

# Türkiye’deki LEED NC 2009 Sertifikalı Binaların Enerji ve Atmosfer Kredilerinin Değerlendirilmesi

Ashlı Pelin GÜRGÜN\*

Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü  
(Geliş/Received : 12.08.2016 ; Kabul/Accepted : 15.09.2016)

## ÖZ

ABD’de United States Green Building Council (USGBC) tarafından geliştirilen ve halen kullanılmakta olan LEED sistemi, tüm dünyada inşaat projelerinde yoğun olarak kullanılan bir yeşil bina sertifikasyon sistemidir. Türkiye’de de sıkça tercih edilen bu sistem, enerji verimliliği dahil olmak üzere değişik konularda sürdürülebilir uygulamaların inşaat projelerinde kullanılmasını teşvik eder ve değişik kredi kategorileri üzerinden puanlar. Kazanılan puanlara göre binalar değişik seviyelerde sertifika almaya hak kazanırlar. LEED’in yeni binalar için geliştirdiği versiyonunda en yüksek puana sahip olan kredi kategorisi, enerji ve atmosfer kategorisidir. Bu kredilerin amaçları, enerji verimliliğinin artırılması, hedeflenen verimliliğin binanın kullanımı sırasında gerçekleştiğinin takip edilmesi, yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi ve karbon emisyonlarını azaltıcı teknolojilerin kullanılmasıdır. Bu çalışmada, Türkiye’de LEED sistemi kullanarak yeşil bina sertifikası alan binaların, enerji ve atmosfer kredi kategorisindeki performansları, kazandıkları puanlar kullanılarak analiz edilmiştir. Ağırlıklı olarak ABD inşaat sektörünün koşullarına göre geliştirilmiş olan sistemin, Türk inşaat projelerindeki uygulanma düzeyi incelenmiştir. Ayrıca, başarılı sürdürülebilir inşaat uygulama örnekleri, yeşil bina projelerinde karşılaşılan sıkıntılar, engeller ve zorluklar irdelenerek daha sonraki çalışmalara ışık tutması hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** LEED, Türkiye, Enerji, Yeşil Bina.

# Türkiye’deki LEED NC 2009 Sertifikalı Binaların Enerji ve Atmosfer Kredilerinin Değerlendirilmesi

## ABSTRACT

LEED green building certification system, which is developed by Green Building Certification Council (USGBC) is one the most commonly used certification systems in the world. Being the frequently preferred certification system in Turkey, it encourages and rates sustainable practices including energy efficiency in construction projects with different credit categories. Buildings are certified at different levels based on earned. Energy and atmosphere credits share the largest portion of all achievable points in LEED for new construction projects. The objectives of the credits are improving energy efficiency, monitoring energy consumption to control if there is any gap between designed and actual values during operation, encouraging renewable energy consumption and using technologies to reduce carbon emissions. In this study, the performance of LEED-certified green buildings in Turkey is evaluated in energy and atmosphere credits by analyzing earned points in this category. The level of practices in Turkish green building projects is investigated, considering the fact that the system is developed based on U.S. construction sector. Additionally, successful construction applications, problems, barriers and challenges in such projects are presented as examples for further studies and practices.

**Keywords:** LEED, Turkey, Energy, Green Building.

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnşaat projelerindeki faaliyetlerin doğal çevre üzerinde yarattığı olumsuz etkiler sıkça tartışılan ve araştırılan bir konudur. Mevcut kaynakların verimli kullanılması bu noktada çok önemlidir ve sürdürülebilirlik kavramı kapsamında yoğun olarak gündeme getirilmektedir. Binaların yaşam döngüleri boyunca, tüm dünyadaki ana enerji kaynaklarının %30-%40’ını tükettiği [1] ve enerji kullanımı ve karbon emisyon oranlarının artması ile doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir [2]. Bu noktada, binalardaki enerji tüketiminin endüstriyel tüketimi geçtiği belirlenmiştir [3]. İnşaat projeleri oldukça fazla

sayıda faaliyet içeren, gerek bunların gerçekleştirilmesi sırasında, gerekse kullanılan yapı malzemelerinin üretilmesi ve şantiyelere taşınması sırasında yoğun enerji kullanımı gerektiren projelerdir [4]. Projelerin içinde var olan faaliyetlerin her aşamasında kaynak kullanımı ve enerji tüketimi söz konusudur.

İnşaat sektörünün sürdürülebilir uygulamalara yönelmesi, tüm bu olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik adımlardır. Bu kapsam çerçevesinde yoğun olarak son yirmi yıldır, özellikle gelişmiş ülkelerde binalarda enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, ozon tabakasına zarar veren gazların üretildiği teknolojilerin terk edilmesi veya kullanımının azaltılması teşvik edilmiştir. Çevre dostu ve sürdürülebilir uygulama ve teknolojilerin projelerin inşaat, mimari, mekanik ve elektrik gibi değişik

\*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: apelin@yildiz.edu.tr

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2017.20.2 383-392

alanlarında puanlandığı ve ödüllendirildiği yeşil bina sertifikasyon sistemleri, bu konuda atılmış bir adımdır. Bu sistemler, ulaşım, malzeme, iç hava kalitesi, sürdürülebilir alanlar gibi konuların yanı sıra, özellikle enerji konusundaki çevre dostu yaklaşımları büyük ölçüde destekler. Enerji verimliliği, yeşil bina projelerinde hedeflenen en temel konudur ve tüm sertifikasyon sistemlerinde yüksek puanlar ayrılarak vurgulanır.

ABD’de United States Green Building Council (USGBC) tarafından geliştirilen Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) 2009 sisteminde değişik kategorilerdeki sürdürülebilir uygulamalar teşvik edilmiştir. Bu kategoriler, sürdürülebilir alanlar, su kullanımında verimlilik, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynaklar, iç hava kalitesi, tasarımda inovasyon ve bölgesel öncelikler bölümlerinde ayrıntılarıyla belirtilmiştir. 2014 yılında güncellenen sisteme bütünleşik süreçler ve ulaşım ile ilgili krediler de eklenmiştir. Her iki versiyonda da kazanılabilecek en yüksek kredi puanlarını enerji kullanımı ile ilgili alana ayrılmıştır.

Dünyada LEED sistemi dışında başka ülkeler tarafından da geliştirilmiş olan başka yeşil bina sertifikasyon sistemleri vardır. Bunlara örnek olarak İngiltere’deki BREEAM, Japonya’daki CASBEE, Almanya’daki DGNB ve Birleşik Arap Emirlikleri’ndeki ESTIDAMA sistemleri verilebilir. Bunların dışında pek çok ülke, bu sistemleri örnek alarak kendi yerel koşullarına göre düzenlenmiş olan sistemler üzerinde çalışmakta, bir çoğu da bu sistemlerden projelere uygun olanı doğrudan uygulamaktadır. Bu açıdan bakıldığında, LEED sistemi Türkiye de dahil olmak üzere tüm dünyada bir çok ülkede en sık kullanılan yeşil bina sertifikasyon sistemidir.

