

## Sürdürülebilir Enerji Kullanımının Yeşil Bir Ofise Uygulanması

### *Application of Sustainable use of Energy to a Green Office*

Melike YALILI KILIÇ<sup>\*a</sup>, Seda YAŞI<sup>b</sup>

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 16059, Bursa

• Geliş tarihi / Received: 14.01.2019 • Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 24.04.2019 • Kabul tarihi / Accepted: 10.05.2019

#### Öz

Artan enerji ihtiyacı, birçok ülke için enerji arz güvenliği ve çevresel açıdan çeşitli sorunlar teşkil etmektedir. Bazı ülkeler nükleer enerjiye yönelerek bu problemi aşmaya çalışırken daha büyük çevresel sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunları öngörebilen ülkelerse daha geniş bir bakış açısıyla yenilenebilir enerjiye yatırım yapmaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarındaki potansiyeli göz önüne alındığında, yapılacak yatırımlardan elde edilecek enerji üretim verimi oldukça yüksektir. Bu yatırımların yanı sıra günümüz koşullarında enerji kullanımı azaltılabilecek alanlar da göz önünde tutulmalıdır. Bu alanların başında ise, şehirlerdeki enerji tüketiminin büyük çoğunluğuna sahip, yaşam ve çalışma amaçlı binalar gelmektedir. Günümüzde bu enerji tüketimini azaltmak ve binaların çevreye verdiği zararı minimize etmek için modern ve sağlıklı yeşil binalar kavramı oluşmuştur. Yeşil bina olma ölçütleri ülkeler tarafından hazırlanan farklı sertifikasyon sistemlerine göre değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada; Türkiye'de ve dünyada en çok bilinen BREEAM ve LEED yeşil bina sertifika sistemlerine, sertifika sistemi oluşturmak için Türkiye'de yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Ayrıca, Bursa ili Osmangazi ilçesi Çekirge semtinde toplam iç kullanım alanı 300 m<sup>2</sup> olan klasik ofis ile yeşil ofis bina tasarımları ve maliyet hesapları yapılmıştır. Kendi enerjisini üreten yeşil ofis ile dışarıdan enerjisini hazır olarak alan klasik ofisin enerji sarfiyatları yıllık bazda belirlenmiş ve ilk yatırım maliyetlerinden amortisman süresi ortaya konmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Amortisman süresi, BREEAM, LEED, Sertifika sistemi, Yeşil bina

#### Abstract

Increased energy demand poses various challenges for energy supply security and environmental issues for many countries. Some countries are facing greater environmental problems as they try to overcome this problem by addressing nuclear energy. Countries that can foresee these problems are investing in renewable energy with a broader vision. When considering Turkey's potential in renewable energy sources, energy production efficiency to be achieved from investments made are quite high. In addition to these investments, the areas where energy use can be reduced in today's conditions should be taken into consideration. At the beginning of these areas, the majority of the energy consumption in cities, living and working buildings are coming. Today, the concept of modern and healthy green buildings has been created in order to reduce this energy consumption and minimize the damage caused to buildings by the environment. The criteria for being a green building vary according to different certification systems prepared by countries. In this study; the green building certification systems of BREEAM and LEED which are the most well-known in Turkey and the world, the studies related to certification systems done in Turkey is given. In addition, the design and cost calculations of classic and green office buildings with 300 m<sup>2</sup> interior space in Çekirge, Osmangazi district of Bursa were made. The energy consumption of classic office, which is ready to take energy from outside and green office producing its own energy, is determined on an annual basis, and the amortization period from the initial investment costs has been presented.

**Keywords:** Amortization period, BREEAM, LEED, Certification system, Green building

<sup>\*a</sup> Melike YALILI KILIÇ; myalili@uludag.edu.tr; Tel: (0224) 294 21 17; orcid.org/0000-0001-7050-6742

<sup>b</sup> orcid.org/0000-0001-8096-3269

## 1. Giriş

Küresel ısınma ve karbon emisyonunda meydana gelen artış, çevre ve insan sağlığı üzerinde pek çok olumsuz etkiler meydana getirmiştir. Kontrolsüz nüfus artışı ve beraberinde gelen şehirleşme, yeşil alanların azalmasına, küresel enerji talebi ile fosil yakıtların kullanımının artmasına neden olmuştur. Doğaya verilen zararın en az seviyeye indirilmesi için, kaynakların doğru ve etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Doğal kaynaklar arasında önemli bir yer tutan enerji kullanımının artması ile birlikte, şehir hayatında meydana gelen hava kirliliğinin %23'ünün, sera gazı salınımının %50'sinin, su ve katı atık kirliliğinin %40'ının binalardan kaynaklandığı belirtilmektedir (Erdoğan vd., 2015). Örneğin, klasik yapıların ısıtılması, soğutulması, aydınlatılması ve elektrikli ekipmanların kullanılması için sarf edilen enerjinin %85'i fosil kaynaklar olan petrol, kömür ve doğalgazdan elde edilirken, %4'ü de yenilenebilir enerji kaynakları olan hidroelektrik, güneş, rüzgâr ve toprak enerjisinden sağlanmaktadır (URL-1, 2017). Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve fosil yakıt kullanımının azaltılması ile çevreye verilen zarar bir nebze de olsa azaltılabilecektir. Toplumsal bilinçlenme ve enerjinin tasarruflu ve verimli kullanımının yaygınlaştırılması, gelecek nesiller için oldukça önem arz etmektedir (URL-2, 2015).

Nüfusla birlikte artan enerji ve konut ihtiyacı, dünya üzerinde her geçen gün daha da yaygın hale gelen, modern ve sağlıklı yeşil binaların temelini oluşturmaktadır. Fosil yakıtlardan uzak, çevre sağlığı ve enerjiyi tasarruflu kullanma bilinci üzerine kurulu olan yeşil binalar, artan enerji ihtiyacına ve çevre sorunlarına sunulabilecek en iyi çözümler arasında yer almaktadır. Yeşil binaların işlevlerini yerine getirmek için gereksinim duyulan enerji düzeyi, bir binanın ne ölçüde çevre dostu olduğunu belirleyebilmek açısından önemli bir göstergedir. Bunun yanı sıra, kullanılan enerjinin ne kadarının söz konusu binada yenilenebilir olarak üretildiği, binada oluşan atık miktarı ve bu atığın ne kadarının geri kazanılabildiği de diğer önemli ölçütlerdendir (Erdoğan vd., 2015).

