



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**MEVCUT BİR BİNANIN LEED
SERTİFİKASI AÇISINDAN İNCELENMESİ:
KREDİ OLUŞTURABİLECEK FIRSAT VE
ÖNERİLERİN SUNULMASI**

AYŞE AYTEKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Elektrik Elektronik Mühendisliği Programı

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Erkan DURSUN

İSTANBUL, 2019



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**MEVCUT BİR BİNANIN LEED
SERTİFİKASI AÇISINDAN İNCELENMESİ:
KREDİ OLUŞTURABİLECEK FIRSAT VE
ÖNERİLERİN SUNULMASI**

AYŞE AYTEKİN

(523116148)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Elektrik Elektronik Mühendisliği Programı

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Erkan DURSUN

İSTANBUL, 2019

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Ayşe AYTEKİN'in "Mevcut Bir Binanın LEED Sertifikası Açısından İncelenmesi: Kredi Oluşturabilecek Fırsat ve Önerilerin Sunulması" başlıklı tez çalışması, 20 Aralık 2019 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Erkan DURSUN (Danışman)

Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği
(İMZA)

Doç.Dr. Tahir Çetin AKINCI (Üye)

İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği.....
(İMZA)

Dr. Öğr. Üyesi Seçil Varbak NEŞE (Üye)

Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği
(İMZA)

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 02.01.2020 tarih ve 2020/01-02... sayılı kararı ile Ayşe AYTEKİN'in Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Elektrik-Elektronik Mühendisliği Programında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Bülent EKİCİ



ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında örnek bir ofis binası, LEED sertifikasyonu açısından incelenmiştir. Gerekli LEED kriterlerinin sağlanıp sağlanmadığı görülmüştür. LEED sertifikasyonunun enerji verimliliği kapsamında önümüzdeki yıllarda daha önemli olacağı öngörülmektedir. Tez çalışmamın belirlenmesinde, planlanmasında ve geliştirilmesinde bana yardımcı olan, tez çalışmam süresince bana yol gösteren değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Erkan DURSUN'a teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamın uygulama aşamasında bana yardımcı olan ve gerekli iletişimleri kurmamı sağlayan başta İsmet DEFNE ve Hasan YOL olmak üzere Elsan Elektrik A.Ş. ailesine teşekkür ederim. Tez çalışmamın her aşamasında sorularımı cevaplayan Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği'ne (ÇEDBİK) teşekkürlerimi sunarım. Son olarak eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve desteğini her daim hissettiren aileme sonsuz teşekkür ederim.

In this thesis, a sample office building is examined in terms of LEED certification. It was seen whether the required LEED criteria were met or not. LEED certification is expected to be more important in the coming years within the scope of energy efficiency. I would like to thank Dr. Faculty Member Erkan DURSUN, my esteemed professor for helping me in the determination, planning and development of my thesis. I would like to thank the Elsan Electric family for helping me to establish the necessary contacts during the application phase of my thesis. I would like to thank the Green Building Association (ÇEDBİK) for answering my questions at every stage of my thesis. Finally, I would like to thank my family, who has always been with me throughout my education and always made me feel their support.

Aralık 2019

Ayşe AYTEKİN
Elektrik Mühendisi

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
SEMBOLLER/SYMBOLS	vi
KISALTMALAR/ABBREVIATIONS	viii
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ/LIST OF TABLES	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. LEED Sertifikasyonu İle İlgili Yapılan Çalışmalar	5
1.2. Türkiye’de Enerji Verimliliği Politikaları ve LEED	6
1.3. LEED Sertifikasyon Süreci ve LEED Bina Kategorileri	9
1.3.1. LEED sertifikasyon süreci	9
1.3.2. LEED bina kategorileri	12
2. LEED DERECELENDİRME SİSTEMİ	15
3. LEED V4.1 KREDİ KATEGORİLERİ	19
3.1. Lokasyon ve Ulaşım	19
3.2. Sürdürülebilir Çevre	23
3.2.1. Yağmursuyu yönetimi	23
3.2.2. Isı adası azaltımı	23
3.2.3. Işık kirliliğinin azaltılması	25
3.2.4. Saha yönetimi	25
3.3. Su Verimliliği	26
3.4. Enerji ve Atmosfer	29
3.5. Malzeme ve Kaynak	39
3.5.1. Satın alma politikası	39
3.5.2. Tesis bakım ve yenileme politikası	39
3.5.3. Atık performansı	40
3.5.4. Satın alma	42
3.6. İç Çevre Kalitesi	45
3.6.1. Minimum iç hava kalitesi	45
3.6.2. Çevresel duman kontrolü	46
3.6.3. Yeşil temizlik politikası	46
3.6.4. İç çevre kalite performansı	47
3.6.5. Yeşil temizlik	50
3.6.6. Entegre zararlılık yönetimi	52

3.7. Yenilik.....	52
3.7.1. Gereklilikler	52
4. ÖRNEK OFİS BİNASININ LEED V4.1 EB:O+M KRİTERLERİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	53
4.1. Lokasyon ve Ulaşım.....	55
4.2. Sürdürülebilir Çevre	56
4.2.1. Yağmursuyu yönetimi	56
4.2.2. Isı adası azaltımı	56
4.2.3. Işık kirliliğinin azaltılması	58
4.2.4. Saha yönetimi	60
4.3. Su Verimliliği.....	61
4.4. Enerji ve Atmosfer	64
4.4.1. Enerji verimliliği yönetim uygulamaları	64
4.4.2. Temel soğutma yönetimi	64
4.4.3. Enerji performansı.....	64
4.4.4. Geliştirilmiş soğutma yönetimi	67
4.4.5. Şebeke harmonizasyonu	86
4.5. Malzeme ve Kaynak.....	86
4.5.1. Satın alma politikası	86
4.5.2. Tesis bakım ve yenileme politikası	86
4.5.3. Atık performansı	87
4.5.4. Satın alma.....	87
4.6. İç Çevre Kalitesi.....	87
4.6.1. Minimum iç hava kalitesi	87
4.6.2. Çevresel duman kontrolü	90
4.6.3. Yeşil Temizlik Politikası.....	90
4.6.4. İç çevre kalite performansı	90
4.6.5. Yeşil temizlik	90
4.6.6. Entegre zararlılık yönetimi.....	90
4.7. Yenilik.....	90
5.SONUÇ	91
KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

MEVCUT BİR BİNANIN LEED SERTİFİKASI AÇISINDAN İNCELENMESİ: KREDİ OLUŞTURABİLECEK FIRSAT VE ÖNERİLERİN SUNULMASI

Günümüzde artan enerji ihtiyacı ile birlikte enerji kaynaklarının verimli kullanımı, yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji, binalarda yüksek performans konuları literatürde daha sık yer almaya başlamıştır. Bu unsurlar göz önüne alındığında enerji tüketiminde yüksek paya sahip olan binalarda enerji tasarrufu ve kaynak kullanımı daha önemli bir hale gelmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda bazı gelişmiş ülkeler binaların çeşitli kategorilerde değerlendirilmesiyle bina derecelendirme sistemleri oluşturmuştur. LEED sertifikasyon sistemi de yaygın olarak kullanılan sertifikasyon sistemlerinden biridir. Binalar bu sertifikaya sahip olabilmek için sürdürülebilir alan planlaması, suyun verimli kullanımı, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynak kullanımı ve iç ortam kalitesi olmak üzere beş ana kategoride değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme sonucunda farklı seviyeler için yeterli puan alan binalar bu sertifikaya sahip olabilmektedir. Mevcutta LEED sertifikasına sahip olmayan binaların bu kriterler kapsamında değerlendirilmesi ve kredi kazanabilmesi bazı denetimler ve ölçümler gerektirmektedir. Bu kategorideki binalarda, gerekli ölçümlerden ve incelemelerden sonra LEED kriterlerinin sağlanması için iyileştirme çalışmalarının yapılması ilk başta maliyetli gözükse de ülke ekonomilerine olumlu yansıtacağı öngörülmektedir. Bina konfor düzeyini düşürmeden kaynak ve enerji tüketiminin azaltılması bu noktada önemlidir. Bu nedenle binaların derecelendirme sistemi kullanılarak değerlendirilmesi; enerji tüketimi ve enerji verimliliği konularında yeni pazarların oluşmasına, tüketicilerin bilinçlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Bu tez çalışmasında, mevcut bir ofis binası LEED sertifikasyonu kapsamında değerlendirilerek elde edebileceği puan hesaplanmıştır. Binanın gerekli kriterlerce incelemesi yapılmış ve LEED sertifikasına sahip olabilmesi için öneriler sunulmuştur. İncelenen ofis binasının mevcut durumuyla 47 puan alarak LEED Sertifikası'na sahip olacağı öngörülmüştür Ofis binasının sunulan önerilerle 12 puan daha alarak LEED Gümüş Sertifikası'na sahip olabileceği saptanmıştır.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF AN EXISTING BUILDING FOR LEED CERTIFICATE: CREDIT OPPORTUNITIES AND SUGGESTIONS

Nowadays, with the increasing energy need, efficient use of energy resources, renewable and sustainable energy, high performance in buildings have begun to take place more frequently in the literature. Considering these factors, energy saving and resource utilization are becoming more important in buildings that have a high share in energy consumption. In line with this information, some developed countries have developed building rating systems by evaluating buildings in various categories. The LEED certification system is also one of the widely used certification systems. In order to have this certificate, buildings are evaluated in five main categories: sustainable area planning, efficient use of water, energy and atmosphere, material and resource use and indoor quality. As a result of this evaluation, buildings that have enough points for different levels may have this certificate. The fact that the buildings which do not currently have LEED certification are considered within the scope of these criteria and earn credit require some inspections and measurements. It is foreseen that, in the buildings of this category, the improvement studies to ensure the LEED criteria after the necessary measurements and examinations are initially seen as costly, but they will be reflected in the economies of the country positively. Reducing resource and energy consumption without reducing building comfort is important at this point. Therefore, the classification and evaluation of buildings based on the rating system will contribute to the formation of new markets in energy consumption and energy efficiency and to raise awareness of consumers. In this thesis, an existing office building is evaluated within the scope of LEED certification and its score is calculated. The building has been inspected according to the required criteria and suggestions have been made in order to obtain the LEED certificate. It is foreseen that the office building will have a LEED Certificate with 47 points in its current condition. It has been determined that the office building can get a LEED Silver Certificate by getting 12 points with the suggestions presented.

SEMBOLLER/SYMBOLS

MTEP	: Milyon ton eşdeğer petrol
TWh	: Terawatt saat
CO₂	: Karbondioksit
mT CO₂	: CO ₂ emisyon
kTEP	: Kilo ton eşdeğer petrol
W	: Watt
kWh	: Kilo watt saat
GWh	: Giga watt saat
M\$: Milyon dolar
CO_{2e}	: CO ₂ eşdeğer emisyonu
I_{bs}	: CO ₂ eşdeğer emisyonu miktarı
km	: kilometre
m	: metre
m²	: metrekare
gpf	: galon/flush
gpm	: galon/dakika
psi	: pounds/inch kare
lpf	: litre/flush
lpm	: litre/dakika
kPa	: kilo pascal
CFC	: Kloroflorokarbon
HCFC	: Hidrokloroflorokarbon
sn	: saniye
cfm	: SI birim dış hava hızı
L/s	: IP birim dış hava hızı
ppm	: parts per million (madde konsantrasyonu)
m³	: metreküp
g	: gram
µg	: mikro gram
t	: Zaman (s)

HP : Horse power (Beygir gücü)

1/2" : Boru anma çapı (mm)

1/4" : Boru anma çapı (mm)



KISALTMALAR/ABBREVIATIONS

- LEED** : The Leadership in Energy and Environmental Design
(Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik)
- BREEAM** : Building Research Establishment Environmental Assessment Method
(Araştırma Geliştirme Kurulması Çevresel Değerlendirme Yöntemi)
- SBTool** : Tool of Sustainability (Sürdürülebilirlik Aracı)
- CASBEE** : Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency
(Bina Çevresel Etkinliği İçin Kapsamlı Değerlendirme Sistemi)
- DGNB** : German Sustainable Building Council
(Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi)
- USGBC** : U.S. Green Building Council (Birleşik Devletler Yeşil Bina Konseyi)
- GBCI** : Green Business Certification Institute (Yeşil İş Sertifikasyon Enstitüsü)
- ABD** : Amerika Birleşik Devletleri
- EB: O+M** : Mevcut Binalar: Operasyon ve Bakım
- BD+C** : Yeni Binalarda Bina Tasarımı ve İnşaat
- HVAC** : Heating Ventilating and Air Conditioning
(Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme)
- V3** : Versiyon 3
- V4** : Versiyon 4
- V4.1** : Versiyon 4.1
- IAQ** : Indoor Air Quality (Minimum İç Hava Kalite Performansı)
- DEGU** : Düşük Etkili Geliştirme Uygulamaları
- SR** : Güneş Yansıtma Değeri
- SRI** : Güneş Yansıtıcılık İndeksi
- HVAC&R** : Heating Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration
(Isıtma, Havalandırma, İklimlendirme ve Soğutma)
- EPA** : Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
- IEA** : International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
- BMS** : Bina Yönetim Sistemi
- ODP** : Ozon Delme Potansiyeli
- GWP** : Küresel Isınma Potansiyeli
- DR** : Talep Müdahale

SAP : Satın Alma Politikası

SMACNA : Metal Plaka ve Hava Koşullandırma Yüklenicileri Ulusal Topluluğu

TVOC : Total Volatile Organic Compounds (Toplam Uçucu Organik Bileşikler)

ISO : International Organization for Standardization
(Uluslararası Standart Organizasyonu)

IPM : Entegre Böcek Yönetimi

LEED AP : LEED Uzman Kişisi

VRF : Variable Refrigerant Volume
(Değişken Soğutucu Akışkan Hacmi Klima Sistemi)

BB : Busbar

ADP : Ana dağıtım panosu

UDP : UPS dağıtım panosu

UPS : Uninterruptible Power System (Kesintisiz Güç Kaynağı)

ASHRAE : American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers
(Amerikan Isıtma Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Birliği)

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1.** Sektörel enerji tüketimlerinin yıllar içindeki değişimi
- Şekil 2.** Bina ve hizmetler sektörünün enerji tüketiminin yıllar içindeki değişimi
- Şekil 3.** Türkiye'deki LEED sertifikalı bina sayıları
- Şekil 4.** LEED sertifikasyon başvuru süreci diyagramı
- Şekil 5.** LEED V4 versiyonuna göre önem verilen konuların dağılımı
- Şekil 6.** 2017-2023 yılları arasında enerji tasarruf projeksiyonu
- Şekil 7.** Bina çalışan sayısı-Gerekli olan cevap sayısı oran grafiği
- Şekil 8.** Ortalama CO_{2e} değerine göre ulaşım performans puanı
- Şekil 9.** Ayar faktörü-Haftalık çalışma saati grafiği
- Şekil 10.** CO₂ puanlama fonksiyonu grafiği
- Şekil 11.** Şişli Kültür, Eğlence ve İş Merkezi Projesi görseli
- Şekil 12.** Ofis binası tipik ofis katı Autocad çizimi
- Şekil 13.** Ofis binası tipik otopark katı Autocad çizimi
- Şekil 14.** Ofis binası sinema katı Autocad çizimi
- Şekil 15.** Ofis binası çatı görüntüsü
- Şekil 16.** Bitkilendirilmiş çatı örneği
- Şekil 17.** Güney dış cephesi aydınlatma simülasyonu aydınlatma yerleşimi
- Şekil 18.** Alt dış cephe aydınlatma simülasyonu aydınlatma yerleşimi
- Şekil 19.** Hesaplanan sera gazı emisyonu için karşılık gelen tüketim şeması
- Şekil 20.** Hesaplanan sera gazı emisyonlarına karşılık gelen CO₂ emisyonları için tüketim şeması
- Şekil 21.** Hesaplanan sera gazı emisyonlarından kaçınmak için hedeflenmesi gereken uygulamalar
- Şekil 22.** Sera gazı emisyonlarının meydana getirdiği karbon tutan uygulamalar

Şekil 23. Mahallere göre aylık elektrik tüketim değerleri

Şekil 24. ADP-1 enerji dağıtımı

Şekil 25. ADP-2 enerji dağıtımı

Şekil 26. ADP-3 enerji dağıtımı

Şekil 27. UDP enerji dağıtımı

Şekil 28. Restoran mekanik cihaz planı ve mekan açıklıkları

Şekil 29. Kiralanabilir ofis mekanik cihaz planı ve mekan açıklıkları



TABLO LİSTESİ/LIST OF TABLES

Tablo 1. Enerji türlerine göre enerji talepleri (MTEP), büyüme oranları, toplam enerji tüketimlerine göre oranları

Tablo 2. Elektrik üretimi (TWh), büyüme oranları, toplam enerji tüketimlerine göre oranları

Tablo 3. Dünya bölgesel CO₂ emisyon değerleri ve büyüme oranları

Tablo 4. Dünya genelindeki sertifikasyon sistemleri

Tablo 5. LEED V4 O+M: Mevcut binalar için kredi tablosu

Tablo 6. LEED V4.1 O+M: Mevcut binalar için kredi tablosu

Tablo 7. Performans puanına göre elde edilebilecek LEED puanları

Tablo 8. Vasıta türlerine göre tek yönde oluşan CO_{2e} değerleri

Tablo 9. Çatı eğimine göre minimum SRI (güneş yansıtıcılık indeksi) değerleri

Tablo 10. Su performans değerlerine karşılık gelen LEED puanları

Tablo 11. LEED V4: O+M su tüketim ekipmanlarının baz su tüketim değerleri

Tablo 12. Sera gazı emisyon puanına karşılık gelen LEED puanı

Tablo 13. Kaynak enerji puanına karşılık gelen LEED puanı

Tablo 14. Enerji performans puanına karşılık gelen LEED puanı

Tablo 15.1. Geliştirilmiş soğutma yönetimi kriter tablosu

Tablo 15.2. Birden fazla ekipman için binanın ağırlıklı ortalamasını baz alan kriter

Tablo 16. Atık performansı değerlerine göre elde edilebilecek LEED puanları

Tablo 17. Dış hava hızı

Tablo 18. Doğal olarak havalandırılan alanlar için minimum açıklık yeri ve boyutlar

Tablo 19. İnsani deneyime puanına karşılık gelen LEED puanları

Tablo 20. Ofis binası aylık su tüketim değerleri

Tablo 21. The Energy Policy Act (EPAAct) bazal su tüketim verilerine göre bina yıllık su tüketimleri ve bazal tüketim oranı

Tablo 22. Doğal gaz tüketim verileri

Tablo 23. Sera gazı emisyonları için hesaplanan enerji tüketimleri

Tablo 24. HVAC&R ekipman güçlerine göre soğutucu şarjı miktarı hesap tablosu

Tablo 25.1. Ortak alanlar HVAC&R ekipmanları kurulu güç değerleri ve yıllık elektrik tüketimleri

Tablo 25.2. Otopark HVAC&R ekipmanları kurulu güç değerleri ve yıllık elektrik tüketimleri

Tablo 25.3. Sinema HVAC&R ekipmanları kurulu güç değerleri ve yıllık elektrik tüketimleri

Tablo 25.4. Restoran HVAC&R ekipmanları kurulu güç değerleri ve yıllık elektrik tüketimleri

Tablo 25.5. Ofisler HVAC&R ekipmanları kurulu güç değerleri ve yıllık elektrik tüketimleri

Tablo 26. Ofis mahallerine göre HVAC&R ekipmanları yıllık elektrik tüketimleri ve enerji yoğunlukları

Tablo 27. Ofis binası BMS sisteminden elde edilen yıllık elektrik tüketim değerleri

Tablo 28.1. Ofis binası tek hat diyagramlarına göre planlanan yıllık elektrik tüketim değerleri-1

Tablo 28.2. Ofis binası tek hat diyagramlarına göre planlanan yıllık elektrik tüketim değerleri-2

Tablo 29. Seçilen eş zamanlılık faktörleri

Tablo 30. Yük tiplerine göre planlanan yıllık elektrik tüketim değerleri

Tablo 31. Ofis binası mevcut aydınlatma ve fiyat tablosu

Tablo 32. Ofis binasında değişmesi öngörülen flouresan armatürlerin yerine monte edilecek LED aydınlatmalar

1. GİRİŞ

Fosil yakıt tüketimi, atmosferik karbondioksit konsantrasyonunu ve sera gazı etkisini arttırmaktadır. Bu durumun küresel iklim değişikliğine neden olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle fosil yakıt tüketiminin azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gelişmiş olan ülkeler tarafından hedeflenen enerji politikaları arasında yer almıştır [1].

Küresel enerji tüketimi 2010'dan itibaren yüksek ısıtma ve soğutma gereksinimlerinden dolayı artarak ortalama tüketimin büyüme oranının 2 katına çıkmasına neden olmuştur. Yenilenebilirler ve nükleer enerji, talep edilen büyümenin çoğunluğunu karşılamasına rağmen kömür ve gaz yakıtlı elektrik santrallerinden kaynaklanan üretim, sektördeki CO₂ emisyonlarını %2,5 oranında arttırmıştır. Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te 2018 yılı için enerji türlerine göre küresel enerji talepleri, elektrik üretimleri, geçen yıla göre büyüme oranları ve dünyadaki bölgesel CO₂ emisyon değerleri verilmiştir [2].

Tablo 1. Enerji türlerine göre küresel enerji talepleri (MTEP), büyüme oranları, toplam enerji tüketimlerine göre oranları

Enerji Talebi (MTEP)	Büyüme Oranı (%)		Dağılım (%)	
	2018	2017-2018	2000	2018
Toplam Birincil Enerji Talebi	14 301	%2,3	%100	%100
Kömür	3 778	%0,7	%23	%26
Petrol	4 488	%1,2	%37	%31
Gaz	3 253	%4,6	%21	%23
Nükleer	710	%3,3	%7	%5
Hidro	364	%3,1	%2	%3
Biyokütle ve atık	1 418	%2,5	%10	%10
Yenilenebilir enerji	289	%14,0	%1	%2

Tablo 2. Küresel elektrik üretimi (TWh), büyüme oranları, toplam enerji tüketimlerine göre oranları

Elektrik Üretimi (TWh)	Büyüme Oranı (%)		Dağılım (%)	
	2018	2017-2018	2000	2018
Toplam Üretim	26 672	%3,9	%100	%100
Kömür	10 116	%2,6	%39	%38
Petrol	903	%-3,9	%8	%3
Gaz	6 091	%4,0	%18	%23
Nükleer	2 724	%3,3	%17	%10
Hidro	4 239	%3,1	%17	%16
Biyokütle ve atık	669	%7,4	%1	%3
Rüzgar	1 217	%12,2	%0	%5
Fotovoltaik	570	%31,2	%0	%2
Diğer yenilenebilir enerji türleri	144	%4,2	%1	%1

Tablo 3. Dünya bölgesel CO₂ emisyon değerleri ve büyüme oranları

Toplam CO ₂ emisyonu (mTCo ₂)	Büyüme Oranı (%)	
	2018	2017-2018
ABD	4 888	%3,1
Çin	9 481	%2,5
Hindistan	2 299	%4,8
Avrupa	3 956	%-1,3
Diğer ülkeler	11 249	%1,1
Toplam	33 143	%1,7

1972 yılında Stockholm’de düzenlenen Uluslararası İnsan Çevre Konferansı, 1992 yılında düzenlenen Rio Konferansı ve 4 Ocak 2003’te yayınlanan Binaların Enerji Performansı Yönetmeliği ile birlikte dünya genelinde ortak kararlar alınarak yaptırımlar uygulanmaya başlanmıştır. Bu yaptırımlar sonucunda binaların sürdürülebilirliği için sertifika sistemleri oluşturulmuştur. Bu sertifikalandırma sistemleri hükümetler tarafından teşvik paketleriyle desteklenmiştir [3].

1990’da İngiltere’de Breeam (Çevresel Değerlendirme Yöntemi), 1996’da Kanada’da SBTool, 1998’de ABD’de LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design), 2003’te Avustralya’da Greenstar, 2004’te Japonya’da Casbee (Yapılı Çevre Verimliliği için Kapsamlı Değerlendirme Sistemi) ve 2009’da ise Almanya’da DGNB, kullanılmaya başlanmıştır. Dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan sertifikasyon sistemleri ile karşılaştırmalar Tablo 4’te görülmektedir [3, 4].

İnşaat sektörü, küresel olarak %30-40 oranında enerji tüketiminden sorumludur [5]. Aynı zamanda tüketilen suyun %42’sinde, sera gazı emisyonlarının %50’sinde, içme sularındaki kirlenmenin %40’ında, hava kirliliğinin %24’ünde ile CFC ve HCFC salınımlarının %50’sinde payı bulunmaktadır [6].

Artan enerji tüketimi, iklim değişikliğinin azaltılmasında kritik bir faktör haline gelmektedir ve ülkelerin ulusal enerji kullanımını azaltma hedeflerini karşılamak için risk taşımaktadır. Küresel enerji krizi nedeniyle mevcut binaların enerji tüketimini azaltması önem arz etmektedir. Bu amaçla, enerji verimliliği güçlendirmesi, mevcut binaların enerji tüketimini azaltmak için hızlı ve uygun maliyetli bir müdahaledir [7].

Dünya çapında yeşil bina sertifika sistemi yaklaşımında önemli rol oynayan LEED, binaların olumsuz çevresel etkilerini azaltmayı ve enerji verimliliğini sağlamayı amaçlamaktadır. LEED Sertifikası, Amerika Birleşik Devletleri’nde en çok tercih edilen bina derecelendirme aracıdır. Hem ABD’de hem de uluslararası pazarda, pazar payı artmaya devam etmektedir [8, 9].

LEED sertifikasyon sistemi, yapıların kaynak kullanımlarını en aza indirmek için geliştirilmiş bir sistemdir. Bu sistem, sürdürülebilir yaşamı ve çalışanların günlerinin en az üçte birini geçirdiği ofislerde iç hava kalitesini artırmayı amaçlamaktadır. Yapılan çalışmalar; sertifikalı binalarda yaşayan veya çalışan memnuniyetinin, sertifikasız binalara göre kıyaslandığında daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur [9, 10].

LEED sertifikası, yeni ve mevcut binalarda insan ve çevreyle ilgili konular göz önüne alınarak yüksek performans elde etmek için tasarlanmıştır. Şu anda da gayrimenkul piyasasında belirleyici bir faktör olarak ilerlemektedir. Birleşik Devletler Yeşil Bina konseyi (USGBC), yaklaşık beş milyon insanın LEED binasında yaşadığını tahmin etmektedir [10].

Tablo 4. Dünya genelindeki sertifikasyon sistemleri

Sertifikasyon sistemi	Ülke	Çıkış yılı	Amacı	Geliştiricisi	Ortak
Breeam	İngiltere	1990	Sürdürülebilir bina tasarımı, en iyi işletme uygulamaları ve binanın çevresel performansı için kapsamlı standartları ayarlamak.	Bina araştırma kuruluşu (BRE)	Bina sahibi, bina işletmecisi
SBTool	Kanada	1996	Bina ve projelerin sürdürülebilirlik performansının değerlendirilmesi için genel bir çerçeve sağlamak.	Sürdürülebilir Bir Çevre Yapısı Uluslar arası Girişimi	Araştırmacılar, organizasyonlar
LEED	ABD	1998	Bütünleşik sürece ve fikirbirliğine dayalı, yeşil binaların tasarımı, yapımı ve işletilmesi için bir araç olarak hizmet etmek.	ABD Yeşil Bina Konseyi	Bina proje ekibi, tasarımcı, mal sahibi, müteahhit
Greenstar	Avustralya	2003	Binaların çevresel değerlendirilmesinde ortak bir dil oluşturulması ve sürdürülebilir tasarım için toplumsal bilincin artırılmasını sağlamak.	Avustralya Yeşil Bina Konseyi	Tasarımcılar
Casbee	Japonya	2004	Politik gereksinimleri ve pazarın ihtiyaçlarını karşılamaya dayalı binaların yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilir bir yapı elde etmeyi sağlamak.	Japon Sürdürülebilir Bina Konsorsiyumu	Tasarımcı, planlamacı, müteahhit
DGNB	Almanya	2009	Binaların sürdürülebilir bir yapıya sahip olabilmeleri için kriterler belirlemek.	Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi	Tasarımcı, bina sahibi, malzeme tedarikçisi

LEED sertifikasıyla birlikte gelen avantajlar şöyle özetlenebilir [11, 12]:

- Araziler inşaatlar için en optimum şekilde kullanılır.
- Çevreye ve doğaya verilen zarar en aza indirgenir.
- Dönüştürülebilir malzemelerin kullanılması inşaat atık yönetimini sağlar.
- Enerji tüketiminin en aza indirgenir.
- Yenilenebilir enerjiye teşvik artar.
- Bina kullanıcı sağlığı olumlu etkilenir.
- İşletme ve bakım maliyetleri azalır.

- Karbon salınımı azalır.
- Bina enerji performansı artar.
- Bina değeri ve getirisi artar.
- Yalıtımın sağlandığı binalarda enerji kaybı engellenir.

Bu tez çalışmasında mevcut bir ofis binasının, LEED sertifikasyonu açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Ofis binası, LEED sertifikasyonu derecelendirme sisteminin kategorileri için gerekli kriterlere göre incelenmiştir. Ölçümler yapılarak mevcut haliyle elde edebileceği puan getirisi hesaplanmıştır. Sertifika için eksik puan alınan kategorilerden kredi elde edebilmek için öneriler sunulmuştur. Binada tüketilen enerji miktarları kategorize edilerek enerji tüketimleri değerlendirilmiştir. LEED sertifikasyonu için gerekli prosedürler ve süreç ele alınmıştır.

