

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



YEŞİL CEPHE SİSTEMLERİ: BİR TASARIM ÖNERİSİ

MANSOUR MOHAMED FARHAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. NUR BELKAYALI

HAZİRAN - 2020

KASTAMONU

TEZ ONAYI

Mansour Mohamed FARHAT tarafından hazırlanan “**Yeşil Cephe Sistemleri: Bir Tasarım Önerisi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **30.06.2020** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir

Danışman	Doç.Dr. Nur BELKAYALI Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Doç.Dr. Ekrem MUTLU Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Doç.Dr. Alper SAĞLIK Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitüsü Müdürü	Prof. Dr. İzzet ŞENER	
------------------	-----------------------	-------

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Mansour Mohamed FARHAT



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YEŞİL CEPHE SİSTEMLERİ: BİR TASARIM ÖNERİSİ

MANSOUR MOHAMED FARHAT

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ.DR. NUR BELKAYALI

Yeşil cephe sistemleri, ağırlıklı olarak estetik ve ekolojik amaçlarla kullanılan, sarılıcı, tırmanıcı veya sarkıcı forma sahip bitkilerin direk yada bazı yapı elemanları yardımıyla cepheye sarılması ile oluşturulan sistemlerdir. Modern yapılaşma sürecinde yeni yapı tekniğine bir örnek olarak ortaya çıkan yeşil cephe sistemleri özellikle günümüzde en fazla vurgu yapılan konulardan birisi olan iklim değişikliği ve buna bağlı olarak ortaya çıkan çevresel sorunların çözümünde başvurulması gerekli önemli yapı sistemi olarak ortaya çıkmıştır. Biyoçeşitliliğin ve ekolojik değerin artışı destekleyen yeşil cephe sistemleri aynı zamanda kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasını sağlamaktadır. Yaşam kalitesinin artırılmasında özellikle dış mekan konforunu sağlamada önemli bir eleman olma özelliğine de sahiptir. Yalıtım özelliği yanı sıra hava kalitesinin iyileştirilmesi, yağmur suyu drenajının sağlanarak yüzeyde meydana gelen zararlanmaların azaltılması anlamında da işlevlere sahiptir. Bu tez çalışması ile özellikle Akdeniz iklim kuşağında yer alan ve yaz aylarında oldukça yüksek sıcaklıkların hissedildiği Libya’da Zliten kenti belediye binası çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu bölgede uygulanması önerilebilecek yeşil cephe sistemleri için bir model tasarımı yapılması öngörülerek bölgedeki diğer binalarda da uygulanabilecek bir sistem önerisi geliştirilmiştir. Bu sayede bölgede özellikle iklimlendirme amaçlı kullanılan elektrik enerjisi sarfıyatının azalacağı ve dolayısıyla havaya salınan karbon miktarının azalacağı öngörülmektedir. Yapılacak bu uygulama ile bu alanda oluşan aşırı ısınmaya bağlı olumsuz çevre koşullarının bir dereceye kadar önlenilebileceği düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Dikey yeşil sistemler, tasarım, iklim değişikliği, dikey bahçe

Haziran 2020, 59 Sayfa

Bilim Dalı: 91

ABSTRACT

MSC THESIS

GREEN FACADE SYSTEMS: A DESIGN SUGGESTION

MANSOUR MOHAMED FARHAT

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING

SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. NUR BELKAYALI

Green facade systems are systems that are mainly used for aesthetic, ecological purposes and formed by wrapping plants with a hug, climber or pendulum form directly or with some building elements. Green facade systems, which emerged as an example of the new building technique in the modern building process, have emerged as an important building system that should be applied for the solution of climate change and environmental problems. Supporting the increase of biodiversity and ecological value, green facade systems also reduce the urban heat island effect. Likewise, these systems are important elements in increasing the quality of life, especially in providing outdoor comfort. In addition to their insulation features, they also have functions in terms of improving the air quality, reducing rain damage by providing rainwater drainage. For this thesis, the city of Zliten in Libya, which is located in the Mediterranean climate zone and where high temperatures are felt in the summer, was chosen as the study area. A model design has been developed for green facade systems that can be suggested to be implemented in this region. In this way, it is predicted that the electricity consumption used for air conditioning will decrease in the region and thus the amount of carbon released into the air will decrease. With this application, it is thought that the negative environmental conditions due to overheating in the area can be prevented to some extent.

KEYWORDS: Vertical greening system, design, climate change, vertical garden

June 2020, 59 Page

Science Code: 91

TEŞEKKÜR

Sorularımı memnuniyetle cevaplayan, bana çalışmam için gerekli materyalleri sağlamada yardımcı olan, örneklerimi kontrol eden, çeşitli yollarla bana yardımcı olan ve bu tezin önceki taslakları hakkında yararlı yönlendirmeler yapan danışmanım Sayın Doç. Dr. Nur BELKAYALI'ya minnettarlığımı ifade etmek istiyorum.

Ayrıca, lisansüstü çalışmalarım boyunca desteklerini hep hissettiğim başta aile üyelerim; babam, annem, eşim ve kardeşlerime ve ayrıca arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Kastamonu Üniversitesi' ndeki eğitimim boyunca, çalışmalarına destek veren Libya hükümetine ve Kastamonu Üniversitesi' nin tüm birimlerine şükranlarımı sunarım.

MANSOUR MOHAMED FARHAT

Kastamonu, 2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET.....Hata! Yer işareti tanımlanmamış.	
ABSTRACT	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL KAVRAMLAR.....	4
2.1 Kentsel Isı Adası Etkisi	4
2.2 Dikey Yeşil Sistemler.....	6
2.3 Yeşil Cepheler	7
2.3.1 Doğrudan Yeşil Cephe Sistemleri	12
2.3.2 Dolaylı Yeşil Cephe Sistemleri	13
2.4 Yeşil Cephelerin Mimari Tasarımında Dikkate Alınacak Hususlar...	15
2.5 Literatür Özeti	23
3. YÖNTEM.....	26
3.1 Çalışma Alanı Özellikleri	26
3.2 Tasarım Tabanlı Model	33
3.2.1 Tasarımda Kullanılan Yeşil Cephe Modeli	33
3.2.2 Tasarımı Yapılan Yeşil Cephe Sistemlerinin Çizimi	38
3.3 Materyal.....	38
3.3.1 AutoCAD ile Binanın Mimari Çizimi	39
3.3.2 Google SketchUp Programı ile Binanın 3 Boyutlu Çizimi	40
3.3.3 Google SketchUp Programı ile Bitki ve Dikim Alanının Çizimi	42
3.3.4 Modüler Kafes Panel Sisteminin 2 ve 3 Boyutlu Çizimleri	43
4. BULGULAR	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	52
EKLER.....	58
EK A Zliten Belediyesi Tarafından Verilen Onay ve Davet Yazısı.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	59

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1	Yeşil Bina: ACROS Fukuoka	2
Şekil 2.1	Kentsel ısı adası etkisi.....	4
Şekil 2.2	Kentsel ısı adası etkisinin boyuna kesiti	5
Şekil 2.3	Dikey yeşil sistem sınıflandırması	6
Şekil 2.4	“Babil'in Asma Bahçeleri” nin modern sanatsal yorumu	8
Şekil 2.5	Yeşil cephe projesi “Paul-Linke Ufer”, Berlin (1984 yılında 100 yıllık bir apartmanın restorasyonu kapsamında oluşturulmuştur.)...9	
Şekil 2.6	Yeşil cephe (a) ve canlı duvar (b)	10
Şekil 2.7	Kentsel ısı adası etkisi.....	11
Şekil 2.8	Canlı duvar ve yeşil cephe sistemi uygulaması	12
Şekil 2.9	Doğrudan yeşil cephe.....	13
Şekil 2.10	Modüler duvara asılı kafes (a), kavisli kafes (b).....	14
Şekil 2.11	Kablo ve tel halat ağ sistemleri	15
Şekil 2.12	Ekici kutularla birlikte dolaylı yeşil cephe sistemi; 1. Konteynerler, 2. Yalıtılmış kap, 3. Bakımı uzaktan izlenen sulama / gübreleme sistemi, 4. Duvara montaj sistemi	15
Şekil 2.13	Cephenin farklı oranlarda bitki ile kaplanması	17
Şekil 2.14	Yeşil cephe sistemlerine ilişkin görüntüler.....	22
Şekil 3.1	Çalışma alanının lokasyon haritası	27
Şekil 3.2	Çalışma alanı çevresi alan kullanımları	28
Şekil 3.3	Zliten Belediye binası	29
Şekil 3.4	Binanın konumuna göre güneşin hareketi ve rüzgârın yönü	30
Şekil 3.5	Damla sulama sisteminin temelleri	38
Şekil 3.6	Damla sulama sisteminin bileşenleri	38
Şekil 3.7	Zliten Belediye binasının mimari detayları.....	39
Şekil 3.8	Zliten Belediye binası güney cephesi	39
Şekil 3.9	Zliten Belediye binası doğu cephesi	40
Şekil 3.10	Zliten Belediye binasının 3 boyutlu çizimi (Araştırmacının Saha Çalışması 3/2019).....	40
Şekil 3.11	Zliten Belediye binası güney cephesi	41
Şekil 3.12	Zliten Belediye Binası güney cephesi giriş kapısı	41
Şekil 3.13	Zliten Belediye binası doğu cephesi	42
Şekil 3.14	Hedera helix-Google SketchUp	42
Şekil 3.15	Panel sistemine ait detay çizimleri.....	43
Şekil 3.16	Panelin duvar bağlantısına ilişkin 3 boyutlu görüntüsü.....	43
Şekil 4.1	Zliten Belediye binası güney cephe tasarımı	45
Şekil 4.2	Zliten Belediye binası güney cephe tasarımı	46
Şekil 4.3	Zliten Belediye binası güney cephe tasarımı	46
Şekil 4.4	Zliten Belediye binası doğu cephe tasarımı	47
Şekil 4.5	Zliten Belediye binası doğu cephe tasarımı	47
Şekil 4.6	Modüler panel sistemi detay görüntüsü	48

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1 Zliten şehri iklim verileri	30
Tablo 3.2 Uygulama için bitki seçim kriterleri	35
Tablo 3.3 Akdeniz iklimine uygun bitkiler	36
Tablo 3.4 Hedera helix' in ayırt edici özellikleri	36



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

kWh : Kilowatt-Saat

Kısaltmalar

DOE-2 : Bina Enerji Kullanımı ve Maliyet Analizi Yazılımı
DYS : Dikey Yeşil Sistem-Vertical Greening System-VGS
LCA : Life Cycle Assessment (Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi)
LWS : Live Wall System (Canlı Duvar Sistemleri)
UHI : Urban Heat Island (Kentsel Isı Adası)
UV : Ultraviyole

1. GİRİŞ

Genellikle dikey bahçe olarak da adlandırılan dikey yeşil sistemler, tüm dikey yüzeylerin bitkilendirilmesi sonucunda karşımıza çıkmaktadır. Günümüz mühendislik uygulamalarının çevreyle bütünleştirilmesi bakımından önemli bir adımdır. Dikey yeşil sistemler (DYS) dikey alanın bol olduğu ancak zemin üzerindeki alanın minimal olduğu kentsel çevreler için uygundur, bu nedenle bu kavram kentsel bahçeleri ifade etmektedir. Çeşitli bitkiler, yoğun kentsel alanlardaki çevresel ve ekolojik sorunların çözümüne katkı yapacak şekilde minimum büyüme koşulları altında yetiştirilebilir, şehir merkezlerinin ortasında kalan ihmal edilmiş eski bir binaya doğal olarak yeniden hayat verebilir veya doğal hava temizleme özellikleri, serinletici etkisi ve çekici güzelliği nedeniyle yeni yapılan projeleri daha da popüler hale getirebilirler (Dunnett ve Kingsbury, 2008).

DYS, yaratıcı bir şekilde sürdürülebilir (Hoffman, 2000) veya biyofilik¹ (Kellert ve Wilson, 1994; Kellert, 2005) kentsel ortamların bir özelliğidir. Dikey bahçeler geçmişte bir bahçe yaratma düşüncesi ile ortaya konulurken günümüzde özellikle binaların sürdürülebilirliğinin sağlanmasında önemsenen uygulamalar haline gelmiştir. Dikey yeşil sistemler bitkinin kullanım şeklinde göre yeşil cephe ve canlı duvar olmak üzere iki grupta değerlendirilmiştir (Köhler, 2008; Ottelé vd., 2011). Özellikle Almanya'da, yeşil cephe düşüncesi "Hundertwasser" gibi sanatçılardan gelmiş, mimarlar ve planlamacılar bu fikirleri 17. yüzyılın sonlarında yeşil binalara yönelik paradigma değişikliğinin desteklenmesine yardımcı olmak için seçmiştir. Şehir dışında yeni yerleşimler geliştirmek yerine, şehir içinde yeniden yapılanmayı teşvik eden bir akım doğmuştur. Bunu desteklemek için teşvik programları 18. yüzyılın başlarında hayata geçirilmiştir (Kohler ve Schmidt, 1997). Berlin kenti etrafındaki duvarın kentsel yeniden yapılanma projelerinin odağına konulması, bu fikirlerin buluşma noktası olmuştur. Yeşil cepheler o zamanlar popüler olan kentsel tasarım öğelerinde en az yer bulan sistemler arasında yer almıştır. Yeşil cephelerin inşa edilmesinin nispeten kolay olduğu fark edildikten sonra Berlin'de yeşil cepheleri yaygınlaştırmak için 1983 ve 1997 yıllarını kapsayan dönemde bir teşvik programı

¹ Yapılı çevrede doğal ortamın oluşturulması ile insanların doğa ile bağlantılarının sağlanması (Lerner ve Stopka, 2016)

geliştirilmiş ve bunun sonucunda 245.584 m² yeşil cephe oluşturulmuştur (Köhler ve Schmidt, 1997). Canlı duvarlar Almanya'da esas olarak mülkleri bölen bağımsız duvarları ifade etmektedir. Taş ve tuğla duvarların üzerinde oluşan çatlak ve diğer yüzey kusurları bitkilerin kendiliğinden yüzeyi kaplamasına izin verir (Darlington, 1981). Genellikle, canlı duvar veya yeşil cepheler bitkileri binalarla kaplamak için yere veya ekim kutularına ekilen odunsu veya otsu bitkilerden ve genellikle de sarmaşıklardan yapılır. Yeşil cepheler için destekleyici sistemlere bazen gereksinim duyulur ve ekim yapılan kutular spesifik büyüme ortamları ya da tamamlayıcı sulama gerektirebilir. Cephede bitkinin hayatta kalmasını ve büyümesini artırmak için yıllık bakım gereklidir (Köhler vd., 1993). Canlı Duvar Sistemleri (LWS-Live Wall System), köklenme alanına bağlı olmadan bitkinin büyümesini kolaylaştırmak için duvarlara tutturulmuş modüler sistemlere dönüştürülebilen, sabit bitkiler için ekim kutularından veya diğer yapı malzemelerinden oluşur. Yeşil çatılar, yeşil cephelere kıyasla daha verimli bitki büyüme biçimlerine imkân verir. Günümüze kadar sadece az sayılabilecek miktarda canlı duvar örneği oluşturulmuştur ve bunlar cephelere tamamen entegre edilmişlerdir (Sharp, 2006) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Yeşil Bina: ACROS Fukuoka (URL-1, 2019)

Bu çalışmanın amacı, son yıllarda kentsel alanlarda meydana gelen nüfus artışına bağlı olarak açık yeşil alan miktarının azalmasına ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kentsel ısı adaları ve olumsuz çevre şartlarına bir çözüm önerisi olarak yeşil cephelere dikkat çekmektir. Bu amaçla tez çalışmasında yeşil cephe sistemlerinin tarih içerisindeki gelişimi incelenmiş, modern yapılaşma sürecinde iklim değişikliğine bağlı olarak yeşil cephelerin ekolojik boyutu vurgulanmaya çalışılmıştır. Çalışma kapsamında Akdeniz iklimine sahip Libya'nın Zliten kenti

belediye binasının dış cephesinde yeşil cephe sistem tasarımına ilişkin bir model önerisi ortaya konulmuştur. Model önerisinin, bu bölge de yapılacak diğer yeşil cephe sistemi uygulamaları için yol gösterici olacağı öngörülmüştür.

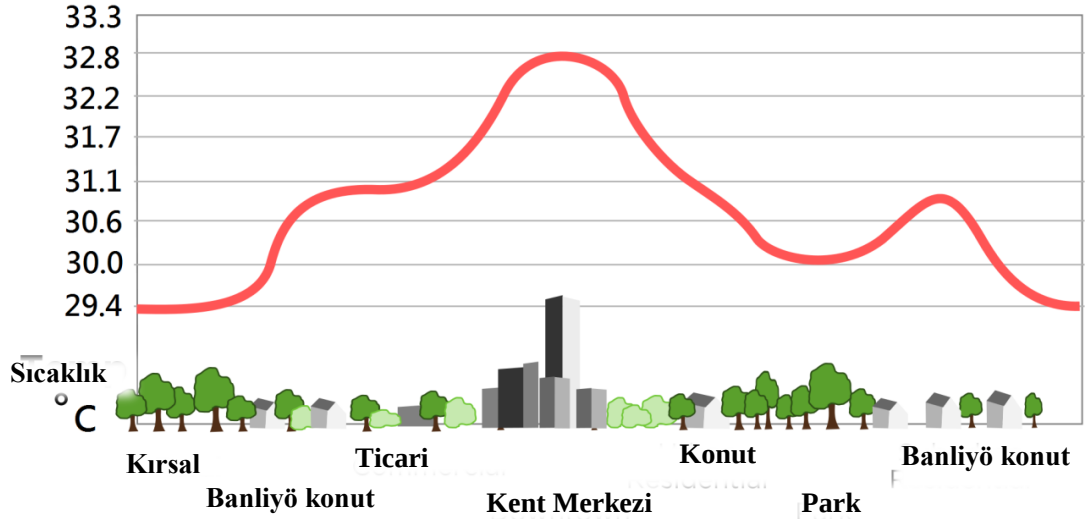


2. KURAMSAL KAVRAMLAR

Bu bölümde yeşil cephe sistemlerine ilişkin literatürde yer alan kavramsal bilgilere yer verilmiştir. Dikey yeşil sistemleri ve bu sistemin bir parçası olan yeşil cephelerin etkilerine ilişkin detay bilgiler ortaya konulmuş ve yeşil cephe tasarımı kavramı irdelenmiştir. Son bölümde ise yeşil cephe sistemine ilişkin yapılmış bilimsel araştırmaların sonuçları değerlendirilmiştir.

