



**SICAK ILIMAN İKLİM BÖLGELERİ İÇİN DÜŞEY YEŞİL CEPHE
SİSTEMLERİNİN SOĞUTMA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Şemiye DOĞAN AKSU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EKİM 2019

Şemiye DOĞAN AKSU tarafından hazırlanan “SICAK ILIMAN İKLİM BÖLGELERİ İÇİN DÜŞEY YEŞİL CEPHE SİSTEMLERİNİN SOĞUTMA ETKİSİNİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Mimarlık Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi A. Yağmur TOPRAKLI

Mimarlık Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Füsun DEMİREL

Mimarlık Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Prof. Dr. Soofia Tahira ELİAS ÖZKAN

Mimarlık Ana Bilim Dalı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 31/10/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Şemiye DOĞAN AKSU

31/10/2019

SICAK ILIMAN İKLİM BÖLGELERİ İÇİN DÜŞEY YEŞİL CEPHE SİSTEMLERİNİN SOĞUTMA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Şemiye DOĞAN AKSU

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ekim 2019

ÖZET

Günümüzde kentler büyürken, şehir sakinlerine düşen doğal yaşam alanları küçülmektedir. Yeşil alanların azalması kentsel ısı adası etkisi ve ani sıcaklık değişimleri gibi problemlere neden olmaktadır. Kentlerde yeşil dokuyu arttırmak için düşünülen çözüm yollarından birisi de düşey yeşil sistem uygulamalarıdır. Düşey yeşil sistemler bitkilerin doğrudan cepheye sardırılarak ya da destekleyici sistemler aracılığıyla belli doğrultuda yönlendirilerek bina zarfının kaplandığı cephe sistemleridir. Yapılan araştırmalar bina zarfının bitkilendirilmesinin binaya ve çevreye olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Kentsel ısı adasını azaltmak, ısı ve ses yalıtımı sağlamak, biyolojik çeşitliliğe katkı sağlamak, hava kalitesini iyileştirmek bu faydalardan bazılarıdır. Araştırmanın çıkış noktası binaların soğutma yükünün fazla olduğu kentlerde mevcut durumu iyileştirmek ve soğutma yükünü hafifletmek için düşey yeşil sistem tasarımının irdelenmesidir. Düşey yeşil sistemlerin bina kabuğuna olan soğutma etkisinin araştırıldığı bu çalışmada ulusal ve uluslararası kaynaklardan faydalanılmıştır. Düşey yeşil sistemlerin bina zarfına olan soğutma etkisini incelemek için akademik literatürden soğutma etkisinin araştırıldığı deneysel çalışma seçilmiştir. İspanya, İtalya, Yunanistan, Çin, Japonya ve ABD’de yapılmış 10 deneysel çalışma seçilmiştir ve deney sonuçlarına göre düşey yeşil sistemlerin cephedeki performansı yorumlanmıştır. Seçilen kaynaklar yaz mevsiminde ve sıcak ılıman iklim görülen bölgelerde yapılmış araştırmalarla sınırlı tutulmuştur. Araştırmanın kısıtlanmasının nedeni, sıcak ılıman iklim bölgesinde yer alan kentlerde yaz aylarında soğutma yükünün daha fazla olmasıdır. Bu sebeple Türkiye’de sistem motivasyonunu irdelemek için sıcak ılıman iklim özelliklerinin görüldüğü ve yaz aylarında sıcaklığın fazla olduğu Antalya ili Alanya ilçesinde sistem uygulanabilirliği tartışılmıştır. İncelenen araştırma bulgularından yola çıkılarak, düşey yeşil sistemlerin sıcak ılıman iklim bölgelerinde yaz aylarında cephe zarfının sıcaklığını düşürmeye yardımcı olduğu ve yaşayan cephede daha fazla verim sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bilim Kodu : 80107
Anahtar Kelimeler : Yeşil cepheler, Soğutma etkisi, Düşey bahçe
Sayfa Adedi : 113
Danışman : Dr. Öğretim Üyesi A.Yağmur TOPRAKLI

INVESTIGATION OF THE COOLING EFFECT OF VERTICAL GREEN FACADE SYSTEMS FOR HOT TEMPERATE CLIMATE REGION

(M. Sc. Thesis)

Şemiye DOĞAN AKSU

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

October 2019

ABSTRACT

Nowadays while cities get bigger, natural habitats for urban residents are decreasing. Decreasing green areas cause many problems such as urban heat island effect and rapid temperature changes. One of the solution methods to increase the green areas which in abroad is vertical green systems. Vertical green systems are the facade systems that building envelope covered by plants directly or directing them through a supporting system to cover. Researches show that planting the building envelope has many positive effects to building and environment. Reducing the urban heat island effect, providing heat and sound insulation, contributing to biodiversity, improving air quality are some of these benefits. The starting point of this research is to examine vertical green systems in order to improve current situation and to reduce the cooling load in cities where the cooling load of buildings is high. In this research, which is cooling effect of vertical green systems on building envelope, it is utilized from national and international academic sources. In order to investigate the cooling effect of the system, experiments in which cooling effect was investigated from the academic literature were selected. It was chosen 10 experiments which were performed in Spain, Italy, Greece, China, Japan and USA and vertical green system's performance on facade were interpreted according to the experiments' results. Selected resources are limited with studies that have been made in summer time and zones in which hot climate type is dominant. The reason for the limitation of the study is that the cities in the warm temperate climate region have more cooling loads in summer. For this reason, to discuss motivation of the system in Turkey, province of Antalya's Alanya district is chosen for system's applicability is discussed. Based on the analyzed study findings, it is extrapolated that, vertical green systems lend assistance for decreasing facade temperature in hot climate zone in summer time and increase efficiency at living facade.

Science Code : 80107

Key Words : Green façade, Cooling effect, Vertical garden

Page Number : 113

Supervisor : Asst. Prof. Dr. A. Yağmur TOPRAKLI

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren tez danışmanım Sn. Dr. Öğretim Üyesi A.Yağmur TOPRAKLI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmama değerli fikirleriyle katkı sağlayarak geliştirmeme yardımcı olan ve manevi desteğini esirgemeyerek beni yüreklendiren kıymetli hocam Sn. Doç. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK'a tüm yardımlarından dolayı sevgilerimi ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmam boyunca bana her zaman destek olan ve desteklerini esirgemeyen kıymetli dostlarım M. Çağlayan İNCE ve İlay Hicret ÖZTÜRK'e; zor zamanlarımda destek olan ve her zaman motivasyonumu yükselten sevgili ablam Can MENTEŞ KARABÜK'e ve maddi-manevi desteğini esirgemeyerek bu süreçte hoşgörüsüyle hep yanımda olan ve sevgisiyle bana güç veren kıymetli eşim Recep AKSU'ya teşekkürü borç bilirim.

Son olarak yaşamım boyunca bana hep güvenen, yanımda olan ve tanıdığım en güçlü kadın sevgili annem Fatma DOĞAN'a en içten duygularıyla şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
HARİTALARIN LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xviii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	5
2.1. Düşey Yeşil Sistemler	5
2.1.1. Düşey yeşil sistemlerin tanımı	5
2.1.2. Düşey yeşil sistemlerin tarihsel gelişim süreci	5
2.1.3. Düşey yeşil sistemlerin sınıflandırılması	7
2.2. Düşey Yeşil Sistemlerin Yapıya ve Çevreye Olumlu Etkileri	15
2.2.1. Kentsel ısı adasını azaltma etkisi	16
2.2.2. Isı yalıtımı sağlama etkisi.....	17
2.2.3. Gürültülü bariyeri görme etkisi	18
2.2.4. Rüzgarı kesme ve gölgeleme etkisi	19
2.2.5. Yağmur suyu ve tozu tutucu etkisi.....	20
2.2.6. Yeşil dokuya ve kentsel peyzaja katkı	22
2.2.7. Ekolojik çeşitliliğe katkı sağlama etkisi.....	23
2.2.8. İnsan psikolojisine olumlu etkisi.....	24
2.3. Düşey Yeşil Sistemlerin Yapıya ve Çevreye Olumsuz Etkileri.....	25

2.3.1. İlk yatırım işletme maliyeti	26
2.3.2. Düzenli bakım gerektirme	26
2.3.3. İnsan sağlığına olumsuz etkiler	27
2.4. Düşey Yeşil Sistem Tasarımına Uyumlu Cephe Tasarımının Bileşenleri	29
2.4.1. Bitki taşıyıcı konstrüksiyon.....	29
2.4.2. Bitki yetiştirme ortamı	30
2.4.3. Bitki sulama sistemi	31
2.4.4. Su ve ısı yalıtım katmanı	32
2.4.5. Bitkiler.....	32
2.5. Düşey Yeşil Sistemlerde Bitkilerin İklimlendirmeye Etkisi	38
2.6. Düşey Yeşil Cephe Sistemleri Uygulanmış Güncel Bina Örnekleri.....	39
3. DÜŞEY YEŞİL SİSTE UYGULANMASININ CEPHEYE OLAN SOĞUTMA ETKİSİNİN ARAŞTIRILDIĞI ÇALIŞMALAR.....	67
3.1. Sıcak Ilıman İklim Bölgelerinde Yapılmış Araştırmalar	67
3.2. Bölüm Değerlendirilmesi.....	82
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	85
4.1. Bulgular.....	85
4.2. Tartışma	87
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	95
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ	113

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Düşey yeşil sistemlerin etkilerinin sınıflandırılması	16
Çizelge 2.2. Alerjen polene sahip bitkiler	28
Çizelge 2.3. Zehirli olan bitki türleri.....	28
Çizelge 2.4. Düşey yeşil sistemlerde kullanılan bitkilerden bazıları.....	34
Çizelge 2.5. Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği-1	40
Çizelge 2.6. Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği-2	44
Çizelge 2.7. Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği-3	47
Çizelge 2.8. Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği-4	51
Çizelge 2.9. Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği-5	54
Çizelge 2.10. Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği-6	57
Çizelge 2.11. Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği-7	61
Çizelge 2.12. Bina bilgileri özet tablosu	64
Çizelge 3.1. Sıcak ılıman iklim bölgelerinde yeşil cephe uygulanmış deneysel çalışmalar	66
Çizelge 3.2. Güney cephe (yeşil cephe) yüzey sıcaklığı, çıplak cephe yüzey sıcaklığı ve soğutma etkisi.....	74
Çizelge 3.3. Güney cephe (yeşil cephe) yüzey sıcaklığı, çıplak cephe yüzey sıcaklığı ve soğutma etkisi maksimum düşüşler	74
Çizelge 3.4. Sıcak ılıman iklim bölgelerinde yaşayan cephe uygulanmış deneysel çalışmalar	75
Çizelge 3.5. Yeşil cephenin uygulandığı deneyler	80
Çizelge 3.6. Yaşayan cephenin uygulandığı deneyler	81
Çizelge 4.1. Yönler göre sınıflandırma-1	83
Çizelge 4.2. Yönler göre sınıflandırma-2.....	83
Çizelge 4.3. Yönler göre sınıflandırma-3.....	84
Çizelge 4.4. Yönler göre sınıflandırma-4.....	84
Çizelge 4.5. Yönler göre sınıflandırma-5.....	84

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.6. Alanya iklimine uygun bitkiler	89



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Düşey yeşil sistemlerin sınıflandırılması.....	7
Şekil 2.2. Ex Ducati binası modüler kafes panel cephe kesiti	10
Şekil 2.3. Modüler yaşayan cephe sistemi	12
Şekil 2.4. Kentsel ısı adası etkisinin alanlara göre değişimi.....	16
Şekil 2.5. Bitkilerin güneş radyasyonunu filtre etme etkisi	17
Şekil 2.6. Yeşil duvarın gürültü bariyeri etkisi	18
Şekil 2.7. Yeşil cephenin rüzgarı kesme etkisi	19
Şekil 2.8. Bitki örtüsünün kentteki kirli havayı temizleme etkisi.....	21
Şekil 2.9. Hava kalitesini iyileştirme etkisi	21
Şekil 2.10.Yaprağa düşen güneş ışığının dağılımı.....	37
Şekil 2.11. İtalya, Rimini iklim ve sıcaklık grafiği.....	42
Şekil 2.12. İspanya, Madrid iklim ve sıcaklık grafiği.....	46
Şekil 2.13. Hindistan, Haydarabad iklim ve sıcaklık grafiği	50
Şekil 2.14. Meksika, Puerto Vallarta iklim ve sıcaklık grafiği	53
Şekil 2.15. İspanya, Vitoria-Gasteiz iklim ve sıcaklık grafiği	56
Şekil 2.16. Kolombiya, Bogota iklim ve sıcaklık grafiği	60
Şekil 2.17. Türkiye, Bodrum iklim ve sıcaklık grafiği	64
Şekil 3.1. Bitkilendirilmiş ve bitkilendirilmemiş deney cephesi	67
Şekil 3.2. Bitkilendirilmiş ve bitkilendirilmemiş duvarda sensör kurulum noktaları.....	68
Şekil 3.3. Cephelere göre bina dış cephe yüzeyi sıcaklık grafiği	70
Şekil 3.4. Haziran ayında yeşil cephe & çıplak duvar yüzey sıcaklıkları-soğutma etkisi ilişkisi	72
Şekil 3.5. Temmuz ayında yeşil cephe & çıplak duvar yüzey sıcaklıkları-soğutma etkisi ilişkisi	73
Şekil 3.6. Ağustos ayında yeşil cephe & çıplak duvar yüzey sıcaklıkları-soğutma etkisi ilişkisi	73

Şekil 4.1. Alanya ilçesine ait iklim ve sıcaklık grafiği	86
--	----



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Modüler kafes panel sistemi	9
Resim 2.2. Ex Ducati ofis binası - İtalya	9
Resim 2.3. Tel örgü ağ sistemi.....	10
Resim 2.4. Kuveyt'deki bir botanik bahçede yapılmış yaşayan cephe uygulaması	11
Resim 2.5. Miami'deki bir kafede yapılmış yaşayan cephe uygulaması	11
Resim 2.6. Belçika Nike lojistik kampüsü modüler yaşayan cephe uygulaması.....	13
Resim 2.7. Bitkilendirilmiş hasır duvar taşıyıcı sistemi	13
Resim 2.8. Polipropilen keçe	14
Resim 2.9. Keçe duvar yaşayan cephe uygulaması	14
Resim 2.10. Mur Vegetal, Musee du quai Branly, Patrick Blanc	14
Resim 2.11. Peyzaj duvarı	15
Resim 2.12. Bitki duvarlarının gürültü bariyeri olarak kullanılması	19
Resim 2.13. Yeşil cephenin iç mekanı gölgeleme etkisi	20
Resim 2.14. Renk değiştiren sarmaşığın yarattığı pastoral etki.....	22
Resim 2.15. Şantiyede kuşların artık tellerden yaptığı kuş yuvası	23
Resim 2.16. Kelebek ve sarmaşık	24
Resim 2.17. Sinek kuşu çiçeklerden beslenirken.....	24
Resim 2.18. Yeşil cephe önünde kitap okuyan kadın	25
Resim 2.19. Bakım eksikliğinden kontrolsüz yayılmış ve çürümüş bitkiler	26
Resim 2.20. Yeşil cephelerde bakım.....	27
Resim 2.21. Yeşil cephede bitki taşıyıcı çelik halat	29
Resim 2.22. Yaşayan cephede bitki taşıyıcı plastik modül-1	29
Resim 2.23. Yaşayan cephede bitki taşıyıcı plastik modül-2	30
Resim 2.24. Yaşayan cephede bitki taşıyıcı keçe katmanı	30
Resim 2.25. Kaya yünü yetiştirme ortamı	31

Resim	Sayfa
Resim 2.26. Yaşayan cephede sulama sistemi kurulumu	32
Resim 2.27. Bitkilerde terleme	38
Resim 3.1. Deney ünitesine çift çeperli yeşil cephe kurulumu.....	66
Resim 3.2. Boston ivy kaplı deney ünitesi.....	67
Resim 3.3. Farklı cephelerdeki düşey yeşil sistem strüktürü.....	69
Resim 3.4. Farklı cephelerdeki düşey yeşil sistem strüktürü.....	69
Resim 3.5. Deney duvarları	71
Resim 3.6. (a) Deney için bitkilerin (b) Bitki kaplı test modülleri..... ön hazırlık aşaması	72
Resim 3.7. Yaşayan cephenin deney için hazırlanması	76
Resim 3.8. Yaşayan cephede Rosmarinus officinalis ve Helichrysum thianschanicum.....	76
Resim 3.9. Deney cephesi.....	77
Resim 3.10. Deney cephesi.....	78
Resim 3.11. (a) Bitkilendirilmiş test duvarı (b) Deney duvarı ve referans duvarı.....	78
Resim 3.12. (a) Bitkilendirilmiş test duvarı (b) Deney duvarı ve referans duvarı.....	79
Resim 3.13. Deney ünitesi	80
Resim 4.1. Alanya konum-1	85
Resim 4.2. Alanya konum-2	86
Resim 4.3. Alanya Anadolu Lisesi konum	90
Resim 4.4. (a) Alanya Anadolu Lisesinin güncel hali (b) Alanya Anadolu Lisesi batı cephesi düşey yeşil sistem önerisi (c) Bitkilendirilmiş cephe kesiti	91
Resim 4.5. (a) Yaşayan cephe keçe sistemi	92
(b) Yaşayan cephe plastik modül sistemi	

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 4.1. Türkiye 2019 yaz mevsimi minimum sıcaklık haritası.....	87
Harita 4.2. Türkiye 2019 yaz mevsimi maksimum sıcaklık haritası.....	87
Harita 4.3. Türkiye 2019 yaz mevsimi ortalama sıcaklık haritası	88



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

°C

Derece-Celcius

Cfa

Kış ılık, yaz çok sıcak ve her mevsim yağışlı iklim (Köppen iklim sınıflandırması)

Cfb

Kış ılık, yaz sıcak ve her mevsim yağışlı iklim (Köppen iklim sınıflandırması)

cm

Santimetre

Csa

Kış ılık, yaz çok sıcak ve kurak iklim (Köppen iklim sınıflandırması)

dk

Dakika

m

Metre

m²

Metrekare

sa

Saat

Kısaltmalar

Açıklamalar

B

Batı

D

Doğu

G

Güney

GB

Güneybatı

GD

Güneydoğu

K

Kuzey

KB

Kuzeybatı

KD

Kuzeydoğu

Kısaltmalar

Açıklamalar

MGM

Meteroloji Genel Müdürlüğü



1. GİRİŞ

Şehirleşmenin artmasıyla bitki örtüsünde azalma ve kentsel ısı adasında artış görülmektedir. Santamouris kentsel ısı adasınının, artan şehirleşme ve sanayileşmeye bağlı olarak ortaya çıktığını ve kentsel alanların sıcaklığını kırsal alanlara göre 15°C kadar yükseltebileceği şeklinde ifade etmektedir. Bu da soğutma için harcanan enerji miktarının artacağı anlamına gelmektedir (Davis ve Hirmer, 2015). İç mekanlarda termal konforu sağlamak için uygulanabilecek çözüm yollarından birisi de cepheye yalıtım uygulamaktır. Cepheler dış ortam koşullarıyla doğrudan sürekli olarak ilişki içerisindeyler (Köhler, 2008). Dolayısıyla enerji verimliliğini etkileyen bileşenlerin başında gelmektedir. Bitkiler, cephede yalıtım sağlamak için uygulanabilecek malzemelerden biri olarak düşünülmektedir. Bina kabuğunun bitkilendirilmesinin cepheden dış ortama ısı transferini azaltarak iç mekanlardaki termal konforu arttırdığı görülmektedir. Cephe yüzeyine uygulanan bitki tabakası gölgeleme sağlayarak, güneş ışınlarını emerek ve ışın yansımalarını azaltarak cephe yüzeyinde sıcaklığı düşürücü etki göstermektedir (Sunakorn ve Yimprayoon, 2011).

Problemin durumu/konunun tanımı

Ülkemizde plansız yapılaşmadan ötürü binaların çevresinde yeterli yeşil alan bırakılmamaktadır. Yeşil alanların azalmasına bağlı olarak kentsel ısı adasında artış, hava kalitesinin azalması gibi tüm canlıları ve çevreyi olumsuz etkileyen durumlar meydana gelmektedir. Kentsel ısı adasının artması, özellikle sıcak iklim bölgelerinde yaz aylarında soğutma için harcanan enerji yükünü arttırmakta ve yaşayanlar için termal konfor açısından rahatsız edici durumlar yaratmaktadır. Kentsel ısı adasının olumsuz etkilerini önlemek için alınabilecek önlemlerden birisi de yeşil dokuyu arttırmaktır. Son yıllarda yeşil dokuyu arttırmak için düşünülen çözüm yollarından biriside düşey yeşil sistem uygulamalarıdır. Binayı çevreleyen en geniş yüzey alanı olan cepheler, düşey yeşillendirme için uygun elemanlar olarak görülmektedir.

Düşey yeşil sistemler tırmanıcı bitkilerin ya da asılabilen süs çalılarının özel bir destekleyici sistemle belli doğrultuya yönlendirilerek istenilen alanın kapatıldığı cephe sistemleridir (Perez vd., 2014).

Bina zarfını yeşillendirmek, doğa ile yapılı alanları kaynaştırarak yoğun kentsel alanlardaki çevresel kaliteyi geri kazanmak adına iyi bir fırsat olarak görülmektedir.

Araştırmanın amacı

İncelenen akademik araştırmalar ve çalışmalar neticesinde, dişey yeşil cephe sistemlerinin kentsel ısı adasını azaltmak, cephede ısı ve ses yalıtımı sağlamak, hava kalitesini iyileştirmek, binaya estetik değeri katmak, insan psikolojisini olumlu etkilemek gibi birçok pozitif etkilerinin olduğu görülmektedir. Bu tez çalışmasında, dişey yeşil sistemlerin yalıtım sağlama özelliğinden yola çıkılarak cephe kabuğuna olan soğutma etkisinin boyutu araştırılmakta ve Türkiye sıcak iklim bölgesinde yer alan Antalya ili için uygulanabilirlik boyutu tartışılmaktadır.

Araştırmanın önemi

Sıcak iklim bölgelerinde yaz aylarında sıcaklıklar mevsim normallerinin üzerinde olmakta ve soğutma için harcanan enerji yükü artmaktadır. Yurtdışında binaların soğutma yükünü azaltmak ve cephe sıcaklığını düşürmek için uygulanan sistemlerden birisi de dişey yeşil cephe sistemleridir. Dişey yeşil sistemlerle ilgili ülkemizde az sayıda araştırma ve uygulama bulunmaktadır. Dişey yeşil cephe sistem uygulamasının cephe kabuğundaki sıcaklığı düşürme etkisi üzerine odaklanan bu tez çalışması yerli literatüre katkı sağlamak ve boşluğu doldurmak adına önem taşımaktadır.

Araştırmanın yöntemi

Yapılan bu tez çalışmasında ulusal ve uluslararası akademik kaynaklardan yararlanılmıştır. Dişey yeşil sistemlerin cepheye olan soğutma etkisinin anlaşılması için yurtdışında yapılmış deneysel çalışmalar karşılaştırmalı bir yöntemle literatür üzerinden ele alınmıştır. Deneysel çalışmaların bilimsel dergilerde yayınlanmış uluslararası yayınlar olmasına özen gösterilmiştir. Konuyla ilgili ulusal kaynaklardaki yetersizlikten dolayı yapılan tez çalışmasında ağırlıklı olarak uluslararası kaynaklardan yararlanılmıştır.

Yapılan tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde problemin tanımı yapılmış; amaç, kapsam ve yöntemi ele alınmıştır.

İkinci bölüm, düşey yeşil sistemlere ayrılmış olup; düşey yeşil sistemlerin özellikleri, türleri, bileşenleri, olumlu-olumsuz özellikleri ve uygulanmış güncel bina örnekleri ele alınmaktadır. Üçüncü bölümde, çalışmanın çıkış noktası olan düşey yeşil sistemlerin bina zarfına olan soğutma etkisi üzerinde durulmaktadır. Soğutma etkisinin anlaşılması için sıcak iklim bölgelerinde düşey yeşil cephe sistemleri üzerinde yapılan deneysel araştırmalar incelenmektedir. Dördüncü bölümde, incelenen deneysel çalışmalar neticesinde ulaşılan verilere göre sistem yorumlanmıştır. Antalya ili Alanya ilçesi için sistem motivasyonu tartışılmış ve öneriler sunulmaya çalışılmıştır. Son bölüm olan sonuç ve öneriler bölümünde ise düşey yeşil sistemlerin cepheye olan soğutma etkisi değerlendirilmekte, ülkemiz için ve gelecekte bu konuda yapılması düşünülen araştırmalar için önerilerde bulunmaktadır.

Araştırmanın sınırlılıkları

Araştırma yaz mevsiminde yapılan deneylerle sınırlandırılmış olup; bunun nedeni yapı yoğunluğunun fazla olduğu kentlerde kentsel ısı adası etkisinin özellikle yaz aylarında sorun yaratmasıdır. Düşey yeşil sistemin cephe yüzeyine olan termal etkisinin yaz mevsimindeki performansını incelemek için karşılaştırmalı tablolar hazırlanmıştır. Sistemin yaz mevsimindeki cephe sıcaklığını düşürmedeki fayda boyutunu irdelemek için yapılan tez çalışması, yaz mevsiminde ve sıcak ılıman iklim bölgelerinde yapılmış deneysel çalışmalarla sınırlandırılmaktadır.

Düşey yeşil sistemlerin özellikleri, uygulama yöntemleri, bileşenleri, olumlu ve olumsuz özellikleri gibi sistem hakkındaki bilgiler 2. Bölümde incelenmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Düşey Yeşil Sistemler

2.1.1. Düşey yeşil sistemlerin tanımı

Düşey yeşil sistemler tırmanıcı bitkilerin ya da süs çalılarının özel bir destekleyici sistemle belli bir doğrultuda yönlendirilerek istenilen alanın kapatıldığı cephe sistemleridir. Bitkilendirme aynı zamanda bina cephelerinin işlevselliğini arttıran bir katkı maddesi olarak da görülebilir (Ottele ve Perini, 2011). Yıllardır birçok ülkede düşey yeşil sistem uygulamaları tercih edilmektedir. Bunun temel nedenlerinden biri birleştirilmiş bitki ve toprak tabakasının iyi bir yalıtım malzemesi görevi görerek; soğuk iklimlerde bina içindeki sıcaklığı muhafaza etmeye, soğuk iklimlerde ise sıcaklığı dışarda tutmaya yardımcı olmasıdır (Peck,1999).

Düşey yeşil sistemlerin geçmişten bugüne kadar olan gelişimi bölüm 2.1.2.'de ele alınmıştır.

2.1.2. Düşey yeşil sistemlerin tarihsel gelişim süreci

Tarihteki ilk düşey yeşil sistem örneği, ilk çağlardaki Mezopotamya uygarlıklarından günümüze kadar gelebilmiş ve Dünya'nın yedi harikasından biri olan Babil'in Asma Bahçeleri 'ne kadar uzanmaktadır (Erdem,1994). Sarayların asmalarla kaplı dar arka avluları düşey bahçelerin en eski formu olarak, Akdeniz bölgesinde yaklaşık 2000 yıl önce karşımıza çıkmaktadır. Asma kaplı avlular cepheye gölge ve serinlik sağlamanın yanı sıra meyvelerinin kullanılabilirliğiyle de ekonomik değer sağlamıştır.

500 yıl öncesinde ise Orta Avrupa'da odunsu sarmaşıklar kalelerde ve köylerdeki en popüler tırmanma aracı olmuştur. Meyve ağacı kafesleri yaygın hale gelmiş, gül sarmaşıkları en çok tercih edilen süsleme bitkisi olmuştur (Köhler,2008).

Pompei'de esnaf dükkanlarının üst katındaki balkonlarda asma yetiştirmiştir. Romalılar imparatorlarının mozoleleri başına ağaç dikmiştir. Vikingler ise konutlarının duvar ve çatılarını rüzgar ve yağmura karşı korumak için çimenle kaplamışlar ve bazen de çatıda yalıtım sağlamak için deniz yosunu kullanmışlardır (Peck,1999).

1900'lerin başına gelindiğinde iki ünlü mimar, Le Corbusier ve Frank Lloyd Wright, bazı projelerinde aynı zamanda dış mekan oturma odaları yaratacak şekilde yeşil çatılar ve teraslar tasarlamışlardır. Le Corbusier, ortasından yolların geçtiği bitki kaplı çatıları kentsel alanlara entegre etmeyi planlamıştır. Bazı projelerinde yeşil çatı tasarımı yapmıştır (La Maison due Diable.) Şikago'daki Midway Bahçeleri, Hollyhock Evi, Cheney Evi, Şelale Ev ise Frank Lloyd Wright'ın yeşil çatı ve yeşil cephe uygulaması yaptığı projelerinden bazılarıdır (Peck, 1999 ve Farid, 2016). Modern anlamda 'Düşey Bahçe' fikrinin öncüsü ise Fransız bitki bilimci Patrick Blanc'dır. İlk düşey bahçe denemesini 1986 yılında Paris Bilim ve Endüstri Müzesinde yapmıştır. 1994 yılında ise yaptığı çalışmasıyla Chaumont Bahçe Festivali'nde dikkatleri üzerinde çekmiştir (Ekren, 2017). O günden bu yana özgün tasarımlar geliştirmeye ve uygulamaya devam etmektedir.

Patrick Blanc'ın uygulamalarının ve katkılarının yanı sıra Kuzey Amerika Pazarı'nın düşey yeşil sistemlere yaptığı ürün bazlı katkılar yeşil cephe uygulamalarına hız kazandırmıştır. 1920'lerde İngiltere ve Kuzey Amerika'daki evlerin bahçeleri pergolalar, kafes strüktürler ve tırmanıcı bitkilerle kaplanmıştır. 1988'lerde paslanmaz çelik kablo sistemi düşey yeşil cephe uygulamalarında yer almaya başlamıştır. Kablo, tel örgü ağ ve modüler kafes tel sistemi 1990'larda Kuzey Amerika Pazarına girmiştir. 1994'de bio-filtrasyon yöntemi kullanılarak oluşturulan iç mekan yaşayan cephe sistemi Kanada'da bir binada uygulanmıştır. 2000'li yıllara geldiğimizde, Zürih'de toplam 1300 tırmanıcı bitkinin kullanıldığı MFO Park tasarlanmıştır. 2005 senesinde Japonya'daki Expo 2005 Biyolojik Akciğer fuarındaki bir duvarda Japonya'da uygulanabilecek 30 farklı modüler yeşil sistem uygulaması yapılmış ve fuar Japon Federal Hükümeti tarafından desteklenmiştir. 2007 yılında 'Yeşil Duvar Tasarımı 101' kursu, Kuzey Amerika da yapılan tam günlük bir kurs olup, konuya verilen önemi göstermektedir. 2008 yılında ise 'Sağlıklı Şehirler için Yeşil Çatılar (GRHC)' hareketi öncülüğünde yeşil duvar projelerine teşvik etmek için 'Üstün Yeşil Duvar Ödülü' ve 'Yeşil Duvar Araştırma Fonu' oluşturulmuştur (URL-1).

Yukarıda verilen örneklerden yeşil düşey sistemlere verilen ilginin yurtdışında oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu sistemlerin geliştirilmesi ve yaygınlaşmasını teşvik etmek için birtakım düzenlemeler ve uygulamalar yapılmaktadır. Ülkemizde ise yapılan uygulamalar yok denecek kadar az olup, teşvik etmek için herhangi bir çalışma yapılmamaktadır.

Düşey yeşil cepheler, yeşil çatılar kadar bilinmemekle beraber, konuyla ilgili araştırmalar son zamanlarda artmaya başlamıştır.

Düşey yeşil cepheler bitki türleri, uygulama şekli, strüktür özellikleri, sulama metotları gibi birçok faktöre göre sınıflandırılmaktadır. Bölüm 2.1.3.'de uygulama şekline göre sınıflandırma incelenecektir.

2.1.3. Düşey yeşil sistemlerin sınıflandırılması

Kaynak taramasından elde edilen verilere dayanılarak en yaygın sınıflandırma olan uygulama şekline göre (bitki yaşama ortamı) sınıflandırma incelenmiştir.

