

**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİNİN BİR ÖRNEĞİ OLARAK YEŞİL CEPHELER
VE KULLANIM ALANLARI**

Gamze GÜLEŞCİOĞLU

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**ÇANKIRI
2025**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Gamze GÜLEŞCİOĞLU tarafından hazırlanan “**Sürdürülebilir Mimarinin Bir Örneği Olarak Yeşil Cepheler ve Kullanım Alanları**” adlı tez çalışması 24/10/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Umut PEKİN TİMUR

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Umut PEKİN TİMUR
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Candan KUŞ ŞAHİN
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı
Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Özgür Burhan TİMUR
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali Yiğit

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “**Sürdürülebilir Mimarinin Bir Örneği Olarak Yeşil Cepheler ve Kullanım Alanları**” konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı” ile tarandığını, “intihal içermediğini” beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (09/09/2025).

Gamze GÜLEŞCİOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİNİN BİR ÖRNEĞİ OLARAK YEŞİL CEPHELER VE KULLANIM ALANLARI

Gamze GÜLEŞCİOĞLU

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Umut PEKİN TİMUR

Bu tez çalışması, sürdürülebilir mimarlık ilkeleri doğrultusunda geliştirilen yeşil cephe sistemlerini çevresel, mekânsal ve sosyo-kültürel boyutlarıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Günümüz şehirlerinin karşı karşıya olduğu iklim krizi, enerji tüketimi ve ekolojik tahribat gibi sorunlar, yapı kabuğuna entegre edilen doğa temelli çözümleri giderek daha önemli hale getirmiştir. Bu kapsamda yeşil cephe sistemleri; enerji verimliliği, iç mekân konforu, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, biyoçeşitliliğin teşviki ve kent estetiğine katkı gibi çok yönlü faydalar sunmaktadır.

Çalışma, kuramsal altyapı ve literatür taramasının yanı sıra farklı coğrafyalardan seçilen örnekler üzerinden yürütülen vaka analizleriyle desteklenmiştir. Örnek yapılar, enerji performansı, ekolojik etki, kullanıcı memnuniyeti ve estetik katkı gibi kriterlere göre karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Araştırma, yeşil cephe sistemlerinin yalnızca sürdürülebilir tasarım stratejileri açısından değil; aynı zamanda sosyal yaşam kalitesi ve kentsel kimlik bağlamında da önemli katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır.

2025, 45 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Yeşil Cepheler, Yeşil Cephe Sistemleri, Sürdürülebilir Mimarlık, Bina Kabuğu Tasarımı, Ekolojik Tasarım

ABSTRACT

Master of Science Thesis

GREEN FACADES AND THEIR APPLICATIONS AS A REPRESENTATION OF SUSTAINABLE

Gamze GÜLEŞCİOĞLU

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Landscape Architecture Department

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Umut PEKİN TİMUR

This thesis aims to examine green facade systems developed within the framework of sustainable architecture principles in terms of their environmental, spatial, and socio-cultural dimensions. The challenges faced by contemporary cities such as climate crisis, excessive energy consumption, and ecological degradation have made nature-based solutions integrated into building envelopes increasingly essential. In this context, green facades offer multi-dimensional benefits including energy efficiency, indoor comfort improvement, urban heat island mitigation, biodiversity enhancement, and contributions to urban aesthetics.

The study is supported by both a comprehensive literature review and case analyses of selected examples from diverse geographies. The buildings were comparatively evaluated based on criteria such as energy performance, ecological impact, user perception, and visual contribution. The research reveal that green façade systems not only serve as sustainable design strategies but also provide significant contributions to urban identity and the quality of social life.

2025, 45 pages

Keywords: Green Facade, Green Facade Systems, Sustainable Architecture, Building Envelope Design, Ecological Architecture,

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

“Sürdürülebilir Mimarının Bir Örneği Olarak Yeşil Cepheler ve Kullanım Alanları” adlı bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Akademik yolculuğum boyunca karşılaştığım her zorluk, bana yalnızca araştırmacı değil, aynı zamanda sabırlı, çözüm odaklı ve derinlikli düşünmeyi öğretti. Bu sürecin şekillenmesinde en büyük paya sahip olan, tez danışmanım Prof. Dr. Umut PEKİN TİMUR’a, yalnızca akademik rehberliğiyle değil, aynı zamanda sabrı, anlayışı ve yol gösterici duruşuyla beni desteklediği için en içten teşekkürlerimi sunarım. Her görüşmesi, tezime yön verdiği kadar kişisel gelişimime de katkı sağlamıştır.

Bu çalışma, yalnızca akademik bir yükümlülüğü yerine getirmek amacıyla değil; doğa ile uyumlu bir yaşam; sürdürülebilir gelecek inşa edebilmek, yaşanılabilir dünya bırakmak ve tasarım bilincine katkı sunmak arzusu ile kaleme alınmıştır.

Akademik eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini benimle cömertçe paylaşan tüm destekçilerime, kaynak önerileriyle katkı sunan uzmanlara, motivasyon sağlayan ve her zaman yanımda olan, sevgisiyle bana güç veren tüm vefalı dostlarıma; aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Gamze GÜLEŞCİOĞLU

Çankırı, Ekim 2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2. KURAMSAL TEMELLER	6
2.1 Yeşil Cephe Sistemleri: Tanım Ve Kapsam.....	7
2.2 Yeşil Cephelerin Sınıflandırılması.....	8
2.3 İklimle Uyum ve Bitki Seçimi.....	10
2.4 Yeşil Cephelerin Performans Katkıları.....	12
2.5 Yeşil Cephelerin Yönetmelik Ve Politikalarla İlişkisi.....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1 Materyal.....	17
3.2 Yöntem.....	18
3.2.1 Veri Toplama Yöntemi.....	18
3.2.2 Değerlendirme Kriterleri.....	19
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	21
4.1 Parkroyal on Pickering Projesi Üzerinden Yeşil Cephe Sistemlerin Derinlemesine Değerlendirilmesi.....	21
4.1.1 Farklı İklim Koşullarına Entegrasyon (Tropikal İklim Örneği).....	21
4.1.2 Biyofilik Mimarlık ve Sürdürülebilirlik Üzerine İlişkisi.....	22
4.1.3 Kentsel Konfor ve Ekolojik Katkının Bütünleşmesi.....	22
4.2. Bosco Verticale (Milano) Projesinin Yeşil Cepheler Ve Sürdürülebilirlik Açısından Çok Boyutlu Analizi.....	23

4.2.1 Farklı İklim Koşullarına Entegrasyon: Akdeniz-İç Karasal İklimde Uyum Stratejileri.....	24
4.2.2 Biyofilik Mimarlık ile Sürdürülebilirlik İlişkisi.....	25
4.2.3 Kentsel Konfor ve İle Ekolojik Katkının Bütünleşmesi.....	25
4.2.4 Enerji Verimliliği ve Yapısal Fayda Analizi.....	26
4.2.5 Modelin Global Yaygınlığı ve Etki Alanı.....	26
4.3 Stadthaus M1 – Hamburg: Yeşil Cephe ve Dikey Bahçelerin Kapsamlı Analizi.....	26
4.3.1 Farklı İklim Koşullarına Entegrasyon- Kuzey Avrupa Soğuk-Ilımlı İklimi.....	26
4.3.2 Biyofilik Mimarlık ve Sürdürülebilirlik.....	27
4.3.3 Kentsel Konfor ve Ekolojik Katkılar.....	27
4.3.4 Yapısal ve Enerji Performansı.....	27
4.3.5 Bitki Tipine Göre Cephe Sistem Seçimi.....	27
4.4 Zorlu Center: Yeşil Çatı ve Ekolojik Sistem Analizi.....	29
4.4.1 Genel Tanım ve Yeşil Cephe Stratejileri.....	29
4.4.2 Ekolojik Fayda ve Biyoçeşitlilik.....	29
4.4.3 İklim ve Su Yönetimi Performansı.....	30
4.4.4 Termal Konfor ve Enerji Verimliliği.....	30
4.4.5 Sosyal Etki ve Kullanıcı Deneyimi.....	30
4.5 Türkiye Müteahhitler Birliği Merkez Binası – Tematik Değerlendirme	31
4.5.1 Biyofilik Mimarlık ve Sürdürülebilirlik İlişkisi.....	31
4.5.2 Sürdürülebilir Mimari Uygulamaları.....	31
4.5.3 Kentsel Konfor ve Kullanıcı Deneyimi.....	32
4.5.4 Kent Isı Adası Etkisi ve Ekolojik Boyut.....	32
4.5.5 İklimlendirme ve Enerji Performansı.....	32
4.5.6 Pasif Güneş Kırıcı Sistem- Mesh Cephe Yaklaşımı.....	34
4.5.7 Termal Labirent ve Mekanik Sistem Entegrasyonu.....	34
4.5.8 Çatı Peyzajı ve Su Yönetimi.....	34

4.6 Ara Değerlendirme: Teoriden Uygulamaya Eleştirel Bir Bakış.....	34
5.SONUÇ	37
5.1 Öneriler.....	39
5.1.1 Mimarlık ve İmar Mevzuatına Entegrasyon.....	39
5.1.2 Teşvik Amaçlı Finansal Mekanizmalar ve Kredilendirme.....	40
5.1.3 Yerel Yönetim Destekleri ve Pilot Projeler.....	41
5.1.4 Yöresel Rehberler ve uygulama Kataloğu.....	41
5.1.5 Akademik iş Birlikleri ve Sertifikalı Eğitimler.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	45

SİMGELER DİZİNİ

CO₂: Karbondioksit

dB Desibel

m Metre

m²: Metrekare

% Yüzde

°C Celcius (Santigrat)

KISALTMALAR DİZİNİ

EnEV	Energieeinsparverordnung (Enerji Tasarrufu Yönetmeliği)
NBS	Nature – Based Solutions (Doğa Tabanlı Çözümler)
VGS	Vertical Greenery Systems (Dikey Yeşil Sistem)
TMB	Türkiye Mütcaahhitler Birliği



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Bina Cephesine Tutunmuş Şarmaşık Bitkisi (<i>Hedera Helix</i>) Örneği Zagreb Hırvatistan.....	4
Şekil 2.1 Dikey Yeşil Sistemlerin Sınıflandırılması (Ottel 2011).....	7
Şekil 4.1 Parkroyal On Pickering Teras Görüntüsü (WOHA Architects).....	21
Şekil 4.2 Bosco Verticale - Milano Dış Cephe Yapısı Ve Entegre Tırmanıcı Bitkiler (Archdaily Boeri Architects).....	24
Şekil 4.3 Stadthaus M1 Cephesi Ve Entegre Tırmanıcı Bitkiler (Zooey Braun Archdaily).....	28
Şekil 4.4 Zorlu Center Projesindeki Çok Katmanlı Yeşil Çatı Uygulaması(Arkitera, 2023).....	29
Şekil 4.5 Türkiye Mühendisler Birliği Merkez Binası Güney Cephesi- Mesh Sistemin Dış Görünüşü(Avcı Architects).....	31
Şekil 4.6. TMB Merkez Binası Güneş Işınımı Ve Pasif Güneş Kırıcı Sistem Etkileşim Şeması (Avcı Architects).....	33

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1 Yeşil Cephe Sistemlerinde Sık Kullanılan Bitki Türleri.....	10
Tablo 2.2 Yeşil Cephe Sistemlerinde Kullanılan Bitki Türleri ve Uygunluk Özellikleri.....	11
Tablo 3 .1 Yeşil Cephe Sistemlerin Değerlendirilmesi.....	18
Tablo 4.1. Parkroyal on Pickering Projesinin Sürdürülebilirlik Bileşenleri Üzerinden Analizi.....	22
Tablo 4.2 Bosco Verticale Açıklamalı Analiz.....	26
Tablo 4.3 Performans Özeti	30
Tablo 5.1 Yeşil Cephe Sistemleri Karşılaştırmalı Tablosu.....	37

1. GİRİŞ

Günümüzde küresel iklim değışikliği, doğal kaynakların hızla tükenmesi ve kentleşmenin yarattığı baskılar, mimarlık disiplininde sürdürülebilirlik ilkesini yalnızca bir tercih değil, temel bir gereklilik haline getirmiştir. Son 150 yılda atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun %50'ye yakın artması, ortalama küresel sıcaklığın sanayi devrimi öncesine kıyasla yaklaşık 1.2 °C yükselmesi ve dünya genelinde yıllık enerji tüketiminin her on yılda ortalama %2.5 oranında artması bu durumun ciddiyetini açıkça ortaya koymaktadır (Arıkan ve Özsoy 2008).

