

Çevreye Duyarlı Mimarlık Arayışında İnsan ve Doğa ile Uyumlu Yapı Üretim Süreci

Şeyda EMEKÇİ^{1*} 

ORCID 1: 0000-0002-5470-6485

¹ Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mimarlık ve Güzel Sanatlar Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 06760, Ankara, Türkiye

*e-mail: semekci@ybu.edu.tr

Öz

İnsan ve doğa sürekli etkileşim içerisinde. Bu etkileşim ilk çağlarda, insanın yaşamını devam ettirebilme kaygısından ibaretken, insan nüfusunun hızla çoğalmasıyla ve sanayileşmeyle insanın doğa üzerinde kurmaya başladığı tek yönlü baskın ilişki sonucunda yerini çevre sorunlarına ve çevresel bozulmaya bırakmıştır. Doğaya zarar vermenin aslında kendisine zarar vermek olduğunu anlayan, insan birtakım arayışlara yönelmiştir. İnsan, bu arayışlar sonucunda ulaşılan, literatürde farklı başlıklar halinde bulunan ama özünde çevreye duyarlı bir mimari bulunan, birtakım kavramlar aracılığıyla bu ilişkiyi yeniden tesis yoluna gitmiştir. Teoride çok başarılı olan bu kavramlar, uygulamaya dönük olmadığından dolayı pratikte bu kadar başarılı uygulanamamışlardır. Bu makalenin amacı, literatürde ayrı başlıklar altında bulunan bu kavramlara ilişkin kriterleri toplulaştırıp, yapı üretim sürecine dahil edilebilecek somutlukta sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çevreye duyarlı mimari, yapı üretim süreci, sürdürülebilir mimarlık kriterleri

The Building Environment Process Compatible with Human and Nature in the Quest for Environment Friendly Architecture

Abstract

It is in constant interaction with human and nature. While this interaction consisted of the anxiety of sustaining human life in the early ages; with the rapid proliferation of human population and industrialization, as a result of the one-sided dominant relationship that humans have begun to establish on nature, it has left its place to environmental problems and environmental degradation. Understanding that harming nature is actually harming themselves, humans turned to some pursuits as a result of this. Human beings have tried to re-establish this relationship by means of some concepts that are reached as a result of these pursuits, which are under different titles in the literature, but which have an environmentally sensitive architecture. These concepts, which are very successful in theory, have not been implemented so successfully in practice because they are not practical. The aim of this article is to consolidate the criteria related to these concepts, which are under separate titles in the literature, and to present them concretely that they can be included in the building production process.

Keywords: Environment friendly architecture, building environment process, sustainable architecture criteria

1. Giriş

İnsanoğlu var olduğundan bu yana doğa ve çevre ile etkileşim içindedir ve bu uzun süreçte birbirlerini etkilemiş ve değiştirmişlerdir. Antik çağlarda bu etkileşimi, çift yönlü bir etkileşim olarak tanımlamak mümkünken; endüstrileşme kavramının gündeme gelmesiyle, tek bir tarafın baskınlığı ile sonuçlanmıştır. Sürekli artan insan popülasyonu, sanayileşme ve doğa ile kurulan tek yönlü baskın ilişkinin neden olduğu doğal alanların tahribatı ve atmosferdeki artan sera gazı miktarıyla ekosistem

Citation/Atıf: Emekci, Ş. (2021). Çevreye duyarlı mimarlık arayışında insan ve doğa ile uyumlu yapı üretim süreci. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 6 (2), 538-554.

DOI: <https://doi.org/10.30785/mbud.935715>



neredeşye mahvolmuş, doğa kendini yenileyemez hale gelmiştir (Aytiş ve Ozcam, 2010). Verilen zararın boyutlarını kavramaya başlayan insanoğlu, bu zararların kendisine dönmesiyle, bu tahribatı en aza indirecek arayışlara girmiştir. Ekolojik, biyoklimatik gibi farklı isimlerde karşımıza çıkan bu tasarım anlayışlarının tümünün temelinde yapılı çevre üretirken çevre farkındalığı oluşturma amacı yatmaktadır. Tasarım anlayışında çevreyi biraz daha merkeze yaklaştıran bu arayışların amacı, yapılı çevre inşasında bireylerin biyolojik, psikolojik, sosyo-kültürel ve ekonomik ihtiyaçlarını karşılarken, doğaya mümkün olduğunca en az zararın verilmesidir. Bu ortak amaçlarından ötürü yapı üretme sürecinin merkezine yerleştirilen bu arayışlar, akademik çalışmalarla da desteklenerek, dünya da yapı sektörüne konulan en önemli hedef olmuştur (Ewing ve Rong, 2010; Holden ve Norland, 2005; Okeil, 2010; Rattia, Bakerb ve Steemers, 2005). Türkiye’de ise bu durum biraz daha farklı ilerlemektedir. Akademik literatürde kendine yer bulmaya başlayan genel ismiyle “çevreye-duyarlı mimari” anlayış (Bayramoğlu, Ertek ve Demirel, 2013; Emekci ve Tanyer, 2016; Polat, Önder ve Güngör, 2009; Sev, 2009; Ülgen, 2015), yapı üretim süreçlerine dahil olamamıştır. Bunun nedeni ise çevreye duyarlı mimari felsefesiyle yapı üretim süreci arasında somut bir bağlantı kurulamamasıdır. Bu bağlamda, bu makale, akademik literatürde ayrı başlıklar altında yer alan çevreye duyarlı mimariye ilişkin kriterleri bir bütün halinde toplulaştırmayı ve yapı üretim sürecine dahil edilebilecek somutlukta sunmayı amaçlamaktadır. Bu çalışma, literatürde "çevreye-duyarlı mimari" kavramının daha önce bu kaygıyla ele alınmamış olması nedeniyle bu alanda öncü bir çalışma olup; aynı zamanda çalışmada belirlenen somut kriterlerle bu kavramın yapı üretim sürecinde baş aktör olması yönünde de katkılar sunacaktır.

1.1. İnsan, Doğa ve Mimarlık İlişisine Dair

Çevre, insan yaşamının enerji kaynağıdır. İnsan çevre olmadan yaşayamazken, bu durum çevre için geçerli olmamaktadır. Ama bu tek yönlü insan lehine sonuçlanan ilişkiden bir haber insan, endüstriyel kirleticilerle, doğal kaynakları yok ederek, iklim değişikliğine neden olan fosil yakıtları kullanarak çevreyi olumsuz etkilemektedir. İnsan, diğer canlılar gibi yaşamak için belirli çevre şartlarına ihtiyaç duymaktadır. İnsan düşünen bir canlı olması nedeniyle yaşayabileceği belirli iklim koşullarına sahip belli bir alana sıkışmaktansa, yaşamayacağı koşullara sahip alanları dönüştürmüş; sığınma ve sığınak amacıyla mağaralarda başlayan serüven gelişerek ve dönüşerek çok katlı gökdelenlerle devam etmiştir.

İnsan, yapılı çevrenin üreticisi ve mucidi olarak kendini bu dünyanın merkezine koymaktadır. Doğal çevreyi tanıyıp, yaşam alanlarını doğal çevre üzerinde üretmeye başladığı andan itibaren doğal çevre sömürsünün de baş aktörü olmuştur. İnsan ne zaman ki doğal çevreye verdiği zararın aslında kendisine verilen zarar olduğunu anladığında, varoluşundan bu yana uyguladığı tek taraflı baskıcı bu ilişkiyi, mutualist olarak değiştirmeye başlamıştır. Aslında yapılı çevre üretmenin doğaya zarar vermek ile eşdeğer olmadığını keşfetmiştir. Bu keşif sürecinde her ne kadar farklı adlandırılan arayışları gündemine alsada aslında yapılmak istenen doğaya saygılı bir şekilde ondan faydalanmak ve bunu yaparken de ona olabilecek en az zararı vermek olduğunu idrak etmiştir.

1.2. Çevre ile İş Birliği İçinde Olan Tasarım Yaklaşımlarının İrdelenmesi

Günümüzde mimariyi iki kısma ayırmak mümkündür. Bunlardan ilki konvansiyonel mimaridir yani ekonomik kaygıların insan sağlığı ve doğanın korunmasının önüne geçtiği bir tasarım anlayışı ile üretilen mimaridir. Diğeri ise doğal çevreye verilen zararı en aza indirmeyi amaçlarken, insan sağlığı ve konforunu da göz ardı etmeyen çevreye duyarlı mimari anlayıştır. Bu yaklaşım, tarihsel süreç içinde ele alındığında, üç önemli kavram ön plana çıkmaktadır. Bunlar;

- 1960’lardan itibaren Yapılı çevrenin doğaya verdiği zararın fark edilmesi üzerine ekolojik teriminin mimariyle birlikte anılmasıyla ortaya çıkan ekolojik bina modeli (Bookchin, 1996; Farmer, 1996).
- 20. yüzyılın sonlarına doğru yaşanan enerji krizi sonucu yapılı çevrenin enerji kaynaklarını verimli kullanması kaygısıyla ortaya çıkan biyoklimatik bina modeli (Wittmann, 1997; Yeang, 1994).
- 1980’lerden itibaren “Hasta Bina Sendromunun” yaygınlaşmasıyla binalardan kaynaklanan sorunların önüne geçmek için ortaya çıkan sağlıklı bina modeli (Bakke ve Lindvall, 2000; Sundell ve Nordling, 2003).