LEED sisteminde binalar, sertifikalı (40-49 puan), gümüş (50-59 puan), altın (60-79 puan) ve platin (80+ puan) olmak üzere dört farklı seviyede sertifika kazanır ve bu seviyeler her kredi kategorisinden kazanılan puanların toplamı sonucu belirlenir. Alınabilecek en yüksek puan 110’dur. İlk olarak kullanıldığı yıllardan bu yana, güncellenip yeni versiyonları kullanıma sunulan

LEED sistemi, Türkiye’de yaygın olarak tercih edilmektedir.

LEED sertifikasyon sistemleri, inşaat projelerinin çeşitlerine göre farklılaşacak şekilde düzenlenmiştir. Yeni inşaat ve renovasyon projeleri için hazırlanan sistem, LEED BD+C sistemidir. Nisan 2009 yılında üçüncü versiyonu LEED 2009 ve Kasım 2013 yılında dördüncü versiyonu LEED v4 yayınlanmıştır. Halen her iki versiyon da devrededir ve LEED 2009’un kullanımına 31 Ekim 2016 tarihine kadar izin verilmiştir. Enerji ve atmosfer kategorisi LEED içinde bir projenin en çok puan toplayabileceği kredi kategorisidir [4]. 2009 versiyonunda toplam puanın %33’lük kısmını oluştururken, 2014 versiyonunda %35’e yakın bir kısmını karşı gelmektedir. Dolayısıyla, bu kredi kategorisi her iki versiyonda da toplam puanın önemli bir bölümünü teşkil eder. LEED 2009’da enerji ile ilgili kriterler, üç adet ön şart ve altı adet kredi ile düzenlenmiştir. Her iki sistemde var olan ön şart ve krediler Çizelge 1’de görülmektedir. Bu Çizelgeden de anlaşıldığı üzere, daha fazla sayıda bulunan LEED NC 2009 sistemi ile sertifika almış binaların incelenmesi, ülkemizdeki projelerde enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı, yerinde enerji üretimi gibi kredilerin yeşil bina projelerindeki uygulanma seviyelerini göstermesi açısından önemlidir.

LEED yeşil bina sertifikasyon sistemi, ABD inşaat sektörünün içinde bulunduğu koşullara, uygulama alışkanlıklarına ve yasa ve yönetmeliklerine göre hazırlanarak ortaya çıkarılmış bir sistemdir. ABD dışındaki ülkelere de kullanımının yaygınlaşması ile bölgesel, coğrafi, yerel özellikler, iklimsel ve yasal farklılıkların, puan almada önemi ortaya çıkmıştır. Bazı özel krediler bu amaçla sisteme eklenirken diğerleri için de kullanıcılara seçenek geliştirme imkanları tanınmıştır. İlk kullanılmaya başlandığı günden bu yana birçok versiyonu çıkarılmış, ancak yerine getirilmesi ve puan toplamaya katkı sağlayan kredilerin çoğu benzer kalmıştır. Bu nedenle, farklı ülkelerdeki projelerde kredilerin uygulanma seviyelerini analiz etmek, o

**Çizelge 1.** LEED NC 2009 ve LEED 2014’te yer alan Enerji ve Atmosfer ön şart ve kredileri (LEED NC 2009 and Prerequisites and credits in Energy and Atmosphere)

LEED NC 2009	Puan	LEED v4	Puan
Ön şart 1. Temel seviyede bina enerji sistemlerinin testi ve devreye alınması	-	Ön şart 1. Temel seviyede bina enerji sistemlerinin testi ve devreye alınması	-
Ön şart 2. Minimum enerji performansı	-	Ön şart 2. Minimum enerji performansı	-
-	-	Ön şart 3. Bina bazında enerji kontrolü	-
Ön şart 3. Temel seviyede soğutucu akışkan yönetimi	-	Ön şart 4. Temel seviyede soğutucu akışkan yönetimi	-
EAc1. Enerji performansının optimize edilmesi	1-19	EAc2. Enerji performansının optimize edilmesi	1-18
Minimum enerji tasarruf maliyeti yüzdesi			
12%	1	6%	1
14%	2	8%	2
16%	3	10%	3
18%	4	12%	4

20%	5	14%	5
22%	6	16%	6
24%	7	18%	7
26%	8	20%	8
28%	9	22%	9
30%	10	24%	10
32%	11	26%	11
34%	12	29%	12
36%	13	32%	13
38%	14	35%	14
40%	15	38%	15
42%	16	42%	16
44%	17	46%	17
46%	18	50%	18
48%	19		
EAc2. Yerinde yenilenebilir enerji Yenilenebilir enerji yüzdesi		EAc5. Yenilenebilir enerji üretimi	
1%	1		
3%	2	1%	1
5%	3	5%	2
7%	4	10%	3
9%	5		
11%	6		
13%	7		
EAc3. İleri seviyede test ve devreye alma	2	EAc1. İleri seviyede test ve devreye alma	2-6
EAc4. İleri seviyede soğutucu akışkan yönetimi	2	EAc6. İleri seviyede soğutucu akışkan yönetimi	1
EAc5. Ölçme ve doğrulama	3	EAc3. İleri seviye ölçme ve doğrulama	1
EAc6. Yeşil güç	2	EAc7. Yeşil güç ve karbon dengelemesi	1-2
-	-	EAc4. Talep katılımı	1-2
<b>Maks. Toplam</b>	<b>35</b>		<b>33</b>

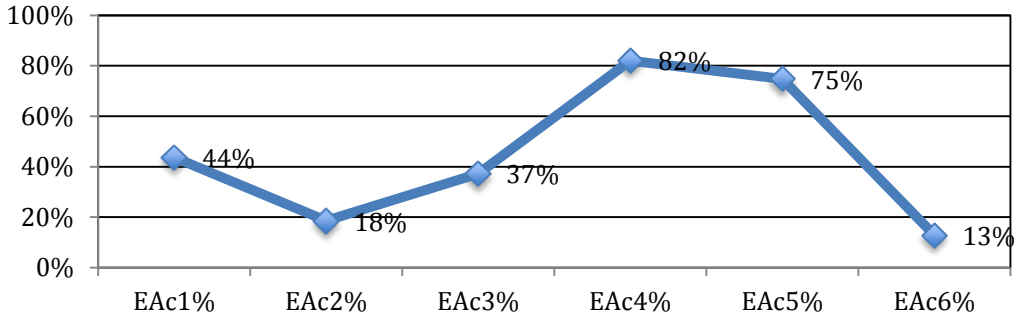
ülkelerde yeşil bina projelerinde karşılaşılan güçlükleri, riskleri ve yaygın olarak kullanılan yöntemlerin anlaşılması açısından anlamlı ve önemlidir.

## 2. ÇALIŞMANIN AMACI VE METODOLOJİSİ (OBJECTIVE AND METHODOLOGY OF THE STUDY)

Yeşil bina sertifikasyon sistemleri, gelişen teknoloji, üretilen çevre dostu yeni malzemeler, çevre bilincinde artan farkındalık ve projelerin gerçekleştirildiği bölgelerdeki yerel koşullarda görülen değişkenlikler gibi nedenlerle zaman içinde güncellenmiş ve yenilenmiştir. Malzeme kullanımında kaynak tüketimi azaltacak ve geri dönüşümü teşvik edilecek uygulamalar, su verimliliğini artıracak teknolojiler, proje yerini seçerken doğal ortama en az zarar verme, bina kullanıcıları için iç hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi faydalı uygulamalar özendirilerek puanlandırılmıştır. LEED yeşil bina sistemi, ABD'de geliştirilen bir sertifikasyon olduğu için, bu ülkedeki inşaat sektörünün içinde bulunduğu

koşullar esas alınmış, ilgili yasa ve yönetmelikler dikkate alınarak geliştirilmiştir. Ancak LEED sadece ABD içinde değil, tüm dünyada yaygın olarak kullanılan bir sistem haline gelmiştir [5, 6]. Bu nedenle sistemde yer alan kriterlerin farklı ülkelerde uygulanabilirliğinin anlaşılabilmesi için, kredi kategorilerden elde edilen puanların incelenmesi önemlidir.