1.1. LEED Sertifikasyonu İle İlgili Yapılan Çalışmalar

2018 yılında Young Ki Kim ve Haşim Altan, LEED sertifikasyon süreci kapsamında bina iklimlendirme sistemi (HVAC) yönetiminin sağlanmasıyla bina enerji tüketiminin düşürülmesi konusunda bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada LEED sertifikalı bir bina ele alınmıştır. HVAC sistemlerinin dinamik simülasyon çalışması yapılmış ve bina enerji modellemesi oluşturulmuştur. Güney Kore'deki binanın yıllık gerçek zamanlı enerji tüketimleri izlenmiş, bu veriler dinamik simülasyon sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Performans kontrolü sırasında soğutmanın istendiği yerde soğutma pompasının sürekli olarak maksimum akış hızında çalıştığı tespit edildi. Ancak akış hızı, klima santrali operasyon sayısının arttığı durumlarda artacak şekilde dizayn edilmelidir. HVAC sistemindeki performans eksiklikleri tespit edildikten sonra dinamik simülasyon aracılığıyla fan ve soğutma pompalarının çalışmaları analiz edilmiş, HVAC sistemi devreye alınması ile enerji tüketiminin %5,3 oranında azaltıldığı görülmüştür [13].

2013 yılında J. Cardenas, G. Gallego, A. Escobar, A. Trejos ve M. Perez sağlık tesisleri için LEED kapsamında bir metodoloji üzerinde çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bunun için yeni ve mevcut olan bir sağlık tesisinde sertifikasyon sürecine başlamadan önce enerji ve atmosfer kategorisinde ön değerlendirme yapılmıştır. Bu kategoride değerlendirilen ana parametreler bina enerji sistemlerinin devreye alınması, enerji performansı, yenilenebilir enerji kullanımı ve temel soğutucu akışkan yöntemidir.

Bunun yanında LEED sertifikasyon süreci için gerekli adımların listesi oluşturulmuştur. Gereksinimler elde edildikten sonra Kolombiya'daki Medellin kentindeki beş büyük hastanede idari ve bakım personelleriyle görüşme yapılarak elektrik tüketim değerlendirilmesi yapılmıştır. Hastanelerin yıllık enerji tüketimleri tespit edilip ortalama enerji performans endeksi hesaplanmıştır. Bununla birlikte enerji tasarruf potansiyeli belirlenmiştir [14].

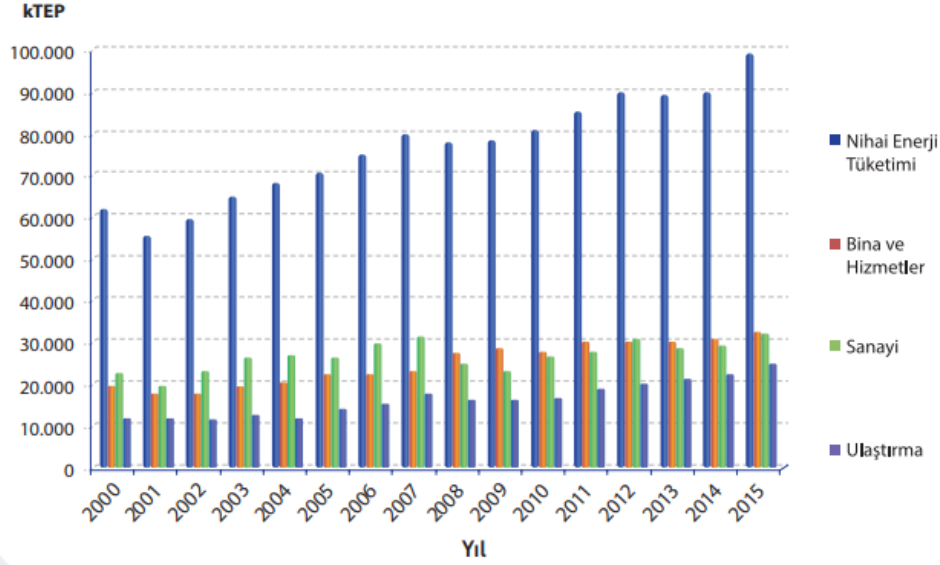
2015 yılında M. Shokry Rashwan ve Marten Duhoux Kanada'nın Manitoba eyaletinde LEED sertifikalı konut binaları için enerji kıyaslama çalışması gerçekleştirmişlerdir. Binaların yıllık su tüketim verileri kaydedilmiş ve Manitoba için belirlenmiş tüketim yoğunluğu endeksi ile karşılaştırma yapılmıştır. Çalışma sonunda LEED sertifikalı binaların enerji tüketimlerinin normal konut binalarına göre daha düşük olduğu doğrulanmıştır [15].

1.2. Türkiye'de Enerji Verimliliği Politikaları ve LEED

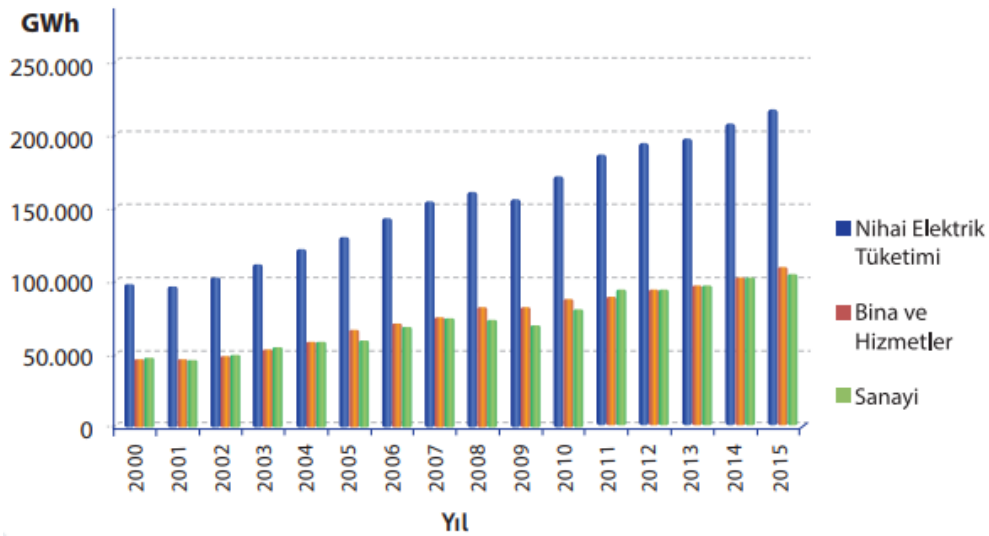
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı' nın yayınladığı Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023) verilerine göre Türkiye'de bina sektörü son yıllarda hızla gelişmekte olup sektörün nihai enerji tüketimi 2000 yılında 19,5 MTEP iken %66 artarak 2015 yılında 32,4 MTEP değerine ulaşmıştır. Yıllık ortalama %4,4 enerji talep artışı gerçekleşen bina sektörünün, nihai enerji tüketimindeki payı ise %32,8 değerine ulaşarak sanayi sektörünün de önüne geçmiştir. Şekil 1 ve Şekil 2'de ayrı sektöre göre enerji tüketiminin yıllar içindeki değişimi ve bina sektörü enerji tüketiminin yıllar içindeki değişimi görülmektedir [16].

Bu çalışma, Ulusal Enerji Verimliliği eylem planı kapsamındaki hedefleri için prototip bir proje niteliği taşımaktadır. Projede enerji tüketiminin yüksek olduğu ofis binasında LEED sertifikasyonu kapsamında belirtilen kriterler için inceleme yapılacaktır. Öncelikli olarak mevcut bina şartları değerlendirilecektir. Binanın aylık enerji tüketim miktarları belirlenerek enerji tüketiminin azaltılması için öneri sunulacaktır. Enerji tüketim miktarları belirlenirken ısıtma, soğutma ve aydınlatma gibi konuları kapsayan azami yıllık enerji talebi belirlenecektir. LEED için diğer kategorilerin değerlendirilmesi yapılacaktır. Bu değerlendirmeler sonucunda binanın LEED kapsamında puanı hesaplanarak sertifikaya sahip olabilmesi için prosedürler aktarılacaktır [17].

LEED sertifikası, bina performansını optimize eden tanımlanmış hedefleri kontrol eden bağımsız Yeşil İş Sertifikasyon Enstitüsü (GBCI) aracılığıyla doğrulanmaktadır. LEED, enerji ve maliyet tasarrufu yapmak, su tüketimini azaltmak ve inovasyonu teşvik etmek için projelere yön vermektedir. LEED sertifikasyonu ile birlikte, bina projesinin performansa dayanan güçlü, güvenilir, belgelenmiş süreçle gereksinimleri karşıladığı doğrulanmaktadır [18].



Şekil 1. Sektörel enerji tüketimlerinin yıllar içindeki değişimi



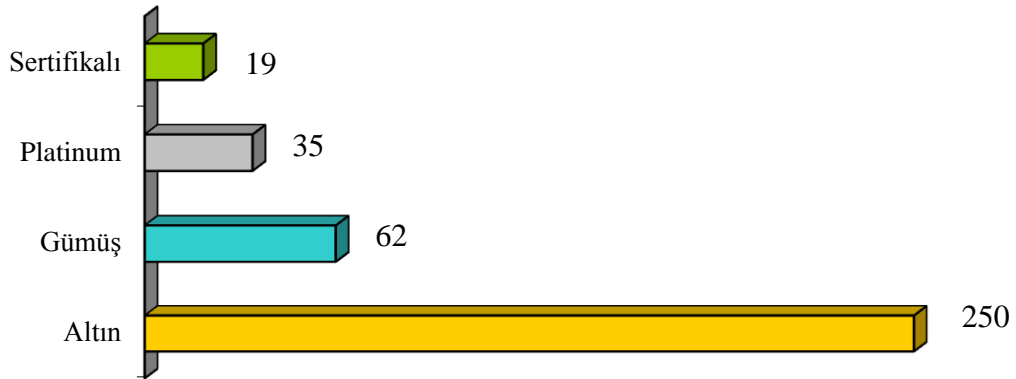
Şekil 2. Bina ve hizmetler sektörünün enerji tüketiminin yıllar içindeki değişimi

Türkiye’de son 10 yılda yenilik ve modernleşme ile birlikte artan enerji kullanımı daha az enerji tüketen yeşil binalara olan talebi artırmıştır. Bu gelişme, USGBC’nin LEED kapsamında ortaya çıkardığı en iyi ülkeler sıralamasında Türkiye’nin 9. sırada yer almasını sağlamıştır [19].

Ülkemizde büyüyen kentsel nüfus ve artan enerji taleplerinin sonucunda LEED onaylı binalar, 2013 yılında 2014 yılına kadar %258 oranında artış sağlamıştır. Bu artış enerji tasarrufu çevre ve ekonomik etkileri açısından olumlu bir gelişme olarak görülmektedir [19].

Türkiye’deki yeşil bina sürecinin önemli bir simgesi olan 44 katlı İstanbul Allianz Kulesi LEED Platinum kazanmıştır. Binanın LEED açısından en önemli özellikleri güneşe duyarlı bir cepheye sahip olmasıdır. Cephe yapısı ve bina konumu sayesinde güneş yönüne bağlı olarak bina cephesi ısı yükünü azaltmaya yardımcı olmaktadır [19].

Country Market Brief Raporu’na göre Türkiye’de 366 adet LEED sertifikalı bina bulunmaktadır. 522 adet bina ise sertifika sistemine kayıtlı olup LEED adaydır. Sertifika türlerine göre Türkiye’de LEED bina sayıları Şekil 3’te görülmektedir [19].



Şekil 3. Türkiye’deki LEED sertifikalı bina sayıları

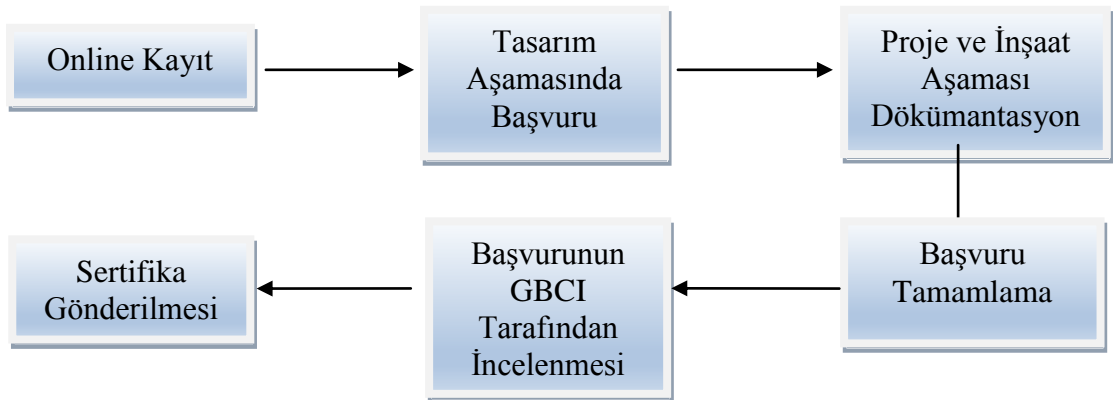
Bu proje ile mevcut bir binada enerji ölçümleri ele alınmıştır. Bu çalışma aynı zamanda bir enerji etüdü olarak değerlendirilebilmektedir. Enerji tüketim tabloları ile örnek diğer mevcut binaların yeşil enerji yaklaşımı için enerji tasarruf çalışmaları için örnek teşkil edecektir. Böylece ülkemizdeki mevcut enerjinin verimli şekilde kullanılmasına yönelimin artması hedeflenmektedir. Ayrıca mevcut binaların iyileştirilerek LEED sertifikasyonu ile prestij kazanması ve getirisinin artması sağlanacaktır. Bu sonuçların ülkemize yapılacak olan yatırımlar için önemli bir adım olacağı öngörülmektedir.

1.3. LEED Sertifikasyon Süreci ve LEED Bina Kategorileri

1.3.1. LEED sertifikasyon süreci

LEED sertifikasyonunun temelinde bina tasarım ve işletme stratejileri yer almaktadır. Bu nedenle LEED sertifikasyon süreci bina tasarım sürecinden itibaren inşaat sürecine kadar tüm planları ve uygulamaları incelemektedir. LEED sertifikası için bu sürecin herhangi bir aşamasında başvuru yapılabilmektedir. Ancak erken başvuru yapılması bina kriterlerinin projeye aktarılmasını ve sertifikası alınmasını kolaylaştırmaktadır [20].

LEED sertifikasyon süreci, proje tasarım aşamasında iken sisteme kayıt yapılmasıyla başlamaktadır. Gerekli dökümanlar toplanıp başvuru tamamlandıktan sonra GBCI, dökümanları incelemektedir. Şekil 4'te başvuru sürecinin aşamaları görülmektedir [20].



Şekil 4. LEED sertifikasyon başvuru süreci

LEED sertifikasyonuna başvuru yapılmadan önce binanın LEED kriterleri açısından ön incelemesi yapılması gerekmektedir. Yatırımcı hedefi göz önüne alınarak ön koşulların sağlanıp sağlanamadığı, sağlanıyorsa hangi sertifika seviyesine sahip olunabileceği belirlenmelidir [20].

İdeal LEED süreci için başlıklar aşağıdaki gibi özetlenmiştir [20]:

1. İhtiyaç programı ve konsept
2. Avan projeler
3. Kesin proje
4. İhale dosyası
5. İnşaat
6. Sertifikalandırma

1. İhtiyaç Programı ve Konsept

Proje sahasının belirlenmesi ve proje geliştirme kararlarının alınması bu aşamada gerçekleşmektedir. LEED tasarım kriterlerinin bu aşamada bina tasarım ve inşaat sürecine dahil edilmesi yatırımcının hedeflediği sertifikayı alması için kolaylık ve zaman tasarrufu sağlar. Bu aşamanın doğru bir şekilde yönetimi projenin sürdürülebilir alan kategorisinden puan almasını kolaylaştırmaktadır. Bu aşamada LEED danışmanının liderliğinde yeşil bina kriterlerinin uygulanmasına yönelik toplantılar yapılmalıdır. Bu toplantılar, LEED sertifikası hedefi doğrultusunda proje disiplinlerinin görev dağılımının belirlenmesine katkı sağlayacaktır. İlk LEED skor kart belirlenerek bu aşamada LEED Online' a kayıt yapılır ve süreç resmi olarak başlatılmış olur. Bu süreçte tüm ön koşulların sağlanması, test ve devreye almaya ekibinin bu süreçte projeye dahil edilmesi gerekmektedir [20].

2. Avan Proje Süreci

Bu aşamada bir önceki süreçte belirlenmiş olan LEED hedefleri ve uygulanacak yeşil bina kriterlerinin takibi yapılır. Tasarım geliştirme toplantıları ve analiz çalışmaları gerçekleştirilir. Taslak enerji raporu ve gün ışığı modellemesi raporu, görev ve sorumluluk tabloları, su tasarrufu hesapları, sürdürülebilir malzeme hesapları oluşturulur. Modellemeler sonucunda belirlenen enerji tasarruflu sistemlerin binaya uygulanması gerekmektedir [20].

3. Kesin Proje (Proje Geliştirme Süreci)

Bu aşama esasen avan proje sürecinde alınan kararların sonlandırıldığı ve belirlenen sistemlerin projeye işlendiği süreçtir. Enerji modellemesi ve gün ışığı modellenmesi kesin raporları tamamlanarak tüm LEED kriterleri malzeme teknik şartnamelerine ve planlara entegre edilir [9].

4. İhale Dosyası

LEED tasarım kriterleri için yapılan çalışmalar bu aşamada tamamlanmıştır ve kontrol edilmesi amacıyla LEED Online üzerinde GBCI'ye teslim edilir. GBCI'den gelen yorumlar doğrultusunda revizyon ve ilave çalışmalar gerekiyorsa tamamlanarak tekrar teslim edilir ve GBCI'den gelen son karar sonunda LEED tasarım çalışmaları sonuçlanır [20].

5. İnşaat

İnşaat sürecinde projeye uygulanan tasarım kriterlerinin inşaat sürecinde de aynı titizlikle uygulanması gerekmektedir. Mümkün olduğunca yüksek puan alınabilmesi için atık yönetimi, iç mekan hava kalitesi, malzeme spektrileri dikkatle takip edilmelidir. Bu aşamada test ve devreye alma gerçekleştirilirken ölçme ve kontrol çalışmaları yapılarak modelleme çalışmaları sonuçları test edilmelidir. Test ve devreye alma ekibine ilgili eğitimler verilerek bakım ve işletme talimatları ve kiracı bina kullanım rehberi hazırlanır. İlgili raporlar tamamlandıktan sonra LEED inşaat süreci tamamlanmış olur ve yine LEED Online üzerinden teslim edilir [20].

6. Sertifikasyon Süreci

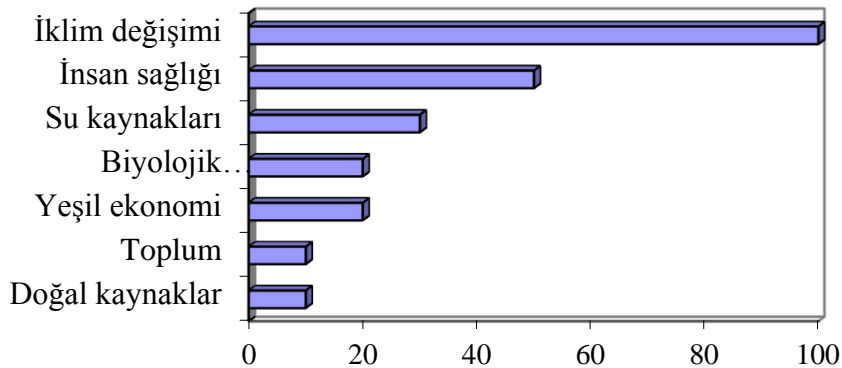
LEED tasarım ve inşaat kriterleri için LEED Online üzerinden yapılan başvurular olumlu sonuçlandığı takdirde LEED sertifikası alınmaktadır. Bina kullanıcıları ve ziyaretçilerine LEED yeşil bina kriterleri ile ilgili bilgiler verilmelidir. Yatırımcı isteği doğrultusunda birkaç yıl sonra binanın işleyişini gözden geçirmek amacıyla Mevcut Binalar İçin LEED Sertifikasına tekrar başvurabilmektedir [20].

1.3.2. LEED bina kategorileri

LEED sertifikasyon sistemi, binanın tasarım sürecinden başlayarak binanın tamamlanmasına kadar süren uzun bir süreci kapsamaktadır. LEED sisteminin farklı bina tiplerine uygun, halen yürürlükte veya geliştirilmekte olan kategorileri bulunmaktadır. Bu kategoriler şunlardır [21].

1. Yeni Binalar (New Construction)
2. Çekirdek ve Kabuk (Core & Shell)
3. İç Mekanlar (Commercial Interiors)
4. Okullar (Schools)
5. Mevcut Binalar: Operasyon ve Bakım (Existing Buildings: Operation & Maintenance)
6. Müstakil Evler (Homes)
7. Hastane ve Klinikler (Healthcare)
8. Mağazalar (Retail New Construction / Retail Commercial Interiors)
9. Mahalleler (Neighbourhood Development)

LEED sertifikası 2000 yılında tanıtıldığından beri yeni teknolojilerle birlikte birkaç aşama geçirmiştir. Kriterlerin ve yapıların çoğalmasıyla birlikte son sürüm olarak LEED V4 seviyesi ortaya çıkmıştır. Böylece daha geniş alanlar ve farklı mekan türleri için önemli değişiklikler başlatılmıştır. LEED V4 versiyonuna göre önem verilen konuların dağılımı Şekil 5' te görülmektedir [11, 12].



Şekil 5. LEED V4 versiyonuna göre önem verilen konuların dağılımı

Binaların enerji tüketimindeki payı, günümüzde enerji tasarrufu açısından enerji denetimi konusunda yapılan çalışmaları gerekli kılmıştır. LEED V3 sertifikasyonundan itibaren yeni inşaat ve renovasyon projeleri için %32 oranında puan getirisi olan kredi kategorileri atmosfer ve enerjidir [22].

LEED derecelendirme sistemleri yeni/mevcut ticari, kurumsal ve konut binalarını derecelendirmek için tasarlanmıştır. LEED sertifikası, kabul edilen enerji ve çevre ilkelerine dayanmaktadır. Derecelendirme sistemi 5 temel kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler:

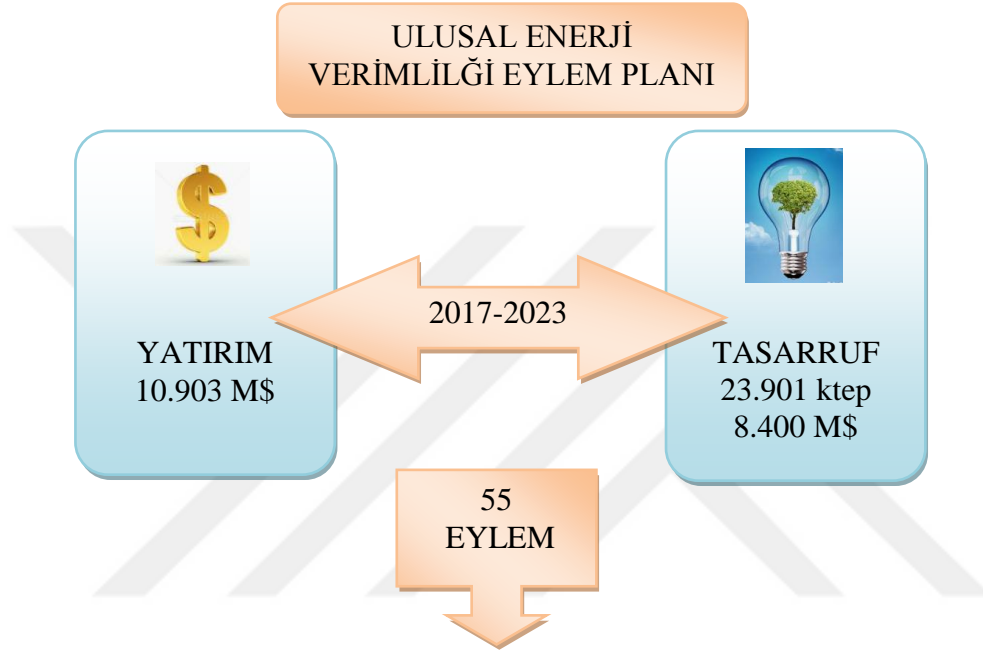
- Sürdürülebilir alan planlaması
- Suyun verimli kullanımı,
- Enerji ve atmosfer
- Malzeme ve kaynak kullanımı
- İç ortam kalitesi

olarak belirtilmiştir. Ek kategori olarak tasarım ve inovasyon ortaya çıkmıştır [18].

Günümüzde artan enerji ihtiyacı, artan enerji fiyatları, iklim değişikliklerinin getirdiği olumsuz etkiler; enerji bağımsızlığı ve enerji verimliliği konusunda gelişen ve gelişmekte olan ülkelerin hedeflerinde engel teşkil etmektedir. Bu sorunun çözülmesi için, enerji tüketiminde %40 oranında paya sahip olan binaların enerji verimliliği önemli rol oynamaktadır. Konuyla ilgili olarak Avrupa Birliği Enerji Komisyonu tarafından binalarda enerji tüketiminin azalmasına yönelik revize direktif oluşturulmuştur. Türkiye’de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü örnek bina enerji verimliliği etüd rapor formatı yayınlamıştır. Bu çalışma rapor ülkemizde binaların enerji verimliliği takibi için önem arz etmektedir [23, 24].

Bu gelişmeler doğrultusunda yapılacak olan bu çalışma, Ulusal Enerji Verimliliği eylem planının mevcut bina kapsamındaki hedefleri için prototip bir proje niteliği taşımaktadır. Ayrıca ülkemizde yaygınlaşması öngörülen LEED sertifikasyonu için gerekli prosedürler konusunda vatandaşların bilinçlenmesi söz konusudur.

Şekil 6’da görüldüğü üzere Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının verilerine göre 2023 yılında hedeflenen tasarruf 6,3 milyon TEP’ tir. Bunun parasal karşılığı ise yaklaşık olarak 2,2 milyar dolardır. Bu nedenle ülkemizdeki mevcut binalar ile ilgili yapılacak LEED sertifikasyonu kapsamındaki çalışmalar, 2023 Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planına katkı sağlaması yönünden büyük önem taşımaktadır [25].



**2023 yılında tasarruf 6.3 mtep olup bunun karşılığı yıllık 2 milyar \$' dir.*

Şekil 6. 2017-2023 yılları arasında enerji tasarruf projeksiyonu

Ülkemizde inşaat sektörü canlı ve getirisi olan bir sektör olduğundan yeşil bina kapsamında yapılacak bu çalışma, diğer mevcut binalar için enerji verimliliği konusunda öncü olmayı hedeflemektedir. Yapılacak bu proje çalışması ile Türkiye’ de bulunan mevcut binaların LEED sertifikasyonu için gerekli etüt çalışmaları gerçekleştirilerek uluslararası karşılaştırılabilir nitelikte olması amaçlanmaktadır. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi durumunda hem ülkemizde mevcut enerji verimli bir şekilde kullanılacak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilecek; hem de ülkemize yapılan uluslararası yatırımlar artacaktır.


2. LEED DERECELENDİRME SİSTEMİ

USGBC, 26 Mart 2019' da LEED V4.1 versiyonunu çıkarmış ve Mevcut Binalarda Operasyon ve Bakım (O+M) sistemini yayınlamıştır. LEED V4.1 versiyonuyla mevcut binalarda sertifikasyon ve dökümantasyon sürecinin basit, very odaklı ve sürekli olması amaçlanmıştır. En fazla elde edilebilecek puan 100 olmuş ve sertifika alabilmek için sınır 40 puana çekilmiştir. Bu versiyondaki ilk binanın bütünü yanısıra sıra iç mekanlar için de kullanılabilir olmasıdır. İkinci yenilik ise GBCI tarafından geliştirilen ARC platformudur. Bu versiyonun amaçlarından biri de bina ömrü boyunca bina performansının artmasını sağlamaktır. Ancak bu versiyon hazırlık aşamasındadır ve kategoriler ve kredi hesaplama yöntemleri henüz uygulanmamaktadır. Bu nedenle bazı krediler şu an geçerli olan V4 içinde değerlendirilmiştir. Mevcut binalar için V4 kredi listesi Tablo 5'te görülmektedir [26, 27, 28].

V4.1'de kredi puanları, ARC platformu aracılığı ile dökümantasyona dahil edilmektedir. Mevcut binalarda ARC platformu kullanılarak 5 ana kategoride değerlendirme yapılmaktadır. Bu kategoriler enerji, su, atık, ulaşım ve insan olarak güncellenmiştir. Projelerdeki performans, puanı kategorilerin 365 günlük izlenmesine dayalı olarak hesaplanmaktadır. LEED V4.1 O+M için puanlar Tablo 6'da görülmektedir [26, 29].

Kredilerden sağlanan puanlar hesaplandıktan sonra toplam puana göre sertifika belirlenmektedir. Puanlama sonucunda 40-49 puan LEED sertifika, 50-59 puan LEED Gümüş Sertifika, 60-79 LEED Altın Sertifika ve 80 üzeri puan LEED Platin Sertifika kazandırarak bina derecelendirilmektedir [28].