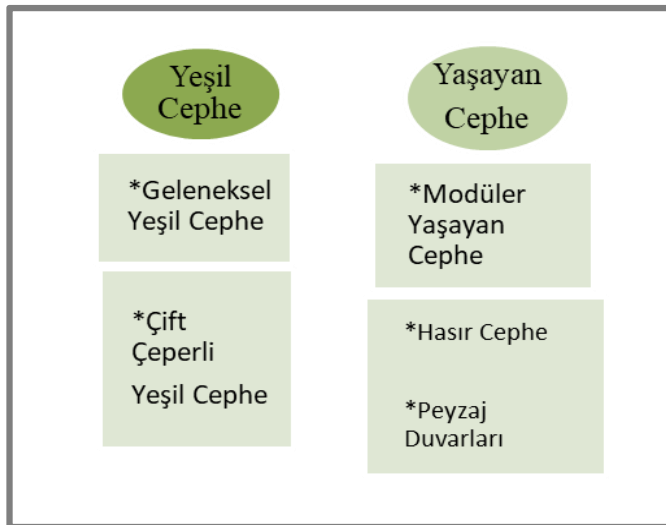
Uygulama şekline göre sınıflandırma aşağıdaki gibidir (Perez, 2011):

Yeşil cepheler (Green facade)

- Modüler kafes panel sistemi
- Kablo ve tel örgü ağ sistemi

Yaşayan cepheler (Living Walls)

- Modüler yaşayan cepheler
- Bitkilendirilmiş hasır cepheler
- Peyzaj duvarları



Şekil 2.1. Düşey yeşil sistemlerin sınıflandırılması (Perez vd, 2014)

Yeşil cepheler (Green Facades)

Yeşil cephe tırmanıcı bitkilerin, yaprak döken veya dökmeyen, doğrudan veya çelik teller, kafesler gibi destekleyici elemanlar yardımıyla bina yüzeyine sarılmasıyla oluşan cephelerdir. Binanın oturma alanına ekilen tırmanıcı bitkiler ucuz bir cephe yeşillendirmesi elde etmemizi sağlar. Yaklaşık olarak en fazla 25 m büyüyebilirler ve bu birkaç yıl alır (Ottele ve Perini, 2011). Yeşil duvarlarda genelde İngiliz sarmaşığı tercih edilir. Kendiliğinden sarılan ve arsız kök yapısına sahip olan bu sarmaşık türü direk cepheye yapışarak tüm cepheyi kaplayabilir; ancak tek eksi yanı cephede herhangi bir tadilat ya da bitkinin bir bölümünün cepheden ayrılmasının gerektiği durumlarda uygun olmayan duvarlara zarar verebilir. Bunun için Avrupa ve Kuzey Amerika'da sarmaşıkları duvardan ve diğer bina cephelerinden uzak tutmak için onları ayakta tutmaya yarayan kablo sistemleri, kafesler ve esnemeyen paneller geliştirmişlerdir (Aygencel, 2011).

Yeşil cephelerin karmaşık bir strüktürü yoktur. Kaplayıcı bitki çoğunlukla zeminden köklenip büyüdüğü için mekanik sulama sistemine ve ekstra besine ihtiyaç duymaz. Besinini ve suyunu topraktan karşılar, bu yüzden uygulaması kolay ve az maliyetlidir (Develi Uyar, 2018).

Uygulama metoduna göre iki tip yeşil cephe vardır:

Modüler kafes panel sistemi

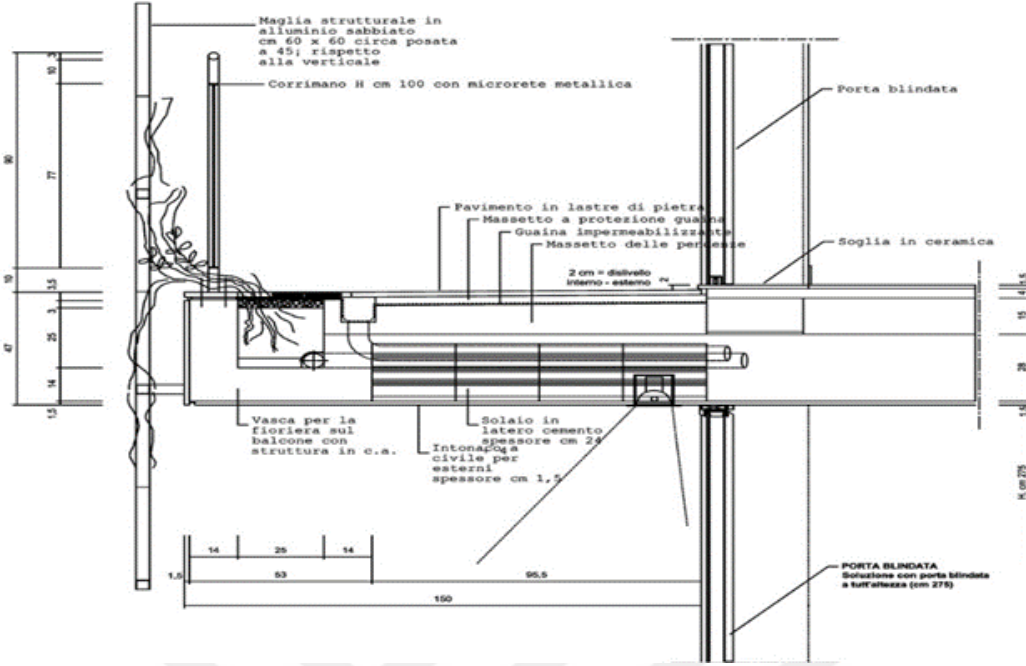
Bitki tabakasını cepheden uzak tutmak için düşünülmüş; üç boyutlu, hafif, paslanmaz çelikten üretilen grit formlu panellerdir. Cepheye kaynaklanarak tutturulur. Topraktan filizlenen bitki panellere sarılarak, duvarla panel arasında kalan alanda her yöne yayılarak gelişimini sürdürür. Duvara doğrudan yapışmadığı için yapıya zarar verme ihtimali yoktur. Modüler kafes panelleri istiflenebilme, sökülebilmeye, istenilen formda şekil oluşturma, bitki gelişimini sınırlandırma ve rigid yapısı sayesinde tekil ayakta duran duvar oluşturma imkanı sağlamaktadır. Bu özellikleriyle ergonomik kullanım özelliğine sahiptir. Geri dönüşümlü malzemeden yapılan bu sistemler malzeme sürdürülebilirliği açısından da artı sağlamaktadır (Aygencel, 2011).



Resim 2.1. Modüler kafes panel sistemi (URL-1)



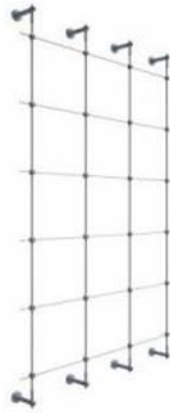
Resim 2.2. Ex Ducati Ofis Binası-İtalya (URL-2)



Şekil 2.2. Ex Ducati binası modüler kafes panel cephe kesiti (URL-2)

Kablo ve tel örgü ağ sistemi

Kablo ve tel örgü ağ sistemlerinde genelde birinden biri tercih edilir. İki sistemin kullanım yeri bitkinin büyüme hızına göre belirlenir. Kablolar hızlı büyüyen tırmanıcı bitkilerden oluşan daha yoğun yeşil cephelerde kullanılır. Tel örgü ağ sistemi ise daha yavaş büyüyen bitkileri desteklemek için kullanılır. Kablo sisteme göre daha esnektir ve farklı tasarımlara olanak verir. Her iki sistemde de yüksek gerilimli çelik kablolar, çapalar ve ek donanımlar kullanılır (Aygencel, 2011).



Resim 2.3. Tel örgü ağ sistemi (URL-3)

Yaşayan cepheler (Living Walls)

Yeşil duvarlar ve düşey bahçeler olarak da bilinen yaşayan cepheler her biri kendi toprağını veya suni büyüme ortamını (keçe, perlit, köpük, mineral yün gibi) bulunduran modüler panellerden oluşur. Bitki besin ve su ihtiyacını kendi panelinden karşılar. Yeşil cephede olduğu gibi zemin toprağıyla bağlantısı yoktur (Perini ve Rosasco, 2013).

Yaşayan cepheler hafif bir strüktüre sahiptirler. Genel olarak metal bir çerçeve, pvc panel ve hava katmanından oluşurlar. Basit yapılarından dolayı hemen hemen her yerde her boyutta tasarlanabilirler. Bu sistem aynı zamanda farklı türde bitkileri bir arada kullanmaya olanak sağlamaktadır. Çok yıllık çiçekler, eğrelti otları, bodur çalılar gibi farklı türden bitkiler tasarımda tercih edilerek cephede görsel zenginlik ve farklılık yaratılabilir. Yaşayan cepheler farklı iklimlerde iyi performans göstermektedir. Dikkat edilmesi gereken nokta iklime uygun bitki türü seçimidir. İklime uygun seçilen bitkilerin bakımı kolaydır, aksi takdirde zorluk yaşanabilir. Kullanılan bitki çeşitliliği ve yoğunluğu sebebiyle yaşayan cepheler yeşil cephelerden daha fazla bakıma ihtiyaç duymaktadırlar (Yeh, 2012).



Resim 2.4. Kuveyt’deki bir botanik bahçede yapılmış yaşayan cephe uygulaması (URL-4)



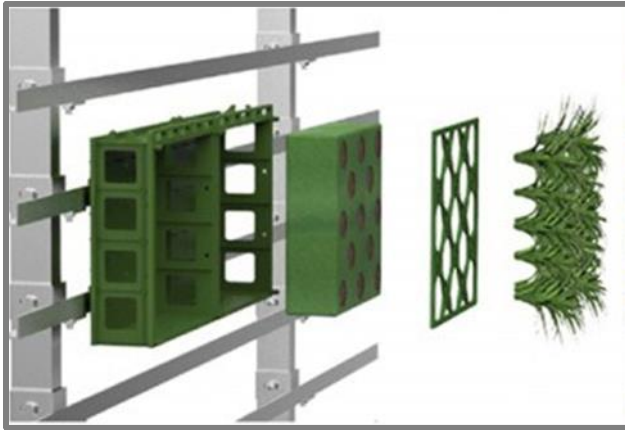
Resim 2.5. Miami’deki bir kafede yapılmış yaşayan cephe uygulaması (URL-4)

Resim 2.4 ve resim 2.5’de iki farklı iklimde uygulanmış yaşayan cephe örnekleri görülmektedir. Her iki duvar da bitki çeşitliliği bakımından zengin olup, farklı bitki türleri barındırmaktadır. İki örnek de iklime ve bölgeye uygun bitki seçiminin tasarım sürecindeki önemini göstermektedir.

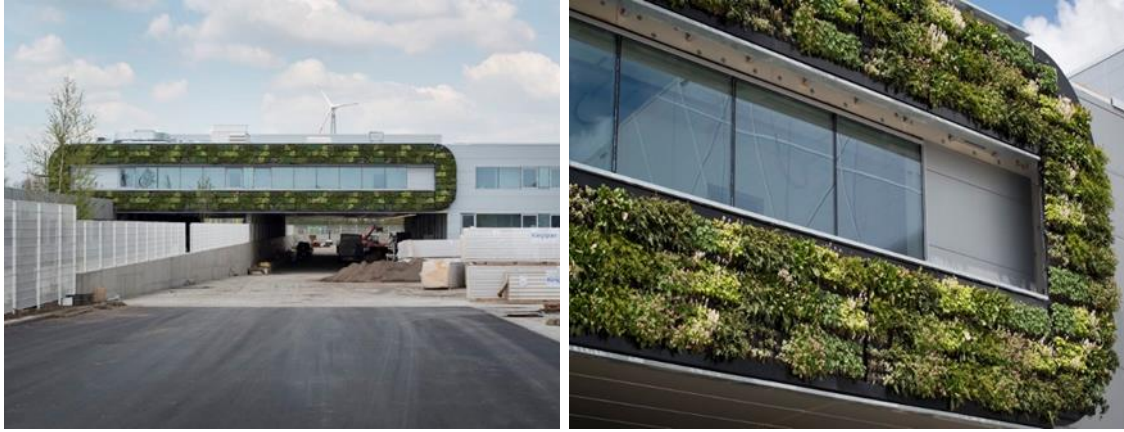
Yaşayan cepheler kendi içinde modüler yaşayan cepheler, bitkilendirilmiş hasır cepheler ve peyzaj duvarları olmak üzere çeşitlere ayrılır:

Modüler yaşayan cepheler

Modüler sistemler, bitkiye büyüme ortamı sağlayan kare ya da dikdörtgen panellerden meydana gelmektedir (Aygencel, 2011). Prensip olarak jeotekstiller, polipropilen plastik, besin maddesi, sulama sistemi ve bitkiden oluşmaktadır. Bitkilerin ihtiyacı olan besinlerin büyük kısmı bu modüllerin içinde bulunmaktadır. Sulama ihtiyacı ise damlama yöntemiyle karşılanmaktadır. Su pompasına bağlanan damlama borusuyla yukardan aşağıya su damlatılarak bitkilerin ihtiyaçları olan suya ulaşmaları sağlanır. Su miktarı kontrolü sistemden yapılabilmektedir (Erdoğan, 2014). Modüler sistemler genelde ön üretimli oldukları için, kurulumları tamamlanır tamamlanmaz yeşil etki sağlayabilirler (GRHC, 2008).



Şekil 2.3. Modüler yaşayan cephe sistemi (URL-5)



Resim 2.6. Belçika Nike lojistik kampüsü modüler yaşayan cephe uygulaması (URL-6)

Bitkilendirilmiş hasır cepheler

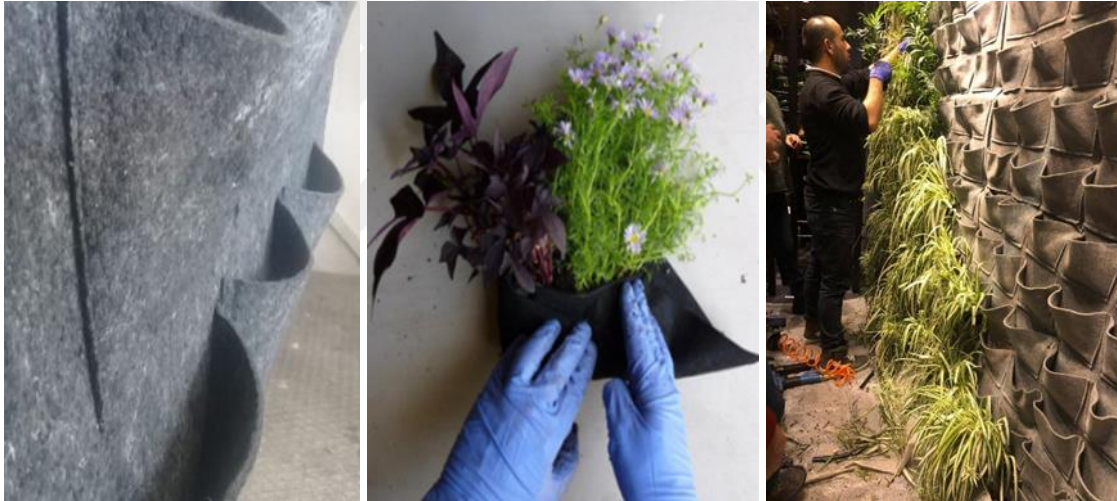
Ünlü botanikçi Patrick Blanc'ın geliştirdiği bitkilendirilmiş hasır cepheler, yaşayan cephelerin özgün bir formudur. Hasır duvarlar iki kat cepli sentetik kumaş tabakasından oluşur ve bitkinin büyüme ortamı bu ceplerdir. Su geçirmez astar sayesinde duvarlar neme karşı korunur (GRHC, 2008). Modüler yaşayan cephelere nazaran bitkilendirilmiş hasır cephe uygulamaları kalınlık olarak daha incedir. Besinler yukarıdan aşağı devir daim yapan bir sulama sistemiyle bitkilere dağıtılır. Bitkilendirilmiş hasır cepheler; duvarın üzerine yalıtım, taşıyıcı sistem, bitki için destek, büyüme ortamı(kumaş, keçe vb), bitki tutucu tabaka, büyüme ortamı üst tabaka, sabitleme katmanı ve bitkiden oluşmaktadır (Aygencel, 2011).



Resim 2.7. Bitkilendirilmiş hasır duvar taşıyıcı sistemi (Aygencel, 2011, 53)



Resim 2.8. Polipropilen keçe (URL-7)



Resim 2.9. Keçe duvar yaşayan cephe uygulaması (URL-8)



Resim 2.10. Mur Vegetal, Musee du quai Branly, Patrick Blanc (URL-9)

Peyzaj duvarları

Peyzaj duvarları, eğimli alanların stratejik bir yaklaşımla gürültüyü önleme ve sevi sabitleme maksadıyla değerlendirilmesiyle oluşur. Çoğunlukla içinde boşlukların olduğu beton ya da plastik malzemelerin içine bitkiler ekilerek oluşturulur (GRHC, 2008). Bitkinin yetiştirme ortamı topraktır ve ek besin takviyesine gerek yoktur.



Resim 2.11. Peyzaj duvarı (URL-10)

Düşey yeşil sistemlerin sınıflandırılması yukarıda belirtildiği gibidir. Bölüm 2.2’de düşey yeşil sistemlerin yapıya ve çevreye olan olumlu etkilerine değinilmiştir.

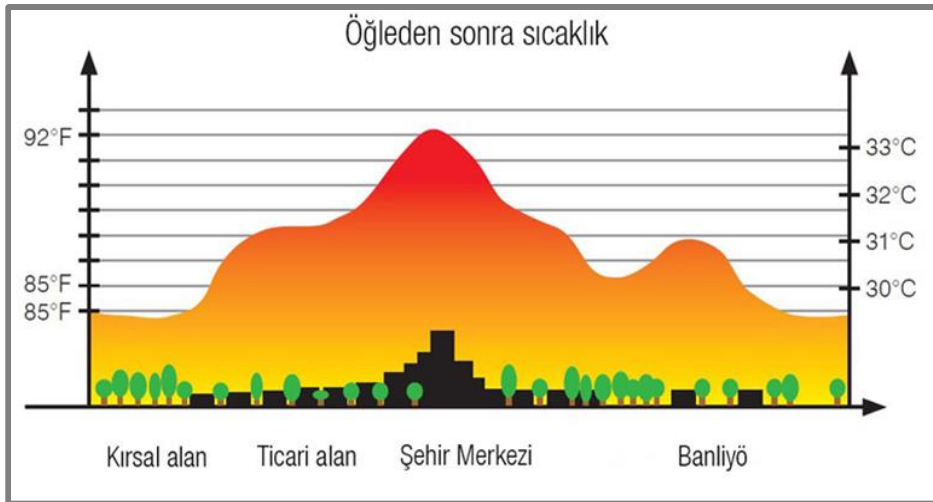
2.2. Düşey Yeşil Sistemlerin Yapıya ve Çevreye Olumlu Etkileri

Düşey yeşil sistemlerin bulundukları çevreye birçok faydasının olduğu söylenebilir. Hava kalitesini arttırma, gürültü bariyeri görevi görme, ısı yalıtımını sağlama, rüzgârı kesme, estetik değer katma etkisi sağladığı faydalardan bazılarıdır. Düşey yeşil sistemlerin sağladığı yararlar çevresel etkiler, ekonomik etkiler ve sosyal etkiler olmak üzere üç grupta sınıflandırılabilir. (Çizelge 2.1.)

Çizelge 2.1. Düşey yeşil sistemlerin etkilerinin sınıflandırılması (Erdoğan, 2014, 10)

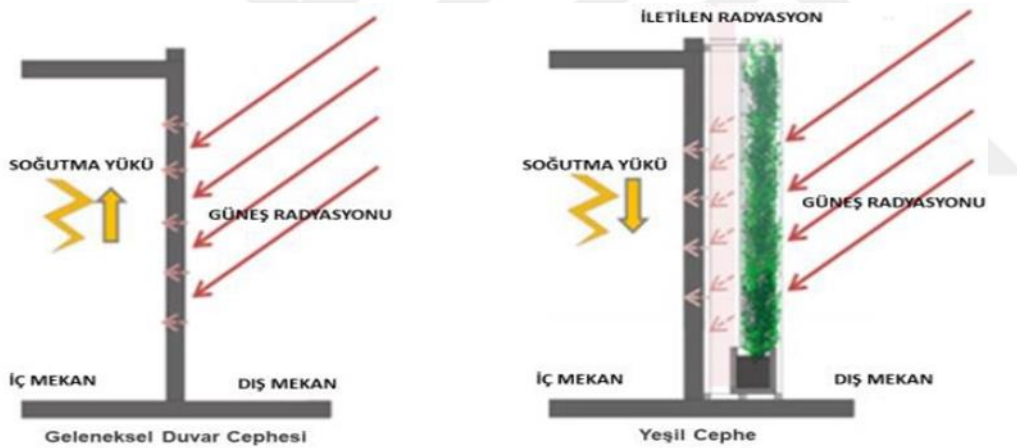
DÜŞEY YEŞİL SİSTEMLERİN ETKİLERİ		
ÇEVRESEL ETKİLER	EKONOMİK ETKİLER	SOSYAL ETKİLER
*Kentsel ısı adasını ve sera etkisini azaltır. *Isı yalıtımı sağlar. *Gürültü bariyeri görevi görür. *Rüzgarı keser ve gölgeleme sağlar. *Yağmur suyu ve toz tutucu etkisi vardır. *Yeşil dokuya ve kentsel peyzaja katkı sağlar. *Ekolojik çeşitliliğe katkı sağlar. sağlar.	*Enerji verimliliğini artırır. *Binaya çekicilik kazandırarak mali değerini artırır. *Bina zarfını korur. *Tarım yapmaya olanak verir.	*Estetik değer katar. *İnsan psikolojisini olumlu etkiler.

2.2.1. Kentsel ısı adasını azaltma etkisi



Şekil 2.4. Kentsel ısı adası etkisinin alanlara göre değişimi (URL-11)

Isı adasına sebep olan birçok etken vardır, fakat asıl sebep aşırı yapılaşmadır. Yeni yapılar inşa edebilmek için ağaçlar kesilmekte ve yeşil alanlar yok edilmektedir. Bitki örtüsünün yerini ısıyı soğurma özelliği olan asfalt, beton gibi koyu renk sert yüzeyler almıştır. Bu malzemeler gün içinde ısıyı içine çekip, geceleri serbest bırakmaktadır. Bu da iklim normallerinin üstünde ısınmaya neden olmaktadır. Ayrıca, araçlardan, klima ünitelerinden ve fabrika gibi yapılardan salınan ısı da aşırı ısınmaya katkıda bulunur. Gün içinde ısıtılmış gazlar birçok yapıdan, makinadan atmosfere salınır fakat asıl sorun onları yutacak yeterli bitki örtüsünün olmamasıdır. Bina duvarlarını yeşillendirme fikri henüz tam olarak keşfedilmemiş ve yaygınlaşmamıştır. Halbuki bitkilendirme, cepheyi güneşten gölgeleyerek günlük ışın dalgalanmasını %50 oranında azaltır ve gölgeleme yaparak binanın sıcaklığını önemli ölçüde azaltabilir. Ayrıca tamamen yapraklarla kaplı bir cephe yaz aylarında yoğun güneş radyasyonuna bağlı olarak gelen radyasyonu %40-80 oranında yansıtır veya absorbe eder (Mir, 2011).



Şekil 2.5. Bitkilerin güneş radyasyonunu filtre etme etkisi (Abdullahi ve Alibaba, 2016)

2.2.2. Isı yalıtımı sağlama etkisi

Yeşil cepheler ve yaşayan cepheler çevre koşullarından çok farklı olarak kendi mikro iklimlerini yaratmaktadır. Bu mikro iklimten hem bina hem de yakın çevresinin etkilendiği görülmektedir. Çevre binaların yüksekliği, yönelimi ve mesafesine bağlı olarak, daimi güneş ışığı ve rüzgara maruz kaldığı için cephede aşırı sıcaklık dalgalanmaları meydana gelmektedir. Yeşil cephede ise, bitki tabakasıyla duvar arasında bulunan durgun hava tabakası yalıtım malzemesi görevi görmektedir. Bu hava tabakası iç ortamla dış ortam arasındaki ısı kayıplarını önlemeye yardımcı olur.

Yapraklar sayesinde güneş ışığının direk cepheye ulaşması engellenmiş olur. Bu sayede yaz aylarında iç mekanın fazla ısınması engellenmiş olur. Kış aylarında ise tam tersi olup iç ortamdaki sıcak hava muhafaza edilir. İç ortam sıcaklığındaki 0.5 derecelik düşüş bile elektrik tüketimini %8 oranında düşürmeye yardımcı olur ve bu da tasarruf ve enerji korunumu sağlamaya yardımcı olur (Ottele, 2011).

Binaların dışına uygulanan yalıtım içine uygulanandan daha etkilidir; bunun nedeni buharlaşma yoluyla serinletme etkisinin iç ortama nüfuz etmesidir. Özellikle sıcak yaz günlerinde, düşey yeşil sistemler gölgeleme ve buharlaşma yoluyla içeriye giren güneş enerjisini azaltmakta ve enerji tasarrufu sağlamaktadır (Wong, 2010).

2.2.3. Gürültü bariyeri görme etkisi

Araç yoğunluğunun fazla olduğu kalabalık şehirlerde gürültü kirliliği günden güne artmaktadır. Bunun yoğun şekilde hissedilme nedenlerinin başında, binaların birbirine yakın inşa edilmesi ve kaldırım, yol, duvar gibi sert yüzeylerin fazla olup; ses yutucu özellikteki yumuşak alanların az olmasıdır. Araçlardan ve insanlardan yayılan sesler bina cepheleri, cam yüzeyler gibi sert alanlara çarparak yansır. Buna bağlı olarak sürekli devam eden bir gürültü kirliliği meydana gelir (Wong, 2010).

2000 yılında Avrupa Birliği ülkelerinde yapılan bir araştırmaya göre, trafik yoğunluğunun neden olduğu gürültü seviyesi 55Db'in üzerine çıkmıştır (Wong , 2010). Çimenlik benzeri yumuşak yüzeyler sesleri yutarak azaltmaktadır. Bitkilerle kaplı duvarlarda da aynı durum söz konusudur (Karaosman, 2005).



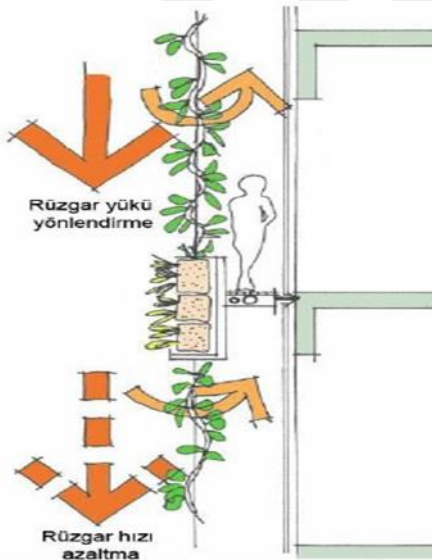
Şekil 2.6. Yeşil duvarın gürültü bariyeri etkisi (URL-30)



Resim 2.12. Bitki duvarlarının gürültü bariyeri olarak kullanılması (URL-31)

Trafik yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde, otoyollarda, havalimanı yakınında bulunan yerleşimlerde yeşil cephe uygulamaları ses bariyeri görevi görebilir. (Resim 2.12)

2.2.4. Rüzgarı kesme ve gölgeleme etkisi



Şekil 2.7. Yeşil cephenin rüzgârı kesme etkisi (Koby, 2017, 45)

İç mekanda termal konforu sağlamanın yöntemlerinden birisi de rüzgarı kesmektir. Özellikle kış aylarındaki soğuk rüzgârlar iç mekan ısını düşürür. Yeşil cepheler rüzgârı kesmek için tercih edilebilir, çünkü bitki örtüsünün pürüzlüğü rüzgar hızını azaltmaya yarar. Yeşil cephe rüzgârı kırmak için çok yoğun bir bitki katmanından oluşmalıdır (Bass, 2007).



Resim 2.13. Yeşil cephenin iç mekanı gölgeleme etkisi (URL-32)

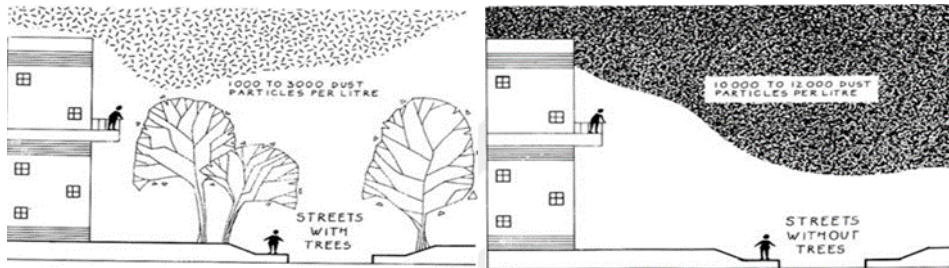
Bitkilerin gölgeleme sağlamak için kullanımının pasif bir güneş kontrol yöntemi olduğu kanıtlanmıştır. Yapraklar gelen güneş ışığını belli oranda engellediği gibi, gölgeleme etkisi yaprak yoğunluğuna ve yaprak büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Gölgeledi alandaki ışımsal ve termal yükler, gölgeli olmayan alana göre daha düşüktür. Ayrıca bitkilerin buharlaşma yaparak soğutma etkisi de gölgede kalan duvarın daha serin olmasını sağlamaktadır (Papadakis, 2001).

2.2.5. Yağmur suyu ve toz tutucu etkisi

Yeşil alanların azalması, arazi kullanımı değişiklikleri, fosil yakıtların kullanılması ve sanayileşme ile atmosferdeki sera gazlarının miktarın arttığı görülmektedir. Şehirleşmenin de katkısı ile yüzey sıcaklıklarında artış görülmektedir. Küresel ısınmaya bağlı olarak iklim değişikliğinin sonucunda kasırga, kuvvetli yağışlar, seller, taşkınlar, kuraklık, çölleşme, ani sıcaklık artışları gibi insan yaşamını ve çevresini olumsuz etkileyen doğal felaketler meydana gelmektedir (Türkeş, 2000). Ülkemizde de son yıllarda aşırı yağışlara bağlı olarak seller ve taşkınlar görülmektedir. Yerleşim yerlerinde yağışların kontrol altına alınamaması ya da drenaj yetersizliği nedeniyle maddi zararlar ve can kayıpları yaşanmaktadır. Bu tip felaketlerin oluşmasında ormanlık alanların çok azalmasının ve altyapı eksikliklerinin payı büyüktür. Yeşil duvarlar büyük alan kaplamaları nedeniyle suyun akış hızını yavaşlatıcı etkiye sahiptirler. Bu da suyun kanalizasyona akışını yavaşlatır ve azaltır (Söğüt ve Şenol, 2014).

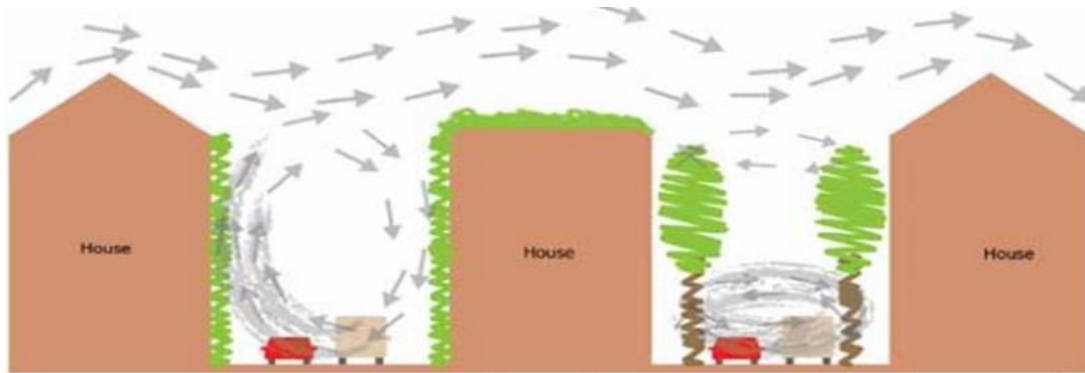
Yaprakların havadaki partikülleri, tozları tutabilme özelliği vardır. Yaprak yoğunluğu ve büyüklüğüne bağlı olarak tutuculuk oranı değişmektedir.