Enerji verimliliği konusu, tüm kategoriler içinde ağırlıklı olarak sistem içinde yerini almıştır. LEED yeşil bina sertifikasyon sistemine bakıldığında da durum farklı değildir ve sistemin en çok puan toplanabilen ağırlıklı bölümü olmaya devam etmektedir. Bu nedenle konuyla ilgili uygulamalarının yaygınlaşması, enerjiji daha verimli kullanan projelerin geliştirilmesi hem olumsuz çevresel etkilerin azaltılması, hem de sertifikalanma süreci sırasında puan kazanılması açısından önemlidir. LEED'in yeni inşaatlar dışında iç mekan tasarımı ve inşaatı, evler, mahalle gelişimi, bina işletmesi ve bakımı gibi farklı proje çeşitleri için geliştirilmiş sertifika sistemleri de mevcuttur. USGBC'nin proje veri



**Şekil 1.** Enerji ve atmosfer kredilerine ait puanların elde edilme yüzdeleri (Achievement percentage of Energy and Atmosphere credits)

tabanında Haziran 2016 itibarıyla 93.341 bina kayıtlı bulunmaktadır ve bunların LEED 2009 Yeni İnşaat sistemi ile sertifikalanmış veya sertifika almak üzere başvurmuş bina sayısının 15.252 olduğu görülmektedir [7].

LEED sistemi ile sertifikalanan binaların elde ettikleri puanlar değişik araştırmacılar tarafından incelenmiştir. A.B.D.'de bulunan 53 adet LEED NC 2.0, 2.1 ve 2.2 (önceki versiyonlar) sertifikasına sahip binanın incelenmesinde Enerji ve Atmosfer kategorisinden elde edilen puanların değeri %48 olarak bulunmuştur [8]. Benzer bir çalışmada 42 adet LEED NC 2.0 sertifikalı bina grubu incelenmiş ve %43'lük bir uygulanma düzeyi belirlenmiştir [9]. Ayrıca kategoride yer alan krediler arasında da anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Kanada'da yapılan çalışmada ise Enerji ve Atmosfer kategorisinde en çok puan toplanabilen kredinin EAc1 – enerji performansının optimize edilmesi kredisinde olduğu sonucuna varılmıştır [10]. Benzer bir çalışmada da değişik ülkelerdeki binaları kapsayacak şekilde yapılmış ve en yüksek puan kazanılabilen kredilere sıraladığında yine EAc1 kredisinin ilk beş kredi içine girdiği belirlenmiştir [11].

Türkiye'ye bakıldığında, Haziran 2016 itibarıyla LEED'in yeni inşaat dışındaki diğer sistemleri de dahil olmak üzere toplam 469 proje bu sistemde kayıtlıdır ve bunlardan 233 adedi yeni inşaat sistemi ile sertifika almak üzere başvurmuş veya sertifikalandırılmıştır [7]. Rakamlara bakıldığında, ülkemizdeki projelerin yaklaşık yarıya yakını LEED 2009 Yeni İnşaat sistemi ile ilgilidir. Bu makalenin yazıldığı sıralarda, sertifika almak üzere başvurmuş olan 233 adet binanın 87 adedi sertifika alma hakkı kazanmıştır. Bunlardan 78 adedinin aldıkları puan bilgileri USGBC'nin internet sitesinde yer almaktadır. Bu binaların aldıkları sertifikalara göre dağılımı Çizelge 2'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.** Türkiye'de bulunan ve USGBC tarafından puanlarıyla birlikte listelenen LEED NC 2009 sertifikalı projelerin dağılımı (Distribution of LEED NC 2009 certified buildings in Turkey listed by USGBC)

Sertifika Seviyesi	Adet
Sertifikalı	7
Gümüş	13
Altın	51
Platin	7

Bu çalışmada, Türkiye'de LEED NC 2009 ile yeşil bina sertifikası almaya hak kazanmış 78 adet projenin enerji ve atmosfer kredi kategorisinde elde ettikleri puanlar incelenmiştir. Bu sayede, enerji verimliliğinin hedeflendiği ve sürdürülebilir uygulamaların kullanıldığı projelerin, LEED sertifika sisteminde ulaşabildiği puanlar analiz edilmiş ve bu puanları elde edebilmek için kullanılan uygulamalar değerlendirilmiştir. Puanların kazanılmamasına etken olan faktörler de incelenerek sektörde görev yapan profesyonellerin dikkatine sunulmuştur.

### 3. ENERJİ AND ATMOSFER KREDİLERİNİN ANALİZİ (ANALYSIS OF ENERGY AND ATMOSPHERE CREDITS)

Bu bölümde, Türkiye'deki LEED NC 2009 ile sertifika almaya hak kazanmış projelerin Enerji ve Atmosfer kategorisinde elde ettiği puanlar analiz edilmiştir. Öncelikle, listede bulunan binaların elde ettikleri puanların ortalaması hesaplanmıştır. Her kredi için alınabilecek en yüksek puan farklıdır (Çizelge 1). Örneğin, EAc1 – enerji verimliliğinin optimize edilmesi kredisinden elde edilebilecek en yüksek puan 19'dur. Bu nedenle, karşılaştırma yapabilmek ve yüzdesel olarak kredi elde etme puanlarını hesaplayabilmek için, herbirinin ortalama elde edilme puanları en yüksek edilebilecek değerlerine bölünmüştür. Örnek vermek gerekirse, EAc1 – enerji verimliliğinin optimize edilmesi kredisinden elde edilen 8.3 ortalama kredi puanı değeri, alınabilecek en yüksek puan olan 19'a bölünerek  $(8.3 / 19) \times 100 = \%44$  olarak hesaplanmıştır. Ardından,

kredilerin elde edilme ortalamaları istatistiksel olarak analiz edilmiş ve sunulmuştur. Yapılan analizlerden çıkarılan sonuçlar ilgili bölümlerde açıklanarak yorumlanmıştır.

### 3.1. Kredilerin Elde Edilme Yüzdesinin Değerlendirilmesi (Assessment of Credit Achievement Percentage)

LEED NC 2009 sistemi içinde elde edilebilecek puanların en büyük oranını temsil eden enerji ve atmosfer kriterlerinin Türkiye'deki uygulamalarında elde edilen değerleri Şekil 1 ve Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda puanların elde edilme yüzdeleri sırasıyla EAc4-ileri seviyede soğutucu akışkan yönetimi (%82), EAc5-ölçme ve doğrulama (%75), EAc1-enerji performansının optimize edilmesi(%44), EAc3-ileri seviyede test ve devreye alma(%37), EAc2-yerinde yenilenebilir enerji (%18) ve EAc6-yeşil güç (%13) olmuştur.