Bir binada enerjinin verimli kullanıldığından söz edebilmek için, binayı kullanan insanlara konforlu bir ortam sunmak amacıyla gerekli olan ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatmanın minimum enerji sarfiyatı ile sağlanması, daha kısa

bir tanımla, gerekli konforu sağlayarak binalarda enerjinin etkin ve tasarruflu kullanılması anlamına gelmektedir. Ülkelerin enerji kullanım oranları irdelendiğinde genel olarak binalar, toplam enerji sarfiyatının %40'ını harcamakta ve bu sebeple dünya üzerindeki sera gazı salınımının 1/3'ünün sorumlusu olarak görülmektedirler. Dolayısıyla yeşil binaların enerjiyi etkin ve tasarruflu kullanımı gerekliliği ana prensiplerinden biri olmaktadır. Ayrıca ülkemiz için binalarda enerji verimliliğinin artırılması ile %75'in üzerinde dış kaynaklara bağımlı enerji harcamalarında azalma ve çevresel, ekonomik ve sosyal yararlar sağlanabilecektir (Yılmaz, 2010).

Sadece yeni binaların sürdürülebilir bir nitelikte yapılması değil, ayrıca mevcut binaların enerji verimli hale dönüştürülmesine yönelik düzenlemeler ile de ciddi enerji ve su tasarrufu elde edilebilmektedir. Örneğin, Singapur'da binalar üzerine yapılan bir çalışma, gerekli değişikliklerin yapılmasının ardından %17 oranında enerji tasarrufunun sağlandığını ortaya koymuştur. Yine ABD'de yapılan bir çalışma, enerji performansı iyileştirmesinin yapıldığı konutların (elektrik, doğalgaz vb.) faturalarında %3 - 15 bir tasarruf sağlandığına işaret etmektedir (Erdoğan vd., 2015).

Binaların, yeşil bina kriterlerini sağlayabilmesi için belirli gereklilikleri olan sertifika sistemlerine sahip olmaları gerekmektedir. Genel olarak bu sertifikalar, tasarımda yenilikçi, iç mekân kalitesi yüksek, ısı yalıtımlı, enerjisini doğadan karşılayan ve tasarruflu kullanan, minimum atık çıkışı olan ve maksimum yeşil çevre özelliği barındıran sistemlerdir (URL-3, 2017). Her ülke kendi özelliklerini barındıran sertifika sistemleri geliştirse dahi dünya üzerinde yaygın olarak kullanılan bazı sertifika sistemleri vardır. Bu sistemler genel olarak, BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V.), IISBE (International Initiative for Sustainable Built Environment), Greenstar (Environmental Rating System for Buildings) ve Casbee (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) olarak sıralanmaktadır (Anbarcı vd., 2012).

Avrupa Birliği tarafından örnek gösterilen bina tasarımları; Londra - İngiltere'deki BedZED-Bedington Sıfır Enerji Yerleşkesi, Surrey - İngiltere'deki WWF -Doğal Hayatı Koruma Vakfı Merkez Binası - Yaşayan Gezegen Merkezi

ve Frankfurt - Almanya'daki KfW Bankası Ofis Binası olarak bilinmektedir (Yöntem, 2016).

Yeşil binaların yerel şartlarda uygulanabilirliği irdelenecek olursa, öncelikle Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarının incelenmesi gerekmektedir. Ülkemiz yenilenebilir enerji açısından çok verimli bir ülke olduğu gibi, bir o kadar da bölgeden bölgeye değişiklikler göstermektedir. Örneğin, Akdeniz ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde güneş enerjisi maksimum seviyede iken, Ege Bölgesinde jeotermal ve rüzgâr enerji kaynaklarının verimlilik seviyesi fazladır.

Bu durumda tasarlamış olduğumuz yeşil ofis binasının inşa edilmesi planlanan bölgenin şartlarına uygun olarak revize edilmesi gerekmektedir. Bursa ili için tasarlanan örnekte ısınma enerjisi olarak toprak kaynaklı ısı pompası

(jeotermalden daha uygun maliyetli olduğu için) tercih edilirken, elektrik enerjisi için şehir içerisinde rüzgâr enerjisinden verim alınamayacağı saptanarak güneş panelleri tercih edilmiştir. Farklı bir bölge için örnek verecek olursak, Ege Bölgesinde tasarlanacak olan bir yeşil ofis binasının ısınma enerjisi jeotermal enerjiden karşılanırken, elektrik enerjisinin rüzgâr enerjisinden karşılanması daha verimli olacaktır. Tablo 1'de bölgelere göre değişen enerji kaynakları verimlilik durumuna göre sıralanmıştır (URL-4, URL-5, URL-6, URL-7, 2019).

Birden fazla yenilenebilir enerji kaynağının bulunduğu bölgelerde ayrıca verim-maliyet ilişkilendirilmesinin yapılması gerekmektedir. Bu maliyet ve uygulama kolaylığı açısından karşılaştırmanın yapılabilmesi için Tablo 2'den yararlanılabilir (Öztürk, 2013).

**Tablo 1.** Bölgelere göre ülkemizdeki enerji kaynakları

Bölge	Enerji Kaynağı
Marmara Bölgesi	Jeotermal Enerji, Rüzgar Enerjisi
Ege Bölgesi	Jeotermal Enerji, Rüzgar Enerjisi, Güneş Enerjisi
Akdeniz Bölgesi	Güneş Enerjisi, Rüzgar Enerjisi
İç Anadolu Bölgesi	Jeotermal Enerji, Güneş Enerjisi, Rüzgar Enerjisi
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	Güneş Enerjisi, Jeotermal Enerji
Doğu Anadolu Bölgesi	Güneş Enerjisi, Jeotermal Enerji
Karadeniz Bölgesi	Rüzgar Enerjisi

**Tablo 2.** Enerji çeşitlerine göre maliyet ve uygulama ölçütleri

Maliyet ve Uygulama Ölçütü	Güneş Enerjisi	Rüzgar Enerjisi	Jeotermal Enerji
İlk Yatırım Maliyeti	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Kullanım Maliyeti	Düşük	Düşük	Düşük
Bakım Maliyeti	Orta	Orta	Düşük
Uygulama Kolaylığı	Orta	Düşük	Orta
Kullanım Kolaylığı	Düşük	Düşük	Orta
Bakım Kolaylığı	Orta	Orta	Yüksek

Ülkemizde de binalarda enerjinin etkin ve verimli kullanılması için yasal düzenlemelere başvurulmuştur. Bu çerçevede gereksiz enerji kullanımının önüne geçilmesi ve çevrenin korunmasına yönelik usul ve esasları düzenleyen, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından 05.12.2008 tarihli 27075 sayılı Resmi Gazetede; 5627 sayılı Enerji Kanununun ilgili maddesinin dayanağı ile Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği yayınlanmıştır (Anbarcı vd., 2012). Bu yönetmelikle, bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak

hesaplama kurallarının belirlenmesi, birincil enerji ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonu açısından sınıflandırılması, yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gereklerinin belirlenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolü, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılması, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesi ve çevrenin korunması yasal olarak belirlenmiştir (URL-8, 2008).