Yoğun yapılaşma, betonlaşma, hava kirliliği, yeşil alan kaybı ve artan enerji tüketimi; hem doğal çevreyi hem de insan sağlığını tehdit eden çok yönlü sorunlara yol açmaktadır. Bu bağlamda, binaların tasarımında enerji verimliliğini artırmaya, ekolojik dengeyi korumaya ve kentsel yaşam kalitesini iyileştirmeye yönelik bütüncül çözümler geliştirmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bu hedeflere ulaşmada kilit rol oynayan unsurlardan biri de bina kabuğu tasarımıdır. Bina kabuğu; yapının dış çevreyle kurduğu fiziksel sınırı tanımlayan, aynı zamanda iklimsel, yapısal ve estetik işlevleri bütünleştiren önemli bir tasarım bileşenidir. Isı geçişi, doğal havalandırma, güneş kontrolü ve ses yalıtımı gibi performans kriterlerini doğrudan etkileyen bina kabuğu, sürdürülebilirlik bağlamında pasif iklimlendirme stratejilerinin uygulanmasında belirleyici rol üstlenmektedir. Bu bağlamda geliştirilen yeşil cephe sistemleri, bina kabuğuna entegre edilerek hem mimari hem de çevresel açıdan önemli kazanımlar sağlayan çağdaş bir çözüm olarak öne çıkmaktadır.

Mimarlık ve peyzaj tasarımının kesişiminde konumlanan yeşil cephe sistemleri, doğa ile yapılı çevre arasında ekolojik bir arayüz kurmakta; yalnızca estetik katkı sunmakla kalmayıp, aynı zamanda ısı yalıtımı, hava kalitesinin iyileştirilmesi, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi gibi çok boyutlu işlevsel faydalar üretmektedir.

Bu tez çalışmasının temel amacı, yeşil cephe sistemlerinin sürdürülebilir mimari kavramının mevcut uygulamaları ortaya konularak, en önemli bileşenlerinden olan yeşil cepheler ve dikey bahçelerin etkisi ön plana çıkarmak amaçlanmıştır (ATA Planlama ve Tasarım Dergisi 2017). Çalışmada sürdürülebilir mimari uygulamaları ele alınırken, özellikle yeşil cephe ve dikey bahçelerin kullanım amaçları incelenmiştir. Bosco Verticale, Stadthaus M1, Parkroyal vb. gibi birçok proje örneği ile kavramın sunduğu faydalar değerlendirilmiş ve LEED sertifikası gibi sürdürülebilirlik standartlarının genel kriterlerin uygulamalardaki etkisi araştırılmıştır. Bu bağlamda teorik olarak işlevleri ve uygulanabilirliğini çok boyutlu bir perspektifle incelemektir. Araştırmada, bu sistemlerin enerji verimliliği üzerindeki etkileri, mikro iklim düzenleyici rolleri, görsel-estetik katkıları, biyolojik çeşitliliğe katkı potansiyeli ve kullanıcı konforuna etkileri değerlendirilmiştir.

Ayrıca, sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda yeşil cephelerin ekolojik, ekonomik ve mekânsal faydalarını hem teorik hem de uygulamalı düzeyde ele almak; ulusal ve uluslararası ölçekteki proje örnekleri üzerinden tasarım süreçleri, kullanılan teknikler, bakım gereklilikleri ve malzeme seçimleri gibi kritik başlıkları detaylandırmak hedeflenmiştir. Özellikle Türkiye’deki mevcut uygulamaların analiz edilmesi yoluyla, yeşil cephelerin mimarlık pratiğinde daha etkin kullanılmasına yönelik öneriler geliştirilmesi, çalışmanın özgün katkılarından biri olacaktır.

Araştırma kapsamını özetleyecek olursak; araştırmanın birinci bölümünü oluşturan ‘Giriş’ bölümünde araştırmanın amacına, araştırma kapsamına yer verilmiştir. İkinci bölüm olan, ‘Kuramsal Temeller’de, araştırmanın dayandığı temellere ilişkin tanımlara, ulusal ve uluslararası sınıflandırmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümün ‘Materyal ve Yöntem’in materyal kısmında, araştırmanın ana materyalini oluşturan alanların tanıtımında ve araştırma kapsamında kullanılan materyallere yer verilmiştir. Yöntem kısmında ise, tezin amacına ulaşması için oluşturulan yöntemlerin aşamaları açıklanmıştır. Dördüncü bölüm olan ‘Araştırma Bulguları ve Tartışma’ kısmında yapısal analizler örneklendirilmiş yeşil cephe sistemlerin çevresel, mekânsal ve estetik etkileri analiz edilmiştir. Son bölüm olan ‘Sonuç’ bölümünde ise, çalışma kapsamında elde edilen

bulgular değerlendirilmiş olup yazarın yorumu ile birlikte sistematik önerilerle sunulmuştur.

1.1 Literatür Özeti

Pacini ve arkadaşlarının (2022) yürüttüğü literatür incelemesinde, dikey yeşil sistemler (Vertical Greenery Systems – VGS) doğaya dayalı çözümler (Based Solutions – NBS) kapsamında ele alınmış ve bu sistemlerin sürdürülebilir kentsel gelişim üzerindeki rolü çok boyutlu olarak irdelenmiştir.

Bu sınıflandırma, yeşil cephe sistemlerinin hangi amaçla ve hangi bağlamda kullanılacağına dair karar süreçlerinde önemli bir rehber niteliği taşımaktadır. Nitekim Farhat tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinde de, Akdeniz iklimine sahip Zliten (Libya) kenti için önerilen belediye binası modelinde çalışma bulgularına göre yeşil cephe sistemi; kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, biyolojik çeşitliliğin artırılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi ve dış mekân konforunun geliştirilmesi gibi kritik etkiler sağlamaktadır. Ayrıca, sistemin ısı yalıtımı, yağmur suyu yönetimi ve yapı kabuğunun korunması gibi yapısal katkılar sunduğu da belirtilmiştir (Farhat 2020).

VGS kavramı, yeşil cepheler (green facades) ve canlı duvarlar (living walls) gibi sistemleri kapsayan, doğal unsurların yapı kabuğuna entegre edilerek iklimsel ve çevresel faydalar sunmasını hedefleyen bir üst başlık olarak tanımlanmıştır. Avrupa Komisyonu'nun NBS yaklaşımlarına ilişkin tanımlarına atıfla, bu tür sistemlerin iklim değişikliğiyle mücadele, çevresel kalitenin artırılması, ekonomik dinamizm ve toplumsal bütünleşme açısından önemli kazanımlar sunduğu belirtilmiştir (European Commission 2021).

Yeşil cephe sistemleri, tırmanıcı bitkilerin yapı cephesine doğrudan ya da dolaylı şekilde tutundurulmasıyla oluşturulurken; canlı duvar sistemleri, substrat ya da hidroponik temelli modüler paneller kullanılarak daha yoğun bitkilendirme hedefi taşımaktadır. VGS

kapsamında yapılan sınıflandırmada bu iki temel gruba dayanmaktadır (Manso and Castro Gomes).

Bitkilendirme stratejileri açısından da farklılık gösteren sistemlerde; yeşil cephelerde sıklıkla *Hedera helix* ve *Parthenocissus* sp. gibi dayanıklı tırmanıcı türler tercih edilirken, canlı duvarlarda ise *Heuchera*, *Ferns* (eğreltiler) sp., *Carex* sp., *Begonia* sp., *Sedum* sp. ve *Fuchsia* sp. gibi çok çeşitli bitki türlerine uygun ortamlar sağlanabilmektedir.



Şekil 1.1 Bina Cephesine Tutunmuş Sarmaşık Bitkisi (*Hedera helix*) Örneği – Zagreb Hırvatistan

Yeşil cephe sistemleri üzerine yapılan güncel araştırmalar, bu sistemlerin yalnızca çevresel birer çözüm değil; aynı zamanda kentsel estetik, psikolojik iyilik hail ve sosyal etkileşim açısından da önemli rol oynadığını da ortaya koymaktadır. Manstro ve Castro-

Gomes (2015), yeşil cephelerin yalnızca teknik parametrelere değil; aynı zamanda mekânsal deneyim, algı yönetimi ve kamusal alan kalitesi gibi insana merkezli faktörlerle de değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Çalışmalar, bu sistemlerin enerji performansına olan katkısını da detaylı biçimde ortaya koymaktadır. Köhler'e göre (2008), yaprak alanı, albedo değeri, stomatal iletim ve bitki emisyon özellikleri gibi fizyolojik faktörler, yeşil cephelerin çevresel performansını belirleyen temel unsurlar arasında yer almakta olup, bu özellikler ısı yalıtımı, enerji tüketimi ve iç mekân konforu üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Köhler 2008).

Ayrıca, yeşil cephe sistemlerinin yalnızca çevresel değil; aynı zamanda sosyal ve ekolojik faydalar sunduğu belirtilmiştir. Özellikle kent içinde biyolojik çeşitliliğin artırılması, kuş ve böcekler için yaşam alanlarının oluşturulması, hava kalitesinin iyileştirilmesi ve estetik mekân tasarımı gibi avantajlara dikkat çekilmiştir (Pacini vd. 2022). Bu bağlamda yeşil cepheler, sürdürülebilir mimarinin 'performatif kabuk' yaklaşımıyla ilişkilendirmekte ve sadece bina dış kabuğu değil, aktif ekolojik bileşen olarak da değerlendirmektedir.

2. KURAMSAL TEMELLER

Bu tez çalışması, sürdürülebilir mimarlık ilkeleri doğrultusunda geliştirilen yeşil cephe sistemlerini çevresel, mekânsal ve sosyo-kültürel boyutlarıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Günümüz şehirlerinin karşı karşıya olduğu iklim krizi, enerji tüketimi ve ekolojik tahribat gibi sorunlar, yapı kabuğuna entegre edilen doğa temelli çözümleri giderek daha önemli hale getirmiştir. Bu kapsamda yeşil cephe sistemleri; enerji verimliliği, iç mekân konforu, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, karbon yutak alanı oluşturulması, biyoçeşitliliğin teşviki ve kent estetiğine katkı gibi çok yönlü faydalar sunmaktadır.

Çalışma, kuramsal altyapı ve literatür taramasının yanı sıra Türkiye ve farklı coğrafyalardan seçilen örnekler üzerinden yürütülen vaka analizleriyle desteklenmiştir. Örnek yapılar, enerji performansı, ekolojik etki, kullanıcı memnuniyeti ve estetik katkı gibi kriterlere göre karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları, yeşil cephe sistemlerinin yalnızca sürdürülebilir tasarım stratejileri açısından değil; aynı zamanda sosyal yaşam kalitesi ve kentsel kimlik bağlamında da önemli katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır.

Biyofilik tasarım, insanın doğayla olan içgüdüsel bağına güçlendiren mimari yaklaşımdır. Yeşil cephe sistemleri bu anlayışın fiziksel bir yansıması olarak karşımıza çıkar. Bitkisel öğelerle donatılmış cepheler, kullanıcı psikolojisi üzerinde pozitif etkiler yaratırken, stres seviyelerini azaltır ve üretkenliği artırır (Kellert 2008).

Sürdürülebilir mimarlık, doğal kaynakların verimli kullanımını amaçlayan, çevresel etkileri azaltmayı hedefleyen tasarım ve inşaa yöntemlerini kapsar. Bu anlayış, yalnızca enerji tasarrufunu değil, aynı zamanda yaşam döngüsü boyunca yapının ekosistemle uyumlu olmasını da içerir. Paris İklim Anlaşması ve Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi küresel politikalar, yapı sektörünü daha çevreci çözümler üretmeye zorlamaktadır (Farmer 2001).

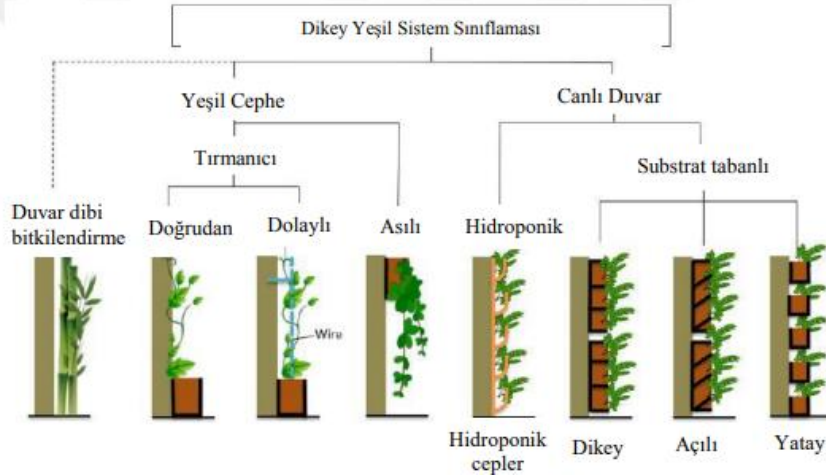
2.1 Yeşil Cephe Sistemleri: Tanım ve Kapsam

Yeşil cephe sistemleri, yapı yüzeylerine entegre edilmiş bitki katmanları ile doğal iklim kontrolü sağlamayı hedefleyen sistemlerdir. Bu sistemler, hem yapısal hem de estetik

katkılar sunarken, kentsel ısı adası etkisini azaltma ve karbon emisyonlarını dengeleme gibi önemli işlevler üstlenir (Perini and Rosasco 2016).