Her bir bina modeli karşılaşılan probleme çözüm üretmek üzere ortaya çıktığından, odaklandıkları noktalar her ne kadar farklılık gösterse de hepsini çevreye duyarlı mimari çatısı altında birleştirmek mümkündür.

2.2. Materyal ve Yöntem

Yapılı çevre oluşturulurken kullanılacak somut kriterler oluşturulurken konuya ait literatürler taranmış, araştırma raporları ve çevre ile iş birliği içinde olan tasarım yaklaşımları incelenmiştir. Sistemik analizin yeteri kadar makaleyi kapsaması için “Web of Science”, “Scopus”, “EBSCOhost” araştırma veri tabanları kullanılmıştır. Sürdürülebilirlik paradigmasının büyümesi, ilerlemesi ve gelişiminin tam olarak kavranması için 1987-2019 yılları arasında yayınlanan makaleler incelenmiştir. 1980’ler sürdürülebilirlik kavramının geliştiği ve popülerlik kazandığı yıllardır (Du Pisani, 2006).

Başlangıç tarihi olarak 1987 yılının seçilmesinin nedeni, sürdürülebilirlik kavramının ilk kez 1987’de Brundtland Raporunda yer almış olmasıdır (WCED, 1987). Araştırma terimi olarak tüm makalede, yayın başlıklarında ve / veya anahtar kelimelerde “sustainab*”, “triple bottom line”, and “green building” anahtar kelimeleri aranmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Sistemik literatür taramasında izlenen yol

İlk arama sonuçlarına göre toplam 1458 ilgili makale elde edilmiştir. Elde edilen bu makalelerin konu ile alakalı olup olmadığı, her birinin içeriği kontrol edilerek belirlenmiştir ve daha sonra mükerrer makaleler süreç dışı bırakılarak 65 makale incelenmek üzere araştırmaya dahil edilmiştir.

Ayrıca, birçok farklı ülkede uygulanan projelerin tasarım hedefleri ve stratejileri değerlendirilmiş, sistemleri detaylı olarak araştırılmıştır. Yapı üretim sürecinin oluşturulmasını takiben konunun uzmanlarıyla derinlemesine görüşmeler yapılmış, sağlanan bu geri dönüşlerle süreç tekrar gözden geçirilmiştir. Tüm bu çalışmalar sonucunda, çevreye duyarlı yapı üretme sürecine dair somut kriterler geliştirilmiştir.

3. Araştırma Bulguları

3.1. Çevresel Sürdürülebilirliğin Sağlanabilmesi

İnsanın sürekliliği yalnızca doğanın sürekliliği ile mümkündür. Doğal çevrenin koruma kullanma dengesi gözetilerek dönüştürülmesi, yapının tasarım aşamasında kullanılan malzemenin geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir olması ile mümkünken; yapının yaşam ömrü boyunca ise tükettiği enerji ve suyu verimli kullanılabilmesi ile sağlanır (Dickson, 1992).

Yapı sektörü, doğal çevreden elde edilen hammaddenin %50’sini, global enerjinin %40’ını ve su kaynaklarının da %16’sını kullanmaktadır. Ayrıca oluşan atıkların %50’sinden sorumludur (King, 2010). Bu da çevresel sürdürülebilirliği yapı malzemeleri, enerji ve su başlıkları altında ele almayı gerekli kılmıştır.

3.1.1. Yapı malzemeleri

Yapılı çevrenin yaşam döngüsü boyunca oluşturduğu çevresel etkilerin yaklaşık %20’si yapı malzemelerinden kaynaklanmaktadır (Edwards ve Bennett, 2003). Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için yapı malzemelerinin etkin, verimli kullanımı, geri dönüştürülebilir ve yeniden kullanılabilir olması gereklidir (Sev, 2009). Doğal çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin yanı sıra dayanıklılık, maliyet gibi kistaslar da göz ardı edilmemelidir.

- **Kriter 1: Yapı malzemeleri seçilirken geri dönüştürülebilir olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.** Doğal kaynaklarımız sınırlıdır ve bu kaynaklar üzerinde gelecek nesillerinde en az bizim kadar hakları vardır. Bu yüzden seçilen yapı malzemelerinin geri dönüştürülüp, tekrar kullanılması tabii kaynakların tükenmesini önleyecektir. Örneğin camın yeniden değerlendirilmesiyle enerji tüketiminde %25 oranında, hava kirliliğinde %20 oranında, maden atığında %80 oranında, su tüketiminde de %50 oranında bir verimlilik sağlanmaktadır (PAGÇEV, 2016). Ayrıca REC Türkiye'nin raporuna göre geri dönüştürülen camda herhangi bir kalite kaybı yaşanmadan tekrar imal edilebildiği belirtilmiştir (Bölgesel Çevre Merkezi-REC Turkey, 2016).
- **Kriter 2: Yapı malzemelerinin etkin kullanımına dikkat edilmesi gerekmektedir.** Ne kadar yapı malzemesi kullanılacağını o yapının boyutları belirler. Yapıları uygun boyutlandırarak gereksiz enerji ve malzeme tüketiminin büyük ölçüde önüne geçilebilir ve böylelikle üretim sürecinin en önemli girdisi olan yapı malzemelerinin, çevreye vereceği zararlar da azaltılabilir (Sev, 2009). Yapının büyüklüğünün belirlenmesinde kullanıcı sayısı, kullanım amacı ve gelecekteki gereksinimlere cevap verebilir olması önem arz etmektedir. Uygun boyutlandırılmamış yapılarda ısıtma, soğutma, havalandırma sistemleri ya yetersiz olacak ya da etkin çalışmayacaktır (Demircan ve Gültekin, 2017). Yapının uygun boyutlandırılmaması sadece yapı malzemelerinin etkin kullanımı açısından değil, bulunduğu parselde yerleşmesi açısından da önemlidir. Toprak da diğer doğal kaynaklar gibi sınırlıdır ve bu yüzden verimli kullanılması gerekmektedir.
Standartlaşmış ve yerel malzeme kullanımı ile modüler koordinasyon malzemedan ve iş gücünden tasarruf sağlayabilme imkânı sunmaktadır. Ayrıca malzemelerden bazılarının şantiyede boyutlandırılması ciddi boyutlarda atık oluşumuna ve kaynak tüketimine neden olmaktadır (Löfgren, Gylltoft ve Kutti, 2001).
- **Kriter 3: Mevcut strüktürlerin rehabilitasyonu ile malzeme tasarrufu sağlanabilir.** Her yapının tıpkı canlılar gibi belirli bir yaşam ömrü vardır. Yaşamlarını dolduran yapılar rehabilite edilerek alanlarına uygun olarak farklı kullanımlar verilmelidir. Yani strüktürel açıdan iyi durumda olan veya müdahalelerle iyileştirilecek yapılara yeni işlevler verilerek, bu yapılardan faydalanmak mümkündür. Sitarz'a (1994) göre mevcut yapı alanlarının rehabilite edilmesi, mevcut yapıların yeniden kullanıma adapte edilmesi, yeni yapı faaliyetlerini önleyeceği ve çevresel zararların azaltacağı gibi, yapı alanlarının yayılmasını da engelleyecektir. Buna rağmen yapıların onarım ve işletme maliyetleri yüksekse yapının rehabilite edilmesi yerine yıkılması daha doğru olabilir. En doğru kararın verilebilmesi için fayda- maliyet analizinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- **Kriter 4: Yapı malzemeleri doğal çevre ile uyumlu, gömülü enerjisi düşük malzemelerden seçilmelidir.** Malzeme kullanımda bireysel isteklerden ziyade çevrenin getirdiği şartlara uyum sağlamasına ve çevreye en az zarar veren malzemelerin seçilmesine dikkat edilmesi gerekir. Gömülü enerji bir ürünün yaşam döngüsünün başlangıcından itibaren yani hammaddesinin çıkarılmasından başlayarak yaşam döngüsünün sonlanmasına yani kullanım ömrünü tamamlayıp, yok edilmesine kadar harcanan toplam enerjiden meydana gelmektedir (Ding, 2005). Bu toplam enerji, yapı malzemesi üretimine katılan enerjiyi, malzeme dağıtımında tüketilen enerjiyi, yapı sırasında harcanan enerjiyi, yapının yıkılması ve imhası için gereken enerjiyi kapsamaktadır. Gömülü enerjisi düşük malzeme kullanımı bize gittikçe artan çevresel problemlerin oluşumunda malzeme payına düşen yüzdeyi azaltabilme olanağı sunmaktadır.

3.1.2. Enerji

Ülkemizde enerji-yoğun sektörlerin başında yaklaşık %60 enerji tüketimiyle yapı sektörü gelmektedir (Veziroğlu, 2010). Bu durum yapı ve enerji tüketimi ilişkisinin dikkatli bir şekilde gözden geçirilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için yapıların enerji etkinlik

stratejilerinin tasarım aşamasından başlayarak, uygulama sürecine, kullanım ve yeniden üretim sürecine kadar geniş bir açılımda ele alınması gerekmektedir.