2.1 Kentsel Isı Adası Etkisi

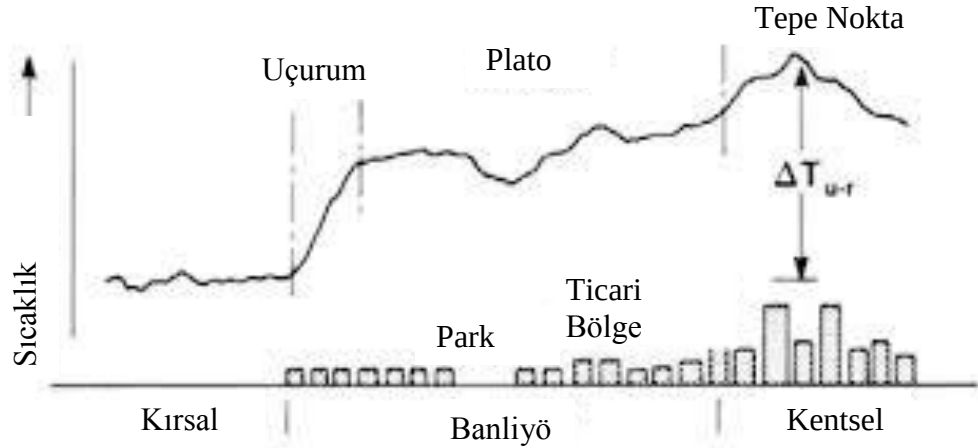
Isı adaları, yaz aylarında en yüksek noktasına ulaşan enerji sarfıyatıyla birlikte, hava iklimlendirme maliyetlerinde, hava kirliliği ve sera gazı emisyonlarında, ısıya bağlı hastalık ve ölüm oranlarında yaşanan artışlar ve su kalitesindeki bozulmalar gibi olumsuz sonuçları ile toplum hayatı üzerinde etkilerini hissettirmektedir. Isı adaları kentsel veya kırsal alanlarda ortaya çıkabilmektedir. Çok çeşitli iklim ve arazi koşullarına sahip kentsel alanlarda oluşan ısı adaları on yıllar boyunca ele alınmakta olan bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 2.1) (Al-musaed, 2007).



Şekil 2.1 Kentsel ısı adası etkisi (Newton vd., 2007)

Cepheler ve sokaklar gibi geçirimsiz yüzeyler binaların çevresindeki ısıyı yükselterek şehir çevresindeki mikro iklimi etkilemekte ve dolayısıyla son zamanlarda şehirlerde yaşayanlara rahatsızlık vermenin yanı sıra hava iklimlendirme

sistemleri için kullanılan enerji miktarının artmasına yol açmaktadır. Bu soruna olası bir çözüm olarak, buharlaşma-terleme ile ısı enerjisini tüketen bitki örtülü çatılar ve cepheler sunulmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Kentsel ısı adası etkisinin boyuna kesiti (Oke, 1987)

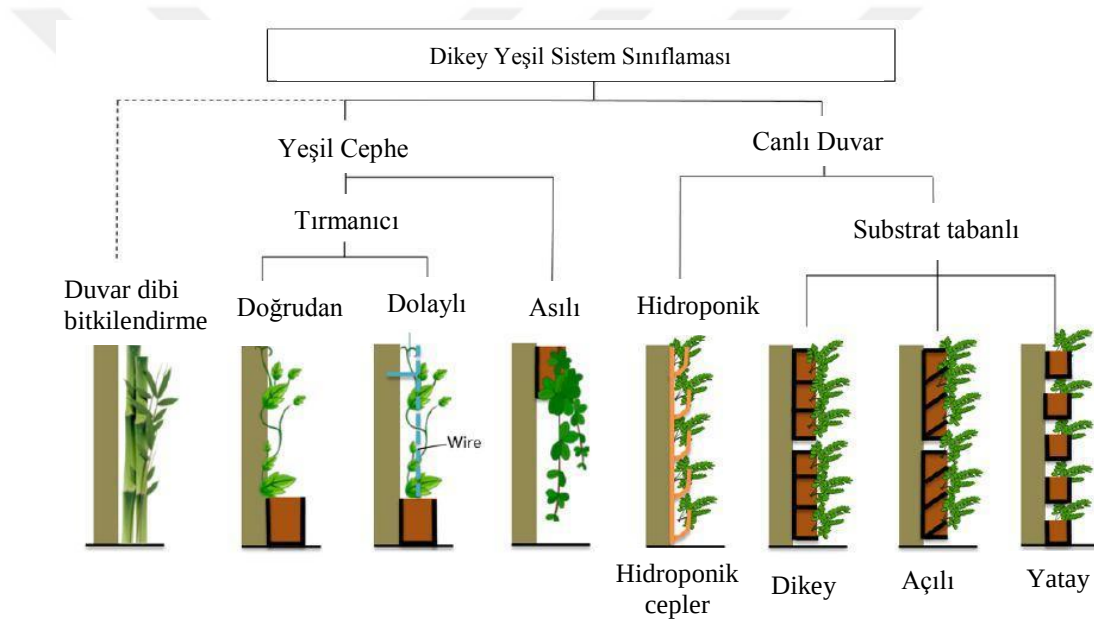
Bitki ile kaplanan çatılar ve yeşil cepheler güneşten gelen ışınları tutarak zemine ulaşmasını engeller bu sayede bina cephelerinde ısınma olmaz. Bu nedenle de bu alanlar üzerinde oluşan sıcaklık çevrelerinde inşa edilen alanlarda olduğundan daha düşük olma eğilimindedir. Dolayısıyla bitkilendirilmiş alanlarda ısı adası etkisini azaltır (Johnston, 2004).

Bitki örtüsü, "kirli hava kütlesi"ni azaltarak ve oksijen üretimini yükselterek hava kalitesini iyileştirmeye yardımcı olabilir. "Kirli hava kütlesi" iki şekilde azaltılabilir; havada asılı parçacıkların azaltılması ve sıcaklık değerlerinin düşürülmesi. Şehirlerde alan yetersizliği nedeniyle, ağaçlar ve çalı tipi bitkilerin dikilmesi genellikle uygun bir seçenek olarak görülmemektedir. Bu nedenle, bitki ile kaplı cepheler, geleneksel olarak unutulmaya yüz tutmuş bir alan kullanım seçeneği olarak yeniden yapılandırılabilir (Pearen, 2006). Üzerinde araştırma yapılan tüm iklimlerde, bitkilendirilmiş cephelerin kent vadisindeki sıcaklıkların azaltılmasında daha önemli bir etkiye sahip oldukları saptanmıştır. Genel olarak, en iyi sonuçlar cephe ve çatı yüzeylerine kaplama işleminin birlikte uygulandığı durumlarda elde edilir (Alexandri ve Jones, 2008). Modellerle yapılan çalışmalar bitkilendirilmiş cephelerin kentsel ısı adası etkisini yaklaşık 2 °C azaltabileceğini, hava kalitesi, termal konfor ve insan

sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu ve ayrıca elektrik tüketiminde %5 ila %10 tasarruf sağladığını göstermiştir (Sailor, 2008).

2.2 Dikey Yeşil Sistemler

Dikey yeşil sistem, direk toprak zeminden cepheye bitkinin sardırılması veya binaya farklı seviyelerde yerleştiren dikim paneli yardımıyla bir bina cephesinin üzerinden ya da içinden tırmanan bitkiler yetiştirilerek oluşturulmaktadır. Dikey yeşil sistem iki sınıfa ayrılabilir; birinci sınıf yeşil cepheler, ikinci sınıf canlı duvarlardır (Köhler, 2008; Ottel  vd., 2011) ( ekil 2.3).



Şekil 2.3 Dikey yeşil sistem sınıflandırması (Ottel , 2011)

Bina cepheleri zamanla onlara büyük zarar verebilen güneş ve asit yağmuru gibi kalıcı çevresel etkiler altındadır. Dikey yeşil sistemler ise cepheleri bu etkilerden koruyabilir.

Yeşil sistemler aslında ilkçağlarda uygulanmıştır ve cephelerin bitkilerle kaplanması aslında yeni bir teknoloji değildir. Ancak günümüzde kentsel alanlarda ortaya çıkan çevre sorunlarının azaltılmasında bugün daha sık tercih edilmektedir. On dokuzuncu yüzyılda, çoğu Avrupa ve az sayıda Kuzey Amerika ülkesinde, ağaçsı sarmaşıklar sık sık basit cepheler için bir örtü olarak kullanılmıştır (Kohler, 2008).

DYS'lerin faydalarının çoğu kamuya açıkken, bazıları sadece bina sahibi veya sakinlerine artılar sağlar. Aşağıdaki faydaların sadece çatı, duvar veya cephe iyi planlanmışsa ve inşa edilmişse ve bunu korumak için gerekli destekleyici yönetime sahipse gerçekleşebileceğini akılda tutmakta yarar vardır (Örnek, 2011):

- Biyolojik çeşitliliğe katkı
- CO₂ seviyesini sınırlayarak hava kalitesini ayarlama, O₂ seviyesini artırma
- Kentsel ısı adasının etkisinin azaltılması
- Yağmursuyu yönetimi
- Termal etkiler, sıcaklık azaltma
- Termal yalıtım
- Gürültü yalıtımı sağlama
- Rüzgârdan koruma
- Gölge sağlama
- Enerji tüketiminin sınırlandırılması
- Görseli ve estetiği artırma
- Buharlaşmalı soğutma sağlama
- Rekreasyon alanları
- Yangın güvenliği
- UV koruma
- İnsan sağlığı üzerinde olumlu etki

2.3 Yeşil Cepheler

Tarihteki ilk yeşil cepheler Babil'in Asma Bahçeleri olarak bilinmektedir (Şekil 2.2). Yaklaşık 2000 yıl önce Akdeniz bölgesinde, bina cephelerinden sarkan üzüm bağları gölgeleme ve soğutma amaçlı olarak kullanılmıştır (Köhler 2008).



Şekil 2.4 “Babil'in Asma Bahçeleri” nin modern sanatsal yorumu (URL-2)

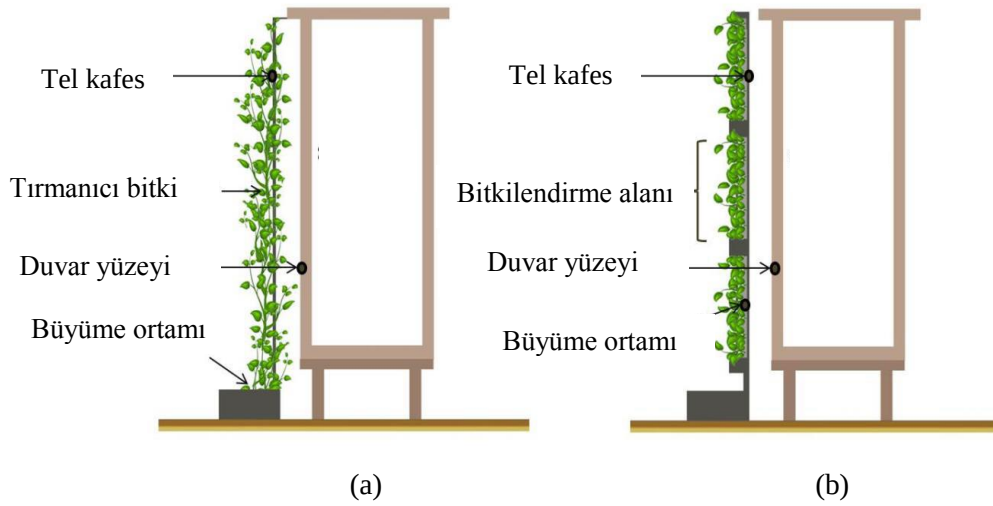
İklimsel ortamların ve zorlu iklim koşullarının varlığına rağmen, modern Peru'da bulunan İnka, "dikey ekonomi" oluşturarak çevresine uyum sağlamayı başarmıştır. İnkalar, patates, yer fıstığı, fasulye, kabak ve tatlı patates gibi çeşitli bitkileri yetiştirmek için çevrelerindeki dağlık alanları işlemiştir. 1920'lerde Kuzey Amerika ve İngiltere duvarlarda kendi kendine tırmanan bitkilerle ev ve doğayı birleştirmeyi başarırken (Green Roofs for Healthy Cities, 2008), aynı zamanda yeşil cepheleri yaratıcı fikirlerinden biri olarak uygulamışlardır (Köhler, 2008). Almanya, Berlin'de, yeşil cephelerin artan popülaritesi ile birlikte, şehri çevreleyen duvarlara uygulanabilen canlı duvarlar sürdürülebilir ve çevre dostu bir dönüşüm olarak kabul görmüştür. Yeşil cepheleri kafalarında ilk olarak canlandıranlar, mimarlık alanının dışındaki kişiler olan ressamalar ve sanatçılar olmuştur. Friedensreich Hundertwasser gibi sanatçılar yeşil cephe fikrinin gelişmesinin yolunu açmıştır (Köhler ve Schmidt, 1997). Şehirlerin iç kısımları yeniden yapılanmaya çok fazla ihtiyaç duyduğu için, yeşil cepheler kentsel tasarımın dikkat çekici unsurları olarak teşvik edilmiştir. Berlin için “Şehir Doğa Vizyonu” kapsamında 1983 ve 1997 yılları arasında, yeniden yapılanmanın sonunda 245.584 m² bir alana uygulanan yeşil bir cephe geliştirilmiştir (Köhler ve Schmidt, 1997). Yeşil cepheler, iç avlulara ve diğer çevrelere yerleştirildikleri gibi yaşam alanlarının içine de uygulanmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Yeşil cephe projesi “Paul-Lincke Ufer”, Berlin (1984 yılında 100 yıllık bir apartmanın restorasyonu kapsamında oluşturulmuştur.) (Köhler, 2008)

Yeşil bir cephe, kökleri zemin toprağında bulunan tırmanıcı bitkilerin bina cephesine yerleştirilmeleri veya çeşitli yükseklik seviyelerinde inşa edilmiş tutucu kapların içerisine dikilen bazı bitkilerin binanın cephesi üzerine tutturulmalarıyla oluşturulur. Tırmanıcı bitkiler doğrudan bir binanın yüzeyine konulabildikleri gibi, aynı zamanda binadan ayrı bir yapıya da konulabilir. Saplarını veya dallarını bükerek kendilerini yapıya bağlayan tırmanıcı bitkiler sayesinde, mahremiyet sağlayan perdeler ve güneşten koruyucu örtüler oluşturulabilir (El-Zoklah, 2016).

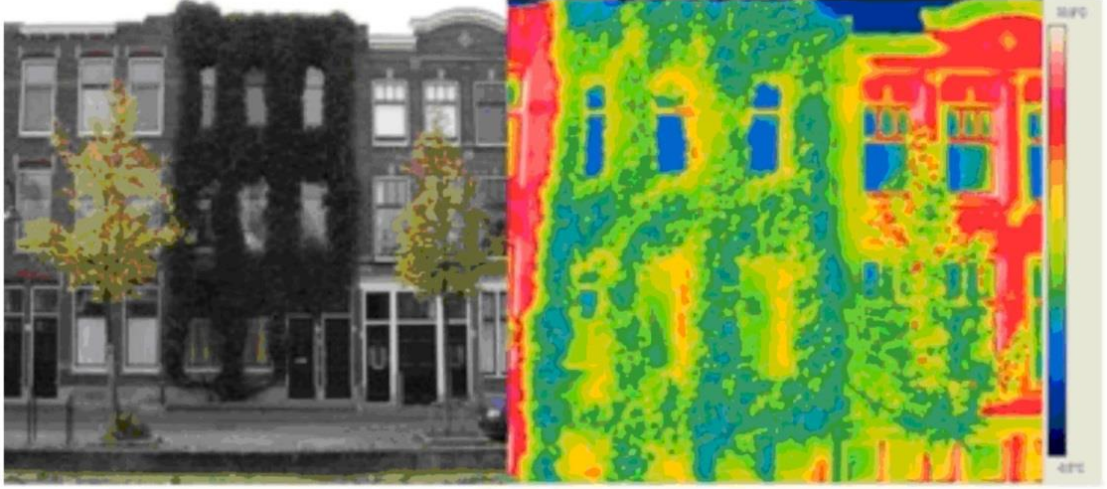
Yeşil cepheler, toprak veya kaplarda köklenen, tırmanma özelliğine sahip bitkilerden oluşurlar ve kolayca geniş alana yayılabilirler. Bu bitki türleri elastik özellikleri sayesinde büyürler veya katlanırlar ve konumlarını korumak, büyümelerini sürdürmek için bir dayanak yapıya gereksinim duyarlar (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Yeşil cephe (a) ve canlı duvar (b)

Cephe kaplamasının yoğunluk derecesi, gerekli işleve uyacak şekilde yönetilebilir. Örneğin, bir bina duvarını gölgelemek için tasarlanan bir cephenin ideal olarak, cephenin ötesindeki ortama en azından kısmi bakışı sağlayacak şekilde tasarlanmış bir pencerenin yanına monte edilen bir perdeleyici örtüden daha fazla yaprak yoğunluğu olmalıdır. Yeşil cepheler ağırlıklı olarak bir bina duvarına çekici bir görünüm kazandırmak veya ışığı önlemek ve bir binaya gölge sağlamak için uygulanabilirler (Köhler, 2008).