Almanya’da yapılan bir araştırmaya göre, otoyol kenarındaki sarmaşık kaplı duvarda %40 oranında partiküllerin tutulduğu tespit edilmiştir. Bir diğer araştırmaya göre bir parktaki ağaçlar havada asılı kalmış partiküllerin %85’ ini, kış aylarında yapraklar yokken ise %40’ ını yakalayabilmiştir. Tırmanıcı bitkiler ise yayılma özellikleri sayesinde geniş yüzey alanı oluşturarak toz, kirletici madde hatta virüsleri bile filtreleyebilme özelliğine sahiptirler (Ottele, 2011). Bu çalışmalardan yola çıkarak yeşil cephelerin trafikten kaynaklanan emisyonları yapraklarında tutarak havayı temizlediği ve astım gibi solunum yolu rahatsızlıklarına fayda sağladığı sonucuna ulaşılabilir (Söğüt ve Şenol, 2014).



Şekil 2.8. Bitki örtüsünün kentteki kirli havayı temizleme etkisi (Johnston ve Newton, 2004, 10)

Sokakları dar olan şehirlerde, özellikle alt kotlarda, yeşil duvarlar ve cepheler tasarlamak kentsel hava kalitesini iyileştirilebilir. Nüfusun yoğun olduğu şehirlerde hava kalitesini arttırmak için cephelerin bitkilendirilmesi, cadde boyu ağaç dikilmesinden daha etkili bir çözüm önerisi olabilir. Düşey yeşil cepheler havadaki kirliliği ağaçlara nazaran daha hızlı uzaklaştırabilirler (Mir, 2011) (Şekil 2.9.).



Şekil 2.9. Hava kalitesinin iyileştirilmesi etkisi (Mir, 2011)

2.2.6. Yeşil dokuya ve kentsel peyzaja katkı

Kentsel alanları güzelleştirmek için akla gelen yöntemlerden birisi yeşil alanların oranını arttırmaktır. Bina yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde yeşil dokuyu arttırmak için yeterli alan olmayabilir. Buna çözüm olarak geniş yüzey alanına sahip cepheler bitkilendirme için düşünülebilir.

Bitkilendirme bir yerdeki çirkin görüntüyü perdelemek, atıl alanların olumsuz algılarını yok etmek, binaların genel profilini düzeltmek ve şehrin görselliğini geliştirmek için kullanılabilecek hızlı ve ucuz bir yöntemdir. Katlı otoparklar, köprüler, kampüs binaları, toplu taşıma istasyonları, elektrik trafoları, tekrarlayan cepheleri olan sokaklar, kör cephesi olan binalar, parakende binaları vb yapıların hepsi yeşil duvarla tasarım yapma olanağı sağlamaktadır. Bitkilendirilmiş cepheler sadece kendilerine değil çevrelerine de katkı sağlamaktadırlar (Koby, 2017).

White ve Gatersleben (2011)'in yaptığı bir anket çalışmasına göre; sarmaşık kaplı evlerin kaplı olamayanlara göre daha çok tercih edildiği, daha güzel ve daha estetik bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Binaya entegre bitki örtüsü insanlar üzerinde pozitif duygu uyandırmıştır ve binaya entegre bitki örtüsünün kentsel çevreye değerli bir katkısının olabileceği düşünülmektedir (White ve Gatersleben, 2011).

Düşey yeşil cepheler görsel olarak güzel görünmelerinin yanı sıra binaların mülk değerini de arttırabilirler. Dikkat çekici oldukları için tanınabilir sembol binalar haline gelirler. Çiçekli veya mevsime göre renk değiştirebilen bitki çeşitliliğiyle farklı ve renkli tasarımlar yapmaya olanak vermektedirler.



Resim 2.14. Renk değiştiren sarmaşığın yarattığı pastoral etki (URL-14)

Aynı zamanda gelişen teknolojilere bağlı olarak desenler, şekiller yapılmasına olanak vererek büyük firmaların giriş duvarlarında logolarda tercih edilir hale gelmiştir. Yeşil cepheler çevre dostu bir algı yaratmalarının yanı sıra, kent estetiğine katkı sağladıkları söylenebilir.

2.2.7. Ekolojik çeşitliliği katkı sağlama etkisi

Nüfus artışı ve imkanların şehirlerde daha fazla olmasıyla kırsal alanlar terk edilmiş ve şehirlerdeki yapılaşma artmaya başlamıştır. Plansız yapılaşmanın sonucu olarak diğer canlıların yaşam alanları işgal edilmekte ve varlıkları yok sayılmaktadır. Günümüz şehirlerinin kuşlara yuva olabilecek ağaçlardan, arıların ve omurgasız canlıların konabileceği bitkilerden yoksun olduğu görülmektedir (Resim 2.15).



Resim 2.15. Şantiyede kuşların artık tellerden yaptığı kuş yuvası (kişisel arşiv)

Düşey yeşil sistemler kuşlar ve omurgasız hayvanlar için alternatif bir yaşam alanı oluşturabilirler. Örneğin, heder helix ve tırmanıcı güller kuşların kış aylarında beslenebileceği meyveler sunmaktadır (Johnson ve Newton, 2004). Yeşil cepheler; arılar, kelebekler, böcekler ve diğer mikroorganizmalar için barınma ihtiyacını karşılamamanın yanı sıra besin kaynağı da sağlayabilirler. Bu faydaları ile böceklerin ve omurgasız hayvan türlerinin yaşama devam etmeleri ve türlerinin tükenmemeleri açısından önem sağlamakla birlikte, yaşam alanlarını biraz da olsa karşılama fırsatı yaratabilir.



Resim 2.16. Kelebek ve sarmaşık (URL-15)



Resim 2.17. Sinek kuşu çiçeklerden beslenirken (URL-16)

2.2.8. İnsan psikolojisine olumlu etkisi

Tabiatla iç içe bulunmanın psikolojik ve fiziksel yönden insana birçok fayda sağladığı düşüncesi tarih boyunca karşımıza çıkmıştır (Özgüner, 2004, 97). İnsanların gerek doğayla iç içe olarak, gerek izleyerek ondan zevk aldığı söylenebilir. Bahçecilik gibi işlerle uğraşarak toprakla yakın temas halinde olmaya ‘aktif kontak’, çevredeki ağaçları, çiçekleri seyretmeye ya da pencereden orman manzarasına bakmaya kısacası görerek doğayla ilişki içinde olmaya ‘pasif kontak’ denilmektedir. Bunların yanı sıra yakın çevrede istenildiği zaman gidilebilecek ya da pencereden seyredilebilecek bir yeşil alanın varlığını bilmenin dahi insana iyi geldiği belirtilmektedir (Ulrich ve Parsons, 1992).



Resim 2.18. Yeşil cephe önünde kitap okuyan kadın (URL-17)

İnsanların bitkiler de dahil olmak üzere doğada diğer canlılarla bağ kurduklarını hissettiklerinde kendilerini daha iyi hissettikleri söylenmektedir. Bitkilerin yarattığı bu olumlu etkiye literatürde ‘biyofili’ denmektedir (Rutgers, 2012). Yeşil alanların insan sağlığına olumlu etkilerinin olduğu yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır. Doğal bir çevreye görsel erişimin bile stres ve birtakım rahatsızlıkları azalttığı; genel sağlık, üretkenlik ve motivasyonu olumlu etkilediği görülmüştür (Ulrich ve Parsons, 1992). Günümüz kentlerinde ise insanın doğayla iletişim kurma şansının az olduğu görülmektedir. Düşey yeşil sistemler doğayla bağ kurmaya yardımcı olabilirler. Balkona çıkınca mevsime göre renk değiştiren yapraklarla kaplı bir bina cephesi görmenin veya evinin duvarındaki sarmaşıklara konan kelebekleri seyretmenin psikolojiyi olumlu etkileyebileceği söylenebilir.

Yukarıda anlatılan özelliklere bakılarak düşey yeşil sistemlerin birçok faydası olduğu sonucuna ulaşılabilir. Sistemin faydalarından yararlanmak amacıyla yurtdışında yapılmış birçok bina örneği bulunmaktadır. Bölüm 2.6’ da düşey yeşil sistemden yarar sağlamak amacıyla yapılmış 7 bina örneği incelenmiştir.

2.3. Düşey Yeşil Sistemlerin Yapıya ve Çevreye Olumsuz Etkileri

Düşey yeşil sistemlerde birçok olumlu etki görülmesinin yanı sıra kullanıcıyı ve mülk sahibini ilgilendiren birtakım olumsuz etkiler de görülebilir. Düşey yeşil sistemlerde görülen olumsuz etkiler aşağıda görüldüğü gibidir:

2.3.1. İlk yatırım işletme maliyeti

Düşey yeşil cephe sistemlerinin kurulum, bakım ve işletme süreçleri klasik cephe kaplama malzemelerine göre daha fazla maliyet gerektirebilir. Kullanılan sistemin özelliği, bitkilerin özelliği, yoğunluğu gibi faktörlere bağlı olarak maliyet değişmektedir. Seçilen bitki türlerinin iklime ve sisteme uygun olması cephenin estetik değer taşıması ve sistemin uzun ömürlülüğü açısından önem taşımaktadır. Yanlış bitki seçimi sistemin işleyişini olumsuz etkileyebilir ve ekstra maliyet çıkmasına neden olabilir (Koby, 2017).

2.3.2. Düzenli bakım gerektirme

Sulama sistemindeki aksaklıklar, aşırı ya da yetersiz sulama, aşırı gübreleme, yeterli ışık alamama, fazla rüzgâra maruz kalma gibi etmenler bitki ölümlerine neden olabilmektedir (Develi Uyar, 2018). Bitkilendirmenin doğrudan duvar yüzeyinde olduğu geleneksel yeşil cephe gibi sistemlerde duvar yüzeyinde çatlaklar oluşabilir (Ottele, 2011). Bazı sistemlerde bitki kontrolsüzce yayılarak pencere vb elemanları kaplayarak oturanların görüş açısını kesebilir (Koby, 2017). Bu gibi problemleri önlemek için sistemin düzenli bakımının yapılması; kuruyan, hastalanan bitkilerin temizlenmesi, gereken zamanlarda budama vb işlemlerin yapılması, sulama ve taşıyıcı sistem kontrolü işletme sürecinde olması gereken işlemlerdendir.



Resim 2.19. Bakım eksikliğinden kontrolsüz yayılmış ve çürümüş bitkiler (Perini, 2011)



Resim 2.20. Yeşil cephelerde bakım (URL-18)

Düşey yeşil sistemler, canlı bileşenlerden oluşmalarından ötürü belli zamanlarda bakım gerektirmeleri kaçınılmazdır. Bitkilerde tıpkı diğer canlılar gibi suya ve besine ihtiyaç duyarlar. Bitkinin yapısına ve sisteme göre bakım ihtiyacı da değişmektedir.

Budama, yabancı otları ayıklama, ölü bitkileri çıkarma, bitkinin hasta olup olmadığını ya da böcek istilasında olup olmadığını kontrol etme gibi görevlerin düşey yeşil sistemlerin uzun ömürlülüğü açısından yapılması gerekmektedir. Belli periyotlarda rüzgar, yağmur, sıcaklık değişimleri gibi çevresel etmenlerden doğabilecek hasar oluşma ihtimaline karşı kablo, tel, keçe, köpük gibi bileşenlerin kontrol edilmesi gerekmektedir (Mir, 2011).

2.3.3. İnsan sağlığına olumsuz etkiler

Alerjen etkiler

Polen alerjisi birçok kişi için büyük bir sorun teşkil etmektedir. Bitkilerin tozlaşma dönemi üst solunum yolu rahatsızlığı ya da hassasiyeti olan kişiler için büyük sıkıntı yaratmaktadır. Bazı bitkilerin tohum, meyve veya yaprakları zehirli olabilir ve özellikle çocukların bulunduğu alanlarda önemli sorunlara yol açabilmektedir (Şevik, Öztürk ve Çetin, 2016). Aşağıdaki çizelgelerde (Çizelge 2.2 ve 2.3) tohum/çiçek ya da yaprakları zehirli olan bazı bitki türleri ve alerjen polene sahip bitkilerden bazıları yer almaktadır.

Çizelge 2.2. Alerjen polene sahip bitkiler (Uluğ ve Altan, 2008)

Bitki	Latince Adı	Türkçe Adı	Latince Adı	Türkçe Adı
	Acer negundo	Akçaağaç	Erica verticillata	Pembe Çiçeği Funda
	Calluna vulgaris	Funda	Plantago lanceolata	Sinirli Ot
	Erica arborea	Ağaç Fundası	Robinia pseudoacacia	Yalancı Akasya
	Alnus glutinosa	Adi Kızlağaç	Rumex acetocella	Pirpirim Otu
	Bellis perennis	Çayır Papatyası	Tilia argentea	Gümüş İhlamur
	Lonicera periclymenum	Hanımeli	Ulmus campestris	Karaağaç

Çizelge 2.3. Zehirli olan bitki türleri (Uluğ ve Altan, 2008)

Bitki	Latince Adı	Türkçe Adı	Latince Adı	Türkçe Adı
	Achillea millefolium	Civan Perçemi	Hedera helix	Kaya Sarmaşığı
	Anomone sp.	Anemon	Hydrangea sp.	Ortanca
	Aconitum napellus		Iris germanica	İris
	Actea spicata	Siyah Yılankökü	Laburnum anagyroides	Adi Sarı Salkım
	Aquilegia sp.	Haseki Küpesi	Laburnum alpinum	Sarı Salkım
	Atropa belladonna	Güzelyavut Otu	Lantana camara	Çalmine
	Arum Maculatum	Yılan Yastığı	Laurocerasus officinalis	Karayemiş
	Calla palustris	Yılan Otu	Ligustrum vulgare	Kurtbağrı
	Caladium	Kaladyum	Lonicera xylosteum	Çit Hanımeli
	Clematis	Klematis	Lonicera nigra	Hanımeli
	Colchium autumnale	Çiğdem	Nerium oleander	Zakkum
	Convalaria majalis	Müge	Rhododendron luteum	Ormangülü(sarı)
	Cotoneaster sp.	Muşmula	Rhododendron ponticum	Ormangülü (mor)
	Creteagus sp.	Akdiken	Robinia pseudoacacia	Yalancı Akasya
	Cycas sp.	Sikas	Schinus molle	Adi Karabiber
	Cydonia oblonga	Yabani Ayva	Senecio cineraria	Kül Çiçeği
	Daphne mezereum	Dulaptal Otu	Solanum nigrum	Köpek Üzümlü
	Daphne sp.	Defne	Symphoricarpos sp.	İnci Çalısı
	Datura arborea	Boru Çiçeği	Taxus baccata	Adi Porsuk
	Delphinium sp.	Hezaren Çiçeği	Viburnum lantana	Tüylü Kartopu
	Eriobotrya japonica	Malta Eriği	Wisteria sinensis	Mor Salkım
	Euonymus europaeus	Taflan		

Böcek, sürüngen gibi canlıların rahatsızlık yaratması

Bitkilendirilmiş cephelerin biyolojik çeşitliliğin artması için potansiyel barındırdığı söylenebilir. Fakat bu cephelerde yaşam alanı oluşturabilecek kuşlar, eklem bacaklılar, fare ve sürüngenler insanları rahatsız edebilirler (Madre, 2015).Hayvanların yaratabileceği

olumsuzlukları önlemek için birtakım önlemleri almak ve sistem özelliklerini tasarım aşamasında gözden geçirmek önem arz etmektedir.

Düşey yeşil sistemlerin olumlu ve olumsuz özellikleri göz önünde bulundurularak tasarlanmaları sistemden verim elde etmek için uygun bir yaklaşım olarak düşünülebilir.

2.4. Düşey Yeşil Sistem Tasarımına Uyumlu Cephe Tasarımının Bileşenleri

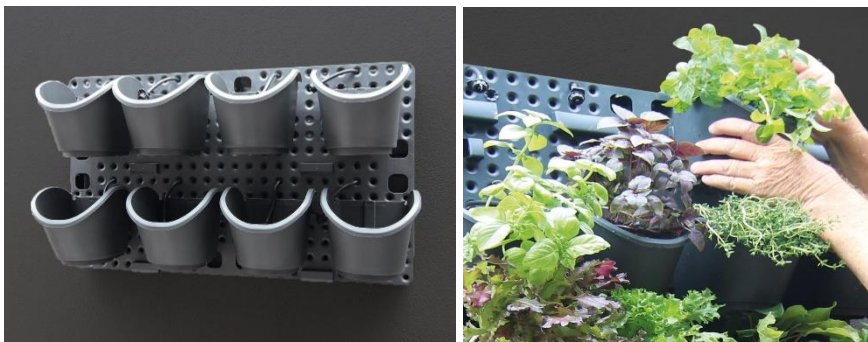
Bitki örtüsüne uyumlu cephe tasarımı yapılırken sistem bileşenlerinin dikkate alınarak sistemin uygulanmasının sistem işleyişi açısından fayda sağlayabileceği söylenebilir. Bitki taşıyıcı konstrüksiyon, yalıtım katmanı, sulama sistemi, su ve ısı yalıtım katmanı ve bitkiler sistemin temel bileşenlerini oluşturmaktadır.

2.4.1. Bitki taşıyıcı konstrüksiyon

Paslanmaz çelik, galvanize çelik, alüminyum ve plastik malzemeler düşey yeşil sistemlerin taşıyıcı konstrüksiyonlarında kullanılan malzemelerdir. Bu malzemeler tel kafesler, kablo veya tel halatlar, modüler kafes panelleri ve modüler panel kutularda kullanılır (Johnston ve Newton, 2004).



Resim 2.21. Yeşil cephede bitki taşıyıcı çelik halat (URL-19)



Resim 2.22. Yaşayan cephede bitki taşıyıcı plastik modül-1 (URL-20)



Resim 2.23. Yaşayan cephede bitki taşıyıcı plastik modül-2 (URL-21)



Resim 2.24. Yaşayan cephede bitki taşıyıcı keçe katmanı (URL-22)

2.4.2. Bitki taşıyıcı konstrüksiyon

Bitkiler kökleriyle aldıkları besinler sayesinde gelişebilirler, bundan ötürü içinde bulundukları yetiştirme ortamının yapısı bitki için çok önem teşkil etmektedir. Bitkiler için yetiştirme ortamının organik ve inorganik bileşenlerden oluşması, mikroorganizmaların çoğalmasına imkan tanınması, havalandırmayı ve drenajı mümkün kılması bitki gelişimi bakımından önem taşımaktadır. Ayrıca yetiştirme ortamının belli bir nem oranında olması; köklerin fazla ısınıp, ani sıcaklık değişimlerinde zarar görmesini önlemek adına sağlanması gereken ortam özelliklerindendir. Yetiştirme ortamının topraksız olduğu durumlar da olabilir. Buna hidroponik sistem denir. Genelde yaşayan cephe sistemlerinde tercih edilmektedir. Bitkiler keçe, mineral yün, köpük gibi malzemelerin içinde gelişim sağlarken, besin ve su ihtiyacını da mineralli sulama suyu aracılığıyla karşılamaktadır (Johnston ve Newton, 2004).



Resim 2.25. Kaya yünü yetiştirme ortamı (URL-23)

2.4.3. Bitki sulama sistemi

Düşey yeşil sistemlerin bazıları için yağmur suyu yeterli olurken, bazı sistemlerde otomatik sulama sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bitkilerin besin ve su ihtiyacının iklimsel değişimlere ve bitki özelliklerine göre karşılanması gerekmektedir. Düşük basınçlı damla sulama veya hidroponik sistem bitki su ihtiyacının karşılanması için kullanılan otomatik sistemlerdendir (Develi Uyar, 2018).

Damla sulamada toprak değil, bitki sulanarak bitkinin günlük su gereksinimi damla şeklinde verilerek karşılanmış olur. Hidrofonik sistemde ise, modüler panel kutularının üstüne monte edilen 20mm'lik pvc bir borudan besin ve su damlama-besleme yöntemiyle bitkilere iletilmektedir. Suyun ve besinin fazlasını toplamak amacıyla, cephenin alt kotuna yerleştirilen bir damlama tablası her iki sistemde de mevcuttur. Bu sayede besin ve su kendi içinde geri dönüştürülebilir. İki sistemde de içme suyu ve yağmur suyu kullanılabilir. Düşey yeşil sistem birkaç cephede uygulanmışsa her biri için ayrı sulama sistemi kurulması gerekmektedir. Yaşayan cephelerde nem seviyesini bilmek ve sulama ihtiyacını karşılamak için uzaktan kontrol edilebilen otomatik düzenekler kurulabilir; bu da yaşayan cephenin korunumu ve bakımını kolaylaştırmaktadır (Develi Uyar, 2018).



Resim 2.26. Yaşayan cephede sulama sistemi kurulumu (URL-24)

2.4.4. Su ve ısı yalıtım katmanı

Su, yapı için sorun teşkil eden çevresel etmenlerin başında gelmektedir. Yapı duvarının su ve nemden korunması için su yalıtımı yapılması gerekmektedir. Yalıtım uygulamasının yeri duvarın niteliğine göre değişmektedir. Örneğin; keçe katmanının direkt duvara monte edildiği sistemlerde su yalıtımı doğrudan bina duvarına uygulanmaktadır. Sarılıcı ve tırmanıcı bitkilerin zemin toprağında veya saksılarda yetiştiği durumlarda cephenin suya maruz kalmaması halinde yalıtıma ihtiyaç duyulmayabilir. Bitkilendirmeye elverişli duvar panellerinde ise su geçirimsiz katman bulunmaktadır. İç mekanlarda ki termal konforu sağlamak için bina cephesine xps, poliüretan, mantar levhalar, taş yünü gibi ısı yalıtım malzemeleri uygulanır. Düşey yeşil sistemler doğrudan veya taşıyıcı konstrüksiyon yardımıyla ısı yalıtımı yapılmış duvara uygulanabilir. Buhar kesici katman, dış duvar yalıtım uygulamalarında gerekli olmayabilir. Düşey yeşil sistemlerin uygulama şekli göz önüne alınarak, gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra ihtiyaç olması durumunda buhar kesici katman uygulaması yapılabilir (Develi Uyar, 2018).

2.4.5. Bitkiler

Düşey yeşil sistemlerde bitki seçimi sistem ömrünün uzunluğu ve tasarımın devamlılığı açısından önem teşkil etmektedir. Cephe için bitki seçilirken bölgenin iklim özelliklerine, düşey yeşil sistem tipine ve yaratılmak istenen görsel etkiye göre tercih yapılması gerekmektedir. Bunun sebebi rüzgâr ve sıcaklık gibi faktörler bitkiyi doğrudan etkilemesidir. Örneğin, rüzgâr hareketlerindeki artış yapraklardaki nemi azaltarak bitkinin kurumasına neden olabilir ya da 40 dereceye ulaşan sıcaklıklarda bitki hayatta kalabilmek için yaşamsal faaliyetlerini durdurabilir. Dolayısıyla sıcak bölgelerde kuraklığa dayanıklı bitkiler seçmenin daha doğru olabileceği söylenebilir (Erdoğan, 2014).

Her daim yeşil bitkiler cepheyi rüzgar ve yağmur etkisinden koruyarak kuzey cepheler için yalıtıcı özellik gösterebilir. Sarmaşık gibi sarılıcı tırmanıcı bitkiler yeşil duvarlarda kullanıma uygundur. Yapışkan kök yapısına sahip olmayan bitkiler ise destek elemanına ihtiyaç duydukları için yaşayan cephelerde veya destekli yeşil duvarlarda tercih edilmektedir. Mantar, yosun, liken gibi bitkiler ise kök yapıları yapıya zarar vermeyeceği için bitkilenmeye uygun duvar panellerinde kullanılmaktadır (Develi Uyar, 2018).

Bitki dünyasındaki çeşitliliğin zengin olması düşey yeşil sistemlere tasarımda esneklik ve kolaylık sağlamaktadır. Çiçekli, çiçeksiz, yaprak döken, her dem yeşil, meyveli, renk değiştiren gibi çeşitlerle tasarımda özgünlük yakalanarak estetik değer sağlanabilir. Bölgeye ve iklime uygun bitki türleriyle tasarım yapmak, bakım açısından da kolaylık yaratacağı için kurulum sonrası evredeki bakım işlerini kolaylaştırmaktadır. Aşağıdaki çizelgelerde düşey yeşil sistemlerde kullanılan bitkilerden bir kısmının bilgileri yer almaktadır:

Çizelge 2.4. Düşey yeşil sistemlerde kullanılan bitkilerden bazıları

DÜŞEY YEŞİL SİSTEMLERDE KULLANILAN BİTKİLERDEN BAZILARI-1			
GÖRSEL	BİTKİ ADI	ÖZELLİKLERİ	TÜRKİYE'DE YETİŞTİĞİ BÖLGELER
 (URL-25)	Aloe ciliaris	Sukulent özellikli, tırmanıcı bir bitkidir. Güneş sever, sıcak ve kuru iklimden hoşlanır. Kış soğuklarına direnci yoktur. Susuzluğa dayanıklıdır. 30-40cm uzadıktan sonra ayakta durmak için desteğe ihtiyaç duyar (URL-26).	Sıcak ve kuru hava sevdiği göz önünde bulundurulursa Türkiye'de C grubu iklim bölgelerinde yetişebilir.
 (URL-27)	Abutilon megapotamicum (Ağaç küpeli)	Yaprak dökmez ve her dem yeşildirler. Kırmızı ve sarı çiçekleri vardır. Güneş ya da kısmen gölgede büyürler. Rüzgardan korunmaları gerekir. Nemli ve drene edilmiş toprakları severler. Mart-kasım aralığında çiçek verirler, 2.5 m'ye kadar uzayabilir ve yayılabilirler (URL-28).	Sıcak ve ılıman bölgelerde yetişebilir
 (URL-29)	Atriplex halimus (Deniz semizotu)	Rakımı 900 m'den az olan yerlerde yetişebilir. Değişken tuzluluk oranlarına ve ince ya da kalın toprak özelliklerine uyum gösterebilir. Sıfırın altı sıcaklıklara, susuzluğa, tuzluluğa dayanıklıdır (URL-30).	Kıyı bölgelerde yetişebilir.
 (URL-31)	Boston ivy (Amerikan sarmaşığı)	Yaprak döken bir bitki olan bu duvar sarmaşığı, 30 m'ye kadar uzayabilir. Çok yıllık bir bitkidir. -15 °C'den daha soğuklara karşı savunmasızdır. Işık sever. Yarı gölgeye ve gölgeye dayanıklıdır. Özel bir toprak arayışında değildir (URL-32).	Türkiye de yetişebilir ve sıklıkla tercih edilir.
 (URL-33)	Bougainvillea (Begonvil)	Begonvil mor, beyaz , pembe, kırmızı ve sarı renkte çiçekleri olan tırmanıcı özellikte ağaçsı bir bitkidir. Güneşi sever, Akdeniz iklimine uygundur. Soğuk ve rüzgar sevmez (URL-34).	Türkiye'de Antalya, Bodrum, İzmir gibi Akdeniz ve Ege bölgesi illerimiz de sıklıkla karşımıza çıkan bir süs bitkisidir.
 (URL-35)	Buxus sempervirens rotundifolia (Top şimşir)	Her zaman yeşil kalan bir bitkidir. Orta derecede su ihtiyacı vardır. Kış mevsiminde savunmasızdır. Güneş alan ya da almayan ortamlara uygundur (URL-36).	Sıcak ılıman iklim bölgelerinde yetişebilir.
 (URL-37)	Cardinal Climber (Kardinal sarmaşığı)	Renkli çiçekleri olan tırmanıcı bir bitkidir. Yaz boyu bolca çiçek açar ve çiçekleri sinek kuşlarını ve polen taşıyan böcekleri cezbeder. Çok su ihtiyacı yoktur, kuru toprağı tolere edebilir. Sıcak ve nemli havayı sever (URL-38).	Sıcak ve nemli bölgelerde yetiştirilebilir.

Çizelge 2.4. (devam) Düşey yeşil sistemlerde kullanılan bitkilerden bazıları

DÜŞEY YEŞİL SİSTEMLERDE KULLANILAN BİTKİLERDEN BAZILARI-2			
GÖRSEL	BİTKİ ADI	ÖZELLİKLERİ	TÜRKİYE'DE YETİŞTİĞİ BÖLGELER
 (URL-39)	Cistus skanbergii	Her dem yeşil bir bitkidir. Ana vatani Yunanistan'dır. Fakir toprakları, susuzluğu ve kıyı iklimini iyi tolere eder. Bol güneş aldığı ortamları çok sever. Böceklerle ve hastalıklara karşı dayanıklıdır (URL-40).	Sıcak iklim bölgelerinde yetişebilir.
 (URL-41)	Cistus salvifolius (Adaçayı yapraklı laden)	Hızlı büyüyen bir bitkidir. Güneş isigi ister. Her dem yeşildir. Kuruluğu sever. Sıcak kuru yaz ayları bu bitki için en ideal şartları oluşturur. İyi drene edilmiş toprak sever. Rüzgâra dayanıklılığı orta derecedir (URL-42).	Sıcak iklim bölgelerinde yetişebilir
 (URL-43)	Cistus crispus	Her dem yeşil ağaçsı bir bitkidir. İyi drene edilmiş topraklarda ve yoğun güneş ışığında kolayca yetişir. Fakir toprakları ve kıyı iklimini tolere edebilir. Soğuk rüzgârlara karşı savunmasızdır. Kuraklık ve tuza karşı dayanıklıdır (URL-44).	Sıcak iklim bölgelerinde yetişebilir.
 (URL-45)	Cistus pulverulentus	Her dem yeşil ağaçsı bir bitkidir. İyi drene edilmiş topraklarda ve yoğun güneş ışığında kolayca yetişir. Fakir toprakları ve kıyı iklimini tolere edebilir. Soğuk rüzgârlara karşı savunmasızdır. Kuraklık ve tuza karşı dayanıklıdır (URL-46).	Sıcak iklim bölgelerinde yetişebilir.
 (URL-47)	Coprosma kirkii	Zengin ve fakir topraklara uyum sağlayabilen bir bitkidir. 50 cm boyuna ve 150 cm enine kadar yoğun bir şekilde zeminleri kaplayabilir. Zor zeminleri yeşillendirmek için idealdir (URL-48).	Türkiye de yetişebilen ve peyzaj düzenlemelerinde sıklıkla tercih edilen bitki türüdür.
 (URL-49)	Confederate jasmine (Yıldız yasemin)	Tırmanıcı bir bitkidir. 3m'ye kadar büyüyebilirler. Beyaz ve güzel kokulu çiçekleri vardır. Güneşi sever. İyi drene edilmiş toprak isterler. Tırmanıcı iskelete ihtiyaç duyarlar (URL-50).	Kış soğuklarının ağır geçmediği sıcak bölgelerde yetişebilir.
 (URL-51)	Cyrtomium falcatum	Yaprak dökmeyen eğrelti otu çeşitlerindendir. Aydınlik ortamları severler. Çok sıcak sevmezler, ılık iklimlere uyumludurlar. Nemli fakat iyi drene olmuş topraklarda yetişirler. Suyu severler. İç mekan bitkisi olmalarının yanı sıra ormanlık ve gölgelik bahçeler için uygundur (URL-52).	Türkiye'de yetişebilen bir bitkidir. Birçok türleri vardır. Erkek eğrelti otlarına çoğunlukla Kuzey Anadolu'da rastlanır. Köklerinin zehirli olmasının yanı sıra şifalı özelliği de vardır.