- **Kriter 1: Enerji için mümkün olduğunca yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelinmelidir.** Doğada var olan enerji kaynaklarını yenilenebilir ve yenilenemez diye ikiye ayırmamız mümkündür. Yenilenemez enerji kaynakları yakın zamanda tükenebileceği tahmin edilen ve yeniden oluşumu çok uzun zaman alan enerji kaynaklarına verilen isimdir. Hidrokarbon içeren kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar bu enerji kaynaklarına örnektir. Bu kaynakların büyük bölümü fosil yakıtlar ve nükleer enerjiden oluşmakla birlikte, özellikle fosil kaynaklı yakıtların yanmasıyla ortaya çıkan gazların, doğal çevreye ve ekolojiye olan zararları çok fazladır. Yenilenemez kaynaklardan fosil yakıtlar yakıldığında karbondioksit (CO₂) ve metan gibi sera gazları açığa çıkmakta; bu gazların bünyelerinde ısı tutma özelliğinden dolayı ve fazla miktarlarda atmosfere karışmaları sonucunda iklim değişikliği gözlenmektedir (Dincer, 2000). Değişen iklim yağış rejiminde değişikliğe, sel, fırtına, kuraklık, deniz seviyesinde yükselme gibi doğal felaketlerin artmasına neden olur (Patz, Gibbs, Foley, Rogers ve Smith, 2007). Bu olumsuzluklar insanoğlunu yeni arayışlara yönlendirmiştir. Yenilenebilir ve hammadde bağımlısı olmayan temiz enerji kaynaklarına yönelmek artık zorunluluk haline gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları ise tüketilmesi mümkün olmayan, karbon emisyonları minimumda olan, uzun vadede kullanılabilen, doğal ve temiz enerji kaynaklarıdır. Güneş, rüzgâr, hidroelektrik, deniz, biyoenerji (biyokütle, biyogaz, biyodizel, biyoetanol) ve jeotermal enerji yenilenebilir enerji kaynaklarıdır (Yazıcı, 2002). Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları açısından potansiyeli olan bir ülkedir.
- **Kriter 2: Enerji tasarrufu için pasif ısıtma ve soğutma teknikleri kullanılmalıdır.** Arsaya ve iklime dayalı basit tasarım ilkelerinin altında büyük olanaklar yatmaktadır. Önemli bir enerji kaynağı olan Güneş radyasyonu pasif ısıtma ve soğutma sistemlerine yön veren temel unsurlardan biridir. Geleneksel tasarımlarda binalar yazın gölgelenecek, kışın güneşten yararlanacak şekilde tasarlanırken, günümüzde bu ilkeler göz ardı edilmektedir (Hatamipour ve Abedi, 2008). Bu sistemlerin temel amacı yapılarda pasif yolla elde edilen ısı dolaşımı doğal konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyonla sağlanmasıdır (Ülgen, 2015). Pasif güneş sistemlerinde sera ısıtmalı birleşik ve ayrılmış kazanç sistemleri, trombe duvar, çatı havuzu, ışık tüplerinin kullanımı değerlendirilebilir.
- **Kriter 3: Enerji tasarrufu için doğal aydınlatmadan yararlanılmalıdır.** Bunun sağlanabilmesi için bina yönelimi çok önemlidir. Bina yönelimi gerek yapının ısınma soğuması gerekse doğal aydınlatmadan faydalanabilmesi için açısından büyük öneme sahiptir. Bina yöneliminde en önemli yapı elemanları pencerelerdir. Pencereler yapıların cephelerinde yapının tasarımına uygun olarak yatay ve düşey formlarda bulunan açıklıklar olarak tanımlanmaktadır. Bu açıklıklar tasarlanırken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta yapının bulunduğu iklimdir. Açıklıklar doğal aydınlanmayı sağlayacak kadar yeterli ama yapının ısınmasına negatif yönde etki etmeyecek kadar da kapalı olmalıdır. Işık Tüpleri çatının en çok güneş gören alanı saydam malzemedan yapılip, buradan içeriye giren ışınlar ile mekânın ısıtılması ve aydınlatılması amaçlanmaktadır. Diğer tasarımlara göre maliyeti oldukça düşüktür. Gündüz saatlerinde yapay aydınlatma sistemlerinin kullanımına olan gereksinimi en aza indiren, gün ışığını kullanarak sıfır enerji ile mekânlarda doğal aydınlatma sağlayan bir sistemdir (Rosemann ve Kaase, 2005). Işık tüplerine ek olarak, çatı ışıklıkları yapının doğal aydınlatmadan faydalanmasını sağlar. Bunlardan bazıları sürekli açıklıklar, fenerler ve eğimli pencerelerdir. Çatı ışıklıkları pencerelerin aksine dış görüş sağlamayarak yalnızca yeterli ve kontrollü günışığı alınmasını hedeflemektedirler.

Mekânsal olarak uzun yapılarda eğer tek bir yönde doğal aydınlatma seçeneği mevcut ise ışık rafı yönteminden faydalanmak mümkündür. Işık rafları gün ışığını tavana yönlendirip, tavanda kırarak mekânı aydınlatmayı amaçlamaktadır. Yapının dış cephesinde olabileceği gibi mekânın içinde de yer alabilir.

- **Kriter 4: Enerji tasarrufu için bina tasarımı önemlidir.** Çift kabuk cephe sistemleri sayesinde soğuk iklimlerde ısı kaybı, sıcak iklimlerde ise ısı kazancını önleyerek enerjinin etkin bir şekilde kullanılması sağlanmaktadır. Çift kabuk cephe sistemlerinde cephede belirli boşluklar bırakılarak ikinci bir cephe ilave edilmekte olup, aradaki boşlukta mekanik veya doğal yolla hava akımı sağlanmaktadır (Aslani, Bakhtiar ve Akbarzadeh, 2019).
- **Kriter 5: Enerji tasarrufu için malzeme seçimi çok önemlidir.** Enerji verimli yapılar malzeme kalitesinden ve içinde yaşayanların refah düzeylerinden ödün vermeksizin daha az enerji kullanımı sağlayarak daha çok verim elde eden yapılardır. Enerji Etkin Yapı Tasarımı 1992 senesinde Rio Zirvesinin ardından imzalanan Gündem 21 (Agenda 21)'de ise *“bir binanın, yapım aşamasından kullanım aşamasına kadar tüm yaşam sürecinde, enerji gereksinimi en aza indirebilecek ve yenilenebilir enerji kaynaklarından en çok yararlanabilecek biçimde planlanması”* olarak tanımlanmaktadır. ABD’de 2025 yılına kadar net sıfır enerjili binalar hedefi konulmuştur. Avrupa Birliği ise *“AB Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğinde”* (2020/91/EC) 2020 yılı itibarıyla enerjide %20 tasarruf ve binalardaki enerji ihtiyacının %20’sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasını hedeflemiştir (Nasseri, 2009). Türkiye’de ise binalarda enerji verimliliğinin artırılması amacıyla 5 Aralık 2009 tarihinde Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği (BEP Yönetmeliği) yürürlüğe girmiştir (Başbakanlık, 2008). Enerji açısından dışa bağımlı olan ülkemizde enerjinin verimli kullanılması hayati önem arz etmektedir. Bir yapının yapım maliyetinden ziyade onun bakım ve işletme maliyeti, yapının toplam maliyeti içinde büyük bir yer tutmaktadır (Mithraratne ve Vale, 2004; Pellegrini-Masini, Bowles, Peacock, Ahadzi ve Banfil, 2010; Wong, Perera ve Eames, 2010) Yapının işletilmesi için harcanan tutar o yapının harcadığı enerji ile doğru orantılıdır (Emekci, 2018). Bu nedenle yapının ısıtma-soğutma-havalandırma ve aydınlatma sistemlerinin performansı enerji tasarrufu açısından büyük önem taşımaktadır. Enerji etkin malzemeler ve sistemler başlangıç maliyeti yüksek olsa bile binanın toplam maliyet ve enerjisi içinde küçük bir yer tutacaktır ve uzun vadede ekonomik ve çevresel yararlar sağlayacağı açıktır (Emekci, 2018).
- **Kriter 6: Enerji tasarrufu için enerji etkin kentsel tasarım önemlidir.** Enerji etkin yapıların üretilmesi sürecinde kaynaklarının verimli kullanılması ve tüketilmemesi adına kentsel tasarım oldukça önem arz etmektedir. Bina yoğunluğu, bina yönelimi, baskın konut tipi, binanın şekli gibi yapının enerji etkin olup olmaması üzerinde etki gösteren etmenler kentsel tasarım kriterleri ile planlama sürecinde belirlenebilmekte ve bu etmenlerin etkin kullanılması ile enerji tasarrufu sağlanabilmektedir (Ewing ve Rong, 2010; Holden ve Norland, 2005; Okeil, 2010; Rattia ve diğerleri, 2005). Enerji etkin tasarımların sadece bina bazlı düşünülmemesi kentleşme ve kentsel tasarım boyutu ile ele alınması gerekmektedir. Bu bağlamda emisyonların azaltılması, yenilenebilir enerjinin kullanımına uyumlu yapılaşma tekniklerinin uygulanması, iklime duyarlı yapı topluluklarının planlanmasıyla doğal dokuya müdahale eden parçacı müdahalelerden kaçınılabılır.

