscraper-winner/> (Erişim tarihi: 14.08.2017)

http-58: <http://www.aaaa.net.au/wp-content/uploads/2015/03/One-Central-park-in-Sydney.pdf> (Erişim tarihi: 14.08.2017)

http-59: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=1690>
(Erişim tarihi:14.08.2017)

http-60: <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/sydney/one-central-park-sydney> (Erişim tarihi: 16.08.2017)

http-61: <https://www.rubenshotel.com/about/history> (Erişim tarihi: 28.08.2017)

http-62: <http://www.rope-mesh.com/ropemesh/green-wall.html> (Erişim tarihi: 06.08.2017)

http-63: <http://www.anadoluparkbahceler.com/duvarbahce.php?bahce>
(Erişim tarihi: 12.06.2018)

http-64: <https://arcspace.com/feature/one-central-park/> (Erişim tarihi: 15.11.2017)

http-65: <https://inhabitat.com/o-house-vertical-garden-doubles-as-a-sun-screen-in-vietnam/> (Erişim tarihi: 21.11.2017)

http-66: <http://temple-group.blogspot.com.tr/2014/05/the-rubens-at-palace-hotel-green-wall.html> (Erişim tarihi: 18.12.2017)

http-67: <https://www.archdaily.com/428868/in-tokyo-a-vertical-farm-inside-and-out>
(Erişim tarihi: 18.12.2017)

http-68: <https://www.dezeen.com/2013/09/12/pasona-urban-farm-by-kono-designs/>
(Erişim tarihi: 19.12.2017)

http-69: <https://inhabitat.com/pasona-hq-is-an-urban-farm-that-grows-food-for-its-employees-in-tokyo/pasona-hq-kono-designs-10/> (Erişim tarihi: 20.12.2017)

http-70: <https://architizer.com/projects/pasona-hq-tokyo/> (Erişim tarihi: 22.12.2017)

http-71: <https://en.climate-data.org/location/3292/> (Erişim Tarihi: 04.01.2018)

http-72: <https://www.insideflows.org/project/pasona-urban-farming/>
(Erişim Tarihi. 05.01.2018)

http-73: <https://weather-and-climate.com/average-monthly-Rainfall-Temperature-Sunshine,Tokyo,Japan> (Erişim Tarihi. 05.01.2018)

http-74: <http://rmaarchitects.com/architecture/kmc-corporate-office/>
(Erişim Tarihi: 09.01.2018)

http-75: <https://www.npr.org/sections/parallels/2017/07/09/495905421/hot-dry-madrid-aims-for-a-cooler-greener-future> (Erişim Tarihi: 27.02.2018)

http-76: <https://www.archdaily.com/771271/naman-retreat-the-babylon-vo-trong-nghia-architects> (Erişim Tarihi: 01.14.2018)

http-77: <https://en.climate-data.org/location/4260/> (Erişim Tarihi: 16.01.2018)

http-78: <http://alvaraaltosymposium.fi/project/rahul-mehrotra/> (Erişim tarihi : 06.04.2017)

http-79: <https://en.climate-data.org/location/764642/> (Erişim tarihi: 24.01.2018)

http-80: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=1457>
(Erişim tarihi:29.01.2018)

http-81: <https://en.climate-data.org/location/92/> (Erişim tarihi : 30.01.2018)

http-82: <http://www.greenroofs.com/blog/tag/one-of-the-worlds-largest-vertical-gardens/> (Erişim tarihi : 30.01.2018)

http-83: <https://inhabitat.com/the-worlds-largest-vertical-garden-blooms-with-85000-plants-in-the-heart-of-bogota/santalaia-vertical-garden-5> (Erişim tarihi : 30.01.2018)

http-84: <http://www.euronews.com/2017/07/09/colombia-bogota-vertical-gardens-hint-at-greener-future> (Erişim tarihi : 31.01.2018)

http-85: <http://www.paisajismourbano.com/en/largest-vertical-garden-of-the-world-in-colombia> (Erişim tarihi : 31.01.2018)

http-86: <https://www.gadarchitecture.com/tr/swissotel-resort-bodrum-beach>
(Erişim tarihi: 01.02.2018)

http-87: <https://www.archdaily.com/773110/swissotel-resort-bodrum-beach-gad-plus-gokhan-avcioglu> (Erişim tarihi : 07.08.2018)

http-88: https://www.theplan.it/eng/project_shortlist/123 (Erişim tarihi: 01.02.2018)

http-89: <https://en.climate-data.org/location/10595/> (Erişim tarihi: 02.02.2018)

http-90: <https://en.climate-data.org/location/24/> (Erişim tarihi: 02.05.2018)

http-91: <https://en.climate-data.org/location/1/> (Erişim tarihi: 07.02.2018)

http-92: <https://www.theguardian.com/artanddesign/2014/nov/11/sydneys-one-central-park-wins-international-best-tall-building-award> (Erişim tarihi: 07.02.2018)

