

Araştırma Makalesi

BİYO FİLİK TASARIM YAKLAŞIMI OLARAK YEŞİL CEPHE UYGULAMALARI ÜZERİNE ARAŞTIRMA**Mehmet ESGİL[†], Ruşen YAMAÇLI^{††}**[†] Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Eskişehir, Türkiye^{††} Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Eskişehir, Türkiye[†] esgilmehmet@gmail.com, ^{††} ryamacli@eskisehir.edu.tr

0000-0002-6846-0404, 0000-0001-9659-9246

Atıf/Citation: ESGİL, M., YAMAÇLI, R., (2023). Biyofilik Tasarım Yaklaşımı Olarak Yeşil Cephe Uygulamaları Üzerine Araştırma, Journal of Technology and Applied Sciences 6(2) s.97-113, DOI: 10.56809/icujtas.1318721**ÖZET**

Son yıllarda şehirlerin nüfusunun hızla artması, yapı yoğunluğunun artmasına, yeşil alanların azalmasına neden olmaktadır. Bunun kent ve insan yaşamına pek çok olumsuz etkisi olmuştur. Bu durum ise; insanın doğaya bağlılığını ifade eden ve tasarımın buna göre şekillenmesi gerektiğini belirten biyofilik tasarım anlayışının önemini arttırmıştır. Yatayda yeşil alan oluşturmanın oldukça zor olduğu günümüz şehirlerinde, en etkili biyofilik tasarım yaklaşımlarından birisi dikey yeşil alan sağlayan yeşil cephe uygulamasıdır. Çalışmada biyofilik tasarım ve yeşil cepheler hakkında bilinç oluşturmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda; ilk olarak doğa-mimarlık ilişkisi irdelenmiş ve çeşitli doğa temelli tasarım yaklaşımları tanımlanmıştır. Biyofilik tasarımın bu yaklaşımlarla farklılık gösterdiği nokta ve ön plana çıkan özellikleri ifade edilmiştir. Ardından biyofilik tasarımın ortaya çıkışı, tanımı ve ilkeleri belirtildikten sonra bu kapsamdaki yeşil cephe uygulamasına odaklanılmıştır. Yeşil cephenin tanımı, sınıflandırması, avantaj ve çözüm önerileri ile birlikte dezavantajları belirtilmiştir. Daha sonra yeşil cephenin uygulama çeşitleri, uygulanmış örnekleriyle beraber verilmiş, örneklerdeki yeşil cephelerin çevreye, kullanıcıya ve ait olduğu yapıya katkıları irdelenmiştir. Bütün bu incelemeler sonucunda; kentlerde, yeşil dokunun artırılması; insanların fiziksel ve zihinsel sağlığının korunması; sürdürülebilir bir yapı tasarımı için yeşil cephe kullanımının artırılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğa, biyofilik tasarım, yeşil cephe, sürdürülebilir mimari**RESEARCH ON GREEN FACADE APPLICATIONS AS A BIOPHILIC DESIGN APPROACH****ABSTRACT**

In recent years, the population of cities has been increasing rapidly, which causes an increase in building density and a decrease in green areas. This has had many negative effects on the city and human life. This situation; it has increased the importance of the biophilic design approach, which expresses the commitment of people to nature and that the design should be shaped accordingly. In today's cities, where it is very difficult to create horizontal green spaces, one of the most effective biophilic design approaches is the green facade application that provides vertical green space. In this study, it is aimed to raise awareness about biophilic design and green facades. In accordance with this purpose; firstly, the relationship between nature and architecture was examined and various nature-based design approaches were defined. The point where biophilic design differs with these approaches and its prominent features are expressed. Then, after the emergence, definition and principles of biophilic design, the green facade application in this context is focused. The green facade; definition, classification, advantages and solution suggestions together with disadvantages are stated. Then, the application types of the green facade are given together with the applied examples, and the contributions of the green facades in the examples to the environment, the user and the structure it belongs to are examined. As a result of all these investigations; increasing the green fabric in cities; protection of people's physical and mental health; It has been suggested to increase the use of green facades for a sustainable building design.

Keywords: Nature, biophilic design, green facade, sustainable architecture

Geliş/Received : 22.06.2023

Gözden Geçirme/Revised : 01.08.2023

Kabul/Accepted : 10.08.2023

1. GİRİŞ

Gelişen ve büyüyen dünya pek çok avantaj ile birlikte dezavantajı da beraberinde getirmiştir. Nüfus artışı, sanayileşme ve bunun bir sonucu olarak şehirlerin hızla büyümesi, biyoçeşitliliğin ve doğa deneyiminin azalmasına neden olmuştur. Dünyanın bu hızlı gelişimi sonrasında ani değişimler çevresel bozulma ve iklim değişikliği ile sonuçlanmıştır. Son yıllarda sürdürülebilir uygulamalar, yeşil teknoloji ve kalkınma çalışmaları benimsenerek çevre ve iklim üzerindeki olumsuz etkinin azaltılması hedeflenmiştir (Addo-Bankas ve ark., 2021). Bu kapsamda önem kazanan yaklaşımlardan bir tanesi de biyofilik tasarımıdır. Biyofilik tasarım; insanın içgüdüsel olarak doğaya duyduğu özlemi tatmin ederek, fiziksel ve psikolojik yarar sağlamak için bazı tasarım önerileri sunma yaklaşımı temsil etmektedir. Ayrıca; sürdürülebilirliğe, doğa ile temas eksikliğinin giderilmesine ve doğal kaynakların etkin bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır (Zhong ve ark., 2022). Buna yönelik uygulamalar içerisinde yeşil cepheler, arazi gereksinimi içermemesinin sağladığı avantaj ile kentlerde uygulanabilirlik açısından ön plana çıkmaktadır (Blanco ve ark., 2021). Yeşil cepheler; toprakta, bitki kutularında veya duvarın kendi yüzeyinde yetişen bitki elemanları ile cephenin kaplanması sonucu oluşmaktadır (Kobya, 2017). Günümüzde şehirlerin genel silüetlerini oluşturan bina cephelerinde “yeşil cephe” uygulaması, doğa-kent bütünleşmesinin fiziksel ve görsel açıdan sağlanması ile bununla birlikte çevreye ve insana katkısı bakımından en önemli biyofilik tasarım yaklaşımlarından birisidir.

Çalışmanın amacı, kentlerimizdeki etkisi gittikçe kaybolan doğanın, mimarlıktaki öneminin ve bu bağlamda geliştirilen biyofilik tasarım yaklaşımlarından yeşil cephe uygulamalarının bu sorunun çözümüne katkısının daha iyi anlaşılmasını sağlamaktır. Bu doğrultuda, doğa mimarlık ilişkisi irdelenip, çeşitli doğa temelli tasarım yaklaşımları tanımlanmış ve bu tasarım yaklaşımlarından biyofilik tasarıma odaklanılmıştır. Daha sonra yeşil cephe uygulamasının tanımı, avantaj ve dezavantajları belirtilmiş, uygulanmış örnekler üzerinden katkısı incelenmiştir.

2. MİMARLIK – DOĞA İLİŞKİSİ

Doğa ve mimarlık her zaman bir etkileşim içinde olmuştur. Doğal bir referans olarak insan vücudu, sütunların, klasik düzenlerin ve binaların harmonisinde yer almıştır. Filarete gibi birçok yazar, mimarlığın doğuşunu; insanın, doğanın olumsuzluklarına karşı korunması olarak yorumlamaktadır (Diaz ve Navarro, 2016). Doğanın olumsuzluklarıyla başa çıkmak için mimarlar doğa ile mücadele etmek yerine ondan ilham alarak doğayla uyumlu tasarım fikirleri geliştirmişlerdir.

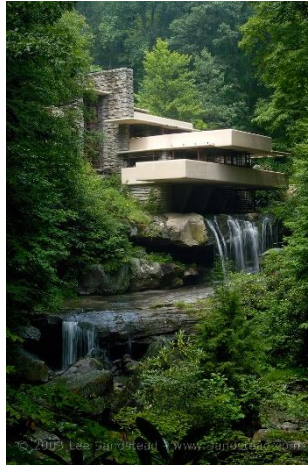
Doğa ve mimarlık arasındaki karşılıklı ilişkinin, seçilmiş birkaç örnekle ifadelendirildiği gibi, uzun bir tarihi vardır. Babil'in efsanevi Asma Bahçeleri'nin klasik antik çağda su kaynağına bitişik ve teraslı bahçelerde zengin çeşitlilikte ağaçlar, çalılar ve asmalarla dolu muhteşem bir yapı olduğuna inanılmaktadır (Şekil-1). Batı mimarlık teorisindeki en eski kitap olan Ten Books on Architecture kitabında Romalı mimar Vitruvius, konut binalarında iklime tepkiyi ve suya bağımlılığı açıklamaktadır. Jackson Downing, özel konutlarda, yapı ile doğayı birbirine bağlamak için ön sundurmaların kullanımını popüler hale getirmiştir. Dahası, mimarlar Gotik mimariden deneyim kazanarak ve Eugène Viollet-le-Duc'un dekoratif dökme demir işlerinde, Victor Horta'nın Hôtel Tassel'inde, Antoni Gaudí'nin Casa Batlló'sunda ve daha birçoklarında görülebilen doğal formların rasyonel yapılar olarak uygulanmasını önermişlerdir (Zhong ve ark., 2022). Geçmiş çağlardan 20.yy.'a kadar doğanın mimarlığa yansımaları kullanım imkânlarını arttırarak devam etmiştir.