Dikey yeşil sistemler, genel olarak iki temel başlık altında sınıflandırılmaktadır: yeşil cephe sistemleri ve canlı duvar sistemleri. Bu sınıflandırma, sistemin taşıyıcı yapısı, bitkilendirme yöntemi, beslenme tekniği ve uygulama biçimi gibi kriterlere göre yapılmaktadır.

Yeşil cepheler, genellikle tırmanıcı ya da sarkıcı (asılı) bitkilerin yapı yüzeyine entegre edilmesiyle oluşturulan sistemlerdir. Tırmanıcı bitkiler doğrudan duvar yüzeyine tutunabileceği gibi, tel, kafes ya da destekleyici iskelet sistemleri yardımıyla dolaylı olarak da büyüyebilir. Bu sistemler, nispeten düşük bakım gereksinimiyle öne çıkar ve uzun ömürlü, yerel iklim koşullarına uyumlu bitki türleri ile uygulandığında sürdürülebilirlik açısından avantaj sağlar.



Şekil 2.1 Dikey Yeşil Sistemlerin Sınıflandırılması
(Otele 2011)

Canlı duvar sistemleri ise daha gelişmiş teknik altyapıya sahip olup, genellikle substrat tabanlı ya da hidroponik (topraksız) sistemler üzerine inşa edilir. Substrat sistemlerde bitkiler dikey modüller içinde organik veya inorganik yetiştirme ortamlarında

köklenirken; hidroponik sistemlerde besin çözeltileri doğrudan bitki köklerine ulaştırılır. Bu tür sistemler yüksek yoğunluklu bitkilendirme ve estetik çeşitlilik açısından avantajlıdır; ancak daha fazla bakım, sulama ve enerji altyapısı gerektirir. Alt sınıflandırmalar kapsamında dikey, açılı ve yatay modüllerle uygulanabilirler (Ottel   *et al.* 2011).

Doğaya Dayalı Çözümler(NBS)'e baktığımızda , ekosistem hizmetlerinden faydalanarak   vresel sorunlara çözüm sunan stratejilerdir. Yeşil cepheler, binaların yapı kabuğuna entegre edilen NBS örneklerinden biridir. Bu çözümler aynı zamanda yağmur suyu yönetimi, biyolojik   şitliliğin artırılması ve hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi faydalar sağlar (European Commission 2021).

2.2 Yeşil Cephelerin Sınıflandırılması

Yeşil cephe sistemleri genel olarak 'tırmanıcı bitkili sistemler' ve 'modüler canlı duvarlar' olarak iki ana grupta incelenir. Tırmanıcı sistemler yapı yüzeyine yönlendirilmiş bitkilerden oluşurken, modüler sistemler ise toprak, sulama ve destek elemanlarının önceden hazırlandığı panellerle donatılmıştır (Manso and Castro-Gomes 2015).

Yeşil cephe sistemleri, günümüz sürdürülebilir mimarlık yaklaşımlarının önemli bir bileşeni olarak, yapısal, estetik ve   vresel katkılarıyla dikkat çekmektedir. Bu sistemler, yapıların cephelerine entegre edilen bitkilendirme uygulamaları yoluyla hem doğal hem de yapay   vreyle uyumlu bir ilişki kurmayı hedeflemektedir (Pacini *et al.* 2022). Literatürde bu sistemlerin işlevselliğine ve türlerine yönelik farklı sınıflandırmalar geliştirilmiştir.

Yeşil cepheler, yapıların cephe yüzeylerine doğrudan ya da dolaylı olarak entegre edilen tırmanıcı bitkiler aracılığıyla oluşturulan sistemlerdir. Bu sistemler, bina dış yüzeyini güneş işınlarından koruma, ısı yalıtımı sağlama ve estetik katkı sunma gibi işlevlere sahiptir (Köhler 2008, Simon and Gupta 2006). Yeşil cephe sistemlerinde genellikle yerel ve bölgesel iklime uyum sağlayabilecek, az bakım gerektiren, herdem yeşil tırmanıcı türler tercih edilmektedir (Tokatlı 2021, Yetiş ve   apar 2018).

- Canlı Duvarlar (Living Walls)

Canlı duvarlar, genellikle paneller, modüller veya kapalı sistemlerden oluşan ve bitkilerin toprak, substrat ya da hidroponik ortamda gelişmesini sağlayan entegre sistemlerdir. Bu sistemlerde sulama, besin takviyesi ve drenaj gibi unsurlar da otomatik olarak kontrol edilir (Ottele 2011, Farhat 2020).

Living wall sistemleri, özellikle kentsel alanlarda yoğun biyoçeşitlilik sunar, hava kalitesini iyileştirir ve psikolojik faydalar sağlar. Bu sistemlerde kullanılan bitkiler oldukça çeşitlidir: eğrelti otları (*Nephrolepis exaltata*), çiçekli süs bitkileri (*Begonia spp.*), otsu ve çalı formundaki çok yıllık bitkiler yaygın olarak kullanılır (Timur *et al.* 2018, Pacini *et al.* 2022).

Yüksek kurulum ve bakım maliyetleri bu sistemlerin yaygınlaşmasını sınırlasa da, sosyal ve çevresel faydaları nedeniyle LEED ve BREEAM gibi yeşil bina sertifikalarında önemli puan getirisi sağlamaktadır (Leed 2021, Breeam 2022).

- Hibrit Sistemler

Bazı uygulamalarda yeşil cepheler ve canlı duvarlar bir arada kullanılarak “hibrit sistemler” oluşturulmaktadır. Özellikle yüksek katlı yapılarda, alt kotlarda yoğun bakım gerektiren canlı duvarlar kullanılırken, üst kotlarda daha az bakım gerektiren tırmanıcı sistemlere geçilmektedir. Bu stratejik yaklaşım hem maliyet optimizasyonu hem de görsel süreklilik sağlar (Manso and Castro-Gomes 2015).

Bu hibrit sistemler, yapı kabuğunun iklimsel yanıtını dengeleyerek, enerji performansını optimize eder ve ekolojik çeşitliliği destekler (Pacini *et al.* 2022).

Sonuç olarak, yeşil cephe sistemleri yapı fiziği, enerji verimliliği, çevresel kalite ve estetik değer açısından önemli katkılar sunmaktadır. Teorik sınıflandırmalar, uygulamadaki çeşitliliği anlamak ve yeni tasarımlara yön vermek adına temel bir rehber oluşturmaktadır.

Bu sınıflandırma, yeşil cephelerin performans etkilerinin değerlendirilmesinde temel kriterlerden biri olup; yapının iklim koşulları, yönelimi, kullanıcı profili ve enerji stratejilerine göre farklı avantajlar sunar. Tablo 2.1.’de yeşil cephe sistemlerinde sık kullanılan bitki türleri ile bu karşılaştırmalara yer verilmiştir.

Tablo 2.1 Yeşil Cephe Sistemlerinde Sık Kullanılan Bitki Türleri (Köhler 2008, Perini and Rosasco 2013, Otele *et al.* 2011).

Sistem Türü	Bitki Türü	Tür Özelliği
Tırmanıcı Sistem	<i>Hedera helix</i>	Yıl boyu yeşil, gölgeye dayanıklı
Tırmanıcı Sistem	<i>Parthenocissus</i> spp.	Mevsimsel renk değişimi, yaprak dökücü
Canlı Duvar	<i>Begonia</i> spp.	Renkli çiçekli, gölgede gelişir.
Canlı Duvar	<i>Fuchsia</i> spp.	Sarkıcı formu, nem seven
Canlı Duvar	<i>Heuchera</i> spp.	Renkli yapraklı, çok yıllık
Canlı Duvar	<i>Carex</i> spp.	Çimsi formu, dayanıklı

2.3 İklimle Uyum ve Bitki Seçimi

Yeşil cephe sistemlerinde kullanılacak bitki türlerinin yerel iklim koşullarına uyumlu olması büyük önem taşır. Örneğin, sıcak ve kurak bölgelerde su ihtiyacı düşük, yaprak döken türler tercih edilirken, nemli bölgelerde sürekli yeşil kalan türler ön plana çıkar. Bitki seçimi yapılırken rüzgar, güneşlenme ve yapı yönelimi gibi faktörler de dikkate alınmalıdır (Ottel *et al.* 2011).

Ayrıca, seçilecek türlerin mikroklim üzerindeki etkileri de göz önünde bulundurulmalı; yoğun yapraklı türlerin yaz aylarında cepheyi gölgelendirerek soğutma yükünü azaltması, kışın yaprak döken türlerin ise güneş kazancını artırması gibi avantajlardan yararlanılmalıdır (Perini and Rosasco 2013).

Yerel flora ile uyumlu türlerin tercih edilmesi hem bakım gereksinimini azaltır hem de kent ekosistemine ve biyoçeşitliliğe katkı sağlar (Köhler 2008). Bununla birlikte, bakım sıklığı, büyüme hızı, kök yapısı ve cephe sistemiyle uyumluluk gibi özellikler sürdürülebilirlik açısından dikkate alınmalıdır (Manso and Castro-Gomes 2015).

Tablo 2.2 Yeşil Cephe Sistemlerinde Kullanılan Bitki Türleri ve Uygunluk Özellikleri (Köhler 2008, Perini and Rosasco 2013, Otele 2011, Farhat 2020, Pacini *et al.*, 2022).

Türkçe Adı	Latince Adı	Uygun Sistem Türü	İklim Uyumu	Bakım Düzeyi	Yeşil Cepheye Katkısı / Özelliği
Sarmaşık	<i>Hedera helix</i>	Kafes Sistem, Tel Gergili Sistem	Ilıman, Nemli, Gölgeye Dayanıklı	Düşük	Hızlı büyür, tüm yıl yeşildir, tutunma yeteneği güçlü.
Duvar Sarmaşığı	<i>Parthenocissus spp.</i>	Kafes Sistem, Gergi Teli	Soğuk ve ılıman iklim	Orta	Sonbaharda renk değiştirir, yüzeye sıkıca tutunur.
Hanımeli	<i>Lonicera japonica</i>	Kafes Sistem, Tel Gergili Sistem	Ilıman, Yarı gölge	Orta	Hoş kokuludur, çiçeklenme sağlar, polinatör çeker.
Şimşir	<i>Buxus sempervirens</i>	Modüler Saksı Sistemleri (Living Wall)	Ilıman ve soğuk	Düşük	Yoğun yapraklı, şekil verilebilir, yıl boyu yeşil kalır.
Saksı Begonyası	<i>Begonia semperflorens</i>	Modüler Panel, Saksılı Sistem	Ilıman, gölgeye dayanıklı	Orta	Renkli çiçekleriyle estetik katkı sağlar.
Çilek	<i>Fragaria vesca</i>	Saksılı Sistem (Modüler Living Wall)	Ilıman	Düşük	Yüzey örtücü, meyve verir, kullanıcı etkileşimi sağlar.
Açelya	<i>Rhododendron spp.</i>	Modüler Panel / Saksılı Sistem	Nemli, gölgeli ortamlar	Yüksek	Yoğun çiçek açar, görsel estetik sağlar.
Kamelya	<i>Camellia japonica</i>	Modüler Sistem / Saksı	Nemli, ılıman iklim	Orta-Yüksek	Çiçeklenme uzun sürer, estetik yönden güçlü.
Telgraf Çiçeği	<i>Tradescantia zebrina</i>	Modüler Panel (özellikle iç mekan)	Sıcak, gölgeli alanlar	Düşük	Sarkıcı formuyla cepheye hareket katar, iç mekânda da kullanılır.
Adaçayı	<i>Salvia officinalis</i>	Saksılı Sistem	Sıcak ve kurak iklim	Düşük	Aromatik, kuraklığa dayanıklı, bitki çeşitliliği sağlar.

Ateş Dikeni	<i>Pyracantha coccinea</i>	Modüler Saksı Sistemleri	Soğuk-ılıman	Orta	Kuşlara meyve sağlar, güvenlik duvarı etkisi yaratabilir.
Sardunya	<i>Pelargonium spp.</i>	Saksılı Sistem / Modüler Panel	Sıcak, kuru iklim	Düşük	Renkli çiçekleriyle estetik katkı sağlar, kuraklığa dayanıklıdır.

2.4 Yeşil Cephelerin Performans Katkıları

Yeşil cephelerin sağladığı katkılar arasında ısı yalıtımı, enerji verimliliği, ses yalıtımı ve hava kalitesinin artırılması yer alır. Ayrıca yıllık karbon Emilimi ile ilgili yapılan çalışmalar, bu sistemlerin önemli ölçüde CO₂ azaltımı sağladığını göstermektedir. Bosco Verticale örneğinde yılda yaklaşık 30 ton CO₂ tutulumu olduğu raporlanmıştır (Boeri Studio 2014).