Yeşil cepheler, binanın özellikle bitkiyle kaplı olan alanı üzerinde daha serin bir mikro iklim oluşturabilir. Bitki yapraklarının ve yapraklardan sızan suyun da serinletme üzerinde etkisi bulunur. Yeşil cephelerin estetik anlamda bulunduğu alana değer katma ve ses azaltma gibi etkileri de vardır. Yeşil cepheler binanın dış kaplamasına "ek yalıtım" sağlayabilmektedir (Ottel , 2011). Kış mevsimine gelince, yaprak dökmeyen bitkilerden oluşan katman binanın önündeki rüzgâr akışını azaltır. Ayrıca bu cephe sistemleri kalın yapraklar yoluyla dış duvarlara termal radyasyonu izole eder ve böylece binanın soğumasını önlemeye yardımcı olur (Perini ve Rosasco, 2013) veya yaprakların üzerine düşen güneş işığı enerjisinin sadece % 5-30'u katmandan geçer. Enerjinin diğer kısmı fotosentez veya buharlaşma adı verilen bitki özelliği yoluyla yansıtılabilir. Yeşil sistemler doğrudan güneş işığının ısıya dönüşmesine yardımcı olarak binaların ısı kazanmasına ve özellikle kentsel alanlarda ısı adası etkisini azaltmaya yardımcı olur (Sharp vd., 2008; Wong vd., 2010) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Kentsel ısı adası etkisi (Sharp, 2008)

Buharlaştırma sürecinin bir sonucu olarak, yeşil cepheler suyu buharlaştırarak sıcak havayı soğutur (Hasan vd., 2012). Avustralya'da yapılan araştırmalar enerji tasarrufu miktarını orta koymuş ve yeşil bir cephenin ticari binalarda soğutma enerjisi tüketiminden %9.5-18 oranında tasarruf yapılabileceğini göstermiştir (Sathien vd., 2013; Bohemen vd., 2009). Bu durum, binalarda daha düşük enerji oranları ve daha fazla verimlilik sağlanmasına yardımcı olur ve daha sürdürülebilir bir kentsel çevre için çevresel faydalar sağlar (Köhler, 2008; Pal vd., 2000). Yeşil cephe ayrıca UV ışınlarının miktarını azaltır ve binanın dayanıklılığı üzerinde olumlu bir etkiye neden olur (Hasan vd., 2012).

Tüm tırmanıcı bitkiler yağmur suyunun tutulması, binanın gölgelenmesi, yüzeyinin korunması ve havadaki partikül sorunu ve uçucu gaz kirleticileriyle başa çıkılmasını sağlayacaktır. Yıl boyunca bitki örtüsünü tutan ve yaprak dökmeyen türler, fayda açısından daha iyi sonuçlar verecektir. Özellikle cephenin yüksekte kalan bölümlerinde, rüzgâr bitki yapısı ve hareketi için önemli sorunlar doğurabilir. Bu ortamlarda, doğrudan bina cephesine yapışan bitkiler tercih edilmeli ve bükülen sarmaşıklar dikey ve yatay olarak sıkıca desteklenmelidir. Rüzgârın olumsuz etkileri dikkate alınarak, bitkinin türü ve boyutu cephenin rüzgâra olası maruz kalma düzeyi hesaplanarak seçilmelidir.

Genel olarak, bir binada bitkilendirme ne kadar yüksekse, yetiştirme koşullarının o kadar zorlu olması muhtemeldir. Çok seviyeli cephe tasarımındaki diğer önemli faktörler arasında ekim yapılacak panellerin tasarımı (hacim, substrat ve drenaj), bakım erişimi ve sulama sistemi tasarımı yer alır. Yeşil duvarlar ve yeşil cepheler arasındaki ayrım her zaman belli değildir. Bitkilerin dikey yüzeyler üzerindeki bariz uygulamaları genişledikçe, sistemlerin gerçekleştirilmesi daha zor hale gelmiştir. Örneğin, Güney Avustralya'da hem yeşil duvar hem de yeşil cephe teknolojilerini uygulayan bir 'melez yaşam duvarı' sistemi yapılmıştır (Hopkins vd., 2010) (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Canlı duvar ve yeşil cephe sistemi uygulaması (FCS, 2013)

Yeşil cepheler doğrudan ve dolaylı yeşil cepheler olmak üzere iki farklı şekilde tasarlanabilir (Örnek, 2011).

2.3.1 Doğrudan Yeşil Cephe Sistemleri

Geleneksel mimaride olduğu gibi, zemine tırmanıcı bitkiler doğrudan ekilir ve bu sistem ucuzdur. Sık kullanılan kendinden yapışkanlı bitkiler, doğrudan duvara yapışmasını ve tüm yüksekliği örtmelerini sağlayan emici bir kök yapısına sahiptir.

Ancak, bu sistemler tüm bina cephelerine uygulanamaz. Agresif tırmanıcıların bina sıvasını bozabilmesi ve bitkiyi çıkarma zamanı geldiğinde bakım için bazı problemlere neden olabilmesi gibi sistemin bazı dezavantajları vardır (Perini ve Rosasco, 2013) (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Doğrudan yeşil cephe (URL-3, 2019)

2.3.2 Dolaylı Yeşil Cephe Sistemleri

Bu durumda, bitkiler duvarlardan ve binanın diğer yüzeylerinden onları uzak tutan kablolar veya ağlar tarafından desteklenir. Alüminyum, plastik, ahşap, çelik (paslanmaz çelik, kaplamalı çelik ve galvanizli çelik) gibi çeşitli malzemeler tırmanıcı bitkiler için destek olarak kullanılabilir. Maliyet, profil kalınlığı, farklı ağırlık ve dayanıklılık nedeniyle malzemelerin fonksiyonel ve estetik özelliklerinde değişiklik olabilir (Perini ve Rosasco, 2013)

Dolaylı yeşil cephe sistemi, cephenin farklı seviyelerinde bitki dikim panelleri ile birleştirilebilir. Bu durumda, eğer kök alanı yetersizse ve yaşayan bir duvar sistemi oluşturulabiliyorsa, bir sulama sistemi de gerekli olabilir (Köhler, 2008; Ottelé vd., 2011). Yaygın olarak uygulanan iki dolaylı yeşil cephe sistemi, “modüler kafes panel sistemi” veya “kablo- tel halat ağ sistemi” dir.

2.3.2.1 Modüler kafes panel sistemi

Modüler sistem, kullanılan bitki malzemeleri doğrudan binaların cephesi ile bağlantılı olmadığından, kaba ve hafif olan ve bina yüzeyinde yeşil bir cephe oluşturmak için tasarlanmış 3 boyutlu panelden oluşur. Paneller genellikle toz boya ile kaplı, galvanizli ve kaynaklı çelik telden yapılmıştır ve tırmanıcı bitkilerin tırmanmaları için yüksek destekli bir ortamdır. Farklı şekiller oluşturmak üzere tasarlanmış büyük parçaları kapsayacak şekilde kurulabilir ve birleştirilebilirler (Örnek, 2011) (Şekil 2.10).



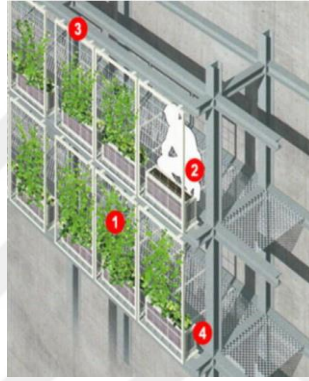
Şekil 2.10 Modüler duvara asılı kafes (a), kavisli kafes (b) (URL-4, 2019)

2.3.2.2 Kablo- tel halat ağ sistemi

Kablo veya tel halat ağ sistemi, yüksek dayanımlı çelik kablolar, bağlantı elemanları ve benzer ekipmanlarla uygulanır. Bu sistem, esnek dikey ve yatay tel halatların çapraz klipslerle bağlandığı birçok deseni ve boyutu barındırabilme özelliği ile ön plana çıkar. Daha esnek olan ve tasarımda daha çok kullanılan tel halat ağ sistemi genellikle yavaş büyüyen bitkiler için kullanılır, ancak hızlı büyüyen tırmanıcı bitkileri daha yoğun bitkilerle desteklemek için tasarlanmış yeşil cepheler için kablolar kullanılır (Şekil 2.11; 2.12).



Şekil 2.11 Kablo ve tel halat ağ sistemleri (URL-5, 2019)



Şekil 2.12 Ekici kutularla birlikte dolaylı yeşil cephe sistemi; 1. Konteynerler, 2. Yalıtılmış kap, 3. Bakımı uzaktan izlenen sulama / gübreleme sistemi, 4. Duvara montaj sistemi (URL-6, 2019)

Cephe üzerinde daha fazla alanın bitki ile kaplanması istendiğinde, farklı yüksekliklerde ekim kutuları dolaylı yeşil cephe sistemleri ile birleştirilebilir. Bu durumda, köklenme alanı tatmin edici değilse, sistem bir sulama ve besin sistemi gerektirir ve bu nedenle canlı bir duvar sistemi olarak tanımlanabilir (Perini vd., 2013).

2.4 Yeşil Cephelerin Mimari Tasarımında Dikkate Alınacak Hususlar

Her bir sistem türünün bileşenleri ve özellikleri dikkate alınarak, tasarımcının, uygun yeşil cephe sistemini projeye entegre etme aşamasında, kullanılacak sistemin sağlayacağı faydalar veya sahip olduğu sınırlılıklar hakkında bilinçli seçimler yapması gereklidir. Uygulanacak cephe sisteminin belirlenme sürecinde kapsamlı bir kontrol listesinin tutulması, projenin başarılı bir şekilde uygulanmasını sağlar. Bu listenin kapsamlı olmadığı durumlarda, en azından temel hususlar dikkate

alınmalıdır. Tasarıma geçmeden önce, belirlenen sistem çok yönlü olarak tartışılmalıdır, çünkü belirlenecek olan tasarım peyzaj mimarını, peyzaj yüklenicisini, bahçıvanı, peyzaj bakım yüklenicisini ve son olarak müşteriye etkileyecektir (URL-7, 2019).

Ölçek: Uygulama yüzeyinin ölçeği, yeşil cephelerin tasarımı hakkında öneride bulunmaya başlarken dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Bazı yeşil cephe sistemleri küçük ölçekli projelerin bir parçası olarak kendilerine yer buluyorken, bazı yeşil cephe sistemleri yapının tümü üzerinde uygulanacak kadar büyük ölçekte olabilirler. Bu noktada, her bir sistemin malzeme gereklilikleri farklılık gösterebilir. Tek tip bir sistemin tüm tasarım öğelerini sağlayıp sağlamadığını veya bir dizi farklı tasarımdan esinlenen tasarım düzenlemesine ihtiyaç duyup duymadığını akılda tutmak gereklidir (URL-7, 2019).

Bütçe: Her bir yeşil cephe sistemi, tasarımına, kurulum sistemine, kullanılan inşaat malzemelerine ve bitki çeşitlerine bağlı olarak maliyet açısından önemli ölçüde farklılık gösterebilir. Maliyetleri analiz ederken, kurulacak olan yeşil cephe sisteminin uzun vadede sağlayacağı tasarruflar ve ortaya çıkaracağı düzenli bakım giderleri de dikkate alınmalıdır. Örneğin, bir yeşil cephe sistemi, yapıyı soğutma etkisi nedeniyle, sürekli olarak enerji tasarrufu sağlayabilecek iken bakım maliyetleri, sulama suyu, gübre, yabancı ot ve zararlılarla mücadele ve hastalık yönetimi gibi giderler binanın ömrü boyunca düzenli masraflar olarak kalacaktır. Sulama sisteminden tahliye kanallarına, kabloların yeniden gerilmesine veya gevşek duvar bağlantılarının onarımına kadar alanın periyodik olarak incelenmesi ve bakımı gerekecektir. Bu nedenle, tasarım sürecinin başında kapsamlı bir bütçe planlama çalışmasının yapılması, uygulanacak yeşil cephe sisteminin uzun vadeli başarısı için gereklidir (Beyhan, 2014).

Konsept: Seçilen sistem ve tasarım konseptinin amacı birbiriyle tutarlı olmalıdır. Örneğin, konsept amacı bir bina cephesinde %100 vejetatif bir örtü alanı sağlamaksa, bu amaca ulaşmak için muhtemelen dikey ve yatay bir plan kullanan kablo sistemlerinin takviye edilmesi veya geliştirilmesi gerekecektir. (Şekil 2.10). Ayrıca, asma bitki materyalinin dikey olarak büyüme alışkanlığı olduğu da belirtilmelidir;

altındaki geniş, yatay bitki materyali, istenen konsept etkisini elde etmek için önemli bir bakım gerektirecektir. Buna ek olarak, sahadaki tasarımın başarılı bir şekilde yürütülebilmesi ve cephedeki bitkilerin uzun vadede hayatta kalabilmesi için konsept aşamasında maksimum toprak hacmi paylarının dikkate alınması gerekmektedir (Aygencel, 2011).



Şekil 2.13 Cephenin farklı oranlarda bitki ile kaplanması

Mimari hususlar: Cephe bağlantısı için, bazı sistemlerin uygunluğunu belirlerken dikkate alınması gereken mimari hususlar bulunmaktadır. Bölgesel bina inşaat varyasyonları zorluklar ortaya çıkarabilir; taşla kaplı bir duvar, kontrplak destekli bir sıva cephesinden farklı bağlantı gereksinimlerine sahip olacaktır. Montaj yerlerine ve montajın kolaylaştırılması için bina cephesine ek destek malzemesi gerekip gerekmediğine dikkat edilmelidir. Montaj yerleri cam üzerine yerleştirilemez ve tasarım geliştirme sürecinde uygun montaj yapısı belirlenmelidir. Ölü ve canlı yüklerin, sistem bağlantı yönteminin inşaat türü ile uyumlu olduğundan emin olmak için mühendisler tarafından doğrulanması gerekir. Ürün üreticileri her zaman bağlantı elemanı tiplerinin minimum çekme değerleri ile ilgili detayları bildirmeli ve tüm bina tipleri için öneriler sunmalıdır (Ekren, 2016).

Mühendislik gereksinimleri: Duvara monte uygulamalar için, kar, buz, rüzgâr ve ağırlık yükleri her zaman bir proje yapı mühendisi tarafından hesaplanmalı ve ayrıca gömme sonrası uzunlukların ne kadar olacağı belirlenmelidir. Rüzgâra maruz kalma

oranları ve mühendislik gereklilikleri yükseklik /kot farklılıklarına göre de değişir ve uyulması gereken bölgesel bina kodları da vardır. Yeşil cephe sistemleri farklı bileşen ağırlıklarına sahiptir ve bu ağırlıkların dikkate alınması gerekir. Bazı 3 boyutlu sistemler, bağlantı için metal bir çerçeve veya döşeme gerektirir ve bu ek ağırlık da mühendislik için dikkate alınmalıdır (Kanter, 2014).

Yer: Dikim taban alanı, mevcut toprak hacimleri, güneş yönü, drenaj, su varlığı ve mikro iklimlerin uygunluğunu belirlemek için bir ön ve son saha envanter çalışması yapılmalıdır. Bu çalışma ayrıca uygun bitki materyali seçiminin belirlenmesine de yardımcı olacaktır çünkü bitkiler bu değişkenlerin hiçbirine eşit tepki vermezler. Ayrıca, mevcut toprakların makro ve mikro besin seviyelerini belirlemek için inşaattan sonra bir toprak testinin yapılması tavsiye edilir. Kar olaylarının yaşandığı alanlarda kurulan cephe sistemlerine daha fazla dikkat gösterilmelidir. Gelecekte yaşanabilecek kar yağışlarından dolayı sisteme ve / veya bitki materyallerine herhangi bir zarar gelmesini önlemek için kar temizleme ve depolama hususları bina yöneticileri ve peyzaj yüklenicileri ile görüşülmelidir (Aygencel, 2011).

Bina Yönetmelikleri: Bazen, bir bina duvarından uzanan yeşil cepheler bir başka binanın kullanım alanına uzayabilmektedir. Ayrıca ekim alanının boyutları da dikkate alınmalıdır. Bu noktada yönetmelikler önem arz etmektedir. Giderek yaygınlaşan yeşil cephe uygulamaları konusunda yerel peyzaj yönetmeliğine ilgili maddeler dahil edilmeli, standartlar tanımlanmalıdır (URL-7).

Toprak büyüklüğü: İçinde bitki köklerinin büyüüp gelişeceği toprağın miktarı genellikle dikkate alınmayan bir husustur. Toprak hacmi ister zeminde ister bitki dikim kaplarının içinde olsun, tüm konumlardaki bitkilerin uzun vadeli başarısı için kritik öneme sahiptir. Tarihsel olarak, bitki materyali için uygun toprak hacimlerinin belirlenmesi, kentsel ortamlarda gölge ağacının hayatta kalabilme yeteneğini araştıran çalışmalara dayalı olmuştur. Bu araştırma alanındaki en önemli çalışmalar, Urban (2008)' nın "Up by Roots " adlı kitabında sunulmuştur. Urban (2008)' ın araştırması, 40 cm çapındaki bir ağacın, her 1 kök boğazı için 28 m³ toprak hacmi gerektirdiğine işaret etmiştir. 15 yaşın üzerindeki yeşil cephe sistemlerinin görsel olarak gözlemlenmesi, asma bitkisinin 15-20 cm çap boyutlarına ulaşabildiğini ve

sınırsız kullanılabilir toprak hacmine sahip dereceli-dikim yataklarının maksimum bitki materyali yüksekliği ve yayılması için en iyi seçeneği sunduğunu göstermiştir (Beyhan, 2014).