Çizelge 3'te binaların sertifika seviyelerine göre ve hepsi birlikte yapılmış olan değerlendirmeleri görülmektedir.

Beklendiği üzere sertifika seviyelerine göre ortalama elde edilen puanlar ve başarı yüzdeleri farklı olmuştur. Buna göre sertifikalı, gümüş, altın ve platin sertifikalı binaların bu kategoriden ettiği ortalama puanlar sırasıyla 8.9, 9.5, 15.0 ve 25.7 olmuştur. Hep birlikte yapılan değerlendirmeye göre ise ortalama 14.5 olarak bulunmuştur.

Bu kredilerin istatistiksel değerlendirmeleri Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri ile yapılmış ve Çizelge 4'te gösterilmiştir. Kruskal-Wallis testi parametrik olmayan ve sıralamalı tek-yönlü varyans analizi testidir. Bulunan *p* değeri seçilen hipotez güven aralığı değerinden küçük ise, test edilen grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu sonucuna varılır. Mann-Whitney U testi ise parametrik olmayan t-testidir ve iki bağımsız grup içinde yer alan değerleri sıralı hale dönüştürerek karşılaştırır. Böylece gruplar arasındaki sıralamanın farklı olup olmadığının analizini yapar. Bu testte de hesaplanan *p* değeri seçilen hipotez güven aralığından küçük ise değerler arasında anlamlı farklılıklar olduğu

**Çizelge 3.** Türkiye'deki LEED-NC 2009 sertifikasına sahip yeni binaların Enerji ve Atmosfer kategorisinde elde ettiği ortalama puan yüzdeleri (LEED-NC 2009 certified buildings and their achievement mean percentages in Energy and Atmosphere category in Turkey)

Sertifika seviyesi	Bina adedi	Ort. Puan		EAc1 (19 p.)	EAc2 (7 p.)	EAc3 (2 p.)	EAc4 (2 p.)	EAc5 (3 p.)	EAc6 (2 p.)
Sertifikalı (40-49 p)	7	8.9	Elde edilen ortalama puan	4.7	3.7	0.0	0.3	0.1	0.0
			Elde edilen ortalama puan (%)	25%	53%	0%	14%	5%	0%
			St. Sapma	2.9	2.6	0.0	0.8	0.4	0.0
			"0" puan alan bina sayısı	0	2	7	6	6	7
			"en yüksek." puanı alan bina sayısı	0	0	0	1	0	0
Gümüş (50-59 p)	13	9.5	Elde edilen ortalama puan	6.3	0.1	0.0	1.7	1.4	0.0
			Elde edilen ortalama puan (%)	33%	1%	0%	85%	46%	0%
			St. Sapma	4.5	0.3	0.0	0.8	1.4	0.0
			"0" puan alan bina sayısı	0	12	13	2	5	13
			"en yüksek." puanı alan bina sayısı	0	0	0	10	5	0
Altın (60-79 p)	51	15.0	Elde edilen ortalama puan	8.3	0.9	0.9	1.8	2.6	0.4
			Elde edilen ortalama puan (%)	44%	13%	47%	90%	88%	18%
			St. Sapma	4.1	1.9	1.0	0.6	1.0	0.8
			"0" puan alan bina sayısı	0	38	27	5	6	42
			"en yüksek." puanı alan bina sayısı	2	3	24	46	45	9
Platin (80 p ve üstü)	7	25.7	Elde edilen ortalama puan	15.3	4.0	1.4	1.7	3.0	0.3
			Elde edilen ortalama puan (%)	80%	57%	71%	86%	100%	14%
			St. Sapma	5.0	3.1	1.0	0.8	0.0	0.8
			"0" puan alan bina sayısı	0	1	2	1	0	6
			"en yüksek." puanı alan bina sayısı	4	3	5	6	7	1
Tüm binalar için	78	14.5	Elde edilen ortalama puan	8.3	1.3	0.7	1.6	2.2	0.3
			Elde edilen ortalama puan (%)	44%	18%	37%	82%	75%	13%
			St. Sapma	4.8	2.3	1.0	0.8	1.3	0.7
			"0" puan alan bina sayısı	0	53	49	14	17	68
			"en yüksek." puanı alan bina sayısı	6	6	29	64	57	10

değerlendirilir. Wu ve arkadaşları tarafından yapılan ve 5000 adet LEED NC 2.2 ile sertifikalandırılmış bina grubunun incelendiği çalışmada kredilerin uygulanabilirlikleri incelenmiş, veriler Kruskal Wallis ve Mann-Whitney U testleri ile analiz edilerek aralarındaki farklılıklar araştırılmıştır [12]. Bu çalışmada da enerji ve atmosfer kategorisinde bulunan altı adet kredinin

yapılan tasarruflar üzerinden yüzdesel olarak hesaplanır. Enerji ve atmosfer kategorisinden elde edilebilecek en yüksek puan olan 35 puanın 19'u tek başına bu krediye aittir. Bu nedenle özellikle yüksek sertifika seviyesi hedefleyen proje sahipleri ve yatırımcılar tarafından dikkat edilmesi gereken bir kredidir.

**Çizelge 4.** Kredi ortalamalarının istatistiksel değerlendirmeleri - Bonferroni Mann-Whitney U testi (Statistical evaluation of creits means – Bonferroni Mann-Whitney U test)

		p-değeri	%1 güven aralığı ile hipotez testi
EAc1%	EAc2%	0.000	Reddet
	EAc3%	0.001	Reddet
	EAc4%	0.000	Reddet
	EAc5%	0.000	Reddet
	EAc6%	0.000	Reddet
EAc2%	EAc3%	0.069	Kabul et
	EAc4%	0.000	Reddet
	EAc5%	0.000	Reddet
	EAc6%	0.017	Kabul et
EAc3%	EAc4%	0.000	Reddet
	EAc5%	0.000	Reddet
	EAc6%	0.000	Reddet
EAc4%	EAc5%	0.231	Kabul et
	EAc6%	0.000	Reddet
EAc5%	EAc6%	0.000	Reddet

Türkiye’de LEED NC 2009 sistemi ile sertifikalanmış projelerdeki uygulanma seviyeleri arasında anlamlı farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla belirtilen istatistik testler kullanılmıştır. Yapılan analizlerde hipotez testi güven aralığı %1 olarak seçilmiştir. Çizelge 4’ten görüldüğü üzere, kredilerin elde edilme puan yüzdelarının çoğu farklı seviyelerdedir. Başka bir deyişle, projelerdeki kredilerin başarı oranları büyük ölçüde birbirinden farklıdır. Sadece EAc2 ile EAc3 ve EAc6, ve EAc4 ve EAc5 arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenememiştir. Her kredinin detaylı olarak değerlendirilmesi takip eden bölümlerde anlatılmıştır.