Yeşil cephe sistemleri, yapıların çevresel performansını çok boyutlu olarak iyileştiren entegre çözümler sunmaktadır. Bu sistemlerin en temel katkılarından biri, ısı yalıtımı sağlayarak iç mekân sıcaklıklarının dengelenmesidir. Özellikle yaz aylarında bitkisel katmanlar sayesinde cephelerde oluşan gölgeleme, soğutma yükünü %30'a kadar azaltabilir. Kış aylarında ise bazı yaprak dökmeyen türler soğuk rüzgârlara karşı tampon katman görevi görerek ısı kaybını azaltır.

Ayrıca, yeşil cepheler gürültü yalıtımında da etkilidir; yoğun yapraklı türler dışarıdan gelen sesi 8–10 dB seviyelerinde sönümleyebilir. Hava kalitesi açısından ise bitki yaprakları; CO₂, NO_x, PM₁₀ gibi kirleticileri tutarak doğal bir filtreleme işlevi görür. Bu durum şehir içindeki partikül madde oranlarını düşürür ve oksijen üretimini destekler.

Su yönetimi açısından da yeşil cephe sistemleri büyük katkı sağlar. Özellikle modüler panelli sistemlerde yağmur suyunun bir kısmı bitkiler tarafından emilerek hem su döngüsüne katkı sunulur hem de drenaj yükü azaltılır. Son olarak, biyofilik tasarım ilkeleri çerçevesinde yeşil cephelerin psikolojik ve sosyal etkileri de göz ardı edilmemelidir. Bitkilerle çevrili cepheler, kullanıcıların doğayla

kurduğu görsel teması artırarak stres seviyesini azaltır, üretkenliği artırır ve yaşam kalitesini yükseltir (Perini and Rosasco 2013, Manso and Castro-Gomes 2015).

- Isı Yalıtımı ve Enerji Verimliliği

Yeşil cephe sistemleri, güneş ışığını absorbe ederek ve cepheyi gölgelendirerek yüzey sıcaklığını düşürür. Bu sayede iç mekanlarda iklimlendirme ihtiyacı azaltılır. Yaz aylarında bina yüzey sıcaklığını 10–20°C arasında düşürebilir (Perini and Rosasco 2013). Enerji tüketiminde %20'ye kadar tasarruf sağlandığı rapor edilmiştir (Alexandri and Jones 2008). Özellikle güney cepheli binalarda, gölgeleme katsayısı %60'a kadar artırılabilir.

- Karbon Tutumu (CO₂ Emisyonlarının Azaltılması)

Bitkiler fotosentez yoluyla atmosferdeki karbondioksiti emer ve biyokütleyle dönüştürür. Bu süreçte yeşil cepheler aktif bir karbon yutağı (carbon sink) gibi davranır. 1 m² yeşil cephe, yılda ortalama 2.3–2.6 kg CO₂ tutabilir (Manso and Castro-Gomes 2015). Bosco Verticale (Milano) örneğinde bina genelinde yılda yaklaşık 30 ton CO₂ tutulduğu hesaplanmıştır (Boeri Studio 2014). Uzun ömürlü tırmanıcı türler kullanıldığında bu miktar bina ömrü boyunca tonlarca CO₂ tasarrufuna dönüşebilir.

- Su Yönetimi ve Yağmur Suyu Geri Kazanımı

Modüler panelli sistemlerde kullanılan drenaj katmanları sayesinde yağmur suyu kontrollü şekilde bitkiler tarafından emilir, bu da hem şehir altyapısını rahatlatır hem de bitki sulamasında ikinci kullanım sağlar. 1 m² yeşil cephe, saatte 5–10 litre yağmur suyunu absorbe edebilir (Berardi 2016). Bu suyun önemli kısmı evapotranspirasyon yoluyla atmosfere salınır; kalan kısmı ise pasif veya aktif sulama sistemlerinde yeniden kullanılabilir. Gri su (lavabo/sıcak su) ile sulama entegrasyonu yapılan sistemlerde su tüketimi %50'ye kadar azaltılabilir.

- Hava Kalitesi ve Partikül Filtreleme

Yeşil cepheler, PM₁₀ ve NO_x gibi zararlı partikülleri tutarak şehir havasının kalitesini iyileştirir. 1 m² yeşil cephe yılda yaklaşık 0.2–0.5 gram PM₁₀ partikül

maddeyi filtreleyebilir (Ottel   *et al.* 2010). Özellikle yoğun trafik bölgelerinde bu etki daha belirgin hale gelir.

- Psikolojik ve Biyofilik Katkılar

Biyofilik tasarım ilkelerine uygun olarak yeşil cephelerin estetik ve psikolojik katkıları da ölçülmüştür: Ofislerde yeşil cepheye bakan çalışanlarda %15'e kadar daha az stres, %6 daha yüksek üretkenlik tespit edilmiştir (Ulrich 2002). Hastanelerde doğa görünümlü cephe tasarımı ile iyileşme süresi %8 kısalabilmektedir.

2.5 Yeşil Cephelerin Yönetmelik ve Politikalarla İlişkisi

Birçok ülkede sürdürülebilir mimari uygulamalarıteşvik eden yönetmeliklerde yeşil cephe sistemlerine dair özel düzenlemeler yer almaktadır. Türkiye’de henüz doğrudan bu sistemlere ilişkin mevzuat bulunmasa da, Yeşil Sertifika Sistemleri (BREEAM, LEED,  EDB K) kapsamında yeşil cephe uygulama örnekleri bulunmaktadır. Ayrıca yerel yönetimlerin teşvik politikaları bu uygulamaların yaygınlaşmasında rol oynayabilir.

LEED, BREEAM, DGNB ve  EDB K Sertifika Sistemlerinin Açıklamaları
LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)
LEED, ABD merkezli U.S. Green Building Council (USGBC) tarafından geliştirilen bir yeşil bina derecelendirme sistemidir. LEED sertifikası alabilmek için hem  n koşulların sağlanması hem de belirli kredi başlıklarında puan kazanılması gerekir. Kategori başlıkları arasında “Enerji ve Atmosfer”, “Sürdürülebilir Arazi”, “İ  Mekân Kalitesi”, “Malzeme ve Kaynaklar”, “Su Verimliliği”, “Yenilik ve Tasarım”, “Bölgesel  ncelikler” gibi alanlar yer alır ( r k ve İslamoğlu 2019). Platin seviye en üst düzey başarıyı göstermektedir. Türkiye’de çok sayıda proje LEED sertifikasına sahiptir.

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)
BREEAM, İngiltere merkezli bir sertifika sistemidir ve 1990’dan beri kullanılan ilk yeşil bina değerlendirme yöntemlerinden biridir. Sistem, yapıların çevresel performansını “Yönetim”, “Sağlık ve Konfor”, “Enerji”, “Ulaşım”, “Su”, “Malzeme”, “Atık”, “Arazi Kullanımı ve Ekoloji”, “Kirlilik” ve “İnovasyon” gibi başlıklarla  l er. Her başlığın

toplam puan içindeki ağırlıkları belirlenmiş olup, toplam puan üzerinden derecelendirme yapılır (BREEAM 2022).

DGNB (German Sustainable Building Council)

DGNB, Almanya merkezli bir sertifika sistemidir ve yapıları sürdürülebilirlik açısından çoklu bileşenler açısından değerlendirir. DGNB'nin değerlendirme sistemi beş ana kategoriye dayanır: sosyo-kültürel ve fonksiyonel durum, ekonomi, ekoloji, teknoloji ve süreçler. DGNB sisteminin farkı şu şekildedir: tasarım aşamasında bir “ön sertifika” verilirken, yapı tamamlandıktan sonra nihai sertifika değerlendirilir (DGNB 2021).

ÇEDBİK (Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği)

ÇEDBİK, Türkiye merkezli olup ulusal düzeyde yeşil bina ve sürdürülebilir çevre standartlarını yaygınlaştırmayı amaçlayan bir yapıdır. Uluslararası sistemlerle iş birliği içerisinde çalışarak, Türkiye'deki yerel dinamiklere uygun kriterlerin geliştirilmesini destekler (ÇEDBİK 2022).

Bu sistemler, sürdürülebilir yapı tasarımının teşvik edilmesi açısından mimarlık ve şehircilik alanında önemli rol oynamaktadır. Dört farklı yeşil bina sertifika sisteminin temel bileşenleri ve farklılıkları detaylı şekilde karşılaştırılmıştır;

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

ABD merkezli olan LEED, en yaygın uluslararası sertifikalardan biridir. Binalar 110 puan üzerinden değerlendirilir. Özellikle enerji verimliliği ve su tasarrufu gibi teknik kriterlere yoğunlaşır. Platin seviye, en üst düzey başarıyı gösterir. Türkiye’de birçok büyük ofis ve alışveriş merkezi bu sertifikaya sahiptir ‘(LEED Sertifikası Türkiye 2022)’.

BREEAM

BREEAM, dünyanın ilk yeşil bina değerlendirme sistemidir. Değerlendirme %100'lük bir ölçek üzerinden yapılır ve 'Mükemmel' seviyesine kadar çıkabilir. Yönetim, sağlık ve konfor gibi kullanıcı odaklı kriterlere özel önem verir (BREEAM 2022).

DGNB

DGNB sistemi, çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği dengeli biçimde değerlendiren kapsamlı bir sistemdir. Yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA)

zorunludur. Almanya başta olmak üzere Avrupa'daki yüksek sürdürülebilirlik standartları ile uyumludur (DGNB 2021).

ÇEDBİK

Türkiye'deki iklimsel, kültürel ve hukuki koşullara göre geliştirilmiş yerli bir sertifikadır. Henüz uluslararası sistemler kadar olgunlaşmamış olsa da yerli mimarlar ve yapı sektörü açısından erişilebilir, ekonomik ve uygulanabilir bir çözüm sunar.

Bu karşılaştırma, mimarlık ve sürdürülebilir yapı tasarımı alanında çalışan profesyonellerin, projelerine uygun sertifikasyon sistemini seçerken doğru karar vermelerine yardımcı olur. Özellikle Türkiye bağlamında, LEED ve BREEAM gibi uluslararası sistemlerin yanında ÇEDBİK'in yerli bir alternatif olarak geliştirilmesi, yeşil bina uygulamalarının yaygınlaşması açısından önemlidir (ÇEDBİK 2022).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu araştırmanın ana materyalini, çalışma kapsamında seçilen farklı coğrafi, iklimsel ve kültürel özelliklere sahip örnek yeşil cephe uygulamalarının bulunduğu yapılar ve kentsel alanlar oluşturmaktadır. Araştırma alanlarının seçiminde, uygulamaların sürdürülebilirlik kriterlerini yansıtmaması, literatürde sıklıkla referans verilmiş olması, farklı yeşil cephe sistemlerinin (tırmanıcı bitkiler, panel sistemleri, modüler duvarlar vb.) temsil edilmesi ve farklı iklim bölgelerinde yer alması gibi ölçütler dikkate alınmıştır.

Araştırmanın yürütülmesinde, belirlenen yapı ve alanlardaki yeşil cephe unsurlarını incelemek amacıyla literatür doğrultusunda geliştirilen sistematik bir değerlendirme tablosu kullanılmıştır. Tablo 3.1, araştırma konusuna yönelik olarak internet ortamında, bilimsel makalelerde ve kütüphane kaynaklarında yapılan kapsamlı taramalar sonucunda elde edilen kriterler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Değerlendirme tablosu, bitkilendirme türü, kullanılan sistem bileşenleri, bakım gereksinimleri, iklimle uyumluluk, estetik katkı ve enerji verimliliği gibi başlıklardan oluşmaktadır.

Bunlara ek olarak, çalışmada destekleyici yardımcı materyal olarak uygulama alanlarına ait görseller, sistem detay çizimleri, yerleşim paftaları, kesit örnekleri, yapı cephe fotoğrafları ve literatürde yer alan sayısal verilerden de faydalanılmıştır. Bu materyaller, görsel analizleri desteklemenin yanı sıra kuramsal çerçeve ile uygulama örnekleri arasında ilişki kurmak amacıyla kullanılmıştır.

Tablo 3.1. Yeşil Cephe Sistemlerinin Değerlendirilmesi (Köhler 2008).