Bitki: Yeşil cephe sisteminde kullanılmak üzere, bitki tercihleri yapılırken, cephenin yapılma amacına ve tercih edilen cephe sistem modeline bağlı kalınmalıdır. Bir yeşil cephe sisteminin başarısında, bölgenin sıcaklıklarını, rüzgarlarını ve yağışlarını tolere etme kapasitesi yüksek olan, sağlam, güvenilir, zorlu yerlerde iyi performans gösteren bitki türlerinin kullanılmış olması önemli paya sahiptir. Yerel bitki materyaline öncelik verilmeli de önemlidir, çünkü yerel bitkiler genellikle kuraklık, soğuk hava, rüzgâr ve yağmur gibi yerel hava koşullarına uyum sağlayabilirler. Bölgeye özgü bitki materyalleri aynı zamanda bölgesel olarak zararlılara ve hastalıklara karşı daha dayanıklı olabilir. Genel bir kural olarak, tasarımcılar çeşitlilik, mevsimsellik sağlayan ve erozyonu ortadan kaldıran karma bitki tasarımları oluşturmaya çaba göstermelidir (Ekren, 2016).

Sarmal şekilde büyüme özelliği gösteren bitkiler kablo sistemlerinde kullanım için daha uygun iken, kırılgan veya emicilere yapışan veya tırmanan sarmaşıklar 3 boyutlu sistemlerde kullanılabilir. Hydrangea sp. (ortanca) ve Euonymus sp.(taflan) gibi dikey büyüme ve tırmanma alışkanlıklarına sahip bazı çalılar 3 boyutlu sistemlerde de başarılı sonuçlar verebilir. Müşteriler/ bina sahipleri, Hedera helix (İngiliz sarmaşığı) gibi her daim yeşil olan bitki materyallerinin, çok fazla bakım gerektirmeleri sebebiyle, kuzey iklimlerinde sorun oluşturabilecekleri gerçeğinin farkında olmalıdırlar. Hedera helix (İngiliz sarmaşığı) genellikle yatay bir zemin örtüsü olarak kullanılır ve bu bitkiyi dikey bir eleman olarak iyi halde tutabilmek için, sarmaşıkların düzenli olarak budanmasına imkân veren özelliğe sahip doğrudan yeşil cephe sistemlerine bağlanması gerekir. Bir sistem içerisinde yer verilecek bitki sayısına da dikkat edilmelidir. Tipik olarak, kablo sistemleri dikey kablo başına bir bitki gerektirirken, 3 boyutlu sistemlerde birden fazla bitki kullanılabilir. 3 boyutlu sistemlerde bitki aralığı büyük ölçüde değişebilir ve bitki materyalinin kurulum aşamasındaki büyüklüğüne ve gelecekte ulaşması beklenen olgun boyutuna göre belirlenir (Üçok, 2014).

Sulama: Direk zemindeki toprak alana yapılan sıra dikimlerde, standart sulama planı uygulanır. Bu tip yeşil cephe sistemlerinde, bitkinin kök bölgesi dışında herhangi bir bölümünü sulamaya gerek yoktur. Yükseltilmiş dikim yatakları veya konteyner dikim yatakları için su kaynağının çok bilinçli belirlenmesi gerekir. Bu kurulumlar büyük olasılıkla belirlenmiş bir toprak hacmine sahip olacaklardır ve bu çok kritik bir husus olsa da toprak hacmi içindeki sulama ve drenaj sıklığı da bitki materyalinin hayatta kalabilmesi için her şeyden önemlidir. Ekici içine dâhil edilen toprak ortamının veya karışımın türü hakkında da ek bir araştırma yapılmalıdır. Dağıtım sistemini, sulama sıklığını, hızını ve sulama kaynağını belirlemek için bir sulama uzmanına danışılmalıdır (Üçok, 2014).

Bakım: Yeşil cephe sistemlerinin çoğunun bakımı çok seyrek olarak yapılmakta veya hiç yapılmamaktadır. Yeşil cephe sistemleri yarı statik ve yarı yaşayan sistemlerdir. Yeşil cephe sistemleri tasarımcıları, toplam sistemin uzun vadeli başarısını sağlayacak, tipik bahçıvanlık uygulamalarını kolaylaştırmak için müşterileri bir sistemin uygun tasarımı hakkında eğitmede kritik bir rol oynayabilirler. Tasarım aşamasında, iki metrenin üzerinde yüksekliğe sahip cephe sistemlerine özel önem gösterilmelidir, çünkü iki metreden daha uzun olan sistemlerde bitki materyalinin uygun şekilde bakımını yapmak için bir merdiven kullanılması gerekecektir. Çok katlı projelerde bakım gerektiren sistem kurulumlarına ilave özen gösterilmelidir. Kapsamlı bir tasarım programı, cephe sisteminin bakımını yapacak olan profesyonellerinin bitki materyallerine, sulama bileşenlerine ve besin maddelerine gereksinim duyan topraklara nasıl erişecekleri konularını özellikle ele almalıdır. Sistemin bakımı için erişim imkânları kritik öneme sahiptir ve yeşil cephelerin bakımı için merdivenlerin, makaslı yük liftlerinin ve hatta yükseltilebilen seyyar iş platformlarının ve sepetli kamyonların yerleştirilebileceği yerlere dikkat edilmelidir (Beyhan, 2014).

Canlı malzeme kullanımı, bitki türleri için çeşitli değişkenlerin göz önünde bulundurulması gerektiği ve bakım problemlerini ve hasarları önlemek için her türlü duruma uygun destekleyici sistem seçiminin önemli olduğu anlamına gelir. Tırmanıcı bitkilerin kullanımı ile ilgili riskler (doğrudan ve dolaylı yeşil cepheler) temel olarak şu şekilde sıralanabilir (URL-7, 2019):

- 15 cm'den fazla dal kalınlığına sahip güçlü türlerin seçiminden kaynaklanan bina yüzeyinde oluşabilecek hasarlar,
- Yeşil katman ağırlığının hatalı tahmininin neden olduğu destek yapısı deformasyonları,
- Duvarlara bakım yapma imkânının olmadığı kış mevsiminde bitkilerin (doğrudan tırmanıcı bitkiler) kurumasından kaynaklanan sorunlar.

Bartfelder ve Köhler (1987) tarafından çıplak bir cephede ve yeşil bir cephede nem ölçümleri ile ilgili yürütülen çalışmada, yeşil bir tabaka ile kaplı cephenin yaz aylarında daha kuru olduğunu tespit etmiştir. Canlı duvar sistemleri bu yüzeyde hasara neden olamaz. Çünkü bu sistemler bitkilendirilmiş modüler panellerin oluşturduğu sürekli katman sayesinde cepheyi yağmur ve nemden korur. Canlı duvar sistemlerinin karşılaştığı olası sorunlar, bitkilerin hayatta kalması ve büyümesi ve bina yüzeyinden fazla suyun atılması ile bağlantılıdır. Bu özellik, korozyondan kaynaklanan hasarları önlemek için pencerelere, kapılara ve çıkıntılara özel bir dikkat gerektirir. Canlı duvar sistemleri söz konusu olduğunda, bitkilerin hayatta kalması sübstrata (genellikle inorganik) ve su ve besin talebi için sulama sistemi verimliliğine bağlıdır. Bu durumda, bakım ihtiyaçları, ölü bitkilerin veya tüm panellerin veya sulama sisteminin, örneğin yaklaşık yedi yılda bir yapılması gereken su borusunun değiştirilmesi gibi nihai değişimleri kapsar. Doğrudan ve dolaylı yeşil cepheler için, farklı olarak, bitkilerin büyüme hızına ve mevcut alana bağlı olarak, yılda bir veya iki kez budama gerekir. Bu bakım müdahalelerin ihmal edilmesi birçok soruna neden olabilir (Beyhan, 2014).

Yaşam döngüsü ve sürdürülebilirlik: Elde edilen deneyimler doğru tasarlanmış, uygulanmış, fiziksel olarak iyi korunmuş ve bakımlı sistemlerin 18 yıl veya daha uzun süre dayanabileceğini göstermiştir. Bir Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA-Life Cycle Assessment) yapan üreticiler, ürün yaşam döngüsü için 30 yılı temel olarak almaktadırlar ve ideal koşullar göz önüne alındığında bitki materyali yüzyıllarca yaşamını sürdürebilir. Proje tasarımı ve sistem seçimi aşamasında, sistemin daha uzun bir yaşam döngüsüne sahip olabileceği hesaba katılmalı ve peyzaj yenileme ve değişiklik olasılıklarına da dikkat edilmelidir (URL-7, 2019).

Şartname: Daha önce belirtildiği gibi, tüm yeşil cephe sistemleri birbirine benzememektedir. Ürün özellikleri, bir müşterinin / bina sahibinin tam olarak belirli bir uygulama veya ihtiyaç için tasarlanmış olan ürünü aldığını garanti etmek için yazıya dökülmelidir. Yeşil cephe sistemlerinde birçok varyasyon olduğu için, kabul edilebilir ikamelerin eşit olarak karşılaştırılması için şartnamelere sıkı sıkıya bağlı kalınmalıdır (URL-7, 2019).



Yüzeye monte edilen yeşil cephe, panel kenarlarına kesilmiş bitkiler, Playa Vista, CA



Doğrudan yere ekilen bu sarmaşıklar, geniş bir toprak hacmine ve dört katın örtüsü için doğru aralığa sahiptir



Yeşil cephe bitkileri yukarıda bir gölge gölgelik oluşturmak için yaya seviyesinde budanır, Valley Metro Light Rail, Tempe, AZ



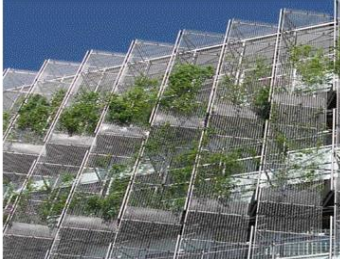
Duvar destekli, modüler üç boyutlu paneller, ayırma braketleri ile bitkileri duvardan uzak tutmak için erişim sağlar, Oakland, CA



Çok katlı park yapısına monte edilmiş sulama ve drenajlı dikim panelleri, Ridgeland, MS



Golden, CO'daki çok katlı bir binaya monte edilen sert, hafif, üç boyutlu paneller



Entegre bitki dikim kapları ve sulama ile çelik boru çerçeveye uyarlanmış modüler, üç boyutlu yeşil cephe sistemi, Vancouver, BC



Entegre yeşil cepheye sahip bu yağmur bahçesi, yağmur suyu yönetim stratejisi, Oakland, CA'nın kilit bileşenidir.



12 m yüksekliği ve 15 cm gövde çapına sahip yedi yaşındaki asma bitkisi, Fullerton, CA

Şekil 2.14 Yeşil cephe sistemlerine ilişkin görüntüler (URL-7, 2019)

2.5 Literatür Özeti

Yang vd. (2013), çalışmalarında, mimarinin çevre ile nasıl uyumlu hale getirileceğini ele almıştır. Mimar, inşaat mühendisi ve müşterinin bina inşaatının orijinal yeri ve kaynaklarını nasıl etkilediğini fark edebileceği bir çerçeve sunmuştur. Ayrıca, düşük enerjili tasarım, biyoklimatik tasarım, geri dönüşüm ve inşaat malzemelerinin atılması da dahil olmak üzere, insan yapımı yapıların doğal çevreye verdiği çok yaygın hasarı azaltmak için gerçek, pragmatik adımları açıklamıştır.

Wong vd. (2003) DOE-2 simülasyon programını kullanarak Singapur'daki bir ticari binanın çatı bahçesinin serinletme etkisini, yıllık enerji tüketimi ve çatı termal iletim değeri üzerindeki etkilerini belirlemiştir. Çalılar ve ağaçların ısı direnci (R-değerleri) saha ölçümlerinden elde edilen veriler ve çatı bahçesinin bina enerji tüketimi üzerindeki etkileri üzerinden tahmin edilmiştir. Bina çatısında farklı kalınlıklarda iki toprak tipi de uygulanmıştır. Sonuçlar, çatı bahçesi kurulmasının, yıllık enerji tüketiminde 0.6 ± 14.5 'lik bir tasarruf sağladığını ve çalılar bina enerji tüketimini sınırlamada daha etkin olduğunu göstermiştir. Ayrıca toprak kalınlığının artmasının bina enerji tüketimini daha da azaltacağını ve toprağın nem içeriğinin de sonucu önemli ölçüde etkileyebileceğini de ortaya çıkarmıştır.

Dunnett ve Kingsbury (2004), yeşil çatı ve canlı duvar bitkilendirmesi konusunda yaptıkları çalışmada yeşil çatı endüstrisinin çok hızlı geliştiğini ifade etmiştir. Çalışmada en son teknikler, malzemeleri ve bitkiler ortaya çıkarılmış ve bazı örnek çalışmalara yer verilmiştir. Çalışmada çatılarda ve duvarlarda bitkilendirmenin Avrupa'da başladığı, ancak günümüzde insanların çevre üzerindeki yararlı etkilerinin farkına varmaları ile dünya çapında çekici ve popüler hale geldiği belirtilmiştir. Yeşil çatılar ve duvarların kirliliği ve akıntıyı önlediği, binaların bakım gereksinimlerini azalttığı, biyolojik çeşitliliğe katkıda bulunduğu ve yaban hayatı için yiyecek ve yaşam alanları sunduğuna değinilmiştir. Tüm bunlara ek olarak, yeşil duvar ve çatıların görsel kaliteyi ve buna bağlı olarak yaşam kalitesini arttırdığına vurgu yapılmıştır. Ayrıca çalışmada yeşil bir çatı veya duvarı tasarlamak, uygulamak ve en yüksek profesyonel standartlarda tutmak için gereken pratik teknikler ifade edilmiş, tavanların bitki örtüsünün ağırlığını taşıyacak şekilde nasıl ayarlanabileceği, drenaj

katmanları ve çeşitli iklim koşulları ve ortamlar için uygun bitki listelerine yer verilmiştir.

Köhler (2008), çalışmasında bina cephelerinin zamanla onlara büyük zarar verebilen güneş ve asit yağmuru gibi kalıcı çevresel etkiler altında olduğunu ve bu etkilerden canlı duvar sistemleri ve yeşil çatı ile korunulabileceğini ifade etmiştir. Çalışma, Almanya üzerinde yoğunlaşan yeşil duvar ve cephe teknolojisindeki çalışma faaliyetlerini gözden geçirmeyi amaçlamıştır.

Carrasco-Urra ve Gianoli (2009), çalışmalarında tropikal yağmur ormanları için yaygın olarak bilinenin aksine, asma bitkisi yoğunluğunun güney ılıman yağmur ormanlarında ışık mevcudiyetinden bağımsız olduğuna dair kanıtlar ortaya koymuştur.

Wong vd. (2009)'nın çalışmaları, Hort Park'ta inşa edilen dikey yeşil sistemlerin (VGS) binaların yüzey ve ortam sıcaklıkları üzerinde termal etkileri değerlendirmek için sekiz farklı araştırmayı içermektedir. Çalışmada duvar yüzey sıcaklıklarının günlük değişiminin azaltılarak, bina cephelerinin ömrünün uzatılabileceği, ayrıca bakım masraflarının da azaltılabileceği ifade edilmiştir. Çalışmanın sonuçları dikey yeşil sistemlerin ortam sıcaklığı üzerindeki etkilerinin, dikey yeşil sistem çeşidine göre farklılık gösterebileceğini ortaya koymuştur.

Beatley (2011), Biyofilik Şehirler adlı çalışmasında yapılı çevrelerin insanların doğal dünyayla (biophilia hipotezi) bağlantı kurmasını sağlayacak şekilde tasarlanması gerektiğine vurgu yapmaktadır.

Despommier (2010), dünyanın gıda arzını güvence altına almak ve aynı zamanda bugün karşı karşıya olunan çevresel krizlerden birini zamanında çözmek için dikey tarla kavramını ortaya çıkarmıştır. Bina cephelerinde oluşturulacak dikey tarlalar sayesinde kent halkının ihtiyacı olan meyve ve sebzenin karşılanabileceği ve daha doğal kentlerin oluşturulabileceğini ifade etmiştir. Dikey tarlaların günde 24 saat-yılda 365 gün yiyecek yetiştirilmesine, iç ortamda toplanan suyun yeniden kullanılmasına, konut sakinlerinin gelir elde etmesine, pestisit, gübre veya herbisit kullanımının ortadan kaldırılmasına, fosil yakıtlara olan bağımlılığın büyük ölçüde

azaltılmasına, nakliye veya depolama nedeniyle ürün kaybının önlenmesine imkân sağlayacağı belirtilmiştir. Dikey tarlaların, tarım arazileri çok az olan veya hiç olmayan devletler tarafından inşa edilebilerek şu anda tarım yapamayan ülkeleri gıda üreticisine dönüştürmesinin en önemli özelliği olacağı vurgulanmıştır.

Kontoleon ve Eumorfopoulou (2010), Yunanistan'da gerçekleştirdikleri çalışmalarında bitki ile kaplanmış bina cephelerinin termal davranışları incelenmiştir. Araştırma, bina bölgesini simüle ederek bir termal ağ modeli uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Simülasyonda yakın zamanda gerçekleştirilen bir çalışmanın deneysel sonuçları kullanılmıştır. Model, dış duvar yüzeyindeki yaprağın kaplama alanını, bina kaplamasını oluşturan yüzeylerden ısı iletimlerini ve doğal havalandırmayı dikkate almak için birçok ısı akış yolunu dikkate alacak şekilde hazırlanmıştır.