Türkiye, yeşil bina uygulamalarında 6.06 milyon m<sup>2</sup> brüt yapı alanı ve 245 proje sayısı ile Amerikan Yeşil Binalar Konseyi 2017 sonuç listesinde 8. sırada yer almaktadır. Bu yapıların içerisinde LEED ya da BREEAM sertifikası alan, alışveriş merkezi, konut, ofis ve üretim binaları bulunmaktadır (URL-9, 2018). Ayrıca kamuya ait yeşil binalara örnek olarak; Hacettepe Üniversitesi Sıhhiye Kampüsü Sağlık Bilimleri Kütüphanesi Projesi, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Sincan - Etimesgut Bölgesi Hizmet Binası, Milli Eğitim Bakanlığı Ankara Eryaman Cezeri Yeşil Teknoloji Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi ve Bursa Doğalgaz Dağıtım Şirketi-Bursagaz Binası gösterilmektedir (Yöntem, 2016). Kentsel dönüşüm uygulamaları, ülkemizde yeşil binaları arttırma yolunda atılmış önemli bir adımdır. Bu binaların çevre dostu teknolojiler ile yeşil bina olarak inşa edilmesi durumunda, sadece aydınlatmada bile önemli düzeyde enerji tasarrufu sağlanacağı tahmin edilmektedir.

Yüksel ve Acarkan (2013) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’de aydınlatma için tüketilen elektrik enerjisinin %30 oranında azaltılması durumunda, toplam elektrik enerjisi tüketiminde %3.3 düşüş öngörülmüştür. Bu çalışma baz alınarak, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’ndan alınan rakamlara göre 2017 yılı için harcanan 294.900 GWh elektrik enerjisinden yola çıkılarak, yeşil binalar ile aydınlatmada %30 tasarruf sağlanacağından 9731.7 GWh daha az

elektrik enerjisi harcanacağı ve 4.4 milyar TL kazanç sağlanabileceği bulunmuştur.

Bu çalışmada, Bursa ili Osmangazi ilçesi Çekirge semtinde toplam 300 m<sup>2</sup>’lik iki katlı bir klasik ofis binası ile yeşil ofis binası tasarlanmıştır. Klasik ofisin yeşil ofise dönüştürülmesinde kullanılan yenilenebilir enerji sistemleri ve enerji verimliliğini sağlayan ekipmanların maliyetleri hesaplanmış ve her iki ofisin enerji kullanımları karşılaştırılmıştır. İlave olarak, yeşil ofisin düşük enerji tüketiminden elde edilen kar ile yatırım maliyetini ne kadar sürede amorti edeceği de hesaplanmıştır.

## 2. Yeşil Bina Sertifika Sistemleri

Yeşil bina sertifika sistemleri, binaların çevre üzerindeki etkilerinin detaylı bir şekilde incelenerek belirlenmesini sağlayan ve doğal kaynakların korunmasındaki hassasiyeti vurgulamaya çalışan bir derecelendirme sistemidir. Dünyada popüler olarak kullanılan sürdürülebilir bina sertifikalandırma sistemleri içinde yer alan ve İngiltere’de ortaya çıkan Bina Araştırma Kurumu Çevre Değerlendirme Yöntemi (BREEAM) ile Amerika’da kurulan Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik (LEED) sertifika sistemleri dünyada sıklıkla kullanılmakta olup, bu sertifika sistemleri dışında, birçok ülkede kendine özgü yeşil bina sertifikalandırma sistemleri bulunmaktadır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Çeşitli ülkelerde kullanılan yeşil bina sertifika sistemleri (Kobaş, 2011)

Ülke	Kullanılan Değerlendirme Sistemleri
Almanya	DGNB, CEPHEUS
Amerika Birleşik Devletleri	LEED, Living Building Challenge, Green Globes Build it Green, NAHB NGBS, IGCC
Avustralya	Nabers, Green Star
Birleşik Arap Emirlikleri	Estidama
Birleşik Krallık	BREEAM
Brezilya	AQUA, LEED Brasil
Çin Halk Cumhuriyeti	GBAS
Filipinler	BERDE
Fransa	HQE
Güney Afrika	Green Star SA
Hindistan	GRIHA
Hollanda	BREEAM Netherlands
Hong Kong	HKBEAM
İspanya	VERDE
İsviçre	Minergie
İtalya	Protocollo Itaca
Japonya	CASBEE
Kanada	LEED Canada, Green Globes
Malezya	GBI Malaysia
Meksika	LEED Mexico
Pakistan	IAPGSA (Pakistan Green Sustainable Architecture)
Portekiz	Lider A
Singapur	Green Mark
Yeni Zelanda	Green Star NZ

Bu sistemlerin amacı, ilk olarak her ülkenin kendine özgü standartlarını, iklim koşullarını ve yaşamsal konforunu göz önüne alarak özgün bir sistem oluşturmaktır. Çeşitli yeşil bina sertifika sistemleri mevcut olsa da, LEED ve BREEAM dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de ilgi gören iki sertifika sistemidir (Yüksel ve Acarkan, 2013). LEED ve BREEAM sertifika sistemlerinin uluslararası geçerlilik sağlaması ile birlikte özgün bir sisteme sahip olmayan ülkeler bu sistemleri kullanmaya başlamışlardır (Erdede ve Bektaş, 2014).

### 2.1. LEED

Amerikan Yeşil Bina Konseyi’nin 1993’te kuruluşu ile birlikte, yeşil binalar için bir tanımlama ve değerlendirme gereksinimi ortaya çıkmıştır. Bu gereksinimi gidermek amacıyla 1998 yılında ilk pilot proje olan LEED 1.0 versiyonu yayımlanmıştır (URL-10, 2010). Günümüzde de geçerli olan ve son olarak kullanılan LEED 4.1 versiyonuna kadar birçok revizyon yapılmıştır (URL-3, 2017).

LEED, bir binanın çevresel etkilerini, binanın yaşam döngüsünü tamamı ile ele alarak belirli kriterlere göre analiz eden ulusal ve uluslararası değerlendirme sistemidir (URL-11, 2004). LEED sertifika çeşitleri, farklı bina tiplerine, sektöre ve projenin kapsamına göre çeşitlenmektedir (URL-12, 2018).