Modern mimaride mimarlar, daha geniş bir yaklaşım yelpazesi aracılığıyla doğa ile yaşamayı keşfetmişlerdir. Örneğin, Leberecht Migge sosyal konutlarda yenilebilir bahçelerin kurulmasını önermiştir. Le Corbusier'in kavramsal projesi Immeubles Villas'a özel bahçeli daireler dâhil etmiştir. Ayrıca öne çıkan birçok modern mimari proje, doğa ile birlikte yaşamayı tasarımına yansıtmıştır. Frank Lloyd Wright'ın Fallingwater'ı, binayı, özellikle yatay olarak uzanan dirsekli terasları ortasına yerleştirildiği doğayı adeta kucaklamıştır (Şekil-2). Ludwig Mies van der Rohe'nin Farnsworth Evi'nde, cam duvarlar ve hafif yapısal destekler kullanarak dıştaki doğal çevre ile bir bağlantı kurmuştur (Şekil-3) (Zhong ve ark., 2022). Örneklerden de anlaşılacağı üzere doğa ile mimarlık arasında yüzyıllardır devam eden bir ilişki söz konusudur. Günümüzde doğa ile mimarlık arasındaki bu

etkileşimin tasarıma yansıma olanakları çoğalsa da, hızlı nüfus artışı ve beraberinde getirdiği kentleşme ile doğal alanların azalması, bu ilişkinin etkisinin de azalmasına neden olmuştur.



Şekil-1. Babil'in Asma Bahçeleri Temsili (Corbis, 2019).



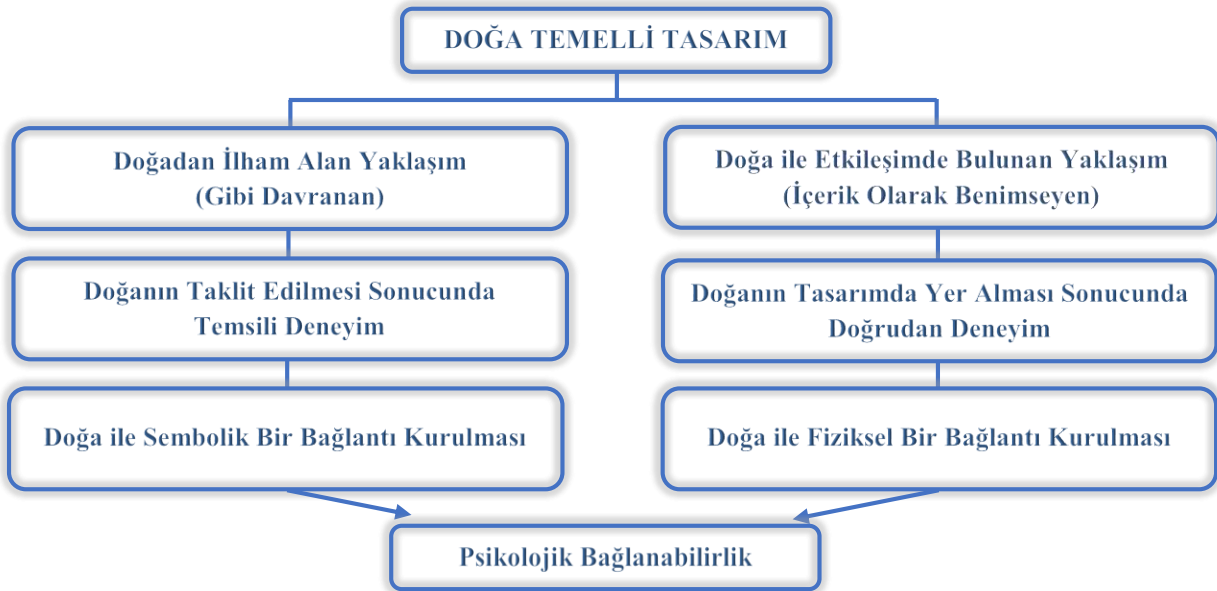
Şekil-2. Fallingwater (Sandstead, 2003).



Şekil-3. Farnsworth (Robbins, 2006).

3. DOĞA TEMELLİ TASARIM YAKLAŞIMLARI

Doğayı merkezine alan çeşitli tasarım yaklaşımları bulunmaktadır. Bu tasarım yaklaşımları doğanın tasarıma yansımalarına farklı çözümler getirirler de, temelde iki farklı görüş etrafında sınıflanmışlardır. Bunlardan ilki doğa ile etkileşimde bulunan yaklaşımlar, ikincisi doğadan ilham alan yaklaşımlardır (Şekil-4). Doğa temelli tasarım yaklaşımı, bu iki temel görüş etrafında şekillenen ve çevresel durumlara çözüm yolları arayan farklı tasarım yaklaşımlarını kapsayan bir bakış açısı ortaya koymaktadır. Günümüzde ön plana çıkan doğa temelli tasarım yaklaşımları; organik tasarım, yeşil tasarım, ekolojik tasarım, biyofilik tasarım, biyomimikri ve rejeneratif tasarımdır. Bu kavramlar ile ilgili tanımlamalar yapılarak, ayrıştığı noktalara değinilecektir.



Şekil-4. İki Farklı Doğa Temelli Tasarım Yaklaşımı (Bayraktaroğlu, 2014'ten uyarlanmıştır.)

- **Organik Mimarlık**; insanın mekânsal gereksinimlerinin karşılanması amacıyla doğaya uyumlu tasarımlardan yararlanılması gerektiği görüşünü savunan tasarım yaklaşımıdır. Bu akımın temel anlayışı; yapının çevresinin, kendisinin ve iç mekân özelliklerinin birlikte çalışan bir mekanizma olarak kurgulanmasıdır. Organik mimarlığın gelişmesindeki temel motivasyon, ekolojik kaygılardan çok; çeşitlilik, bireysellik, modernizmle gelen tek

düzelikten kurtulma arzudur (Şenozan, 2018). Kısacası; organik mimarlık; doğadan ilham alarak oluşturulan doğal biçimlerle iç ve dış mekânın bütünleştirilmesine odaklanan tasarım yaklaşımıdır.

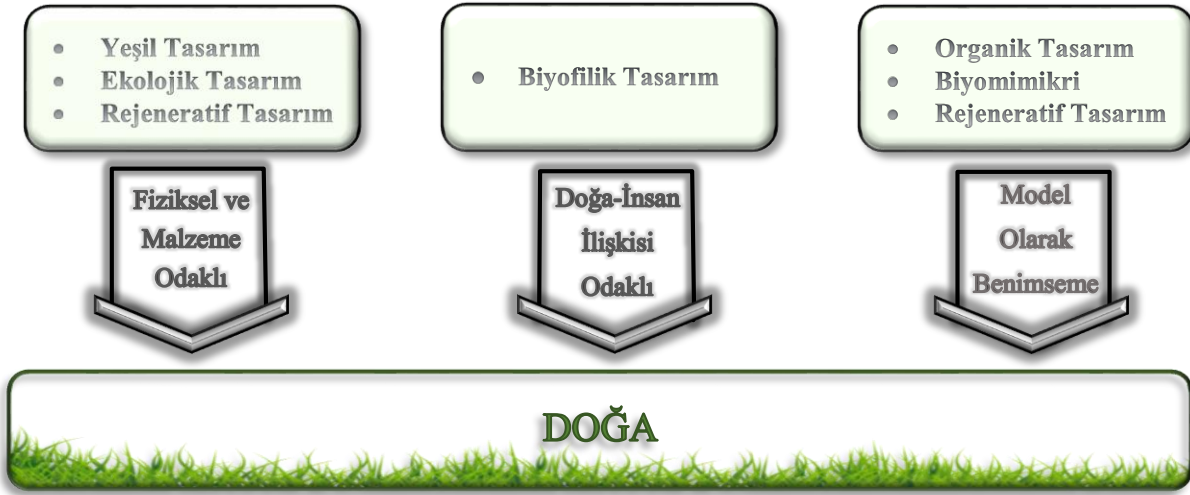
- **Yeşil Tasarım;** yapıların inşa sürecinde doğaya ve insan sağlığına verilen zararın minimuma indirilmesine yönelik tasarım yaklaşımıdır. Yeşil tasarım ile havanın, suyun ve arazinin; ekolojik yapı malzemeleri ve yapım teknikleri kullanılarak korunması amaçlanmaktadır (Bayraktaroğlu, 2014). Yeşil tasarım yaklaşımında, binanın doğa ile bütünleşmesinden ziyade, bulunduğu çevrenin ekosistemine sağlayacağı katkılar ve çevreye verdiği zararı en aza indirme, konusu ön plana çıkmaktadır.

