

KÜRESEL İKLİM KRİZİ ORTAMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ YAKLAŞIMLAR

Gökhan Balcıoğlu^a*, Muhammed Said Erdemonar^b

^aİstanbul Gelişim Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, TÜRKİYE

^bİstanbul Gelişim Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, ÜLKE

* Sorumlu Yazar: gbalcioglu@gelisim.edu.tr

(Geliş/Received: 25.02.2025; Düzeltme/Revised: 26.03.2025; Kabul/Accepted: 29.03.2025)

ÖZ

İklim değişikliğinin ortaya çıkışı 21. yüzyılın en önemli çevre sorunlarından biri haline gelmiştir ve bu nedenle çok sayıda tartışma ve araştırmaya konu olmaktadır. İklim değişikliği konusunu tek bir alan içerisinde tanımlamak zordur. Dolayısıyla bu konu, çevre sorunlarıyla birlikte, sosyo-politik alandan ekonomiye, kültür alanından mekânsal ve kentsel planlamaya ve mimariye kadar insan faaliyetlerinin tüm alanlarına yayılmaktadır. Sürdürülebilir binalar, sürdürülebilir mimarinin bir parçası olan çeşitli teknik stratejiler aracılığıyla elde edilebilir. Çevre dostu malzemeler, teknik ve teknolojiler yer alır. Sürdürülebilir mimari yaklaşımları benimsemek sadece bir seçenek değil, aynı zamanda küresel iklim krizi bağlamında bir gerekliliktir. Kentsel çeperler genişlemeye devam ettikçe ve çevresel zorluklar artıkça, doğal unsurları yapıları çevrelerimize entegre etmek hem ekolojik hem de insan refahına hitap eden bütünsel bir çözüm sunmaktadır. Sürdürülebilir tasarım yaklaşımları, insanlar ve doğa arasında daha derin bir bağ kurarak yaşam kalitesini artırır, ruh sağlığını destekler ve sürdürülebilir yaşam uygulamalarına yönlendirir. Küresel iklim krizinin ortasında, çevreci ve sürdürülebilir mimari yaklaşımlar hem günümüzün hem de geleceğin şehirlerini ve yaşam alanlarını daha yaşanabilir kılmak için oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle, mimari tasarım ve inşaat süreçlerinde bu yaklaşımların benimsenmesi ve yaygınlaştırılması, iklim değişikliği ile mücadelede etmede önemli bir adım olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, İnşaat, Mimarlık, İklim, Kriz

SUSTAINABLE ARCHITECTURAL APPROACHES IN THE CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CRISIS

ABSTRACT

The emergence of climate change has become one of the most significant environmental issues of the 21st century, prompting extensive debates and research. Defining climate change within a single discipline is challenging, as it extends beyond environmental concerns to encompass various aspects of human activity, including socio-political dynamics, economic systems, cultural fields, spatial and urban planning, and architecture. Sustainable buildings can be achieved through various technical strategies that are integral to sustainable architecture, incorporating environmentally friendly materials, techniques, and technologies. Adopting sustainable architectural approaches is not merely an option but a necessity in the context of the global climate crisis. As urban peripheries continue to expand and environmental challenges intensify, integrating natural elements into the built environment presents a holistic solution that addresses both ecological concerns and human well-being. Sustainable design approaches foster a deeper connection between people and nature, enhancing quality of life, supporting mental health, and encouraging sustainable living practices. Amidst the global climate crisis, environmentally conscious and sustainable architectural strategies play a crucial role in making both present and future cities and living spaces more livable. Therefore, incorporating and promoting these approaches in architectural design and construction processes will be a significant step in combating climate change.

Keywords: Sustainability, Construction, Architecture, Climate, Crisis, Sustainability

1. GİRİŞ

Dünyada tüm canlılar için su, hava ve toprak başta olmak üzere tüm doğal kaynaklar, sağlıklı bir yaşamın ve günümüzde ihtiyaç duyulan her türlü ürünlerin üretiminin temelini teşkil etmesi nedeniyle kritik bir öneme sahiptir. Özellikle sanayi devrimi ile başlayan ve günümüze kadar artan bir ivme ile gelen üretim tekniklerinin gelişmesi, insan nüfusunun artışı ve buna paralel olarak ihtiyaçların çeşitlenmesi bu doğal kaynakların tüketimini de hızlandırmıştır. Doğal kaynakların tüketiminin yanı sıra sanayi faaliyetlerinin atmosfere salınan ve sera gazı olarak sınıflandırılan karbondioksit (CO₂), azotlu ve kükürtlü gazların küresel iklim değişikliğine neden olduğu günümüzün acı bir gerçeği olarak karşımıza çıkmaktadır.

İklim değişikliği, 21. yüzyılın en önemli çevresel sorunlarından biri olarak öne çıkmakta ve bu nedenle kapsamlı tartışmalara ve bilimsel araştırmalara konu olmaktadır. Ancak, bu olguyu tek bir disiplin çerçevesinde ele almak güçtür. İklim değişikliği, yalnızca çevresel boyutuyla değil, aynı zamanda sosyo-politik yapıdan ekonomik süreçlere, kültürel dinamiklerden mekânsal ve kentsel planlamaya kadar geniş bir yelpazede insan faaliyetlerini etkilemektedir.

Mevcut riskleri daha da artıran ve yeni risklerin ortaya çıkmasına neden olan iklim değişikliği, hem insan toplulukları hem de ekosistemler üzerinde önemli etkiler yaratmakta ve sürdürülebilir kalkınma için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu risklerin sınırlandırılması, farklı sektörlerde etkin bir yönetim anlayışının benimsenmesini ve iklim değişikliğine yönelik stratejik yanıt kapasitesinin geliştirilmesini gerektirmektedir (IPCC, 2014). Yeni küresel Paris Anlaşması'nın (30 Kasım - 12 Aralık 2015 tarihleri arasında Paris'te düzenlenen Konferans) uygulanmasının, sera gazı emisyonlarının azaltılması yoluyla uzun vadeli

bir iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltması beklenmektedir (Aleksić, Kosanović, Tomanović, Grbić, & Murgul, 2016, s. 870). Doğal kaynakların tüketimine ve bununla birlikte küresel iklim değişikliğine neden olan sektörlerden bir tanesi de yapı sektörü olup sektörel büyüklük açısından incelendiğinde, Global Construction 2020 raporunda yer alan verilere göre dünyada 12 trilyon dolarlık bir hacme sahip olduğu; ülkemizde ise Maliye Bakanlığı'nın raporuna göre yapı sektörünün 2014 yılı itibariyle gayrisafi yurt için hâsıla içindeki payının yaklaşık %6 olduğu görülmektedir (Pamuk & Kuruoğlu, 2016, s.166). Yapı sektörünün doğal kaynakların global olarak tüketim payları göz önüne alındığında;

- Enerji %45-%50
- Su %50
- Binalar ve yollar için malzemeler %60
- Binalara tarımsal arazi kaybı %80
- İnşaat için kereste ürünleri %60
- Yağmur ormanlarının tahribi %25 olarak belirtilmektedir (Kaja & Goyal, 2023).

