

T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ÖRNEK BİR UYGULAMA İLE ALIŞVERİŞ MERKEZİ
PROJESİNİN YATIRIM MALİYETİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR
BİNA VE KLASİK YÖNTEMLER KULLANILARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aykut YAMAN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İnşaat Mühendisliği (Tezli) Yüksek Lisans Programı

AĞUSTOS 2024
İSTANBUL

T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ÖRNEK BİR UYGULAMA İLE ALIŞVERİŞ MERKEZİ
PROJESİNİN YATIRIM MALİYETİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR
BİNA VE KLASİK YÖNTEMLER KULLANILARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aykut YAMAN
(221282014)
(0009-0007-5757-8005)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İnşaat Mühendisliği (Tezli) Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Bozkurt NAZILLI

İstanbul 2024



T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü

Jüri Tez Onay Formu

25.08.2024

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Bu çalışma 25.08.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İnşaat Mühendisliği (Tezli Yüksek Lisans) Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Bozkurt NAZİLLİ

Danışman

İstanbul Gedik Üniversitesi

Doç. Dr. Redvan GHASEMLOUNIA

Üye (İmza)

İstanbul Gedik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mert TOLON

Üye (İmza)

İstanbul Maltepe Üniversitesi

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Örnek Bir Uygulama İle Alışveriş Merkezi Projesinin Yatırım Maliyetinin Sürdürülebilir Bina ve Klasik Yöntemler Kullanılarak Değerlendirilmesi” adlı oluşturduğum çalışmanın, proje aşamasından, çalışmanın sonuca ulaşana kadar gerçekleştirdiğim tüm süreçlerde bilimsel etik ve geleneklere uygun bir şekilde yazıldığını ayrıca çalışma sürecinde faydalandığım tüm eserlerin Bibliyografya 'da yer aldığı ve bu çalışmalara atıfta bulunarak faydalandığımı söyler ve onurumla yemin ederim(25/08/2024).

Aykut YAMAN

Eşim Pınar Yaman ve Oğlum Atakan Yaman'a ithafen

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, sürdürülebilir yapıların hem ekonomik hem sosyal hem de çevresel yönüyle olan avantajlarını ele alarak hazırlanmıştır. Bu çalışma ışığında gelecek nesillere daha sürdürülebilir bir dünya bırakmak için biz inşaat mühendislerine düşen görev sürdürülebilirliği inşaat sürecimizin her anına entegre etmektir.

Çalışma boyunca benden hiçbir şekilde desteğini esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Hasan Bozkurt Nazilli'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Ağustos 2024

Aykut YAMAN
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖNSÖZ	v
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışma Konusu	3
1.2 Çalışma Amacı	3
1.3 Hipotez	4
2. LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1 Sürdürülebilirlik	5
2.1.1 Sürdürülebilir bina tasarımı ve tasarım ilkeleri	7
2.1.2 İklim değişikliği ve sürdürülebilir tasarım ilkeleri	12
2.2 Sürdürülebilirlik Kriterleri	13
2.2.1 Sosyal kriterler.....	14
2.2.1.1 İnsan sağlığı ve insan sağlığının güvenliği	16
2.2.1.2 Yerel malzemenin kullanımı.....	16
2.2.1.3 İnsan gücü kullanılabilirliği	16
2.2.1.4 Estetik	17
2.2.1.5 Gürültü izolasyonu.....	18
2.2.2 Teknik kriterler	18
2.2.3 Çevresel kriterler	19
2.2.3.1 İklim değişikliği.....	20
2.2.3.2 Atık yönetimi	21
2.2.3.3 Kirliliği ve emisyonları minimize etme	23
2.2.3.4 Kaynak tüketimi.....	23
2.2.3.5 Geri dönüşüm ve yeniden kullanım	24
2.2.3.6 Gömülü enerji	25

2.2.4 Ekonomik kriter	26
2.2.4.1 İşletme bakım maliyeti	27
2.2.4.2 Enerji verimliliği	28
2.2.4.3 Yatırım maliyeti	29
2.2.4.4 Sosyo-ekonomik maliyetler	30
2.2.4.5 Yıkım maliyeti	31
2.3 Sürdürülebilir Döngü İçin Yapılması Gerekenler	31
2.3.1 Enerji tasarrufu sağlayacak uygulamalar	32
2.3.1.2 Yenilenebilir enerji kaynakları	33
2.3.1.3 Yalıtım	35
2.3.2 Su tasarrufu sağlayacak uygulamalar	36
2.3.2.1 Gri su sistemlerinin kullanımı	37
2.3.3 Aydınlatma uygulamaları	38
2.3.4 Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri	40
2.3.5 Atık yönetimi	41
2.4. Sürdürülebilir Malzemeler	42
2.5 Bina Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi	45
2.5.1 Bina sürdürülebilirlik değerlendirme araçları	48
2.5.2 Sürdürülebilir bina için LEED sertifika süreçleri	50
2.6 Geleneksel Yaklaşım	53
2.6.1 Geleneksel yaklaşımının sınırlılıkları ve eleştirileri	54
2.7 AVM Projesinin İnşasında Sürdürülebilirlik	55
3. YÖNTEM	59
4. BULGULAR	60
4.1 Alışveriş Merkezi	60
4.2 AVM Projesi LEED Gümüş Sertifikası Maliyet Gerektiren Çalışmalar	62
4.2.1 Yeşil araç	62
4.2.2 İç mekân su kullanımının azaltılması	63
4.2.2.1 Gri su arıtma sistemi	63
4.2.2.2 Düşük su tüketimli malzeme seçimi	64
4.2.2.3 İleri seviye su ölçümü	66
4.3 Enerji optimizasyonu	66
4.3.1 İç- dış mekân aydınlatma	67
4.4 Yağmur Suyu Toplama Sistemi	69

4.4.1 Yangın suyunu minimumda tutma	70
4.4.2 Araç yıkama sistemleri	71
4.5 Güneş Enerjisi Sistemi	71
4.6 Havalandırma-iklimlendirme sistemi	73
4.6.1 Havalandırma sistemi	73
4.6.2 İklimlendirme sistemi	74
4.7 LEED Gümüş Sertifikası İçin Yapılan Maliyet Çalışmaları	75
4.8 Sürdürülebilir Yapı Gayrimenkul Değerleme Hesabı	80
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	83
5.1 Sonuç	83
5.2 Öneriler.....	85
KAYNAKÇA	88
ÖZGEÇMİŞ.....	93

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No:

Çizelge 2.1: Sürdürülebilir Bina Sertifikası Alan AVM ve Ödül Seviyeler Listesi ..	57
Çizelge 4.1: Balıkesir İli Burhaniye İlçesine Ait Elektrikli Araç Sahiplerinin Tahmini Elektrik Enerjisi Talep Giderleri	63
Çizelge 4.2: Gri su arıtma sistemi inşa maliyeti	63
Çizelge 4.3: Gri Su Arıtma Sistemi Elektrik Maliyeti	64
Çizelge 4.4: Gri Su Arıtma Tesisi Kimyasal Maliyeti	64
Çizelge 4.5: Referans Model Batarya Seçimi	64
Çizelge 4.6: LEED Düşük Su Tüketimli Batarya Seçimi	65
Çizelge 4.7: Referans Modele Göre Yıllık Su Tüketimi.....	65
Çizelge 4.8: LEED Armatürlere Göre Günlük Su Tüketimi.....	66
Çizelge 4.9: Referans Model Armatür Seçimi	67
Çizelge 4.10: Düşük Enerji Tüketimli Armatür Seçimi.....	68
Çizelge 4.11: Referans Model ve Düşük Tüketimli Modelin Enerji Tüketim ve Maliyet Kıyası	68
Çizelge 4.12: Yağmur Suyu Toplama ve Arıtma Sistemi Maliyeti	69
Çizelge 4.13: Yağmur Suyu Depolama Sistemi Enerji Maliyeti	70
Çizelge 4.14: Yağmur Suyu Yıllık Su Depolama Miktarı	70
Çizelge 4.15: Araç Yıkama İstasyonu Kurulum Bedeli.....	71
Çizelge 4.16: Araç Yıkama İstasyonu Tahmini Araç Yıkama Hesaplaması	71
Çizelge 4.17: Bir Adet Güneş Paneline Ait Etiket Değeri	71
Çizelge 4.18: Güneş Enerjisi Kurulum Maliyeti.....	72
Çizelge 4.19: Güneş Enerjisi Enerji Üretim Tablosu.....	72
Çizelge 4.20: Güneş Enerjisi Yıllık Kazanç Tablosu.....	73
Çizelge 4.21: Egzoz Fan Sistemi İlk Yatırım Karşılaştırma Tablosu	74
Çizelge 4.22: Havalandırma Sistemi Elektrik Harcama Tablosu	74
Çizelge 4.23: İklimlendirme Sistemi Karşılaştırma Tablosu	75
Çizelge 4.24: İklimlendirme Sistemi Elektrik Enerji Tüketimi Karşılaştırma Tablosu	75

Çizelge 4.25: LEED Gümüş Sertifikası İçin Gerekli Yatırım Analizi Tablosu.....	75
Çizelge 4.26: Yağmur Suyu Toplama Sistemi Yatırım Analizi Tablosu.....	77
Çizelge 4.27: Su Tasarruflu Batarya Sistemleri Yatırım Analizi Tablosu.....	77
Çizelge 4.28: Gri Su Sistemleri Yatırım Analizi Tablosu.....	78
Çizelge 4.29: Enerji Tasarruflu Armatür Yatırım Analizi Tablosu	78
Çizelge 4.30: Yeşil Araç Şarj İstasyonu Yatırım Analizi Tablosu	79
Çizelge 4.31: Güneş Enerji Sistemleri Yatırım Analizi Tablosu	79
Çizelge 4.32: İklimlendirme Sistemleri Yatırım Analizi Tablosu	80
Çizelge 4.33: Havalandırma Sistemleri Yatırım Analizi Tablosu	80
Çizelge 4.34: Emsal Örnekleme Tablosu.....	81
Çizelge 4.35: Sürdürülebilir İşlemler İçin Ayrı Değerleme Artış Oranları	82



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No:
Şekil 2.1: Sürdürülebilir bina yaşam döngüsü	10
Şekil 2.2: Yapı Malzemeleri ve Üretim Enerjisi Değerleri.....	11
Şekil 2.3: Türkiye Güneş Enerji Potansiyeli	11
Şekil 2.4: İklim Değişikliğine Uyumlu Kent Modeli.....	21
Şekil 2.5: Atık Yönetimi Hiyerarşisi.....	22
Şekil 2.6: ABD İnşaat Sektöründe Geri Dönüşüme Kazandırılan Malzeme Yüzdeleri	25
Şekil 2.7: Türkiye İnşaat Sektöründe Geri Dönüşüme Kazandırılan Malzeme Yüzdeleri	25
Şekil 2.8: Türkiye'nin Kurulu Yenilenebilir Enerji Kapasitesi (kW)	34
Şekil 2.9: Sürdürülebilir Bina İçin Sertifika Süreç Aşamaları	48
Şekil 2.10: Türkiye AVM İstatistiği.....	56
Şekil 4.1: AVM'nin Konumu	60
Şekil 4.2: Türkiye Elektrikli Araç Dağılımı.....	62
Şekil 4.3: Balıkesir İline Ait Günlük Güneşe Etki Etme Süresine Göre Aylara Dair Üretilen Elektrik Enerjisi Dağılımı	72
Şekil 4.4: Ekoloji Ünitesi Çalışma Prensipleri.....	73

ÖRNEK BİR UYGULAMA İLE ALIŞVERİŞ MERKEZİ PROJESİNİN YATIRIM MALİYETİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA VE KLASİK YÖNTEMLER KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, Balıkesir ili, Burhaniye ilçesinde 16.158 m² yapı alanına sahip bir alışveriş merkezi projesinin yatırım maliyeti sürdürülebilir bina ve klasik yöntemler kullanılarak değerlendirildi. Sürdürülebilir bina ve klasik yöntemler kullanılarak inşa edilen alışveriş merkezinin yatırım maliyetleri ve sürdürülebilir LEED sertifikalarından gümüş sertifika alındığında oluşacak maliyet farkları ve kazanılan enerji miktarları hesaplanmıştır. LEED sertifikasyon sisteminin gümüş sertifikasına sahip olabilmesi için gerekli adımlar, maliyetler hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında, gümüş LEED sertifikası için yapılacak tasarımların geleneksel ve sürdürülebilir maliyetleri belirlenmiştir. Alışveriş merkezi projesinin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesine odaklanarak, geleneksel ve gümüş LEED sertifikalı binaların maliyet farkları incelenmiştir. Geleneksel yöntemle inşa edilen bir binanın toplam maliyeti 3.269.521 dolar iken, gümüş LEED sertifikalı bir binanın maliyeti ise 737.899 dolarlık bir ilk yatırım maliyetinde artış oluşmuştur. Geleneksel yöntemle göre ilk yatırım artış oranı %22,57'dir. Geleneksel yöntemle yapılan bir binanın standart LEED gümüş sertifikaya sahip olması için amortisman süresi 7.00 yıldır. Diğer yandan yapılan bu yatırımlarla, gayrimenkulün değerinde %30 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Sürdürülebilir İnşaat, Geleneksel İnşaat, LEED Sertifikası, Yatırım Maliyeti*

EVALUATION OF THE INVESTMENT COST OF A SHOPPING CENTER PROJECT WITH A SAMPLE APPLICATION USING SUSTAINABLE BUILDING AND CLASSICAL METHODS

ABSTRACT

This study focuses on a shopping center project with a surface area of 16,158 m² located in the Burhaniye district of Balıkesir province. The investment costs of the shopping center constructed using sustainable building and conventional methods are analyzed, along with the cost differences and energy gains when obtaining silver LEED certifications. The necessary steps and costs for obtaining silver LEED certification are calculated. In this thesis, the traditional and sustainable costs of designs required for achieving the points for LEED certification are determined. By evaluating the shopping center project in terms of sustainability, the cost differences between conventional and LEED-certified buildings are examined. While the total cost of a building constructed using conventional methods is \$3,269,521, the cost of a silver LEED-certified building shows an increase of \$737.899 in initial investment costs. The initial investment increase rate compared to conventional methods is 22.57 % for a silver LEED-certified building. The payback period for the sustainable construction investment required for a conventional building to achieve , while the payback period for achieving silver certification is 7.00 years. On the other hand, with these investments, there has been a 30 % increase in the value of real estate

Keywords: *Sustainable Construction, Conventional Construction, LEED Certification*

1. GİRİŞ

Günümüzde, çevre sorunları ve küresel ısınma gibi önemli meselelerle karşı karşıya kalmaktayız. Bu durum, yaşamımızı sürdürdüğümüz dünyamız üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Çevremiz için daha duyarlı adımlar atmamız kaçınılmaz bir hal almıştır. Bizler de barınma ihtiyacımızın temelini oluşturan yapılarımızı çevreci ve daha sürdürülebilir yöntemlerle inşa etmeliyiz. Yapıların sürdürülebilirliği özellikle yeşil bina sertifikasyon sistemleri aracılığıyla giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Dünya genelinde, çeşitli ülkelerde sürdürülebilir yapı projelerini teşvik etmek amacıyla farklı sertifikasyon sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler, yapıların enerji verimliliğini artırarak gelecek nesillere daha yaşanabilir bir çevre bırakma hedefini taşımaktadır. Enerji ihtiyacının sürekli arttığı bir dönemde, yeşil bina sertifikasyon sistemleri, yapıların enerji kullanımını optimize etme ve çevreye daha az zarar verme amacını taşımaktadır. Yeşil bina sertifikasyonu, karbon salınımını düşük malzemelerin kullanılmasını, yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesini, bilinçli enerji tüketimini, sürdürülebilir atık yönetimini ve insan sağlığını öncelikli kılacak yaşam alanlarının oluşturulmasını içermektedir. Bu sertifikasyonlar, toplumu çevresel konularda bilinçlendirmek ve yeşil bina uygulamalarını yaygınlaştırmak adına önemli araçlardır (Çelik, 2019).

Ancak, günümüzde sürdürülebilir bina tasarımıyla ilgili en yaygın yanlışlardan biri, yatırımcıların ekonomik açıdan sürdürülebilir binaların geleneksel binalardan çok daha pahalı olduğuna dair bir algıya sahip olmalarıdır. Oysa birçok çalışma da sürdürülebilir yapıların ekonomik, sosyal ve çevresel faydaları detaylıca ele alınmıştır. Örneğin, bir yapıda gereksinim duyulan enerji talebinin nasıl karşılanacağı ile ilgili yapılan bir çalışmada hem rüzgâr hem güneş enerjisi sistemlerinin sağladığı katkılar ayrı ayrı irdelenmiş, güneş enerjisi sisteminin rüzgâr enerjisi sistemine göre daha avantajlı olduğu görülmüştür. Güneş enerji sistemleri, yapının yıllık enerji talebinin %16'sına kadarını karşıladığı anlaşılmış, yapılan yatırımda yaklaşık olarak 6 yılda kendi maliyetini karşıladığı hesaplanmıştır (Güven, 2017). Bu bulgular, sürdürülebilir enerji sistemlerinin ekonomik ve verimlilik açısından değerlendirilmesinde önemli bir katkı sağlamaktadır. Bu

konunun ele alındığı diğerk bir çalışmada ise Bursa'nın, ekirge semtinde yer alan 300 m2 kullanım alanına sahip bir ofis binası hem klasik hem de yeşil ofis tasarımı ile ele alınarak ilk yatırım maliyetleri, servis ömrü boyunca gerçekleştirecekleri enerji maliyetleri ile irdelenerek yatırımın amortisman süreleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuca göre sürdürülebilir ofisin yapımının artılarının bariz şekilde fazla olduğu görülmüştür (Kılıç, 2019).

Sürdürülebilir bina tasarımlarının çeşitli alanlarda özellikle çevresel ve sosyal faydalar sağlamaktadır. Sürdürülebilir bina kavramının olumlu yönlerinin ele alındığı birçok çalışma mevcuttur. İlk olarak baktığımızda alışveriş merkezi için yapılan bir lmlene modeline göre, yeşil bina kavramının AVM'lerin ayakta kalması açısından en önemli konu başlığı olduğu ele alınmış, pazarlama, reklam hatta akıllı bina gibi kavramlarının da önünde geldiği yapılan lmlenede görülmüştür. Sonuç olarak yeniliklere ayak uydurabilen AVM'lerin devamlılık sağlayacağı açıklanmıştır. Bu sürdürülebilirlik kavramının oluşturduğu sosyal bir etki olarak görülmektedir (Nebati, 2018). Yeşil bina tasarımı ile inşa edilen bir okuldaki öğrencilerin başarılarının diğerk öğrencilere kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu da öğrencilerin başarısına sağladığı katkıyı göz önüne sermektedir (Demir, 2012). Bu örneklere baktığımızda, sürdürülebilir bina kavramının etki alanı sadece çevresel fayda olarak kalmamakla birlikte sosyal fayda ve eğitimsel yönde faydalarının da olduğu görülmektedir.

Bu alışmada, Balıkesir ilinin Burhaniye ilçesinde yer alan bir alışveriş merkezi binasının LEED Sertifika Değerlendirme Sistemi kriterleri doğrultusunda sürdürülebilir yeşil bina gereksinimlerine uygun olarak projelendirilmesi ele alınacaktır. Bu erevede, LEED Sertifika Değerlendirme Sistemi'nin belirlediği minimum gereksinimler dikkate alınarak, mevcut binanın sürdürülebilirlik açısından nasıl optimize edilebileceği incelenecektir. Aynı zamanda, geleneksel yapım tekniği kullanılarak yapılan bir proje önerisinin de yapım maliyetleriyle birlikte değerlendirilmesi yapılacaktır. Bu karşılaştırmada, sürdürülebilir yeşil bina projelendirmesinin maliyet etkinliği, sosyal etkileri ve çevresel faydaları göz önüne alınarak detaylı bir analiz gerçekleştirilecektir. Böylece, sürdürülebilirlik odaklı bir yaklaşımın, geleneksel yapım tekniği ile kıyaslandığında ne gibi avantajlar sağlayabileceği ortaya konacaktır.

1.1 Çalışma Konusu

Sürdürülebilir bina uygulamaları, enerji verimliliği, çevre dostu malzemelerin kullanımı, atık yönetimi ve yeşil enerji sistemleri gibi temel unsurları içermektedir. Alışveriş merkezi projelerinde bu uygulamaların etkin bir şekilde kullanılması, çevresel etkileri en aza indirerek enerji tasarrufunu maksimize etmeyi amaçlar. Çatılarda güneş panelleri kullanımı, su tasarrufu sağlayan sistemlerin entegrasyonu, ısı izolasyonu uygulamaları ve enerji etkin aydınlatma sistemleri gibi uygulamalar, sürdürülebilirliği artırmada önemli bir rol oynamaktadır.

Geleneksel inşaat yöntemleri, yüzyıllardır var olan ve genellikle zaman içinde test edilmiş olan teknikleri içermektedir. Bu çalışmada, alışveriş merkezi projelerinde geleneksel inşaat yöntemlerinin kullanımı ve bu yöntemlerin, sürdürülebilirlik hedefleri ile nasıl uyumlu olabileceği detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

Çalışma, yapılan bir alışveriş merkezi projesinde kullanılan geleneksel inşaat yöntemleri ile sürdürülebilirlik ilkelerine dayalı tasarlanan bir alışveriş merkezi projesinin karşılaştırılmasını içermektedir. Bu karşılaştırma, hem çevresel etkiler, enerji tüketimi hem de ekonomik faktörleri içerecek şekilde yapılacak ve her iki yaklaşımın avantajları ve dezavantajları ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

1.2 Çalışma Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, Balıkesir ilinin Burhaniye ilçesinde yer alan bir alışveriş merkezinin sürdürülebilir bina olarak tasarlanması ve geleneksel yapım tekniği ile tasarlanması durumlarını karşılaştırarak benzer nitelikte yeni projelerin tasarımına mühendislik açısından katkıda bulunmaktır. Çalışmanın odak noktaları şunlardır:

Sürdürülebilir Bina ve Geleneksel Bina Karşılaştırması: Sürdürülebilir bina tasarımının, geleneksel bina tasarımına göre ekonomik, sosyal ve çevresel yönden avantajları ve dezavantajları incelenecek. Bu çerçevede, her iki yaklaşımın çevresel etkileri, enerji verimliliği, malzeme kullanımı gibi faktörler karşılaştırmalı olarak değerlendirilecek.

Maliyet Analizi: Sürdürülebilir bina ile geleneksel bina arasındaki maliyet farkları detaylı bir şekilde ele alınacak. İnşaat malzemeleri, enerji verimliliği

önlemleri, işletme ve bakım maliyetleri gibi unsurların maliyet etkisi değerlendirilecek.

Kendini Amorti Etme Süresi: Sürdürülebilir bir binanın, ek maliyetine rağmen enerji tasarrufu ve işletme avantajları sayesinde kendini ne kadar sürede amorti edebileceği analiz edilecek. Bu süre, sürdürülebilirlik önlemlerinin ekonomik getirisini gösteren önemli bir gösterge olacak.

Çalışmanın sonuç bölümünde elde edilen bulgular özetlenecek ve Burhaniye ilçesindeki alışveriş merkezinin sürdürülebilirlik açısından tercih edilen bir tasarım mı yoksa geleneksel bir tasarım mı seçilmesi gerektiği konusunda önerilerde bulunmakta bu çalışmanın diğer amaçlarındandır.

1.3 Hipotez

Bu tez çalışmasında, Sürdürülebilirlik kavramına yer verilmiş, sürdürülebilir yapı kavramına ilişkin detaylar incelenmiştir. Literatürde de gerekli araştırmalar yapılarak, geleneksel inşaat kavramından sürdürülebilir yapı sistemine erişmek için yapılması gerekenler, LEED gümüş sertifikasına sahip bir sürdürülebilir yapı oluşturma hedefimiz olan alışveriş merkezi projemize işlenmiştir.

Bu kapsamda Balıkesir ili, Burhaniye ilçesinde yer almakta olan alışveriş merkezi projemizi sürdürülebilir bir yapı olarak inşa etmek için gereken ilave yatırımlar eklenmiştir. Bu çalışmamızda da ilave olarak eklenen yatırım kalemlerinin, binanın gerçekleştireceği servis sürecinde bize sağlayacağı enerji tasarruflarıyla ilk yatırım maliyetlerini kısa bir sürede karşılayacağı hatta daha sonrasında ise karlılık sağlayacağı düşünülmüştür.

Ayrıca oluşan mali kazanca ilave olarak, sürdürülebilir binanın yapımın sağladığı çevresel kaynakların optimizasyonu ile gelecek nesillere daha sağlıklı ve daha az tahrip edilmiş çevre bırakılması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik kavramı, dünya genelinde çevresel, ekonomik ve sosyal açılardan dengeli bir şekilde gelişmeyi amaçlayan bir perspektifi ifade eder. 1987 yılı itibariye yayımlanan Brutland Raporu, sürdürülebilirlik kavramının daha da derinlere ulaşmasını sağlamış çevresel, ekonomik ve sosyal konulara yönelik bilinci derinleştirmiş ve dünya genelinde bu konularda bir değişim rüzgârı estirmiştir. Brutland Raporu'nun ardından, 1992 yılı ile 2002 yılları arasında sürdürülebilirlik kavramı, Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı, Kyoto Protokolü ve Sürdürülebilir Gelişme Dünya Zirvesinde daha geniş kapsamda ele alınmıştır. Bu uluslararası platformlarda, sürdürülebilirlik kavramının temel bileşenleri üzerine odaklanılmış ve küresel çapta sürdürülebilir kalkınmanın nasıl sağlanabileceği konusunda stratejiler belirlenmiştir. Sürdürülebilirlik kavramı temel olarak sayılabilecek üç boyutta konumlandırılmıştır. Şüphesiz ki bu boyuttan en önemlisi olan çevre boyutu sürdürülebilirlik kavramı ile akla gelen ilk kavram olarak en öncelikli ele alınmış ve çözüm aranmaya başlanmıştır. İklim değişikliği, dünya üzerinde oluşacak ciddi bir problem olarak öngörülmüş, ulusal çapta çözüm geliştirme çabaları üzerine yoğunlaşmıştır. Bu süreçte, sadece bugünkü neslin ihtiyaçlarını değil, gelecek nesillerin de ihtiyaçlarını göz önünde bulunduran bir yaklaşım benimsenmiştir. Sürdürülebilirlik, artan nüfus, hızla değişen teknolojiler ve küresel ekonomik dinamikler karşısında günümüzde daha da önemli hale gelmiştir. Bu bağlamda, sadece ulusal düzeyde değil, uluslararası düzeyde de iş birliği ve anlayışın artırılması, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kritik öneme sahiptir.

2011 yılında ele alınan "Sürdürülebilir İnşaatı Konuşalım" çalışması, inşaat sektöründe benzersiz bir perspektife odaklanmış ve sürdürülebilirliği ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda ele almıştır. Bu çalışmada ortaya konulan geniş tanım, inşaatın her aşamasında sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin uygulanmasını vurgulayarak, kaynakların korunması, enerji kullanımının azaltılması, atık ve kirlilik oluşumunun minimize edilmesi gibi hedeflere odaklanmaktadır. Sürdürülebilir inşaat

kavramını oluşturduğu etkileri sadece çevresel boyutta düşünmek oluşan problemi tek yönlü olarak irdelemektir. Çevresel problemin yanında ve bir o kadar da çevresel problem kadar önem arz eden sosyal problem ve finansal ekonomik problemlerle birlikte ele alarak irdelemek gerekmektedir. Bu yapılaşma anlayışı, sürdürülebilir yerleşim yerlerini desteklemeyi ve toplumsal refahı artırmayı amaçlamaktadır. İnşaat sektöründe hedeflenen sürdürülebilirlik sistemi ile günümüzde yer alan çevremizi korumanın yanı sıra gelecek nesillerimize daha sağlıklı ve kaynakları daha az tahrip edilmiş çevre bırakmayı amaçlar. Ekonomik açıdan, sürdürülebilir inşaatın uygulanması, kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını ve maliyet etkin çözümleri içermeyi hedefler. Çevresel açıdan, enerji tasarrufu, atık azaltımı ve ekosistemlerin korunması gibi faktörler öncelikli olup, doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması amaçlanır. Sosyal boyutta ise, sürdürülebilir inşaat, toplumların ihtiyaçlarına uygun konutlar sağlamayı, iş imkanları yaratmayı ve yerel kültüre saygılı bir şekilde planlanmayı hedefler. Bu kapsamlı yaklaşım, inşaat sektörünün sadece bina inşa etmekle kalmayıp, aynı zamanda çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik ilkelerini benimsemesini ve toplumların refahını artırmayı amaçlayan bir çerçeve oluşturmayı hedefler. Bu şekilde, sürdürülebilir inşaatın sağladığı faydalar, hem mevcut nesillerin yaşam kalitesini yükseltirken hem de gelecek kuşaklara daha sağlıklı bir çevre bırakarak sürdürülebilir bir geleceği destekler (Sırkıntı, 2012, sf.13-17).

Son 20-30 yılda dünya genelinde artan çevresel sorunlar, özellikle iklim değişikliği ve doğal kaynakların tükenmesi gibi zorluklar, inşaat sektörünü önemli ölçüde etkilemiş ve sektörde sürdürülebilirlik kavramını gündemin en üst sıralarına taşımıştır. Bu dönüşüm, inşaat pratiğini, yapı süreçlerini ve oluşturulan yapıların işlevselliğini radikal bir şekilde yeniden şekillendirmiştir. Artık sadece dayanıklılık ve işlevsellik değil, aynı zamanda çevresel etkileri en aza indirme ve doğal kaynakları koruma konuları da inşaat projelerinde öncelikli hedefler arasında yer almaktadır. Enerji talebinin hızla artmasıyla birlikte, sürdürülebilir inşaat, enerji verimli bina tasarımına odaklanan bir ana akım haline gelmiştir. LEED™ gibi çevresel sertifikasyon sistemlerinin tanıtılması, yapıların çevresel etkilerini değerlendirmek ve azaltmak için bir çerçeve sunmuştur. Bu sertifikasyon sistemleri belli başlı belirlenen kriterleri belirlenen standartlara ulaştırarak yapıları

sürdürülebilir yapı kategorisine ulaşmasını amaçlar (Zhong, Schröder, Bekkering 2021, s. 126.).

Bunlar;

- Kullanılan enerji kaynaklarının verimliliğinin sağlanması,
- Kullanılan suyun tasarrufunun sağlanması
- Kullanılacak malzemenin doğru ve ergonomik seçimi

İnşaat sektöründeki sürdürülebilirlik yaklaşımları çeşitlilik gösterse de birçok ortak tema ve strateji bulunmaktadır. Yüksek-düşük teknolojilerin entegrasyonu, enerji verimliliğini artırmak ve çevresel etkileri en aza indirmek için kullanılan bir yöntemdir. Akıllı, duyarlı ve uyarlanabilir sistemler, yapıların çevresel koşullara hızla tepki vermesini sağlayarak enerji tüketimini optimize etmeyi amaçlar. Doğadan ilham alma ve biyofizik tasarım, inşaat projelerine doğal öğelerin entegre edilmesini sağlar. Bu yaklaşım, insanların doğayla daha güçlü bir bağ kurmalarına olanak tanıyarak iç mekanlarda daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir yaşam alanı yaratılmasına katkıda bulunur. Ayrıca, yerel stratejik uygulamalar ve arazide konumlanma, yapıların yerel iklim ve topografyaya daha iyi uyum sağlamasına yardımcı olur. Bu stratejiler, enerji tüketimini optimize etmenin yanı sıra, çevresel etkileri de azaltmaya odaklanır. Sürdürülebilir inşaat, atık azaltma, yağmur suyu kontrolü ve arıtma gibi su yönetimi stratejilerini de içerir. Alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesi, malzeme kullanımının azaltılması ve geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı gibi uygulamalar da sürdürülebilirliği destekleyen önemli unsurlardır. Bu bağlamda, inşaat sektöründeki sürdürülebilirlik çabaları, yapıların yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini en aza indirerek hem doğal kaynakları koruma hem de insan sağlığını destekleme amacı taşır. Gelecekte, bu çabaların daha da genişleyerek, sürdürülebilir inşaatın standart haline gelmesi beklenmektedir (Thibaudeau, 2008, s. 78).

2.1.1 Sürdürülebilir bina tasarımı ve tasarım ilkeleri

İnşaat sektörünün çevresel etkilerini ele aldığımızda başlıca iki sebep ön plana çıkmaktadır.

Bunlar;

- 1- Enerji kavramlarının verimli kullanımı

2- İmalat sürecinde meydana gelen atık sera gazı etkisidir.

Bu bağlamda, çevre dostu bir yaklaşım benimsemek ve sürdürülebilir inşaat malzemeleri kullanmak, sektörün çevresel ayak izini azaltmada önemli bir rol oynayabilir. Öncelikle, inşaat sektörünün temel girdileri arasında öne çıkan beton ve çelik, çeşitli yapı projelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu malzemelerin genel inşaat malzemesi tüketim miktarının iki katından fazla olduğu gözlemlenmektedir, bu da çevresel etkinin büyük ölçüde bu malzemeler üzerinde odaklanması gerektiğini vurgular (DuPlessis , 2022, sf 23-27).