- **Ekolojik Tasarım;** yeşil tasarım gibi çevresel bilinç ile gerçekleştirilen bina tasarımı için kapsayıcı bir terim olarak kullanılması mümkündür. Fakat ekolojik tasarım, bir bütün olarak ele alındığında yeşil tasarıma göre doğa temelli tasarım yaklaşımı ile daha özdeşleşmiş bir kavramdır. Bu iki yaklaşımın ayrıştığı nokta şu şekilde ifade edilebilir: yeşil tasarım ve tasarımın çerçevesini oluşturan değerlendirme metotları insanı ve doğayı bağımsız birer unsur olarak ele alıp, yapılan müdahalelerin doğa üzerindeki tahribatının daha küçük ölçekte kalması hedefini ön planda tutarken, ekolojik tasarım insan kavramını doğadan bağımsız bir unsur olarak görmemekte, doğa ile yapılı çevrenin birlikte, bütüncül olarak ele alınmasına imkân tanımaktadır (Bayraktaroğlu, 2014). Ekolojik tasarımda, yapının doğa ile bütünleşmesi ve doğanın bir parçasıymış gibi davranma anlayışı söz konusudur. Bu bağlamda ekolojik tasarım, yeşil tasarıma göre doğa temelli tasarımı daha bütüncül olarak yansıtmaktadır.

- **Biyofilik Tasarım;** yeşil tasarım ve ekolojik tasarım, insanın doğa ile olan ilişkisine fiziksel ve malzeme odaklı yaklaşırken, biyofilik tasarım ise doğa ile olan etkileşim gereksiniminin duygusal tarafına da dikkat çekmektedir. Güneş ışığının bulunduğu, hayvanlarla etkileşimde bulunulan, ağaç, çiçek, akan sular, kuşlar ve doğal süreçler barındıran mekânlarda insanın kendisini daha iyi hissettiği gerçeği esas alınarak biyofilik tasarım anlayışı şekillendirilmektedir (Bayraktaroğlu, 2014). Biyofilik tasarım anlayışı, insanın içgüdüsel olarak doğaya olan bağlılığına karşı tasarımın şekillendirilmesini esas alır. Böylece binanın çevreye olumlu etkisinin yanında, kullanıcının kendini huzurlu ve güvende hissetmesini sağlamak amaçlanmaktadır.

- **Biyomimikri;** diğer doğa temelli tasarım yaklaşımlarındaki gibi fiziksel veya duygusal bir tatminden ziyade, doğadan ilham alma söz konusudur. Biyomimikriyi; doğal süreçlerin analiz edilmesi ve bu süreçlerden ilham alınarak tasarımın yapılması şeklinde tanımlamak mümkündür (Bayraktaroğlu, 2014). Doğada yaşamaya adapte olmuş herhangi bir nesne veya canlıdan ilham alarak tasarımı o yönde şekillendirmek, yapıları doğanın olumsuz etkilerine karşı koruma, doğa ile daha uyumlu hale getirme imkânı sunmaktadır.

- **Rejeneratif Tasarım;** temelinde daha sağlıklı çevre koşulları oluşturmak için insanların yaşam alanlarının; ekosistemlerin kendi kendini yenileyen ve iyileştiren yönlerinin temel alınarak tasarlanması gerektiği anlayışıdır. Bu tasarım anlayışına göre; mevcut yapılı çevredeki sürdürülebilir olmayan enerji ve malzeme kullanımının gelecekte çeşitli çevresel sorunlara yol açacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla, enerji ve malzeme konusunda, sürekli olarak kendi kendini yenileyen sürdürülebilir ve doğal çözümler tercih edilmelidir. Enerji kullanımında öncelikli olarak, güneş enerjisi; malzeme kullanımında ise geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir ve doğal malzemelerin kullanımı ön plana çıkmaktadır (Lyle, 1994). Rejeneratif tasarım anlayışı, doğadaki işleyişten ilham alarak tasarımın yapılması bakımından biyomimikri ile daha sürdürülebilir çözümler için doğal malzemelerden de yararlanması bakımından biyofilik tasarım anlayışı ile örtüşmektedir.



Şekil-5. Tasarım Yaklaşımlarının Doğa ile İlişkisi

Biyofilik tasarım; diğer yaklaşımlardan farklı olarak insan-doğa ilişkisinin duygusal yönüne odaklanmaktadır. Bu bağlamda biyofilik tasarım, doğa temelli tasarım yaklaşımındaki 2 temel görüşü de kapsayacak şekilde, bu görüşlerin odak noktası olan ‘psikolojik bağlanabilirlik’ kavramı (Şekil-4) ile ilgilenmekte ve diğer tasarım yaklaşımları arasından insan-doğa ilişkisi merkezli düşünüldüğünde daha kapsayıcı bir yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır (Şekil-5). Bu durum ise tüm bu doğa temelli yaklaşımlar içinde, insan doğası ve duygusunu ön planda tutması açısından uzun vadede katkı sağlayacak anlayışın ‘biyofilik tasarım’ olduğunu göstermektedir.

4. BİYOFİLİK TASARIM

‘Biophilia(Biyofilik)’ kelimesi, ‘yaşam sevgisi’ anlamına gelmektedir. İlk olarak 1960’larda, sosyal psikolog olan Erich Fromm tarafından ‘The Heart of Man’ adlı kitabında kullanılmıştır (İrfanoğlu ve Suri, 2022). Dünya Sağlık Örgütü’nün, ‘Hasta Bina Sendromu’nu tanımladığı sıralarda Amerikalı biyolog ve Harvard Üniversitesi profesörü Edward O. Wilson’un ‘Biyofili’ üzerine geliştirdiği teoriler ile kavram popülerlik kazanmıştır (Modi ve Parmar, 2020). Hasta Bina Sendromu; kişinin genellikle çalışma alanı olan ofislerle, bazen de kaldığı konutlarla ilişkili baş ağrısı, öksürük, baş dönmesi, konsantrasyon kaybı, yorgunluk vs. gibi şikayetlerinin toplamını ifade etmektedir (Wikipedia, 2021). Biyofili ise; insan ve doğa arasındaki ilişkiyi tanımlayan bir terimdir. Edward; insanın, diğer canlı organizmalara ve özellikle doğal dünyaya doğuştan gelen bir bağlılığının olduğunu düşünmektedir (Modi ve Parmar, 2020). Bu bağlamda yapılı çevreyi, doğa ile bütünleştirmek ve doğanın etkilerinin insan yaşamında hissedilmesinin psikolojik ve çevresel açıdan olumlu etkileri olabileceği öngörülmektedir.

21.yy.’da biyofili kavramı geliştirilerek, mimari alana uyarlanmıştır. Biyofili kavramı bir teori olarak ortaya çıksa da, Kellert ve Beatley tarafından savunulan ‘biyofilik tasarım’ kavramı uluslararası olarak, insanları doğal çevreyle yeniden bağlamayı içeren sürdürülebilir tasarım stratejisi sunan bir süreci içermektedir (Şekil-6) (Downton ve ark., 2017). Genel olarak biyofilik tasarım, yapının doğa ile bütünleşmesini ifade etmektedir (Wasista ve Kerdiati, 2021). Bu bağlamda doğayla bağlantılı olan bazı binaların neden diğerlerinden daha iyi performans gösterdiğinin düşünüldüğünü açıklamaktadır. Bu tasarım anlayışında doğaya bağlılık; yaşama, çalışma, öğrenme, eğlence ve tıbbi ortamlarda her türlü faydayı sunmaktadır. Bu nedenle biyofilik mimarinin sürdürülebilirliğe, doğa ile temas eksikliğinin giderilmesine ve doğal kaynakların etkin bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunduğu iddia edilmektedir (Zhong ve ark., 2022). Biyofilik tasarımın başarılı bir şekilde uygulanması, belirli temel ilkelere tutarlı bir şekilde bağlı kalmayı gerektirmektedir. Bu ilkeler, biyofilik tasarımın etkili bir şekilde uygulanması için temel koşulları temsil etmektedir. Biyofilik tasarım;

İlke-1. Doğa ile; tekrarlanan ve süreklilik gerektiren bir etkileşimi ifade etmektedir.

İlke-2. İnsanların sağlığına, zindeliğine ve esenliğine katkı sağlamak amacıyla; insanın zaman içinde gelişim gösteren, doğal dünyaya adaptasyonuna odaklanmaktadır.

İlke-3. Belirli ortamlara ve yerlere karşı hissedilen duygusal bağlılığı teşvik etmektedir.

İlke-4. İnsan ve doğal topluluklar için genişletilmiş bir ilişki ve sorumluluk duygusunu harekete geçiren, insan-doğa arasındaki olumlu etkileşimleri teşvik etmektedir.

İlke-5. Birbirini destekleyen ve birbirine bağlı, doğa ile bütünleşik mimari çözümleri teşvik etmektedir. (Kellert ve Calabrese, 2015).

Biyofilik tasarım anlayışından ve başarılı bir şekilde uygulanması için belirlenen 5 ilkeden yola çıkarak, bu tasarım anlayışını ortaya koymak için en kapsayıcı uygulamalardan birisinin yeşil cepheler olduğu öngörülmektedir. Browning ve arkadaşlarına göre yeşil cepheler, insanın doğaya sevgisini göstermesinin en kolay yoludur. Böylece yeşil cepheler, yapılarda doğal atmosferi uyandırmak için en etkili strateji olarak düşünülmektedir. Yeşil cepheler ayrıca, yapıların yüzeylerinin oluşturduğu sınırlı alanlarda yeşil boşluklar oluşturması ile çevresel öneme de sahiptir (Browning ve ark., 2014; Wasista ve Kerdiati, 2021). Bu nedenle, çalışma, biyofilik tasarım yaklaşımlardan biri olan yeşil cephe uygulamalarına odaklanmaktadır. Çalışmanın devamında, yeşil cephe ile ilgili gerekli tanımlamalar ve uygulanmış örnekler üzerinden inceleme yapılacaktır.



