

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



SÜRDÜRÜLEBİLİR YEŞİL BİNALARIN LEED SERTİFİKASINA GÖRE  
İRDELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hicran TAŞDEMİR

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
İnşaat Mühendisliği Programı

Eylül, 2021

**T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**SÜRDÜRÜLEBİLİR YEŞİL BİNALARIN LEED SERTİFİKASINA GÖRE  
İRDELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS DÖNEM PROJESİ**

**Hicran TAŞDEMİR  
(Y1913.090003)**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
İnşaat Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN**

**Eylül, 2021**

## ONAY FORMU

## **YEMİN METNİ**

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Sürdürülebilir Yeşil Binalarına LEED Sertifikasına göre İrdelenmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça 'da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (.././2021)

**Hicran TAŞDEMİR**

## **ÖNSÖZ**

Tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı şekillendiren sayın Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN hocama teşekkürleri bir borç bilirim.

**Haizran, 2021**

**Hicran TAŞDEMİR**

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
KISALTMALAR .....	iv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT .....	viii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Sürdürülebilirlik .....	1
1.2 Yeşil Bina Kavramı .....	4
1.3 Yaşam Döngüsü Değerlendirme (LCA) Sistemleri.....	5
1.4 Enerji .....	7
<b>2. YEŞİL BİNA SERTİFİKA SİSTEMLERİ.....</b>	<b>10</b>
2.1 Sürdürülebilir Bina Sertifikalandırma Sistemlerine Genel Bakış .....	10
2.2 BREEAM Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemi .....	13
2.3 DGNB Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemi .....	14
2.4 LEED Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemi .....	19
2.4.1 LEED Sertifikasının maddi faydaları.....	20
2.4.2 LEED sertifika kategorileri .....	22
<b>3. LEED DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ.....</b>	<b>24</b>
3.1 Sürdürülebilir Araziler .....	24
3.2 Su Verimliliği .....	26
3.3 Enerji ve Atmosfer .....	27
3.4 Malzeme ve Kaynaklar.....	28
3.5 İç Hava Kalitesi .....	30
3.6 Tasarımda Yenilik ve Bölgesel Öncelik.....	31
<b>4. ÜSKÜDAR BELEDİYESİ HİZMET BİNASI ve NİKAH SARAYI.....</b>	<b>33</b>
4.1 Konum Bilgisi .....	33
4.2 Örnek Binanın LEED sertifika Kategorisine Göre İrdelenmesi.....	35
4.2.1 Enerji ve atmosfer .....	35
4.2.2 İç hava kalitesi .....	35
4.2.3 Sürdürülebilir araziler .....	36
4.2.4 Su verimliliği.....	37
4.2.5 Malzemeler ve kaynaklar .....	38
4.2.6 Konum ve nakliyat .....	38
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....</b>	<b>39</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>41</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>44</b>

## KISALTMALAR

<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>BM</b>	: Birleşmiş Milletler
<b>BRE</b>	: Building Research Establishment
<b>BREEAM</b>	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
<b>CASBEE</b>	: Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency
<b>ÇED</b>	: Çevresel Etki Değerlendirmesi
<b>ÇEDBİK</b>	: Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
<b>DGNB</b>	: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
<b>DOE</b>	: Department of Energy
<b>DPT</b>	: Devlet Planlama Teşkilatı
<b>EKB</b>	: Enerji Kimlik Belgesi
<b>EPA</b>	: Environmental Protection Agency
<b>FSC</b>	: Forest Stewardship Council
<b>GBCI</b>	: Green Business Certification Inc.
<b>ISO</b>	: International Organization for Standardization
<b>LCA</b>	: Life Cycle Assessment
<b>LEED</b>	: Leadership in Energy and Environmental Design
<b>NATO</b>	: North Atlantic Treaty Organization
<b>NIST</b>	: National Institute of Standards and Technology
<b>OPR</b>	: Owners Project Requirements
<b>SETAC</b>	: Society of Environmental Toxicology and Chemistry
<b>SK</b>	: Sürdürülebilir Kalkınma
<b>STK</b>	: Sivil Toplum Kuruluşu
<b>ASHRAE</b>	: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
<b>HVAC</b>	: Heating, Ventilation, and Air Conditioning
<b>UÇEP</b>	: Ulusal Çevre Eylem Planı
<b>UNEP</b>	: United Nations Environment Programme
<b>USGBC</b>	: United States Green Building Council
<b>WGBC</b>	: World Green Building Council- Dünya Yeşil Binalar Konseyi
<b>YDA</b>	: Yaşam Döngüsü Analizi
<b>YDD</b>	: Yaşam Döngü Değerlendirmesi

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 2.1:</b> BREEAM Bölümlerinin Ağırlıklandırması.....	14
<b>Çizelge 2.2:</b> BREEAM Sertifika Sınıf ve Puanları (URUK, & İSLAMOĞLU, 2019). .....	14
<b>Çizelge 2.3:</b> DGNB Performansa göre Kriterlerinin Bina ve Kentsel Bölgeler için Yüzdelik Dilimi (DGNB).....	16
<b>Çizelge 2.4:</b> DGNB Değerlendirme Dereceleri .....	16
<b>Çizelge 2.5:</b> LEED Bina Sertifika Kategorileri (Anonim, 2020) .....	23
<b>Çizelge 3.1:</b> Sürdürülebilir Arazi Kriteri Kredi Analizi .....	24
<b>Çizelge 3.2:</b> Su Verimliliği Kriteri Kredi Analizi .....	26
<b>Çizelge 3.3:</b> Enerji ve Atmosfer Kriteri Kredi Analizi.....	27
<b>Çizelge 3.4:</b> Malzeme ve Kaynaklar Kriteri Kredi Analizi .....	29
<b>Çizelge 3.5:</b> İç Hava Kalitesi Kriteri Kredi Analizi .....	30
<b>Çizelge 3.6:</b> Tasarımda Yenilik Kriteri Kredi Analizi.....	32
<b>Çizelge 4.1:</b> Üsküdar Belediyesi Hizmet Binası Proje Bilgileri ve Hizmet Alanları	34
<b>Çizelge 4.2:</b> LEED Dereceleri (Anbarcı, Giran, Demir, 2012)..	38



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1: Sürdürülebilirlik Kavramının Ana Bileşenleri .....	1
Şekil 1.2: Doğal Çevrenin Üretim ve Tüketim Etkileşimi .....	2
Şekil 1.3: Sürdürülebilir Bir Binanın Yaşam Döngüsü. ....	6
Şekil 1.4: Sürdürülebilir Bina Derecelendirme ve Sertifikasyon Sistemlerinin Yapı Yaşam Döngüsü Aşamalarına göre Değerlendirdiği Temel Konular.....	6
Şekil 1.5: Enerji Verimliliğinin Kazanımları.....	8
Şekil 1.6: 1970-2007 Yıllarında Binaların Nihai Enerji Tüketimindeki Payı. ....	9
Şekil 2.1: Dünyada Ulusal Yeşil Bina Sertifika Sistemleri .....	12
Şekil 2.2: Sertifikasyon Sistemleri .....	13
Şekil 2.3: DGNB Sertifikası Kriter ve Puan Ağırlık Yüzdesi .....	16
Şekil 2.4: DGNB Sertifikasyon Süreci Aşamaları.....	18
Şekil 3.1: Sürdürülebilir Arazi Başlığı Altında Alınabilecek Kredi Grafiği .....	24
Şekil 3.2: Su Verimliliği Başlığı Altında Alınabilecek Kredi Grafiği.....	26
Şekil 3.3: Enerji ve Atmosfer Kriteriyle Alınabilecek Kredi Grafiği.....	27
Şekil 3.4: Malzeme ve Kaynaklar Başlığı Altında Alınabilecek Kredi Grafiği .....	29
Şekil 3.5: İç Hava Kalitesi Başlığı Altında Alınabilecek Kredi Grafiği.....	30
Şekil 3.6: Tasarımda Yenilik Kriteriyle Alınabilecek Kredi Grafiği .....	32
Şekil 3.7: Bölgesel Öncelik Kriteriyle Alınabilecek Kredi Grafiği.....	32
Şekil 4.1: LEED Sertifika Kategorileri .....	33
Şekil 4.2: Üsküdar Belediyesi Hizmet Binası Konum Görünümü .....	34
Şekil 4.3: Üsküdar Belediye Binası Maket Görünümü .....	36
Şekil 4.4: Üsküdar Belediye Binası Dış Görünümü .....	37

# SÜRDÜRÜLEBİLİR YEŞİL BİNALARIN LEED SERTİFİKASINA GÖRE İRDELENMESİ

## ÖZET

İklim değışikliklerinin yaşanması, küresel ısınmanın artması ve enerji kaynaklarının tükenmesi sorunlarının başlıca sebeplerinden biri de alışlagelmiş inşaat yapım teknolojisiyle üretilen binalardır. Yapı sektörü, bu olumsuzlukları azaltabilmek adına sürdürülebilir, çevre dostu, enerji tasarrufunu hedefleyen yapıları tasarlayıp yeşil bina kavramını geliştirerek yeni çözümler üretmeye doğru yönelmiştir. Yeşil bina uygulamalarının giderek artması ile bu alanda kurulan kurum ve kuruluşlar sürdürülebilir bina standardına uygun yapı ve konutlara sertifika vermeye başlamıştır. Bunlardan en önemlilerinden biri ABD kaynaklı LEED sistemidir. Bu çalışma ile Türkiye’de yeşil belgeli LEED sertifikasına sahip binalar incelenmiştir. İncelenen binalarda LEED sertifikasyon kriterlerine göre yeşil binaların sürdürülebilir üretimdeki rolünün belirlenmesi ve çevre dostu bir bina amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında ele alınan konut incelenip suyun verimli bir şekilde kullanımı ve enerji verimliliğinin sağlanması, doğal kaynakların tüketimi açısından yapılması gerekenlerin enerji ve su verimliliği ölçüğü baz alınarak belirtilmiştir. Bu çalışmada; enerji ve atmosfer, iç hava kalitesi, sürdürülebilir araziler, su verimliliği, malzeme ve kaynaklar, konum ve nakliyat kriterleri açısından değerlendirilerek, yeşil binaların sürdürülebilir üretimdeki rolü ekonomik ve çevresel açıdan ortaya konulmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Sürdürülebilirlik, yeşil bina, yeşil sertifika sistemleri, LEED*

# EVALUATION OF SUSTAINABLE GREEN BUILDING ACCORDING TO LEED CERTIFICATE

## ABSTRACT

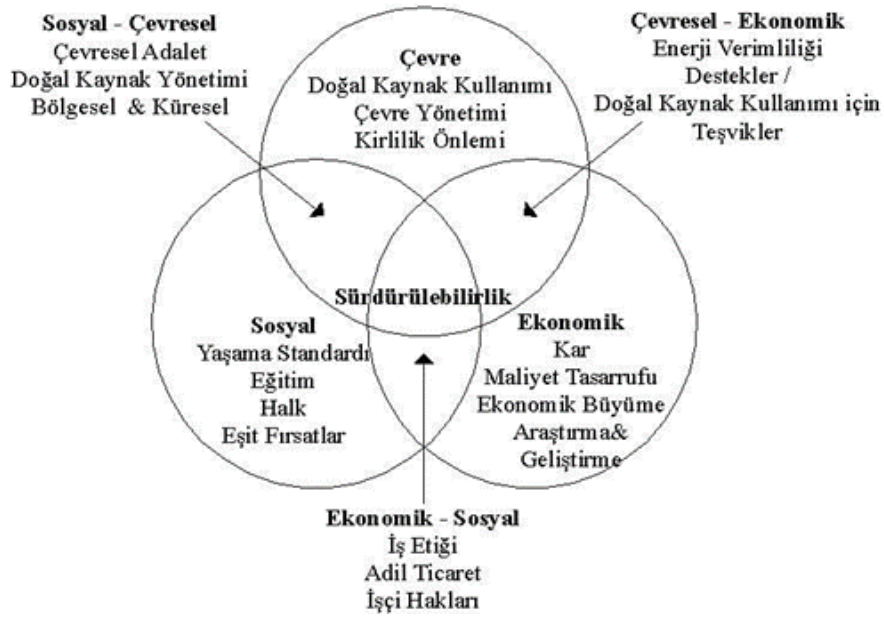
One of the main causes of climate change, increasing global warming and depletion of energy resources are buildings produced with conventional construction technology. In order to reduce these negativities, the building sector has turned towards creating new solutions by designing sustainable, environmentally friendly, energy-saving structures and developing the concept of green buildings. With the increasing number of green building applications, institutions and organizations established in this area have started to issue certificates to buildings and houses in accordance with the sustainable building standard. One of the most important of these is the LEED system originating in the USA. With this study, green certified LEED certified buildings were examined in Turkey. In the buildings examined, it is aimed to determine the role of green buildings in sustainable production according to LEED certification criteria and to be an environmentally friendly building. The house covered within the scope of the study are examined and the efficient use of water and energy efficiency are indicated on the basis of the energy and water efficiency scale of what needs to be done in terms of consumption of natural resources. In this study; The role of green buildings in sustainable production has been tried to be demonstrated economically and environmentally by evaluating energy and atmosphere, indoor air quality, sustainable land, water efficiency, materials and resources, location and transportation criteria.

**Keywords:** *Sustainability, green building, green certification schemes, LEED,*

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik kavramının tanımı; 1987 yılında yayınlanan Brutland Raporu'nda; bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin gereksinimlerini tehlikeye sokmadan sürdürülebilir yapma anlamında betimlenmiştir (WCED, 1987). Genel bir şekilde sürdürülebilirlik yeteneği çevresel, sosyal ve ekonomik her üç hususa da dayanmaktadır (Goodland, 1995). Sürdürülebilirlik bilimi, bilimsel araştırmanın işlevlerini, yönergesi ve kapsamını yeniden tanımlayarak, dünya gezegeninin yaşam destek sistemlerini korurken toplumdaki ihtiyaç ve değerlere duyarlı olmayı amaçlamaktadır (Jerneck ve ark., 2011).

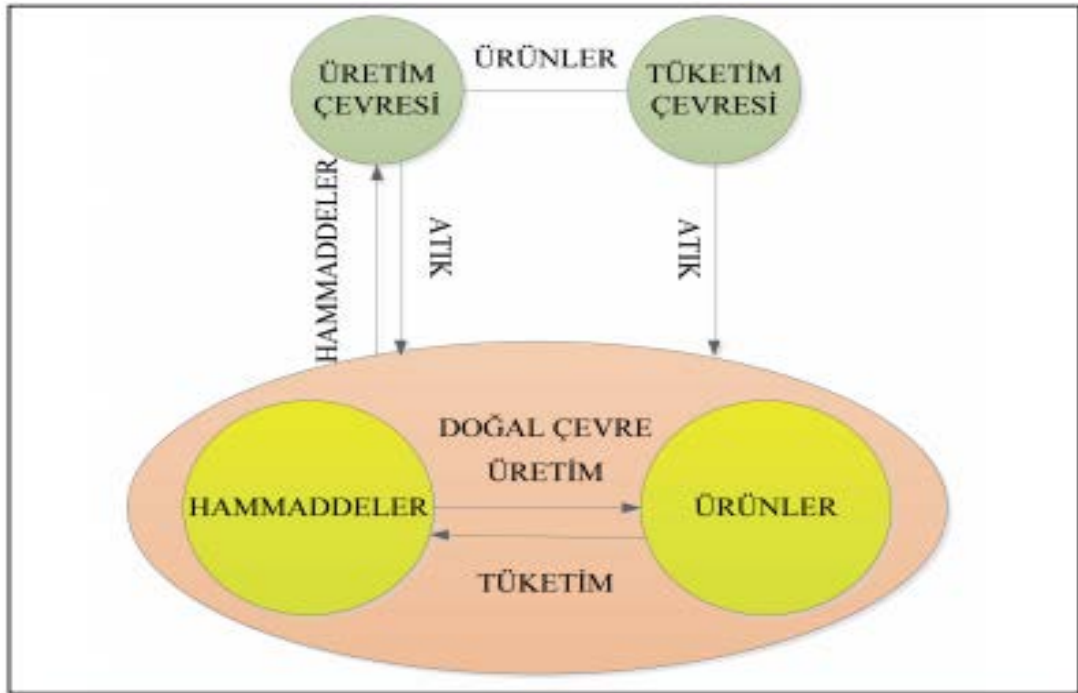


**Şekil 1.1:** Sürdürülebilirlik Kavramının Ana Bileşenleri.

**Kaynak:** (Bayraktar, 2011)

Sürdürülebilirliği sağlamak için, malzemenin yeniden kullanılabilirlik ve geri dönüştürülebilirlik özelliği olması gerekir (Pearce ve ark., 1995). Binaların neden oldukları olumsuz etkileri en hafife indirmek ve kaynak kullanımında

yaşanan problemleri azaltmak adına farklı çözüm arayışları gündeme gelmiştir. Bu arayışlardan birisi olan yeşil binalar, rahat, sağlıklı ve aynı zamanda sağlam, enerji verimli ve çevre dostu dizayn edilen yapılardır (Arslan, 2019). LEED sertifikalı binaların inşaat maliyeti genellikle LEED sertifikalı olmayan binalardan daha fazladır. İnşaat maliyetlerindeki artış, binaların ilk tasarım maliyetine, nispeten pahalı çevre dostu malzemelerin kullanımına ve çevre dostu malzeme tedarikinin ek maliyetlerine atfedilebilir. LEED sertifikalı binalar inşaat aşamalarında biraz ekstra maliyet olsa bile, sertifikalı binalar ek maliyetleri dengelemek için yeterli avantajlara sahiptir. Örneğin, enerji ve su tasarrufu, bakım maliyetlerinin azaltılması, verimlilik artışı ve ek yararları nedeniyle, çevre dostu binaların nispeten yüksek inşaat maliyetleri uzun vadede telafi edilecektir (Kats, 2006). Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik (LEED), Amerika Birleşik Devletleri'nin birçok şehrinde bir gereklilik olarak kabul edilmektedir ve sistem kullanımını cesaretlendirmeye teşvik edilmiştir (May ve Koski, 2007). Petrol ve bankacılık şirketleri yeşil binaların önemli müşterileridir ve yeşil stratejilerinin bir parçası olarak yeşil sertifikayı tercih etmektedir (Eichholtz ve ark., 2010).