Tablo 5. LEED V4 EB: O+M kredi tablosu


 Mevcut Binalar İçin LEED: İşletme ve Bakım (v4)		
Lokasyon ve Taşımacılık		Puan: 15
Kredi	Alternatif Taşımacılık	15
Sürdürülebilir Çevre		Puan: 10
Ön şart	Çevre yönetimi planı	Gerekli
Kredi	Çevre geliştirme, koruma ve iyileştirme	2
Kredi	Yağmursuyu yönetimi	3
Kredi	Isı adası azaltım	2
Kredi	Işık kirliliğinin düşürülmesi	1
Kredi	Çevre yönetimi	1
Kredi	Çevre geliştirme planı	1
Suyun Verimli Kullanımı		Puan: 12
Ön şart	Bina içinde su kullanımının azaltılması	Gerekli
Ön şart	Bina seviyesi su ölçümü	Gerekli
Kredi	Bina dışında su kullanımının azaltılması	2
Kredi	Bina içinde su kullanımının azaltılması	5
Kredi	Soğutma kulesi su kullanımı	3
Kredi	Toplam su tüketiminin ölçülmesi	2
Enerji ve Atmosfer		Puan: 38
Ön şart	Enerji verimliliği için yönetim uygulamalarının denenmesi	Gerekli
Ön şart	Minimum enerji performansı	Gerekli
Ön şart	Bina seviyesi enerji ölçümü	Gerekli
Ön şart	Temel soğutma yönetimi	Gerekli
Kredi	Mevcut bina devreye alma analizleri	2
Kredi	Mevcut bina devreye alma sağlanması	2
Kredi	Mevcut devreye alma	3
Kredi	Enerji performansının optimize edilmesi	20
Kredi	İleri enerji ölçümü	2
Kredi	Talep tepkisi	3
Kredi	Yenilenebilir enerji ve karbon dengelemesi	5
Kredi	Geliştirilmiş soğutma yönetimi	1



Mevcut Binalar İçin LEED: İşletme ve Bakım (v4)

Malzeme ve Kaynak Kullanımı		Puan:	8
Önşart	Satın alma ve atık planı		Gerekli
Önşart	İşletme bakım ve renovasyon planı		Gerekli
Kredi	Mevcut satın alma		1
Kredi	Satın alma (Lamba)		1
Kredi	Satın alma-İşletme, bakım ve renovasyon		2
Kredi	Mevcut katı atık yönetimi		2
Kredi	Katı atık yönetimi-İşletme, bakım ve renovasyon		2
İç Mekan Hava Kalitesi		Puan:	17
Önşart	Minimum iç hava kalitesi performansı(IAQ)		Gerekli
Önşart	Duman kontrolü		Gerekli
Önşart	Yeşil temizlik planı		Gerekli
Kredi	İç hava kalitesi yönetimi		2
Kredi	Geliştirilmiş iç hava kalitesi stratejileri		2
Kredi	Termal konfor		1
Kredi	İç mekan aydınlatması		2
Kredi	Gün ışığı ve kalite görünümüleri		4
Kredi	Yeşil temizlik-custodial effectiveness assessment		1
Kredi	Yeşil temizlik-Ürün ve malzemeler		1
Kredi	Yeşil temizlik-Ekipmanlar		1
Kredi	Integrated pest management		2
Kredi	Bina çalışan anketi		1
İnovasyon		Puan:	6
Kredi	İnovasyon		5
Kredi	LEED danışmanı		1
Yerel Öncelik		Puan:	4
Kredi	Yerel Öncelik		4
Toplam Puan:			110

Tablo 6. LEED V4.1 EB: O+M kredi tablosu

 Mevcut Binalar İçin LEED: İşletme ve Bakım (v4.1)		
Lokasyon ve Ulaşım		Puan: 14
Ön şart	Ulaşım performansı	14
Sürdürülebilir Çevre		Puan: 4
Kredi	Yağmursuyu yönetimi	1
Kredi	Isı adası azaltımı	1
Kredi	Işık kirliliğinin düşürülmesi	1
Kredi	Çevre yönetimi	1
Suyun Verimliliği		Puan: 15
Ön şart	Su performansı	15
Enerji ve Atmosfer		Puan: 35
Ön şart	Enerji verimliliği için en iyi yönetim uygulamaları	Gerekli
Ön şart	Temel soğutma yönetimi	Gerekli
Ön şart	Enerji performansı	33
Kredi	Geliştirilmiş soğutma yönetimi	1
Kredi	Şebeke harmonizasyonu	1
Malzeme ve Kaynak Kullanımı		Puan: 9
Ön şart	Satın alma politikası	Gerekli
Ön şart	İşletme bakım ve renovasyon planı	Gerekli
Ön şart	Atık performansı	8
Kredi	Satın alma	1
İç Çevre Kalitesi		Puan: 22
Ön şart	Minimum iç hava kalitesi	Gerekli
Ön şart	Çevresel duman kontrolü	Gerekli
Ön şart	Yeşil temizlik politikası	Gerekli
Ön şart	İç çevre kalite performansı	20
Kredi	Yeşil temizlik	1
Kredi	Entegre böcek yönetimi	1
İnovasyon		Puan: 1
Kredi	İnovasyon	1
Toplam Puan:		100

3. LEED V4.1 KREDİ KATEGORİLERİ

Kategorilerde yer alan kredilerin tamamı EB:O+M Mevcut Binalar: Operasyonlar ve Bakım için geçerlidir [30].

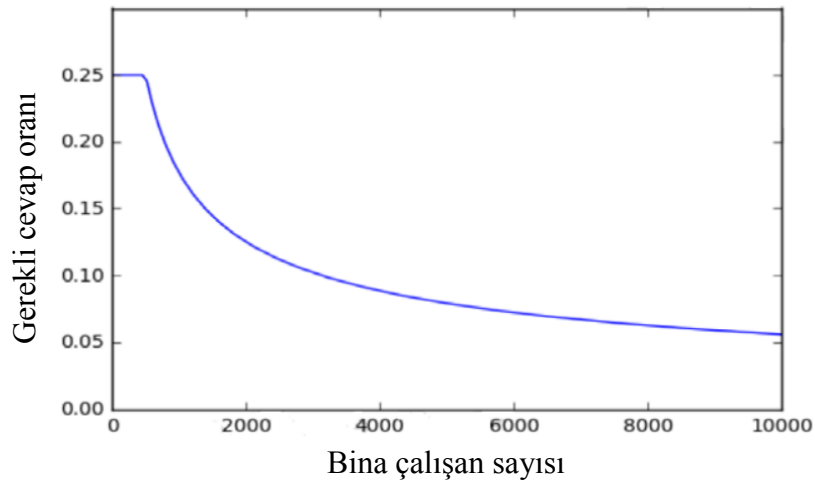
3.1. Lokasyon ve Ulaşım

Bu kategoriden elde edilebilecek puan **6-14 puandır**. Ön şartı ise ulaşım performansının sağlanmasıdır. Kategorinin amacı ulaşımdan kaynaklanan kirlilik ve arazi gelişim etkilerini azaltmaktır.

3.1.1. Gereklilikler

Kategori değerlendirme gereklilikleri aşağıda belirtilmiştir:

1. Bina çalışanlarının işe gidiş geliş şekilleri hakkında araştırma yapılmalıdır.
2. Düzenli bina sakinleri araştırılmalıdır. Bina sakinleri bir çalışma haftası boyunca gidiş geliş şekillerine ilişkin bilgileri sağlamalıdır. Bina çalışanları, mevsimsel değişiklikleri ve çalışma programlarındaki farklılıkları dikkate almalıdır.
3. Ziyaretçilerin, özellikle günlük ortalama ziyaretçi sayısından büyük olması durumunda araştırılması gerekmektedir. Ziyaretçiler o günkü tek yönlü ulaşımı hakkında bilgi vermelidir.
4. Gerekli cevap sayısı Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Bina çalışan sayısı-Gerekli olan cevap sayısı oran grafiği

Bu grafiğe göre cevap oranı Denklem (3.1) kullanılarak belirlenebilmektedir.

$$Cevap\ oranı = 100 \times \frac{0.25}{\text{Çalışan sayısı} \div 500} \quad (3.1)$$

5. Anket, yılda enaz 1 kez Arc platform aracılığı ile tekrarlanmalıdır.
6. Proje için ulaşım performans değeri hesaplanmalıdır.

3.1.2. Ulaşım Performans Puanı

Ulaşım performans puanı; incelenen projenin ulaşımdan kaynaklanan karbondioksit eşdeğeri emisyonlarda (CO_{2e}) ölçülen sera gazı emisyonlarını, dünya genelindeki yüksek performanslı diğer binalara göre derecelendirmektedir. Ulaşım performans değeri en az 40 olmalıdır. Performans değerine göre elde edilebilecek puanlar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Performans puanına göre elde edilebilecek LEED puanları

Ulaşım Performans Puanı	LEED Puanı
40	6 (Gerekli)
47	7
54	8
61	9
68	10
75	11
83	12
90	13
97	14

Ulaşım performans puanı, her bina kullanıcısı için tek yönlü seyahat başına ortalama CO_{2e} değerine göre 1-100 arasında bir değerdir (I_{bs}). Ulaşım performans puanını hesaplamak için aşağıdaki veriler gereklidir. Tüm veriler ulaşım anketi ile toplanmalıdır. Her yıl en az bir ulaşım anketi yapılmalıdır.

Ulaşım performans puanının hesaplanması için gerekli veriler:

Düzenli bina kullanıcıları için;

- Bina çalışan sayısı
- Bina çalışanlarının bir haftada yaptığı toplam vasıta sayısı
- Vasıta başına ulaşım modları
- Her vasıta tipine göre gidilen mesafe (mil veya km)

Ziyaretçiler için;

- Ziyaretçi sayısı
- Vasıta başına ulaşım modları
- Her vasıta tipine göre gidilen mesafe (mil veya km)

3.1.2.1. Güzergaha göre CO_{2e} emisyon değeri

Anketi tamamlayan her bina kullanıcısı için emisyon değeri Denklem (3.2) kullanılarak hesaplanmaktadır. Güzergah başına ortaya çıkan CO_{2e} emisyon değerleri için Tablo 8'deki katsayılar kullanılmaktadır.

$$\text{Güzergah için CO}_2e(I_{bs}) = \frac{\text{CO}_2e(I_{bs})}{\text{mil}} \times \text{kat edilen mesafe(mil)} \quad (3.2)$$

Tablo 8. Vasıta türlerine göre tek yönde oluşan CO_{2e} değerleri

Vasıta tipi	CO _{2e} (pounds/mil)
Yürüme, bisiklet	0
Motorsiklet	0,26
Ağır raylı sistem	0,33
2-3 kişi ile ortak otomobil kullanımı	0,39
Hafif raylı sistemler	0,44
Alterbatif yakıtlı araçlar	0,44
Otobüs	0,68
Otomobil	0,93

3.1.2.2. Her bina kullanıcısı için CO₂_e emisyon değeri

Bir yolcu için tek yönde oluşan CO₂_e değeri Denklem (3.3) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\text{Bireysel yolcu için CO}_2\text{e}(I_{bs}) = \frac{\text{Toplam güzergahlar için oluşan CO}_2\text{e}(I_{bs})}{\text{Güzergah sayısı}} \quad (3.3)$$

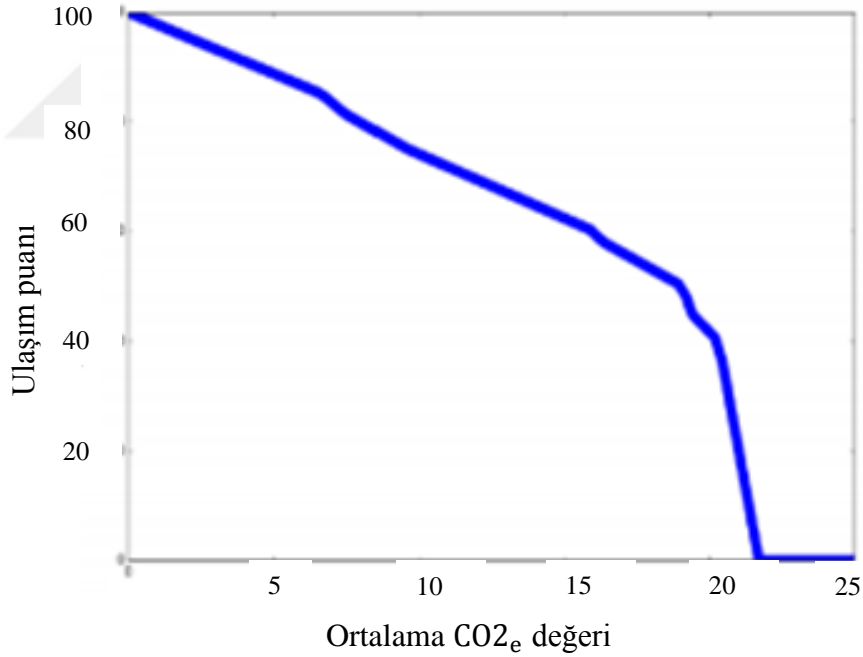
Ziyaretçiler için, anketler bir gün ve bir yön içerdiğinden hesaplamalar bir vasıta içerebilir.

Bina çalışan sayısına göre ortalama emisyon değeri Denklem (3.4)' te verilmiştir.

Bir bina kullanıcısı için tek yönde oluşan proje CO₂_e(I_{bs}) değeri

$$= \frac{\text{Her bina kullanıcısı için tek yönde oluşan toplam CO}_2\text{e}(I_{bs}) \text{ değeri}}{\text{Ankete katılan kişi sayısı}} \quad (3.4.)$$

Ortalama CO₂_e değerine göre ulaşım performans puanı Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Ortalama CO₂_e değerine göre ulaşım performans puanı

3.2. Sürdürülebilir Çevre

Sürdürülebilir Çevre kategorisinden toplam **4 puan** elde edilebilmektedir.

3.2.1. Yağmursuyu yönetimi

Bu kategoride yer alan yağmursuyu yönetimi kredisiyle bölgedeki tarihi koşullar ve gelişmemiş ekosistem baz alınarak bölgenin doğal hidrolojisi ve su dengesinin korunmasıyla su akışını azaltmak ve su kalitesini yükseltmek hedeflenmiştir. Bu kredinin getirisi **1 puandır**.

3.2.1.1. Gereklilikler

1. Geçirimsiz yüzeylerin %25'inden gelen suyu toplamak ve tekrar kullanmak için düşük etkili geliştirme (LID) uygulamaları kullanılmalıdır.
2. Devamlı performansı sağlamak için yağmur suyu sistemleri için yıllık bakım programları oluşturulmalıdır. Oluşturulan sistemlerin denetimleri yapılmalıdır.
3. Erozyon, bakım ihtiyaçları ve onarım alanlarının belirlenmesi de dahil olmak üzere yıllık denetimler belgelenmelidir. Denetimden sonraki 60 gün içinde gerekli bakım, onarım ve dengeleme faaliyetleri tamamlanmalıdır.

3.2.2. Isı adası azaltımı

Isı adalarının azalmasıyla mikro iklimler, insan ve vahşi yaşam üzerinde oluşan olumsuz etkilerin minimum düzeye indirilmesi amaçlanmaktadır. Bu kredinin getirisi **1 puandır**.

Bu krediden puan getirisi sağlayan kriter aşağıda verilen Denklem (3.5) kullanılarak değerlendirilmektedir.

$$\frac{\text{Çatisız alanların toplamı}}{0.50} + \frac{\text{Yüksek yansıtıcılı çatı alanı}}{0.75} + \frac{\text{Bitkilendirilmiş çatı alanı}}{0.50} \geq \frac{\text{Sert zemin alanı} + \text{Toplam çatı alanı}}{\quad} \quad (3.5)$$

LEED kriterleri ile ilgili üç değerlendirmede belirtilen maddeler takip edilmektedir.

3.2.2.1. Çatısız alanlar

1. Sahadaki asfaltlama alanlarında (oyun alanları dahil) gölge sağlayan bitki alanları oluşturulmalıdır.
2. Yeşil alanlarla ilgilenen bir kişi projeye dahil edilmelidir.
3. Güneş termal kollektörleri, fotovoltaiikler ve rüzgar türbinleri gibi enerji üretim sistemlerinin kapsadığı bölgelerde gölde alanları oluşturulmalıdır.
4. SR (güneş yansıtma) değeri en az 0,28 olan 3 yıllık mimarin cihazlar için gölge alanı oluşturulması gerekmektedir. Eğer 3 yıllık değer bilgisi mevcut değilse en az 0,33 olan başlangıç SR değeri sağlanmalıdır.
5. Bitkisel yapılar için gölge alanları oluşturulmalıdır.
6. En az %50'si bağlı olmayan açık ızgara döşeme sistemi tesis edilmelidir.

3.2.2.2. Yüksek yansıtıcı çatı

SRI (güneş yansıtıcılık indeksi) Tablo 9'da verilen değerlere uygun olan çatı malzemeleri seçilmesi Isı Adası Azaltımı kredisi için avantaj sağlamaktadır. Mümkünse, üç yıllık SRI değeri, değilse başlangıç SRI değeri sağlanmalıdır. Çatı eğimine göre minimum SRI değerleri Tablo 9' da verilmiştir.

Tablo 9. Çatı eğimine göre minimum SRI (güneş yansıtıcılık indeksi) değerleri

	İlk SRI değeri	3 yıllık SRI değeri
Düşük eğimli çatıda	82	64
Yüksek eğimli çatıda	39	32

3.2.2.3. Bitkilendirilmiş çatı

Yeni oluşturulan bitkisel çatıda, 3 yıl içinde tam vejetatif örtü sağlayacak yeterli yetiştirme ortamı ve bitki mevcut olmalıdır.

Tüm yüksek yansıtıcı yüzeylerin iyi yansıtma sağlaması için yılda en az bir kez temizlenmesini, tüm bitki örtüsünün korunmasını bitkisel yapıların veya bitki örtülü çatıların uygun koşullarda korunmasını sağlayan bir bakım programı oluşturulmalıdır.

3.2.3. Işık kirliliğinin azaltılması

Bu kredinin amacı gökyüzüne erişimi ve gece görünürlüğünü arttırmak, yabani hayat ve insanlar için gelişim sağlamaktır. Bu kredinin getirisi **1 puandır**.

Bu krediden puan alınabilmesi için aşağıdaki iki kriterden birinin sağlanması gerekmektedir.

a) Dış armatürlerin toplam ışık akısının 2500 lümeni geçtiği noktalarda armatür ışık yayma açıları 90 °'den fazla olmamalıdır.

b) Karanlık iken bina dış aydınlatmaları hem açık hem kapalı olarak düzenli olarak ölçülmelidir. Aralarında 30 m olan 8 adet noktada ölçüm yapılmalıdır. Işıklar açıkken ölçülen aydınlatma seviyesi, ışık kapalı iken ölçülen seviyenin % 20'sinden fazla olmamalıdır.

3.2.4. Saha yönetimi

Bu kredinin hedefi, habitatı koruyan ve zenginleştiren, atıkları azaltan, toprakları ve hidrolojiyi koruyan, tesis içi su kullanımını azaltan çevreye duyarlı saha yönetimi gerçekleştirmektir. Bu kredinin getirisi **1 puandır**.

3.2.4.1. Gereklilikler

1. Yaşamı destekleyen doğal alanlar saptanmalıdır. Aşağıda belirtilen maddelerin nasıl sağlanması gerektiğini gösteren bir site yönetim planı hazırlanmalıdır.
2. Egzotik bitki türleri doğal yaşam alanlarında izlenmelidir.
3. Bitkisel örtünün korunarak erozyonun önlenmesi sağlanmalıdır.
4. Benzinle çalışan ekipmanlardan kaynaklanan gürültü ve hava kirliliğini azaltılmalıdır.
5. Bitki atıklarının tamamı yönlendirilmelidir.
6. Toprak testine dayalı bitki sağlığı uygulamaları için gübre kullanımı azaltılmalıdır. Kimyasal uygulamalar kaldırılmalıdır.
7. Entegre Zararlı Yönetimi planı hazırlanmalıdır.
8. Her yıl ekim alanlarındaki toprak yüzeylerine organik madde eklenmelidir.

9. Nem algılama ya da hava koşullarına bağlı kontroller kullanan otomatik sulama sistemleri tesis edilmelidir.
10. Sulama sistemleri iki haftada bir izlenerek denetlenmelidir.
11. Çevre kirlenmesi minimuma indirgenecek şekilde ekipman koruma önlemleri alınmalıdır.

3.3. Su Verimliliği

LEED V4.1: Mevcut Binalarda Operasyon ve Bakım

Bu kategorinin hedefi su yönetimini sağlamak ve su tüketiminin azaltmaktır. Bu kredinin getirisi **15 puandır**.

3.3.1. Gereklilikler

1. Projede kullanılan su tüketiminin belirlenmesi için su sayaçları tesis edilmelidir.
2. İçilebilir su oranını tesbit eden sayaçlar tesis edilmelidir.
3. Toplam içilebilir su kullanımını bir yıl içerisinde aylık olarak kaydedilmelidir.
4. İçme suyu kullanım verilerine göre su performans puanı hesaplanmalıdır. Bu değer minimum 40 olmak zorundadır.

Tablo 10'da su performans değerlerine göre elde edilebilecek LEED puanları görülmektedir.

Tablo 10. Su performans değerlerine karşılık gelen LEED puanları

Su Performans Puanı	LEED Puanı
40	6 (Gerekli)
44	7
50	8
57	9
64	10
70	11
77	12
84	13
90	14
97	15

3.3.2. Su performans puanı hesabı

Su performans puanı binanın toplam su tüketimini, benzer yüksek performanslı binaların su tüketimine göre değerlendirir. Bu puan kişi başına su tüketimine ve kat başına su tüketimine göre hesaplanmaktadır.

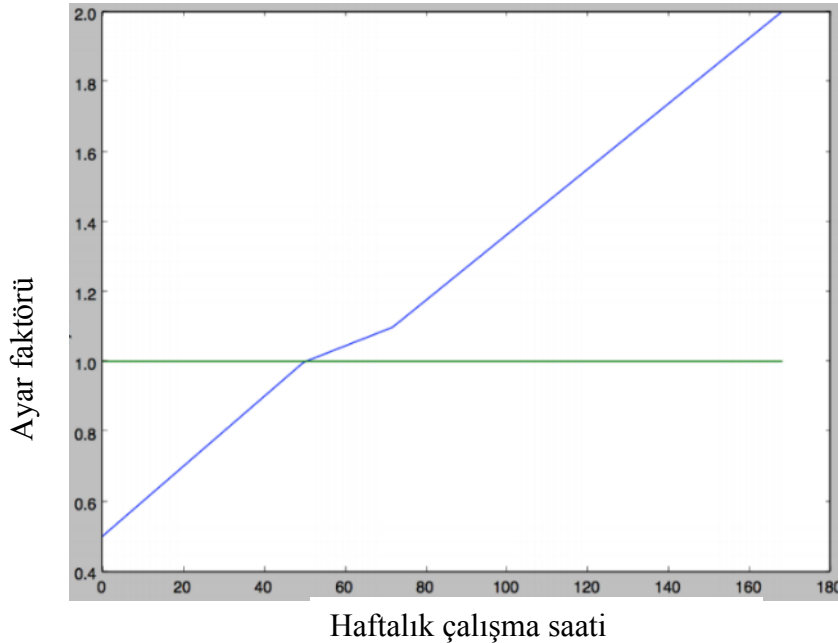
Su performans değerini hesaplamak için aşağıdaki veriler gereklidir:

- Aylık su tüketimi (galon), aylık veya günlük toplamlar
- Brüt taban alanı
- Ağırlıklı doluluk
- Ağırlıklı çalışma saatleri

Su tüketimi çalışma saatlerine göre ayar faktörünün belirlenmesiyle saptanmaktadır. Denklem (3.6) kullanılarak düzeltilmiş günlük su tüketimi hesaplanmaktadır.

$$\text{Düzeltilmiş günlük su tüketimi} = \frac{\text{Yıllık su tüketimi} \times \text{Çalışma saati ayar faktörü}}{365} \quad (3.6.)$$

Çalışma saati ayar faktörü, Şekil 9 kullanılarak belirlenir. Ayar faktörü, haftada 50 saatlik LEED binalarının tipik operasyonlarını gösterir.



Şekil 9. Ayar faktörü-Haftalık çalışma saati grafiği

Kişi başına günlük su tüketimi, Denklem (3.7) kullanılarak günlük su tüketiminin ağırlıklı doluluk oranına bölünmesiyle hesaplanmaktadır.

$$\text{Kişi başına düşen düzeltilmiş günlük su tüketimi} = \frac{\text{Düzeltilmiş günlük su tüketimi}}{\text{Bina kullanıcı sayısı}} \quad (3.7)$$

m^2 'ye düşen günlük su tüketimi, Denklem (3.8) kullanılarak günlük su tüketiminin brüt alana oranlanmasıyla saptanır.

$$m^2 \text{ ye düşen düzeltilmiş günlük su tüketimi} = \frac{\text{Düzeltilmiş günlük su tüketimi}}{\text{Brüt alan}} \quad (3.8)$$

Projenin kullanıcı başına günlük su tüketimi ve zemin alanı başına günlük su tüketimi, bir su performansı puanı elde etmek için kullanılabilir.

Su kullanım verilerinin en az 5 yıl boyunca USGBC veya GBCI ile paylaşılması taahhüt edilmelidir. Bu süre, LEED projesinin Mevcut Binalar: İşletme ve Bakım altında sertifikalandırılması durumunda binanın sertifikalandırıldığı tarihte başlar. Bu verilerin paylaşılması, ücretsiz, erişilebilir ve güvenli bir çevrimiçi araçta düzenli olarak bilgi vermeyi sağlaması gerekmektedir. Bu taahhüt, mekan mülkiyeti veya kiracı değiştiği durumda da devam etmektedir.

LEED V4: Mevcut Binalarda Operasyon ve Bakım

Su tüketiminin azaltılması LEED V4'te kredi değil ön koşuldur. Tablo 11'deki referans değerlere göre 1995'ten sonraki binalar için su tüketimi referans su tüketiminin en fazla %120' si olmalıdır.

Tablo 11. LEED V4: O+M su tüketim ekipmanlarının baz su tüketim değerleri

Su tüketim ekipmanı	Referans değer (IP birim)	Referans değer (SI birim)	*gpf:galon/flush *gpm:galon/dakika *psi:pounds/inch kare *lpf:litre/flush *lpm:litre/dakika *kPa:kilo pascal
Klozet	1,6 gpf	6 lpf	
Pisuar	1 gpf	3,8 lpf	
Lavabo musluğu	2,2 gpm (60psi)	8,3 lpf (415 kPa)	
Musluk musluğu	2,2 gpm (60psi)	8,3 lpf (415 kPa)	

3.4. Enerji ve Atmosfer

Bu kategoriden puan alabilmek için aşağıda belirtilen ön koşulların sağlanması gerekmektedir. Enerji ve atmosfer kategorisi için aşağıda belirtilen ön koşulların sağlanması gerekmektedir. Enerji ve Atmosfer kategorisinin getirisi **35 puandır**.

- Enerji verimliliği yönetim uygulamaları
- Temel soğutucu yönetimi

3.4.1. Enerji verimliliği yönetim uygulamaları

Bu ön koşul, enerji tasarruflu işletme stratejilerinin sürdürülmesini ve verilerin sürekli olarak alınabilmesini hedeflemektedir.

3.4.1.1. Gereklilikler

1. Binanın ASHRAE prosedürlerine göre enerji kullanım ön analizi yapılmalıdır.
2. ASHRAE Seviye 1 geçiş değerlendirmesinin gerekliliklerini karşılayan enerji denetimi gerçekleştirilmelidir. Avrupa' daki projeler EN 16247-2-2014'te tanımlanan enerji denetim prosedürünü kullanabilir.
3. Projenin verimli bir işletme ile devamlılığını koruyabilmek için, aşağıda belirtilen maddeleri içeren bir plan hazırlanmalıdır:
 - Bina mevcut işlem sırası
 - Proje doluluk oranı
 - Ekipmanların çalışma programları
 - HVAC&R ekipmanları için kalibrasyon
 - Aydınlatmalar için kalibrasyon
 - Hava koşulları ve gereklilikler
 - Bina sistemleri çalışma senaryosu
 - Sistem senaryosunda açıklanan ekipmanlar için önleyici bakım planı

3.4.2. Temel soğutma yönetimi

Bu önşartın hedefi ozon oranını korumaktır.

3.4.2.1. Gereklilikler

Isıtma, havalandırma, iklimlendirme ve soğutma (HVAC&R) sistemlerinde CFC içeren soğutucu akışkanlardan kaçınılmalıdır. HVAC&R ekipmanlarının değiştirilmesi veya dönüştürülmesi durumunda geri ödeme süresi 10 yıldan fazla olmamalıdır. Bunun için Denklem (3.9)'da verilen ekonomik analiz bağıntısı kullanılabilir.

Basit geri ödeme =

$$\frac{\text{Dönüştürme maliyeti}}{\text{Ortaya çıkan yıllık enerji maliyet farkı} + \text{Elde edilen yıllık bakım ve soğutucu maliyet farkı}} > 10$$

(3.9)

3.4.3. Enerji performansı

Bu kategorinin amacı sera gazı emisyonlarını azaltmak, işletme performansını yükseltmek, enerji yönetimini desteklemektir. Ayrıca aşırı enerji kullanımıyla ilgili çevresel ve ekonomik sorunları ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Bu kredinin getirisi **33 puandır**.