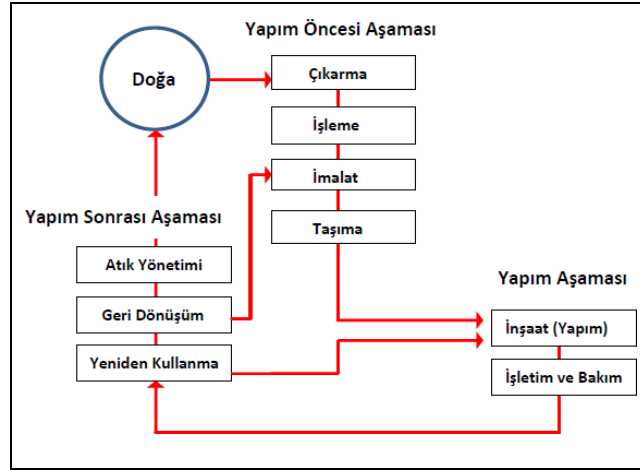
Beton üretimi sırasında fosil yakıtların kullanılması, sera gazı emisyonlarına neden olmaktadır. Ayrıca, çimento üretimi sırasında ortaya çıkan azot oksit emisyonları da çevresel sağlık açısından endişe vericidir. Bu noktada, sürdürülebilir alternatiflerin geliştirilmesi ve kullanılması, çevresel etkilerin minimize edilmesine katkı sağlayabilir. Sektördeki paydaşlar arasında farkındalığın artırılması ve sürdürülebilir uygulamaların teşvik edilmesi önemlidir. Ayrıca, yerel yönetimlerin ve inşaat şirketlerinin çevresel standartlara uygunluğu teşvik etmeleri, yeşil inşaat projelerini teşvik edebilir ve sürdürülebilirlik odaklı politikaların benimsenmesine katkıda bulunabilir (DuPlessis , 2022, sf 23-27).

Son yıllarda, bina tasarımında gözlemlenen karmaşıklık ve çeşitlilik, bir dizi etkileşen faktörden kaynaklanmaktadır. Bu faktörler arasında ekonomik değişkenler, politika düzenlemeleri, teknolojik gelişmeler ve toplumsal beklentiler yer almaktadır. Binaların artan karmaşıklığı, sadece fiziksel yapıları değil, aynı zamanda içerdikleri HVAC sistemleri, mimari özellikler ve yapıları ile birlikte bütünsel bir sistemler ağı olarak değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bütüncül tasarım anlayışı, bu karmaşıklığı bir avantaj olarak görüp, tasarım sürecini etkileyen tüm faktörleri içeren bir perspektif sunmaktadır. Bu yaklaşım, sadece bugünkü ihtiyaçları değil, aynı zamanda gelecekteki değişimlere uyum sağlayabilecek esnek ve sürdürülebilir binaların tasarımını amaçlamaktadır. Bütüncül tasarım, sadece mimarlar değil, aynı zamanda mühendisler, çevre uzmanları, enerji uzmanları ve diğer paydaşları içeren geniş bir ekip iş birliği gerektirir. Bu ekip, tasarım sürecinin her aşamasında bir araya gelerek, maliyet etkinliği, enerji verimliliği, çevresel etki, kullanıcı konforu ve estetik gibi önemli faktörleri dengelemeyi amaçlar. Tasarım sürecindeki paydaşların iş birliği, bina tasarımında holistik bir yaklaşım benimsemeyi ve karmaşıklığı anlamayı sağlar. Bu da sonuç olarak, daha yaşanabilir, enerji tasarruflu ve çevresel etkiyi

minimize eden binaların ortaya çıkmasına olanak tanır. Bütüncül tasarım anlayışı, sadece bina tasarımını değil, aynı zamanda inşaat sürecini ve sonrasındaki bakımı da kapsayarak, binaların ömrü boyunca sürdürülebilir bir performans sergilemelerini sağlar. Bütüncül tasarımın bir diğer önemli yönü, kullanıcı ihtiyaçlarına odaklanarak yaşam kalitesini artırmaya yönelik stratejilerin entegrasyonunu içermektedir. Kullanıcı konforu, bina içindeki mekanların düzenlenmesinden, aydınlatma ve iklimlendirme sistemlerinin optimize edilmesine kadar bir dizi unsuru kapsar. Bu noktada, tasarım sürecindeki paydaşların, kullanıcıların beklentilerini anlamaları ve bu beklentilere uygun çözümler üretmeleri kritik öneme sahiptir. Bütüncül tasarım, aynı zamanda çevresel etkileri minimize etmeyi hedefleyen sürdürülebilir uygulamalara da vurgu yapar. Enerji verimliliği, doğal kaynak kullanımı, atık yönetimi ve yeşil bina standartları gibi konular, tasarım sürecinin merkezine yerleştirilir. Bu, binaların inşası ve işletilmesi sırasında çevresel ayak izini en aza indirerek, uzun vadeli sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunmayı amaçlar (Harputlugil, 2016, s.6-14).

Son yıllarda küresel ölçekte yaşanan hızlı kentleşme, doğal kaynakların aşırı tüketimi ve enerji açlığı gibi sorunlar, yapı endüstrisini daha sürdürülebilir ve çevre dostu bir yöne yönlendirmiştir. Bu doğrultuda, özellikle binaların tasarımı ve inşası alanında sürdürülebilirlik, çevresel etkilerin minimize edilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması amacıyla kilit bir rol oynamaktadır. 2000 yılında piyasaya sürülen ve dünya genelinde kabul gören LEED (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik) sürdürülebilir yapı sertifikalandırma programı, sürdürülebilirlik kavramının yapılara işlenmesini sağlamıştır. Ancak günümüzde, enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik konularında daha ileri adımlar atma ihtiyacı doğmuştur. Bu noktada, sürdürülebilir mimarlık anlayışı, fosil kaynaklardan bağımsız veya sıfır karbon ayak izine sahip binalara odaklanarak evrim geçirmektedir. Enerji verimli sürdürülebilir binaların tasarımında, ekolojik açıdan gelişmiş modellerin benimsenmesi, inşaat sektörünün gelecekteki hedefidir. Bu modeller, binaların doğal kaynakları daha etkili bir şekilde kullanmasını sağlarken aynı zamanda çevresel etkilerini en aza indirir. Bu evrim sürecinde, sürdürülebilir mimarlık, yenilikçi tasarım ve inovatif teknolojilerle birleşerek enerji verimliliği konusunda yeni standartlar belirlemeye yönelmiştir. Hedef, her geçen gün daha az enerji tüketen, doğal kaynakları daha etkin kullanan ve çevresel ayak izini sıfıra indiren binalara ulaşmaktır. Bu noktada, sadece mevcut

standartlara uymak değil, aynı zamanda gelecek nesillerin ihtiyaçlarına uygun çözümler üretmek de önemlidir (Mazza, 2007, s. 13-15).



Şekil 2.1: Sürdürülebilir bina yaşam döngüsü

Kaynak: (Kim ve Rigdon, 1998)

Sürdürülebilirlik ilkeleri, inşaat sektöründe önemli bir rol oynamaktadır, çünkü bu sektör, kaynak tüketimi, enerji kullanımı ve çevresel etkiler açısından büyük bir etkiye sahiptir. İnşaat projelerinde sürdürülebilirlik, bir bina inşa edilirken ve işletildiği süre boyunca çevresel etkileri en aza indirme amacını taşır. İnşaat sektöründe sürdürülebilir mimarlık ilkeleri Kim ve Rigdon (1998, s. 8) tarafından ele alınmıştır ve araştırmaları sonucunda en önemli noktalar aşağıda belirtilmiştir;

- **Malzeme Seçimi ve Geri Dönüşüm:** İnşaat sektöründe sürdürülebilirlik, malzeme seçiminde önemli bir rol oynar. Geri dönüştürülebilir ve çevre dostu malzemelerin tercih edilmesi, doğal kaynak tüketimini azaltır. Ayrıca, inşaatta kullanılan malzemelerin geri dönüşüm potansiyeli de değerlendirilmelidir.

Aşağıda yer alan tabloda yapı sektöründe kullanılan malzemeler ve bu malzemeleri üretimi için gereken enerji değerleri ele alınmıştır.

Malzeme	Enerji (kWh/m3)
Ahşap	5
Granit	10
Perlit	28
Cam Köpük	32
Beton	45
Cam	60
Plastik	120-150
Dolu Tuğla	140
Alüminyum	350
Çelik	550

Şekil 2.2: Yapı Malzemeleri ve Üretim Enerjisi Değerleri

- **Enerji Verimliliği:** İnşaat sektörü, enerji tüketimi açısından büyük bir etkiye sahiptir. Sürdürülebilir inşaat projeleri, enerji verimli tasarımları teşvik eder. Yalıtım sistemleri, güneş enerjisi kullanımı ve enerji tasarruflu cihazlar gibi çözümlerle enerji tüketimini minimize etmek hedeflenir. Ülkemizde ise bunlardan en fazla tercih edileni güneş enerjisi sistemleridir. Aşağıda yer alan şekil de ise Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelleri ele alınmıştır. Bu tabloda ülkemizde yer alan Ege, Akdeniz, Güneydoğu, Doğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinin güneş enerjisi potansiyellerinin önemi görülmektedir.



Şekil 2.3: Türkiye Güneş Enerji Potansiyeli

- **Atık Yönetimi:** İnşaat süreci sırasında oluşan atıkların etkili bir şekilde yönetilmesi önemlidir. Sürdürülebilir inşaat ilkeleri, atıkların minimuma indirilmesini, geri dönüşümün teşvik edilmesini ve atık yönetim sistemlerinin etkin bir şekilde uygulanmasını içerir.
- **Su Kullanımı ve Tasarrufu:** Su, inşaat sektöründe sıklıkla kullanılan bir kaynaktır. Sürdürülebilir inşaat projeleri, suyun verimli bir şekilde kullanılmasını amaçlar. Gerçekleşen mevsimsel yağışlar sonucu oluşan kar ve yağmur suyunun geri kazandırılması, geri dönüşüme uygun özellikte bataryalar, çevresel drenaj ve peyzaj mimarisinde geri dönüştürülmüş su kullanımı gibi çözümler su tasarrufunu teşvik eder.

2.1.2 İklim değişikliği ve sürdürülebilir tasarım ilkeleri

Günümüzde kentlerde nüfus artışı küreselleşme ile artış göstermektedir. Dünya nüfusunun 22. yy.'da 20 milyar seviyelerine ulaşması beklenirken, dünyanın enerji ve elektrik ihtiyacının bu nüfusu karşılamakta güçlük yaşayacağı görülmektedir. İklim değişikliğinin sürdürülebilir mimari ile etkileşimi oldukça önemlidir. Bu aşamada tasarımı oluşturacak olan sürdürülebilir tasarım ekibi, doğanın yeşilini tasarlayacağı bina ile bütünleştirecek, bu tasarımları ile sürdürülebilir kentlerin oluşmasını sağlayacaktır. İklim değişikliği ve küresel ısınmanın etkisinde oluşacak olan mimari tasarımda, yapı malzemelerinin seçimi çok önem arz etmektedir. Tasarımda sera gazı etkisi minimum seviyede olan malzemeler seçilmelidir. Tasarım enerjisi ise doğanın enerjisi ile beslenmelidir. Rüzgâr ve güneş enerji sistemleri, yapının bulunduğu iklimsel konuma göre uygun çatı türü seçimi iklim değişikliği ile mücadelede önem arz edecektir.

İklim değişikliği ve küresel ısınmanın olumsuz etkilediği önemli enerji kaynaklarından birisi de hiç şüphesiz ki sudur. Sürdürülebilir yapı tasarımında su harcama seviyesini minimize edecek tasarımlar, oluşturacağımız yapılarımızın mevcut kaynak tüketimlerini minimize edecek ve ekolojik döngünün devamlılığını sağlayacaktır. Bu da küresel ısınma sonucu oluşan yağış azalması ve barajlarda suyun aşırı ısınarak yoğunlaşması sonucu meydana gelen su kaynaklarımızın azalmasında bizi tasarrufa götürecektir.

Tasarım ilkelerimizde ele alacağımız diğer konulardan birisi de yeşil mimaridir. Tasarımımızda mutlaka yeşil alan ve peyzaj mimarisine fazlası ile yer

vermeliyiz. Şüphesiz ki yeşil alanların varlığı ne kadar fazla ve etkili ise CO2 salınımını azalacak, yağışlar daha verimli olacaktır.

Son zamanlarda “Biyofilik Tasarım” ismi yaygın olarak duyulmaktadır. Bu kavramı ünlü Alman psikanalist Eric Fromm “yaşam sevgisi” anlamını yüklemiştir (Wilson 1984). Biyofilik tasarım aydınlatma, ısıtma, soğutma gibi yapısal ihtiyaçların doğal yollar ile karşılanmasını ve bunların çevreyle uyumunu ele almaktadır(Kaya ve Selçuk Arslan 2018). Biyofilik mimari tasarım tüm farklı yapısal kategorilerde görülebilmektedir. Bitkiler ise iç mekân malzemesi olarak kullanılmaktadır.

2.2 Sürdürülebilirlik Kriterleri

Sürdürülebilir bina malzemeleri seçiminde kullanılacak kapsamlı bir sürdürülebilirlik değerlendirme kriterleri listesi oluşturmak, literatürde eksik bir alan olarak belirlenmiştir. Mevcut literatürün detaylı bir incelemesi, malzeme seçimi için tam anlamıyla kapsayıcı bir sürdürülebilirlik değerlendirme kriterleri listesinin bulunmadığını ortaya koymaktadır. Bu boşluğu doldurmak ve değerlendirme sürecini kolaylaştırmak amacıyla, bir dizi araştırmacı, sürdürülebilir bina malzemelerinin seçimi için kullanılacak değerlendirme kriterleri üzerine kılavuzlar geliştirmiştir.

Bu kılavuzlar, Gavindan (2015), Singh (2007), Buchholz (2009) ve Chen vd. (2009) referanslarından elde edilen bilgileri içermektedir. Bu araştırmacılar, sürdürülebilir malzeme seçimi konusundaki önemli faktörleri belirleyerek, değerlendirme sürecini sistematik hale getirmek için bir çerçeve oluşturmuşlardır. Bu çerçeve, çevresel etkiler, enerji verimliliği, geri dönüştürülebilirlik, uzun ömürlülük ve diğer sürdürülebilirlik kriterlerini içermektedir. Bu kılavuzlar, bina malzemelerinin üretimden kullanım ömrüne kadar olan tüm aşamalarda sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek için kullanılabilir. Özellikle, malzeme seçimi aşamasında, çevresel etkilerin azaltılması, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve atıkların azaltılması gibi önemli sürdürülebilirlik hedeflerini destekleyen kriterlere odaklanmak, bu kılavuzları etkili bir şekilde kullanmanın anahtarıdır. Bu değerlendirme kriterleri, sürdürülebilir bina malzeme seçimine rehberlik etmek ve inşaat sektöründe daha çevre dostu uygulamalara yönlendirmek için tasarlanmıştır.

- Kapsam; ekonomik, çevresel, sosyal ve teknolojik olmak üzere dört alanı kapsamalıdır, böylece sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik ilerlemenin hesaba katılmasını sağlar. Bu hedeflere göre seçilen kriter, sürdürülebilirliğe doğru bir değişimi veya ondan uzaklaşmayı gösterebilmelidir.
- Uygulanabilirlik Seçim kriterleri; düşünülen tüm seçeneklere uygulanabilir olmalıdır. Bu, olasılıkların karşılaştırılabilir olmasını sağlamak için gereklidir.
- Uygulanabilirlik Kriterler; seçimin amaçlanan sonucunu, kullanılacak araçları ve araştırma ve değerlendirme için mevcut olan zaman ve para miktarını dikkate alarak gerçekçi olmalıdır. Açıkça ifade edilmelidir.

2.2.1 Sosyal kriterler

Sosyal sürdürülebilirlik, bir işletmenin faaliyetlerinin insanlar üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini, yönetim pratiğini ve paydaşlarla olan ilişkilerin kalitesini içeren bir değerlendirme sürecini ifade eder. İşletmenin paydaşlarla etkileşimi, bu ilişkilerin niteliği ve sürekliliği, sosyal sürdürülebilirlik açısından kritik bir öneme sahiptir. Sosyal sürdürülebilirliğin temel hedefi, sürdürülebilir gelişimin sağlanması için insan haklarına ve özgürlüklerine odaklanmaktadır. Bu kapsamda, temel haklar, özgürlükler ve sorumluluklarda eşitlik sağlanmalı ve nesiller arasında denge korunmalıdır. Kaynakların kullanımı, gelecek nesillere kendi yaşam tarzlarını devam ettirmeleri ve zenginliklerini sürdürebilmeleri için adil bir şekilde paylaşılmalıdır. Sosyal sürdürülebilirlik, işletmelerin sadece kâr odaklı değil, aynı zamanda toplumsal sorumluluklarına duyarlı bir şekilde hareket etmelerini ve paydaşlarıyla adil ve sürdürülebilir ilişkiler kurmalarını vurgular. Bu yaklaşım, sadece mevcut neslin değil, gelecek nesillerin de refahını ve adaletini gözetmeyi amaçlar (Barkhouse, 2015).

Sosyal sürdürülebilirlik standartları, uzun vadeli bir stratejik perspektifle yaşam kalitesini arttırmayı amaçlamaktadır. Yaşamsal faaliyetlerimiz ise, günlük hayatımızın en az üçte birini yaşadığımız iş hayatı, fiziksel ve psikolojik sağlık durumumuz, gerçekleştirdiğimiz eğitimsel faaliyetler, sosyo kültürel etkileşimler yer almaktadır. Bu standartlar, toplumun genel refahını güçlendirmeyi ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etmeyi hedefler. Sosyal sürdürülebilirlik çerçevesinde, engellilerin topluma yeniden entegrasyonu da önemli bir odaktır. Engellilerin toplumsal hayata

etkin bir şekilde katılımını sağlamak, sosyal adaleti artırmak ve toplumun her kesimine eşit fırsatlar sunmak, sosyal sürdürülebilirliğin bir parçasıdır. Ayrıca, sosyal sürdürülebilirlik, gelecekteki teknoloji gelişmelerine uygun bir şekilde toplumun yaşlı nüfusunu koruma konusunu da kapsar. Bu, yaşa uygun teknoloji kullanımını teşvik ederek yaşlı bireylerin günlük yaşamlarını sürdürebilmelerini ve teknolojinin avantajlarından faydalanmalarını amaçlar. Sosyal sürdürülebilirlik standartları, toplumun genel refahını artırmak, eşitlik ve adaleti sağlamak, engellilerin entegrasyonunu desteklemek ve gelecekteki teknolojiye uygun bir yaşam sağlamak amacıyla kapsamlı bir strateji sunar (Kılıç, 2009).

Avustralya Konseyi Sosyal Hizmetler (ACOSS), sosyal sürdürülebilirliği, resmi ve gayri resmi süreçlerin, düzenlemelerin, yapıların ve ilişkilerin etkili bir şekilde mevcut ve gelecek nesillerin sağlıklı ve yaşanabilir topluluklar geliştirmelerine katkı sağladığı bir perspektifle tanımlamaktadır. Bu bakış açısının temel öngörüsü sosyal sürdürülebilirlik şu ana hitap etmekle kalmaz, geleceği de planlar. Sosyal olarak sürdürülebilir topluluklar, yüksek bir yaşam standardı sunar ve adil, çeşitli, bağlantılı ve demokratiktir. Yüksek yaşam standardı, toplumun bireylerine sağlıklı bir çevrede yaşama, eğitim, sağlık hizmetlerine erişim ve kültürel etkinliklere katılım gibi temel gereksinimlere ulaşma fırsatı tanır. Adil ve çeşitli bir topluluk, herkesin eşit fırsatlara sahip olduğu bir ortam yaratırken, bağlantılı ve demokratik bir yapı, toplumun her kesiminin katılımını ve etkileşimini teşvik eder. ACOSS'un perspektifi, sosyal sürdürülebilirliğin, toplumların sadece bugünkü ihtiyaçlarını tamamlayan bir kavram olmadığını, nesiller boyunca devam edecek bir mekanizma olduğunu vurgular.

Günümüzde, sosyal sürdürülebilirlik, potansiyel nesillerin görmek istemedikleri olumsuz değişiklikleri engellemek ve toplumsal servetin adil bir şekilde dağıtılmasını sağlamak amacıyla geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir kalkınmanın büyük bir kısmı, insanın ve sosyal ihtiyaçlarının önemine dayanmaktadır. Sosyal sürdürülebilirlik, toplumun çeşitli katmanları arasında adaleti ve dengeyi güçlendirmeyi hedefler. Toplumsal eşitsizlikleri azaltmak, yoksulluğu önlemek ve herkesin yaşam kalitesini artırmak için sürdürülebilir kalkınma çabaları, insan merkezli ve sosyal ihtiyaçları gözetilen bir perspektifle şekillenir (Mazza, 2007). Bu yaklaşım, sadece ekonomik başarıya değil, aynı zamanda toplumun genel refahına odaklanarak sürdürülebilir kalkınmanın anahtar unsurlarından birini

oluşturur. Gelecek nesillerin ihtiyaçlarını gözeterek, doğru ve sürdürülebilir değişiklikleri teşvik etme çabaları, toplumsal uyum ve huzurun korunması adına kritik bir rol oynamaktadır.

2.2.1.1 İnsan sağlığı ve insan sağlığının güvenliği

İnsan sağlığı ve insan sağlığının güvenliği, doğal veya insana kaynaklı olan tüm çevresel faktörlerle ilgilendirir ve bu faktörlerin insan sağlığına ve güvenliğine olan etkilerini değerlendirir. Çevresel sağlıkla ilgili diğer terimler arasında çevresel ve halk sağlığı ile çevresel önlemler bulunmaktadır. Bu alan, çevresel bilimler ve halk sağlığı disiplinleriyle sıkı bir ilişki içindedir, çünkü insan sağlığını etkileyen faktörleri anlamak ve yönetmek için bu disiplinlerden yararlanır (Reedy, 2019; Alwafi, 2022). Bu bağlamda, çevresel sağlık, çeşitli çevresel değişkenleri inceleyerek, insan sağlığını korumaya yönelik stratejiler geliştirmekte ve uygulamaktadır.

2.2.1.2 Yerel malzemenin kullanımı

Yerel malzemenin kullanımı, sürdürülebilirlik sürecinde kritik bir belirteçdir. Çünkü uzak bölgelerde üretilip taşıma araçları ile getirilen malzemelerin kullanılması, ek enerji tüketimine neden olmanın yanı sıra maddi maliyetleri artırır ve çevreye zararlı kirleticilerin salınımına katkıda bulunabilir. Bu sebeplerle, yerel olarak üretilen malzemelerin kullanımı, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma ve sağlıklı iç mekân ortamları oluşturma açısından önemlidir. Yerel malzeme kullanımının öncelikli avantajlarından biri, taşıma süreçlerindeki enerji tüketiminin ve beraberinde gelen karbon ayak izinin azaltılmasıdır. Yerel kaynaklardan elde edilen malzemelerin kullanılması, aynı zamanda ekonomik açıdan da avantajlı olabilir, çünkü uzak bölgelerden malzeme getirmenin getirdiği maliyetlerden kaçınılmış olur. Ayrıca, yerel malzeme kullanımı, yerel ekonomiyi destekler ve yerel topluluklarla iş birliğini teşvik eder. Bu, bölgesel kalkınmaya ve yerel üreticilere olan talebin artmasına katkıda bulunarak sürdürülebilir bir döngü oluşturabilir (Ighrauwe ve Oke, 2019; Gavindan, 2015).

2.2.1.3 İnsan gücü kullanılabilirliği

Özellikle yerel istihdamı teşvik etme amacıyla insanlar için uygun iş fırsatlarının sağlanması, yoksulluğun azaltılması ve sürdürülebilir kalkınmanın

gerçekleştirilmesine katkıda bulunarak küresel büyümeye destek olur. Üretken toplumlar, dünya nüfusundaki önemli artışla başa çıkabilmek için ihtiyaçları karşılamak adına önemli bir rol oynayabilirler; ancak bu süreçte toplumlar, tüm bireyler için kapsayıcı ve adil olmalıdır. Herkes için uygun iş imkanları sağlamak, eşitlik ilkesini benimsemek ve yoksulluğu ortadan kaldırmak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak adına kritik önem taşır (Mahmoudkelayevd, 2018; Ljungberg, 2007).

Bu perspektiften hareketle, yerel istihdamın teşvik edilmesi sadece ekonomik büyümeye değil, aynı zamanda toplumsal refahın artırılmasına ve sürdürülebilir bir geleceğin inşa edilmesine de katkıda bulunur. Yerel iş imkanlarının artırılması, toplulukların güçlenmesine ve daha dengeli bir kalkınma modeline geçişe yardımcı olabilir.

2.2.1.4 Estetik

Sürdürülebilir bir binanın avantajları açıkça ortaya konmalıdır, çünkü temel amacı çevreyi korumaktır. Ancak bu, binanın estetik olarak güzel olmasını ve kentsel gelişime uyum sağlamasını engellemez. Sürdürülebilir tasarım, geleneksel tasarımdan farklıdır; çünkü sadece estetik formu değil, aynı zamanda çevresel uyumu, uzun süreli kullanımı ve uzun yıllar boyunca sürdürülebilirlik ilkesinden faydalanma olasılığını da göz önüne almalıdır. Yani, tasarım sadece şekil değil, aynı zamanda adaptasyonu da içermelidir (Alwafi, 2022).

Sürdürülebilir bir binanın estetik açıdan çekici olması, sadece çevreyi koruma hedefiyle çatışmadığını, aynı zamanda görsel olarak cazip ve kentsel çevreye uyumlu olabileceğini vurgular. Bu tasarımın öncelikli hedefleri arasında çevresel etkilerin en aza indirilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması bulunsa da bina aynı zamanda mimari açıdan etkileyici ve estetik bir yapı olabilir. Sürdürülebilir tasarım, kullanılan malzemelerden enerji verimliliğine, peyzaj düzenlemesinden atık yönetimine kadar geniş bir perspektifi kapsar. Bu, sürdürülebilir bir binanın sadece çevresel olarak değil, aynı zamanda görsel olarak da çekici olmasını sağlamak adına tasarım sürecinde çoklu faktörlerin dikkate alınması gerektiği anlamına gelir (Akadari, 2013).

2.2.1.5 Gürültü izolasyonu

Gürültü kirliliği, geçmişte ve günümüzde çevresel kirlilik türlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Gürültü, işitme duyusuna zarar veren ses ve yüksek sesleri içerir. Bu tür gürültüler sınırları yorar, zihinsel rahatlığı bozar, konforu azaltır, uykuyu engeller ve özellikle dinlenmeye ve sakinliğe ihtiyaç duyan hastaları ve çocukları büyük ölçüde olumsuz etkiler. Gürültü kirliliği, yaşam kalitesini düşürebilir ve genel sağlık üzerinde negatif etkiler yaratabilir (Alwafi, 2022).

Gürültü kirliliğinin etkilerini azaltmak için izolasyon önlemleri almak önemlidir. İzolasyon, dışarıdan gelen gürültüyü sınırlamak ve iç mekanlarda daha sakin bir ortam yaratmak için kullanılan bir stratejidir. Bu önlemler, özellikle hastaneler, okullar ve konut alanları gibi sesin önemli olduğu yerlerde uygulanabilir. Gürültü izolasyonu, insanların genel yaşam kalitesini artırabilir ve sağlıklı bir çevre oluşturabilir.

2.2.2 Teknik kriterler

Geçen yüzyılın çeşitli dönemlerinde, dünya genelinde teknik alanın yeterince önemsenmemesi, sürdürülemez kalıpların ve teknolojilerin benimsenmesi, ciddi sorunlara yol açmıştır (Ljungberg, 2007). Bu dönemde, birçok bölge, teknik gelişmelere yeterince yatırım yapmamış ve modernleşme süreçlerinde geri kalmıştır. Bu ihmal, enerji verimliliği, çevre koruma ve ekonomik sürdürülebilirlik gibi kritik alanlarda ortaya çıkan sorunlara neden olmuştur. Özellikle sürdürülemez teknolojilerin benimsenmesi, doğal kaynakların aşırı kullanımına ve çevresel bozulmalara yol açmıştır. Bu durum, iklim değişikliği, su kirliliği ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi küresel çapta önemli sorunlara neden olmuştur. Ayrıca, teknik alanın ihmal edilmesi, ekonomik gelişmeyi engelleyerek sosyal eşitsizlikleri derinleştirmiştir. Bu bağlamda, geçmişteki teknik ihmalin getirdiği sorunlardan ders çıkarmak ve gelecekte sürdürülebilir teknolojilere odaklanmak önemlidir. Teknik alanın daha fazla desteklenmesi, inovasyon ve gelişmeye yönelik yatırımların artırılması, küresel sorunlara etkili çözümler bulunmasına katkı sağlayabilir. Gelecekte, sürdürülebilir teknolojilere odaklanarak, çevresel ve sosyal açıdan daha dengeli bir dünya yaratmak mümkün olabilir.

Sürdürülebilir inşaat malzemeleri seçimi, genellikle önemli bir kriter olarak değerlendirilir; ancak bu değerlendirme, çoğu araştırmacı tarafından genellikle

ekonomik veya çevresel kriterlerle doğrudan veya dolaylı olarak birleştirilir. Bu durum, malzeme seçimi sürecinde teknik yönlerin ayrı bir varlık olarak düşünülmesini etkilemiştir (Ogunkah ve Yang, 2012). Sürdürülebilir inşaat projelerinde malzeme seçimi, yalnızca ekonomik maliyet veya çevresel etkilerle sınırlı olmamalı; aynı zamanda teknik özellikler, dayanıklılık ve enerji verimliliği gibi faktörlere de odaklanmalıdır. Bu kapsamlı yaklaşım, yapı sektöründe sürdürülebilirliği sağlama çabalarını daha etkili ve kapsamlı hale getirebilir.

Teknoloji ve teknik destek, sürdürülebilirlik sürecini geliştirmekte olan ve gelişmiş ülkelerdeki tüm endüstri faaliyetlerinde uygulamak için kritik bir role sahiptir. Bu iki faktör, çoğu endüstri girişiminin temelini oluşturur ve zararlı çevresel etkenlerle başa çıkabilmek için elzemdir. Sürdürülebilir kalkınmayı başarabilmek adına inşaat endüstrisi, teknoloji, çevre ve bilgi alanlarındaki hızlı değişimlere hızlı bir şekilde yanıt vermelidir (Balarus vd., 2005) Teknolojik ilerlemeler, endüstriyel süreçlerde daha verimli ve çevre dostu uygulamaların geliştirilmesine olanak tanır. Bu, enerji tasarrufu, atık azaltma ve çevresel etkilerin en aza indirilmesi gibi sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynar. Aynı zamanda, teknik yardım ve bilgi değişimi hem geliştirmekte olan hem de gelişmiş ülkeler arasında en iyi uygulamaların paylaşılmasını sağlayarak küresel sürdürülebilirlik çabalarına katkıda bulunabilir. Bu nedenle, teknoloji ve teknik destek, endüstriyel faaliyetlerin sürdürülebilirlik yolunda önemli bir itici güçtür.

İş yaklaşımı genellikle sadece teknik ve çevresel faktörleri ele alsa da çevresel faktörleri göz önünde bulundurmamak oldukça önemlidir (Chan ve Tong, 2006). Bu durumda, işletmelerin sadece teknik etkenlere odaklanmaktan ziyade çevresel etkileri de dikkate alarak kararlar almaları, sürdürülebilirlik ve çevresel sorumluluk anlayışının güçlenmesine katkı sağlayabilir. Çevresel faktörlerin doğru bir şekilde değerlendirilmesi, iş stratejilerinin uzun vadeli etkilerini daha iyi anlamalarına ve sürdürülebilir bir iş modeli oluşturmalarına yardımcı olabilir. Bu bakış açısı, iş dünyasının çevresel sürdürülebilirlik konusundaki sorumluluklarını daha kapsamlı bir şekilde ele almasına olanak tanır.

2.2.3 Çevresel kriterler

Ekosistemlerin zaman içinde canlı ve üretken kalma şeklini anlamak, çevresel sürdürülebilirliğin temelini oluşturur. Bu kavram, uzun vadeli yaşamımızı sürdürme

yeteneği ile doğal dđnyanın sorumlu bir Şekilde kullanımını birleŐtirir. Çevresel sđrdđrđlebilirlik, çevresel etkileŐimlerin minimum dđzeyde tutulmasını hedefleyerek, ekosistemlerin kendi işleyiş kapasitelerini sđrdürme yeteneğini koruma amacını taşır.51Sđrdürđlebilirlik ilkesi, gelişim sđrelerini planlarken doğal sermayenin en az zarar gđrmesine dayandığında gerçekleşir. Bu, kaynakları dengeli bir Şekilde kullanarak gelecek kuşaklar için ekosistemlerin sağlığını ve üretkenliğini koruma anlamına gelir. Çevresel sđrdürđlebilirlik, çeşitli önemli hedeflere odaklanarak bu amacı gerçekleŐtirmeye çalışır. Bu hedefler arasında, çevresel etkilerin en aza indirilmesi, doğal kaynakların sđrdürđlebilir bir Şekilde yönetilmesi, biyoçeŐitliliđin korunması ve ekosistemlerin dayanıklılığının arttırılması yer alır. Ayrıca, sosyal ve ekonomik faktörleri de içeren bđtđnlüklü bir yaklaşım benimsenerek, toplulukların ve endüstrilerin çevresel sorumluluklarını yerine getirmeleri teşvik edilir.