**Şekil 1.2:** Doğal Çevrenin Üretim ve Tüketim Etkileşimi

**Kaynak:** (Mucan, Kayabaşı, & Madran,2016).

Birçok çalışma potansiyel yatırımları haklı çıkarmak için yeşil sertifikasyon sistemlerinin çeşitli yönlerden olumlu etkilerini açıklamıştır. (Altan & Karadağ, 2018). Yeşil binalar geleneksel binalara göre çok sayıda geri ödeme sunmaktadır. LEED sertifikalı binalar elektrikte %32'den daha az tüketir ve CO2 emisyonunda yıllık ortalama 385 ton azalma görülmektedir (Bon ve Hutchinson, 2000). Diğer yönden yeşil binalar organizasyon verimliliği ve iş performansı için katkı sağlamaktadır (Gou ve ark., 2013; Heerwagen, 2000). Ayrıca Ha ve ark. (2017) eğitim binalarının LEED sertifikasına göre inşaat maliyetleri üzerinde karşılaştırmalı bir çalışma yürütmüşlerdir. Sonuç olarak, ilk tasarım maliyetlerinin artması ve nispeten pahalı çevre dostu malzemelerin kullanımı nedeniyle ilk inşaat maliyetleri %3,8 oranında artmıştır. Ancak, LEED sertifikalı binalar, sertifikasız binalar ile karşılaştırıldığında, enerji kullanımı ile ilgili ek inşaat maliyetlerine karşı uzun vadede bir kar olacağı bildirilmektedir. Buna ek olarak, Chen, Yang, Lu (2015) ve Gou, Lau (2014) 'e göre çevre dostu tesis sisteminin enerji tasarrufu, sağlık ve iyileştirme üzerine etkinliği olduğu için bakım maliyetleri azaltılmaktadır. Miller, Spivey ve Florance (2008) araştırmalarında sertifikasyon sistemlerinin enerji verimliliğinde önemli etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu konuda görüş bildiren Kim ve ark. (2020) çalışmalarında, LEED sertifikalı bir binanın değeri, LEED sertifikalı olmayan bir binanın değerinden %49,9 daha fazla olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, LEED sertifikalı bir binanın bakım ve onarım maliyetleri, LEED sertifikalı olmayan bir binanın bakım ve onarım maliyetlerinden %25,6 daha azdır. Jeong (2013) ise Yeşil Bina Sertifikasyonu için Enerji Tüketimi ve Ekonomisinin Karşılaştırılması ve Analizi Üzerine yapmış olduğu yüksek lisans tezinde ofis binaları arasında yüksek enerji tüketimine sahip büyük binalar (10 sertifikalı ve 10 sertifikasız) üzerinde merkezi enerji tüketimi ve enerji maliyeti üzerine bir anket yapmıştır. Hedef yapının enerji tüketimi tespit edilmiş ve yeşil bina belgelendirme değerlendirme faktörünün uygunluğu ve etkileri incelenmiştir. Birim alan başına elektrik enerjisi maliyeti ve su maliyeti analizine göre, çevre dostu sertifikalı binalar sertifikalı olmayan binalara göre yaklaşık %13 maliyet azaltma gerçekleştirmiştir. Binalar, ulusal enerji tüketiminin 1/3'ünü, kaynak tüketiminin %40'ını, karbondioksit emisyonlarının %50'sini ve atık emisyonlarının %20- 50'sini oluşturmaktadır (No ve Won, 2020). Literatür

alışmasından da görüldüğü üzere bu bağlamda, birçok araştırmacı evre dostu sertifikasyon sistemi ile sürdürülebilir enerji verimliliği ve nitel ekonomik etkileri ile ilgili araştırma yapmıştır. Bu alışma, yapı bütününde enerji başta olmak üzere, evre kalitesi, i mekân, ekoloji, su verimliliği ve evre kirliliği önemli kriter olarak görülürken, ekonomik olarak ileriye dönük maliyet açısından pozitif etki sağlandığını ortaya koymuştur.

## **1.2 Yeşil Bina Kavramı**

Yeşil bina, çevreye duyarlı yapıların oluşturulması ve bir binanın oturmadan tasarıma, inşaattan işletmeye kadar yaşam döngüsü boyunca kaynak, bakım, yenileme ve yapılaştırma süreçlerinin verimli kullanılması uygulamasıdır.

Bir Binayı Yeşil Yapan Nedir?

Sürdürülebilir bina olarak da bilinen yeşil bina, tasarlanan, inşa edilen, yenilenen, işletilen veya ekolojik ve kaynak açısından verimli bir şekilde yeniden kullanılabilir şekilde olmalıdır. Bina sakinlerinin sağlığının korunması gibi hedefler; çalışan verimliliğini artırmak, enerji, su ve diğer kaynakların daha verimli ve çevreye olan genel etkinin azaltılması gereksinimlerini karşılamak üzere tasarlanmıştır.

Yeşil bir binanın yeşil özellikleri

- Çevreye ve site durumuna minimum rahatsızlık
- Toksik olmayan ve geri dönüştürülebilir / geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı
- Su ve su geri dönüşümünün verimli kullanımı
- Enerji verimli ve evre dostu ekipman kullanımı
- Yenilenebilir enerji kullanımı
- İnsan güvenliği ve konforu için iç hava kalitesi kalitesi
- Etkili kontroller ve bina yönetim sistemleri

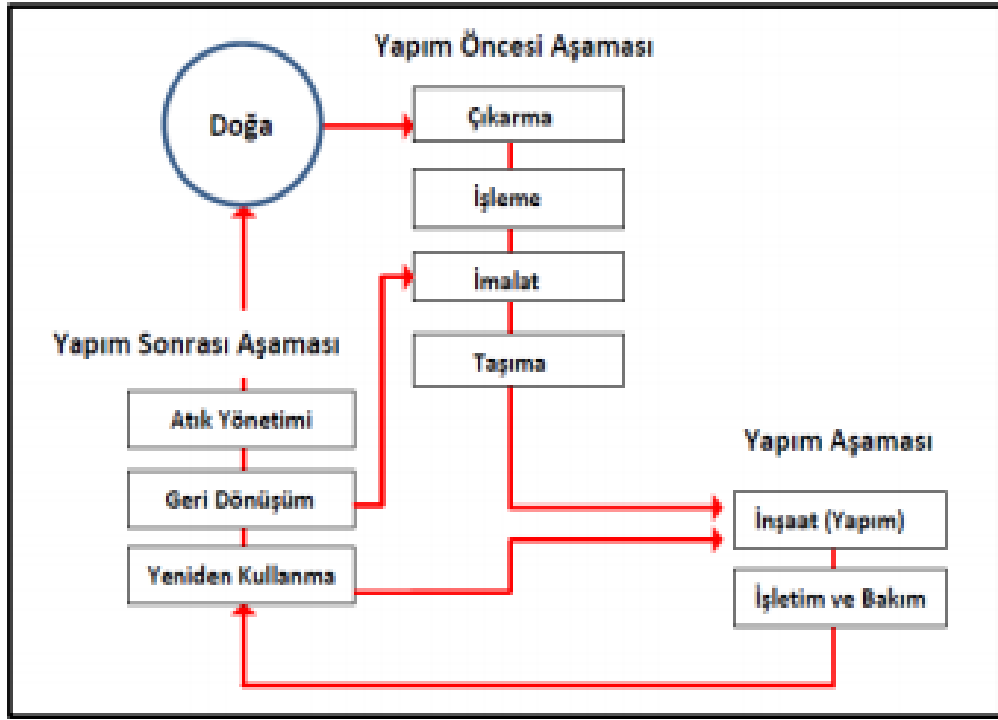
### 1.3 Yaşam Döngüsü Değerlendirme (LCA) Sistemleri

Yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA), karar vericilere aşağıdakileri sağlayabilecek yerleşik bir metodolojidir:

Hammadde ekstraksiyonundan ömür sonu işlemine kadar tüm yaşam döngüsü boyunca ürün ve süreçlerin çevresel etkilere ilişkin kapsamlı veriler sunar. Çevresel yükleri değerlendirmek için bir yöntem süreç veya ürünün sistematik, bütüncül ve objektif olması amaçlanmıştır. 1990'lardan beri bu tür çerçeveler standartlaştırılmış değerlendirmeler ISO 14040 (Uluslararası Standart Organizasyonu) olarak ve CEN/TC 350 (CEN/TC 350 Sürdürülebilirlik 2012) ve en yakın zamanda, EeBGuide InfoHub (Lasvaux ve diğerleri 2014) LCA uygulayıcılarına rehberlik etmek için geliştirildi. (Säynäjoki, Heinonen, Junnila, & Horvath, 2017).

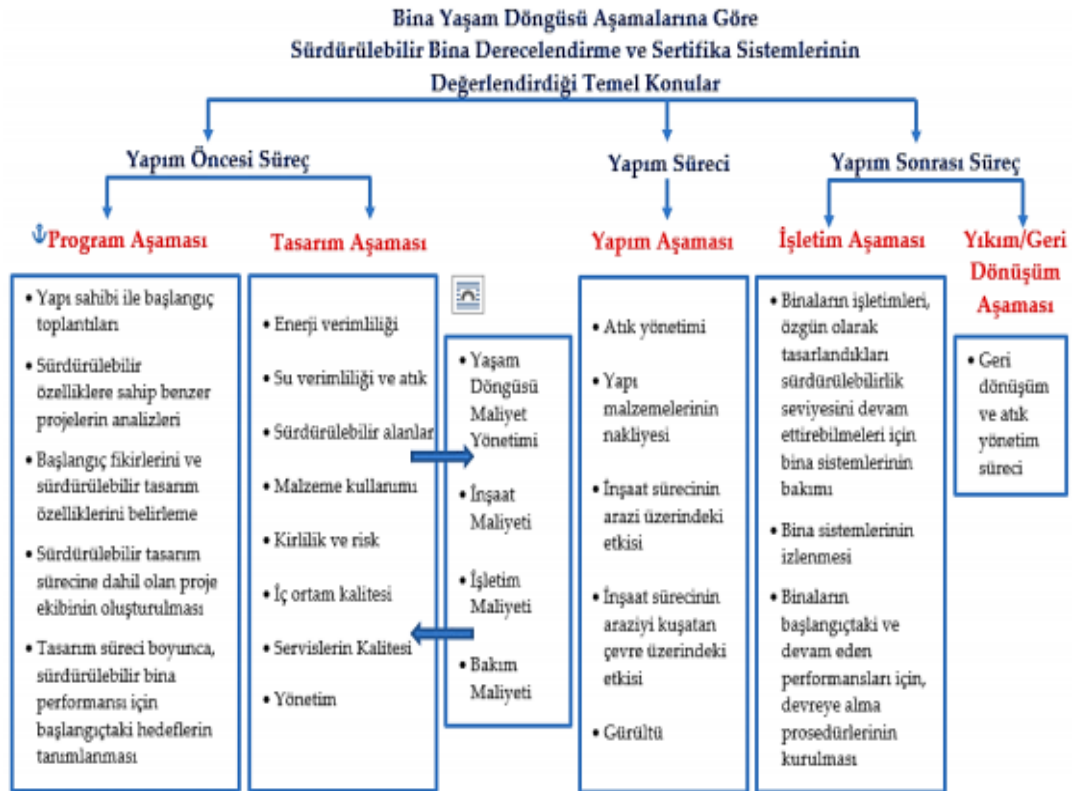
Bir çevre yönetim aracı olarak yaşam döngüsü değerlendirmesinin kullanımı 1960'larda farklı şekillerde ve çeşitli isimler altında başlamıştır. Özellikle 1990'ların başındaki literatürde, farklı derinlikleri ve çalışma türlerini yansıtan bazı terimler arasında kafa karıştırıcı bir benzerlik vardır. Yaşam döngüsü değerlendirme terimi, o zamandan beri çevresel yaşam döngüsü çalışmalarını yansıtmak için benimsenmiştir. Yaşam döngüsü düşüncesinin kökeni ABD savunma endüstrisine atfedilmiştir. Sistemlerin işletme ve bakım maliyetlerini dikkate almak için kullanılmıştır. Bu, "Yaşam Döngüsü Muhasebesi" veya "Yaşam Döngüsü Maliyeti" olarak bilinen bir maliyetleme tekniği haline gelmiştir. LCA'nın mevcut modern çevre anlayışındaki ilk görünümü, Coca-Cola'nın beşikten mezara kadar ambalajın çevresel etkilerini ölçmek için yaptığı bir çalışmada olmuştur. O zaman vurgu, çevresel emisyonlar veya enerji kullanımından ziyade öncelikle katı atıkların azaltılmasıydı. Birleşik Krallık'ın yaşam döngüsü perspektifiyle ilgili ilk deneyimi, Boustead ve Hancock tarafından yetkilendirilmiş bir endüstriyel enerji analizi el kitabı olarak yayınlandı. Bu dönemde birçok yaşam döngüsü çalışması ortaya çıkmış ve ardından konuya olan kamu ilgisinde önemli bir artış olmuştur. (Khasreen, Banfill, & Menzies, 2009).





Şekil 1.3: Sürdürülebilir Bir Binanın Yaşam Döngüsü.

Kaynak: (DOĞAN,2020)



Şekil 1.4.Sürdürülebilir Bina Derecelendirme ve Sertifikasyon Sistemlerinin Yapı Yaşam Döngüsü Aşamalarına göre Değerlendirdiği Temel Konular.

Kaynak: (DOĞAN,2020)

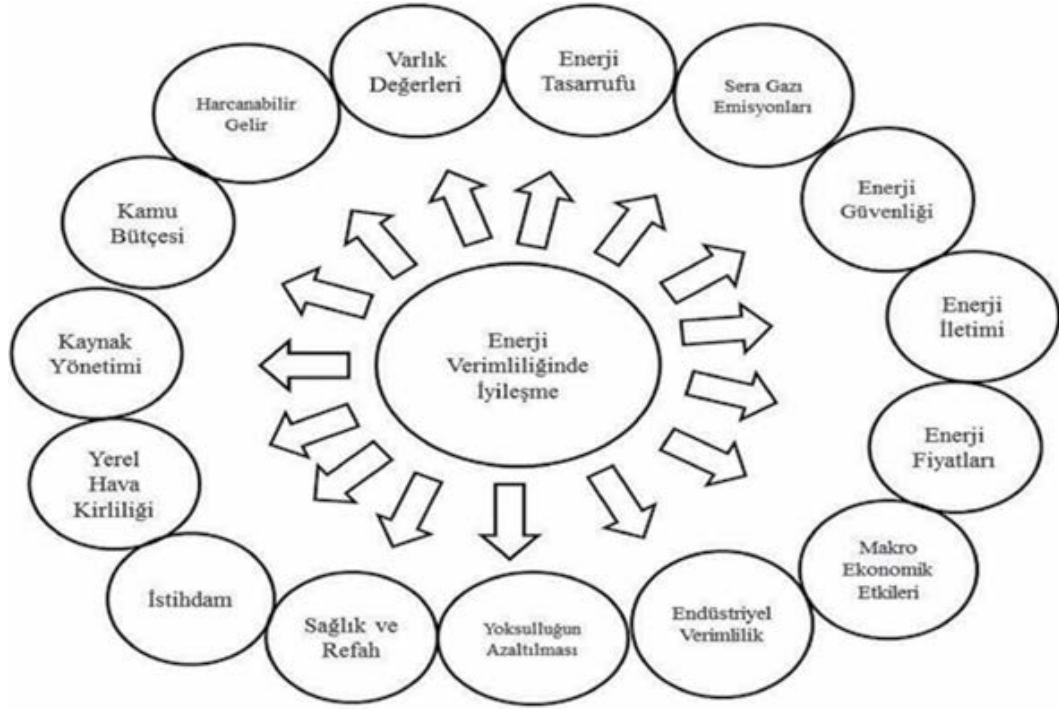
LCA'nın inşaat sektöründe uygulanması, LCA uygulaması içinde ayrı bir çalışma alanı haline gelmiştir. Bu sadece binaların karmaşıklığından değil, aynı zamanda aşağıdaki faktörlerden de kaynaklanmaktadır, bu da bu sektörü diğer karmaşık ürünlere kıyasla benzersiz kılmaktadır. İlk olarak, binaların uzun yaşam süreleri, genellikle 50 yıldan fazla ve beşikten mezara tüm yaşam döngüsünü tahmin etmek zordur. İkincisi, yaşam süresi boyunca, bina formunda birçok değişikliğe uğrayabilir ve işlevi, orijinal üründen daha önemli olabilir. Kolaylık hangi değişikliklerin yapılabileceği ve değişikliklerin çevresel etkilerini en aza indirme fırsatı orijinal tasarımın kısmen işlevleri arasındadır. Üçüncüsü, bir binanın çevresel etkilerinin çoğu kullanımı sırasında meydana gelir. Uygun tasarım ve malzeme seçimi, çevresel etkiyi en aza indirmek için kritik öneme sahiptir. Geleneksel olarak, her bina benzersizdir ve bu şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle her biri için yeni seçimler yapılmalıdır.