- http-93: <http://upgrade-energy.com/tr/yenilenebilir-enerji-ve-enerji-verimlilik-teknolojileri/trijenerasyon/> (Erişim Tarihi: 07.02.2018)
- http-94: <http://www.treebox.co.uk/products/easiwall-pro.html> (Erişim tarihi: 09.02.2018)
- http-95: http://www.propiedadesjuliocorredor.com/detalle_proyecto.php?id=54 (Erişim tarihi: 15.02.2018)
- http-96: <http://konodesigns.com/portfolio/Pasona-Tokyo-Headquarters/> (Erişim tarihi: 11.02.2018)
- http-97: <https://cosmolearning.org/images/hanging-gardens-of-babylon-by-marten-van-heemskerck-935/> (Erişim Tarihi: 18.02.2018)
- http-98: <http://www.greenroofs.com/blog/?s=wtc> (Erişim tarihi: 24.02.2018)
- http-99: <https://us1.campaign-archive.com/?u=7df6ce5f8edaffc443ca53e1e&id=476f4f89af> (Erişim Tarihi: 25.02.2018)
- http-100: <http://www.yimbyforums.com/t/new-york-world-trade-center-district/29> (Erişim tarihi: 24.02.2018)
- http-101: <https://sponzilli.com/project/world-trade-center-liberty-park-living-wall/#!> (Erişim Tarihi: 25.02.2018)
- http-102: <https://en.climate-data.org/location/1091/> (Erişim tarihi: 25.02.2018)
- http-103: <https://www.treehugger.com/green-architecture/santalaia-vertical-garden-building-paisajismo-urbano-groncol.html> (Erişim tarihi: 27.02.2018)
- http-104: <http://www.evolo.us/architecture/green-cast-kengo-kuma/> (Erişim Tarihi: 28.02.2018)
- http-105: <http://suyonetimi.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/88/2016/05/KENTSEL-VE-BIREYSEL-SU-TASARRUFU1.pdf> (Erişim tarihi: 03.04.2018)
- http-106: <http://untappedcities.com> (Erişim Tarihi:02.01.2017)
- http-107: <https://www.google.com/maps/contrib/118028516271194912521/photos/@22.9576965,75.7255728,5z/data=!4m3!8m2!3m1!1e1> (Erişim tarihi: 13.04.2018)
- http-108: <http://www.hotelroomsearch.net/im/hotels/tr/swiss%C3%B4tel-resort-bodrum-beach-23.jpg> (Erişim arihi: 13.04.2018)

- http-109: https://mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/koppen.pdf
(Erişim tarihi: 15.05.2018)
- http-110: <http://dspace.itu.edu.tr/bitstream/11527/8140/1/13031.pdf>
(Erişim tarihi: 15.05.2018)
- http-111: <http://www.weatherbase.com/> (Erişim Tarihi: 16.05.2018)
- http-112: http://www.greenroofs.com/content/green_walls008.htm
(Erişim tarihi: 16.05.2018)
- http-113: <https://www.iklim.gen.tr/tundra-iklimi.html> (Erişim Tarihi: 16.05.2018)
- http-114: <https://www.studyblue.com> (Erişim tarihi:02.01.2017)
- http-115: <https://www.jakobusa.com/collections/garden-trellis> (Erişim tarihi:
08.06.2018)
- http-116: <http://www.growinggreenguide.org/technical-guide/construction-and-installation/green-walls/> (Erişim tarihi: 08.06.2018)
- http-117:
http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=1 (Erişim tarihi: 12.06.2018)
- http-118 <http://www.duwardabahce.com/erasta-avm-antalya> (Erişim tarihi: 12.06.2018)
- http-119: http://www.butikbahce.com/portfolio_page/karsiyaka-belediyesi-dikey-bahce/
(Erişim tarihi: 12.06.2018)