



T.C.

İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mimarlık Anabilim Dalı Programı

**YEŞİL BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN  
İNCELENMESİ VE BİNA ENERJİ MODELLEMELERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan: **MUSA ÖZTÜRK**

## KABUL VE ONAY

Musa Öztürk tarafından hazırlanan “YEŞİL BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ VE BİNA ENERJİ MODELLEMELERİ” başlıklı bu çalışma, Savunma Sınavı tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Tezin Türü olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Yıldız SEY (Danışman)

Üye : Prof. Dr. Ahmet Mete TAPAN

Üye : Yr. Doç.Dr. Ülger BULUT KARACA

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

İ m z a

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve şekillerin kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “YEŞİL BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ VE BİNA ENERJİ MODELLEMELERİ” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Musa ÖZTÜRK

## ONAY

Tezimin kağıt ve elektronik kopyalarının İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim sadece İstanbul Arel yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Tezimin 3 yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

Musa ÖZTÜRK

# YEŞİL BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ VE BİNA ENERJİ MODELLEMELERİ

## ÖZET

Sahip olduğumuz fosil yakıt rezervlerinin giderek tükenmekte olması, fosil yakıt tüketiminin doğal dengeyi ve insan sağlığını ciddi bir biçimde tehdit etmesi Dünya’da enerji bilincinin giderek artmasına neden olmaktadır. Bu enerji kaynaklarının yaklaşık %35’i binalarda tüketilmektedir. Mekânlardaki yaşam kalitesinin ve konfor düzeyinin yükseltilmesi, kullanıcıların mekânlardan beklentilerinin karşılanabilmesi amacı ile geliştirilen teknolojiler, binaların tükettiği enerji miktarının da artmasına neden olmaktadır.

Sürdürülebilir bir gelecek için, ekolojik tasarım kriterleri ve teknolojinin binalarda, enerji etkinliğinin sağlanması amacı ile kullanılması; enerji bilinci gelişmiş ülkelerde giderek daha fazla tercih edilmiştir.

Bu araştırma kapsamında; ekolojik ve yeşil bina tasarım kriterlerini kullanan, pasif ve aktif enerji sistemleri tanımlanarak, bu sistemlerin sahip oldukları enerji tasarruf potansiyelleri, işletilmekte olan bir ofis binasının, enerji performans analizleri doğrultusunda tespit edilmektedir.

Enerji performans analizleri yapılmış ofis binası; geleneksel yapı tasarım yaklaşımı ile inşa edilen, Söğütözü İş Merkezi, Yüksel Şirketler Topluluğu’na ait olan “A-blok” tur. Bu analizler, Power-DOE isimli bir enerji modelleme programı kullanılarak yapılmaktadır. Bu iş merkezini tercih etme nedenim verilerine kolay ulaşabilmem ve büyük ölçekli bir iş merkezindeki işleyişi öğrenme ihtiyacı hissetmemdir.

Bu somut örnekleme doğrultusunda, binaların işletim aşamasındaki enerji performanslarının iyileştirilmesine yönelik oluşturulan modeller; ekolojik ve enerji etkin bina tasarımında kullanılan sistemlerin geliştirilmesi ve ülkemizde

uygulamalarının yaygınlaştırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Binaların işletim aşamasında, tüketecekleri enerjinin azaltılmasına yönelik kullanılan pasif ve aktif enerji sistemlerinin; enerji performans analizlerinin karşılaştırması, sistemlerin amortisman sürelerinin tespit edilmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesi, bu araştırma kapsamında yer almaktadır.

# **INVESTIGATION OF ENERGY EFFICIENCY IN THE GREEN BUILDINGS AND ENERGY MODELING OF BUILDINGS**

## **ABSTRACT**

As a result of the gradual depletion of fuel reserves and the threatenings over the world's ecology balance and human health problems caused by fossil energy consumption, the awareness of clean energy is raised. Approximately 35% of this energy source is consumed in buildings. The improvement of inhouse life quality and comfort level, to meet the expectations of users' in-house technologies developed with the aim of buildings, caused an increasing over the amount of energy consumed by buildings.

