



## Mevcut Yapıların Sürdürülebilir Yeşil Binalara Dönüştürülmesi

Ozan Güzelkokar<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Gelişen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Yapı İşleri ve Teknik İşleri Daire Başkanlığı, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

E-Posta: ozan.guzelkokar@ca.bau.edu.tr, gokhan.gelisen@eng.bau.edu.tr

**Özet:** Ülkemizde küresel ısınma, iklim değişikliği gibi nedenlerden dolayı ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Yine de bizler doğaya zarar vermeye devam etmekteyiz. Ülkemizde ve dünyada enerji ve su tüketiminin büyük bir kısmı içinde yaşadığımız binalarda, yapılarda gerçekleşmektedir. Bu yüzden çevre dostu, daha az enerji tüketen sürdürülebilir yapı tasarımları ön plana çıkmaktadır. Diğer ülkelerle kıyasarsak ülkemizde yeşil bina ve sürdürülebilirlik konularında bilgi eksikliği dikkat çekmektedir. Yeşil bina tasarımları ile alakalı birçok araştırma ve çalışmalar yapılmasına rağmen ülkemizdeki gibi binlerce verimsiz eski binaların yeşil sürdürülebilir binalara dönüştürülmesiyle alakalı fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu makale, yeşil ve sürdürülebilir bina dönüşümlerini ülkemizde efektif bir şekilde bitirmenin yollarını analiz etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** sürdürülebilirlik, yeşil bina, iklim değişikliği, çevre dostu, enerji ve su tüketimi

### Converting Existing Buildings to Sustainable Green Buildings

**Abstract:** There are serious problems in our country due to global warming and climate change. Nevertheless, we continue to harm the nature. Most of the energy and water consumption in our country and in the world take place in buildings. Therefore, environmentally friendly, less energy consuming sustainable building designs stands out. Compared to some other countries, there are lack of information on green buildings and sustainability issues in our country. Although there are many researches and studies related to green building designs, there are not many studies related to the transformation of thousands of inefficient old buildings into green sustainable buildings in our country. This article analyses ways in which green and sustainable building transformations can be effectively completed in our country.

**Key Words:** sustainability, green building, climate change, environment friendly, consumption of water and energy

### GİRİŞ

Sürdürülebilir yapılar, küresel ısınma ve artan enerji maliyetleri nedeniyle, popüler bir araştırma alanı haline gelmiştir. Binaların hem inşaat hem de yaşam aşamalarında, hem kaynakların hem de hizmetlerinin kullanımında yaşam kalitesinin artırılması çok önemlidir.

Yeşil bina sertifikasyon sistemleri, binaların çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik her türlü çabayı desteklemek ve bu doğrultuda çalışan veya bu doğrultuda çaba harcayan müşterileri ve teknik personeli teşvik etmek amacıyla geliştirilen metotlardan biridir. Genellikle yeni yapılar için öne çıkmaktadır ancak, geri dönüşüm faaliyetleri olarak adlandırılacak yenileme çalışmalarında da uygulanabilirler. Sertifikasyon sistemleri aynı zamanda mevcut bina stokunu değerlendirme ve çevre dostu binalara dönüştürme fırsatı vermektedir.

Küresel ısınma ve temiz su temini gibi çevresel zorluklar gün geçtikçe daha da önemli hale gelmekte ve bu sayede çevre dostu ve sürdürülebilir binalar popüler olmaya başlamaktadır. Araştırma sonuçları, tüm dünyada enerji tüketiminin ve su kullanımının önemli kısımlarının binalardan kaynaklandığını açıkça göstermektedir.

Yeşil binalar sadece enerji ve su tasarrufu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda insanların sağlığına ve rahatlığına katkıda bulunur. Yeşil bina projelerinin tasarım çalışmaları sırasında sıcaklık ve nem kontrolü, iç mekân hava kalitesi, doğal aydınlatma ve atık yönetimi gibi insan sağlığını doğrudan etkileyen faktörler planlanmaktadır. Modern inşaat yöntemleri sayesinde, yeşil bina projelerinde son kullanıcılara daha temiz bir ortam bırakmak hedeflenmiştir.

Türkiye'nin dört bir yanında yapılan inşaatları göz önünde bulundurduğumuzda yeşil bina yenileme projelerinin sayısı sıfırdan yapılan yeşil bina projelerinden çok daha azdır. Ayrıca, bazı

\*İlgili E-posta: ozan.guzelkokar@ca.bau.edu.tr

uluslararası yeşil bina derecelendirme sistemleri kapsamında onaylanmış projelere bakıldığında, bu rakam önemli ölçüde azalmaktadır. Yeşil bina Türkiye'de nispeten yeni bir kavram olduğundan, hem malikin hem de müteahhidin akıllarındaki yeniliklerin uygulanması, çevre dostu inşaat malzemeleri sağlanması ve yeşil bina projelerinde ek maliyetlerle karşılaşılması konusunda kafalarda bazı sorular vardır.

Araştırma yapıldığında Türkiye'de sıfırdan yapılan binalarda yeşil ve sürdürülebilir projelerin uygulamalarına karşılaşılsa da mevcut yapıların yeşil ve sürdürülebilir yapıya dönüştürülmesine yönelik çalışmalara çok az rastlanmıştır. Bu makale ise, yeşil bina dönüşüm projelerini etkileyen faktörlerin araştırılmasına ve bu tür projelerin Türkiye'de etkin ve verimli bir şekilde tamamlanabilmelerine dayanmaktadır.

Bu araştırmanın temel amacı, mevcut binaların yeşilleşme sürecini analiz etmek ve bu sayede Türkiye'deki yeşil bina proje tasarımı ve inşaat süreçlerinde karşılaşılan engelleri ve proje ekipleri tarafından nasıl üstesinden gelinebildiğini tespit etmektir. Yeşil bina projelerinin çok pahalı, zor ve zaman alıcı olmasından dolayı müşterilerin veya idarecilerin projeye girmekte kararsız kaldığı durumlarda projenin uygulanıp uygulanmadığının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırmanın, yeşil bina projelerine yatırım yapmayı planlayan veya Türkiye'de bu tür projeleri hayata geçirmeyi düşünen kişilere başarılı bir şekilde yardımcı olması hedeflenmektedir. Bu çalışma bu insanlar için bir rehber görevi görebilir. Buna göre, araştırmada belirlenen hedefler aşağıdadır:

- a. Türkiye'de araştırma konusu olan yeşil bina projeleri hakkında genel bilgi toplamak.
- b. Mal sahiplerinin yeşil bina projelerini uygulamaya karar vermelerinin nedenlerinin belirlenmesi.
- c. Projelerde uygulanan yenilikçi faaliyetlerin tanımlanması.
- d. Yeşil bina projelerinde karşılaşılan zorlukların tartışılması ve çözümleri.
- e. Hem proje hem de organizasyon düzeyinde faydaların belirlenmesi

Bu makalenin ikinci bölümünde, hem dünyadaki hem de Türkiye'deki yeşil binaların tarihi, dünya çapında bilinen belgelendirme sistemleri ve yeşil bina eğilimleri anlatılmaktadır. Mevcut binaların yeşil binalara dönüştürülmesinin önemi belirtilmiştir. Üçüncü bölümde ise bir adet örnek uygulama çalışması yapılmıştır.

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Akademisyenler tarafından, sanayi devrimi gerçekleşikten sonra yeryüzündeki doğal dengenin bozulduğu açıklanmıştır. Bu durumun belirtileri bugün açıkça görülmektedir. İklim değişikliği, türlerin sayısında azalma ve sel felaketleri bu işaretlerin bazı örnekleridir. Sera gazı emisyonu, küresel ısınma, çevre kirliliği, dünyadaki hızlı nüfus artışı ve doğal kaynakların tükenmesi, daha kötü felaketlere yol açabilmektedir.

Bir iklim değişikliği raporuna göre, Himalaya'daki buzullar hızla azalmakta ve mevcut oran devam ederse, toplam buzul alanının 2035 yılına kadar 100.000 km<sup>2</sup>'ye düşmesi beklenmektedir, şuan ise yaklaşık 500.000 km<sup>2</sup>'yi kapsamaktadırlar <sup>[5]</sup>.

İklim değişikliğinin gelecekteki bazı etkileri şu şekilde tahmin edilmektedir; sıcaklık yükselmeye devam edecek ve ısı dalgaları daha sık meydana gelecek, buharlaşma ve kuraklık artacaktır, yağış daha yoğun fakat daha az sıklıkta görülecektir ve kasırgalar, tayfunlar daha sık meydana gelecektir.

Kaynak yönetiminde kişisel farkındalık ve çevresel etkilerin dönüşümü önemlidir, ancak daha önemlisi, binaların montajını ve yönetimini içeren inşaat sektörünün, çevresel etkisi büyük olduğu için yerel ve uluslararası standartlarla kontrol edilmesi gerektiğidir. Mevcut uluslararası protokoller, ulusal ve bölgesel özellikler ve standartlar, iyileştirici girişimlerin örnekleridir. Bu noktada yeşil bina kavramı, sürdürülebilir ilkeleriyle ortaya çıkmakta ve daha konforlu ve daha iyi bir yaşam kalitesi sunmaktadır. Çevre dostu uygulamaların örneklerini içeren yeşil binalar, yukarıda belirtilen doğa sorunlarını çözmek ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek için tasarlanmıştır. Sürdürülebilir yapılar su, elektrik, gaz, malzeme ve arazi gibi temel kaynakları yerel yönetimlere uygun olarak inşa edilen diğer binalardan daha verimli kullanan yapılardır. Etkilerini göz önünde bulundurarak ve sürdürülebilirlik sağlayarak, doğada hayati dolaşımın ve geri dönüşümün yapılmasını sağlarlar.