Şekil-6. Biyofilik Tasarım Yaklaşımını Temsil Eden Diyagram (Cow, 2020'den uyarlanmıştır.)

5. BİYOFİLİK TASARIM YAKLAŞIMI OLARAK; YEŞİL CEPHELER

5.1. Yeşil Cephenin Tanımı

Yeşil cephe, bina yüzeyinin üzerinde veya bitişiğinde yetişen bitki örtüsünü ifade etmektedir. Bitki örtüsünün cephedeki konumlandırılmasına göre, “doğrudan” veya “dolaylı” yeşil cephe olarak 2 sınıfa ayrılmaktadır (Şekil-7) (Bustami ve ark., 2018.). Doğrudan yeşil cepheler, herhangi bir destekleyici eleman olmadan, kendi kendine tutunarak büyüyen tırmanıcı bitkilerin doğrudan yüzeyi kaplaması ile oluşmaktadır (Şekil-8) (Addo-Bankas ve ark., 2021). Dolaylı yeşil cepheler ise yüzeyden kısa bir mesafe uzağa yerleştirilen destek elemanlarına tırmanan veya bu elemanlara asılan saksılarda yetişen bitkilerin yüzeyi kaplaması sonucu oluşmaktadır (Şekil-9). Dolaylı yeşil cepheler duvar ile bitki tabakası arasında hava boşluğunun oluşmasına imkân sağlamaktadır. Doğrudan yeşil cephelerden farklı olarak oluşturulan bu hava boşluğu ile tırmanıcı bitkilerin, duvar yüzeyinde zamanla oluşturacağı hasarlar önlenmektedir (Blanco ve ark., 2021). Daha çok geleneksel mimaride kullanılan doğrudan yeşil cephelerin; yapı yüzeyine vereceği hasar, bakımının zorluğu, hijyen problemi gibi sorunlarından ötürü modern yapılarda genellikle dolaylı yeşil cepheler tercih edilmektedir.

Yeşil cephelerde bitkilerin duvarı tamamen kaplaması 10 yıldan fazla sürse de cephenin ömrü 50 yıldan uzundur. Yüzeyde kullanılan tırmanıcı bitkiler, ilk 4 senede 3m'den 10m'ye kadar uzayabilmektedir (Bustami ve ark., 2018; Addo-Bankas ve ark., 2021). Cephede bitki örtüsünün varlığı, yazın duvar yüzeyindeki ısı dalgalanmalarını önleyerek gölgeleme sağlaması ile klima için harcanacak enerji tüketimini azaltması; kışın ise ısı yalıtımını

arttırarak, ısıtma için harcanacak enerji tüketimini azaltması sayesinde enerji verimliliğine katkı sağlamaktadır (Blanco ve ark., 2021). Ayrıca yeşil altyapının doğrudan veya dolaylı faydaları arasında gürültüyü azaltma, iyileştirilmiş hava kalitesi, artan kentsel biyolojik çeşitlilik, binanın estetik değerini artırma gibi etkilerini de saymak mümkündür (Bustami ve ark., 2018). Yeşil cephelerin olumlu etkilerinin yanında, bakım, maliyet vb. dezavantajları da mevcuttur. Bu nedenle, yeşil cephelerin sağladığı avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurularak, yeşil cephe uygulamalarının yapının bulunduğu bölgeye, iklime ve şartlara uygun bir şekilde yapılması önem arz etmektedir.



Şekil-7. Doğrudan-dolaylı yeşil cephe şematik gösterimi (Bustami ve ark., 2018)

Şekil-8. Doğrudan yeşil cephe örneği; Xi'an Teknoloji Üniversitesi Kampüsü (Addo-Bankas ve ark., 2021)

Şekil-9. Dolaylı yeşil cephe örneği (Coma ve ark., 2017)

5.2. Yeşil Cephenin Avantajları

Yeşil cephelerin, yukarıda kısaca bahsedildiği üzere, insan ve çevre üzerinde pek çok olumlu etkileri vardır, bu etkiler genel olarak 6 başlık altında toplanmış ve çevresel, fiziksel, psikolojik faydalarına göre Tablo-1 hazırlanmıştır. Bu başlıklar;

- **Hava Kirliliğini Önleme/Hava Kalitesini Arttırma:** Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, hava kirliliği kentsel alanlarda en tehlikeli kirlilik türü olarak kabul edilmektedir. Bununla ilgili incelemede bulunan çeşitli araştırmalar, yeşil cephelerin dış mekân hava kalitesini iyileştirebileceğini ve hava kirliliğini, yani ciddi sağlık tehditlerine neden olan ana hava kirleticisi olan partikül maddeyi azaltabileceğini göstermektedir (Fonseca ve ark., 2023). Yeşil cepheler, karbon salınımı ve yoğun trafiğin neden olduğu kirli havayı, bitkiler sayesinde tutarak havayı temizlemektedir. Bitkiler fotosentez sonucu karbondioksit gazı ve suyu parçalayarak oksijen ve glikoza dönüştürmektedirler. Böylece karbondioksit gazı oksijene dönüşerek atmosferdeki oksijen miktarını arttırmaktadır, yani havayı temizlemektedirler. Ayrıca VOC (Volatil Organik Bileşenler) gibi havadaki zararlı toksinleri de absorbe ederek havayı filtrelediği de gözlemlenmiştir (Kobyta, 2017). Yeşil cephelerin hava kalitesini arttırmasına yönelik olumlu etkileri çevresel fayda ile beraber kullanıcı sağlığı açısından özellikle solunuma bağlı hastalıkların azalmasını da sağlayarak yarar sağlamaktadır.

- **Termal Konfor/Enerji Verimliliği:** Yüksek dış ortam sıcaklıkları, insan konfor ve sağlığında önemli bir yere sahip olan iç ortam sıcaklıklarının da yükselmesine sebep olmaktadır. Yeşil cepheler, binaların termal dengesini ve konforunu iyileştirerek soğutmaya harcanan enerji maliyetlerini azaltabilmektedir. Genellikle çıplak duvarlarda, yeşil cepheye sahip duvarlara oranla hava sıcaklıklarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Fonseca ve ark., 2023). Yeşil cephe, binanın dış yüzeyini örterek yaz aylarında ısı kazancını azaltmaktadır. Bu da yaz aylarında iç ortamın daha serin olmasını sağlamaktadır.

- **Gürültüyü Azaltma:** Dünya Sağlık Örgütü'ne göre gürültü, özellikle insanların dinlenmelerine engel olması nedeniyle sağlık sorunlarının en önemli ikinci nedeni olarak gösterilmektedir (Fonseca ve ark., 2023). Trafik ve diğer sebeplerin neden olduğu gürültüler, kentte bulunan bina cephesi, yol, kaldırım gibi sert yüzeylerden yansımaktadır. Bitkilerin ses yalıtım özelliği çok fazla olmasada gürültüye karşı cephede bir ses bariyeri görevi görmekte ve sert yüzeylere oranla ses emici olarak kullanılmaktadır (Kobyta, 2017). Cephede kullanılan bitki

materyalleri ve toprak tabakasının ses yutucu özelliği sayesinde, yeşil cepheler, çıplak bir cepheye göre gürültüyü engelleme konusunda çok daha iyi performans göstermektedir.

- **Sosyal Algılar:** İnsanlar genellikle yeşil altyapı unsurlarına karşı olumlu tutumlara sahiptir. Bu, yeşil cepheler gibi küçük ölçekteki yeşil altyapılar içinde geçerlidir. Dolayısıyla, tasarımda yeşil cephelere yer verilmesinin insan psikolojisine olumlu etkileri mevcuttur (Fonseca ve ark., 2023). Yeşil cepheler, doğa ile fiziksel ve ruhsal bir bağ kurarak kent yaşamının fizyolojik ve psikolojik baskılarını hafifletmeye yardımcı olmaktadır (Koby, 2017). Bu bağlamda yeşil cephelerin, biyofilik tasarım anlayışının da bir gerekliliği olarak, insan üzerinde sadece fiziksel değil, duygusal etkisinden de bahsetmek mümkündür.

- **Görsel ve Estetik Değeri Arttırma:** Bitkilendirme; yapıların genel görünümünü güçlendirmek ve kentin görsel, sosyal koşullarını iyileştirmek için maliyet ve uygulama açısından en ideal tercihtir. Bu bağlamda büyük kentlerin genel görünümünü oluşturan yapı yüzeylerinde yeşil cephe uygulaması, bitkilendirme açısından önemlidir. Cephelerde bitki dokularının kullanılması, bunun belli örüntülerle uygulanması ve doğayla iç içe tasarım, estetik görünüme katkı sağlamaktadır. Kentlerde doğanın varlığını hissettiren yeşil alanların etkisinin artması ile halkın yaşam kalitesi de artmaktadır (Koby, 2017). Sonuç olarak, yeşil cephe uygulaması kentlerin estetik ve görsel değerini arttırmasının yanında sosyal, psikolojik ve ekonomik yönden olumlu bir etki sağlamaktadır.