- LEED-NC: Yeni inşaat ve renovasyon (LEED New Construction and Renovation)
- LEED-EB: Mevcut Binalar: İşletim ve Bakım (Existing Buildings: Operations and Maintenance)
- LEED-CI: Ticari iç mekânlar (Commercial Interiors)
- LEED-CS: Çekirdek ve Kabuk (Core-and-Shell)
- LEED-H: Konutlar (Homes)
- LEED-ND: Bölgesel Gelişim (Neighborhood Development)
- LEED-R: Alışveriş Merkezleri (Retail)
- LEED-SCH: Okullar (Schools)
- LEED- HC: Sağlık Binaları (Healthcare)

2009 yılından önce değerlendirme sonucunda; Sertifika (26-32 puan), Gümüş (33-38 puan), Altın (39-51 puan) ve Platin (52-69 puan) olmak üzere iken, 2009 yılından sonra ve son yayınlanan LEED 4.1 versiyonunda yer alan puanlamalar; Sertifika (40-49 puan), Gümüş (50-59 puan), Altın (60-79 puan) ve Platin (80 puan ve üstü) olarak verilmektedir (Erdede ve Bektaş, 2014).

### 2.2. BREEAM

İngiltere’de Bina Araştırma Kurulu (BRE) tarafından 1990’da geliştirilen BREEAM, binalara yönelik ölçütlere dayalı ilk sertifika sistemidir (Somali, 2010). BREEAM ilk aşamada ev ve ofis için iki versiyon olarak yayımlanmıştır. Başlangıçta İngiltere koşulları için geliştirilmiş ve bu nedenle diğer ülkelere uyum sağlanmasında sıkıntılar yaşanmıştır. Ancak 2008 yılında BREEAM’ın uluslararası versiyonları piyasaya sürülmüş olup, dünya çapında kullanımı yaygınlaşmıştır. BREEAM, günümüzde bina çeşitleri ve ülkelere göre farklılık gösteren sertifika tipleri sunmaktadır. Bu sertifika şemaları; İngiltere için BREEAM UK, ülkemizin de içinde yer aldığı diğer ülkeler için BREEAM Uluslararası ve Basra Körfezinde yer alan ülkeler (Bahreyn, Birleşik Arap Emirlikleri, Irak, İran, Katar, Kuveyt, Suudi Arabistan ve Umman) için BREEAM Körfez Ülkeleri olarak üç ana başlıkta toplanmıştır (Sümer, 2013).

- BREEAM UK
  - BREEAM Toplu Yaşam Alanları
  - BREEAM Yeni Yapılar
  - BREEAM Sürdürülebilir Konutlar için Kodlar
  - BREEAM Mevcut Yapılar
  - BREEAM Yenileme
  - BREEAM EkoEvler
- BREEAM Uluslararası (Ülkemizde uygulanabilecek BREEAM versiyonları bu kategoriye girmektedir.)
  - BREEAM Uluslararası Avrupa: Ofisler
  - BREEAM Uluslararası Avrupa: Endüstriyel Binalar
  - BREEAM Uluslararası Avrupa: Alışveriş Merkezleri
  - BREEAM Uluslararası Avrupa: Toyota Satış Mağazaları
  - BREEAM Uluslararası BESPOKE (belirtilen şemalar dışında kalan binalar için sipariş usulü sertifika sistemi)
- BREEAM Körfez Ülkeleri

BREEAM değerlendirme sistemi, binanın çevresel etkisini değerlendirmek amacıyla 9 farklı kategoride incelemektedir. Kategorilerin belirli yüzdeleri ve çevre üzerindeki etkilere yönelik belirlenen ağırlık katsayısı vardır. Ağırlıklar ülke ve coğrafi koşullara göre değişkenlik göstermektedir (Sümer, 2013).

BREEAM değerlendirme sistemine göre bir binanın çevresel performansını belgelendirebilmek için gösterge puanlarının minimum %30’unu toplaması gerekmektedir. Bu

kriteri sağlayan binalar kademeli olarak: Geçer (30-45 puan), İyi (45-55 puan), Çok İyi (55-70 puan), Mükemmel (70-85 puan) ve Seçkin (85 puan üstü) olmak üzere derecelendirilir (Erdede ve Bektaş, 2014).

### 2.3. Sertifika Sistemleri ile İlgili Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Çoğu ülkenin yapılan çalışmalar gibi Türkiye’de de temel sertifika sistemleri baz alınarak özgün sertifika sistemi oluşturulmaya çalışılmaktadır. Henüz ülkemizde yasal olarak geçerliliği sağlanamamakla birlikte, farklı alanlarda çalışan kişiler tarafından ortak oluşturulan iki farklı sistem mevcuttur. Yapı sektörü için sürdürülebilirliği ilke edinen Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK), 2007 yılında kurulmuştur. ÇEDBİK tarafından hazırlanan sistem, LEED ve BREEAM sistemlerini göz önünde tutarak Türkiye için Ulusal Yeşil Bina Sertifikası alınması için hazırlanmıştır (Erdede ve Bektaş, 2014). Oluşturulan sertifikanın sınırları, Türkiye şartlarına uyumluluğu, işverene maliyeti düşürmesi, beklenen sürdürülebilirlik seviyelerine ulaşma öngörüsü, gözden geçirmelerin yerel geri dönüşlerle yapılması sertifika avantajları arasındadır (Sümer, 2013).

Yeşil Bina Sertifikasının ana başlıkları; bütünlük yeşil proje yönetimi, arazi kullanımı, su kullanımı, enerji kullanımı, sağlık ve konfor, malzeme ve kaynak kullanımı, konutta yaşam, işletme ve bakım şeklinde sıralanabilir (Sümer, 2013). Belirtilen ana başlıklardan oluşan puanlama sonucunda; Tek Yaprak: Geçti-Certification-Pass, 2 Yaprak: Silver-Good, 3 Yaprak: Gold-Very Good, 4 Yaprak: Platin-Excellent sertifikaları verilmektedir (Çamlıbel ve Alhanlıoğlu, 2012).

İkinci sistem olan Sürdürülebilir Enerji Etkin Binalar (SEEB-TR) ise Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi (MSGSÜ) bünyesi içinde çalışmalara başlamıştır. İki sistem de ülkemizin şartlarına uyum sağlayan yeni bir sistem oluşturmak için dünyadaki örnekleri detaylı bir şekilde incelemiştir (Erdede ve Bektaş, 2014). Sertifika alma süreci yatırımcı tarafından ekonomik maliyetleri arttıran bir yük olarak algılanmakta ve bu nedenle sertifika sistemlerine sıcak bakmamaktadır. Ancak araştırmalar, ilk yatırımda artan maliyetin, bina işletimindeki maliyetleri azalttığını ve binanın pazardaki değerini arttırdığını göstermektedir. Sertifika almanın maliyeti, toplam maliyetin sertifika tipine göre %1-6 olduğu belirtilmektedir (Çelik, 2009).