3.4.3.1. Gereklilikler

1. Toplam bina enerji tüketiminin (elektrik, doğal gaz, soğutulmuş su, buhar, akaryakıt, propan vb.) ölçülmesi için gerekli sayaç ve alt sayaçlar tesis edilmelidir.
2. Proje sahibi, yönetim organizasyonu veya kiracı sayacın sahibi ise, üreticinin önerdiği aralıkta sayaçlar kalibre edilmelidir.
3. Enerji performans puanı için enerji tüketimleri, bir yıl boyunca aylık olarak ölçülmelidir.

Sera gazı emisyonları ve kaynak enerjisi LEED için alınacak enerji performans puanını belirlemektedir. LEED puanları Tablo 12 ve Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 12. Sera gazı emisyon puanına karşılık gelen LEED puanı

Sera Gazı Emisyon Puanı	LEED Puanı
40	6,5 (Gerekli)
41	7
44	7,5
47	8
50	8,5
54	9
57	9,5
60	10
63	10,5
66	11
69	11,5
72	12
75	12,5
78	13
81	13,5
84	14
87	14,5
90	15
93	15,5
96	16
99	16,5

Tablo 13. Kaynak enerji puanına karşılık gelen LEED puanı

Kaynak Enerji Puanı	LEED Puanı
40	6,5 (Gerekli)
41	7
44	7,5
47	8
50	8,5
54	9
57	9,5
60	10
63	10,5
66	11
69	11,5
72	12
75	12,5
78	13
81	13,5
84	14
87	14,5
90	15
93	15,5
96	16
99	16,5

LEED puanları, her metrik için proje puanına göre hesaplanır; Sera gazı emisyon skoru ve enerji kaynağı puanı, enerji performans puanının %50'sine bağlıdır. LEED puanları en yakın tam sayıya yuvarlanır ve Tablo 14'e göre değerlendirme yapılır.

Tablo 14. Enerji performans puanına karşılık gelen LEED puanı

Enerji Performans Puanı	LEED Puanı
40	13 (Gerekli)
41	14
44	15
47	16
50	17
54	18
57	19
60	20
63	21
66	22
69	23
72	24
75	25
78	26
81	27
84	28
87	29
90	30
93	31
96	32
99	33

3.4.3.2. Sera gazı emisyon puanı hesaplanması

Sera gazı emisyonları puanı, binanın toplam sera gazı emisyonlarını, karşılaştırılabilir yüksek performanslı binaların toplam sera gazı emisyonlarına göre değerlendirmektedir. Bu puan, bir bina kullanıcısı için sera gazı emisyonu ve zemin alanı başına sera gazı emisyonlarına göre 1-100 arasında bir değerdir.

Sera gazı emisyon puanını hesaplamak için aşağıdaki veriler gereklidir:

- Yıllık enerji tüketimi: Aylık veya günlük toplam ve yakıt türüne göre ayırt edilmelidir.
- Brüt taban alanı (m^2)
- Ağırlıklı doluluk
- Ağırlıklı çalışma saatleri
- Dış hava sıcaklığı
- Yer

ABD ve Kanada projeleri için ABD Çevre Koruma Ajansı'nın (EPA) bölgesel şebeke karışım katsayıları ve Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) CO₂e Yakıt Yakma 2013 raporuyla yayınlanan ulusal şebeke karışım katsayıları kullanılarak enerji tüketimi eşdeğer sera gazı emisyonlarına dönüştürülmektedir. Şebeke karışım katsayısı değerleri ABD EPA ve IEA sürüm güncellemeleri ile takip edilmelidir.

Bu emisyon değerleri yıllıktır (mTCO₂e).

Sera gazı emisyonları ağırlıklı çalışma saatleri ve dış sıcaklık için ayarlanmaktadır ve Denklem (3.10) kullanılarak düzeltilmiş günlük sera gazı emisyonlarına dönüştürülmektedir.

Düzeltilmiş günlük sera gazı emisyonları

$$= \frac{\text{Sera gazı emisyonları} \times \text{Dış sıcaklık ayar faktörü} \times \text{Çalışma saati ayar faktörü}}{365}$$

(3.10)

Kişi başına ve kat başına karşılık gelen sera gazı emisyon değerleri Denklem (3.11) ve Denklem (3.12) ye göre hesaplanmaktadır.

Kişi başına düşen düzeltilmiş günlük sera gazı emisyonları =

$$\frac{\text{Düzeltilmiş sera gazı emisyonları}}{\text{Bina kullanıcı sayısı}} \quad (3.11)$$

Kat başına sera gazı emisyonları, ayarlanan sera gazı emisyonlarının brüt kat alanına bölünmesi ile hesaplanmaktadır.

$$m^2 \text{ ye düşen düzeltilmiş günlük sera gazı emisyonları} = \frac{\text{Düzeltilmiş sera gazı emisyonları}}{\text{Brüt alan}} \quad (3.12)$$

3.4.3.3.Kaynak enerji puanı hesaplanması

Kaynak enerji puanını hesaplamak için aşağıdaki veriler gereklidir:

- Yıllık enerji tüketimi: Aylık veya günlük toplamlar ve yakıt türüne göre ayırt edilmelidir.
- Brüt taban alanı (m²)
- Ağırlıklı doluluk
- Ağırlıklı çalışma saatleri
- Dış hava sıcaklığı
- Yer

LEED V4: Mevcut Binalarda Operasyon ve Bakım

Minimum enerji performansı LEED V4'te kredi değil ön koşuldur. Enerji performansı Energy Star programı ile simüle edilerek belirlenmektedir. Ön koşulun sağlanabilmesi için en az %10'luk bir verim sağlanmalı ve en az 75 puan (Energy Star) gerekmektedir.

LEED V4: Yeni Binalar

Yeni binalar için enerji simülasyonu ön koşuldur. %50 üzerinde enerji performansı ile maksimum LEED puanı elde edilebilmektedir.

3.4.4. Geliştirilmiş soğutma yönetimi

Bu kredinin hedefi ozon tüketimini azaltmak ve iklim değişikliğinin en az düzeyde olmasını sağlamaktır. Bununla birlikte Montreal Protokolü'ne uyumu sürdürmeyi hedeflemektedir. Bu kredinin getirisi **1 puandır**.

3.4.4.1. Gereklilikler

a) Seçenek 1.

Soğutucu Olmadan veya Düşük Etkili Soğutucu Kullanarak Soğutma

Soğutucu akışkan kullanılmamalı veya ozon inceltme potansiyeli (ODP) 0 ve küresel ısınma potansiyeli (GWP) değeri en fazla 50 olan soğutucular tercih edilmelidir.

b) Seçenek 2.

Soğutucu Akışkan Etkilerinin Hesaplanması

Ozon tükenmesine ve iklim değişikliğine katkıda bulunan bileşiklerin emisyonunu en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için ısıtma, havalandırma, iklimlendirme ve soğutma (HVAC&R) ekipmanlarında kullanılan soğutucular belirlenmelidir. Projeye hizmet veren tüm yeni ve mevcut HVAC&R ekipmanlarının SI birim sisteminde kombinasyonu Tablo 15.1 ve Tablo 15.2'de ifade edilen kriterler sağlamalıdır.

Tablo 15.1. Geliştirilmiş soğutma yönetimi kriter tablosu

$PLCGW + PLCOD \times 5^{10} \leq 13$	
$LCGWP + LCODP \times 10^5 \leq 13$	
$LCODP = [ODP_r \times (L_r \times \text{Ömür} + M_r) \times R_c] / \text{Ömür}$	
$LCGWP = [GWP_r \times (L_r \times \text{Ömür} + M_r) \times R_c] / \text{Ömür}$	
$LCODP$:	Ozon delme potansiyeli yaşam döngüsü (kg CFC 11/(kW/yıl))
$LCGWP$:	Küresel ısınma potansiyeli yaşam döngüsü (kg CO2/kW/yıl)
ODP_r :	Soğutucu ozon delme potansiyeli
L_r :	Soğutucu sızıntı oranı (varsayılan %2)
M_r :	Ömür sonunda soğutma kaybı (varsayılan %10)
R_c :	Soğutucu şarjı (kg)
Cihaz ömrü aksi belirtilmedikçe 10 yıl alınmaktadır.	

Tablo 15.2. Birden fazla ekipman için binanın ağırlıklı ortalamasını baz alan kriter

$\frac{\sum(LCGWP + LCODP \times 10^5) \times Q_{un,t}}{Q_{toplam}} \leq 13$	
Q_{unit} :	HVAC ekipmanı soğutma kapasitesi (kW)
Q_{toplam} :	Toplam HVAC ekipmanı soğutma kapasitesi (kW)

3.4.5. Şebeke harmonizasyonu

Bu kredi, enerji üretim ve dağıtım sistemlerinin verimliliğini artırmak, şebeke güvenilirliğini sağlamak ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için LEED kriterlerine dahil edilmiştir. Bu kredinin getirisi **1 puandır**.

3.4.5.1. Gereklilikler

- a) Durum 1. Talep Müdahale Programı Mevcut ve Katılım
 1. Bir DR program sağlayıcısı tarafından harici başlatılmaya dayanan gerçek zamanlı, tam otomatik DR yeteneğine sahip bir sistem gerekmektedir.
 2. Yıllık en yüksek elektrik talebinin en az %10'u için, birkaç yılı kapsayan yenileme talebiyle, bir yıllık DR sağlayıcısı ile minimum bir yıllık DR katılım tutarı sözleşme taahhüdünde bulunulması gerekmektedir. Yüksek talep, bir elektrik şebekesine ait elektrik faturalarına göre belirlenmektedir.
 3. Yerel hizmet şirketi tarafından belirlenen en yüksek talep süresi saptanmalıdır. Yüksek talep, faydalı iklime ve fiyatlandırma yapılarına bağlı olarak değişebilir.
 4. Bir talep yanıt etkinliği sırasında sözleşmeye bağlı taahhüdü yerine getirmek için kapsamlı bir plan geliştirilerek sisteme entegre edilmelidir.
 5. Mevcut bina ihtiyaçları dikkate alınarak işletme ekibi, DR uygulamalarını devreye almalıdır.
- b) Durum 2. Talep Müdahale Yeterli Bina
 1. Bu seçenek akıllı şebeke altyapılarının tesis edilmesiyle desteklenebilir.
 2. Bir yılda harcanan elektrik enerjisinin %10 oranında azaltılması sağlanmalıdır. Bu oranı sağlamak için detaylı bir işletme planı hazırlanmalıdır. En yüksek elektrik talebi, elektrik faturaları aracılığıyla belirlenmektedir.
 3. DR işlemleri, mevcut tesis gereksinimlerine ve operasyon/bakım planına dahil edilmeli ve devreye alınmalıdır.

4. Gelecekteki DR programlarına katılımı tartışmak için yerel kamu hizmetleri temsilcileri iletişim kurulmalıdır.

c) Durum 3. Kalıcı Yük Değişirme Teknolojileri

Elektrik yükü kaydırma önlemleri için aşağıdaki kriterler yerine getirilmelidir:

1. Performans döneminde, yerel elektrik şebekesi sağlayıcısı tarafından tanımlandığı şekilde elektrik talebini yoğun saatlerden yoğun olmayan saatlere kalıcı olarak aktaran bir sistem tesis edilmelidir.
2. Tesisin, en yüksek elektrik talebine kıyasla, performans döneminde en yüksek talebi en az %10 oranında düşürülmelidir.
3. Tüm yük kaydırma önlemlerini ve bunların istenen pik elektrik yükü kaymaları belirlenmelidir.
4. Her ölçüme karşılık gelen bir tepe elektrik yükü azaltma doğrulanması yapılmalıdır.
5. Her ölçüme karşılık gelen bir tepe noktası elektrik yükü artışının doğrulanması yapılmalıdır.
6. Yük değiştirme önlemleri, mevcut tesis gereksinimleri ve operasyon/bakım planına dahil edilmelidir.
7. Sahada enerji depolama yetenekleri sağlayan şebeke harmonizasyon teknolojilerinin kurulması, tesis operatörlerinin en yüksek enerji talebini yönetmesine yardımcı olabilmektedir.

Uygun teknolojiler şunları içerebilir:

- Akü depolama
- Volan enerji depolama sistemi
- Soğutulmuş su, buz, serpantindeki buz, faz değişim malzemeleri ve jeotermal dahil termal enerji depolama sistemi
- Oluşturulan sistemler, mevcut tesis gereksinimleri ve operasyon/bakım planına dahil edilmelidir.

3.5. Malzeme ve Kaynak

Malzeme ve Kaynak kategorisinden **9 puan** elde edilebilmektedir.

3.5.1. Satın alma politikası

Bu kredi ön koşul olmakla beraber binaların bakımı ve işletmesi sırasında kullanılan malzemelerin etkilerini azaltmayı amaçlamaktadır.

3.5.1.1.Gereklilikler

Satın alımı devam eden aşağıda belirtilen malzemeler için bir satın alma politikası (EPP) uygulanmalıdır.

1. Toplam yıllık satın alımlara göre en çok satın alımı gerçekleştirilen beş ürün
2. Kağıt, toner kartuşları, bağlayıcılar, bataryalar ve ofis gereçleri
3. Yiyecek ve içecek
4. Satın alımı gerçekleştirilecek elektronik ekipmanlar aşağıda belirtilmiştir:
5. Aydınlatmalar
6. Ofis ekipmanları, cihazlar ve görsel-işitsel donanım
7. Elektrikle çalışan ekipmanlar

Satın alma politikası kredinin gerekliliklerini karşılamalıdır.

3.5.2. Tesis bakım ve yenileme politikası

Bu kredi ön koşuldur. Revizyon süreçlerinde satın alınan, montajı yapılan, atık materyallerle ilgili çevresel zararları azaltmayı amaçlamaktadır.

3.5.2.1.Gereklilikler

Bina sahiplerinin, operatörlerin veya kiracıların ortak kararıyla, uygulanacak LEED derecelendirme sistemi stratejileri kullanılarak yenileme ve bakım işleri için belirtilen planlar ve stratejiler uygulanmalıdır. Yenileme faaliyetleri arasında bina iyileştirmeleri ve kiracı donanımları bulunmaktadır. Bakım faaliyetleri arasında ise genel onarım ve değiştirme bulunmaktadır.

Aşağıdaki konular için plan hazırlanmalıdır. Geliştirilen planlar, atık performansı kredisini destekler nitelikte olmalıdır.

- a) Bakım ve Yenileme için Satın Alma Politikası
- b) Bakım ve Yenileme İçin Atık Yönetimi Politikası
- c) Bakım ve Yenileme için İç Hava Kalitesi Politikası

Bakım ve yenileme faaliyetleri için aşağıda belirtilen standartlar ve maddeler takip edilmelidir:

1. Sac ve Klima Ulusal Müteahhitler Birliği (SMACNA) IAQ Yapım Aşamasında Binalar için IAQ Kılavuz İlkelerinde tavsiye edilen koruma önlemleri 2. baskı (2007), ANSI / SMACNA 008–2008, Bölüm 3
2. Sahada depolanmış ve yerleştirilmiş emici malzemeler neme karşı korunmalıdır.
3. ASHRAE 52.2-2007 tarafından belirlenen minimum verimlilik raporuna göre inşaat sırasında daimi olarak kurulmuş olan klima santralleri çalıştırılmamalıdır.
4. CEN Standard EN 779–2002 (Genel Havalandırma için Partikül Hava Filtreleri, Filtrasyon Performansının Belirlenmesi)
5. İdeal filtreleme ortamı için bir strateji geliştirilmelidir.

3.5.3. Atık performansı

Bu kredi ön koşul olmakla beraber bina kullanıcıları tarafından oluşturulan ve çöp alanlarına ve çöp yakma alanlarına atılan ve atılan atıkların izlenmesi ve azaltılmasını hedeflemektedir. Bu kredinin **8 puan** getirisi bulunmaktadır.

3.5.3.1. Gereklilikler

1. Kağıt, karton, plastik, metal, pil, lamba ve cam atıkları için ayrı kutular bulundurulmalıdır.
2. Meydana gelen tüm atık ağırlıkları belirlenmelidir.
3. Üretilen toplam atığın ağırlığı (lbs, kg veya ton cinsinden) bir tam yıl boyunca takip edilerek ölçülmelidir. Bir atık analizinden sonra atık depolama alanlarından ve yakma tesislerinden yönlendirilen toplam ağırlığı belirlenmelidir.

4. Üretilen girdi ve yönlendirilen atık toplamlarına göre atık performansı hesaplanmalıdır.
5. Atık performans puanı minimum 40 olmalıdır.

Tablo 16'da atık performans puanlarına göre elde edilebilecek LEED puanları görülmektedir.

Tablo 16. Atık performansı değerlerine göre elde edilebilecek LEED puanları

Atık Performansı Puanı	LEED Puanı
40	3 (Gerekli)
44	4
57	5
69	6
82	7
94	8

3.5.3.2. Atık performans puanı hesaplanması

Atık performans puanını hesaplamak için aşağıdaki veriler gerekmektedir:

- Atık performans skorunu hesaplamak için aşağıdaki veriler gereklidir:
- Üretilen toplam atık (kg)
- Yönlendirilen toplam atık (kg)
- Ağırlıklı doluluk

Üretilen atık, Denklem (3.13) ve Denklem (3.14) kullanılarak, kişi başına ortalama günlük atık üretim miktarına dönüştürülür.

$$\text{Üretilen ortalama günlük atık } (A_{dwp}) = \frac{\text{Son 365 gün içinde üretilen atık toplamı}}{\text{Ölçüm olan günlerin sayısı}} \quad (3.13)$$

$$\text{Kişi başına düşen ortalama günlük atık } (A_{dwgo}) = \frac{\text{Üretilen ortalama günlük atık } (A_{dwp}) \text{ toplamı}}{\text{Bina kullanıcı sayısı}} \quad (3.14)$$

LEED V4: Mevcut Binalarda Operasyon ve Bakım

Atık performansının LEED V4'te kredisi 2 puandır. Bu kredide tesis bakım ve yenileme faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların en az %70'i yönlendirilmelidir.

3.5.4. Satın alma

Bu kredinin hedefi binaların işletme ve bakımı sırasında satın alınan, kullanılan, kurulan ve imha edilen materyal ve ürünlerden kaynaklanan çevresel zararı azaltmaktır. Bu kredinin getirisi **4 puandır**.

3.5.4.1. Gereklilikler

a) Seçenek 1. Devam Eden Sarf Malzemeleri (1 puan, İç mekanlar için 1-2 puan)

En az bir ay boyunca devam eden sarf malzemelerinin satın alımı takip edilmelidir. Sarf malzemeleri için aşağıdaki ölçütlerden en az birini karşılanmalıdır. Devam eden sarf malzemelerinin maliyeti en az %50 (1 puan) oranında düşürülmelidir. Yalnızca iç mekanlar için ise %75 (2 puan) oranında azaltılmalıdır.

1. Geri dönüştürülmüş malzeme ve ürünler

Satın alınan malzemeler ABD Çevre Koruma Ajansı Kapsamlı Tedarik Yönergelerinde listelenen seviyelere uygun veya daha yüksek olmalıdır. Yönergeler kapsamında olmayan ürünler, geri dönüştürülmüş içerikleri için minimum düzeyde kredi alabilmektedir.

2. Genişletilmiş kullanım

Piller şarj edilebilir olmalıdır. Lazer yazıcılar için toner kartuşları yeniden üretilmiş olmalıdır.

3. Biyo bazlı ürünler

Biyo bazlı ürünler Sürdürülebilir Tarım Ağ'ının Sürdürülebilir Tarım Standardı'nı kriterini sağlamalıdır. Biyo bazlı hammaddeler, ASTM Test Yöntemi D6866 kullanılarak test edilmeli, ihracatçı ve alıcı ülke tarafından tanımlandığı gibi yasal olarak toplanmalıdır. Deri ve diğer hayvansal deriler gibi gizlenmiş ürünler bu kapsamdan hariç tutulmalıdır.

4. Kağıt ve ağaç ürünleri

Kağıt ve ahşap ürünler, Orman İdare Konseyi veya USGBC onaylı bir eşdeğer kuruluş tarafından sertifikalandırılmalıdır.

5. Malzemelerin yeniden kullanımı

Yeniden kullanım, kurtarılmış, yenilenmiş veya yeniden kullanılmış ürünleri içermektedir.

6. Genişletilmiş üretici sorumluluğu

Bir üretici tarafından, genişletilmiş bir üretici sorumluluk programına dahil olan ürünleri kapsamaktadır.

7. Cradle to Cradle Sertifikası

Satın alınan ürünler Cradle To Cradle sertifikasına sahip olmalıdır.

b) Seçenek 2. Yapı malzemeleri (1 puan, İç mekanlar için 1-2 puan)

En az bir ay boyunca, yapı malzemelerinin ve mobilyaların satın almaları takip edilmelidir ve bu süreçle ilgili raporlama yapılmalıdır. Devam eden yapı malzemelerinin maliyeti en az %50 (1 puan) oranında düşürülmelidir. Yalnızca iç mekanlar için ise %75 (2 puan) oranında azaltılmalıdır. Bu raporun içeriği aşağıda belirtilen standart, yönerge ve değerlendirmelerin gerektirdiği koşulları sağlamalıdır.

1. Sağlık Ürün Beyannamesi
2. Cradle To Cradle Sertifikası
3. SI ANSI / BIFMA e3 Mobilya Sürdürülebilirlik Standardı
4. Ürün Lensi Sertifikası
5. Facts NSF/ANSI 336: Ticari Döşemelik Kumaş İçin Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi
6. Çevresel ürün beyanı (EPD)
7. Sürdürülebilir Tarım Standardı
8. ASTM Test Yöntemi D6866

c) Seçenek 3. Elektronik ekipman (1 puan)

En az bir ay boyunca tüm elektronik cihaz satın alımları takip edilmelidir. Satın alım maliyetleri en az %50 oranında azaltılmalıdır. Elektronik ekipman satın alımlarında aşağıdaki derecelenmeler sağlanmalıdır.

1. EPEAT: Çevresel Değerlendirme Aracı (EPEAT) derecesine veya daha fazlasına sahip olmalıdır.
2. Energy Star: EPEAT derecelendirmesi sağlanmadığı takdirde ABD dışındaki projeler için Energy Star onaylı veya performans eşdeğeri olmalıdır.
3. Lambalar: Lambalar cıva içermemelidir. Veya lümen-saat başına ortalama düşük cıva içeriğine sahip (25 pikogram) olmalıdır.

d) Seçenek 4. Yiyecek ve içecek (1 puan)

En az bir ay boyunca tüm yiyecek ve içecek satın alımları takip edilmelidir. Toplam yiyecek ve içecek alım maliyetleri en az %15 oranında azaltılmalıdır.

Yiyecek ve içecekler aşağıdaki sertifikalara sahip olmalıdır.

1. USDA Organik,
2. Gıda İttifakı Sertifikası
3. Rainforest Alliance Sertifikası
4. Korumalı Hasat Sertifikası
5. Adil Ticaret veya Deniz İdare Konseyi'nin Mavi Eko Etiketleri veya 834/2007 (EC) No'lu (EC) ve 889/2008 (EC) sayılı Yönetmeliğe göre Avrupa Topluluğu Organik Üretim logosu ile etiketlenmesi

3.6. İç Çevre Kalitesi

İç Çevre Kalitesi LEED kategorisi **22 puan** kazandırmaktadır.

3.6.1. Minimum iç hava kalitesi

Bu kredi ön şart olmakla beraber hedefi bina içi hava kalitesi için minimum standartlar belirleyerek bina kullanıcılarının konforunu desteklemektir.

ASHRAE 62.1-2016'daki Tablo 8.2'ye göre belirtilen havalandırma sistemi ile ilgili maddeler takip edilmelidir. Mekanik egzozlu alanlar için, egzoz sistemlerinin düzgün çalışıp çalışmadığı saptanmalıdır.

Mekanik olarak havalandırılan alanlar için, verilen toplam dış hava miktarı ölçülmelidir. Sonuçların mevcut tesis gereksinimleri ile işletme ve bakım planında belirtilen oranların %10'unun içinde olduğunu tespit edilmelidir. Ölçümler, hizmet veren bir hava kontrol ünitesi için dış hava miktarını belirlemelidir. Proje tesliminden beş yıl önce yapılan ölçümler kabul edilebilmektedir. Fiyatlar, her bir klima santrali için aşağıdaki minimum gereklilikleri karşılamalıdır.

SI birimde:

$$\text{Minimum dış hava hızı } \left(\frac{L}{sn} \right) =$$

$$0.3 \frac{L}{sn \times m^2} \times \text{Brüt bina alanı}(m^2) + \text{Kişi başına açık hava hızı } \left(\frac{L}{sn} \right) \times$$

Bina doluluk oranı

(3.15)

Tablo 17. Dış hava hızı

Mekan	Dış hava hızı	
	Her kişi için cfm	Her kişi için L/s
Oditoryum oturma alanı Kütüphaneler Ofisler İbadet yerleri	5	2,5
AVM ortak alanları Müzeler	7,5	3,8

Doğal olarak havalandırılan alanlar için, Tablo 17'deki şartlar yerine getirilmelidir.

Tablo 18. Doğal olarak havalandırılan alanlar için minimum açıklık yeri ve boyutlar

Açıklık tipi	Açıklık yeri	Açıklık boyutu
	Maksimum mesafe	Minimum açıklık
Tek taraflı	2xTavan yüksekliği	Kat alanının %4'ü
Çift taraflı	5xTavan yüksekliği	Kat alanının %4'ü
Köşe	5xTavan yüksekliği (Hattın dışındaki kat alanı için, birbirinden en uzak olan iki açıklık arasına çizilen bir çizgi boyunca; tek taraflı açıklığa uyulmalıdır.)	Kat alanının %4'ü

*ASHRAE 62.1-2016 Bölüm 6.4.1'den uyarlamıştır.

** Açıklıklardan uzaklaştıkça yüksekliği artan tavanlarda, tavan yüksekliği, çalışabilen açıklıklardan 6 m içerisindeki tavanın ortalama yüksekliği olarak belirlenmelidir.

*** Cam panjur, böcek ızgarası veya başka bir şekilde tıkanmışsa, açılabilir alan açıklığının içindeki engellenmemiş serbest alana dayanmalıdır.

3.6.2. Çevresel duman kontrolü

Bu kredi ön koşul olmakla beraber hedefi bina kullanıcılarının ve havalandırma sistemlerinin dumana maruz kalmasını engellemektir.

3.6.2.1. Gereklilikler

Dumanının yanı sıra esrar ve kontrollü maddelerin yanmasından üretilen duman ve elektronik sigara cihazlarının ürettiği emisyonlar bu ön koşula dahil edilmelidir.

Tüm girişlerden, dış hava girişlerinden ve açılır pencerelerden en az 7,5 metre uzakta bulunan belirlenmiş sigara içilen alanlar dışında, binanın dışında sigara içilmesini yasaklanmalıdır.

3.6.3. Yeşil temizlik politikası

Bu kredi ön şart olmakla beraber hava kalitesinin iyileştirilmesiyle insan sağlığını ve çevreyi tehlikeye atabilecek zararlı maddelerin partikül seviyelerini en aza indirmeyi hedeflemektedir.

3.5.3.1. Gereklilikler

a) Seçenek 1. Bina Yeşil Temizlik Politikası

Proje ve saha yönetim ekibinin kontrolü altında yeşil temizlik politikası uygulanmalıdır. Temizlik personeli için temizleme kimyasalları, dağıtım ekipmanı ve ambalajın kullanımı, imha edilmesi ve geri dönüşümü tehlikeleri konusunda eğitim planlaması yapılmalıdır.

b) Seçenek 2. Sertifikalı Temizlik Servisi

Proje için onaylı bir temizlik servisiyle anlaşma yapılması avantaj sağlamaktadır. Bunun için aşağıdaki standartlar sağlanmalıdır.

1. Green Seal'ın Ticari Temizlik Hizmetleri için Çevre Standardı (GS-42)
2. Uluslararası Sıhhi Tedarik Birliği Standartları
3. Yerel geçerli bir standart

3.6.4. İç çevre kalite performansı

Bu kredinin amacı binanın, özellikle iç mekan hava kalitesi ve konforu açısından bina kullanıcıları için ne kadar iyi performans gösterdiğini değerlendirmektir. Bu kredi ön koşuldur ve getirisi **20 puandır**.

3.6.4.1. Gereklilikler

1. Bina kullanıcı anketi yapılmalıdır. Anket en az 40 bina kullanıcısının yanıtını içermelidir. Anket yılda bir kez tekrarlanmalıdır.
2. CO₂ ve TVOC ölçümleri gerçekleştirilmelidir.
3. İç ortam hava ölçümleri, normal asgari havalandırma koşulları altında normal çalışma saatleri içinde, solunum alanı içinde (zeminden 90-180 cm arasındaki yükseklikte) yapılmalıdır.

Anket sonuçlarına ve ölçümlere göre insani tecrübe puanı elde edilmektedir. Bu puan aşağıdaki maddelere dayanmaktadır.

- İşgücü memnuniyeti puanı (%50 ağırlık)
- CO₂ puanı (%25 ağırlığında)

- TVOC puanı (%25 ağırlık)

Tablo 19’da insani deneyime puanına karşılık gelen LEED puanları görülmektedir.