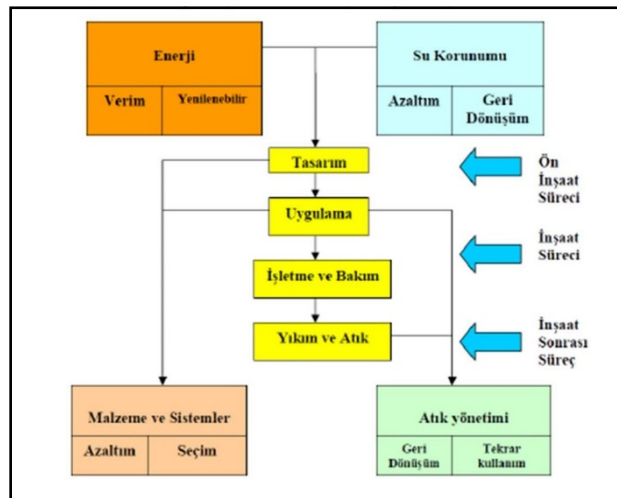
## YEŞİL BİNALARIN YARARLARI

Yeşil binalar, klasik binaların sağlayamayacağı mali avantajlar sağlarlar. Bu faydalar arasında azaltılmış atık, arttırılmış iç ortam kalitesi, enerji ve su tasarrufu, azalan çalışan sağlığı maliyetleri ve düşük işletme ve bakım maliyetleri sayılabilir. Ortalama olarak yeşil binalar diğer binalardan % 28 daha verimlidir [15]. Fosil yakıt kullanımının neden olduğu hava kirliliğine bağlı çevre ve sağlık maliyetleri genellikle yatırım maliyetlerinde bulunurken dikkate alınmaz, ancak insanlar zamanlarının % 90'ını binalarda geçirirler ve içerideki kirletici madde oranı, genellikle dışarıdakilerden daha fazladır. Yeşil binalar, iç mekân hava kalitesini ve konforunu artırarak insanların sağlıklı kalmasına yardımcı olur.

Çalışan verimliliği ile bina tasarımı arasında karmaşık bir ilişki vardır ve yeşil binalarda çalışanlar üzerinde gözlenen verimliliğinin daha fazla olduğunu gösteren birçok çalışma ve rapor bulunmaktadır. Bunlardan birkaç örnek verirse; ortalama % 30 daha fazla enerji tasarrufu sağlaması, daha fazla gün ışığı alımı yapması ve gölgelendirme yapması, daha az parlama ve daha fazla ışık seviyesi kontrolü ile daha iyi aydınlatma kalitesi sağlaması, geliştirilmiş termal konfor ve daha iyi havalandırma, klima ve ısıtma gibi sistemlerin daha iyi performans göstermesi için CO2 oranı gözlemi yapılmasıdır [15].

Okul binalarının yeşillendirilmesinin araştırıldığı bir çalışmaya [16] göre, yeşil okullar klasik olarak tasarlanmış okul binalarından ortalama % 33 daha az enerji tüketmektedir. Tipik enerji verimliliği uygulamaları, verimli aydınlatma, gün ışığı ve sensörlerin kullanımı, verimli ısıtma ve soğutma sistemleri ve yüksek yalıtımlı duvarlar ve çatılar bu verimi sağlamaktadır. Aynı çalışmanın araştırma sonuçları, yeşil okulların ortalama su kullanımını % 32 oranında azalttığını göstermektedir. Bu indirgemenin yanı sıra, su tasarrufu sağlamak ve atık suları arıtmak için daha düşük kirlilik ve azaltılmış altyapı maliyetlerinden de önemli ölçüde tasarruf sağlanır. Yeşil olarak tasarlanmış bir okul, klasik olandan üçte bir daha az enerji kullanır. Bu azalma, daha iyi tasarım, enerji verimliliği ekipmanları ve daha iyi yalıtım sağlanması gibi enerji verimliliği önlemlerinin sonuçlarıdır. Başka bir araştırmaya göre sürdürülebilir yeşil binaların yararlarını aşağıdaki listede görebiliriz:

- Ekosistemlerin ve biyo çeşitliliğin korunması ve geliştirilmesi,
- Katı atıkların azaltılması,
- Hava ve su kalitesinin iyileştirilmesi,
- Binaların yaşamları boyunca tasarımdan yıkıma kadar çevre optimizasyonu,
- Doğal kaynakların korunması Ekonomik faydalar,
- Operasyonel ve bakım maliyetlerinin azaltılması,
- Yaşam döngüsü ekonomik performansının optimizasyonu,
- Varlık değerinin ve karların geliştirilmesi,
- Genel yaşam kalitesine katkı,
- Hava, termal ve akustik ortamın iyileştirilmesi [23].



Şekil 1. Binalar için Ömür Boyu Akış Şeması [18].

Bugün sürdürülebilir, ekolojik, çevre dostu vb. pek çok isim altında karşımıza çıkan yeşil binalar, yapının arazi seçiminden başlayarak yaşam döngüsü çerçevesinde değerlendirilerek, bütüncül, sosyal ve

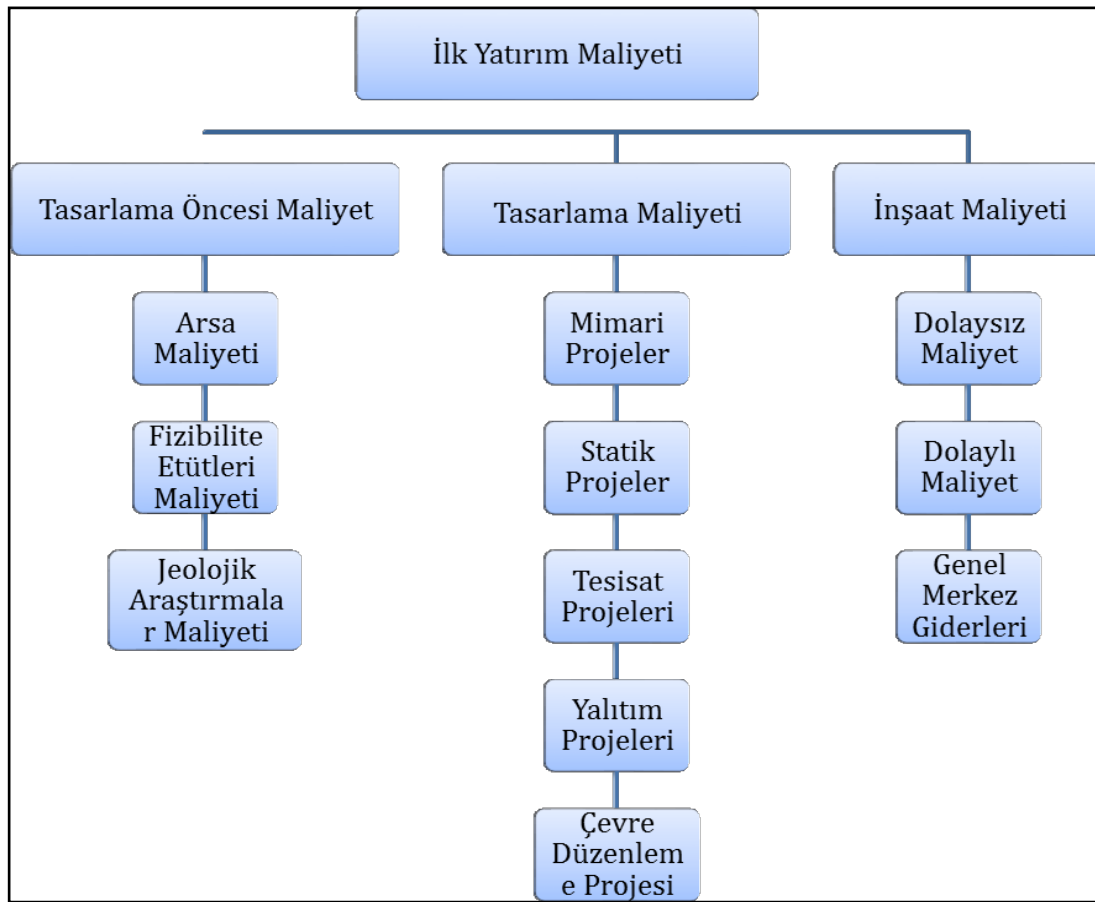
çevresel sorumluluk anlayışıyla tasarlanan, iklim verilerine ve o yere özgü koşullara uygun, ihtiyacı kadar tüketen, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiş, doğal ve atık üretmeyen malzemelerin kullanıldığı, ekosistemlere duyarlı ve sürdürülebilir yapılar olarak tanımlanmaktadır [27].

Yeşil binalar, insanların doğayla en verimli şekilde bütünleşmesini sağlamak, içinde yaşayanların sağlığını korumak, çalışanların verimini arttırmak, suyu, enerjiyi ve diğer kaynakları daha verimli kullanmak, oluşabilecek çevresel olumsuz etkileri en aza indirmek amacıyla inşa edilmektedir [17].

## YEŞİL BİNANIN MALİYETİ

Bir yapının maliyeti “ilk yatırım, kullanım ve yok etme maliyetleri” olmak üzere üç bileşene ayrılmaktadır.

İlk yatırım maliyeti, ilk karar evresinden sonra binanın ihtiyaçlarının tespiti ile başlayan ve inşaatın sona ermesi ile biten; arsa bedeli, projelerin bedelleri, ruhsat harçları, inşaatın gerçekleştirilmesi için yapılan harcamaların toplamı sonucunda oluşan maliyettir. İlk yatırım maliyeti Şekil 2’de de görüleceği gibi, “Tasarlama Öncesi İşlemlerin Maliyeti”, “Tasarım Maliyeti” ve “İnşaat Maliyeti” olarak üçe ayrılmaktadır [7].