Bu veriler ışığında doğal kaynaklarımızın gelecek kuşaklara sürdürülebilir olarak aktarılması, yenilikçi ve çevreci yöntemlerin bu alanda uygulanması, geri dönüştürülebilir malzemelerin azami oranda tercih edilmesi küresel iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması önem arz etmektedir. Bu noktada öncelikle sürdürülebilirlik kavramına yakından bakılması faydalı olacaktır. Bu yayında sürdürülebilirlik kavramının yapı sektörü özelinde tartışıp iklim krizi üzerine etkisi ve önlenmesi üzerine bazı önemli yaklaşımlar incelenmiştir. Bu yaklaşımların eksiklikleri ve gelecekte iklim krizi ile mücadelede bu alana katkı sağlayabileceği düşünülen öneriler getirilmiştir.

1.1. Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilirlik genel bir kavram olarak belirsiz bir süre boyunca bir ürünün, olayın veya sürecin devam edebilme kapasitesini ifade eder ve birçok farklı alana da uyarlanabilmektedir (Yavuz, 2010, s. 64). Sürdürülebilirlik, temelde ekoloji ve ekolojik sistemlerin işlevini, süreçlerini ve üretkenliğini gelecekte de sürdürme yeteneği olarak ifade edilmektedir (Chapin, Torn & Tateno, 1996, s. 1017). Doğal kaynaklar insanlık var olduğu sürece bu yana beslenme ve çeşitli amaçlara hizmet eden ürünleri üretmek için kullanılmaktadır. Ancak günümüzde 8 milyara ulaşan nüfus, üretim faaliyetlerinin de genişlemesi göz önüne alındığında kaynak tüketiminin hızlandığı ve bunun sonucunda da başta su olmak üzere doğal kaynakların azaldığı ve/veya kirlendiği görülmektedir. Özellikle dünyada kaynakların hızla tüketilmesinin sebebi olarak birincil olarak insan faaliyetleri olarak gösterilmektedir (Turner, 2008, s. 397). Dünyada mevcut su kaynaklarının sadece %3'ü tatlı su iken bunun da %70'i buz ve buzla örtülü alanlarda, %30'u yeraltı kaynaklarında bulunmaktadır. Nehir ve göller ise tatlı suyun sadece %0,3 kısmını oluşturmaktadır. Tatlı su kaynaklarının %65-70'i tarımsal sulama amaçlı iken %20'si sanayide, %11'i de evsel amaçlı kullanılmaktadır. Ülkemizde de benzer bir oranda tüketim değerleri elde edilmekle birlikte 2003 yılında Devlet Planlama Teşkilatı 2030 öngörüsünde belirtilmiştir. 2030 öngörüsünde ayrıca ülkemizdeki içilebilir potansiyelinin tamamının kullanıma arz edileceği de öngörülmektedir. Ülkemizde ve dünyada karşı karşıya kaldığımız bu tehdit ışığında sürdürülebilirlik hayat kurtarıcı bir prensip olacaktır. Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO), 2005 yılında "Sürdürülebilir Kalkınma için BM Eğitim On Yılı" sürecini başlatarak, sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin eğitim sistemlerine entegrasyonunu teşvik etmiştir (UNESCO, 2005). Buna ek olarak, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) 2009 yılında, küresel enerji tüketiminin %40'ından fazlasının ve sera gazı emisyonlarının önemli bir bölümünün bina

sektörüne bağlı olduğunu raporlamıştır (UNEP, 2009). Bu durum, mimarlık eğitiminde sürdürülebilirlik yaklaşımının benimsenmesini zorunlu hale getirmiştir.

2012 Rio+20 Dünya Zirvesi'nde, sürdürülebilir kalkınma alanında küresel ölçekte karşılaşılan yeni sorunların ele alınması amacıyla Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'ler) oluşturulmuş ve 2015 yılında New York'taki BM Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde "Dünyamızı Dönüştürmek: Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi" başlığı altında revize edilmiştir (Birleşmiş Milletler, 2015a). SKH'ler, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik boyutlarını dengeleyerek, küresel çapta kalkınma politikalarını yönlendirmeyi hedeflemektedir. 17 amaç ve 169 hedef içeren bu program, mimarlık ve yapı sektörü ile doğrudan ilişkilidir (Boarin & Martinez-Molina, 2022, s. 2).

Bu çerçevede, "Hedef 9 - Dayanıklı altyapının teşvik edilmesi", "Hedef 11 - Şehirleri ve insan yerleşimlerini sürdürülebilir hale getirmek" ve "Hedef 7 - Herkes için sürdürülebilir ve modern enerjiye erişim sağlamak" gibi maddeler, mimarlık alanında sürdürülebilir uygulamaları desteklemektedir. Eğitim alanında ise "Kapsayıcı ve eşitlikçi kaliteli eğitimin sağlanması" başlığı altında, bireylerin sürdürülebilir kalkınma için gerekli bilgi ve becerileri edinmesi hedeflenmektedir (Birleşmiş Milletler, 2015a). Paris Anlaşması'nın 12. maddesi, Eylül 2018'de iklim değişikliği eğitim ve öğretiminin önemini vurgulamış ve taraf devletleri bu konuda iş birliği yapmaya teşvik etmiştir (Birleşmiş Milletler, 2015b). Küresel ölçekte atılan bu adımlar ve uluslararası anlaşmalar göz önüne alındığında, sürdürülebilirlik ilkelerinin mimarlık eğitimine entegrasyonu, daha sürdürülebilir bir geleceğin inşası açısından kritik bir öneme sahiptir.

Son yıllarda, sürdürülebilirlik kavramının mimarlık müfredatına entegre edilmesi ulusal ve uluslararası düzeyde giderek daha fazla ilgi

görmektedir. Geleceğin mimarlarının, dirençli ve çevresel olarak sorumlu yapıları çevreler tasarlama sorumluluğu bulunmaktadır. Bu doğrultuda, öğrencilerin gelişmiş teknik becerilere sahip olmaları, çevresel stratejileri kavramaları ve bu unsurları tasarım süreçlerine etkin bir şekilde entegre edebilmeleri gerekmektedir.

Mimarlık disiplinleri içinde sürdürülebilirlik eğitimine yönelik çeşitli yeni yaklaşımlar geliştirilmiş ve bu bağlamda çağdaş tasarım ihtiyaçları ele alınmıştır. Günümüzde, mimarlık ofisleri ve çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren firmalar, sürdürülebilirlik konusunda akademik geçmişe sahip profesyonelleri istihdam etmeye öncelik vermektedir. Bu eğilim, yükseköğretim programlarında sürdürülebilirlik odaklı eğitimlerin yaygınlaşmasını teşvik etmekte ve aynı zamanda uluslararası mesleki akreditasyon süreçlerinde de önemli bir kriter olarak öne çıkmaktadır (Boarin & Martinez-Molina, 2022, s. 2).