Çizelge 2.4. (devam) Düşey yeşil sistemlerde kullanılan bitkilerden bazıları

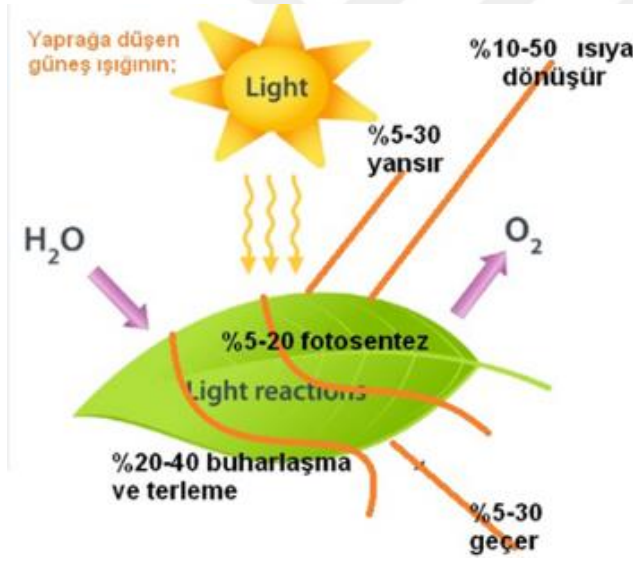
DÜŞEY YEŞİL SİSTEMLERDE KULLANILAN BİTKİLERDEN BAZILARI-3			
GÖRSEL	BİTKİ ADI	ÖZELLİKLERİ	TÜRKİYE'DE YETİŞTİĞİ BÖLGELER
 (URL-53)	Dorycnium hirsutum	Kalkerli yamaçlar ve uçurumlar, kuru tepeler ve Pinus brutia ormanlıklarında görülürler. Akdeniz kökenli bir bitkidir. Çok yıllık bir bitkidir (URL-54).	Kuzeybatı Türkiye, Batı ve Güney Anadolu Bölgeleri ile genel olarak Akdeniz doğal yetiştirme alanlarıdır.
 (URL-55)	Euonymus bravo	Yaprak dökmeyen her zaman yeşil kalan bir bitkidir. Normal toprakta yetişir. Güneş alan ya da almayan yerlere uygundur. Hava kirliliğine, neme, kuraklığa, rüzgâra dayanıklı bir bitkidir (URL-56).	Türkiye'de yetişebilir.
 (URL-57)	Fuchsia magellanica (Küpe çiçeği)	Kırmızı, mor, pembe, beyaz renkte küpe gibi sarkan çiçekleri vardır. Nemli ve gölgelik yerleri sever. Çok soğuk sevmeyenler. Suyu severler (URL-58).	Güney Ege ve Akdeniz bölgesinde sıklıkla yetiştirilen bir çiçektir.
 (URL-59)	Hedera helix (Duvar sarmaşığı)	Havadaki zehirli gazları çekmede iyi bir performansı vardır. Dış mekanlarda duvar yüzeylerini tamamen kaplayabilir. Kış mevsiminde yapraklarını dökmeyen. Aşırı istilacı bir özelliği vardır ve diğer bitkilere zarar verebilir. Kışları -30 dereceye kadar dayanabilir ve toprak seçiciliği yoktur. Aşırı sıcak, soğuk ve susuzluğa karşı dayanıklıdır (URL-60).	Türkiye'de rahatlıkla yetişebilen bir sarmaşık türüdür.
 (URL-61)	Hebe wiri	Her dem yeşil bir bitkidir. Kış mevsiminde nemden hoşlanmaz. Toprak olarak drene edilmiş çok zengin olmayanları tercih eder. Kıyı şeridi iklimlerini sever. Büyüme hızı orta derecedir (URL-62).	Türkiye de kıyı bölgelerde yetişir.
 (URL-63)	Helichrysum thianschanicum	Tam güneş ışığı seven bu bitki, soğuk havayı sevmez. Maksimum -5 °C'ye kadar dayanabilir. Suyu çok sevmez. Zengin topraklardan ziyade daha normalden fakire çalan toprakları sever (URL-64).	Türkiye Helichrysum türleri bakımından zengin bir ülkedir, 34 farklı türü yetişmektedir (URL-65).
 (URL-66)	Lonicera periclymenum (Hanımeli)	Çok yıllık sarılgı bir bitkidir. Ilıman iklimleri sever, -20°C 'ye kadar dayanır. Yaz mevsimi çiçeklenme zamanıdır. Çiçekleri kokuludur ve kalma süresi birkaç aydır. Güneş sever. Humuslu, killi, kumlu, taşlık topraklarda yetişebilir. Hızlı gelişir. Yüksek neme dayanıklıdır (URL-67).	Marmara, Karadeniz bölgelerinde sıklıkla yetiştirilir (URL-68).

Çizelge 2.4. (devam) Düşey yeşil sistemlerde kullanılan bitkilerden bazıları

DÜŞEY YEŞİL SİSTEMLERDE KULLANILAN BİTKİLERDEN BAZILARI-4			
GÖRSEL	BİTKİ ADI	ÖZELLİKLERİ	TÜRKİYE'DE YETİŞTİĞİ BÖLGELER
 (URL-69)	Nerium oleander (Zakkum)	Humusça fakir, kumlu balçık ve kireçli ağır topraklarda yetişir. Nem sever. Sıcağa, aşırı yağışa, hava kirliliğine, yâri gölgeye, rüzgâra, tuzluluğa dayanıklıdır. Zehirli bir bitkidir (URL-70).	Türkiye'de sulak olan her yerde yetişebilir.
 (URL-71)	Pandorea p. Jasminodes (Pandora yasemini)	Hızlı büyüyen, yayılıcı bir bitkidir. İlkbahar ve yaz aylarında çiçek açar, kışın yaprak dökmezler. Tam güneş gören yerleri severler (URL-72).	Türkiye'de Akdeniz iklimine uygun bölgelerde yetişebilirler.
 (URL-73)	Phlomis fruticosa (Kudüs adaçayı)	Boy olarak 60-120 cm uzunluğa, en olarak ise 150 cm'ye kadar uzayabilir. Güneşi, kuru ya da orta derece nemli ve gübreli toprakları sever. Kuraklığa dayanıklıdır. Hastalıklara karşı genellikle dirençlidir. Orijin olarak Akdeniz bölgesine ait bir bitkidir (URL-74).	Akdeniz bölgesinde kolaylıkla bulunan bir bitkidir.
 (URL-75)	Rosmarinus officinalis (Biberiye)	İlkbahar ve yaz aylarında çiçek açan bu bitki, ılıman iklimleri ve güneşi sever. Kumlu topraktan hoşlanır. Çok yıllık bir bitkidir. Anavatanı Akdeniz Havzasıdır (URL-76).	Ülkemizde doğu Akdeniz bölgesinde yetişir.
 (URL-77)	Russelia equisetiformis (Kırmızı mercan çiçeği)	Yaz-kış yeşil, güçlü yapılı ve dayanıklı süs bitkisi dirler. Bahar- yaz aylarında çiçek açarlar. Aşırı sıcak ve neme yüksek dayanıklıdır. Hızlı büyürler. Düzenli sulama isterler (URL-78).	Akdeniz iklimine uygundur, Türkiye'de sıcak bölgelerde yetişebilir.
 (URL-79)	Sedum sp. (Damkoruğu)	Hızlı yayılan, otsu etli çok yıllık bir bitkidir. Yer örtücü, sarılıcı formdadırlar. Her dem yeşildirler. Su istekleri azdır. Tam güneş veya yarı güneş alan alanlarda yetişirler (URL-80).	Türkiye'de endemik olan ve olmayan 44 türü bulunmaktadır. Her bölgede yetişebilir (URL-81).

2.5. Düşey Yeşil Sistemlerde Bitkilerin İklimlendirmeye Etkisi

Yeşil alanlar ve bitki örtüsünün sıcaklığı düşürme etkisinin olduğu yapılan araştırmalarla desteklenmektedir. Yeşil alanların azalması ve beton gibi sert yüzeylerin artışı ısı emilimini arttırarak, sıcaklığı yükseltmektedir. Bina yüzeylerinde emilerek hapsolan ısı sonrasında çevreye yayılarak hissedilebilir derecede sıcaklık artışına sebep olmaktadır. Yeşil alanların alanı genişledikçe, rahatsız edici sıcaklık derecesi de azalmaktadır. Konforlu şehir iklimi yaratma ve binanın hava sıcaklığını azaltmada bitkilendirmede önemli rol oynamaktadır. Farklı seviyelerde bitkilendirmeyle hava sıcaklığı etkili bir şekilde azaltılabilir. Kent parklarının yanı sıra bina cephesinin bitkilendirilmesiyle ısı adası etkisi azaltılabilmektedir (Şimşek ve Şengezer, 2012). Bitki üzerine düşen güneş ışığının direkt yansıtılmaması sıcaklık düşüşüne yardımcı olur. Yaprak üzerine direk gelen güneş ışığı %5-30 arasında geri yansır, %5-20 oranında fotosentez için kullanılır.



Şekil 2.10. Yaprğa düşen güneş ışığının dağılımı (URL-89)

Evapotranspirasyon (evapoterleme), evaporasyon ve transpirasyon sözcüklerinin birleşiminden oluşan, bitkilerde su tüketimim ve buharlaşma ile birlikte olan toplam su kaybına denmektedir (Brown, 2000). Bitki yapraklarında gerçekleşen terleme sonucu oluşan buharlaşmada atmosfere önemli oranda su buharı transferi gerçekleşmektedir.



Resim 2.27. Bitkilerde terleme (URL-90)

Yeşil cepheler kullanılarak evapoterleme yoluyla binalarda soğutma sağlanabilir ve yapının enerji tüketiminin azalmasına katkı sağlanmış olur. Özellikle yaz aylarında klima masrafları önemli ölçüde azaltılabilir (Koby, 2017).

Binaların dışına uygulanan yalıtım içine uygulanandan daha etkili olmaktadır; bunun nedeni buharlaşma yoluyla serinletme etkisinin iç ortama nüfuz etmesidir. Özellikle sıcak yaz günlerinde, düşey yeşil sistemler gölgeleme ve buharlaşma yoluyla içeriye giren güneş enerjisini azaltmakta ve enerji tasarrufu sağlamaktadırlar (Wong, 2010).

2.6. Düşey Yeşil Cephe Sistemleri Uygulanmış Güncel Bina Örnekleri

Bu bölümde düşey yeşil sistemlerin faydalarından yararlanmak amacıyla yapılmış güncel bina örnekleri incelenmektedir. Sıcak ılıman iklim özelliklerinin görüldüğü ülkelerde yapılmış örnekler seçilerek sistemin uygulanabilirlik boyutunu anlamak hedeflenmiştir.

İncelenen düşey sistem örneklerinin yer aldığı yapılar aşağıda görüldüğü gibidir:

- 1- Ex-Ducati Ofis Binası (Rimini, İtalya)
- 2- Caixa Forum Yaşayan Duvar (Madrid, İspanya)
- 3- KMC Ofis Binası (Haydarabad, Hindistan)
- 4- Casa Vallarta Konutu (Puerto Vallarta, Meksika)
- 5- Avrupa Kongre Sarayı (Vitoria-Gasteiz, İspanya)
- 6-Santalia Apartmanı (Bogota, Kolombiya)
- 7- Swissotel Resort Bodrum Beach (Bodrum, Türkiye)

Çizelge 2.5. Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği- 1

ÖRNEK BİNA İNCELEME FİŞİ-1

KONUM

(URL-91)

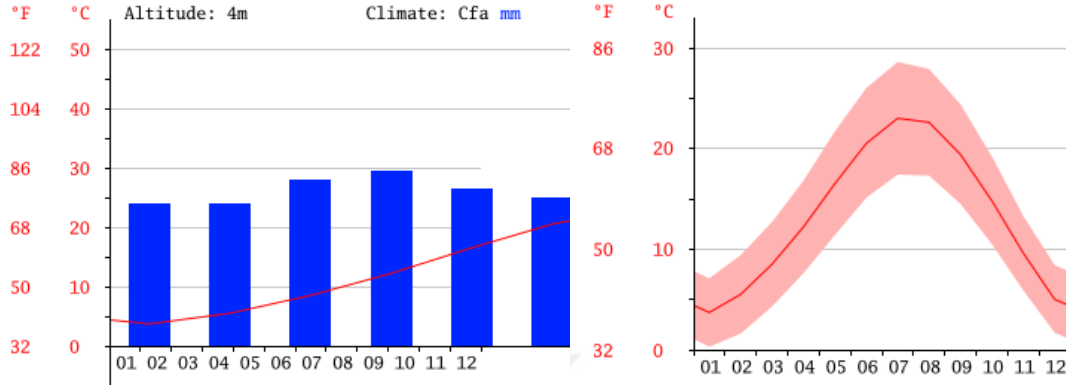
(URL-92)

YAPIYA AİT BİLGİLER (URL-93)

Yapı Adı	Ex- Ducati							
İşlevi	Ofis binası							
Bulunduğu Yer	Rimini, İtalya							
Düşey yeşil sistem tipi	Yeşil cephe							
Düşey yeşil sistemin uygulandığı yön	K	G	D ●	B	KD ●	KB	GD ●	GB
Yapım Yılı	2006							
Tasarım	Mario Cucinella							

(URL-91)

Ex-Ducati ofis binası Rimini, İtalya’da yer almaktadır. İtalya’nın Rimini bölgesinde sıcak ılıman iklim özellikleri görülmektedir. Köppen iklim sınıflandırmasına göre Cfa iklim tipidir (Şekil 2.11).

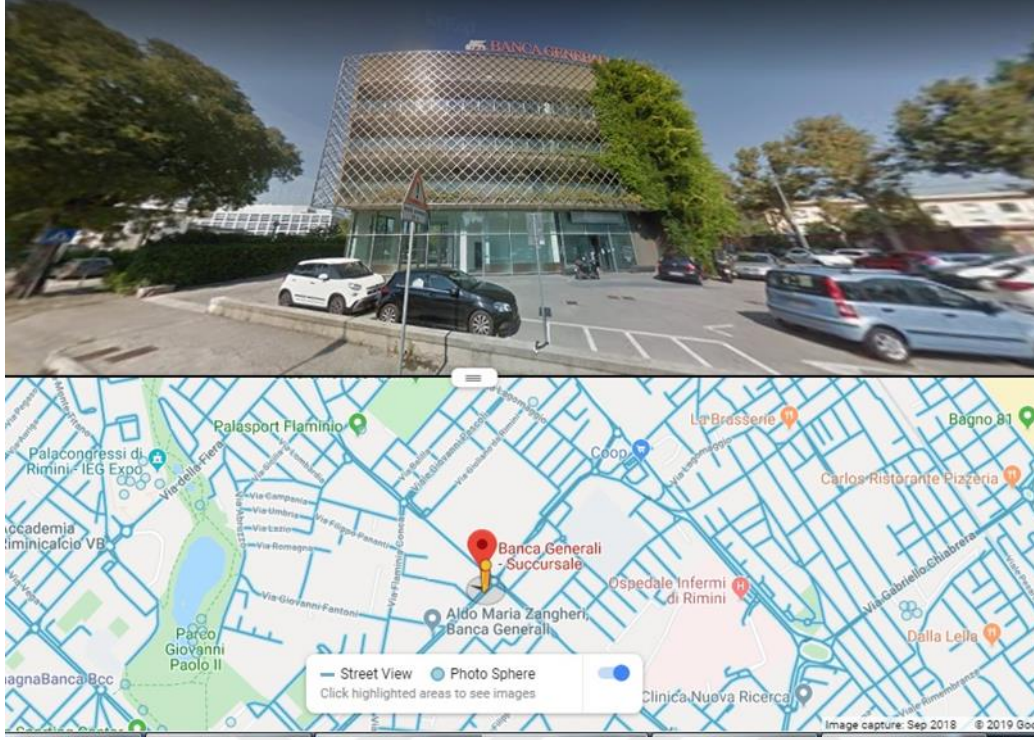


Şekil 2.11. İtalya, Rimini iklim ve sıcaklık grafiği (URL-95)

Uygulanan düşey yeşil sistem tasarımıyla yapılaşmanın yoğun olduğu bölgede yeşil kentsel bir köşe oluşturmak amaçlanmıştır.

Ex-Ducati ofis binasında çift çeperli yeşil cephe tercih edilmiştir. Bu sistemin iyi yanı bitkiyi cephe yüzeyinden kopararak, bitkinin duvara verebileceği olası zararları engellemiş olur. 60x60'lık ızgara panellere sarılı bitkiler iç mekan da yeşil etki yaratarak bina kullanıcısının psikolojisini olumlu etkileyebilir.

60x60 cm'lik paslanmaz çelik ızgara, bina yüzeyine ankre edilerek tırmanıcı yıldız yasemin bitkisi için destek oluşturulmuştur (Çizelge 2.4, sayfa 35). Sıcak ve ılıman bölgelerde yetişebilen yıldız yasemin, Türkiye'de sıcak ve ılıman bölgelerde sıklıkla karşımıza çıkan bitkiler arasındadır. Gelecekte uygulanabilecek düşey yeşil sistem uygulamalarında tercih edilebilecek bitkiler arasındadır.

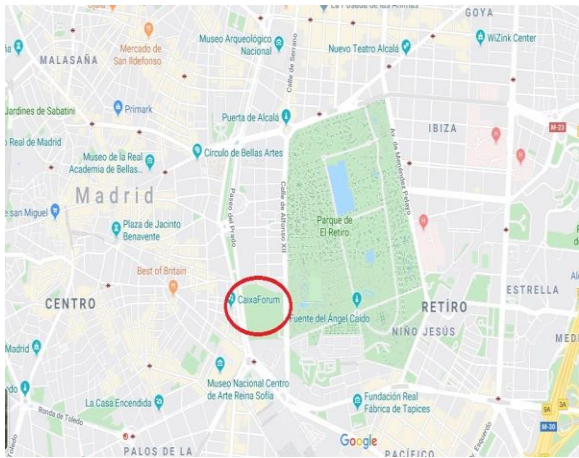


Resim 2.28. Ex-Ducati binası haritadaki yeri (URL-92)

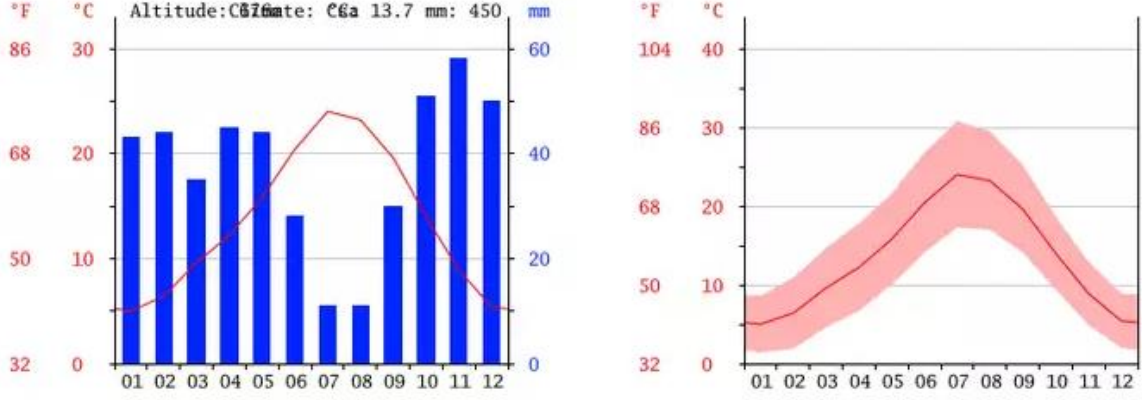


Resim 2.29. Ex-Ducati binası günümüzdeki hali (URL-92)

Çizelge 2.6. Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği- 2

ÖRNEK BİNA İNCELEME FİŞİ-2								
KONUM								
								
(URL-96)								
YAPIYA AİT BİLGİLER (URL-98)								
Yapı Adı	Caixa Forum Yaşayan Duvar							
İşlevi	Görsel etki sağlamak							
Bulunduğu Yer	Madrid, İspanya							
Düşey yeşil sistem tipi	Yaşayan cephe							
Düşey yeşil sistemin uygulandığı yön	K	G ●	D	B	KD	KB	GD	GB
Yapım Yılı	2007							
Tasarım	Patric Blanc							
								
(URL-97)					(URL-96)			

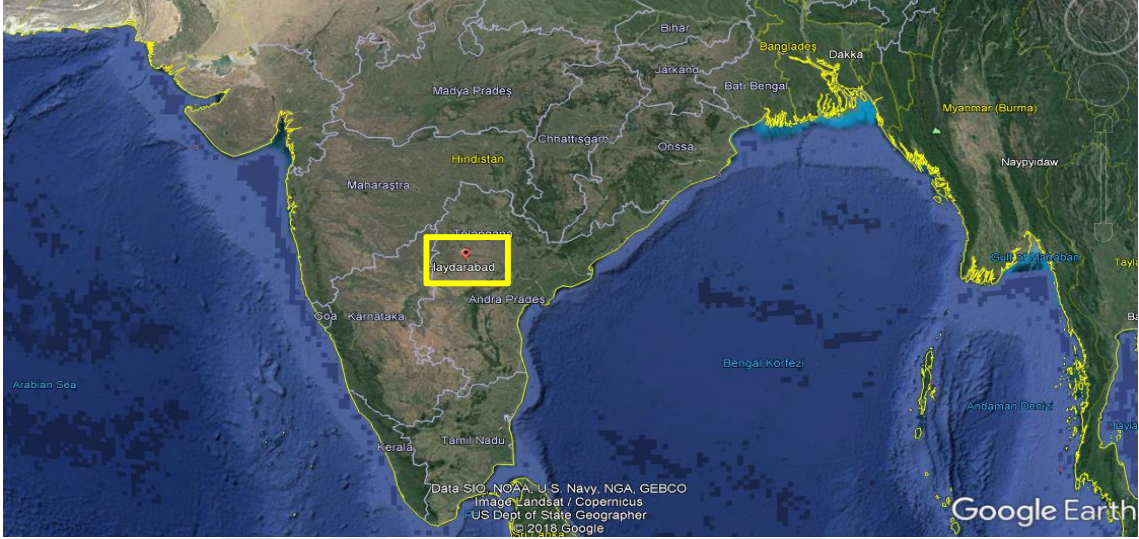
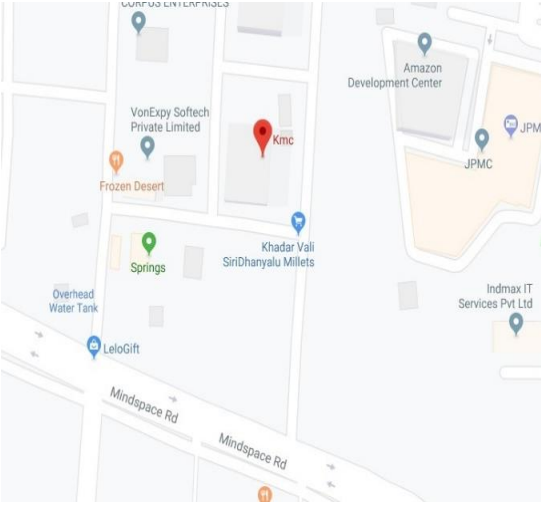
Caixa Forum yaşayan duvarı, Madrid, İspanya’da yer almaktadır. İspanya’nın Madrid kentinde sıcak ılıman iklim özellikleri görülmektedir. Köppen iklim sınıflandırmasına göre Csa iklim tipidir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. İspanya, Madrid iklim ve sıcaklık grafiği (URL-100)

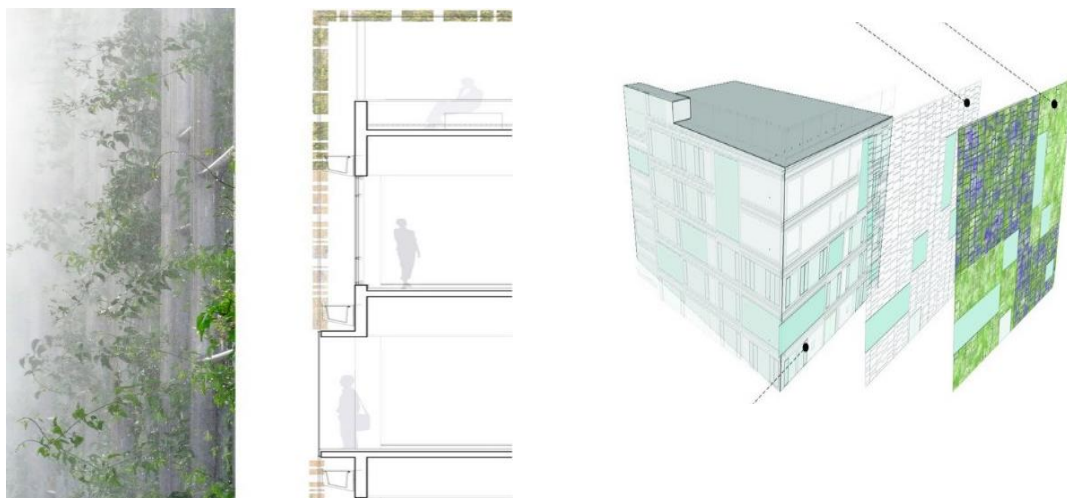
Yaşayan duvar Caixa Forum’a ait değildir, yanındaki bina duvarında tasarlanmıştır. Olası nem vb zararların oluşmaması için önlem amaçlı poliüretan levha belli bir boşluk bırakılarak bina duvarına monte edilmiştir (URL-98).

Çizelge 2.7. Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği- 3

ÖRNEK BİNA İNCELEME FİŞİ-3								
KONUM								
								
(URL-101)								
YAPIYA AİT BİLGİLER (URL-102)								
Yapı Adı	KMC							
İşlevi	Ofis binası							
Bulunduğu Yer	Haydarabad, Hindistan							
Düşey yeşil sistem tipi	Yeşil cephe							
Düşey yeşil sistemin uygulandığı yön	K ●	G ●	D ●	B ●	KD	KB	GD	GB
Yapım Yılı	2012							
Tasarım	RMA Mimarlık							
								
(URL-101)					(URL-103)			

DÜŞEY YEŞİL SİSTEME AİT BİLGİLER (URL-102)

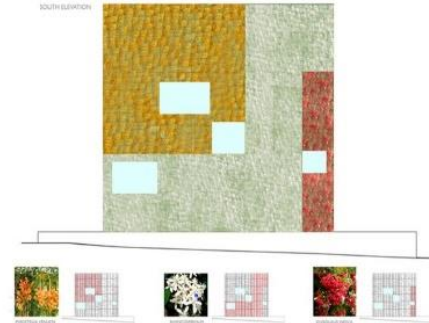
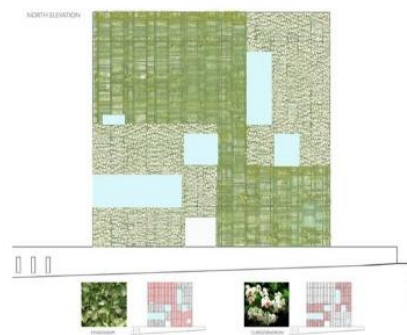
Düşey yeşil sistemin sağladığı katkı	Termal yarar sağlamak		Görsel çekicilik katmak		İnsan psikolojisine pozitif etki etmek	
Sistem Geometresi	Düzgün dikdörtgen					
Montaj Teknolojisi	İç cephe betonarme çerçeve, dış cephe alüminyum kafes sistemi					
Kullanılan Bitki Türleri	Lonicera japonica, Syngonium, Quisqualis indica, Clematis gouriana, Pyrostegia venusta, Rhyncospermum jasminoides, Jasminum sambac, Jacquemontia violacea					
Yetiştirme Ortamı	Toprak temelli substrat					
Bitki Taşıyıcı	Özel döküm alüminyum kafes					
Sulama Sistemi	Damla sulama ve sisleme					



(URL-104)

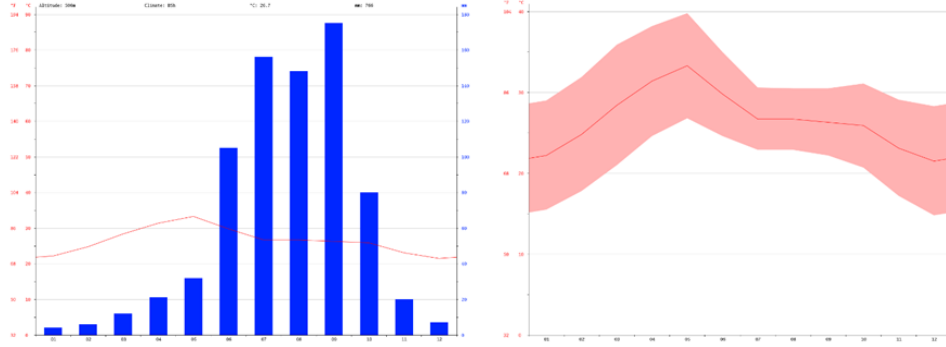
Çizelge 2.7.(devam) Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği- 3

ÖRNEK BİNA İNCELEME FİŞİ-3B



(URL-104)

KMC Ofis binası Hindistan'ın Haydarabad kentinde yer almaktadır. Haydarabad'da yarı kurak sıcak step iklimi hakimdir. Yıl boyunca az yağış aldığı görülmektedir. Köppen iklim sınıflandırmasına göre Bsh iklim tipidir. Yıllık ortalama sıcaklığı 26.7°C 'dir (URL-105).



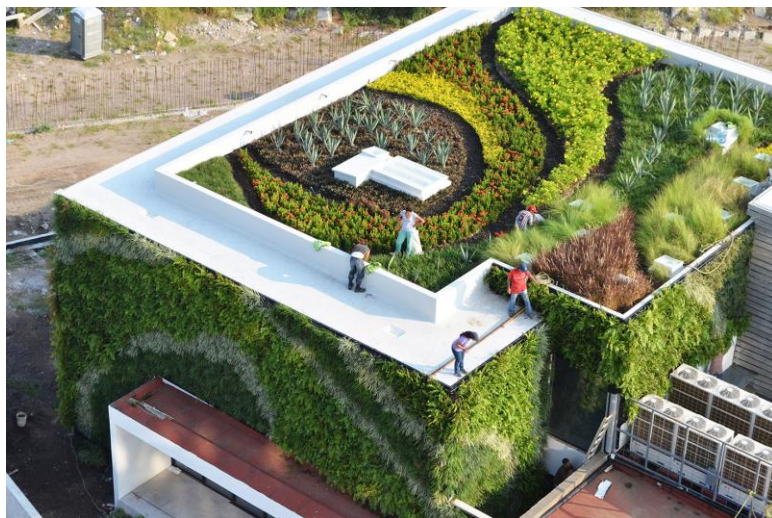
Şekil 2.13. Hindistan, Haydarabad iklim ve sıcaklık grafiği (URL-105)

KMC Ofis binasında, evapotranspirasyon yoluyla iç mekana serinlik sağlamak için çift çeperli yeşil cephe uygulanmıştır. Cephe zarfında yılın farklı zamanlarında çiçek açan tırmanıcı bitkiler desen oluşturacak şekilde düzenlenmiştir ve dikkat çeken dinamik bir cephe yaratmaya çalışılmıştır. Şirket, cepheyle ilgilenmesi için 20 bahçıvanla çalışmaktadır. Cephede aynı zamanda serinletme sağlamak, gerektiğinde su miktarını kontrol etmek, sıcak ve rüzgarlı Haydarabad' da cephedeki tozu temizlemek için cepheye entegre sisleme sistemi kurulmuştur. Bina, Güney Asya'nın sıcak ve kuru iklimde nemlendirilmiş yüzeylerin geleneksel soğutma sistemlerine uygun olduğu düşünülmektedir (URL-102).



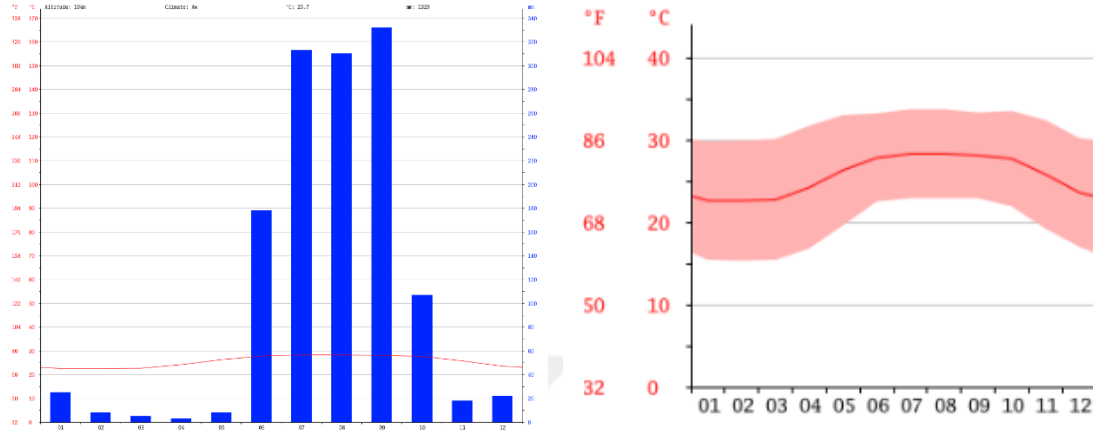
DÜŞEY YEŞİL SİSTEME AİT BİLGİLER (URL-107)

Düşey yeşil sistemin sağladığı katkı	Termal yarar sağlamak		Görsel çekicilik katmak		İnsan psikolojisine pozitif etki etmek	
Sistem Geometresi	Düzgün dikdörtgen					
Montaj Teknolojisi	Ön üretilmi paneller, yerinde montaj					
Kullanılan Bitki Türleri	Çimen ve eğrelti otu türleri					
Yetiştirme Ortamı	Toprak					
Bitki Taşıyıcı	Keçe					
Sulama Sistemi	Yağmur ve sulama suyunun toplandığı tanklar					



(URL-108)

Casa Vallarta konut binası Meksika'nın Puerto Vallarta kentinde yer almaktadır. Puerto Vallarta'da tropikal savan iklimi hakimdir. Yıllık ortalama sıcaklığı 25.7°C 'dir (URL-109).