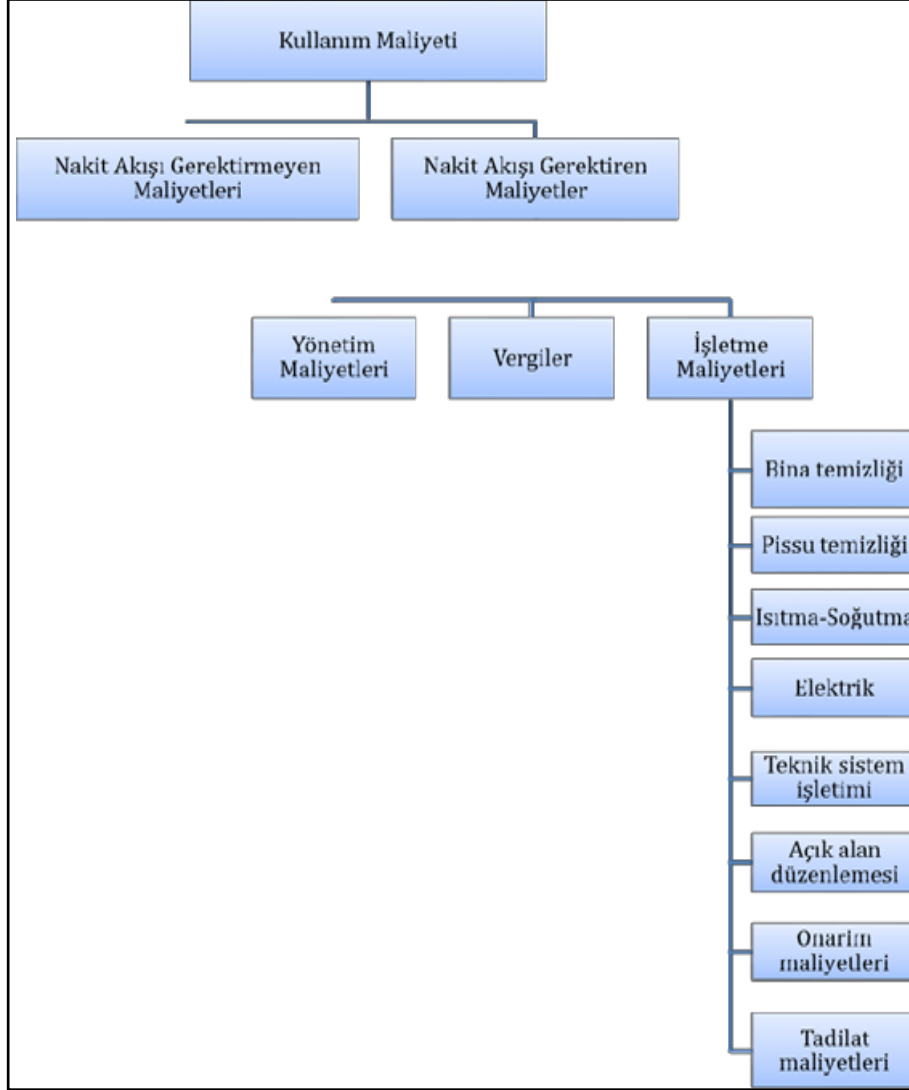


Şekil 2. İlk Yatırım Maliyeti Bileşenleri [7].

Tasarlama öncesi maliyet, bina fikrinin var olması ile başlayan fizibilite etütleri, jeolojik araştırmaları kapsayan işlemlerin ve arsa maliyetinin oluşturduğu maliyettir. Tasarlama maliyeti, bütün tasarlama işlemlerinin maliyeti olarak kabul edilir. Mimari, statik, elektrik ve makine tesisatı ve yalıtım projeleri için yapılan harcamaların meydana getirdiği maliyettir [25].

İnşaat maliyeti, bir yapının belirli bir arsa üzerinde gerçekleştirilmesi için yapılan tüm harcamaları içerir. İnşaat maliyeti, inşaatı gerçekleştirebilmek için yapılması gereken harcamaların ve katlanılması gereken fedakârlıkların toplamıdır. İnşaat maliyeti tüm iş kalemleri giderlerinin oluşturduğu doğrudan maliyet ile birlikte yapının oluşturulması için yapılan diğer harcamaların oluşturduğu dolaylı maliyet ve de genel merkez giderleri toplamıdır [7].

Kullanım maliyeti Kullanıma geçildikten sonra, yapının kendisinden beklenen performansı yerine getirebilmesi için ömrü boyunca yapılan harcamaları kapsamaktadır. Kullanım maliyeti “Nakit Akış Getirmeyen Maliyetler” ve “Nakit Akış Getiren Maliyetler” olarak iki ana gruba ayrılır. Nakit akış getiren maliyetler; yönetim maliyetleri, vergiler, işletme maliyetleri (bina temizliği, pis – temiz su, ısıtma – soğutma, elektrik, teknik sistem işletimi, bakım – kontrol ve açık alan düzenlemesi), onarım maliyetleri ve tadilat maliyetlerinden oluşur [25].



Şekil 3. Kullanım Maliyeti [7].

Ömrü sona eren ve kullanılmayacak halde olan yapının yıkılması ve hafriyatın kaldırılması sırasında ortaya çıkan harcamaların toplamı yok etme maliyeti olarak belirtilir [7].

### MALİYETİ DEĞERLENDİRME

Yeşil bina bakım maliyetleri, yaşam süreleri boyunca klasik olarak inşa edilmiş olanlardan daha azdır. Bu yaşam döngüsü analizi yapıldığında görülebilir. Bununla birlikte, maliyet primi genellikle yeşil uygulamaların benimsenmesine yönelik büyük bir engel olarak gösterilmektedir. Klasik bir bina ile yeşil bir proje arasındaki maliyetleri belirlemek için tüm karşılaştırılabilir özelliklerin maliyetlerini toplamak yaygın bir uygulamadır. Bu yöntem kullanıldığında, yeşil binaların genellikle daha pahalı bir seçenek olduğu görülmektedir. Aslında, bu tür karşılaştırmalar yanıltıcıdır çünkü yeşil projelerin, klasik projelerin tipik olarak gerektirdiğinden daha entegre bir tasarım ve inşaat süreci takibi gerektiği düşünülmektedir [4]. Ayrıca, topluluk üzerindeki dış etkiler de dâhil olmak üzere yeşil gelişmelere ilişkin en önemli faydalar inşaat aşamasına kadar gerçekleşmemektedir. Bu ek faydalar ve tam maliyet

muhasebesi prosedürlerinin kullanılması göz önünde bulundurulduğunda, bina harcamaları sadece yatırım ve hizmet maliyetleri ile sınırlı olmadığından daha adil bir değerlendirme sağlar.

Yeşil bina maliyetini hesaplarırken, daha iyi tasarlanmış ve inşa edilmiş bir yapının işletme ve bakım masrafları üzerinde mal sahibini ve kiracıyı kurtarabildiği uzun vadede faydaların olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Yeşil bina maliyetlerinde ve mali faydalarında, yeşil yapıların toplam mali faydalarının, yeşil bir bina tasarlamak ve inşa etmek için gerekli olan ilk yatırımın on katından fazla olduğunu araştırılmıştır. Daha düşük bakım ve işletme maliyetleri yeşil yapıların kilit satış noktalarından biri olsa da, daha yüksek doluluk, kira oranları ve genel maliyete eklenecek satış fiyatları gibi başka faydaları da vardır <sup>[15]</sup>.

## YEŞİL BİNA UYGULAMALARI

Su ve enerji tüketimini korumak, yapıların çevresel etkilerini azaltmak ve mekanik ve elektrik sistemlerinde verimliliği artırmak için yeşil bina projelerinde birçok farklı önlem ve uygulama bulunmaktadır. Uygulama türleri, tedbirlerin alındığı bölgelerin farklı özelliklerine bağlıdır. Örneğin, Avrupa'da yenilenebilir kaynaklar öne çıkmakta, Afrika'da su verimliliği yaygın olarak gözükmekte ve Avrupa'da, güneş enerjisi ve jeotermal enerji kullanımı artmaktadır <sup>[19]</sup>.

Dünyanın farklı bölgelerinde uygulanan bazı önlemler ve uygulamalar şunlardır: ısı pompaları yeraltındaki termal suyu kullanır ve ısı enerjisini hanelere aktarır. Cam panellerle kaplanarak gün ışığından ve sıcaklığından faydalanmak için evlere kış bahçeleri inşa edilir. Yeşil çatılar, bitki örtüsü ve bitkilerle kaplanır, böylece yalıtım sağlar, yağmur suyunu emer, ısı adası etkisini hafifleterek daha düşük kentsel hava sıcaklığı sağlarlar ve ayrıca yaban hayatı için habitat oluştururlar. Binalarda doğal havalandırma yapılması, yapıların tasarım aşamasında dikkate alınması gereken önemli bir mimari araçtır. Herhangi bir mekanik uygulama yapmadan havanın dolaşımını sağlarlar ve binanın soğutma tüketimlerinden enerji tasarrufu sağlarlar. Güneş enerjisi termal toplayıcıları, güneş ışığını emerek ısı enerjisini toplamak için tasarlanmıştır. Suyu ısıtmak için özellikle güneşte ısınabilen bölgelerde kullanılırlar. Fotovoltaik paneller güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürür. Kentsel rüzgâr türbinleri şehirlerde rüzgâr enerjisini elektrik enerjisine çevirir. Geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı ve yerel ve daha az su gerektiren bitki örtüsünün ekilmesi, yeşil bina projelerinde ortak çevre dostu uygulamaların diğer örnekleridir.

Yeşil bina endüstrisindeki çeşitli yeşil elementler, teknolojiler ve sistemler, bir çalışmada kapsamlı bir liste halinde özetlenmiştir <sup>[29]</sup>. Liste, referansları ile Tablo 1'de görülebilir.