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ YAKLAŞIMLAR

Sürdürülebilir tasarım, atık üretimini minimize etmeyi, kaynak kullanımını optimize etmeyi ve enerji tüketimi ile yapıların çevresel etkilerini azaltmaya yönelik bilinçli kararlar almayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu bağlamda, binaların ekolojik ayak izinin küçültülmesi ve enerji verimliliğinin artırılması, sürdürülebilir tasarımın temel amaçları arasında yer almaktadır.

Sürdürülebilir mimari, yapıların tasarımında enerji tüketiminin düşürülmesine ve çevresel etkinin en aza indirilmesine odaklanmaktadır. Bu yaklaşım, yalnızca yapı malzemelerinin seçiminde değil, aynı zamanda inşaat sürecinden işletme aşamasına kadar tüm yaşam döngüsünü kapsayan bütüncül bir perspektifle ele alınmaktadır. Sürdürülebilir tasarımın kapsamlı ve çok yönlü yapısı, belirli ilkeler doğrultusunda şekillenmekte olup, bu çerçevede üç temel kategoriye ayrılmaktadır. Sürdürülebilir binalar, sürdürülebilir mimarinin bir parçası olan çeşitli teknik stratejiler

aracılığıyla elde edilebilir. Bu unsurlar arasında çevre dostu malzemeler, teknik ve teknolojiler yer alır. Buna karşılık stratejiler, çevre dostu yer seçimi, ulaşım, bina yerleşimi ve yönelimini, ürün ve malzeme seçimini, enerji verimliliğini, yenilenebilir enerji kullanımını, su tasarrufunu, hava kalitesini, bina sakinlerinin konforunu, yönetim, onarım, yenileme ve yapı sökümü aşamalarını kapsamaktadır. Birçok bina, yalnızca belirli tasarım bileşenlerini ve stratejilerini kullandıkları için sürdürülebilir gibi addedilse de genellikle bağlamsal uygunluğu ve uzun vadeli sonuçları göz ardı edilirler. Sürdürülebilir mimarlık projeleri tipik olarak sürdürülebilirlik kavramının taşıdığı anlamı merkeze alır ve mümkün olan her yerde sürdürülebilir yöntemler ve malzemeler ve uygulama teknikleri kullanır (Chansomsak & Vale, 2008).

Literatürde esnek tanımlamalar olsa da, tipik olarak "zayıf sürdürülebilirlik" (insan merkezli) ile "güçlü sürdürülebilirlik" (insan merkezli olmayan) arasında bir ölçekte yer alırlar. Zayıf Sürdürülebilirlik terimi genellikle ekonomik bir sürdürülebilirlik biçimine atıfta bulunmak için kullanılır; ancak gerçek sürdürülebilirliğe ulaşmak için ekolojik, ekonomik ve sosyal faktörler arasında bir denge kurmak gerekir (Genovese & Zoure, 2023, s. 5). Ekolojik sürdürülebilirlik kavramı, kimi durumlarda, ekolojiyi tüm faaliyetlerin birbiriyle bağlantılı olduğu bütünlük bir sistem olarak ele alan ve ekolojik kaygıları öncelikli bir unsur olarak değerlendiren kapsamlı bir sürdürülebilirlik yaklaşımını ifade etmek için kullanılmaktadır (Hyde, Watson, Cheshire & Thomson, 2007).

Sürdürülebilir mimariyi diğer mimari yaklaşımlardan ayıran temel unsur, izlediği yöntemdir. Bu yaklaşım, sürdürülebilirliği yalnızca belirli tasarım unsurlarına indirgemek yerine, daha geniş kapsamlı ve dönüşümsel bir süreç olarak ele almaktadır (Chansomsak & Vale, 2008). Sürdürülebilir mimari, erken tasarım aşamasından başlayarak tasarım, inşaat, işletme, rehabilitasyon, yıkım ve yeni proje geliştirme süreçlerini içeren çok katmanlı bir yapıya sahiptir. Bu süreçler, sosyal, çevresel ve

ekonomik unsurları bağlamsal bir çerçevede bütünleştirirken, insani ve ileriye dönük faktörleri de dikkate alan dinamik sistemler olarak değerlendirilmektedir.

Bu bağlamda, sürdürülebilir mimari, yalnızca yapıların çevresel etkilerini azaltmayı değil, aynı zamanda uzun vadeli ekolojik ve toplumsal sürdürülebilirliği sağlamayı hedefleyen bir tasarım anlayışını temsil etmektedir. Mimarlık alanındaki bu dönüşüm, sürdürülebilirliği çağdaş tasarım paradigmasının merkezine yerleştiren yeni bir hâkim anlayışın ortaya çıkmasına neden olmuştur (Genovese & Zoure, 2023, s. 5).

2.1. Biyoiklimsel (Biyoklimatik) Mimari

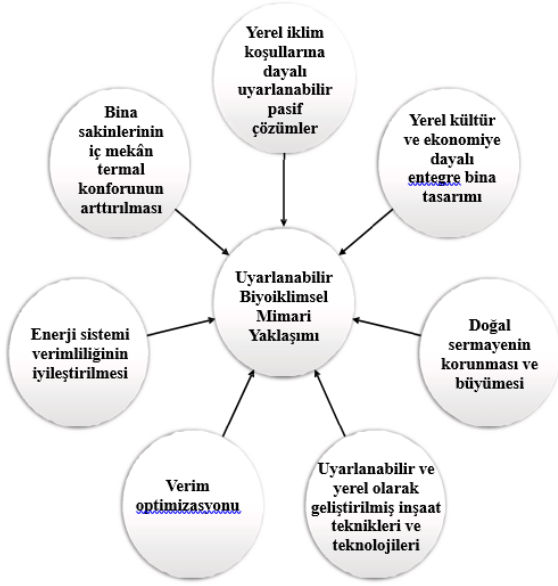
Biyoklimatik mimari kavramı (Nguyen & Reiter, 2017, s. 16-29), bir binanın sistemleri, yerel iklim ve bina sakinleri arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Mimari bileşenlerin mümkün olduğunca entegre edilmesi ve mekanik sistemlere bağımlılığın azaltılması, bu prensiplere uygun bina tasarımlarının sakinler için konforlu ortamlar oluşturmalarına katkı sağlamaktadır. Geleneksel mimari zaman içerisinde (Watson & Labs, 1983) yerel iklim, kültür, teknoloji ve tarihe bağlı olarak gelişmiştir. Sonuç olarak, biyoklimatik veriler yerel yapılardan türetilebilir. Araştırmalar, bu yöntemleri etkinliğini artırmak amacıyla özetlemiş ve geliştirmiştir (Dekay & Brown, 2014; Genovese & Zoure, 2023). Modern binalarda sürdürülebilir tasarımın biyoiklime bağlı olduğu giderek daha fazla kabul görmektedir. Pasif ve düşük enerjili mimari (enerji verimliliğine odaklanan) ile yeşil mimari, biyoklimatik mimari yaklaşımının (binanın çevresel etkisini azaltmaya yönelik) iki temel dalını oluşturmaktadır (Szokolay, 2014).