Yapı Adı	Sistem Tipi	Bitki Türü	İklimle Uyumluluk	Bakım Gereksinimi	Estetik Katkı	Enerji Verimliliği
Yapı 1	Tırmanıcı Bitkiler	<i>Hedera helix</i>	Yüksek	Düşük	Orta	Orta
Yapı 2	Panel Sistem	<i>Sedum</i>	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek
Yapı 3	Modüler Duvar	<i>Begonia</i>	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Yapı 4	Hibrit Sistem	Karışık	Değişken	Orta	Yüksek	Orta

3.2 Yöntem

Bu tez çalışması, nitel araştırma yöntemi temelinde yürütülmüş olup, betimsel analiz ve örnek olay incelemesi (case study) yaklaşımlarıyla desteklenmiştir. Literatür taramasına dayalı olarak, yeşil cephe sistemlerinin sürdürülebilir mimarlık kapsamındaki yeri ve uygulanabilirliği çeşitli boyutlarıyla ele alınmıştır. Araştırma, ulusal ve uluslararası örneklerin karşılaştırmalı incelenmesiyle şekillendirilmiş ve teorik bilgiler, görsel analizlerle desteklenmiştir.

3.2.1 Veri Toplama Yöntemi

Araştırma sürecinde hem birincil hem de ikincil veri kaynaklarından yararlanılmıştır:

- Birincil veriler, örnek projelere ait mimari çizimler, görseller, sistem detayları ve yazar tarafından elde edilen kaynaklar üzerinden elde edilmiştir.
- İkincil veriler, ulusal ve uluslararası tezler, hakemli bilimsel makaleler, kitap bölümleri ve resmi raporlar gibi akademik yayınlardan sağlanmıştır. Farhat (2020) ve Pacini vd. (2022) gibi kaynaklar, yeşil cephe sistemlerinin sınıflandırılması, işlevleri ve performans kriterleri açısından referans alınmıştır.

3.2.2 Değerlendirme Kriterleri

Bu tez kapsamında yeşil cephe sistemlerinin değerlendirilmesinde aşağıdaki ölçütler esas alınmıştır (Kriterlerin Seçimi ve Standartlarla İlişkisi):

Yeşil cephe sistemlerinin sürdürülebilirlik açısından çok boyutlu etkilerini ortaya koymak ve farklı uygulamaları karşılaştırmalı biçimde analiz edebilmek amacıyla oluşturulmuştur. Bu kapsamda kriterlerin belirlenmesinde yalnızca mimari tasarım ölçütleri değil, aynı zamanda uluslararası geçerliliğe sahip standartlar, sertifikasyon sistemleri ve enerji verimliliği yönetmelikleri temel alınmıştır. Özellikle EnEV (Energieeinsparverordnung), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ve BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) gibi küresel düzeyde kabul gören yapı performansı standartları, yapı kabuğunun enerji tüketimine, çevresel etkilere ve kullanıcı konforuna olan katkısının değerlendirilmesinde referans olarak kullanılmıştır.

Bu standartların temel aldığı yaklaşım, yapı kabuğunun yalnızca bir fiziksel sınır değil, aynı zamanda enerji verimliliği, ısı transferi, mikroiklim oluşturma ve ekosistem hizmetleri açısından aktif bir bileşen olarak değerlendirilmesidir. Bu nedenle çalışmada; güneş ışıınımını azaltarak enerji yüklerini düşürme, ısı yalıtımı ve pasif iklimlendirme performansını artırma, bitki türlerinin seçimiyle mikroklimatik konfor koşullarını iyileştirme, estetik ve mekânsal bütünlük sağlama ve bakım-sürdürülebilirlik gereksinimlerini optimize etme gibi kriterler önceliklendirilmiştir.

Ayrıca, LEED ve BREEAM gibi sertifikasyon sistemlerinin değerlendirme modüllerinde de enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynak kullanımı, çevresel kalite, su verimliliği ve sürdürülebilir alanlar gibi kategorilerin önemli yer tutması, bu çalışmada belirlenen kriterlerin uluslararası çerçeveye uyumlu olmasını sağlamıştır. Böylece araştırma, hem akademik literatüre dayalı teorik temellerle hem de uygulamada geçerli sertifikasyon sistemleriyle ilişkilendirilerek daha kapsamlı ve evrensel bir değerlendirme yaklaşımı sunmaktadır.

- Enerji verimliliğine katkı: Güneş ışıınımını kesme, yapı kabuğunun ısı dengesini sağlama, soğutma yüklerini azaltma
- Isı yalıtımı ve gölgeleme performansı: Pasif iklimlendirme potansiyeli, iç mekan sıcaklıklarının dengelenmesi

- Bitki türlerinin seçimi ve iklimle uyum: Tırmanıcı veya sarkıcı bitkilerin iklime uygunluğu, bakım gereksinimi
- Estetik ve mekânsal katkı: Kent dokusuna uyumu, cephe düzenine katkısı, kullanıcı algısı üzerindeki etkileri
- Bakım kolaylığı ve uzun vadeli sürdürülebilirlik: Sistemlerin teknik altyapısı, sulama ve destek ihtiyacı.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Parkroyal on Pickering Projesi Üzerinden Yeşil Cephe Sistemlerin

Derinlemesine Değerlendirilmesi

Bu bölümde, Parkroyal on Pickering (Singapur) örneği üzerinden yeşil cephe sistemlerinin çok boyutlu etkileri üç ana başlık altında incelenmiştir: farklı iklim koşullarına entegrasyon, biyofilik mimarlık ile sürdürülebilirliğin kesişimi, kentsel konfor ile ekolojik katkı arasındaki bütünlük.



Şekil 4.1 Parkroyal on Pickering Teras Görüntüsü (Woha Architects 2013).

4.1.1 Farklı İklim Koşullarında Entegrasyon (Tropikal İklim Örneği):

Singapur gibi nem oranı yüksek ve sıcaklıkların sabit olduğu tropikal iklimlerde, yeşil cephe uygulamaları özel bir mühendislik yaklaşımı gerektirir. Parkroyal on Pickering’de, bu iklime özgü olarak sürekli yeşil kalan bitkiler seçilmiş, yoğun yağışa ve güçlü güneş ışınlımına dayanıklı sistemlerle bina kabuğu biçimlendirilmiştir. Yapının her katında yer alan teraslar, hem suyun yönetimini kolaylaştırmakta hem de mikroiklim oluşturarak dış

ortam sıcaklığını düşürmektedir. Bu sayede yapı, sadece pasif iklimleme değil, aynı zamanda çevresel etkiyi azaltan aktif bir kabuk olarak işlev görmektedir (Archdaily 2013).

4.1.2 Biyofilik Mimarlık ve Sürdürülebilirlik İlişkisi:

Proje, yeşil cepheleri yalnızca estetik bir unsur olarak değil, aynı zamanda kullanıcı psikolojisini destekleyen doğal bir arayüz olarak kullanmıştır. Otel binasının katlarına entegre edilen 15.000 m²'ye yakın bitkilendirme alanı, kullanıcıların doğayla görsel ve fiziksel temasını sürekli kılmaktadır. Bu durum hem sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasını kolaylaştırmakta hem de insan-merkezli mimarlığın bir örneğini ortaya koymaktadır (Woha Architects 2013).

4.1.3 Kentsel Konfor ile Ekolojik Katkının Bütünleşmesi:

Yapının tasarımı, kullanıcı konforu ile çevresel faydayı eş zamanlı olarak sunmaktadır. Gölgeleme ve yeşil örtü sayesinde iç mekanların sıcaklık dengesi sağlanırken, dış mekanda da daha serin ve yaşanabilir alanlar oluşturulmuştur. Bitkiler, hava kalitesinin iyileştirilmesine ve ses emilimine katkı sunarken; aynı zamanda kuşlar ve böcekler için kentsel habitat alanları yaratmıştır. Bu durum, yapı ölçeğindeki bir müdahalenin ekosistem düzeyinde pozitif etkiler oluşturabileceğini göstermektedir (Archdaily 2013).

Bu örnek, yeşil cephelerin yalnızca bina kabuğuna estetik bir katkı sunmakla kalmayıp; iklimsel, psikolojik ve çevresel ölçekte sürdürülebilirliğe doğrudan katkı sağlayabileceğini gözler önüne sermektedir (Archdaily 2013).

Tablo 4.1 Parkroyal on Pickering Projesi'nin Sürdürülebilirlik Bileşenleri Üzerinden Analizi (Woha Architects 2013).

İnceleme Başlığı	Uygulama Özeti	Somut Katkılar
İklim Koşullarına Uyum	Tropikal iklime dayanıklı bitki türleri, kat bahçeleri, yağış kontrolü	Isı kontrolü, doğal havalandırma, mikroiklim oluşumu

Biyofilik Mimarlık	Katmanlı yeşil alanlar, görsel ve fiziksel doğa teması	Kullanıcı psikolojisinde rahatlama, estetik zenginlik
Kentsel Konfor ve Ekoloji	Gölgelendirme, gürültü azaltımı, habitat yaratımı	İç-dış ortam ısı dengesi, hava kalitesi artışı, biyoçeşitlilik

4.2 Bosco Verticale (Milano) Projesinin Yeşil Cepheler Ve Sürdürülebilirlik Açısından Çok Boyutlu Analizi

Proje Künyesi

- Konum: Porta Nuova, Milano, İtalya
- Tasarım: Stefano Boeri Architetti
- Tamamlanma Yılı: 2014
- Yapı Tipi: Konut
- Yapı Yüksekliği: 80 m (Küçük kule) – 112 m (Büyük kule)

İki farklı kuleden oluşmaktadır.

Bitki Sayısı: Yaklaşık 800 ağaç, 15.000 çalı, 20.000 çok yıllık bitki içerir.



Şekil 4.2 Bosco Verticale - Milano dış cephe yapısı ve bitki dizilim stratejisi (ArchDaily: Boeri Architetti 2015.)

4.2.1 Farklı İklim Koşullarında Entegrasyon: Akdeniz-İç Karasal İkliminde Uyum Stratejileri

Bosco Verticale, Milano'nun hem karasal hem de Akdeniz ikliminin etkili olduğu geçiş bölgesinde konumlanmıştır. Bu nedenle proje tasarımında bitkisel cephe sistemlerinin iklime uygunluğu büyük önem taşımıştır.

Bitki türleri, cephe yönelimi, rüzgar yükü, don riski ve sıcaklık farklarına göre özel olarak farklı farklı seçilmiştir. Güney cephede yaprak döken ağaçlar yer alarak, kışın iç mekâna güneş girmesine izin verilmiş; yazın ise gölgeleme sağlanmıştır. Batı cephesi öğleden sonra güneş almasına karşılık geniş yapraklı çalılarla korunmuş, doğu cephesinde ise dengeli ısı kazancı sağlamak amacıyla hafif yapraklı türler kullanılmıştır. Kuzey cephesinde ise soğuk rüzgarlara karşı koruma sağlayan herdem yeşil çalı türleri kullanılarak ısı kaybı en aza indirgenmiştir. Bu yönelim odaklı bitkilendirme yaklaşımı enerji verimi ve iç mekan konforunu arttırmada önemli rol oynamaktadır. Sulama sistemleri, gri su dönüşümü ile entegre çalışmakta ve bakım ihtiyacı en aza indirilmektedir. Bitkilerin kök tutunma sistemleri, rüzgar ve yük taşıma analizlerine uygun olarak desteklenmiştir (Köhler 2008).

4.2.2 Biyofilik Mimarlık ile Sürdürülebilirlik İlişkisi

Bosco Verticale, biyofilik tasarım ilkelerini doğrudan fiziksel mekâna entegre eden bir modeldir.

- Her daireye özel dış mekân bitkilendirmesi sayesinde, kullanıcıların doğaya görsel ve fiziksel erişimi sürekli kılınmıştır.
- Psikolojik iyilik hâli, stres düzeylerinde azalma, dikkat artışı gibi biyofilik faydalar yapı kullanıcıları üzerinde doğrudan gözlemlenmiştir.
- Bina dış cephesine entegre edilen yeşil katmanlar sayesinde yapının karbon ayak izi düşürülmüş, bina yaşam döngüsü çevresel açıdan desteklenmiştir. Bu mimari anlayış, sürdürülebilirliği yalnızca enerji verimliliğiyle değil, kullanıcı sağlığı ve mekânsal duyarlılık ile birlikte ele alır (Braun 2014).

4.2.3 Kentsel Konfor ile Ekolojik Katkının Bütünleşmesi

Bosco Verticale, yapı kabuğuna entegre edilen yeşil dokularla sadece bina ölçeğinde değil, kentsel ölçekte de katkı sağlar:

- Kentsel ısı adası etkisini azaltarak çevre iklimasını dengeler.
- Gürültü bariyeri görevi görerek çevredeki ses kirliliğini %30'a kadar düşürür.
- Bitkisel katmanlar aracılığıyla partikül madde (PM10, PM2.5) emilimi sağlanır, hava kalitesi yükselir.

Proje alanında kuşlar, böcekler ve kelebekler için habitat oluşturularak kentte biyolojik çeşitlilik teşvik edilir (Braun 2014).

4.2.4 Enerji Verimliliği ve Yapısal Fayda Analizi

Tablo 4.2'de, Bosco Verticale projesine ait enerji verimliliği ve yapısal fayda alanları özetlenmiştir. Projenin farklı iklim koşullarına uygun bitkilendirme stratejileri, enerji tüketimi üzerindeki etkisi, ses yalıtımı ve CO₂ emilimi gibi performans göstergeleri tablo üzerinde detaylandırılmıştır. (Braun 2014).