Farklı ürünlerin LCA'larının karşılaştırılabilirliği ve bu LCA'ların tasarıma uygulanma şekli ve çevreye duyarlı binalar inşa etmek LCA pratiğinde ana dikkat noktasıdır. Birkaç metodolojik gelişmelerin uyumlaştırılması ve standardizasyonu için girişimler ve LCA uygulamaları inşaat endüstrisi ulusal düzeyde gerçekleşti, ancak genel olarak daha geniş bir kapsam için katılım ve işbirliği gerekmektedir. (Khasreen, Banfill, & Menzies, 2009).

#### **1.4 Enerji**

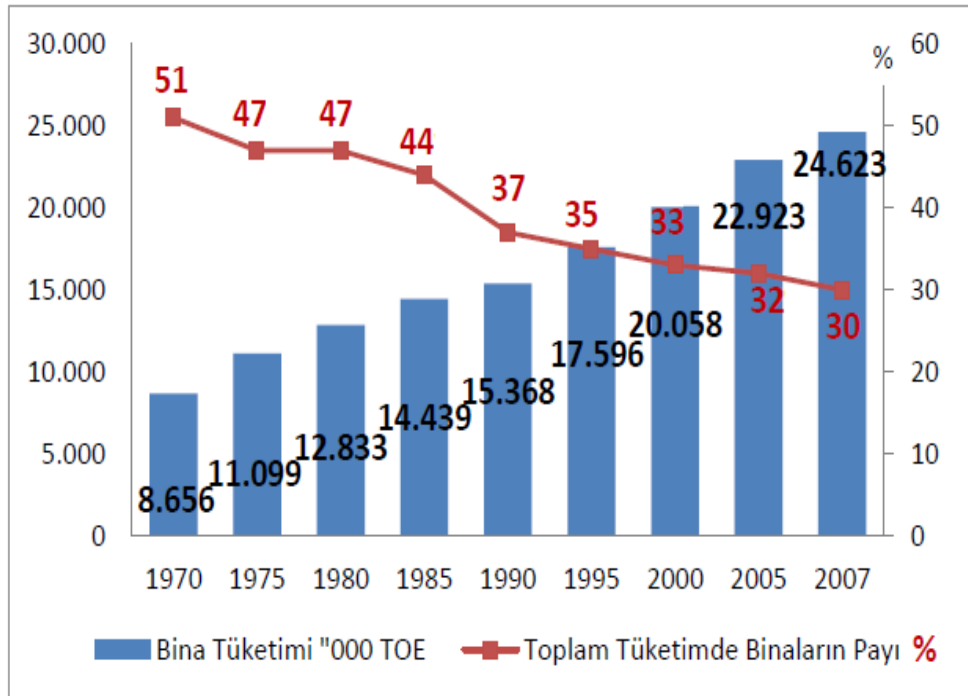
Dünya gündeminde stratejik ve ekonomik anlamda ülkelerin gelişmesinin en temel kaynaklarından biri olan enerji, gittikçe artan teknolojik yenilikler, nüfus ve sanayileşme nedeniyle ülkelerin bu sektöre daha çok önem vermelerini zorunlu kılmıştır. Enerji kavramının önemi günden güne daha da artmaktadır. Ülkelerin küresel plan ve ulusal politikalarının söz konusu kavrama dayalı şekillendirildiği ve uygulandığı bilinmektedir. 20. asrın başlangıcında önemi sıkça vurgulanan, 1970'lerde petrol krizi sonrası alternatiflerin, maliyetin, tasarrufun ve verimli tüketimin akademik açıdan çalışıldığı ve sorgulandığı enerji kavramı, sosyal ve ekonomik kalkınmanın önemli temel taşlarından biri olduğu, yaşam kalitesinin yükseltilmesinde

önemli bir rol oynadığı gerçeğiyle artık önemini daha fazla hissettiren bir konudur. (Öztürk, 2015).



Şekil 1.5: Enerji Verimliliğinin Kazanımları

Enerji verimliliğindeki düzeltmelerin birden fazla ortak faydası bulunmaktadır. Bunlar detaylı bir biçimde Şekil 1.5’de gösterilmiştir. (Aydın, 2016).



**Şekil 1.6:** 1970-2007 Yıllarında Binaların Nihai Enerji Tüketimindeki Payı.

1970-2007 yıllarında binaların nihai enerji tüketimindeki payı Şekil 1.6'de grafik halinde gösterilmiştir.

Tüm bu veriler ışığında, binalar gerek enerji tüketiminde gerekse sera gazı salınımında dünya çapında önemli bir konuma sahiptir. Bu kapsamda, kaynak ve yaşamın sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi adına, gereken önlemlerin alınması için çalışmalar yapılması gitgide önem arz etmektedir.

Giderek azalan enerji kaynakları ve yüksek karbon emisyonlarının neden olduğu iklimsel bozulma tehlikesi enerji verimli binaların önemini arttırmıştır.

Bu doğrultuda yaşam ve kaynak sürdürülebilirliğinin sağlanması adına yapılabilecek çalışmalar temel olarak, enerji kullanımında verimliliğin arttırılması, enerji ihtiyacının düşürülmesi ve sürdürülebilir enerji kullanımı olarak sıralanabilir.

## **2. YEŞİL BİNA SERTİFİKA SİSTEMLERİ**

Sürdürülebilirlik dünyadaki birçok kuruluş ve grubun öncelikli ilgi alanı olmaya devam etmektedir. Kirlilik ve kaynak tüketimine önemli bir katkıda bulunan küresel yapı ve inşaat endüstrisi, dünya çapındaki sürdürülebilirlik hedeflerine ayak uydururken aynı kalite seviyesini korumak ve günümüz taleplerine ayak uydurmak için çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Sürdürülebilir bina sertifikaları ve derecelendirme sistemleri, sürdürülebilir tasarımı teşvik ederek ve daha düşük negatif çevresel, ekonomik ve sosyal etki elde etmek için başka bir yöntemdir. ( MÖLLER, Rhodes, & Larsen, 2018).

### **2.1 Sürdürülebilir Bina Sertifikalandırma Sistemlerine Genel Bakış**

Son birkaç yıldır artan ulusal sertifika sistemlerinin sayıları irdelendiğinde, mevcut sertifikasyon sisteminin sayısındaki artışın gelecek yıllarda artacağını belirtmek yanlış değildir. Son birkaç yıldır BREEAM, LEED ve DGNB dışında sertifika sistemi bulunmazken; şu anda çoğu ülkenin kendi ulusal sertifika sistemi bulunmaktadır.

Dünya genelinde uygulanan yeşil bina sertifika sistemleri, kıta genelinden özelleşip ülkelere indirgenerek coğrafi olarak yakın olan ülkeler daha benzer nitelik ve özellikler barındırmaktadır.

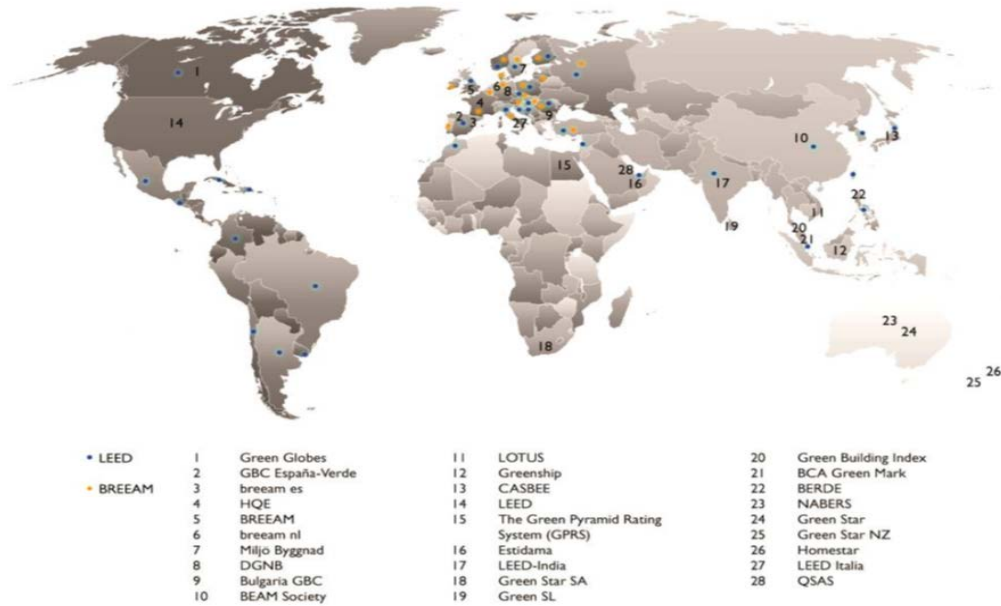
Yeşil bina sertifikasyon sistemleri, genel anlamda gelişmiş ülkelerde daha çok kullanılmaya başlanmış, sonraki süreçte az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde de kullanımı yaygınlaşmıştır. Birçok ülke kendi geliştirdiği yeşil bina sertifika sistemini, geliştiremediyse başka ülkelere ait yeşil bina sertifika sistemini kullanarak yeşil bina sertifikasına sahip olmuştur.

Dünyadaki sertifika sistemi bulunan ülke ve kullandıkları sertifikalar:

- Almanya: DGNB

- Avustralya: Green Star / NABERS
- Amerika Birleşik Devletleri: LEED / Green Globes
- Birleşik Krallık: BREEAM
- Birleşik Arap Emirlikleri: Estidama
- Bulgaristan: Bulgaria GBC
- Brezilya: AQUA / LEED Brasil
- Endonezya: Greenship
- Çin: GB Evaluation standard for green building / GOBAS
- Filipinler: BERDE
- Finlandiya: PromisE
- Endonezya: Greenship
- Güney Afrika: Green Star SA / SBAT
- Fransa: Care & Bio, Chantier Carbone and HQE
- Hindistan: GRIHA (national green rating) / LEED India
- Güney Kore: Greening Building System
- İspanya: VERDE / BREEAM ES
- İsrail: SI-5281
- İsveç: Environmental Status / Miljö Byggnad
- İtalya: LEED Italia
- Japonya: CASBEE
- Hong Kong: HKBEAM / CEPAS
- Katar: QSAS
- Kanada: LEED Canada / Green Globes
- Meksika: Consejo Mexicano de Edificación Sustentable
- Malezya: BCA Green Mark

- Norveç: EcoProfile
- Mısır: The Green Pyramid Rating System (GPRS)
- Singapur: Green Mark and Construction Quality Assessment System
- Portekiz: Lider A
- Tayvan: EEWH
- Srilanka: Green SL
- Yeni Zelanda: Green Star NZ
- Viyetnam: LOTUS (Yılmaz, 2014).



### Şekil 2.1: Dünyada Ulusal Yeşil Bina Sertifika Sistemleri

Sürdürülebilirlik Derecelendirme Sistemleri (SRSS) üç aşaması bulunmaktadır;

- Sınıflandırma: Çevresel değişim beklentileri, çeşitli giriş ve çıkışlara dayalı etki kategorisi.
- Karakterizasyon: Her bir girdi ve çıktının etkisi kategorileriyle ilişkilidir.
- Değerleme: Diğer kategorilere göre kategori ağırlığı.

Yeşil Bina Derecelendirme Sisteminde yapı endüstrisini değerlendirmek, geliştirmek ve gelişmelerin sürdürülebilirliğini teşvik etmek hedeflenmektedir. Amaç;

- Binaların operasyonel performansını artırmak,
- Çevresel etkiyi en aza indirmek,
- Binaların çevre üzerindeki etkisini ölçmek ve
- Binaların gelişimini objektif olarak değerlendirmek ve yargılamaktır. (Awadh,2017).

Değerlendirme Sistemi	BREEAM	LEED	Green Star	CASBEE	SBTool
Olusturulduğu Tarih	1990	1998	2003	2001	1998
Ülke	İngiltere	Amerika	Avustralya	Japonya	Kanada
Kriterler	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Yönetim</li> <li>✓ Enerji</li> <li>✓ Su</li> <li>✓ Ulaşım</li> <li>✓ Sağlık ve Konfor</li> <li>✓ Atık</li> <li>✓ Malzemeler</li> <li>✓ Arazi Kullanımı ve Ekoloji</li> <li>✓ Kirlilik</li> <li>✓ Yenilik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Yenilik ve Tasarım</li> <li>✓ İç Mekan Hava Kalitesi</li> <li>✓ Malzeme ve Kaynaklar</li> <li>✓ Sürdürülebilir Arsalar</li> <li>✓ Su Etkinliği</li> <li>✓ Enerji ve Atmosfer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Enerji</li> <li>✓ Malzeme</li> <li>✓ İç Mekan Çevre Kalitesi</li> <li>✓ Ulaşım</li> <li>✓ Yönetim</li> <li>✓ Su</li> <li>✓ Arazi Kullanımı ve Ekoloji</li> <li>✓ Kirlilik</li> <li>✓ Yenilik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ İç Mekan Çevresi</li> <li>✓ Servis Kalitesi</li> <li>✓ Arsada Dış Mekan Çevresi</li> <li>✓ Enerji</li> <li>✓ Kaynaklar ve Malzemeler</li> <li>✓ Arsa Dışındaki Çevre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ İç Mekan Hava Kalitesi</li> <li>✓ Enerji ve Kaynak Tüketimi</li> <li>✓ Çevresel Yükler</li> <li>✓ Sosyal ve Ekonomik Esaslar</li> <li>✓ Kültürel ve Algısal Esaslar</li> <li>✓ Arsa Seçimi, Proje Planlama ve Geliştirme</li> </ul>
Sertifika Düzeyleri	Geçer (1 Yıldız) İyi (2 Yıldız) Çok İyi (3 Yıldız) Mükemmel (4 Yıldız) Olağanüstü (5 Yıldız)	Sertifika (40-49 puan) Gümüş (50-59 puan) Altın (60-79 puan) Platin (80 puan ve üstü)	4 Yıldız (45-59 puan) 5 Yıldız (60-74 puan) 6 Yıldız (75-100 puan)	S,A,B+,B-,C	-1 (olumsuz) 0 (Kabul Edilebilir) 3 (İyi Uygulama) 5 (En İyi Uygulama)

Şekil 2.2: Sertifikasyon Sistemleri

## 2.2 BREEAM Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemi

BREEAM (Building Research Establishment'ın Çevresel Değerlendirme Yöntemi) 1990 yılında İngiltere'de geliştirilen ilk yeşil bina değerlendirme sistemidir. Binalar için dünyanın en popüler, çok kriterli değerlendirme yöntemidir. BREEAM sertifikasyonunun temel amacı, Tasarım Aşaması (DS) ve İnşaat Sonrası Aşama (PCS) sırasında binanın çevresel performansını ölçmek ve tanımlamaktır. Sistem esas olarak binaların çevre üzerindeki etkisini azaltmayı ve sürdürülebilir binaların ortak algısını genişletmeyi amaçlamaktadır.



BREEAM derecelendirmesi, değerlendirici – BREEAM konularında lisanslı ve izlenen uzman tarafından gerçekleştirilir. İlk olarak, kılavuzda sunulan ayrıntılı değerlendirme kriterlerine göre, on kategoride verilen bir dizi kredi belirlenir. Daha sonra, elde edilen kredilerin yüzdesi her kategori için hesaplanır ve bölüm puanını vermek için ilgili ağırlıkla (tablo 2.1'de listelenir) çarpılır.( Ćwik & Nowak, 2017).

**Çizelge 2.1:** BREEAM Bölümlerinin Ağırlıklandırması

BREEAM bölümü	Ağırlıklandırma [%] Yeni binalar, uzantılar ve büyük yenilemeler
Yönetim	12
Sağlık ve Refah	15
Enerji	19
Taşıma	8
Su	6
Malzeme	12,5
Çöp	7,5
Arazi Kullanımı ve Ekoloji	10
Kirlilik	10
Inovasyon	10

Son olarak, tüm asgari standartların karşılanması koşuluyla, hesaplanan puanlar genel BREEAM puanını vermek için bir araya getirilir. Aşağıdaki tablo ile karşılaştırıldığında, BREEAM derecesi elde edilir. Sertifikanın geçerlilik süresi 3 yıldır ve süre tamamlandıktan sonra bina için tekrar sertifikasyon sistemine müracaat edilerek güncelleme sağlanmalıdır.