Son yıllarda, konut ve ticari yapılar küresel elektrik tüketiminin %60'ından fazlasını oluşturmaktadır ve 2007 ile 2035 yılları arasında küresel petrol, kömür ve doğal gaz talebinde %30 ila %50 oranında bir artış beklenmektedir. Buna paralel olarak, enerji üretimine bağlı CO₂ emisyonlarının 2050 yılına kadar önemli ölçüde artacağı öngörülmektedir

(Genovese & Zoure, 2023, s. 1). Yapı sektöründe, binalarda tüketilen enerjinin yaklaşık %45'inin iklimlendirme sistemlerine ayrıldığı düşünüldüğünde, artan sıcaklıklarla mücadele amacıyla bu sistemlerin yaygın kullanımı enerji tüketimini daha da artırmaktadır. Bu bağlamda, özellikle gelişmekte olan ülkeler için uygun ve enerji verimli inşaat yaklaşımlarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Ouedraogo, Levermore & Parkinson, 2012, s. 270-282).

Bu doğrultuda, kentler ve yapılar için yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji politikalarının oluşturulması, bilimsel ve teknik verilerin doğru şekilde analiz edilmesini gerektirmektedir. Aynı zamanda, yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımını minimize eden, yerel mimari özelliklerden ilham alan ve esnek yapı sistemlerini teşvik eden sürdürülebilir inşaat yaklaşımlarının benimsenmesi kritik bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır (Fernandes, Mateus, Gervásio, Silva & Bragança, 2019, s. 345-363). Küresel ısınmanın etkilerine yönelik farkındalığın artmasıyla birlikte, bu soruna yönelik çözümler geliştirme çabaları hız kazanmış ve sürdürülebilir ile biyoklimatik tasarım yaklaşımları giderek daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. Teorik araştırmalar, enerji ile ilgili metodolojilerin, kavramsal biyoklimatik mekân tasarımının ve entegre mimari kavramlarının uyumlu bir şekilde kullanılmasıyla doğa ve kentliler arasında çok yönlü bir ilişkinin oluşturulduğunu ve bunun proaktif enerji verimliliğine katkı sağladığını göstermektedir. Ayrıca, yüksek başlangıç maliyetli mimari konseptleri karşılayamayan gelişmekte olan bazı ülkeler için en uygun çözümlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Genovese & Zoure, 2023, s. 2). Biyoklimatik mimaride temel amaç, yerel biyoloji ve iklime uyum sağlamaktır (Şekil 1). Sıcaklık, güneş radyasyonu, rüzgâr hızı ve bağıl nem gibi yerel iklim faktörleri, bir binanın yaşam döngüsünün planlama, tasarım ve yapım aşamalarına entegre edilmesi gereken kritik unsurlardır. Bütüncül bir yaklaşım benimseyerek, uygun maliyetli

pasif çözümlerle işbirliği içerisinde geliştirilmiştir (Nocera, Caponetto, Giuffrida, & Detommaso, 2019). Sayısız avantajına rağmen, biyoklimatik tasarım halen yeterince değer görmemekte ve yaygın şekilde uygulanmamaktadır. Konut standartları, performans, konfor ve sağlık açısından istenilen seviyeye ulaşmada yetersiz kalmaktadır (Suganthi & Anand, 2012, s. 1223-1240).



Şekil 1. Biyoklimatik mimarlığın temel bileşenleri (Zhong, Schröder & Bekkering, 2022, s. 116).

2.2. Biyofilik Tasarım

Biyofili kavramı, sosyal psikolog Erich Fromm (1964) tarafından, canlı organizmaların temel eğilimlerinden biri olan yaşam sevgisini tanımlamak amacıyla ortaya atılmıştır. Ancak, biyofili teorisi geniş çapta kabul görmeden önce yaklaşık yirmi yıl boyunca sınırlı bir etki alanına sahip olmuştur. Biyolog ve doğa bilimci Edward O. Wilson, biyofiliyi “yaşama ve yaşam benzeri süreçlere yönelik doğuştan gelen bir eğilim” olarak tanımlamıştır. Wilson (1993), insanın ilkel doğal çevreden yapay kentsel çevreye geçişine rağmen doğayla olan duygusal bağını koruduğunu açıklamak amacıyla biyofili hipotezini geliştirmiştir. Bu bağlamda, biyofilinin insanın diğer canlı organizmalara yönelik doğuştan gelen bir bağlılık olduğunu ve bu eğilimin genetik temellere dayandığını ileri sürmüştür. Aynı zamanda, biyofilinin bir “öğrenme kuralı” olarak doğayı anlamaya

yönelik bilişsel bir çerçeve sunduğunu belirtmiştir (Wilson, 1993, s. 31).

Biyofili hipotezi, psikoevrim teorisi tarafından da desteklenmektedir. Bu teori, bazı duygusal tepkilerin insanın evrimsel geçmişine dayandığını ve modern topluma uyum sağlayacak şekilde evrimleştiğini öne sürmektedir (Ulrich, 1983). Doğayla olan bu evrimsel bağ, sosyal ekolojist Stephen Kellert (1993) tarafından biyofilinin dokuz temel değeri ile açıklanmıştır. Bunlar faydacı, doğalcı, bilimsel, estetik, sembolik, hümanist, ahlaki, egemenlikçi ve olumsuzlayıcı olarak tanımlanabilir. Bununla birlikte, biyofilinin yalnızca evrimsel psikoloji bağlamında ele alınmasını önlemek amacıyla “doğuştan gelen” ifadesi yumuşatılmıştır (Joye & de Block, 2011). Biyoçeşitlilik kaybı, biyofilik eğilimler ile çevresel sorunların birbiriyle ne kadar yakından ilişkili olduğunu gösteren en belirgin örneklerden biri olarak değerlendirilmektedir (Wilson, 1993, s. 35). Kellert (2008a, s. 462), biyofiliyi, insanların doğal sistemler ve süreçlerle, özellikle de insan dışı çevredeki yaşam ve ekosistemlerle bağlantı kurma eğilimi olarak tanımlamaktadır.