Ottele vd. (2011), dikey yeşil sisteminin karbon tutma potansiyeli, yararları ile ilgili kapsamlı bir literatür taraması yapmıştır. Dikey yeşil sistemin, kentsel iklim koşullarının hafifletilmesinde, karbon tutma potansiyelinin arttırılmasında önemli faydalar ortaya koyduğu belirlenmiştir.

Perez vd. (2011), binalar için dikey yeşil sistemlerin bir sınıflandırmasını yapmışlardır. Bu sınıflandırmanın amacı, sistemler arasında tanımlamayı ve ayrımcılığı kolaylaştırmaktır. Ayrıca, yeşil cephelerin pasif enerji tasarrufu sistemleri olarak uygulanmasında etkili faktörler ortaya konulmuştur: bitki örtüsü tarafından oluşturulan gölge, bina cephe kaplaması ve bitki ile sağlanan yalıtım; Evapotranspirasyon (terleme ve buharlaşma) ile yapılan evaporatif soğutma ve rüzgâra karşı bariyer etkisi. Son olarak, çalışmada, Kurak Akdeniz ikliminde çift yüzeyli yeşil cephenin veya yeşil perdenin sıcaklık ve nem üzerine etkileri incelenmiştir. Binanın duvarı ve yeşil perde arasında bir mikro iklimin oluştuğu ve buna bağlı olarak daha düşük sıcaklık ve daha yüksek bağıl nem tespit edildiği ifade edilmiştir. Çalışma sonuçları yeşil perdenin rüzgâr bariyeri olarak çalıştığını ve bitkinin oluşturduğu evapotranspirasyon etkisini sağladığını göstermiştir.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada, Zliten kenti Belediye Binasının dış cephesinde hem görsel iyileştirme sağlamak hem de binanın ısıtma ve soğutması için harcanan enerji miktarının azaltılması amacıyla yeşil cephe sistemi tasarımı yapılması hedeflenmiştir.

Çalışmanın aşamaları:

- Alanın ve çevrenin incelenmesi
- Tasarım için yapı modelinin seçilmesi
- Tasarım yapılacak cephe seçimi
- Yeşil cephe sisteminin seçilmesi
- Bitki seçimi
- Sulama sisteminin seçilmesi
- Tasarım programları yardımıyla (AutoCAD, Google Sketch Up ve Photoshop) çizimlerin gerçekleştirilmesi

şeklindedir.

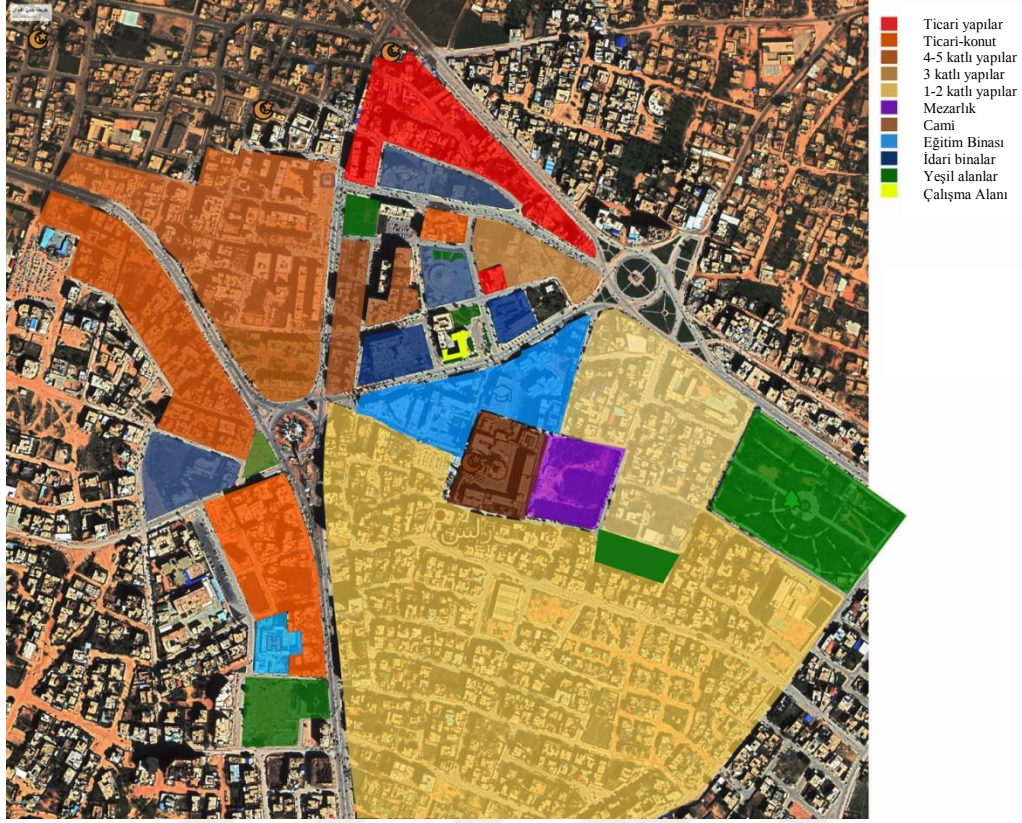
3.1 Çalışma Alanı Özellikleri

Zliten Kenti, başkent Trablus'un yaklaşık 150 km doğusunda, Libya'nın batı kıyısında yer almaktadır. Zliten batıda Al-Khums, doğuda Misurata, güneyde Bani Walid ve kuzeyde Akdeniz ile sınırlanmıştır. Belediye binası, Şekil 3.1'de gösterildiği gibi, şehir merkezinde, güney cephesinden belediye caddesi adı verilen ana caddeye bakmaktadır. Bina 32°28'08" kuzey, 14°34'02" doğu koordinatlarında yer almaktadır (Mlitan vd., 2013).



Şekil 3.1 Çalışma alanının lokasyon haritası

Doğu ve kuzey cephelerin baktığı tali yollar ise şehrin önemli yapıları ile çevrilidir. Güneyde Asmara Üniversitesi ve Al -Asmaria Eğitim Merkezi, kuzeyde sergi alanları ve konut bölgesi, doğuda ise Emniyet Binası yer almaktadır. Batı tarafta ise birçok park ile bitişik idari yapılar ve ticaret-konut alanları bulunmaktadır. Belediye binasından 400 m uzaklıktaki kent parkına ve 450 m uzaklıktaki Tahrir Bahçesi'ne ulaşmak mümkündür.



Şekil 3.2 Çalışma alanı çevresi alan kullanımları

Zliten Belediye Binası, kentin kendine özgü idari binalarından biridir. 1987 yılında Libya'daki 17 belediye binası aynı mimari proje temel alınarak inşa edilmiştir. Zliten Belediye Binası da bunlardan birisidir. Şekil 3.2' de görüldüğü gibi bina iki katlı bir ofis binası ve büyük bir konferans salonundan oluşmaktadır. Binanın iç ve dış görüntüsünde modern çizgiler hakimken giriş ve pencere formlarında Osmanlı stilinin izleri görülmektedir. Bina cephesinde grafit yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Ayrıca bina cephesinde özellikle giriş kısmındaki sütunlarda doğal plak taş kaplamalar ve zeminde mermer kullanılmıştır. Yapısal anlamda betonarme olarak inşa edilmiş bina duvarlarında beton tuğla kullanılmıştır. Bina, 9.000 m²'lik alan içerisinde 2.500 m² taban alanına sahiptir. 40 araçlık otopark alanına sahip olan binanın güney ve doğu cephelerinde 2300 m²'lik yeşil alan bulunmaktadır. Yeşil alanın 1300 m²'sinde çim alan ve Phoenix dactylifera L. (Palmiye) ağaçları yer almaktadır.



Güney cephesi



Doğu cephesi



Bina Girişi

Şekil 3.3 Zliten Belediye binası

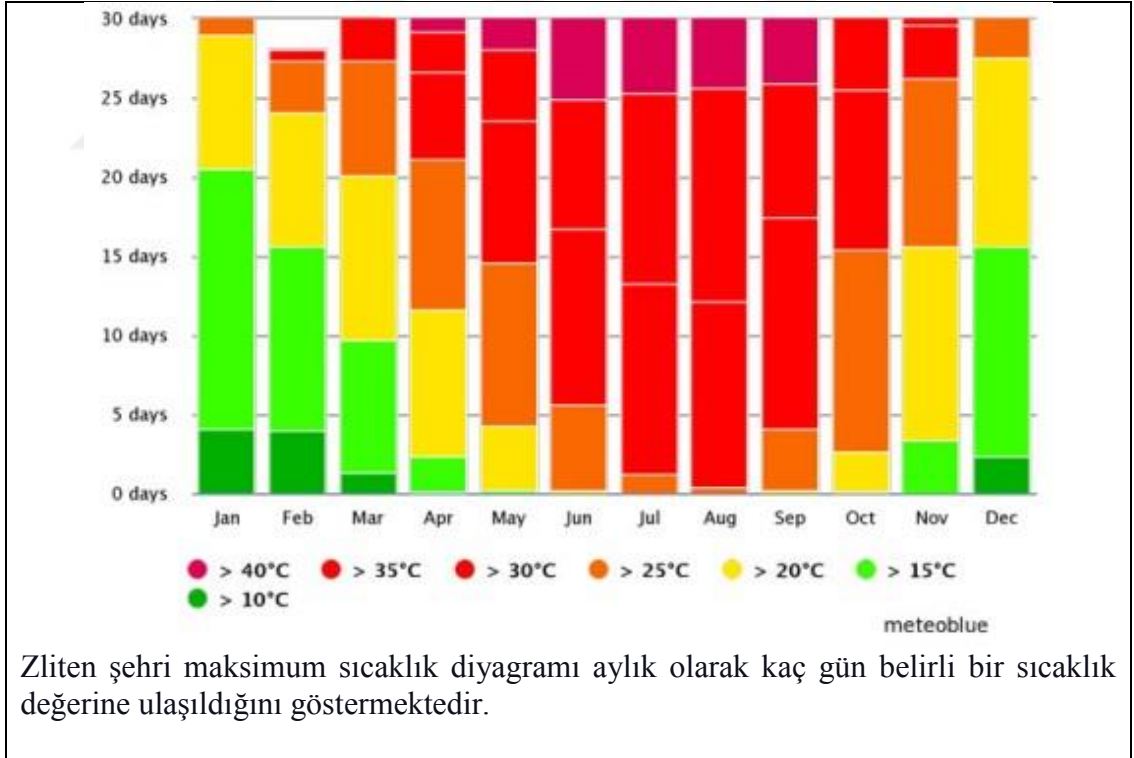
Zliten şehri ılıman bir Akdeniz iklimine sahiptir. Şehir ve çevresi oldukça sıcaktır ve fazla yağış almaz. Şehirde ortalama sıcaklık yaklaşık 20.6 derece, yıllık ortalama yağış miktarı ise 233 mm'dir. Temmuz ayı en kurak aydır ve Aralık, ortalama 52 mm yağış ile en yağışlı aylardan biridir. 27.9 santigrat derece sıcaklık ortalaması ile Ağustos yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayı ise ortalama sıcaklığın 12.6 santigrat derece olduğu en soğuk aydır. Şekil 3.3' de çalışma alanı güneşlenme durumu ve rüzgâr durumu verilmiştir.



Şekil 3.4 Binanın konumuna göre güneşin hareketi ve rüzgârın yönü

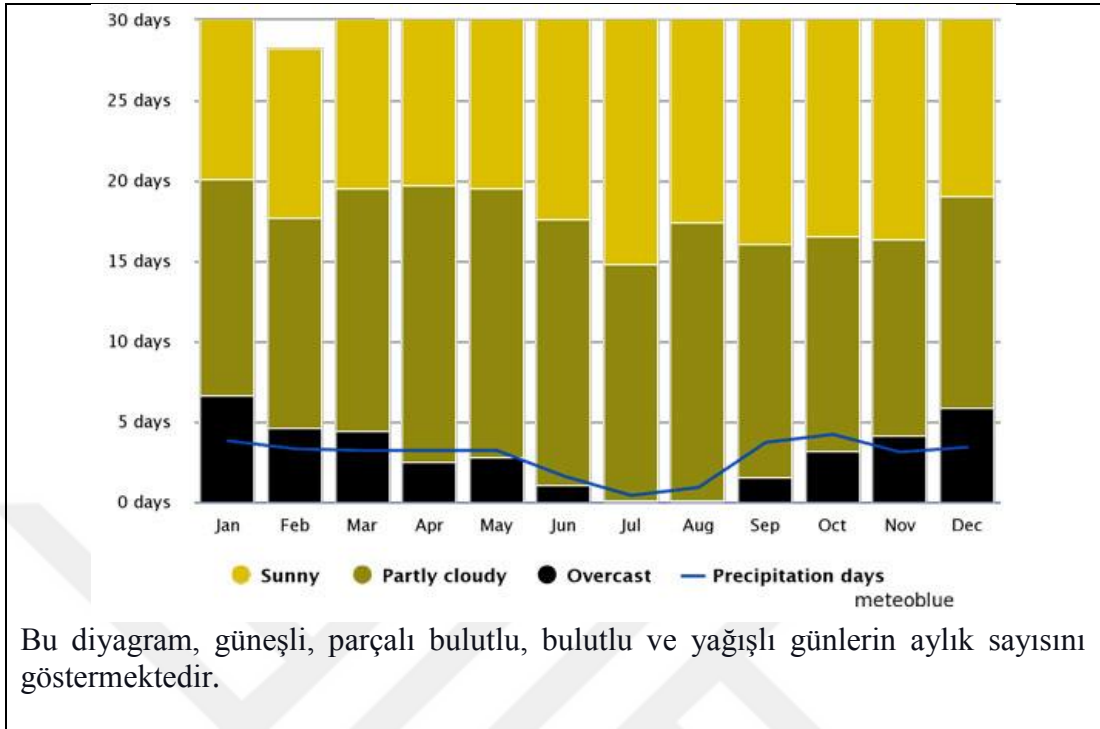
Zliten şehrinin iklim verileri Tablo 3.1’de verilmiştir (URL-8, 2019).

Tablo 3.1 Zliten şehri iklim verileri

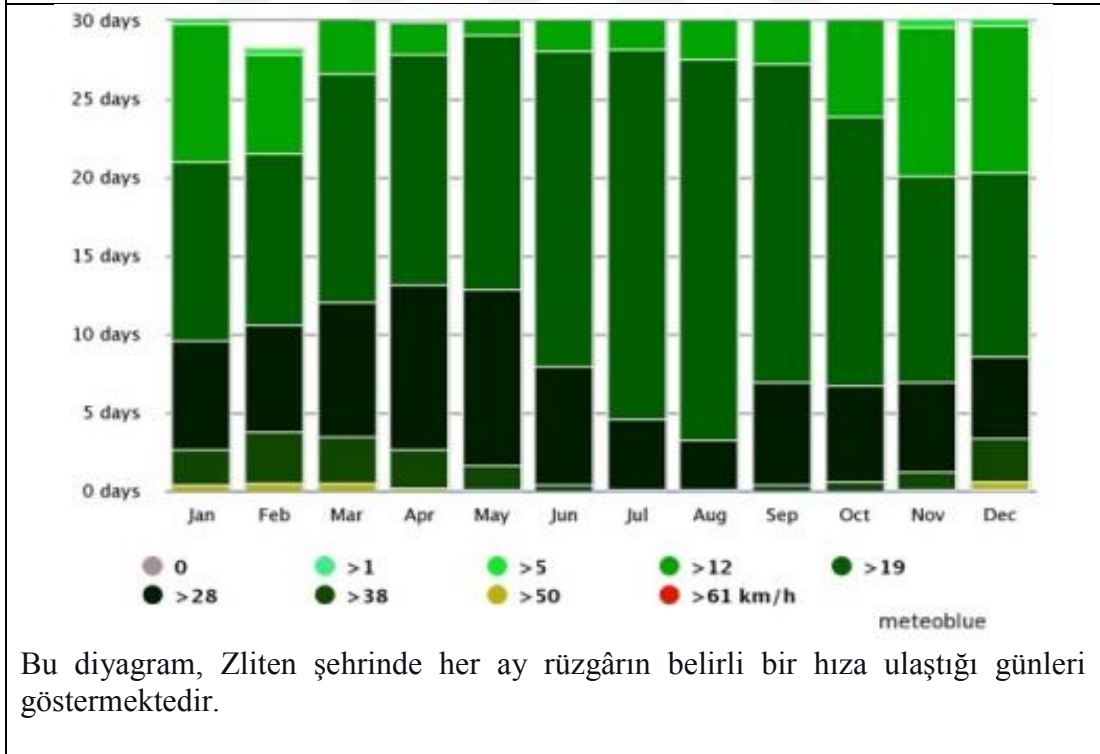


Zliten şehri maksimum sıcaklık diyagramı aylık olarak kaç gün belirli bir sıcaklık değerine ulaşıldığını göstermektedir.

Tablo 3.1 Devamı...