**Tablo 1.** Yeşil Elementler Listesi <sup>[29]</sup>.

Yeşil Elementler	Referanslar
Proje sitesini seçerken çevresel etkileri göz önünde bulundurmak	UNEP (2005)
Daha iyi mikro iklim ve çevre duyarlı konut için tasarım	UNEP (2005)
Bina yönelimini ve yapılandırma en iyi duruma getirme tasarım aşamasında daha iyi enerji performansı sağlama	Glicksman et al. (2001)
Yeşil peyzaj tasarımı ve ıslak alan peyzaj teknolojisi kullanımı	Pei et al. (2009)
Yeşil çatı teknolojisi uygulanması	GRHCC (2003)
Güneş sistemi teknolojisinin uygulanması	Ecotecture (2006)
Doğal havalandırma için verimli ekipman ve cihazların uygulanması	DOE (2009)
HVAC sistemleri için çevre dostu malzemelerin kullanımı	UNEP (2003)
Bina termal performansını optimize etme	DOE (2009)
Elektrikli aydınlatma sistemi ile doğal aydınlatmanın bütünleştirici kullanımı	Hong Kong Green Building Technology Net (2009)
Kirlilik ve termal kontrol için yeterli havalandırma	DOE (2009)
Atık yönetimi uygulaması teknolojisi	Vanegas et al. (1995)
Toprak kaynaklı ısı pompasının uygulama teknolojisi	Doherty et al. (2004)
Yenilikçi atık su uygulaması teknolojisi	Chen et al. (2005)
Prefabrik beton uygulaması teknolojisi	Tam (2009), Noguchi (2003)
Yeşil teknoloji monitör ve bakım sistemi uygulaması	DOE (2009)
Yeşil tesis yönetimi için sistem kurulması	Nousiainen and Junnila (2008)

## YEŞİL BİNALARIN PERFORMANSI

Diamond <sup>[8]</sup>, birinci nesil LEED sertifikalı ticari binaların enerji performansı hakkında bir araştırma yürütmüştür. Yeşil binaların gerçek ve simüle edilmiş enerji performansının niceliksel bir değerlendirmesini sağlamayı amaçlamıştır. Ona göre binaların modellemedeki performanslarını yapamamalarının bazı nedenleri vardır. Binanın enerji tüketimini değiştirebilecek tasarım ve inşaat veya işletme ve bakım konularındaki değişiklikler bunlara örneklerdir. Amerika'daki birkaç LEED-NC binası Diamond'ın araştırmasında incelenmiş ve modellenmiş ancak gerçek tüketimlerin karşılaştırılması gibi zorluklar ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak gerçekte inşa edilen binaların, tasarım aşamasında modellenmiş olanlardan önemli ölçüde farklılık göstermediği anlaşılmıştır.

ABD'de yeşil bina performansının değerlendirilmesine yönelik bir başka araştırma daha yapılmıştır <sup>[12]</sup>. Bu çalışma, binalar için analiz edilen performans ölçümlerinden su, enerji, bakım ve operasyonlar, atık üretimi ve geri dönüşüm, mal sahibi memnuniyeti ve mal sahibi giderlerini içermektedir. Bu performans ölçütleri, sürdürülebilir tasarımın amacını veya hafifletilmiş çevresel etkiyi değerlendirmek için operasyonel maliyetleri düşük tutmak ve mal sahibinin memnuniyetini yüksek tutmak için seçilmiştir. Sonuçlara göre, çalışma yapılan binalar ortalama olarak toplam operasyonel maliyetin taban çizgisinden% 19 daha düşük çıkmıştır. Bu maliyetler su ve enerji hizmetleri, genel ve zemin bakımı, atık ve geri dönüşüm ve genel bakım maliyetlerdir. Araştırmada incelenen binaların üçte ikisi, % 11 altında ortalama su kullanımıyla taban çizgisinden daha az su kullanmaktadır. Enerji performansı klasik binalardan % 25 daha iyidir. Ayrıca, ortalama genel bina memnuniyeti seviyeleri taban çizgisinden % 27 daha yüksektir.

## YEŞİL BİNALAR İLE İLGİLİ DÜZENLEMELER

ABD'de daha çevreci hükümet binalarına yönelik önemli politikalar ve düzenleyici değişiklikler vardır. 2008'in Enerji Bağımsızlığı ve Güvenlik Yasası, tüm hükümet binalarının 2008 yılına göre enerji kullanımını 2020 yılına kadar% 30 azaltılacağını öngörmektedir. Amerika'daki bazı eyaletler bile, devlet kurumlarının ya da devlet tarafından finanse edilen projelerin LEED'in bir seviyesini karşılamasını gerektiren idari kararlara sahiptir. Ancak, sadece bir eyalet, Boston, özel bir yapıya yeşil standart kuralları uygulamaktadır <sup>[9]</sup>. ABD'deki bazı hükümetler, LEED'e kayıtlı projeler için daha fazla zaman ayırmakta, bazı belediyeler ise, inşaat ruhsatı almak için projelerin LEED sertifikasına sahip olmasını şart koşmaktadır. Hükümetler ve belediyeler, kontrol ettikleri mülklerin ötesinde yeşil binalara önyak olmak için önemli bir rol oynamaktadır.

Birleşik Krallık'ta, Çevre Kirliliği Komisyonu, İngiltere'nin karbondioksit emisyonlarını, 2050 yılına kadar mevcut seviyelerden% 60 ve 2100'e kadar% 80 oranında azaltmayı denemesi gerektiği sonucuna vardı <sup>[2]</sup>. Bu öneri hükümet tarafından hükümetin enerji ve çevre politikasını sunan Enerji Beyaz Belgesinde kabul edildi. Dünyanın farklı bölgeleri dikkate alındığında bazı önlemler alındığı da görülmektedir. Örneğin, Dubai'de, tüm yeni inşaatların Dubai Yeşil Bina Yönetmeliğine göre yeşil olması gerekiyordu. Bu yönetmelik Ocak 2008'de yürürlüğe girmiştir. İsrail Yeşil Bina Standartları, ilk olarak Kasım 2005'te onaylanmıştır.

İnşaat sektörü, emisyon azalımının temel alanlarından biri haline gelmiştir. Bu, yeni ve mevcut binaları etkiledikçe, bina yönetmeliğinde önemli gelişmeler öneren Avrupa Binalar Enerji Performansı Direktifinin gereklerine de yansımıştır <sup>[10]</sup>.

## YEŞİL BİNA GÜÇLENDİRMESİ

ABD'de bina inşaatı harcamalarının yaklaşık% 86'sı, yeni binalara değil, mevcut binaların yenilenmesine ilişkindir. Yeni inşaat ABD ticari bina stokunun yaklaşık% 2'sini temsil etmektedir <sup>[14]</sup>. Gelişmiş ülkelerde inşaat stokunun yarısından fazlasının yenilenmesi beklenmektedir. Bu, tüm dünyada yenileme çalışmalarının önemini göstermektedir. Bu bağlamda, İngiltere ve Avrupa'da bina stokunun uzun bir ömrü olduğu ve yenileme oranlarının düşük olduğu da belirtilmelidir. İngiltere, Danimarka, Almanya ve Hollanda için konut stokları 2004 öncesi AB toplamının% 41'ini oluşturmaktadır <sup>[2]</sup>. Yeni binaların enerji performans standartlarının iyileştirilmesi önemli olacaktır. Önümüzdeki yıllarda emisyonların azaltılmasına önemli bir katkıda bulunmak için yenileme oranlarında önemli bir değişiklik yapılması gerekecektir.

Dünyadaki binaların çoğunluğunun, buldukları yerdeki yaygın iklim koşulları için tasarlandığı açıktır. Ancak, iklim değişikliği nedeniyle bu koşullar değişmiş ve uzun süreli gözlem sonucu bu kayıtlara yansıtılmıştır. Birçok ülkede, kayda geçen en sıcak günler son 10 yılda meydana gelmiştir. Önümüzdeki yıllarda iklim değişikliğinin etkileriyle, binaların aşırı ısınması ve su baskınlarından olumsuz etkileneceği öngörülmektedir <sup>[1]</sup>.

Büyük bir yenileme olmadan üstlenilebilecek uygun maliyetli önlemler vardır. Örneğin, evler için havalandırmadan dolayı ısı kaybını en aza indirmenin anahtarı hava sızdırmazlığıdır <sup>[24]</sup>. Çoğu birinci nesil çift camın performansı zayıftır. Bazı binaların sandviç (boşluklu) duvarları vardır ve bunların ısı performansı duvarlardan ısı kaybını yüksek oranlarda azaltabilen yalıtım malzemesi ile doldurulmasıyla iyileştirilir. Daha kapsamlı önlemler; pencerelerin iyileştirilmesi, dış ve iç yalıtım ve zemin katlarına uygulanan yalıtımla sağlanmaktadır. Eski binalarda genellikle hiç yalıtım yoktur. Bu tür binaların yükseltilmesi duvarda ve çatıda ısı kaybını azaltacaktır. Yalıtımın iyileştirilmesi, iyi yalıtılmış olmayan ofis binaları için güneşten daha önemli olan bir konudur <sup>[1]</sup>. Çatı ve duvar yalıtımı ve çift cam montajı gibi yalıtım önlemleri, yaz aylarında binaları serin tutmak ve kışın ısıtma verimliliğini artırmak üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Gaz ve yağ yakıtlı kazanların verimliliği, diğer ısıtma araçları gibi ilerleyen teknolojiler sayesinde son yıllarda hızla artmıştır.

Hazırlanan bir yeşil bina güçlendirme ve yenileme raporunda <sup>[20]</sup>, yeşil tasarım ve inşaat faaliyeti için en uygun fırsatın, yeni binaların inşa edilmesinde değil, mevcut bina stokunun güçlendirilmesi ve yenilenmesinde yer aldığı belirtilmektedir. Gerçek bir yeşil güçlendirme, enerji performansından daha fazlasını ele alır ve çok sayıda faydaya yol açar. Bunlardan bazıları daha düşük enerji kullanımı, azaltılmış sera gazı emisyonları, su tasarrufu ve daha iyi iç ortam kalitesi sağlamasıdır. Çalışma sonuçlarına göre, finansal faydalar malikleri ve kiracıları yeşil iyileştirmeler yapmaya teşvik etmede birincil itici güçtür. Bununla birlikte, malikler ve kiracılar tarafından bildirilen yeşil iyileştirmelerde elde edilen faydaların yeterli düzeyde olmadığı da belirtilmektedir. Raporun bir başka sonucu da, yeşil tadilat ve yenileme projelerini tamamlamış olan maliklerin ve kiracıların bu faaliyeti tekrar etmesi beklenmektedir. Binalarında yeşil bina dönüştürme projeleri uygulayan tüm malikler daha verimli aydınlatma veya doğal gün ışığı kullanmaya başlamışlardır.