1990'lardan itibaren biyofili teorisinin odak noktası değişmiş, yalnızca yaşam ve canlı organizmalara yönelik bir eğilim olmaktan çıkarak, insan-doğa etkileşimini inceleyen daha geniş bir perspektife evrilmiştir. Bu bağlamda, biyofilik tasarımın önemli isimlerinden biri olan Kellert (2008b, s. 3), biyofilik tasarımı, çağdaş yapılı çevrede doğal sistemler ve süreçlerle etkileşim kurma ihtiyacını karşılamaya yönelik bilinçli bir girişim olarak tanımlamaktadır. Biyofilik tasarım yalnızca yapı sektörünün çevresel etkilerini minimize etmeyi amaçlamakla kalmayıp, aynı zamanda doğayla etkileşimi teşvik etmeyi de hedeflemektedir. Son yirmi yıl içinde giderek artan bir ilgi gören bu yaklaşım, çevresel psikoloji alanındaki teorik temellere dayanmaktadır. Doğayla kurulan bağın insan üzerindeki olumlu etkilerinin anlaşılması, doğanın mimariye entegrasyonuna ilişkin çeşitli tartışmaları beraberinde getirmiştir. Biyofilik tasarım

kavramı, zaman içinde gelişerek mimarlık alanında önemli bir perspektif haline gelmiştir. 2001 yılından itibaren akademisyenler ve uygulayıcılar, biyofilik tasarımın farklı yaklaşımlarını ortaya koyarak bu alana çeşitli yorumlar kazandırmıştır. Bu yaklaşımlar, doğanın mimari tasarım içindeki bileşenlerinden geniş kapsamlı kategorilere kadar uzanan bir sınıflandırma sistemi sunmaktadır. Deneyimlenen ve fizyolojik olarak algılanan doğa, bu bağlamda bütüncül bir çerçevede ele alınmaktadır. Biyofilik mimari alanında öncü araştırmacılardan Heerwagen ve Hase (2001), bu tasarım anlayışının temel özelliklerini ilk tanımlayan kişiler arasında yer almaktadır. Çalışmalarında, doğanın belirli unsurlarını yaşanabilirlik, doğal bileşenler, süreçler ve tasarımda kullanılan geometrik formlar bağlamında incelemişlerdir. Ayrıca, neşe ve estetik çekicilik gibi faktörleri de içeren sekiz temel niteliği belirlemişlerdir. Bu çerçeve, her ne kadar başlangıç aşamasındaki bir çalışma olsa da, doğanın mimari tasarıma nasıl entegre edilebileceğine dair farklı perspektifler sunmuştur. Birkaç yıl sonra, biyofilik tasarımın öncü savunucuları tarafından "Biyofilik Tasarım: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life" adlı kitap yayımlanmıştır (Kellert vd., 2008). Kellert (2008b), bu kitapta biyofilik tasarımın sistematik bir yorumunu sunarak, iki temel boyut, altı unsur ve yetmişden fazla tasarım ilkesini içeren kapsamlı bir model önermiştir. Benzer şekilde, Heerwagen ve Gregory (2008) ile Hildebrand (2008), biyofilik binaların oluşturulmasında kullanılabilecek mekânsal düzenlemeleri inceleyerek doğanın algılanabilir ve kavranabilir niteliklerini ele almışlardır.

Biyofilik tasarım çerçevesi (Şekil 2), birbirleriyle bağlantılı ancak farklı unsurları içermektedir. Öncelikle, biyofilik tasarım kategorileri arasındaki sınırlar kesin değildir; bu unsurlar genellikle birbiriyle iç içe geçmektedir. Bitkilerin binalara entegre edilmesi sürecinde su, hava, güneş ışığı, hayvanlar, hava koşulları ve mevsimsel değişkenler göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla birlikte, bitkilerin

sağlıklı büyümesini sağlamak için düzenli bakımlarının yapılması, ağaç gölgelikleri ile korunaklı alanların oluşturulması ve yerel bitki türlerinin kullanılması gibi unsurlar, çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesi açısından önem taşımaktadır. Ayrıca, iç ve dış mekânlar arasındaki bağlantı noktalarının dikkatlice tasarlanması, ekosistemle bütünleşmeyi sağlamak açısından gereklidir. İkinci olarak, biyofilik tasarım, farklı yaklaşım ve unsurların birlikte kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Son yıllarda, yeşil çatı ve duvar uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte, duyarlı yapı tasarımlarında bir tür evrenselleşme eğilimi ortaya çıkmıştır. Ancak, farklı biyofilik unsurların yaratıcı biçimde bir araya getirilmesi, sürdürülebilir mimaride tek tipleşmenin önüne geçerek inovasyonu teşvik etmektedir. Örneğin, BREEAM-NL değerlendirme sisteminde, biyofilik tasarım prensiplerini daha kapsamlı şekilde içeren yapıların, standart performans seviyesinden ziyade "örnek teşkil eden" yapı kategorisine girme olasılığı daha yüksek olmaktadır.

Biyofilik tasarım yalnızca doğal unsurların doğrudan yansıtılmasından ibaret değildir; aynı zamanda, büyük ölçekli ve üç boyutlu yeşil alanların bina performansını ve yaşam kalitesini nasıl etkilediği gibi konular da dikkate alınmalıdır. Mevcut araştırmalar, nicelik ve nitelik arasındaki ilişkinin daha ayrıntılı şekilde incelenmesi gerektiğini göstermektedir. Bu tür çalışmalar, biyofilik tasarımın daha karmaşık tipolojilerini anlamaya ve bina kalitesini iyileştirmeye yönelik yeni stratejiler geliştirmeye katkı sağlayabilir.



Şekil 2. Biyofilik tasarımın ana çerçevesi (Zhong, Schröder & Bekkering, 2022, s. 126)

Biyofilik tasarım, mimari bağlamda sürdürülebilirliği çok yönlü biçimde destekleme potansiyeline sahiptir. Sürdürülebilir yapıların karşılaştığı belirli zorluklar ile biyofilik tasarımın sunduğu çeşitli faydalar karşılaştırıldığında, bu tasarım yaklaşımının söz konusu zorlukları doğrudan veya dolaylı olarak ele alabildiği görülmektedir. Doğrudan etkileri arasında kentsel ısı adası etkisinin azaltılması (iklim değişikliğiyle mücadele), bitki ve hayvanlar için yaşam alanlarının oluşturulması ve biyoçeşitliliğin teşvik edilmesi (karasal ekosistemlerin korunması), hava kirliliğinin azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi, termal konforun artırılması ve sağlıklı iç mekanların desteklenmesi amacıyla toksik olmayan malzemelerin kullanılması (bireysel ve toplumsal sağlık) yer almaktadır. Dolaylı katkılar ise kentsel tarımı teşvik ederek gıda üretimine katkı sağlama (gıda güvenliği), herkesin erişimine açık yeşil ve mavi alanlar oluşturma ve kamusal altyapının erişilebilirliğini artırma (sosyal eşitlik) gibi unsurları içermektedir.