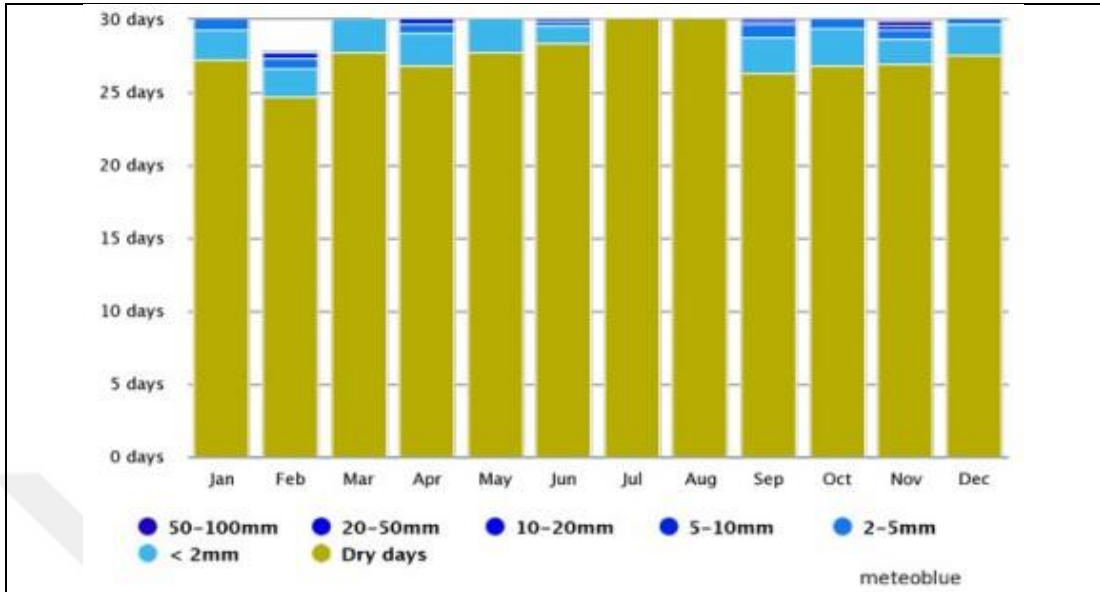


Bu diyagram, güneşli, parçalı bulutlu, bulutlu ve yağışlı günlerin aylık sayısını göstermektedir.

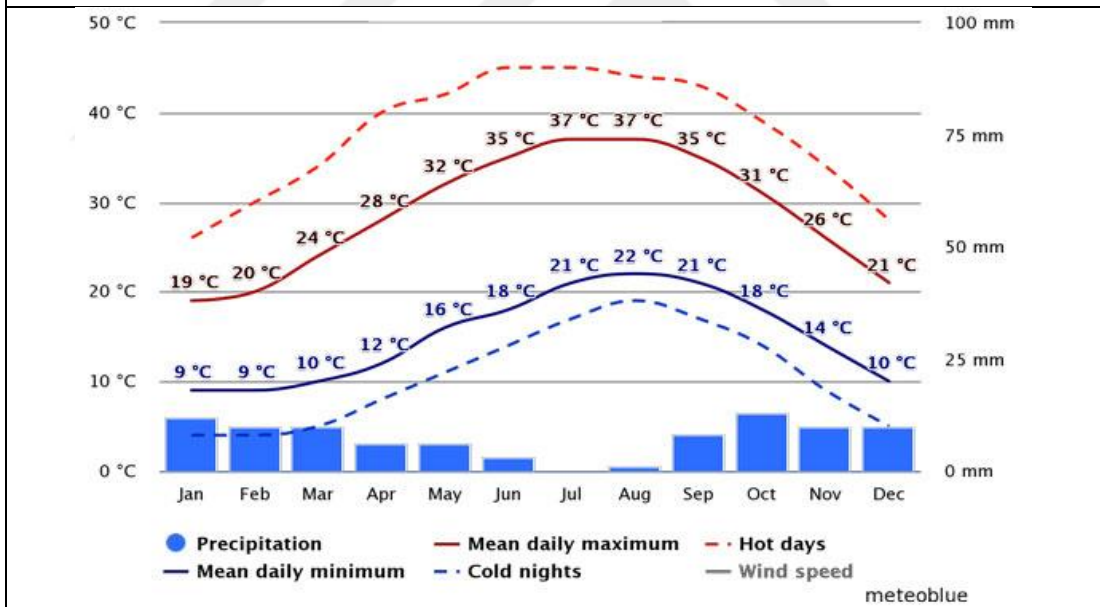


Bu diyagram, Zliten şehrinde her ay rüzgârın belirli bir hıza ulaştığı günleri göstermektedir.

Tablo 3.1 Devamı...

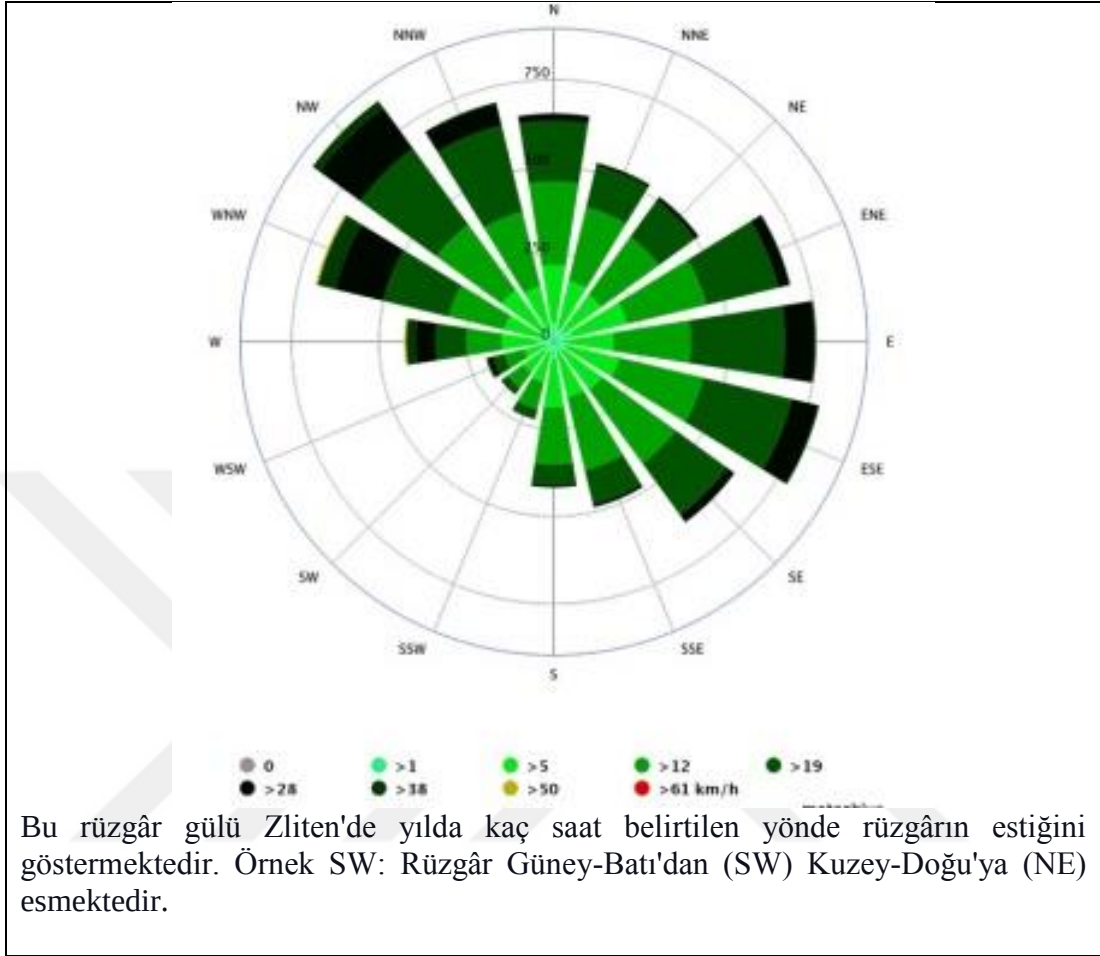


Bu yağış diyagramı, ayda kaç gün Zliten'de belirli yağış miktarlarına ulaşıldığını göstermektedir.



"Ortalama günlük maksimum" (koyu kırmızı çizgi) her ay için Zliten şehrinde ortalama bir günün maksimum sıcaklığını göstermektedir. Benzer şekilde, "ortalama günlük minimum" (koyu mavi çizgi) ortalama minimum sıcaklığı göstermektedir.

Tablo 3.1 Devamı...



Bu rüzgâr gülü Zliten'de yılda kaç saat belirtilen yönde rüzgârın estiğini göstermektedir. Örnek SW: Rüzgâr Güney-Batı'dan (SW) Kuzey-Doğu'ya (NE) esmektedir.

Bölgede kumlu toprak yapısı hakimdir. Toprak sıg, organik madde içeriği ve sus tutma kapasitesi bakımından düşüktür (Zurgani vd., 2019)

3.2 Tasarım Tabanlı Model

3.2.1 Tasarımda Kullanılan Yeşil Cephe Modeli

Binanın yapısal ve mimari detaylarına uyacak şekilde modüler kafes panel sistemi tercih edilmiştir. Bu modüler sistem, yeşil cepheyi bina yüzeyinden uzak tutmak için tasarlanmış hafif ve pürüzlü 3 boyutlu panelden oluşmaktadır. Kullanılan panel sayesinde, kullanılan bitki materyalinin binaların cephesine doğrudan uygulanmamakta dolayısıyla bina cephesi bitkisel materyalden ve bitkisel materyalin oluşturduğu ortamdan olumsuz şekilde etkilenmemektedir. Paneller genellikle

galvanizli ve kaynaklı toz boyalı elik telden yapılmakta ve bu paneller üzerlerinde bulunan birçok destek noktası ile tırmanıcı bitkiler için tutunmaya uygun bir ortam yaratılmaktadır. Ayrıca bina cephesi ile bitki arasında oluşan boşluk cephe ve bitki arasında hava sirkülasyonuna izin verdiği için cephenin daha kuru ve daha serin kalması sağlanmaktadır.

Tasarımda dikkat edilen kriterler açısından önerilen cephe tasarımının değerlendirmesi yapılmıştır. Ölçek açısından uygulama yüzeyinin leği dikkate alınmıştır. Binanın iki katlı olması nedeniyle panel sisteminin uygulanmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Karma bir sistemin oluşturulması binanın yüzey leği açısından gerekli görülmemiştir. Bina cephesinin tamamının bitki ile kaplanması tasarlandığından panel sistemi yardımı ile bitkinin yatay ve dikey büyümesi sağlanabilecektir.

Konsept açısından sistem tasarımı değerlendirildiğinde öncelikli olarak binanın kullanım amacı ve mimari tarzı dikkate alınmıştır. Binanın kamu binası olması tasarımda sadeliğin ön planda tutulması gereğini ortaya çıkarmıştır. Sadelik konsepti ile yola çıkılmış ve bunun sağlanması için de cephe de tek tip bitki kullanılması öngörülmüştür.

Mimari hususlar bakımından bina dış cephesinde kaplama malzemesi kullanılmadığı için panel bağlantılarında özellikli bir bağlantı elemanının kullanılması gerekli görülmemiştir.

Mühendislik gereksinimleri açısından yapılan yeşil cephe sistemi değerlendirildiğinde; binanın 2 katlı olması panel sisteminin kolay uygulanmasını sağlarken, binanın rüzgâr gibi evre koşullarından etkilenme oranının az olması da sistem için avantajlı bir durumdur. Binanın güney ve doğu cephesinin aldığı rüzgâr hızları değerlendirildiğinde, tercih edilen panel sistemi üzerinde ek bir yük oluşturmayacağı görülmüştür. Ayrıca binanın bulunduğu alanda kar yağışının fazla olmamasına ve buna bağlı olarak da kar yükünün olmaması yine panel sistemi için avantajlı bir durumdur.

Bina çevresinde uygun dikim alanı bulunduğu ve binanın tüm cephesinin bitki ile kaplanması öngörüldüğünden bina çevresindeki toprak zemin dikim alanı olarak tercih edilmiştir. Bu sayede bitki kök sisteminin gelişmesi için daha geniş bir alana sahip olabilecektir. Ayrıca bina çevresindeki toprak zemine daha kolay sulama ve besin takviyesi yapılabilecektir. Bu sayede kurulan sistemin bakım maliyeti de daha düşük tutulabilir.

Cepheyi kaplamak için kullanılacak bitki türünün seçiminde dikkate alınması gereken faktörler Tablo 3.2’de ifade edilmiştir.

Tablo 3.2 Uygulama için bitki seçim kriterleri (Mohamed, 2012)

Standartlar	Olasılık Kriterleri	Seçim Kriterleri	Yorumlar
Büyüme Hızı	Yavaş, Orta, Hızlı	Hızlı, Şiddetli	Hızlı büyüme daha hızlı verimlilik sağlar.
Yaprak Boyutu	Küçük, Büyük	Büyük	Yaprağın boyutunun büyük olması daha fazla gölgeleme verimliliği sağlar.
Mümkün olan en fazla yükseklik	Yüksek irtifa, Alçak irtifa	Yüksek irtifa	Bitkinin ulaşabileceği yükseklik ne kadar fazla olursa kaplayabileceği alan da o kadar büyük olur.
Bakım	Düşük, Yüksek	Düşük	Düşük bina maliyetleri müşterileri tasarım fikrine ikna etmede kolaylaştırıcı rol oynar.
Güneş alma durumu	Güneşe tam maruz kalma, kısmi gölgeleme, tam gölgeleme	Güneşe tam maruz kalma	Güneş enerjisi bitki üzerinde olumlu etki yaratır.
İklim	Kurak, Kıyusal, Yağışlı, Rüzgârlı, Ilıman vb.	Sıcak iklim koşullarına uyumlu	Bitki sıcak hava değişimlerine uyum sağlayabilmelidir.

Ayrıca Akdeniz iklim özelliklerine sahip bazı ülkelerde yapılan yeşil cephe uygulamalarında kullanılan bitkilere ilişkin bilgiler Tablo 3.3 ’de verilmiştir.

Tablo 3.3 Akdeniz iklimine uygun bitkiler (Doğan ve Topraklı, 2019)

Ülke	Bitki	Cephe	Termal bulgu
İspanya	Parthenocissus tricuspidata	Güney, doğu ve batı	Cephe sıcaklığında 16,4 °C düşüş tespit edilmiştir
İspanya	Wisteria sinensis	Güneybatı, güneydoğu, kuzeybatı	Cephe sıcaklığında 5,5 °C düşüş tespit edilmiştir
Yunanistan	Parthenocissus tricuspidata	Doğu	Cephe sıcaklığında 1,5 °C düşüş tespit edilmiştir

Libya'daki iklim özellikleri dikkate alındığında ve cephede her mevsim bitkinin etkisinin oluşması için yaprak dökmeyen, hızlı büyüyen, periyodik olarak önemli bir bakıma ihtiyaç duymayacak, iklim değişikliğine hızlı bir şekilde uyum sağlayacak geniş yapraklı bitki kullanılması tercih edilmelidir. Ayrıca cephede oluşan sıcaklık artışının engellenmesi ve buna bağlı olarak da bina içi soğutma enerji miktarının azaltılması için yüzeyi kaplayan geniş yapraklı bitki tercih edilmelidir. Konsept olarak sadelik tercih edildiği için bitki seçiminde tek tür tercih edilmelidir.

Yukarıda sayılan kriterlere en uygun bitkinin Hedera helix olduğuna karar verilmiştir. Hedera helix (duvar sarmaşığı), koyu renkli ve belirgin damarlı yaprakları ile karakterize herdem yeşil bir bitkidir. Tırmanıcı sarmaşık, öncelikle duvarların ve zeminlerin kaplanmasında yüksek verimlilik sağlayan yaprak özellikleri için kullanılır (Holm, 1989). Esnekliği ve hızlı büyüme oranı ile yeşil cephe sistemleri için bir tırmanıcı bitki olarak kabul edilmektedir. Yılda 60 cm' e kadar uzar, 15-20 yıl yaşayabilir. Formlu yetiştirme boyu 15 metredir. 5 °C'ye kadar dayanabilir. Kullanım amacına bağlı olarak 1-2 m aralıklarla dikim yapılabilir. Canlı duvar sistemlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Tay ve Furukawa, 2008) (Tablo 3.3).

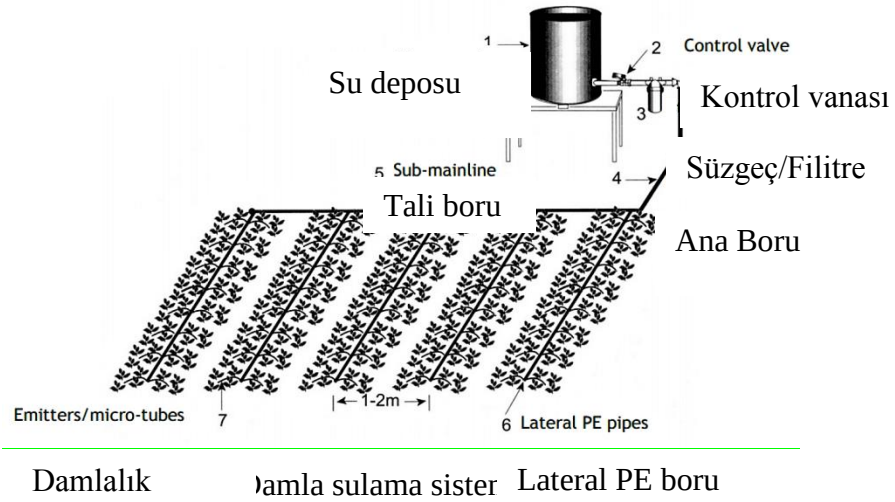
Tablo 3.4 Hedera helix' in ayırt edici özellikleri (Yeh, 2012)

Özellikler	Difüzyon ile büyüme - hızlı büyüme oranı - ilkbaharda budanma
	Yoğun güneş alan alanlar, yarı gölgeli alanlar ve gölgeli alanlar için ve nemli ve orta derecede nemli topraklar için

	uygun olma
	Yaprak dökmeyen, tırmanıcı, toprakla kaplı kapların içinde yetiştirilebilir, doğrudan toprağa dikilebilir ve tüm alanı kaplayabilir olma

Bir çizgi halinde dikimi yapılmış bitkiler için kullanılan damla sulama sistemi, kurulum, kontrol, bakım ve temizlik kolaylığı ve eklenecek su ve gübrelerin hızını kontrol etme özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. Sulama için harcanan suyun en az kayıpla kullanılmasına imkân veren bu sistem, yaprakların ıslanmaması nedeniyle mantar hastalıkları görülme sıklığını da azaltmaktadır. Sulama sistemi seçiminde bitkinin direk toprak zemine dikim yapılacağı hususu dikkate alınmıştır. Sıra halinde dikim yapılması planlanan Hedera helix bitkisinin sulanması için direk toprak zemine yerleştirilecek damla sulama sistemin kurulması tasarlanmıştır. Ayrıca sulama yapılacak toprak özelliğinin de su tutma kapasitesi düşük olduğundan damla sulama sistemi tercih edilmiştir. Bu sayede uygulamanın yapılacağı iklim koşulları için de en uygun sulama yapılmış olacak, su tasarrufu da sağlanabilecektir. Ayrıca bu sistemin kullanımının kolay olması, çok fazla teknik açıdan uzmanlığa ihtiyaç duyulmaması tercih sebepleridir. Sistemin ana bileşenleri aşağıda verilmiştir:

- Ana Kontrol Ünitesi
- Su Taşıma Sistemi
- Su Dağıtım Sistemi
- Bağlantı Elemanları ve Aksesuarlar



Şekil 3.6 Damla sulama sisteminin bileşenleri

Toprağın organik madde açısından zengin olmaması nedeniyle ayrıca besin maddesi takviyesi yapılması da gerekli görülmektedir. Damla sulama sistemi aracılığı ile besin maddelerinin bitkiye verilmesi sağlanacaktır.