Çevresel sđrdürđlebilirlik, ekosistemlerin uzun vadeli canlılık ve üretkenliklerini koruma amacını taŐıyan bir ilkedir. Bu ilke, doğal kaynakları dengeli ve sorumlu bir Şekilde kullanarak, çevreye en az zarar verme ve gelecek nesillere sağlıklı bir dđnya bırakma çabasını yansıtır (Engineering Management, 2021).

2.2.3.1 İklım değişikliği

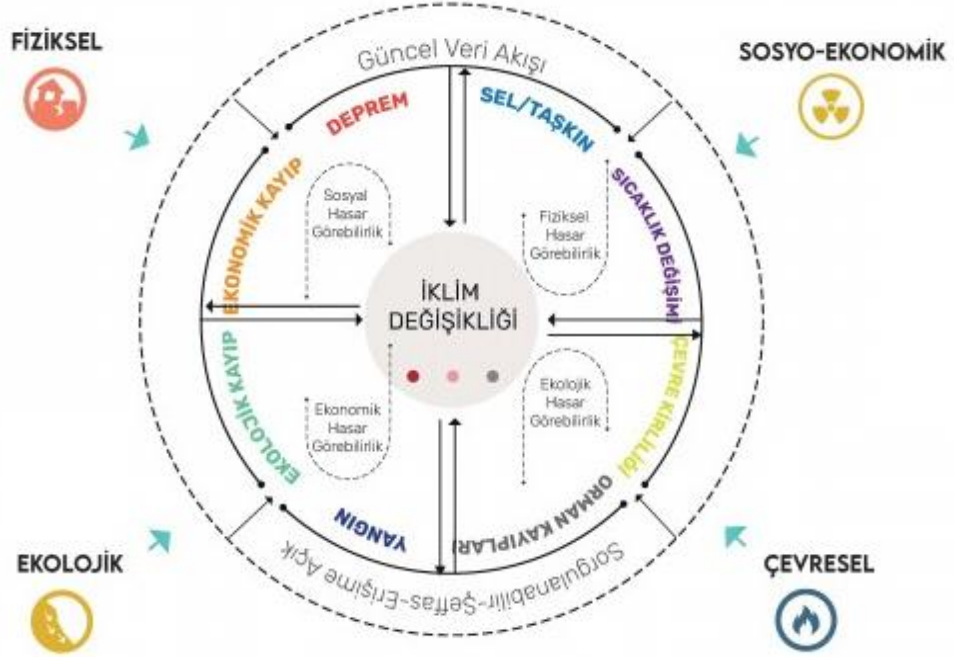
İklım değişikliği, atmosferde ve yeryüzündeki sıcaklık koŐullarında uzun vadeli değişiklikleri ifade eden karmaşık bir sđretir. Bu değişiklikler, doğal faktörlerden kaynaklanabileceği gibi, insan faaliyetlerinin de etkisiyle artmaktadır. Özellikle fosil yakıtların, yani kömür, petrol ve doğalgazın yaygın kullanımı, sera gazı emisyonlarını artırarak iklim değişikliğine önemli ölçüde katkı sağlamıştır.

Güneş döngüsündeki doğal varyasyonlar gibi organik faktörlerin yanı sıra, endüstriyel faaliyetler, enerji üretimi, taŐımacılık ve diğer insan kaynaklı etkenler de atmosferdeki sera gazlarının artmasına neden olur. Bu sera gazları, örtü gibi etki yaparak güneŐin ısısını atmosferde hapseder ve dđnya genelinde sıcaklıkların artmasına sebep olur. Ayrıca, tarım uygulamalarındaki değişiklikler, ormansızlaŐma ve ŐehirleŐme gibi insan etkileşimleri, iklim değişikliğinin karmaŐıklılıđını arttırmaktadır. Bu sđre, sadece hava ve sıcaklıkta değil, aynı zamanda deniz seviyesi yükselmesi, ekstrem hava olayları ve biyolojik çeşitlilik üzerinde de önemli etkiler doğurmaktadır (Zavadiskas, 2005).

İklim değışikliği, sadece doğal faktörlerden değil, aynı zamanda insan etkileşimleri ve faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan bir sorundur. Bu nedenle, sürdürülebilir enerji kullanımı, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve çevre dostu uygulamaların benimsenmesi gibi önlemler, iklim değışikliği ile mücadelede kritik öneme sahiptir (Gray, 2006).

Küresel iklim krizi köyler, kentler, şehirler, ülkeler yani kısaca tüm dünya üzerinde pek çok alanda sistemsel etkileri bulunan bir krizdir. Kentlerde yer alan ve birbirleri ile etkileşimi bulunan sistemler, iklim değışikliğinin etkileri ile başa çıkabilme ve uyum kapasitelerinin saptanması, bugün ve gelecek dünyamızda yer alabilmeleri açısından çok önemlidir.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUMLU KENT MODELİ

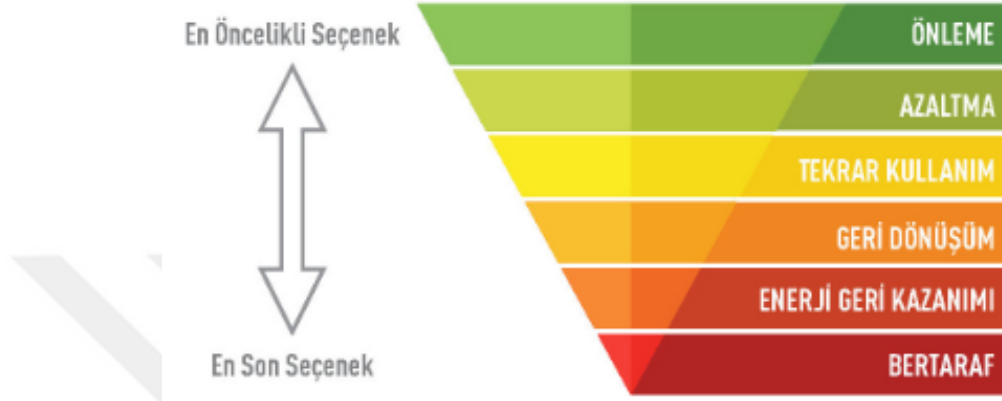


Şekil 2.4: İklim Değişikliğine Uyumlu Kent Modeli

2.2.3.2 Atık yönetimi

Atık yönetimi, verimsiz veya hatalı atık toplama süreçleri ve tüketici davranışları, önemli miktarda değerli kaybına yol açmaktadır. Bu kayıpların büyük bir kısmı, inşaat endüstrisinin faaliyetleriyle ilişkilidir. Yüksek maliyetli çöp sahaları ve yapı malzemeleri, sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir sorumluluk oluşturmaktadır. İnşaat endüstrisi, atık üretiminde önemli bir paya sahiptir ve bu

durum, çevre üzerinde olumsuz bir etki bırakmaktadır. Atıkların etkili bir şekilde yönetilememesi, doğal kaynakların israf edilmesine ve çevresel dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu durumun oluşturduğu problemleri yalnız ekonomik açıdan irdelemek bizi doğru sonuca ulaştırmayacaktır. Ekonomik yönleri ve sosyal yönlerini de inceleyerek bir bütün incelemek gerekmektedir (Alwafi, 2022).



Şekil 2.5: Atık Yönetimi Hiyerarşisi

Çöp sahalarının ve yapı malzemelerinin sürekli yüksek maliyetleri, işletmecileri ve geliştiricileri, sürdürülebilir inşaat uygulamalarına yönelmeye teşvik etmektedir. Bu bağlamda, sağlam bir atık yönetimi stratejisi benimsemek, atık miktarını azaltmak ve kaynakları daha etkili bir şekilde kullanmak için kritik bir öneme sahiptir. Her geliştirici veya sahip, çevresel sorumluluklarını yerine getirmek, atık üretimini minimize etmek ve sürdürülebilir inşaat standartlarını benimsemek için çaba göstermelidir. Bu sayede, atık yönetimi konusundaki sorumluluklarını yerine getirerek, çevre dostu bir inşaat endüstrisinin oluşturulmasına katkıda bulunabilirler (Reddy, 2019).

Sürdürülebilir inşaat atık yönetimi, sadece bir standart olarak önerilmiyor olmasıyla değil, aynı zamanda size zaman ve para kazandırmasıyla da olumlu bir özellik taşır. Kaynak kayıplarının azaltılması hem refahımızı korumak hem de ekonomiyi güçlendirmek açısından son derece önemlidir. Bu nedenle, sürdürülebilir inşaat atık yönetimi, çevresel sorumluluklarımızı yerine getirmenin yanı sıra işletme verimliliğini artırır ve işletme maliyetlerini düşürür (Bakhoun ve Browne, 2012; Gavindan , 2015).

2.2.3.3 Kirliliği ve emisyonları minimize etme

Hava kirliliğinin azaltılması amacıyla alınan önlemler arasında, bireylerin elektrikli araçları tercih etmeleri, işe bisikletle gitmeleri veya toplu taşımayı kullanmaları gibi kişisel çabalar önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, bu çabaların yanı sıra ticari binaların karbon dioksit emisyonlarının azaltılması da büyük bir rol oynamaktadır. Yapılan araştırmalara göre, yıllık karbon dioksit emisyonlarının %40'ı ticari binalardan kaynaklanmaktadır. Yeni inşa edilen binaların %11'i, mevcut bina işletmelerinin ise %28'i toplam karbon emisyonlarına katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle, binaların hava kirliliğine olan katkısının azaltılması, genel hava kalitesini iyileştirmek adına kritik bir öneme sahiptir. Binaların enerji verimliliğini artırmak, sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş yapmak, atık yönetimini geliştirmek ve çevre dostu malzemeler kullanmak gibi önlemlerle karbon emisyonlarını kontrol altına almak mümkündür (Bakhoun ve Browne, 2012).

Bunun yanı sıra, yeşil bina sertifikaları ve çevresel standartlara uygun inşaat yöntemleri gibi uygulamaların teşvik edilmesi, ticari binaların çevresel etkilerini minimize etmede önemli adımlar olarak görülmektedir. Bu süreç hem mevcut binaların hem de yeni inşa edilen binaların çevresel performansını artırarak hava kirliliği ile mücadelede etkili bir strateji olacaktır (Akadiri, 2013).

2.2.3.4 Kaynak tüketimi

İnşaat endüstrisi, kentsel alanlardaki kaynak ve enerji tüketiminin önemli bir payını üstlenmektedir. Sürdürülebilir kalkınma anlayışı çerçevesinde, özellikle kentsel inşaat endüstrisinin kaynak tüketimi ve çevresel etkilerine odaklanmamız gerekmektedir. İnşaat endüstrisi, kaynak tüketimiyle doğrudan ilişkilendirilen bir faktör olarak çevreye baskı oluşturan unsurlardan biridir. Bu durum, çeşitli kaynakların kullanımıyla birlikte enerji tüketimiyle de bağlantılıdır, bu da çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir konuyu ortaya koymaktadır (Reddy, 2019; Awafi, 2022). Bu bağlamda, inşaat endüstrisinin çevresel etkilerini azaltmak ve kaynakları daha sürdürülebilir bir şekilde kullanmak için stratejiler geliştirilmesi önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, atık yönetimi politikalarının güçlendirilmesi ve enerji verimliliğini artırmak gibi önlemler, bu sektörde çevresel etkilerin minimize edilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca, inşaat projelerinin

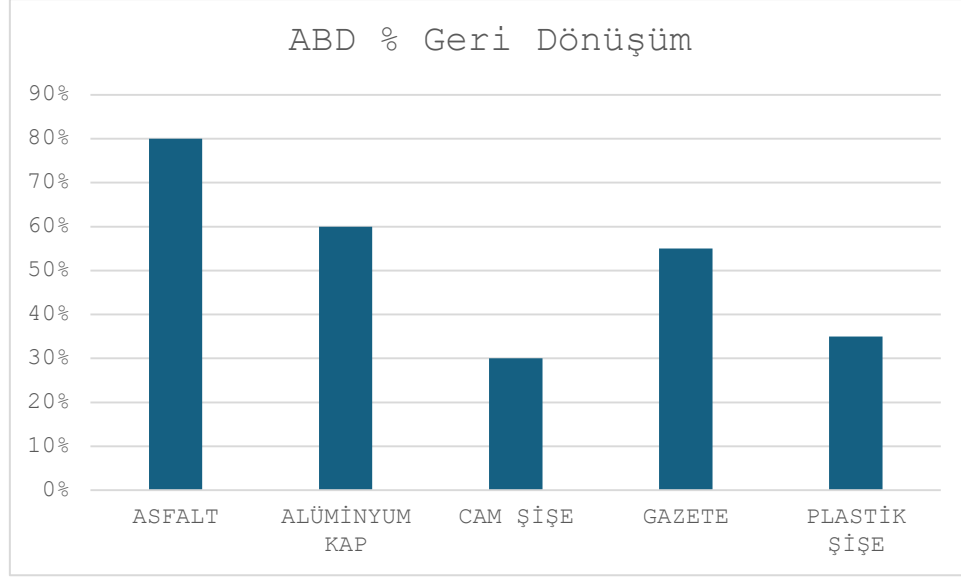
planlanması ve uygulanmasında çevresel faktörlerin dikkate alınması, sürdürülebilir kentsel gelişim hedeflerine ulaşmada önemli bir adım olacaktır.

2.2.3.5 Geri dönüşüm ve yeniden kullanım

Geri dönüşüm ve yeniden kullanımı etkili bir şekilde benimsemek, önemli kaynakların depolama alanlarında israf edilmesini engelleyerek Avrupa Komisyonu'nun 2020 yılına kadar belirlediği %70 geri kazanma hedefine ulaşma çabalarına önemli katkıda bulunabilir. Bu hedefe yönelik olarak oluşturulan kurallar, artık ana engel olmaktan çıkmıştır. Vergi iadesi sistemi, atıklardan kurtulmanın düşük maliyetli bir alternatifi olarak öne çıkmakla birlikte, geri kazanılan kaynakların kalitesini artırmak ve kullanım alanlarını genişletmek açısından da etkilidir.

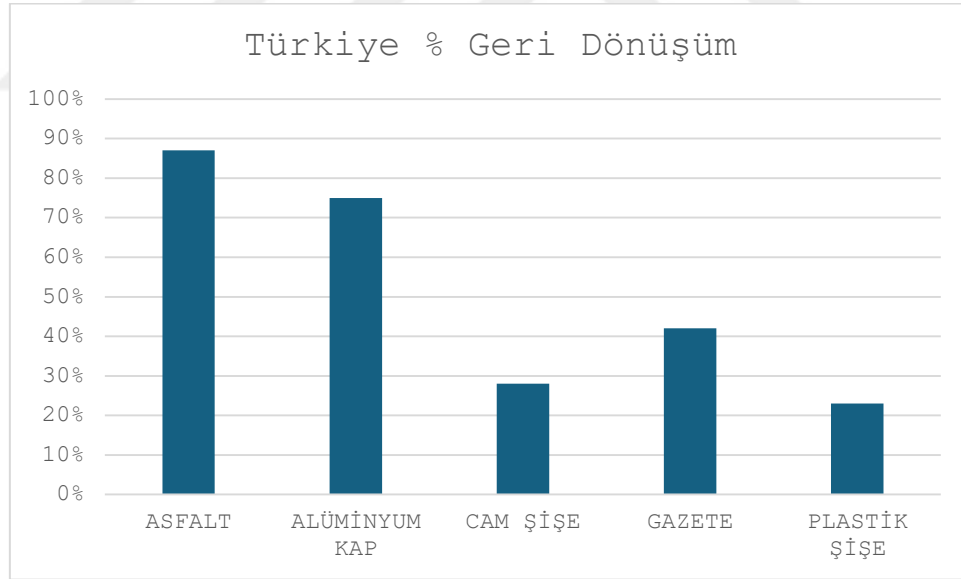
İnşaat uygulamaları hem tasarım hem de inşaat aşamalarında Birleşik Krallık'ta halen önemli miktarda atık üretmektedir. Bu bağlamda, atık önleme stratejileri ekonomik açıdan en uygun seçenekleri sunmaktadır. Atıkların geri dönüştürülmesi, sadece çevresel etkileri azaltmakla kalmayıp aynı zamanda daha fazla kaynak verimliliği sağlayarak sürdürülebilir inşaat uygulamalarına önemli bir katkı sunmaktadır (Awafi, 2022; Akadiri, 2013; Gavindan, 2015). Bu yöntemlerin benimsenmesi, inşaat sektöründe çevresel sürdürülebilirliğin artırılması ve atık yönetimi konusundaki hedeflere ulaşılması adına önemli bir adımdır.

İnşaat sektörünü baz aldığımızda Amerika Birleşik Devletleri bu klasmanda lider durumdadır. Amerika'da yol yapımında kullanılan asfalt malzemesinin geri dönüşüme katkısı yaklaşık %80'dir. Şekil 4'te ABD inşaat sektöründe geri kazandırılan malzeme yüzdeleri yer almaktadır. Sonuç olarak bakıldığında ABD gibi gelişen ve dünya ekonomisine yön veren ülkelerde geri dönüşümün önemi oldukça fazladır. Bu durumun önemsenmesi de ülke ekonomisine hammadde kaynağı sağlayacağı bilinmektedir.



Şekil 2.6: ABD İnşaat Sektöründe Geri Dönüşüme Kazandırılan Malzeme Yüzdeleri

Türkiye’ de ise yol yapımında kullanılan asfalt malzemesinin geri dönüşüme katkısı yaklaşık %87’dir. Şekil 5’te Türkiye’de inşaat sektöründe geri kazandırılan malzeme yüzdeleri yer almaktadır.



Şekil 2.7: Türkiye İnşaat Sektöründe Geri Dönüşüme Kazandırılan Malzeme Yüzdeleri

2.2.3.6 Gömülü enerji

Gömülü enerji kavramı, bir mal veya hizmetin üretilmesi için harcanan enerji miktarını ifade eder. Bu enerji, genellikle bir tam yaşam döngüsü boyunca gereken toplam enerji miktarını hesaplamak için kullanılan bir aritmetik yöntemdir. Yaşam

döngüsü enerji değerlendirmesi, malzemenin çıkarılması, imalatı ve montajı gibi süreçlerde ihtiyaç duyulan enerjinin toplamını içerir.

Bina inşası, çeşitli inşaat malzemelerinin kullanımını gerektirir ve her bir malzemenin üretimi enerji tüketirken karbon dioksit salımına neden olur. Herhangi bir inşaat malzemesinin atığı biriktiğinde, bu durum enerji ve karbon dioksit emisyonlarını önemli ölçüde artırır (Taffese, 2019). Bu nedenle, inşaat sektöründe sürdürülebilir malzeme seçimleri, atık yönetimi ve enerji verimliliği gibi faktörlere odaklanarak gömülü enerjinin azaltılması ve çevresel etkilerin minimize edilmesi önemlidir.

2.2.4 Ekonomik kriter

Ekonomik sürdürülebilirlik, bütün insanların, gelecek nesillerin ve doğal organizmaların yaşam koşullarını geliştirme yeteneği olarak nitelendirilebilir. Bu gelişimin kaynakların kullanımını ve tüketimini sınırlamadan gerçekleşmesi, gezegenin sınırlarını aşmadan olmalıdır. Modern ve çağdaş kritik optimizasyon paradigması içinde yürüttüğümüz çalışmalar, bu hedefe ulaşma yolunda uzun vadeli bir sürecin kaçınılmaz olduğunu göstermektedir. Ekonomik kimlik, bireylerin elektrik tüketimini artırarak piyasada gelişen bir rol oynayabilecekleri bir kimlik olarak da düşünülebilir. Ancak, bu durumun aynı zamanda gayri safi milli hasılanın artışı ile ilişkilendirilmesi önemlidir. Bu bağlamda, ekonomik büyümenin sürdürülebilir olabilmesi için kaynakları akılcı bir şekilde kullanma ve tüketim alışkanlıklarını gözden geçirme gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Spangenberg, 2005).

Bu süreçte, yeşil enerji kaynaklarına yönelim, enerji verimliliği artırma çabaları ve çevresel etkileri azaltma amacıyla yapılan inovasyonlar, ekonomik sürdürülebilirlik için kritik öneme sahiptir. Aynı zamanda, sosyal sorumluluk bilinciyle hareket eden işletmelerin ve bireylerin katkıları da bu sürecin hızlanmasına yardımcı olabilir. Ekonomik sürdürülebilirlik, sadece mevcut neslin değil, gelecek kuşakların da ihtiyaçlarını karşılamayı hedefleyen bir çaba gerektirir. Bu çaba, kaynakları etkili bir şekilde yönetme, çevresel etkileri azaltma ve toplumsal refahı artırma amacını taşımaktadır. Bu doğrultuda atılan adımlar, ekonomik kimliği güçlendirmenin yanı sıra, gezegenimizin sınırlarını aşmadan sürdürülebilir bir gelecek inşa etme yolunda önemli bir rol oynayacaktır.

Sürdürülebilir kalkınma prensiplerini benimseyerek, kaynakların kontrol edilmesi konusunda önemli fırsatlar elde edilebilir. Ekonomik sürdürülebilirlik, yeşil kullanım ve kaynak yönetimiyle birlikte, kamu ve özel yatırımlar arasında sistematik bir denge oluşturulma potansiyelini içermektedir. Bu denge, organizasyonların sadece karlılık odaklı değil, aynı zamanda sosyal kriterleri de dikkate alarak genel ekonomik performanslarını değerlendirmelerini sağlar.

Bu yaklaşım, sadece finansal başarıya odaklanan geleneksel ekonomik modellerin ötesine geçerek, çevresel ve sosyal etkileri de göz önünde bulundurmaya hedefler. Yeşil kullanım ve kaynak yönetimi uygulamaları, ekosistemleri koruma, enerji verimliliğini artırma ve atık azaltma gibi alanlarda gerçekleştirilebilir. Bu çabalar, sadece mevcut nesillerin ihtiyaçlarını değil, aynı zamanda gelecek kuşakların yaşam kalitesini ve doğal kaynaklara erişimini de gözetir (Maoeng, 2020).

Kamu ve özel sektör arasındaki iş birliği, sürdürülebilir kalkınma hedeflerini gerçekleştirmede önemli bir rol oynar. Bu iş birliği sayesinde, ekonomik sürdürülebilirlik için gerekli politika ve stratejilerin oluşturulması, kaynakların etkili bir şekilde kullanılması ve toplumsal refahın artırılması sağlanabilir.

2.2.4.1 İşletme bakım maliyeti

İşletme ve bakım maliyeti, binaların hem estetik görünümünü korumak hem de performanslarını sürdürmek açısından kritik bir öneme sahiptir. Bir binanın değerini artırmak ve ömrünü uzatmak, etkili bir şekilde işletme ve bakımını sağlamayı gerektirir. Ancak, mevcut durumda bina işletme ve bakım maliyeti konusunda etkili bir yönetim eksikliği bulunmaktadır. Konut bakım maliyetinin, kötü ve yanlış bakım uygulamalarından kaynaklanan nispeten yüksek olduğu tespit edilmiştir (Che-Ghanivd, 2016). Bu durum, doğru bakım yöntemleri ve uygulamalarının eksikliğinden kaynaklanan sorunları vurgulamaktadır. Etkin bir bakım stratejisi oluşturmak ve bu stratejiyi düzenli olarak uygulamak hem maliyetleri azaltabilir hem de binanın uzun ömürlülüğünü artırabilir. Bu bağlamda, bina işletme ve bakım maliyetlerini etkili bir şekilde yönetmek, sadece mevcut değeri korumakla kalmaz, aynı zamanda gelecekteki potansiyel sorunları da önleyerek bina performansını artırır. Doğru yönetildiğinde, işletme ve bakım maliyetleri, bir binanın değerini artırmanın yanı sıra uzun vadeli sürdürülebilirliğini de güvence altına alır.

Operasyonel maliyetler, bir şirketin, bir makinenin, bir ekipmanın veya bir binanın işletilmesiyle doğrudan ilişkilendirilen maliyetlerdir. İşletmenin sürekli olarak faaliyet göstermesi için gerekli olan bakım maliyetleri veya kaynaklar da bu kapsama dahil edilebilir. Yani, bakım maliyetleri, bir varlığın düzenli bakımını sağlamak amacıyla işletme tarafından yapılan harcamaları ifade eder (Akadiri, 2013; Wong vd., 2007).

Bu maliyetler, bir işletmenin günlük operasyonlarını sürdürmek, ekipmanı verimli çalıştırmak ve bina gibi varlıkları iyi durumda tutmak için gereklidir. Bakım maliyetlerinin doğru bir şekilde yönetilmesi, varlıkların ömrünü uzatabilir, aşınma ve yıpranmayı minimize edebilir ve dolayısıyla işletmenin genel verimliliğini artırabilir. Ayrıca, işletmelerin sürdürülebilirliği için bakım maliyetlerinin etkili bir şekilde yönetilmesi önemlidir. Bu, enerji verimliliği, çevresel etkilerin azaltılması ve uzun vadeli maliyet tasarrufları gibi faktörlere odaklanarak işletmelerin ekonomik ve çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir yol izlemesini sağlar.

2.2.4.2 Enerji verimliliği

Binalar, ömürleri boyunca enerjinin önemli bir tüketicisi olarak kabul edilmektedir. Genellikle, tüketilen enerjinin üretimi geleneksel kaynaklara dayanmakta ve bu durum, çevresel kirliliğin başlıca nedeni olarak düşünülebilir. Bir binanın çevresel performansını artırmayı hedeflemenin ana amacı, düşük enerji tüketimine sahip malzemelere geçişi sağlamaktır. Bu geçiş, çevre dostu malzemelerin seçilmesiyle gerçekleştirilebilir. Bir binanın her aşamasında titiz kontrol, enerji verimliliğini artırmak sürecinde kritik bir öneme sahiptir (Awafi, 2022 ; Khoahna, 2016).

Bu kontrol, inşaat malzemelerinin seçiminden başlayarak, bina tasarımı, inşaa süreci ve son kullanım aşamalarına kadar her aşamada gereklidir. Enerji verimliliğini artırmak için doğru malzeme seçiminden, bina izolasyonuna kadar bir dizi faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Bu şekilde, enerji tüketimini azaltarak çevresel etkileri minimize etmek ve sürdürülebilir binalar inşa etmek mümkün olacaktır. Bu nedenle, bina geliştirme sürecinde enerji verimliliği hedefi, çevresel sürdürülebilirlik ve ekolojik dengeyi sağlamak adına kritik bir adımdır. (Gray, 2006). Bina malzemelerinin enerji verimlilikleri açısından seçimi, çeşitli kriterlere bağlıdır, bu da doğal malzemelerin üretilmiş malzemelere göre pozitif özelliklere sahip olmalarını

içerir. Doğal malzemeler genellikle çevre dostu, geri dönüşüme uygun ve enerji tasarrufu sağlayan özelliklere sahiptir. Bu nedenle, bir bina malzemesi seçilirken, malzemenin üretim sürecindeki enerji tüketimi, kullanım sırasındaki enerji performansı ve malzemenin doğal kaynaklardan elde edilme yöntemleri gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Ayrıca, malzemelerin yerel olması da önemlidir. Yerel malzemelerin kullanılması, taşıma maliyetlerini azaltabilir ve dolayısıyla enerji tasarrufu sağlayabilir. Ayrıca, yerel malzeme kullanımı, yerel ekonomiyi destekleyebilir ve bölgesel sürdürülebilirliği artırabilir. Bu kriterlere dayalı olarak yapılan malzeme seçimi, enerji verimliliği açısından daha sürdürülebilir bir yaklaşım sunar. Bu, inşaat projelerinin çevresel etkilerini azaltmaya yardımcı olabilir ve uzun vadeli olarak enerji tüketimini optimize ederek sürdürülebilir bir yapı oluşturabilir.

Enerji tüketilen malzemenin transferi sırasında önemli bir enerji harcaması gerçekleşmektedir. Bu transfer aşamasındaki enerji harcaması, malzemenin üretim yerinden taşınarak kullanılacağı konumuna getirilmesi sürecini içerir. Bu noktada, taşıma maliyetleri ve kullanılan taşıma araçlarının enerji etkinliği önemli bir rol oynar. Daha uzun mesafeler ve enerji yoğun taşıma yöntemleri, malzemenin transferi sırasında daha fazla enerji tüketimine neden olabilir. Ayrıca, ısı iletkenlik katsayısı da büyük bir öneme sahiptir. İnşaat malzemelerinin ısı iletkenlik katsayısı, bir malzemenin ısı iletim yeteneğini belirler. Düşük ısı iletkenlik katsayısına sahip malzemeler, ısı izolasyonu sağlar ve bu da binaların enerji tüketimini azaltabilir. Bu, özellikle iklimlendirme ihtiyacının yüksek olduğu bölgelerde önemlidir. İnşaat sektörü, yaşam döngüleri boyunca enerji tüketiminin büyük bir kısmını kullanım aşamasında harcar. Bu nedenle, inşaat için enerji tüketimini azaltmak, enerji verimli malzemelerin seçilmesini gerektirir. Bu malzemelerin düşük termal iletkenlik değerlerine sahip olması, ısı muhafazasını artırarak enerji tasarrufuna katkı sağlar (Yüksek, 2015).

2.2.4.3 Yatırım maliyeti

Yatırım maliyetleri, projenin sona erme tarihine kadar yapılan tüm harcamaları içerir ve bu harcamalar inşaat, işletme, geliştirme ve diğer alanları kapsar. Bu maliyetler, projenin süresi boyunca geri ödenecek yatırımların, mal ve hizmetlerin maliyetlerini içerir (Wong vd., 2009). Bu nedenle, bir projenin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için bu geniş kapsamlı maliyetleri dikkate almak önemlidir. İnşaat sürecinden işletme aşamasına, geliştirme çalışmalarından diğer

ilgili maliyetlere kadar tüm unsurların doğru bir şekilde değerlendirilmesi, yatırımın etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar ve projenin başarıyla tamamlanması için temel bir adımdır.

Yatırımcıların, geliştiricilerin, müşterilerin ve yüklenicilerin yanı sıra yatırım ve inşaat projelerinin uygulanmasında doğrudan rol alan bireylerin etkinliğini artırmak için, modern bir yatırım yaklaşımı maliyetleri düzenlemek için bir sistem gerektirir. Bu sistem, inşaat maliyetlerini artıran faktörleri kontrol ederek, aynı zamanda artan inşaat malzeme fiyatları nedeniyle ortaya çıkan maliyet artışlarıyla ilgili sorunları ele alarak işlev görmelidir (Alwafi, 2022). Etkin bir maliyet düzenleme sistemi, projenin tüm aşamalarında bütçe yönetimini optimize etmeye yardımcı olabilir. Bu, tasarruf fırsatlarını belirleyerek ve maliyet artışlarını öngörerek projenin finansal başarısını güvence altına alabilir. Ayrıca, bu sistem, karar alıcıların daha iyi bilgiye dayalı kararlar almasını sağlayabilir ve projenin sürdürülebilirliğini artırabilir.

2.2.4.4 Sosyo-ekonomik maliyetler

İnşaat projelerinin yerleşim alanlarında uygulanması, bölgesel ekonomiyi canlandırabilir ve insanların yaşam kalitesini doğrudan artırabilir. Özellikle metropol alanlardaki inşaat projeleri, yakındaki nüfus için önemli çevresel sorunlara neden olabilir ve çevre üzerinde öngörülemez olumsuz sonuçlara yol açabilir. Bu olumsuz etkiler, mahalle sakinleri üzerinde sosyo-ekonomik maliyetlere neden olur. Sosyal maliyetler, bir faaliyetin toplum refahı üzerindeki dış etkilerinin ve özel harcamaların toplamını içerir. Toplum, inşaat teklifi tarafından karşılanmayan inşaat maliyetlerini, bireyler tarafından, örneğin aşırı nüfus gibi durumlarla başa çıkmak üzere karşılamakla sorumludur (Gavindan, 2015).

Çevresel etki değerlendirmesinin, önerilen gelişme projelerinin çevre ve nüfus üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmek amacıyla kullanılan resmi bir yöntem olduğu vurgulanmalıdır. Bu değerlendirme, planlanan gelişmenin biyofizik çevresinde olası değişiklikleri içerebileceği gibi, aynı zamanda önerilen gelişmenin yakındaki topluluğun kültürel yapısı üzerindeki etkilerini de değerlendirebilir. Bu değerlendirme süreci, çevresel sürdürülebilirlik ve toplumun yaşam kalitesi açısından önemli olan etkileri belirleme konusunda bir çerçeve sağlar. Bu sayede, gelişme

projelerinin daha dengeli ve sürdürülebilir bir şekilde planlanması ve uygulanması hedeflenir.