- **Sağlık/Esenlik:** Genel olarak literatür, yeşil alanların fizyolojik ve psikolojik, sağlık/esenlik faydaları ile ilişkili olduğuna dair kanıtlar sunmaktadır (Fonseca ve ark., 2023). Örneğin hastaların, yeşil alanları ziyaret etmesinin; herhangi bir ilaca ihtiyaç duymadan iyileşme sağlanması ve diğer hastalardan daha hızlı bir iyileşme süreci geçirmesi, gibi etkileri olduğu gözlemlenmiştir (Koby, 2017). Ayrıca sağlık tesislerinde yeşil cephenin olumsuz duyguları ortadan kaldırmaya ve iyileşmeyi desteklemeye yardımcı olduğunu kanıtlayan çalışmalar mevcuttur (Fonseca ve ark., 2023). Yeşil cepheler, doğal manzaranın zihinde oluşturduğu pozitif etki ile hem psikolojik hem de fiziksel sağlık açısından olumlu etkileri olduğunu göstermiştir.

Tablo-1. Yeşil Cephenin Avantajlarının Faydasal Sınıflandırması



5.3. Yeşil Cephenin Dezavantajları

Yeşil cephelerin, belirtilen tüm avantajlarına rağmen, bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Dezavantajlar genellikle; tasarım, uygulama, bakım ve işletim süreci, maliyet, su tüketimi ve hijyen gibi konularda yaşanan problemler sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu dezavantajları maddeler halinde belirtecek olursak:

- Bitki türünün yanlış belirlenmesi ve bitki yoğunluğunun yanlış uygulanması
- Yeşil cephe sistemlerinin maliyeti (kurulum, işletim, bakım maliyeti vs.)
- Uygulama aşamasından sonra süreklilik gerektiren bakım ve işletim süreci

- Yeşil cephelerin sürekli olarak suya ihtiyaç duyması
- Biyoçeşitliliği arttırması ile beraber böcek, sürüngen vb. hayvanları bünyesinde barındırarak, olumsuz hijyen koşulları oluşturması
- Bazı durumlarda cepheyi kaplayarak doğal manzaranın görünümünü engellemesi (Kobyas, 2017).

Tasarım, bitki türünün seçimi ve bakımı; yeşil cephenin estetik değeri açısından önemli parametrelerdir. Ölüm oranı yüksek olan bitkilerin seçimi estetik değerin zayıflamasına ve bitkilerin yenilenmesi ile beraber ek maliyetlere sebep olmaktadır. Bitki ölüm oranları, cephe sisteminin tasarımı ve yapının bulunduğu yere göre de büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Tasarımı ve bakımı iyi yapılmamış bir yeşil cephenin, ideal bir yeşil cepheye göre yıllık bitki yenileme oranı çok daha yüksektir (Pérez-Urrestarazu ve ark., 2015). Cepheye düşük ölüm oranına sahip bitkiler kullanılarak doğru bir şekilde tasarlanmış ve düzenli olarak bakımı yapılan yeşil cephe, estetik değerin arttırılmasına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

Kuraklık nedeniyle önemi her geçen gün artan suyun tüketimi, yeşil cephelerde dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli etmendir. Yeşil cephelerin varlığını sürdürebilmesi için daimi olarak suya ihtiyacı vardır. Bitkinin terleme ve substrat buharlaştırma işlemlerinde kullanmak üzere ihtiyaç duyduğu su miktarı; havanın nemi ve sıcaklığı, gelen güneş enerjisinin miktarı, havanın akış hızı, bitki türü ve substrat özellikleri ile bağlantılıdır. Bu nedenle, uygun bitki türünün seçimi, kuraklığa eğilimli bölgelerde yeşil cephenin su gereksiniminin azaltılması bakımından önemlidir. Ayrıca, sulama suyunun sirküle edilmesi veya geri kazanılmış gri su ve yağmur suyuyla karıştırılması, ihtiyaç duyulan su ihtiyacını önemli ölçüde azaltabilmektedir. Ancak, yağış tutma ve/veya sulama suyunun geri dönüşümünü sağlamak için su depolama tanklarının kullanılması, yeşil cephenin kurulum sürecini ve malzeme maliyetini arttırmaktadır (Pérez-Urrestarazu ve ark., 2015). Sonuç olarak, yeşil cephelerde az su tüketen bitkilerin tercih edilmesi ve cephenin geri kazanılmış sularla sulanması, su tüketiminin oluşturacağı dezavantajın etkisini minimuma indirmektedir.

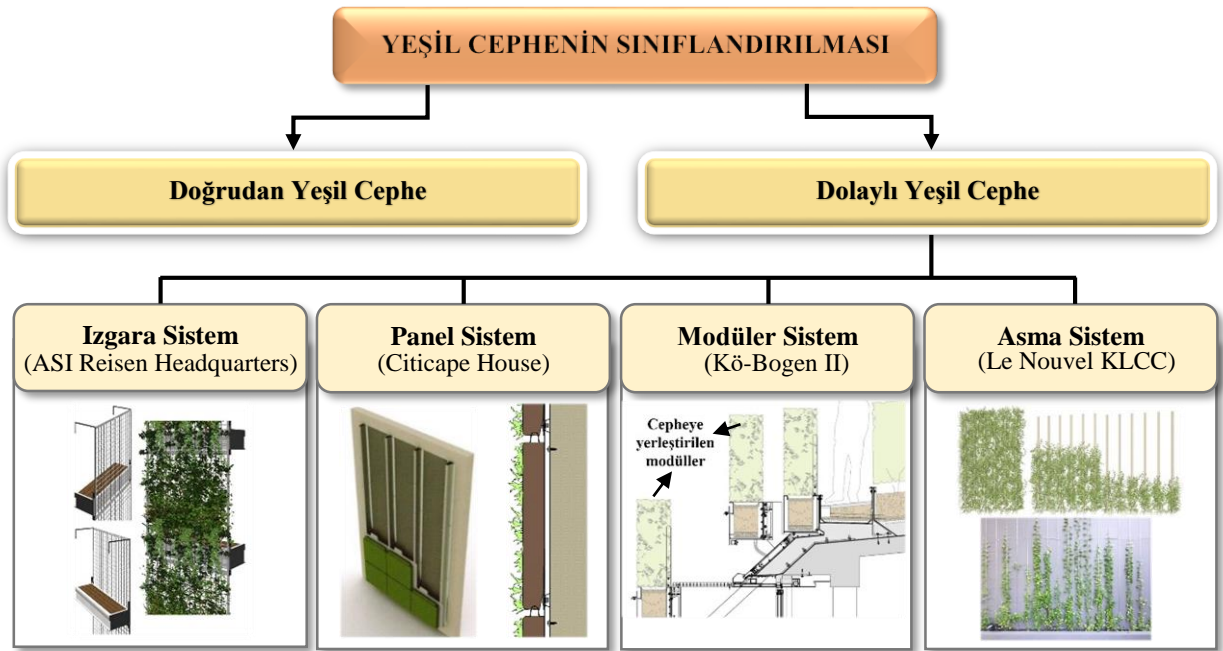
Bina cephesini kaplayan bitki örtüsü, binayı şiddetli yağışlardan koruyabileceği gibi, geçmişte hasar görmüş, nem sorunu yaşayan binaların cephelerinde buharlaşmayı engelleyerek, nemin yüzeydeki çatlaklara dolmasına sebep olmaktadır. Bu da binadaki hasarın boyutunu arttırmaktadır. Ayrıca cepheye bitkiler sürekli büyüdüğünden dolayı kök, dal ve diğer uzantılarının yüzeydeki hasarı arttırmaması için düzenli olarak temizlenmesi gerekmektedir (Katana, 2022). Yüzeyi hasarlı binalarda, doğrudan yeşil cephe yerine dolaylı yeşil cephelerin tercih edilmesi ve bakımının düzenli olarak yapılması, hasarın artmasını önleyici çözüm olarak ön plana çıkmaktadır.

Son olarak; yeşil cephe uygulamalarında işletme ve bakım süreçlerinin belli bir maliyet gerektirmesi de önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır. Maliyetlerin durumu birçok etkene göre değişiklik gösterebilmektedir. Bunlar; sistemin karmaşıklık derecesi, bitkinin özellikleri, cepheye bitki yoğunluğu vb. değişkenlere bağlıdır. Bakım maliyetlerini; sulama sistemi maliyetleri, bitkilerin değişimi, mevsimlere göre dökülen yaprakların toplanması, ortadan kaldırılması ve bu işlemlerin binanın ömrü boyunca devam etmesi sonucu ortaya çıkan maliyetler olarak tanımlamak mümkündür (Katana, 2022). Belirtilen bu maliyetlere rağmen, yeşil cephenin sağladığı avantajlar nedeniyle ekonomik uygulanabilirliğinin arttırılması için birçok araştırma yapılmıştır. Perini ve Rosasco (2013), ekonomik teşvikler (vergi indirimi vs.) ile ilk yatırım maliyetlerinin azaltılabileceğini ve dolayısıyla yapılarda yeşil cephe uygulamalarının yaygınlaşmasının sağlanabileceğini ifade etmektedir (Perini ve Rosasco, 2013). Pazarlama açısından şirketler; daha ucuz, çevre dostu malzemeler kullanarak, kurulum sürecini kolaylaştırarak ve sistem performansını iyileştirerek (bitki ölüm oranının azaltılması vs.) bakım gereksinimini azaltmaktadır (Pérez-Urrestarazu ve ark., 2015). Yeşil cephenin sağladığı avantajlar göz önünde bulundurulduğunda dezavantajlar büyük bir sorun teşkil etmemektedir. Çünkü bahsedilen dezavantajları doğru tasarım, doğru uygulama ve doğru kullanım-işletim ile ortadan kaldırmak veya olumsuz etkisini azaltmak mümkündür.