Hava, gün ışığı, bitkiler ve peyzaj gibi bazı tasarım unsurları birden fazla zorluğu ele almak için kullanılabilir. Dolayısıyla, önceki çalışmaların bulgularıyla tutarlı olarak (Sharifi & Sabernejad, 2016), biyofilik tasarımın sürdürülebilir mimarinin hedeflerine ulaşmasına yardımcı olabileceği konusunda hemfikiriz; çünkü biyofilik unsurlar, özellikle sağlık ve refahın artırılması ve iklim değişikliğiyle mücadele için ortak faydaları olan doğa temelli çözümler olarak geliştirilebilir. Doğal tasarımlar, risk, tehlike ve

yan etkilere dönüşen iki ucu keskin kılıçlardır. Bununla birlikte, doğayı binalara dahil etmenin olumsuz yönleri önceki yayınlarda nadiren tartışılmıştır. Doğayı mimariye dahil etmek dikkatli bir planlama ve bakım gerektirir. Örneğin, bitkiler yapısal sorunlara, aşırı neme, böcek sorunlarına ve koku sorunlarına neden olabilir ya da ölebilirler ve son derece yapay yeşil tasarımlar yoğun enerji kullanımı ve bakım gerektirir. Biyofilik uygulamaların başarılı ve efektif uygulamaları birçok faktörü içerir. Tasarım çözümleri belirli kullanıcı gruplarını dikkate alınmalıdır. Örneğin, hastanelerde sağlık çalışanları, hastalar ve hasta yakınları gibi farklı grupların gereksinimleri kapsayıcı bir şekilde dikkate alınmalıdır. Yaş, cinsiyet gibi unsurlar da tasarım için göz önünde bulundurulmalıdır. Öğrenme ortamlarının tasarımına benzer şekilde, çocuklar ve üniversite öğrencileri için farklı kaygılar göz önünde bulundurulmalıdır. (Grinde ve Patil, 2009). Ayrıca, doğaya maruz kalma süresi ve temas sıklığı ölçülmeli ve tasarımda tartılmalıdır. Kentsel yeşil alanlarda haftada en az birkaç saat geçirmek insanların sağlığını ve refahını iyileştirirken yeşil çatıların görüntüsü ise kaybolan dikkati yeniden toplayabilen mikro molalar üretir. Ölçeğin belirlenmesi de bir diğer önemli husustur. Tek veya izole bitkilerin sınırlı etkileri vardır (Kellert, 2018), fakat büyük ölçekte yeşillendirme, ek yapı malzemeleri ve ek bileşenler ile fazla bakım bütçeleri nedeniyle bir yük haline gelebilir.

2.3. Yeşil Mimari

Yeşil mimari, Roy tarafından ortaya konulan ve insanlara ve çevreye yönelik tehlikeleri azaltan bir inşa yöntemidir. Enerji, su ve diğer kaynakların verimli kullanımı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, kirliliği ve atıkları önlemeye yönelik tedbirlerin alınması, yeniden kullanım ve geri dönüşümü kolaylaştırmaya yönelik tedbirler gibi adımlar yeşil tasarımın ayırt edici özellikleridir. Kapalı alanlarda hava kalitesinin artırılması için çevre dostu malzemeler kullanmak ve çevre bilinciyle tasarım yapmak, inşa etmek ve yapıyı işletmek

yeşil mimarinin önemli basamakları arasında yer almaktadır. Binanın tasarımı, inşası ve işletilmesi kullanıcıların yaşam kalitesini azami seviyede tutmayı hedefler ve bina, değişen çevresine uyum sağlamasına izin verecek şekilde inşa edilir (Burcu, 2015). Yeşil mimari çevreye duyarlılık açısından ancak, bazı sınırlamaları da vardır. Bunların başlıcaları; yüksek başlangıç maliyeti, bölge için uygun malzemelerin temin edilmesi, uzun inşaat süresi, hava sıcaklığının düzenlenmesinde önemli zorluklar, mevcut uzman ve kalifiye işçi eksikliği, farklı kültürler ve gelenekler, farklı bina tipleri ve yaşları ve farklı çevresel, ekonomik ve sosyal kaygılardır (James, 2019).

2.4. Pasif ve Düşük Enerjili Mimari

Düşük enerjili ve pasif binalar, mümkün olduğunca az enerji tüketerek minimum düzeyde karbon dioksit emisyonu üretmektedir (Raymond & Laura, 2015). Geleneksel ısıtma ve soğutma yöntemleri ya işlevini yitirmiş ya da ikincil öneme sahip hale gelmiştir. Fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan küresel iklim değişikliğini azaltmak ve kaynak tasarrufunu teşvik etmek (Li, Liu & Lam, 2013), pasif ve düşük enerjili tasarım olmaksızın mümkün görülmemektedir. Yeni inşa edilen binaların enerji verimliliğinin, tasarım hedefleriyle birebir örtüşeceği garanti edilememektedir (Adrian, 2017). Pasif ve düşük enerjili tasarım, çoğunlukla gelişmiş ve yüksek maliyetli teknolojilere dayanmaktadır ve bu durum, birçok gelişmekte olan ülke için erişilebilirliğini kısıtlamaktadır (Homod, 2014). Bunun yanı sıra, söz konusu teknolojiler sadece teknik engeller yaratmakla kalmayıp, aynı zamanda sosyal, kültürel ve ekonomik kısıtlamalar da oluşturabilmektedir.

3. SONUÇ

Yapı sektörü, doğal kaynak tüketiminin en yüksek olduğu endüstrilerden biri olarak küresel iklim değişikliğine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Mevcut veriler, enerji tüketiminin %45-50'sinin, su kullanımının %50'sinin ve küresel malzeme kullanımının %60'ının yapı sektörüne bağlı olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, yapı sektörü

yalnızca çevresel etkilerini minimize etmeye yönelik değil, aynı zamanda uzun vadeli sürdürülebilir çözümler üretmeye odaklanmalıdır. Sürdürülebilir mimarlık, ekolojik bütünlüğü koruyarak, kaynakların daha verimli kullanımını sağlamayı ve sera gazı emisyonlarını azaltmayı amaçlayan kritik bir yaklaşımdır.

Sürdürülebilir mimari stratejileri arasında biyoiklimsel tasarım, biyofilik mimari, yeşil bina uygulamaları ve pasif enerji sistemleri öne çıkmaktadır. Biyoiklimsel mimari, yapıları çevresel koşullarla uyumlu hale getirerek enerji verimliliğini artırmayı hedeflerken, biyofilik tasarım doğa ile etkileşimi artırarak hem insan sağlığını hem de ekosistem dengesini desteklemektedir. Yeşil bina uygulamaları, düşük karbon salınımı ve enerji tüketimiyle çevresel sürdürülebilirliği desteklerken, pasif enerji tasarımı binaların enerji ihtiyacını en aza indirerek karbon ayak izini düşürmektedir.

Bu doğrultuda, sürdürülebilir mimarinin yaygınlaştırılması adına şu öneriler geliştirilebilir:

1. Sürdürülebilir Malzeme Kullanımı: Geri dönüştürülebilir ve düşük karbon salınımına sahip malzemelerin tercih edilmesi, hem kaynak tüketimini azaltacak hem de çevresel etkileri minimize edecektir.
2. Enerji Verimli Tasarımlar: Pasif güneş enerjisi sistemleri, yüksek yalıtım teknolojileri ve akıllı bina otomasyon sistemleri kullanılarak enerji tüketiminin azaltılması sağlanmalıdır.
3. Doğa Tabanlı Çözümler: Yeşil çatı ve dikey bahçeler gibi biyofilik tasarım öğeleri, binaların çevresel etkilerini azaltmanın yanı sıra kentsel ısı adası etkisini de hafifletebilir.
4. Su Yönetimi ve Verimliliği: Gri su geri dönüşüm sistemleri, yağmur suyu hasadı ve düşük tüketimli sıhhi tesisat sistemleri gibi uygulamalarla su kaynaklarının korunması teşvik edilmelidir.
5. Sürdürülebilir Mimari Eğitimi: Mimarlık ve mühendislik programlarında sürdürülebilirlik bilincini artırıcı dersler ve uygulamalar yaygınlaştırılmalıdır.

6. Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu: Güneş panelleri, rüzgar türbinleri ve jeotermal enerji sistemleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının mimariye entegre edilmesi desteklenmelidir.

Eksiklikler ve Geliştirilmesi Gereken Alanlar:

1. Bütünleşik ve Ölçülebilir Sürdürülebilirlik Standartlarının Eksikliği

Sürdürülebilir mimari ve yeşil bina standartları (LEED, BREEAM, DGNB vb.) Belirli kriterlere dayansa da ölçülebilir ve bağlamsal sürdürülebilirlik kriterleri hâlâ yetersizdir. Çoğu sertifikasyon sistemi, bina bazında değerlendirme yaparken şehir ölçeğinde sürdürülebilirliği göz ardı edebilmektedir. Karbon nötr şehirler, iklim dirençli altyapılar ve döngüsel ekonomi prensipleriyle tasarlanmış yapılar üzerine daha fazla araştırma gereklidir.

2. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) Yaklaşımının Yaygınlaştırılmaması

Yapı sektöründe sürdürülebilirlik değerlendirmeleri genellikle yalnızca yapıların enerji tüketimi ve malzeme seçimlerine odaklanmaktadır. Ancak Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment - LCA) yöntemi daha fazla benimsenmelidir. Bir binanın tüm yaşam döngüsünü (malzeme üretimi, inşaat süreci, kullanım, bakım, yıkım ve geri dönüşüm) içeren sürdürülebilirlik analizleri, karbon ayak izini en aza indirmek için kapsamlı bir yaklaşım sağlayacaktır.

3.Sürdürülebilir Kentsel Planlama Stratejilerinin Geliştirilmemesi

İklim değişikliğiyle mücadelede yalnızca tekil bina ölçeğinde çözümler geliştirmek yetersizdir. Şehir ölçeğinde sürdürülebilir ulaşım, enerji yönetimi, yeşil altyapı ve su yönetimi gibi konulara daha fazla odaklanılmalıdır. Akıllı şehir konseptleri, yoğunluk bazlı sürdürülebilir yerleşimler ve düşük karbonlu kentsel gelişim modelleri üzerine çalışmalar artırılmalıdır.

4. Biyoiklimsel Tasarımın ve Pasif Mimari Yöntemlerinin Yeterince Uygulanamaması

Pasif bina tasarım stratejileri (örneğin doğal havalandırma, termal kütle kullanımı, güneş

ışığından maksimum faydalanma) geleneksel yöntemlerden çok daha enerji verimli olmasına rağmen, modern binalarda hala yeterince kullanılmamaktadır. Biyoklimatik tasarımın zorunlu hale getirilmesi, yerel iklim koşullarına göre şekillenen mimari çözümler geliştirilmesi ve pasif tasarım ilkelerinin her ölçekten projeye entegre edilmesi kritik bir ihtiyaçtır.

5. İnşaatta Karbonsuzlaşma (Decarbonization) Çalışmalarının Yetersizliği

Beton ve çelik gibi yapı malzemeleri küresel karbon emisyonlarının %11'inden sorumludur. Geleneksel inşaat yöntemleri karbon salınımını artırırken, düşük karbonlu ve biyobazlı malzemeler (ahşap, bambu, mantar bazlı yapı elemanları, geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri vb.) Üzerine daha fazla araştırma yapılmalıdır. Karbonsuz inşaat süreçleri, malzeme seçiminden lojistiğe kadar tüm aşamalarda desteklenmelidir.

6. İleri Teknoloji ve Dijitalleşmenin Daha Fazla Entegre Edilmesi Gerekliliği

Yapay zekâ (AI), büyük veri (Big Data) ve nesnelerin interneti (IoT) gibi teknolojiler, binaların enerji tüketimini optimize etmek ve sürdürülebilirliği artırmak için kritik rol oynayabilir. Akıllı bina otomasyon sistemleri, binaların gerçek zamanlı enerji performansını izleyen dijital paneller, yapay zeka destekli tasarım süreçleri gibi yenilikçi çözümler üzerine çalışmalar artırılmalıdır.

7. Eğitim ve Farkındalığın Artırılması:

Sürdürülebilir mimarlık, kentsel planlama ve mühendislik alanlarında eğitim programları yetersizdir. Yeni nesil mimar ve mühendislerin iklim değişikliğine dirençli yapılar tasarlayabilmesi için sürdürülebilirlik eğitimi, üniversite müfredatlarının merkezine alınmalıdır.

Sürdürülebilir mimari ve yapı sektörü, iklim değişikliğiyle mücadelede en kritik alanlardan biridir. Ancak mevcut yaklaşımlar yeterli değildir ve daha bütüncül, bilimsel temelli ve ileri teknolojilerle desteklenen çözümler gerekmektedir. Kentsel planlama, döngüsel ekonomi, düşük karbonlu malzeme kullanımı ve pasif enerji tasarımı gibi konuların mimarlık

pratiğine daha fazla entegre edilmesi, sürdürülebilir şehirlerin inşası için kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda, akademik çalışmaların artırılması, politika yapıcıların sürece dahil edilmesi ve yapı sektöründe radikal dönüşümler gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilir mimari, sadece çevresel etkileri azaltan bir tasarım anlayışı olmanın ötesinde, uzun vadeli iklim politikalarıyla desteklenmesi

gereken kritik bir dönüşüm sürecidir. Yapı sektörünün iklim değişikliğiyle mücadelede proaktif bir rol üstlenebilmesi için, politika yapıcılar, akademisyenler ve sektör temsilcilerinin iş birliği içinde hareket etmesi gerekmektedir. Bu sayede hem ekolojik hem de toplumsal refahı gözetken mimari çözümler geliştirilebilir ve iklim krizine karşı etkili adımlar atılabilir.

KAYNAKLAR

Aleksić, J., Kosanović, S., Tomanović, D, Grbić, M., & Murgul, V. (2016). Housing and climate change-related disasters: a study on architectural typology and practice. *Procedia Engineering* Vol 165, s.869 – 875 doi:10.1016/j.proeng.2016.11.786

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP). 2009. *Buildings and Climate Change*. Paris.

Birleşmiş Milletler. (2015a). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, United Nations.

Birleşmiş Milletler. (2015b). *The Paris Agreement*. Paris.

Boarin, P. & Martinez-Molina, A. (2022). Integration of environmental sustainability considerations within architectural programmes in higher education: A review of teaching and implementation approaches. *Journal of Cleaner Production* 342. doi:org/10.1016/j.jclepro.2022.130989.