3.1.3. Su

Su dünyayı yaşanabilir kılan en önemli sebeplerden bir tanesidir. Susuz bir hayat mümkün olmamaktadır. BM Kapsamlı Değerlendirmesine göre dünyanın su kaynaklarının dünya nüfusunun yaklaşık üçte birinin, su sıkıntısı çektiği ve 2025 yılına kadar dünya nüfusunun üçte ikisinin su sıkıntısı yaşayacağı öngörüsünde bulunmuştur (WMO, 2015). Biyolojik dünyanın en önemli yaşam

kaynaklarından biri olan su, küresel ısınma plansız kentleşme ve endüstriyel kirlilik gibi sorunlar yüzünden bilinçsizce geri dönüşümü olmayacak şekilde tüketilmektedir (Arnell, 2004). Gelecek yıllarda bu bilinçsiz tüketim yüzünden dünya ciddi bir kuraklıkla karşı karşıya kalacaktır.

Su kullanımını yapı sektörü bazında düşündüğümüz zaman, Dünya’da yapılarda su tüketimi tüm tüketimin %10’unu oluşturmaktadır (Postel, 2000). Tüketimin azaltılmasında bireysel tedbirlerin sürdürülebilir tasarım kararlarıyla birleştirilmesi önemli bir rol oynamaktadır (Fielding, Spinks, Russell ve Mankad, 2012; Willis, Stewart, Panuwatwanich, Jones ve Kyriakides, 2010).

- **Kriter 1: Su geri dönüştürülerek, yeniden kullanılmalıdır.** Su yapılara ana şebekeden gelmekte ve kullanım sonrasında pis su borularıyla kanalizasyon şebekesine gitmektedir. Atık olarak toplanan su arıtma tesislerine gönderildikten sonra uygun yerlerde (deniz vs.) deşarj edilmektedir (İSKİ, 2015). Suyun dönüşümü en basit haliyle konvansiyonel olarak bu şekildedir. Sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olarak yapılacak yapılarda su devir daimî yapının tasarım aşamasında geleneksel yapıdan farklı ele alınır. Standart su tasarrufu önlemlerine ek olarak, bina su tasarrufuna imkân verebilecek şekilde tasarlanmalıdır. Yapılarda yüksek oranda fosseptik atığı içeren sulara siyah, evsel atık içeren ve siyah su olmayan geri kalan alanlarda (banyo, mutfak vs.) kullanılan suya ise gri su denilmektedir (EPA, 2020). Gri suların bahçe sulamasında, tuvaletlerin rezervuarlarında ve uygulanan arıtma seviyesine göre çamaşır makinalarında kullanılabilir (Allen, Christian-Smith ve Palaniappan, 2010). Ayrıca atık suların doğal arıtma yöntemleri de mevcuttur. Bu yöntemde temel amaç doğayı taklit etmektir. Doğal arıtma yöntemi özetle temizlenmesi istenen su alanının içinde yüzmek üzere tasarlanmış ekosistemlerdir. Suyun kirlilik oranına ve ne gibi maddelerden kirliliğe uğradığına göre tasarlanan yüzen ekosistemler, suyun doğal yollardan arıtılmasını sağlamaktadır. Çünkü sulak alanlar, doğada birtakım istenmeyen maddelerin arıtılmasında görevi almaktadırlar (OAI, 2007).
- **Kriter 2: Kullanıcı davranışlarının değiştirilmesi ile su tasarrufu sağlanabilmektedir.** Bu yöntem ile su tasarrufu sağlanması genellikle su kullanım miktarını azaltma veya verimlilik faaliyetleri yoluyla hayata geçirilmektedir (Abrahamse ve Steg, 2009; Fielding, Spinks, Russell ve Mankad, 2012). Su kullanım miktarını azaltma, sızan muslukları tamir etmeyi, gri suyu tekrar kullanmayı, banyo yerine duş almayı, dış fırçalarken muslukları kapatmayı ve tam yüklü bulaşık ve çamaşır makinelerini kullanmayı içerirken; verimlilik ise düşük hacimli duş başlıkları, önden yüklemeli çamaşır makineleri, su verimli bulaşık makineleri, çift sifonlu tuvaletler ve otomatik ağsallaştırma sistemleri gibi daha fazla kişisel katılım, finansal yatırım ve teknik bilgi gerektirir (Addo vd., 2018; Willis vd., 2010). Örneğin, Mexico City gibi 18 milyon insanın yaşadığı büyük bir kentte, 350 bin tuvaletin rezervuarları 12 litrelik yerine 6 litrelik modelle değiştirilerek 250 bin kişinin günlük su gereksinimine yetecek kadar su tasarrufu sağlanmıştır (Çepel, 2003). Batarya ve duş başlıklarında, püskürtmeli başlık ve bataryaların kullanımı, çamaşırların ve bulaşıkların sadece tam doluluk oranı sağlandığında yıkanması, sıcak su borularına yapılacak izolasyon ve sıcak suyun gelmesini beklediğimiz süre içinde boşa giden su miktarının azaltılması gibi önlemler ciddi tasarruflar sağlamaktadır.
- **Kriter 3: Yağmur suyu toplama, biriktirme ve geri kullanımı ile su tasarrufu sağlanabilmektedir.** Yağmur suyu yeryüzündeki suları beslemektedir. Yağmur sularının bir kısmı doğal kaynakları beslerken bir kısmı da insanoğlu tarafından kullanılmaktadır. Yağmur suyunun toplanıp işletilmesi su tasarrufu açısından oldukça önemlidir. Yağmur suyu, yapı ölçeğinde genellikle çatıdan gelen su ile elde edilmektedir. Çatının üzerine düşen damlalar geliştirilen düzeneklerle depolanıp, işlenerek değerli bir kaynağa dönüşebilmektedir. Bu yöntem yoğun yağmur alan bölgelerde, bir konutun su ihtiyacını %100 karşılayabilen bir su

kaynağı olabilmektedir (Melby, 2002). Yağmur suyu kullanımı iki çeşit olmaktadır. Birincisi dış mekân için toplanacak yağmur suyu, ikincisi ise iç mekân için daha sıhhi yöntemlerle elde edilen yağmur suyudur. İç mekân için kullanılacak suların bir arıtma sisteminden geçirilmesi gereklidir. Özellikle toplu konutlarda yağmur suyunun dönüşümü etkin bir tasarruf yöntemidir (Tanık, Öztürk ve Cüceloğlu, 2016).

- **Kriter 4: Stratejik peyzaj uygulamaları ile su tasarrufu sağlanabilir.** Peyzajda ekolojiye saygılı, çevre kaygısıyla yapılan düzenlemeler su tasarrufuna büyük katkı sağlamaktadır (Bayramoğlu, Ertek ve Demirel, 2013). Peyzaj düzenlenmesinde, yerel ekosistemin özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bulunduğu iklime uygun bitkiler kullanıldığı zaman doğal olarak sulamaya daha az ihtiyaç duyulacak, böylelikle suyun gereksiz tüketiminin önüne geçilmiş olacaktır. Ayrıca peyzaj düzenlemesinde süs amaçlı havuzların fazla kullanılmaması, limitli çim kullanımı olması ve çok yayılan bitki kullanılmaması tasarruf konusunda yardımcı olacak unsurlardır. Peyzaj elemanlarının seçiminde dikkat edilmesi gereken bir diğer unsur ise suya ve sentetik kimyasallara az ihtiyaç duyan cinslerin tercih edilmesidir (Polat, Önder ve Güngör, 2009).

3.2. Ekonomik Sürdürülebilirliğin Sağlanması

Ekonomik sürdürülebilirliğin yapı ölçeğinde sağlanması için yapının yaşam ömrü sürecinde doğru bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Yapıların yaşam döngüsünü yapının tüm yapı bileşenlerinin hammadde üretimlerinden başlayıp, yapının inşası ve yapının kullanım ömrü boyunca ve kullanım ömrünü tamamlayıp, yıkımına kadarki her aşaması, yani özetle beşikten mezara kadar geçen süreler bütünü olarak tanımlamak mümkündür (ISO, 1997). Sürdürülebilir kriterlere uygun bir yapı yapmak yapının yaşam ömrünün sadece belirli bir kısmında değil, tüm yaşam döngüsünde oluşturduğu çevresel, kültürel ve sosyal sorunların anlaşılması ve bu sorunlara sistematik ve kapsamlı bir şekilde yaklaşmayı gerektirir. Yapılarda ekonomik sürdürülebilirliğin nasıl sağlanabileceğinin tartışması için yapı “Yapım Öncesi Safha”, “Yapım ve Kullanım Safhası (İnşaat, İşletim ve Kullanım Aşaması)” ve “Kullanım Sonrası (Yıkım Aşaması)” olmak üzere üç aşamada incelenecektir.

3.2.1. Yapım öncesi safha

Bu safha mimari projenin şekillenmesinin ve maliyetlerinin oluşturulduğu ilk safhasıdır (Fabrycky ve Blanchard, 1991). Bu aşamada -yapılacak projeye göre değişmekle birlikte- arazi seçimine, yapı formuna, yapı kabuğuna, yapıda kullanılacak malzemeye, peyzaj tasarımına karar verilmektedir. Mimari projenin hazırlanması bu safha içinde gerçekleştirilir. Bu dönem yeni yapılacak yapıların sürdürülebilir olup olmayacağını kararının verildiği dönemdir (Nielsen, Jensen, Larsen ve Nissen, 2016). Bu dönemlerde yapılacak olan ve çok küçük maliyetler gerektiren uygulamalar, yapının yaşam döngüsü boyunca ciddi tasarruflar etmesini sağlamaktadır (Emekci, 2018). Bu yüzden en önem verilmesi gereken bölümdür. Bu bölümde yapının araziyi verimli kullanılması, uzun ömürlü ve az bakım gerektiren çevreye duyarlı malzeme kullanılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, suyun ve enerjinin korunumu gibi hususlara dikkat edilerek yapıların ekonomik sürdürülebilirliği sağlanabilir.