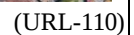
Şekil 2.14. Meksika, Puerto Vallarta iklim ve sıcaklık grafiği (URL-109)

Kuzeydoğuya yönlendirilmiş yaşayan cephe 287 m²'lik bir alanı kapsar. Çimen türevi bitkiler, eğrelti otları, renkli otlar tercih edilmiştir. Hem çatıda hem cephede bitkilendirme yapılmıştır. Sistem sulamasında yağmur suyu kullanılır. Binanın yüksek izolasyonu nedeniyle klima ekipmanı sayıca ve kapasitece azaltılmıştır. Yeşil çatı ve yeşil duvar aynı zamanda arılar, örümcekler ve yusufçuklar için yaşam alanı oluşturur (URL-107).

KONUM



Yapı Adı	Avrupa Kongre Sarayı (Europa Congress Palace Convention Center)							
İşlevi	Kongre merkezi							
Bulunduğu Yer	Vitoria-Gasteiz, İspanya							
Düşey yeşil sistem tipi	Yaşayan cephe							
Düşey yeşil sistemin uygulandığı yön	K	G	D	B	KD	KB	GD	GB
Yapım Yılı	2013							
Tasarım	Urbanarbolismo							

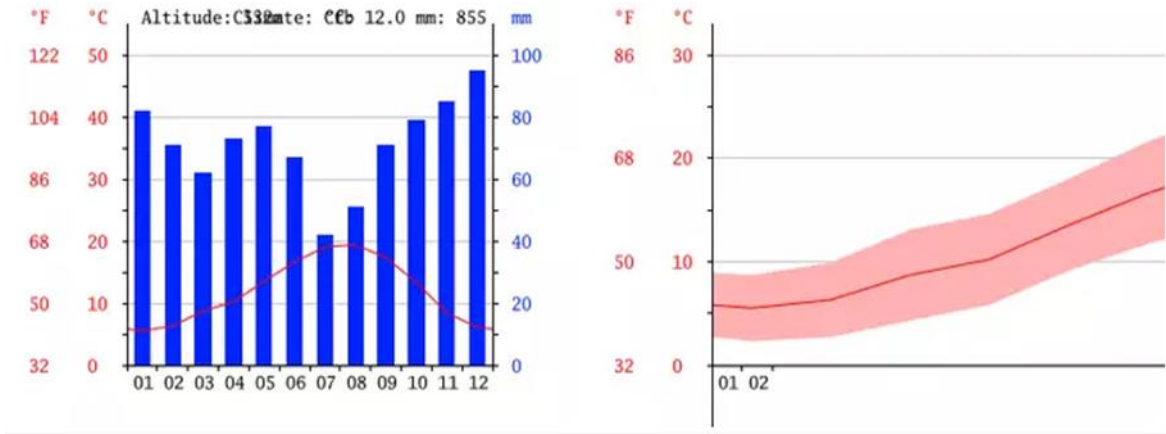


Çizelge 2.9. (devam) Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği- 5

ÖRNEK BINA İNCELEME FİŞİ-5B



(URL-112)



Şekil 2.15. İspanya, Vitoria-Gasteiz iklim ve sıcaklık grafiği (URL-113)

Vitoria-Gasteiz’de sıcak ve ılıman bir iklim hakimdir. Koppen iklim sınıflandırmasına göre Cfb iklim tipi hakimdir (URL-113).

Avrupa Kongre Sarayı Bask Bölgesinde açılan ilk kongre sarayıdır ve merkezi bir lokasyonda yer alır. Çevresinde oteller, tarihi mekanlar, tren istasyonu ve otobüs duraklarının yer aldığı kalabalık bir ana cadde üzerinde yer almaktadır. Sürdürülebilir mimarlık örneklerinden biri olarak kabul edilmektedir ve Altın LEED Sertifikası olan bir binadır. Bina cephesine uygulanan 1500m²’lik düşey bahçeyle dış cephede yalıtım %75 oranında artırılarak enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Düşey yeşil bahçe tasarımında bölgeye özgü yerel bitkiler tercih edilmiştir ve cephenin ortasına bölge arazilerinin yapılanmasını temsil eden ince alüminyum şeritler yerleştirilmiştir. Aynı zamanda sürekli aydınlatmalı bilgi tabelalarıyla kullanılan bitkiler hakkında ziyaretçilere bilgi verilmektedir (URL-111).

KONUM



(URL-114)

Yapı Adı	Edificio Santalia							
İşlevi	Konut							
Bulunduğu Yer	Bogota,Kolombiya							
Düşey yeşil sistem tipi	Yaşayan cephe							
Düşey yeşil sistemin uygulandığı yön	K	G	D	B	KD ●	KB ●	GD ●	GB ●
Yapım Yılı	2015							
Tasarım	Exacta Projecto Total							



(URL-116)

Çizelge 2.10. (devam) Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği- 6

ÖRNEK BİNA İNCELEME FİŞİ-6A



(URL-117)

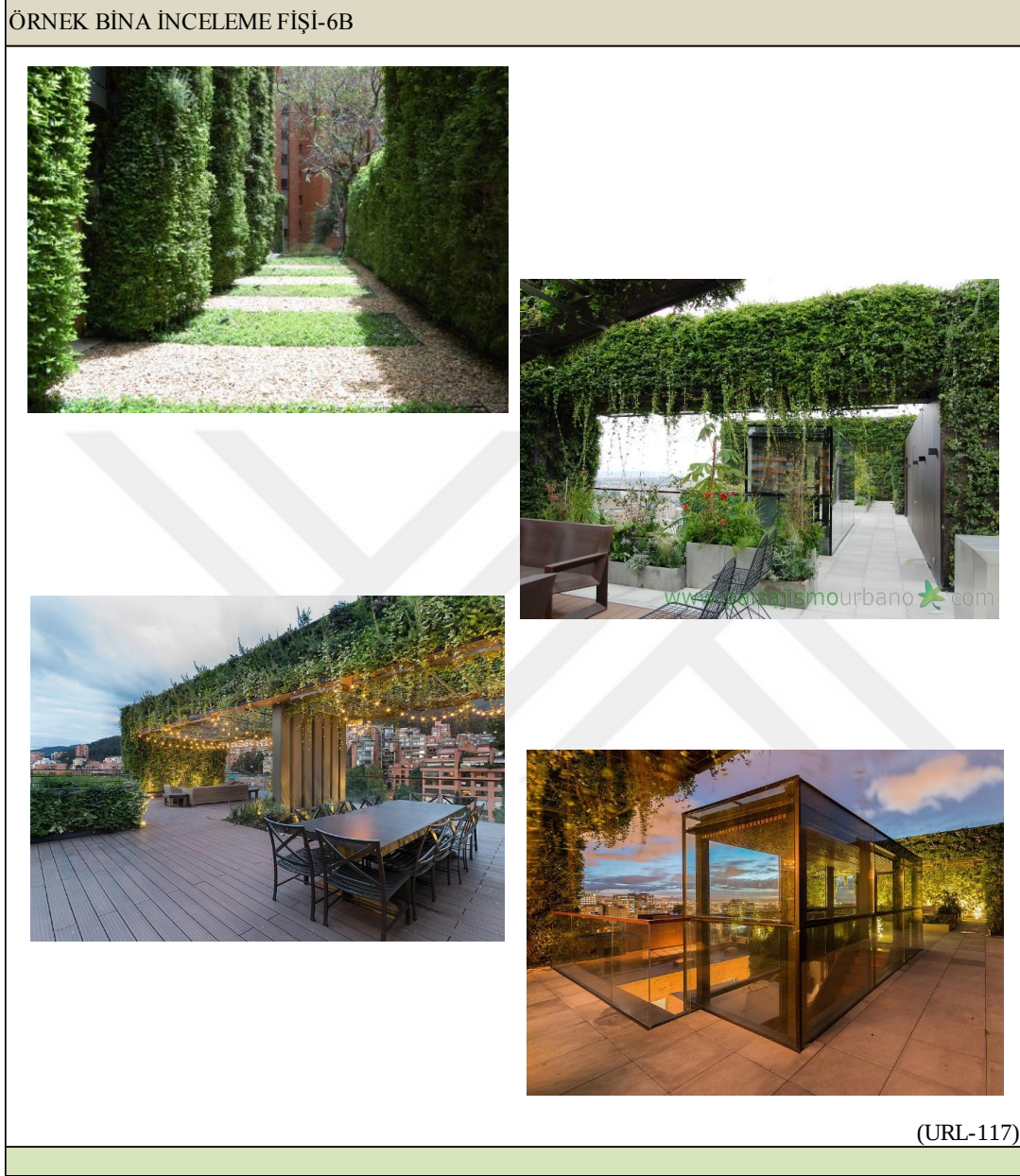
DÜŞEY YEŞİL SİSTEME AİT BİLGİLER (URL-115)

Düşey yeşil sistemin sağladığı katkı	Termal yarar sağlamak	●	Görsel çekicilik katmak	●	İnsan psikolojisine pozitif etki etmek	
Sistem Geometresi	Dikdörtgen					
Montaj Teknolojisi	Duvara monte edilmiş metal konstrüksiyon					
Kullanılan Bitki Türleri	Hebe mini, asparagus fern, rosemary, vincas, spathiohyllum					
Yetiştirme Ortamı	Keçe katmanı					
Bitki Taşıyıcı	Metal konstrüksiyon					
Sulama Sistemi	Otomatik hidroponik sistem					

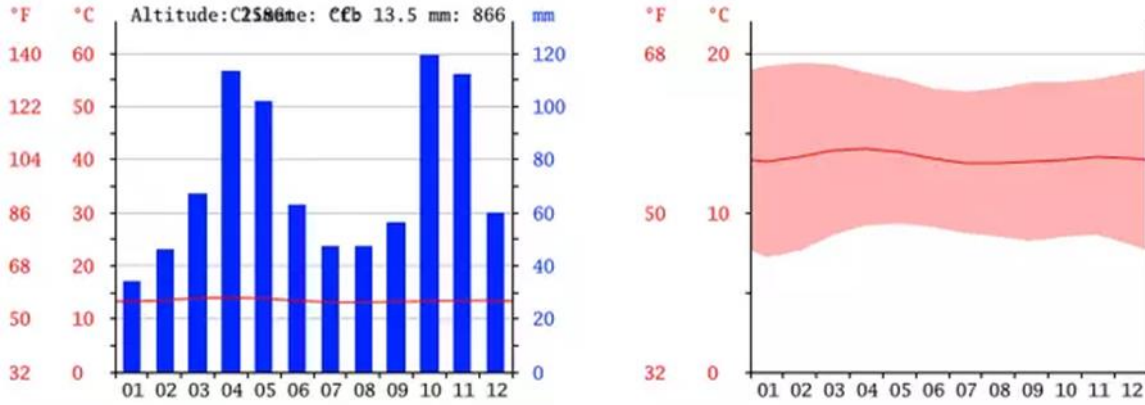


(URL-117)

Çizelge 2.10. (devam) Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği- 6



Santalaia apartmanı, Kolombiya'nın başkenti Bogoto'da yer alan çok katlı bir konut binasıdır. Bogota şehrinde sıcak ve ılıman iklim görülmektedir. Köppen iklim sınıflandırmasına göre Cfb iklim tipi görülür (Şekil 2.16). Kışlar ılık, yazlar sıcaktır ve her mevsim yağış alır. Düşey yeşil sistem tasarımıyla kentsel ısı adasını azaltmak ve havayı temizlemek amaçlanmıştır. Binadaki düşey yeşil sistem uygulama fikrinin, Bogoto'da daha önce yapılmış bir yeşil cepheli otel binasından esinlendiği söylenmektedir (URL-115).



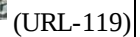
Şekil 2.16. Kolombiya, Bogota iklim ve sıcaklık grafiği (URL-118)

Santalaia apartmanının 9 katlı yeşil cephesi 3117 m²lik alanı kaplamaktadır. Sistemin sulanması için dairelerde kullanılan su geri dönüştürülmüştür. Ayda 1 kez 2 kişilik ekip tarafından sistemin bakımı yapılmaktadır. Yapının kullanıcılarının düşey yeşil sistemden oldukça memnun oldukları belirtilmektedir. Sistemin tasarımcılarından Groncol, yaşayan duvarın kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yardımcı olduğunu belirtmektedir. Kullanılan 115 000 bitki 700 kişinin karbon ayak izine, 3000 m² bitki örtüsü ise 3000 kişiye oksijen sağlama kapasitesine karşılık gelmektedir. Yaşayan duvarın 745 otomobilin PMM emisyonu için hava temizliğine eş değer sunduğu söylenmektedir.

KONUM



Yapı Adı	Swissotel Bodrum							
İşlevi	Otel, Konaklama,Konut							
Bulunduğu Yer	Bodrum, Muğla							
Düşey yeşil sistem tipi	Yaşayan cephe							
Düşey yeşil sistemin uygulandığı yön	K	G	D	B	KD	KB	GD	GB
Yapım Yılı	2015							
Tasarım	Gökhan Avcıoğlu & GAD							



Çizelge 2.11. (devam) Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği- 7

ÖRNEK BİNA İNCELEME FİŞİ-7A



(URL-121)

DÜŞEY YEŞİL SİSTEME AİT BİLGİLER (URL-120)

Düşey yeşil sistemin sağladığı katkı	Termal yarar sağlamak		Görsel çekicilik katmak	●	İnsan psikolojisine pozitif etki etmek	●
Sistem Geometresi	Yatayda ve düşeyde dikdörtgen					
Montaj Teknolojisi	Betonarme sisteme sabitlenen çelik profiller					
Kullanılan Bitki Türleri	Bölgeye özgü bitkiler tercih edilmiştir					
Yetiştirme Ortamı	Keçe katmanı					
Bitki Taşıyıcı	Metal konstrüksiyon					
Sulama Sistemi	Otomatik sulama sistemi					



(URL-121)

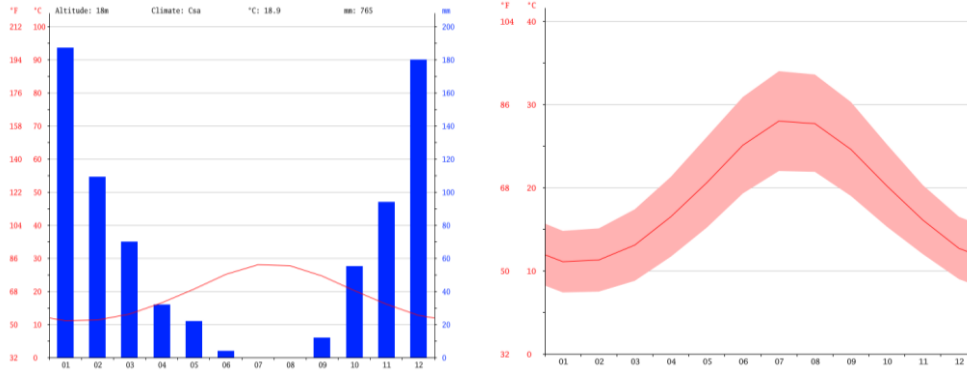
Çizelge 2.11. (devam) Sıcak ılıman iklim bölgesinde uygulanmış bina örneği- 7

ÖRNEK BİNA İNCELEME FİŞİ-7B



(URL-121)

Swissotel Resort Bodrum Beach, Turgutreis' de 26,600 m²lik arazide tasarlanmış bir otel kompleksidir. Tasarımı Gökhan Avcıoğlu mimarlık ofisi tarafından yapılan otel kompleksinin düşey yeşil sistem uygulaması Silvanus Dikey Bahçe firması tarafından yapılmıştır. Otel kompleksi, 60 otel odası, 46 apartman ve 27 villadan oluşmaktadır(x). Yaşayan duvarın uygulandığı apart ve villalar 2 katlıdır.



Şekil 2.17. Türkiye, Bodrum iklim ve sıcaklık grafiği (URL-122)

Bodrum sıcak ılıman iklim özelliklerinin görüldüğü bir bölgedir (Şekil 2.17.). Köppen iklim sınıflandırmasına göre Csa iklim tipidir. Yaşayan cephe sistemi tasarlanırken iklim tipine uygun bitkiler seçilmiştir.

Yaşayan duvar sisteminde 40,000 adet bitki bulunmakta olup, 1584 m²'lik yeşil alan sadece düşey bahçelerde kullanılmıştır. Yapımı 3.5 ayda tamamlanan düşey yeşil sistem tasarımında bitkilerin gelişimi için otomatik sulama ve gübreleme sistemi tercih edilmiştir.

Çizelge 2.12. Bina bilgileri özet tablosu

Bina adı	Görseli	İşlevi	Sistem tipi	Cephe Yönü								Sağladığı Fayda			
				D	B	K	G	KD	KB	GD	GB	Termal yarar	Hava kalitesini artırma	Görsel çekicilik	Psikolojiye olumlu etki
Ex-Ducati		Ofis	Yeşil Cephe	x				x		x		x		x	x
Caxia Forum Yaşayan duvar		Duvar	Yaşayan Cephe				x					x	x	x	x
KMC		Ofis	Yeşil Cephe	x	x	x	x					x	x	x	x
Casa Vallarta		Konut	Yaşayan Cephe									x		x	
Avrupa Kongre Sarayı		Kongre merkezi	Yaşayan Cephe	x		x	x					x		x	
Santalia Apartmanı		Konut	Yaşayan Cephe					x	x	x	x	x	x	x	
Swissotel Bodrum		Otel	Yaşayan Cephe	x		x		x						x	

Çizelge 2.12’de incelenen binaların özet bilgileri yer almaktadır. İncelenen 7 bina örneğinden 2’sinde yeşil cephe, 5’inde yaşayan cephe sistemi uygulanmıştır. Sıcak ılıman iklim bölgelerinde uygulanmış örneklerin çoğunlukla doğu ve güney cephelerinde düşey yeşil sistem uygulaması yapılmış olup, diğer cephelerde de sistemin uygulandığı görülmektedir. Ele alınan örneklerden 2’si konut, 2’si ofis, 1’i otel ve 1’i kongre merkezi binasıdır. Diğer örnek ise yaşayan cephe uygulamasıdır. İncelenen örneklerin 6’sında termal yarar sağlamak amaçlanmıştır ve hemen hemen hepsinde estetik yarar sağlamak düşünülmüştür.

3. DÜŞEY YEŞİL SİSTEM UYGULAMASININ CEPHEYE OLAN SOĞUTMA ETKSİNİN ARAŞTIRILDIĞI ÇALIŞMALAR

Düşey yeşil sistemlerin dış cephe yüzey sıcaklığına olan etkisinin incelemek için, soğutma etkisinin araştırıldığı deneylere yer vern makaleler incelenmiştir. Yazın taraması yapılırken yaz mevsiminin sıcak geçtiği, sıcak ılıman iklime sahip ülkelerde yapılmış deneysel çalışmalar seçilmiştir.

Bölüm 3.1’de yapılmış olan deneylere ait bilgiler yer almaktadır. Deneylerden 5 tanesinde yeşil cephe, 5 tanesinde yaşayan cephe sistemi uygulanmıştır. Deneylerin tümü yaz mevsiminde yürütülmüştür. Deneylerde ortak bitkiler kullanıldığı gibi, farklı tür bitkiler de kullanılmıştır. Deney cephesinin uygulandığı yön değişkenlik göstermektedir. Ayrıntılı bilgi aşağıda yer almakta (Bölüm 3.1.) ve Bölüm 3.2’de deneylere ait bulgular yorumlanmaktadır.

3.1. Sıcak Ilıman İklim Bölgelerinde Yapılmış Araştırmalar

Bu bölümde soğutma etkisinin anlaşılması için yurtdışında yapılmış deneysel çalışmalardan bazılarına yer verilmektedir. Lokasyon , iklim ve mevsim deney seçiminde sınırlayıcı etken olmuştur. Deneylerin süreleri farklılık göstermektedir. Soğutma etkisinin araştırılması için en sıcak aydaki ölçümler baz alınmıştır. Ölçümler her gün aynı saatte yapılmıştır. Araştırmalar hakkında daha ayrıntılı bilgi aşağıda verilmiştir:

Çizelge 3.1. Sıcak ılıman iklim bölgelerinde yeşil cephe uygulanmış deneysel çalışmalar

Deney No	Lokasyon	Uygulama Alanı	Sistem Tipi	Kullanılan Bitkiler	Cephenin Konumu	Termal Bulgular
1	İspanya Katalonya	Deney Ünitesi	Yeşil Cephe	Boston ivy	Batı	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 13.9°C'lik düşüş görülmüştür.
					Doğu	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 13.8°C'lik düşüş görülmüştür.
					Güney	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 16.7°C'lik düşüş görülmüştür.
2	Yunanistan	Mevcut Bina Cephesi	Yeşil Cephe	Boston ivy	Doğu	Cephe yüzey sıcaklığında 1.9°C -8.3°C arası sıcaklık düşüşü görülmüştür. Bitkilendirilmenin cephe yüzeyinde sağladığı ortalama sıcaklık düşüşü 5.7°C'dir.
3	İspanya Lleida	Mevcut Bina Cephesi	Yeşil Cephe	Wisteria Sinensis	Kuzeybatı	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 17.62°C'lik düşüş görülmüştür.
					Güneybatı	Bitkilendirilmemiş cepheden ortalama 5.5°C daha düşük sıcaklıkta olduğu görülmüştür.
					Güneydoğu	Bitkilendirilmemiş cepheden ortalama 5.5°C daha düşük sıcaklıkta olduğu görülmüştür.
4	Hong Kong	Mevcut Bina Cephesi	Yeşil Cephe	Wisteria Sinensis, Japanese honeysuckle	Kuzeybatı Kuzeydoğu	Cephe yüzey sıcaklığında 0.55°C- 2.73°C'lik düşüş görülmüştür. Cephe yüzey sıcaklığında 0.52°C-3.49°C'lik düşüş görülmüştür.
5	Clarksville ABD	Deney Ünitesi	Yeşil Cephe	Richter-110 grapevine, Paulson 1103 grapevine,dogridge, grapevine, crossvine, coral honeysuckle, carolina jessamine,American wisteria, purple passionflower	Batı	Cephe yüzey sıcaklığında ortalama 11.3°C 'lik düşüş görülmüştür.
					Güney	Cephe yüzey sıcaklığında ortalama 6.6°C'lik düşüş görülmüştür.

1 Numaralı deney

1 numaralı deney Katalonya ,İspanya’da Haziran-Temmuz zaman aralığında yapılmıştır. Katalonya’da sıcak ılıman iklim özellikleri görülmektedir. 3x3x3m’lik test kabinlerinde çift çeperli yeşil cephe kurularak deney yürütülmüştür (Resim 3.1). Test kabininin doğu, batı ve güney cephesine Boston ivy bitkisi uygulanmıştır. Batı cephede 13.9° C,doğu cephede 13.8° C ve güney cephede ise 10.7°C’ lik sıcaklık düşüşü tespit edilmiştir (Coma vd,2017).



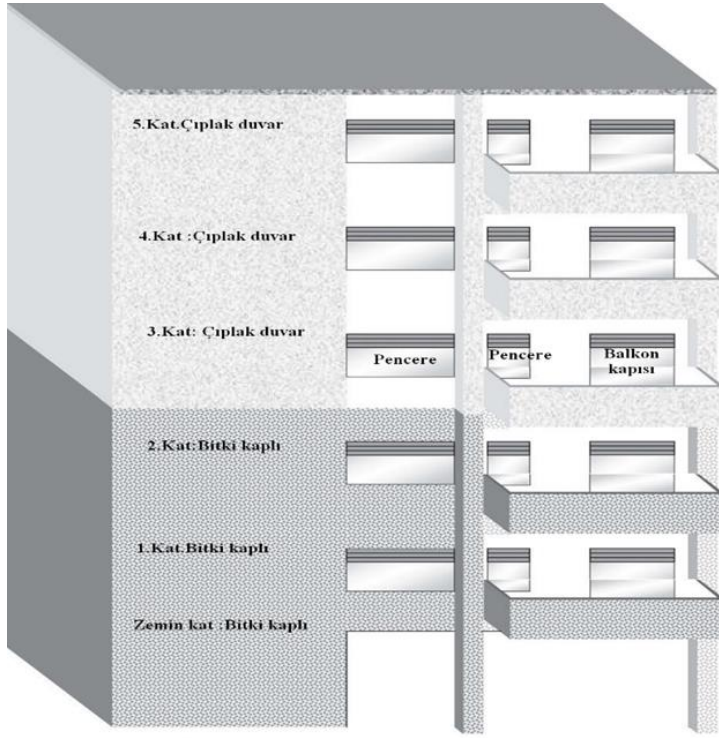
Resim 3.1. Deney ünitesine çift çeperli yeşil cephe kurulumu (Coma vd, 2017)



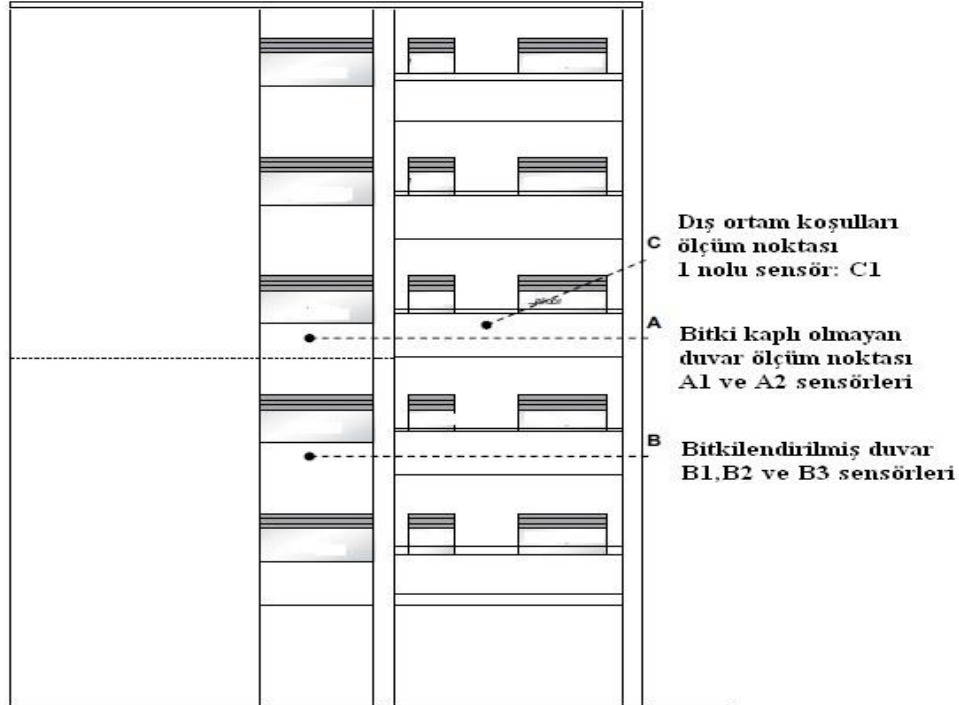
Resim 3.2. Boston ivy kaplı deney ünitesi

2 Numaralı deney

2 numaralı deney, sıcak iklimlerde yılın sıcak zamanlarında tırmanıcı bitkilerin cepheye olan soğutma etkisinin ölçmek için yapılmıştır. Çalışma lokasyonu sıcak ılıman iklim özelliklerinin görüldüğü Yunanistan'dır. 16 Temmuz-15 Ağustos zaman aralığında mevcut bir bina üzerinde geleneksel yeşil cephe sistemi uygulanarak deney yürütülmüştür. 25cm kalınlığındaki dış cephe duvarının doğu cephesi, 25 cm kalınlığında Boston ivy sarmaşık türüyle kaplanmıştır. Altı katlı binanın üç katında yeşil cephe uygulanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Bitkilendirilmiş ve bitkilendirilmemiş deney cephesi



Şekil 3.2 Bitkilendirilmiş ve bitkilendirilmemiş duvarda sensör kurulum noktaları

16 Temmuz-15 Ağustos 2006 tarihleri arasında, saat başı ölçüm yapılmıştır. Cephenin bitki kaplı dış yüzeyindeki maksimum sıcaklık farklılığı ölçüm yapılan saate göre değişkenlik göstermekle beraber min. 1.9° C ve mak. 8.3°C'ye kadar sıcaklık farkı görülmüştür.

Ortalama olarak bitki tabakası dış cephe yüzey sıcaklığını 5.7° C kadar düşüğü tespit edilmiştir. (Eumorfopoulou ve Kontoleon,2009).

3 Numaralı deney

3 numaralı deneyde çift çeperli yeşil cephenin kuru Akdeniz iklimindeki davranışını gözlemlemek amaçlanmıştır. Yeşil cephelerin gölgeleme, yalıtım sağlama, evapotranspirasyon ve rüzgar bariyeri görevi görme işleviyle pasif enerji kontrolü sağlayabilecekleri düşünülmektedir (Perez, vd, 2011, 4856).

İspanya, Golmes’de (Catalonia) Nisan-Eylül 2009 zaman aralığında deney yürütülmüştür. Kuzeybatı, güneybatı ve güneydoğu cepheler seçilmiştir. Yeşil sistem strüktürü kuzeybatı ve güneybatı cephede duvardan 80cm, güneydoğu cephede duvardan 1.5m uzağa cepheye paralel monte edilmiştir (Resim 3.7). Wisteria sinensis bitkisi (mor salkım) (Resim 3.8.) uygulanmıştır.



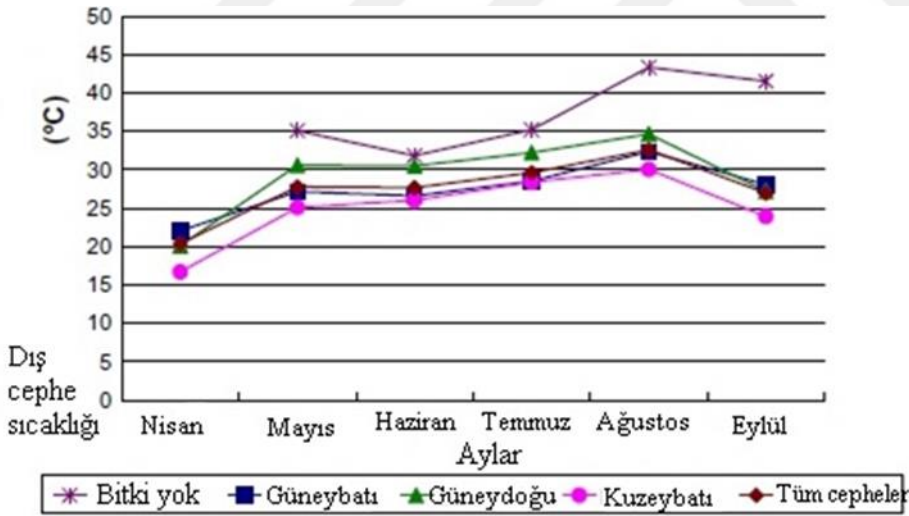
Resim 3.3. Farklı cephelerdeki düşey yeşil sistem strüktürü (Perez vd, 2011)



Resim 3.4. (a) Farklı cephelerdeki düşey yeşil sistem strüktürü (Perez vd, 2011)

(b) Wisteria sinensis (URL-86)

Ölçümlerin yapılması haftalık ve hep aynı saatte, 14:00' de olmuştur. Cepheyle düşey yeşil sistem strüktürü arasında ve bina zarfında farklı noktalarda sıcaklık ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 3.3. Cephelere göre bina dış cephe yüzeyi sıcaklık grafiği

Şekil 3.3'deki grafik incelendiğinde bitkilendirmenin olmadığı çıplak duvarın yüzey sıcaklığının fazla olduğu görülmektedir. Bitkilendirmenin olmadığı yüzeyin sıcaklığı ortalama 5.5° daha yüksek ölçülmüştür. Sıcaklık farkı eylül ayında maksimum kuzeybatı cephede 17.62°C ölçülmüştür. Kuzeybatı cepheyi sırasıyla güneybatı ve güneydoğu cepheler izlemiştir (Perez vd, 2011).