Bina kullanıcısı memnuniyet anketi için gerekli yanıt sayısı Denklem (3.1) kullanılarak belirlenmektedir.

Alınan yanıtlardan sonra bina kullanıcısı memnuniyeti puanı hesaplanmalıdır. Bina kullanıcısı memnuniyet puanı, bina içerisindeki kişilerin memnuniyetlerini, karşılaştırılabilir LEED sertifikalı binalarda çalışan kişilerin memnuniyetine göre değerlendirilmektedir.

Tablo 19. İnsani deneyime puanına karşılık gelen LEED puanları

İnsan Deneyim Puanı	LEED Puanı
40	8 (Gerekli)
43	9
48	10
53	11
58	12
63	13
68	14
73	15
78	16
83	17
88	18
93	19
98	20

- Çalışan memnuniyet puanının hesaplanması

Çalışan memnuniyet değerinin hesaplanması için Denklem (3.16) kullanılmaktadır.

Bu puan, projenin ortalama kullanıcı memnuniyeti seviyesine ve bina kullanıcısının verdiği cevaplardaki farklılığa bağlı olarak 1-100 arasında bir değerdir.

İşgücü memnuniyet puanı =

(Ortalama bina kullanıcısı memnuniyet seviyesi × 10) –

(Bina kullanıcısı memnuniyet seviyesindeki değişkenlik)

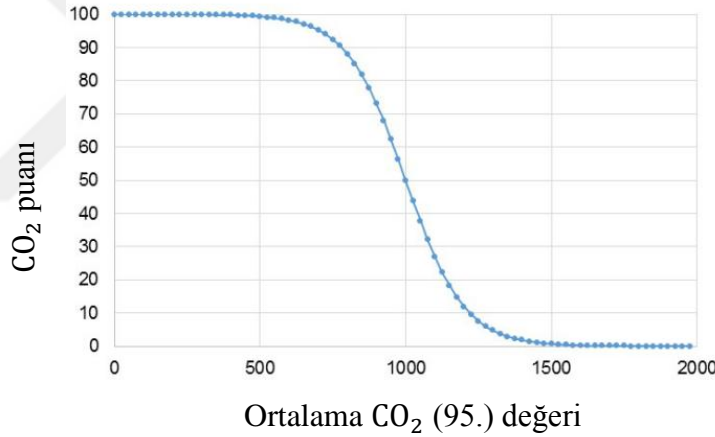
(3.16)

- CO₂ puanı hesaplanması

CO₂ puanı; binanın CO₂ seviyesini, 1000 ppm' lik endüstri standartlarına göre derecelendirmektedir. Puan, projenin ortalama 95. yüzde CO₂ değerine göre 1-100 arasında bir değerdir. CO₂ puanını hesaplamak için aşağıdaki veriler gereklidir:

1. Ölçüm yeri
2. Her ölçüm için tarih ve saat
3. Ölçülen CO₂ konsantrasyonu (ppm)

Her konum için 95. yüzde değeri (CO₂ 95.) hesaplanır. 95'inci yüzde değeri, verilerin %95'inin altına düştüğü CO₂ değeridir. İç ortam kalitesi değerlendirmesi için ortalama bir CO₂ (95.) değeri hesaplanır. Projenin ortalama CO₂ (95.) değeri, proje için bir CO₂ skoru oluşturmak üzere CO₂ puanlama fonksiyonuna girilir.



Şekil 10. puanlama fonksiyonu grafiği

- TVOC skoru hesaplaması

TVOC skoru, binanın TVOC seviyelerini, 500 µg / m³ değerinde sektör standartlarına göre derecelendirmektedir. Puan, projenin maksimum TVOC değerine göre 1-100 arasında bir değerdir. Bir TVOC puanı hesaplamak için aşağıdaki veriler gereklidir:

1. Ölçüm yeri
2. Date Ölçüm tarihi
3. Her ölçüm için başlangıç ve bitiş zamanları
4. Ölçülen TVOC konsantrasyonu (µg / m³)

İç ortam hava kalitesi değerlendirmesi sırasında o bölgede yapılan tüm TVOC ölçümlerinin ortalaması alınarak her bir yer için ortalama bir TVOC seviyesi ($TVOC_{avg}$) hesaplanır. İç ortam kalitesi değerlendirmesi için en yüksek $TVOC_{avg}$ değeri alınarak bir maksimum TVOC seviyesi ($TVOC_{max}$) belirlenir. Projenin maksimum $TVOC_{max}$ daha sonra proje için bir TVOC puanı üretmek için TVOC puanlama işlevine girilir. TVOC puanlama fonksiyonu, LEED TVOC 500 limit/m³ limitine dayanarak geliştirilmiştir.

3.6.5. Yeşil temizlik

Bu kredinin amacı etkili temizlik prosedürleri uygulanmasıyla insan sağlığını, bina yüzeylerini ve sistemleri ve çevreyi tehlikeye atabilecek kimyasal, biyolojik ve partikül kirletici maddelerin seviyelerini azaltmaktır. Bu kredinin getirisi **3 puandır**.

3.6.5.1. Gereklilikler

a) Seçenek 1. Özel Verimlilik Değerlendirmesi

Belirtilen stratejilerin kullanıldığını doğrulamak ve iyileştirilmesi gereken alanları tespit etmek için binanın yeşil temizlik politikasının rutin incelemesi ve izlenmesi gerçekleştirilmelidir. Bununla beraber binanın seviyesini belirlemek için APPA Leadership in Educational Facilities Custodial Staffing Guidelines veya yerel bir eşdeğerine uygun olarak yıllık denetim yapılmalıdır. Bina 2,5 veya daha yüksek puan almalıdır.

b) Seçenek 2. Giriş Sistemleri

Düzenli olarak kullanılan girişlerde binaya giren kir ve partikülleri yakalamak için ana seyahat yönünde en az 10 metre uzunluğunda kalıcı giriş sistemi yerleştirilmelidir. Kabul edilebilir giriş yolu sistemleri, kalıcı olarak monte edilmiş ızgaralar, ızgaralar, alttan temizlik yapılmasını sağlayan oluklu sistemler, paspaslar ve giriş sistemi olarak üretilen diğer malzemelerin eşit veya daha iyi performans göstermesini içerir.

c) Seçenek 3. Motorlu Donanım

Titreşim, gürültü ve kullanıcı yorgunluğunu en aza indirmek aşağıdaki standartlar takip edilmelidir.

1. ISO 5349-1
2. ISO 2631-1
3. ISO 11201

d) Seçenek 4. Temizlik ürünleri ve malzemeleri

Temizlik ürünleri aşağıdaki standartlardan birini veya birkaçını veya ABD dışındaki projeler için yerel bir eşdeğerini sağlamalıdır.

1. Seal Green Seal GS-37
2. UL EcoLogo 2792
3. UL EcoLogo 2759
4. Eco UL EcoLogo 2795
5. Green Seal GS-40
6. UL EcoLogo 2777
7. EPA Güvenli Seçim Standardı

Dezenfektanlar, metal cilası ya da yukarıdaki standartlarda ele alınmayan diğer ürünler, aşağıdaki standartlara uygunluk göstermelidir. Proje ABD dışında ise yerel ve geçerli bir standart mutlaka sağlanmalıdır.

1. UL EcoLogo 2798
2. UL EcoLogo 2791
3. UL EcoLogo 2796;
4. Green Seal GS-52/53;
5. EPA Güvenli Seçim Standardı

Kağıt torbaları aşağıdaki standartlardan birini mutlaka sağlamalıdır. Proje ABD dışında ise yerel ve geçerli bir standart mutlaka sağlanmalıdır.

1. EPA'nın kapsamlı tedarik ilkeleri
2. Seal Green Seal GS-01
3. UL EcoLogo 175
4. Eco UL EcoLogo 175

El sabunları ve el dezenfektanları aşağıdaki standartlardan en az birini sağlamalıdır. Proje ABD dışında ise yerel geçerli bir eşdeğer standart mutlaka sağlanmalıdır.

1. Codes sağlık yasaları ve diğer düzenlemeler
2. Green Seal GS-41
3. UL EcoLogo 2784
4. UL EcoLogo 2783
5. EPA Güvenli Seçim Standardı

3.6.6. Entegre zararlılık yönetimi

Bu kredinin hedefi zararlıları ve böcek ilaçlarına maruz kalma riskini en aza indirmektir. Bu kredinin getirisi **1 puandır**.

3.6.6.1. Gereklilikler

a) Seçenek 1. Bina IPM programı

Bu krediden puan alabilmek için haşere mücadele planı (IPM) hazırlanmalıdır. IPM planı aşağıdaki unsurları içermelidir. IPM ekibi ve planı belirlenmelidir. Böcek kontrol yöntemleri uygulanmalıdır. Bildirimde bulunanlar başvuru tarihinden itibaren 24 saat içinde bildirilmeli ve acil durum senaryosu belirlenmelidir.

b) Seçenek 2. Sertifikalı IPM servisi

GreenPro, EcoWise, GreenShield veya yerel eşdeğeri ile sertifikalı ve proje sınırları içindeki bina ve zeminler için bir IPM hizmeti kullanılmalıdır.

3.7. Yenilik

Bu kredinin amacı projeleri sıra dışı veya yenilikçi performans elde etmeye teşvik etmektir. Bu kredinin getirisi **1 puandır**.

3.7.1. Gereklilikler

Proje ekibinin en az bir ana katılımcısı, Operasyon ve Bakım alanında uzman olan bir LEED Yetkilendirilmiş Profesyonel (AP) olmalıdır. Değerlendirilen beş ana kategori haricinde yeni bir yaklaşım ve öneri sunulmalıdır. Bu yeni yaklaşımın stratejileri açıkça belirtilmelidir. USGBC'nin LEED Pilot Kredi Kütüphanesi'nden bir tane uygun pilot kredisi için geri bildirim anketine kayıt yapılmalıdır.

4. ÖRNEK OFİS BİNASININ LEED V4.1 EB:O+M KRİTERLERİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

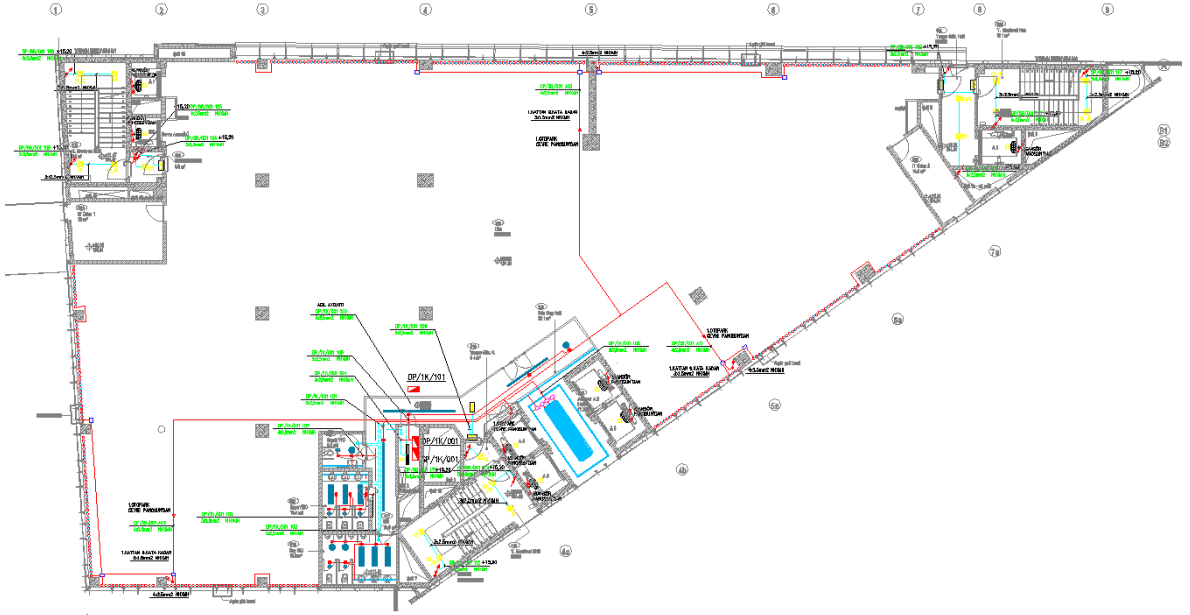
İnceleme yapılan Şekil 11’de görseli bulunan ofis binası 2012 yılında İstanbul/Şişli’de inşa edilmiştir. Proje konsepti kültür, eğlence ve iş merkezi olarak tasarlanmıştır. Bina otopark olan 4 bodrum kat, sinema olan 3 bodrum kat, 1 bağlantı katı, 9 ofis katı, 1 teras katı, 1 makine dairesi katı ve çatı katından oluşmaktadır. Aşağıda Şekil 11’de görseli bulunan projenin toplam inşaat alanı 19.383,22 m²’dir [31].

Tablo 6’da verilen LEED V4.1 EB: O+M versiyonuna ait önkoşul ve kredi tablosunda puanlar yer almaktadır. Buna göre ofis binasının LEED sertifikasyon sistemi açısından incelemesi gerçekleştirilmiştir. İnceleme, LEED V4.1 EB: O+M format ve versiyonuna göre yapılmıştır. Ancak bu versiyon henüz hazırlık aşamasında olduğundan, yöntemin açık olmadığı noktalarda bazı krediler için LEED V4 EB: O+M ve LEED V4: BD+C versiyonlarına başvurulmuştur. İncelemeler için bina elektrik ihale çalışmaları ve as-built proje paketi kaynak olarak kullanılmıştır [32].



Şekil 11. Şişli Kültür, Eğlence ve İş Merkezi Projesi görseli

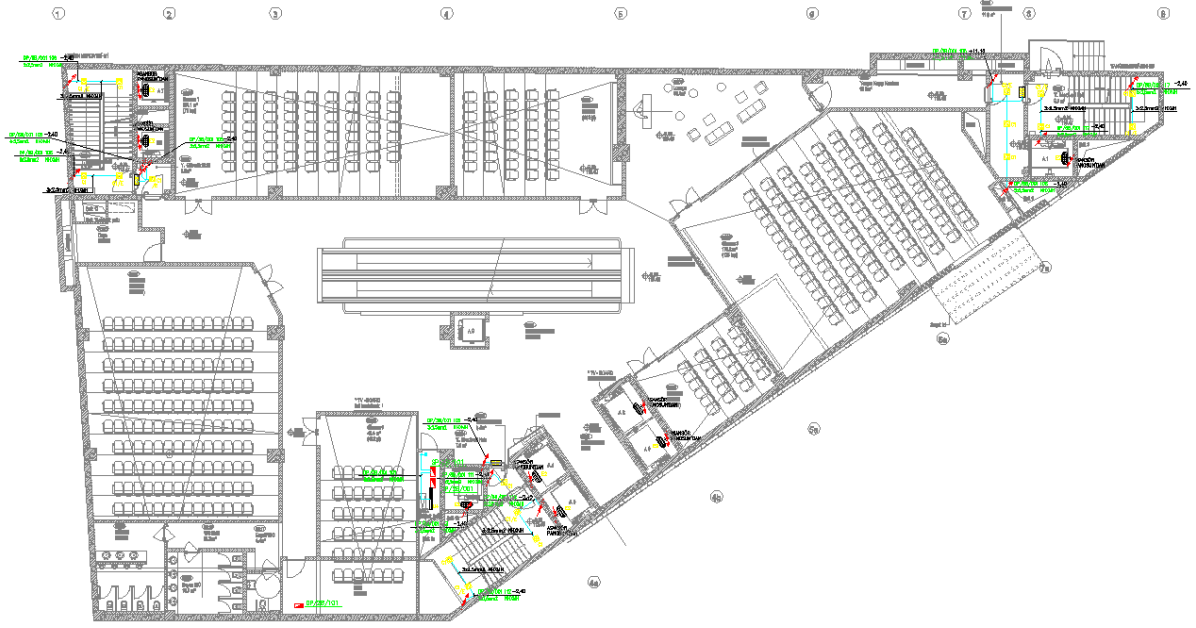
Ofis ve kültür konseptli binanın tipik ofis katı Şekil 12’de, tipik otopark katı Şekil 13’te ve sinema katı Şekil 14’te görülmektedir.



Şekil 12. Ofis binası tipik ofis katı Autocad çizimi



Şekil 13. Ofis binası tipik otopark katı Autocad çizimi



Şekil 14. Ofis binası sinema katı Autocad çizimi

4.1. Lokasyon ve Ulaşım

- Bu kategoriden elde edilebilecek puanı hesaplamak için öncelikle anket yapılması gereken kişi sayısı hesaplanmıştır.
- Bina kullanıcı sayısı bina yönetiminden alınan verilere göre yaklaşık 600 kişidir.
- Buna göre ilgili denklem kullanılarak gerekli cevap sayısı $600 \times 20.8 = 125$ olarak belirlenmiştir. Ancak tüm kiralanabilir ofislerde anket uygulamasına izin verilmediği için 104 kişi ile anket yapılabilmektedir.

$$Cevap\ oranı = 100 \times \left(\frac{0.25}{\frac{600}{500}} \right) = \%20.8 \quad (3.1)$$

- Ankette sorulan konular aşağıda belirtilmiştir:
 1. Gidiş ve dönüş mesafeleri (km)
 2. Gidiş ve dönüşte kullanılan vasıta türleri
 3. Ulaşım memnuniyeti

- Anket cevapları alındıktan sonra her bina kullanıcısı için kullanılan güzergahlar mil cinsine dönüştürülerek Denklem (3.2) yardımıyla her bina kullanıcısı için bir günde oluşan CO_{2e} değerleri elde edilmiştir. Denklem (3.3) kullanılarak tek yönde oluşan CO_{2e} değerleri hesaplanmıştır. Son olarak Denklem (3.4) kullanılarak bir bina kullanıcısı için tek yönde oluşan CO_{2e} (I_{bs}) değeri belirlenmiştir.
- Oluşturulan anket tablosuna göre bir bina kullanıcısı için tek yönde oluşan CO_{2e} (I_{bs}) değeri 5,30 olarak hesaplanmıştır.
- Tablo 7'ye göre bu değere karşılık gelen ulaşım performans puanı 90'dır.
- Ulaşım performans değerine göre ise bu krediden elde edilebilecek **LEED puanı 13**'tür.
- Bu puanın elde edilebilmesinde iş merkezinin otobüs duraklarına ve İstanbul M2 metro ağına yaklaşık 300 m mesafede olması etkili olmuştur.

4.2. Sürdürülebilir Çevre

4.2.1. Yağmursuyu yönetimi

- Binada yağmur suyu ile ilgili bir uygulama bulunmamaktadır.
- Yağmursuyu direk kanalizasyona gönderilmektedir.
- Bu krediden puan getirisi sağlanamamaktadır.
- Yeşil çatı uygulamasının bu krediden puan getirisi sağlayacağı öngörülmektedir.

4.2.2. Isı adası azaltımı

- Binada yeşil çatı uygulaması bulunmamaktadır.
- Binanın çatısı eğimsizdir. Bina çatısı Şekil 15'te verilmiştir. Çatı alanı yaklaşık olarak 165 m²'dir.
- Çatı harici alanların toplamı yaklaşık 220 m²'dir.
- Bina sert zemin alanı yaklaşık 120 m²'dir.
- Çatı yüksek yansıtıcı özelliği taşımamaktadır. Bu nedenle bu değer 0 olarak alınmıştır.
- Çatıda bitkilendirilmiş alan bulunmadığından bu değer 0 olarak alınmıştır.

- Çatıda ısı yalıtımı için püskürtme izolasyon uygulaması yapılmıştır.
(220 ÷ 0.50) + (0 ÷ 0.75) + (0 ÷ 0.50) >= 120 + 165
- Denklem (3.5)' te belirtilen değerler yerine yazıldığında ilgili kriterin sağlanmadığı görülmüştür.



Şekil 15. Ofis binası çatı görüntüsü

4.2.2.1. Çatısız alanlar

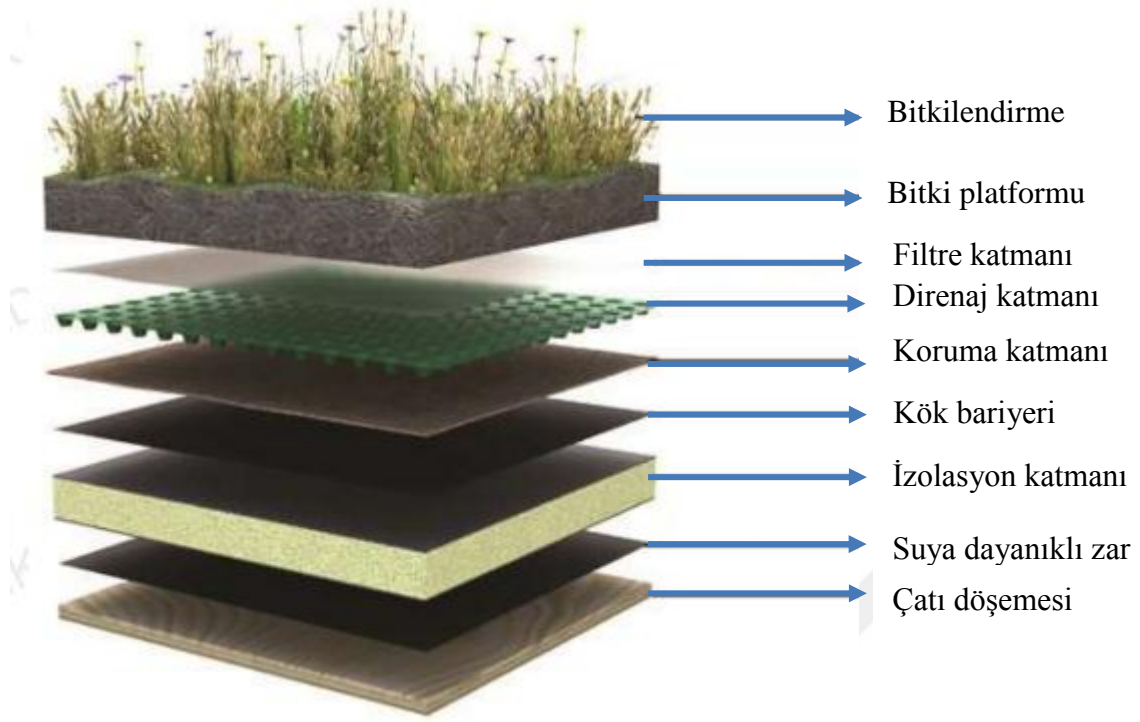
- Sahada yaklaşık olarak 100 m² yeşil alan bulunmaktadır.
- Haftalık bakımı sağlamak üzere olarak 1 bahçıvan görevlendirilmiştir.
- Bina sahasında güneş termal kolektörleri, fotovoltaikler ve rüzgar türbinleri gibi enerji üretim sistemleri bulunmamaktadır.

4.2.2.2. Yüksek yansıtıcı çatı

- Çatı eğimi dikkate alındığında yüksek SRI değerine sahip çatı malzemesi kullanılması gerekmektedir. Tablo 9'a göre düşük eğimli çatı grubuna girdiği için başlangıç SRI değeri 82 olan malzeme kullanılmalıdır.
- Çatı malzemesi beton kiremit olmakla beraber 25 SRI değerine sahiptir [33]. Buna göre yüksek yansıtıcı çatı olarak değerlendirilememektedir.

4.2.2.3. Bitkilendirilmiş çatı

- Çatıda bitkilendirilmiş alan mevcut değildir. Şekil 16'da tipik bitkilendirilmiş çatı örneği önerilmiştir [33].
- Çatıda bulunan cihazlar gölgede olacak şekilde uygulama yapılmalıdır.



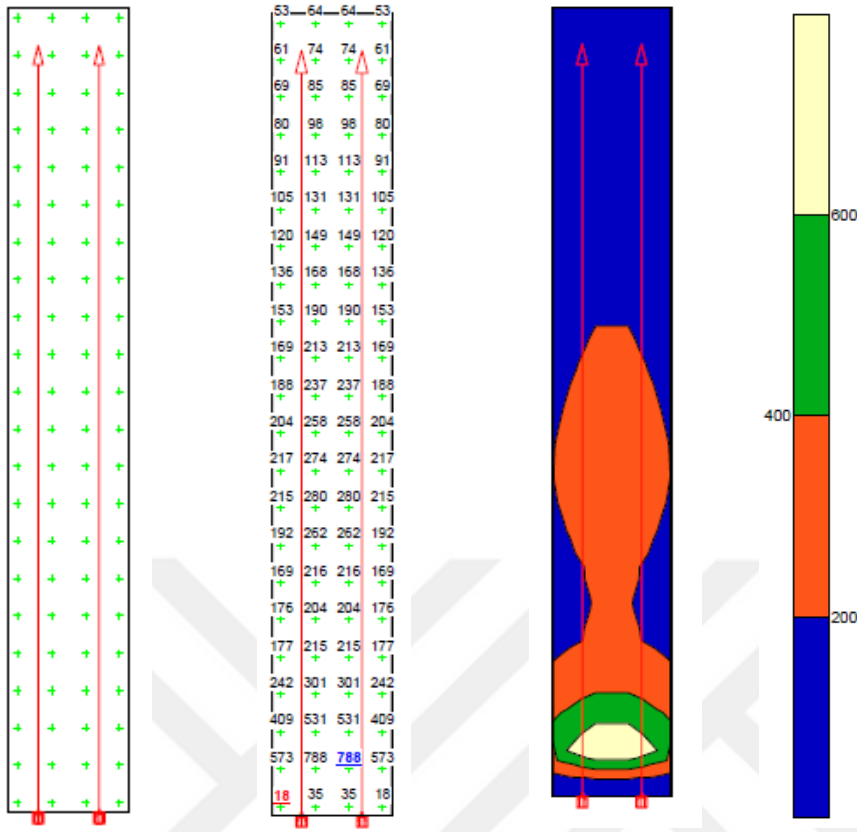
Şekil 16. Bitkilendirilmiş çatı örneği

4.2.3. Işık kirliliğinin azaltılması

Bu kredi için tasarım aşamasında binanın cepheleri için aydınlatma hesabı değerlendirilmiştir. Buna göre bu krediden 1 puan elde edilebilmektedir.

4.2.3.1. Güney Dış Cephesi

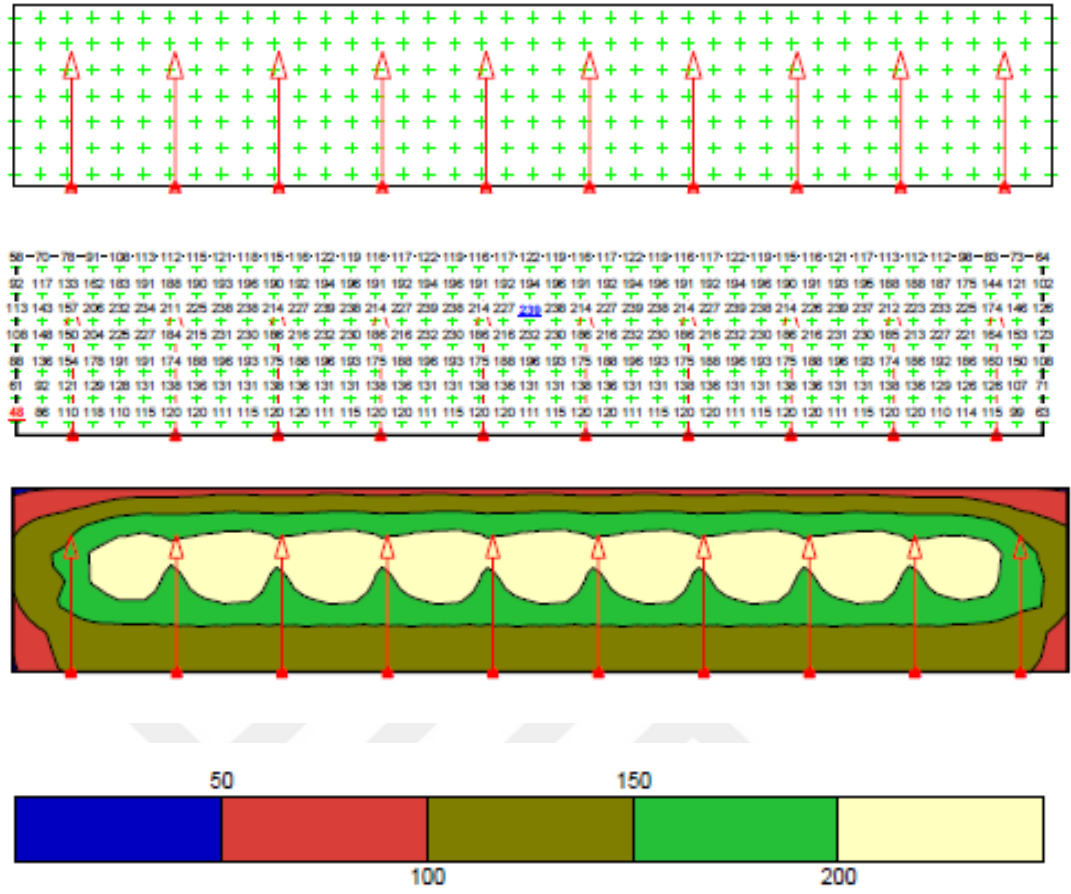
- Şekil 17’de güney dış cephesi için simülasyon yerleşimi görülen 2 adet cephe armatürü kullanılmıştır. Armatürler ışığın cepheyi boyaması düşünülerek yerleştirilmiştir.
- Çok sayıda armatürün kullanılması yerine 2 adet yüksek güçlü aydınlatma ile çözüm öngörülmüştür.
- Armatür gücü 1078 W olup ışık akısı 10000 lümen dir.
- Bu tasarımla çevrede ışık kirliliğinin meydana gelmemesine dikkat edilmiştir.
- Simülasyona göre ortalama aydınlık düzeyi şiddeti 198 lux olarak hesaplanmış olup yeterli ışık akısı düzeyi sağlanmaktadır.