- **Kriter 1: İklim uygun yapı tasarımı yapılmalıdır.** Yapının bulunduğu iklim yapının ısıtma ve soğutmadan kaynaklı enerji tüketiminde rol oynayan başlıca etmenlerden biridir. İklim duyarlı bina yapmak, modern yaşam standartlarından ödün vermeden binaların enerji talebini azaltmada önemli bir rol oynamaktadır (Bodach vd., 2014). Örneğin bir binanın ısıtma/soğutma yükünü en aza indirmeye yönelik, yüzey hacim oranı, ana cephe ile bina oryantasyonu, pencere alanı, pencerelerin SHGC değerleri; çatıdaki yalıtım; renkli dış yüzeyler; yakın bina düzenlemeleri karşılıklı gölgeleme gibi bir çok etmen planlama aşamasında yapının bulunduğu iklime göre değerlendirilmelidir (Mitterer, Künzeli, Herkel ve Holm, 2012).

- **Kriter 2: Planlama aşamasında uygun arazi seçimi ile yapılar maliyet-etkin olarak inşa edilebilir.** Yeni yapılacak yapılarda arazi seçiminde mevcut arazi topoğrafyasına en az düzeyde müdahale edecek şekilde yerleştirilmesi; bulunduğu arazinin bitki örtüsü, yıllık yağış miktarı, hakim rüzgar yönü, yer altı suyu, mevcut su havzaları, çevredeki canlı yaşam (flora ve fauna) ve iklim verilerine uygun hareket edilmesi; güneşin konumuna göre cephede açıklıkların yapılmasının sağlanması ile hem inşaat aşamasında ortaya çıkacak olan işgücünün ve kullanılacak yapı malzemelerinin azaltılması hem de inşa edilen alanın özellikleri göz önüne alınarak yapıldığından enerji tasarrufu sağlanabilmektedir (Burby, 1998).
- **Kriter 3: Planlama aşamasında kullanım amacı ile uygun bina formu uyumlaştırılarak ekonomik açıdan uygun yapılar yapılabilir.** Yapının kapladığı alan ve hacim arasındaki oran şekil faktörü (shape factor) olarak tanımlanmaktadır. Daha yüksek şekil faktörüne sahip binalar, hacimleri ile orantılı olarak daha büyük bir yüzey alanına sahiptir, bu da soğuk iklimlerde daha büyük ısı kayıplarına neden olur. Yapının kapladığı alanın ve hacmin, yapının kullanım amacıyla uyumlaştırılmasının nihai enerji talebi açısından büyük bir etkiye sahip olduğu ve doğru ele alındığında nihai enerji talebinin yaklaşık % 20'si kadar tasarruf edildiği belirtilmektedir (Danielski, Fröling ve Joelsson, 2012).
- **Kriter 4: Planlama aşamasında uygun malzeme seçimiyle maliyet-etkin yapılar inşa edilebilir.** Malzeme seçiminde ise malzemenin hammaddesinin kaynağından çıkartılması, işlenmesi, üretilmesi ve taşınması süresince az maliyet gerektiren yerel malzemenin seçilmesi, uzun ömürlü, dayanıklı, sık bakım-onarım gerektirmeyen, tekrar kullanımlı, geri dönüşümlü olması sağlanmalıdır. Yapının bulunduğu iklim dikkate alınarak yapı malzemelerinin seçilmesi ile enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Yaygın olarak kullanılan inşaat malzemelerinin yanı sıra çevre dostu malzemeler (bambu, saman, kereste, çimen, muşamba, koyun yünü vb.) ve doğal malzemeler (kağıt pullardan paneller, sıkıştırılmış toprak blok, pişmiş toprak, sıkıştırılmış toprak, kil, vermikülit, keten, deniz otu, mantar, genişletilmiş kil taneleri, hindistancevizi, odun lifi plakalar vb) kullanılarak binalardaki enerji kullanımını azaltılabilir (Farhat, Ghaddar ve Ghali, 2014; Froeschle, 1999; Spiegel ve Meadows, 2010). Bununla birlikte, planlama aşamasında bu malzemelerin binalarda kullanımından yararlanmak için, belirli ısı, ısı iletkenlik, geçirgenlik ve ısı aktarım katsayıları (konvektif ve ışınlamalı yüzeyler için) gibi malzeme özelliklerinin, uygun termal performanslarını ve yük taşıma özelliklerini sağlamak için kontrol edilmesi gerekir (Latha, Darshana ve Venugopal, 2015).

3.2.2. Yapım ve kullanım safhası (inşaat, işletim ve kullanım aşaması)

Bu aşama yapının inşaatının başlaması ile başlar, yapının tüm kullanım süresini kapsar ve yapının artık kullanılamayacak olması gibi durumlarda rehabilite edilmesi ile uzatılıp, yapının yıkılma kararı alınması ile son bulur. Çalışmalara göre bu aşama en fazla enerji ve su tüketiminin gerçekleştiği, yaşam döngüsü maliyeti içinde en büyük paya sahip olan aşamadır (Mithraratne ve Vale, 2004; Pellegrini-Masini vd., 2010; Wong, Perera ve Eames, 2010). Yapım öncesinde alınacak az maliyetli sürdürülebilir uygulamalar, kullanıcıya bu aşamada büyük tasarruflar sağlayacaktır (Emekçi, 2018). Örneğin; bulunduğu iklime göre boyutlandırılmış, uygun yapı malzemeleri seçilmiş, bulunduğu hava koşullarına uygun izolasyonu yapılmış binalarda inşaat maliyeti adına alınacak çok küçük bir yük -bazen de hiç yük getirmese de- bu aşamada ısınma maliyetlerinde ciddi tasarruflar sağlanabilmektedir. Bu yüzden projelendirme aşamasında sürdürülebilirlik ilkelerini olabildiğince uygulamak hem kullanıcı hem de ülke çıkarları açısından önem arz etmektedir.

- **Kriter 1: Proje ile yapının uyumluluk göstermesine azami önem gösterilmelidir.** Bu aşamada yapılacak olan bütün uygulamaların kararları bir önceki aşamada alındığından bu aşamada yapının projeye uygun olarak inşa edilmesine dikkat edilmelidir.
- **Kriter 2: Kullanıcı davranışların değiştirilmesi ile kaynakların tasarrufu sağlanabilmektedir.** Binaların tasarım aşamasında, binaların enerji tüketimini tahmin etmek için enerji simülasyonları kullanılır, ancak binaların tahmin edilen ve gerçek enerji tüketimi arasında önemli bir tutarsızlık vardır (Calì ve diğerleri, 2016; Martinaitis ve diğerleri, 2015; Schakib-Ekbatan ve diğerleri, 2015; Yang ve diğerleri, 2016). Yapı sakinleri tercihleriyle, tahmin edilen ve gerçek bina enerji performansı arasındaki bu tutarsızlığa katkı sağlayan en büyük etmendir (Paone ve Bacher, 2018). Literatür, bina kullanıcı davranışının binada kullanılan enerjinin verimliliğini artırabileceğini göstermektedir (Delzendeh, Wu, Lee ve Zhou, 2017; Gynther, Mikkonen ve Smits, 2012; Hong, D'Oca, Taylor-Lange, Turner, Chen ve Corgnati, 2015). Sadece kullanıcının bilinçlendirilmesiyle yapının kullanım aşamasında %30 'a varan enerji tasarrufu yapmak söz konusudur (Schweiker ve Shukuya, 2010). Isıtılan mekanın penceresinin kapalı tutulması, kullanılmayan mekânın ışığının kapalı tutulması (Gill, Tierney, Pegg ve Allan, 2010), iklime göre mekan sıcaklığının ayarlanması (Schweiker ve Shukuya, 2010), cihaz ve ekipmanların kullanılmayan dönemlerde kapalı tutulması (Webber, Roberson, McWhinney, Brown, Pinckard ve Busch, 2006) enerji tasarrufu sağlayan kullanıcı davranışlarından sadece bir kaçıdır.
- **Kriter 3: Yapının kullanım aşamasında uygulanacak peyzaj teknikleriyle enerji tüketimi azaltılabilir.** Peyzaj tasarımında ise yapıların doğal yollarla ısıtılması ve soğutulması konusunda bitkilerden yardım alınması sağlanmalıdır. Örneğin, yapıların batı ve kuzeybatı cephelerinde yetiştirilecek ağaçlar sayesinde istenmeyen akşam güneşinin yapı içerisine girmesi engellenmiş olur ya da hâkim rüzgar yönü belirlenerek rüzgardan korunum için de bitkilerden faydalanılabilir (Haque ve diğerleri, 2004). Ayrıca iyi peyzaj uygulamalarıyla hava kirliliğinin azalması, ses ve ısı izolasyonu, oksijen üretimi, buhar geçirimi, elektromanyetik radyasyonun soğurulması, sera gazlarının yok edilmesi, toprak kazanımı, yapıyı koruma ve kollamaya, alan ve vizyon kazanımı sağlanabilir.