For a sustainable future, ecological designing criteria and technology's usage in the buildings with the purpose of obtaining the energy efficiency and usage is preferred more and more in energy awareness developed countries .

In this resource, passive and active energy systems which are using ecology and green building design criterias are defined and also energy saving potentials are determined in accordance with energy performance analysis of an operational office building.

The mentioned Office building is "Söğütözü İş Merkezi Block-A" which is built according to traditional design approach and belong to "Yüksel Şirketler Topluluğu". These analysis are made by using Power-DOE energy simulation program in accordance with this concrete instance, buildings' operational phase energy performance optimization models; improving the systems used to design ecological and energy efficient building are important for spreading of appliance in our country.

In the buildings' operational phases, reducing energy consumption in the meaning of active and passive energy systems; comparing the energy performance analysis, determining amortization period of systems are covered in this resource.



## **ÖNSÖZ**

Bu çalışmada, yoğun akademik çalışmalarını arasında zamanını ayırarak bana yol gösteren ve yardımcı olan tez danışmanım Prof. Dr. Yıldız Sey'e,

Çalışmam boyunca her zaman desteğiyle bana güç veren eşim Sultan Gülseven Öztürk'e,

...sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**İSTANBUL, 2014**

**MUSA ÖZTÜRK**  
**ÇEVRE MÜHENDİSİ**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv-v
ABSTRACT .....	vi-vii
ÖNSÖZ .....	viii
KISALTMALAR LİSTESİ .....	xi
TABLolar LİSTESİ .....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xiii

### 1. BÖLÜM

#### GİRİŞ

1.Giriş .....	1
---------------	---

### 2. BÖLÜM

#### YEŞİL BİNA KAVRAMI VE SERTİFİKALI DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ

2.Yeşil Bina Kavramı Ve Sertifikalı Değerlendirme Sistemleri.....	4
2.1 Dünya’da Yaygın Kullanılan Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri.....	15
2.1.1 BREEAM Yapısı Ve Hedefleri .....	16
2.1.1.1 BREEAM Değerlendirme Yöntemi Ve Sertifika Kategorileri	17
2.1.1.2 BREEAM Değerlendirme Kriterleri .....	18
2.1.2 LEED Yapısı Ve Hedefleri .....	21
2.1.2.1 LEED Değerlendirme Yöntemi Ve Sertifika Kategorileri	21
2.1.2.2 LEED Değerlendirme Kriterleri .....	22
2.2 Yeşil Bina Sertifikalandırma Sistemlerinin Genel Değerlendirmesi .....	24

### 3. BÖLÜM

#### TÜRKİYE’DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ, YEŞİL BİNA KAVRAMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1 Türkiye’de Yeşil Bina Kavramının Tarihsel Gelişimi .....	28
3.2 Türkiye’de Yeşil Bina Sertifikasyonu .....	32
3.3 Türkiye’deki Sürdürülebilir Tasarım Ve Enerji Verimliliği İle İlgili Yasal Çerçeve Ve Standartlar .....	33
3.3.1 Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın Çalışmaları .....	33
3.3.2 Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı’nın Çalışmaları .....	35

3.3.3 Turizm Ve Kültür Bakanlığı'nın Çalışmaları -----	37
3.3.4 Belediyelerin Çalışmaları -----	40
3.3.5 Bağımsız Girişimler -----	40
3.3.5.1 Çevre Dostu Binalar Derneği -----	40
3.3.5.2 Diğer Bağımsız Girişimler -----	41
3.4 Kanun Ve Yönetmeliklerin Değerlendirilmesi -----	42
3.5 Türkiye'ye Özgü Yerel Bir Sertifika Sisteminin Oluşturulması -----	46