5.4. Yeşil Cephe Çeşitlerinin Örnekler Üzerinden İncelenmesi

Doğrudan yeşil cephe geleneksel bir yöntem olup, modern yapılarda genellikle dolaylı yeşil cephe tercih edilmektedir. Dolaylı yeşil cephe kaplaması ise 4 farklı sistemle uygulanmaktadır. Bu sistemler “Modüler, Asma, Panel, Izgara” sistemleridir (Şekil-10). Perini ve Rosasco (2013) ’nun yaptığı araştırmalara göre; cephenin tabanına basit bir şekilde yerleştirilen tırmanıcı bitkilerin cephe yüzeyine tutunduğu doğrudan yeşil cephe

sisteminin yaklaşık maliyeti 30-45 €/m²'dir. Dolaylı yeşil cephelerde ise; tırmanıcı bitkilerin cephedeki destek elemanlarına tutturulduğu ızgara ve asma sistemde, yetiştirilen tırmanıcı bitkiler ile destek elemanlarının toplam maliyeti 40-75 €/m²'dir. Kullanılan malzemelerin ve uygulama biçimlerinin farklılık gösterdiği modüler sistem ve panel sistemlerde maliyetler de farklılık göstermektedir. Örneğin; ekici kutuların kullanıldığı basit bir modüler sistemde plastik malzemelerden yararlanıldığında maliyet 100-150 €/m² iken çinko kaplı çelikten yapılmış bir sistemde 800 €/m²'leri bulmaktadır. Önceden bitkilendirilmiş panel sistemlerinde de maliyet; sistem tasarımına ve kullanılan malzemeye bağlı olarak 400-1200 €/m² arasında değişmektedir. Sistemlerin yaklaşık birim maliyetlerinden de anlaşılacağı üzere modüler ve panel sistemler; ızgara ve asma sistemlere göre daha pahalıdır. Bunun nedeni; gereken bakım (besleme ve sulama sistemi), kullanılan malzemeler ve tasarımının karmaşıklığıdır (Perini ve Rosasco, 2013). Fakat panel ve modüler sistemler, pahalı olmasının yanında ızgara ve asma sistemlere göre farklı uygulama çeşitleri ile daha geniş perspektifte tasarım imkanı sunmaktadır. Bu bölümde mevcut sistemler uygulanmış örnekler üzerinden incelenecektir.



Şekil-10. Yeşil cephe uygulamalarının sınıflandırılması

5.4.1. Izgara Sistemi: ASI Reisen Headquarters (2019)

Grid sistem olarak adlandırılan bu sistem çelik teller kullanılarak oluşturulmaktadır. Sistemde yer alan metal yapı malzemeleri; hızlı büyüyen, sık dokulu ve tırmanıcı bitki gruplarını desteklemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu metal malzemeler; çeşitli form ve büyüklüklerde; esnek, dikey ve yatay şekilde konumlandırılmış; çapraz kısıkaçlarla birbirlerine bağlanmışlardır (DecDor, b.t.). Izgara sisteme örnek olarak ASI Reisen Headquarters ofis binası incelenecektir.

Snøhetta mimarlık firması tarafından tasarlanan, Natters, Avusturya'da bulunan ASI Reisen Headquarters; tellere tutunarak etrafını çevreleyen yeşil cepheye ve binanın yüzeyini kaplayan siyah ahşap bir çerçeveye sahip, açık planlı bir ofis binasıdır. Yerel biyoçeşitliliğe katkıda bulunması amaçlanan yeşil bir cephe ile çevrili olması ve neredeyse tamamen ahşaptan yapılması, yapının sürdürülebilirliğinin göstergesidir (Şekil-11) (Crook, 2020). Yapıyı çevreleyen yeşil cephe, sıcak hava ve büyük saksılarda yetişen, yaprak dökmeyen 17 farklı bitkilerden oluşmaktadır. Yeşil cephe parlamaya karşı bir kalkan görevi görmekte ve cepheyi oluşturan cam yüzeyleri gölgelemektedir. Ayrıca, batı cephesinde çalışanlar, binanın yüzeyinden belli bir uzaklığa yerleştirilen yeşil cephe ile binanın arasını balkon olarak kullanabilmektedir (Şekil-12). 118 adet tırmanıcı bitki, yıl boyunca cephenin görünümünü değiştirerek mevsimsel ısı yalıtımına katkı sağlamaktadır. Bina ile yeşil cephe arasındaki tampon bölgenin oluşturduğu mikro iklim, binanın soğutulması için gereken enerji ihtiyacını azaltmaktadır (Snøhetta, b.t.). Binadaki yeşil cephe uygulaması enerji verimliliği ve biyoçeşitliliğe sağladığı katkı ile ön plana çıkmaktadır.



Şekil-11. ASI Reisen Headquarters cephesinin genel görünümü (Flatscher b.t.)



Şekil-12. Cephe ile bina arasında oluşturulan tampon bölge (Flatscher, b.t.)

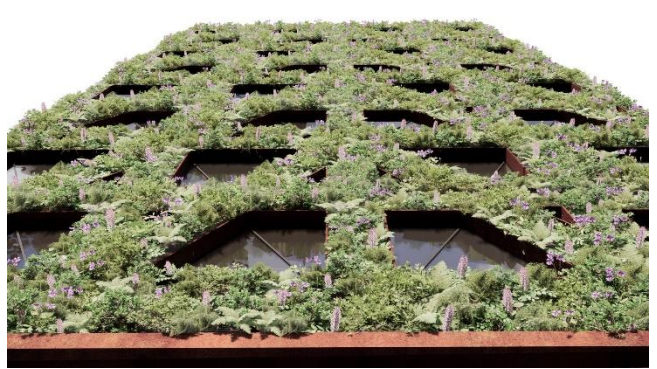
5.4.2. Panel Sistem: Citicape House (Proje Aşamasında)

Bu sistemde bitkiler, doğrudan cephenin yüzeyine veya alt yapıya yerleştirilen panellerin üzerinde konumlanmaktadır. Yüksek ısı oluşumunu engelleyen, her türlü koşula uygun, esnek bir sistemdir (DecDor, b.t.). Panel sisteme örnek olarak Citicape House karma kullanımlı bina incelenecektir.

Sheppard Robson mimarlık firması tarafından tasarlanan 11 katlı Citicape House; 2024 yılında tamamlanması planlanan, beş yıldızlı otel, ofisler, toplantı ve etkinlik alanları, bar, spa ve restoranı barındıran karma kullanımlı bir binadır (Şekil-13). Binayı ilginç ve sürdürülebilir kılan en önemli özelliği panel sisteme sahip yeşil cephesidir (Şekil-14). 400.000 bitkiden oluşması planlanan bu cephe ile yılda 8 tondan fazla karbonun tutulması ve 6 ton oksijen üretilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca Londra'nın işlek bir bölgesinde bulunan yapı, yeşil cephesi sayesinde 500 kg partikül maddeyi hapsederek hava kalitesinin iyileştirilmesine önemli ölçüde katkı sağlayabilecek; dış çevre ile iç mekân arasında gürültü ve toz kirliliğini önleyen bir bariyer görevi üstlenebilecektir (Crook, 2019; Robson, b.t.). Yeşil cephenin su ihtiyacının bir kısmını karşılayarak maliyeti düşürmek amacıyla yağmur suyu toplanacaktır (Crook, 2019). Tasarımdaki yeşil cephe uygulaması; sağlaması beklenen yüksek çevresel katkısı ile ön plana çıkmaktadır.



Şekil-13. Citicape House cephesinin genel görünümü (Robson, b.t.)

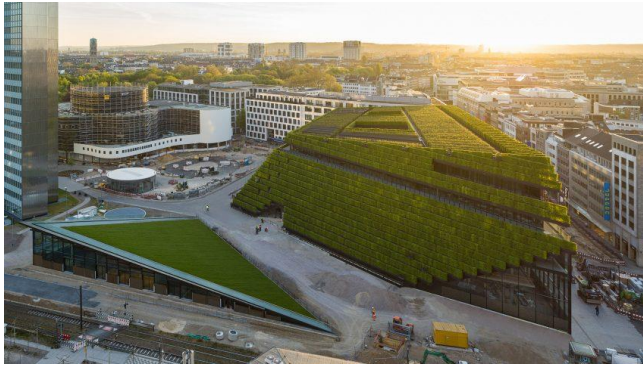


Şekil-14. Cephenin detay görünümü (Robson, b.t.)