3.2.3. Kullanım sonrası safhası (yıkım aşaması)

Bu aşama literatürde en ihmal edilen safhadır. Bu ihmali nedeni ise temelde bilgi eksikliğinden ve gelecekteki senaryoları tahmin etmenin zorluğundan kaynaklanmaktadır. Bu safha ile ilgili araştırmalar basitleştirilmiş varsayımlar ötesine geçememiştir (Oregi ve diğerleri, 2015). 2008/98 / EC Atık Çerçeve Direktifine göre (Waste Framework Directive (WFD)) İnşaat ve yıkım atıklarının neredeyse %70'i yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir. Ekonomik sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde;

- **Kriter 1: Bu aşamada yapılar yeniden değerlendirilerek, hizmet ömürlerini uzatmak için onarım, iyileştirme ve yenileme uygulamaları teşvik edilerek tasarruf edilebilmektedir.** Yaşam ömrünü tamamlayan yapılarda yapının durumuna göre görece daha sağlam olan kapı, pencere, bölme duvar, asma tavan, döşeme kaplamaları başka bir yapıda kullanılması malzeme üretimine harcanacak enerjiden tasarruf edilmesine ve kaynak korunumuna olanak sağlamaktadır (Giorgi, Lavagna ve Campioli, 2018).
- **Kriter 2: Atıkların ikincil malzemeler olarak yeniden kullanılmak üzere geri dönüştürülebilirler.** İnşaat ve yıkım atıklarının yönetimi kapsamında uygun depolama alanlarında depolanarak, yeni hammaddelerin çıkarılması önlenerek tasarruf yoluna gidilebilir (Ghose, Pizzol ve McLaren, 2017).

3.3. Sosyal Sürdürülebilirliğin Sağlanması

Yapı üretim süreci sosyal bir süreçtir. Bu nedenle sürdürülebilirliğin sosyal yönlerinin de bu sürece dahil edilmesi gerekmektedir (Abowitz ve Toole, 2010). İnşaat faaliyetlerinin en az çevre ve ekonomi alanında olduğu kadar sosyal alan üzerinde de önemli etkilere sahiptir (Lützkendorf ve Lorenz, 2006). Sosyal sürdürülebilirliğin kriterleri Yu ve Lo'ya (2005) göre yapı çevrenin yarattığı trafik sorununun çözümü, insan ve doğanın insan sağlığı için etkileşimi ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanamamasından doğan eşitsizlik iken; Hill ve Bowen'e (1997) göre ise hayat kalitesi, sağlık, güvenlik, ve eşitlik. Ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması sosyal sürdürülebilirliğin sağlanabilmesinde büyük rol oynamaktadır. O yüzden her ne kadar diğer başlıklardan ayırmak zorlaşsa da, literatürdeki bir çok araştırma, insan sağlığı üzerinde yoğunlaşmıştır (Edum-Fotwe ve Price, 2009; Gilchrist ve Allouche, 2005; Hill ve Bowen, 1997; Hutchins ve Sutherland, 2008).

- **Kriter 1: Yapılı çevre üretilirken kullanıcı sağlığı ön planda tutulmalıdır.** Sosyal sürdürülebilirliğin merkezinde insan bulunmaktadır. Bu yüzden yapılacak bütün müdahaleler ve alınacak önlemler insan merkezli olmalıdır. Yapı bunlardan bağımsız düşünülemez. Yapı kullanıcıyla etkileşim içerisindedir. Bu yüzden kullanıcıların yaşam standartlarının artırılması, insan sağlığına zararlı olmayan malzeme kullanımı sürdürülebilir mimarinin vazgeçilmez unsurlarıdır. Kullanıcıların aşırı sıcaklıklara ve diğer doğal tehlikelere karşı korunması, insan sağlığına zararlı olmayan malzemelerin kullanılması gibi etmenler güvenli barınma için temel bir gerekliliktir (Thomas ve Jacobs, 2000).
Günümüzde insan, küresel endüstriyel gelişmeden kaynaklanan gürültü, su kirliliği ve motorlu taşıt kirliliği gibi yalnızca dış etkenlerden değil, aynı zamanda binalar ve iç mekân malzemelerinden kaynaklanan iç ortam kirliliğinden de muzdariptir. Hastalıkların % 68'i (cilt yaşlanması, saç dökülmesi, genel yorgunluk, unutkanlık, kısırlık, lösemi ve kanser gibi) iç mekân kirliliği veya düşük iç hava kalitesiyle ilgilidir (Liquan ve Yanqun, 2011). İç mekân kirliliği, yapı çevre üretilirken kullanılan malzemelerden kaynaklanabilir. İnsanlar kapalı mekanlarda (örneğin konutlarında) dış ortamdan daha fazla vakit geçirdiklerinden, insanların sağlık durumuna dış ortam kirliliğinden daha fazla zarar verebilir (Ghodrati, Samari ve Shafiei, 2012).
- **Kriter 2: Yapılı çevre üretiminde kullanıcı konforunu düşünmelidir.** Kullanıcı konforu, termal konfor, görsel konfor ve genel iç ortamdan memnuniyeti içerir. Termal konfor, ortam sıcaklığı, nem ve hava akışından etkilenirken; görsel konfor ise yeterli ışık seviyelerini ve parlamayan aydınlatmayı içermektedir. Enerji tasarruflu aydınlatma ve doğal ışığın kullanımı, doğru şekilde yapıldığında hem enerji tasarrufu sağlayabilir hem de bina sakinlerini memnun edebilir (Fisher, 2009). Doğal aydınlatma kullanımını arttırılarak veya iyileştirilmiş yapay aydınlatma kullanılarak, bina sakinlerinin yorgunluğunu azaltılabilir ve dolayısıyla çalışma ortamlarında üretkenlik ve verimlilik arttırılabilir. Ayrıca, bina mekanik sistemlerini yükseltilecek bina sakinlerinin ve toplumun gürültüye maruziyeti azaltılabilir (Jafari, Valentin ve Bogus, 2019).
- **Kriter 3: Bina tasarımı yapılırken iç mekân kazalarını önleyen tasarımlar yapılmalıdır.** Yapılan araştırmalara göre bir yılda iç mekânlarda kaydedilen kasıtsız yaralanmaların 28.400'i ölümlerle sonuçlanmış olup, yaklaşık 7 milyon sakat kalmıştır ve yaklaşık 100 milyar dolar ekonomik maliyetle sonuçlanmaktadır (National Safety Council, 1998). Örneğin duman alarmları, konut yangınlarından kaynaklanan ölüm riskini kabaca yarı yarıya azaltırken (Centers for Disease Control and Prevention, 1998), pencere koruyucularının kullanımıyla pencerelerden düşmeler büyük oranda önlenmektedir (Thomas ve Jacobs, 2000).

4. Sonuç ve Öneriler

İnsan ile doğanın etkileşimini her ne kadar eski çağlarda taraflar arasında kurulan ikili ilişkilere dayanmış olsa da sanayileşme ile beraber ibre insan yönünde hareket etmiştir. Kurulan bu mutualist ilişki yerini yavaş yavaş bir tarafın fayda sağladığı diğer tarafında zarar gördüğü bir ilişki türüne dönüşmüştür. Ama yarar sağladığını düşünen insan, aslında doğaya zarar vermekle en büyük zararı kendisine verdiğini fark etmiş; bu durumu düzeltmek için arayışlara başlamıştır. Bu arayışların sonucunda ortaya çıkan sürdürülebilir bina modellerinin en önemli amacı bu durumun en büyük sorumlularından biri olan yapılı çevrenin doğal çevre üzerindeki etkilerini azaltmak olmuştur. Ancak literatürde çok yer bulan bu çevreye duyarlı mimarlık anlayışları, gerçek hayatta kendine yer bulamamıştır. Özellikle Türkiye’de inşaat sektöründe bu anlayışlar sadece söylemden öteye geçememiştir. Bunun en büyük nedeni ise bu yaklaşımların hep soyut kavramlar üzerinden teorik tartışmalar içermesidir. Bu çalışmanın amacı, üretilecek yapılı çevreye dair literatürde ayrı başlıklar halinde ve soyut halde bulunan kavramları inşaat sektöründe kullanılabilecek şekilde somutlaştırarak bir kriterler bütünü sunmaktadır. Bu hedefe ulaşmak için ayrıntılı literatür taraması yapılmış, çevreye duyarlı yapı üretme süreci somut kriterlerine girdi oluşturacak sürdürülebilir mimarlık ilkeleri; bina modelleri ve yeşil bina değerlendirme ve sertifika sistemleri ayrıntı olarak irdelenmiştir. Edinilen bulgular çevresel, ekonomik ve sosyal olarak sınıflandırılmış olup, daha önce çevreye duyarlı mimari hakkında deneyimi olmayan bir kimsenin bile rahatlıkla uygulayabileceği somutlukta ele alınmıştır. Oluşturulan bu kapsayıcı üst başlıklar altında yer alan kriterler bütünü, yapının planlama aşamasından başlayıp, yapının yaşam ömrü boyunca alınabilecek tasarruf ve önlemlere işaret ederek, yapının yaşam ömrünün son aşaması olan yıkılması ile bitirilmektedir. Uygulamaya dönük bu kriterler bütünü ile çevreye duyarlı mimari inşa etmek için teori ve pratik arasında oluşan boşluğun doldurulması; doğa ile insan arasındaki tek taraflı baskın ilişki türünün yeniden tesis edilmesi; bu alandaki farkındalığın arttırılması amaçlanmıştır. Ayrıca bu çalışma çevreye duyarlı mimari kriterlerinin yönetmelik, kentsel tasarım ve imar planları seviyesinde tartışılmasına öncelik edebilir.