#### 4. BÖLÜM

##### BİNA ENERJİ MODELLEME PROGRAMLARI

4.1 Bina Enerji Modelleme Programları Tarihçesi -----	48
4.2 Sürdürülebilir Bina Tasarımı -----	49
4.3 Bilgisayar Destekli Yeşil Bina Enerji Modelleme Programları -----	50
4.4 Yeşil Bina Sertifikaları İçin Bina Enerji Modellemesi -----	54
4.4.1 Bina Enerji Modellemesinin Uygulanması -----	54
4.4.2 Bina Enerji Modelleme Programlarındaki Sıkıntılar -----	55
4.5 Türkiye'de Bina Enerji Modellemesi -----	57
4.5.1 Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binasının Mevcut Durumunun Tanımlanması Ve Bina Enerji Modellemesi İle Enerji Verimliliğinin Örneklendirilmesi -----	58
4.5.1.1 Projenin Künye Bilgileri -----	58
4.5.1.2 Binanın Mevcut Durumunun Tanımlanması -----	60
4.5.2 Proje Hesapları -----	62
4.5.3 Binanın Aktif Sistemlerinin (Isıtma, Soğutma, Havalandırma Ve Yapay Aydınlatma Sistemleri) Enerji Tüketimini Azaltmaya Yönelik, Enerji Etkin Bina Tasarımına Dayalı, Alternatif Modellerin Oluşturulması -----	68

#### 5. BÖLÜM

##### SONUÇ

SONUÇ -----	78
KAYNAKLAR-----	81
ÖZGEÇMİŞ -----	83

## KISALTMALAR

- AB** : Avrupa Birliği  
**AR-GE** : Araştırma ve Geliştirme  
**BRE** : Building Research Enstitute  
Bina Araştırmaları Enstitüsü  
**BREEAM** : Building Research Enstitute Environmental Assesment Method  
Bina Araştırma Kurumu Çevre Değerlendirme Yöntemi  
**CASBEE** : Comprehensive Assessment System for Building Environmental  
Efficiency  
Bina Çevresel Etkinliği Değerlendirme Sistemi  
**ÇEDBİK** : Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği  
**HVAC** : Heating, Ventilating and Air-conditioning  
Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme  
**ISO** : International Organization for Standardization  
Uluslararası Standartlar Kurumu  
**İSTAC** : İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret  
**İTÜ** : İstanbul Teknik Üniversitesi  
**İMSAD** : Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği  
**LEED** : Leadership in Energy and Environmental Design  
Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik  
**MATPUM** : Mimarlık Fakültesi Mimarlık, Araştırma, Tasarım, Planlama ve  
Uygulama Merkezi  
**MTA** : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü  
**NATO** : North Atlantic Treaty Organisation  
Kuzey Atlantik İttifakı  
**ODTÜ** : Ortadoğu Teknik Üniversitesi  
**SERG** : Sürdürülebilir Enerji Araştırma Grubu  
**TMMOB** : Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği  
**TOKİ** : Toplu Konut İdaresi Başkanlığı  
**TS** : Türk Standartları  
**TUBİTAK** : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu  
**UIA** : Uluslararası Mimarlar Birliği  
**USGBC** : United States Green Building Council  
Birleşik Devletler Yeşil Yapı Konseyi  
**WGBC** : World Green Building Council  
Dünya Yeşil Bina Konseyi

## TABLolar LİSTESİ

<b>Çizelge 2.1</b> Dünyada yaygın kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri -----	15
<b>Çizelge 3.1</b> Yeşil Yıldız sertifika sistemi puan tablosu -----	39
<b>Çizelge 3.2</b> Yeşil Yıldız sertifika sistemi puan tablosu -----	39

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Dünya Genelindeki CO <sub>2</sub> Emisyonları -----	8
Şekil 2.2 Üçlü Kar Hanesi -----	9
Şekil 2.3 Binaların Çevre Üzerindeki Olumsuz Etkileri -----	11
Şekil 3.1 Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli -----	30
Şekil 4.1 Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın Power-DOE ile Bulunan Toplam Isıtma Ve Soğutma Yükleri -----	65
Şekil: 4.2 Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın Bileşenlere Bağlı, Aylara Göre Yıllık Enerji Tüketimi -----	67
Şekil 4.3 Zonların Bina Bileşenlerine Bağlı Isıtma Ve Soğutma Yükleri -----	68
Şekil 4.4 Zonların Bina Bileşenlerine Bağlı Isıtma Ve Soğutma Yükleri -----	68

# 1.BÖLÜM

## GİRİŞ

Çevre konusundaki bilinçlenmenin son otuz yılın gündem konusu olduğunu söyleyebiliriz. Tüketim ağırlıklı toplum yapısı, enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, gözle görülür çevresel değişimler bu konudaki bilincin artmasına neden olmuşlardır.

Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları ilk kez olarak ortaya atıldığı 1972 İnsan ve Çevre konferansından, 1997 Kyoto Birleşmiş Milletler İklim Değişimi Çerçeve Konvansiyonu'na ve son olarak 2002 Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'ne kadar sürekli geliştirilmiş, ülkelerin devlet politikalarının önemli bir parçası haline gelmiştir [2]. Sürdürülebilirlik ve mimariye yansımaları başlı başına bir tez konusudur. Tez çalışması kapsamında sürdürülebilirlik kavramının mimariye yansımalarından “Yeşil Bina” kavramı ile bu kavramın standartlaşması ve ölçülebilir kılınması adına oluşturulan sertifikalı değerlendirme sistemleri incelenecek, bu konularda Türkiye'deki çalışmalar değerlendirilecektir.

Tez çalışmasında Türkiye'de kullanılacak bir yeşil bina değerlendirme sisteminin Türkiye'deki bölgesel, ekonomik ve sektörel koşullara adapte edilmesinin gerekliliğini ortaya koymak, bunun için de devlet destekli ve disiplinler arası çalışmaların koordineli ve belirli bir altyapı çerçevesinde oluşturulması gerekliliğini vurgulanmaktadır.

Çalışmada ayrıca, dünyada ve Türkiye'de yeşil bina tasarımı ile ilgili çalışmalar tanıtılacak, yeşil bina, enerji verimliliği ve sertifikalandırma sistemleri konularında Türkiye için durum değerlendirilmesi yapılacaktır. Sertifika sistemlerinin Türkiye açısından değerlendirilmesi sonucu yeşil bina sektöründe yer alan aktörlere düşen görevlerin ortaya konması ve uygun modelin araştırılması hedeflenmektedir.

Tez çalışmasının ikinci bölümünün ilk kısmında ekolojik etiketlendirme sistemlerinin oluşum süreçleri ve yapıları incelenecektir. Tez kurgusunda ekolojik etiketlendirmenin binalar için karşılığı olarak değerlendirilebileceğimiz sertifika sistemlerinden önce, ürün bazında etiketlendirme sistemleri ile ekolojik duyarlılığın bir pazar aracına dönüşmesinin sonuçlarından yeşil gösterme kavramlarına değinilmektedir.

İkinci bölümün ilk kısmında yeşil bina kavramının gelişimi, sürdürülebilir tasarım için çalışan uluslararası organizasyonlar ve dünyada kullanılan sistem ve standartların tanıtılması amaçlanmaktadır.

İkinci bölümün ikinci kısmında özellikle BREEAM ve LEED sertifikaları üzerinde durulmaktadır. Bu iki sertifika sistemi günümüzde Türkiye dahil uluslararası alanda da yaygın olarak kullanıldıkları için özellikle seçilmişlerdir.

Üçüncü bölümde sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve ekolojik tasarım konusunda son yıllarda ülkemizde yapılan çalışmaların incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu bölümde yer alan çalışmalar iki başlık altında incelenecektir. İlk olarak devlet tarafından yürütülen yasal faaliyetler ve uygulamalar çeşitli bakanlıkların yaptığı çalışmalar üzerinden tanıtılacaktır. Türkiye'deki kanun ve ilgili yönetmeliklerinin yeşil bina üretimi ve enerji verimliliği konusunda yeterli olup olmadığının incelenmesi amaçlanmaktadır. İkinci olarak çeşitli bağımsız kuruluşlar, sivil toplum örgütleri ve üniversiteler tarafından yapılan çalışmalar incelenecektir. Son olarak Türkiye'deki yeşil bina örneği değerlendirilecektir.

Dördüncü bölümün ilk kısmında; bina enerji modelleme programları ve tarihçesi üzerinde durulmuştur. Bilgisayar destekli yeşil bina enerji modelleme programları tanıtılmış, bina enerji modellemesinin uygulaması ve artıları eksileri incelenmiştir.