5.4.3. Modüler Sistem: Kö-Bogen II (2020)

Sistem, yapı cephesine, benzer form ve büyüklüklere sahip modüllerin yerleştirilmesiyle oluşturulmaktadır. Bu modüller, üst üste ve yan yana dizilerek cephe kaplaması yapılmaktadır. Sistemin modüler olması, gübreleme ve kök budama işlemlerinin daha kolay yapılmasını sağlamaktadır (DecDor, b.t.). Modüler sisteme örnek olarak Kö-Bogen II ofis binası incelenecektir.

Ingenhoven Architects tarafından tasarlanan, Düsseldorf Almanya’da bulunan Kö-Bogen II, 5 katlı bir ofis binasıdır. Kö-Bogen II, cephesine yerleştirilen ve yüzeyini çevreleyen, 30.000 bitkiden oluşan yeşil cephesi ile ön plana çıkmaktadır (Ravenscroft, 2020). Yapının kademeli yeşil cephesi, bitişiğinde bulunan Hofgarten Parkı’na engelsiz bir görüş açısı sunmakta ve parkın yeşilliğini şehrin içine doğru genişletmektedir (Şekil-15) (Ingenhoven Associates, 2019). Yeşil cepheyi oluşturan gürgen çitler, binanın inşası tamamlandıktan sonra, parça parça cepheye yerleştirilerek 8 kilometrelik uzunluğa sahip olup, 80 adet tam büyümüş yaprak döken ağaca eşdeğer bir ekolojik fayda sağlamaktadır (Şekil-16). Cephede kullanılan bitkilerin; kışın yapraklarını koruması, kuzey ve batı yönelimli gelişmesi, güçlü rüzgâr hızlarına dayanması, böceklerden etkilenme ihtimalleri düşük olması ve yılda sadece iki ila üç budama gerektirmesi gibi özellikleri; bakım ve kış aylarında ısıtmaya duyulan ihtiyacın azaltılması konusunda avantaj sağlamaktadır (Ravenscroft, 2020). Ayrıca cephedeki yoğun bitki örtüsü; yapının CO₂ ayak izini azaltmakta, yoğun güneş ışığına maruz kalındığında iç mekândaki sıcaklık artışını önlemekte ve emilen enerjinin %40’ını su buharına dönüştürerek doğal soğutma sağlamakta, şehir içi ısı etkisini azaltmakta, ince tozu ve CO₂’yi emip oksijen üreterek havayı temizlemekte ve havanın nemlendirilmesine yardımcı olmaktadır (Ingenhoven Associates, 2019; Ibrahim, 2022). Binadaki yeşil cephe uygulaması; kent içindeki yeşil dokuya sağladığı katkı ve çevresel faydası ile ön plana çıkmaktadır.



Şekil-15. Kö-Bogen II cephesinin genel görünümü
(Ingenhoven Architects/HGEsch, 2020)



Şekil-16. Cephenin detay görünümü
(Ingenhoven Architects/HGEsch, 2020)

5.4.4. Asma Sistemi: Le Nouvel KLCC (2016)

Bu sistemde özellikle sarıcı-tırmanıcı bitki türleri tercih edilmektedir. Cephe yüzeyine monte edilen metal gergi veya hasır malzemelere, kökleri zemin kotunda bırakılan bitkiler sardırılarak kaplama yapılmaktadır (DecDor, b.t.). Asma sisteme örnek olarak Le Nouvel KLCC konut binası incelenecektir.

Pritzker Mimarlık Ödülü’ne sahip Jean Nouvel’in tasarladığı ve kendi ismini verdiği Le Nouvel KLCC; Kuala Lumpur, Malezya’da bulunan çift kuleli, 195 daireli bir rezidanstr. 34.katta gökyüzü köprüsü ile birbirine bağlanan, 49 ve 43 katlı 2 kuleden oluşan yapı; 243 farklı sarmaşık türünün, yüksekliği 200 metreyi bulan cepheyi kaplamak üzere yüzeye yerleştirilen çelik kablolarla tutturulması sonucunda en yüksek asma sistemli biyoçeşitliliğin sağlandığı yeşil cephelerden birine sahip olması ile ön plana çıkmaktadır (Şekil-17) (Blanc, 2016). Her iki kulenin cephesi, cam cephenin önüne yerleştirilmiş paslanmaz çelik kablolarla desteklenen, güneşten korunma sağlayan dikey yeşil bitki bahçesi sunmaktadır (Şekil-18). Dikey bahçenin yapıya entegrasyonu, görsel olarak estetik bir cephe oluşturmaktadır (Newtecnic, b.t.). Cephede kullanılacak bitki türünün belirlenmesinde mimarla iş birliği içinde olan botanikçi Patrick Blanc cepheyi; “tamamı tırmanıcı bitkilerden oluşan, dünyanın ilk botanik bahçesi” olarak tanımlamaktadır. Bitkileri seçerken; iklime, rüzgâra, güneşe ve diğer tüm çevresel özelliklere karşı dayanıklılığını göz önünde bulundurarak belirlediğini ifade etmektedir (Blanc, 2016). Cam cephe ile yeşillik bütünlüğü, cepheye çeşitli bitkilerden oluşan doğal ve canlı bir görünüm kazandırmasının yanında, yeşil cephenin bir gölgeleme elemanı olarak çalışmasını sağlamıştır (Şekil-19).



Şekil-17. Le Nouvel KLCC cephesinin genel görünümü (Blanc, 2016)

Şekil-18. Cephenin detay görünümü (Blanc, 2016)

Şekil-19. Cephenin detay görünümü (Blanc, 2016)

6. SONUÇ

Doğanın, her geçen gün insan hayatındaki etkisi azalmakta, önemi ise artmaktadır. Bu çelişkinin giderilmesi için çeşitli doğa temelli tasarım yaklaşımları ön plana çıkmıştır. Doğal yaşamın insan üzerindeki hem psikolojik hem de fiziksel faydası, yapılan birçok araştırma ile desteklenmiştir. Bu çalışmada yapılan incelemeler sonucunda; insanın doğaya içgüdüsel bağlılığını ve tasarımın bu bağlılığa göre şekillenmesi gerektiği görüşünü temsil eden biyofilik tasarım anlayışının, doğal yaşam deneyiminin insan hayatında tekrar egemen kılınması adına, doğa temelli tasarım yaklaşımları arasından en kapsamlı anlayışı temsil ettiği öngörülmüştür. Bu öngöründe bulunulmasında biyofilik tasarımın, doğa-insan ilişkisini yapıda sadece form veya malzeme odaklı değil, duygusal açıdan da ele alması etkili olmuştur. Biyofilik tasarımın; ilkeleri, kentlerde uygulanabilirliği ve bunun çevreye katkısı göz önünde bulundurulduğunda ise en etkili uygulamalardan birinin yeşil cephe uygulamaları olduğu belirlenmiştir.

Yeşil cepheler; arazi kullanımı gerektirmemesi ve günümüz şehirlerinin genel silüetlerini oluşturan bina cephelerine uygulanması sayesinde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu kapsamda biyofilik tasarım anlayışının kentin genelinde hâkim kılınması için yeşil cephe uygulaması yaygınlaştırılmalıdır. Yeşil cephelerin iki uygulama çeşidinden birisi olan doğrudan yeşil cepheler, daha geleneksel bir uygulama olup; bakımının zor olması, hijyen problemi, yapının yüzeyindeki hasarı nem ve bitkinin çeşitli uzantıları ile artırması gibi dezavantajları mevcuttur. Dolaylı yeşil cephelerin, yapı ile yeşil cephe arasında bırakılan boşluk sayesinde bu dezavantajları önemli ölçüde gidermesi ve daha geniş perspektifte tasarım imkânı sunması sebebiyle, doğrudan yeşil cephelere göre daha ideal bir çözüm olarak ön plana çıkmaktadır.

Yeşil cephelerin sağladığı çevresel, fiziksel, psikolojik faydaların (Tablo-1) yanında; yanlış bitki türü seçimi, su tüketimi, bakım ve işletim sürecinin süreklilik gerektirmesi, hijyen problemi ve maliyet gibi çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır. Ölüm oranı düşük, az su tüketen bitkilerin tercih edilmesi, uygun yeşil cephe sisteminin belirlenip doğru bir şekilde uygulanması, yeşil cephenin geri kazanılmış sularla sulanmasının sağlanması bu dezavantajların giderilmesine yardımcı olmaktadır. Belirtilen dezavantajlara rağmen önerilen çözümler ve potansiyel faydalarının çok yönlülüğü dikkate alındığında yeşil cephenin tasarımlarda neden tercih edilmesi gerektiğine dair olumlu çıkarımlar yapılabilmektedir. Ayrıca çalışma kapsamında incelenen örneklerde görüldüğü üzere; yeşil cepheler, sürdürülebilir özelliklerinin yanında farklı sistemlere (ızgara, panel, modüler, asma) sahip çeşitli uygulamalarıyla yapıya estetik bir görünüm kazandırmaktadır. Yapıya yeşil cepheyi entegre edebilmek için ilk olarak tasarıma uygun bir yeşil cephe sistemi belirlenmeli, daha sonra belirlenen sistemin altyapı unsuru sağlanmalı ve doğru sulama sistemleri bağlanmalıdır. Böylece cephedeki canlı ve estetik görünümün korunması sağlanacaktır.