2.2.4.5 Yıkım maliyeti

İnşaat ve yıkım alanlarında gerçekleşen faaliyetler, istenmeyen malzemelerin üretilmesine neden olur. Bu tür malzemeleri tanımlamak için genellikle "inşaat ve yıkım atıkları" terimi kullanılmaktadır. Bu atıklar, genel atıkların yanı sıra özellikle inşaat alanlarından kaynaklanan atıklar, yaşadığımız çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Yaşamamız için elzem olan soluduğumuz hava, içtiğimiz su, yaşadığımız toprak olumsuz etkilenen yegâne çevresel faktörlerdir. (Yaovd, 2011). Bu nedenle, inşaat ve yıkım atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi, çevresel sürdürülebilirlik ve toplumsal refah açısından kritik bir öneme sahiptir.

İstenen sonucu elde etmek için bir yapı, geleneksel veya ekolojik yöntemlerle yıkılabilir. Geleneksel yıkım yönteminden farklı olarak, seçici yıkım teorik olarak geri dönüştürülebilir ve tekrar kullanılabilir malzemelerin büyük bir kısmının kurtarılmasına olanak tanıyabilir. Bu bağlamda, iki farklı bina yıkım teklifinin maliyetleri, çevresel etkileri dikkate alınarak karşılaştırılmalıdır. Çevresel etki değerlendirmesi (EIA) kapsamında değerlendirilen çevresel etkilerle uyumlu olarak, hangi yıkım yönteminin daha sürdürülebilir ve çevre dostu olduğu değerlendirilmelidir (Akadiri, 2013).

2.3 Sürdürülebilir Döngü İçin Yapılması Gerekenler

İklim krizi mevsimlerin farklı tarihlerde farklı şekilde yaşanmasına sebebiyet vermektedir. Bu durum, binaların aşırı ısınmasına yol açarak, enerji ve su tüketiminde artışa neden olmaktadır. Yüksek sıcaklıklar, binalarda daha fazla soğutma ihtiyacını beraberinde getirirken, bu da soğutma sistemlerinin sürekli çalışmasına ve enerji tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Özellikle sıcak hava dalgalarının etkisi altında, binalardaki iç sıcaklıkların kontrol altına alınması daha zor hale gelmektedir. Bu durum, konvansiyonel soğutma sistemlerinin daha yoğun bir şekilde kullanılmasına sebep olurken, enerji maliyetlerini artırmakta ve çevresel etkileri tetiklemektedir. Ayrıca, sıcaklıkların yükselmesi su tüketimini de etkilemektedir. Soğutma sistemlerinin daha fazla çalıştırılması ve genel olarak artan sıcaklık nedeniyle binalardaki su tüketimi artmakta, bu da su kaynaklarının daha

fazla kullanılmasına ve su stoklarının azalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, iklim değişikliği ile mücadelede sürdürülebilir çözümlere odaklanmak ve enerji verimliliği önlemleri almak önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme, yalıtım sistemlerinin güçlendirilmesi ve su tasarrufu sağlayan teknolojilerin kullanımı gibi adımlar, binalardaki enerji ve su tüketimini azaltabilir, böylece çevresel etkileri minimize edebilir.

Güneşten yayılan ışınların emilimi geleneksel bina malzemeleri ve yollar tarafından, sürdürülebilir alanlara göre daha yoğun absorbe olur. Bunun sonucu, çevresel ısı değerlerini artırarak bir fenomen olan "ısı adası etkisi" ne neden olur. Gündüz saatlerinde absorbe edilen ısı, gece boyunca ortama yayılarak sıcaklık farklarını oluşturur. Isı adası etkisi, özellikle şehirlerde yoğun bir yapılaşma ve beton yüzeylerin yaygın olarak bulunmasıyla daha belirgin hale gelir. Bu alanlarda, güneş ışınları tarafından emilen ısı, yapı malzemeleri ve yollar üzerinde tutularak gece boyunca salınır. Sonuç olarak, kentsel bölgelerde gece sıcaklıkları daha yüksek olabilir ve bu durum çevresel koşulları etkileyebilir. Bu olgu, enerji tüketimini artırabilir, konfor düzeyini azaltabilir ve hava kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, şehir planlamasında ve yapı tasarımında ısı adası etkisini azaltıcı stratejilerin benimsenmesi önemlidir. Yeşil alanlar, reflektif malzemelerin kullanımı, su yüzeylerinin artırılması gibi çeşitli yöntemlerle ısı adası etkisi azaltılabilir ve kentsel alanların sürdürülebilirliği artırılabilir ([http//2](http://2)).

Binaların yeşil dönüşümü, enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik esaslarına odaklanarak gerçekleştirilen bir süreç olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Yeni yapılan binaların, tasarım ve inşaat aşamalarında bu prensiplere uygun bir şekilde ele alınması, standart binaların çevresel etkilerini azaltabilir. Yeşil dönüşüm, enerji tasarrufu, su verimliliği, atık yönetimi, çevre dostu malzemelerin kullanımı gibi faktörlere odaklanarak binaların çevresel etkilerini en aza indirme amacını taşır. Özellikle kamu yapılarının yeşil dönüşüme öncülük etmesi, çünkü bu tür yapılar genellikle büyük ve sayı olarak fazla olmaları nedeniyle toplumsal farkındalığı artırabilir ve diğer türdeki binalara örnek olabilir.

2.3.1 Enerji tasarrufu sağlayacak uygulamalar

Enerji modellemesi, bina içinde sıcak ve soğuk hava yönetimini optimize etmek için kritik bir araçtır. Bu modelleme sayesinde yapılan analizlerle enerji

verimliliğini artırmak için belirli adımlar atılabilir. Şimdi ise ASHRAE standartlarına göre, tükettiğimiz enerjide verim faktörünü nasıl arttıracığımızı ele alalım. (Arslan, 2015; Odaman,2012; Topçu, 2010).

- Enerji Modellemesi ve Yol Haritası: İlk olarak bina için enerji model çalışması oluşturulur. Daha sonra yönlerine göre sıcak hava ile soğuk hava ayrımı yapılır. ASHRAE standartlarına uygun olarak enerji tüketimi analizi yapılmalı. Elde edilen verilerle bir yol haritası oluşturularak enerji verimliliğini artırmak için gerekli adımlar belirlenmeli.
- Maliyet Analizi ve Yatırımlar: ASHRAE standartlarına uygun olarak yapılan enerji modellemesi sonuçları doğrultusunda maliyet analizi yapılmalı. Maliyet etkin ve uzun vadeli getirisi olan yatırımlar belirlenerek uygulanmalı.
- HVAC Sistemleri: Enerji verimliliği sağlayan HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) sistemleri tercih edilmeli. Yüksek verimli ısı pompaları, enerji geri kazanım sistemleri gibi teknolojilere yönelik incelemeler yapılmalı.
- Elektronik Cihazlar İçin Standartlar: Enerji tasarrufu sağlayan cihazlar tercih edilmeli. Kullanılan cihazlar için enerji star özelliği olmazsa olmazdır.
- Isı Geri Kazanımı: Isı geri kazanım özelliğine sahip soğutucular mevcut ısıyı soğutmak için su kullanırlar. Kullanılan bu su oluşan ısının etkisiyle ısınır ve sıcak su meydana gelmiş olur. Bu durum bizim için hem soğutma hem de sıcak su ihtiyacımızı karşılamaya yardımcı olabilir.

Bu adımlar, binaların enerji verimliliğini artırmak ve çevresel etkileri azaltmak için etkili bir strateji sunar. ASHRAE standartlarına uygun şekilde yapılan enerji modellemesi ve analizler, binaların sürdürülebilirliğini artırmak için önemli bir adımlardır.

2.3.1.2 Yenilenebilir enerji kaynakları

Dünya üzerinde kabul görmüş yenilenebilir enerji sınıfları şu şekildedir.

1-Rüzgâr enerjisi

2-Hidrolik enerji

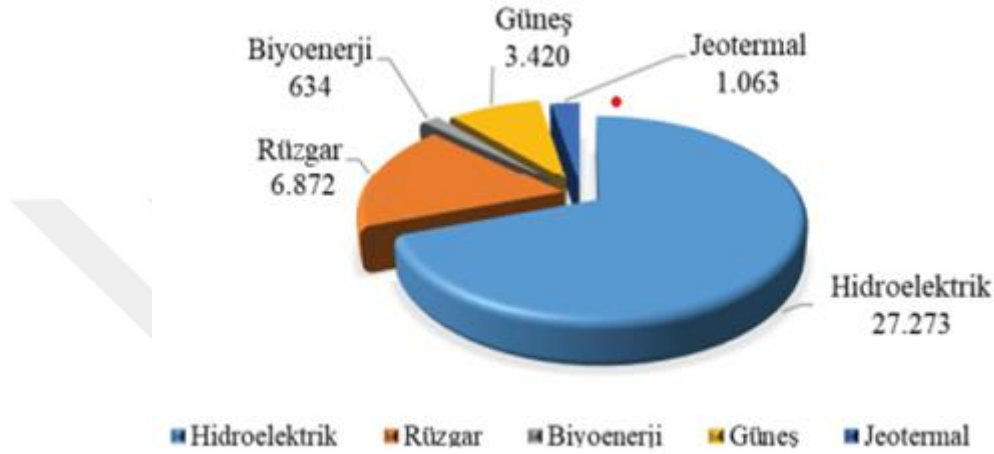
3-Güneş enerjisi

4-Hidrojen enerjisi

5-Biokütle enerjisi

6-Jeotermal enerji

Türkiye’de son 20 yıl ele alındığında ise yenilenebilir enerji sektöründe önemli adımlar atılmıştır. Son 10 yılda ise ülkemizde 2.128 MW enerji artışı, yenilenebilir enerji sistemlerinin sağladığı enerji artışı olarak hesaplanmıştır (Koç, Yağlı, Uğurlu 2018).



Şekil 2.8: Türkiye’nin Kurulu Yenilenebilir Enerji Kapasitesi (kW)

Güney cephesine veya çatıya yerleştirilen fotovoltaik güneş panelleri, bina enerji ihtiyacının karşılanmasında ve enerji tasarrufu sağlanmasında önemli bir rol oynar. Bu sistemlerin kullanılması sadece elektrik enerjisi üretimine katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda ısıtma ve soğutma sistemlerinde de enerji tasarrufu sağlar. Ayrıca, bu yenilenebilir enerji kaynağının kullanılması, CO2 salımını azaltarak çevresel etkileri minimize eder. Bu sistemin avantajları ve kullanımıyla ilgili bazı öneriler (Topçu, 2010).

- Elektrik Enerjisi Üretimi: Güney cephesine veya çatıya monte edilen fotovoltaik güneş panelleri, güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürerek bina enerji ihtiyacını karşılar. Bu, binanın kendi enerjisini üretmesini sağlar ve aynı zamanda şebekeye enerji sağlama veya enerji depolama imkânı sunar.
- Enerji Tasarrufu: Fotovoltaik sistemler, gündüz saatlerinde güneş ışığından elde edilen enerjiyi kullanarak bina içindeki elektrik tüketimini azaltır. Isıtma ve soğutma sistemlerindeki enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan güneş

enerjisi, geleneksel enerji kaynaklarının kullanımını azaltarak enerji tasarrufu sağlar.

- Çevresel Etkilerin Azaltılması: Güneş enerjisi kullanımı, fosil yakıtların kullanımını azaltarak CO2 salımını engeller. Bu, çevresel etkileri azaltmak ve sürdürülebilir bir enerji kaynağına yönelmek adına önemli bir adımdır.
- Güneş Kolektörleri Kullanılarak Sıcak Su Sağlanması: Çatıya yerleştirilen kolektörler, güneşten sağlanan enerjiyi kullanarak sıcak su elde etmeyi sağlar. Bu sistem, bina içinde sıcak su ihtiyacını karşılamak ve geleneksel ısıtma sistemlerine alternatif oluşturmak için kullanılabilir.

Bu uygulamalar, sürdürülebilir enerji kullanımını teşvik eder, enerji maliyetlerini azaltır ve çevresel etkileri minimize ederek yeşil bir bina pratiği oluşturur.

2.3.1.3 Yalıtım

Çatı ve cephe uygulamalarında verimlilik esaslı adımlar atmak, bina enerji kaybını minimuma indirmek açısından kritik bir öneme sahiptir. İşte bu konuda çatı ve cephe için alınabilecek verimlilik esaslı önlemler (Odaman, 2012).

- Çatı İzolasyonu: Çatıda sandviç panel arasına yüksek kaliteli izolasyon malzemeleri konularak enerji kaybı minimuma indirilebilir. Bu uygulama, binanın iç sıcaklığını koruyarak ısıtma ve soğutma ihtiyacını azaltır.
- Cephe Yalıtım Uygulamaları: Yalıtım sağlayan cephe uygulamaları kullanılarak ısı korunumu artırılabilir. Cephe yalıtımında gerekli standartları karşılamak adına kalınlık hesapları yapılmalı ve buna göre yalıtım malzemeleri seçilmelidir.
- Yüksek Performanslı Pencereleer: Pencereleer için triple-glazed (üç katlı cam), yarı reflekte gibi yüksek performanslı camlar kullanılabilir. Bu camlar, dışarıdaki sıcaklık etkilerini azaltarak ısı kontrolünü sağlar ve enerji kaybını minimize eder.
- Enerji Kaybını İzleme ve Kontrol: Akıllı bina yönetim sistemleeri kullanılarak enerji tüketimi izlenmeli ve kontrol edilmelidir. Bina içindeki ısıtma, soğutma ve aydınlatma sistemleeri, enerji verimliliğini artırmak amacıyla otomatik olarak ayarlanabilir.

- Yeşil Çatı Uygulamaları: Çatıda yeşil alanlar veya bitki örtüsü kullanarak, doğal yalıtım sağlanabilir. Yeşil çatılar, sıcaklıkları dengeleyerek enerji tüketimini düşürebilir ve çevresel avantajlar sağlar.

Bu uygulamalar, bina içindeki enerji kaybını azaltarak sürdürülebilir bir yapı inşa etmeye yönelik önemli adımlardır. Enerji verimli çatı ve cephe uygulamaları hem çevresel etkileri azaltır hem de enerji maliyetlerini düşürerek uzun vadede ekonomik bir kazanç sağlar.

2.3.2 Su tasarrufu sağlayacak uygulamalar

Su tasarrufu, binaların sürdürülebilirliği ve çevresel etkileri azaltmak için önemli bir faktördür. Düşük metrekareli konutlardan büyük ofislere kadar her tür bina için su tasarrufu sağlamak, kaynakları daha etkili bir şekilde kullanmak ve su tüketimini minimize etmek açısından kritiktir. İşte su tasarrufuna yönelik yapılabilecek uygulamalar([http//1](http://1)).

- Düşük Debili Armatürler: Banyo ve mutfak lavabolarında düşük debili armatürler kullanmak, su tüketimini azaltır. Düşük akış hızına sahip musluklar, suyun daha kontrollü bir şekilde kullanılmasına olanak tanır.
- Sensörlü Bataryalar: Sensörlü bataryalar, ellerin altına konulduğunda otomatik olarak açılan ve kapanan bataryalardır. Bu tür bataryalar, suyun gereksiz yere akmasını sağlar ve kullanıcıya daha fazla kontrol imkânı sunar.
- Çift Butonlu Rezervuarlar: Çift butonlu rezervuarlar, sifonlama işlemi sırasında farklı su miktarlarını seçmeye olanak tanır. Büyük ve küçük sifon düğmeleriyle, farklı su ihtiyaçlarına göre su tüketimi ayarlanabilir.
- Susuz Pisuarlar: Geleneksel pisuarların aksine su kullanmayan veya çok az su kullanan susuz pisuarlar tercih edilebilir. Bu tür pisuarlar, su tasarrufunu artırarak bina içindeki su tüketimini azaltır.
- Isı ve debi ayarlı armatürlerin banyo, lavabo, mutfak ve rezervuarlarda kullanılması, önemli bir su tasarrufu sağlama potansiyeline sahiptir. Bu tür armatürler, suyun gereksiz yere harcanmasını önler ve bina içindeki su tüketimini belirgin bir şekilde azaltır. Bu tasarruf, sadece su faturalarını düşürmekle kalmaz, aynı zamanda çevresel etkileri azaltarak sürdürülebilir bir su yönetimi sağlar. Örneğin, ısı ve debi ayarlı armatürlerin kullanılması

durumunda yıllık su tasarrufu oranının %67 civarında olabileceği belirtilmiştir (Serteser, 2020). Bu tasarruf oranı, geleneksel armatürlerle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir ve

Philips Türkiye Merkez Ofisi örneğinde olduğu gibi, EPA standartlarına uygun su tasarruflu uygulamaların hayata geçirilmesiyle önemli oranda su tasarrufu sağlanabilir. Bu uygulamalar, sadece su maliyetlerini düşürmekle kalmaz, aynı zamanda çevresel etkileri de azaltarak sürdürülebilir bir bina pratiği oluşturur. Su tasarrufu, her tür bina için kolayca uygulanabilir ve çevre dostu bir çözümdür.

2.3.2.1 Gri su sistemlerinin kullanımı

Sürdürülebilir bina sistemleri oluşturmakta faydalandığımız en önemli kaynakların başında su tasarruflu yatırımlar gelmektedir. Bunların başında binaya ulaşan yağmur sularının toplanması ve gri su sistemleri yatırımı ön plana çıkmaktadır. Bu yöntemlerin avantajları Bertiz vd. (2019), tarafından aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

- **Gri Su Kullanımı:** Gri su, bina içindeki ıslak hacimlerde (lavabo, duş, bulaşık makinesi) kullanılan ancak içme suyu standartlarına uymayan suyu ifade eder. Gri su arıtma sistemlerinden geçirilerek temizlenir ve tekrar kullanılabilir. Bu yöntem, içme kalitesindeki suyun kullanılmasını sınırlayarak su tasarrufu sağlar.
- **Yağmur Suyu Toplama:** Yağmur suyu, bina çatılarından toplanarak depolanabilir ve bahçe sulama, tuvalet sifonu doldurma gibi amaçlarla kullanılabilir. Bu, şebeke suyu kullanımını azaltır ve suyun geri dönüştürülmesini sağlar.
- **Çift Kullanım:** Gri su ve yağmur suyu, temiz su kullanımını sınırlıyor ancak su ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılabilir. Bu, özellikle bina içindeki ıslak hacimlerde (tuvalet, bahçe sulama) kullanılmak üzere suyun daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar.
- **Su Tasarrufu ve Maliyet Azalımı:** Gri su ve yağmur suyu kullanımı, su tüketim maliyetlerini azaltabilir ve su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına katkıda bulunabilir.

- Çevresel Etkilerin Azaltılması: Su geri dönüşümü ve yağmur suyu toplama, çevresel etkileri azaltarak sürdürülebilir bir su yönetimini teşvik eder. Şebeke suyu kullanımını azaltarak su kaynaklarının korunmasına katkıda bulunur.

Eğer yağmur suyu depolama imkânı yoksa, lavabo ve duşlarda kullanılan suyun bir ön arıtma sistemi ile temizlenerek rezervuarlarda kullanılması, su tasarrufu ve sürdürülebilir su yönetimi açısından etkili bir stratejidir. Bu uygulama, gri suyun kullanılması prensibini benimser ve içme suyu standartlarına uymayan ancak bazı amaçlar için uygun olan suların geri dönüştürülmesini sağlar.

2.3.3 Aydınlatma uygulamaları

Aydınlatma verimliliğini artırmak için yapılabilecek en basit ve maliyet etkili uygulamalardan biri, aydınlatma elemanlarının değiştirilmesidir. Günümüzde enerji tasarruflu armatürlerin tasarımı inanılmaz boyutlara ulaşmıştır. Tasarlanan bu armatürlere ulaşmak daha kolay ve üretimi eski armatürlere nazaran daha yaygın hale gelmiştir. Tercih edilmesi sistemimizi sürdürülebilir bir yapıya ulaştırmak için en basit adımlardan birisidir. Özellikle eski tip ampullerin LED lambalar ile değiştirilmesi, enerji tasarrufu sağlamak ve bina içindeki aydınlatma maliyetlerini düşürmek için etkili bir stratejidir. İşte bu uygulamanın avantajları(<http://1>):

Enerji Verimliliği: LED lambalar, geleneksel ampullere kıyasla daha düşük enerji tüketir ve daha fazla ışık üretir. Bu, aydınlatma verimliliğini artırarak enerji maliyetlerini azaltır.

Uzun Ömür ve Düşük Bakım Maliyeti: LED lambalar, uzun ömürleri ile bilinir ve daha az bakım gerektirir. Ampul değişimleri ve bakım maliyetleri azalır, böylece işletme maliyetlerinde tasarruf sağlanır.

Daha İyi Aydınlatma Kalitesi: LED lambalar, daha doğal ve homojen bir ışık yayma özelliğine sahiptir. Bu, çalışma alanlarında daha iyi görüş ve konfor sağlar.

Dinamik Kontrol ve Akıllı Aydınlatma Sistemleri Entegrasyonu: LED aydınlatma sistemleri, akıllı aydınlatma kontrol sistemleri ile entegre edilebilir. Sensörler ve otomasyon ile ışık seviyeleri, gün ışığına bağlı olarak dinamik olarak ayarlanabilir, bu da ek enerji tasarrufu sağlar.

Çevresel Etkilerin Azaltılması: LED lambaların daha düşük enerji tüketimi ve uzun ömürleri, çevresel etkileri azaltır. Daha az enerji tüketimi, karbon ayak izini düşürebilir.

Akıllı Bina Entegrasyonu: Bu tür sistemler, akıllı bina kontrol sistemleri ile entegre edilebilir. Sensörler, hareket algılama ve gün ışığı sensörleri gibi özellikler, sistemleri daha akıllı ve verimli hale getirir.

Philips Türkiye Merkez Ofisi örneğinde görüldüğü gibi, uluslararası standartlara uygun enerji etkin armatür ve lambaların seçilmesi ile yüzde 30'a varan tasarruf sağlanabilir. Bu tür uygulamalar, sadece maliyetleri düşürmekle kalmaz, aynı zamanda enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli bir adımdır.

Cephe tasarımında gün ışığından maksimum faydalanma, enerji verimliliğini artırır ve iç mekanlarda doğal aydınlatma sağlar. İşte bu amaca yönelik bazı tasarım stratejileri:

- **Pencere Boyutları ve Konumlandırma:** Pencerelerin boyutları ve konumlandırılması, gün ışığından en iyi şekilde yararlanmak için kritiktir. Büyük, kat yüksekliğine yayılmış pencereler kullanarak iç mekanlara daha fazla doğal ışık girmesini sağlayabilirsiniz.
- **Kat Yüksekliği ve Gün Işığı Kullanımı:** Kat yüksekliği, doğal ışığın iç mekanlara daha derinlemesine nüfuz etmesini sağlar. Daha yüksek tavanlar, gün ışığının iç mekânın daha geniş bir alanına ulaşmasına olanak tanır.
- **Camlı Bölmeler ve Şeffaf Malzemeler:** İç mekanlarda camlı bölmelerin kullanımı, gün ışığının bina içine daha fazla nüfuz etmesini sağlar. Şeffaf malzemeler, gölgelenmeyen alanlar oluşturarak daha fazla ışık alınmasına yardımcı olur.
- **Üst Katlarda Işıklık Kullanımı:** Üst katlarda ışıklık veya atrium gibi tasarımlar kullanarak, bina içine daha fazla gün ışığının girmesini sağlayabilirsiniz. Bu tasarım öğeleri, alt katlara doğru ışığın daha iyi dağılmasına yardımcı olabilir.
- **Gün Işığı Bacaları:** Gün ışığı bacaları, bina içine odaklı bir şekilde gün ışığını yönlendirmek için kullanılabilir. Bu tasarım öğesi, iç mekanlarda doğal aydınlatmayı artırmak için etkili bir yol olabilir.

Bu tasarım stratejileri, sadece enerji verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda iç mekanlarda daha sağlıklı ve konforlu bir ortam yaratır. Doğal aydınlatmanın etkin bir şekilde kullanılması, sürdürülebilir bina tasarımının önemli bir unsuru olarak dikkate alınmalıdır.

2.3.4 Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri

İklimlendirme sistemlerinde kullanılan akışkanların çevre dostu ve ozon tabakasına duyarlı olması, çevresel etkileri minimize etmek ve sürdürülebilir bir iklimlendirme pratiği benimsemek için önemlidir. Geleneksel olarak kullanılan bazı soğutucu gazlar, ozon tabakasına zarar verebilecek ve sera gazı etkisi yaratabilecek özelliklere sahiptir. Bu nedenle, daha çevre dostu ve ozon tabakasına zarar vermeyen alternatif akışkanlar tercih edilmelidir (Deligöz, 2020).

Havalandırma sistemlerinde enerji tasarrufu sağlayan ve yüksek hava kalitesini hedefleyen verimli sistemlerin tercih edilmesi, sağlıklı ve sürdürülebilir bir iç mekân ortamı oluşturmak açısından önemlidir. Ayrıca, merkezi ısıtma, soğutma ve elektrik üretiminden kaynaklanan CO₂ salımlarını azaltmaya yönelik çabalar da önemlidir. İşte bu amaca yönelik bazı stratejiler: (Topçu, 2010; Orhan ve Kaya; 2016; [http// 3](http://3)).

Enerji Verimli Havalandırma Sistemleri: Havalandırma sistemlerinde enerji tasarrufu sağlamak için enerji verimli ekipmanlar ve teknolojiler kullanılmalıdır. Geri kazanım sistemleri, enerji geri kazanımını artırarak ısıtma veya soğutma ihtiyacını azaltabilir.

CO₂ Salımlarını Azaltma Çalışmaları: Merkezi ısıtma, soğutma ve elektrik üretiminden kaynaklanan CO₂ salımlarını azaltmak için enerji verimli sistemlere geçiş yapılabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik çözümler düşünülebilir.

Temiz Hava Seviyelerinin Kontrolü: Havalandırma sistemleri, sensörler aracılığıyla temiz hava seviyelerini kontrol edebilir. Uluslararası standartlara uygun olarak (örneğin ASHRAE standartlarına göre) belirlenen hava kalitesi seviyelerini korumak için otomatik kontroller kullanılabilir.

Doğal Havalandırma ve Aydınlatma: Doğal havalandırma ve aydınlatma, enerji tasarrufu sağlamanın yanı sıra iç mekân kalitesini artırabilir. Bu, güneş enerjisi kullanımını artırarak ve doğal hava sirkülasyonunu teşvik ederek gerçekleştirilebilir.

Hava Filtreleme ve Sterilizasyon: Havalandırma sistemleri, yüksek hava kalitesini korumak için etkili hava filtreleme ve sterilizasyon teknolojilerini kullanabilir. HEPA filtreleri veya UV-C sterilizasyonu gibi teknolojiler, havadaki zararlı partiküllerin ve mikroorganizmaların temizlenmesine yardımcı olabilir.

Hava Temizleme Sistemleri: Hava temizleme cihazları, hava içindeki partikül ve kimyasalları temizleyerek iç mekân hava kalitesini artırabilir. EPA filtreleri veya aktif karbon filtreleri gibi sistemler, havadaki zararlı maddelerin etkilerini azaltabilir.

Pompalı Fan Coil Sistemleri: İki pompalı fan coil sistemleri, enerji verimliliği ve hassas sıcaklık kontrolü sağlar. Sistem, chillerden alınan soğutucu akışkanın fan coil ünitelerine pompalanması ile çalışır.

Isı Pompalı VRF Sistemleri: VRF (Variable Refrigerant Flow) sistemleri, bireysel iç üniteler arasında sıcaklık ve kapasite kontrolü sağlayan enerji verimli iklimlendirme sistemleridir. Isı pompalı VRF sistemleri, ısı geri kazanımını destekleyerek enerji tasarrufu yapabilir.

Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Sistemleri: İklimlendirme sistemleriyle birlikte kullanılan havalandırma sistemlerinde ısı geri kazanımlı cihazlar kullanılabilir. Bu cihazlar, dışarı atılan havadan alınan ısıyı içeriye aktararak enerji tasarrufu sağlar.

Bu stratejiler, iç mekân hava kalitesini iyileştirmek, enerji tasarrufu sağlamak ve çevresel sürdürülebilirliği artırmak için etkili bir şekilde kullanılabilir.

2.3.5 Atık yönetimi

Çevresel sürdürülebilirlik ve kaynak verimliliği açısından atık önemli bir konudur. Bu bağlamda, bir atık yönetim planı oluşturmak, bina içerisinde üretilen atıkların etkili bir şekilde yönetilmesini sağlamak adına önemli bir adımdır. İlk olarak, bina içinde farklı atık türlerinin belirlenerek, uygun atık toplama alanlarının oluşturulması bu planın temelini oluşturmalıdır. Geri dönüşüm için tasarlanmış ayrı kutular veya konteynerler sayesinde kâğıt, plastik, cam ve organik atıkların ayrıştırılması, geri dönüşüm potansiyelini artırabilir. Atık yönetim planı, ayrıştırma süreçlerinin yanı sıra, atıkların düzenli olarak toplanması ve geri dönüşüm firmaları veya belediyelerle iş birliği yapılması gerektiğini de içermelidir. Bu kapsamda,

atıkların düzenli olarak toplanması için bir takvim oluşturulabilir ve yerel geri dönüşüm tesisleri veya belediyelerle iş birliği yapmak adına anlaşmalar yapılabilir. Ayrıca, atık yönetim planı sadece atıkların toplanması ve ayrıştırılmasını değil, aynı zamanda atık üretiminin azaltılması için önleyici tedbirleri de içermelidir. Bilinçlendirme kampanyaları, enerji tasarrufu önlemleri ve atık azaltıcı uygulamalar gibi stratejiler, sürdürülebilir atık yönetimi için önemli bir rol oynayabilir (Geçer, 2019).

Atık yönetimi planları, atıkların toplama, depolama, ayrıştırma ve geri dönüşüm süreçlerini belirleyerek, atıkların en verimli şekilde yönetilmesini sağlar. Ayrıca, atıkların geri dönüşümü ile inşaat sürecinde kullanılacak malzemelerin maliyetinin azaltılması da mümkündür. Bu tür sertifikalı projeler, sadece çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda maliyet tasarrufu ve toplum için olumlu etkiler açısından da örnek teşkil eder. Atık yönetimi planlarının benzer projelerde uygulanması, inşaat endüstrisinde daha sürdürülebilir bir yaklaşımın benimsenmesine katkı sağlayabilir.

2.4. Sürdürülebilir Malzemeler

Sürdürülebilir malzemeler, günümüzde etkili bir şekilde kullanılabilen ve gelecek nesillerin kullanım potansiyelini tehlikeye atmadan kaynakları verimli bir şekilde kullanabilen malzemelerdir. Bu malzemeler genellikle geri dönüştürülebilir ve yenilenebilir özelliklere sahip olan malzemelerdir, böylece kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde kullanma olanağı sunarlar

Yeşil malzemeler, sadece diğer malzemelerden daha yüksek performans sergilemekle kalmaz, aynı zamanda çevresel düzeyi koruma amacıyla işleyiş sistemine daha uygun olan malzemelerdir. Bu malzemelerin seçimi, malzeme ve enerji stoklarının en etkili şekilde kullanılmasına katkı sağlar ve hizmet temelli küresel bir ekonominin oluşturulmasına yönelik çabaları destekleyerek gelecek nesillerin korunmasına yardımcı olur (Zimmermann, 2017). Sürdürülebilir malzemelerin tercih edilmesi, çevre dostu uygulamaların teşvik edilmesine ve kaynakların uzun vadeli sürdürülebilirliğine katkıda bulunarak, hem günümüzdeki ihtiyaçları karşılamada etkili olmalarını sağlar hem de gelecek kuşaklar için sürdürülebilir bir çevre bırakma hedefine hizmet eder

Yeşil yapı malzemeleri, gelecekte öne çıkacak ve teşvik edilecek malzemeler olarak kabul edilme olasılığı yüksektir, çünkü çevre dostu malzemeler ve ekosistem için en uygun malzemeler olarak değerlendirilmektedirler. Bu malzemeler, üretim sürecinde daha az enerji kullanabilir, geri dönüştürülebilir özelliklere sahip olabilir, daha az kirlenici ve zararlı madde yayabilirler. Ayrıca, yerel kaynakları etkili bir şekilde kullanma yeteneğine sahiptirler ve tüm bu avantajlar, sürdürülebilir malzemelerin kullanılması durumunda elde edilebilir (Gray, 2006). Yeşil yapı malzemelerinin tercih edilmesi, çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltarak, enerji ve kaynak kullanımını optimize ederek, ekosisteme dost bir yaklaşım sergileyerek gelecekteki inşaat projelerinin daha sürdürülebilir hale gelmesine katkıda bulunabilir. Bu malzemeler, çevresel bilinç ve sürdürülebilirlik ilkelerinin vurgulanmasıyla birlikte, yapı endüstrisinde önemli bir değişimi teşvik edebilir

İnşaat malzemeleri "yeşil" olarak sınıflandırıldığında, bu malzemeler en azından bir olumlu çevresel özelliğe sahip olmalıdır. Bu, malzemelerin ve ürünlerin "eko" veya "yeşil" olarak etiketlenmesi veya sertifikalandırılması için sürdürülebilir kullanım gereksinimlerine uygun bir şekilde yetiştirilmiş veya işlenmiş olmalarını gerektirir. Yeşil yapı malzemeleri üretirken, basit, güvenli ve güvenilir girdilere ihtiyaç duyulduğu fikrini göz önünde bulundurmalısınız (Zamimvd, 2019). Sürdürülebilir bina malzemeleri, en az çaba ile en yüksek performansı gösteren malzemeler olarak tanımlanır. Bu malzemeler, diğer malzemelerin ve enerjinin kullanımını azaltmaya yardımcı olur ve ekolojik süreçlere en iyi şekilde uyum sağlar. Sürdürülebilir bina malzemeleri, hizmet temelli bir ekonominin oluşturulmasına katkıda bulunmuştur (Zamimvd, 2019). Bu yaklaşım, sadece malzemelerin sürdürülebilirliğini değil, aynı zamanda yapıların işlevselliğini ve uzun vadeli performansını artırarak çevresel etkileri en aza indirme amacını taşır.