Raporun sonuçlarına göre <sup>[20]</sup> işletme sahipleri, operasyonel maliyet tasarrufları, artan bina fiyatları ve daha hızlı yatırım getirisi talep ediyorlar. Bina portföylerini tek bir bina yaklaşımından daha fazla yeşile dönüştürerek yeşil güçlendirme ve yenileme faaliyetlerine yöneliyorlar. Araştırmalar ABD'deki firmaların binalarını daha geniş bir portföy bakışıyla yeşillendirdiğini ve bu nedenle tasarruflarının çarpıcı bir şekilde çoğaldığını göstermiştir. Operasyonlardaki basit değişiklikler ve bakım prosedürlerindeki gelişmeler, enerji ve su verimliliğini en üst düzeye çıkarabilir. USGBC'den Doug Gatlin şöyle diyor: "Mevcut binaların performansını artırarak, malikler ve işletmeciler düşük bakım / onarım harcamaları, verimliliği artırmak yoluyla kaynak tüketimi ve yüksek iç mekân ortamından dolayı artan kullanıcı verimliliği gibi bir dizi kaynaktan faydalanarak önemli tasarruf sağlayacaklar." <sup>[20]</sup>.

ABD'de yıllarca süren istikrarlı büyümenin ardından yeşil güçlendirme projeleri, artık farklı ülkelerin inşaat pazarlarında görünürlük kazanmaya başlamıştır. Son yıllarda, BAE, Hindistan ve Çin gibi hızla büyüyen gelişmekte olan pazarlar da yeşil projelere yönelmişlerdir. Ülkeler, karbon emisyonlarını azaltmak için artan küresel baskıyla karşı karşıya kalmaktadır, bu yüzden mevcut bina stokunu araştırarak doğal ve finansal kaynaklarla tasarruf yolları bulmaya çalışmaktadırlar. McGraw-Hill'in <sup>[20]</sup> raporunda yayınlanan bir röportajda, Smith + Gill Mimarlık'ın kurucu ortakları olan Adrian Smith ve Gordon Gill, yeşil güçlendirme konusundaki fikirlerini açıklamışlar: Tarihi ya da eski binaların yeşillendirilmesi, onları daha rekabetçi ve cazip hale getirmektedir. Burada eski binalar etkisiz hale geldiğinden, büyük miktarda enerji tasarrufu potansiyeli de ortaya çıkmaktadır. Çoğu müşteri, yeşil stratejileri yeni bir binanın tasarımına entegre etmenin ve sonra da güçlendirme uygulamasının daha kolay olduğunu düşünmektedir. Gill ve Smith ayrıca, yeşil güçlendirme uygulamasının dünya çapında büyümeye devam edeceğinden bahsetmektedir.

## YEŞİL BİNALARDA UYUMSUZLUK VE ENGELLER

Rekabet avantajı elde etmek için yeşil strateji üzerine yapılan bir çalışmada, konut geliştirme sürecinde yeşil bina uygulamalarını etkileyen başlıca engeller tespit edilmiştir <sup>[30]</sup>. Yeşil elemanların uygulanmasında karşılaşılan bu engellerin özeti listelenmiştir:

- a. Yeşil tasarım ve enerji tasarrufu sağlayan malzeme için daha yüksek maliyetler,



- b. Yetersiz politika uygulama çabaları,
- c. İnşaat sürecinde teknik zorluk,
- d. Yeşil teknolojiler için uzun planlama ve onay süreci,
- e. Yeşil teknolojilere yönelik bilgi ve farkındalık eksikliği,
- f. Müşteri talebine bağlı olarak daha yüksek maliyet,
- g. Yeşil teknolojilere alışkanlığın olmamasının süreçte gecikmelere neden olması,
- h. Paydaşlar arasındaki çıkar çatışmaları.

Choi<sup>[4]</sup> makalesinde, birçok zorluğun başlıca nedenlerinin aşağıdaki ana kategorilerden birinden kaynaklandığını belirtmiştir:

- a. Finansman sorunları: Proje değerlendirmesinde kullanılan endüstri ve hükümet standartları, projelerin mali olarak mümkün olup olmadığını belirleyebilir. Bu standartların birçoğu geri ödeme süresini uzatarak yeşil gelişmeyi kasıtsız olarak engellemelerini sağlamak için yeniden gözden geçirilmelidir.
- b. Riskler ve süreç sorunları: Yeşil bina için uzmanlık ve kaynak eksikliği genellikle zamanı uzatan bir ortam yaratır. Klasik yapılara göre yazılan bina kodları genellikle daha çevre dostu sistemlere izin vermez. Gecikmeler, daha fazla risklere ve daha yüksek maliyetlere yol açabilir, girişimciler sıkı bütçe ve zaman dilimleri vermekten kaçınmayı tercih ederler.
- c. Yeşil kalkınma yeterliliğinde bilgi boşlukları: Yeşil özelliklerin güvenilir performans, maliyet ve fayda bilgilerine duyulan ihtiyaç malikler veya kiracılar için önemlidir.

Yeşil bina <sup>[21]</sup> raporuna göre, dönüşüme en büyük engel ilk maliyettir. Yeşil pazar büyüdükçe, sürdürülebilir ürünlere ve bilgiye olan talepteki artışlar, profesyonellerin bu malların maliyetlerini düşürmelerine yardımcı olabilir. Daha fazla farkındalık, müşteriler ve uygulayıcıları için yeşil bina yöntemlerinin yaşam döngüsü konusunda eğitmeye yardımcı olur. Bu bilgi aynı zamanda yeşilin pahalı olduğu algısını yenmeye yardımcı olur.

## TÜRKİYE'DE YEŞİL BİNA KAVRAMININ GELİŞİMİ

Türkiye'de elektrik, gaz ve katı yakıt dâhil toplam enerji tüketiminin% 36'sı konut ve hizmet binalarına sağlanmaktadır (TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018). Bu nedenle, üniversiteler, kurumlar, dernekler ve devlet kurumları, binaların karbon emisyonlarını ve çevreye olan olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik farklı çalışmalar yapmaktadır.

Türkiye'de binalarda verimliliği artırmaya yönelik ilk girişim, 1998 yılında TS 825 olarak adlandırılan binaların ısı yalıtımı standartlarının hazırlanması olarak sayılabilir. Daha sonra 2000 yılında binalar için ısı yalıtım kodu yayınlanmıştır. Türkiye'de binalarda enerji performansı değerlendirmesi 2011 yılında çıkan yönetmelikle yürürlüğe konulmuştur.

Türkiye'de çevre bilincinin zamanla arttığı görülmektedir. 2007 yılında Yeşil Binalar Birliği (ÇEDBİK) kurulmuş, 4 Temmuz 2011 tarihinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı kurulmuştur. Şubat 2012'de İstanbul'da Yeşil Binaların İlk Uluslararası Zirvesi düzenlenmiştir. Bu toplantıya bazı bakanlar da katılmıştır. Zirvede, WGBC Başkanı ÇEDBİK ile işbirliğinden bahsetmiş ve dünyanın dört bir yanından yeşil bina konseylerinin diğer başkanları kendi ülkelerinde uyguladıkları deneyimlerini ve yöntemlerini anlatmışlardır. Bölgesel yeşil bina konseylerinde, çevre dostu politikalar, yeşil ekonomi, mevcut yapıların yeşile dönüştürülmesi, yeşil binalarda yaşam, geleceğin şehirleri, çevre dostu yapı malzemeleri ve bunların üretimi hakkında bilgiler paylaşılmıştır.

Türkiye'de binalarda enerji performansının düzenlenmesi 2011 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu kanuna göre, 1 Ocak 2011 tarihinden itibaren 50 m<sup>2</sup>'den fazla inşaat alanına sahip tüm binalarda enerji kimlik kartı bulunmalı ve 10.000 m<sup>2</sup>'den fazla inşaat alanı bulunan binalarda merkezi ısıtma sistemi bulunmalıdır. Düzenlemenin gerektirdiği önlemlerden dolayı yeşil bina sayısında büyük artış beklenmektedir. Binaların ısı yalıtım gereksinimleri için Türk Standardı olan TS 825, binaların tüketim oranlarını sınırlandırarak enerji tasarrufu sağlamayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda enerji ihtiyacının belirlenmesinde kullanılması gereken hesaplama yöntemleri de sunmakta ve enerji verimli ve son derece konforlu binaların inşa edilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Binalar için ısı yalıtım kodu olası ısı kayıplarını önlemeyi ve enerji tasarrufu sağlamayı amaçlamaktadır.

Konutlar için bir Türk yeşil bina derecelendirme sisteminin ilk versiyonu CEDBİK tarafından hazırlanmış ve Haziran 2013'te yayınlanmıştır. Bu sertifikasyon sisteminin hazırlanmasında LEED,

BREEAM ve DGNB örnek olarak alınmıştır. Bu binalara göre sekiz ana kriter değerlendirilmektedir. Bunlar: entegre yeşil proje yönetimi, arazi kullanımı, su kullanımı, enerji kullanımı, sağlık ve konfor, kaynak ve materyal kullanımı, ikamet ve işletme ve bakımdır [6].

Özcan ve Temizbaş [22], kalite standartlarını uluslararası normlara uygun olarak belirleyen tedarikçi firmaların, pazarda büyük bir paya sahip olan düşük kaliteli ürünlerden muzdarip olduklarını belirtmektedir. Bu gerçek, Türk inşaat sektörünün uluslararası pazardaki itibarını azaltmakta ve rekabet avantajını zayıflatmaktadır.

Sürdürülebilir ilerlemenin, Türk yeşil bina sektörü dinamiklerinden biri olması ve konuyla ilgili yasal reformların hızla yürürlüğe girmesi de önemli bir avantajdır. Özcan ve Temizbaş [22], Türkiye'de yeşil bina endüstrisinde dört ana problemi listelemektedir:

- CE işaretinin, kullanılan tüm inşaat malzemeleri için zorunlu bir uygunluk işareti olsa da, uygulamada veya bina projelerinde dikkate alınmaması.
- Belirli standartlar altında sertifikalandırılmış tedarikçilerin ürünleri olmasına rağmen, ürünlerin farklı zaman aralıklarındaki test sonuçlarının katalog değerlerinden farklılık göstermesi.
- Saha uygulamasının genellikle düşük kalitede olması.
- Sektördeki nitelikli çalışan sayısının az olması.