Sonuç olarak; doğanın insan ve kent yaşamındaki varlığının artırılması, uzun vadeli düşünüldüğünde bir tercih değil ihtiyaçtır. Bunun içinde en etkili uygulamalardan bir tanesi, biyofilik tasarım yaklaşımı kapsamında yeşil cephe uygulamasıdır. Yeşil cepheler; ASI Reisen Headquarters örneğinde görüldüğü gibi ısı yalıtımı ve gölgeleme görevi görerek, iç mekân konforunu ve enerji verimliliğini sağlayabilmekte; Citicape House örneğinde görüldüğü üzere karbon emisyonunu azaltıp, oksijen üretimi sağlayarak ve havadaki partikülleri tutarak hava kalitesini artırabilmekle beraber gürültü ve toz kirliliğini de önleyebilmekte; Kö-Bogen II örneğinde görüldüğü gibi çevresindeki yeşil alanların güçlendirilmesine ve yeşil dokunun şehrin içine doğru genişlemesine yardımcı olmakta; Le Nouvel KLCC örneğinde görüldüğü gibi farklı bitki türlerini barındırması sayesinde biyoçeşitliliğin artmasına katkı sağlamasının yanında cepheye doğal, estetik ve canlı bir görünüm de kazandırabilmektedir. Ayrıca yeşil dokunun insan psikolojisini de olumlu yönde etkilediği pek çok araştırma ile kanıtlanmıştır. Bütün bu veriler ışığında; yapı yoğunluğunun fazla olduğu kentlerde yeşil dokuyu hâkim kılmak; daha sürdürülebilir ve insan odaklı yapılar tasarlamak için yeşil cephenin kullanımının artırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Addo-Bankas, O., Zhao, Y., Vymazal, J., Yuan, Y., Fu, J., & Wei, T. (2021). Green walls: A form of constructed wetland in green buildings. *Ecological Engineering*, 169, 106321.
- Bayraktaroğlu, Ö. E. (2014). Mimarlıkta Ekosistem Düşüncesiyle Tasarlamak. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Blanc, P. (2016). LE NOUVEL, KUALA LUMPUR. Vertical Garden Patrick Blanc. <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/kuala-lumpur/le-nouvel-kuala-lumpur?page=1> Erişim Tarihi: 31 Mayıs 2023.
- Blanco, I., Vox, G., Schettini, E., & Russo, G. (2021). Assessment of the environmental loads of green façades in buildings: a comparison with un-vegetated exterior walls. *Journal of Environmental Management*, 294, 112927.
- Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2014). 14 Patterns of Biophilic Design. New York: Terrapin Bright Green LLC.
- Bustami, R. A., Belusko, M., Ward, J., & Beecham, S. (2018). Vertical greenery systems: A systematic review of research trends. *Building and Environment*, 146, 226-237.
- Chow, E. L. (2020). Site-Specific, Sculptural Green Wall Systems as Artistic Activism: Promoting a Sense of Place and Wellbeing in Hawai 'i through Biophilic Design. Doctoral dissertation, University of Hawai'i at Manoa.
- Coma, J., Perez, G., de Gracia, A., Burés, S., Urrestarazu, M., & Cabeza, L. F. (2017). Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades. *Building and environment*, 111, 228-237.
- Corbis (2019). The Hanging Gardens of Babylon. *Asian Geographic*. <https://asiangeo.com/heritage/the-hanging-gardens-of-babylon/> Erişim Tarihi: 11 Mayıs 2023.
- Crook, L. (2019). Europe's largest green wall "will absorb eight tonnes of pollution annually" in London. *Dezeen*. <https://www.dezeen.com/2019/11/11/citicafe-house-green-wall-architecture-sheppard-robson/> Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2023.
- Crook, L. (2020). Snøhetta wraps timber office in plant-covered suspended metal frame. *Dezeen*. <https://www.dezeen.com/2020/08/27/snohetta-asi-reisen-headquarters-office-austria/> Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2023.
- DecDor. (b.t.). Yeşil Dış Cephe Kaplama. DecDor. <https://www.decdor.com/yesil-dis-cephe-klama/> Erişim Tarihi: 01 Haziran 2023.
- Downton, P., Jones, D., Zeunert, J., & Roös, P. (2017). Biophilic design applications: Putting theory and patterns into built environment practice. *KnE Engineering*, 59-65.
- Flatscher, C. (b.t.). ASI Reisen Headquarters – A Lush Open Office Space in Timber. *Archello*. <https://archello.com/project/asi-reisen-headquarters> Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2023.
- Fonseca, F., Paschoalino, M., & Silva, L. (2023). Health and Well-Being Benefits of Outdoor and Indoor Vertical Greening Systems: A Review. *Sustainability*, 15(5), 4107.

- González-Díaz, M. J., & García-Navarro, J. (2016). Non-technical approach to the challenges of ecological architecture: Learning from Van der Laan. *Frontiers of Architectural Research*, 5(2), 202-212.
- Ingenhoven Architects / HGEsch. (2020). Ingenhoven Architects wraps Düsseldorf office with five miles of hedges to create Europe's largest green facade. *Dezeen*. <https://www.dezeen.com/2020/05/04/ingenhoven-architects-dusseldorf-ko-bogen-ii-office-hedges/> Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2023.
- Ingenhoven Associates. (2019). Kö-Bogen II. *Archello*. <https://archello.com/project/ko-bogen-ii> Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2023.
- İbrahim N, N. (2022). Kö-Bogen II: Europe's largest Green Facade in Düsseldorf, Germany by CENTRUM Group, B&L Group and Ingenhoven Architects. *Amazing Architecture*. <https://amazingarchitecture.com/mixed-use-buildings/ko-bogen-ii-europes-largest-green-facade-in-dusseldorf-germany-by-centrum-group-bl-group-and-ingenhoven-architects> Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2023.
- İrfanoğlu, H. İ., & Leyla, S. U. R. İ. (2022). Biyofilik Tasarım Kriterlerinin Mekânlar Üzerinden Değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21(41), 95-116.
- Katana, B., Green Facade Systems as Technology of Removing Heat from Indoor Environment.
- Kellert, S., & Calabrese, E. (2015). The practice of biophilic design. London: Terrapin Bright LLC, 3, 21-46.
- Kobyay, H. B. (2017). Düşey yeşil cepheler ve yeşil çatıların ekolojik kriterler bakımından incelenmesi ve enerji verimliliğinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Lyle, J. T. (1994). *Regenerative design for sustainable development*. John Wiley & Sons, New York, NY.
- Modi, K., & Parmar, S. (2020). Understanding biophilia and its integration with architecture. *International Journal of Scientific Engineering and Research*, 11(5).
- Newtecnic. (b.t.). Le Nouvel (formerly Menara DNP Towers), Kuala Lumpur, Malaysia. *Newtecnic*. <https://newtecnic.com/le-nouvel-kuala-lumpur-malaysia> Erişim Tarihi: 31 Mayıs 2023.
- Pérez-Urrestarazu, L., Fernández-Cañero, R., Franco-Salas, A., & Egea, G. (2015). Vertical greening systems and sustainable cities. *Journal of Urban Technology*, 22(4), 65-85.
- Perini, K., & Rosasco, P. (2013). Cost-benefit analysis for green façades and living wall systems. *Building and Environment*, 70, 110-121.
- Ravenscroft, T. (2020). Ingenhoven Architects wraps Düsseldorf office with five miles of hedges to create Europe's largest green facade. *Dezeen*. <https://www.dezeen.com/2020/05/04/ingenhoven-architects-dusseldorf-ko-bogen-ii-office-hedges/> Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2023.
- Robbins, G. (2006). Farnsworth House Online Image. *Flickr*. https://www.flickr.com/photos/greg_robbs/282855905/in/album-72157594350732180/ Erişim Tarihi: 15 Haziran 2023.
- Robson, S. (b.t.). Citicape House creates a distinctive architectural statement, while absorbing eight tonnes of pollution annually and setting the standard for urban greening in London. *Sheppard Robson*. <https://www.sheppardrobson.com/projects/citicapec-house> Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2023.

- Sandstead, L. (2003). Fallingwater, Frank Lloyd Wright, 1939. Sandstead. http://www.sandstead.com/images/fallingwater/WRIGHT_FL_Fallingwater_1939_LS_d100_06.jpg Erişim Tarihi: 11 Mayıs 2023.
- Snøhetta, (b.t.). ASI Reisen Headquarters – A Lush Open Office Space in Timber. Archello. <https://archello.com/de/project/asi-reisen-headquarters> Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2023.
- Şenozan, M. I. (2018). İnsan-mekan-doğa etkileşiminin sürdürülebilir bir öğretisi olarak biyofilik tasarım Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Wasista, I. P. U., & Kerdiati, N. L. K. R. (2021). The Forgotten Barong Kedingkling and Legong Tombol as Green Facade Inspiration. *Journal of Aesthetics, Design, and Art Management*, 1(1), 43-48.
- Wikipedia. (2021). Hasta Bina Sendromu. Wikipedia. https://tr.wikipedia.org/wiki/Hasta_bina_sendromu Erişim Tarihi: 15 Nisan 2023.
- Zhong, W., Schröder, T., & Bekkering, J. (2022). Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research*, 11(1), 114-141.