Ahşap malzeme kullanımı içerdiği enerji seviyesinin betonarme yapı elemanları olan çelik ve betondan daha az olması sebebiyle tercih edilebilir (Gustavsson vd. 2017; Sathre ve O'Connor 2010). Binalarda ahşap malzemenin tercihi, yapı üretim sonucu meydana gelecek olan sera gazının azalmasını sağlayacaktır (Huang vd. 2018). Yeni inşa edilecek binaların yarısında ahşap kullanırsak yeryüzü ısısının 1.50'nin üstünde olmasına engel olmak için önümüzdeki 6 yılın sonunda emisyon azaltımında %9'luk kısmın buradan sağlanacağı öngörülmektedir (Churkina vd. 2020).

Alçı ve alçıpan katkı malzeme kullanımı da sürdürülebilir yapı malzemeleri seçiminde tercih edilebilir. Bu malzemeler inşaat sektöründe firesiz geri dönüşüm özelliğine sahip olan nadir yapı malzemeleri kategorisine girmektedir. Alçı ve alçıpan levha atıkları sonsuza kadar geri dönüştürülerek kullanılabilme özellikli malzemelerdir. Alçı malzemelerinin firesiz geri dönüşüm sağlanması için aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir.

- Yıkım aşamasında ele alınan alçı levha ve alçı özellikli malzemeler komple ve tüm malzemeler ile bir arada olacak şekilde değil, ayrı ayrı ele alınarak yapılmalıdır.

- Alçı kaynaklı malzemelerin ayrıştırılması çevre ve diğer atıkların kirliliği dikkate alınarak sağlanır.

- Geri dönüştürülecek olan alçı kaynaklı malzemelerin, geri dönüşüme kazandırılmasında zorlu kriterler belirlenecek ve buna göre karar verilecektir.

Bu teknikler ele alınarak 5 Avrupa ülkesinde gerçekleştirilen çalışmada %30 oranlarında geri dönüşümün sağlandığı görülmüştür.

Mermer malzemeler de sürdürülebilir yapı malzemelerinin önemli türlerinden birisidir. Hem bir gömülü enerji kaynağı olan mermer, geri dönüşümü sayesinde bu gömülü kaynaklarda gelecek nesillere daha etkili bir şekilde aktarılacaktır. Mermer malzemelerin geri dönüşümü mermer tozu, beton içinde yer alan agrega ve dekoratif dış cephe malzemeleri olarak yeniden kullanılabilir. Mermer malzemelerin geri dönüşümü mermer tozu, beton içinde yer alan agrega ve dekoratif dış cephe malzemeleri olarak yeniden kullanılabilir.

Sürdürülebilir özelliğe sahip olan diğer bir malzeme de genellikle yetiştirilmesi Asya ülkelerinde yaygın olan bambu malzemesidir. Ayrıca deprem dayanımı yüksek olan bir malzeme türüdür (Janssen, J. J. ,2000). İçi boşluklu bir malzemedir ve bu sebeple hava sirkülasyonu kolay gerçekleşir.

Genellikle kırsal ve köy yerleşimlerinde barınma amaçlı yapı malzemesi olarak ele alınan diğer bir malzeme ise kerpiçtir. Bulunduğu bölgede kolaylıkla yapımı sağlanan ve yapım aşamasında çevreye zararlı gaz salınımına sebep olmayan bu malzeme, günümüzde artık etkin kullanımını yitirmiştir.

2.5 Bina Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi

Sürdürülebilir kalkınma, günümüzde artan bir öneme sahip olan bir konsepttir ve bu bağlamda binalar, çevresel etkileri azaltma amacıyla yapılan sürdürülebilirlik değerlendirmelerinin merkezine yerleşmiştir. Tasarım sürecinde, sürdürülebilir binaların inşa edilmesi, çevresel sorumlulukları ve kaynakları dikkate alarak gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamayı hedefler. Sürdürülebilirlik değerlendirmeleri, bina yapımıyla ilgili süreçlerde çevresel etkileri en aza indirmek ve doğal kaynakları korumak için kullanılan yöntemlerdir. Bu değerlendirmeler, enerji verimliliği, malzeme seçimi, atık yönetimi ve su tasarrufu gibi unsurları içerir. Binaların çevresel performansını artırmak, sadece doğayı korumakla kalmaz, aynı zamanda kullanıcılar ve yapı sektöründeki diğer paydaşlar için de önemli avantajlar sağlar. Sürdürülebilir binalar, enerji tüketimini azaltarak çevresel ayak izini minimize eder. Yeşil enerji kaynaklarının kullanımı, enerji verimli cihazlar ve izolasyon sistemleri gibi uygulamalar, bu amaçla önemli adımlardır. Malzeme seçimi ise çevre dostu ve geri dönüştürülebilir materyallerin kullanılmasını içerir, bu da doğal kaynakları korur ve atık miktarını azaltır. Atık yönetimi, inşaat sürecinde ortaya çıkan atıkların azaltılması ve geri dönüşümü ile ilgilidir. Su tasarrufu önlemleri de sürdürülebilir binaların vazgeçilmez bir parçasıdır; yağmur suyu toplama sistemleri ve düşük akışlı armatürler gibi çözümlerle su kullanımı minimize edilir. Sürdürülebilir binaların benimsenmesi, çevre dostu bir geleceğin inşası için önemli bir adımdır. Bu binalar, enerji tasarrufu, doğal kaynakların korunması ve insan sağlığına olumlu etkiler sağlayarak sürdürülebilir kalkınmanın temelini oluşturur. Bu nedenle, yapı sektöründeki tüm paydaşların sürdürülebilirlik değerlendirmelerine ve çevresel performansa odaklanması, gelecek nesillere daha yaşanabilir bir çevre bırakma hedefine katkıda bulunacaktır (Crawley ve Aho, 1999; Kohler, 1999; Ding, 2008).

20.yy'ın sonlarına doğru inşaat ve sanayi sektörlerinin yer aldığı birçok sektör, gerçekleştirdikleri üretim faaliyetlerinde çevreye oluşturdukları tahribatın etkilerine önem vermeye başladı. Bu dönem, çevre konularının küresel ölçekte gündemde önemli bir yer kazanmaya başladığı bir evre olarak öne çıkıyor. İnşaat sektörü, çevresel etkilerin giderek daha belirgin hale geldiği bir dönemde, sürdürülebilirlik ve çevreye duyarlı uygulamalar konusunda dikkat çekici bir değişim yaşadı. Bu dönemde, çevresel etkilerin azaltılması ve doğal kaynakların korunması amacıyla ulusal ve uluslararası düzeyde pek çok çevresel politika ve düzenleme

hayata geçirildi. Kamusal politikalar, endüstrileri çevre dostu uygulamalara yönlendirmeye teşvik etti. İnşaat sektörü, çevreye duyarlı ürün ve hizmetlere olan talebin artmasıyla birlikte, sürdürülebilirlik konusunda daha fazla sorumluluk almaya zorlandı. Bu dönemde ortaya çıkan pazar talepleri, inşaat sektörünü binaların çevresel performansına odaklanmaya yönlendirdi. Müşteriler, çevre dostu ve enerji verimli binalara olan ilgilerini artırdılar. İnşaat sektörü, bu talepleri karşılamak amacıyla çeşitli sürdürülebilirlik standartları ve sertifikasyon sistemleri geliştirmeye başladı. Enerji tasarrufu, atık yönetimi ve yeşil bina tasarımı gibi konular, inşaat projelerinin merkezine yerleşti. 1990'lı yıllarda inşaat sektöründeki bu çevresel odaklanma, bugünkü sürdürülebilir inşaat uygulamalarının temelini oluşturdu. Bu dönemde alınan önlemler, inşaat endüstrisinin çevreye duyarlı bir şekilde evrim geçirmesine katkıda bulunarak, gelecek nesillere daha sürdürülebilir bir çevre bırakma çabalarını tetikledi (Haapio, 2008).

Binaların, çevre ile olan etkileşimlerinin olumlu veya olumsuz sonuçlarının inceleneceği çeşitli adımlar atılmıştır. Bu adımlar binanın ilk aşaması olan tasarım süreci, işletme aşaması olan servis süreci ve ekonomik ömrünü tamamladığı yıkım sürecinin ele alındığı adımlardır (Kohler, 1999; Crawley ve Aho 1999; Cole, 2005; Ding, 2008; Haapio, 2008; Haapio ve Viitaniemi,2008; Lee, 2013; Stender ve Walter, 2018). İşte bu yöntemlerden bazıları:

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design): LEED, dünya genelinde kabul görmüş bir sürdürülebilir bina derecelendirme sistemidir. LEED sertifikalandırma sürecini başarı ile tamamlanması durumunda, bina LEED kategorilerinden birisini hak ederek sertifikalanır. Bu kriterler;

- Kullanılacak enerjinin verimi
- Kullanılacak olan suyun tasarruf ve elde edilme mekanizması
- Kullanılan iç hava kalite durumu
- Kullanılacak malzemenin yapısı ve seçimidir.

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method): BREEAM, Birleşik Krallık merkezli bir çevresel performans değerlendirme yöntemidir. Enerji, su, atık yönetimi, ulaşım ve ekosistem gibi faktörlere odaklanarak binaların sürdürülebilirlik düzeyini belirler.

Life Cycle Assessment (Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi- LCA): Bu yöntem, bir yapının tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini değerlendirmeyi amaçlar. Tasarım, inşaa, kullanım ve geri dönüşüm aşamalarını içerir. Bu şekilde, kaynak tüketimi, enerji kullanımı ve karbon ayak izi gibi faktörler göz önüne alınarak sürdürülebilirlik analizi yapılır.

WELL Building Standard: Bu standart, binaların kullanıcı sağlığını ve konforunu önceleyen bir yaklaşım benimser. İç hava kalitesi, aydınlatma, su kalitesi, beslenme ve fiziksel aktivite gibi unsurlara odaklanarak çevresel performansı değerlendirir.

Passive House Standard: Pasif ev standartları, binaların enerji tüketimini minimumda tutmayı hedefler. İyi yalıtım, doğru yönlendirilmiş cam yüzeyleri ve enerji verimli ısıtma-soğutma sistemleri gibi tasarım prensiplerini içerir.

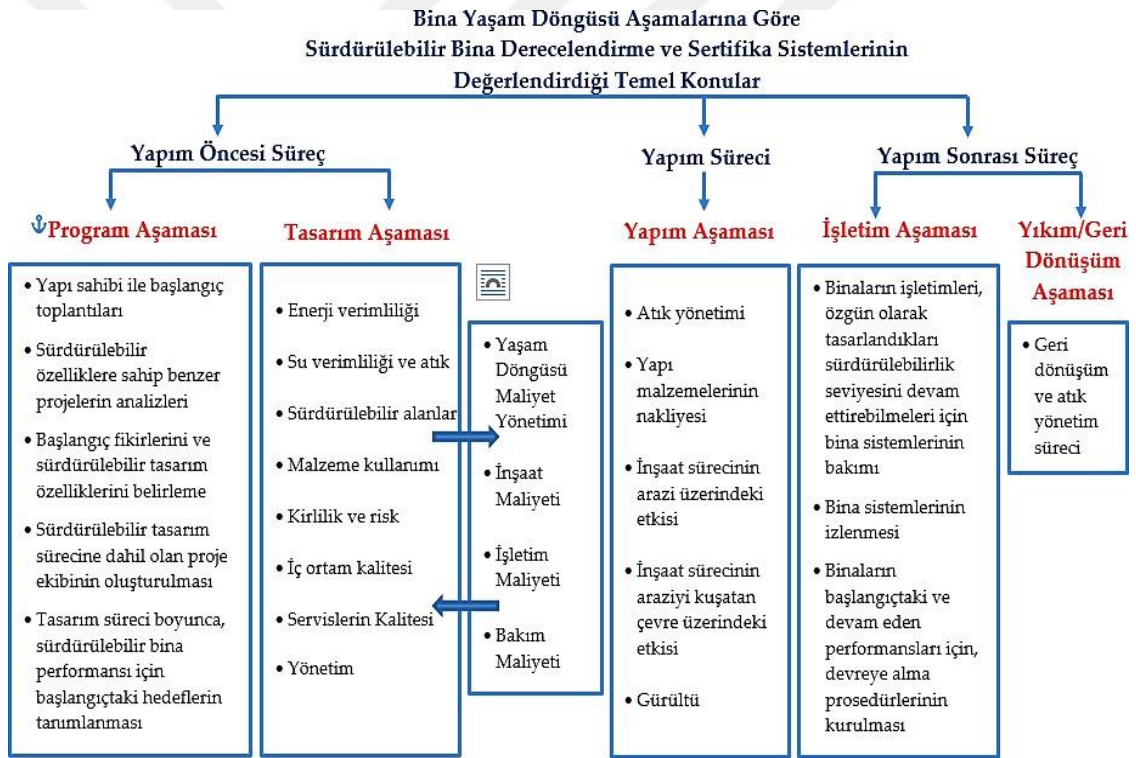
Bu çeşitli yöntemler, yapı sektöründe çevresel performansın ölçülmesi ve iyileştirilmesi için bir çerçeve sunar. Bu yöntemlerin kullanılması, sürdürülebilir bina tasarımı ve inşası konusunda sektördeki paydaşlara rehberlik eder ve gelecekte daha sürdürülebilir bir yapılaşma sağlamaya katkıda bulunur.

Cole'un (2005) öne sürdüğü görüşe göre, değerlendirme sistemleri, bir binanın çeşitli performans kriterlerinde başarılı olma potansiyelini gösteren etkili araçlardır. Bu, sürdürülebilirlik değerlendirme bağlamında önemli bir adımdır. Ebert, Ebig ve Hauser (2011) ise bu değerlendirmenin, bina tasarımını yapan ekibin hem tasarım hem de tasarım sonrası gerçekleşecek inşaa sürecinde, sosyal faktörler, çevresel faktörler ve ekonomik faktörleri göz önüne alarak çalışmanı oluşturmasını belirtir. Bu görüşler, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için daha fazla odaklanma ve özenin gerekliliğini belirtmektedir. Sürdürülebilirlik değerlendirme araçlarının somut hedeflere ve kılavuz göstergelere sahip olması, tasarım ekibine net bir yol haritası sunar. Bu araçlar, ekolojik dengeyi korumak, ekonomik sürdürülebilirliği sağlamak ve toplumsal faktörleri göz önünde bulundurmak için gereken adımları belirler. Tasarım ekibinin bu hedeflere ulaşabilmesi için, çevresel, ekonomik ve sosyal etkileşimleri anlamaları ve bu faktörleri projelerine entegre etmeleri önemlidir. Bu yaklaşım, sürdürülebilir bina projelerini daha kapsamlı bir perspektifle ele alarak, tasarım ekibine çeşitli faktörleri değerlendirme ve entegre etme fırsatı sunar. Böylece, birçok açıdan da sürdürülebilir projelerin hayata geçirilmesine olanak sağlar. Bu değerlendirme süreci, inşaat sektöründe sürdürülebilir uygulamaların

benimsenmesine ve gelecek nesiller için daha yaşanabilir bir çevrenin oluşturulmasına katkıda bulunabilir

2.5.1 Bina sürdürülebilirlik değerlendirme araçları

Günümüzde sürdürülebilirlik, yapı sektöründe önemli bir odak noktası haline gelmiştir. Haapio ve Viitaniemi'nin (2008) belirttiği gibi, çeşitli sürdürülebilirlik araçları, yapıda değerlendirilen tek bir malzemeden, yapıyı oluşturan bütün malzemelere kadar her kalemin ele alındığı tüm detayları ile değerlendirilebilir. Bu araçlar, yaşam döngüsünün farklı aşamalarına odaklanabilir, çeşitli değerlendirme kriterlerini içerebilir ve farklı amaçlara yönelik özel ihtiyaçları karşılamak üzere tasarlanabilir. Ayrıca, çeşitli veri tabanlarına dayanabilirler, bu da farklı bilgi kaynaklarına erişim sağlar.



Şekil 2.9: Sürdürülebilir Bina İçin Sertifika Süreç Aşamaları

Kaynak: (Haapio ve Viitaniemi, 2008)

“Athena Sürdürülebilir Malzemeler Enstitüsü” tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sürdürülebilir çevresel değerlendirme yöntemlerini üç aşamada gruplara ayırmıştır (Trusty, 2000). Bu gruplama, çevresel performansın değerlendirilmesinde genel bir çerçeve sağlar. Bu seviyelerin her biri, yapıların sürdürülebilirlik açısından nasıl değerlendirileceği konusunda rehberlik eder. Bu bağlamda, sürdürülebilirlik araçlarının etkili olmasını sağlayan temel özellikleri belirlemek önemlidir. Her araç

kategorisi, belirli bir amaca hizmet etmek üzere tasarlandığından, kullanıcıların ihtiyaçlarına ve hedeflerine uygun bir değerlendirme yapabilmeleri için esneklik sunmalıdır. Ayrıca, doğru ve güncel verilere dayanmalı, farklı ölçeklerde ve farklı bağlamlarda uygulanabilir olmalıdır.

1. Seviye Araçları: BEES 4.0 ve TEAM gibi araçlar, bina malzemelerini detaylıca analiz ederek çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik bakış açısıyla değerlendirir. Ancak, genellikle tekil malzemelerin özelliklerine odaklanır ve bina genelinde tasarım kararlarını almak için yeterli kapsamı sağlayamaz.

2. Seviye Araçları: 2. Seviye araçları çevre etkileri, aydınlatma fikirleri, işletme sürecinde gerçekleşecek enerji ihtiyacı gibi alanlar üzerinde yoğunlaşarak bize detaylı bir değerlendirme iletir. BEAT 2002, BeCost ve LEGEP gibi kavramlardan oluşan bu araçlar kendi veri tabanlarında sürdürülebilir fikirlerin ulusal standartlar çerçevesinde uygunluğunu inceler ve tasarım ekibiyle son durumu paylaşır. 3. Seviyeye ulaşmada, 2 seviyenin önemi büyüktür.

3. Seviye Araçları: Dünya genelinde birçok sertifika programı, sürdürülebilirlik konusunu detaylı bir bakış açısı ele alır. Çevresel, ekonomik, sosyal ve diğer faktörler sürdürülebilirlik kavramı ile oluşturduğu bütünlük ile incelenir. LEED sertifikası, BREAM sertifikası ve ESCALE gibi araçlar bu sertifika programlarına örnek olarak gösterilebilir. Bu araçlar, tüm bina değerlendirme sistemleri olarak kullanılabilir ve nesnel verilere dayanarak, aynı zamanda öznel verilere odaklanarak bina performansını çok yönlü bir şekilde değerlendirir. Seviye-3 araçları, tasarım sürecinin erken aşamalarında kullanılan Seviye-2 araçlarının sunduğu nesnel verilere dayanırken, bina performansını kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için öznel verilere de odaklanır.

Yeşil sertifika sistemleri, bina tasarımı üzerinde çeşitli olumlu etkilerde bulunarak, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği konularında bir endüstri standardı oluşturmuştur. Cole (2005) tarafından ifade edilen görüşlere dayanarak, bu sistemlerin bina tasarımını nasıl etkilediğini daha detaylı bir şekilde inceleyebiliriz:

- **İletişimi ve Takım Çalışmasını Teşvik Edici Rolü:** Yeşil sertifika sistemleri, tasarım ekibi üyeleri ile çeşitli sektörler arasında daha fazla iletişim ve etkileşim sağlayarak önemli bir rol oynamaktadır. Bina tasarım sürecinde, çeşitli paydaşlar arasında güçlü bir diyalogu teşvik eder. Bu,

tasarım sürecinde daha fazla bilgi paylaşımı ve takım çalışması anlamına gelir.

- **Maliyet ve Uygulama Konularını Dikkate Alan Endüstri Standardı:** Yeşil sertifika sistemleri, bina tasarımında maliyet ve uygulama konularının önemini vurgular. Bu sistemler, sürdürülebilir bina performansını geliştirmek için endüstri standartları sunarak, tasarımın sadece çevresel etkilerini değil, aynı zamanda ekonomik ve uygulanabilirlik faktörlerini de ele almaktadır.
- **Çevresel Konuların Organizasyonu ve Bilgi Yönetimi:** Yeşil sertifika sistemleri, çeşitli çevresel konuları beyan ederek ve bunlara öncelik vererek tasarım sürecinde netlik ve yapısal bir düzen sağlar. Bu, çevresel faktörlerin sistematik bir şekilde ele alınmasını ve tasarımın bu faktörlere uygun olarak şekillenmesini sağlar.
- **Yapı Sektörü Paydaşlarıyla İletişimi Güçlendirme:** Bu, tasarımın genel performansının şeffaf bir şekilde iletilmesine ve paydaşlar arasında anlaşılabilir bir dilin oluşturulmasına yardımcı olur. Sistemin en önemli görevi yapı sektöründe ortak iletişimde bulunan diğer partnerler ile diyalog halinde olmayı gerektirir. Bunun temel görevlerinden birisi tasarıma ait performansın diğer partnerler arasında en ince detayına kadar paylaşımı sağlamak ve ortak bir fikir oluşturmaktır.

2.5.2 Sürdürülebilir bina için LEED sertifika süreçleri

LEED kavramına kelime olarak bakmak gerekirse, LEED kavramının açılımı Tasarım Süreçlerinde Enerji ve Çevreyi Gözeterek İlerleyiş Kaydetme anlamına gelmektedir. Kısa bir özetle LEED kavramı dünyamızdaki kaynakları tahrip etmeden, sürdürülebilir döngü içerisinde tüm süreçlere uygun olan kurumlara verilen bir sertifikadır.

LEED sertifika sürecinin başlangıç yılı 1998, başladığı yer ise Amerika Birleşik Devletleri olarak kabul edilmektedir. Bu sürecin oluşumunda Yeşil Bina Konseyi adı verilen USGBC (Green Building Council) öncü kabul edilmiştir. LEED sertifika sürecinin ortaya çıkmasındaki temel amaç sürdürülebilirlik yaklaşımını yeni binalara işleyerek çevreye uyumlu, enerji tasarruflu yapıların oluşmasını sağlamaktır. ([http//1](http://1)).

LEED kriter kazanma aşamaları belli bir puanlama esasına dayanmaktadır. Toplanan puanlar sonucunda LEED kategorilerine göre bina sertifikalandırılmaktadır. Yeni inşa edilen yapılar için LEED süreci 32 kredi ile başlar, eğer ki bu puan değerine bina ulaşamazsa sertifika sürecini geçemez. Diğer LEED kategori ve puanlarına göz atmak gerekirse;

-Standart LEED sertifikası için binanın 40-49 puan arasında kalan bir değere ulaşması gerekecektir.

-Gümüş kategorideki LEED sertifikası için 50-59 puan aralığında bir değere ulaşması,

-Altın kategorideki LEED sertifikası için 60-79 puan aralığında bir değere ulaşması,

-Son olarak da platin kategorisinde bir LEED sertifikası hak etmesi için 80 puan üzerinde bir değere ulaşması gerekmektedir.

Yeşil bina sürecini başlatacak olan kuruluşların ilk olarak sürdürülebilir çevre kavramlarını sindirerek, bu kavramlara saygı duyarak ve her bir kriterini göz ardı etmeyecek şekilde adapte olması gerekmektedir. Bu kavramları kısaca özetlemek gerekirse, arazinin değeri ve bulunduğu konumu elde edeceği karı ikinci plana atarak işe başlamalıdır. Konumu işi yüklenecek kişiye inanılmaz para kazandırabilecek bir yerdedir fakat inşaat yapmak istediği arazinin çevresinde tarım arazileri yer almakta ise hem bu inşaat sürecinin başlangıcı hem de üretilen binanın çevre de emsal teşkil edecek olması ilgili tarım arazinin talan edilmesine sebep olabilir. Diğer bir yandan ise, çevre peyzaj çalışmalarına gerekli önem vermelidir. Ayrıca günümüzde ülkemiz ve dünya üzerinde en önemli kaynaklardan biri olan su verimliliğine özen göstermeye çalışmalıdır. Kullandığımız suyu geri kazanmamızı sağlayacak sistemlerle hem binalarımıza değer katabilir hem de tükettiğimiz suyu azaltarak gelecek nesillere daha verimli kaynaklar bırakabiliriz.

LEED kriterlerine göre elde edeceğimiz puanlarla LEED kategorileri sertifikasından birisini hak etmiş oluruz. Şüphesiz ki toplayacağımız puan ne kadar yüksek olursa en üst kategori LEED sertifikası hak etme oranımız o kadar yüksek olur. En fazla puana ulaştıran konuların başında binanın sağladığı enerji ve atmosfer ile olan ilişkilendirmesi gelmektedir. Üretimini yaptığımız yapıların çevreye verdiği zararı minimize ederek inşa etmek ya da bu zararı minimize edecek sistemler kurmak

bizi en fazla puan kazanmaya bir adım daha yaklaştırmış olacaktır. Örnek vermek gerekirse, binamızı inşa ederken güneş enerji sistemlerinin çatıya kurulmasını sağlamak, yapımızı inşa ettiğimiz yerde rüzgâr enerjisi verimli ise bunu kullanacak sistemler eklemek düşünülebilir.

Sürdürülebilir inşaat kavramının diğer bir önemli konusunda malzeme seçimidir. Kullanım esnasında seçtiğimiz malzemelerin tekrar geri dönüşüme kazandırılması veya başka bir alanda demonte edilerek tekrar kullanılması hem mevcut kaynaklarımız ile yeniden malzeme üretimini sınırlayacak hem de daha sağlıklı bir çevre ortamı oluşturacaktır.

LEED sertifikası ihtiyaç durumlarına göre farklı kategoriler içine ayrılmıştır.

- **NC Kategorili LEED Sertifikası:** Ticari amaç ile üretilen yapılar veya kat yüksekliği fazla olan mega projeler için oluşturulmuş bir LEED kategorisidir. İnşaat aşamasında gerekli kontrollere göre, uygunluk sağlayan yapılar sertifikalandırılır.
- **EB Kategorili LEED Sertifikası:** *Mevcutta bulunan yapıların geliştirilmesi üzerine çalışır.*
- **CI Kategorili LEED Sertifikası:** Yeşil yapı kavramına sahip yapıların tasarım aşamalarını ele almaktadır.
- **CS Kategorili LEED sertifikası:** Kiracıların faaliyetleri üzerine oluşturulan bir kategoridir.
- **H Kategorili LEED sertifikası:** Bu sistem bina kat yüksekliği dört olan tüm yapıların değerlendirmeye alınacağı bir kategoridir. Dört ve üzerindeki kat satıları için değerlendirme yapmaz.
- **ND Kategorili LEED sertifikası:** LEED değerlendirmesi yapılırken mahalın yer aldığı tüm mahalle bu kategori içinde değerlendirilir.

LEED sertifika sistemi ilk Amerika da meydana gelmiştir. Bununla birlikte eş zamanlı olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde yer alan birçok eyaletteki binalarda uygulanmıştır. ABD'yi bu konuda takip eden birçok dünya ülkesi de LEED sertifikalı bina süreçlerine entegre olmuş ve dünya toplamında yaklaşık 35.000 adet proje gerçekleşmiştir. İklere bakacak olursak da ABD'de ilk LEED sertifikaya sahip

proje 7 World Trade Center olurken, Türkiye de ise Kocaeli İli Gebze İlçesinde yer alan RMI projesi olmuştur ([http//2](http://2)).

2.6 Geleneksel Yaklaşım

Bir binanın tasarım süreci, karmaşık bir dizi adımdan oluşan bir sanat ve mühendislik harikasıdır. Bu süreçte, mimarlar, mühendisler, işverenler ve çeşitli uzmanlar bir araya gelir ve bir binanın ortaya çıkmasını sağlamak için birçok faktörü dikkate alırlar. İlk aşama, mimarın işverenle bir araya gelerek ihtiyaçları, talepleri ve hedefleri anlamasıdır. Bu aşamada, binanın kullanım amacı, estetik tercihleri, bütçe sınırlamaları ve çevresel faktörler gibi bir dizi önemli unsur ele alınır. İmar gereksinimleri de göz önünde bulundurularak, projenin genel yerleşimi ve planı belirlenir. Fonksiyonel planlama, mekânsal ilişkileri ve kullanım ihtiyaçlarını ele alarak binanın iç düzenini belirler. Bu aşamada, her bir alanın amacına uygun olarak nasıl kullanılacağı düşünülür ve bu düzenlemelerin binanın genel tasarımına nasıl entegre edileceği planlanır. Mimarlar, tasarımın estetik ve mali boyutlarını birleştirerek, binanın dış görünümünü oluştururlar. Bu noktada, çeşitli malzemelerin seçimi, renk paleti ve mimari detaylar, binanın karakterini belirler. Estetik kaygılarla birlikte, maliyet faktörleri de dikkate alınarak sürdürülebilir ve ekonomik bir tasarım oluşturulmaya çalışılır. Projenin ileriki aşamalarında, genel tasarım kararları kesinleşip plan şeması netleştikten sonra, binanın içine entegre edilecek mekanik ve sıhhi tesisat sistemleri tasarlanır. Isıtma, soğutma, havalandırma, elektrik, su gibi ihtiyaçları karşılamak için gerekli sistemler, binanın işlevselliğini artırmak ve konfor düzeyini optimize etmek amacıyla entegre edilir (Mazza, 2007, s. 12-13).

Geleneksel inşaat yöntemleri, uzun bir geçmişe dayanan ve genellikle yıllar içinde gelişmiş olan inşaat uygulamalarını ifade eder. Bu yöntemler genellikle malzeme ve işçilik açısından maliyet etkin olabilir, ancak çevresel etkileri ve enerji tüketimi genellikle daha yüksek olabilir. Geleneksel yöntemler, betonarme yapılar, tuğla duvarlar, çelik çerçeveler gibi yaygın malzemeleri içerebilir. Bu yöntemler, yapıların dayanıklılığı ve güvenliği konusunda genellikle kanıtlanmış ve standartlaşmıştır. Son 50 yılda inşa edilen yapılar, mimari yaklaşımların evrimine paralel olarak önemli değişimlere uğramıştır. Bu dönemde, binanın kaplamaları daha fazla ön planda görülmektedir. Yapı ve donanımı oluşturan sistemleri ise bu kaplamalar ardında gizlenmeye çalışılmıştır. Ancak, 1970'li yıllarda yayılan enerji

sorunları, bina tasarım ekiplerini verimlilik kavramını tasarımlarıyla bütünleştirmeye yöneltmiş ve bu da bina tasarımında önemli değişikliklere neden olmuştur. Enerji krizi sonrasında, enerji kavramının hâkim olduğu fikirler tasarım süreçlerinde başrol haline gelmiştir. Enerji etkin yaklaşımların benimsenmesiyle birlikte, binalar daha sürdürülebilir ve çevre dostu hale gelmiştir. Bu yaklaşımlar, sadece enerji maliyetlerini azaltmakla kalmayıp aynı zamanda çevresel etkileri minimize etmeyi de hedefler. Bu nedenle, mimarlar ve mühendisler, bina tasarımında enerji verimliliğini artırmak için çeşitli stratejilere başvurmuşlardır. Aktif donanımsal sistemler, bina içinde enerji kullanımını optimize etmek ve yönetmek için kullanılır. Bu sistemler, ısıtma, soğutma, aydınlatma ve diğer enerji yoğun süreçleri kontrol etmek için akıllı teknolojileri içerir. Buna ek olarak, pasif çözümler de binanın doğal kaynaklarından maksimum fayda sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. İyi tasarlanmış izolasyon, güneş panelleri ve doğal havalandırma gibi unsurlar, enerji tüketimini azaltmaya ve sürdürülebilirliği artırmaya yardımcı olur. Bütün bu değişiklikler, mimarların ve mühendislerin daha geniş bir perspektifle bina tasarımına yaklaşmalarını sağlamıştır. Sadece estetik kaygıları değil, aynı zamanda enerji verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik ve kullanıcı konforu gibi faktörleri de göz önünde bulundurarak tasarım yapma eğilimindedirler (Harputlugil, 2016, s. 6)

2.6.1 Geleneksel yaklaşımın sınırlılıkları ve eleştirileri

Geleneksel yaşam döngüsü yaklaşımı, bir yapının tasarımından başlayarak yapım, işletim/bakım ve yıkım süreçlerini içeren bir model sunar. Ancak bu model, çevresel etkileri tam kapsayamadığı gibi, belirli aşamalardaki sınırlı odaklanışı nedeniyle eleştirilere maruz kalmaktadır (Kim ve Rigdon, 1998). Bu yaklaşımın sınırlılıkları;

Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm: Geleneksel yaşam döngüsü modeli, atık yönetimi ve malzeme geri dönüşümü gibi önemli konuları yeterince ele almaz. Yapı malzemelerinin üretimi ve tedariki ile ilgili süreçlerde ortaya çıkan atıkların yönetimi ve malzemelerin geri dönüşümü, çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahiptir. Ancak bu yaklaşım, atık yönetimini sadece yıkım aşamasında ele alarak, diğer aşamalarda bu önemli konuyu göz ardı eder (Kim ve Rigdon, 1998).