## ULUSLARARASI YEŞİL BİNA PERFORMANSI DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ

Değerlendirme sistemleri, inşaat sektörüne odaklanan ve sürdürülebilirlik ile sosyal ve ekonomik faydaları hedefleyen çevre ve yönetim metodolojileridir [23]. Karar verme ve yönetim araçları gibi diğer çevresel yöntemlerden edindikleri deneyim ve bilgiyi birleştirir. Fowler ve Rauch [11] değerlendirme yöntemlerini karşılaştırmak ve seçmek için izlenecek bazı prensiplerden bahsetmiştir:

- Uygulanabilirlik: Konut, ofis, ticaret, hastane vb. her türlü bina için seçilen değerlendirme metodu geçerli midir?
- Uyarlanabilirlik: Seçilen metod farklı ülkelerdeki diğer pazarlara uyarlanabilir bir değerlendirme metodu mudur?
- Ölçülebilirlik: Değerlendirme yöntemi, binaya dahil edilen sürdürülebilir tasarımın kapsamını sunmak için ölçülebilir özellikler kullanıyor mu?
- Kullanılabilirlik: Kullanıcı tarafından uygulanması kolay bir yöntem midir?
- İletişim: Değerlendirme sürecinin sonunda sertifikasyonun nasıl bir raporlama tarzı var?
- Geliştirme: Değerlendirme sistemi hangi metodolojiye dayalıdır?
- Maliyet: Bu, kullanıcı için önemli bir kriterdir ve sertifikalandırma sürecinde ortaya çıkan tüm maliyetlerden oluşur.

Binalarda yer alan farklı kişilerin farklı ilgi alanları ve gereksinimleri olduğu için, bina performansının spesifik tanımı biraz karmaşıktır. Örneğin, mal sahipleri, ekonomik performansa odaklanma eğiliminde olurken, kiracılar çevresel iç kalite ve sağlığını ve rahatlığını doğrudan etkileyen diğer performans özellikleriyle ilgilenebilirler. Bu bağlamda, hem tasarım aşamasında hem de mevcut binalarda yıllık enerji kullanımı, gün ışığı alma, aydınlatma dağılımı, yıllık su kullanımı ve termal konfor gibi bina performansının belirli yönlerini değerlendirmek için farklı ölçüm teknikleri bulunmaktadır.

Gayrimenkul piyasasında yeşil bina sertifikaları, bir binanın çevre performansı hakkında mal sahiplerine ve kiracılara bilgi vermektedir. Kullanıcıların, enerji verimliliği derecesi gibi istenen özellikleri doğrudan ölçmeleri mümkün olmadığından, çevresel performans değerlendirme sertifikasyon sistemleri, tüketicilerin istenen özellikleri taşıyan ürünlere yönelmesini kolaylaştıran yollar sağlar [13].

Binaların çevresel performansını değerlendirmek için çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemlerin kullanımı, inşaat sektöründe sürdürülebilirliği destekleyen araçların ve uygulamaların entegrasyonuna katkı sağlamaktadır. Dünya çapında mevcut değerlendirme sistemleri, çeşitli ilkeler, farklı değerlendirme araçları, veriler ve kriterler üzerine kurulmuştur. Fowler ve Rauch [11], 30'dan fazla yeşil bina değerlendirme sisteminin olduğunu belirtmektedir. Bunlardan bazıları WGBC üyesidir: Green Star (Avustralya), DGNB (Almanya), IGBC (Hindistan), CASBEE (Japonya), BREEAM (İngiltere), LEED (ABD) ve ayrıca HQE (Fransa).

Tüm bu sistemler ortak bir amaca sahiptir; bu nedenle, bunlar içinde incelenen ana çevresel konular Papadopoulos ve Giama [23] tarafından listelenmiştir:

- a.Şantiyenin ekolojik değerini araştıran, büyük ekolojik sistemleri koruyan, biyo çeşitliliğin en aza indirilmesini sağlayan saha potansiyeli.
- b.Enerji kullanımı, enerji verimliliği, alt ölçüm, sistemlerin CO2 etkisi vb.
- c.Malzemelerin kullanımı, geri dönüşüm, malzemelerin yeniden kullanımı, sürdürülebilir kereste kullanımı vb.
- d.Ölçme kriterleri, tüketimin azaltılması dahil olmak üzere su tasarrufu
- e.Yeterli havalandırma, aydınlatma, termal konfor vb. Kriterleri içeren iç mekan hava kalitesi.
- f.Kirlilik, yerinde arıtma, yenilenebilir enerji kaynakları, ışık kirliliği tasarımı, ozon tabakasını incelten maddeler vb.
- g.Nakliye emisyonları değerlendirmesi, alternatif ulaşım modları vb.

BREEAM ve LEED, Türkiye'de en çok kullanılan yeşil bina sertifikasyon sistemleridir. Toplam 345 sertifikalı bina arasında, Ocak 2018'e kadar Türkiye'de LEED sertifikalı 245 BREEAM sertifikalı 100 proje bulunmaktadır. BREEAM, İngiltere'deki BRE Ltd tarafından 1990 yılında geliştirilmiştir. En popüler Avrupa derecelendirme sistemidir. Binaları hem tasarım aşamasında hem de mevcut hallerinde değerlendirebilir. Ofisler, perakende, endüstriyel binalar, okullar ve sağlık binaları için BREEAM ayrı ayrı değerlendirme yapabilir. Enerji, ulaşım, kirlilik, malzeme, su, arazi kullanımı ve refah kategorileri altında farklı kredileri vardır. Bu krediler performanslarına göre her sayıya verilir ve tek bir genel puan üretmek için bir araya toplanır. Bina başından sonuna kadar bir ölçekte değerlendirilir. Bu yöntem kamuya açık değildir ve sadece şirketin lisanslı değerlendiricilerinin katılımıyla gerçekleşir. Bu nedenle tasarımcı tarafından bir değişkenin değiştirilmesi imkânsız olduğundan BREEAM daha az kullanıcı dostu bir değerlendirme sistemidir <sup>[26]</sup>. 2018 itibariyle 714.000'den fazla bina değerlendirilmiş ve BREEAM kapsamında bir milyondan fazla binaya denk gelen yaklaşık 116.000 proje tescillenmiştir <sup>[3]</sup>.

LEED, kar amacı gütmeyen bir kuruluş olan USGBC tarafından denetlenen başka bir üçüncü parti sertifika programıdır. USGBC'nin misyonu yaşamak ve çalışmak için çevreye duyarlı, karlı ve sağlıklı binaların tasarım ve yapımını teşvik etmektir. İnsan ve çevre sağlığını beş kategoride değerlendiren bir sisteme sahiptir: sürdürülebilir saha geliştirme, su verimliliği, enerji verimliliği, malzeme seçimi ve kapalı ortam kalitesi. Kredi gereksinimlerini aşan ya da kategorilerde tanınmayan stratejiler, ayrı bir yenilik bölümünde puan alır. Her kategoride, gereksinimler ve performans kriterleri vardır. Bu gereksinimlere, belli bir derecelendirme sistemi kapsamında sertifikasyona ulaşmak için asgari gereklilikleri şart koşan ön koşullar vardır. Örneğin, LEED-NC Versiyon 2.2 için önkoşullar; inşaat kirliliğinin önlenmesi, bina enerji sistemlerinin devreye alınması, geri kazanılabilir maddelerin depolanması ve toplanması, maksimum iç mekan hava kalitesi performansı sağlanmasıdır. Enerji verimliliği yönetim uygulamaları, sürdürülebilir satın alma politikası, katı atık yönetimi politikası, dış hava giriş ve egzoz sistemleri ve yeşil temizlik politikası, maksimum enerji verimliliği performansı, soğutucu yönetimi ve çevresel tütün dumanı kontrolü, LEED'in her iki derecelendirme sistemi için ortak ön şarttır.

LEED derecelendirme sistemindeki performans kriterleri krediler olarak adlandırılmakta ve kategorilerin içinde kendilerine verilen puanlara sahip sayısız kredi bulunmaktadır; Bina ne kadar iyi olursa o kadar çok noktaya ulaşır. Bir noktaya ulaşmak için, başvuru sahibinin ölçütlere uygun olduğunu göstermesi gerekmektedir. Bir LEED puan kartı, projede hangi kriterlerin yerine getirildiğini ve bunlardan kaç puan elde edildiğini gösterir. Değerlendirmede 100 baz puan vardır. Dokuz sistemde, başvuru sahipleri elde ettikleri puanlara göre dört sertifikasyon seviyesi elde edebilirler. Bunlar sertifikalı (40-49 puan), gümüş (50-59 puan), altın (60-79 puan) ve platin (80 puan ve üzeri) dir <sup>[28]</sup>.

LEED ve BREEAM, Türkiye'de en çok kullanılan derecelendirme sistemleri olduğundan, her iki değerlendirme sisteminin kriterinin ayrıntılı bir şekilde karşılaştırılması sonraki sayfada belirtilmiştir <sup>[23]</sup>.

- a.Su verimliliği kriterleri, her iki sistemde de aynı parametreleri inceler.
- b.LEED için sürdürülebilirlik kategorisi, BREEAM için Ekoloji ile aynı kriterleri içerir. Tek fark, LEED'in sürdürülebilir alanların ulaşım kriterlerini içermesidir. BREEAM'de ise bu kriteri inceleyen farklı bir kategori vardır. Bu kriterin temel amacı, su yolu sedimantasyonunu, toprak erozyonunu ve havadaki toz oluşumunu kontrol ederek inşaat faaliyetlerinden kaynaklanan kirliliğin azaltılmasıdır.