Şekil 17. Güney dış cephesi aydınlatma simülasyonu aydınlatma yerleşimi

4.2.3.2. Alt dış cephe

- Şekil 18’de alt dış cephe bölümü için simülasyon yerleşimi görülmektedir.
- Cephede bir sıra 10 adet armatür kullanılarak güney cephesinde olduğu gibi cephenin ışıkla boyanması prensibiyle aydınlatma tasarımı yapılmıştır.
- Armatür gücü 166 W olup ışık akısı 13800 lümen dir.
- Bu tasarımla çevrede ışık kirliliğinin meydana gelmemesine dikkat edilmiştir.
- Simülasyona göre ortalama aydınlık düzeyi şiddeti 161 lux olarak hesaplanmış olup yeterli ışık akısı düzeyi sağlanmaktadır.



Şekil 18. Alt dış cephe aydınlatma simülasyonu aydınlatma yerleşimi

4.2.4. Saha yönetimi

- Yaşamı destekleyen doğal alanların saptanarak planlanması gereken saha yönetim planı öngörülmemiştir.
- Bölgede istilacı veya egzotik bitki türleri hakkında saha araştırma yapılmamıştır.
- Erozyonu önleyici çalışmalar mevcut değildir.
- Bu nedenlerden dolayı bu krediden puan getirisi sağlanamamaktadır.

4.3. Su Verimliliği

- Proje içerisinde kullanılan su tüketiminin belirlenmesi için su sayaçlarından veriler alınmıştır.
- Toplam içilebilir su kullanımı bir yıl içerisinde aylık olarak kaydedilmiştir.
- Su tüketimini hesaplamak için litre ve m^3 cinsinden olan veriler galon cinsine dönüştürülerek hesaplanmıştır.
- kWh cinsinden olan su tüketim değerleri ısıtma ve soğutmaya dahil olduğundan temiz su tüketimi hesabına dahil edilmemiştir.
- Tablo 11'deki su tüketen ekipmanların tüketimlerine göre referans su tüketimi hesaplanmıştır.
- Tablo 11 haricinde tuvalet özel kullanım musluğu için de tüketim öngörülmüştür.

4.3.1. Su performans puanı hesabı

Su performans değerini hesaplamak için aşağıdaki veriler saptanmıştır.

- Aylık su tüketimi (galon), aylık veya günlük toplamlar
- Brüt taban alanı (metrekare)
- Ağırlıklı doluluk
- Ağırlıklı çalışma saatleri

Aylık su tüketim miktarları alınan kWh, litre, m^3 ve galon cinsinden Tablo 20'de verilmiştir [34, 35, 36].

Tablo 20. Ofis binası aylık su tüketim değerleri

	Ay	Yıl	Su Tüketim Değerleri (kWh)	Su Tüketim Değerleri (lt.)	Su Tüketim Değerleri (m ³)	Toplam Su Tüketim Değerleri (galon)
1	Haziran	2018	1.415.164,00	2.788.406,00	19.045,00	5.767.256,83
2	Temmuz	2018	1.415.171,00	2.893.275,00	19.316,00	5.866.532,32
3	Ağustos	2018	1.415.187,00	2.971.796,00	19.506,00	5.937.454,16
4	Eylül	2018	1.415.194,00	3.063.187,00	19.746,00	6.024.982,19
5	Ekim	2018	1.415.194,00	3.167.767,00	20.054,00	6.133.955,67
6	Kasım	2018	1.433.153,00	3.281.547,00	20.363,00	6.245.622,12
7	Aralık	2018	1.470.441,00	3.379.067,00	20.632,00	6.342.429,13
8	Ocak	2019	1.507.563,00	3.476.298,00	20.916,00	6.443.122,39
9	Şubat	2019	1.541.419,00	3.571.026,00	21.184,00	6.538.928,14
10	Mart	2019	1.591.927,00	3.743.596,00	21.697,00	6.720.005,83
11	Nisan	2019	1.596.710,00	3.779.800,00	21.797,00	6.755.980,69
12	Mayıs	2019	1.596.733,00	3.939.081,00	22.208,00	6.906.604,74
TOPLAM			17.813.856,00	40.054.846,00	246.464,00	75.682.874,22

- Binanın haftalık çalışma süresi yaklaşık 45 saattir. Buna göre Şekil 9'dan çalışma saati ayar faktörü 0,9 olarak belirlenmiştir.

- Denklem (3.6) kullanılarak düzeltilmiş günlük su tüketimi hesaplanmıştır.

$$\text{Düzeltilmiş günlük su tüketimi} = 486717,4 * 0,9 / 365 = 1200,13 \text{ galon} \quad (3.6)$$

- Denklem (3.7) kullanılarak kişi başına düşen günlük su tüketimi hesaplanmıştır.

$$\text{Kişi başına düşen günlük su tüketimi} = 1200,13 / 600 = 2,00 \text{ galon/kişi} \quad (3.7)$$

- Denklem (3.8) kullanılarak alan başına düşen günlük su tüketimi hesaplanmıştır.

$$\text{Alan başına günlük su tüketimi} = 1200,13 / 19.383 = 0,062 \text{ galon/m}^2 \quad (3.8)$$

Projenin kullanıcı başına günlük su tüketimi ve zemin alanı başına günlük su tüketimi, bir su performansı puanı elde etmek için kullanılabilir.

LEED V4: Mevcut Binalarda Operasyon ve Bakım

Tablo 21'e göre hesaplanan gerçek tüketim değerleri, referans su tüketiminin yaklaşık 29 katıdır. Kritere göre en fazla %120'si olmadığından bu kategoriden puan elde edilememektedir.

Tablo 21. The Energy Policy Act (EPA) bazal su tüketim verilerine göre bina yıllık su tüketimleri ve bazal tüketim oranı

Su tüketim ekipmanı	Günlük kullanım	Akış debisi		Adet/Süre	Kullanıcı sayısı	Ziyaretçi sayısı	Toplam su ihtiyacı (lt.)	Toplam su ihtiyacı (galon)
Standart klozet (erkek)	2	6	litre/sifon	1	375	50	5100	1346,4
Standart pisuvar	2	3,8	litre/sifon	2	375	50	6460	1705,44
Standart klozet (kadın)	3	6	litre/sifon	3	225	35	14040	3706,56
Lavabo musluğu	3	8,3	litre/dk	0,25	600	35	3953	1043,559
Tuvalet özel kullanım musluğu	2	1	litre/dk	0,25	600		300	79,2
Mutfak musluğu	10	8,3	litre/dk	0,25	9		187	49,302
Duş		9,5	litre/dk	5			0	0
Makinalar								
Bulaşık makinesi	3	15	litre/yıkama	16	1		720	190,08
Günlük kullanım							30760	8121
Yıllık iş günü							312	312
Yıllık toplam							9.597.003,00	2.533.608,79
oran=		29,87						

Öneriler

Mevcut duruma göre tasarrufun sağlanması için yapılması gereken uygulamalar aşağıdaki gibidir.

- Debi sabitleyiciler
- Akış aeratörleri
- Otomatik batarya sensörleri
- Zaman ayarlı bağlantılarla kontrol
- Daha az su tüketen rezervuar ve pisuvar sistemleri

4.4. Enerji ve Atmosfer

- Enerji verimliliği yönetim uygulamaları
- Temel soğutucu yönetimi

4.4.1. Enerji verimliliği yönetim uygulamaları

- Enerji verimliliği yönetim uygulamaları için binada gelişmiş ölçüm sistemi kurulmuştur.
- Sayaçların ölçtüğü tüketim verileri BMS sistemine aktarılarak günlük olarak enerji kullanımı rapor edilmektedir.
- Sistemde en az 36 aylık sayaç verisi saklanabilmektedir.
- Bu ön koşul sağlanmıştır.

4.4.2. Temel soğutma yönetimi

- İncelenen ofis binasında CFC (kloroflorokarbon) bazlı soğutucu akışkanlı ekipmanlar kullanılmamıştır.
- Bu ön koşul sağlanmıştır.

4.4.3. Enerji performansı

- Toplam bina enerji tüketimi (elektrik, su, doğal gaz) tesis edilen sayaçlardan üzerinden ölçülerek kaydedilmiştir.
- Sayaçlar, üreticinin önerdiği aralıkta kalibre edilmiştir.
- Enerji performans puanı için enerji tüketimleri, bir yıl boyunca aylık olarak ölçülmüştür.

Sera gazı emisyonları ve kaynak enerjisi LEED için alınacak enerji performans puanını belirlemektedir. LEED puanları Tablo 12 ve Tablo 13'de verilmiştir.

Doğalgaz tüketim değerleri Tablo 22'de verilmiştir.

LEED puanları, her metrik için proje puanına göre hesaplanır; Sera gazı emisyon skoru ve enerji kaynağı puanı, enerji performans puanının %50'sine bağlıdır. LEED puanları en yakın tam sayıya yuvarlanır ve Tablo 14'e göre değerlendirme yapılır.

Tablo 22. Doğal gaz tüketim verileri

	Ay	Yıl	Doğal Gaz Tüketim Değerleri (m ³)	Toplam Doğalgaz Tüketim Değerleri (galon)
1	Aralık	2017	7.835	2.069.771,95
2	Ocak	2018	8.365	2.209.782,05
3	Şubat	2018	7.495	1.979.954,15
4	Mart	2018	6.639	1.753.824,63
5	Nisan	2018	4.406	1.163.933,02
6	Mayıs	2018	0	0,00
7	Haziran	2018	0	0,00
8	Temmuz	2018	0	0,00
9	Ağustos	2018	0	0,00
10	Eylül	2018	0	0,00
11	Ekim	2018	0	0,00
12	Kasım	2018	2.923	772.168,91
TOPLAM			37.663	9.949.434,71

4.4.3.1.Sera gazı emisyonu puanı hesaplanması

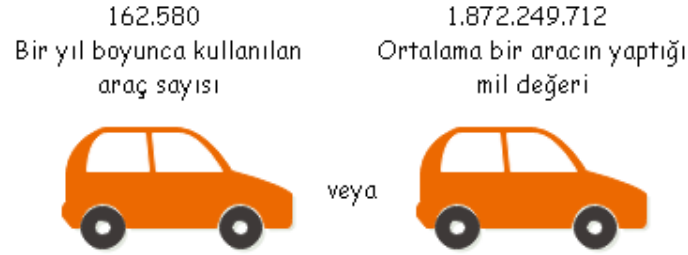
Sera gazı emisyonlarının hesaplanması için elektrik, su ve doğalgaz tüketimleri galon cinsinden hesaplanarak EPA arayüzü aracılığıyla sera gazı emisyonuna dönüştürülmüştür. Toplam enerji tüketimleri Tablo 23'te hesaplanmıştır [37].

Tablo 23. Sera gazı emisyonları için hesaplanan enerji tüketimleri

Tüketim türü	Enerji tüketimleri	birim	galon
Elektrik	1.922.879,00	kWh	51.917,73
Doğalgaz	37.663,00	m ³	9.949.434,71
Su	17.813.856,00	kWh	480.974,11
Su	40.054.846,00	lt	10.574.479,34
Su	246.464,00	m ³	65.108.394,88
Toplam			86.165.200,78

Buna göre arayüzde hesaplanan yıllık eşdeğer sera gazı emisyonu 76.575,014 metrik ton CO₂ eşdeğeridir (mTCO_{2e}).

Hesaplanan sera gazı emisyonunu daha iyi anlamak için Şekil 19'da, sera gazı emisyonlarına karşılık gelen örnek tüketim şeması oluşturulmuştur.



Şekil 19. Hesaplanan sera gazı emisyonu için karşılık gelen tüketim şeması

Hesaplanan sera gazı emisyonlarına karşılık gelen CO₂ emisyonları için Şekil 20'de tüketim şeması oluşturulmuştur.



Şekil 20. Hesaplanan sera gazı emisyonlarına karşılık gelen CO₂ emisyonları için tüketim şeması

Hesaplanan sera gazı emisyonlarından kaçınmak için hedeflenmesi gereken uygulamalar Şekil 21'de gösterilmiştir.



Şekil 21. Hesaplanan sera gazı emisyonlarından kaçınmak için hedeflenmesi gereken uygulamalar

Sera gazı emisyonlarına karşılık gelen tutulan karbon oranı Şekil 22'deki uygulamalarla sağlanabilecektir.



Şekil 22. Sera gazı emisyonlarının meydana getirdiği karbou tutan uygulamalar

Sera gazı emisyonları ağırlıklı çalışma saatleri ve dış sıcaklık için ayarlanmaktadır ve Denklem (3.10) kullanılarak günlük sera gazı emisyonlarına dönüştürülmektedir.

İstanbul ortalama sıcaklığı 14,4 derecedir. Buna göre düzeltme faktörü 1 olarak hesaplanmıştır [38, 39].

Düzeltilmiş sera gazı emisyonları = (sera gazı emisyonları * dış sıcaklık ayar faktörü * çalışma saati ayar faktörü) / 365 gün (3.10)

Düzeltilmiş sera gazı emisyonları = (76.575,014*1* 0,9) / 365 gün =188,82 mTCO_{2e}/gün

4.4.4. Geliştirilmiş soğutma yönetimi

Seçenek-1 üzerinde değerlendirme yapabilmek için GWP (Küresel Isınma Potansiyeli) ve ODP (Ozon Tüketme Potansiyeli) üzerinde durmak gerekmektedir.

- a) GWP: Küresel ısınma potansiyeli, bir soğutucu akışkanın atmosfere salınması halinde bu akışkanın küresel ısınmaya olan etkisini göstermektedir. 1 kg CO₂' nin 100 yıllık bir süre boyunca olan etkisinin 1 kg soğutucu akışkan ile karşılaştırıldığı bağıl bir değerdir. Kaçakların önlenmesiyle ve cihaz ömrü sona erdiğinde doğru şekilde geri kazanım uygulanmasıyla bu etki önlenebilmektedir. Ancak düşük GWP değerine sahip bir soğutucu akışkan tercih etmek ve soğutucu akışkan miktarını azaltmak beklenmeyen bir kaçak durumunda çevreye verilecek zararı azaltacaktır [40].

b) ODP: Ozon tüketme potansiyeli, kimyasal bir maddenin stratosforik ozon tabakasına olan etkisini temsil etmektedir. Bir soğutucu akışkanın etkisini aynı kütledeki R11 gazının etkisi ile karşılaştıran bağıl bir değerdir. Bu nedenle R11'in ODP değeri "1" olarak tanımlanmıştır [40].

Seçenek-1 sağlanamadığından Seçenek 2 incelenmiştir.

Ofis binasında soğutma, VRF sistemi, split klimalar ve klima santralleri ile sağlanmaktadır. Soğutucu gaz olarak R410A gazı seçilmiştir. R410A gazına ait teknik özellikler aşağıdaki maddelerde belirtilmiştir [41,42].

- R410A gazının ODP değeri 0'dır.
- Formüle göre LCODP değeri 0 olarak hesaplanmıştır.
- GWP değeri ise 100 yıl için 2000'dir.

Bu durumda Denklem (4.1)'e göre yük değerlerine göre soğutucu şartı oranlanarak Tablo 25'te verilen her HVAC ekipmanı için oranlanarak LCGWP değeri hesaplanmıştır. Hesap SI birimlere göre yapılmıştır.

$$LCGWP=(2000 \times (2 \times 100 + 10) \times R_c) / 100 \quad (4.1)$$

R410A'lı 10 HP dış üniteli bir sistemde toplam gaz şarjı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır [43].

- Dış ünitelerdeki gaz şarjı 8,4 kg'dır.
- İlave gaz şarjı, ortalama boru hattı uzunluğu 30 m'dir.
- Hat boyunca ortalama 1/2" çaplı boru uzunluğu 20 m ve 1/2" boruda soğutucu miktarı 0.059 kg olduğundan toplam soğutucu miktarı $0.059 \text{ kg} \times 20 = 1,18 \text{ kg}$ olarak hesaplanmaktadır.
- Hat boyunca ortalama 1/4" çaplı boru uzunluğu 10 m ve 1/4" boruda soğutucu miktarı 0,022 kg olduğundan toplam soğutucu miktarı $0.022 \text{ kg} \times 10 = 0,22 \text{ kg}$ olarak hesaplanmaktadır.
- Hat boyunca ortalama 1/4" çaplı boru uzunluğu 10 m olduğundan $(10 \text{ m}, 1/4") \times 0.022 \text{ (kg)} \times 10 = 0,22 \text{ kg}$ 'dir.
- Sistemdeki toplam gaz şarjı $= 8,4 + 1,18 + 0,22 = 9,8 \text{ kg}$ 'dir.

Ofis binasındaki tüm HVAC&R ekipmanları mahal bazında Tablo 24.1, Tablo 24.2, Tablo 24.3, Tablo 24.4 ve Tablo 24.5'te sınıflandırılmıştır. Ekipmanların kurulu güç değerlerine göre yıllık elektrik tüketimleri tablolarda verilmiştir. Tablo 25'te mahal bazında pompa ısıtma, iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinin toplam güçleri ve yıllık elektrik tüketimleri belirlenmiştir. Mahal alanlarına göre mahal enerji yoğunlukları hesaplanmıştır [44].

Geliştirilmiş soğutma yönetimi kriterinin belirlenmesi için her ekipmanın güç değerine göre soğutucu şarjı hesaplanmıştır. 1 HP=0,735 kW'tır [45].

10 HP'lık sistem, ofis binası cihazlarına göre oranlanmıştır. Tablo 15.1, Tablo 15.2 ve Denklem (4.1) kullanılarak birden fazla ekipman için binanın ağırlıklı ortalamasını baz alan kriter hesaplanmış ve 3025,26 değeri elde edilmiştir. İlgili hesap Tablo 24'te görülmektedir.

Hesaba göre $3025,26 > 13$ olduğundan geliştirilmiş soğutma yönetimi kriteri sağlanamamış ve bu krediden puan elde edilememiştir.

Tablo 24. HVAC&R ekipman güçlerine göre soğutucu şarjı miktarı hesap tablosu

HVAC ekipman kurulu güçleri	HVAC ekipmanı için hesaplanan küresel ısınma potansiyeli (100 yıl)	HVAC ekipman kurulu güçleri	HVAC ekipmanı için hesaplanan küresel ısınma potansiyeli (100 yıl)	Tablo 15.2 Kriteri
0,10 kW	302,526	22,00 kW	66555,72	3025,26
0,10 kW	302,526	22,00 kW	66555,72	
0,10 kW	302,526	0,75 kW	2268,945	
0,10 kW	302,526	0,10 kW	302,526	
1,50 kW	4537,89	0,10 kW	302,526	
0,50 kW	1512,63	0,10 kW	302,526	
0,16 kW	484,0416	0,10 kW	302,526	
0,10 kW	302,526	0,10 kW	302,526	
5,50 kW	16638,93	0,10 kW	302,526	
5,50 kW	16638,93	0,10 kW	302,526	
5,50 kW	16638,93	0,10 kW	302,526	
2,50 kW	7563,15	0,10 kW	302,526	
2,20 kW	6655,572	0,10 kW	302,526	
5,50 kW	16638,93	1,00 kW	3025,26	
5,50 kW	16638,93	75,20 kW	227499,552	
11,00 kW	33277,86	110,40 kW	333988,704	
0,10 kW	302,526	5,50 kW	16638,93	
0,16 kW	484,0416	5,50 kW	16638,93	
4,00 kW	12101,04	1,50 kW	4537,89	
4,00 kW	12101,04	1,50 kW	4537,89	
4,00 kW	12101,04	1,50 kW	4537,89	
5,50 kW	16638,93	3,00 kW	9075,78	
5,50 kW	16638,93	3,00 kW	9075,78	
5,50 kW	16638,93	388,10 kW	1174103,406	
7,50 kW	22689,45	104,40 kW	315837,144	
8,80 kW	26622,288	5,50 kW	16638,93	
3,80 kW	11495,988	2,20 kW	6655,572	
22,80 kW	68975,928	1,00 kW	3025,26	
8,00 kW	24202,08	1,50 kW	4537,89	
22,00 kW	66555,72	0,10 kW	302,526	
22,00 kW	66555,72	32,00 kW	96808,32	
22,00 kW	66555,72	83,90 kW	253819,314	
22,00 kW	66555,72	19,40 kW	58690,044	

Tablo 25.1. Ortak alanlar HVAC&R ekipmanları kurulu güç değerleri ve yıllık elektrik tüketimleri

Ortak Alanlar HVAC&R Tesisatı	Cihaz Tipi	Cihaz Gücü (kW)	Yaz Yüğü (kW)	Kış Yüğü (kW)	Yedek (kW)	Acil Durumda Yük (kW)	Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)
B-01	Isıtma Kazanı	0,1	0,1	0,1			805,92
B-02	Isıtma Kazanı	0,1	0,1	0,1			805,92
B-03	Isıtma Kazanı	0,1	0,1	0,1			805,92
B-04	Isıtma Kazanı	0,1	0,1	0,1			805,92
HWP-01	Isıtma Pompası	1,5	1,5	1,5	1,5		12.088,8
HWP-02	Isıtma Pompası	0,5	0,5	0,5	0,5		4029,6
SF-01	Temiz Hava Fanı	0,16	0,16	0,16			1.289,472
EF-08	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			805,92
YBF-01	Merdiven Basınçlandırma Fanı	5,5	5,5	5,5			44.325,6
YBF-02	Merdiven Basınçlandırma Fanı	5,5	5,5	5,5			44.325,6
YBF-03	Merdiven Basınçlandırma Fanı	5,5	5,5	5,5			44.325,6
YBF-04	Merdiven Basınçlandırma Fanı	2,5	2,5	2,5			20.148
YBF-05	Merdiven Basınçlandırma Fanı	2,2	2,2	2,2			17.730,24
DEF-08	Duman Egzos Fanı	5,5	5,5	5,5		5,5	44.325,6
DEF-09	Atrium Duman Egzos Fanı	5,5	5,5	5,5		5,5	44.325,6
IP-01	Hava Perdesi (Elektrik Isıtıcı)	11	11	11			88.651,2
Toplam	Isıtma Sistemi	13,4	13,4	13,4	2		107.993,28
Toplam	Havalandırma Sistemi	32,46	32,46	32,46		11	261.602

Tablo 25.2. Otopark HVAC&R ekipmanları kurulu güç değeri ve yıllık elektrik tüketimleri

Otopark HVAC&R Tesisatı	Cihaz Tipi	Cihaz Gücü(kW)	Yaz Yüğü (kW)	Kış Yüğü (kW)	Yedek (kW)	Acil Durumda Yüğü (kW)	Yıllık Elektrik Tüketmi (kWh)
EF-06	Sığınak Egzos Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
EF-24	Pompa Odası Egzos Fanı	0,16	0,16	0,16			1.290,24
DEF-01	Duman Egzos Fanı	4	4	4		4	32.256
DEF-03	Duman Egzos Fanı	4	4	4		4	32.256
DEF-06	Duman Egzos Fanı	4	4	4		4	32.256
DEF-02	Duman Egzos Fanı	5,5	5,5	5,5		5,5	44.352
DEF-04	Duman Egzos Fanı	5,5	5,5	5,5		5,5	44.352
DEF-05	Duman Egzos Fanı	5,5	5,5	5,5		5,5	44.352
DEF-07	Duman Egzos Fanı	7,5	7,5	7,5		7,5	60.480
Çöp Odaları İç Üniteler	Multisplit Klima Sistemi	8,8	8,8	8,8			70.963,2
Çöp Odaları Dış Üniteler	Multisplit Klima Sistemi	3,8	3,8	3,8			30.643,2
VRV İç Üniteler	Multisplit Klima Sistemi	22,8	22,8	22,8			183.859,2
VRV Dış Ünite	Multisplit Klima Sistemi	8	8	8			64.512
Toplam	VRV Sistemi	43,4	43,4	43,4			349.977,6
Toplam	Havalandırma Sistemi	36,26	36,26	36,26			292.400,64

Tablo 25.3. Sinema HVAC&R ekipmanları kurulu güç değeri ve yıllık elektrik tüketimleri

Sinema HVAC&R Tesisatı	Cihaz Tipi	Cihaz Gücü(kW)	Yaz Yüğü (kW)	Kış Yüğü (kW)	Yedek (kW)	Acil Durumda Yüğü (kW)	Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)
KS-01	Klima Santrali	22	22	22			177.408
KS-02	Klima Santrali	22	22	22			177.408
KS-03	Klima Santrali	22	22	22			177.408
KS-04	Klima Santrali	22	22	22			177.408
KS-05	Klima Santrali	22	22	22			177.408
KS-06	Klima Santrali	22	22	22			177.408
EF-05	Egzost Fanı	0,75	0,75	0,75			6.048
EF-13	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
EF-14	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
EF-15	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
EF-16	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
EF-17	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
EF-18	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
EF-19	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
EF-20	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
EF-21	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
EF-22	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
EF-24	Egzost Fanı	1	1	1			8064
VRV İç Üniteler	Multisplit Klima Sistemi	75,2	75,2	75,2			606.412,8
VRV Dış Ünite	Multisplit Klima Sistemi	110,4	110,4	110,4			890.265,6
Toplam	VRV Sistemi	185,6	185,6	185,6			1.496.678,4
Toplam	Havalandırma Sistemi	134,75	134,75	134,75			1.086.624

Tablo 25.4. Restoran HVAC&R ekipmanları kurulu güç değerleri ve yıllık elektrik tüketimleri

RESTORAN HVAC&R Tesisatı	Cihaz Tipi	Cihaz Gücü(kW)	Yaz Yüğü (kW)	Kış Yüğü (kW)	Yedek (kW)	Acil Durumda Yüğü (kW)	Yıllık Elektrik Tüketmi (kWh)
EF-08	Egzost Fanı	5,5	5,5	5,5			44.352
EF-09	Egzost Fanı	5,5	5,5	5,5			44.352
EF-10	Egzost Fanı	1,5	1,5	1,5			12.096
EF-11	Egzost Fanı	1,5	1,5	1,5			12.096
EF-12	Egzost Fanı	1,5	1,5	1,5			12.096
SF-02	Temiz Hava Fanı	3	3	3			24.192
SF-03	Temiz Hava Fanı	3	3	3			24.192
VRV İç Üniteler	Multisplit Klima Sistemi	388,1	388,1	388,1			3.129.638,4
VRV Dış Ünite	Multisplit Klima Sistemi	104,4	104,4	104,4			841.881,6
Toplam	VRV Sistemi	492,5	492,5	492,5			3.971.520
Toplam	Havalandırma Sistemi	21,5	21,5	21,5			173.376

Tablo 25.5. Ofisler HVAC&R ekipmanları kurulu güç değerleri ve yıllık elektrik tüketimleri

Ofisler HVAC&R Tesisatı	Cihaz Tipi	Cihaz Gücü(kW)	Yaz Yüğü (kW)	Kış Yüğü (kW)	Yedek (kW)	Acil Durumda Yüğü (kW)	Yıllık Elektrik Tüketmi (kWh)
HRV	Havalandırma Cihazı	5,5	5,5	5,5			44.352
EF-01	Egzost Fanı	2,2	2,2	2,2			17.740,8
EF-02	Egzost Fanı	1	1	1			8.064
EF-03	Egzost Fanı	1,5	1,5	1,5			12.096
EF-04	Egzost Fanı	0,1	0,1	0,1			806,4
Trench Heater	Yer Konvektörü	32		32			258.048
VRV İç Üniteler	Multisplit Klima Sistemi	83,9	83,9	83,9			676.569,6
VRV Dış Ünite	Multisplit Klima Sistemi	19,4	19,4	19,4			156.441,6
Toplam	Isıtma Sistemi	32		32			258.048
Toplam	Havalandırma Sistemi	10,3	10,3	10,3			83.059,2
Toplam	VRV Sistemi	103,3	103,3	103,3			833.011,2

Tablo 26. Ofis mahallerine göre HVAC&R ekipmanları yıllık elektrik tüketimleri ve enerji yoğunlukları

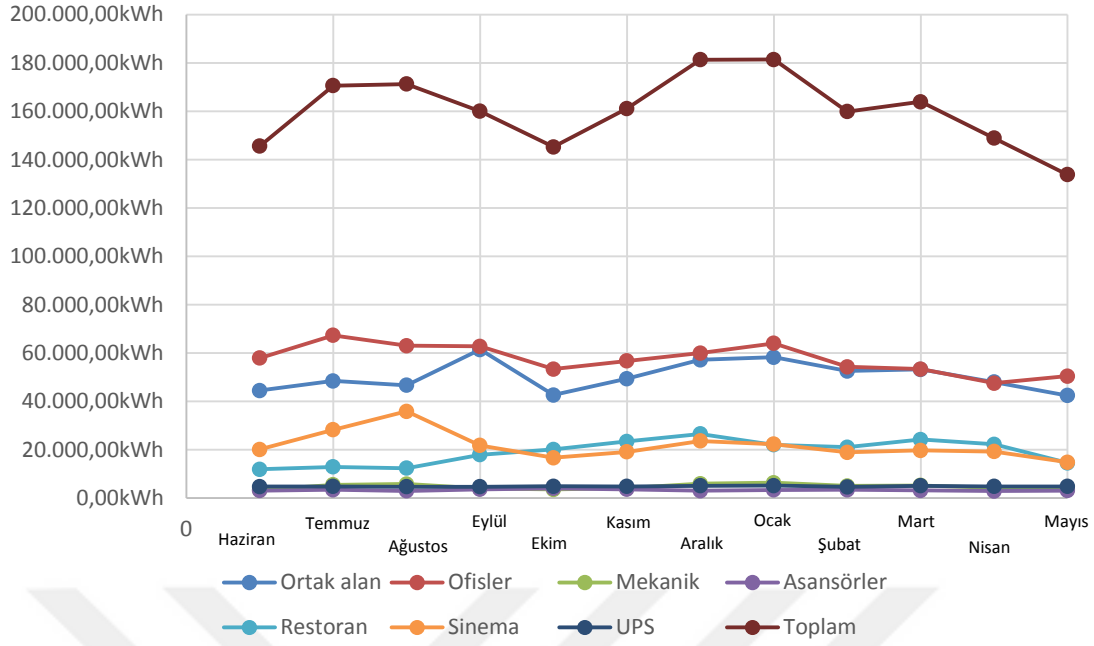
MAHAL	Pompa Isıtma Sistemi Yıllık Elektrik Tüketimi(kWh)	İklimlendirme Sistemi Yıllık Elektrik Tüketimi(kWh)	Havalandırma Sistemi Yıllık Elektrik Tüketimi(kWh)	Mahal Alanı (m2)	Enerji Yoğunluğu (kWh/m2)
Ortak Alan	107.993,28		261.602	4.440,22	83,24
Otopark		349.769,28	292.226,96	4.216,4	69,31
Sinema		1.495.787,52	1.085.977,2	1.972,3	550,61
Restoran		3.969.156	173.272,8	816,7	212,16
Ofisler	128.947,2	832.515,36	83.009,76	7.937,6	83,24
Bina Yıllık Enerji Yoğunluğu (kWh/m2)	5,57	299,99	93,54	19.383,22	

Mahal Bazında Elektrik Tüketimlerinin Değerlendirilmesi

Ofis binası yıllık elektrik tüketimleri Tablo 27’de verilmiştir. Bu değerler bina yönetim sistemi (BMS) aracılığıyla elde edilmiştir. BMS sisteminden günlük olarak kaydedilen elektrik, su ve doğal gaz tüketimleri aylık ve mahal bazında filtrelenerek Tablo 27 elde edilmiştir. Mahallere göre enerji tüketimlerinin karşılaştırılması için proje paketi içerisindeki tek hat diyagramları kullanılmıştır. Panolara bağlı olan yükler aydınlatma, priz, ekipman, motor ve alt pano yükü olarak ayrılarak kurulu güç değerleri dikkate alınarak proje tasarım aşamasında planlanan yıllık elektrik tüketimleri hesaplanmıştır [44].