Teşekkür ve Bilgi Notu

Makalede, ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışmada etik kurul izni gerekmemiştir.

Kaynaklar

- Abowitz, D. A. ve Toole, T. M. (2010). Mixed method research: fundamental issues of design, validity, and reliability in construction research. *Journal of Construction Engineering and Management-Asce*, 136, 108–116.
- Abrahamse, W. ve Steg, L. (2009). How do socio-demographic and psychological factors relate to households’ direct and indirect energy use and savings? *Journal of Economic Psychology*, 30(5), 711–720. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2009.05.006>
- Addo, I. B., Thoms, M. C. ve Parsons, M. (2018). Household water use and conservation behavior: a meta-analysis. *Water Resources Research*, 20.
- Allen, L., Christian-Smith, J. ve Palaniappan, M. (2010). Overview of Greywater Reuse: The Potential of Greywater Systems to Aid Sustainable Water Management. Pacific Institute.
- Arnell, N. W. (2004). Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*, 14, 31–52.
- Aslani, A., Bakhtiar, A. ve Akbarzadeh, M. H. (2019). Energy-efficiency technologies in the building envelope: Life cycle and adaptation assessment. *Journal of Building Engineering*, 21, 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.job.2018.09.014>

- Aytis, S. ve Ozcam, I. (2010). Sürdürülebilir tasarım kavramında temel ilkelerin yapı ve toplum ölçeğinde değerlendirilmesi. Presented at the Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Bakke, J. V. ve Lindvall, T. (2000). For a better indoor climate: Economic, legal and user oriented decision base and procurement tools. Presented at the The Healthy Building Research Seminar Series.
- Başbakanlık. (2008). Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği. Retrieved August 29, 2016, from <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/12/20081205-9.htm>
- Bayramoğlu, E., Ertek, A. ve Demirel, Ö. (2013). Su tasarrufu amacıyla peyzaj mimarlığı uygulamalarında kısıntılı sulama yaklaşımı. *İnönü University Journal of Art and Design*, 3(7), 45–53.
- Bodach, S., Lang, W. ve Hamhaber, J. (2014). Climate responsive building design strategies of vernacular architecture in Nepal. *Energy and Buildings*, 81, 227–242. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.06.022>
- Bölgesel Çevre Merkezi-REC Turkey. (2016). *Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği*. Retrieved from https://recturkey.files.wordpress.com/2016/11/ambalaj_atiklari_rehberi.pdf
- Bookchin, M. (1996). *Toplumsal ekolojinin felsefesi: Diyalektik doğalcılık üzerine denemeler*. İstanbul: Kabalcı Kitabevi.
- Burby, R. J. (1998). *Cooperating with nature: confronting natural hazards with land-use planning for sustainable communities*. Joseph Henry Press.
- Calı, D., Osterhage, T., Streblov, R. ve Müller, D. (2016). Energy performance gap in refurbished German dwellings: Lesson learned from a field test. *Energy and Buildings*, 127, 1146–1158. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.05.020>
- Centers for Disease Control and Prevention. (1998). Deaths resulting from residential fires and the prevalence of smoke alarms. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*.
- Çepel, N. (2003). *Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri*. Ankara: TÜBİTAK Yayınları.
- Danielski, I., Fröling, M. ve Joelsson, A. (2012). The impact of the shape factor on final energy demand in residential buildings in nordic climates (pp. 4260–4264). Presented at the World Renewable Energy Forum, WREF 2012, Including World Renewable Energy Congress XII and Colorado Renewable Energy Society (CRES) Annual Conference.
- Delzende, E., Wu, S., Lee, A. ve Zhou, Y. (2017). The impact of occupants' behaviours on building energy analysis: A research review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 1061–1071. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.264>
- Demircan, R. K. ve Gültekin, A. B. (2017). Binalarda pasif ve aktif güneş sistemlerinin incelenmesi. *TÜBAV Bilim*, 1(10), 36–51.
- Dickson, D. (1992). *Alternatif Teknoloji, Teknik Değişmenin Politik Boyutları*. İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Dincer, I. (2000). Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4(2), 157–175. [https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(99\)00011-8](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(99)00011-8)
- Ding, G. K. C. (2005). The development of a multi-criteria approach for the measurement of sustainable performance of housing projects. *International Journal for Housing Science and Its Applications*, 29, 57–69.
- Du Pisani, J. A. (2006). Sustainable development – historical roots of the concept. *Environmental Sciences*, 3(2), 83–96. <https://doi.org/10.1080/15693430600688831>
- Edum-Fotwe, F. T. ve Price, A. D. F. (2009). A social ontology for appraising sustainability of construction projects and developments. *International Journal of Project Management*, 27(4), 313–322. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.04.003>

- Edwards, S. ve Bennett, P. (2003). *Construction Products and Life – Cycle Thinking* (pp. 57–59). UNEP Industry and Environment.
- Emekci, Ş. (2018). A Life cycle costing based decision support tool for cost-optimal energy efficient design and/or refurbishments. *Middle East Technical University*, 231.
- Emekci, S. ve Tanyer, A. M. (2016). New Perspective on More Sustainable and Affordable Housing for Lower Income Group in Turkey -Assessing Life Cycle Cost – (Vol. 1, pp. 555–564). Presented at the Sustainable Housing 2016 - International Conference on Sustainable Housing Planning, Management and Sustainability, Green Lines Institute for Sustainable Development.
- EPA. (2020). Black and grey water management | EPA. Retrieved December 2, 2020, from https://www.epa.sa.gov.au/environmental_info/water_quality/programs/grey_and_black_water_discharge
- Ewing, R. ve Rong, F. (2010). The impact of urban form on U.S. residential energy use. *Housing Policy Debate*, 19(1), 1–30.
- Fabrycky, W. J. ve Blanchard, B. S. (1991). *Life-cycle cost and economic analysis*. Prentice Hall.
- Farhat, R., Ghaddar, N. K. ve Ghali, K. (2014). Investing in PV Systems utilizing Savings from Building Envelop Replacement by Sustainable Local Material: A Case Study in Lebanese Inland Region, 4(4), 14.
- Farmer, J. (1996). *Green shift: Changing attitudes in architecture to the natural world*. Oxford: Architectural Press.
- Fielding, K., Spinks, A., Russell, S. ve Mankad, A. (2012). *Water Demand Management Study: Baseline Survey of Household Water Use*. Urban Water Security Research Alliance Technical Report.
- Fisher, D. (2009). Sustainability, energy savings, and occupant comfort are not mutually exclusive objectives, 5.
- Froeschle, L. M. (1999). Environmental assessment and specification of green building materials. *J. Constr. Specif.*, (53).
- Ghodrati, N., Samari, M. ve Shafiei, M. W. M. (2012). Green Buildings Impacts on Occupants' Health and Productivity, 8.
- Ghose, A., Pizzol, M. ve McLaren, S. J. (2017). Consequential LCA modelling of building refurbishment in New Zealand- an evaluation of resource and waste management scenarios. *Journal of Cleaner Production*, 165, 119–133. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.099>
- Gilchrist, A. ve Allouche, E. N. (2005). Quantification of social costs associated with construction projects: state-of-the-art review. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 20(1), 89–104. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2004.04.003>
- Gill, Z. M., Tierney, M. J., Pegg, I. M. ve Allan, N. (2010). Low-energy dwellings: the contribution of behaviours to actual performance. *Building Research ve Information*, 38(5), 491–508. <https://doi.org/10.1080/09613218.2010.505371>
- Giorgi, S., Lavagna, M. ve Campioli, A. (2018). Life Cycle Assessment of building end of life (p. 9). Presented at the Life Cycle Thinking in decision-making for sustainability: from public policies to private businesses, Messina.
- Gynther, L., Mikkonen, I. ve Smits, A. (2012). Evaluation of European energy behavioural change programmes. *Energy Efficiency*, 5(1), 67–82. <https://doi.org/10.1007/s12053-011-9115-9>
- Haque, M. T., Tai, L., Ham, D., Clemson University ve Cooperative Extension Service. (2004). *Landscape design for energy efficiency*. Clemson, S.C.: Clemson University Cooperative Extension Service.