### 3. Yeşil Binaların Avantajları ve Dünyadaki Yeri

Amerikan Yeşil Bina Konseyi’ne göre yeşil binalar çevresel, ekonomik ve toplumsal açıdan yararlar sağlamaktadır. Çevresel açıdan; ekosistemin ve biyolojik çeşitliliğin korunması ve geliştirilmesi, su ve hava kalitesinin artırılması, katı atığın azaltılması, doğal kaynakların korunması gibi yararlar sağlamaktadır. Ekonomik açıdan; işletim maliyetlerinin azaltılması, yapı değerinin ve karlılığının artırılması, çalışanların üretim ve memnuniyetinin artırılması, yaşam döngüsü süresince ekonomik performansın optimize edilmesidir. Toplumsal açıdan ise; havadaki, ısınmadaki ve akustikteki kalitenin artması, kullanıcının konforunda ve sağlığında iyileştirmeler, yerel altyapıdaki yüklenmenin azalması, genel yaşam kalitesinin artması olarak belirtilmiştir (Çelik, 2009).

Yapılan araştırmalara göre, yeşil olarak tasarlanan ve işletilen binaların, alışlagelmiş yöntemlerle tasarlanan ve işletilen ortalama binalara oranla enerji kullanımı için %24-50, CO<sub>2</sub> emisyonları için %33-39, su tüketimi için %30-50, katı atık miktarı için %70, bakım maliyetleri için ise %13 oranında azalmanın sağlanabileceği ön görülmektedir. Amerikan Yeşil Bina Konseyi (USGBC), yeşil bir binanın ortalama %32 daha az elektrik kullanarak yılda 350 metrik ton CO<sub>2</sub> emisyon salınımının önüne geçebileceğini belirtmektedir. Dünyada yeni binalara duyulan ihtiyaç her geçen gün artış göstermekte ve yapı sektörünün etkisi sürekli olarak artmaktadır. USGBC önümüzdeki 25 yıl içerisinde binaların neden olduğu CO<sub>2</sub> emisyonu salınımlarının, yıllık bazda %1.8’lik bir oran ile diğer sektörlere nazaran çok daha hızlı bir artış göstermesini öngörmektedir (Kobaş, 2011).

Birçok ülke yeşil binaları yaygınlaştırmak için farklı teşvik yöntemleri geliştirmiştir. ABD, bu teşvikler konusunda ön planda yer alan ülkelerin başında gelmektedir. Ayrıca İngiltere, Fransa, Hollanda, Almanya, Singapur, Brezilya ve daha birçok ülke yeşil binalar için teşvik sistemleri kullanmaktadır. ABD’de yeşil binaların yaygınlaşması için uygulanan teşvikler federal düzeyde vergi kredisi ve hızlandırılmış amortisman olarak iki şekilde uygulanmaktadır. Bir yükümlü yeşil bina konseptinde enerji yatırımı yaptığında, bu yatırım için harcanan maliyetin %10-30’u kadar bir vergi kredisi ya da hibeden yararlanabilmektedir (Erdoğan vd., 2015).

McKinsey firmasının tahminine göre, ABD’nde 2009 ile 2020 arasında yapılacak enerji verimliliği yatırımları sayesinde 395 milyar \$ değerinde enerji tasarrufu ve konutların toplam enerji talebinde %28 azalma mümkün olacağı, yine firmaların gelişmekte olan ülkelerde 90 milyar \$ değerindeki enerji verimliliği yatırımı sayesinde enerji masraflarının 600 milyar \$ azalacağı tahmin edilmektedir (McKinsey, 2010). Ticari binalarda 125 milyar \$’lık bir ilave yatırımın, enerji talebini %29 azaltacağı ve 290 milyar \$’lık enerji tasarrufu sağlayacağı öngörülmektedir (Granade vd., 2009). Tüm bu değerler ABD’nin yeşil binalara ne kadar önem verdiğini göstermektedir.

Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (DSKİK) tarafından yürütülen bir başka araştırma, ABD, Avrupa Birliği (AB), Japonya, Çin, Hindistan ve Brezilya’da yıllık 150 milyar \$ değerinde çevre dostu yeşil bina yatırım potansiyeli olduğunu ve bu yatırımlarla sağlanacak enerji tasarruflarının yatırım harcamalarını 5 yıldan daha az bir süre içerisinde geri ödeyebileceğini ortaya koymuştur. 150 milyar \$’lık ek yatırım ise kendisini 5-10 yıl içerisinde amorti etmektedir (WBCSD, 2009). Binalarda sürdürülebilirliği sağlamaya yönelik harcamaların geri dönüş sürelerinin analiz edildiği bir çalışma, bu tür harcamaların yaklaşık 6 yıl içinde kendisini amorti edebildiğini ortaya koymaktadır. Enerji tasarrufu sağlamaya yönelik harcamaların yalnızca çevreyi korumak açısından değil, aynı zamanda ekonomik açıdan da son derece karlı bir yatırım olduğunu göstermektedir (Erdoğan vd., 2015).

#### 4. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Bursa ilinin Osmangazi ilçesi Çekirge semtinde yer alan, toplam 150 m<sup>2</sup> taban alanına sahip (15 m \* 10 m), iki katlı bir ofis binası klasik ve yeşil olmak üzere iki şekilde tasarlanmıştır. Her iki tasarım için de binaların ana hatlarının çizimleri Şekil 1-4’te verilmiştir. Bu ofisin;

1. katında; 3 adet 3 m<sup>2</sup>’lik tuvalet (WC), 2 m<sup>2</sup>’lik merdiven boşluğu, 139 m<sup>2</sup>’lik açık ofis çalışma alanında 9 adet çalışma masası ve 1 adet danışma masası için elektrik ve internet tesisatı yer almakta;

2. katında; 12 m<sup>2</sup>’lik mutfak, 45 m<sup>2</sup>’lik yönetim odası, 2 m<sup>2</sup>’lik merdiven boşluğu ve 91 m<sup>2</sup>’lik toplantı ve dinlenme alanı bulunmaktadır.



Şekil 1. Klasik ofisin genel görünüşü



Şekil 2. Yeşil ofisin genel görünüşü



Şekil 3. Yeşil ofisin arkadan görünüşü



Şekil 4a. Ofisin 1. kat görünüşü (15 m\*10 m=150 m<sup>2</sup>)



**Şekil 4b.** Ofisin 2. kat görünüşü (15 m\*10 m=150 m<sup>2</sup>)

Klasik ofis binasında, yalıtımsız bina kabuğu, doğalgaz sistemi ile ısıtma, tasarruflu enerji kullanımı söz konusu iken, yeşil ofis binasında kendi enerjisini kendisi üreten, ısı ve enerji kayıplarını minimize eden, doğadan maksimum derecede faydalanan bir yapı özelliği mevcuttur. Her iki tasarımda da, bir ofiste yer alması gereken bütün detaylara yer verilmiş ve maliyetleri piyasada geçerli olan fiyatlar üzerinden hesaplanmıştır (URL-13, 2017). Yeşil ofis binası ve klasik ofis binasındaki enerji kullanım miktarları ile kullanım bedelleri hesabı yıllık olarak dikkate alınmıştır. Her iki ofisin yatırım maliyetleri ile enerji kullanım bedelleri arasındaki farklar da hesaplanmıştır.