Tek hat diyagramlarına göre planlanan elektrik tüketimleri Tablo 28’de verilmiştir. Seçilen eş zamanlılık faktörleri Tablo 29’da görülmektedir.

Mahallere göre aylık elektrik tüketimleri Şekil 23’te verilmiştir.



Şekil 23. Mahallere göre aylık elektrik tüketim değerleri

LEED V4: Mevcut Binalarda Operasyon ve Bakım

- LEED V4 EB: O+M versiyonunda minimum enerji performansını incelerken öncelikle iyileştirme gereksinimlerini belirlemek için analiz yapılmalıdır.
- Binada büyük yükler gözönüne alınarak kaynak enerji kullanım yoğunluğu belirlenmelidir. Uygun metrik belirlenmelidir. İncelenen ofis binada bu birim kWh seçilmiştir.
- Kaynak enerjisi belirlendikten sonra hava, enerji yoğunluğu ölçümleri ve diğer faktörler için normalleştirme planı hazırlanmalıdır.
- En az %10'luk (yüksek proses yüklü projeler için %5) enerji kaynak kullanım yoğunluğu (EUI) ile ölçülen enerji verimliliği sağlanmalıdır.
- En az 75 Energy Star puanı elde edilmelidir.

Tablo 27. Ofis binası BMS sisteminden elde edilen yıllık elektrik tüketim değerleri

Elektrik Tüketim Değerleri (kWh)											
	Ay	Yıl	Ortak alan	Ofisler	Mekanik	Asansörler	Restoran	Sinema	UPS	Toplam	
1	Haziran	2018	44.497,41	57.939,25	3.308,48	3.071,68	11.909,05	20.078,62	4.757,94	145.562,42	
2	Temmuz	2018	48.436,22	67.334,22	5.475,00	3.394,44	12.889,47	28.229,38	4.810,65	170.569,37	
3	Ağustos	2018	46.630,47	62.993,60	5.788,53	2.935,57	12.383,92	35.862,02	4.660,16	171.254,27	
4	Eylül	2018	61.421,30	62.741,36	3.973,65	3.589,24	17.894,95	21.773,89	4.696,12	159.980,51	
5	Ekim	2018	42.634,19	53.319,50	3.580,40	4.012,03	20.095,52	16.684,41	4.879,62	145.205,67	
6	Kasım	2018	49.371,75	56.697,62	4.095,86	3.650,53	23.410,86	19.100,18	4.793,47	161.120,27	
7	Aralık	2018	57.197,17	59.958,66	5.937,82	3.056,22	26.516,73	23.588,27	5.069,57	181.324,44	
8	Ocak	2019	58.263,54	64.005,36	6.341,99	3.346,91	22.003,45	22.279,00	5.146,10	181.386,35	
9	Şubat	2019	52.564,96	54.292,85	5.023,63	3.395,18	21.034,71	18.930,46	4.633,50	159.875,29	
10	Mart	2019	53.237,14	53.357,51	5.241,82	3.146,05	24.208,27	19.679,91	5.060,06	163.930,76	
11	Nisan	2019	47.998,71	47.512,55	4.211,86	2.900,83	22.207,49	19.225,65	4.828,04	148.885,13	
12	Mayıs	2019	42.392,33	50.422,56	3.696,10	3.100,31	14.562,27	14.827,27	4.784,03	133.784,87	
Toplam											1.922.879,35

Tablo 28.1. Ofis binası tek hat diyagramlarına göre planlanan yıllık elektrik tüketim değerleri-1

Pano Adı	Açıklama	Aydınlatma(kW)	Priz(kW)	Ekipman(kW)	Motor(kW)	Pano(kW)	Pano Talep Gücü(kW)	Kaynak	Planlanan Yıllık Enerji Tüketimi(kWh)
DP-6B-001	Otopark	12,87	5,40				16,65	BB-1 Busbar	134.265,60
DP-SGK-001	Sıgımak	2,32	2,70				4,21	BB-1 Busbar	33.949,44
MCC-6B-001	Mekanik				0,20	23,80	19,18	BB-1 Busbar	154.667,52
MCC-6B-002	Mekanik				47,20		33,04	ADP-3 Panosu	266.434,56
DP-5B-001	Otopark	7,49	4,80				10,85	BB-1 Busbar	87.494,40
DP-4B-001	Otopark	6,21	7,20				11,25	BB-1 Busbar	90.720,00
DP-3B-001	Otopark	9,78	13,80	4,00			22,64	BB-1 Busbar	182.568,96
UP-3B-001	UPS		5,40	5,80			8,42	UDP Panosu	67.898,88
DP-2B-001	Sinema	5,27	4,80				8,63	BB-1 Busbar	69.592,32
SP-2B-001	Sinema					350,00	280,00	BB-3 Busbar	2.257.920,00
DP-1B-001	Ortak alan	6,20	4,70				9,49	BB-1 Busbar	76.527,36
DP-1BA-001	Ortak alan	1,56	2,40	16,60			16,52	BB-1 Busbar	133.217,28
UP-1B-001	UPS		4,60				3,22	UDP Panosu	25.966,08
SP-ZK-001	Restoran sayaç					622,57	498,06	BB-3 Busbar	4.016.323,58
DP-ZK-002	Ortak alan	0,96	1,50				2,01	BB-1 Busbar	16.208,64
SP-1K-001	Ofis sayaç					143,38	114,70	BB-2 Busbar	924.973,06
DP-1K-001	Ortak alan	3,42	6,20	0,10			7,84	BB-1 Busbar	63.221,76
SP-2K-001	Ofis sayaç					142,90	114,32	BB-2 Busbar	921.876,48
DP-2K-001	Ortak alan	3,77	6,50	0,10			8,40	BB-1 Busbar	67.737,60
SP-3K-001	Ofis sayaç					142,90	114,32	BB-2 Busbar	921.876,48
DP-3K-001	Ortak alan	5,07	5,00	1,70			9,93	BB-1 Busbar	80.075,52
SP-4K-001	Ofis sayaç					142,90	114,32	BB-2 Busbar	921.876,48
DP-4K-001	Ortak alan	5,07	5,00	1,70			9,93	BB-1 Busbar	80.075,52
SP-5K-001	Ofis sayaç					142,90	114,32	BB-2 Busbar	921.876,48
DP-5K-001	Ortak alan	5,07	5,00	1,70			9,93	BB-1 Busbar	80.075,52
SP-6K-001	Ofis sayaç					96,60	77,28	BB-2 Busbar	623.185,92
DP-6K-001	Ortak alan	5,07	5,00	1,70			9,93	BB-1 Busbar	80.075,52
SP-7K-001	Ofis sayaç					69,18	55,34	BB-2 Busbar	446.294,02
DP-7K-001	Ortak alan	5,07	5,00	1,70			9,93	BB-1 Busbar	80.075,52
SP-8K-001	Ofis sayaç					69,18	55,34	BB-2 Busbar	446.294,02

Tablo 28.2. Ofis binası tek hat diyagramlarına göre planlanan yıllık elektrik tüketim değerleri-2

Pano Adı	Açıklama	Aydınlatma (kW)	Priz(kW)	Ekipman (kW)	Motor(kW)	Pano(kW)	Pano Talep Gücü (kW)	Kaynak	Planlanan Yıllık Enerji Tüketimi(kWh)
DP-8K-001	Ortak alan	5,07	5,00	1,70			9,93	BB-1 Busbar	80.075,52
SP-9K-001	Ofis sayaç					69,18	55,34	BB-2 Busbar	446.294,02
DP-9K-001	Ortak alan	5,07	5,00	1,70			9,93	BB-1 Busbar	80.075,52
SP-10K-001	Ofis sayaç					41,68	33,34	BB-2 Busbar	268.886,02
DP-10K-001	Ortak alan	2,00	1,00	1,70			4,06	BB-1 Busbar	32.739,84
MLP-8K-001	Asansör					13,40	13,40	BB-1 Busbar	108.057,60
MCC-10K-001	Mekanik				6,26		4,38	BB-1 Busbar	35.336,45
MCC-11K-001	Mekanik				26,70		18,69	BB-1 Busbar	150.716,16
LP-ZK-001	Asansör					7,50	7,50	BB-1 Busbar	60.480,00
MLP-11K-001	Asansör					93,60	93,60	BB-1 Busbar	754.790,40
LP-11K-005	Asansör					13,00	13,00	ADP-3 Panosu	104.832,00
DP-11K-001	Ortak alan	1,00	1,00				1,70	BB-1 Busbar	13.708,80
Reklam panosu	Ortak alan					15,00	15,00	ADP-2 Panosu	120.960,00
YP-6B-001	Yangın panosu			55,00			55,00	ADP-2 ve Sekron gen.	443.520,00
TOPLAM									16.530.296,83

Yıllık enerji tüketimleri Boğaziçi Elektrik Tüketim Hesaplama arayüzü ile hesaplanmıştır. Mahallere ve yük tiplerine göre tasarlanan yıllık elektrik tüketimleri Tablo 30'da verilmiştir [44].

Tablo 29. Seçilen eş zamanlılık faktörleri

Eş Zamanlılık Faktörü	
Aydınlatma	1,00
Priz	0,70
Ekipman	0,80
Motor	0,70
Pano	0,80
Acil durum yükü	1,00
Diğer	1,00

Tablo 30. Yük tiplerine göre planlanan yıllık elektrik tüketim değerleri

Planlanan Yıllık Enerji Tüketimi (kWh)	Aydınlatma	Priz	Ekipman	Pano	Kaynak diversitesi	Planlanan Tüketimler Tüketim (kWh)	Gerçek Tüketim (kWh)	Fark(%)
Ortak alan	457.390,08	344.332,80	196.116,48	96.768,00	0,80	875.685,89	604.645,20	76,18
Ofis	0,00	0,00	0,00	6.843.432,96	0,80	5.474.746,37	690.575,00	87,39
Otopark	293.126,40	176.117,76	25.804,80	0,00	0,80	396.039,17		
Sinema	42.497,28	27.095,04	0,00	2.257.920,00	0,80	1.862.009,86	260.259,10	86,02
Restoran	0,00	0,00	0,00	4.016.323,58	0,80	3.213.058,87	229.116,70	92,87
Mekanik			453.616,13		0,80	362.892,90	56.675,14	84,38
Asansör				1.028.160,00	0,80	822.528,00	39.598,99	95,19
UPS				93.864,96	0,80	75.091,97	58.119,26	22,60
Toplam	793.013,76	547.545,60	675.537,41	14.336.469,50	0,80	10.465.642,41	1.938.989,39	81,47

Ofis binası 1250 kVA kapasiteli 2 adet kendine ait trafo merkezinden beslenmektedir. TR-1 trafosu ADP-1 ana dağıtım panosunu, TR-2 trafosu ADP-2 ve ADP-3 ana dağıtım panolarını beslemektedir. Aynı zamanda sistem, enerji sürekliliği için sistem 2 adet 1100 kVA kapasiteli generatör ile desteklenmektedir. Generatörler, ADP ana dağıtım panoları girişlerinde tesis edilen elektriksel-mekanik kilitleme sistemi ile devreye girerek dağıtım panolarına enerji sağlamaktadır.

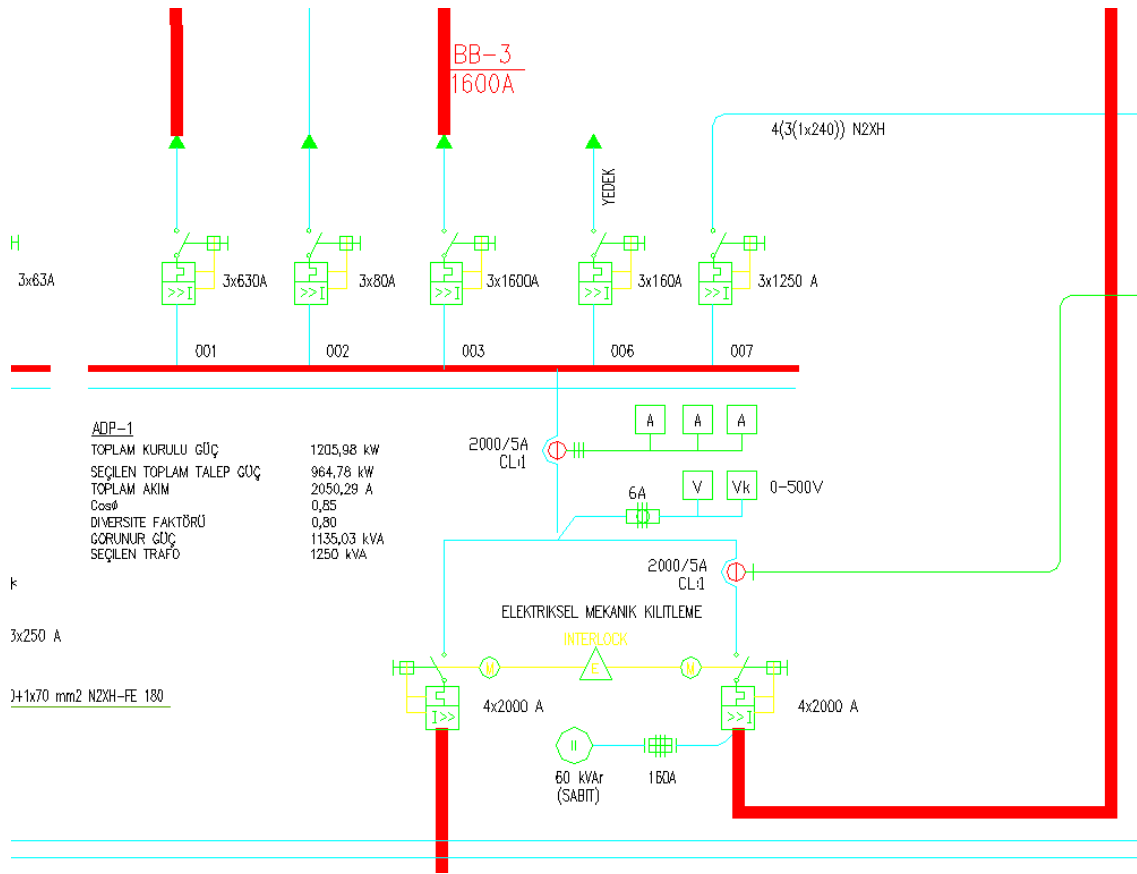
Ofis sayaç panoları için çıkışlar ADP-2'den beslenen BB-2 busbarı üzerinden alınmıştır. 1600A akım kapasiteli BB-2 busbar diversitesi 0,8 olarak seçilmiştir. Ofis binası için tek fatura gelmektedir. Katlardaki ofis sayaç panolarındaki süzme sayaçlar ile kiralık alanlar faturalandırılmaktadır.

Restoran sayaç panoları için çıkışlar ADP-1'den beslenen BB-3 busbarı üzerinden alınmıştır. 1600A akım kapasiteli BB-3 busbar diversitesi 0,8 olarak seçilmiştir.

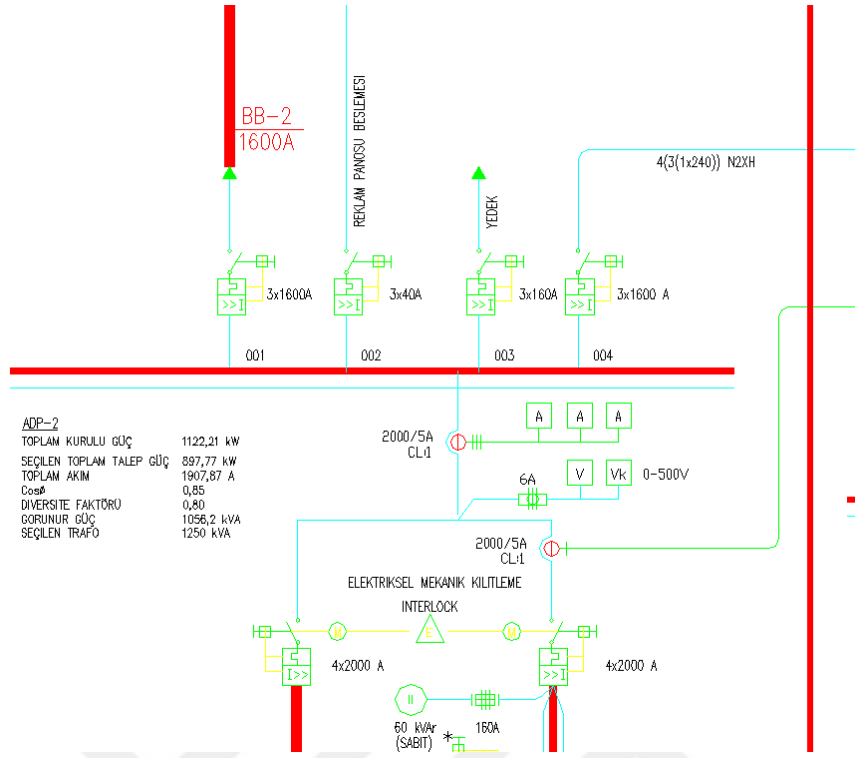
Ortak alan yükleri, mekanik yükler ve asansörler için çıkışlar ağırlıklı olarak ADP-1'den beslenen BB-1 busbarı üzerinden alınmıştır. 1600A akım kapasiteli BB-1 busbar diversitesi 0,8 olarak seçilmiştir.

ADP dağıtım panolarında ve UDP panosunda enerji dağıtımları kuvvet kolon diyagramlarından alınan görsellerle Şekil 24, Şekil 25, Şekil 26 ve Şekil 27’de gösterilmiştir.

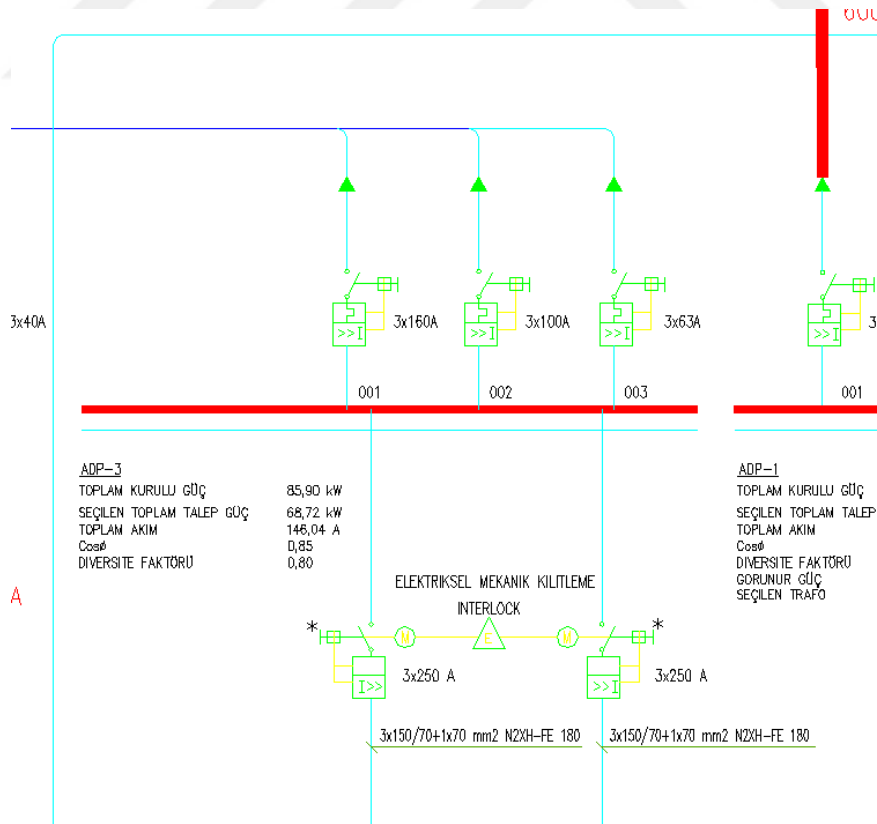
Kullanım tipine göre yükler katagorize edilerek kurulu güç değerleri hesaplanmıştır. Yüklerin seçilen eş zamanlılık faktörleri ile çarpılması ve kaynak diversitesi uygulanması sonucunda yıllık tasarlanan elektrik tüketim değerleri elde edilmiştir.



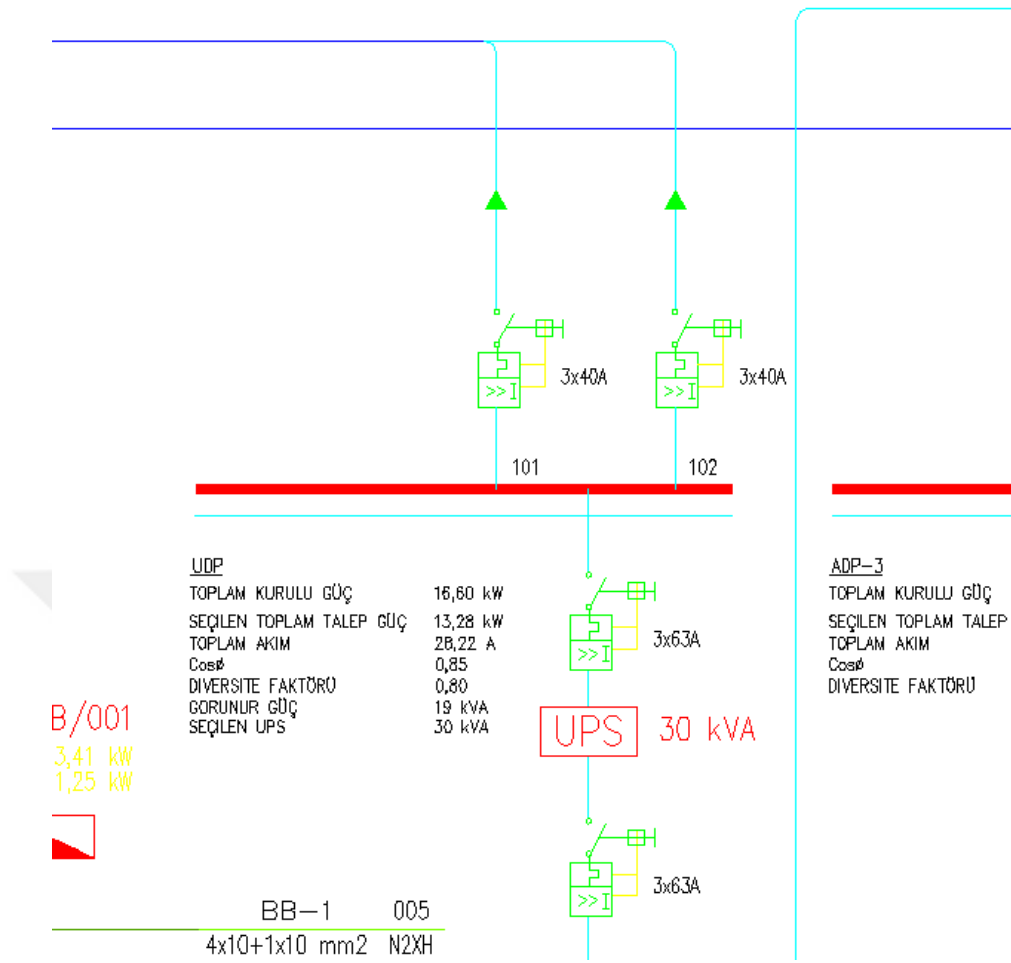
Şekil 24. ADP-1 enerji dağıtımı



Şekil 25. ADP-2 enerji dağıtımı



Şekil 26. ADP-3 enerji dağıtımı



Şekil 27. UDP enerji dağıtımı

Tasarlanan bina elektrik tüketim verileri ile BMS'ten ölçülen elektrik tüketim verileri karşılaştırıldığında Tablo 30'da görüldüğü gibi yaklaşık %80'lik bir tasarruf söz konusudur. Tasarlanan binaya göre %10 üzerinde elektrik enerjisi tasarrufu sağlanmıştır. Binanın bu krediden 33 puana yakın bir puan elde edilebileceği öngörülmektedir.

Armatür Analizi

Tablo 28'e göre ofis binasında aydınlatma gücü bina toplam gücünün %5'idir. Binada LED teknolojisi kullanılmamıştır. Ofis içleri dahil bütün armatürler flouresandır. Armatürlerin özellikleri, adetleri ve fiyatları Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Ofis binası mevcut aydınlatma ve fiyat tablosu

Fluoresan Armatürler	Işık Akısı (lumen)	Güç(W)	Birim	Miktar	Armatür birim fiyatı(TL)	Malzeme Toplam Fiyat(TL)	Toplam Güç (W)
EXIT- 2x8W Tek veya Çift Yönlü Tavana Montajlı, Floresan Ampüllü, Kendinden Aktülü, Enerji Kesintisi Durumunda Kendinden Devreye giren, 2 Saat Aydınlatma Kapasiteli, Şarj Ünitesi Üzerinde Olan Acil Çıkış Armatürü.	860	16	Ad.	96	72,24	6.935,34	1536
1x18W Yatay Kompakt Floresan Ampullu,Cam Kapaklı Elektronik Balastlı Gomme Tip Downlight Armatür (D3)	1350	18	Ad.	32	46,48	1.487,24	576
2x18W Yatay Kompakt Floresan Ampullu,Cam Kapaklı Elektronik Balastlı Gomme Tip Downlight Armatür (D4)	2700	36	Ad.	66	52,29	3.451,16	2376
2x26W Yatay Kompakt Floresan Ampüllü,Cam Kapaklı, Entegre Elektronik Balastlı Armatür (D6)	3900	52	Ad.	402	52,29	21.020,68	20904
4x18W,Floresan Armatür,Reflektörlü, Sıva üstü Tip (S3)	5400	72	Ad.	7	73,62	515,33	504
4x18W,Floresan Armatür,Reflektörlü, Gömme Tip (S4)	5400	72	Ad.	67	63,30	4.241,01	4824
2x58W Floresan Armatür, Sıva üstü, Etanj (U1)	9100	116	Ad.	165	64,85	10.699,72	19140
1x36W Floresan Armatür, Sıva üstü, Etanj (U3)	2370	36	Ad.	5	57,19	285,96	180
2x36W Floresan Armatür, Sıva üstü, Etanj (U4)	4740	72	Ad.	55	62,78	3.453,05	3960
2x36W Floresan Armatür,Gömme Tip (P2)	4740	72	Ad.	4	73,10	292,41	288
60W Enkandesan Armatür, Duvara Montajlı, Korumalı(E2)	6000	60	Ad.	115	17,20	1.978,08	6900
1X40W Floresan Armatür, Dekoratif Amaçlı, Duvara Montajlı(01)	2370	40	Ad.	5	58,37	291,87	200
2X18W Opal Lensli Armatür(C1)	2700	36	Ad.	206	62,61	12.897,80	7416
1X18W Floresan Armatür, Duvara Montajlı (T1)	1350	18	Ad.	45	26,15	1.176,53	810
400W Metal Halide Asimetrik Projektör	41000	400	Ad.	16	344,01	5.504,24	6400
TOPLAM						74.230,42	76.014

Tablo 31'deki armatürler aynı ışık akısı değerini sağlayan LED aydınlatmaların özelliklerinin ve fiyatları Tablo 32'de verilmiştir [46].