Tablo 4.2 Bosto Verticale Açıklamalı Analiz

Performans Alanı	Kazanım Açıklaması
Isı Yalıtımı	Bitkiler güneş ışığını kırarak iç mekân ısınıpı dengelemekte, kışın ise yalıtım sağlamaktadır.
Enerji Tüketimi	Klima ve ısıtma ihtiyacında %25-30 oranında azalma sağlanmıştır.
Ses Yalıtımı	Bitki katmanları dış sesleri 8–10 dB oranında azaltmaktadır.
CO ₂ Azaltımı	Yaklaşık 30 ton/yıl CO ₂ absorpsiyonu gerçekleştirilmiştir.
Hava Kalitesi	Yapraklar, kirli gazları ve toz partiküllerini filtrelemekte aktif rol oynamaktadır.

4.2.5 Modelin Global Yaygınlığı ve Etki Alanı

Bosco Verticale, “dikey ormanlaştırma” anlayışını temsil eden ilk örneklerden biridir ve model, dünya genelinde birçok farklı bölgeye uyarlanmıştır: Çin’de Nanjing Vertical Forest, Hollanda’da Haarlem Forest Tower, Fransa’da Forêt Blanche projeleri aynı mimari ekolü sürdürmektedir

Bu yaygınlaşma, yeşil cephe uygulamalarının hem iklime uyarlanabilirliğini hem de toplumsal kabulünü ortaya koymaktadır (Braun 2014).

4.3 Stadthaus M1 – Hamburg: Yeşil Cephe ve Dikey Bahçelerin Kapsamlı Analizi

4.3.1 Farklı İklim Koşullarına Entegrasyon – Kuzey Avrupa Soğuk-Ilımlı İklimi

Stadthaus M1, Almanya’nın soğuk-ılıman iklimine adapte olarak tasarlanmıştır. Cephelede, ahşap yatay ve düşey lamellerle birlikte çelik muhafazalı tırmanıcı bitkiler kullanılmıştır. Yazın gölgelenmeyi, kışın ise hafif ısınmayı destekler.

4.3.2 Biyofilik Mimarlık ve Sürdürülebilirlik

Ahşap yapı sistemleri doğal görünüm sunarken karbon depolama özelliği taşır. Cepheye entegre edilen bitkiler kullanıcı stresini azaltarak biyofilik konfor sağlar. Bu sistem estetik olduğu kadar psikolojik fayda da sunar.

4.3.3 Kentsel Konfor ve Ekolojik Katkılar

Yeşil cephe, yazın gölgelik sağlar; kışın ise güneşin içeri girmesine izin verir. Toz partikülü ve CO₂ emilimiyle hava kalitesini artırır. Bitkiler aynı zamanda mikro habitatlar oluşturur.

4.3.4 Yapısal ve Enerji Performansı

Cephe sistemi, EnEV 2009¹ standartlarının %15 altında enerji iletimi sağlar. Çatıdaki fotovoltaik paneller enerji üretimini artırır. Ahşap cephe malzemeleri karbon emisyonunu azaltır.

4.3.5 Bitki Tipine Göre Cephe Sistem Seçimi

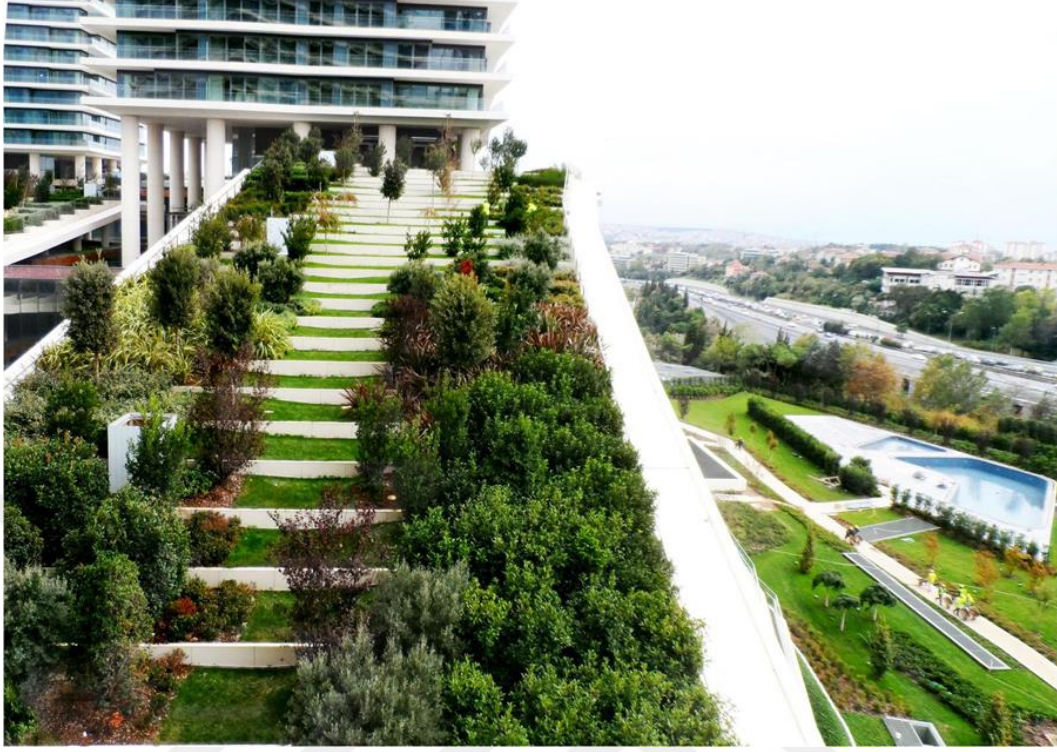
Stadthaus M1 yapısında kullanılan yeşil cephe sistemi, tırmanıcı bitkiler ile desteklenen bir kablolu çelik sistem üzerine kuruludur. Bu sistemde sarılıcı ve tutunucu türler, yapı kabuğuna entegre edilen yatay ve düşey metal halatlara yönlendirilerek büyümeye teşvik edilmiştir. Yapının iklimsel koşullarına uygun olarak *Hedera helix* (sarmaşık), *Ampelopsi sp.* ve benzeri dayanıklı tırmanıcılar tercih edilmiştir. Bu yaklaşım, sarkıcı türlerin aksine cephe yüzeyine dikey yayılım sağlayarak aktif gölgeleme, rüzgar kırıcı etki ve ısı regülasyonu gibi pasif tasarım avantajları sunar. Ayrıca tırmanıcı sistemler, bakım kolaylığı ve daha uzun ömürlü cephe koruması açısından da yine Stadthaus M1 için de tercih sebebi olmuştur.

¹ EnEV 2009:Almanya’da bina enerji performansı standartlarını belirleyen Energieeinsparverordnung (Enerji Tasarrufu Yönetmeliği)’nin 2009 yılı versiyonudur.



Şekil 4.3 Stadthaus M1 Cephesi Ve Entegre Tırmanıcı Bitkiler (Zooey Braun, Archdaily 2014).

4.4 Zorlu Center: Yeşil Çatı ve Ekolojik Sistem Analizi



Şekil 4.4 Zorlu Center Projesinde Çok katmanlı Yeşil Çatı Uygulaması (Arkitera 2023)

4.4.1 Genel Tanım ve Yeşil Cephe Stratejileri

Zorlu Center, Emre Arolat ve Tabanlıoğlu Mimarlık ortaklığıyla İstanbul’da 2008–2013 yılları arasında inşa edilmiş karma kullanımlı bir yapıdır. Yaklaşık 72.000 m²’lik çatı ve teras bahçesi ile İstanbul’un yoğun kent dokusu içinde ekolojik bir adacık oluşturur. Floradrain gibi drenaj modülleri kullanılarak yeşille su yönetimi entegre edilmiştir.

4.4.2 Ekolojik Fayda ve Biyoçeşitlilik

Projede 200’den fazla bitki türü ve 68 farklı ağaç türü kullanılmıştır. Bu çeşitlilik sayesinde kuş, böcek gibi canlılar için mikro habitatlar oluşmuş; biyolojik çeşitlilik desteklenmiştir. Bitkiler toz filtreleme, oksijen üretimi ve CO₂ emilimi gibi önemli çevresel katkılar sağlar.

4.4.3 İklim ve Su Yönetimi Performansı

Yeşil çatı sistemi, yağmur suyunun yaklaşık %75'ini tutarak buharlaşma yoluyla geri kazandırır. Bu durum sel riskini azaltır, drenaj sistemlerinin yükünü hafifletir. Teras eğimleri ve yapısal çözümlerle drenaj sistemine entegre edilmiş pasif soğutma katkısı sağlar (Berardi 2016).

4.4.4 Termal Konfor ve Enerji Verimliliği

Yeşil çatılar, yaz aylarında aşırı sıcaklığın yapıya geçmesini engeller, kışın ise yalıtım sağlar. Bu özellikleri sayesinde enerji tüketimini azaltarak sürdürülebilir bina performansını destekler.

4.4.5 Sosyal Etki ve Kullanıcı Deneyimi

Zorlu Center kullanıcıları, yeşil teras alanlarının yalnızca görsel değil, psikolojik olarak da olumlu etkiler sağladığını belirtmiştir. Araştırmalara göre bu alanlar stres azaltımı, sosyalleşme ve doğayla temas kurma açısından önemli bir rol oynar.

Tablo 4.3 Performans Özeti (Berardi 2016).

İşlev	Bilimsel Etki / Açıklama
Mikroklima Düzenleme	Isı adası etkisi -2/+1 °C; termal konfor artışı
Su Drenajı ve Yönetimi	%75 yağmur suyu tutma; drenaj yükü azaltımı
Hava Kalitesi	Partikül ve CO ₂ filtrasyonu; oksijen üretimi
Biyoçeşitlilik	Mikro habitatlar; yüksek tür çeşitliliği
Psikolojik ve Sosyal Etki	Kullanıcı refahı; sosyalleşme ve rahatlama

4.5 Türkiye Mühendisler Birliği Merkez Binası – Tematik Değerlendirme



Şekil 4.5 Türkiye Mühendisler Birliği Merkez Binası Güney Cephesi – Mesh sistemin dış görünüşü (Avcı Architects 2014).

4.5.1 Biyofilik Mimarlık ve Sürdürülebilirlik İlişkisi

TMB Binası doğayla kurulan bağın fiziksel bir temsilini sunmasa da, doğal ışığın maksimum düzeyde kullanılması, güneş ışığı ile görsel temas, çatı bitkilendirmesi ve doğal havalandırma destekli sistemleri ile kullanıcıların doğayla etkileşimini dolaylı yoldan desteklemektedir. Biyofilik mimarlığın pasif formlarına örnek teşkil eden bu yapı, yapay konfor çözümleri yerine çevresel verilerden faydalanmayı esas alır. Bu durum, sürdürülebilirliğin mekânsal deneyimle birleştiği bir durumu yansıtmaktadır (Avcı Architects 2014).

4.5.2 Sürdürülebilir Mimari Uygulamaları

LEED Platinum sertifikası bulunan yapı, mesh cepheyle pasif güneş kontrolü, termal labirent ile doğal ısıtma/soğutma, yağmur suyu geri kazanımı, yeşil çatı uygulaması gibi pek çok sürdürülebilir stratejiyi barındırır. Enerji tüketimi açısından pasif sistemlerin

kullanımı ile karbon salımı azaltılırken; ısıtma-soğutma giderleri minimuma indirilmiştir. Bu sistemler, mimaride sürdürülebilirliğin sadece enerji değil, çevre ve insan merkezli bir anlayışla ele alınabileceğini gösterir (Avcı Architects 2014).