### 3.1.1. EAc1 – Enerji Performansının Optimize Edilmesi (Optimize Energy Performance)

Bu kredinin amacı projelerde tercih edilen enerji ile ilgili uygulama, sistem ve teknolojilerin olumsuz çevresel ve ekonomik etkilerini azaltarak sürdürülebilir binalarda etkin enerji tasarrufu yapılmasını sağlamaktır. Bu kredi temel olarak ASHRAE 90.1-2007 standardını göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir. Enerji performansının optimizasyonu enerji giderlerinden

Hem ülkemizde hem de yurtdışındaki projelerde enerji performansı optimizasyonu kredisinden değişik yöntemler kullanılarak puan toplanmıştır. İspanya’dan örnek vermek gerekirse, 2015 yılında LEED platin sertifikası almış olan KIO Networks Murcia projesinde, enerji modellemesi yapılarak uzun vadede enerji tasarrufu sağlayacak yöntem ve malzemeler araştırılmış ve yatırımın geri dönüş oranları hesaplanmıştır. Bu çalışmaların sonunda 6 adet fotovoltaik panel iç aydınlatmada kullanılmak üzere yerleştirilmiştir [13]. Proje bu krediden 19 tam puan almıştır. LEED altın sertifikasına sahip olan A.B.D.’de bulunan University of Arkansas at Little Rock kampüsünde yer alan yurt binasında %32 oranında enerji kullanımını azaltacak şekilde yüksek verimli mekanik ve aydınlatma sistemleri kullanılarak 10 puan toplanmıştır [X14].

Türkiye’de de projelerde bu krediden puan alarak kullanılan enerjiden tasarruf etmek için değişik stratejiler kullanılmıştır. Örneğin;

- Teknopark İstanbul Ar-ge Binası ve Kuluçka Merkezi projesinde ASHRAE 90.1 standardı enerji verimliliği standardı göz önüne alınarak verimli aydınlatma

armatürleri, yüksek yalıtım değerleri, verimli ısıtma, soğutma cihazları kullanılmıştır. Enerji modellemesi yapılarak muhtemel verimsizlikler önceden belirlenmiştir [15]. Enerji ve atmosfer kategorisinden 16 puan kazanmış olan projede 6 puan bu krediden elde edilmiştir ve proje LEED Gold sertifikasına sahiptir.

- Uçak bakım, onarım ve modifikasyon konularında faaliyet gösteren İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı içinde bulunan HABOM binası projesinde, ASHRAE 90.1 standardından en az yüzde 30 daha enerji verimliliği oranı hedeflenerek toprak kaynaklı ısı pompası ve trijen sistemi kullanılmıştır [16]. Kullanılan aydınlatma ve mekanik sistemlerde enerji verimliliği ön plana çıkarılmıştır. LEED gold sertifikasına sahip olan bina, enerji ve atmosfer kategorisinden aldığı 25 puanın 16'sını bu krediden almıştır.
- Ankara'da inşa edilen ve LEED platin sertifikasına sahip olan Eser Holding projesinde, değişik yöntemlerle %40'lara varan enerji tasarrufu sağlanmıştır. Örneğin, termal enerji depolama sistemi düşünülerek sıcak ve soğuk su tankları kullanılmaktadır. Bu tanklar toprak kaynaklı ısı pompası, soğutma grubu ve kojenerasyon ünitesi kullanılarak, pik yüklerin olduğu saatler haricinde sıcak, soğuk ve buz depolaması yapılmaktadır. Bu şekilde enerji tüketimi minimize edilmektedir [17]. Proje bu krediden 14 puan almıştır.

Çizelge 3'den görülebileceği gibi incelenen bina envanterinin içinde toplam 6 bina bu krediden alınabilecek en yüksek puan olan 19 puanı almıştır. Bunlardan 4 tanesi platin, 2 tanesi altın sertifikalı binalardır. Ayrıca yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre bu krediden elde edilen yüzdesel puan ortalamaları diğerlerinden farklıdır (Çizelge 4).

### 3.1.2. EAc2 – Yerinde Yenilenebilir Enerji (On-site Renewable Energy)

Binaların yaşam döngüsü boyunca enerji tüketim gereksinimi nedeniyle ortaya çıkan olumsuz çevresel etkileri azaltmanın etkin yollarından biri de yenilenebilir enerji teknolojilerinin inşaat projelerinde kullanımının yaygınlaştırılmasıdır. LEED sisteminde de enerji ve atmosfer kategorisinde yer alan kredilerden biri de yerinde yenilenebilir enerji kredisidir. Buradaki amaç fosil yakıtlar gibi tükenen ve sınırlı enerji kaynakları yerine, yenilenebilir ve doğada sınırlı olmayan kaynaklardan temiz enerji üretimini teşvik etmektir.

Gerek ekonomik gerekse çevresel olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik seçenek ve stratejiler tüm yeşil bina sertifika sistemlerinde desteklenir. LEED sisteminde bu farklı değildir ve de bu krediden alınabilecek en yüksek puan 7 olarak belirlenmiştir. Bu puanlardan kazanabilmek için güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle ve biogaz gibi kaynaklardan enerji üretim olanakları değerlendirilmelidir [18]. Belirtilen kaynaklar kullanarak elde edilen enerji, diğer kaynaklardan üretilen enerji

kullanımını azaltılmasının yanı sıra projenin yeşil bina imajının da güçlenmesine katkı sağlar [19].

Yurtdışında bulunan projelerden örnek vermek gerekirse, A.B.D.'deki SUNY-ESF College of Environmental Science and Forestry Gateway Center projesinde, birleşik ısı ve güz santrali kurularak kampüsteki ısınma gereksiniminin %60'ı, elektrik gereksiniminin de %20'lik kısmının buradan karşılanması tasarlanmıştır [X20]. Projenin krediden 7 puanı bulunmaktadır. Türkiye'de gerçekleştirilen ve LEED sertifikası almış projelerde bu konuda uygulanan değişik örnekler bulunmaktadır.

- Teknopark İstanbul Ar-ge Binası ve Kuluçka Merkezi projesinde güneş kollektörleri ile kullanma sıcak suyu temin edilmiş ve fotovoltaik panelleri kullanılarak elektrik üretimi sağlanmıştır [15].
- Eser Holding projesinde, binada kullanılan toplam enerji harcamasının %2 kadarlık kısmı yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanacak şekilde tasarlanmıştır. Temiz elektrik ve ısı üretimi amacıyla 1 adet 90 kVv termal kapasiteye sahip kojenerasyon ünitesi yerleştirilmiştir [17].
- Şişecam Ar-ge Binası projesinde fotovoltaik paneller aracılığıyla kullanılan enerjinin %7'si yenilenebilir enerji olarak tasarlanmıştır [21]. Bu krediden 4 puan alan proje LEED altın sertifikasına sahiptir.

Ülkemizde T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına bağlı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı yenilenebilir enerji üretimi ile ilgili değişik kanunlar bulunmaktadır. Bunlar 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineraller Kanunudur. Bunların yanı sıra rüzgar, güneş ve jeotermal kaynaklarda elde edilecek enerjisi üretimini düzenleyen çok sayıda yönetmelik ve tebliğ bulunmaktadır [22]. Ancak buna rağmen temiz enerji üretimine verilen teşvik oranlarının diğer ülkelere göre düşük kalması, Türkiye'nin taraf olduğu ticaret anlaşmalarına aykırı olmaması ve yatırımcıların uzun vadeli düşünmek yerine kısa vadeli stratejiler geliştirmesi gibi nedenlerle ülkemizde yenilenebilir enerji uygulamaları henüz ulaşması gereken seviyeye gelememiştir [23,24].