Burcu G. (2015). Sustainability education by sustainable School design, vol. 186. Dokuz Eylül University, Department of Architecture, Turkey *Procedia - Social and Behavioral Sciences*; 2015. p. 868–73.

Chansomsak, S. & Vale, B. (2008). Architecture as sustainability. *Sustainable Architecture*. doi:10.13140/RG.2.1.4989.8009.

Chapin, F.S., Torn, M.S., & Tateno, M. (1996). Principles of ecosystem sustainability. *The American Naturalist* Vol 148, Issue 6.

Cole Raymond J. & Fedoruk Laura. (2015). Shifting from net-zero to net-positive energy buildings. *Build Res Inf* 43:111–20. <https://doi.org/10.1080/09613218.2014.950452>

Dekay, M, Brown, GB, Sun. (2014). *Wind & light: architectural design strategies*. third ed. New York, NY, USA: Wiley.

Fernandes, J.E.P., Mateus, R. Gervásio, H. Silva, S.M & Bragança, L. (2019). Passive strategies used in Southern Portugal vernacular rammed earth buildings and their influence in thermal performance. *Renewable Energy*. Vol 142, s.345-363. doi:10.1016/j.renene.2019.04.098

Fromm, E. (1964). *Love of death and love of life*. In: *The Heart of Man: its Genius for Good and Evil*. New York: Harper & Row.

Grinde, B. & Patil, G.G. (2009). Biophilia: does visual contact with nature impact on health and well-being? *Int. J. Environ. Res. Public Health* Vol 6, Issue9, s.2332-2343:doi: org/10.3390/ijerph6092332

Genovese, P.V & Zoure, A.N. (2023). Architecture trends and challenges in sub-Saharan Africa's construction industry: A theoretical guideline of a bioclimatic architecture evolution based on the multi-scale approach and circular economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 184. doi:org/10.1016/j.rser.2023.113593

Heerwagen, J. & Hase, B. (2001). *Connecting People to Nature in Building Design*. Building Biophilia.

Heerwagen, J.H. & Gregory, B. (2008). Biophilia and sensory aesthetics. *Biophilic Design: the Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life*.

Hildebrand, G. (2008). Biophilic architectural space. *Biophilic Design: the Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life*.

Homod Raad Z., (2014). Assessment regarding energy saving and decoupling for different AHU (air handling unit) and control strategies in the hot-humid climatic region of Iraq. *Energy* 2014;74:762–74.

- Hyde, R., Watson, S., Cheshire, W. & Thomson, M. (2007). The environmental brief: Pathways for green design. doi:10.4324/9780203966815.
- Wines James. Green architecture. Encyclopedia Britannica; 2019. <https://www.britannica.com/art/green-architecture>. [Accessed 21 December 2024].
- Joye, Y. & Block, A.D. (2011). 'Nature and I are Two': A Critical Examination of the Biophilia Hypothesis. Sage Journals. Vol 20, Issue 2. doi: org/10.3197/096327111X12997574391724.
- Kaja, N., & Goyal, S. (2023). Impact of construction activities on environment. Resource, 45, 50.
- Kellert, S.R. (1993). The biological basis for human values of nature. In: Kellert, S.R., Wilson, E.O. (Eds.), The Biophilia Hypothesis. Island Press, pp. 42e69.
- Kellert, S.R. (2008a). Biophilia A2- Jorgensen sven erik . In: Fath B.D. (Ed.) Encyclopedia of Ecology. Academic Press, Oxford.
- Kellert, S.R. (2008b). Dimensions, elements, and attributes of biophilic design. Biophilic Design: the Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life.
- Kellert, S.R. (2018). Nature by Design: The Practice of Biophilic Design. Yale University Press.
- Li Danny HW, Yang Liu & Lam Joseph C. Zero energy buildings and sustainable development implications – a review. Energy 2013;54:1–10. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.01.070>. ISSN 0360-5442.
- Nguyen, A.T. & Reiter, S. (2017). Bioclimatism in architecture: An evolutionary perspective. International Journal of Design & Nature and Ecodynamics Vol 12, Issue 1, s.16-29. doi:10.2495/DNE-V12-N1-16-29
- Ouedraogo, B.I., Levermore, G.J. & Parkinson, J.B. (2012). Future energy demand for public buildings in the context of climate change for Burkina Faso. Building and Environment Vol 49, s.270-282. doi: org/10.1016/j.buildenv.2011.10.003
- Nocera, F., Caponetto, R., Giuffrida, G., & Detommaso, M. (2019). Design optimisation strategies for solid rammed earth walls in mediterranean climates. Energies. Vol 14, Issue 2. doi: org/10.3390/en14020325
- Pamuk, R. & Kuroglu, M. (2016). İnşaat sektöründe sürdürülebilirlik ve bina inşaatlarında evrensel uygulama örnekleri. Beykent Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Sayı Vol.9, Issue 1, s.161 – 177.
- Pitts Adrian. Passive house and low energy buildings: barriers and opportunities for future development within UK practice. Sustainability 2017;9(2):272. <https://doi.org/10.3390/su902027>.
- Roy Madhumita (2008). Importance of green architecture tod. Kolkata, India: Dept. Of architecture, Jadavpur University, India.
- Sharifi, M. & Sabernejad, J. (2016). Investigation of Biophilic architecture patterns and prioritizing them in design performance in order to realize sustainable development goals. European Online Journal of Natural and Social Sciences: Proceedings. Vol 5, Issue 3.
- Sharifi, M., Sabernejad, J., (2016). Investigation of Biophilic architecture patterns and prioritizing them in design performance in order to realize sustainable development goals. Eur. Online J. Nat. Soc. Sci. 5, 325e337.
- Suganthi, L. & Anand, S.A. (2012). Energy models for demand forecasting A review. Renewable and sustainable energy reviews. Vol.16, Issue 2, s.1223-1240. doi: 10.1016/j.rser.2011.08.014
- Szokolay, S.V. (2014). Introduction to architectural science the basis of sustainable design. Great Britain. Design and Patents Act.
- Turner, G. (2008). A comparison of the limits to growth with 30 years of reality. Global Environmental Change Vol.18, Issue 3, s.397-411 doi:10.1016/j.gloenvcha.2008.05.001
- Ulrich, S.R. (1983). Aesthetic and Affective Response to Natural Environment. New York.
- Watson, D., Labs, K. (1983). Climate design: Energy efficient building principles and practices. New York, 37. McGraw-Hill.
- Wilson, E.O. (1993). Biophilia and the conservation ethic. In: Kellert, S.R., Wilson, Edward Osborne (Eds.), The Biophilia Hypothesis. Island Press.
- Wilson, J. (1993). Reflection and practice: Teacher education and the teaching profession. The Journal of Educational Thought (JET). Vol.29, Issue 2.
- Yavuz, V.A. (2010). Sürdürülebilirlik kavramı ve işletmeler açısından sürdürülebilir üretim stratejileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Vol.14, Issue 7, s.63-86.

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.