Tasarımlar sırasında hesaplamaların gerçeğe uygunluğu açısından gerekli durumlarda tesisat ustalarına danışılmıştır. Bunun yanı sıra, bina için gerekli ısıtma enerjisi hesaplarında TS 825 dikkate alınmıştır. Elektrik enerjisi kullanım hesaplarında, hafta sonları ve resmi izinler çıkarıldığında 251 iş günü kabul edilmiş ve ofisin; buzdolabı, aydınlatma, bilgisayar, klima ve diğer elektrikli aletlerden kaynaklanan elektrik tüketimi toplamı klasik ve yeşil ofis için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yeşil ofiste kullanılan beyaz eşyalar A++ enerji tasarruflu seçilmiş ve LED aydınlatmalar kullanılmıştır. Yeşil ofisin klasik ofise göre su tüketimi açısından farkı, tasarruflu muslukların ve rezervuarların tercih edilmesidir. Su tüketimi hesaplarında ofiste 12 kişinin günde 8 saatten yılda toplam 251 iş günü çalıştığı kabul edilmiştir.

## 5. Bulgular ve Tartışma

Türkiye çapında yeşil bir ofis için amortisman hesabının ilk defa yapıldığı bu çalışmada, iki katlı ve 150 m<sup>2</sup> olarak planlanan klasik ofis ile yeşil ofisteki elektrik ve su sarfiyatları, ısıtma için

harcanan enerji miktarları ve kullanım bedelleri piyasa rayiç bedelleri üzerinden hesaplanmıştır. İlave olarak, yeşil ofisin ne kadar sürede kendini amorti edeceği yine günümüz koşullarına uygun olarak belirlenmiştir.

### 5.1. Klasik ve Yeşil Ofisin Elektrik ve Su Sarfiyatları İle Isıtma İçin Harcanan Enerji Miktarlarının Belirlenmesi

Klasik ofis ile yeşil ofisin elektrik, ısıtma ve su kullanım sistemleri çeşitli farklılıklar göstermektedir. Türk Standardı (TS) 825'e göre yapılan ısı hesaplarında, klasik ofisin yıllık ısıtma ihtiyacı 69.951.89 kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçtan kullanılan doğal gaz hacmini hesaplamak için hacim-enerji dönüşümü kullanılmalıdır ve bu değer 1 m<sup>3</sup> doğalgaz tüketildiğinde, 10.64 kWh ısıtma enerjisine karşılık gelmektedir (URL-14, 2017).

#### Klasik ofis için doğalgaz ihtiyacı ve maliyeti;

$69.951.89 / 10.64 = 6.574.42 \text{ m}^3$  doğalgaz kullanılması gerekmektedir.

Doğalgaz tüketim bedeli 0.31 \$/m<sup>3</sup>'tür (URL-15, 2017).

$6.574.42 * 0.31 = 2.038 \text{ \$'dır.}$

#### Klasik ofis için elektrik kullanım miktarı ve maliyeti;

Elektrik kullanım bedeli 0.12 \$/kWh (URL-16, 2017) ve elektrik kullanım hesaplarına göre yıllık elektrik sarfiyatı 17.071.51 kWh'tir. Yıllık elektrik tüketim maliyeti;

$17.071.51 * 0.12 = 2.048.5 \text{ \$'dır.}$

#### Klasik ofis için su kullanım miktarı ve maliyeti;

Su tüketim bedeli 1.30 \$/m<sup>3</sup> (URL-17, 2017); su kullanım hesaplarına göre yıllık su sarfiyatı 833.28 m<sup>3</sup>'tür ve yıllık su kullanım maliyeti;

$833.28 * 1.30 = 1.084 \text{ \$'dır.}$

Yeşil ofiste kullanılan elektrik, çatıya döşenen güneş panellerinden elde edilirken, ısıtma enerjisi toprak kaynaklı ısı pompası ile yerden ısıtma olarak sağlanmaktadır. Toprak kaynaklı ısı pompasının tercih edilmesinin en önemli nedeni, toprak sıcaklığının kararlı olmasıdır. Kış aylarında bile toprak sıcaklığı ortalama 8-10 °C arasında değişmektedir. Günümüzde yaygın olarak kullanılmamasına neden olan tek dezavantajı, boru sisteminin döşenmesi için gerekli alan ihtiyacıdır (Yahşi, 2017). Yerden ısıtma sisteminde kullanılan yöntemde ise, odanın ısı kaybının fazla olduğu alanlara daha sık, ısı kaybının az olduğu alanlara ise daha seyrek boru



döşemesi yapılarak ısının oda içerisinde eşit dağılımı sağlanmaktadır. Bu koşullarda gerekli enerji ihtiyacını doğru noktalara sevk ederek, enerji yönetimi sağlanmış olmaktadır. Maliyeti gün geçtikçe azaltılan bu sistem, ülkemizde yeni yapılarda kullanılmaya başlanmıştır (URL-18, 2019).

Yeşil ofislerde su tasarrufu amacıyla, fotoselli musluklar kullanılmaktadır. Su kullanım

hesaplarına göre, yeşil ofisin yıllık su sarfiyatı  $275.52 \text{ m}^3$ 'tür ve yıllık su kullanım maliyeti;

$$275.52 * 1.30 = 358 \text{ \$'dır.}$$

Klasik ofis ve yeşil ofisin elektrik, ısıtma ve su sistemlerinin kullanım miktarları ve maliyetleri açısından karşılaştırılmaları Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'e göre klasik ofisin yıllık maliyeti 5.170.5 \$ iken, yeşil ofisin yıllık maliyeti 358 \$'dır.