**Çizelge 2.2:** BREEAM Sertifika Sınıf ve Puanları (URUK, & İSLAMOĞLU, 2019).

BREEAM Sınıfları	Puanı
Geçer Seçkin	30-44
İyi	45-54
Çok İyi	55-69
Mükemmel	70-84
Seçkin	85-110

### 2.3 DGNB Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemi

İdari ve ofis binaları için 2009 yılında DGNB Sertifikasyon Sistemi kurulmuş, sistem geliştirilerek 2010 yılında yeni binalar, mevcut binalar, ticari binalar ve eğitim kurumlarında kapsayan uluslararası bir sistem haline gelmiştir. DGNB 2011 tarihinde Stuttgart'ta yaptığı yıllık konferansında mevcut binalar için hazırladığı "Mevcut Ofis ve Yönetim Binaları" aracını ilk kez kamuoyuna

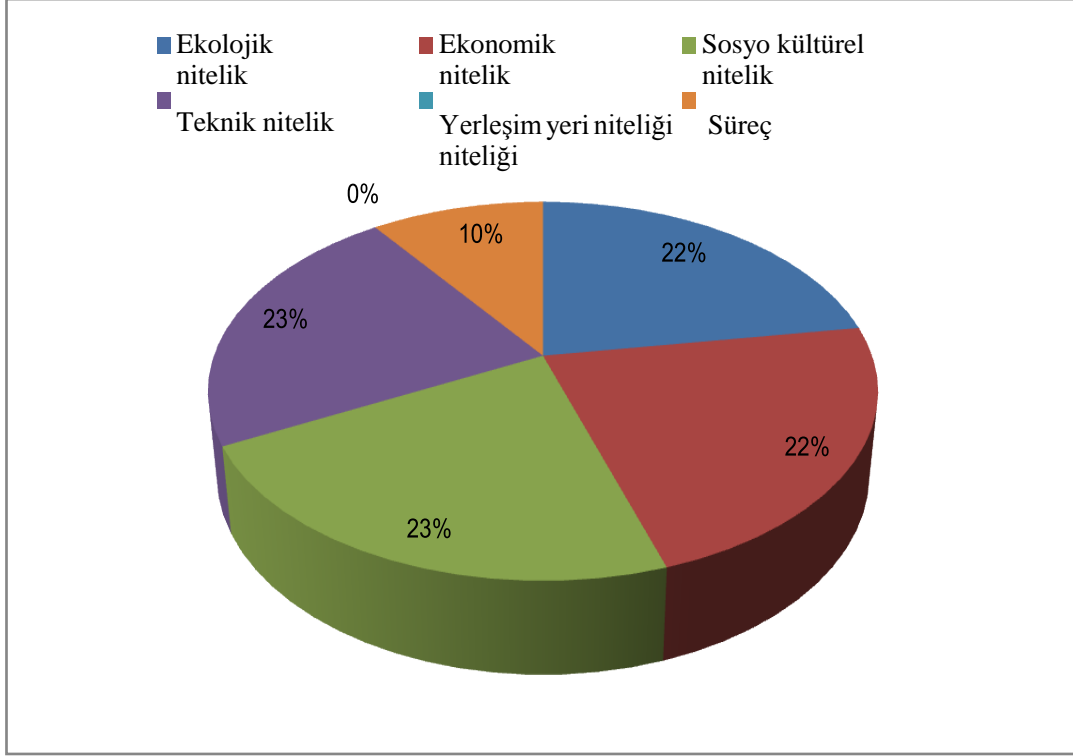
duyurmuştur. DGNB Sertifika Sistemi binaların ömür boyu maliyetlerini göz önünde bulundurarak sertifikalandırılmaktadır. (ŞERMET,2017).

DGNB sistemi, değerlendirmede eşit ağırlıkta olan ekoloji, ekonomi ve sosyokültürel konular olmak üzere üç merkezi sürdürülebilirlik alanına dayanmaktadır. Bütünsel bir bakış açısıyla DGNB sistemi, lokasyonun yanı sıra teknik ve prosedürel kaliteyi de değerlendirir. Bu niteliklerdeki performans, belgelendirme kriterleri kullanılarak değerlendirilebilir. Bunlar, farklı kullanım türlerine göre özel olarak uyarlanmıştır ve yeni binalar, mevcut binalar ve ayrıca yenileme ve bina operasyonları için kullanılabilir.

DGNB Sertifikasyon Sistemi kriterleri değerlendirmesi altı ana başlık altında yüzdelik puanlama ile irdelenmektedir. BREEAM ve LEED “in aksine DGNB ayrıca kentsel bölgeler için sertifika sürümünde geliştirmiştir. Belirtilen altı ana başlık yapıların sertifikalandırılması için ulaşım, akustik konfor, ısı konfor gibi alt başlıklara ayrılırken, kentsel bölgelerin sertifikalandırılması iklim değişikliği, bölgesel etkileşim, biyolojik çeşitlilik gibi alt başlıklara ayrılır. Değerlendirme sisteminin genel performans kriterleri 6 ana başlık altında toplanır. Bunlar;

- Ekonomik nitelik,
- Ekolojik nitelik,
- Teknik nitelik,
- Sosyokültürel nitelik,
- Süreç niteliği,
- Yerleşim yeri niteliği olarak sıralanmaktadır.

Bazı kriterler projenin türüne / sertifika kategorisine göre farklı şekilde puanlandırılmıştır. 6 farklı bölümün ağırlık kombinasyonu ile değerlendirme puanı hesaplanmaktadır. DGNB sertifikası kriter ve puan ağırlıkları yüzdesi şekil 4.12.“de binalar ve kentsel bölgeler için kriterler ve yüzde ağırlıkları Çizelge 4.26.“da belirtilmektedir. (ŞERMET, 2017).



**Şekil 2.3:** DGNB Sertifikası Kriter ve Puan Ağırlık Yüzdesi

**Çizelge 2.3:** DGNB Performansa göre Kriterlerinin Bina ve Kentsel Bölgeler için Yüzdeler Dilimi (DGNB)

Kriterler	Binalar için Puan	Kentsel Bölgeler için Puan
Ekolojik nitelik	%22,5	%22,5
Ekonomik nitelik	%22,5	%22,5
Sosyokültürel nitelik	%22,5	%22,5
Teknik nitelik	%22,5	%22,5
Yerleşim yeri niteliği		%0
Süreç niteliği		%10
<b>Toplam</b>		<b>%100</b>

DGNB değerlendirme dereceleri çizelge 2.4 'de verilmiştir.

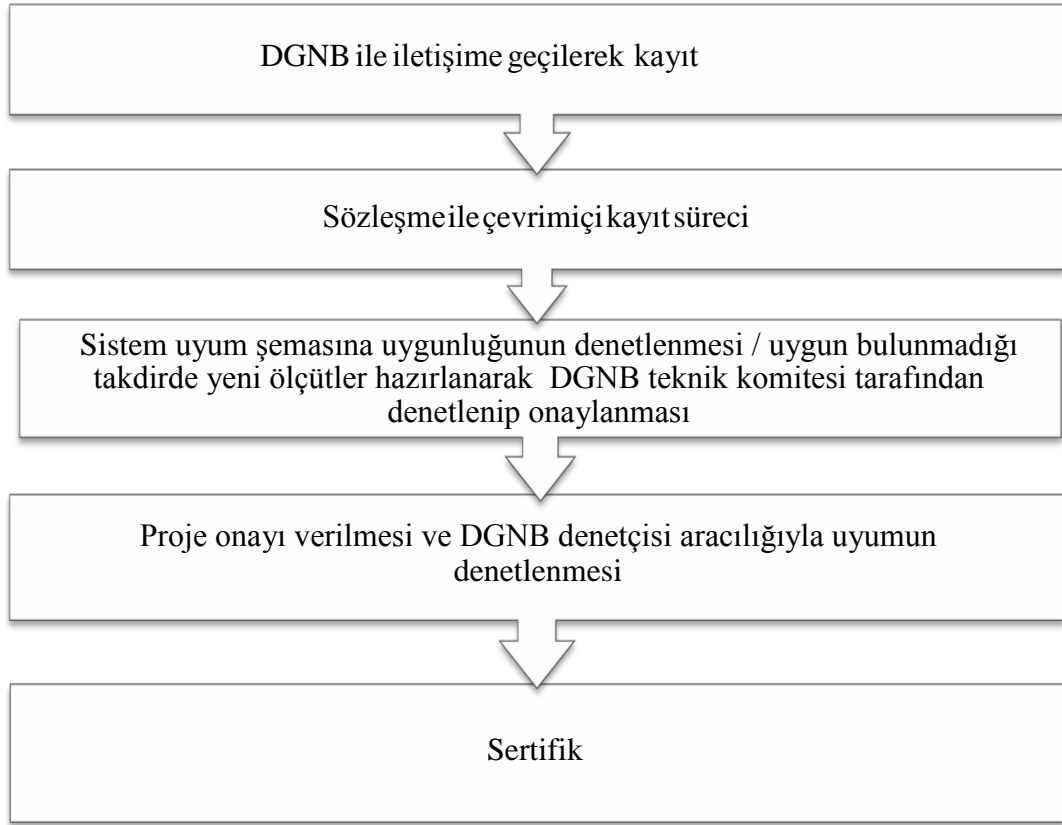
**Çizelge 2.4:** DGNB Değerlendirme Dereceleri

Sertifika Derecesi	Puan %	Logo
Bronz	*-35	
Gümüş	35-50	
Altın	50-65	
Platin	65-80	

DGNB sisteminin kullanımı, maliyet yoğun riskleri azaltarak inşaat projelerinin gelecekteki güvenliğine katkıda bulunur. Şeffaf kalite kontrolü için bağımsız sertifikasyon süreci kullanılır. İnşaat bu kalitenin kanıtı olarak platin, altın veya gümüşten bir DGNB sertifikası alınabilir. Sürdürülebilir bina işletimi veya mevcut binalar için bronz sertifika da alınabilir.

DGNB Sertifika Bina tiplerine göre ;

- Eğitim binaları
- Ofis ve Yönetim Binası
- Ticari Binalar
- Sağlık Binaları
- Otel Binası
- Küçük Konut Binaları
- Laboratuvar Binası
- Lojistik Binası
- Karışık Kullanım
- Park Yeri
- Üretim Tesisleri
- Alışveriş Merkezi
- Spor Salonları
- Hipermarketler
- Buluşma Yerleri
- Konut Binaları



**Şekil 2.4:** DGNB Sertifikasyon Süreci Aşamaları

Yapısı için bir kalite belgesi elde etmek isteyen her müteahhit, akredite bir sertifikasyon sürecinde kendisine liderlik eden DGNB denetçisi ile ilerler. İlk başta bina, denetçi tarafından DGNB'de çevrimiçi olarak kaydedilmelidir. Bina sahibi ve denetçi, tasarımın hedeflerini birlikte belirler ve onları yazar. Sistemin kriterleri ne kadar erken kabul edilirse o kadar fazla etki sürdürülebilir bir bina için mümkündür. Bina tamamlandıktan sonra ve DGNB'ye gönderilen belgeler, bina altın, gümüş veya bronz bir mühürle sertifikalandırılabilir. Bina erken bir planlama aşamasında olduğu sürece bir ön sertifika verilebilir. Bu nedenle, bina tasarımına ilişkin bağlayıcı beyanlar, DGNB'ye gönderilir ve ön sertifika altın, gümüş veya bronz olarak düzenlenebilir ve bina sahibinin pazarlama amacıyla kullanılmasına izin verilir. Yapı için ön sertifika değil sertifikasını alması zorunludur. Uyum derecesine bağlı olarak, sertifikalar aşağıdaki skalaya göre verilir: (Eberl, 2010).

%50'den başlayarak = bronz,

%65'ten itibaren = gümüş,

%80'den itibaren = altın

## 2.4 LEED Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemi

Yeşil bina sertifikasyon sistemleri, binaların çevresel etkilerinin gerçekçi bir şekilde değerlendirilerek doğal kaynakların korunması için oluşturulmuş sistemlerdir (Çelik, 2009; Erdede ve ark., 2014). Yeşil bina talebini yaygınlaştırmak için tasarlanmış olan değerlendirme sistemleri yeşil bina ölçütleri açısından yapının hangi seviyede olduğunu göstermektedir (Kibert, 2016). Bu binaların yapım sürecinde baştan sona kadar kullanılan malzeme ve bina içinde kullanılan diğer kaynaklar doğa dostu bir ilke ile yürütülmektedir. Yeşil bina; su ve enerji, arazi planlaması, malzemenin ekolojik olması, iç mekân hava kalitesi, kullanıcı konforu, ulaşım olanakları, akustik ve çevre kirliliği, atık kontrolü gibi alanlarda belirli standartlarda olması gerekir (Erten ve Yılmaz, 2011). Bunun için bazı sertifikasyon sistemleri geliştirilmiştir. Bunlardan en önemlilerinden biri ABD kaynaklı (LEED) sistemidir. Uluslararası ölçekte kabul edilen LEED sertifikası Amerika Yeşil Binalar Konseyi (USGBC) tarafından oluşturulan bir sertifikasyon sistemidir. Yapı sektöründeki görevli bütün kuruluş ve kişilerin, çevresel değerlere önem vererek, faaliyet ve uygulamalarını doğal çevreye zarar vermeden koruma amaçlı kararların alınmasını sağlamak bu sertifikasyon sisteminin amacıdır. BREEAM (Bina Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Yöntemi) sertifikasyon sistemindeki gibi bir yetkiliyle çalışma zorunluluğu bulunmamaktadır. İnşa veya tasarım aşamasından sonra da sertifika başvuruları yapılabilmektedir. Bu durumdan dolayı LEED sertifikasyonu daha çok tercih edilmektedir (Uruk ve İslamoğlu, 2019). Son ve hızla büyüyen yeşil bina hareketi, mimarları ve inşaatçıları çevreyi yerel, bölgesel ve küresel ölçekte dikkate almaya teşvik etmektedir. ABD'deki binalar elektrik tüketiminin %68'ini, enerji kullanımının %37'sini ve içme suyu kullanımının %88'ini oluştururken, sera gazı emisyonlarının %30'unu üretmektedir. Bu sayıları azaltmanın bir yolu, çevresel etkiyi azaltmak için puan veren bir sertifika programıdır. LEED sertifika sistemi, kamu ve kâr amacı gütmeyen kuruluşların yanı sıra evler gökdelenler arasında değişen binalar için özel geliştiriciler tarafından kullanılmıştır. LEED standartları Brezilya, Kanada, Çin, Birleşik Arap Emirlikleri ve Hindistan da dahil olmak üzere 40'ın

üzerinde ülkede benimsenmiştir ve İngiltere'de BREEAM ve Yeni Zelanda ve Avustralya'daki Green Star gibi programlara benzer bir işleve sahiptir.

LEED, Binanın yaşam döngüsünde çeşitli bina türlerine herhangi bir noktada uygulanabilen esnek bir derecelendirme sistemleri paketidir. LEED standardı, USGBC tarafından sürekli olarak güncellenmekte ve geliştirilmektedir. Yeşil bina endüstrisi, ortaya çıkan yeni teknolojiler ve stratejilerle hızlı hareket etmektedir. Önceki versiyon, LEED 2009 gibi, çevre sorunlarına ve bunların nasıl azaltılabileceğine odaklanılırken, en son sürüm, LEED v4 sistemi, bir LEED projesinin neyi başarması gerektiğini sorgular. Ağırlıklı olarak kategoriler insan sağlığı konularını eklemek ve yerleşik yansıtma için en son sürümüne (LEED v4) değiştirildi. (Choi, Bhatla, Stoppel, & Shane, 2015).

#### **2.4.1 LEED Sertifikasının maddi faydaları**

LEED sertifikasyonunun parasal kazanımlardan gelişmiş çevresel sürdürülebilirliğe ve insan sağlığı yararlarına kadar çok sayıda, çok yönlü avantajı vardır. En somut faydalardan bazıları, bina faaliyetleri ve bakımı ile ilgili maliyet tasarruflarını içerir. LEED sertifikalı binalarda, işletme maliyetlerinin metrekare başına 0,70 ABD doları daha az olduğu ve genel enerji maliyetlerinin geleneksel muadillerine göre %31 daha az olduğu tespit edilmiştir. Kuzey Amerika'daki 100 LEED sertifikalı bina üzerinde yapılan bir başka çalışmada, ortalama olarak LEED sertifikalı binalar, geleneksel muadillerine göre %18-39 daha az enerji kullandığı belirlenmiştir. Pittsburgh, PA'daki PNC Firstside Merkez Bankası binası, LEED sertifikalı binalarla ilişkilendirilebilecek işletme maliyetlerindeki tasarruflara iyi bir örnek teşkil etmektedir. Sıcaklık, nem ve karbondioksiti izleyen ve düzenleyen tamamen otomatik bir sistemin dahil edilmesine ek olarak, havalandırma havasının yükseltilmiş bir zeminin altına dağıtılmasına ve ayrıca koşullandırılmış havayı yeniden dolaştıran üst hava hacmi birimlerine izin veren benzersiz bir hibrit HVAC sistemine sahiptir. Tüm bunlar binanın daha düşük enerji maliyetleri talep ettiği anlamına gelir. Genel olarak bu bina, Philadelphia'daki geleneksel, yeşil olmayan bir kardeş binaya göre metrekare başına işletme giderlerinde %20'lik bir azalma ile ilişkilendirilmiştir. LEED sertifikalı binalar için federal vergi kredileri de mevcut olabilir.