4 Numaralı deney

4 numaralı deney Hong Kong'da, mevcut iki bina üzerinde yapılmıştır. Hong Kong da yazlar çok sıcak olup, yıllık ortalama sıcaklık 22.6°C 'dir. 19.5 m ve 13.2 m yüksekliğinde mevcut iki bina cephesinde deney yürütülmüştür. Yüksek bina kuzeydoğu yönünde Japanese Honeysuckle, alçak bina kuzeybatı yönünde Wisteria sinensis bitkisiyle kaplanmıştır. Araştırma ile var olan bir bina üzerinde deney yaparak yaz mevsiminde yeşil duvarların farklı hava koşullarındaki performansını bulmak hedeflenmiştir. Güneşli günde Wisteria sinensis kaplı az katlı binanın kuzeybatı cephesinde 0.55°C - 2.73°C arasında sıcaklık düşüşü tespit edilmiştir (Lee ve Jim, 2017).



Resim 3.5. Deney duvarları (Lee ve Jim, 2017)

5 Numaralı deney

5 numaralı deney Clarksville, ABD'de yapılmıştır. Deney için $2.5\text{m} \times 2.5\text{m} \times 3.5\text{m}$ 4 tane deney kabini inşa edilmiştir. Kabinler arasından rasgele seçim yapılarak iki tanesinin güney cephesi bitkilendirilmiş olup, diğer ikisi olduğu gibi bırakılmıştır. Deney kabinlerinde pencere bulunmamaktadır. İç mekanda ısıtma ya da soğutma için herhangi bir iklimlendirme müdahalesi bulunmamaktadır. Kabinlerin kabuklarında 1.25 m genişliğinde ve 2.5m uzunluğunda 16 adet yeşil cephe panelleri kullanılmıştır. 9 çeşit tırmanıcı bitki kullanılmıştır; Richter-110 grapevine, Paulson 1103 grapevine, dogridge, grapevine, crossvine, coral honeysuckle, Carolina jessamine, American wisteria, purple passionflower.

Bitkiler plastik saksılara ekilmiş, paslanmaz çelik kablolarla tırmandırılmıştır. Bitkiler 8 saatte bir otomatik sulama sistemiyle 30 dk sulanmıştır ve haftada 1 gün gübreleme

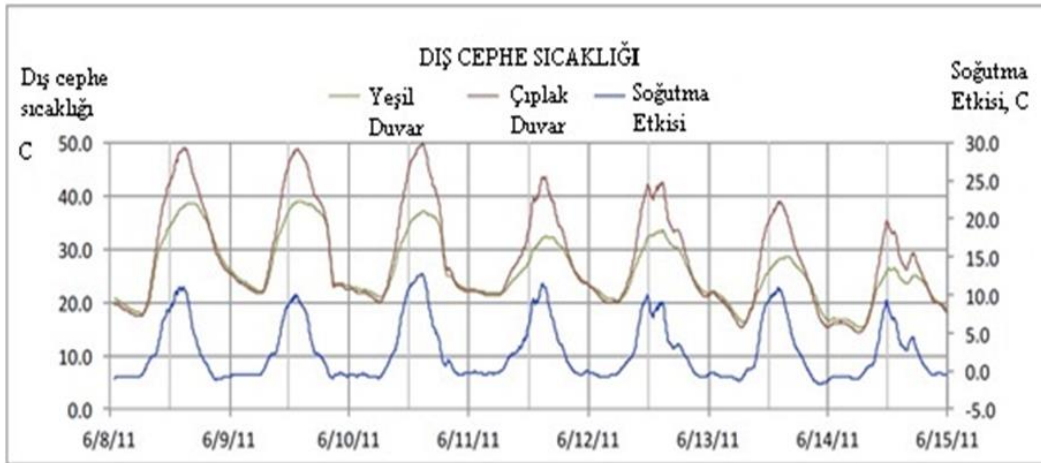
yapılmıştır. Hızlı büyümeleri ve 16 sa ışık almaları için belirli saatlerde yapay aydınlatma kullanılmıştır (Resim 3.6). 1 yılın sonunda bitkilendirme %75 oranında tamamlanmıştır.



Resim 3.6. (a) Deney için bitkilerin ön hazırlık aşaması (b) Bitki kaplı test modülleri

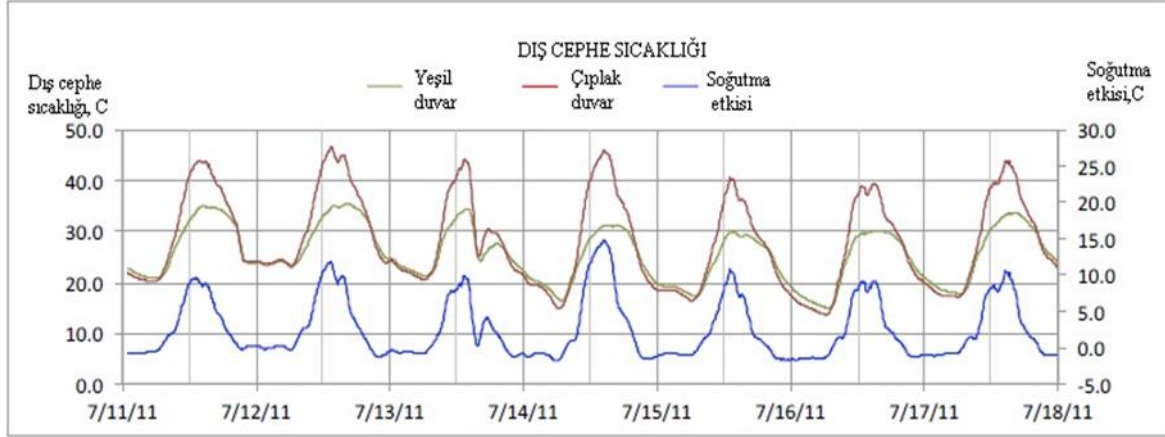
Mayıs-temmuz 2010 zaman aralığında ilk olarak güney cephede bitkilendirme yapılarak, ölçümler yapılmıştır. Temmuz 2010-Eylül 2011 zaman diliminde vinç yardımıyla test modülü döndürülerek batı cephede deney yürütülmüştür. Daha sonra tekrar güney cephede deney yapılmıştır.

Şekil 3.3, 3.4 ve 3.5'deki grafikler 2011 yaz mevsiminde bitki kaplı güney cepheyle, bitki kaplı olmayan test modülünün güney, doğu ve batı cepheleri arasındaki yüzey sıcaklıklarını ve soğutma etkisinin ilişkisini göstermektedir. Bir haftalık süreci kapsamaktadır.



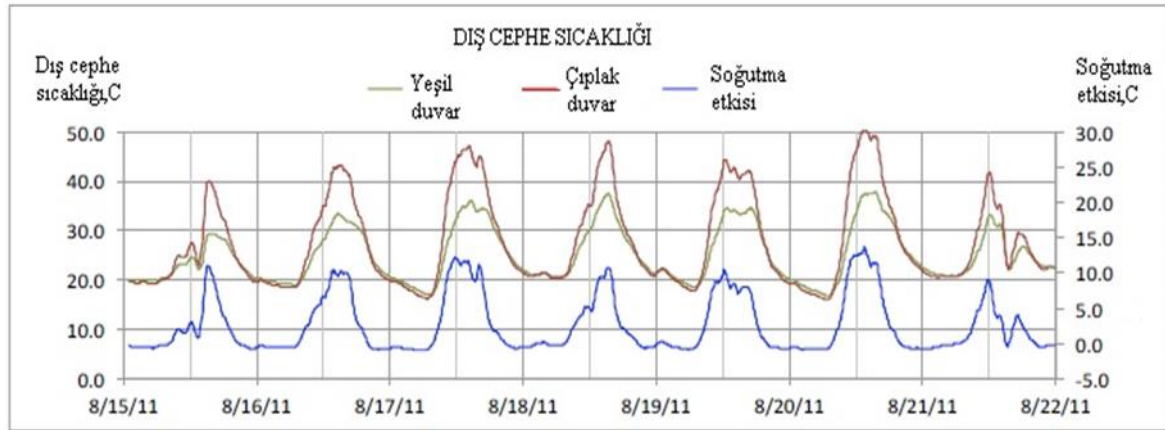
Şekil 3.4. Haziran ayında yeşil cephe & çıplak duvar yüzey sıcaklıkları-soğutma etkisi ilişkisi

Şekil 3.4’de 08-15 haziran aralığında ölçülen değerler görülmektedir. Bitki kaplı olmayan duvarın yüzey sıcaklığı 3 gün boyunca 50°C ’ lerdedir. Yeşil cephenin sıcaklık değeri ise aynı günlerde 40°C ’nin altındadır. Soğutma etkisi, çıplak duvar yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu 10 haziran günü en yüksek ölçülmüştür.



Şekil 3.5. Temmuz ayında yeşil cephe & çıplak duvar yüzey sıcaklıkları-soğutma etkisi ilişkisi

Şekil 3.5’de 11-18 Temmuz aralığında ölçülen değerler görülmektedir. Bitki kaplı olmayan duvarın yüzey sıcaklığı 5 gün boyunca 40° ’nin üzerindedir. Yeşil cephenin sıcaklık değeri ise aynı günlerde 40° ’nin altındadır. Soğutma etkisinin ise temmuz ayında diğer aylardan daha fazla olduğu görülmektedir. Soğutma etkisi en fazla 14-15 temmuz zaman aralığında görülmektedir.



Şekil 3.6. Ağustos ayında yeşil cephe & çıplak duvar yüzey sıcaklıkları-soğutma etkisi ilişkisi

Şekil 3.6’da 15-22 ağustos aralığında ölçülen değerler görülmektedir. Bitki kaplı olmayan duvarın yüzey sıcaklığı 6 gün boyunca 40°C ’nin üzerinde olup, iki gün 50°C civarındadır. Yeşil cephenin sıcaklık değeri ise aynı günlerde 40°C ’nin altındadır. Deney süresince en

sıcak ayın ağustos ayı olduğu görülmektedir. Soğutma etkisi en fazla en sıcak gün olan 20 ağustos gün ortasında görülmektedir.

Şekil 3.4, 3.5 ve 3.6 incelendiğinde yaz mevsimi boyunca çıplak duvar yüzey sıcaklığının yüksek olduğu, bitki tabakasının bulunduğu yeşil cephenin yüzey sıcaklığının ise daha düşük olduğu görülmüştür. Soğutma etkisinin grafiğine bakıldığında ise, 14 Temmuz'da en yüksek değerde olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2. Güney cephe (yeşil cephe) yüzey sıcaklığı, çıplak cephe yüzey sıcaklığı ve soğutma etkisi (Tilley, 2012)

Ay	Gün	Yeşil cephe	Çıplak cephe	Sıcaklıktaki azalma
Mayıs	13-20	22.8	25.3	2.5
Haziran	8-14	32.6	39.6	7.0
Temmuz	11-17	31.6	38.9	7.3
Ağustos	15-21	31.9	38.9	7.0
Eylül	4 -10	25.4	28.6	3.3

En sıcak üç ay süresince yeşil cephenin dış duvar yüzey sıcaklığını ortalama 7.1°C düşürdüğü görülmüştür. Bitki kaplı olmayan duvar yüzey sıcaklığı 39°C iken, bitki kaplı duvar yüzey sıcaklığı 32° C ölçülmüştür (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.3. Güney cephe (yeşil cephe) yüzey sıcaklığı, çıplak cephe yüzey sıcaklığı ve soğutma etkisi maksimum düşüşler (Tilley, 2012)

Ay	Gün	Yeşil cephe	Çıplak cephe	Sıcaklıktaki azalma
Mayıs	13-20	25.7	31.7	6.0
Haziran	8-14	34.1	46.2	12.1
Temmuz	11-17	33.3	45.9	12.5
Ağustos	15-21	35.6	47.6	12.0
Eylül	4 -10	27.3	33.0	5.7

En sıcak üç ay süresince yeşil cephe dış duvar yüzey sıcaklığını maksimum ortalama 12°C düşürmüştür. Bitki kaplı olmayan duvarın yüzey sıcaklığı 47.6° C iken, bitki kaplı duvarın yüzey sıcaklığı 35.6°C ölçülmüştür.

En sıcak ayın ağustos ayı olduğu görülmektedir (Çizelge 3.3.). Güneşli günler süresince yeşil cephede görülen ortalama sıcaklık düşüşü güney cephede 7 °C, batı cephede 11.3°C

'dir. En yüksek sıcaklık 20 ağustosta ölçülmüş olup; bitkilendirilmemiş cephe yüzeyi 50°C iken, yeşil cephe yüzeyi batı yönünde 39°C ölçülmüştür (Tilley, 2012).

Çizelge 3.4. Sıcak ılıman iklim bölgelerinde yaşayan cephe uygulanmış deneysel çalışmalar

Deney No	Lokasyon	Uygulama Alanı	Sistem Tipi	Kullanılan Bitkiler	Cephenin Konumu	Termal Bulgular
6	İspanya Katalonya	Deney ünitesi	Yaşayan Cephe	Rosmarinus officinalis, Helichrysum thianschanicum	Batı	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 20.1°C'lik düşüş görülmüştür.
					Doğu	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 17°C'lik düşüş görülmüştür.
					Güney	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 21.5°C'lik düşüş görülmüştür.
7	İspanya	Deney ünitesi	Yaşayan Cephe	Sedum sp.	Güney	Cephe yüzey sıcaklığında 20°C-25°C arası sıcaklık düşüşü görülmüştür.
8	İtalya	Mevcut Bina cephesi	Yaşayan Cephe	Rhincosperma jasminoide, Hedera helix, Phlomis fruticose, Buxus sempervirens rotundifolia, Dorycnium hirsutum, Nerium oleander, Euonymus bravo, Atriplex halimus, Hebe wiri, Teucrium chamaedris, Cistus skanbergii, Cistus salvifolius, Cistus escartianus, Cistus crispus, Cistus pauranthus, Cistus Jessami beauty, Cistus pulverulentus, Viburnum tinus, Coprosma kirkii	Güney	Cephe yüzey sıcaklığında 20°C'lik düşüş görülmüştür.
9	İtalya	Mevcut Bina cephesi	Yaşayan Cephe	Juniperus communis, Sedum sp., Geranium sanguineum, Geranium Johnson's blue, Anemone sp., Viva minor, Boston ivy, Heuchera micrantha, Palace purple, Salvia nemorosa, Lonicera pileata, Pittosporum tobira, Rosmarinus officinalis, Alchemilla mollis, Bergenia cordifolia, Oenothera missouriensis, Plumbago capensis	Güneybatı	Cephe yüzey sıcaklığında 12°C-20°C arası sıcaklık düşüşü görülmüştür.
10	Çin Wuhan	Deney ünitesi	Yaşayan Cephe	6 çeşit bitki (bilgisine ulaşamadı)	Batı	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 20.8°C'lik düşüş görülmüştür.

6 Numaralı deney

6 numaralı deney Katalonya, İspanya’da yapılmıştır. 3x3x3m’lik 3 test kabinlerinde doğu, batı ve güney cephede yaşayan cephe kurularak deney yapılmıştır. Yaşayan cephede *Rosmarinus officinalis* ve *Helichrysum thianschanicum* kullanılmıştır.



Resim 3.7. Yaşayan cephenin deney için hazırlanması (Coma vd, 2017)



Resim 3.8. Yaşayan cephede *Rosmarinus officinalis* ve *Helichrysum thianschanicum* (Coma vd, 2017)

Yaşayan cephede güney cephedeki sıcaklık, diğer cephelerden 6° daha düşük ölçülmüştür. Yüzeydeki en fazla düşüş 21.5 °C ile güney cephede, ikinci olarak 20.1 °C ile batı cephede ve son olarak 17 ° C ile doğu cephede ölçülmüştür.

7 numaralı deney

7 numaralı deney İspanya’da yapılmıştır. 3 katlı binanın güney cephesinde sedum vb bitkiler kullanılarak yaşayan cephe oluşturulmuştur. Cephe yüzey sıcaklığına bakıldığında gece ve gündüz performansının çok farklı olduğu görülmektedir. Geceleri bitki örtüsü olmayan cephe sıcaklığı, sedum kaplı olandan 1-2 ° C daha düşüktür.

Gündüzleri ise bitki olmayan duvar yaşayan duvardan daha sıcaktır. Haziran, temmuz, ağustos aylarında ise cephede 20-25°C'ye varan sıcaklık farkı görülmektedir (Olivieri, 2014).



Resim 3.9. Deney cephesi (Olivieri, 2014)

8 numaralı deney

8 numaralı deney, İtalya'nın Cenova kentinde Akdeniz ikliminde düşey yeşil sistemlerin performansını incelemek için yapılmıştır. İtalya sıcak ılıman iklim özelliklerinin görüldüğü bir ülkedir. Temmuz ayında 4 katlı binanın güney cephesinde 20 farklı bitki kullanılarak deney yürütülmüştür. Kullanılan bitkiler; *Rhincosperma jasminoide* (yıldız çiçekli yasemin), *Hedera helix* (duvar sarmaşığı), *Phlomis fruticosei* (Kudüs adaçayı), *Buxus sempervirens rotundifolia* (Amerikan top şimşir), *Dorycrum hirsutum*, *Nerium oleander* (zakkum), *Euonymus bravo*(taflan bravo),*Atriplex halimus* (deniz semizotu),*Hebe wiri* (Veronica çalısı), *Teucrium chamaedris* (dalak otu), *Cistus skanbergii*, *Cistus salvifoliu* (adaçayı yapraklı laden), *Cistus escartianus*,*Cistus crispus*, *Cistus pauranyhus*, *Cistus Jessami beauty*, *Cistus pulverulentus*, *Viburnum tinus* (tüylü kartopu), *Coprosma kirkii*. Sistemde her gün sulama yapılmıştır. Ölçüm cihazı kullanılarak yapılan deneyde en sıcak yaz gününde, yaşayan cephenin arkasındaki duvar sıcaklığı gündüz 20°C, gece ise 2°C daha düşük ölçülmüştür (Perini, 2017).



Resim 3.10. Deney cephesi (Perini, 2017)

9 numaralı deney

9 numaralı deney, İtalya'nın Lonigo kentinde yapılmıştır. 6 Temmuz-21 Eylül tarihleri arasında 1. deney yürütülmüştür. Her daim yeşil ve mevsimlik bitkiler tercih edilmiştir. 3mx3m'lik deney ünitelerinin güneybatı duvarında düşey yeşil sistem uygulaması yapılmıştır.



(a)

Resim 3.11. (a) Bitkilendirilmiş test duvarı

(b)

(b) Deney duvarı ve referans duvarı

Bitkilendirilmiş duvar ekstra yalıtım olmayan, 40 cm kalınlığındaki sıvalı duvar üzerine kurulmuştur.

Juniperus communis, Sedum spurium, Geranium sanguineum, Geranium Johnson's blue, Anemone sp., Viva minör, Parthenocissus tricuspidata, Heuchera micrantha, Palace Purple, Salvia nemorosa, Lonicera pileata, Pittosporum tobira, Rosmarinus officinalis,

Alchemilla mollis, *Bergenia cordifolia*, *Oenothera missouriensis*, *Plumbago capensis* bitkileri kullanılmıştır. İkisi 75 cm yüksekliğe, ikisi 2.25 m yüksekliğe olmak üzere dört tane ölçüm sensörü kullanılmıştır.

Güneşli günlerde güneybatı yönündeki yaşayan cephe yüzey sıcaklığıyla bitkilendirilmemiş cephenin yüzey sıcaklığı arasında 12 ile 20° sıcaklık farkları ölçülmüştür.

2.deney 5 temmuz-15 eylül tarihleri arasında yürütülmüştür. 3mx3m'lik test modüllerinin güneybatı duvarında düşey yeşil sistem uygulaması yapılmıştır.



(a)

Resim 3.12. (a) Bitkilendirilmiş test duvarı



(b)

(b) Deney duvarı ve referans duvarı

Bitkilendirilmiş duvar ekstra yalıtım olmayan, 40 cm kalınlığındaki sıvalı duvar üzerine kurulmuştur. *Zoysia* çim türü bitkiler kullanılmıştır. Sensörlerle ölçüm yapılmış olup, bitkilendirilmiş yüzeyle çıplak duvar yüzeyi arasında 16 ° sıcaklık farkı tespit edilmiştir (Mazzali,2013).

10 numaralı deney

10 numaralı deney yazların sıcak ve nemli olduğu Wuhan, Çin'de yapılmıştır. Sıcaklıklar yaz mevsiminde 40°C 'lere ulaşır ve nem oranı %70'i bulur. Kentsel ısı adasının Wuhan'ın ikliminde etkisi büyüktür ve şehir ısısının yüksek olmasına neden olur. Deney için 2 gözlem laboratuvarı kurulmuş, Temmuz-Eylül 2012 zaman aralığında test yapılmıştır.

Batı cephede ölçüm yapılmıştır. Deneyde kullanılan 6 çeşit bitki deneyden 2 ay önce yetiştirilmeye başlanmıştır. Sensörler ve veri toplayıcı aracılığıyla ölçümler yapılmıştır. Dış cephe yüzey sıcaklığında maksimum 20.8°C, iç duvar yüzeyinde 7.7°C sıcaklık düşüşü görülmüştür (Chen vd, 2013).



Resim 3.13. Deney ünitesi (Chen vd, 2013)

3.2. Bölüm Değerlendirmesi

Bölüm 3.1’de yeşil cephe ve yaşayan cephe uygulanarak sıcak iklim bölgelerinde yapılmış 10 tane çalışma incelenmiştir. Deney yapılan lokasyonları sıcak ılıman iklim özelliklerinin görüldüğü İspanya, İtalya, Yunanistan ve karma iklime sahip Çin, Japonya ve ABD ‘nin sıcak ılıman iklim özelliklerinin görüldüğü bölgeleridir.

Düşey yeşil cephe sistem uygulamasının dış duvar yüzeyine sağladığı maksimum sıcaklık düşüş değerleri aşağıdaki tablolarda görülmektedir. En fazla sıcaklık düşüşünün görüldüğü 3 deneye ait bilgiler çizelgelerde yer almaktadır (Çizelge 3.3 ve 3.4).

Çizelge 3.5. Yeşil cephenin uygulandığı deneyler

Deney no	Lokasyon	Uygulama alanı	Bitki türü	Cephe yönü	Sıcaklık düşüşü
3	İspanya	Mevcut bina cephesi	Wisteria sinensis (Mor salkım)	Kuzeybatı	17.62 °c
1	İspanya	Deney ünitesi	Boston ivy (Amerikan sarmaşığı)	Güney	16.7 °C
1	İspanya	Deney ünitesi	Boston ivy (Amerikan sarmaşığı)	Batı	13.9°C

Yeşil cephe uygulanan deneylerden en fazla sıcaklık düşüşlerinin görüldüğü 3 deney, İspanya’da yapılmıştır. Bitkilendirmenin yapıldığı cephe yönleri farklılık göstermektedir. En fazla sıcaklık düşüşünün olduğu cephe mevcut binada mor salkım kaplanan kuzeybatı cephe olmuştur (17.62°C).

Çizelge 3.6. Yaşayan cephenin uygulandığı deneyler

Deney no	Lokasyon	Uygulama alanı	Bitki türü	Cephe yönü	Sıcaklık düşüşü
7	İspanya	Deney ünitesi	Sedum sp. (Dam kuruğu)	Güney	25 °c
6	İspanya	Deney ünitesi	Rosmarinus officinalis (Biberiye), Helichrysum thianschanicum	Güney	21.5 °C
10	Çin	Deney ünitesi	6 çeşit bitki (Bilgisine ulaşlamadı)	Batı	20.8 °C

Yaşayan cephe uygulanan deneylerden en fazla sıcaklık düşüşlerinin görüldüğü deneylerden 2'si İspanya'da, 1'i Çin, Wuhan'da yapılmıştır. En fazla cephe sıcaklığı düşüşü 7 nolu deneyde görülmektedir (25° C).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, ilk olarak bölüm 3’de elde edilen bilgiler ışığında dişey yeşil sistemlerin bina kabuğuna olan sıcaklığı düşürme etkisi değerlendirilmektedir. Yeşil cephe ve yaşayan cephenin soğutma etkisi kendi içinde karşılaştırılmaktadır.

4.2. Tartışma bölümünde ise, dişey yeşil sistem tasarımı sıcak ılıman iklim kuşağında yer alan Antalya ili Alanya ilçesi için değerlendirilmektedir. Yapılaşmanın yoğun olduğu bir bölgede 4 katlı okul binası için sistem seçeneği ve Alanya ikliminde yetişebilen bitki türleri önerisi sunulmaktadır.

4.1. Bulgular

Aşağıdaki çizelgelerde yönler göre gruplandırılmış deney bilgileri yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Yönler göre sınıflandırma-1

Deney No	Lokasyon	Uygulama Alanı	Sistem Tipi	Kullanılan Bitkiler	Cephenin Konumu	Termal Bulgular
1	İspanya Katalonya	Deney Ünitesi	Yeşil Cephe	Boston ivy	Batı	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 13.9°C’lık düşüş görülmüştür.
					Doğu	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 13.8°C’lık düşüş görülmüştür.
					Güney	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 16.7°C’lık düşüş görülmüştür.
2	Yunanistan	Mevcut Bina Cephesi	Yeşil Cephe	Boston ivy	Doğu	Cephe yüzey sıcaklığında 1.9°C -8.3°C arası sıcaklık düşüşü görülmüştür. Bitkilendirilmenin cephe yüzeyinde sağladığı ortalama sıcaklık düşüşü 5.7°C’dır.

Çizelge 4.2. Yönler göre sınıflandırma-2

Deney No	Lokasyon	Uygulama Alanı	Sistem Tipi	Kullanılan Bitkiler	Cephenin Konumu	Termal Bulgular
3	İspanya Lleida	Mevcut Bina Cephesi	Yeşil Cephe	Wisteria Sinensis	Kuzeybatı	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 17.62°C’lık düşüş görülmüştür.
					Güneybatı	Bitkilendirilmemiş cepheden ortalama 5.5°C daha düşük sıcaklıkta olduğu görülmüştür.
					Güneydoğu	Bitkilendirilmemiş cepheden ortalama 5.5°C daha düşük sıcaklıkta olduğu görülmüştür.
4	Hong Kong	Mevcut Bina Cephesi	Yeşil Cephe	Wisteria Sinensis, Japanese honeysuckle	Kuzeybatı Kuzeydoğu	Cephe yüzey sıcaklığında 0.55°C-2.73°C’lık düşüş görülmüştür. Cephe yüzey sıcaklığında 0.52°C-3.49°C’lık düşüş görülmüştür.

Çizelge 4.3. Yönlere göre sınıflandırma-3

Deney No	Lokasyon	Uygulama Alanı	Sistem Tipi	Kullanılan Bitkiler	Cephenin Konumu	Termal Bulgular
1	İspanya Katalonya	Deney Ünitesi	Yeşil Cephe	Boston ivy	Batı	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 13.9°C'lik düşüş görülmüştür.
					Güney	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 16.7°C'lik düşüş görülmüştür.
5	Clarksville ABD	Deney Ünitesi	Yeşil Cephe	Richter-110 grapevine, Paulson 1103 grapevine, dogridge, grapevine, crossvine, coral honeysuckle, carolina jessamine, American wisteria, purple passionflower	Batı	Cephe yüzey sıcaklığında ortalama 11.3°C 'lik düşüş görülmüştür.
					Güney	Cephe yüzey sıcaklığında ortalama 6.6°C'lik düşüş görülmüştür.

Çizelge 4.4. Yönlere göre sınıflandırma-4

Deney No	Lokasyon	Uygulama Alanı	Sistem Tipi	Kullanılan Bitkiler	Cephenin Konumu	Termal Bulgular
6	İspanya Katalonya	Deney ünitesi	Yaşayan Cephe	Rosmarinus officinalis, Helichrysum thianschanicum	Güney	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 21.5°C'lik düşüş görülmüştür.
7	İspanya	Deney ünitesi	Yaşayan Cephe	Sedum sp.	Güney	Cephe yüzey sıcaklığında 20°C-25°C arası sıcaklık düşüşü görülmüştür.
8	İtalya	Mevcut Bina cephesi	Yaşayan Cephe	Rhinosperma jasminoide, Hedera helix, Phlomis fruticose, Buxus sempervirens rotundifolia, Dorycnium hirsutum, Nerium oleander, Euonymus bravo, Atriplex halimus, Hebe wiri, Teucrium chamaedris, Cistus skanbergii, Cistus salvifolius, Cistus escartianus, Cistus crispus, Cistus pauranthus, Cistus Jessami beauty, Cistus pulverulentus, Viburnum tinus, Coprosma kirkii	Güney	Cephe yüzey sıcaklığında 20°C'lik düşüş görülmüştür.

Çizelge 4.5. Yönlere göre sınıflandırma-5

Deney No	Lokasyon	Uygulama Alanı	Sistem Tipi	Kullanılan Bitkiler	Cephenin Konumu	Termal Bulgular
6	İspanya Katalonya	Deney ünitesi	Yaşayan Cephe	Rosmarinus officinalis, Helichrysum thianschanicum	Batı	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 20.1°C'lik düşüş görülmüştür.
10	Çin Wuhan	Deney ünitesi	Yaşayan Cephe	6 çeşit bitki (bilgisine ulaşılamadı)	Batı	Cephe yüzey sıcaklığında en fazla 20.8°C'lik düşüş görülmüştür.

Bitkilendirilmemiş cephe yüzeyiyle, bitki tabakası olan cephe yüzeyinin sıcaklığı sensörler yardımıyla ölçülerek deneyler yürütülmüştür. Günün en sıcak saatları referans alınmıştır. Genelde yoğun güneş alan batı ve güney cephelerde sistem denemesi yapılmıştır.

Yukarıda yer alan çizelgeler incelendiğinde, maksimum sıcaklık düşüşünün doğu cephede 13.8°C, kuzeybatı cephede 17.6°C, batı cephede 20°C ve güney cephede 25°C olduğu görülmektedir. En fazla sıcaklık düşüşleri batı ve güney cephelerde yaşayan cephe sistemiyle sağlanmıştır.

Bölüm 4.2’de sıcak ılıman iklim bölgesinde yer alan Alanya ilçesi için sistemin uygulanabilirliği tartışılmaktadır.

4.2. Tartışma

Alanya, Akdeniz Bölgesinde yer alan Antalya ilinin en kalabalık 3. ilçesidir (TÜİK). Nüfus yoğunluğundaki artışa bağlı olarak bina yoğunluğu artmakta, yeşil alanlar azalmaktadır. Bunun sonucunda, yazları çok sıcak ve kurak geçen Alanya’da kentsel ısı adası etkisinde artış görülmektedir. Bu sebepten ötürü Türkiye’ye sistem adaptasyonu için Alanya ilçesi seçilmiştir. Alanya merkezde yer alan bir okul binası sistem uygulanabilirliği açısından değerlendirilmiştir. Alanya ilçesine ve seçilen okula ait bilgiler aşağıda alt başlıklar halinde incelenmektedir.