Malzeme Yeniden Kullanımı: Geleneksel yaşam döngüsü modeli, yapı malzemelerinin faydalı ömrünün sona ermesi durumunda, malzemelerin yeniden

kullanımını yeterince göz önüne almaz. Sürdürülebilir mimari tasarımın aksine, bu modelde malzemeler genellikle atılır ve yeni malzemeler kullanılarak yeni bir yapı inşa edilir. Bu durum, kaynakların verimsiz kullanımına ve atık miktarının artmasına neden olabilir (Kim ve Rigdon, 1998).

Enerji Verimliliği ve İşletim Aşaması: Geleneksel yaşam döngüsü yaklaşımı, genellikle işletim aşamasında enerji verimliliği konularını yeterince vurgulamaz. Yapının işletilme sürecindeki enerji tüketimi, çevresel etkileri önemli ölçüde etkileyebilir. Ancak bu model, işletim aşamasındaki enerji verimliliğiyle ilgili stratejilere yeterince odaklanmaz (Kim ve Rigdon, 1998).

Çevresel Değerlendirme ve Hesaplamalar: Geleneksel yaşam döngüsü yaklaşımı, çevresel etkilerin tam anlamıyla değerlendirilmesi ve hesaplanması konusunda eksik kalabilir. Sürdürülebilir mimari tasarım genellikle özel çevresel etki değerlendirmesi ve hesaplamaları içerirken, geleneksel yaklaşım genellikle bu ayrıntılı değerlendirmelere odaklanmaz (Kim ve Rigdon, 1998).

Bu eleştiriler, geleneksel yaşam döngüsü yaklaşımının, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada eksik kaldığı ve daha geniş bir perspektife ihtiyaç duyulduğu gerçeğini vurgular. Sürdürülebilir mimari tasarım, bu eksiklikleri giderecek ve çevresel sürdürülebilirliği daha etkili bir şekilde ele alacak kapsamlı bir yaklaşım sunar.

2.7 AVM Projesinin İnşasında Sürdürülebilirlik

Alışveriş kavramı, günümüzde sadece bir mal veya hizmetin el değiştirmesi olarak özetlenemeyecek kadar karmaşık ve derinlemesine bir anlam taşımaktadır. Temelde, bir ürün veya hizmetin sağlayıcı ile tüketicisi arasında değer temelinde alışverişinin gerçekleşmesi olarak tanımlanan bu kavram, günümüzde sosyal, ekonomik ve politik etkileriyle geniş bir alanı kapsamaktadır. Ancak, alışverişin en belirgin yansımalarından biri olan alışveriş merkezleri, beraberinde getirdiği sorunlarla birlikte eleştirilere maruz kalmaktadır. Yüzyıllar süren beşerî süreçlerin evrimi sonucunda ortaya çıkan alışveriş merkezleri, modern dünyada yeni ihtiyaçlara hizmet etmekte ancak aynı zamanda çevre, doğa ve sürdürülebilirlik gibi önemli meseleleri de beraberinde getirmektedir. Özellikle 21. yüzyılın başlarından itibaren Türkiye'de hızla artan alışveriş merkezi sayısı, bu yapılar üzerine çeşitli eleştirilerin

doğmasına neden olmuştur. Bu eleştirilerden biri de ekolojik bakış açısıyla ortaya çıkmaktadır.

Türkiye AVM Gelişimi

AVM sayısı ve Toplam Kiralanabilir Alan (TKA)*



Yıllara Göre Açılan AVM Sayısı ve Toplam Kiralanabilir Alan (TKA)



2023 3. Çeyrek dönem itibarıyla, Türkiye genelinde toplam AVM sayısı 444, toplam kiralanabilir alan stoku ise 13 milyon 922 bin m²'ye ulaştı. İstanbul, toplam kiralanabilir alan stokunun yaklaşık %37,5'ini oluşturmaktadır. Türkiye genelinde, ortalama 1.000 kişi başına düşen kiralanabilir alan ise 163,25 m²'dir.

Kaynak: AYD
*Ç3'23 sonu verisidir.
**Value Solution Partners veri tabanına dahil edilen bir alışveriş merkezinin minimum brüt kiralanabilir alanı 5.000 m² olmalıdır.

	Mevcut Durum			Yeni AVM Arzı				
	Birim	Aktif	İnşaat Halinde	Toplam	Birim	Dönem Sonunda Aktif Olacak TKA (m ²)	Dönem Sonunda Tamamlanması Beklenen TKA (m ²)	
İstanbul	Birim	133	10	143	447	14.031.209	3	109.300
	TKA (m ²)	5.213.721	330.410	5.544.131	461	14.463.209	14	432.000
Ankara	Birim	41	2	43	471	14.680.209	10	217.000
	TKA (m ²)	1.632.941	69.000	1.701.941				
Diğer Şehirler	Birim	270	15	285				
	TKA (m ²)	7.075.247	358.890	7.434.137				
Türkiye	Birim	444	27	471				
	TKA (m ²)	13.921.909	758.300	14.680.209				

Kaynak: AYD

Şekil 2.10: Türkiye AVM İstatistiği

Kaynak: (http.4)

Ekolojik perspektif, alışveriş merkezlerinin doğayla uyumlu ve sürdürülebilir bir temelde inşa edilmesini talep etmektedir. Bu bakış açısında, yapıların doğal kaynakları etkili bir şekilde kullanması ve çevreye minimum zarar vermesi beklenmektedir. Ayrıca, teknolojinin kullanımı da "doğadan öğrenme" ilkesiyle uyumlu bir şekilde gerçekleşmeli ve doğaya saygılı bir yaklaşım benimsemelidir. Bu bağlamda, alışveriş merkezlerinin çevresel etkilerini en aza indirmek adına enerji

verimliliği, geri dönüşüm sistemleri, yeşil alanlar ve doğal malzemelerin kullanımı gibi önlemler alınmalıdır. Aynı zamanda, tüketicilerin de bilinçlenmesi ve çevre dostu ürünleri tercih etmeleri teşvik edilmelidir. Ekolojik bir bakış açısıyla alışveriş merkezlerine yaklaşmak, sadece bugünkü ihtiyaçları değil, gelecek nesillerin yaşam kalitesini de düşünerek sorumlu bir tüketim kültürünü teşvik etmek anlamına gelmektedir (Yedekçi 2015, 23).

Modern güneş panelleri ve bir yaprağın çalışma prensipleri arasındaki özdeşlik, ekolojik yaklaşımın temelini oluşturur. Güneş panelleri, güneşten gelen enerjiyi elektriğe dönüştürerek çalışırken, bir yaprak da fotosentez yoluyla güneş enerjisini kullanarak besin üretir. Bu benzer prensipler, doğadan ilham alarak teknolojiyi çevre dostu hale getirme çabalarını yansıtır (Karim, 2015).

Türkiye'deki alışveriş merkezlerinin çoğu, çevre dostu ve sürdürülebilirlik beklentilerini karşılamada yetersiz kalmaktadır. Türkiye'de 2023 yılında 433'e ulaşan alışveriş merkezlerinin sadece 28'inin uluslararası yeşil bina sertifikalarına sahip veya çevreci ödüller kazandığı gözlemlenmiştir. Bu durum, mevcut alışveriş merkezi stokunun sürdürülebilirlik standartlarını karşılamakta zorlandığını göstermektedir.

Çizelge 2.1: Sürdürülebilir Bina Sertifikası Alan AVM ve Ödül Seviyeler Listesi

Projeİsmi	SertifikaSitemi	Derece/Ödülİsmi	ÖdülSeviyesi	Kaynak
Forum Kayseri	Breem Europe[1]	Very Good	Üçüncü derece	GreenBookLive(2016)
Gordion	Breem Europe[1]	Very Good	Üçüncü derece	XXI(2014)
Erzurum	Breem Europe[1]	Very Good	Üçüncü derece	XXI(2014)
Tarsu	Breem Europe[1]	Very Good	Üçüncü derece	XXI(2014)
Magnesia	Breem Europe[1]	Good	En düşük ikinci derece	XXI(2014)
Kanyon	Breem In-Use[2]	Birinci Kısım(Mülk):Excellent	İkinci en yüksek	GreenBookLive(2016)
Kanyon	Breem In-Use[2]	İkinci Kısım(Tesis Yönetimi):Outstanding	En yüksek	GreenBookLive(2016)
Akbatı	Breem In-Use[2]	Birinci Kısım(Mülk):Excellent	İkinci en yüksek	GreenBookLive(2016)
Espark	Breem In-Use[2]	Birinci Kısım(Mülk):VeryGood	Üçüncü derece	GreenBookLive(2016)
Espark	Breem In-Use[2]	İkinci Kısım(Tesis Yönetimi):VeryGood	Üçüncü derece	GreenBookLive(2016)
Marmara Park	Breem In-Use[2]	Birinci Kısım(Mülk):VeryGood	Üçüncü derece	GreenBookLive(2016)
Marmara Park	Breem In-Use[2]	İkinci Kısım(Tesis Yönetimi):VeryGood	Üçüncü derece	GreenBookLive(2016)
365	Breem In-Use[2]	Birinci Kısım(Mülk):Good	En düşük ikinci derece	XXI(2014)
Tekira	Breem In-Use[2]	Birinci Kısım(Mülk):Good	En düşük ikinci derece	XXI(2014)
Tekira	Breem In-Use[2]	İkinci Kısım(Tesis Yönetimi):Good	En düşük ikinci derece	XXI(2014)
Akbatı	Breem Bespoke[3]	Good	En düşük ikinci derece	XXI(2014)
Akasya	Breem Bespoke[3]	Good	En düşük ikinci derece	XXI(2014)
M1Meydan	ULI	2008EuropeExcellence Award [4]	En yüksek	Lobo,D.(2015)
M1Meydan	ICSC	2009ReSource Award [5]	En yüksek	ICSC(2009)
M1Meydan	ICSC	2010BestoftheBestAward [6]	En yüksek	ICSC(2010)
42Maslak	LEED[7]	Platinum	En yüksek	XXI(2014)
Torium	LEED[7]	Gold	İkinci en yüksek	XXI(2014)
Özdilek Center	LEED[7]	Gold	İkinci en yüksek	EKOYAPI(2016)
14Burda	LEED[7]	Gold	İkinci en yüksek	USGBC(2016)
17Burda	LEED[7]	Gold	İkinci en yüksek	USGBC(2016)
41Burda	LEED[7]	Gold	İkinci en yüksek	USGBC(2016)
Mall of Istanbul	LEED[7]	Gold	İkinci en yüksek	USGBC(2016)
Bulvar216	LEED[7]	Silver	En düşük ikinci derece	USGBC(2016)

Türkiye’de sürdürülebilir kriterleri sağlayarak inşa edilen projelere baktığımızda, yaklaşık 8 ay önce açılışı gerçekleştirilen Gaziantep Şehir Hastanesi LEED Altın Sertifikası almıştır. Enerji ve mühendislik açısından son teknolojilere göre inşası tamamlanan projede inşaat atıklarının %92’si geri dönüşüme kazandırılmıştır. Projenin dış mekân bölümünde %57, iç mekân bölümünde ise %42 su tasarrufu sağlanmıştır. Proje geneline bakıldığında ise %50’den fazla enerji tasarrufu sağlanmıştır. Yağmur sularının geri dönüştürülerek yeşil alanlarda kullanılması için üç boyutlu tasarım programları ve akıllı su depolama sistemleri inşa sürecinde oluşturulmuştur. Karbon ayak izini minimize etmek için elektrikli cihazlar kullanılmıştır. 638.088 m2 kullanım alanına sahip olan proje, 800.000.000 € bedele mal olmuştur.

İstanbul ili Maltepe ilçesinde yer alan bir başka LEED Altın Sertifikasına sahip proje de Piazza AVM’dir. Proje açılış yılı olan 2018’den beri bu sertifikaya sahiptir. 52.500 m2’lik alana, toplamda ise 217 adet kiralanabilir mağazaya sahip olan projenin ilk yatırım maliyeti 378.000.000 € bedele mal olmuştur. Projede birçok sürdürülebilir sistem ilk yatırımda inşa edilmiştir. Projede su tasarrufu sağlamak amacıyla, sert zemin ve çatı kaynaklı oluşan yağmur suyu ve yeraltı suyu birlikte toplanarak çevre peyzaj sulamasında ve tuvalet sistemi rezervuarlarında kullanılacak şekilde tasarlanmıştır. Proje, Uluslararası Enerji Verimliliği standartlarına göre tasarlanan bir projeden %20 olarak daha fazla verimli halde olduğu tescillenmiştir.

İstanbul’da Ümraniye’de yer alan Meydan İstanbul AVM’de yine önemli sürdürülebilirlik özelliklerine sahip başka bir proje olarak öne çıkmaktadır. 2008 yılında Avrupa Topluluğu Çevre Ödülü Türkiye birinciliği; 2008 yılı Çevreci ve Sürdürülebilir özelliği ile Avrupa En İyi Gayrimenkul ödülü; 2010 yılında ise sürdürülebilirlik kategorisinde ICSC En İyinin En İyi ödülü gibi önemli başarılarla sahip olan bu değerli proje de yaklaşık 30.000 m2’lik yeşil çatı bulunmaktadır. Bu projenin yer aldığı arsa, proje sürecinde büyük kısmı yer altında konumlandırılacak şekilde projelendirilmiş, müşterilerine ise herkesin kullanabileceği bir meydan bırakılmıştır. Toprak kaynaklı ısı pompası sistemi ve kendini yenileyebilen enerji sistemleriyle proje aldığı ödüllerini fazlasıyla hak ettiğini göstermiştir.

3. YÖNTEM

Bu başlık altında, çalışmada kullanılan veri analiz yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır.

Birinci aşamada, Balıkesir ili Burhaniye ilçe sınırları içindeki bir alışveriş merkezinin LEED gümüş sertifikasına sahip olması için gerekliliklerin yerine getirilmesi durumundaki tüm maliyetler hesaplanmıştır. Sürdürülebilir LEED gümüş sertifikasına sahip olması için gerekli olan tüm yatırımların sağlayacağı enerji tasarrufları hesaplanarak yıllık oluşacak olan enerji tasarruf ve enerji kazanım tutarları toplamı bulunmuştur. Daha sonra elde edilen enerji kazanım toplamları, sürdürülebilir tüm ilave yatırım rakamına bölünerek yatırımın kaç yılda kendini amorti edeceği hesaplanmıştır. Ayrıca bu tez çalışması kapsamında ele alınan tüm sürdürülebilir yatırım kalemleri için ayrı ayrı hesaplama da yapılmış, her sürdürülebilir yatırım kaleminin kendi içinde oluşturacağı amorti süreleri de hesaplanmıştır.

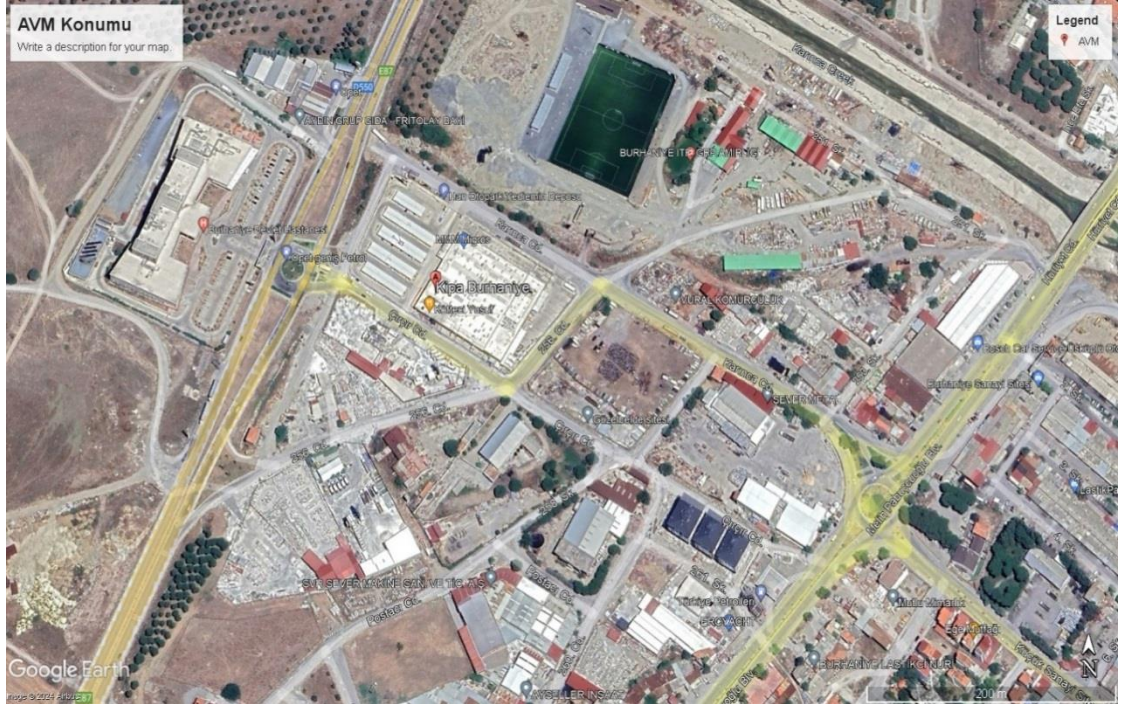
İkinci aşamada ise, yapının sürdürülebilir LEED gümüş sertifikasına sahip olması için yapılan tüm ilave yatırımların, gayrimenkulde oluşturacağı değer artışı hesaplanmıştır. Ayrıca bu tez çalışması kapsamında ele alınan tüm sürdürülebilir yatırım kalemlerinin eklenmesi sonucu oluşan gayrimenkul değer artışı, her yatırım kalemi için ayrı ayrı da hesaplanmış, her kalemin gayrimenkul değerlemesine oluşturduğu oran ayrıca belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Bu başlıkta araştırmanın bulgularına yer verilmiştir.

4.1 Alışveriş Merkezi

Söz konusu AVM, Balıkesir ili, Burhaniye ilçesindedir. Yaklaşık 16.158 m² yüz ölçümüne sahiptir. Bulunduğu parselin kuzey cephesinden Karınca caddesi, güney cephesinden Çırçır caddesi, doğu cephesinden 256. Sokak geçmektedir. Ayrıca batısında 181 araçlık otopark alanı bulunmaktadır. Parselin topografik yapısı düze yakındır. Yakın çevresinde İzmir-Çanakkale yolu, Burhaniye Sanayi Sitesi, Burhaniye Şehir Stadyumu, konut yapılaşmaları, küçük ölçekli ticari işletmeler ve boş arsalar yer almaktadır. İzmir-Çanakkale yolu üzerinde yer alan bölgeye toplu taşıma ve özel araçlarla ulaşmak mümkündür. Hem hafta içi hem de hafta sonu toplu taşıma ile ulaşmak mümkündür. Yaklaşık 1 km uzağında bisiklet yolu bulunmaktadır.



Şekil 4.1: AVM'nin Konumu

Arazi AVM olarak kullanılmadan önce Burhaniye zeytin ve zeytinyağı tarım satış kooperatifine aitti. Üzerinde herhangi bir yapı bulunmayan bir arsaydı. Söz konusu AVM'ye 2006 yılında 30 yıllığına kiralanmıştır

Burhaniye Belediyesi İmar ve Şehircilik müdürlüğü kayıtlarına göre söz konusu AVM'nin bulunduğu arazi, ticaret alanıdır. 7.189 m²AVM ve hipermarket alanı, 206 m² sığınak, 57 m² trafo yani toplam 7.452 m² kapalı alandan oluşmaktadır. Bodrum katında kompresör ve pompa dairesi, su deposu ve sığınak bulunmaktadır. Zemin katta trafo-1, trafo-2, O.G, A.G pano, alışveriş merkezi yer almaktadır. Asma katta ise yemekhane ve ofisler bulunmaktadır. İç mekânda zemin kısmen seramik, kısmen epoksi, depolarda beton, ıslak hacimlerde fayanstır. Aydınlatma spot ve floresandır.

Yapısal inşaat özelliklerine bakıldığında, yapı inşaat tarzı kompozit, nizami ayırık, dış cephesi alüminyum kompozit panel, PVC'dir. Elektrik, su, kanalizasyon şebekeye bağlıdır. Isıtma sistemi sıvılaştırılmış doğalgazdır (LNG). Havalandırma sistemi mevcuttur. Jeneratör mevcuttur. Yangın merdiveni yoktur. Ancak yangın algılama ve güvenlik sistemi vardır.

AVM projesinin başında, sürdürülebilir yapı oluşturma hedefine karar verilmediğinden için danışmanlık desteği alınmamıştır. Bu çalışmada Gümüş LEED Sertifikası hedefine göre bina içinde yapılması gereken sürdürülebilir işlemlerin aşama ve maliyetleri belirlenmiştir.

LEED sertifikasyon süreci için birçok çalışma yapılması gerekmektedir. Bunların bir kısmı ek maliyet gerektirirken bazıları süreç gerektirmektedir. Dolayısıyla ilave maliyet gerektirenler bu tezin odaklandığı noktalardır. Aşağıda,

- LEED gümüş sertifikası için maliyet gerektiren çalışmalar incelenmiş,
- LEED gümüş sertifikası için maliyet gerektiren çalışmaların işletme kazancı veya tasarruf miktarı hesaplanmış (eğer varsa),
- LEED gümüş sertifikası için maliyet gerektiren çalışmaların amortisman süresi hesaplanmış,
- LEED gümüş sertifikası için yapılabilecek çalışmaların toplam maliyeti ve amortisman süresi hesaplanmıştır.

4.2 AVM Projesi LEED Gümüş Sertifikası Maliyet Gerektiren

Çalışmalar

4.2.1 Yeşil araç

AVM otoparkının bir bölümünün elektrikli araç şarj istasyonuna ayrılması LEED gümüş sertifikasının alınmasına katkı sağlayacaktır. Mevcutta bir tane elektrikli şarj yeri bulunmaktadır. Bunun genişletilmesi gerekmektedir. Bunun için hızlı şarj istasyonu düşünülmüştür. Hızlı kapasiteli araç şarj istasyonları, standart kurulumu daha yaygın olan DC model araç şarj istasyonlarından fazla yük kapasitesine sahiptir. Hızlı kapasite istasyonlardaki güç değeri yaklaşık, 350 kW'tır. Bu da bir aracı yaklaşık 20 ile 30 dakika arasında şarj edebilme kapasitesi demektir. Tez çalışmamızda ele aldığımız alışveriş merkezi projelerinde de hızlı kapasiteli araç şarj istasyonları tercih edilmektedir. Bunların kurulum maliyeti 60.000 \$ olarak öngörülmektedir. Ayrıca bisiklet park alanının genişletilmesi düşünülmüştür. Bu alana elektrikli bisiklet şarj etme imkânı da düşünülmelidir.

Elektrikli araçlara baktığımızda 300 KM ile 500 KM arasında yol yapacak menzilleri bulunmaktadır. Bir araç yaklaşık 100 KM de 18 kW elektrik enerjisine ihtiyaç duymaktadır. Bu da şunu gösteriyor ki bir elektrikli araç deposu yaklaşık 78 KW enerji ihtiyacı vardır.



Şekil 4.2: Türkiye Elektrikli Araç Dağılımı

Yukarıdaki yer alan şekilde, Türkiye’de yer alan elektrikli araç dağılımlarını göstermektedir. Balıkesir ilinde yer alan elektrikli araç sahibi sayısı tahmini olarak 11-100 adet arasında bilinmektedir. Burhaniye ilçesi Balıkesir iline bağlı bir ilçe olduğundan Burhaniye özelinde 60 adet elektrikli araç sahibinin Burhaniye Kipa projesinde 35 adet elektrikli aracın ayda 2 defa AVM içinde yer alan elektrikli şarj istasyonunu kullanacağı öngörülmüştür. Bu kapsamda AVM’nin tahmini elektrikli otomobile sahip ziyaretçi sayıları baz alınarak aşağıdaki Çizelge hazırlanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1: Balıkesir İli Burhaniye İlçesine Ait Elektrikli Araç Sahiplerinin Tahmini Elektrik Enerjisi Talep Giderleri

Ekipman	Tahmini Araç Adeti	1 Depo İçin Talep KW	Aylık Talep (2 Depo x 35 araç) KW	Yıllık Talep KW	1 KW için istenen USD değeri	Toplam Yıllık KW Tutarı (USD)
Elektrikli Araç Enerji Harcama Maliyeti	35	78	5.460	65.520	0,10\$	6.552\$
Elektrikli Araç Müşteri Kazanç Bedeli	35	78	5.460	65.520	0,30\$	19.656 \$

* Ayda 2 kez depo doldurulacağı öngörülmüştür.

*DC şarj istasyonu kW/TL değeri: 8.85 TL’dir. (0.30 USD) (http6)

4.2.2 İç mekân su kullanımının azaltılması

4.2.2.1 Gri su arıtma sistemi

LEED sertifikasyon çalışmaları uygulamalardan biri gri su arıtma sistemidir. İç mekân su kullanımının azaltılması çalışmaları için gri su arıtma sisteminin kullanılması düşünülmüştür. Gri su arıtma sistemi hem maliyet hem de kullanıcıların su tüketim miktarı ve armatür kullanım sıklığı göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Bu kapsamda AVM’nin 2023 yılı su kullanımı, çalışanları ve müşteri miktarı dikkate alınarak 20 m³ kapasiteli gri su arıtma sistemi baz alınarak hesaplama yapılmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2: Gri su arıtma sistemi inşa maliyeti

Açıklama	Maliyet \$
Gri su depo alanı inşası	1.380
20 m ³ kapasiteye sahip gri su arıtma kurulum maliyeti	21.000
Sistem devreye alma	340
Toplam	22.720

İç mekânda kullanılan temiz su miktarını azaltmak ve atıksuyu geri dönüştürmek amacıyla gri su arıtma sistemi kullanılabilir. Böylece daha az şebeke suyu kullanılır ve su tasarrufu sağlanır. Gri su arıtma elektrik maliyeti Çizelge 4.3'te sunulmuştur:

Çizelge 4.3: Gri Su Arıtma Sistemi Elektrik Maliyeti

Ekipman	Adet	Çalışma Süresi (saat/gün)	Güç kWh	Yıllık Güç kWh	Yıllık Maliyet
Blower (havalandırma tankı)	1	12	2,2	9504	950,40
Blower (mbr tankı)	1	12	0,8	3456	345,60
Elektromanyetik Debimetre	1	17	0,2	1224	122,40
MBR Ürün Suyu Pompası	1	17	1,2	7344	734,40
Oto. Klor Dozaj Ünitesi	1	17	0,2	1224	122,40
Toplam					2275,20
* Elektrik birim fiyatı (\$/kW saat) = 0.10					
** İş günü/yıl 360					

Kimyasal maliyeti gri su arıtma tesisi için hesaplanması gereken bir diğer maliyettir. İlgili maliyet hesabı Çizelge 4.4'te sunulmuştur.

Çizelge 4.4: Gri Su Arıtma Tesisi Kimyasal Maliyeti

Kimyasal	Dozaj (Adet)	Yıllık Kimyasal Maliyeti \$
Sodyum Hipoklorit	1	144
*1 m3 suyun kimyasal maliyeti 0,04 \$		

4.2.2.2 Düşük su tüketimli malzeme seçimi

Tuvalet, umumi lavabo bataryası, eviye bataryası gibi malzemelerin düşük su tüketimli seçilmesi durumunda iç mekân su kullanımı azaltılmış olacaktır. LEED su verimliliği kategorisi alt başlığı olan iç mekân su kullanımı, su kullanımının azaltılma oranına göre yapıya puan verilir.

Çizelge 4.5: Referans Model Batarya Seçimi

Malzeme	Adet	Birim Fiyat \$	Toplam Fiyat \$
Lavabo bataryası	5	16,65	83,26
Rezervuar	4	56,18	224,72
Rezervuar (Engelli)	1	72,71	72,71
Pisuvar	3	56,12	168,37
Toplam			549,07

Söz konusu AVM’de mevcutta beş batarya, üç pisuvar, beş rezervuar bulunmaktadır. Bu bilgiler ışığında referans model hazırlanmıştır. Referans modeldeki iç mekânda kullanılan armatürler düşük tüketim özelliği olmayan ve piyasada sıkça kullanılan armatürlerdir.

Referans model batarya seçiminin toplam maliyeti \$549,07 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6)

Çizelge 4.6: LEED Düşük Su Tüketimli Batarya Seçimi

Malzeme	Adet	Birim Fiyat \$	Toplam Fiyat \$
Lavabo bataryası	5	90,32	451,59
Rezervuar	4	62,58	250,31
Rezervuar (Engelli)	1	73,52	73,52
Pisuvar	3	191,59	574,78
Toplam			1.350,20
Fark			801,13

LEED sertifikasına uygun batarya seçimi yapıldığında toplam maliyet artacaktır. Yapılan piyasa araştırmasında bu maliyetin en az \$1.350,20 olacağı görülmüştür. Bu durumda, LEED sertifikasyonu iç mekân su kullanımının azaltılması için yapılan çalışmanın maliyeti referans modele kıyasla daha yüksektir. Aradaki fark, çalışmanın yapıldığı günlük piyasa koşullarına göre en az \$801,13’tür (Çizelge 4.6)

Çizelge 4.7: Referans Modele Göre Yıllık Su Tüketimi

Armatür Tipi	Su Tüketimi m3/Birim	Yıllık Kullanıcı	Yıllık Su Tüketimi m3	Şebeke Suyu dolar/m3	Yıllık Maliyet dolar/m3
Rezervuarlar	0,006 m3/basma	300.000	1.800		
Lavabo bataryaları	0,008 m3/dk	400.000	3.200		
Pisuvarlar	0,006 m3/basma	300.000	1.800		
Toplam			6.800	1,25	8.500

Su tasarruf özelliği bulunmayan armatürlerin harcadığı su miktarıyla oluşturulan referans modele göre söz konusu AVM’de lavabo, tuvalet alanlarında harcanabilecek maksimum yıllık su miktarı 6.800 m3 tür. Lavabo ve tuvaletlerde kullanılan suyun yıllık maliyeti ise yaklaşık \$8.500’dır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8: LEED Armatürlere Göre Günlük Su Tüketimi

Armatür Tipi	Su Tüketimi m3/Birim	Yıllık Kullanıcı	Yıllık Su Tüketimi m3	Şebeke Suyu dolar/m3	Yıllık Maliyet dolar/m3
Rezervuarlar	0,004 m3/basma	300.000	1.200		
Lavabo bataryaları	0,002 m3/dk	400.000	800		
Susuz Pisuarlar (Kartuş)	20.000 basım / 1 adet kartuş	300.000		56,25/ 1 adet kartuş bedeli	845
Toplam			2.000	1,25	3345
Maliyet Farkı					5156

Su tasarruf özelliği sağlayan armatürlerin harcadığı su miktarıyla oluşturulan referans modele göre söz konusu AVM’de lavabo, tuvalet alanlarında harcanabilecek maksimum yıllık su miktarı 2.000 m3 tür. Ayrıca yıllık susuz pisuar kartuş bedeli de \$ 844’tür. Toplam bedel \$ 3.345’tir. (Çizelge 4.8).

4.2.2.3 İleri seviye su ölçümü

LEED sertifikası su verimliliği başlığında altında su ölçümü sağlaması önerilmektedir. Bunun için, söz konusu AVM’ye ek su sayaçları yerleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca su sayacı verilerinin beş yıl boyunca LEED USGBC ile paylaşılması gerekmektedir. LEED sertifikası alabilmek için AVM’ye gri su sistemi düşünüldüğünden üç adet sayaç gerekmektedir (soğuk su sayacı, sıcak su sayacı ve gri su sayacı). Bu nedenle üç adet M bus çıkışlı, otomatik okunmalı su sayacı yerleştirilmesi düşünülmüştür. Kadın ve erkek lavabo+ tuvaletler için ayrı sayaçlar alınması gerekmektedir. Bu durumda toplam altı sayaca ihtiyaç vardır. Sayaçların toplam maliyeti \$240’tır. Ayrıca sayaçların okunabilmesi için yazılım ve okuyucu gerekmektedir. Bunun toplam maliyeti 750\$’dır. Sistemin toplam maliyeti ise \$990 dolar olarak hesaplanmıştır.

4.3 Enerji optimizasyonu

Mevcut AVM’nin sürdürülebilir LEED etiketi elde edebilmesi için “enerji ve atmosfer” konularının yer aldığı bazı hususların tamamlanması gerekmektedir. Bunlardan ek maliyet gerektiren iç mekân aydınlatma, iç ve dış mekân cephe

malzemesi ve havalandırma sistemi üç bölümde “enerji optimizasyonu” başlığı altında ele alınmıştır.