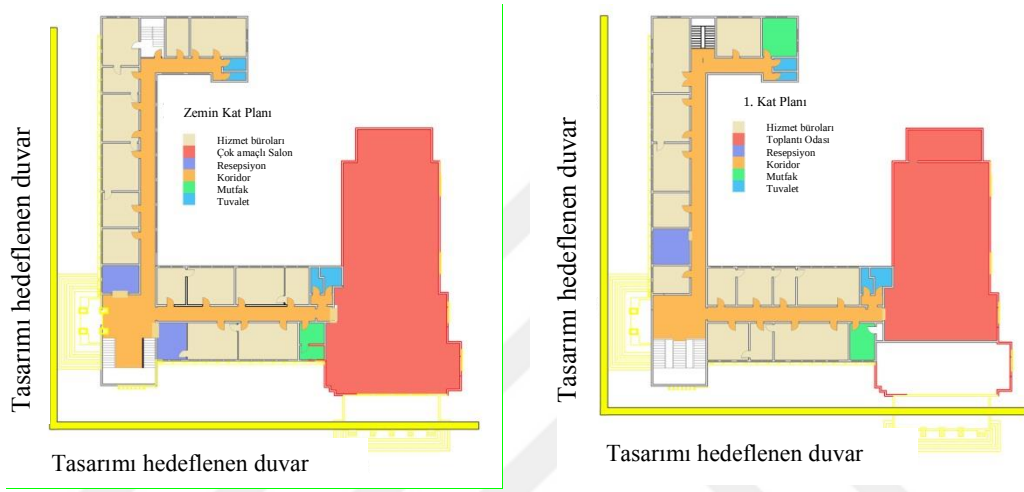
3.2.2 Tasarımı Yapılan Yeşil Cephe Sistemlerinin Çizimi

Çizimlerin dijital ortamda yapılabilmesi için iki ve üç boyutlu grafiklerin oluşturulmasına yarayan çizim programları kullanılmıştır. İki boyutlu çizimler AutoCAD programı yardımıyla, 3 boyutlu çizimler ise Google SketchUp programı ile gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan 3 boyutlu çizimlerin iyileştirilmesi için ise Adobe Photoshop programı tercih edilmiştir.

3.3 Materyal

3.3.1 AutoCAD ile Binanın Mimari Çizimi

2019 yılı mart ayında binanın iç ve dış mimari detaylarının alınması amacıyla binaya saha ziyaretleri düzenlenmiştir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda AutoCAD ile binanın mimari detayları çizilmiştir. Bina Şekil 3.4'te gösterildiği gibi iki kattan oluşmaktadır.



Zliten Belediyesi binasının zemin kat planının detayları. Kaynak: Araştırmacının saha çalışması 3/2 0 1 9

Zliten Belediyesi binasının birinci kat planının detayları. Kaynak: Araştırmacının saha çalışması 3/2 0 1 9

Şekil 3.7 Zliten Belediye binasının mimari detayları

Binanın cephe çizimleri Şekil 3.9 ve 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.8 Zliten Belediye binası güney cephesi



Şekil 3.9 Zliten Belediye binası doğu cephesi

3.3.2 Google SketchUp Programı ile Binanın 3 Boyutlu Çizimi

Daha önce yapılan saha çalışmaları sonucunda, binanın üç boyutlu çizimleri Google SketchUp Simülasyon Programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.11;3.13).



Şekil 3.10 Zliten Belediye binasının 3 boyutlu çizimi (Araştırmacının Saha Çalışması 3/2019)



Şekil 3.11 Zliten Belediye binası güney cephesi



Şekil 3.12 Zliten Belediye Binası güney cephesi giriş kapısı



Şekil 3.13 Zliten Belediye binası doğu cephesi

3.3.3 Google SketchUp Programı ile Bitki ve Dikim Alanının Çizimi

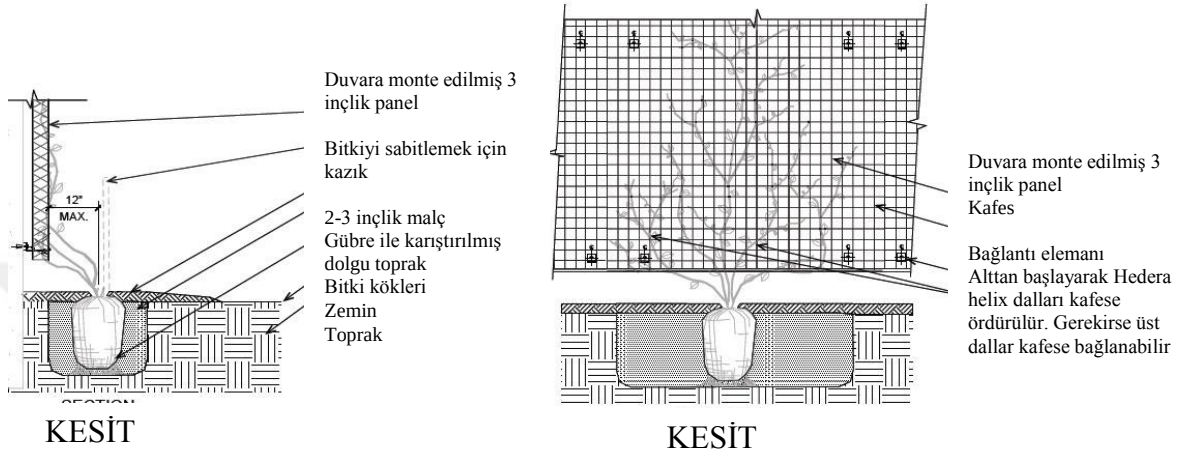
Google SketchUp programı kullanılarak gerçeğe benzer şekilde ve bina uygulamasına rehberlik edecek şekilde tasarımı simule etmek için bir Hedera helix bitki modeli ve dikim alanı tasarlanmıştır.



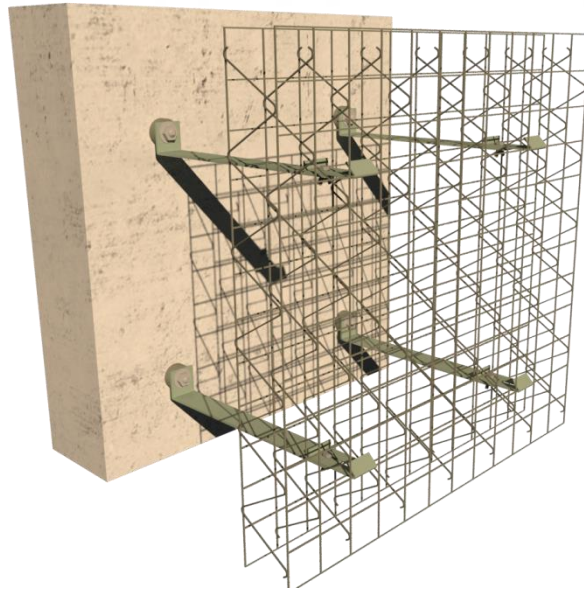
Şekil 3.14 Hedera helix-Google SketchUp

3.3.4 Modüler Kafes Panel Sisteminin 2 ve 3 Boyutlu Çizimleri

Yeşil cephe sisteminin uygulanması için gerekli olan tüm detayları içeren modüler kafes panel sisteminin çizimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7, 3.8).



Şekil 3.15 Panel sistemine ait detay çizimleri



Şekil 3.16 Panelin duvar bağlantısına ilişkin 3 boyutlu görüntüsü

4. BULGULAR

Bu çalışmada, stratejik bir konumu ve manzarası olan Zliten Belediye binası dış cephesi için hem görsel iyileştirme hem de enerji tasarrufu sağlanması amacıyla yeşil cephe tasarımı yapılmıştır. Libya’da aynı mimari proje ile yapılan diğer belediye binaları için de yapılan tasarımın örnek oluşturması hedeflenmiştir.

Belediye binasında 27 idari ofis ve toplantılar için kullanılan iki büyük salonun yanı sıra günlük 109 çalışanı, 38 klima cihazı bulunduğu ve yıllık ortalama 75.000 kilowatt enerji harcadığı yapılan incelemeler sonucu belirlenmiştir. Belediyeden alınan resmi onay ve davet yazısı (Ek-1) ve saha çalışması boyunca araştırmacıya yönelik olumlu tutum, çalışmanın resmi kurum tarafından da önemsendiğinin bir göstergesi olmuştur.

Yeşil cephe tasarımı özellikle binanın güney ve doğu cephelerinde gerçekleştirilmiştir. Zliten kenti iklim özellikleri incelendiğinde özellikle yaz aylarında hava sıcaklığının yüksek olduğu ve buna bağlı olarak da bina içerisinde soğutma amaçlı klima kullanıldığı belirlenmiştir. Bina cephesinin güneş ışınlarından dolayı ısınmasının ve dolayısıyla bina içerisinde kullanılan klima süresinin azaltılması için binanın en fazla güneşe maruz kalan cepheleri olan güney ve doğu cepheleri tasarım için tercih edilmiştir. Ayrıca seçilen sistem sayesinde bitki ve duvar arasında oluşturulacak boşluk bina cephesinin havalandırmasını sağlayacağından, cephe ısısında daha fazla azalma gözleneceği öngörülmüştür.

Enerji tasarrufunu en üst düzeye çıkarmak için iki cephenin tamamının Hedera helix bitkisi ile kaplanması tasarlanmıştır. Bu sebeple bitki dikim aralığı 1 m olarak belirlenmiştir. Hedera helix bitkisinin olgun uzunluğu 15 m’ye çıkmaktadır. 2 katlı belediye binası cephesinin ek bir sistem ihtiyacı olmadan modüler panel sistemi yardımı ile zeminden yapılacak dikimle örtüleceği düşünülmektedir.

Binanın güney ve doğu cephesinde yoğun taşıt kullanımına sahip taşıt yollarında trafik gürültüsünün olması ve bu durumun çalışma ofislerinde yarattığı olumsuz etki nedeniyle binanın güney ve doğu cephesinde bitki kullanılarak ses izolasyonu

sağlanması hedeflenmiştir. Bu amaçla da özellikle cepheyi yaz ve kış geniş yaprak yüzeyi ile kaplayacak Hedera helix bitkisi tercih edilmiştir. Ayrıca bitkinin binanın bulunduğu iklim koşullarında da yetişebiliyor olması ve bakım ihtiyacının da az olması nedeniyle özellikle tercih edilmiştir.

Ayrıca yapılan alan incelemesi sırasında binanın güney ve doğu cephelerinden geçen ve yoğun kullanıma sahip taşıt yollarından kaynaklı egzoz dumanının bina çevresinde kirli hava oluşmasına sebep olduğu görülmüştür. Binanın bu cephelerinde yapılacak bitkilendirme çalışmasının egzoz dumanının tutulmasını sağlayacağı ve bu sayede hava kalitesinin iyileştirilmesine de katkı sağlayacağı öngörülmüştür.

Zliten Belediye binası için tercih edilen modüler kafes panel sistemi ve Hedera helix bitkisi ile gerçekleştirilen yeşil cephe tasarımına ilişkin çizimler Şekil 4.1;4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Zliten Belediye binası güney cephe tasarımı



Şekil 4.2 Zliten Belediye binası güney cephe tasarımı



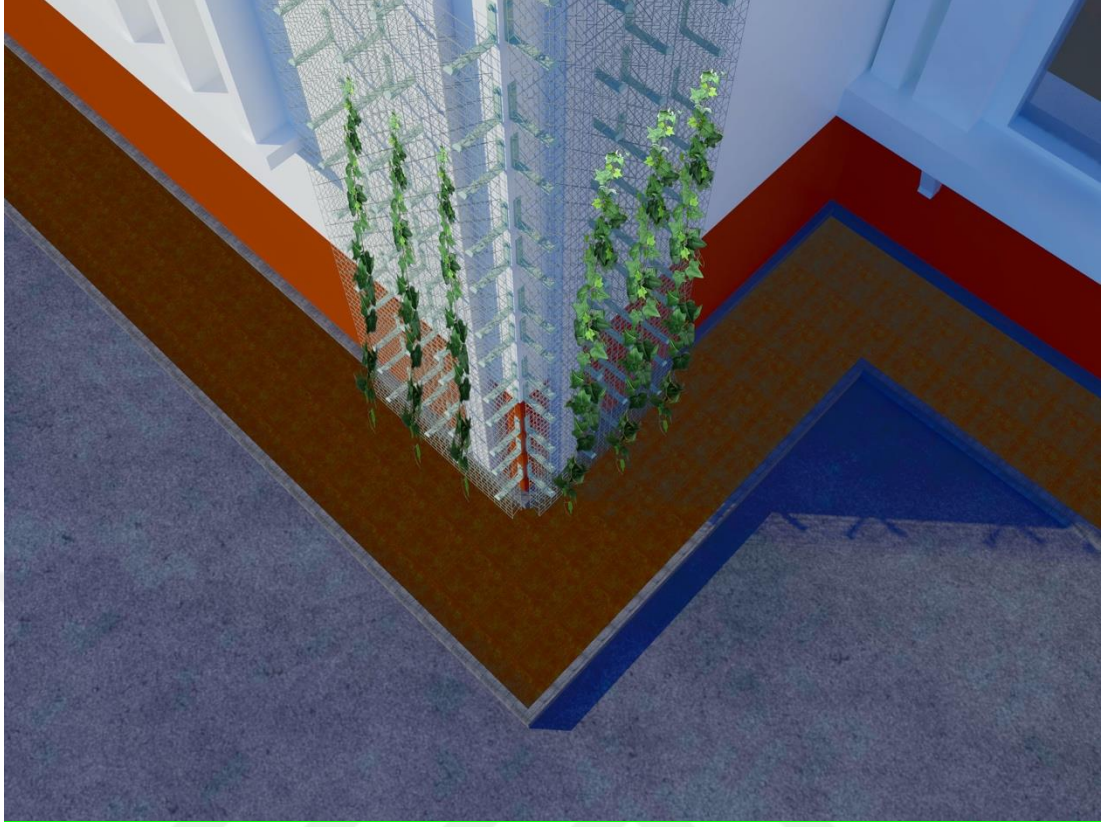
Şekil 4.3 Zliten Belediye binası güney cephe tasarımı



Şekil 4.4 Zliten Belediye binası doğu cephe tasarımı



Şekil 4.5 Zliten Belediye binası doğu cephe tasarımı



Şekil 4.6 Modüler panel sistemi detay görüntüsü

Bina cephesinde kullanılan kaplama malzemesinin kullanılan bitkisel materyalden zarar görmemesi amacıyla modüler panel sistemi tercih edilmiştir. Binanın iki katlı olması nedeniyle rüzgâr vb. dış faktörlerden bina cephesinin ve buna bağlı olarak oluşturulacak cephe sisteminin olumsuz şekilde etkilenmeyeceği öngörülmüştür. Ayrıca iklim verileri incelendiğinde seçilen cephelerin yüksek rüzgâr hızına maruz kalmadığı görülmüştür.

Tercih edilen modüler panel sistemi için en uygun sulama sistemi damla sulama sistemidir. Ayrıca binanın bulunduğu bölgenin özellikle yaz aylarında hava sıcaklığının yüksek seyretmesi nedeniyle damla sulama sisteminin bitkilerin ihtiyacı olan su miktarının karşılanmasında daha etkili olacağı görülmüştür. Bina çevresinde kumlu toprak bulunması nedeniyle de damla sulama sisteminin tercih edilmesi ile toprağın su tutma kapasitesinin düşüklüğü tolere edebilecektir. Sistemin dışardan en az iş gücüne ihtiyaç duyması hedefiyle de bu sulama sisteminin tercih edilmesi önerilmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda yeşil cepheler kavramsal olarak estetik bir tasarım, sanatsal bir ifade veya ekonomik gücün bir göstergesi olmaktan çıkarak binaları ve binaların çevreyle olan ilişkilerini (enerji, akustik, yüzey koruma, biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi, vb.) geliştirmeye yönelik özel işlevleri tanımlayan bir anlam kazanmıştır. Cephe bitkilendirmesinin kentsel hava kalitesine olumlu yönde büyük katkıları da olabilir, ancak bu durum henüz ölçülebilir değildir. Görsel konfor yaratmaya ve kentsel ısı adası etkisini azaltmaya ek olarak, yeşil cepheler, bir cephe duvarının sıcaklığını düşürebilir ve böylelikle iç mekân hava sıcaklığının azaltılması için harcanacak enerji yükünde de azalmaya yol açabilir.