Çalışmada incelenen binaların bu krediden elde ettiği puan ortalaması değerleri diğerlerine göre düşüktür (Çizelge 3, 4 ve Şekil 1).

### 3.1.3. EAc3 – İleri seviyede test ve devreye alma (EAc3 – Enhanced commissioning)

Bu kredinin amacı tasarım aşamasında planlanmış olan enerji verimliliği hedefleri ile proje sahibinin binadan beklediği enerji verimliliği arasında bir uyumsuzluk olmamasını sağlamaktır. Asıl olarak LEED-NC 2009 sistemi, test ve devreye alma işleminin projenin tasarım aşamasının başında yer almasını öngörür. LEED v4 sisteminde ise bu durum, sadece tasarım aşamasında değil, inşaat ve binanın kullanım aşamalarına da dahil edilmesini belirtir.

Proje sahibinin enerji, su, iç hava kalitesi ve dayanıklılık gibi konulardaki talep ve beklentilerinin yerine getirilmesi ana amaçtır. Test ve devreye alma işlemleri ısıtma, soğutma, havalandırma sistemleri, aydınlatma sistemleri, gün ışığı kontrolü, sıcak su sistemleri ve yenilenebilir enerji sistemlerinin tümünü kapsar. Bu amaçla, binalardaki verimlilik konusundaki anahtar konumda bulunan sistemlerin, sistematik olarak kontrol edilmesi gereklidir. Tüm sistemler prosedürlere uygun olarak test ve devreye alma aşamalarından geçerek beklenen performansı sağladıkları konusunda denetlenir. LEED-NC 2009'a göre bu krediden elde edilebilecek en yüksek puan 2 puandır, LEED v4'te ise 2-6 puan arası olacak şekilde artırılmıştır. Çizelge 3'e göre EAc3'ten elde edilen puan yüzdesi %37 mertebesindedir. En düşük iki seviye olan sertifikalı ve gümüş sertifikaya sahip 20 bina hiç puan alamamıştır. Altın ve platin seviyelerinde ise sırasıyla %47 ve %71 değerlerine ulaşmıştır. Test ve devreye alma işlemlerinin kapsadığı çalışmalar, binalarda kullanılan sistemlerin içeriği ve komplike olup olmaması ile yakından ilgilidir. Örnek vermek gerekirse, Teknopark İstanbul Ar-ge Binası ve Kuluçka Merkezi projesinde, enerji harcayan tüm sistemler, LEED tarafından belirtilen uluslararası test ve devreye alma prosedürlerine uygun olarak denetlenmiş, binanın kullanımı esnasında hedeflenen performans kriterlerin uygun olarak çalıştıkları kontrol edilmiştir [25]. Proje bu krediden 2 tam puan almıştır. Yurtdışından örnek vermek gerekirse, University of South Florida'da bulunan Chowdhari Golf Center binasında da, tesiste kullanılacak tüm mekanik, aydınlatma ve sıcak su sistemleri benzer devreye alma prosedürlerinden geçerek onaylanmıştır [26].

### 3.1.4. EAc4 – İleri seviyede soğutucu akışkan yönetimi (EAc4 – Enhanced refrigerant management)

İncelenen binalarda en yüksek puan yüzdesi elde edilen kredi, "EAc4 - ileri seviyede soğutucu akışkan yönetimi" olmuştur (%82) ve "EAc5 – Ölçme ve doğrulama" kredisi hariç diğer kredilerin ortalama puan yüzdelerinden farklıdır (Çizelge 4). Bu kredinin amacı ozon tabakasının incelmelerini azaltacak ve Montreal protokolüne uygun olarak iklim değişikliğine yol açabilecek uygulamaların projelerdeki kullanımını kontrol etmektir. Temel olarak mekanik soğutma sistemlerini kullanmadan binaların tasarım ve işletmesinin yapılması hedefler. Mekanik soğutma ve iklimlendirme sistemlerinin kullanılması durumunda ise kloroflorokarbon (CFC) ve hidrokloroflorokarbon (HCFC) içermeyen ve atmosfere zarar vermeyecek şekilde çalışan ürünlerin kullanımı teşvik edilmiştir. Temel seviyede soğutucu akışkan yönetimi ise bu kategoride ön şart olarak belirtilmiştir. Çizelge 3'e göre incelenen sertifikalı, gümüş, altın ve platin seviyesinde sertifika almış binalar ortalama olarak sırasıyla 0.3, 1.7, 1.8 ve 1.7 puanlarını almışlardır. Kredilerin elde edilme yüzdeleri ise sırasıyla %14, %85, %90 ve %86 olmuştur. Sertifika seviyeleri dikkate alınmadan tüm binalara bakıldığında ise bu değerler 1.6 puan ve %82 olarak hesaplanmıştır.

Ülkemizde soğutucu gazların zararlı çevresel etkilerinin azaltılmasına yönelik yasal çalışmalar mevcuttur. Çevre Bakanlığı'nın hazırladığı Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmeliğine göre Montreal Protokolü ve değişiklikleri uyarınca, Montreal Protokolü ve değişiklikleri uyarınca üretim, tüketimi ve ticareti kontrol altına alınan maddelerden, kloroflorokarbonlar, triklorflormetan (CFC-11), diklorodiflormetan (CFC-12), triklorflormetan (CFC-113), diklorotetrafloretan (CFC-114), klorpentafloretan (CFC-115) servis amaçlı ithalatı 1.1.2006 tarihinden itibaren tamamen yasaktır [27]. Yasal altyapı ile birlikte soğutma ve iklimlendirme sistemlerinde bu kredi kapsamında puan kazanacak şekilde projelerde uygulama yapmak daha kolay hale gelmiştir. Örneğin, LEED altın sertifikasına sahip Teknopark İstanbul Ar-ge Binası ve Kuluçka Merkezi ve HABOM projelerinde soğutma sistemlerinde ozon tabakasına zarar vermeyen soğutucu akışkanlar kullanılmıştır [15, 16]. Eser Holding binasında da tüm soğutucu ve ısıtıcı gazlar aynı şekilde seçilmiştir [28].

Yurtdışındaki projeler incelendiğinde de küresel ısınma ve ozon tabakasına en ölçüde zarar verecek malzemelerin seçildiği A.B.D.'de Minnesota'da bulunan Washburn center for Children [X29] ve University of Texas at Austin'deki gibi CFC soğutucu içeren chiller sistemlerindeki CFC-12yi HFC-134aye dönüştürecek bir plan yapılan proje örnekleri bulunmaktadır [X30].

### 3.1.5. EAc5 – Ölçme ve doğrulama (EAc5 – Measurement and verification)

Bu kredinin amacı, binalardaki enerji tüketiminin zaman içindeki durumu ile başlangıçta hedeflenen tüketim miktarı ile uyumlu olup olmadığını takip edilmesidir. Binadaki ısıtma, soğutma, aydınlatma ve sıcak su sistemleri, sayaç, enerji analizörleri ve kalorimetre gibi ölçüm cihazlarıyla ölçülmeli ve izleme sistemleriyle takip edilmelidir. Tasarlanan ve gerçekleşen tüketim oranları arasında ciddi farkların olması, enerji verimliliği hedeflerinden sapma yaratabileceğinden, binanın kullanıma girdikten sonra enerji kullanımının bir yıl boyunca ölçülerek gözlemlenir. Elde edilebilecek en yüksek puan 3'tür.