Tablo 32. Ofis binasında değişmesi öngörülen flouresan armatürlerin yerine monte edilecek LED aydınlatmalar

LED Armatürler	Işık Akısı (lumen)	Güç(W)	Birim	Miktar	Armatür birim fiyatı(TL)	Malzeme Toplam Fiyat(TL)	Toplam Güç (W)
EXIT- 9W Tek veya Çift Yönlü Tavana Montajlı, LED Kendinden Akülü, Enerji Kesintisi Durumunda Kendinden Devreye giren, 2 Saat Aydınlatma Kapasiteli, Şarj Ünitesi Üzerinde Olan Acil Çıkış Armatürü.	810	9	Ad.	96	46,50	4.464,00	864
14W LED Downlight Armatür	1600	14	Ad.	32	102,30	3.273,60	448
26W LED Downlight Armatür	3042	26	Ad.	66	44,05	2.907,37	1716
40W LED Armatür	4030	40	Ad.	402	64,33	25.858,65	16080
50W Sıvaüstü LED Armatür	6330	50	Ad.	7	148,03	1.036,18	350
50W Reflektörlü LED Armatür	6330	50	Ad.	67	148,03	9.917,68	3350
70W Etanj LED Armatür	10000	70	Ad.	165	620	102.300,00	11550
17.5W Sıvaüstü Etanj LED Armatür	2500	17,5	Ad.	5	62,155	310,78	88
35W Sıvaüstü Etanj LED Armatür	5000	35	Ad.	55	124,31	6.837,05	1925
35W Gömme LED Armatür	5000	35	Ad.	4	124,31	497,24	140
42W LED Duvar Armatürü	6000	42	Ad.	115	372	42.780,00	4830
17.5W LED Armatür	2500	17,5	Ad.	5	62,16	310,78	88
26W LED Armatür	3042	26	Ad.	206	24,77	5.102,41	5356
13W LED Armatür	1521	13	Ad.	45	24,77	1.114,61	585
450W LED Projektör	42750	450	Ad.	16	2913,50	46.616,06	7200
TOPLAM						253.326,39	54.569

Tablo 31'deki flouresan aydınlatmalar yılda 127.703,52 kWh elektrik harcarken, Tablo 32'deki LED aydınlatmalar yılda 91.675,92 kWh elektrik harcamaktadır [43]. Tablo 31'deki flouresan aydınlatmaların Tablo 32'deki LED aydınlatmalarla değişmesi durumunda yılda en az 36.027,6 kWh elektrik tasarrufu sağlanacaktır. Bu elektrik tasarrufu yılda yaklaşık 27.000 TL'ye karşılık gelmektedir. Buna göre Tablo 31 ve Tablo 32'deki armatür fiyatları karşılaştırıldığında söz konusu revizyon yaklaşık 6-7 yılda kendini amorti etmektedir.

4.4.5. Şebeke harmonizasyonu

- Binada talep müdahale programı için çalışma yapılmamıştır.
- Sahada enerji depolama teknolojileri mevcut değildir.
- Bu krediden puan elde edilememiştir.
- Ancak binada $\cos\phi$ değeri 0,9 olacak şekilde kompanzasyon otomatik olarak devreye girmektedir.
- Bu krediden puan elde etmek akıllı şebeke altyapılarının tesis edilmesiyle mümkün olacaktır.

4.5. Malzeme ve Kaynak

4.5.1. Satın alma politikası

- Bina işletmesinden alınan bilgilere göre yeni cihaz satın alımında birkaç firmadan fiyat teklifi alınarak optimum seçeneğe karar verilmektedir.
- Malzemeler kategorize edilerek yıllık en çok satın alınan ürünler için politika geliştirilmemiştir.
- Satın alma politikası kredi gerekliliklerini karşılamamaktadır.

4.5.2. Tesis bakım ve yenileme politikası

Aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı bu ön şart sağlanamamaktadır.

- Bakım sırasında ortaya çıkan atıklarla ilgili yeniden kullanım veya geri dönüştürülmesine yönelik uygulamalar bulunmamaktadır.
- Atık performansını destekleyici uygulama mevcut değildir.
- Bu nedenle tesisin bakım ve yenileme politikası kapsamında gereklilikler karşılanmamaktadır.

4.5.3. Atık performansı

- Tüm tesis ve yenileme faaliyetlerinden doğan atıklar cinsine göre toplanarak yönlendirilmektedir.
- Atıkların %80'ine yakın bir oranda yönlendirme yapılmaktadır.
- Ön koşulların sağlanması durumunda binanın bu krediden 8 puan alabileceği öngörülmektedir.

4.5.4. Satın alma

Malzeme ve kaynak kategorisinin 3 ön koşulu incelendiğinde sadece atık performansı için LEED için geçerli bir strateji geliştirilmiştir. Tüm ön koşullar sağlanmadığından satın alma kredisi değerlendirilemez. Bu nedenle bu kategoriden puan elde edilememektedir.

4.6. İç Çevre Kalitesi

4.6.1. Minimum iç hava kalitesi

Bu kredi ön şart olduğundan öncelikle ön koşul gerekliliği olarak doğal havalandırma şartının incelenmesi gerekmektedir.

Mahal Bazında Doğal Havalandırma Şartlarının Değerlendirilmesi

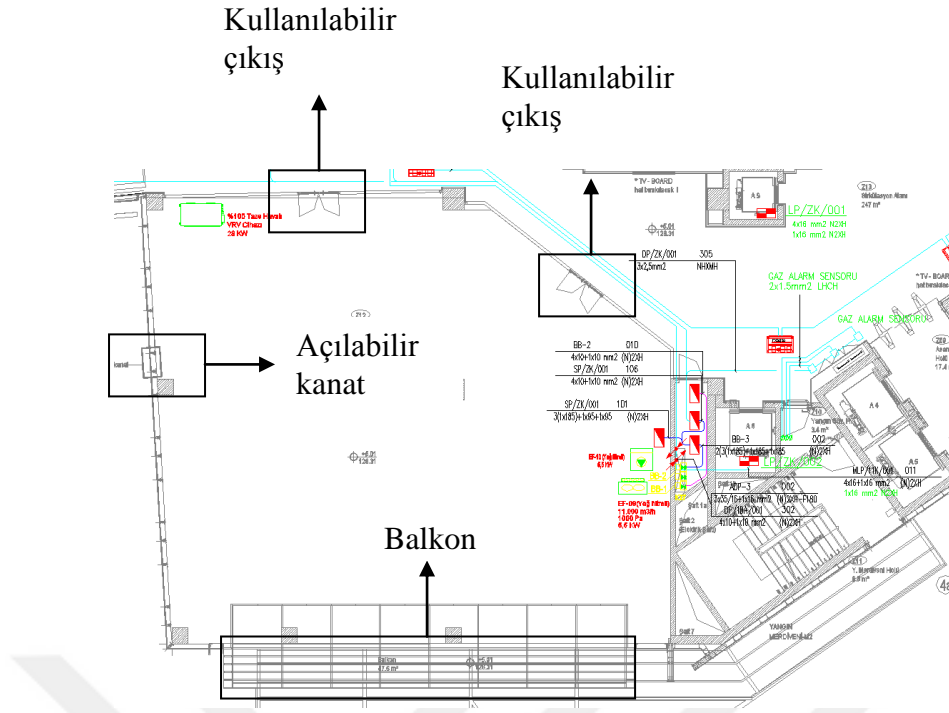
1. Restoran

80 kişilik kapasiteye sahip ofis binası içerisindeki 285 m² alana sahip olan restoran için Denklem (3.15), Tablo 17 ve Tablo 18 kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.

Restorana ait mekanik cihazların ve mekan açıklıklarının olduğu plan Şekil 28'de gösterilmiştir.

$$0.3*285+2.5*80=285,5 \quad (3.15)$$

Denklem (3.15)'e göre minimum dış hava hızı 285,5 L/s olmalıdır.



Şekil 28. Restoran mekanik cihaz planı ve mekan açıklıkları

Şekil 28’de görüldüğü üzere restoranın kullanılabilir 2 adet çıkışı bulunmaktadır. Buna göre açıklıktan kullanılabilir açıklığa olan mesafe Tablo 12’ye göre 5xTavan yüksekliği olmalıdır. restoran katı 6 m yüksekliğinde olduğundan maksimum mesafe 30 m’dir. İlgili mesafe 20 m olduğundan bu şart sağlanmaktadır.

Açıklık olarak değerlendirilen açılabilir kanat ve balkon toplamda yaklaşık 24 m² alan teşkil etmektedir. Burada balkonun tamamen açılabilir bir çıkış olduğu varsayılmıştır. restoran alanı 285 m² olduğundan Tablo 12’ye göre $285 \times 0,04 = 11,4$ m² alan açıklık olması gerektiğinden bu şart sağlanmaktadır.

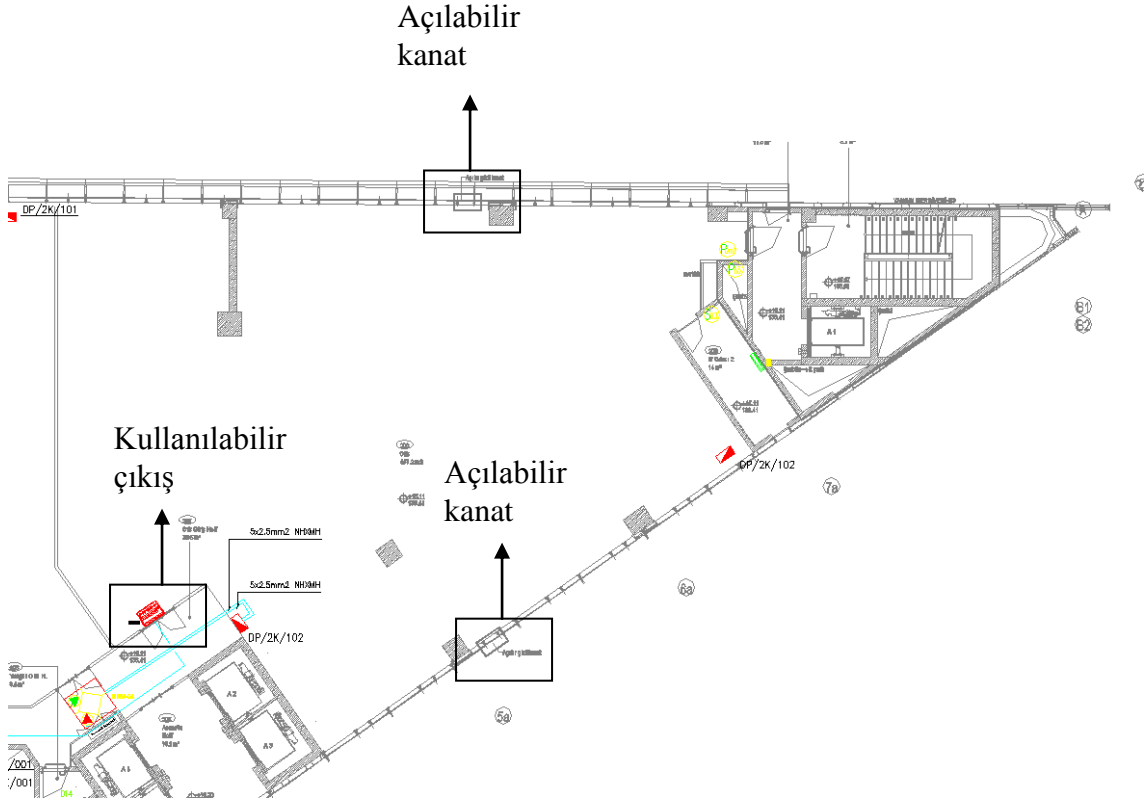
2. Kiralanabilir Ofisler

30 kişilik kapasiteye sahip ofis binası içerisindeki 457 m² alana sahip olan kiralanabilir tip ofisler için Denklem (3.15), Tablo 17 ve Tablo 18 kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.

Ofise ait mekanik cihazların ve mekan açıklıklarının olduğu plan Şekil 29’da gösterilmiştir.

$$0.3 \cdot 457 + 2.5 \cdot 30 = 212,2 \quad (3.15)$$

Denklem (3.15)’e göre minimum dış hava hızı 212,2 L/s olmalıdır.



Şekil 29. Kiralanabilir ofis mekanik cihaz planı ve mekan açıklıkları

Şekil 29’da görüldüğü üzere kiralanabilir ofisin kullanılabilir 1 adet çıkışı bulunmaktadır. Buna göre açıklıktan kullanılabilir açıklığa olan mesafe Tablo 12’ye göre $2 \times \text{Tavan yüksekliği}$ olmalıdır. Ofis 4 m yüksekliğinde olduğundan maksimum mesafe 8 m’dir. İlgili mesafe 31 m olduğundan bu şart sağlanamamaktadır. Ayrıca bu çıkış koridora açıldığı ve atmosfere direk bağlı olmadığından temiz hava girişi olarak düşünülememektedir. Açıklık olarak değerlendirilen açılabilir kanatlar toplam yaklaşık 2 m² alan teşkil etmektedir. Ofis alanı 457 m² olduğundan Tablo 12’ye göre $457 \times 0.04 = 18,3$ m² alan açıklık olması gerektiğinden bu şart sağlanamamaktadır.

Bu şartın sağlanabilmesi, binanın tasarım aşamasından itibaren düşünülmesi gereken bir unsurdur. Bununla ilgili cephe ve mimari revizyonlar maliyet ve işletme zorluklarından dolayı söz konusu olmayacaktır.

4.6.2. Çevresel duman kontrolü

Bina kullanıcılarının sigara içebilmesi için binadan 7 m uzaklıkta sigara içme bölgesi oluşturulmuştur. Ön şart sağlanmaktadır.

4.6.3. Yeşil Temizlik Politikası

Seçenek- 2 değerlendirilmiştir. Ofis binasında onaylı bir temizlik servisiyle anlaşma yapılmıştır. Ön koşul sağlanmaktadır.

4.6.4. İç çevre kalite performansı

Bu kredi minimum iç hava kalitesi kredisi kapsamındaki doğal havalandırma şart sağlanmadığı için değerlendirilememektedir. Doğal havalandırma şartının sağlanması durumunda bina kullanıcılarına yapılan ankette iç hava kalitesi memnuniyet değerlendirmeleri dikkate alınmalıdır.

4.6.5. Yeşil temizlik

Bu kredi ön koşullar sağlanamadığı için değerlendirilememektedir. Ancak binada sertifikalı temizlik servisi bulunmaktadır. Sertifikalı temizlik servisi bulunduğu halde bu krediden 3 puanlık bir kayıp söz konusudur.

4.6.6. Entegre zararlılık yönetimi

Binada sertifikalı IPM servis görevlidir. Haftada bir böcek kontrol denetimi ve uygulamaları yapılmaktadır. Entegre zararlılık yönetimi için program ve strateji geliştirilmiştir. Ancak bu kredi ön koşullar sağlanamadığı için değerlendirilememektedir. Bu krediden 1 puanlık bir kayıp söz konusudur.

4.7. Yenilik

Operasyon ve bakım alanında yetkili LEED uzmanı görevlendirilmediğinden bu krediden puan elde edilememiştir. Projede bir LEED AP kişisi görevlendirildiği takdirde 1 puan elde edilebilecektir.

5. SONUÇ

Yapılan değerlendirmelere göre “Lokasyon ve Ulaşım” kategorisinden 13 puan elde edilebileceği öngörülmektedir.

“Sürdürülebilir Çevre” kategorisinden 1 puan elde edilebileceği öngörülmektedir. Bu puan sadece ışık kirliliğinin azaltılması kredisinden sağlanabilmektedir. Yağmursuyu yönetimi, ısı adası azaltılması ve saha yönetimi kredilerinden puan elde edilememektedir. Çatıda uygun gölgelendirme ve bitkilendirme ile birlikte proje saha yönetim oluşturularak 2 puan daha alınabilir.

“Su Verimliliği” kategorisinde baz bina modeli ile karşılaştırma yöntemi kullanılarak tüketimler değerlendirilmiştir. Ancak fark LEED oranını aştığından bu kategoride puan eldesi sağlanamamaktadır.

“Enerji ve Atmosfer” kategorisi için yıllık su, doğal gaz ve elektrik tüketim verilerinden yararlanılmıştır. Bu tüketimler sera gazı emisyonlarına dönüştürülerek günlük yaşamda bu tüketimlere karşılık gelen uygulamalar saptanmıştır. Şekil 23’teki elektrik tüketim verilerine göre ölçümün son ayları olan Mart, Nisan ve Mayıs aylarında tüm yük kategorilerinde elektrik tüketimlerinde azalma olduğu görülmüştür. Kış aylarında ise toplam tüketimin daha fazla olduğu saptanmıştır. Ofis binasında tasarlanan tüketim ve gerçek tüketimler karşılaştırıldığında hesaplanan fark proje tasarım önemini ve aynı özellikteki LEED sertifikalı referans binalarla karşılaştırma yapılması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. LEED kapsamında ofis binası değerlendirildiğinde enerji verimliliği yönetim uygulamaları ve temel soğutma ön şartları sağlanmıştır. Bina enerji simülasyonu yapılabildiği takdirde Enerji ve Atmosfer kategorisinden 33 puan elde edilebileceği öngörülmektedir. Yapılan armatür analizine göre mevcut ofis binasındaki floresan aydınlatmaların LED aydınlatmalarla değiştirilmesi, enerji simülasyonunda minimum enerji performansı kredisinde gerekli puan için önem arz etmektedir. Ayrıca binada BMS sisteminin tesis edilmiş olması bu kategoride büyük önem taşımaktadır.

“Malzeme ve Kaynak” kategorisinde satın alma strateji planı ile tesis bakım ve yenileme politikası ön şartları sağlanamamıştır. Ancak atık performansı ön şartı sağlanmaktadır. İki önşart sağlanmadığından bu kategoriden puan elde edilememektedir. Projede satın alma stratejisi, tesis bakım ve yenileme politikası geliştirilerek bu kategoriden 9 puan alınabilir.

“İç Çevre Kalitesi” kategorisinde minimum iç hava kalitesi kredisinde yer alan doğal havalandırma şartı sağlanmadığından diğer ön şartlar sağlansa da bu kategoriden puan elde edilememektedir. Bu kategoriden puan elde edilebilmesi cephede yapılacak revizyonlara bağlıdır. Ancak bu uygun bir müdahale olarak görülmemektedir.

“Yenilik” kategorisinde uzman bir LEED AP kişisi projede bulunmadığından puan elde edilememektedir. Projede bir LEED AP kişisi görevlendirildiği takdirde 1 puan daha alınabilmektedir.

Değerlendirmelere göre toplam ofis binası LEED V4.1: OB+M versiyonu kapsamında 47 puan elde edilmesi öngörülmektedir. Buna göre ofis binası LEED Sertifikasına sahip olacaktır.

Değerlendirme ve önerilere göre 12 puan arttırılabilmesi mümkündür. Buna göre ofis binası LEED Gümüş Sertifika ile sertifikalandırılabilir.

LEED gibi dünyada en yaygın olan sertifikalandırma sistemleri sürdürülebilirlik açısından önem arz etmektedir. Bir binanın krediler kapsamında takip edilmesi enerji verimliliği konusunda artı puan sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Scofield, J., Doane, J. (2018). Energy Performance of LEED Certified Buildings From 2015 Chicago Benchmarking Data. Energy and Buildings, Volume 174, 402-413.
- [2] IEA – International Energy Agency Web Sitesi, <https://www.iea.org/geco/data/>, 14Temmuz 2019.
- [3] İslamoğlu, A., Ürük, Z. (2018). Relation of Sustainable Energy and Certification Systems In High-Rise. 2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), 19-21 October, Ankara, Turkey.
- [4] Anbarcı, M., Giran, Ömer., Demir, İ.H. (2012) e-Journal of New World Sciences Academy. [Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemleri İle Türkiye'deki Bina Enerji Verimliliği Uygulaması](https://dergipark.org.tr/download/article-file/186134) (2012) 368-383, <https://dergipark.org.tr/download/article-file/186134>, 16Temmuz 2019.
- [5] Michael, M., Xia, L. (2017). An Optimal Model For A Building Retrofit With LEED Standard As Reference Protocol. Energy and Buildings, Volume 139, 22-30.
- [6] Gültekin, B., Bulut, B. (2015). Green Building Certification Systems: Suggestion of A System For Turkey. 2nd International Sustainable Buildings Symposium (ISBS), 28-30 May, Ankara, Turkey.
- [7] Fuertes G., Schiavon S. (2014). Plug Load Energy Analysis: The Role of Plug Loads In LEED Certification and Energy Modeling. Energy and Buildings, Volume 76, 328-335.
- [8] Uğur, L., Leblebici, N. (2018). An Examination of The LEED Green Building Certification System In Terms Of Construction Costs. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 81, 1, 1476-1483.
- [9] Altomonte, S., Schiavon, S. (2013). Occupant Satisfaction In LEED and Non-LEED Certified Buildings. Building and Environment, Volume 68, 66-76.
- [10] Orhan, İ., Kaya, L. (2016). LEED Belgeli Yeşil Binalar ve İç Mekan Kalitesinin İncelenmesi. Dergi Park Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7, Sayı Özel, 18-28.
- [11] USGBC Web Sitesi, <https://www.usgbc.org/articles/about-leed>, 15 Ekim 2019.

- [12] Yeşil Bina Danışmanlık Web Sitesi, www.leedsertifikasi.com, 16Ekim 2019.
- [13] Kim, Y., Altan, H. (2018). Analysis Of Energy Reduction Through HVAC Commissioning: A Case Study Of A LEED Certified New Building. 5th International Conference On Renewable Energy: Generation and Applications (ICREGA), 25-28 February, Al Ain, United Arab Emirates.
- [14] Cardenas, J., Gallego, G., Escobar, A., Trejos, A., Perez, M. (2013). Diagnostic Methodology Based On LEED System For Energy and Environmental Evaluation Of Healthcare Facilities. Pan American Health Care Exchanges (PAHCE), 25 July, Medellin, Colombia.
- [15] Rashwan, S., Duhoux, M. (2015). Benchmarking Energy Performance For LEED Residential Homes In Manitoba. IEEE Electrical Power and Energy Conference (EPEC), 26-28 October, London, ON, Canada.
- [16] Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023, http://www.yegm.gov.tr/document/20180102M1_2018.pdf, 15 Ağustos 2019.
- [17] Resmi Gazete Kurul Kararı (2012), Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/02/20120225-7.htm>, 15 Ağustos 2019.
- [18] Sharma, R., Jain, R. (2015). Energy Audit Of Residential Buildings To Gain Energy Efficiency Credits For LEED Certification. International Conference on Energy Systems and Applications, 30 October-1 November, Pune, India.
- [19] USGBC Web Sitesi, <https://www.usgbc.org/articles/top-10-countries-leed-national-profile-turkey>, 28 Ağustos 2019.
- [20] Yeşil Bina Sürdürülebilir Yapı Teknolojileri Dergisi Web Sitesi, <http://www.yesilbinadergisi.com/yayin/698/ideal-bir-leed-sertifika-sureci-nasil-olmalidir-21027.html#.XKCgrVUzbIU>, 31 Mart 2019.
- [21] Teknopark İstanbul Web Sitesi, <https://teknoparkistanbul.com.tr/leed-sertifikasyonu>, 31 Mart 2019.
- [22] Gürgün, A., Polat, G., Damcı, A., Bayhan, G. (2016). Performance Of LEED Energy Credit Requirements In European Countries. Procedia Engineering, Volume 164, 432-438.

- [23] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Web Sitesi, http://www.yegm.gov.tr/verimlilik/e_ver_etudleri.aspx, 9 Eylül 2019.
- [24] Avrupa Enerji Komisyonu Resmi Sitesi, Avrupa Birliği Resmi Gazetesi 19 Mayıs 2010 Tarihli Binaların Enerji Performansı Üzerine (Yeniden Şekillendirilmesi) 2010/31/AB Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi), 10 Nisan 2019.
- [25] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Web Sitesi, http://www.eie.gov.tr/verimlilik/document/energy_efficiency_strategy_paper.pdf, 10 Nisan 2019.
- [26] USGBC Web Sitesi, <https://www.erketasarim.com/leed-v4-1-mevcut-binalar/>, 24 Ekim 2019.
- [27] USGBC Web Sitesi, <https://www.usgbc.org/credits/existing-buildings/v4> (08.09.2019)
- [28] USGBC Web Sitesi, <https://www.usgbc.org/resources/checklist-leed-v4-building-operations-and-maintenance>, 9 Eylül 2019.
- [29] USGBC Web Sitesi, <https://www.usgbc.org/resources/leed-v41-om-existing-buildings-scorecard>, 15 Eylül 2019.
- [30] USGBC Web Sitesi, https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED_v4.1_O_M_Guide_02112018_clean.pdf, 15 Eylül 2019.
- [31] Google Maps Görseli, https://www.google.com/maps/place/Metrocity+%C4%B0%C5%9E+MERKEZ%C4%B0/@41.0761116,29.0097409,3a,85y,90t/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipMZXg_qYc5qwpcPrYkFaJ_sQYFIXyQ0EB7Qa2B!2e10!3e12!6shttps:%2F%2F1h5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipMZXg_qYc5qwpcPrYkFaJ_sQYFIXyQ0EB7Qa2B%3Dw86-h90-keno!7i640!8i673!4m12!1m6!3m5!1s0x0:0xf46c2150f17f61fe!2sMetrocity!8m2!3d41.0758808!4d29.0122358!3m4!1s0x14cab65cde566bdf:0x92335081f9f77572!8m2!3d41.0759129!4d29.0097957, 1Ekim 2019.

- [32] Elektrik İhale Çalışmaları ve Elektrik Projeleri(Erk Proje Mühendislik), Mimari Projeler (Norm Mimarlık), Aydınlatma Çalışmaları (Philips).
- [33] ÇEDBİK (2019), Kişisel Görüşme, ÇEDBİK Eğitim Dökümanı, Lawrence Berkeley National Laboratory dosyası.
- [34] Birim Dönüştürücü Arayüzü,
[https://www.convertunits.com/from/kWh/to/gallon+\[U.S.\]+of+automotive+gasoline](https://www.convertunits.com/from/kWh/to/gallon+[U.S.]+of+automotive+gasoline), 3 Ekim 2019.
- [35] Birim Dönüştürücü Arayüzü, <https://www.unitconverters.net/volume/liters-to-gallons.htm>, 3 Ekim 2019.
- [36] Birim Dönüştürücü Arayüzü, <http://www.endmemo.com/sconvert/m3galus.php>, 5 Ekim 2019.
- [37] ABD Çevre Koruma Ajansı Web Sitesi, <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator>, 10Ekim 2019.
- [38] Meteoroloji Genel Müdürlüğü Web Sitesi,
<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?m=ISTANBUL>, 10 Ekim 2019.
- [39] Web Sitesi, Sıcaklık Düzeltme Faktörü Eğitim, <https://drillers.com/temperature-correction-factor-tutorial/>, 15 Ekim 2019.
- [40] Tesisat Market Web Sitesi, <https://www.tesisatmarket.com/r-32-hakkinda-bilinmesi-gerekenler>, 15 Ekim 2019.
- [41] Bulgurcu, H., Kon, O., İlten, N. (2007). Soğutucu Akışkanların Çevrel Etkileri ile İlgili Yeni Yasal Düzenlemeler ve Hedefler. VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, <https://docplayer.biz.tr/15317946-Sogutucu-akiskanlarin-cevresel-etkileri-ile-ilgili-yeni-yasal-duzenlemeler-ve-hedefler.html>, 10Ekim 2019.

- [42] The Linde Group Web Sitesi, <http://www.linde-gas.com/en/legacy/attachment?files=tcm:Ps17-111483,tcm:s17-111483,tcm:17-111483>, 17 Ekim 2019.
- [43] Makine Mühendisleri Odası Web Sitesi, http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e2c851bf2827405_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=5, 17 Ekim 2019.
- [44]Boğaziçi Elektrik Web Sitesi, <https://www.ckbogazici.com.tr/tr/tuketim-hesaplama>, 20 Ekim 2019.
- [45] Birim Dönüştürücü Arayüzü, <https://www.unitconverters.net/power/hp-to-kw.htm>, 20 Ekim 2019.
- [46] Philips Aydınlatma Fiyat Tablosu, <https://alkanlar.com/wp-content/themes/thm/assets/fiyat-listesi/philips.pdf>, 25 Ekim 2019.

ÖZGEÇMİŞ

Ayşe AYTEKİN, 26.10.1992 Trabzon’da doğdum. 2010 yılında Tefvik Serdar Anadolu Lisesi’nde lise eğitimimi bitirdim. 07.06.2014 tarihinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü lisans eğitimimi tamamladım. Bitirme Projesi kapsamında Yenilenebilir Enerji alanında “Rüzgar ve Dalga Enerjisi Potansiyelinin Belirlenmesi” konulu tez üzerinde çalıştım. Şubat 2017 tarihinde Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans (Türkçe) bölümüne kayıt oldum. 2014 yılında Elektrik Mühendisi olarak başladığım Elsan Elektrik A.Ş’de mesleğime devam etmekteyim.