4.2.1. Alanya ilçesinin konumu



Resim 4.1. Alanya konum-1 (URL-123)



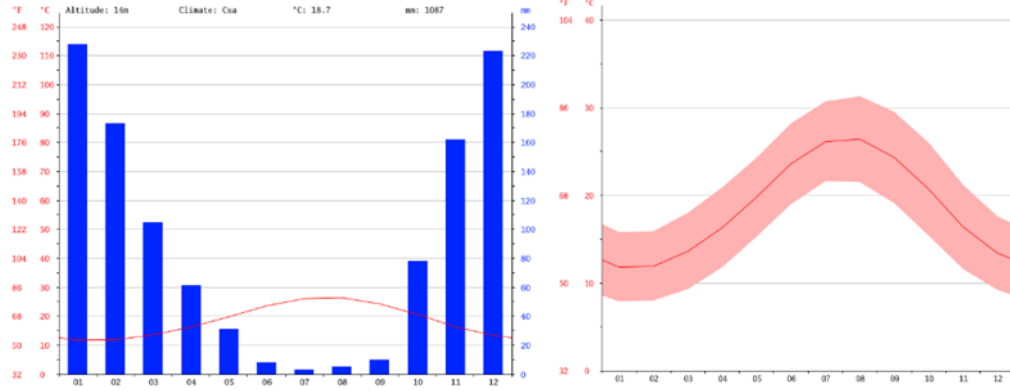
Resim 4.2. Alanya konum-1 (URL-123)

Alanya, 36°30'07'' ile 36°36'31'' kuzey enlemleri ve 32°32'02'' ile 31°38'40'' doğu boylamları arasında yer alan, Antalya ilinin turistik bir ilçesidir (alanyakentkonseyi.org.tr).

4.2.2. Alanya ilçesi iklim özellikleri

Alanya'da Akdeniz iklimi görülmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları yağışlı ve nemli geçer. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün mevsimlik sıcaklık analizi verilerine göre Akdeniz bölgesinde ; 'Ortalama sıcaklıklar kıyı kesimlerde mevsim normalleri üzerinde olup, bölgenin diğer kesimlerinde mevsim normalleri civarında görülmektedir. Akdeniz

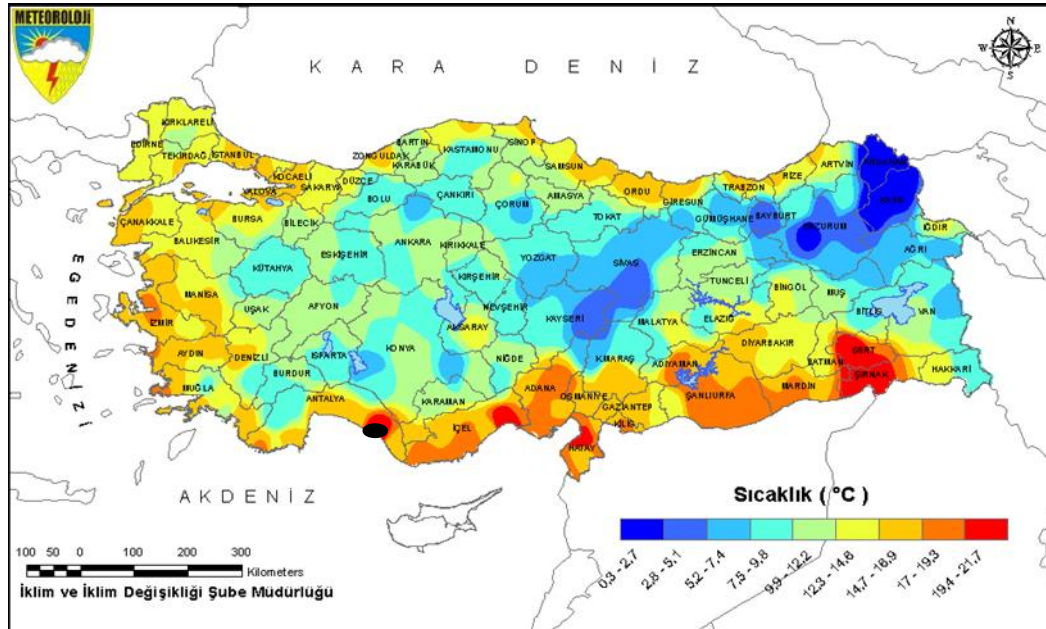
bölgesinde en düşük ortalama sıcaklık 20.6° C ile Göksun’da, en yüksek ortalama sıcaklık ise 28.8° C ile Alanya’da gerçekleşmiştir (Meteroloji Genel Müdürlüğü).



Şekil 4.1. Alanya ilçesine ait iklim ve sıcaklık grafiği (URL-124)

Alanya’da yılın en sıcak ayı Ağustos ayıdır. Akdeniz Bölgesi 2019 Ağustos ayı bölgesel sıcaklık değerlendirmesi verilerine göre , ‘Bölgenin Ağustos ayı uzun yıllar ortalama sıcaklığı 26.9°C iken, 2019 Ağustos ayı 27.8°C olarak gerçekleşmiştir.

En düşük ortalama sıcaklık 21.3°C olarak Göksun’da, en yüksek ortalama sıcaklık ise 30.6°C olarak Alanya’da gerçekleşmiştir.’ (MGM) (Harita 4.3.)

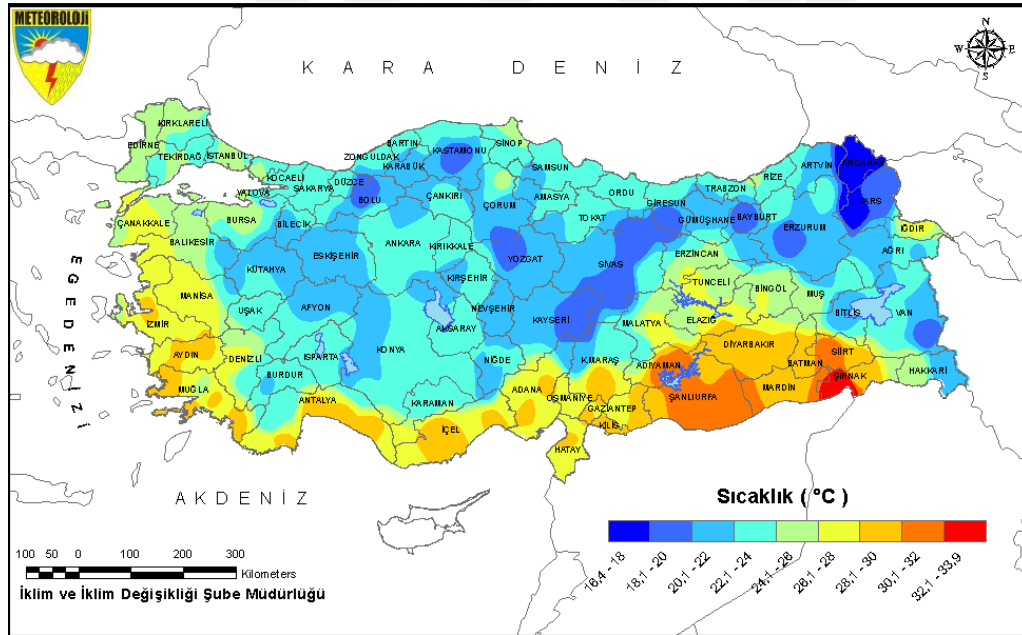


Harita 4.1. Türkiye 2019 yaz mevsimi minimum sıcaklık haritası (URL-125)

(● İşareti Alanya’nın yaklaşık olarak yerini temsil etmektedir)



Harita 4.2. Türkiye 2019 yaz mevsimi maksimum sıcaklık haritası (URL-125)



Harita 4.3. Türkiye 2019 yaz mevsimi ortalama sıcaklık haritası (URL-125)

İklimsel verilere bakarak, Alanya'da yaz aylarında soğutma için harcanan enerji yükünün fazla olduğu sonucuna ulaşılabilir.

4.2.3. Alanya ilçesi yetişebilen düşey yeşil sisteme uygun bitkiler

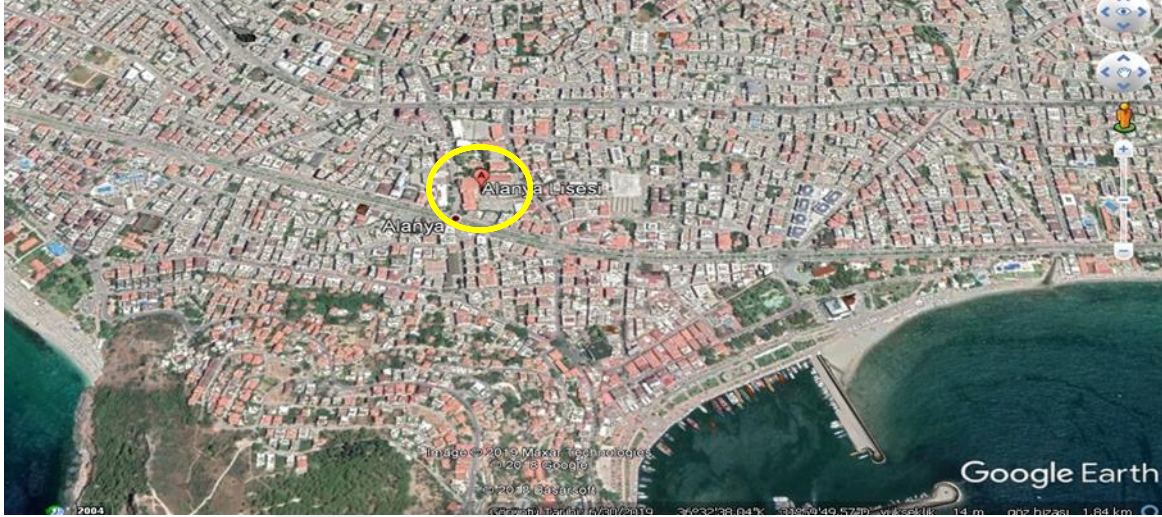
Çizelge 4.6. Alanya iklimine uygun bitkiler

DÜŞEY YEŞİL SİSTEMLERDE KULLANILAN BİTKİ ÖRNEKLERİ			
			
Hedera helix Duvar sarmaşığı	Euonymus bravo Gümüşü taflan	Rosmarinus officinalis Biberiye	Boston ivy Amerikan sarmaşığı
			
Nerium oleander Zakkum	Bougainvillea Begonvil	Fuchsia magellanica Küpe çiçeği	Russelia equisetiformis Kırmızı mercan çiçeği
			
Wisteria sinensis Mor salkım	Confederate jasmine Yıldız yasemin	Lonicera thianschanicum Hanneli	Sedum sp. Damkoruğu
			
Aloe ciliaris	Buxus sempervirens rotundifolia Adi şimşir	Ipomoea nil Kahkaha çiçeği	Cyrtomium falcatum

Çizelge 4.6’da görülen bitkilerin tamamı Alanya’da yetişmekte olup, uygulanması düşünülen düşey yeşil cephe sistemlerinde tercih edilebilir.

4.2.4. Alanya Anadolu Lisesi konumu

Düşey yeşil sistem değerlendirilmesi için seçilen okul binasının konumu Resim 4.3.'de görüldüğü gibidir:

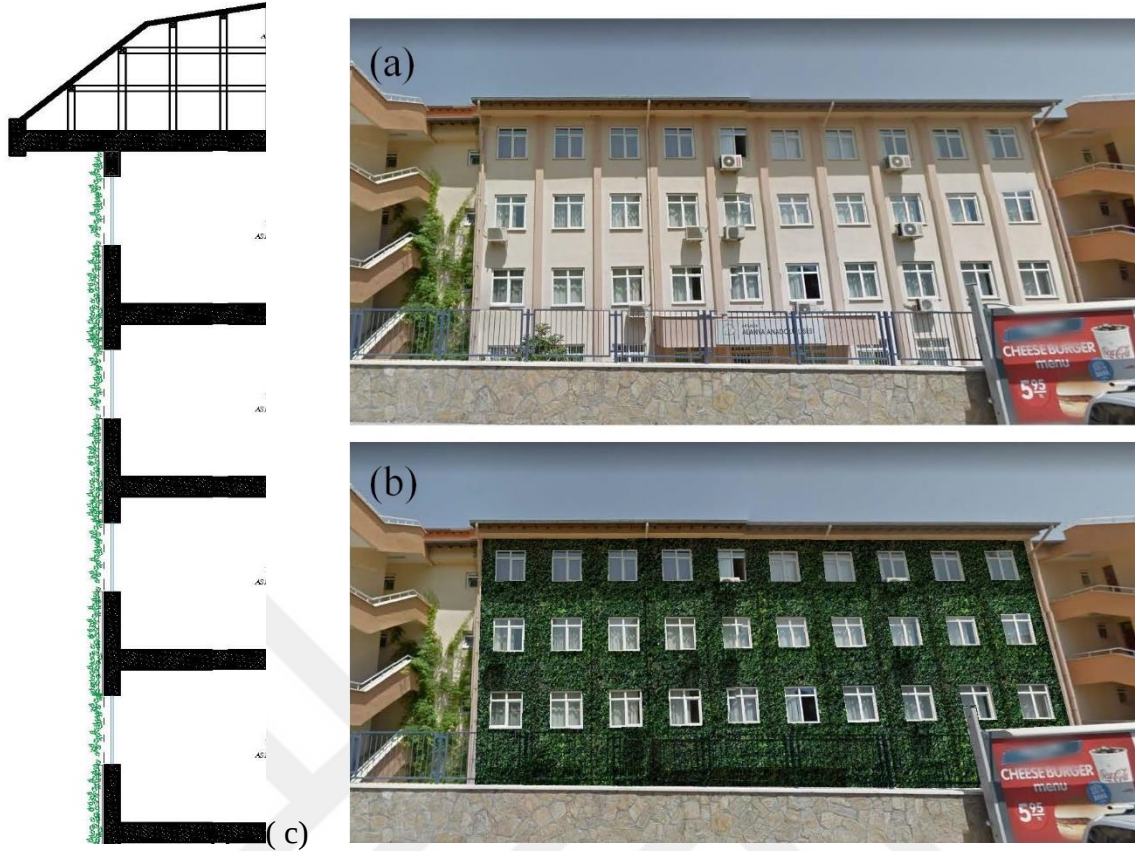


Resim 4.3. Alanya Anadolu Lisesi konumu (URL-123)

Alanya Anadolu Lisesi, Antalya ili Alanya ilçesi merkezinde bulunan dört katlı betonarme bir okul binasıdır. Kadıpaşa Mahallesinde yer alır. Lise düzeyinde eğitim-öğretim verilmektedir.

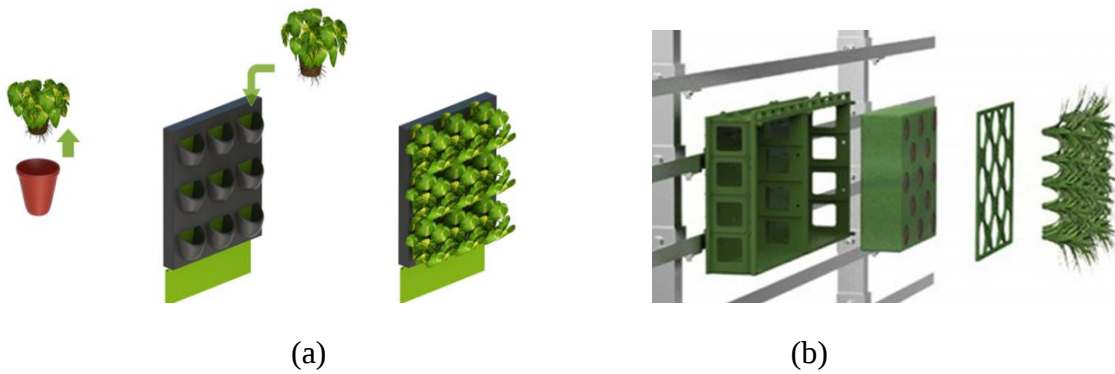
4.2.5. Alanya Anadolu Lisesi sistem önerisi

Alanya Anadolu Lisesi'nin çevresinde yoğun yapılaşma görülmektedir. Yakınında yeşil alan ya da park bulunmamaktadır. Araç trafiğinin yoğun olduğu bir cadde üzerinde yer almaktadır. Eğitim-öğretim dönemi haziran ortalarına kadar sürebilmektedir. Aynı zamanda okul binasında zaman zaman yaz aylarında kurslar da düzenlenebilmektedir. Sınıflarda termal konforu sağlamak için mekanik soğutma sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Okuldaki soğutma yükünü azaltmak için düşey yeşil sistem uygulamaları tercih edilebilir.



Resim 4.4. (a) Alanya Anadolu Lisesi güncel hali (Temmuz 2019) (URL-126)
 (b) Alanya Anadolu Lisesi batı cephesi yeşil sistem önerisi
 (c) Bitkilendirilmiş cephe kesiti

Düşey yeşil sistemlerin soğutma etkisi incelendiğinde, yaşayan cephelerle daha fazla verim elde edildiği ve cephe sıcaklığının daha fazla düştüğü görülmektedir. Resim 4.4’de yer alan eğitim binasının yoğun güneş alan batı cephesinde yaşayan cephe ya da yeşil cephe sisteminin her ikisinin de uygulanması düşünülebilir . Yaşayan cephe uygulaması için keçe ya da plastik modül sistemi tercih edilebilir (Resim 4.5).



Resim 4.5. (a) Yaşayan cephe keçe sistemi (b) Yaşayan cephe plastik modül sistemi

Yeşil cephe uygulamasının tercih edilmesi durumunda çift çeperli yeşil cephe sistemi daha avantajlı ve verimli olabilir. Çift çeperli yeşil cephede bitki tabakası bina zarfından uzaklaştırılarak cepheyle bitki arasında yalıtıcı özellikteki hava boşluğu oluşmaktadır, bu da yalıtım etkisini arttırmaktadır. Aynı zamanda bitkinin duvara verebileceği olası zararların önüne geçilmiş olmaktadır.

Alanya’da binalar genelde zemin üstü 5 kat olup, 10 kata kadar izin verilmektedir. Konut yapılarında cephelerin büyük kısmında balkon bulunmaktadır ve balkonlar genelde panjur gibi güneş kesicilerle kapatılmaktadır. Düşey yeşil sistem uygulaması tercih edilecekse balkon olmayan bina cepheleri tercih edilebilir. Sistemin uygulanabilirliği ve kente olan uygunluğunu anlamak için ilk olarak kamu binalarında sistem denemesi yapılması düşünülebilir. Bölüm 2.6.’da ele alınan bina örneklerinden ve Bölüm 3’de incelenen deneylerden Alanya’nın iklimine yakın olan bölgelerde düşey yeşil sistemlerden verim elde edildiği görülmektedir. Buradan yola çıkarak sistemin Alanya’da cephe yüzey sıcaklığını düşürerek soğutma yükünü azaltmaya yardımcı olabileceği söylenebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kentsel ısı adası ve ısı dalgalanmaları, tüm canlıları ve tabiatı doğrudan etkileyen sorunların başında gelmektedir. Kentsel ısı adası, kentlerin bina yoğunluklarının artması sonucunda meydana gelen ve hayatı olumsuz etkileyen mikro-klimatik bir oluşumdur. Şehirlerdeki insan faaliyetlerindeki artış, yumuşak (bitkisel) yüzeylerin yerini sert yüzeylerin alması ve şehir dokusunun morfolojik yapısının değişmesi kentsel ısı adasına neden olmaktadır. Kentsel ısı adasını önlemek ya da aza indirmek için yumuşak dokuyu arttırmak, insan faaliyetlerini azaltmaktan daha kolay bir çözüm yolu olabilir.

Düşey yeşil sistemler özellikle yapılaşmanın yoğun olduğu ve alan yeşillendirmesinin mümkün olmadığı şehirlerdeki yeşil dokuyu arttırmak için büyük bir fırsat olabilir. Düşey yeşil sistemlerin çevreye ve binaya birçok olumlu etkilerinin olduğu yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır. Havayı temizleme, kentsel ısı adasını azaltma, ses bariyeri görevi görme, estetik değer katma gibi olumlu etkiler faydalarından bazılarıdır. Bununla birlikte, olumsuz bazı etkiler de görülmektedir. Alerjen etkiler, sürekli bakım isteme, böcek vb canlıların bina kullanıcısı için sıkıntı yaratması gibi durumlar karşılaşılabilen olası sorunlardır. Olumlu ve olumsuz yanlarını göz önünde bulundurarak düşey yeşil cephe tipine karar vermek sistemden yarar sağlamak ve uzun ömürlü kullanım açısından önem arz etmektedir. İklim ve bölgeye uygun bitki seçimi göz önünden bulundurulması gereken diğer önemli parametrelerdir. Düşey yeşil cephelerde çiçekli, çiçeksiz, her daim yeşil, yaprak döken, renk değiştiren, tırmanıcı, meyveli gibi birçok bitki türü alternatifi kullanılarak tasarımda farklılık ve esneklik sağlanabilir.

Yapılan bu tez çalışmasında düşey yeşil sistemlerin yaz mevsiminde sıcak ılıman iklim bölgelerindeki kentlerde cephe zarfına olan soğutma etkisi literatür üzerinden tartışılmıştır. Soğutma etkisinin anlaşılması için konunun araştırıldığı deneysel çalışmalar seçilerek, incelenmiştir. Tez çalışmasının birinci bölümünde tezin yazılma amacı, problem tanımı, konunun önemi, tezin araştırma yöntemi ve çalışmanın katkısından bahsedilmiştir. İkinci olarak düşey yeşil sistemler detaylı olarak incelenmiş olup; düşey yeşil sistemin tanımından, bileşenlerinden, olumlu - olumsuz etkilerinden ve uygulanmış güncel bina örneklerinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde düşey yeşil sistem tasarımının bina zarfına olan soğutma etkisini irdelemek için literatür üzerinden sıcak ılıman iklim özelliklerinin görüldüğü lokasyonlarda yapılmış deneysel çalışmalar incelenmiştir.

Özellikle yaz mevsiminde yapılmış çalışmaların seçilmesinin nedeni, kentsel ısı adasının yaz aylarında daha çok sıkıntı yaratmasıdır. Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlara bakılarak düşey yeşil sistemler kendi içinde değerlendirilecek olur ise, yazın en sıcak gününde yeşil cephelerde 17.62°C, yaşayan cephelerde ise 25°C'ye kadar dış cephe yüzey sıcaklığında düşüş tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak yaşayan cephelerde yüzey sıcaklığında daha fazla sıcaklık düşüşü olduğu görülmektedir. Dördüncü bölüm olan 'Bulgular ve Tartışma' bölümünde sistem kendi içinde karşılaştırılarak soğutma etkisi bulgular üzerinden irdelenmiştir. 'Tartışma' alt başlığı altında ise sıcak ılıman iklim özelliklerinin görüldüğü Antalya ilinin Alanya ilçesinde düşey yeşil sistemlerin uygulanabilirliği tartışılmıştır.

Yerli literatürdeki bilgi eksikliği araştırma sırasında karşılaşılan sorunlardan birisi olmuştur. Yabancı kaynaklara yönelmeden konu hakkında bilgi edinmek pek mümkün olamamaktadır. Ülkemizde de üniversite ve devlet desteğiyle deneysel çalışmaların yapılmasının yerli literatür açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İlerde bu konuyla alakalı yapılacak olan tez çalışmalarında, yurt dışında yapılan çalışmalarda olduğu gibi düşey yeşil sistem etkilerinin birine ya da birkaçına ağırlık verilmesi sistemin daha iyi anlaşılması için uygun olabilir. Ülkemiz bazında düşünülecek olur ise, Türkiye çok farklı iklim türlerinin görüldüğü bir coğrafyada yer almaktadır. Farklı iklim özelliklerinin görüldüğü bölgeler için farklı düşey yeşil sistem tipleri denenerek sınıflandırma yapılması düşünülebilir. Sistem denemeleri yerinde uygulama yapılarak gözlem ve deney yoluyla ya da simülasyon programları yardımıyla uygulanabilir. Düşey yeşil sistemlerin cepheye olan soğutma etkisini anlamak için kuruluşların desteğiyle kamu binalarında pilot uygulamalar yapılarak sistem verimliliği incelenebilir ve elde edilen bulgular yazılı kaynak haline getirilerek aynı zamanda literatüre katkı da sağlanabilir. Yapılan bu tez çalışması neticesinde, yeşil cephe ve yaşayan cephelerin sağladıkları faydaya bağlı olarak bina tiplerine göre kendi içinde gruplandırılmasının bölgelere göre daha fazla verim sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aygençel, M. (2011). *Dikey Yeşil Sistemler*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Alexandri, E. , Jones, P. (2008). Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates, *Building and Environment*, 43, 480-493.
- Bass, B. (2007). Green Roofs and Green Walls: Potential Energy Savings in the Winter *Adaptation & Impacts Research Division*, University of Toronto, Report on Phase 1, 1-28.
- Baysan, O. (2003). *Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansıması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Brown, P. (2000). Basics of evaporation and evapotranspiration; University of Arizona Cooperative Extension Publication AZ1194, Tucson, 2.
- Cameron, R.W.F., Taylor, J.E. ve Emmett, M.R.(2014) What's 'cool' in the world of green facades? How plant choice influences the cooling properties of green walls, *Building and Environment* ,73, 198-207.
- Chang, K.F., Chou, P.C. (2010). Measuring the Influence of the Greening Design of the Building Environment on the Urban Real Estate in Taiwan, *Building and Environment* ,45, 2057-2067.
- Charoenkit, S., Yiemwattana, S. (2017). Role of specific plant characteristics on thermal and carbon sequestration properties of living walls in tropical climate. *Building and Environment* ,115, 67-79.
- Chen, Q., Li, B. ve Liu, X. (2013). An experimental evaluation of the living wall system in hot and humid climate, *Energy and Buildings*, 61, 298-307.
- Coma, J., Perez, G., Gracia, A., Burer, S., Urrestarazu, M., Cabeza, L .(2017). Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades, *Building and Environment*, 111 ,228-237.
- Dahanayeke, K.C. ve Chow, C.L. (2018). Comparing reduction of building cooling load through green roofs and green walls by EnergyPlus simulations. *Building Simulation*,11, 3, 421-434.
- Develi Uyar, G. (2018). *Dikey Yeşil Sistemler ve Uygulama Örnekleri*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ekren, E. (2017). Advantages and Risks of Vertical Gardens, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 51-57.
- Erdem, N. (1994). Tarihsel Süreç İçerisinde Konut Bahçelerinin İrdelenmesi ve İstanbul Örnekleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 44 (3-4), 133.

- Erdođdu, E.(2014). *Düşey Yeşil Sistemlerin Enerji Etkinliklerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul,10-46.
- Eumorfopoulou, E.A. ve Kontoleon, K.J. (2009). Experimental approach to the contribution of plant-covered walls to the thermal behaviour of building envelopes, *Building and Environment*, 44, 1024-1038.
- Farid, F.H.M., Ahmad, S.S., Raub, A.B.A. ve Shaari, M.F. (25-27 Şubat 2016). *Green 'Breathing Facades' for Occupants' Improved Quality of Life*, AMER International Conference on Quality of Life, AicQoL2016Medan, Medan, Endonezya, 174.
- Francis, J., Hall, G., Murphy, S. ve Rayner, J. (primary authors) (2014) A guide to green roofs, walls and facades in Melbourne and Victoria, *State of Victoria through the Department of Environment and Primary Industries*, Australia, 1-130.
- Haggag, M., Hassan, A., ve Elmasry, S. (2014) Experimental study on reduced heat gain through green facades in a high heatload climate, *Energy and Buildings*, 82, 668-674.
- He, Y., Yu, H., Ozaki, A., Dong, N., Zheng, S. (2017). An investigation on the thermal and energy performance of living wall system in Shanghai area, *Energy and Buildings*, 140, 324-335.
- Hoelscher, M., Nehls, T., Janicke, B., Wessolek, G. (2016). Quantifying cooling effects of facade greening: Shading, transpiration and insulation, *Energy and Buildings*, 114, 283.
- İnternet: URL-1, Introduction to Green Walls:Technology, Benefits and Design (2008). URL:https://greenscreen.com/docs/Education/greenscreen_Introduction%20to%20Green%20Walls.pdf, Son Erişim Tarihi: 10.04.2019.
- İnternet:URL-2, Ex Ducati Ofis Binası, İtalya, URL: <https://www.archdaily.com/16863/ex-ducati-mario-cucinella-architects>, Son Erişim Tarihi: 17.10.2019.
- İnternet:URL-3, Tel örgü ağ sistemi, URL: <https://www.jakobusa.com/collections/garden-trellis>, Son Erişim Tarihi:12.04.2019.
- İnternet:URL-4, Kuveyt'deki bir botanik bahçede yapılmış yaşayan cephe uygulaması, URL: <https://www.plantsonwalls.com/gallery-1/>, Son Erişim Tarihi: 12.04.2019.
- İnternet: URL-5, Modüler yaşayan cephe sistemi, URL: <https://www.made-in-china.com/showroom/verticalgarden/product-detailOKEExJMZPZDhq/China-Plastic-Modular-Planter-for-Living-Wall-Vertical-Garden-Planter-Module-Vertical-Garden-Materials.html>, Son Erişim Tarihi: 14.04.2019.
- İnternet: URL-6, Belçika Nike Lojistik Kampüsü modüler yaşayan cephe uygulaması, URL: <https://www.suiteplants.com/nike>, Son Erişim Tarihi: 14.04.2019.

- İnternet: URL-7, Polipropilen keçe, URL:
<https://www.geofleks.com/geotekstil-kece/>, Son Erişim Tarihi:14.04.2019.
- İnternet: URL-8,Keçe duvar yaşayan cephe uygulaması, URL:
<http://matadorusefulgoods.com/felt-pocket-living-walls-projects-wholesale-supplier/>,
 Son Erişim Tarihi: 15.04.2019.
- İnternet: URL-9, Musee Du Quai Branly, URL:
<https://www.greenroofs.com/projects/musee-du-quai-branly-greenwall/>,
 Son Erişim Tarihi: 16.04.2019.
- İnternet: URL-10, Peyzaj duvarı, URL:
<https://www.asahi-kasei.co.jp/agt/kankyoku/en/geocell/retaining.html>, Son Erişim
 Tarihi: 30.04.2019.
- İnternet:URL-11, Kentsel ısı adası etkisinin alanlara göre değişimi,
 URL: <https://deadwildroses.files.wordpress.com/2010/06/heat-island.jpg>, Son Erişim
 Tarihi: 30.04.2019.
- İnternet: URL-12, Bitki duvarlarının gürültü bariyeri olarak kullanılması, URL:
<https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/1826-2/> , Son Erişim Tarihi:
 10.11.2019.
- İnternet:URL-13, Yeşil cephenin iç mekanı gölgeleme etkisi, URL:
<https://greenair.co.nz/products/green-screens/> , Son Erişim Tarihi: 26.04.2019.
- İnternet:URL-14, Renk değiştiren sarmaşığın yarattığı pastoral etki, URL:
<https://bramanswanderings.com/2016/10/26/colorful-ivy/>, Son Erişim
 Tarihi:27.04.2019.
- İnternet: URL-15, Kelebek ve sarmaşık, URL:
<https://theculturetrip.com/north-america/usa/articles/10-beautiful-butterfly-houses-from-around-the-world/> , Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-16, Sinek kuşu çiçeklerden beslenirken, URL:
<https://davidsuzuki.org/queen-of-green/create-pollinator-friendly-garden-birds-bees-butterflies/> , Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet:URL-17, Yeşil cephe önünde kitap okuyan kadın, URL:
<https://coolaroo.co.za/product/eezi-shade-sail-triangle-3m/> , Son Erişim Tarihi:
 27.04.2019.
- İnternet:URL-18, Yeşil cephelerde bakım, URL:
<http://nedlawlivingwalls.com/services-maintenance-importance/> , Son Erişim Tarihi:
 20.04.2019.
- İnternet: URL-19,Yeşil cephede bitki taşıyıcı çelik halat URL:
<http://www.s3i.com/greenwall-cable-trellis-systems.php> , Son Erişim Tarihi:
 20.04.2019.

İnternet:URL-20,Yaşayan cephe bitki taşıyıcı plastik modül-1, URL:
<https://www.holmanindustries.com.au/how-to-create-a-greenwall-vertical-garden/> ,
 Son Erişim Tarihi: 20.04.2019.

İnternet:URL-21,Yaşayan cephe bitki taşıyıcı plastik modül-2, URL:
<http://lokisgarden.in/Plants.aspx?Pid=32> , Son Erişim Tarihi: 20.04.2019.