İncelenen tüm binaların ortalama puan yüzdeleri 2.2 olarak bulunmuştur. Bu binalardan 7 adet platin sertifikalı binanın tamamı ve 51 adet altın sertifikalı binanın 45'i tam puan almıştır (Çizelge 3). Buradan yüksek seviye sertifika hedefleyen projelerin bu krediden daha fazla yararlandığı belirtilebilir. Örnek vermek gerekirse; LEED altın sertifikasına sahip olan SİF İş Makinaları Binası'nda sistemlerin planlandığı gibi çalıştığını incelemek ve gerekli ayarları yapmak için devreye alma çalışması yapılarak takip sistemleri kurulmuştur [31]. Proje bu krediden 3 tam puan almıştır. Benzer şekilde, Eser Holding binasında da sistemlerin ölçülmesi ve takip edilmesi için gerekli çalışmalar yapılarak [17] ve HABOM projelerinde her türlü enerji tüketimi enerji analizörleri ve bina otomasyon sistemi aracılığıyla gözlenmesi sağlanarak [16] tam puan



almıştır. Teknopark İstanbul Arge binasında da hem montaj hem de kullanım sırasında sistemlerin hedeflenen performans değerlerine uygun çalışıp çalışmadıkları denetlenmiştir [15]. Benzer takip uygulamaları yurtdışı projelerinde de sıkça uygulanmakta ve puan kazanılmaktadır. Örneğin, University of Texas at Austin'de birleşik ısı ve güç santralinin performansını kontrol etmek amacıyla takip sistemi kurulmuştur [X30].

### 3.1.6. EAc6 – Yeşil güç (EAc6 – Green power)

Enerji ve atmosfer kategorisinde yer alan son kredi, yeşil enerji üreten kaynaklardan binanın ihtiyacı olan enerji miktarının en az %35'lik kısmının 2 yıl boyunca temin edilmesini sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Alınabilecek en yüksek puan 2 olarak belirlenmiştir. Hem LEED NC 2009'da , hem de LEED v4'te yer almaktadır.

Bu çalışma kapsamında incelenen toplam 78 adet binanın sadece 10'u 2 tam puan almıştır. Bunlardan biri platin diğerleri altın sertifikalıdır. Diğer tüm projeler hiç puan alamamıştır. Bu açıdan bakıldığında Şekil 1'den de görülebileceği gibi puan yüzdesi en düşük olan kredi olarak belirlenmiştir. Ayrıca "EAc2 - yerinde yenilenebilir enerji" ile birlikte diğer krediler arasında en az puan alınan kredi olarak tespit edilmiştir. Ülkemizde bu krediden tam puan alan projelerden Eser Holding binasında, %100 yenilenebilir enerji satıcısı bir firma ile enerji alımı konusunda anlaşma yapılmıştır [17]. Daha önceki bölümlerde adları geçen HABOM, Şişecam Arge ve SİF İş Makinaları binalarında bu krediden puan alınmıştır [16, 21, 31]. Bazı gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji üreten firmalardan enerji temin etmek daha kolay ve yaygındır. Örneğin, A.B.D.'de yenilenebilir kaynaklardan enerji üreten ve akreditasyonları bulunan çok sayıda firma vardır. Bu sayede yeşil güç kredisinden faydalanmak mümkündür. Bir örnek vermek gerekirse, NCEF Pediatric Dental Center projesinde böyle bir firma ile anlaşma yapılmış ve binanın yıllık enerji tüketiminin %70'ini 2 yıl süreyle bu şekilde temin edileceği garantisi verilerek puan kazanılmıştır [32].

## 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS)

Sürdürülebilir projeler için enerji verimliliği önemli bir konudur. LEED-NC 2009'da Enerji ve Atmosfer kredi kategorisi en çok puan toplanabilen kategoridir. Bu çalışmada LEED-NC 2009 sistemi ile Türkiye'de sertifika almış olan 78 binanın Enerji ve Atmosfer kategorisindeki uygulanma düzeyleri incelenmiştir. Projelerin bu kategoriden elde ettiği puanlar analiz edilmiş, tercih edilen yöntemler ve karşılaşılan güçlükler aktarılmıştır. Bu sayede yeşil bina projelerindeki profesyonel uygulamalar araştırılarak ileride gerçekleştirilecek projelere ışık tutmak amaçlanmıştır.

Yeşil bina projelerinde enerji verimliliği ile ilgili kullanılacak sistemler ve yöntemler büyük ölçüde projeleri geliştirenlerin ve tasarlayanların enerji verimliliği hedefleri ile ilgilidir. Bu hedefleri ise

çoğunlukla tercih edilebilecek teknolojilerin ilk yatırım maliyetleri, işçilik ve yasal altyapı gibi faktörler etkiler. Ayrıca bu sistemlerinin önemli bir kısmının başka ülkelerden temin edilmesi nedeniyle lojistik ve gümrük işlemlerinden kaynaklanan ek maliyet ve işler de uygulamaları etkiler.

Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Enerji ve Atmosfer kredilerinin puan yüzdelерinin sıralaması, "EAc4 – İleri seviyede soğutucu akışkan yönetimi" (%82), "EAc5 – "Ölçme ve doğrulama" (%75), "EAc1 – Enerji performansının optimize edilmesi" (%44), "EAc3 – "İleri seviyede test ve devreye alma" (%37), "EAc2 – Yerinde yenilenebilir enerji" (%18), ve "EAc6 – Yeşil güç" (%13) olarak belirlenmiştir.
- İncelenen 78 adet binanın 64 adeti, EAc4 – İleri seviyede soğutucu akışkan yönetimi kredisinden tam puan almıştır. Bu yüksek puan yüzdesinin elde edilmesinde Çevre Bakanlığı'nın hazırlamış olduğu Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelikle birlikte oluşturulmuş olan yasal altyapı etkili olmuştur.
- Ülkemizde yenilenebilir enerji üretimi ile ilgili çok sayıda yasa, yönetmelik ve tebliğ bulunmaktadır. Ancak yasada yer alan teşviklerin yeterli görülmemesi nedeniyle uzun vadeli yatırımların henüz geniş olarak yapılamaması gibi nedenlerle yenilenebilir enerji üretimi yüksek maliyetli ve temini zor olmaktadır. İncelenen binalarda EAc2 ve EAc6 kredileri en az puan başarısı elde edilen krediler olmuştur.
- Enerji tüketimini verimli hale getirerek kullanıma bağlı maliyetleri azaltmaya yönelik olarak düşünülmüş olan EAc1 kredisini, Enerji ve Atmosfer kategorisi içinde en yüksek paya sahiptir (19/35). Bu nedenle yüksek puan hedefleyerek daha üst seviyede bir sertifika seviyesine ulaşmak isteyen yatırımcı ve proje geliştiricilerinin bu krediye dikkat etmesi gerekir. İncelenen binalar sertifika seviyelerine göre puan yüzdeleri açısından farklılık göstermiştir. Örneğin platin sertifikalı binalarda bu kredinin puan yüzdesi %80'e kadar çıkmıştır.
- Sürdürülebilir olarak hayata geçirilen yeşil bina projelerinde yer alan bazı işler ve uygulamalar, geleneksel inşaat projelerinde yer alan iş ve uygulamalardan farklılık gösterir. Sürdürülebilir projelerin hedeflerine ulaşabilmesinde ve sertifikasyon sistemlerinin öngördüğü şartları yerine getirilmesinde pek çok etken faktör vardır. Bunlardan bazıları, yenilenebilir enerji kullanımı, enerji verimliliği için kullanılan sistemler, teknik destek ve altyapı, kaliteli işçilik gerektiren uygulamalar ve sertifikasyon sürecinin kendisi ile ilgili yapılması gereken dokümantasyon işleridir. Gerekli şartların yerine getirilebilmesinin önünde maliyet, lojistik, yasal altyapı gibi farklı engel ve güçlükler olabilir. Bunların önüne geçmek veya hangi sistemlerin