Yeni aydınlatma, bina kabuğu veya yeni HVAC sistemleri yoluyla binanın toplam enerji maliyetlerini %50 oranında azaltan yeni veya mevcut bina sahiplerine metrekare başına 1,80 ABD doları vergi indirimi mevcuttur

Gelecekteki operasyonel maliyet tasarrufları caziptir ve LEED sertifikasından geçme süreci, bir bina projesine satış öncesi ilgiyi artırmaya yardımcı olabilir. Genellikle LEED sertifikalı binalarla ilişkilendirilen ilgili bir parasal fayda, tipik olarak daha yüksek gayrimenkul değerleri talep etmeleri ve geleneksel muadillerine göre daha yüksek satış fiyatları üretmeleridir. Örneğin, en yeni ve en kaliteli ofis binaları olarak tanımlanan A Sınıfı ofis binalarının bir analizi LEED sertifikalı binaların, aynı zamanda, A Sınıfı sertifikasız bina emsallerinden daha yüksek ortalama fiyatlar talep etme eğiliminde olduğu tespit edilmiştir

Kira fiyatları da LEED sahipleri için olumlu yönde etkilenme eğilimindedir ve sertifikalı binalarda doluluk oranı geleneksel binalara göre daha yüksek olma eğilimindedir. Örnek olarak, ticari gayrimenkul şirketi CoStar Group'tan alınan 2008 tarihli bir veri araştırması, LEED sertifikalı mülklerin geleneksel binalardan %15,2 ila %17,3 daha yüksek kiralar elde ettiğini ve geleneksel binalardan %16 ila 18 daha yüksek tahmini doluluk oranlarını sürdürdüğünü bulmuştur. CoStar veri tabanından 7.140 bina üzerinde yapılan benzer bir araştırma, LEED sertifikalı binaların uzun vadeli dönemlerde geleneksel binalardan en az %2,9 daha yüksek kira primi talep ettiğini ifade etmiştir.

LEED sertifikalı binalarla ilişkili operasyonel maliyet tasarruflarının çoğundan sorumlu olan artan enerji verimliliği, yalnızca elektrik faturalarını önemli ölçüde azaltmakla kalmaz, aynı zamanda doğal kaynakların ve karbon emisyonlarının azaltılmış kullanımı yoluyla çevresel sürdürülebilirliği de destekler. ABD Enerji Bakanlığı'na göre, binalar 2010 yılında ABD'de tüm elektriğin %74'ünü kullanıp, tüm karbondioksit emisyonlarının %40'ına katkıda bulunmuştur, ancak LEED sertifikalı binalar, normal binalardan önemli ölçüde daha fazla enerji verimlidir. Örnek olarak, LEED-Platinum Cambridge, MA'daki 12 sertifikalı Genzyme Center, yalnızca ilk yılında, karşılaştırılabilir büyüklükteki binalara göre %42 daha az enerji ve %34 daha az su kullanmıştır. Genzyme, uzun vadede enerji tasarrufuna yardımcı olmak için piyasadaki en yeni teknolojiden yararlandı ve 140 milyon dolarlık



bütçesinin 23 milyon dolarını gelişmiş enerji tasarruflu sistemlere adadı. Mevcut gelişmiş sistemlerden biri, güneşin konumunu takip eden ve ısıyı saptırırken ışığı en üst düzeye çıkarmak için otomatik olarak ayarlanan ve binanın aydınlatma ve soğutma için elektriğe olan bağımlılığını en aza indiren bilgisayar kontrollü panjurlardır. Genzyme Center'ın 12 katlı açık atriyum lobisinde doğal ışık kullanımı ve çatı pencerelerini iç ofislere yansıtan prizmatik avize gibi diğer özellikler, bina aydınlatması için daha az elektriğe ihtiyaç duyulduğu anlamına gelir. Ticari binalardan kaynaklanan emisyonların %76'sı satın alınan elektrikten kaynaklandığından bu özellikler dikkate değerdir.

LEED sertifikalı binalarda çalışan çalışanların genel sağlık ve esenliği de LEED sertifikasına önemli bir fayda sağlayabilir. ABD vatandaşları şu anda zamanlarının %90'ını iç mekanlarda geçiriyor ve LEED sertifikalı binalar genellikle geleneksel binalara göre daha iyi iç mekan hava kalitesine sahipler. Spesifik olarak, bilinçli hava girişi yerleşimi ve düşük veya hiç VOC içermeyen zemin ve duvar kaplamaları, dolgu macunları ve yapıştırıcıların kullanımı gibi özelliklerle ilgili iyileştirmeler, artan çalışan üretkenliği ve bağlılığının yanı sıra daha az devamsızlıkla ilişkilendirilmiştir. Buna karşılık, 2004 yılında yapılan bir araştırma, düşük iç hava kalitesinin (çok düşük iç nem seviyeleri), katılımcılar basılı bir sayfanın bir kopyasını bilgisayara yazdıklarında, basılı bir metni yazım, dilbilgisi ve mantık hataları için prova okuduklarında üretkenliği azalttığını bulmuştur. 13 işçi verimliliğinin %6-9 oranında olduğu ve iç mekan hava kalitesinden memnun olmayan çalışanların yüzdesi ile iş performansında ölçülen azalma arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu belirlenmiştir.

#### **2.4.2 LEED sertifika kategorileri**

Yapı ortamındaki çok çeşitli yapılar nedeniyle, LEED standartlarının birkaç farklı kümesi vardır. Sertifikalı binaların %80'inden fazlası Yeni İnşaat (NC) kategorisine girer (örneğin, mevcut binaların veya evlerin aksine) ve bu nedenle burada incelenecek standartlar bunlardır (Cidell, 2009). LEED sertifikasyon değerlendirmesinde, ilk aşama projenin Amerika Yeşil Binalar Konseyi'ne kayıt olunarak daha sonraki süreçte ise inşaat devam ederken gerekli verilerin toplanarak ön inceleme yapılması için Amerika Yeşil

Binalar Konseyi'ne iletilmesidir. Ön değerlendirmeler neticesinde USGBC proje takımı üyelerinden ek belge ve bilgiler isteyebilmektedir. Ek belgelerin on beş iş günü içerisinde birime ulaştırılması gerekmektedir. Eksik belgeler tamamlandıktan sonra final değerlendirilmesi yapılarak belgenin düzeyi belirlenip başvuran yetkili kişiye sonucu bildirilir. Bu süreç içerisinde projenin sahibi değerlendirmenin sonucuna itiraz edebilir. LEED sertifikasında 4 farklı derece (LEED sertifikalı, Gümüş, Platin, Altın,) sınıfına sahip olup bu dereceler binanın almış olduğu puanlara göre değerlendirilmektedir. Ayrıca sertifika geçerlilik süresinde herhangi bir sınırlama getirilmemiştir (Uruk ve İslamoğlu, 2019).

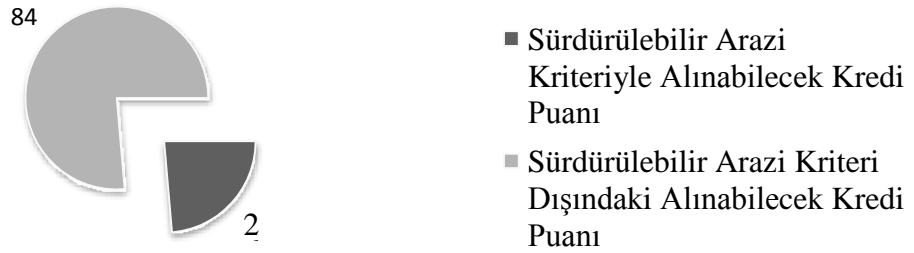
**Çizelge 2.5:** LEED Bina Sertifika Kategorileri (Anonim, 2020)

<b>Kategori</b>	<b>Açıklama</b>
BD+C – (Bina Tasarımı ve İnşaatı):	Yeni inşaat veya büyük tadilatlar bu kategoride sertifikalandırılır. Ayrıca okullar, perakende, konaklama yerleri, veri merkezleri, depolar, dağıtım merkezleri ve hastaneler bu kategori içerisinde.
ID+C – (İç Mimarlık ve İnşaat):	Komple iç tasarım ve ticari iç mekân projeleri için sertifikalandırılır. Ayrıca perakende ve konaklama tesislerini de içerir.
O+M – (Bina İşlemleri ve Bakımı):	İyileştirme çalışmaları yapılan veya çok az inşaat olan veya hiç inşaat yapılmayan mevcut binalar için tercih edilir. Ayrıca Okullar, Mağazalar, Konaklama tesisleri, Veri Merkezleri ve Depolar ve Dağıtım Merkezleri için başvuruları içerir.
ND – (Mahalle Geliştirme):	Konut kullanımları, konut dışı kullanımlar veya arazi geliştirme projeleri. Proje, planlama aşamasından inşaat aşamasına kadar geliştirme sürecinde olabilir. Ayrıca plan ve yapım Projesi dahildir
Home – (Konut):	Müstakil evler, düşük katlı çok aileli, orta katlı çok aileli

### 3. LEED DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

#### 3.1 Sürdürülebilir Araziler

Bu kategoride puan kazanmaya yönelik uygulamaların gerçekleştirilme amacı, şantiyeyi sürdürülebilir kılmak ve çevreyi mümkün olduğunca minimum düzeyde etkilemek için çözüm ve teknikler üretmektir. Sürdürülebilir siteler kategorisi, site ekosistemini koruyan ve restore eden faaliyetleri içerir. Bu kategori aynı zamanda alternatif ve yeşil ulaşımın kullanımını, açık alanların en üst düzeye çıkarılmasını, su kirliliğinin önlenmesini, yağmur suyu yönetimini vb. teşvik eder. (Fernández-Solís, & Lavy, 2018).



Şekil 3.1: Sürdürülebilir Arazi Başlığı Altında Alınabilecek Kredi Grafiği

#### Çizelge 3.1: Sürdürülebilir Arazi Kriteri Kredi Analizi

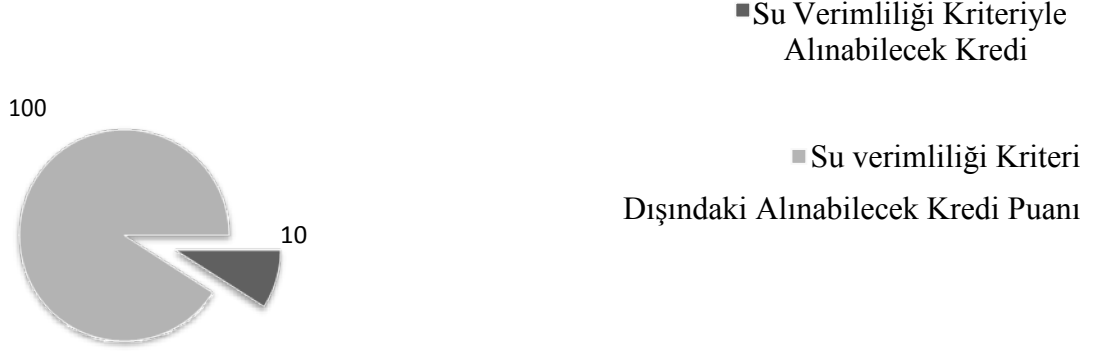
Önşart	Zorunlu	<b><u>İnşaat Faaliyetinde Kirliliğin Önlenmesi</u></b>
		Şantiye yapım aşamasında kirliliğin azaltılması amacıyla; kalıcı, geçici bitkilendirme, toprağın üzerinin kuru ot ile kaplanması, şilt bariyerleri, sedimantasyon çukurları, toprak hendekleri yapılması gerekmektedir.
SSc1	1 Kredi	<b><u>Arazinin Seçimi</u></b> Bina uygun bulunmayan arazi üzerine yapılmamalı ve çevresel etkiyi minimum seviyeye indirmek amacıyla; yeşil alan, tarım arazisi, doğal yaşamın korunmasına yönelik alanlar, göl, nehir bulunan verimli, ekolojik olarak önemi bulunan arazi seçiminden kaçınılması gerekir.
SSc2	5 Kredi	<b><u>Yapılaşma Yoğunluğu Bulunan Bölgeye ve Temel Hizmet Bölgelerine Yakınlık</u></b> Yapılaşma yoğunluğu ve kentsel alt yapısı bulunan alanlarda yapının konumlandırılması hedeflenmektedir. Okul, banka, eczane, market, kreş, park, sağlık kuruluşu gibi temel hizmet binalarının minimum on tanesine maksimum 800 m mesafe bırakılarak yapı inşa edilmelidir.
SSc3	1 Kredi	<b><u>Terkedilen Endüstri Amaçlı Bölgelerin Tekrardan Kullanılması</u></b> Daha öncesinde ticari, endüstriyel amaçlar için kullanılan veya terk edilen alanların yeniden işlevsel hale getirilmesi gerekmektedir.

Çizelge 3.1: (devamı) Sürdürülebilir Arazi Kriteri Kredi Analizi

SSc4.1	6 Kredi	<b><u>Toplu Taşıma İmkanları -Alternatif Ulaşım Yolları</u></b> Motorlu taşıtların sebebiyet verdiği çevre kirliliği (karbon emisyonu), fosil bazlı yakıtların kullanımını engellemek adına toplu taşıma yollarına yakınlık (metroya, hafif trene maksimum 800 m olmalı, otobüs hatlarına ise maksimum 400 m) olması gerekir.
SSc4.2	1 Kredi	<b><u>Alternatif Ulaşım- Değişim Odaları ve Bisiklet Parkı</u></b> Motorlu araç kullanımıyla oluşan çevre kirliliğini önlemek, bisiklet kullanımı teşvik edilerek, kolaylık sağlamak adına bina kullanıcı sayısına ve bina tipi göz önünde bulundurularak yeterli sayıda soyunma odası ve bisiklet parkı bulundurulmalıdır.
SSc4.3	3 Kredi	<b><u>Yakıt Verimli Düşük Salınlı Araçlar-Alternatif Ulaşım</u></b> Hibrit araçlara ait park alanı bulundurulmalı ve alternatif yakıt istasyonları yapılmalıdır.
SSc4.4	2 Kredi	<b><u>Otopark Kapasitesi -Alternatif Ulaşım</u></b> Yerel gereksinimlerin aşılmayacak şekilde otopark bölgesinin ayrılmış olması ayrıca genel otopark kapasitesindeki %5'lik kısım servis araçlarına ayrılmış olmalı, yeni yapılan park alanlarının ise ayrılmamış olması gerekir.
SSc5.1	1 Kredi	<b><u>Arazi Geliştirme- Doğal Yaşamı Koruma ve Yenileme</u></b> Projeye uygun bir şekilde arazinin en az %50'sinin yeşil alan bölgesi olarak tasarlanmış olması gerekmektedir. Adapde olmuş veya yerel bitkilerin kullanımı ile oluşturulmuş yeşil bölgeler mevcuttaki ekosistemi olumsuz etkilememeli ayrıca yeşil alanlar için sulamaya, kimyasal desteğe gereksinim duyulmamalıdır.
SSc5.2	1 Kredi	<b><u>Yeşil Alanın Arttırılması-Arazi Geliştirme</u></b> İmarda açık alan zorunluluğunun bulunduğu durumlar için açık alan %25 arttırılarak, zorunluluk bulunmuyorsa bitkilendirilmiş bölgenin bina taban alanına eşit veya yapı alanının minimum %20'sine karşılık gelmesi koşullarından en az birinin sağlanması gerekmektedir.
zs	1 Kredi	<b><u>Miktar Denetimi-Yağmur Suyu</u></b> Yağmur suyunun yönetim planının oluşturularak; depoda bulunan suyun tuvalet ve arazinin sulanmasında kullanılması amaçlanmaktadır.
SSc6.2	1 Kredi	<b><u>Kalite Kontrolü-Yağmur Suyu</u></b> Su kirliliğini önlemek amacıyla sahadaki suyun şebekeye giden yıl bazındaki akış miktarını azaltan su arıtma sistemlerinin kullanımı, yağmur suyunun tekrar kullanımı, çökeltme havuzları, su geçiren kaldırımlar, yeşil çatı sistemleri vb. çözümleri hedeflemektedir.
SSc7.1	1 Kredi	<b><u>Çatı Harici Isı Adası Etkisi</u></b> Isı adası etkisini engellemek adına kullanılan materyallerde Güneş Yansıtma İndisinin ve salınım gücünün yüksek özellikte olması gerekmektedir. Açık alanların sert zeminlerinde kullanılan malzemenin %50 kadarının SRI değerinin minimum 29 değerinde olması gerekmektedir. Ayrıca otopark alanının %50'si kadarının yer altından sağlanması ile kredi alınabilir.
SSc7.2	1 Kredi	<b><u>Çatıda Isı Adası Etkisi</u></b> Bu başlıkta 3 farklı seçeneğe bakılmaktadır. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Çatı bölgesini kaplayan en az %75'inin malzemelerinin SRI değeri eğimli çatılar için 29 olması</li> <li>• Düz ve az eğimli çatılar için 78 olması</li> <li>• Çatının %50'si kadarının yeşil olması</li> </ul> Ek olarak yüksek yansıtıcı özelliği bulunan malzemelerin tercih edilmemesi gerekmektedir.
SSc8	1 Kredi	<b><u>Isık Kirliliğini Azaltılma</u></b> Amaç geceleri ışık kirliliğini önlemek çevreye verilen zararı azaltmaktır.
Toplam	26 Kredi	

### 3.2 Su Verimliliği

Bu kategori altındaki kriterlerde 1 zorunlu önşart koşulu sağlandıktan sonra 3 başlıkta (Çizelge 3.2) toplamda 10 kredi alınabilmektedir (Şekil 3.2).