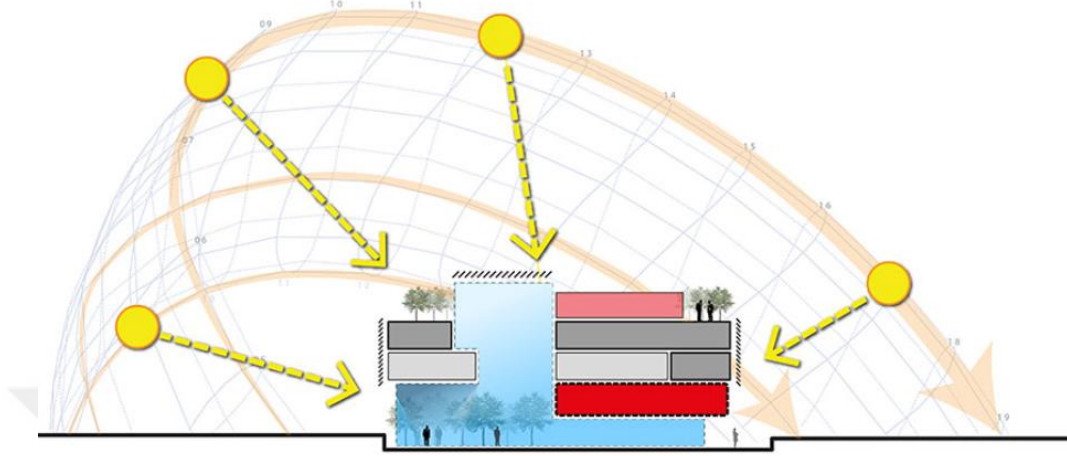
4.5.3 Kentsel Konfor ve Kullanıcı Deneyimi

Yapı tasarımı, iç mekân konforu ve görsel süreklilik açısından kullanıcı dostu bir düzenleme sunar. Mesh cephe sayesinde ofislerde doğrudan ışık kontrolü sağlanmakta, parlama azaltılmakta ve gölgeleme yoluyla termal konfor yükseltilmektedir. Ayrıca bina içindeki akustik performans ve havalandırma sistemleri, mekânsal kaliteyi destekleyen öğelerdir. Kullanıcılar için sürdürülebilirlik yalnızca çevresel değil, deneyimsel bir nitelik kazanmaktadır (Avcı Architects 2014).

4.5.4 Kent Isı Adası Etkisi ve Ekolojik Boyut

TMB Binası, ısı adası etkisini azaltmaya yönelik yeşil çatı uygulamaları ve geçirimsiz yüzeylerin azaltılması gibi çözümler içerir. Çatıdaki doğal bitkiler, kent içindeki ısı birikimini sınırlandırır. Ayrıca bitkilendirme ve yağmur suyu yönetimi, kent ekolojisinin korunmasına ve iklimlendirme dengesinin sağlanmasına katkı sunmaktadır.

4.5.5 İklimlendirme ve Enerji Performansı



Şekil 4.6 TMB Merkez Binası Güneş Isınımı Ve Pasif Güneş Kırıcı Sistem Etkileşim Şeması (Avcı Architects 2014)

Binada uygulanan termal labirent sistemi, doğal havalandırma mantığına dayanarak mekanların iklimlendirilmesini sağlar. Bu sistem yer altındaki sabit sıcaklığı kullanarak yazın serinlik, kışın ise ılıkılık üretir. Buna ek olarak chilled beam (soğuk kiriş) teknolojisi, klima ihtiyacını azaltarak yapı içinde enerji performansını yükseltir. Bina genelinde güneş kırıcı sistemler, doğal ışık kullanımı ve LED aydınlatma otomasyonu ile entegre edilmiştir (Avcı Architects 2014).

Yatay ve dikey bitkilendirmeyi doğrudan cephelere taşıyan klasik “yeşil cephe” örnekleri henüz Türkiye’de yaygın değildir. Ancak mesh sistemler ve çatı peyzajları, cephe bitkilendirmeye alternatif ve ara sistemler olarak değerlendirilmektedir. Türkiye Mühendisler Birliği (TMB) Merkez Binası bu bağlamda önemli bir örnektir. Geleneksel yeşil cephelerden farklı olarak, pasif güneş kırıcı mesh cepheleri ve çatıdaki bitkilendirme ile sürdürülebilir mimariyi bütünleştirmektedir.

4.5.6 Pasif Güneş Kırıcı Sistem – Mesh Cephe Yaklaşımı

TMB binasında güney cephede kullanılan paslanmaz çelik mesh kaplama, yapının hem enerji performansını hem de mimari ifadesini güçlendirmektedir. Mesh sistem, doğrudan güneş ışığını filtreleyerek iç mekânda parlama ve aşırı ısınmayı engellerken, doğal gün ışığının kontrollü geçişine imkân tanır. Böylece mekanik soğutma ihtiyacı azaltılarak enerji verimliliği sağlanmaktadır (Avcı Architects 2014).

4.5.7 Termal Labirent ve Mekanik Sistem Entegrasyonu

Yapının bodrum katlarında yer alan termal labirent sistemi, gece saatlerinde soğutulan havayı gündüz ofis hacimlerine yönlendirerek enerji tüketimini düşürmektedir. Aynı zamanda yerin sabit sıcaklığından yararlanarak kışın ısıtma desteği sağlamaktadır. Bu sistem, Türkiye'de uygulanmış nadir yeraltı pasif iklimlendirme çözümlerindendir (Avcı Architects 2014).

4.5.8 Çatı Peyzajı ve Su Yönetimi

TMB binasında kullanılan yeşil çatı sistemi, düşük bakım gereksinimi olan endemik bitkilerle tasarlanmıştır. Çatı yüzeylerinde toplanan yağmur suları, gri su dönüşümüyle birlikte sulama sistemine entegre edilmiştir. Ayrıca, çatı bitkilendirmesi yapının ısı yalıtım performansını artırmakta ve kent ısı adası etkisini azaltmaktadır (Avcı Architects 2014).

4.6 Ara Değerlendirme: Teoriden Uygulamaya Eleştirel Bir Bakış

Yeşil cephe sistemlerinin sürdürülebilir mimarideki rolü her ne kadar çevresel, ekonomik ve sosyal faydalarla temellendirilse de, bu sistemlerin gerçek uygulamalardaki başarıları ile teorik beklentiler arasındaki farklar dikkatle ele alınmalıdır (Avcı Architects 2014).

Örneğin, Bosco Verticale projesi İtalya'da iklimsel koşullara uygun, yerel bitki türleriyle planlanan, sürdürülebilirlik adına yüksek beklentiler taşıyan bir dikey orman modeli

sunar. Ancak yapının bakım maliyetleri, sulama sistemlerinin sürekliliği ve rüzgâr yükü karşısındaki performansı; bu tür sistemlerin yalnızca tasarım estetiğiyle değil, mühendislik hassasiyetiyle de değerlendirilmesi gerektiğini gösterir.

Aynı şekilde, Stadthaus M1 gibi tırmanıcı bitkilerin kullanıldığı pasif çözümler, düşük bakım ve enerji ihtiyacıyla çevre dostu bir yaklaşım sunarken, bu yapılar genellikle estetik beklentiyi karşılamada daha sınırlı kalabilmektedir. Türkiye Mühendisler Birliği Merkez Binası ise, yeşil cepheye doğrudan sahip olmamakla birlikte; mesh sistemli pasif güneş kontrolü, çatı peyzajı, termal labirent ve enerji verimli mekanik sistemleriyle sürdürülebilir mimarlık ilkelerini örneklemektedir. Bu yapı, Türkiye’de gelecekteki yeşil cephe tasarımları için önemli bir referans noktası olarak değerlendirilebilir (Avcı Architects 2014).

Uygulamalar arasındaki farklılıklar, sistemin yalnızca yeşil olmasıyla değil; konum, iklim, bitki türü, kullanıcı profili ve bakım altyapısıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, “yeşil cephe” ifadesi tek başına sürdürülebilirliği garanti eden bir unsur değildir; aksine sistematik, çok katmanlı ve bağlamsal bir yaklaşımla ele alındığında gerçek katkı sağlayabilir.

Ayrıca, yeşil cephe sistemlerinin karbon salımı azaltımı, mikroiklim iyileştirmesi ve enerji performansı gibi başlıklarda somut faydaları kanıtlanmış olsa da, bu kazanımların sürekliliği çoğu zaman kullanıcı farkındalığına, yönetsel iradeye ve ekonomik sürdürülebilirliğe bağlıdır. Bazı projelerde sistemlerin teknolojiye dayalı olması, yüksek bakım gereksinimiyle erişimi ve yaygınlığı sınırlar.

Yeşil cephelerin ekolojik değerleri kadar sosyal etkileri de göz ardı edilmemelidir. Görsel konfor, doğayla bağ kurma ve psikolojik rahatlama gibi biyofilik etkiler, özellikle yoğun kent dokusunda yaşam kalitesine doğrudan etki eder. Ancak bu sistemlerin her kullanıcı profiline hitap edecek şekilde erişilebilir olması ve kentsel dokuyla uyumlu tasarlanması da bir o kadar önemlidir (Avcı Architects 2014).

Sonuç olarak, 4. bölümde ele alınan yeşil cephe türleri ve bileşenleri, sürdürülebilir mimaride bir araç olarak anlam kazanmakta; ancak bu araçların başarıya ulaşması, teknik detaylardan sosyal politikalara kadar çok yönlü bir sistem yaklaşımıyla mümkündür. Yapılan örneklemeler göstermektedir ki, yeşil cepheler yalnızca bina kabuğunu değil,

aynı zamanda kentin çevresel duyarlılığını ve kamusal algısını da dönüştürebilecek potansiyele sahiptir. Bu potansiyelin hayata geçmesi için, yalnızca projelendirme değil; sürdürülebilirliğin yönetim, katılım ve farkındalık düzeylerinde de desteklenmesi gerekmektedir (Köhler 2008).



5. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, sürdürülebilir mimarlığın önemli bileşenlerinden biri olan yeşil cephe sistemleri incelenmiş ve bu sistemlerin çevresel, ekonomik ve sosyal açılardan sağladığı katkılar ortaya konmuştur.

Yapılan literatür incelemeleri ve alan analizleri ile birlikte, Tablo 5.1’de verilen karşılaştırmalı alan analizleri ışığında, yeşil cephelerin kentsel ısı ada etkisini azaltma, bina enerji verimliliğini artırma, hava kalitesini iyileştirme ve biyolojik çeşitliliğini destekleme gibi çok yönlü faydalar sunduğu gözlemlenmiştir (Gül 2019).

Tablo 5.1 Yeşil Cephe Sistemleri Karşılaştırma Tablosu (Gül 2019).

Proje Adı	Cephe Tipi	Bitki Türleri	Isı Yalıtımı	Su Yönetimi	Ekolojik Katkı
Bosco Verticale	Tırmanıcı ve Sarkan Bitkiler	800 ağaç, 15.000 çalı	%30 enerji tasarrufu	Gri su + otomatik sulama	30 ton CO ₂ emilimi/yıl
Parkroyal on Pickering	Katmanlı Dikey Bahçe	Tropik çalı ve ağaç türleri	Doğal soğutma – tropik buharlaşma	Yağmur suyu geri dönüşümü	Ekosistem destek – kuşlar
Stadthaus M1	Tırmanıcı – Kabloolu Sistem	Hedera helix, Ampelopsis	EnEV’den %15 iyi performans	Fotovoltaik + düşük tüketim	Mikrohabitatlar
Zorlu Center	Teras ve Çatı Bahçesi	200+ bitki, 68 ağaç türü	Yalıtım katkısı – serinletme etkisi	Yağmur suyu %75 tutuluyor	Mikrohabitatlar + toz filtreleme
TMB Merkez Binası	Mesh Cephe + Çatı Peyzajı	Endemik çatı bitkileri	Termal labirent + mesh ile pasif kontrol	Yağmur suyu geri kazanımı	Isı adası etkisi azaltımı + karbon azaltımı

Yeşil cephe sistemleri farklı coğrafi özelliklerde iklimsel ve yapısal bağlamlarda karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde; bitki türü çeşitliliği, ısı yalıtım performansı, su yönetimi, ekolojik katkı ve kullanıcı üzerindeki psikolojik etkiler gibi kriterler açısından önemli farklılıklar ve benzerlikler göstermiştir.

Enerji verimliliği açısından değerlendirildiğinde, Bosco Verticale %30luk enerji tasarrufu sağlarken, Stadthaus M1 EnEV standartlarına göre %15 oranında daha iyi performans sergilemektedir. Zorlu Center ve Tmb Merkez Binası'nda ise yalıtım katkısı ve pasif kontrol stratejileri öne çıkmaktadır. Su yönetimi bakımından, Parkroyal on Pickering ve TMB Merkez Binası projelerinde yağmur suyu geri dönüşümü ve kazanımı sistemleri dikkat çekerken, Bosco Verticale gri su kullanımı ve otomatik sulama sistemleriyle sürdürülebilir kaynak kullanımı desteklemektedir (Berardi 2016).

Ekolojik katkılar açısından değerlendirildiğinde, yeşil cephelerin karbon emilimi, mikrohabitat oluşturma ve ekosistem çeşitliliğine katkı sağlama potansiyeli ön plana çıkmaktadır. Özellikle Bosco Verticale yıllık 30 ton CO2 emilimiyle yüksek çevresel fayda sağlarken, Zorlu Center ve Stadthaus M1 Projeleri mikrohabitat ve toz filtreleme gibi biyolojik çeşitliliği artırıcı etkiler göstermektedir. Psikolojik etkiler açısından ise projelerin tamamı kullanıcı konforunu artırma, görsel estetik sunma ve doğayla etkileşimi güçlendirme noktasında önemli katkılar sağlamaktadır. Zorlu Center'da ziyaretçi memnuniyetinin yüksek oluşu ve Bosco Verticale'de bireysel bahçe kullanımına olanak tanınması, sosyal ve psikolojik etkilerin güçlü olduğunu ortaya koymaktadır (Farhat 2020).