- Hatamipour, M. S., ve Abedi, A. (2008). Passive cooling systems in buildings: Some useful experiences from ancient architecture for natural cooling in a hot and humid region. *Energy Conversion and Management*, 49(8), 2317–2323. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2008.01.018>
- Hill, R. C. ve Bowen, P. A. (1997). Sustainable construction: principles and a framework for attainment. *Construction Management and Economics*, 15(3), 223–239. <https://doi.org/10.1080/014461997372971>
- Holden, E. ve Norland, I. T. (2005). Three Challenges for the Compact City as a Sustainable Urban Form: Household Consumption of Energy and Transport in Eight Residential Areas in the Greater Oslo Region. *Urban Studies*, 42(12), 2145-2166.
- Hong, T., D’Oca, S., Taylor-Lange, S. C., Turner, W. J. N., Chen, Y. ve Corgnati, S. P. (2015). An ontology to represent energy-related occupant behavior in buildings. Part II: Implementation of the DNAS framework using an XML schema. *Building and Environment*, 94, 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.08.006>
- Hutchins, M. J. ve Sutherland, J. W. (2008). An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions. *Sustainability and Supply Chain Management*, 16(15), 1688–1698. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.06.001>
- İSKİ. (2015). İSKİ -Su Kayıpları Yıllık Raporları. Retrieved August 31, 2016, from <http://www.iski.istanbul/web/tr-TR/kurumsal/su-kayıplari-yillik-raporu>
- ISO. (1997). ISO 14040 Environmental management – life cycle assessment – principles and framework. International Organisation for Standardization.
- Jafari, A., Valentin, V. ve Bogus, S. M. (2019). Identification of social sustainability criteria in building energy retrofit projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(2), 04018136. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001610](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001610)
- King, B. (2010). Toprak mimarisinin yeniden doğuşu, kil kökenli taze ve güncellenmiş bir bakış. *Mimarlıkta Malzeme Dergisi*, (17).
- Latha, P. K., Darshana, Y. ve Venugopal, V. (2015). Role of building material in thermal comfort in tropical climates – A review. *Journal of Building Engineering*, 3, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2015.06.003>
- Liqun, G. ve Yanqun, G. (2011). Study on Building Materials and Indoor Pollution. *2011 International Conference on Green Buildings and Sustainable Cities*, 21, 789–794. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2079>
- Löfgren, I., Gylltoft, K. ve Kutti, T. (2001). In-situ concrete building - Innovations in Formwork, 10.
- Lützkendorf, T. ve Lorenz, D. P. (2006). Using an integrated performance approach in building assessment tools. *Building Research ve Information*, 34(4), 334–356. <https://doi.org/10.1080/09613210600672914>
- Martinaitis, V., Zavadskas, E. K., Motuzienė, V. ve Vilutienė, T. (2015). Importance of occupancy information when simulating energy demand of energy efficient house: A case study. *Energy and Buildings*, 101, 64–75. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.04.031>
- Melby, P. (2002). *Regenerative Design Techniques: Practical Applications in Landscape Design*. New York: John Willey veSons.
- Mithraratne, N. ve Vale, B. (2004). Life cycle analysis model for New Zealand houses. *Building and Environment*, 39(4), 483–492.
- Mitterer, C., Künzeli, H. M., Herkel, S. ve Holm, A. (2012). Optimizing energy efficiency and occupant comfort with climate specific design of the building. *Frontiers of Architectural Research*, (1), 229–235.
- Nasseri, C. (2009). ABD Enerji Bakanlığı’nın Enerji Politikaları.

- National Safety Council. (1998). Accident Facts. National Safety Council.
- Nielsen, A. N., Jensen, R. L., Larsen, T. S. ve Nissen, S. B. (2016). Early stage decision support for sustainable building renovation – A review. *Building and Environment*, 103, 165–181. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.04.009>
- OAI. (2007). Natural Water Treatment. Retrieved August 31, 2016, from <http://www.oceanarks.org/>
- Okeil, A. (2010). A holistic approach to energy efficient building forms. *Energy and Buildings*, 42(9), 1437–1444.
- Oregi, X., Hernandez, P., Gazulla, C. ve Isasa, M. (2015). Integrating Simplified and Full Life Cycle Approaches in Decision Making for Building Energy Refurbishment, 27.
- PAGÇEV. (2016). Atık Yönetimi Piramidi. Retrieved November 23, 2020, from <http://www.pagcev.org/geri-donusum>
- Paone, A. ve Bacher, J.-P. (2018). The Impact of building occupant behavior on energy efficiency and methods to influence it: *A Review of the State of the Art*, 19.
- Patz, J. A., Gibbs, H. K., Foley, J. A., Rogers, J. V. ve Smith, K. R. (2007). Climate change and global health: quantifying a growing ethical crisis. *EcoHealth*, 4(4), 397–405. <https://doi.org/10.1007/s10393-007-0141-1>
- Pellegrini-Masini, G., Bowles, G., Peacock, A. D., Ahadzi, M. ve Banfill, P. F. G. (2010). Whole life costing of domestic energy demand reduction technologies: householder perspectives. *Construction Management and Economics*, 28(3), 217–229. <https://doi.org/10.1080/01446190903480027>
- Polat, A. T., Önder, S. ve Güngör, S. (2009). Park ve bahçelerde su tüketiminin azaltılması için stratejiler. Presented at the 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, Konya.
- Postel, S. (2000). *Entering An Era Of Water Scarcity: The Challenges Ahead* (10th ed.). Ecological Applications.
- Rattia, C., Bakerb, N. ve Steemers, K. (2005). Energy consumption and urban texture. *Energy and Buildings*, 37(7), 762–776.
- Rosemann, A. ve Kaase, H. (2005). Lightpipe applications for daylighting systems. *Solar Energy*, 78(6), 772–780. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2004.09.002>
- Schakib-Ekbatan, K., Alici, F., Schweiker, M. ve Wagner, A. (2015). Does the occupant behavior match the energy concept of the building? - Analysis of a German naturally ventilated office building. *Building and Environment*, 84, 142–150.
- Schweiker, M. ve Shukuya, M. (2010). Comparative effects of building envelope improvements and occupant behavioural changes on the exergy consumption for heating and cooling. *The Role of Trust in Managing Uncertainties in the Transition to a Sustainable Energy Economy, Special Section with Regular Papers*, 38(6), 2976–2986. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.01.035>
- Sev, A. (2009). *Sürdürülebilir Mimarlık* (1st ed.). İstanbul: Yem Yayın.
- Sitarz, D. (Ed.). (1994). *Agenda 21, The Earth Summit Strategy to Save Our Planet*. Boulder, Colorado: The Earth Pres.
- Spiegel, R. ve Meadows, D. (2010). *Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification, 3rd Edition | Wiley* (3rd ed.). Wiley-Blackwell. Retrieved from <https://www.wiley.com/en-ai/Green+Building+Materials%3A+A+Guide+to+Product+Selection+and+Specification%2C+3rd+Edition-p-9780470538043>
- Sundell, J. ve Nordling, E. (2003). *Final report: European interdisciplinary networks on indoor environment and health*. Sweden: National Institute of Public Health.

- Tanık, A., Öztürk, İ. ve Cüceloğlu, G. (2016). Aritilmiş Atık Suların Yeniden Kullanımı ve Yağmur Suyu Hasadı Sistemleri. Türkiye Belediyeler Birliği. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Gokhan_Cuceloglu/publication/280599382_Aritilmis_Atiksularin_yeniden_Kullanimi_ve_Yagmur_Suyu_Hasadi_Sistemleri_El_Kitabi/links/5710ff9e08ae846f4ef05bbd/Aritilmis-Atiksularin-yeniden-Kullanimi-ve-Yagmur-Suyu-Hasadi-Sistemleri-El-Kitabi.pdf
- Thomas, M. ve Jacobs, D. (2000). Housing and health—current issues and implications for research and programs. *Journal of Urban Health*, 77(1), 7–25.
- Ülgen, K. (2015). Binaların pasif güneş enerjili sistemler yardımıyla ısıtılması, 9.
- Veziroğlu, V. (2010). *Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütleri, Sürdürülebilir Kaynakların Yapıda Kullanımı ve Mimari Örnekler*. Haliç Üniversitesi, İstanbul.
- WCED. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Retrieved July 28, 2016, from <http://www.un-documents.net/A372BC4E-993E-4C10-B368-9E75816E59DB/FinalDownload/DownloadId-1990161B7AFC5CB358F7280210D7A48F/A372BC4E-993E-4C10-B368-9E75816E59DB/our-common-future.pdf>
- Webber, C. A., Roberson, J. A., McWhinney, M. C., Brown, R. E., Pinckard, M. J. ve Busch, J. F. (2006). After-hours power status of office equipment in the USA. *Energy*, 31(14), 2823–2838. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.11.007>
- Willis, R. M., Stewart, R. A., Panuwatwanich, K., Jones, S. ve Kyriakides, A. (2010). Alarming visual display monitors affecting shower end use water and energy conservation in Australian residential households. *Resour. Conserv. Recycl.*, 54, 1117–1127.
- Wittmann, S. (1997). *Architects' perceptions regarding barriers to sustainable architecture: A survey among Australian architects*. Wales: University of New South Wales.
- WMO. (2015), November 26). Water stress, water-related hazards. Retrieved May 31, 2021, from <https://public.wmo.int/en/our-mandate/water>
- Wong, I. L., Perera, S. ve Eames, P. C. (2010). Goal directed life cycle costing as a method to evaluate the economic feasibility of office buildings with conventional and TI-façades. *Construction Management and Economics*, 28(7), 715–735. <https://doi.org/10.1080/01446191003753867>
- Yeang, K. (1994). *Bioclimatic Skyscrapers*. London: Ellipsis London Limited.
- Yang, J., Santamouris, M. ve Lee, S. E. (2016). Review of occupancy sensing systems and occupancy modeling methodologies for the application in institutional buildings. *Energy and Buildings*, 121, 344–349. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.12.019>
- Yazıcı, M. (2002). Yenilenebilir Enerji. *Mimarist Dergisi*, (6), 77–78.
- Yu, W. ve Lo, S. (2005). Time-dependent construction social costs model. *Construction Management and Economics*, 23(3), 327–337. <https://doi.org/10.1080/01446190500040281>