**Tablo 4.** Klasik ve yeşil ofisin elektrik, ısıtma ve soğutma sistemlerinin maliyet açısından karşılaştırılması

	Klasik ofis		Yeşil ofis	
	Kullanım miktarı	Maliyet (\$/yıl)	Kullanım miktarı	Maliyet (\$/yıl)
Elektrik	17.071.51 kWh/yıl	2.048.5	6.566.16 kWh/yıl	-
Doğalgaz	6.574 m <sup>3</sup> /yıl	2.038	1.622.4 m <sup>3</sup> /yıl	-
Su	833.28 m <sup>3</sup> /yıl	1.084	275.52 m <sup>3</sup> /yıl	358
Toplam tutar	-	5.170.5	-	358

## 5.2. Klasik ve Yeşil Ofisin İnşaat Maliyetlerinin Belirlenmesi

Klasik ofis ile yeşil ofisin inşaat maliyetleri Tablo 5'te verilmektedir. Hesaplamalarda klasik ofis ile

yeşil ofisin yapım aşamasından, içerisindeki tüm malzeme ve eşyaların döşenmesine kadar tüm maliyetler dikkate alınmıştır (URL-13, 2017). Klasik ofisin anahtar teslim fiyatı 61.637 \$ iken, yeşil ofisin anahtar teslim fiyatı 93.376 \$'dır.

**Tablo 5.** Klasik ofis ile yeşil ofisin inşaat maliyetleri

	Klasik ofis (\$)	Yeşil ofis (\$)
Pencere	2.200	6.636
Sıva	3.987	3.987
Su tesisatı	1.318	2.135
Beton	4.240	4.240
Demir	7.174	7.174
Duvar örme maliyeti	14.236	14.236
Harç	795	795
Kolon	528	528
Çatı	7.486	7.486
Elektrik tesisatı	3.234	2.365
Döşemeler	3.479	3.479
Kapılar	545	545
Merdiven	369	369
Mutfak dolapları	596	596
Elektrikli ofis eşyaları	8.452	2.512
Isıtma sistemi	2.998	5.224
Güneş panelleri maliyeti	-	18.417
Isı pompası maliyeti	-	9.079
Yalıtım maliyeti	-	1.896
Yağmur suyu deposu	-	1.677
Toplam maliyet	61.637	93.376

### 5.3. Amortisman Süresinin Hesaplanması

Klasik ofis ve yeşil ofisin enerji sarfiyatları ile bu sarfiyatların yıllık enerji için harcanan tutarları belirlenmiştir. Klasik ofis ile yeşil ofisin arasındaki maliyet farkının, enerji için harcanan tutarların farkına oranı amortisman süresini vermektedir. Tablo 5'e göre, yeşil ofisin maliyeti 93.376 \$, klasik ofisin maliyeti 61.637 \$'dir. Yeşil ofiste elektrik, ısıtma ve su için harcanan enerjinin yıllık maliyeti 358 \$; klasik ofiste ise 5.170.5 \$'dir (Tablo 4). Buna göre yeşil ofisin amortisman süresi, 6 yıl 5 ay olarak bulunmuştur.

- Yeşil ofis ile klasik ofis arasındaki maliyet farkı;  
 $93.376-61.637=31.739$  \$'dir.
- Yeşil ofis ile klasik ofis enerji harcamaları arasındaki fark;  
 $5.170.5-358=4.812.5$  \$/yıl'dır.
- Amortisman süresi;  
 $31.739/4.812.5= 6$  yıl 5 ay'dır.

Yapılan literatür incelemelerinde, bu çalışmada yapılan yeşil bir ofisin tasarımı ve maliyet farkından amortisman süresine yönelik herhangi bir benzer çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak Bayar (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, Ankara şartları için toplam iç kullanım alanı 100 m<sup>2</sup>, iki katlı bir yeşil ev tasarlanmış olup, elektrik enerjisinde kullanılan ekipmanlar için amortisman süresinin 7.13 yıl, ısıtma enerjisinde kullanılan ekipmanlar için amortisman süresinin de 10.89 yıl olduğu bulunmuştur.

## 6. Sonuçlar

Son yıllarda nüfusla birlikte enerji ihtiyacındaki artış ve fosil kaynakların kısıtlı olması göz önüne alındığında, alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesinin gerekliliği gündeme gelmiştir. Enerji sektöründe verimlilik, arz ve talep açısından ideal düzeylere getirilmedikçe, enerji tüketimi tarafından Türk ekonomisine olan baskının azalması mümkün gözükmemektedir. Ülkemiz için öngörülen binalardaki asgari enerji tüketim limitleri, benzer iklim koşullarına sahip ülkeler ile karşılaştırıldığında, %30 daha fazladır. Türkiye'nin maliyet açısından en etkin çıkış noktası enerji verimliliğini arttırarak nihai tüketimin %25'inin potansiyel olarak geri kazanılmasıdır (Keskin, 2011).

Bu çalışmada, bütün enerji ihtiyacını dışarıdan hazır olarak sağlayan klasik bir ofis ile elektrik enerjisini güneşten, ısıtma enerjisini toprak

kaynaklı ısı pompasından, su ihtiyacını ise tasarruflu armatürlerle azaltarak hazır karşılayan bir yeşil ofis tasarlanmıştır. Klasik ofisin doğalgaz ihtiyacı, elektrik ve su kullanım miktarı ile maliyetleri, yeşil ofisin su kullanım miktarı ve maliyeti hesaplanmıştır. Çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Klasik ofisin toplam inşaat maliyeti 61.637 \$, yeşil ofisin toplam inşaat maliyeti ise 93.376 \$ olarak hesaplanmıştır.
- Klasik ofisin yıllık enerji ihtiyacı maliyeti 5.170.5 \$; yeşil bir ofisin enerji ihtiyacının büyük çoğunluğu yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanacağı için yıllık enerji ihtiyacı maliyeti sadece 358 \$'dir.
- Yeşil ofis için hesaplanan amortisman süresi 6 yıl 5 ay'dır.

Çalışmanın sonucunda, yeşil ofisin maliyetinin klasik ofise oranla yüksek olduğu görülmekle birlikte, yeşil ofisin yıllık enerji ihtiyacının klasik ofise göre çok daha düşük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ofislerde, düşük su tüketiminin olması ve ısıtma enerjisinin fosil yakıtlardan değil de toprak kaynaklı ısı pompasından karşılanması avantajdır. Ayrıca, güneş panellerinden sağlanan elektrik enerjisinin kullanım fazlası devlete satılarak ekstra maliyet elde edilebileceği düşünülmektedir.

İnşa edilen yapıların ortalama ömürlerinin 50 yıl olduğu bilinmektedir (URL-19, 2011). Bu bilgiden yola çıkarak, bu çalışmada hesaplanan amortisman süresinin kullanım ömrünün yaklaşık onda biri olduğu belirlenmiştir. Zaman içerisinde binanın kullanım durumuna paralel olarak bakımlar düzenli olarak yapıldığı takdirde, elde edilen sonuç doğrultusunda yeşil ofisin ilerleyen yıllarda kullanıcılarına büyük maliyet avantajları kazandıracığı ön görülmektedir.