İnternet: URL-22, Yaşayan cephe bitki taşıyıcı keçe katmanı, URL:
<https://gardenserver.com/vertical-gardening/> , Son Erişim Tarihi: 20.04.2019.

İnternet: URL-23, Kaya yünü yetiştirme ortamı, URL:
<https://turkish.alibaba.com/product-detail/horticultural-grade-rockwool-rock-wool-as-a-growing-substrate-for-hydroponic-systems-60628418437.html> , Son Erişim Tarihi: 21.04.2019.

İnternet: URL-24,Yaşayan cephede sulama sistemi kurulumu, URL:
<https://continuingeducation.bnppmedia.com/courses/tournesol-siteworks/green-walls-integrating-nature-into-buildings/4/> , Son Erişim Tarihi: 21.04.2019.

İnternet:URL-25,Aloe ciliaris, URL:
<http://www.aloes.wz.cz/img/0456.jpg> , Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.

İnternet:URL-26, Aloe ciliaris özellikleri, URL:
<https://garden.org/plants/view/117086/Climbing-Aloe-Aloiampelos-ciliaris/> Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.

İnternet: URL-27, Abutilon megapotamicum, URL:
<http://www.igarden.com.au/plant-type.jsp?t=Abutilon> ,Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.

İnternet: URL-28, Abutilon megapotamicum özellikleri, URL:
<https://www.gardenia.net/plant/Abutilon-megapotamicum> , Son Erişim Tarihi:25.04.2019.

İnternet : URL-29, Atriplex halimus, URL:
<https://www.botanicaplantnursery.co.uk/atriplex-halimus-3146-p.html> , Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.

İnternet: URL-30, Atriplex halimus özellikleri, URL:
https://www.researchgate.net/publication/259096768_Atriplex_halimus_L_Its_biology_and_uses , Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.

İnternet: URL-31, Boston ivy, URL:
<https://www.gettyimages.com/detail/photo/boston-ivy-high-res-stock-photography/92571564?adppopup=true> , Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.

İnternet: URL-32,Boston ivy özellikleri, URL:
<http://www.agacler.org/agac.asp?id=1077> , Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.

- İnternet: URL-33,Bougainvillea, URL:
<http://heckers.co.za/bougainvilleas-summer-colour/>, Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.
- İnternet:URL-34,Bougainvillea özellikleri, URL:
<https://www.fidanburada.com/begonvil-sarmasigi-mor-renkli-bougainvillea> , Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.
- İnternet: URL-35,Buxus sempervirens rotundifolia, URL:
<https://www.jardindesgazelles.fr/buis-commun-a-feuilles-rondes-taille-20-25-cm-racines-nues/> , Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.
- İnternet:URL-36, Buxus sempervirens rotundifolia özellikleri, URL:
<https://kurowski.pl/en/catalogue-plants/1/1/plant/39,buxus-sempervirens-rotundifolia> , Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.
- İnternet:URL-37, Cardinal climber, URL:
<https://www.amazon.com/Cardinal-Climber-Ipomea-40-Seeds/dp/B07BJM8SKH>
Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.
- İnternet:URL-38, Cardinal climber özellikleri, URL:
<https://wimastergardener.org/article/cardinal-climber-ipomoea-sloteri/> , Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.
- İnternet:URL-39,Cistus skanbergii, URL:
<https://www.bethchatto.co.uk/plants-for-dry-conditions/cistus-x-skanbergii.html>, Son Erişim Tarihi:25.04.2019.
- İnternet: URL-40, Cistus skanbergii özellikleri, URL:
<https://www.gardenia.net/plant/Cistus-skanbergii-Dwarf-Pink-Rockrose> , Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.
- İnternet: URL-41, Cistus salvifoliu, URL:
<https://www.calfloranursery.com/plants/cistus-salviifolius> , Son Erişim Tarihi: 26.04.2019.
- İnternet: URL-42, Cistus salvifoliu özellikleri, URL:
https://www.gardensonline.com.au/gardenshed/plantfinder/show_2191.aspx , Son Erişim Tarihi: 26.04.2019.
- İnternet: URL-43, Cistus crispus, URL:
<https://theoriginalgarden.com/p/seeds/seeds-trees-shrubs/shrubs/cistus-crispus-curly-rock-rose> , Son Erişim Tarihi:26.04.2019.
- İnternet: URL-44,Cistus crispus özellikleri, URL:
<https://greenleafnurseries.co.nz/product/cistus-crispus-pb6-5-20-30/>, Son Erişim Tarihi: 26.04.2019.
- İnternet:URL-45, Cistus pulverulents, URL:
<https://www.gardenia.net/plant/Cistus-Pulverulentus-Sunset-Magenta-Rock-Rose> , Son Erişim Tarihi: 26.04.2019.

- İnternet: URL-46, *Cistus pulverulents* özellikleri, URL:
<https://www.rhs.org.uk/plants/97261/Cistus-x-pulverulentus-Sunset/Details> , Son
 Erişim Tarihi: 26.04.2019.
- İnternet: URL-47, *Coprosma kirkii*, URL:
<https://www.southernwoods.co.nz/shop/coprosma-kirkii/>, Son
 Tarihi: 26.04.2019. Erişim
- İnternet: URL-48, *Coprosma kirkii* özellikleri, URL:
<https://www.kauriparknurseries.co.nz/plants/coprosma-kirkii/> , Son Erişim
 Tarihi: 26.04.2019.
- İnternet: URL-49, *Confederate jasmine*, URL:
<https://www.gardeningchannel.com/how-to-grow-star-jasmine-confederate-jasmine/>
 , Son Erişim Tarihi: 26.04.2019.
- İnternet: URL-50, *Confederate jasmine* özellikleri, URL:
<https://azbitki.com/trachelospermum-jasminoides-yildiz-yasemin>, Son Erişim Tarihi:
 26.04.2019.
- İnternet: URL-51, *Cyrtomium falcatum*, URL:
https://www.gardensonline.com.au/gardenshed/plantfinder/show_1681.aspx, Son
 Erişim Tarihi: 26.04.2019.
- İnternet: URL-52, *Cyrtomium falcatum* özellikleri, URL:
<http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=285815>, Son Erişim Tarihi: 26.04.2019.
- İnternet: URL-53, *Dorycnium hirsutum*, URL:
https://dancingoaks.com/products/dorycnium_hirsutum, Son Erişim
 Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-54, *Dorycnium hirsutum* özellikleri, URL:
<http://www.agaclar.org/agac.asp?id=355> , Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-55, *Eouonymus bravo*, URL:
<http://architecturalplants.com/plants/id/euonymus-japonicus-bravo>, Son Erişim
 Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-56, *Eouonymus bravo* özellikleri, URL:
<https://www.andre-briant.fr/en/variety-range/access-to-varieties/hedge-shrubs/4111-euonymus-japonicus-bravo-.html> , Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-57, *Fuchsia magellanica*, URL:
<https://www.finegardening.com/plant/fuchsia-fuchsia-magellanica>, Son Erişim
 Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-58, *Fuchsia magellanica* özellikleri, URL:
<https://azbitki.com/fuchsia-magellanica-agaclasan-kupeli>, Son Erişim
 Tarihi: 27.04.2019.

- İnternet: URL-59, Hedera helix, URL:
<https://www.gardencentrekoeman.co.uk/plants/ivy/hedera-helix.html> , Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-60, Hedera helix özellikleri, URL:
<https://www.fidanburada.com/duvar-sarmasigi>, Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-61, Hebe wiri, URL:
<https://greenleafnurseries.co.nz/product/hebe-wiri-image-pb5-25-30/> , Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-62, Hebe wiri özellikleri, URL:
<https://www.monrovia.com/plant-catalog/plants/488/wiri-blush-hebe/> , Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-63, Helichrysum thianschanicum, URL:
<https://www.gardentags.com/plant-encyclopedia/helichrysum-thianschanicum-icicles/32596>, Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-64, Helichrysum thianschanicum özellikleri, URL:
<https://www.po.flowerscanadagrowers.com/our-products/1397/helichrysum/thianschanicum>, Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-65, Helichrysum thianschanicum Türkiye’de yetiştiği bölgeler, URL:
<http://apelasyon.com/Yazi/250-altin-renkli-hayat-iksiri-olmez-cicek>, Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-66, Lonicera periclymenum, URL:
<http://chiasekienthucvanhoa.blogspot.com/2013/11/1001-loai-hoa-53.html> , Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-67, Lonicera periclymenum özellikleri, URL:
<http://www.agaclar.org/agac.asp?id=342>, Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-68, Lonicera periclymenum Türkiye’de yetiştiği bölgeler, URL:
<http://www.agaclar.org/agac.asp?id=321>, Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-69, Nerium oleander, URL:
<https://www.indiamart.com/proddetail/nerium-oleander-plant-20773069255.html> , Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-70, Nerium oleander özellikleri, URL:
<http://www.agaclar.org/agac.asp?id=246> , Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- İnternet: URL-71, Pandorea p. Jasminodes, URL:
<https://www.villagenurseries.com/product/pandorea-jasminoides-rosea-pink-bower-vine/> , Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.

İnternet: URL-72, Pandorea p. Jasminodes özellikleri, URL:
<https://www.anbg.gov.au/gnp/interns-2014/pandorea-jasminoides.html>, Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.

İnternet: URL-73, Phlomis fruticose, URL:
https://www.123rf.com/photo_55904812_phlomis-fruticosa-jerusalem-sage-is-a-species-of-flowering-plant-of-the-lamiaceae-family-.html, Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.

İnternet: URL-74, Phlomis fruticose özellikleri, URL:
<https://www.gardenia.net/plant/phlomis-rfruticosa-jerusalem-sage>, Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.

İnternet: URL-75, Rosmarinus officinalis, URL:
<https://www.sebzemeyvedunyasi.com/biberiye>, Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.

İnternet: URL-76, Rosmarinus officinalis özellikleri, URL:
<http://agaclar.org/agac.asp?id=432>, Son Erişim Tarihi: 27.04.2019.

İnternet: URL-77, Russelia equisetiformis, URL:
<https://urun.n11.com/sus-cicegi/russelia-equisetiformis-mercan-cicegi-fidani-P385076830>, Son Erişim Tarihi: 28.04.2019.

İnternet: URL-78, Russelia equisetiformis özellikleri, URL:
<https://www.fidanburada.com/kirmizi-mercan-cicegi-russelia>, Son Erişim Tarihi: 28.04.2019.

İnternet: URL-79, Sedum sp., URL:
http://www.llifle.com/Encyclopedia/SUCCULENTS/Family/Crassulaceae/34356/Sedum_spurium, Son Erişim Tarihi: 28.04.2019.

İnternet: URL-80, Sedum sp. özellikleri, URL:
<http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=a148>, Son Erişim Tarihi: 28.04.2019.

İnternet: URL-81, Sedum sp. Türkiye’de yetiştiği bölgeler, URL:
<http://www.agaclar.net/forum/sukulent/16297.htm>, Son Erişim Tarihi: 28.04.2019.

İnternet: URL-82, Teucrium chamaedris (dalak otu), URL:
<http://yabanicicekler.com/flower/teucrium-chamaedrys-561>, Son Erişim Tarihi: 28.04.2019.

İnternet: URL-83, Teucrium chamaedris (dalak otu) özellikleri, URL:
<http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=f910>, Son Erişim Tarihi: 28.04.2019.

- İnternet: URL-84, Viburnum tinus, URL:
<http://yabanicicekler.com/flower/teucrium-chamaedrys-561>, Son Erişim Tarihi:
 28.04.2019.
- İnternet: URL-85, Viburnum tinus özellikleri, URL:
<https://www.fidanburada.com/defne-yaprakli-kartopu-viburnum-tinus>, Son Erişim
 Tarihi: 28.04.2019.
- İnternet: URL-86, Wisteria sinensis, URL:
https://www.crocus.co.uk/plants/_/wisteria-sinensis-amethyst/classid.2000012703/,
 Son Erişim Tarihi:28.04.2019.
- İnternet: URL-87, Wisteria sinensis özellikleri, URL:
<http://agaclar.org/agac.asp?id=753>, Son Erişim Tarihi:28.04.2019.
- İnternet:URL-88, Wisteria sinensis Türkiye’de yetiştiği bölgeler, URL
<https://blog.ciceksepeti.com/mor-salkim-agaci/>, Son Erişim Tarihi: 28.04.2019.
- İnternet:URL-89,Yaprağa düşen güneş ışığının dağılımı, URL:
http://data.allenai.org/tqa/light_reactions_of_photosynthesis_L_0586/, Son
 ErişimTarihi:25.04.2019.
- İnternet: URL-90, Bitkilerde terleme, URL:
<https://sustainability.utah.edu/modeling-evapotranspiration-and-the-limits-of-plant-life-gaby-katul-for-the-gcsc-seminar-series/>, Son Erişim Tarihi: 25.04.2019.
- İnternet:URL-91,Rimini-İtalya, URL:
<https://www.google.com/maps/@44.0659883,12.5664004,372m/data=!3m1!1e3> Son
 Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet:URL-92, URL:
<https://www.archdaily.com/16863/ex-ducati-mario-cucinella-architects>, Son Erişim
 Tarihi:02.09.2019.
- İnternet: URL-93, Ex-Ducati Yapıya ait bilgiler, URL:
<https://www.archdaily.com/16863/ex-ducati-mario-cucinella-architects>, Son Erişim
 Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-94, URL:
<https://www.archdaily.com/16863/ex-ducati-mario-cucinella-architects>, Son Erişim
 Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-95, İtalya, Rimini iklim ve sıcaklık grafiği, URL:
<https://tr.climate-data.org/avrupa/italya/emilia-romagna/rimini-1176/#climate-graph>,
 Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-96, Madrid-İspanya, URL:
<https://www.google.com/maps/place/Madrid,+%C4%B0spanya/@40.4381311,-3.8196233,36320m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0xd422997800a3c81:0xc436dec1618c2269!8m2!3d40.4167754!4d-3.7037902>, Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.

- İnternet: URL-97, Google-maps, URL:
<https://www.google.com/maps/place/CaixaForum+Madrid/@40.4111047,-3.6937253,19.67z/data=!3m1!5s0xd4226286526ca03:0xe730d3490bc223ac!4m5!3m4!1s0xd4226287edfd13b:0x69896fe32fd5b83b!8m2!3d40.411112!4d-3.693571> , Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-98, Caixa Forum yaşayan duvara ait bilgiler, URL:
<https://www.greenroofs.com/projects/caixa-forum-museum-vertical-garden/>, Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-99, URL:
https://www.greenroofs.com/projects/caixa-forum-museum-vertical_garden/, Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-100, Madrid, İspanya iklim ve sıcaklık grafiği, URL:
<https://tr.climate-data.org/avrupa/ispanya/community-of-madrid/madrid-92/> , Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-101, Madrid- Spain, URL:
<https://www.google.com/maps/place/Madrid,+%C4%B0spanya/@40.4381311,-3.8196233,36320m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0xd422997800a3c81:0xc436dec1618c2269!8m2!3d40.4167754!4d-3.7037902>, Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-102, KMC Ofis binasına ait bilgiler, URL:
<https://www.archdaily.com/384408/kmc-corporate-office-rma-architects> , Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-103, Google maps, URL:
<https://www.archdaily.com/384408/kmc-corporate-office-rma-architects>, Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-104, URL:
<https://www.archdaily.com/384408/kmc-corporate-office-rma-architects> Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-105, Haydarabad iklim ve sıcaklık grafiği, URL:
<https://tr.climate-data.org/asya/hindistan/hyderabad/hyderabad-2801/>, Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-106, Puerto Vallarta-Meksika, URL:
<https://www.google.com/maps/place/Puerto+Vallarta,+Jalisco,+Meksika/@20.6435675,-105.2454002,7894m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x842145635063c87f:0x79cfbf9985bf5274!8m2!3d20.653407!4d-105.2253316>, Son Erişim Tarihi: 02.09.2019.
- İnternet: URL-107, Casa Vallarta binasına ait bilgiler, URL:
<https://www.greenroofs.com/projects/casa-vallarta-greenroof/> , Son Erişim Tarihi: 04.09.2019.

- İnternet: URL-108, <https://www.greenroofs.com/projects/casa-vallarta-greenroof/>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL: Erişim
- İnternet: URL-109, Puerto Vallarta iklim ve sıcaklık grafiği, <https://tr.climate-data.org/kuzey-amerika/meksika/jalisco/puerto-vallarta-764311/>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL:
- İnternet: URL-110, Vitoria Gasteiz-İspanya, <https://www.google.com/maps/place/VitoriaGasteiz,+%C3%81lava+ili,+%C4%B0spanya/@42.8583368,2.688473,2454m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xd4fc2377d3d8f5b:0x9c6eb78c91ab49c9!8m2!3d42.8591656!4d-2.6817918>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL:
- İnternet: URL-111, Avrupa Kongre Sarayı'na ait bilgiler, <https://www.greenroofs.com/projects/europa-congress-palace-convention-center-greenwall-palacio-de-congresos/>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL:
- İnternet: URL-112, <https://www.greenroofs.com/projects/europa-congress-palace-convention-center-greenwall-palacio-de-congresos/>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL:
- İnternet: URL-113, Vitoria Gasteiz, İspanya iklim ve sıcaklık grafiği, <https://tr.climate-data.org/avrupa/ispanya/basque-country/vitoria-gasteiz-402/>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL:
- İnternet: URL-114, Bogota-Kolombiya, <https://www.google.com/maps/place/Bogota,+Kolombiya/@4.6729691,-74.1427722,18875m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e3f9bfd2da6cb29:0x239d635520a33914!8m2!3d4.7109886!4d-74.072092>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL:
- İnternet: URL-115, Santalia apartmanına ait bilgiler, <https://www.greenroofs.com/projects/santalaia/>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL:
- İnternet: URL-116, Google maps, <https://www.google.com/maps/place/Edif%C3%ADcio+Santalaia/@4.6580484,-74.0509254,19.76z/data=!4m5!3m4!1s0x8e3f9a66531689dd:0x555b67dcb81c05bc!8m2!3d4.6580918!4d-74.0508961>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL:
- İnternet: URL-117, <https://www.greenroofs.com/projects/santalaia/>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL:
- İnternet: URL-118, Bogota, Kolombiya iklim ve sıcaklık grafiği, <https://tr.climate-data.org/gueney-amerika/kolombiya/bogota/bogota-5115/>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL:
- İnternet: URL-119, Bodrum-Muğla, <https://www.google.com/maps/place/Bodrum,+Mu%C4%9Fla/@37.0345067,27.4273326,842m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x14be6c4faeb0d669:0x51a6e218f706590a!8m2!3d37.034407!4d27.43054>, Son Erişim Tarihi: 04.09.2019. URL:

- İnternet: URL-120, Swisshotel Bodrum'a ait bilgiler, URL:
<https://www.gadarchitecture.com/tr/swisshotel-resort-bodrum-beach>, Son Erişim
Tarihi:04.09.2019.
- İnternet: URL-121, <https://www.arkitektuel.com/swisshotel-bodrum/>, URL:
Son ErişimTarihi:04.09.2019.
- İnternet: URL-122, Bodrum iklim ve sıcaklık grafiği, URL:
<https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/mugla/bodrum-10595/>, Son Erişim
Tarihi:04.09.2019.
- İnternet: URL-123, Alanya- Antalya, URL:
<https://www.google.com/maps/place/Alanya,+Antalya/@36.5409868,31.992683,2396m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x14dca27b822cd5fb:0xd160c1c8b3dc170b!8m2!3d36.544443!4d31.995408> , Son Erişim Tarihi:15.10.2019.
- İnternet: URL-124, Alanya ilçesine ait iklim ve sıcaklık grafiği, URL:
<https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/antalya/alanya-1033/>, Son Erişim Tarihi:
15.10.2019.
- İnternet: URL-125, Harita 4.1. ,Harita 4.2. ve Harita 4.3. URL:
<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/sicaklik-analizi.aspx?s=m>, Son Erişim
Tarihi:17.10.2019.
- İnternet: URL-126, Alanya Lisesi güncel hali, URL:
https://www.google.com/maps/@36.5450311,31.9953669,3a,89.9y,79.88h,94.33t/data=!3m6!1e1!3m4!1spRm_8q50IOLBX7bdMaSYNA!2e0!7i13312!8i6656, Son
Erişim Tarihi:17.10.2019.
- Jim, C.Y.(2015) Thermal performance of climber greenwalls: Effects of solar irradiance and orientation, *Applied Energy* 154, 631-643.
- Johnston, J. and Newton, J. (2004). *Building Green, A guide to using plants on roofs, walls and pavements*. London:Greater London Authority, 10-32, Erişim adresi:Government publication.
- Kabuloğlu Karaosman, S.(2005), *Yeşil Çatıların Ekolojik Yönden Değerlendirilmesi*, Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzemeler ve Teknolojiler Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kim, J.J. and Rigdon, B. (1998). Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design. Michigan, *National Pollution Prevention Center for Higher Education* ,8-28.
- Kobyay, H.B. (2017). *Düşey Yeşil Cepheler ve Yeşil Çatıların Ekolojik Kriterler Bakımından İncelenmesi ve Enerji Verimliliğinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Koyama, T., Yoshinaga, M., Hayashi, H., Maeda, K. ve Yamauchi, A. (2013). Identification of key plant traits contributing to the cooling effects of green facades using freestanding walls, *Building and Environment*, 66, 96-103.
- Köhler, M.(2008). Green Facades-a view back and some visions, *Urban Ecosystems*, 11(4), 423-436.
- Lee, L.S.H. ve Jim, C.Y. (2017). Subtropical summer thermal effects of wirerope climber green walls with different air-gap depths. *Building and Environment* ,126, 1-12.
- Madre, F., Clergeau, P., Machon, N. ve Vergnes, A. (2015). Building biodiversity:Vegetated facades as habitats for spider and beetle assemblages, *Global Ecology and Conservation*, 3, 222-233.
- Mazzali, U., Peron, F., Romagnoni, P., Pulselli, R. ve Bastianoni, S. (2013). Experimental investigation on the energy performance of living walls in a temperate climate, *Building and Environment*, 64, 57-66.
- McDonough, W.(1992). *The Hannover Principles Design for Sustainability*.prepared for EXPO 2000 The World's Fair Hannover Germany , William McDonough Architects, 4.
- Mir, M.(2011). *Green facades and building structures*, Master thesis, Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering, 39-47, Netherlands.
- Müftüoğlu, S.(2011). *Sürdürülebilir Mimarlık İlkeleri ve Konut Tasarımına Etkilerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 11.
- Nadia, S., Noureddine, S.,Hichem, N., Djamila, D. (2013) *Experimental study of thermal performance and the contribution of plant-covered walls to the thermal bahaviour of building*, TerraGreen 13 International Conference 2013, Energy Procedia36, 995-1001.
- Olivieri, F. , Redondas, D., Olivieri, L. ve Neila, J. (2014) Experimental characterization and implemantation of an integrated autoregressive model to predict the thermal performance pf vegetal facades, *Energy and Buildings*, 72, 309-321.
- Ottele, M., Perini, K., Fraaij, A.L.A., Haas, E.M. ve Raiteri, R.(2011). Comparative life cycle analysis for green facades and living wall systems, *Energy and Buildings*, 43, 3419-3429.
- Ottele, M. (2011). *The Green Building Envelope Vertical Greening*, Ph. D. Thesis, Delft University of Technology, Netherlands.
- Özgüner, H.(2004). Doğal peyzajın insanların psikolojik ve fiziksel sağlığı üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2), 97-107.
- Özmehmet, E.(2007). Avrupa ve Türkiye'deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Bakış, *Journal of Yaşar University*, İstanbul, 810-811.

- Papadakis, G., Tsamis, P., Kyritsis, S.(2001). An experimental investigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings, *Energy and Buildings*, 33, 831-836.
- Pastore, L., Corrao, R. ve Heiselberg, P.K. (2017). The effects of vegetation on indoor thermal comfort: The application of a multi-scale simulation methodology on a residential neighborhood renovation case study, *Energy and Buildings*,1-30.
- Peck, S.W.,Callaghan, C., Kuhn, M.E. ve Bass, B. (1999). Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada. *Status Report*, Canada, 11-32.
- Perez, G., Rincon, L., Vila, A., Cabeza, L.F. ve Gonzalez, J.M.(2011). Green vertical systems for buildings as passive sysyems for energy savings, *Applied Energy*, 88, 4854-4859.
- Perini, K.(2013). Cost–benefit analysis for green facades and living wall systems, *Building and Environment*, 70, 110-121.
- Perini, K., Bazzocchi, F., Croci, L., Magliocco, A. ve Cattanco, E. (2017) The use of vertical greening systems to reduce the energy demand for air conditioning. Field monitoring in Mediterranean climate, *Energy and Buildings*, 143, 35-42.
- Razzaghmanesh, M. ve Razzaghmanesh, M. (2017) Thermal performance investigation of a living wall in a dry climate of Australia, *Building and Environment*, 112, 45-62.
- Rutgers, R. (2012). *Living facades-A Study on the Sustainable Features of Vegetated Facade Cladding*, Master thesis, Delft University of Technology, Netherlands.
- Safikhani, T., Abdullah, A.M., Ossen , D.R., ve Baharvand, M.(2014) Thermal impacts of vertical greenery systems, *Enviromental and Climate Technologies*, 5-11.
- Scharf, B., Pitha, U. ve Oberarzbacher, S.(2012). *Living walls-More than scenic beauties*, 49th International Federation of Landscape Architects World Congress Landscapes in Transition, 147-169.
- Sharp, R., Sable, J., Bertram, F., Mohan, E. and Peck, S. (2008). Introduction to Green Walls: Technology, Benefits and Design. *Green Roofs for Healthy Cities*, Canada, 5-24.
- Smith, P.C. (2000). *Sustainability and Urban Design*. W.W.Sang and E.H.W.Chan (Eds.), *Building Hong Kong Environmental Considerations*, Hong Kong, Hong Kong University Press, 17.
- Söğüt, Z. ve Şenol, D. (2014). *Kentsel Çevre Kapsamında Yeşil Çatı ve Cephelerin Değerlendirilmesi*, International Symposium on Environment and Morals, Adıyaman, 738-741.
- Sunakorn, P. ve Chanikarn, Y. (2011). *Thermal performance of biofacade with natural ventilation in the tropical climate*, International Conference on Green Buildings and Sustainable Cities, Procedia Engineering 21, 34-41.

- Susorova, I., Azimi, P. ve Stephens, B. (2014) The effects of climbing vegetation on the local microclimate, thermal performance and air infiltration of four building facade orientations, *Building and Environment*, 76, 113-124.
- Susorova, I. , Angulo, M., Bahrami, P. ve Stephens, B. (2013). A model of vegetated exterior facades for evaluation of wall thermal performance, *Building and Environment*, 67, 1-13.
- Şevik, H., Öztürk, S. ve Çetin, M. (2016). Peyzaj çalışmalarında kullanılan bitkilerin zararlı etkileri (Kastamonu örneği), *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4, 486-492.
- Tilley, D.R. (2012). *Vegetated walls: Thermal and growth properties of structured green facades*, Final Report to Green Roofs for Healthy Cities, 1-128.
- Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2016). *Köppen iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi*, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara, 3-11.
- Türk, Z. B.(2018). *Sürdürülebilir Mimarlık İçin Doğadan Öğrenilen Yaklaşımlar: Doğa Esinli Fikirlerin Bina Kabuğuna Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Türkeş, M., Sümer, U.M. ve Çetiner, G.(2000). *Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri*, Çevre Bakanlığı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, ÇKÖK Gn. Md., Ankara, 7-24.
- Ulrich, R.S.and Parsons, R.(1992) Influences of Passive Experiences with Plants on Individual Well-being and Health. D. Relf (ed.). *The Role of Horticulture in Human Well-being and Social Development: A National Symposium*. Portland, OR. Timber Press.
- Uluğ, H. (2008). *Kuzey Adana'daki Çocuk Oyun Alanlarının Bitki Seçimi Yönünden İrdelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Uygun, V. (2012). *Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Cephe Sistemlerinin İncelenmesi (Yurt İçi ve Yurt Dışı Örneklerle)*, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2.
- Victorero, F.,Vera, S., Bustamante, W., Tori, F., Bonilla, C., Gironas, J. ve Rojar, V. (2015) *Experimental study of the thermal performance of living walls under semiarid climatic conditions*, 6th International Building Physics Conference, Energy Procedia 78, 3416-3421.
- Vox, G., Blanco, I. ,Schettin, E. (2018). Green facades to control wall surface temperature in buildings, *Building and Environment*, 129, 154-166.

- White, E.V., ve Gatersleben, B. (2011). Greenery on residential buildings: Does it affect preferences and perceptions of beauty? , *Journal of Environmental Psychology*, 31, 89-98.
- Wong, N.H., Tan, A.Y.K., Tan, P.Y.,Chiang,K. ve Wong, N.C. (2010)Acoustic Evaluation of Vertical Greenery Systems for Building Walls, *Building and Environment*, 45(2),411-420.
- Wong, N., Tan, A.Y.K., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P.Y., Chan, D., Chiang, K. ve Wong, N.C. (2010). Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls, *Building and Environment*, 45(3), 663-672.
- Yang, F., Tuan, F. ,Qian,F.,Zhuang, Z. ve Yao, J. (2018) . Summertime thermal and energy performance of a double skin green facade.A case study in Shanghai. *Sustainable Cities and Society* 39, 43-51.
- Yeh, Y.P. (2012). Green Wall- The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect. *National Chung-Hsing University*, Taiwan.
- Yılmaz, M. ve Keleş, R. (2004). Sürdürülebilir Konut Tasarımı ve Doğal Çevre, *Tarihi Kentler Birliği Dergisi*, 13, 49-50.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : DOĞAN AKSU, Şemiye
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 1987, Antalya
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 05348742662
 e-mail : semiyedogan@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Mimarlık	Devam ediyor
Lisans	Yeditepe Üniversitesi / Mimarlık	2011
Lise	Ayşe Melahat Erkin Anadolu Lisesi	2005

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2017-2018	Nky Mimarlık	Saha Mimarı
2014-2016	Altan Proje	Mimar
2012-2014	Mert –Can Mimarlık	Mimar

Yabancı Dil

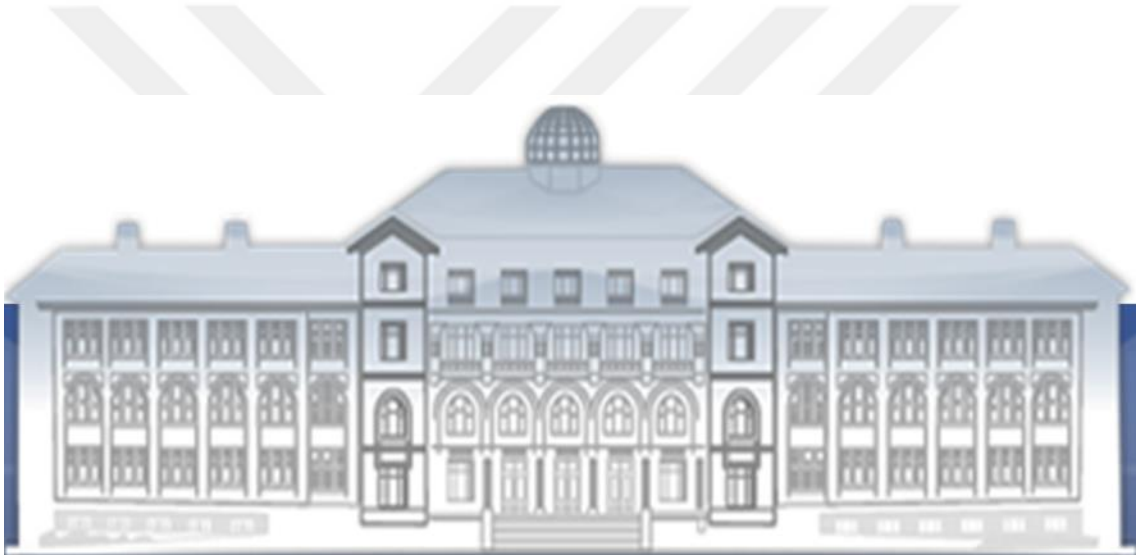
İngilizce

Yayınlar

Doğan, Ş. ve Topraklı, A.Y.(2019) Düşey yeşil sistemlerin bina dış cephesine olan soğutma etkisi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12 (64), 293-303.

Hobiler

Resim, El sanatları, Aşçılık



GAZİ GELECEKTİR..