- c. Enerji ve atmosfer kategorisi, aynı kriterlere hem LEED hem de BREEAM'de vardır. Tek fark, LEED'e ek olarak, BREEAM'in üç tane daha fazla parametreyi incelemesidir. Bunlar; yalıtkan küresel ısınma potansiyeli, eko-etiketli ürünler ve iç ve dış aydınlatmadır.
- d. Malzeme kategorisi söz konusu olduğunda, BREEAM bazı ek kriterler içerir: malzemelerin çevresel etkilerini ve tüm yaşam döngüsünü dikkate alır.
- e. Her iki rehberde de iç hava kalitesi ve rahatlığı konuları ele alınmaktadır.
- f. Yönetim kriterleri sadece BREEAM değerlendirme sürecinde yer almaktadır.

Her iki LEED ve BREEAM çevresel performans değerlendirme sistemleri dünyanın her yerinde yaygın olarak kullanılmasına rağmen, ABD ve Birleşik Krallık dışında gerçekleştirildiklerinde bazı zorluklar ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de karşılaşılan bu güçlüklerin bir kısmı aşağıda listelenmiştir.

- a. Bazı referans standartlar ve düzenlemeler Türkiye'deki yönetmeliklerle uyumsuzdur.
- b. Özellikle enerji ve malzeme uygulamaları için banka kredisi almanın önünde engeller bulunmaktadır. Örneğin, hem BREEAM hem de LEED standartlarında, binaların ahşap kısımları FSC veya benzeri gibi sertifikalandırılmalıdır. Ancak, Türkiye'de FSC sertifikalarına sahip ürünlerin bulunması zordur.
- c. Tüm başvuru standartları ve yönergeler İngilizce olarak yazılmıştır. Ayrıca, tüm çizimler, kanıtlar ve belgeler başvuru sahibi tarafından İngilizce dilinde sunulmalıdır ve bu da ekstra çaba gerektirecektir.

Aynı zamanda, Türkiye'de yeşil bina konseptinin çok yeni olduğu ve bu nedenle de çevre bilincinin olmaması, önemli taraflarca yeşil bina projelerinin içselleştirilmemesi, yeşil için uygun yönetim kalıplarının olmaması gibi bazı zorluklar vardır.

## **BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ M BLOK EĞİTİM BİNASI YEŞİLLENDİRME PROJESİ**

1998 yılında bir vakıf üniversitesi olarak kurulan Bahçeşehir Üniversitesi; İletişim Fakültesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Hukuk Fakültesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Mühendislik Fakültesi ve Mimarlık Fakültesi olmak üzere 6 fakülte ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Meslek Yüksek Okulu ile Beşiktaş Kampüsü'nde eğitim vermektedir. Bu projede, güney kampüste bulunan hazırlık binasının sürdürülebilir yeşil bir binaya dönüştürülmesi tasarısı yapılacaktır. Tamamen hayali bir proje olup, uygulaması yapılmayacaktır.

Betonarme bir yapıdan oluşan bu bina, projede LEED sertifikası alabilmeyi amaçlamaktadır. Bu sertifikayı alabilmek üniversitesi binası yeşillendirme restorasyonuna girecektir. Böylece daha az enerji tüketen, daha az su harcayan, çevre dostu bir üniversite binası haline gelecektir.

## **PROJE TASARIMI VE PROJENİN ÜNİVERSİTEYE KAZANDIRACAKLARI**

Binada, proje ekibimizin LEED sertifikası almasına yardımcı olabilecek birkaç yeşillendirme uygulaması vardır. Bunlar ve özellikleri aşağıdaki gibidir:

- a. Tüm yatırımlar kısa geri dönüş süreleri olacak şekilde seçilecektir. Tasarı olarak daha çabuk sonuç alma hedefinde bulunulmuştur.
- b. Binanın terasındaki çatısı güneş ışığını yansıtan ve çatının ısınmasını engelleyen beyaz taşlarla kaplanacaktır. Ek olarak, binanın etrafındaki sağlam zeminde güneş yansıma indeksi yüksek olan açık renkli karolar tercih edilecektir, böylece binanın çevrelerinde bulunan kırsal alanlara göre daha yüksek hava sıcaklığına sahip olması durumu (ısı adası etkisi) ortadan kalkacaktır.
- c. Bir işletme ve bakım programı oluşturulacaktır. Bu plana göre, binadaki tüm sistemler ve cihazlar beklenmedik bir şekilde bozulmaması için bakım tarihinden önce teknik bir kontrole tabi tutulacaktır. Binanın yönetim planı değiştirilecektir.
- d. Şu an binada kışın iç sıcaklık tercihi 22°C olarak ayarlıyken, 20°C'ye gelecek şekilde ayarlanacaktır. Ayrıca yaz aylarında iç sıcaklık normalden bir derece daha yükseltilebilir enerji tasarrufu yapılacaktır.
- e. Binada katı atık yönetimi uygulanacaktır. Yenileme sırasında, çöpe gidecek her şey geri dönüşüme gönderilecektir. Ayrıca, bundan sonra kantinde artan yiyecek kalıntıları belediye aracılığıyla hayvan evlerine gönderilecektir.
- f. Su armatürleri ve sıhhi tesisat, ekonomik ve verimli olanlarla değiştirilecektir.

- g. Binada ASHRAE Seviye 1 ve 2 enerji denetimi ve gün ışığı ölçümü yapılacaktır. Çıkan sonuçlara göre gerekli iyileştirmeler yapılacaktır. Motor odasındaki tüm ısıtma vanaları termal kameralarla kontrol edilecek ve ısı kaçağı olup olmadığı tespit edilecektir. Ardından, eğer kaçak varsa vanaların yalıtımı, vanaları saran yalıtım malzemeleriyle yapılacaktır.
- h. Yenilemeden önce, binada doğal havalandırma vardı: çalışanlar ve öğrenciler ısındığında veya temiz hava solumak istediğinde pencereleri açarlardı. Bu verimsiz ve yetersiz olduğu için binaya mekanik bir havalandırma sistemi kurulacaktır. Uygun ozon dostu gazlar ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılmak üzere seçilecektir. Binaya karbondioksit dedektörleri yerleştirilecektir. CO2 miktarı binada belirli bir miktarı aştığında, azaltılması için havalandırma otomatik olarak başlamaya ayarlanacaktır.
- i. Yeşil bir temizlik politikası oluşturulacaktır. Okulun temizliğinden sorumlu Pırıl Pırıl ekibindeki personele bu duruma göre eğitim verilecektir.
- j. Binada sigara içmek yasaktır. Sigara içilen alan binadan uzaktadır. Girişlerin önüne 3 metre uzunluğunda paspas atılacaktır. Böylece, gelen insanlar paspas üzerine en az üç kez basacak ve kir ve tozlarını dışarıda bırakacaktır.
- k. Okul binasının dış duvarları iz ve kiri temizleyen boya ile kaplanacaktır. Kendi kendini temizleyen boya çevre dostu bir üründür ve gün ışığı ve nanoteknoloji kullanarak kendini temiz tutabilen bir malzemedir. Bu nedenle bu malzeme bakım gerektirmeyen bir malzemedir.
- l. Odaların içindeki prizler, bekleme modundayken enerji tüketmelerini önlemek için kontrol edilebilir olanlarla değiştirilecektir.
- m. Pencereler özel ahşap ve yüksek ısı yalıtımlı cam malzeme ile değiştirilecektir. Tasarım aşamasında camların kalınlığı arttırılacaktır.
- n. Tüm kulüplerin ve sosyal aktivite odalarının ses yalıtımları yenilenecektir, böylece öğrencilerin düzgün çalışabilmesi sağlanacaktır. Daha iyi yalıtım sağlamak için alçı duvarlar arasına taş yünleri kullanılacaktır.
- o. Binada aktif bir yangından korunma önlemi olan yangın söndürme sistemi kurulacaktır.
- p. Fotokopi odasının içine bir vantilatör yerleştirilecektir. Vantilatör negatif bir basınç oluşturacak ve böylece pis havayı temizleyecektir. Böyle bir cihaz LEED tarafından şiddetle tavsiye edilir, çünkü fotokopi odasında kimyasal maddeler kullanıldığından bu maddeler havaya karışır ve bu sağlık için kötü ve tehlikeli bir durumdur.
- q. LEED sürecinde, ulaştırma hizmetleri sayısı arttırılacaktır. Ayrıca, mevcut rotalara farklı rotalar eklenecek ve bu sayede bu hizmetleri alan çalışan ve öğrenci sayısı yükselecektir. Bu uygulama ile karbon salınımının azaltılması hedeflenmiştir.

LEED sertifikası ile okul binamız kanun ve yönetmeliklerden daha öteye gidilerek doğa dostu bir hale gelecektir. Bu sayede binamız daha enerji verimli, suyu daha tasarruflu kullanan, çevreye daha az zarar veren ve daha sağlıklı yaşanabilir mekânlar olacaktır. Ayrıca LEED sertifikası, binamızın uluslararası platformlarda tanınmasını, değerinin artmasını ve binayı yapan şirket ve kurumların itibar kazanmasını sağlayacaktır. Bu sayede daha çok öğrenci Bahçeşehir Üniversitesini tercih edecektir.

## **ARAŞTIRMA BULGULARINA GÖRE SONUÇ**

Bu makalede mevcut yapıların sürdürülebilir yeşil binalara dönüştürülmesiyle ilgili çalışmalar yapılmıştır ve bu çalışmanın sonunda Bahçeşehir Üniversitesi M blok hazırlık binasının LEED sertifikası alabilmesi için bir proje tasarlanmıştır.

Yapılan araştırmalara dayanarak, Türkiye'de özel sektörün yeşil bina alanını yönettiği sonucuna varılabilir. Ülkemizde çok sayıda bina stoku vardır ve maalesef insanların sürdürülebilirlik ile ilgili bilgi sahibi olmadıklarından her yıl daha yüksek işletme ve bakım maliyetlerine neden olacak şekilde büyük miktarda enerji ve su israf edilmektedir. Hükümet yeşil güçlendirme projeleri gerçekleştirmede öncülük olmalı ve düşük vergi ve sigorta maliyetleri sunarak yeşil binaları desteklemelidir.