4.3.1 İç- dış mekân aydınlatma

Mevcut AVM'nin LEED sertifikası alabilmesi için aydınlatma armatürlerinin düşük enerjili olması gerekmektedir. Düşük enerji tüketimli armatürlerin maliyet kıyaslaması için referans model oluşturulmuştur. Referans modelde düşük tüketim özelliği olmayan armatürler seçilmiştir.

Çizelge 4.9: Referans Model Armatür Seçimi

Armatür	Adet	Enerji Tüketimi (saat) Watt	Birim Maliyet \$	Toplam Maliyet \$	Günlük Enerji Tüketimi (12 saat) Watt	Yıllık Enerji Tüketimi (360gün) Watt
Floresan Armatür	73	75	18	1314	65.700	23.652.000
Led Spot Sarkık	22	80	68	1496	21.120	7.603.200
Led 15 lik	33	40	15	495	15.840	5.702.400
Kare Led Armatür	6	60	23	138	4.320	1.555.200
Çevre aydınlatma/ Led Armatür	18	280	72	1296	60.480	21.772.800
22 metrelik direk/ Led Armatür	5	420	110	550	25.200	9.072.000
Led 45'lik	18	65	24	432	14.040	5.054.400
Toplam				5.721		74.412.000

Mevcut AVM'nin armatür sayısı, referans modelde kullanılmıştır. Ancak referans modeldeki armatürlerin enerji tasarruf özelliği bulunmamaktadır. Referans modeldeki armatürlerin toplam maliyeti \$5721 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10: Düşük Enerji Tüketimli Armatür Seçimi

Armatür	Adet	Enerji Tüketimi Watt	Birim Maliyet \$	Toplam Maliyet \$	Günlük Enerji Tüketimi (12 saat) Watt	Yıllık Enerji Tüketimi (360gün) Watt
Floresan Armatür	73	36	22	1606	31.536	11.352.960
Led Spot Sarkık	22	40	75	1650	10.560	3.801.600
Led 15'lik	33	15	21	693	5.940	2.138.400
Kare Led Armatür	6	25	26	156	1.800	648.000
Çevre aydınlatma/ Led Armatür	18	100	80	1440	21.600	7.776.000
22 metrelik direk/ Led Armatür	5	200	125	625	12.000	4.320.000
Led 45'lik	18	45	28	504	9.720	3.499.200
Toplam				6.674		33.536.160

Tıpkı referans modelde olduğu gibi düşük enerji tüketimli armatürlerle ilgili hesaplamada mevcut AVM'de kullanılan armatür sayısı dikkate alınmıştır. Ancak aynı sayıdaki armatürlerin düşük enerji tüketimli olanının fiyatı baz alınmıştır.

Düşük tüketimli armatürlerin toplam maliyeti \$6.674 olarak hesaplanmışken aradaki maliyet farkı \$953 olarak hesaplanmıştır. Yani düşük enerji tüketimli armatürler, düşük enerji tüketimi sağlamayanlara kıyasla daha maliyetlidir. (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.11: Referans Model ve Düşük Tüketimli Modelin Enerji Tüketim ve Maliyet Kıyası

Enerji Tipi	Birim Maliyet \$/kWh	Referans Model		Düşük Tüketimli		Fark Tutarı USD
		Yıllık Enerji Tüketimi kWh	Yıllık Enerji Maliyeti	Yıllık Enerji Tüketimi kWh	Yıllık Enerji Maliyeti	
Elektrik	0.10	74.412	7.441,20	33.536	3.353,60	4.087,60

Düşük enerji tüketimli armatür kullanımı harcanan enerji miktarını ve dolayısıyla enerji maliyetini düşürmektedir. Enerji maliyet fark tutarı 4.087,60 USD olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.11).

4.4 Yağmur Suyu Toplama Sistemi

Sifonik drenaj sisteminin geleneksel drenaj sistemden farkı imalat aşamasında tahliye borusuna eğim uygulaması gerektirmez. Bununla beraber özel aparatları sayesinde yağmur suyunun drene edilmesi sırasında sisteme hava girişine engel olarak sifonik hattın bütünüyle suyu tahliye etmesini sağlar. Sifonik drenaj uygulaması genelde çatı makas ve kirişlerin yoğun olduğu mega yapılar ile sanayi yapılarında tercih edilmektedir. Aşağıda yağmur suyu toplama sisteminin kurulum, harcadığı enerji ve sonrasında toplanan suyun depolanarak kullanılabilmesi için gereken depolama sistem maliyetleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.12: Yağmur Suyu Toplama ve Arıtma Sistemi Maliyeti

Malzeme	Birim	Miktar	Fiyat*	Toplam Fiyat
Yağmur Suyu Boruları				
Ø 70	M	51	\$33,13	1689,63
Ø 100	M	110	\$35,67	3923,7
Havalık Şapkası				
Ø 70	Adet	28	\$39,10	1094,8
Ø 100	Adet	33	\$36,35	1199,55
Yer Süzgeci				
100x100 mm Ø 70 çıkışlı	Ad	20	\$33,23	664,6
Temizleme Kapakları				
Ø 100	Ad	36	\$30,35	1092,6
100 Tonluk Depo	Ad	1	\$17.000	17000
Kullanım suyu pompası	Ad	1	\$1.000	1000
Yağmur suyu filtrasyon	Ad	1	\$3.000	3000
Debi ölçer	Ad	1	\$200	200
Toplam				30.864,88
*Fiyatlara işçilik dahildir.				

-Yağmur suyu toplam maliyeti \$30.864,88 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.13: Yağmur Suyu Depolama Sistemi Enerji Maliyeti

Ekipman	Adet	Çalışma Süresi (saat/gün)	Güç kW	Günlük Tüketim kWh	Yıllık Tüketim kWh	Günlük Elektrik Maliyeti	Yıllık Elektrik Maliyeti
Kullanım Suyu Pompası	1	12	2,1	25,2	9.072	2,52	907,2
Debi Ölçe	1	12	0,4	4,8	1.728	0,48	172,8
Yağmur Suyu Filtrasyon	1	12	1,6	19,2	6.912	1,92	691,2
Toplam							1.771,2

1 m3 Suyun Elektrik maliyeti= \$0.10
*1 yıl 300 gün olarak öngörülmüştür.

Çizelge 4.14: Yağmur Suyu Yıllık Su Depolama Miktarı

Sifonik Sistem Geri Dönüştürülebilir Su Kazanç Tablosu						
Enerji Tipi	Çatı Alanı(m2)	Çatı Katsayısı	Filtre Etkinlik Katsayısı	Balikesir İli İçin Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (kg/m2)	Yıllık Su Kazanımı (m3)	Yıllık Su Kazanımı (USD)
Su	7.452	0,8	0,9	550,9	2.956	3.695

1 m3 suyun maliyeti= \$1.25

4.4.1 Yangın suyunu minimumda tutma

Yangın yönetmeliğine göre alışveriş merkezleri orta tehlikeli sınıf kapsamında yer almaktadır. Yangın yönetmeliğinde yer alan Ek-8/C tablosunda orta tehlike sınıfı için gereken minimum süre 60 dakikadır.

Yangın Suyu Hacmi = 1900 lt /dk.* 60 dk. = 114000lt = **114 m3** (minimum yangın suyu deposu hacmi) olarak öngörülmektedir. Yağmur suyu ile depolanan suyun bir kısmı yangın suyunu minimumda tutma amaçlı kullanılabilir. Tasarruf tutarı 114m3*\$1.25 =\$143 öngörülmektedir.

4.4.2 Araç yıkama sistemleri

Çizelge 4.15: Araç Yıkama İstasyonu Kurulum Bedeli

Malzeme	Birim	Miktar	Fiyat*	Toplam Fiyat
Pasta Cila Makinesi	Adet	2	\$750	\$1.500
Kimyasallar	Adet	2	\$500	\$1.000
Kurutucu Gereçler	Adet	2	\$250	\$500
Oto Yıkama Fırçası	Adet	2	\$250	\$500
Kova, hortum vb.	Adet	2	\$750	\$1.500
Basınçlı Yıkama Makinesi	Adet	2	\$1.500	\$3.000
Elektrikli Süpürge	Adet	2	\$1.200	\$2.400
Koltuk Yıkama Makinesi	Adet	2	\$1.100	\$2.200
Köpük Püskürtme Makinesi	Adet	2	\$1.100	\$2.200
Personel	Adet	3	\$6.000	\$18.000
Toplam				\$32.800

Çizelge 4.16: Araç Yıkama İstasyonu Tahmini Araç Yıkama Hesaplaması

Araç yıkama için kullanılacak su (m3)	Bir araç için tahmini gidecek su miktarı (m3)	Yıkamılacak araç adeti	Fiyat*	Toplam Fiyat
2.842	2	1.421	10	14.210

*Araç yıkama bedeli 10 \$ olarak hesaplanmıştır.
*Araç yıkama için kullanılacak su = sifonik sistem geri kazanım suyu- yangın suyu minimumda tutma suyu

4.5 Güneş Enerjisi Sistemi

Yapıyı sürdürülebilir hale getirmenin diğer önemli yollarından birisi de yapılacak olan güneş enerji sistemidir. İncelemekte olduğumuz bu tez de Burhaniye Kipa AVM projesinin çatısında yaklaşık 3.840 m²'lik alanda güneş paneli konumlandırması öngörülmüş ve bu projenin yatırım maliyeti, enerji üretim tablosu ve yıllık sağlayacağı kazanç öngörülerek aşağıdaki hesaplar yapılmıştır.

Çizelge 4.17: Bir Adet Güneş Paneline Ait Etiket Değeri

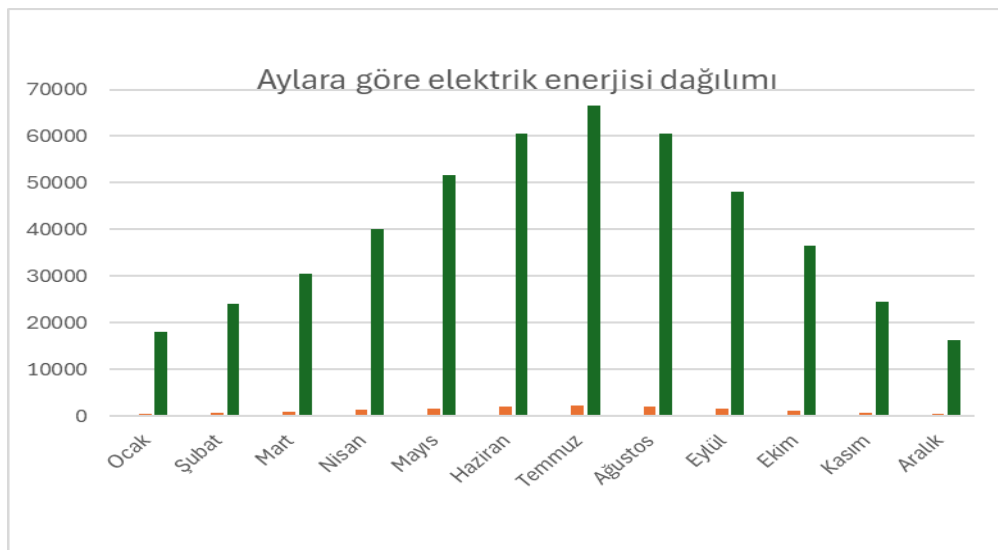
Bir adet güneş paneline ait etiket değeri	
Model No	CWT545-144PMHCMB
Panel ölçüleri	1965*1303*35 mm
Maksimum güç (Wp)	545
Maksimum güçte (V)	31,3
Maksimum güçte akım(A)	17,42
Açık devre gerilimi(V)	37,7
Kapalı devre gerilimi(A)	17,45
Panel alanı (m2)	2,56
1 m2 nin gücü (Watt)	212,89

Çizelge 4.18: Güneş Enerjisi Kurulum Maliyeti

GES sistem ekipmanları	Birim	Birim fiyat (USD)	Toplam maliyet (USD)
Güneş paneli	1500 adet	167	250.500
İnvertör	5 adet	3720	18.600
Konstrüksiyon	1 adet	10000	10.000
Kablolama	12000 mt	0,7	8.400
Mc4 Konnektör set	350 adet	2,2	770
Diğer (Ulaşım işçilik)	1 adet	15000	15.000
TOPLAM			303.270

Çizelge 4.19: Güneş Enerjisi Enerji Üretim Tablosu

Aylar	Güneşlenme süresi (saat)	Günlük elektrik enerjisi üretimi (Watt)	Aylık elektrik enerjisi üretimi (Watt)
Ocak	3	600	18000
Şubat	4	800	24000
Mart	5,1	1020	30600
Nisan	6,7	1340	40200
Mayıs	8,6	1720	51600
Haziran	10,1	2020	60600
Temmuz	11,1	2220	66600
Ağustos	10,1	2020	60600
Eylül	8	1600	48000
Ekim	6,1	1220	36600
Kasım	4,1	820	24600
Aralık	2,7	540	16200
TOPLAM			477.600



Şekil 4.3: Balıkesir İline Ait Günlük Güneşe Etki Etme Süresine Göre Aylara Dair Üretilen Elektrik Enerjisi Dağılımı

Çizelge 4.20: Güneş Enerjisi Yıllık Kazanç Tablosu

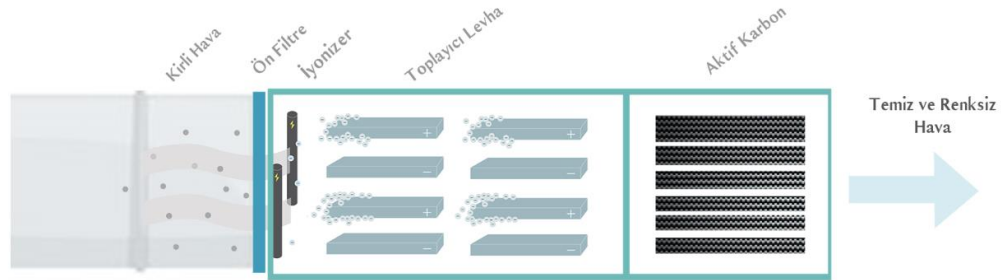
Güneş Enerjisi Yıllık Kazanç Tablosu					
Enerji Tipi	Birim Maliyet \$/kWh	Yıllık Enerji Kazanımı (1m2/kWh)	Yıllık Enerji Kazanımı (3840m2 /kWh)	Yıllık Verimlilik (%23/ kWh)	Yıllık Enerji Kazanımı (Tüm Proje /USD)
Elektrik	0.10	477	1.831.680	421.286	42.128

*Yıllık verim max %23 öngörülmüştür. (http//7)

4.6 Havalandırma-iklimlendirme sistemi

4.6.1 Havalandırma sistemi

Mevcutta yer alan restoran markasının dışarıya salmakta olduğu egzoz sistemi AVM özelinde sürdürülebilir yapı ilkelerine göre yapılmamıştır. Restoranların işletme sürecinde dışarı saldığı egzoz sistemi filtreleme mantığı düşük olan ve içerdeki havayı tahliye etmeye yarayan hücreli fan bulunmaktadır.



Şekil 4.4: Ekoloji Ünitesi Çalışma Prensibi

Hücreli fanların çalışma mantığı G2 metal filtre bulunur bu filtreler yardımı ile içerdeki duman ve yağ tahliye etmeye yararlar. Bizim sürdürülebilir sistem için tercih edeceğimiz ekoloji ünitesi ise hem ESP hem de karbon filtre bulunmaktadır. Sistemdeki hücreli fana ilave olarak ayrıca ESP filtreleri içinde bir fan bulunmaktadır. Haliyle basınç kaybı fazla daha fazladır. Ama ekoloji üniteleri vasıtasıyla emilen içerdeki hava yapılacak filtreme ile dışarıya hava buharlıkları olarak atılır ve çevreye ne koku ne de duman salınımı yapılmış olur. Aşağıdaki tablomuzda ise bu sistemlerin ilk maliyetleri ve enerji harcamaları ele alınarak eklenmiştir. Maliyet ve enerji yatırımı olarak tercih edeceğimiz ekoloji ünitesi, hücreli fana göre daha fazladır. Enerji harcaması tek motorlu olan hücresel fanda 15 kW iken, çift motorlu olan ekoloji ünitesinde de 15 kW civarındadır. Ama hem daha

fazla çevreci oluşu hem de servis ömrünü ele aldığımızda düzenli bakımları yapılan bir ekoloji ünitesinin servis ömrü hücreli fana göre yaklaşık 5 kat daha fazladır.

Çizelge 4.21: Egzoz Fan Sistemi İlk Yatırım Karşılaştırma Tablosu

Kullanılan Yöntem	Faal durum	Cihaz ismi	Kapasite	Adet	Birim maliyet (\$)	Toplam maliyet (\$)
Geleneksel yöntem	Kullanımda	Hücreli fan	20.000 m ³ /h	5	3.500	17.500
Sürdürülebilir yöntem	Tercih edilecek	Ekoloji ünitesi	20.000 m ³ /h	1	11.000	11.000
FARK BEDELİ						6.500

Çizelge 4.22: Havalandırma Sistemi Elektrik Harcama Tablosu

Havalandırma Sistemi Elektrik Harcama Tablosu							
Enerji Tipi	Birim Maliyet \$/kWh	Hücreli Fan Sistemi Günlük Enerji Harcaması (kWh/saat)	Hücreli Fan Yıllık Enerji Harcaması (kWh/saat)	Ekoloji Ünitesi Günlük Enerji Harcaması (kWh/saat)	Ekoloji Ünitesi Yıllık Enerji Harcaması (kWh/saat)	Hücreli Fan Yıllık Enerji Harcaması (\$)	Ekoloji Ünitesi Yıllık Enerji Harcaması (\$)
Elektrik	0.10	75	27.000	75	27.000	2.700	2.700
*Elektrik maliyeti= \$0.10							
*1 yıl 360 gün olarak öngörülmüştür.							

4.6.2 İklimlendirme sistemi

AVM’de yer alan 1 adet rooftop ve 19 adet VRF kaset tipi 4 üfleli klima yerine, HFC gaz özellikli ısı pompası kullanımı, sistemi sürdürülebilir yapmak adına düşünülmüş bir uygulamadır. F-Gaz Yönetmeliğine göre soğutucu akışkanlar için değişen gereklilikler R290’ı (propan) çok faydalı bir soğutucu akışkan haline getirmiştir. Bunun nedeni, soğutucu akışkan olarak propan kullanan ısı pompalarının F-Gaz Yönetmeliğinden etkilenmemesidir. GWP değerinin 3 olması nedeniyle çevre ve iklim için önemli ölçüde daha az zararlıdır. Ayrıca, dünya çapında ucuza temin edilebilmektedir. Ayrıca soğutucu akışkanlar tekrar kullanılmak üzere kolayca geri dönüştürülebildiğinden, servis sırasında daha sonra yeniden doldurulması da herhangi bir sorun teşkil etmez. Aşağıda yer alan Çizelge 4.23’te sistemi yenilemek için gereken maliyetler yer almaktadır.

Çizelge 4.23: İklimlendirme Sistemi Karşılaştırma Tablosu

İklimlendirme sistemi karşılaştırma tablosu					
Kullanılan Yöntem	Faal durum	Cihaz ismi	Adetler	Birim maliyet (\$)	Toplam maliyet (\$)
Geleneksel yöntem	Kullanımda	Rooftop ve Vrf	1 ve 19	95.000	95.000
Sürdürülebilir yöntem	Tercih edilecek	HFC'li ısı pompası	34	5.500	187.000
Mekanik sistem altyapı revize bedeli			1	200.000	200.000
FARK BEDELİ					292.000

Aşağıda yer alan Çizelge 4.24'te elektrik harcama maliyetleri almaktadır.

Çizelge 4.24: İklimlendirme Sistemi Elektrik Enerji Tüketimi Karşılaştırma Tablosu

Enerji Tipi	Birim Maliyet x Adet \$/kWh	Sistem Günlük Enerji Harcaması 10 saat (kWh/saat)	Sistem Yıllık Enerji Harcaması (kWh/saat)	Mevcut Sistem Yıllık Enerji Harcaması (kWh/saat)	Revize Sistem Yıllık Enerji Harcaması (kWh/saat)	Yıllık Enerji Fazlalığı (kWh/saat)	Yıllık Enerji Fazlalığı (\$)
Rooftop	58,35x1	583,50	210.060				
VRF	52x3	1.560	561.600				
H2C ısı pompası	3,5x34	1.190	428.400				
Toplam Elektrik	0.10			77.166	42.840		34.326

4.7 LEED Gümüş Sertifikası İçin Yapılan Maliyet Çalışmaları

Çizelge 4.25: LEED Gümüş Sertifikası İçin Gerekli Yatırım Analizi Tablosu

İLK YATIRIM MALİYETİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM İLE YAPILAN TOPLAM İNŞAAT BEDELİ	\$3.269.521
Aydınlatma Armatürleri	\$5.721
Pisuar-Batarya Uygulamaları Bedeli	\$549
Havalandırma Sistemi	\$17.500
İklimlendirme Sistemi	\$95.000
SÜRDÜRÜLEBİLİR SİSTEM İÇİN GEREKEN YATIRIM MALİYETİ	\$856.669
Aydınlatma Armatürleri	\$6.674
İleri Seviye Su Sayacı	\$990
Gri Su Sistemleri	\$22.720
Pisuar-Batarya Uygulamaları Bedeli	\$1.350
Yeşil Araç Uygulama Bedeli	\$60.000
Yağmur Suyu Toplama ve Arıtma Sistemi	\$30.865
Araç Yıkama Tesis Kurulumu	\$32.800
Güneş Enerji Sistemi Bedeli	\$303.270
Havalandırma Sürdürülebilirlik Sistem Entegre Bedeli	\$11.000
İklimlendirme Sürdürülebilirlik Sistem Entegre Bedeli	\$387.000
OLUŞAN İLAVE MALİYET BEDELİ	\$737.899

Çizelge 4.25: (Devamı) LEED Gümüş Sertifikası İçin Gerekli Yatırım Analizi Tablosu

YILLIK ENERJİ TASARRUF BEDELLERİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM YILLIK SU ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	\$9.000
Şebeke Suyu Pisuvar ve Bataryalar Hariç Kalan Kısım(Peyzaj,Gıda Mutfaqları)	\$500
Pisuvar ve Batarya Uygulamalar	\$8.500
GELENEKSEL YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	\$87.307
Aydınlatma Armatürleri	\$7.441
Havalandırma(Hücresele Fan)	\$2.700
İklimlendirme	\$77.166
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	\$59.492
Gri Su Sistemleri	\$2.275
Aydınlatma Armatürleri	\$3.354
Yeşil Araç Şarj İstasyonu	\$6.552
Havalandırma (Ekoloji Ünitesi)	\$2.700
İklimlendirme	\$42.840
Sifonik Sistem Su Depolama	\$1.771
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ KAZANIM BEDELİ	\$42.128
Güneş Enerjisi Sistemi Elektrik Enerji Üreimi	\$42.128
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK SU ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	\$6.945
Pisuvar ve Batarya Uygulamalar	\$3.345
Gri Su Sistemleri Kaynaklı Şebeke Suyu Kullanımı (%60 Tasarruf Öngörüldü)	\$3.600
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK SU ENERJİSİ GERİ DÖNÜŞÜM BEDELİ	\$143
Yağmur Suyu Geri Dönüşüm Kullanımı	\$0
Yangın Suyu Minimumda Tutma Bedeli	\$143
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM KAZANÇ BEDELİ	\$33.866
Yeşil Araç Müşteri Kazanç Bedeli	\$19.656
Araç Oto Yıkama Müşteri Kazanç Bedeli	\$14.210
GELENEKSEL YÖNTEM BAKIM GİDERLERİ	\$4.000
Hücresele Fan Bakım Gideri	\$1.000
Rooftop Bakım Gideri	\$1.500
VRF Bakım Gideri	\$1.500
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM BAKIM GİDERLERİ	\$4.500
Yeşil Araç Şarj İstasyonu Bakım Gideri	\$1.000
Ekoloji Ünitesi Bakım Gideri	\$1.000
H2C Isı Pompası Bakım Gideri	\$1.500
Yağmur Suyu Toplama Sistemi	\$1.000
YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ KAZANÇ TUTARI	\$69.943
YILLIK SU ENERJİSİ KAZANÇ TUTARI	\$2.198
YILLIK KİMYASAL ENERJİ HARCAMA TUTARI	\$144
YILLIK TOPLAM KAZANÇ	\$105.363

YATIRIMIN GERİ DÖNÜŞÜM SÜRESİ(YIL)	7,00
GELENEKSEL YÖNTEME GÖRE İLK YATIRIM ARTIŞ ORANI(%)	22,57

** Toplam Kazanç = (Top. geleneksel yön.en. hr + Geleneksel yön. bakım.)-(Top. sürd. yön.en. hr + sürd. yön. bakım.) +(Top.sürd.yön. Kazanç. +Sürd. Yönt. Enj kazanım)

Yukarıdaki tabloda ele alınan toplam sürdürülebilir yatırım ve geri dönüş süresi ilişkileri, aşağıdaki Çizelgelerde her yatırım kalemi için ayrı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.26: Yağmur Suyu Toplama Sistemi Yatırım Analizi Tablosu

YAĞMUR SUYU TOPLAMA SİSTEMLERİ

İLK YATIRIM MALİYETİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM İLE YAPILAN TOPLAM İNŞAAT BEDELİ	\$3.269.521
SÜRDÜRÜLEBİLİR SİSTEM İÇİN GEREKEN YATIRIM MALİYETİ	
Yağmur Suyu Toplama ve Arıtma Sistemleri	\$30.865
Araç Yıkama Tesis Kurulumu	\$32.800
OLUŞAN İLAVE MALİYET BEDELİ	\$63.665

YILLIK ENERJİ TASARRUF BEDELLERİ	TOPLAM MALİYET USD
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK SU ENERJİSİ BİRİKTİRME BEDELİ	
Araç Yıkama Ücret Kazanım Bedeli	\$14.210
Yangın Hattı Suyu Minimumunda Tutma Bedeli	\$143
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	
Pompa Enerji Maliyeti	\$1.771
Pompa ve Sistem Yıllık Bakım Bedeli	\$1.000
YILLIK TOPLAM KAZANÇ	\$11.582

YATIRIMIN GERİ DÖNÜŞÜM SÜRESİ(YIL)	5,50
GELENEKSEL YÖNTEME GÖRE İLK YATIRIM ARTIŞ ORANI(%)	1,95

Çizelge 4.27: Su Tasarruflu Batarya Sistemleri Yatırım Analizi Tablosu

SU TASARRUFLU BATARYA

İLK YATIRIM MALİYETİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM İLE YAPILAN TOPLAM İNŞAAT BEDELİ	\$3.269.521
Pisuvar-Batarya Uygulamaları Bedeli	\$549
SÜRDÜRÜLEBİLİR SİSTEM İÇİN GEREKEN YATIRIM MALİYETİ	
Pisuvar-Batarya Uygulamaları Bedeli	\$1.350
OLUŞAN İLAVE MALİYET BEDELİ	\$801

YILLIK ENERJİ TASARRUF BEDELLERİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM YILLIK SU ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	
Pisuvar ve Batarya Uygulamalar	\$8.500
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK SU ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	
Pisuvar ve Batarya Uygulamalar	\$2.500
Susuz Pisuvar Kartuş Bedeli	\$844
YILLIK TOPLAM KAZANÇ	\$5.156

YATIRIMIN GERİ DÖNÜŞÜM SÜRESİ(YIL)	0,16
GELENEKSEL YÖNTEME GÖRE İLK YATIRIM ARTIŞ ORANI(%)	0,02

Çizelge 4.28: Gri Su Sistemleri Yatırım Analizi Tablosu

GRİ SU SİSTEMLERİ

İLK YATIRIM MALİYETİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM İLE YAPILAN TOPLAM İNŞAAT BEDELİ	\$3.269.521
SÜRDÜRÜLEBİLİR SİSTEM İÇİN GEREKEN YATIRIM MALİYETİ	
Gri Su Sistemleri	\$22.720
İleri Seviye Su Sayaçları	\$990
OLUŞAN İLAVE MALİYET BEDELİ	\$23.710

YILLIK ENERJİ TASARRUF BEDELLERİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM YILLIK SU ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	
Pisuar, Batarya ve Peyzaj Sulama Uygulamalar	\$9.000
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	
Gri Su Sistemleri	\$2.275
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK SU ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	
Gri Su Sistemleri Kaynaklı Şebeke Suyu Kullanımı (%60 Tasarruf Öngörüldü)	\$3.600
YILLIK KİMYASAL ENERJİ HARCAMA TUTARI	\$144
YILLIK TOPLAM KAZANÇ	\$2.981

Çizelge 4.29: Enerji Tasarruflu Armatür Yatırım Analizi Tablosu

ENERJİ TASARRUFLU ARMATÜR

İLK YATIRIM MALİYETİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM İLE YAPILAN TOPLAM İNŞAAT BEDELİ	\$3.269.521
Aydınlatma Armatürleri	\$5.721
SÜRDÜRÜLEBİLİR SİSTEM İÇİN GEREKEN YATIRIM MALİYETİ	
Aydınlatma Armatürleri	\$6.674
OLUŞAN İLAVE MALİYET BEDELİ	\$953

YILLIK ENERJİ TASARRUF BEDELLERİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	
Aydınlatma Armatürleri	\$7.441
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	
Aydınlatma Armatürleri	\$3.354
YILLIK TOPLAM KAZANÇ	\$4.087

YATIRIMIN GERİ DÖNÜŞÜM SÜRESİ(YIL)	0,23
GELENEKSEL YÖNTEME GÖRE İLK YATIRIM ARTIŞ ORANI(%)	0,03

Çizelge 4.30: Yeşil Araç Şarj İstasyonu Yatırım Analizi Tablosu

YEŞİL ARAÇ ŞARJ İSTASYONU

İLK YATIRIM MALİYETİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM İLE YAPILAN TOPLAM İNŞAAT BEDELİ	\$3.269.521
SÜRDÜRÜLEBİLİR SİSTEM İÇİN GEREKEN YATIRIM MALİYETİ	
Yeşil Araç Şarj İstasyonu Kurulum Bedeli	\$60.000
OLUŞAN İLAVE MALİYET BEDELİ	\$60.000

YILLIK ENERJİ TASARRUF BEDELLERİ	TOPLAM MALİYET USD
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	
Yeşil Araç Şarj İstasyonu	\$6.552
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK BAKIM BEDELİ	
Periyodik Bakımlar (Yılda 2 kez)	\$1.000
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK KAZANÇ BEDELİ	
Yeşil Araç Müşteri Kazanç Bedeli	\$19.656
YILLIK TOPLAM KAZANÇ	\$12.104

YATIRIMIN GERİ DÖNÜŞÜM SÜRESİ(YIL)	4,96
GELENEKSEL YÖNTEME GÖRE İLK YATIRIM ARTIŞ ORANI(%)	1,84

Çizelge 4.31: Güneş Enerji Sistemleri Yatırım Analizi Tablosu

GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİ

İLK YATIRIM MALİYETİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM İLE YAPILAN TOPLAM İNŞAAT BEDELİ	\$3.269.521
SÜRDÜRÜLEBİLİR SİSTEM İÇİN GEREKEN YATIRIM MALİYETİ	
Güneş Enerjisi Sistemleri	\$303.270
OLUŞAN İLAVE MALİYET BEDELİ	\$303.270

YILLIK ENERJİ TASARRUF BEDELLERİ	TOPLAM MALİYET USD
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ KAZANÇ BEDELİ	\$42.128
YILLIK TOPLAM KAZANÇ	\$42.128

YATIRIMIN GERİ DÖNÜŞÜM SÜRESİ(YIL)	7,20
GELENEKSEL YÖNTEME GÖRE İLK YATIRIM ARTIŞ ORANI(%)	9,28

Çizelge 4.32: İklimlendirme Sistemleri Yatırım Analizi Tablosu

İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ	
İLK YATIRIM MALİYETİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM İLE YAPILAN TOPLAM İNŞAAT BEDELİ	\$3.269.521
Rooftop ve VRF Cihazları	\$95.000
SÜRDÜRÜLEBİLİR SİSTEM İÇİN GEREKEN YATIRIM MALİYETİ	
HFC Sistem Isı Pompası	\$187.000
Mekanik Sistem Dönüştürme Bedeli	\$200.000
OLUŞAN İLAVE MALİYET BEDELİ	\$292.000
YILLIK ENERJİ TASARRUF BEDELLERİ	
GELENEKSEL YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	TOPLAM MALİYET USD
Rooftop	\$21.006
VRF	\$56.160
HÜCRESEL FAN BAKIM MALİYETİ	
Periyodik Bakım	\$2.000
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	
HFC Isı Pompası	\$42.840
ISI POMPASI BAKIM MALİYETİ	
Periyodik Bakım	\$1.000
YILLIK TOPLAM KAZANÇ	\$35.326
YATIRIMIN GERİ DÖNÜŞÜM SÜRESİ(YIL)	8,27
GELENEKSEL YÖNTEME GÖRE İLK YATIRIM ARTIŞ ORANI(%)	8,93

Çizelge 4.33: Havalandırma Sistemleri Yatırım Analizi Tablosu

HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ	
İLK YATIRIM MALİYETİ	TOPLAM MALİYET USD
GELENEKSEL YÖNTEM İLE YAPILAN TOPLAM İNŞAAT BEDELİ	\$3.269.521
Hücresel Fan Sistemi	\$3.500
Ekoloji Ünitesi Amortisman Süresince Hücresel Fan Yenileme Bedeli	\$14.000
SÜRDÜRÜLEBİLİR SİSTEM İÇİN GEREKEN YATIRIM MALİYETİ	
Ekoloji Ünitesi	\$11.000
OLUŞAN İLAVE MALİYET BEDELİ	\$0
YILLIK ENERJİ TASARRUF BEDELLERİ	
GELENEKSEL YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	TOPLAM MALİYET USD
Hücresel Fan	\$2.700
HÜCRESEL FAN BAKIM MALİYETİ	
3 Ayda 1 Kez Filtre ve Yağ Temizliği	\$1.000
SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEM YILLIK ELEKTRİK ENERJİSİ HARCAMA BEDELİ	
Ekoloji Ünitesi	\$2.700
EKOLOJİ ÜNİTESİ BAKIM MALİYETİ	
Yılda 2 Kez ESP Filtre Temizliği	\$1.000
YILLIK TOPLAM KAZANÇ	\$0
YATIRIMIN GERİ DÖNÜŞÜM SÜRESİ(YIL)	YOK
GELENEKSEL YÖNTEME GÖRE İLK YATIRIM ARTIŞ ORANI	0,00
**Ekoloji ünitesi düzenli bakım yapıldığı zaman kullanım ömrü 20 yıl öngörülmektedir. Hücresel fan ise 3-4 yıl arasındır	

4.8 Sürdürülebilir Yapı Gayrimenkul Değerleme Hesabı

Geleneksel olarak yapılan bu yapının, 19.10.2016 tarihi ile TSKB tarafından yapılan değerlendirme raporunda KDV hariç 12.980.000 TL değer biçilmiştir. O tarihli USD kuru olan 3.0887 TL'yi baz aldığımızda ise bu rakam 4.202.415 USD olarak belirtilmiştir.