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları açısından şanslı bir ülke olmasına rağmen, bu kaynakları değerlendirme konusunda çok aktif değildir. Fosil kaynaklardan uzaklaşarak, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde durulduğunda, hem dış ülkelere olan enerji bağımlılığımız azalacak, hem de gelecek nesillere daha sağlıklı ve yaşanılabilir bir dünya bırakılmış olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı üzerine yapılan araştırmalar ve yatırımlar, ülkemizin refah düzeyinin artmasına katkıda bulunacaktır.

## Kaynaklar

- Anbarcı, M., Giran, Ö. ve Demir, İ.H., 2012. Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemleri ile Türkiye'deki Bina Enerji Verimliliği Uygulaması, e-Journal of New World Sciences Academy. 7(1), 368-383.
- Bayar, U., 2016. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanılan Bir Yeşil Ev Analizinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 179 s.
- Çamlıbel, E. ve Alhanlıoğlu, G., 2012. 2023 Yılında Türkiye'de Yeşil Konutlar. Ekoyapı Dergisi.
- Çelik, E., 2009. Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin İncelenmesi Türkiye'de Uygulanabilirliklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 97 s.
- Erdede, S.B. ve Bektaş, S., 2014. Ekolojik Açından Sürdürülebilir Taşınmaz Geliştirme ve Yeşil Bina Sertifika Sistemleri, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi. 6(1), 1-12.
- Erdoğan, M.M., Karaca, C., Çamlıbel, M.E., Alhanlıoğlu, G., Akgün, Y. ve Uğurlu, D., 2015. Enerji tasarrufu perspektifinden çevre dostu sosyal binalar ve yaygınlaşmasına hizmet edebilecek maliye politikaları, Türkiye Maliye Sempozyumu, 20-24 Mayıs 2015, Antalya, Türkiye, s 30.
- Granade, H.C., Creyts, J., Derkach, A., Farese, P., Nyquist, S. ve Ostrowski, K., 2009. Unlocking energy efficiency in the U.S. economy. McKinsey.
- Keskin, T., 2011. Türkiye'de enerji verimliliği süreci ve yapılması gerekenler, TMMOB 8. Enerji Sempozyumu, 17-19 Kasım 2011, İstanbul.
- Kobaş, B., 2011. Oluşturulmakta Olan Türk Yeşil Bina Değerlendirme Sisteminin Malzeme Kategorisi İçin BREEAM ve LEED Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, 97 s.
- McKinsey, 2010. Energy Efficiency: A Compelling Global Resource. McKinsey & Company.
- Öztürk, H.H., 2013. Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Somalı, B., 2010. LEED mi BREEAM mi?, Yeşil Bina Dergisi, 1.
- Sümer, E., 2013. Yeşil Bina Proje Yönetim Süreçleri ve Türkiye'de LEED ve BREEAM Uygulamalarında Proje Yönetimi Süreçlerine İlişkin Örnek Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 127 s.
- WBCSD, 2009. Energy efficiency in buildings: Transforming the market. World Business Council for Sustainable Development, Geneva.
- Yahşi, S., 2016. Yeşil Bir Ofisin Çevresel Analizi ve Maliyet Hesabı. Bitirme Projesi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Bursa, 77 s.
- Yılmaz, Z., 2010. Binalarda Enerji Verimliliği ve Yeşil Bina Sertifikasyonu İçin Bina Enerji Modellemesi. Ekoyapı Dergisi. 1.
- Yöntem, S., 2016. Çevre Dostu Binalarda Enerji Verimliliği Örnek Uygulamalar, Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması İçin Teknik Yardım Projesi, 1-39.
- Yüksel, T. ve Acarkan, B., 2013. Yeşil binalar ile aydınlatma için tüketilen enerjideki tasarruf potansiyelinin ve ekonomik katkıların belirlenmesi, Elektrik Mühendisleri Odası V. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, 23-24 Mayıs 2013, Kocaeli, Türkiye.

### URL-1

<http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/YesiIIBolBiNA.pdf> 2017. 7 Haziran 2018.

### URL-2

<https://yuvayayolculuk.com/cevre-enerji-etkilesimi.html> 2015. 6 Haziran 2018.

### URL-3

[http://www.erketasarim.com/yesil-bina-danismanligi/?gclid=oxmwOKqdsvZFGezQsqrvqZmQc6tXcw7K0jK3EIZh8sBoCepPw\\_wcB](http://www.erketasarim.com/yesil-bina-danismanligi/?gclid=oxmwOKqdsvZFGezQsqrvqZmQc6tXcw7K0jK3EIZh8sBoCepPw_wcB) 2017. 7 Haziran 2018.

### URL-4

<https://kuzeyormanlari.org/2015/03/30/anadolun-un-il-il-baraj-ve-hes-soykirim-haritasi/>

### URL-5

<https://www.enerjiatlası.com/ruzgar-enerjisi-haritasi/turkiye>

### URL-6

<http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita>

### URL-7

<http://ekolojist.net/turkiyede-gunes-enerjisi-kullanimi-potansiyel-degeri/>

### URL-8

<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/12/20081205-9.htm> 2008. 8 Haziran 2018.

### URL-9

<https://cedbik.org/tr/haberler/leed-yes-il-bina-sertifikasi-olan-ilk-10-ulke-icinde-turkiye-8-sirada-36-n> 2018. 8 Haziran 2018.

### URL-10

<https://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs5546.pdf> 2010. 22 Haziran 2018.

URL-11 Green Construction, "Introducing Green Buildings & LEED® to Contractors". s.1, 2004.

URL-12 <https://new.usgbc.org/leed>. 20 Haziran 2018.

URL-13 Bursa, Osmangazi İlçesi, Gazcılar ve Bahar mahallesinde bulunan esnaflardan alınan fiyatlar. 2017.

URL-14 <http://gazelektrik.com/enerji-piyasalari/dogalgaz-fiyatları> 2017. 29 Temmuz 2018.

URL-15 <http://gazelektrik.com/s-s-s/dogalgaz-metrekup-fiyatı> 2017. 29 Temmuz 2018.

URL-16 <https://enerjienstitusu.org/elektrik-fiyatları/2017>. 11 Temmuz 2018.

URL-17 [http://www.buski.gov.tr/tr/haber/buskinin\\_buyuk\\_hizmet\\_kosusu\\_439](http://www.buski.gov.tr/tr/haber/buskinin_buyuk_hizmet_kosusu_439) 2017. 07 Temmuz 2018.

URL-18 <http://www.cetinmuhendislik.com.tr/Default.aspx> 2019. 25 Nisan 2019.

URL-19 <http://www.haberturk.com/ekonomi/emlak/haber/682333-bir-binanın-omru-ne-kadar#> 2011. 05 Temmuz 2018.