Özetle, yeşil cephelere sahip binalar, yapısal ve çevresel sürdürülebilirlik açısından ilerleme kaydetmekte ve ayrıca bina sahipleri ve kullanıcılarına birçok fayda sağlamaktadırlar. Düşük inşaat maliyetleri, düşük işletme maliyetleri, sunulan konfor ve daha sağlıklı bir iç ortam, daha düşük bakım maliyetleri ve daha uzun ömür yeşil bir binanın ayırt edici özellikleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yeşil cephenin önemli bir özelliği, mevcut çevresel dengenin korunmasına ve geçmişte zarar görmüş olabilecek ortamların iyileştirilmesine önem vermesidir. Yeşil binalar genellikle çevreye duyarlı alanlarda, bitkisel yaşamı iyileştirmek için önlemler alınarak ve yeşil cephelerin verimliliğini artıran iklim koşullarına uygun bitki türleri seçilerek inşa edilirler. Yeşil alanların azalması ve kentsel ısı adasının (UHI-urban heat island) etkisinin artması son zamanlarda önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle mimarlar yeşil alan azalışını dengelemek ve kentsel ısı adası etkisini azaltmak için yeşil cephe teknolojisini kullanmaktadır. Yeşil cepheler yaşayan mimarının önemli bileşenleridir ve önümüzdeki yıllarda şehirlerimizde giderek daha önemli tamamlayıcı unsurlar haline gelecektir. Yeşil cepheler ayrıca en düşük maliyetle ekolojik dengenin eski haline gelmesini sağlayabilirler. Tam güneş ışığını olabildiğince alabilmek için yeşil cephelerin yönü buna imkân verecek şekilde ayarlanmalıdır. Ayrıca, bitkiler sürekli olarak dikey yönde büyüyecekleri için düzenli olarak budanma ve yeterince sulanma gibi bakımlara sıklıkla ihtiyaç duyacaklardır.

Tüm bu yönleri yapılan çalışma göz önüne alındığında, özellikle bu yeşil cephe sisteminin Zliten Belediye binasına uygulanması durumunda, gelecek yıllarda yeşil cephe sistemlerinin Libya'daki sürdürülebilir mimarinin önemli bir bileşeni olacağı ve öncelikle de benzer mimari proje ile inşa edilmiş diğer 17 belediye binasında da rahatlıkla uygulanabileceği düşünülmektedir.

Gerçekleştirilen yeşil cephe tasarımının uygulanması durumunda binanın doğu cephesinde 600, güney cephesinde 680 m² lik alanda bitkilendirme yapılmış olacaktır. Bu sayede binayı kullanan kişiler ve kent halkı için kişi başına düzen yeşil alan miktarının artması sağlanacaktır.

Yeşil cepheler ultraviyole ışınlarının miktarını azaltıp binanın dayanıklılığı üzerinde olumlu etkiye sebep olduğu gibi estetik olarak da iyileştirilmesini sağlamaktadır. Dış cephede kullanılan malzeme binanın daha soğuk ve yapay algılanmasına sebep olmaktadır. Gerçekleştirilecek cephe tasarımı binanın yapay görüntüsünden kurtulup daha doğal bir görüntüye sahip olmasını sağlayacaktır.

Yaprak dökmeyen bitkilerden oluşan cephe katmanı binanın önündeki rüzgâr akışını azaltır. Ayrıca, dış duvarların termal radyasyonu yoğun yeşilliklerle izole edilir ve böylece binanın soğumasını önlemeye yardımcı olur. Güneş ışınlarının sadece % 5 - 30' u yapraklardan geçerek bina yüzeyine ulaşır. Güneş ışınlarının kalan kısmının hareket yönü tersine dönebilir, ışınlar ısıya dönüşebilir ve fotosentez veya buharlaşma için kullanabilirler. Doğrudan güneş ışığına yönelik bu engelleyici durum, daha sıcak iklimlerde soğutma etkisinin artmasına ve termal adanın, özellikle kentsel alanlarda, buharlaşma nedeniyle etkisini azaltmaya yardımcı olur. Yeşil cephe sistemleri, enerji tüketim oranlarını normalde olanın % 25'i kadar aşağı çekip ayrıca karbon dioksit içeriğinin normal oranlardan % 15 daha azaltabilir (Abdellhafiz ve Salem, 2018). Yine Sailor (2008) çalışmasına göre yeşil cephe sistemleri elektrik enerji tüketimini %5-10 oranında azalttığı ifade edilmiştir. Gerçekleştirilen yeşil cephe tasarımının uygulanması ile binada harcanan yıllık 75000 kWh enerji miktarının 56250 kWh' a kadar düşeceği ve daha sürdürülebilir bir kentsel çevrenin gelişmesine katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Karbondioksit miktarında meydana gelen değişimin belirlenmesi için başka bir çalışma gerçekleştirilmelidir.

Yeşil cepheler ayrıca 2.5 dB'den 3 dB'ye kadar sokak gürültüsünü azaltır ve sokağın her iki tarafındaki cepheler arasındaki iç rezonansta bir azalma sağlar (Pal vd., 2000; Nielson vd., 2015). Binanın güney ve doğu cephesinde yapılan bitkilendirme çalışmasının çalışma ofislerinde oluşan trafik gürültüsü etkisini azaltacağı öngörülmektedir.

ÖNERİLER

1. Bu sistemin iklim koşullarına göre uygulanacağı yüzeyin yönünün dikkate alınması gereklidir, bu sayede enerji verimliliği artırılabilir.
2. Gelecekte, özellikle yeşil alanların olmadığı kalabalık kentsel alanlarda, dikey yeşillendirme sistemlerinin uygulanmasına özen gösterilmelidir.
3. Binanın cephesi ile yeşil cephe sistemi arasında 5 cm'den az olmayan bir hava boşluğunun olması cephenin zarar görmemesi, sürdürülebilir kullanımı için önemlidir.
4. Kullanılan inşaat sistemi tipine ve binanın durumuna göre, kullanılan bitki tipinin, izolasyon yöntemlerinin, sulama ve bakım sistemlerinin iyi bir şekilde seçilmesi gerekmektedir.
5. Tasarımın başarısının belirlenmesi uygulanmasına ve uygulama sonrası elde edilen verilerin değerlendirilmesine bağlıdır.
6. Libya devletinin bölgeleri arasındaki farklılıklara cevap verecek şekilde yeşil cephe sistemlerinin uygulanmasına yönelik kentsel mevzuat düzenlemelerinin yapılması önemli bir gerekliliktir

KAYNAKLAR

- Abdellhafiz, N., & Salem, M. (2018). The impact of green facade systems on rejection of energy consumption in residential buildings: A study on the use of plants on the facades of residential buildings of the same orientation in new urban societies. *Journal of Environmental Science*, 44(2), 99-141.
- 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(4), 480-493.
- Al-musaed, A., Almssad, A., Harith, S., Nathir, M., & Ameer, M. (2007). Shading effects upon cooling house strategy in Iraq. In 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century (pp. 40-44). University of Athens.
- Aygençel, M. (2011). Dikey yeşil sistemler. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Bartfelder, F., & Kohler, M. (1987). Experimental studies on the function of green facades, dissertation TU Berlin.
- Beatley, T. (2011). Biophilic cities: integrating nature into urban design and planning. Island Press.
- Beyhan, M.İ. (2014). Dikey bahçelerde yapı sistemleri. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Bohemen, H. D., Ottel , M., & Fraaij, A. L. A. (2009). Ecological Engineering; green roofs and the greening of vertical walls of buildings. *Landsc. Archit*, 1: 42-49.
- Carrasco-Urra, F., & Gianoli, E. (2009). Abundance of climbing plants in a southern temperate rain forest: host tree characteristics or light availability?. *Journal of Vegetation Science*, 20(6), 1155-1162.
- Darlington, A. (1981). Ecology of walls. Heinemann, London, p 138.
- Despommier, D. (2010). The vertical farm: feeding the world in the 21st century. Macmillan.

- Doğan, Ş., & Topraklı, A.Y. (2019). Düşey yeşil sistemlerin bina dış cephesine olan soğutma etkisi, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12 (64): 293-303, Doi Number: <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2019.3352>
- Dunnett, N., & Kingsbury, N. (2008). *Planting green roofs and living walls*. Portland, OR: Timber Press.
- Dunnett N., & Kingsbury N. (2004). *Planting green roofs and living walls*, Timber Press, Oregon.
- Ekren, E. (2016). Dikey bahçe tasarım ve uygulama ilkelerinin Dünya ve Türkiye örnekleri doğrultusunda incelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- El-Zoklah, M. H. S. (2016). Green Facades. *MATTER: International Journal of Science and Technology*, 2(1).
- FCS. (2013). Fifth Creek Studio. Research and Communication in Landscape Architecture – Award for Excellence. <https://landscapeaustralia.com/articles/2013-south-australian-landscape-architecture-awards/>.
- Green Roofs for Healthy Cities. (2008). Green Roofs for Healthy Cities (GRHC), <https://www.caddetails.com/CompanyContent/4872/docs/4872-019.pdf>.
- Hasan, M.M., Karim, A., Brown, R.J., Perkins, M., & Joyce, D. (2012). Estimation of Energy saving of Commercial building by living wall and green facade in Subtropical climate of Australia. In Proceedings of the 7th International Green Energy Conference & the 1st DNL Conference on Clean Energy, Dalian, China, 28–30 May 2012.
- Hoffmann L., (ed) (2000). In Sustainable architecture. Earth Pledge Foundation, New York.
- Holm, D. (1989). Thermal improvement using leaf cover on external walls—a simulation model. *Energy and Buildings*, 14(1), 19-30.
- Hopkins, G, Goodwin, C., Milutinovic, M., & Andrew, M. (2010). "Feasibility Study: Living Wall System for Multi-Storey Buildings in the Adelaide Climate." The Government of South Australia: Adelaide, Australia.
- Johnston, J., & Newton, J. (2004). *Building Green a guide to using plants on roofs, walls and pavements*. Major of London.

- Kanter, İ. (2014). Kentsel tasarımda dikey bahçeler. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Kellert, S.R., & Wilson E.O. (1994). Biophilia Hypothesis. Island Press, pp 484.
- Kellert, S.R. (2005) Building for life. Designing and understanding the human–nature connection. Island press. pp 307.
- Kontoleon, K. J., & Eumorfopoulou, E. A. (2010). The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone. *Building and Environment*, 45(5), 1287-1303.
- Köhler, M., Barth, G., Brandwein, T., Gast, D., Joger, H., Vowinkel, K., & Seitz, U. (1993). Green roofs and facades. Ulmer, Stuttgart, p 329.
- Köhler, M., & Schmidt, M. (1997). Connected courtyard, facade and roof greening. *Landscape Development And Environmental Research*, (1): 105–156.
- Köhler, M. (2008). Green facades a view back and some visions. *Urban Ecosystems*, 11(4): 423.
- Mlitani, A.B., Alajtal, A.I., & Alsadawy, A.M. (2013). Toxicity of heavy metals and microbial analysis of soil samples collected from the area around Zliten Cement Factory. *Open Journal of Air Pollution*, 2: 25-28 <http://dx.doi.org/10.4236/ojap.2013.21004>.
- Mohamed, N.M.M. (2012). The effectiveness of vertical greening systems upon indoor thermal comfort in buildings: With special reference to living spaces in Cairo, Egypt. Theses.
- Newton, J., Gedge, D., Early, P., & Wilson, S. (2007). Building greener guidance on the use of green roofs, green walls and complementary features on buildings. (CIRIA Publication) Paperback
- Nielson, M.E., Bengtsson, J., & Kløeboe, R. (2015). Environmental methods for transport noise reduction, CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Oke, T. R. (1987). Boundary layer climates. Routledge. 372 pp.
- Ornek, M.A. (2011). Dikey bahçe tasarım sürecinde kullanılabilecek örnek tabanlı bir tasarım modeli önerisi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Ottel  , M. (2011). The green building envelope. Vertical Greening, Delft.

- Ottelé, M., Perini, K., Fraaij, A. L. A., Haas, E. M., & Raiteri, R. (2011). Comparative life cycle analysis for green façades and living wall systems. *Energy and Buildings*, 43(12), 3419-3429.
- Pal, A. K., Kumar, V., & Saxena, N. C. (2000). Noise attenuation by green belts. *Journal of Sound and Vibration*, 234(1), 149-165.
- Pearen, B., & Wilson, C. (2006). Feasibility study for green roof application on Queen’s University campus. Queen’s Phys. Plant Serv.
- Perez, G., Rincon, L., Vila, A., Gonzalez, J. M., & Cabeza, L. F. (2011). Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. *Applied Energy*, 88(12): 4854-4859.
- Perini, K., & Rosasco, P. (2013). Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. *Building and Environment*, 70: 110-121.
- Sailor, D. (2008). Energy and urban climate benefits of green roofs. World Green Roof Congres London.
- Sathien, K., Techato, K., & Taweekun, J. (2013). Using vertical green as material for complying building energy code. In *Advanced Materials Research*, 622: 1035-1038). Trans Tech Publications Ltd.
- Sharp, R. (2006). Green Towers and Green Walls, in The Fourth Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference 2006, The Cardinal Group: Boston, MA. p. 10.
- Sharp, R. Sable, J. Bertram, F. Mohan, & S. Peck, E. (2008) “Introduction to Green Walls: technology, benefits & design,” Toronto Green Roofs Heal. Cities.
- Tay, A. C., & Furukawa, A. (2008). Variations in leaf stomatal density and distribution of 53 vine species in Japan. *Plant species biology*, 23(1), 2-8.
- Urban, J. (2008). Up by roots: Healthy soils ant trees in the built environment. International Society of Arboriculture, Champaign, IL.
- URL-1. 2019. Acros Fuako. Web sitesi: <https://www.acros.or.jp/english/>, Erişim tarihi: 19/06/2019.
- URL-2. 2016. Khodadad, R. "Iranologie.com" Web sitesi: <http://iranologie.com/podcast/>, Erişim tarihi: 01 Nisan 2016
- URL-3, 2019. Green over grey, Living walls and design. Web adresi: <http://www.greenovergrey.com/>, Erişim tarihi: 12/05/2019.

URL-4, 2019. Connecting the planet + Living architecture. Web adresi: www.greenroof.com, Erişim tarihi: 12/05/2019.

URL-5, 2019. Growing green guide. Web sitesi: <http://www.growinggreenguide.org/technical-guide/maintenance/planning/>, Erişim Tarihi: 23/06/2019

URL-6, 2019. GSKY. Web sitesi: gsky.com, Erişim tarihi: 15/07/2019.

URL-7, 2019. Considerations For Advanced Green Facade Design, Web Adresi: https://greenscreen.com/docs/Education/greenscreen_Advanced%20Green%20Facade%20Design_CEU.pdf, Erişim Tarihi: 13/05/2019.

URL-8, 2019. Meteoblue, Web sitesi: www.meteoblue.com, Erişim tarihi: 07/02/19

Üçok, E. (2014). Dikey bahçe ve Türkiye'deki örnekleri üzerine bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

Wong, N. H., Cheong, D. W., Yan, H., Soh, J., Ong, C. L., & Sia, A. (2003). The effects of rooftop garden on energy consumption of a commercial building in Singapore. *Energy and Buildings*, 35(4): 353-364.

Wong, C. W., Lai, K. H., & Ngai, E. W. T. (2009). The role of supplier operational adaptation on the performance of IT-enabled transport logistics under environmental uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 122(1): 47-55.

Wong, N. H., Tan, A. Y. K., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P. Y., Chan, D., & Wong, N. C. (2010). Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment*, 45(3): 663-672.

Yeh, Y.P. (2012). Green Wall-The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect. National Chung-Hsing University.

Yang, B., Li, M.H., & Li, S. (2013). Design-with-Nature for multifunctional landscapes: environmental benefits and social barriers in community development. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 10:5433-5458; doi:10.3390/ijerph10115433.

Zurgani, H.A., Mikhailova, E.A., Post, C.J., Schlautman, M.A., & Elhawej, A.R. (2019). A Review of Libyan Soil Databases for Use within an Ecosystem Services Framework. *Land*, 8 (82); 1-30, doi:10.3390/land8050082



EKLER

EKLER

EK A Zliten Belediyesi Tarafından Verilen Onay ve Davet Yazısı

بلدية زيتن
ديوان البلدية

دولة ليبيا
حكومة الوفاق الوطني
وزارة الحكم المحلي

التاريخ: / / 14
الموافق: 11 / 11 / 2019 م

رقم الملف: /
الرقم الإشاري: 72

To: Gentlemen / University of Kastamonu - Turkey

At the request of the student / Mansour Mohammed Farahat
registration Number (171062109)

Concerning the taking of Aden from the municipality of Zliten to
establish a green facade of the municipality building from southern
side and knead in completing the master thesis entitled (Designing a
green facade for the southern of Zliten Municipality building – Libya)
under the supervision of Dr. Nur Belkayai .

We Zliten Municipality notify you that the approval to complete this
project and knead in support of future projects and proceed to a better
sustainability .

Zliten Municipality Council





 www.zliten.gov.ly  council.zliten@zliten.gov.ly  051 462 0092  051 462 0092

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mansour Mohamed Farhat
Doğum Yeri ve Yılı : Ghdamis/1983
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : en.mmf1983@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Zliten Cenral High School, 2002
Lisans : Al-Mergib University, 2008

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Concorde, 2014
İş Yeri : Office LLB, Construction, 2009
İş Yeri : The Company El Feth, 2008