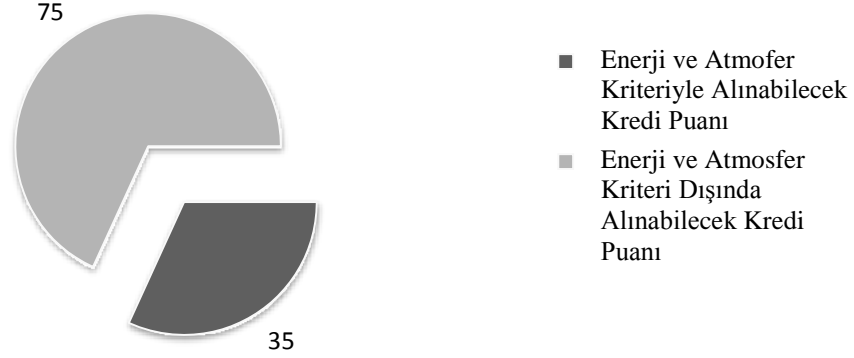
Şekil 3.2: Su Verimliliği Başlığı Altında Alınabilecek Kredi Grafiği

Çizelge 3.2: Su Verimliliği Kriteri Kredi Analizi

Önşart	Zorunlu	<b><u>Su Kullanımının Azaltılması</u></b>
WEc1	4 Kredi	<b><u>Su Verimliliği Sağlanan Peyzaj</u></b> Su miktarı kontrolünün sağlanmasına bağlı2-4 arasında kredi puanı elde edilebilmektedir. <ul style="list-style-type: none"><li>• 2 kredi puanı elde edebilmek adına sulama için kullanılan su %50 oranında azaltılması sağlanmalıdır.</li><li>• 4 kredi puanı alabilmek için %50 oranında azaltılmış kullanılan miktara ek şebeke suyu dışında depolanan yağmur suyunun, geri dönüştürülmüş atık sularının kullanılması gerekmektedir, diğer bir yöntem ise proje kapsamında sulamaya sürekli gereksinim duyulmayan peyzaj uygulanmalıdır.</li></ul>
WEc2	2 Kredi	<b><u>Yenilikçi Atık Su Teknolojisi</u></b> Yarı yarıya oranda su tasarrufu bulunan pisuar,klozet, armatür seçilmeli veya %50 arıtılan atık su ve suyun arazi içinde kullanılması ile 2 puan alınabilmektedir.
WEc3	4 Kredi	<b><u>Kullanılan Suyun Azaltılması</u></b> Suyun kullanımındaki düşüş yüzdesi bilgisine göre puanlama yapılmaktadır. %30 Oranında Azalması=2 Kredi Puanı %35 Oranında Azalması=3 Kredi Puanı %40 Oranında Azalması=4 Kredi Puanı Otomatik batarya sensörleri, az su tüketimi sağlayan rezervuar sistemlerinin kullanımı, debi sabitleyici örnek verilebilir.
<b>Toplam</b>	<b>10 Kredi</b>	

### 3.3 Enerji ve Atmosfer

Bu kategori altındaki kriterlerde 3 zorunlu önşart koşulu sağlandıktan sonra 6 başlıkta (Çizelge 3.3) toplamda 35 kredi alınabilmektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Enerji ve Atmosfer Kriteriyle Alınabilecek Kredi Grafiği

Çizelge 3.3: Enerji ve Atmosfer Kriteri Kredi Analizi

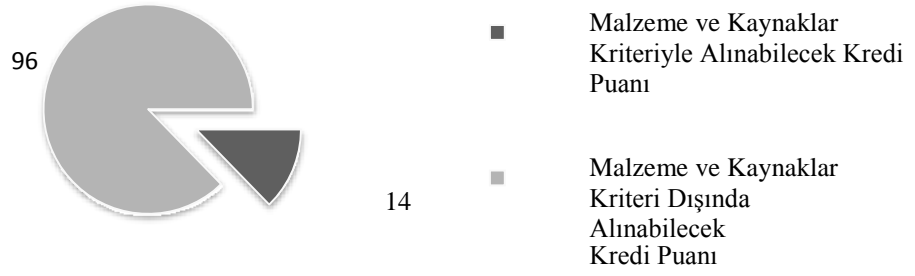
		<b><u>Bina Enerji Sistemi Kurulu</u></b>
		LEED, bina enerji sistemi kurulunun oluşturulması ile;
Önşart	Zorunlu	<ul style="list-style-type: none"><li>Sistemlerin işlevsel hale getirilmesi amacıyla minimum iki bina projesinde bu görevi yaptığını belgeleyen bir kişinin görevlendirilmesini; yetkilendirilen kişinin binanın raporunu, bulduğu öneri ve sonuçlarının mülk sahibine sunmasını,</li><li>4600 m<sup>2</sup> alandan büyük projede, kurul için görevlendirilen kişinin inşaat ve tasarım alanında gereken deneyimin kendisinde bulunmasını,</li><li>Heyetteki kişinin, mülk sahibinin proje gerekliliklerine dair hazırladığı dokümanları, ayrıca proje ekibi tarafından ana hatlarıyla ilgili hazırlanan dokümanları gözden geçirerek, mülk sahibi ile projede bulunan ekibin hazırladıkları dokümanlardaki değişikliklerde revize etmesi,</li><li>İnşaat dokümanları içerisinde bulunan sistemlerin devreye alınmasıyla ilgili bilgi ve gerekliliklerin bulundurulmasını,</li><li>Devreye alım yönetim planı oluşturulmasını,</li><li>Güç, yüklemeler ve sistem performansının denetlenmesini,</li><li>Özet olarak heyet raporları oluşturulmasını,</li><li>Dokümantasyonların havalandırma, klima, ısıtma, soğutma sistemi, gün ışığı kontrolü ve aydınlatma, yerel sıcak su sistemi, güneş rüzgar gibi yenilenebilir enerji sistemlerinin ana başlıkları altında oluşturulmasını talep etmektedir (Saka, 2011).</li></ul>
Önşart	Zorunlu	<b><u>Minimum Enerji Performansı</u></b> Minimum enerji tüketim sonucunda maksimum performans hedeflenmektedir. Önşartı sağlayabilmek için; <ul style="list-style-type: none"><li>Bina enerji simülasyonu hazırlanmalı</li><li>ASHRAE standardında ifade edilen bina enerji performansı standartına göre olması gereken değerlerin yeni binalar için %10 daha yüksek oranda olmalıdır.</li></ul>
Önşart	Zorunlu	<b><u>Soğutucu Akışkanların Temel Yönetimi</u></b> Ozon tabakasına zarar vermeyen ve delinmesini azaltmak adına soğutma, ısıtma, havalandırma sistemlerinde CFC (chlorofluorocarbon) bulunmayan soğutucular tercih edilmelidir.

### Çizelge 3.3: (devamı) Enerji ve Atmosfer Kriteri Kredi Analizi

EAc1	19 Kredi	<b><u>Optimum Enerji Performansı</u></b> Binadaki enerji verimliliğini arttırmak adına, kullanılan enerji sistemine göre hazırlanan enerji modellemesi ASHRAE 90.1-2007 standartına uygun olarak yeni binalar için %12 ila %48 iyileştirme oranına bağlı olarak 1-19 arasında kredi alınabilmektedir.
EAc2	7 Kredi	<b><u>Yenilenebilir Enerji</u></b> Fosil yakıt tüketiminden dolayı oluşan çevre kirliliğinin azaltılması aynı zamanda ekonomik olumsuzlukların azaltılması adına bina toplam yıllık enerji harcama yüzdesine bağlı olarak kredi alınabilmektedir. %1 Yenilenebilir Enerji Kredi Oranı = 1 %3 Yenilenebilir Enerji Kredi Oranı = 2 %5 Yenilenebilir Enerji Kredi Oranı = 3 %7 Yenilenebilir Enerji Kredi Oranı = 4 %9 Yenilenebilir Enerji Kredi Oranı = 5 %11 Yenilenebilir Enerji Kredi Oranı = 6 %13 Yenilenebilir Enerji Kredi Oranı = 7 Enerji tiplerine göre yenilenebilir enerji kaynakları; Rüzgar enerjisi, fotovoltaik sistemler, biyoyakıt sistemleri, güneş enerjisi, hidroelektrik sistemleri, jeotermal elektrik sistemleri, jeotermal ısıtma sistemleri ...
EAc3	2 Kredi	<b><u>Gelişmiş İşletmeye Alma</u></b> Enerji sistemlerinin mal sahibinin isteği, teknik şartname ve tasarım ölçütlerine uygun inşa edildiğinin onaylanması için binanın kullanılmaya başladıktan sonra tasarım aşamasından itibaren revize edilerek doğrulanması ve daha sonraki belgelendirilmesi gerekmektedir.
EAc4	2 Kredi	<b><u>Gelişmiş Soğutucu Akışkanları Yöntemi</u></b> Ozon tabakası ve küresel ısınmada etkisi bulunmayan soğutucu akışkanların kullanılması (doğal soğutucu kullanmak) veya belirtilen özellikte uygun soğutucu akışkanların kullanılması gerekmektedir.
EAc5	3 Kredi	<b><u>Ölçüm ve Doğrulama</u></b> Binanın hedeflenen enerji verimliliğine ulaşmış olup olmadığına ölçülmesi ve doğrulanması gerekmektedir. IPMVP (Uluslararası Performans Ölçüm ve Doğrulama Protokolü) 'ye uygun olarak bina kullanımının en az bir senesi ölçülmelidir. İstenen enerji verimi elde edilmiyorsa yeni plan oluşturulmalıdır.
EAc6	2 Kredi	<b><u>Yeşil Enerji Kullanımı</u></b> Yapıları yenilenebilir enerji kullanımına teşvik etmek amacıyla iki sene boyunca kullanılan elektrik enerjisinin %35'inin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanacağına dair kontrat imzalanması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları; biyoyakıt, rüzgâr ve jeotermal kaynaklı olmalıdır.
<b>Toplam</b>	<b>35 Kredi</b>	

### 3.4 Malzeme ve Kaynaklar

Bu kategori altındaki kriterlerde 1 zorunlu önşart koşulu sağlandıktan sonra 8 başlıkta (Çizelge 3.4) toplamda 14 kredi alınabilmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Malzeme ve Kaynaklar Başlığı Altında Alınabilecek Kredi Grafiği

Çizelge 3.4: Malzeme ve Kaynaklar Kriteri Kredi Analizi

Önşart	Zorunlu	<b><u>Geri Dönüştürülebilir Atıkların Toplanması</u></b>
		Yapıda geri dönüştürülebilir malzemeler daha önceden belirlenen belli mekanlarda toplatılması gerekmektedir. En az beş farklı türden atık; karton, kağıt, plastik, cam, metal birbirinden ayrı şekilde toplatılarak depolanmalıdır.
MRc1.1	3 Kredi	<b><u>Yapının Tekrardan Kullanımı (Döşeme -Duvar -Çatı)</u></b> Binanın döşeme,duvar ve çatı gibi strüktürel elemanlarının yeniden kullanım oranlarına göre kredi alınmaktadır. %55 Tekrardan Kullanım ..... %75 Tekrardan Kullanım ..... %95 Tekrardan Kullanım .....
MRc1.2	1 Kredi	<b><u>Binanın Yeniden Kullanımı (İç Mekânda Strüktürel Olmayan Elemanlar)</u></b> Yapı içerisinde kapı, iç duvar, tavan sistemleri, yer kaplaması gibi strüktürel olmayan elemanların yüzey alanları hesaplanarak en az %50'sinin yeniden kullanılan malzeme kategorisine uygun olduğu belirtilmelidir.
MRc2	2 Kredi	<b><u>İnşaat Atık Yönetimi</u></b> İnşaat atıklarının tekrar kullanımı veya geriye dönüştürülmesi için oluşturulan "Atık Yönetim Planı" ile geri dönüştürülen miktarın yüzdesine göre kredi kazanılmaktadır. %50 Yeniden Kullanım = 1 Kredi %75 Yeniden Kullanım = 2 Kredi
MRc3	2 Kredi	<b><u>Malzemelerin Yeniden Kullanımı</u></b> Yenilenmiş malzeme kullanım oranına göre kredi alınmaktadır. %5 Yenilenmiş Malzeme..... %10 Yenilenmiş Malzeme.....
MRc4	2 Kredi	<b><u>Geri Dönüştürülebilir Malzeme Kullanımı</u></b> Geri dönüştürülebilir malzeme kullanım oranına göre kredi alınmaktadır. %10 Geri Dönüştürülebilir Malzeme ..... %20 Geri Dönüştürülebilir Malzeme .....
MRc5	2 Kredi	<b><u>Yerel Malzeme Kullanımı</u></b> Yapımda kullanılan malzemelerin taşınmasıyla ortaya çıkan çevre kirliliğinin azaltılması için binada kullanılan malzemelerin maksimum 800 km uzaklıktan tedarik edilmesi gerekmektedir. %10 Yerel Malzeme = 1 Kredi %20 Yerel Malzeme = 2 Kredi
MRc6	1 Kredi	<b><u>Hızlı Geri Dönüştürülebilir Malzeme Kullanımı</u></b> Bina yapımında kullanılan malzemelerin %2,5'inin hızlı geri dönüştürülebilir malzeme olması gerekmektedir.
MRc7	1 Kredi	<b><u>Sertifikalı Ahşap Kullanımı</u></b> Çevre dostu olarak etiketlenmiş malzeme kullanılmalıdır. Yapımda kullanılan ahşap malzemelerin en az %50'sinin sertifikalı olması gerekmektedir.
<b>Toplam</b>	<b>14 Kredi</b>	



### 3.5 İç Hava Kalitesi

Bu kategori altındaki kriterlerde 2 zorunlu önşart koşulu sağlandıktan sonra 15 başlıkta (Çizelge 3.5) toplamda 15 kredi alınabilmektedir. (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: İç Hava Kalitesi Başlığı Altında Alınabilecek Kredi Grafiği

Çizelge 3.5: İç Hava Kalitesi Kriteri Kredi Analizi

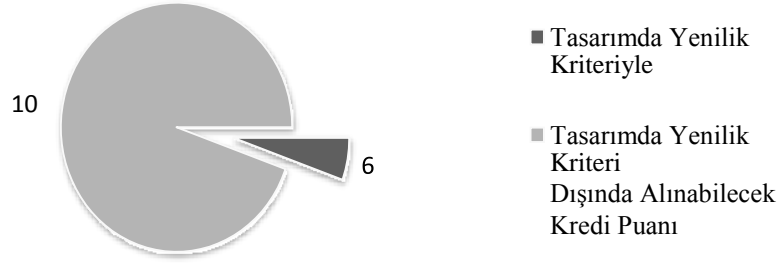
		<b><u>İç Ortam Hava Kalitesi Performansının Optimize Edilmesi</u></b>
Önşart	Zorunlu	Havalandırma sisteminde ASHRAE 62.1-2007 standartının 4.,5.,6.,7. bölümlerindeki minimum şartlara uyulmalı ve doğal havalandırma yapıyorsa ASHRAE 62.1-2007 standardının 5.1. bölümündeki bulunan şartlara uyulmalıdır.
Önşart	Zorunlu	<b><u>Sigara Dumanı Yönetimi</u></b> Bina sakinlerini, iç mekanları ve kullanılan havalandırma sistemlerini sigara dumanının etkisinden uzak tutmak amacıyla bina girişlerinin minimum 25ft (8m) uzaklıkta sigara içilmesine müsaade edilmeli veya bina içerisinde özel havalandırma sistemleri kullanılarak sigara odaları oluşturulmalıdır.
EQc1	1 Kredi	<b><u>Dış Ortamdan Giren Havanın Takibi</u></b> Bina sakinlerinin veya çalışan memnuniyet ve konforunu sağlamak amacıyla iç ortamda bulunan CO <sub>2</sub> ve hava akımını ASHRAE 62.1-2007 standardı göz önünde bulundurularak ölçen ve acil durum karşısında uyarıcı sistem kurulmalıdır.
EQc2	1 Kredi	<b><u>Arttırılmış Havalandırma</u></b> İç ortam hava kalitesini, bina sakinleri ve çalışanlarının konforunu, sağlığını ayrıca verimliliği arttırmak amacıyla ASHRAE 62.1-2007 standardında ifade edilen değerden %30 daha fazla taze hava girişi sağlanmalıdır.
EQc3.1	1 Kredi	<b><u>İnşaat Sürecinde- İç Ortam Hava Kalitesi</u></b> İnşaat sahasında çalışan işçilerin ve bina sakinlerinin inşaat yapım aşamasında oluşan hava kirliliğinden etkilenmemeleri için, SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association) prensiplerine uygun şekilde "İç Hava Kalitesi Planı" oluşturulmalıdır.