kullanılıp kullanılmayacağına karar vermek için projenin başındaki aşamalarda karar almak gerekir. Böylece tasarlanan ve gerçekleşen değerler arasındaki uyumsuzluklar azaltılabilir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda LEED yeşil bina sertifikasyon sisteminin diğer kategorilerinin Türkiye'deki performansları incelenerek sürdürülebilir inşaat uygulamalarının daha iyi anlaşılması hedeflenmektedir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Climate Initiative, 2009. "Buildings and Climate Change, Summary for Decision-Makers", <http://www.unep.org/sbci/pdfs/SBCI-BCCSummary.pdf>. 20 Haziran 2016 tarihinde erişilmiştir.
- [2] Mir M. 2008, "Energy efficient architecture and building systems to address global warming", *Leadership in Engineering*, 8: 113-123, (2008).
- [3] L. Perez-Lombard, J. Ortiz, and C. Pout, "A review on buildings energy consumption information", *Energy and Buildings*, 40: 394-398, (2008).
- [4] A. Sabapathy, A., Ragavan, S.K.V., Vijendra, M., and Nataraja, A.G., "Energy efficiency benchmarks and the performance of LEED rated buildings for information technology facilities in Bangalore, India", *Energy and Buildings*, 42: 2206-2212, (2010).
- [5] Penny, J., "LEED: Evolution and expansion", *Buildings*, 107(11): 32-36, (2013).
- [6] Beauregard, S.J., Berkland, S., and Hoque, S., "Ever green: a post-occupancy building performance analysis of LEED certified homes in New England", *Journal of Green Building*, 6(4): 138-145, (2011).
- [7] USGBC, <http://www.usgbc.org/projects>. 15 Haziran 2016 tarihinde erişilmiştir.
- [8] Sullivan, K.T. and Oates, H.D., "Analysis of Arizona's LEED for New Construction Population's Credits", *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(12): 1386-1393, (2012).
- [9] Kim, J. and Cheung, S.L., "Evaluation of Green Project Rating System for New Construction Projects", *Proceedings of ICSDC 2011: Integrating Sustainability Practices in the Construction Industry*, 360-367, (2011).
- [10] Da Silva, L. ve Ruwanpura, J.Y., "Review of the LEED points obtained by Canadian building projects", *Journal of Architectural Engineering*, 5(2): 38-54, (2013).
- [11] Todd, J.A., Pyke, C., and Tufts, R., "Implications of trends in LEED usage: rating system design and market transformation", *Building Research and Information*, 41(4): 384-400, (2013).
- [12] Wu, P., Mao, C., Wang, J., Song, Y. and Wang, X., "A decade review of the credits obtained by LEED v2.2 certified green building projects", *Building and Environment*, 102: 167-178, (2016).
- [13] USGBC. <http://www.usgbc.org/projects/kio-networks-murcia>.
- [14] USGBC. <http://www.usgbc.org/projects/ualr-west-hall>.
- [15] Teknopark İstanbul A.Ş., <http://www.teknoparkistanbul.com.tr/tr/leed-sertifikasyonu>.
- [16] Yeşil Bina, "LEED gold sertifikalı HABOM", Sayı 29. <http://www.yesilbinadergisi.com/?pid=32761#.V2L4y1KYdpk>
- [17] Altensis, <http://www.altensis.com/proje/eser-holding-merkez-ofisi-ilk-leed-platin-sertifikali-bina/>
- [18] LEED-NC, LEED 2009 for New Construction and Major Renovations, (2009).
- [19] Elston, J., "Demystifying the On-site / Off-site Renewable Energy Credit for LEED®", [https://www.usgbc-ncc.org/storage/documents/Presentations/SAC/2012-1-19\\_demystifying.pdf](https://www.usgbc-ncc.org/storage/documents/Presentations/SAC/2012-1-19_demystifying.pdf).
- [20] USGBC, <http://www.usgbc.org/projects/suny-esf-gateway-center?view=overview>.
- [21] Gbig, "Sisecam ARGE Building: Green Building Information Gateway" <http://www.gbig.org/activities/leed-1000031156>.
- [22] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/y\\_mevzuat.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/y_mevzuat.aspx).
- [23] Uğurel, A. "Türkiye'de güneş enerjisi: sorunlar ve beklentiler" [https://tr.boell.org/sites/default/files/downloads/ates\\_ugu\\_rel\\_1\\_sayi\\_tr.pdf](https://tr.boell.org/sites/default/files/downloads/ates_ugu_rel_1_sayi_tr.pdf).
- [24] Uluatam, E., "Yenilenebilir enerji teşvikleri", <http://www.tobb.org.tr/AvrupaBirligiDairesi/Dokumanlar/Raporlar/YenilenebilirEnerjiTevsikleri.pdf>.
- [25] Yeşil Bina, "LEED Gold sertifikalı Teknopark İstanbul", <http://www.teknoparkistanbul.com.tr/tr/leed-sertifikasyonu>.
- [26] Chowdhari Golf Center, <http://www.usf.edu/administrative-services/facilities/documents/leed-chowdhari-case-study.pdf>.
- [27] Bulgurcu, H., Kon, O. ve İlten, N. "Soğutucu akışkanların çevresel etkileri ile ilgili yeni yasal düzenlemeler ve hedefler", *VIII Uluslararası Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 915-928, (2007).
- [28] Öncül, S., "LEED platin sertifikalı Türkiye'nin ilk binası", [http://www.emo.org.tr/ekler/76441652bb56f52\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/76441652bb56f52_ek.pdf).
- [29] USGBC, <http://www.usgbc.org/projects/washburn-center-children>.
- [30] Reid, R. and Thompson R., "The utilities and energy management department Carl J Eckhardt heating and power complex, supporting the district and energy requirements of LEED0NC 2009, demonstration of M\$V requirements for EA5". <https://utilities.utexas.edu/sustainability/leed/EAc5-MeasurementandVerification-UTguidelines.pdf>.
- [31] Yeşil Bina, "SİF İş Makinaları Binaları", Sayı 22. <http://www.yesilbinadergisi.com/?pid=29695#.V2L7YV KYdpk>
- [32] NCEF Pediatric Dental Center. <http://www.facilities.ufl.edu/leed/projects/docs/final%20Combined%20Edison%20Case%20Study.pdf>.