Yeşillendirme süreci, çoğunlukla Türkiye'de mal sahibi veya kiracı üzerinden gerçekleşiyor. Mal sahiplerinin yeşil bina uygulamaları yapmayı seçmelerinin genelde farklı nedenleri vardır. Çalışan verimliliğini arttırmayı, son kullanıcı memnuniyetini yükseltmeyi, işletme ve bakım maliyetlerini düşürmeyi ve şirket imajını iyileştirmeyi amaçlayan mal sahipleri yeşil ve sürdürülebilir projelere başvurmaktadır.

Araştırmaya göre yeşil bina projesi gerçekleştirmeyi ve LEED sertifikası almayı planlayan Türk kuruluşları, LEED, ASHRAE veya diğer Amerikan standartları konusunda kapsamlı bilgiye sahip olan Türkiye'deki uzmanların sayısı çok sınırlı olduğundan, bir şekilde LEED danışmanlık hizmetleri sunan bağımsız firmalarla işbirliği yapmak zorunda kalmaktadır.

Türkiye'deki mal sahipleri, kısa geri ödeme süreleri olan yeşil bina yatırımlarını seçmektedir. Binalardaki genel yeşil uygulamalardan bazıları su verimliliği, çevre dostu yapı malzemeleri ve ürünlerin kullanımı, daha taze hava sağlayarak iç mekân hava kalitesinin artırılması, eski aydınlatma armatürlerinin enerji tasarruflu armatürlerle değiştirilmesi ve işe alımların azaltılması ile ilgili etkili ancak küçük değişikliklerdir. Asgari miktarda yatırımla mal sahiplerinin en fazla LEED puanı kazanmaya çalışması genel bir tutum olarak benimsenmiştir.

LEED onaylı ürün eksikliği, mal sahiplerinin bina yönetimi becerilerinin azlığı, binaların düşük performans özellikleri ve eski binaların uygun olmayan şekilde yönetilmesi, Türkiye'deki yeşil güçlendirme projelerinin önündeki en büyük engellerdir. Ayrıca, LEED'in bir Amerikan derecelendirme sistemi olması gerçeğinden kaynaklanan zorluklar vardır. Amerika standartları Türk standartlarından büyük farklılıklar göstermektedir ve aynı zamanda iletişimi zorlaştıran İngilizce dilinde yazılmıştır. Türk inşaat sektörünün koşullarını yansıtan bir ulusal sertifika sisteminin kurulması uzun vadede bir çözüm olacaktır.

Yeşillendirme sağlayan en önemli faktör etkili ekip çalışmasıdır. Mal sahibi, yüklenici, mimar, tedarikçi, LEED danışmanları ve teknik ekip gibi tarafların her birinin kendi rolleri ve sorumlulukları vardır. Aynı amaçlara doğru hareket ettikleri sürece, süreç sorunsuz bir şekilde yürütülür. Bu tür projelerin katılımcıları arasında ortak çalışma ve sürece güçlü bağlılık başarı için çok önemlidir. Uzun vadeli ortaklık ve tedarik zinciri ortaklıkları küresel olarak etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu sistemlerin yeşil projelerde daha yaygın kullanılması, projenin başarısının sağlanmasına yardımcı olacaktır.

Bu çalışmada incelenen tüm yeşil güçlendirme ve yenileme projelerinde, su kullanımı, elektrik ve gaz tüketiminde önemli miktarda tasarruf sağlandığı görülmüştür. Bu nedenle, binaların işletme ve bakım maliyetleri düşmüştür. Ayrıca çalışanların memnuniyeti ve yenilenen yaşam alanlarında kiracı konforu arttırılmıştır. Katı atık miktarı da azaltılmıştır. Ayrıca, projeler doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunmuştur. Süreç boyunca yaşanan zorluklara rağmen, faydalar dezavantajlardan aşırı derecede fazladır.

Bu makalenin mülklerini yeşillendirmek isteyen mal sahiplerine, yeşil güçlendirme veya yenileme projelerinde görev alacak mühendis ve mimarlara ve ayrıca yeşil yaşam alanlarında yaşamak isteyen kiracılara faydalı olması beklenmektedir. Onlar için rehberlik etmesi hedeflenmiştir.

## **KAYNAKLAR**

- [1] Arup Group Limited, 2008, *Your Home in a Changing Climate, Retrofitting Existing Homes for Climate Change Impacts*, Büyük Londra Otoritesi, Londra.
- [2] Bell, M., 2004, "Energy Efficiency in Existing Buildings: The Role of Building Regulations", Kraliyet Yeminli İskân Kurumu, İnşaat ve Araştırma Konferansı, İnşaat ve Araştırma Konferansı, Leeds Metropol Üniversitesi, 7-8 Eylül 2004, Kraliyet Yeminli İskân Kurumu, İnşaat ve Araştırma Konferansı, Londra.
- [3] BREEAM, 2018, *BREEAM in Numbers*, <https://cedbik.org/tr/yesil-bina-7-pg/breeam-10-pg>, Erişim Tarihi: Aralık 2018.
- [4] Choi, C., 2009, "Removing Market Barriers to Green Development: Principles and Action Projects to Promote Widespread Adoption of Green Development Practices", *Sürdürülebilir Gayrimenkul Dergisi*, Cilt. 1 No. 1, s. 110-111.
- [5] Cruz, R. V., H. Harasawa, M. Lal, S. Wu, Y. Anokhin, B. Punsalmaa, Y. Honda, M. Jafari, C. Li and N. Huu Ninh, 2007, "Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability", *Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Dördüncü Değerlendirme Raporu*, 469-506, s. 493.
- [6] ÇEDBİK, 2018, *Yeşil Bina Sertifika Kılavuzu, Yeni Konutlar Versiyon 1.0*, ÇEDBİK, İstanbul.
- [7] Çelik, L. Y., 2005. *Türkiye'de İnşaat Sektöründe Maliyet Tahmin Yöntemleri*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] Diamond, R., 2011, "Evaluating the Energy Performance of the First Generation of LEED- Certified Commercial Buildings", *Enerji Verimli Bir Ekonomi için Amerikan Konseyi 2006 Yaz Çalışması*, s. 8-9.

- [9] Dirksen, T. H. and M. D. McGowan, 2008, Greening Existing Buildings with LEED-EB, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü Gayrimenkul Geliştirme, Kentsel Çalışmalar ve Planlama Bölümü Yüksek Lisans Derecesi.
- [10] EC, 2003, “Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the Energy Performance of Buildings”, Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesi, s.65.
- [11] Fowler, K. M. and E.M. Rauch, 2006, “Sustainable Building Rating Systems Summary”, Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı, s. 2 ve s. 8.
- [12] Fowler, K. M., E. M. Rauch, J. Henderson and A. Kora, 2010, “Re-Assesing Green Building Performance: A Post Occupancy Evaluation of 22 GSA Building” Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı, s. 1
- [13] Fuerst, F., 2009, “Building Momentum: An Analysis of Investment Trends in LEED and Energy Star-Certified Properties”, Perakende ve Boş Mülkiyet Dergisi, Cilt. 8 4 285- 297, s. 293.
- [14] Holness, G.V.R., 2008, “Improving Energy Efficiency in Existing Buildings”, ASHRAE Dergisi, s. 23.
- [15] Kats, G., 2003, “Green Building Costs and Financial Benefits”, s. 2-8.
- [16] Kats, G., 2006, “Greening America’s Schools Cost and Benefits”, s. 4.
- [17] Kıncay, O., 2014, Sürdürülebilir Yeşil Binalar Ders Notları.
- [18] Langmald, J., 2004, “Choosing building services, a practical guide to system selection, BSRIA Guide”, Londra.
- [19] McGraw-Hill Construction, 2008, “Global Green Building Trends Market Growth and Perspectives from Around the World”, Akıllı Piyasa Raporu, s. 2-31.
- [20] McGraw-Hill Construction, 2009, “Green Building Retrofit & Renovation Rapidly Expanding Market Opportunities through Existing Buildings”, Akıllı Piyasa Raporu, s. 4- 34.
- [21] McGraw-Hill Construction, 2013, “World Green Building Trends Business Benefits Driving New and Retrofit Market Opportunities in Over 60 Countries”, Akıllı Piyasa Raporu, s. 2-57.
- [22] Özcan, O. and A. Temizbaş, 2010, “Yeşil Bina”, Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği, 1. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, Ankara, 29 Eylül 2010 – 1 Ekim 2010, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- [23] Papadopoulos, A. M. and E. Giama, 2009, “Rating Systems for Counting Buildings’ Environmental Performance”, Sürdürülebilir Enerji Uluslararası Dergisi, 28:1-3 29- 43, s. 30-31.
- [24] Roberts, S., 2008, “Altering Existing Buildings in the UK”, Enerji Politikası, Cilt. 36 (2008) 4482 - 4486, s. 4483-4485.
- [25] Saner, C., 1993. 4-8 “Katlı Konut Yapılarında Taşıyıcı Sistem Maliyetini Tahmine Yönelik Bir Yaklaşım Önerisi”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [26] Sinou, M. and S. Kyvelou, 2006, “Present and Future of Building Performance Assessment Tools”, Çevresel Kalitenin Yönetimi: Uluslararası Bir Dergi, Cilt. 17, 570- 586, s. 571-574.
- [27] Sur, H., 2012, “Çevre Dostu Yeşil Binalar, Yeşil Binalar Referans Rehberi 2012”, İstanbul
- [28] USGBC, 2009, LEED Green Building Certification System, <http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs3330.pdf>, Erişim Tarihi: Aralık 2018
- [29] Zhang, X., L. Shen, V. W. Y. Tam and W. W. Y. Lee, 2011, “Barriers to Implement Extensive Green Roof Systems: A Hong Kong Study”, Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri, Vol. 16, s. 316.
- [30] Zhang, X., L. Shen and Y. Wu, 2010, “Green Strategy for Gaining Competitive Advantage in Housing Development: A China Study”, Temiz Üretim Dergisi, Cilt. 19, s. 159.