Sonuç olarak analiz edilen projeler, yeşil cephe sistemlerinin farklı ölçek ve bağlamlarda çok boyutlu çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar sağladığını ortaya koymaktadır. Her proje kendi bağlamında farklı stratejiler benimsemiş olsa da, ortak amaç; enerji verimliliği artırmak, ekolojik çeşitliliği desteklemek, kullanıcı konforunu iyileştirmek ve kent estetiğine katkı sunmaktır (Farhat 2020).

Bununla birlikte, Türkiye'de bu sistemlerin uygulama sıklığının Avrupa ülkelerine kıyasla oldukça sınırlı olduğu; teknik bilgi eksikliği, maliyet kaygıları ve bakım süreçlerine ilişkin belirsizlikler nedeniyle yaygınlaşmasının önünde engeller bulunduğu tespit edilmiştir (Tokatlı 2021).

Çalışmanın temel sınırlılığı, saha ölçümü ve fiziksel uygulamaya dair doğrudan veri elde edilememesidir. Bu nedenle incelemeler, belgelenmiş projeler, literatürdeki teknik raporlar ve görsel analizler üzerinden yürütülmüştür.

Bu çalışma, yeşil cephe sisteminin mekânsal etkileri ve estetik katkıları üzerine kişisel bir yorum ve tasarım denemesi sunmakta olup, teorik bilgiyle görsel çıktının birleştirilmesi açısından destekleyici bir örnek teşkil etmektedir.

5.1 Öneriler

Yeşil cephe sistemlerinin başarılı ve sürdürülebilir şekilde uygulanabilmesi için, iklim koşullarına uyumlu ve uzun ömürlü bitki türlerinin seçimi ve uygulama yaklaşımları büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, özellikle yarı kurak ve kurak iklim koşullarında kullanılabilecek tırmanıcı ve otsu türlerin tercih edilmesi önerilmektedir. Ankara Sıhhiye Köprüsü üzerinde yapılan tasarım çalışmasında, *Clematis spp.*, *Hedera helix*, *Parthenocissus spp.*, *Lonicera japonica* gibi türlerin bölgesel iklime uyum sağladığı, düşük bakım gereksinimi ve yüksek çevresel dayanıklılık sunduğu belirlenmiştir (Timur *et al.* 2018).

Ayrıca *Acantholimon echinus*, *Ajuga reptans*, *Campanula carpatica* gibi otsu bitkiler de, özellikle gölgeli alanlarda ve düşey yüzeylerin alt katmanlarında başarılı sonuçlar vermektedir. Bitkisel seçimin yanı sıra, sistem tasarımında kullanılacak yapısal elemanların da (çelik ızgaralar, gabiyon sistemleri, modüler panel sistemleri vb.) seçilen türlerin biyolojik özelliklerine uygun olarak belirlenmesi, sistemin uzun ömürlü ve düşük bakım gerektiren bir yapıda kalmasına katkı sağlamaktadır (Tokatlı 2021).

Bitkilendirme kararlarında estetik değerler de göz önünde bulundurulmalı, yaprak dokusu, mevsimsel renk değişimi ve çiçeklenme periyotları gibi özellikler dikkate alınmalıdır. Örneğin, *Parthenocissus spp.*'nin sonbaharda kırmızı tonlara dönüşen yaprakları veya *Akebia quinata*'nın mor-mavi çiçekleri, kent estetiğine görsel katkı sağlamaktadır. Bu yaklaşımlar, sürdürülebilir kent peyzajı hedefi doğrultusunda hem çevresel hem de görsel faydaları maksimize eden çözümler sunmaktadır (Timur *et al.* 2018, Tokatlı 2021, Manso and Castro-Gomes J. 2017).

5.1.1 Mimarlık ve İmar Mevzuatına Entegrasyon

Yeşil cephe sistemlerinin yaygınlaşabilmesi için bu sistemlerin tanımı ve teknik koşulları İmar Yönetmeliği ve Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği gibi yasal düzenlemelere dahil edilmelidir. Böylece, yapı ruhsatı süreçlerinde bu sistemler zorunlu veya teşvik edilen

unsurlar haline gelebilir. Ayrıca, yeşil bina sertifikasyonlarında (LEED, BREEAM, ÇEDBİK vb.) yeşil cephe uygulamaları için özel puanlandırma sistemlerinin desteklenmesi teşvik edici olacaktır.

Sürdürülebilir yapılaşma anlayışının ve çevre dostu tasarım yaklaşımlarının giderek yaygınlaşmasıyla birlikte, yeşil cephe sistemlerinin yalnızca estetik ve ekolojik katkılarının ötesinde, yasal düzenlemeler içerisindeki konumu da önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayımlanan çeşitli düzenlemeler, yeşil bina uygulamaları ile yeşil cephe sistemlerinin kent ölçeğinde planlama süreçlerine entegre edilmesini teşvik etmekte ve bu alanda yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır. Söz konusu yasal yaklaşımlar, sürdürülebilir mimarlık uygulamalarının yalnızca gönüllü tasarım kararları olmaktan çıkarak, planlama ve kent politikaları kapsamında zorunlu ve yönlendirici bir nitelik kazanmasına olanak tanımaktadır.

Bununla birlikte, yeşil cephelerin yaygın kullanımını desteklemek amacıyla bu sistemlerin tanımlarının, teknik gerekliliklerinin ve uygulama kriterlerinin İmar Yönetmeliği ile Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği gibi temel mevzuatlara dahil edilmesi gerekmektedir. Böyle bir düzenleme sayesinde, yapı ruhsatı süreçlerinde yeşil cephe sistemleri zorunlu ya da teşvik edilen unsurlar hâline gelebilir. Ayrıca, yeşil bina sertifikasyon programlarında (LEED, BREEAM, ÇEDBİK vb.) yeşil cephe uygulamaları için özel puanlandırma kriterlerinin geliştirilmesi ve desteklenmesi, bu sistemlerin yaygınlaşmasını daha da hızlandıracaktır.

5.1.2 Teşvik Amaçlı Finansal Mekanizmalar ve Kredilendirme

Yeşil cephe sistemlerinin başlangıç maliyetleri yüksek olduğundan, bu sistemleri tercih eden yatırımcılara yönelik düşük faizli yeşil kredi olanakları sunulmalıdır. Ayrıca, çevreci yapı uygulamaları içeren projelere vergi indirimi, arsa teşviki veya kredi faiz desteği gibi finansal kolaylıklar tanınmalıdır. Bu tür mekanizmalar hem özel sektör hem de konut geliştiricileri için önemli bir motivasyon sağlayacaktır.

5.1.3 Yerel Yönetim Destekleri ve Pilot Projeler

Belediyelerin öncülüğünde, özellikle kamu binaları ve eğitim/sağlık yapıları gibi yüksek görünüme sahip alanlarda örnek yeşil cephe projeleri hayata geçirilmelidir. Bu uygulamalar, halkın bilinçlenmesine ve özel sektörün teşvik edilmesine katkı sağlar.

5.1.4 Yöresel Rehberler ve Uygulama Kataloğu

Türkiye'nin farklı iklimsel ve bitkisel özelliklerini dikkate alan, bölgesel olarak hazırlanmış uygulama kılavuzları oluşturulmalı; cephe tipi, taşıyıcı sistem, bitki seçimi ve bakım süreçleri gibi konularda standartlaşmaya gidilmelidir.

5.1.5 Akademik İş Birlikleri ve Sertifikalı Eğitimler

Mimarlar, peyzaj mimarları ve şehir plancılarının meslek içi eğitim programlarında yeşil cephe sistemleri üzerine uygulamalı eğitim modülleri eklenmeli,

Üniversitelerle iş birliği içinde AR-GE projeleri desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- Alexandri, E. and 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. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.055>
- American Psychological Association. 2020. Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.). Washington, DC: APA.
- Archdaily. Woha Architects. 2013. Parkroyal on Pickering.
- Arıkan, Y. ve Özsoy, G. (2008). A'dan Z'ye iklim değişikliği başucu rehberi. Bölgesel Çevre Merkezi, REC Türkiye.
- Braun, Z. (t.y.). 2014. Stadthaus M1 cephesi ve entegre tırmanıcı bitkiler [Fotoğraf]. ArchDaily.
- Boeri Architetti. (t.y.). 2015. Bosco Verticale - Milano dış cephe yapısı ve entegre tırmanıcı bitkiler [Fotoğraf]. ArchDaily.
- Berardi, U. 2016. The outdoor microclimate benefits and energy saving resulting from green walls: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 691–702.
- BREEAM. 2022. BREEAM International New Construction Technical Manual. Building Research Establishment.
- ÇEDBİK. 2022. Türkiye yeşil bina sertifikasyon sistemi kılavuzu. Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. 2021. Türkiye İklim Değişikliği Eylem Planı 2023-2030. Ankara: ÇŞİDB Yayınları.
- DGNB. 2021. The DGNB System – Understanding and using sustainability. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. <https://www.dgnb.de/en/>
- Enago Academy. 2017. How to write scientific names of plant and animal species in journal manuscripts (Part 1).
- Farhat, H. 2020. Proposal for Green Facade Systems in Public Buildings: A Case Study of Zliten Municipality Building. Master's Thesis, University of Tripoli.
- Gül, M. ve Demirtaş, E. 2019. *Energy Efficiency Strategies in Office Buildings: A Case Study of TMB Headquarters. Journal of Building Engineering*, 25, 100812. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100812>
- Kuloğlu, M. ve Yılmaz, A. 2006. Binalarda enerji verimliliğini artırmaya yönelik cephe sistemleri. *Yapı Dergisi*, 305, 38-45

- Köhler, M. 2008. Green Facades – a view back and some visions. *Urban ecosystems*, 11(4), 423-436.
- LEED Sertifikası Türkiye. 2022, Kasım 28. Türkiye’de LEED sertifikalı binalar. <https://www.xn--leedsertifika-jgc.com/turkiyede-leed-sertifikali-binalar/>
- Manso, M. and Castro-Gomes, J. 2015. Green wall systems: A review of their characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 863–871.
- Manso, M. and Castro-Gomes, J. 017. *Vertical gardens*. In InTechOpen (Ed.), *Vertical gardens*. InTech.
- Gül, M. and Demirtaş, E. 2019. Energy Efficiency Strategies in Office Buildings: A Case Study of TMB Headquarters. *Journal of Building Engineering*, 25, 100812.
- Masilompane, T. P., Molebatsi, L. Y. and Netshiavha, T. 2018. Vertical greening systems in sub-Saharan Africa: A literature review. *Urban Forestry and Urban Greening*, 34, 45–53.
- Ottele, M. 2011. The Green Building Envelope: Vertical Greening. PhD Dissertation, Delft University of Technology.
- Ottelé, M., van Bohemen, H. D. and Fraaij, A. L. A. 2010. Quantifying the deposition of particulate matter on climber vegetation on living walls. *Ecological Engineering*, 36(2), 154–162.
- Pacini, F., Benedetti, L. and Russo, V. 2022. Vertical Greenery Systems as Nature-Based Solutions: Environmental and Social Benefits in Urban Areas. *Sustainability*, 14(8), 10442.
- Perini, K. and Rosasco, P. 2013. Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. *Building and Environment*, 7, 110–121.
- Simon, C., and Gupta, R. 2006. Urban microclimate and building design: green façades as passive climate control systems. *International Journal of Sustainable Design*, 2(1), 31–45.
- Stefano Boeri Architetti. 2014. *Bosco Verticale: Vertical Forests and Green Architecture*. Milan: SBA Publications.
- Timur, Ö. B., Aytaş, İ., Özden, F., Akyol, E., Yazıcı, B. and Ataoğlu, F. D. 2018. Vertical garden design in case of Ankara Sıhhiye Bridge and closed area. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 20(1), 53–62.
- Tokatlı, S. 2021. Yeşil cepheler: Antalya Kemer’de örnek bir uygulama. *Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi*, 3(1), 28–38.
- Uslu, C. ve Yürekli, H. 2020. The Role of Green Roofs in Urban Heat Island Effect Mitigation. *Journal of Sustainable Architecture and Design*, 6(2), 105-118.

- Yetiş, S. ve Çapar, S. 2018. Kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında yeşil cephe uygulamaları. *Mimarlık ve Şehircilik Dergisi* 43(2), 55-67.
- Ulrich, R. S. 2002. Health benefits of gardens in hospitals. In *Plants for People International Exhibition Floriade* (pp. 1–9).
- U.S. Green Building Council. 2021. LEED v4 for Building Design and Construction.
- Ürük, Z., ve İslamoğlu, T. 2019. Yeşil Bina Sertifikaları (LEED, BREEAM, DGNB) ve Türkiye uygulamaları. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*. 6(42), 4134–4144.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Gamze GÜLEŞCİOĞLU

Eğitim