Çizelge 3.5: (devamı) İç Hava Kalitesi Kriteri Kredi Analizi

<b><u>Kullanım Öncesi- İç Ortam Hava Kalitesi</u></b>		
EQc3.2	1 Kredi	İnşaatın bitimi sonrası bina sakinleri yerleşmeden önce yapının tamamının temizlenmesi gerekmektedir. Yerleşim öncesi havadan alınan numunelerdeki partikül, formaldehit, VOC (Uçucu Organik Madde), karbonmonoksit, 4-Phenylcyclohexene değerlerinin maksimum değerinin altında çıkmasıyla 1 kredi alınabilmektedir
EQc4.1	1 Kredi	<b><u>Düşük Salımlı Malzemeler- Yapıştırıcılar</u></b> İç ortam içerisinde kullanılan dolgu malzemeleri ve yapıştırıcıların içindeki VOC değerleri belirtilen limiti aşmamalıdır.
EQc4.2	1 Kredi	<b><u>Düşük Salımlı Malzemeler- Boya ve Kaplamalar</u></b> İç ortam içerisinde kullanılan kaplama ve boyanın içeriğindeki VOC değerleri belirtilen limiti aşmamalıdır.
EQc4.3	1 Kredi	<b><u>Düşük Salımlı Malzemeler- Yer Kaplamaları</u></b> İç ortam içerisinde kullanılan yer kaplamalarının içeriğindeki VOC değerleri belirtilen limiti aşmamalıdır.
EQc4.4	1 Kredi	<b><u>Düşük Salımlı Malzemeler- Kompozit Ahsap</u></b> İç ortam içerisinde kullanılan lifli ve kompozit ahşap malzemelerin kullanıldığı ahşap ürünlerde yapıştırıcıların formaldehit içermemesi gerekmektedir.
EQc5	1 Kredi	<b><u>İç Ortam Kirletici Kaynağı Kontrolü</u></b> Sağlığa zararı bulunan kimyasal maddeler ve partiküllerin bulunduğu fotokopi odası, temizlik odası, garaj, çamaşırhane, tamirhane gibi mekânlara uygun filtre ve havalandırma sistemi kullanılmalıdır.
EQc6.1	1 Kredi	<b><u>Sistemlerin Kontrolü- Aydınlatma</u></b> Çok sayıda kullanıcısı olan mekânlarda konfor düzeyini ve kullanıcı verimini arttırmak için kullanıcıların %90'ının kendi tercihleri ile aydınlatmayı kontrol edebilir olması gerekmektedir.
EQc6.2	1 Kredi	<b><u>Sistemlerin Kontrolü- Termal Konfor</u></b> Çoklu kullanıcıların bulunduğu mekânlarda kullanıcıların en az %50'sinin hava sirkülasyonu, taze hava miktarı, sıcaklık gibi konularda ayarlama yapılabilir olmalıdır.
EQc7.1	1 Kredi	<b><u>Termal Konfor- Tasarım</u></b> İç mekânda hava termal konforunun (havalandırma, ısıtma, soğutma) ASHRAE 55 standartına uygun olması gerekmektedir.
EQc7.2	1 Kredi	<b><u>Termal Konfor- Doğrulama</u></b> Yapı kullanılmaya başladıktan 6-18 ay içerisinde termal konforun sağlandığının teyit edilmesi, eğer kullanıcılardan %20'si kadarında memnuniyetsizlik bulunuyorsa gerekli önlemlerin alınması durumunda 1 kredi verilmektedir.
EQc8.1	1 Kredi	<b><u>Günlüğü</u></b> Düzenli olarak kullanılan ortamlarda maksimum oranda güneşten fayda sağlanmalı, yansımaya ve kamaşmanın önlenmesi gerekmektedir.
EQc8.2	1 Kredi	<b><u>Manzara</u></b> Düzenli olarak kullanılan ortamlarda kullanıcıların %90'ı kadarının oturdukları bölgeden uygun pencere yükseklikleriyle dışarıyı görebilmeleri sağlanmalıdır.
<b>Toplam</b>	<b>15 Kredi</b>	

### 3.6 Tasarımda Yenilik ve Bölgesel Öncelik

Bu kategori altındaki kriterlerde 2 ana başlık altında (Çizelge 3.6) toplam 6 kredi verilmektedir (Şekil 3.6).

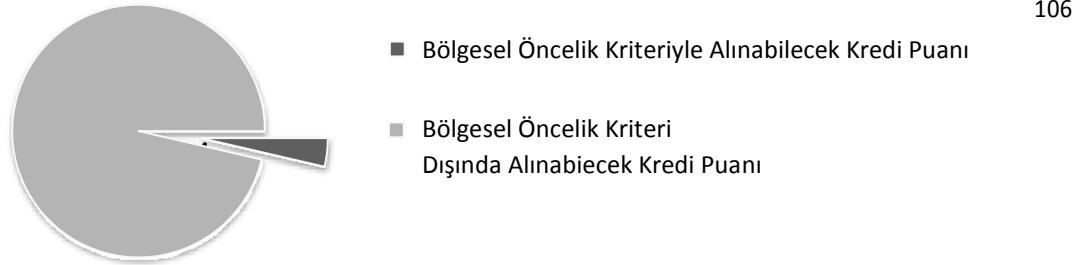


**Şekil 3.6:** Tasarımda Yenilik Kriteriyle Alınabilecek Kredi Grafiği

**Çizelge 3.6:** Tasarımda Yenilik Kriteri Kredi Analizi

IDc1	5 Kredi	Diğer başlıklar altında belirtilen kriter değerleri üzerine çıkılması durumunda 1-5 arasında kredi kazanılabilmektedir.
IDc2	1 Kredi	Projede LEED uzmanının yer alması durumunda 1 puan elde edilebilmektedir.
<b>Toplam</b>	<b>6 Kredi</b>	

Bölgesel Öncelik başlığı altında 1 ana başlık altında toplam 4 kredi verilmektedir (Şekil 3.7).

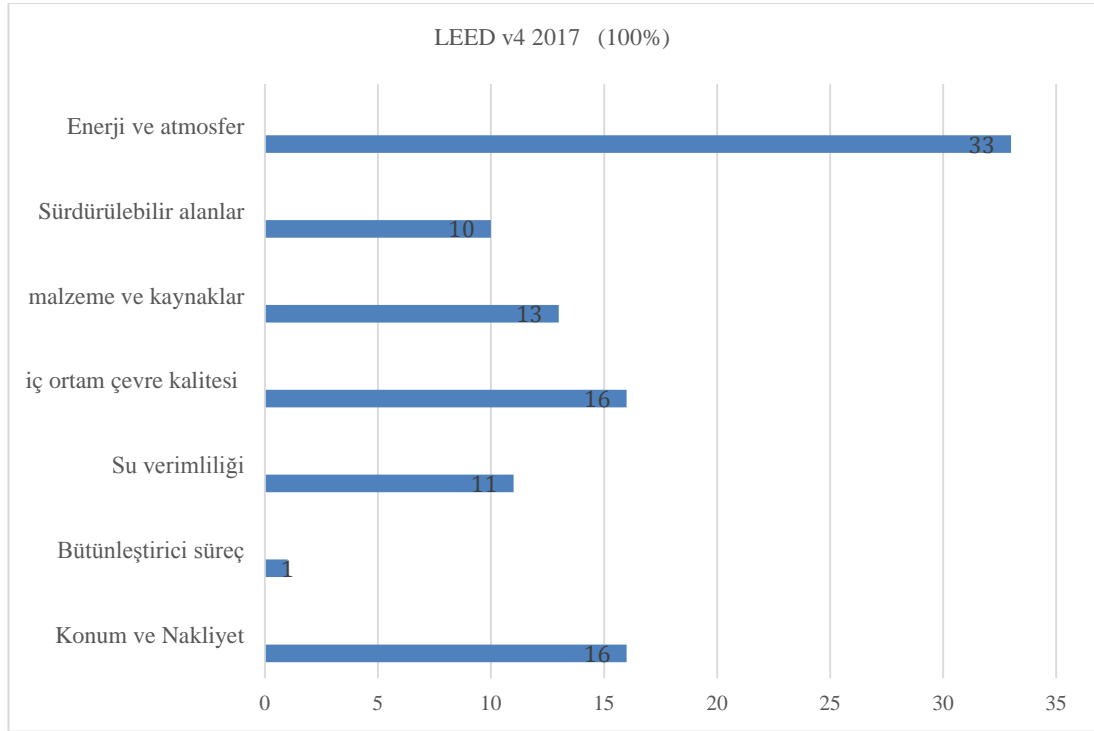


**Şekil 3.7:** Bölgesel Öncelik Kriteriyle Alınabilecek Kredi Grafiği

Tasarım ile yapım sürecinde yerel malzeme kullanımına teşvik edilerek 1-4 arasında kredi alınabilmektedir.

#### 4. ÜSKÜDAR BELEDİYESİ HİZMET BİNASI ve NİKAH SARAYI

Konut, ticari merkez ve fabrika gibi yapılarda alınan yeşil bina sertifikası ile binaları çevre dostu hale getirmek amaçlanmaktadır. Türkiye’de yeşil belgeli (LEED) binalardan birisi olan İstanbul ili Üsküdar bölgesinde bulunan Üsküdar Belediye Binası incelenmiştir. Bu çalışmada Üsküdar Belediye Binası, konum ve proje bilgileri verildikten sonra Grafik 1 de belirtilen LEED sertifikasının kriterleri açısından değerlendirilerek sürdürülebilir yeşil binaların çevresel ve maliyet açısından rolü ortaya konulmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.1: LEED Sertifika Kategorileri

**Kaynak:** (Salihoğlu, 2018)

#### 4.1 Konum Bilgisi

Üsküdar Belediyesi Hizmet Binası, İstanbul ili Üsküdar ilçesinde 1984'ten itibaren hizmet veren eski hizmet binasının yıkılıp 85175,90 m<sup>2</sup> toplam inşaat

alanı üzerine yeniden inşa edilerek 2016 yılında faaliyet göstermeye başlamıştır.



**Şekil 4.2:** Üsküdar Belediyesi Hizmet Binası Konum Görünümü

Yapılan alan çalışması yeşil bina kriterleri ışığında Çizelge 2’de Üsküdar Belediyesi Hizmet Binası ve Nikah Sarayına ait proje parsel alanları ve bina içerisinde bulunan hizmet alanları gösterilmiştir.

**Çizelge 4.1:** Üsküdar Belediyesi Hizmet Binası Proje Bilgileri ve Hizmet Alanları

<b>Proje Bilgileri ve Hizmet Alanları</b>	
- Belediye Hizmet Binası (2 Parsel)	: 58601,30 m <sup>2</sup>
Başkanlık Makamı	
Müdürlükler	
Nikah Salonu ve Fuaye (2 Adet)	
Müze	
Dükkanlar (12 Adet)	
İç Bahçe	
Toplantı Odaları	
Seminer Salonları	
Arşiv	
Bay-Bayan Mescit ve Şadırvan	
Gezilebilir Teras Alanları	
Meclis Salonu	
Kokteyl Salonu	
Çok Amaçlı Salon	
Yemekhane ve Mutfak	
Kapalı Otopark (350 Araçlık)	
- Spor Salonu (3 Parsel)	: 26574,60 m <sup>2</sup>
Yüzme Havuzu ve Soyunma Odaları (2 Adet)	
Fitness Salonu ve Soyunma Odaları (2 Adet)	
İç Bahçe	
Oyun Sahası ve Soyunma Odaları	
Bay-Bayan Mescit	
Seyirci Terasları	
- Toplam İnşaat Alanı	: 85175,90 m <sup>2</sup>

## **4.2 Örnek Binanın LEED sertifika Kategorisine Göre İrdelenmesi**

### **4.2.1 Enerji ve atmosfer**

Proje kapsamında ozon tabakasını inceltip, küresel ısınmada etkili kloroflorokarbon gazlarının bulunmadığı HVAC (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme) sistemler tercih edilmiştir. Soğutma ve ısıtma, yüksek verimli VRF sistemiyle çalışmaktadır. Bina havalandırması ısı geri kazanım sistemine sahip klima santralleri ile sağlanmaktadır. Çalışmalar sonucunda enerji verimliliği açısından toplam %25 maliyet ve enerji tasarrufu gözlemlenmiştir. Devreye alma ve temel seviye testi kapsamında mekanik plan tasarımı proje sonuna kadar incelenip, projenin ihtiyacı doğrultusunda sistem tasarımlarının uygulanması neticesinde, işletme maliyetinin düştüğü gözlemlenmiştir. Priz, aydınlatma, havalandırma, soğutma ve ısıtma gibi mekanik yüklerin enerji ölçüm cihazları aracılığıyla ölçülüp her bir sistem için enerji tüketim miktarı izlenebilmektedir. Bina enerji tüketim takibi neticesinde ekstra enerji tasarrufu ve doğal gün ışığı ile iç mekânın aydınlatılması sağlanmıştır.

### **4.2.2 İç hava kalitesi**

Yapının iç kısımlarında insan sağlığının olumsuz etkilenmediği düşük emisyonlu yapı kimyasalları tercih edilmiştir. İç mekanlarda hava kalitesi standartları projenin tüm aşamalarında uygulanarak, havalandırma sistemi ASHRAE 62.1-2007 standardı doğrultusunda belirlenen minimum havalandırma değerleri ile %30 arttırılan hava debileri tasarımda kullanılmıştır. Havalandırma sisteminde F7 tipi filtre tercih edilerek iç mekandaki hava kalitesi göz önünde bulundurulmuştur. Binayı kullanan kişilerin, termal konfor kontrolünü sağlamalarına olanak sağlayan tasarım yapılmıştır. Kimyasal madde veya tehlikeli gaz bulunan alanlarda negatif basınçlandırma uygulanarak mahal dışı bölgelere kirli hava kaçıışı engellenmiştir. Mahal sıcaklıklarının tasarımında ASHRAE 55-2004 standardı baz alınmıştır. Çalışmalar neticesinde ısı geri kazanımlı klima santrali ile binanın havalandırması sağlanarak bina genelinde yaklaşık %25 maliyet ve enerji tasarrufu gözlemlenmiştir. Binada insan sağlığına zararı bulunmayan düşük emisyonlu yapı kimyasalları kullanılmıştır.

### 4.2.3 Sürdürülebilir araziler

Bölgedeki su kaynaklarını ve su hatlarını korumak, inşa sürecinde toprak erozyonu ile kirliliği önlemek adına tortu ve erozyon kontrol planı projede uygulanmıştır. Proje herhangi bir su kütesinin yakınında olmamakla birlikte yapılaşma yoğunluğunun yüksek olduğu bir bölgededir. Koruma altında bulunan canlıların yaşam alanlarının bulunduğu bölge ve tarım alanlarına uzak olmasıyla sürdürülebilirlik açısından avantaj sağlamaktadır. Toplu taşıma araçlarına ve temel servislere yakınlığı sayesinde bölge sakinleri yürüyerek bu hizmetlerden yararlanabilmektedir. Bunun neticesinde araç kullanımından ötürü karbon emisyonlarının düşürülmesi amaçlanmaktadır.



**Şekil 4.3:** Üsküdar Belediye Binası Maket Görünümü

**Kaynak:** (Taşdemir, 2020).

Trafik yükünü düşürmek ve araç emisyonunu azaltmak amacıyla yapılan uygulamalardan bir diğeri ise bisiklet park yeri konumlandırmalarıdır. Ayrıca bisiklet kullanıcılarına ait soyunma ve duş kabinleri oluşturularak kullanım konforu artırılmıştır. Bunun neticesinde bina sakinlerinin bisiklet kullanımına teşviki hedeflenmiştir. Kullanıcıları yönlendirmek için düşük emisyonlu araçların kullanabileceği park imkânı sağlanarak, yapılan bu park yerleri giriş bölgelerine yakın şekilde konumlandırılmıştır. Çevreye duyarlı olarak

yenilikçi teknolojiye yönelen kullanıcılar ve karbon emisyonunun azaltılması hedeflenmiştir.