İkame Maliyet Yaklaşımı yöntemi kullanılarak, teze konu olan gayrimenkulün değerlendirme hesabı yapılmıştır. İkame Maliyet Yaklaşımı yönteminin de

iki temel bileşen yer almaktadır. Bunlar arsa ve inşaat işleri değeridir. Bu iki bileşen ayrı ayrı hesaplanarak toplam tutar elde edilir. Hem arsa hem de inşaat işleri değerlemesinde reel sektörde yer alan maliyetlere göre değerlendirilmiştir.

Uygunlaştırma hesabı yapılırken arsa öngörü ve toplam inşaat bedeli uygunlaştırma oranı ile çarpılarak sınıflandırılır. Bu uygunlaştırma oranı aşağıda yer alan emsal özelliklerine göre tablodan belirlenir.

Çizelge 4.34: Emsal Örneklem Tablosu

Emsal Konumu	Emsal Büyüklüğü	Emsal Kalitesi	Oranlama
3. seviye kötü	3.seviye büyük	3.seviye eski	%20'den fazla
2. seviye kötü	2.seviye büyük	2.seviye eski	%11 ile %20 arası
1.seviye kötü	1.seviye büyük	1.seviye eski	%1 ile %10 arası
Nötr	Nötr	Eski	0%
1.seviye iyi	1.seviye küçük	1. seviye yeni	-%10 ile-%11 arası
2.seviye iyi	2.seviye küçük	2.seviye yeni	-%20 ile- %11 arası
3.seviye iyi	3.seviye küçük	3.seviye yeni	-%20 den büyük

Çevrede yapılan piyasa araştırmalarında aşağıdaki tespitlerde bulunulmuştur.

- Burhaniye bölgesinde Taylieli Mah. Konumlu 1.000 m2 alana sahip, E: 2,00 imar değeri bulunan arsa 21.500.000, -TL bedel biçilmiştir. (21.500, -TL/m2)
- Burhaniye bölgesinde Çoruk Mah. Konumlu 17.600 m2 alana sahip, E: 2,00 imar değeri bulunan arsa 455.083.200, -TL bedel biçilmiştir. (25.857, -TL/m2)
- Burhaniye bölgesinde Börezli Mah. Konumlu 5.000 m2 alana sahip, E: 2,00 imar değeri bulunan arsa 132.250.000, -TL bedel biçilmiştir. (26.450, -TL/m2)

İkame Maliyet Yaklaşımı yöntemine göre Burhaniye Kipa AVM'nin gümüş LEED sertifikasına ait olduğu gayrimenkul değeri;

Emsal araştırmalar sonucu aynı kriterlere sahip olan birim fiyatların ortalaması alınmıştır. Böylelikle ilgili arsa için öngörülen birim m2 satış değeri 17.222 TL / m2'dir. Sonuç olarak;

1. Arsa öngörülen değeri: $16.152 \text{ m}^2 \times 17.222 \text{ TL/m}^2 = 278.170 \text{ TL}$ 'dir.
2. Emsal değerlemelerden hareketle emsallerin ek inşaat maliyet değerlemesi %20 standart ek maliyetlere ilave olarak, %22,57 gümüş LEED maliyet artış oranı da eklenerek %42,57 ile çarpılmıştır.

3. AVM Bloğu Toplam inşaat alanı: 7.452 m2 olarak alınmıştır. İnşaat Yapım Maliyeti: 21.300, -TL (2024/1 yılı 5A sınıfı birim maliyeti) Ek Planlanan Maliyetler: %42,57 Amortisman: %16 Toplam Maliyet: 7.452 m2 x 21.300, -TL/m2 x 1,4257 x 0,84 \cong 190.090.269 TL hesaplanmıştır.
4. İnşaatı yapılan gayrimenkulün değerine yüklenici karı da eklenmiştir. Böylelikle meydana gelen uygunlaştırma bedeli taşınmazların arsa payı değeri + inşaat maliyeti üzerinden %20 olarak alınmıştır.

Uygunlaştırma değeri = (Arsa öngörü değeri + Toplam inşaat değer) * %20 = (278.170+190.090.269)-TL x 0,20 \cong 38.073.688 TL hesaplanmıştır.

Bu hesaplamalara istinaden İkame Maliyet Yaklaşımı'na göre taşınmazların toplam değeri:278.170,00 TL + 190.090.269-TL + 38.073.688-TL = 228.442.127 TL olarak belirlenmiştir. Dolar olarak ise bugünkü değeri: **7.138.816,47 USD'dir (Dolar Kur: 32.00 TL)**

Geleneksel yapım maliyetine göre 2016 yılında TSKB tarafından yapılan değerlendirme **4.202.415 USD**, 2016 yılından 2024 yılına kadar **güncel dolar enflasyonu %30,34** olarak gerçekleşmiştir. Güncel geleneksel değerlendirme **5.477.427,71 USD** olarak öngörülmektedir. Gümüş LEED sertifikasına sahip olması durumunda olarak **7.138.816,47USD** olarak görülmektedir. Yapının değerinin tahmini artışı **%30** olarak öngörülmüştür. Yapının sürdürülebilir hale getirilerek inşa edilmesi de gayrimenkulün ileriki aşamada değerlendirme ve satışında olumlu bir etki yaratacağı aşikardır.

Her bir sürdürülebilir kalem için ayrı olarak değerlendirme oranlarını ele alırsak;

Çizelge 4.35: Sürdürülebilir İşlemler İçin Ayrı Değerleme Artış Oranları

Sıra	SÜTUN İSİMLERİ	B	D	E	H	J	K	L	M
	Sürdürülebilir işlemler	Ek maliyet oranı	Sürd. işlem maliyeti	Toplam ek maliyet	Toplam maliyet	Uygunlaştırma	Taşınmaz toplam değeri (₺)	Taşınmaz toplam değeri (\$)	Değer artış oranı
1	Yağmur suyu toplama	20%	1,95%	21,95%	162.597.379	₺32.575.110	₺195.450.659	\$6.107.833	11,51
2	Su tasarruflu batarya	20%	0,02%	20,02%	160.024.087	₺32.060.451	₺192.362.708	\$6.011.335	9,75
3	Gri su sistemleri	20%	0,73%	20,73%	160.970.738	₺32.249.782	₺193.498.690	\$6.046.834	10,40
4	Enerji tasarruflu armatür	20%	0,03%	20,03%	160.037.420	₺32.063.118	₺192.378.708	\$6.011.835	9,76
5	Yeşil araç şarj istasyonu	20%	1,84%	21,84%	162.450.715	₺32.545.777	₺195.274.662	\$6.102.333	11,41
6	Güneş enerji sistemleri	20%	9,28%	29,28%	172.370.555	₺34.529.745	₺207.178.470	\$6.474.327	18,20
7	İklimlendirme sistemleri	20%	8,93%	28,93%	171.903.896	₺34.436.413	₺206.618.479	\$6.456.827	17,88

A Arsa Değeri : 278.170 ₺
C Toplam İnşaat Alanı: 7.452 m2
F Amortisman : %16
G Yapı Maliyeti : 21.300 ₺
I Uygunlaştırma Oranı : %20
N Geleneksel Maliyet :5.477.427 \$

E=B+D
H:C*G*0,84*E
J=(A+H)*I
K=(A+H+J)
L=K/ \$ KUR
M=((L-N)/N)*100

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuç

Balıkesir ili, Burhaniye ilçesinde yer alan 16.158 m² yapı alanına sahip alışveriş merkezi projesinin sürdürülebilirlik potansiyeli değerlendirilmiştir. Projelendirme aşamasında geleneksel inşa yöntemleri kullanılarak yapımı tamamlanan ve işletme süreci devam eden alışveriş merkezinin LEED gümüş sertifikasyon sistemi standartlarına uygun sürdürülebilirlik önlemlerinin uygulanması incelenmiştir. İlk olarak, geleneksel yöntemlerle inşa edilmiş bir binanın maliyeti ile gümüş LEED sertifikası ve standartlarına uygun olarak inşa edilmiş bir binanın maliyet farkları incelenmiştir. Daha sonra, her iki yapı tipinin enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik özellikleri analiz edilerek, sürdürülebilir bina tarafından tasarruf edilen ve ilave olabilecek enerji miktarları belirlenmiştir. Son olarak, her iki yapının maliyet farkı ile enerji tasarrufu dikkate alınarak, sürdürülebilir bina yatırımının kendini ne kadar sürede amorti edeceği hesaplanmıştır. Bu proje de sürdürülebilirlik özelliği kazandırmak ve gümüş LEED kazanımları elde etmek adına aşağıdaki iyileştirme çalışmaları ele alınmıştır.

-Elektrikli araç şarj istasyonlarının genişletilmesi için hızlı şarj istasyonlarının kurulumu,

-Gri su arıtma sistemi ve ileri seviye su ölçümü sisteminin kurulumu,

-Düşük enerji tüketimli armatürlerin ve vitrifiye malzemelerinin tercih edilmesi

-Yağmur suyu sistemi kurulumu, toplanan suyun depolanması ve araç yıkama istasyonu kurulumu

-Güneş enerji panelleri kurulumu

-Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin sürdürülebilir sistemlere entegre edilmesi

Tüm bu eklemeler, projenin sürdürülebilirlik önlemlerinin uzun vadeli ekonomik etkilerini değerlendirmek için önemli bir araçtır. İki farklı sürdürülebilir inşaat projesinin maliyet ve getiri analizine dayalı sonuçları aşağıdaki gibidir:

Geleneksel Yöntem ile **gümüş LEED** Sertifikası Sahip Sürdürülebilir İnşaat Projesi:

- Yatırım maliyeti:

İlk yatırım maliyeti: \$3.269.521

Sürdürülebilir sistem için gereken ek yatırım maliyeti: \$737.899

- Yıllık enerji tasarruf bedelleri:

Elektrik enerjisi harcama bedeli (geleneksel yöntem):87.307 \$

Elektrik enerjisi harcama bedeli (sürdürülebilir yöntem): 59.492\$

Su enerjisi harcama bedeli (geleneksel yöntem)9.000 \$

Su enerjisi harcama bedeli (sürdürülebilir yöntem) : 6.945 \$

- Yıllık enerji kazançları:

Elektrik enerjisi kazanç tutarı:69.943 \$

Su enerjisi kazanç tutarı: 2.198\$

- Diğer:

Yıllık kimyasal enerji harcama tutarı: 144\$

Yıllık toplam kazanç: 105.363 \$

Yatırımın geri dönüşüm süresi: 7,00 yıl

- Geleneksel yönteme göre ilk yatırım artış oranı: %22,57

Sonuç olarak, bu veriler, sürdürülebilir inşaat projelerinin ek maliyetlerinin uzun vadede geri kazanılabileceğini göstermektedir. Sürdürülebilir inşaat projelerinin ek maliyetleri ve bunların ne kadar sürede kendilerini amorti edebilecekleri, projenin uzun vadeli ekonomik sürdürülebilirliğini belirlemede kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, Balıkesir ili, Burhaniye ilçesindeki alışveriş merkezi projesinin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesine önemli bir katkı sağlamaktadır. Gelecekteki inşaat projelerinin planlanması ve uygulanmasında, çevresel etkilerin

azaltılması ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanması için benzer analizlerin yapılması önerilmektedir.

Bu şekilde, sürdürülebilirlik ilkelerinin daha geniş bir şekilde benimsenmesi ve çevresel kaynakların korunması mümkün olacaktır.

5.2 Öneriler

İnşaat sektörü özelinde ele aldığımızda sürdürülebilirlik bilincinin artmasıyla birlikte, LEED sertifikasyonu için gereken adımlar konusunda eğitim ve danışmanlık hizmetlerine olan talep artmaktadır. Bu alanda uzmanlaşmış eğitim kurumları ve danışmanlık firmalarıyla iş birliği yaparak, inşaat firmalarının ve mühendislerin sürdürülebilirlik konusundaki bilgi ve becerilerini artırmak için programlar düzenlenebilir. Sektördeki başarılı sürdürülebilir projelerin verilerinin paylaşılması ve incelemelerinin yapılması, benzer projelerde maliyet-etkin uygulamaların benimsenmesine katkı sağlayabilir. İnşaat firmaları ve geliştiriciler arasında sürdürülebilir uygulamaların başarı öykülerini ve maliyet-etkinlik analizlerini paylaşmayı teşvik eden platformlar oluşturulabilir. Sektördeki başarılı sürdürülebilir projelerin verilerinin paylaşılması ve incelemelerinin yapılması, benzer projelerde maliyet-etkin uygulamaların benimsenmesine katkı sağlayabilir.

Sürdürülebilirlik odaklı inşaat projelerinde, amortisman sürelerinin karar alma süreçlerine entegre edilmesi önemlidir. Bu sürelerin proje planlama ve bütçeleme aşamalarında dikkate alınması, sürdürülebilir uygulamaların daha kolay kabul edilmesini sağlayabilir. Amortisman sürelerinin karar alma süreçlerine entegre edilmesini kolaylaştırmak için, inşaat firmaları ve geliştiriciler için karar destek araçları ve yazılımlar geliştirilebilir. Bu araçlar, farklı sürdürülebilir uygulamaların amortisman sürelerini hesaplayarak, karar vericilere daha doğru ve bilinçli seçimler yapmalarına yardımcı olabilir. Sürdürülebilir uygulamaların finansal etkinliğini değerlendirmek için, amortisman sürelerinin finansal analizlerle bütünleştirilmesi önemlidir. Bu şekilde, sadece kısa vadeli maliyetler değil, aynı zamanda uzun vadeli getiriler de dikkate alınabilir. İnşaat projelerinin finansal analizlerinde sürdürülebilir uygulamaların getirileri ve maliyetleri detaylı bir şekilde ele alınabilir. Bu analizler, projenin yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilirlikle ilgili avantajların net bir şekilde anlaşılmasını sağlayabilir. Farklı inşaat projelerinde kullanılan sürdürülebilir uygulamaların amortisman sürelerinin belirlenmesi için standart yöntemlerin

belirlenmesi önemlidir. Bu sayede, farklı projeler arasında karşılaştırma yapmak ve doğru kararlar almak daha kolay olabilir. Sektör paydaşlarıyla iş birliği yaparak, farklı sürdürülebilir uygulamaların amortisman sürelerini hesaplamak için standart bir metodoloji geliştirilebilir. Bu metodoloji, inşaat sektöründeki tüm paydaşların ortak dilini oluşturarak, daha etkili iletişim ve iş birliği sağlayabilir.

Sürdürülebilirlik, inşaat sektöründe giderek önem kazanan bir konu haline gelmektedir. Bu bağlamda, LEED sertifikasyonu, yapıların çevresel performansını değerlendiren ve sürdürülebilirlik standartlarını belirleyen bir sistem olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma sürdürülebilir yapılar ve LEED sertifikasyonu ile ilgili yapılan çalışmaları ele alarak, inşaat sektöründe sürdürülebilirlik ve ekonomik etkinlik arasındaki ilişkiyi vurgulamayı amaçlamaktadır. LEED sertifikasyonunu değerlendirdiği gibi, gri su arıtma sistemleri, düşük enerji tüketimli armatürler gibi uygulamaların amortisman süreleri üzerine odaklanan derinlemesine analizler yapılabilir. Bu analizler, inşaat firmalarına ve geliştiricilere proje planlama aşamasında maliyet-etkin çözümler sunabilir. Farklı büyüklükteki projeler için LEED sertifikasyonunun maliyet ve fayda analizlerini içeren kılavuzlar hazırlanabilir. Bu kılavuzlar, inşaat firmalarına ve geliştiricilere karar aşamasında rehberlik edebilir. Yağmur suyu yönetimi sistemleri ve diğer sürdürülebilir uygulamaların farklı coğrafi bölgelerdeki amortisman süreleri ve maliyetlerini analiz eden daha kapsamlı çalışmalar, sektördeki paydaşlara daha detaylı bir bakış sunabilir. Çeşitli iklim koşullarına ve projelerin özelliklerine göre sürdürülebilir uygulamaların maliyet-etkinliğini inceleyen akademik araştırmalar yapılabilir.

Son olarak sürdürülebilir sistemlerin, AVM projelerine olan katkıları inşaat yatırımlarının haricinde ticari ekosistem açısından da oluşturduğu faydalar kaçınılmazdır. Son dönemde artan ticari kira bedelleri ve bu kira bedelleri sonucu oluşan ticari ilişkilerinde gerek alışveriş merkezi yatırımcıları gerekse de alışveriş merkezi kiracıları arasında olumsuz bir etkileşim içinde sürdürüldüğü görülmektedir. Alışveriş merkezleri ciddi yatırımların yapıldığı ticari alanlardır. Bu ticari alanların işletilmesi kaynaklı oluşan birçok gideri oluşturmaktadır. Otopark, güvenlik, ortak alan ısıtma ve soğutma giderleri, yine ortak alan temizlik, bakım onarım giderleri gibi birçok kalemden meydana gelen bu maliyetler alışveriş merkezi yatırımcısına da ciddi yük oluşturmaktadır. Çoğu alışveriş merkezi yatırımcısı bu ortak alan gider paylarını, kiraladıkları ticari yapılardan elde kira giderlerine dahil olacak şekilde bu ticari

mahallerinden kira almaktadırlar. Artan ortak alan maliyetleri, AVM ticari kiracısı olmaya talip birçok kişiye yüksek kira bedeli ve ayrıca ilave ortak alan maliyeti olarak yansımaktadır. Oluşan yüksek kira bedellerinin geri dönüşümünü sağlamaya çalışan birçok ticari işletme de bunları fiyatlarına işlemekte ve yüksek fiyatlara çıkan ürünlerin ticari döngüsünü gerçekleştirecek sistemi oluşturamamakta ve iflas etmek zorunda kalmaktadır. Bu sistemlerin AVM'ler de uygulanması ile sağlanacak olan elektrik, su tasarruf ve geri dönüşümleri ile alışveriş merkezi yatırımcısının da ilk inşa aşamasında oluşacak olan maliyeti yüksek olsa da ilerleyen dönemde bu ortak alan giderlerinde ciddi tasarruflar oluşacaktır. Hatta sürdürülebilirlik kriterlerine sahip olan alışveriş merkezleri kiralama süreçlerinde sürdürülebilirlik bedeli talep ederek, oluşacak olan bu amortisman sürecini daha kısa zamana çekebilmeleri mümkündür.

KAYNAKÇA

- Akadiri, P. O. Olomolaiye, and E. A. Chinyio, "Multi-criteria evaluation model for the selection of sustainable materials for building projects," *Autom. Constr.*, vol. 30, pp. 113–125, 2013, doi: 10.1016/j.autcon.2012.10.004.
- Alwafi, "Sustainable Material Selection Criteria Framework for Environmental Building Enhancement," *Am. J. Civ. Eng. Arch.*, vol. 10, no. 1, pp. 31–44, 2022, doi: 10.12691/ajcea-10-1-5.
- Andrasen, I., Dokka, T. H., Haase M. (2022). The Role Of Advanced Integrated Facades In The Design Of Sustainable Buildings. *Journal of Green Building*, 4(1), 76-98. URL: https://www.scienceopen.com/document_file/e946166c-bc29-42c8-a324-sf32c832eb027/API/i1943-4618-4-1-76.pdf
- Bakhom ve Brown, "Developed Sustainable Scoring System for Structural Materials Evaluation," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 138, no. 1, pp. 110–119, 2012, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0000412.
- Balaras, K. Drousa, E. Dascalaki, and S. Kontoyiannidis, "Heating energy consumption and resulting environmental impact of European apartment buildings," *Energy Build.*, vol. 37, no. 5, pp. 429–442, 2005, doi: 10.1016/j.enbuild.2004.08.003.
- Barkhouse, O. Gunawan, T. Gokmen, T. K. Todorov, and D. B. Mitzi, "Yield predictions for photovoltaic power plants: empirical validation, recent advances and remaining uncertainties," *Prog. Photovoltaics Res. Appl.*, vol. 20, no. 1, pp. 6–11, 2015, doi: 10.1002/pip
- Bekkering, J., Schröder, T., Zhong, W. (2021). Biophilic design in architecture and its contribution to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research*, 11(1), 114-141. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.006>
- Bertiz D., Ekşi I., Tokmak M., Özbey D., Ak M.A., Güneş A., (2019). Yeşil Altyapı Açısından Uluslararası Ve Ulusal Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin Karşılaştırılması, *Peyzaj Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi*, 2:31-39.
- Beşken-Karabıyıkoglu, İ., (2022). Leed Sertifikası Alması Planlanan Bir Ofis Binasının Altın Ve Platin Sertifikası Alabilmesi İçin Gerekli Sistem ve Maliyetin Karşılaştırılması,
- Chanand T. K. L. Tong, "Multi-criteria material selection and end-of-life product strategy: Grey relational analysis approach," *Mater. Des.*, vol. 28, no. 5, pp. 1539–1546, 2007, doi: 10.1016/j.matdes.2006.02.016.

- Che-Ghani, N. E. Myeda, and A. S. Ali, "Operations and Maintenance Cost for Stratified Buildings: A Critical Review," MATEC Web Conf., vol. 66, 2016, doi:10.1051/mateconf/20166600041.
- Conference, "Resolutions adopted by the International Labour Conference at its 93rd Session," no. June 2005, pp. 1–21, 2006.
- Çelik, E. Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin İncelenmesi Türkiye’de Uygulanabilirliklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul; 2009.
- Deligöz, A. (2020) .Türkiye’de Konut Yapılarında Kullanılmakta Olan Sertifika Sistemlerinin Kaynakların Korunumu Bağlamında İncelenmesi, Grid Mimarlık, Planlama ve Tasarım Dergisi, 3(2):222-245.
- Demir, A. Yeşil Okul: Çevre, Sağlık Ve Eğitime Etkileri, Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya; 2012.
- Engineering Management, "Engineering Management Master in English Program," no. July, 2021.
- Geçer E., Şentürk İ., Büyükgüngör H., (2019). Yeşil Bina Tasarımında Su ve Enerji Yönetimi Üzerine Uygulama Örneği, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (2): 332-343.
- Govindan, K. Madan Shankar, and D. Kannan, "Sustainable material selection for construction industry - A hybrid multicriteria decision making approach," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 55, pp. 1274–1288, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2015.07.100.
- Gray, "Does sustainability reporting improve corporate behaviour?: Wrong question? Right time?," Account. Bus. Res., vol. 36, no. SPEC. ISS, pp. 65–88, 2006, doi: 10.1080/00014788.2006.973004
- Güven, A.F. Bahçelievler Belediye Başkanlık Binasının Enerji İhtiyacının Güneş ve Rüzgar Sistemi ile Karşlanması, Optimizasyonu ve Maliyet Analizi. Sinop Uni J Nat Scis 2017; 2(1): 24-36
- Ighravwe and S. A. Oke, "A multi-criteria decision-making framework for selecting a suitable maintenance strategy for public building using sustainability criteria," J. Build. Eng., vol. 24, no. September 2018, p. 100753, 2019, doi: 10.1016/j.jobbe.2019.100753.
- Khoshnava, R. Rostami, A. Valipour, M. Ismail, and A. R. Rahmat, "Rank of green building material criteria based on the three pillars of sustainability using the hybrid multi criteria decision making method," J. Clean. Prod., vol. 173, pp. 82–99, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.10.066.
- Kılıç M.Y. Yahşi S. Sürdürülebilir Enerji Kullanımının Yeşil Bir Ofise Uygulanması. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2019; 9(3): 557-568.
- Kim, J. J. ve Rigdon, B. (1998). Sustainable Architecture Module: Introduction to Design. National Pollution Prevention Center for Higher Education. The University of Michigan, Michigan, 8-15.

- Koç A. Yağlı H. Koç Y. Uğurlu İ. Dünyada ve Türkiye’de Enerji Görünümünün Genel Değerlendirilmesi. *Mühendis ve Makina*. 2018; 99-100
- Kohler, N. (1999). The Relevance of the Green Building Challenge: an Observer’s Perspective. *Building Research & Information*, 27, 309–320.
- Ljungberg, “Materials selection and design for development of sustainable products,” *Mater. Des.*, vol. 28, no. 2, pp. 466–479, 2007, doi: 10.1016/j.matdes.2005.09.006
- Mahmoudkelaye, K. Taghizade Azari, M. Pourvaziri, and E. Asadian, “Sustainable material selection for building enclosure through ANP method,” *Case Stud. Constr. Mater.*, vol. 9, p. e00200, 2018, doi: 10.1016/j.cscm.2018.e00200.
- Maoeng, E. I. Edoun, and C. Mbohwa, “Sustainable development practices in the South African Construction Industry: A review of related literature,” *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 0, no. March, pp. 1418–1426, 2020
- Mazza, R. (2007). Sustainable Design Has Changed Building Design. *Journal of Green Building*, 2(3), 12-17. <https://doi.org/10.3992/jgb.2.3.12>
- Nebati E. E. Ekmekçi İ. Alışveriş Merkezleri İçin Yeşil Bina Performans Ölçüm Model Önerisi. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 2018; 4(3): 241-255
- Odaman Kaya H., (2012). Ölçütlere Dayalı Değerlendirme ve Sertifika Metotlarından LEED ve BREEAM’in Türkiye Uygulamalarına Yönelik İrdeleme Ve Öneriler, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Ogunkahand J. Yang, Investigating factors affecting material selection: The impacts on green vernacular building materials in the design-decision making process, vol. 2, no. 1. 2012. doi: 10.3390/buildings2010001.
- Orhan İ. H., Kaya L. G., (2016). LEED Belgeli Yeşil Binalar ve İç Mekân Kalitesinin İncelenmesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı 1: 18-28.
- Reddy, P. R. Kumar, and P. A. Raj, “Preference based multi-criteria framework for developing a Sustainable Material Performance Index (SMPI),” *Int. J. Sustain. Eng.*, vol. 12, no. 6, pp. 390–403, 2019, doi: 10.1080/19397038.2019.1581853.
- Serteser, H., (2020). Kamudaki İlk Breeam Outstanding Sertifikalı Yeşil Bina: Afyonkarahisar Ticaret ve Sanayi Odası. *Yeşil Bina Dergisi*, Sayı 51, 16:18.
- Singh, H. R. Murty, S. K. Gupta, and A. K. Dikshit, “Development of composite sustainability performance index for steel industry,” *Ecol. Indic.*, vol. 7, no. 3, pp. 565–588, 2007, doi: 10.1016/j.ecolind.2006.06.004.
- Spangenberg, “Economic sustainability of the economy: Concepts and indicators,” *Int. J. Sustain. Dev.*, vol. 8, no. 1–2, pp. 47–64, 2005, doi: 10.1504/ijds.2005.007374.

- Taffeseand K. A. Abegaz, "Embodied energy and CO₂ emissions of widely used building materials: The Ethiopian context," *Buildings*, vol. 9, no. 6, pp. 1–15, 2019, doi: 10.3390/BUILDINGS9060136.
- Tam, "Rate of reusable and recyclable waste in construction," 2nd Int. Conf. Sustain. Constr. Mater. Technol., pp. 329–341, 2010, doi: 10.2174/1876400201104010028.
- Topçu G., (2010). Türkiye’de Sertifikalı Yeşil Bina Uygulamasının Örnek Bir Bina Üzerinde İrdelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Wang, Y. Y. Jing, C. F. Zhang, and J. H. Zhao, "Review on multicriteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 13, no. 9, pp. 2263–2278, 2009, doi: 10.1016/j.buildenv.2006.11.019.
- Wong and H. Li, "Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of intelligent building systems," *Build. Environ.*, vol. 43, no. 1, pp. 108–125, 2008, doi: 10.1016/j.buildenv.2006.11.019.
- Yao, L. Shen, Y. Tan, and J. Hao, "Simulating the impacts of policy scenarios on the sustainability performance of infrastructure projects," *Autom. Constr.*, vol. 20, no. 8, pp. 1060–1069, 2011, doi: 10.1016/j.autcon.2011.04.007.
- Yüksek, "The evaluation of building materials in terms of energy efficiency," *Period. Polytech. Civ. Eng.*, vol. 59, no. 1, pp. 45–58, 2015, doi: 10.3311/PPci.7050
- Zamim, N. S. Faraj, I. A. Aidan, F. M. S. Al-Zwainy, M. A. Abdul Qader, and I. A. Mohammed, "Prediction of dust storms in construction projects using intelligent artificial neural network technology," *Period. Eng. Nat. Sci.*, vol. 7, no. 4, pp. 1659–1666, 2019, doi: 10.21533/pen.v7i4.857
- Zavadskas and J. Antucheviciene, "Multiple criteria evaluation of rural building's regeneration alternatives," *Build. Environ.*, vol. 42, no. 1, pp. 436–451, 2007, doi: 10.1016/j.buildenv.2005.08.001.
- Zhang, H. Jia, C. Li, and C. Liu, "Research on resource consumption of construction industry in Xining based on material flow analysis," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 634, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/634/1/012151.
- Zhang, X., L. Shen and Y. Wu, 2010, "Green Strategy for Gaining Competitive Advantage in Housing Development: A China Study", *Temiz Üretim Dergisi*, Cilt. 19, s. 159.
- Zimmermann, H. J. Althaus, and A. Haas, "Benchmarks for sustainable construction: A contribution to develop a standard," *Energy Build.*, vol. 37, no. 11 SPEC. ISS., pp. 1147–1157, 2005, doi: 10.1016/j.enbuild.2005.06.017.

İnternet Kaynakları

http 1//URL<https://www.altensis.com/proje/philips-turkiye-merkez-ofisi/>Erişim tarihi: 27.01.2024

http 2//URL<http://www.yesilbinadergisi.com/ya-yin/700/toyota-plaza-onatca_21092.html#.YA8RsegzY2w> Erişim tarihi: 25.01.2021

http 3//URL<http://www.yapi.com.tr/haberler/li-fung-centre-leed-sertifikasi-aldi_88897.html> Erişim tarihi: 16.01.2024

http 4// <https://gyodergosterge.com/detay/avm>

http5//URL</https://www.ekonomist.com.tr/teknoloji/turkiyenin-elektrikli-haritasi-hangi-ilde-kac-arac-kac-sarj-unitesi-var-27885

http6//URL</https://torasarj.com/haberler/elektrikli-araba-100-kmde-ne-kadaryakar/#:~:text=Elektrikli%20ara%C3%A7lar%20ayn%C4%B1%20tempoda%20d%C3%BCz,13%20TL%20%3D%2060%2C55%20TL

http7//URL<https://renewablesnow.com/news/12-things-you-probably-didnt-know-about-solar-panels-815619/

ÖZGEÇMİŞ

Aykut YAMAN

ÖĞRENİM DURUMU:

- Yüksek Lisans : İş Sağlığı ve Güvenliği Dumlupınar Üniversitesi (2020)
- Lisans : İnşaat Mühendisliği Kocaeli Üniversitesi (2015)
- Lise : Fen Bilimleri Pendik Lisesi (2009)

MESLEKİ DENEYİM:

- (2023) Evidea Mağazacılık A.Ş, Mimari Müdür
- (2022) Dürümle Gıda A.Ş, Proje ve İnşaat Müdürü
- (2020) Evidea Mağazacılık A.Ş, Mimari Yönetici
- (2018) Kale Kaizen A.Ş, Teknik Müdür
- (2017) Türk Silahlı Kuvvetler, Mühendis Asteğmen
- (2015) Med Yapı A.Ş, Şantiye Şefi
- (2013) Denge Yapı A.Ş, Saha Mühendisi