**Şekil 4.4:** Üsküdar Belediye Binası Dış Görünümü

**Kaynak:** (Taşdemir, 2020)

Yönetmeliğe uygun biçimde otopark sayısı belirlenerek otopark yeraltından sağlanmıştır. Sert zeminde açık renkli kaplamalar ve çatıda açık renkli malzeme tercih edilerek ısı adası etkisinin azaltılması hedeflenmiştir. Bina içerisindeki sigara dumanının geçişi kontrollü şekilde sağlanmaktadır. Emiş menfezlerine ve bina açıklıklarına 7.5 m'lik mesafeye kadar sigara içilmesi yasaklanarak, bu sınırlandırılan alanda ve bina içerisinde sigara içmenin yasak olduğunu ifade eden tabelalar yerleştirilmiştir. İç mekân hava kirliliğini kontrol altına almak adına bina girişlerinde 3m uzunluğunda olan kalıcı paspaslar yerleştirilmiştir.

#### **4.2.4 Su verimliliği**

Bina iç mekanlarında su verimliliğinde kullanılan vitrikiye armatürlerinin tercih edilmesiyle standart bir bina ile kıyaslandığında %51 oranında su verimliliği ile su tasarrufu sağlanmıştır. Çatılarda biriken yağmur suyunu tuvaletlerde kullanarak %77 oranında şebeke suyu tüketimi azaltılmıştır. Düşük su ihtiyacına sahip olan bitkiler peyzaj alanlarında kullanılmıştır.



#### 4.2.5 Malzemeler ve kaynaklar

Bina içerisinde düşük emisyonlu, insan sağlığı üzerinde zararlı etkisi olmayan yapı kimyasalları tercih edilmiştir. Bina içerisindeki geri dönüşümü sağlanabilen atıkların ayrıştırılıp toplanabilmesi adına atık kutuları belli alanlara yerleştirilmiştir. İnşaat malzemelerinin %20'den fazlasını geri dönüştürülmüş malzemelerden tercih ederek hammadde kaynak tahribinin azaltılması sağlanmıştır. İnşaat atık yönetimi ile bu süreçte çıkan atıklar değerlendirilip, bina içerisinde yerel malzemeler kullanılmıştır. Nikah Sarayı'nın üzerini kaplayan ahşap lamineden yapılan kubbe, Almanya'da de monte şekilde üretilmiş ve yerinde montajı yapılmıştır. Kubbesi Selçuklu yıldızı şeklinde, şeffaf cam malzemedan yapılmıştır.

#### 4.2.6 Konum ve nakliyat

Bu kategorinin başlıca amacı küresel ısınmaya sebebiyet veren ve bina sakinlerinin ulaşımı esnasında açığa çıkan sera gazı miktarını azaltmaktır. Doğal kaynakların bulunduğu ve hasat veren topraklarda inşa edilmemesi, bunun dışında ise arazi konumu açısından sosyal yaşama yakınlığı ile binanın sürdürülebilir bina olmasında oldukça etkilidir. Binadaki bisiklet park alanları ve bina altına yapılan otopark ile bölgeler etkin bir şekilde kullanılmaktadır. İnşaat esnasında ortaya çıkan atıkların en az %75 kadarının geri dönüşümü yapılmıştır. İnşaat malzemelerinin %20'sinden fazlası bölge içerisinde karşılanıp ulaşımdan kaynaklı karbon emisyonu azaltılmıştır. Bina arazi konumu ile proje planlamasında karayolu, metro, denizyolu ulaşımı ve ayrıca bisiklet yolu ile yeşil bina kriterlerine uygunluk açısından önemli bir yer edinmektedir.

**Çizelge 4.2:** LEED Dereceleri [30].

LEED Dereceleri	Puanı
LEED Sertifikası	40-49
LEED Gümüş Sertifikası	50-59
LEED Altın Sertifikası	60-79
LEED Platin Sertifikası	80 ve üzeri

Bu çalışma neticesinde gerekli kriterleri sağlayarak Üsküdar Belediye Binası Tablo 3 de verilen LEED sertifika derecelerinden Altın sertifika derecesi ve LEED bina sertifika kategorilerinden BD&C kategorisinde seçilmiştir.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yeşil sertifikalı bina, geçmiş çalışmalarda gösterildiği gibi olumlu bir ekonomik etkiye sahiptir. Bu ekonomik etki, sayısız dış etkenden etkilenen inşaat projelerinin doğası nedeniyle bir veya iki faktörle özetlenemez. Ancak, yeşil sertifikalı binaların genel doğası nedeniyle, sürecin kalitesi ve yönetimi düşünülebilir. Yeşil sertifikalı binalar, binanın ilk planlama ve tasarım aşamasında yönetildiği için planlama ve tasarımda yeşil sertifikalı olmayan binalara göre daha yüksek kalitede olacaktır. Ayrıca, bu planlama ve tasarım aşamalarının yüksek kalitesi de inşaat aşamasını olumlu etkileyecek ve daha iyi inşaat kalitesine yol açacaktır. Yeşil sertifika binasının nitel faktörlerin bu erdemli döngüsü ekonomik etki yaratacaktır. LEED sertifikalı binalar ile LEED sertifikalı olmayan binalar arasında bina değer oranı ile bakım ve onarım maliyet oranı arasında önemli farklar vardır. LEED sertifikasına sahip bina ile LEED sertifikası olmayan bina arasındaki bina değeri karşılaştırması, LEED sertifikalı bina değerinin istatistiksel olarak LEED sertifikalı olmayan bina değerinden %49,9 daha fazla olduğunu kanıtlamaktadır. Bu sonuç, yeşil sertifikanın bina değeri üzerinde olumlu etkisi olduğu yönündeki geçmiş araştırmaları pekiştirmektedir (Miller ve ark. 2008; Eichholtz ve ark., 2010). LEED sertifikasına sahip bina ile LEED sertifikası olmayan bina arasındaki bakım ve onarım maliyet oranı karşılaştırma sonucunda, LEED sertifikalı binanın bakım ve onarım maliyet oranının, LEED sertifikalı olmayan binadan istatistiksel olarak %25,6 daha küçük olduğunu doğrulamaktadır. Bu bulgu, yeşil sertifikanın bakım ve onarım maliyetini azaltmada etkisi olduğu yönündeki eski çalışmayı desteklemektedir (Kats, 2006). Üsküdar Belediye Binası incelendiğinde %25 oranında enerji ve maliyet tasarrufu gözlemlenmiştir ve bu çalışmadan anlaşıldığı gibi ilk başta maliyetli gelen LEED sertifikalı binaların ileriye yönelik çevresel ve ekonomik açıdan çok önemli geri dönüşü olmaktadır. Buna ek olarak, bu çalışma istatistiksel olarak önceki çalışmaların bulgularını güçlendirir. Bina yaşam döngüsü analizi ve sürdürülebilirlik birbirleriyle ayrılmaz bir bütün halindedir ve birlikte düşünüldüğü zaman, yıkıcı etkileri fazla olabilen ve sadece başlangıç maliyeti doğrultusunda kısa vadeli bakış açısından uzaklaşılması gerektiği bilinmelidir. Binaların verimliliği ve sürdürülebilirliği konusunda bilinç arttıkça, yeşil bina

belgelendirme sistemleri hızla dünya çapında yayılmaktadır. Binalardaki enerji tüketimi, küresel olarak tüketilen enerjinin önemli bir kısmından sorumludur. Sürdürülebilir binalar ekonomik ve çevresel düzeyde önemli sonuçlar doğurmaktadır. Çalışma sonrasında Üsküdar Belediye Binasında LEED standardına göre toplam %25 oranında enerji ve maliyet tasarrufu gözlenmiştir. Şebeke suyu tüketimi %77 oranında azaltılarak normal bir binaya nazaran %51 oranında su verimliliği sağlanmıştır. Yeşil bina sertifikasında çevreyi korumaya yönelik yapılan yatırımların aslında ileriye yönelik pozitif yansıması olduğu görülmüştür. Belgeyi almaya hak kazanmak adına yapılan düzenleme ve değişiklikler üretimden önce ve üretimden sonra kaynak tüketiminin azalmasını sağlamaktadır. Yeşil bina sertifikası bulunan yapıların sayısını arttırmak ülkedeki kaynak kullanımını azaltarak sürdürülebilir üretime geçilmesini destekleyecektir.

Bina, açık ve kapalı ofis alanı, tam hizmet kafeterya, fitness merkezi, TV stüdyosu, oditoryum, küçük veri merkezi ve ekli 7 katlı otoparktan oluşan 320.000 metrekarelik A Sınıfı yüksek bir binadır. Temel bina HVAC sistemi, soğutma kuleli iki adet 500 tonluk su soğutmalı soğutma grubundan ve her bir chiller için özel bir sabit hızlı pompadan oluşur. Soğutulmuş su sistemi, basınç kontrollü bir baypas valfi ile değişken hacimde çalışır.

## KAYNAKLAR

- Altan-Mehmet, F., Karadağ, E.** 2018. Investigation of the Methods and Efficiency of the New and Available Methods Used in the transformation of Green Mixtures. *Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies*.
- Anbarcı, M., Giran, Ö., Demir, İ. H.** 2012. Uluslararası yeşil bina sertifika sistemleri ile türkiyedeki bina enerji verimliliği uygulaması. *Engineering Sciences*, 7(1), 368-383.
- Anonim,** 2020. [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org). (Erişim tarihi: 10.Mayıs.2020)
- Arslan, F.** 2019. Sürdürülebilir Üretimde Yeşil Binaların Rolü: Schneider Electric (Manisa) Örneği.
- Aydin, M.** (2016). Enerji verimliliğinin sürdürülebilir kalkınmadaki rolü: Türkiye değerlendirmesi. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 14(28), 409-441.
- Awadh, O.** (2017). Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis. *Journal of Building Engineering*, 11, 25-29.
- Bayraktar, F. T.** (2011). Türkiye’de yapı malzemesi yaşam döngüsü değerlendirmesi için bir sistem önerisi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bon, R., & Hutchinson, K.** 2000. Sustainable construction: some economic challenges. *Building Research & Information*, 28(5-6), 310-314.
- Chen, X., Yang, H., & Lu, L.** 2015. A comprehensive review on passive design approaches in green building rating tools. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 1425-1436.
- Choi, J. O., Bhatla, A., Stoppel, C. M., & Shane, J. S.** (2015). LEED credit review system and optimization model for pursuing LEED certification. *Sustainability*, 7(10), 13351-13377.
- Cidell, J.** 2009. A political ecology of the built environment: LEED certification for green buildings. *Local Environment*, 14(7), 621-633.
- Ćwik, K., & Nowak, P.** (2017). Choice of design solutions for BREEAM international certificate. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 117, p. 00031). EDP Sciences.
- Çelik, E.** 2009. Yeşil bina sertifika sistemlerinin incelenmesi Türkiye’de uygulanabilirliklerinin değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Dhopate, A., Joshi, S., & Kulkarni, S. V.** (2018). Performance Evaluation of Energy Conscious Building by Using Integrated Approach towards Sustainability. *Performance Evaluation of Energy Conscious Building by Using Integrated Approach towards Sustainability*, 6(1), 10-10.
- Doğan, G.** Bina Tasarımında Karar Desteği Olarak Sürdürülebilirlik Değerlendirme Araçları. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, 3(1), 66-91.

- Eberl, S.** (2010, June). DGNB vs. LEED: A comparative analysis. In Conference on Central Europe towards Sustainable Building (pp. 1-5).
- Eichholtz, P., Kok, N., & Quigley, J. M.** 2010. Doing well by doing good Green office buildings. *American Economic Review*, 100(5), 2492- 2509.
- Erdede, S. B., Erdede, B., & Bektaş, S.** 2014. Sürdürülebilir yeşil binalar ve sertifika sistemlerinin değerlendirilmesi. *Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*, 14-17.
- Erten, D., & Yılmaz, A. Z.** 2011. LEED ve BREEAM Sertifikalarında Enerji Performans Değerlendirilmesinin Karşılaştırılması, 10. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, İzmir, 1541- 1552.
- Fernández-Solís, J. L., & Lavy, S.** (2018). Trends in pursuing LEED certification credit points.
- Goodland, R.** 1995. The concept of environmental sustainability. *Annual review of ecology and systematics*, 26(1), 1-24.
- Gou, Z., Lau, S. S. Y., & Prasad, D.** 2013. Market readiness and policy implications for green buildings: case study from Hong Kong. *Journal of Green Building*, 8(2), 162-173.
- Gou, Z., & Lau, S. S. Y.** 2014. Contextualizing green building rating systems: Case study of Hong Kong. *Habitat international*, 44, 282-289.
- Ha, S. G., Son, K., Kim, J. M., & Kim, T.** 2017. Comparison analysis of construction costs according to LEED and non-LEED certified educational buildings. *The Journal of Korean Institute of Educational Facilities*, 24(6), 3-10.
- Heerwagen, J.** 2000. Green buildings, organizational success and occupant productivity. *Building Research & Information*, 28(5-6), 353-367.
- Jeong, J.H.** A Study on the Comparison and Analysis of the Energy Consumption and Economics for Green Building Certification: Focusing on the o\_ce Building. Master's Thesis, JoongAng University, Seoul, Korea, 2013.
- Jerneck, A., Olsson, L., Ness, B., Anderberg, S., Baier, M., Clark, E., ... & Persson, J.** 2011. Structuring sustainability science. *Sustainability science*, 6(1), 69-82.
- Katcher-Dunne, A. E.** (2016). The role of LEED certification in consumer major purchase decisions: a case study of the Chattanooga Volkswagen manufacturing facility.
- Kats, G.** 2006. Greening America's Schools: Costs and benefits. A Capital E Report. Retrieved October, 1, 2009.
- Khasreen, M. M., Banfill, P. F., & Menzies, G. F.** (2009). Life-cycle assessment and the environmental impact of buildings: a review. *Sustainability*, 1(3), 674-701.
- Kibert, C. J.** 2016. Sustainable construction: green building design and delivery. John Wiley & Sons.
- Kim, J. M., Son, K., & Son, S.** 2020. Green benefits on educational buildings according to the LEED certification. *International Journal of Strategic Property Management*, 24(2), 83-89.
- May, P. J., & Koski, C. 2007. State environmental policies: analyzing green building mandates. *Review of policy research*, 24(1), 49-65.
- Miller, N., Spivey, J., & Florance, A.** 2008. Does green pay off. *Journal of Real Estate Portfolio Management*, 14(4), 385-400.

- MØLLER, R., Rhodes, M. K., & Larsen, T. S.** (2018). DGNB building certification companion: sustainability tool for assessment, planning, learning, and engaging (STAPLE). *Towards Energy Sustainability*, 135.
- Mucan, B., Kayabaşı, A., & Madran, C.** (2016). Yöneticilerde sürdürülebilirlik algısı ve firma uygulamalarına yönelik değerlendirme. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(2), 57-72.
- No, S., & Won, C.** 2020. Comparative Analysis of Energy Consumption between Green Building Certified and Non-Certified Buildings in Korea. *Energies*, 13(5), 1049.
- Öztürk, A.** (2015). Yeşil bina sertifikasyon sistemlerinin analizi. Energy Institute, Istanbul Technical University, Istanbul.
- Pearce, A. R., Hastak, M., & Vanegas, J. A.** 1995, November. A decision support system for construction materials selection using sustainability as a criterion. In *Proceedings of the NCSBCS Conference on Building Codes and Standards* (pp. 1-4).
- Salihoğlu, N. K.** 2018. Sürdürülebilir / Yeşil Binalar için LEED ve Su Yönetimi. <http://www.skb.gov.tr/surdurulebilir-yesil-binalar-icin-leed-v4-suyonetimi-s26596k/>. (Erişim Tarihi: 28.Şubat.2021).
- Säynäjoki, A., Heinonen, J., Junnila, S., & Horvath, A.** (2017). Can life-cycle assessment produce reliable policy guidelines in the building sector?. *Environmental Research Letters*, 12(1), 013001.
- Şermet, R.** (2017). SÜRDÜRÜLEBİLİR PEYZAJ TASARIMLAR İÇİN SERTİFİKASYON SİSTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Taşdemir, H.** 2020. Hicran Kopya Fotoğraf Arşivi.
- Uruk, Z. F. F., & İslamoğlu, A. K. K. K.** (2019). BREEAM, LEED ve DGNB yeşil bina sertifikasyon sistemlerinin standart bir konutta karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 143-154.
- Yılmaz, D. İ.** (2014). Yüklenici Firmalar İçin Sürdürülebilir Yapım Kılavuzu Oluşturulması ve LEED Uygulamalarında Karşılaşılan Zorlukların İncelenmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- WCED, 1987.** WCED Our Common Future. World Commission on Environment and Development Oxford University Press, Oxford.

## ÖZGEÇMİŞ

Hicran TAŞDEMİR, 1993 yılında İstanbul’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul’da tamamladı. Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nden 2015 yılında mezun oldu. İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Dalı’nda yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.

### **Yayınları ve/veya Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri:**

Taşdemir, H., Aktan, M. (2021). Sürdürülebilir Yeşil Binaların LEED Sertifikasına göre İrdelenmesi: Üsküdar Belediye Binası Örneği. MAS Journal of Applied Sciences, 6, 211-221