İkinci kısmında ise Türkiye’de enerji modellemesi ve örnek bina uygulamasına yer verilmiştir. Yüksel İnşaat A.Ş ofis binasının bina enerji modellemesi ile enerji verimliliği örneklendirilmiştir.

Dördüncü bölümde; sertifika sistemlerinin Türkiye’de uygulanabilirliklerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu inceleme; uluslararası sertifika sistemlerinin Türkiye’ye adaptasyonu ve Türkiye’ye özgü yerel bir sertifika sisteminin oluşturulması olarak iki bölümde incelenmiştir. Türkiye’ye adaptasyonun formasyonu, karşılaşılan sorunlar ve öneri çözümler üzerinde durularak bir durum değerlendirmesi yapılması amaçlanmıştır.

Tez çalışması sonucunda Türkiye’deki yeşil bina üretiminin gelişmesi için yapılabilecek çalışmalar üzerine genel bir değerlendirme yapılacaktır. Türkiye’nin geliştirmekte olan potansiyelini ve özel koşullarını göz önünde bulundurarak ilk planda yapılması gereken çalışmalar ve öneriler belirtilmiş, konunun aktörlerine düşen görevler tanımlanmıştır.

## **2.BÖLÜM**

### **YEŞİL BİNA KAVRAMI VE SERTİFİKALI DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ**

1960 yılından itibaren yaşanan biyolojik çeşitliliğin azalması, küresel iklim değişikliği, ozon tabakasında delik oluşumu, çevre kirliliği, asit yağmurları gibi günümüz şartlarında ihmal edilen, geri dönüşü olmayan ve gelecek nesillerin varlığını tehdit eden bu ve buna benzer tüm olumsuz koşullar, 1970’li yılların başlarından itibaren yaşam döngüsünün devamlılığı konusunda endişe duyulmasına sebep olmuştur [1]. Hatanın tespiti ve giderilmesi adına yapılan tartışmalar ışığında Avrupa Konseyi, Birleşmiş Milletler ve Avrupa Birliği gibi uluslararası ve çok devletli örgüt ve oluşumlar, yaşam döngüsünün devamlılığını temel alan çözüm odaklı yaklaşımlarla birçok zirve ve konferanslar düzenlemiştir. Ekoloji, yeşil çevre, sürdürülebilirlik gibi kavramların ortaya çıkarıldığı bu toplantılar farkındalığın arttırılması ve olumsuz koşulların etkilerinin önlemesi ya da minimum düzeye indirilmesi konusunda başarılı çalışmalar olarak kabul görmüştür [2].

Sürdürülebilirlik ilk defa 1971 yılında İsviçre’de yapılan bir uzmanlar panelinde ele alınmıştır. Toplantı sonrası yayımlanan raporda çevre sorunlarının, sanayileşmiş ülkelerin üretim ve tüketim yapısından kaynakladığından söz edilmektedir [3].

1987 yılında Birleşmiş Milletler tarafından Ortak Geleceğimiz adıyla yayımlanan Bruntland Raporu’nda; sürdürülebilir kalkınma bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma olarak tanımlanmıştır [2].

1971’den bugüne kadar devam eden süreçte birçok ülkenin bir araya gelerek ele aldığı konulardan ve ortaya konan tanımlardan yola çıkarak sürdürülebilir kalkınma, belli bir disiplin ya da alanla sınırlı değildir, her canlıyı ve her alanı ilgilendirmektedir. Sürdürülebilirlik doğayı anlamak ve onunla çalışmak, ona karşı olmamaktır.

Küresel ısınma, susuzluk, çevre kirliliği ve doğal kaynakların hızla tüketilmesi yapı sektöründe çevre dostu binaların yapılmasını gündeme getirmiştir. Çevre dostu bina yapımına ilgi giderek artarken yeşil bina olarak tabir edilen yapılar ortaya çıkmıştır. Belli standartlar getirilerek sertifikalanmakta olan yeşil binalar yapı sektöründe daha değerli, doğaya saygılı, ekolojik, konforlu ve enerji tüketimini azaltan binalar olarak yeni bir yönelim ve sektör ortaya çıkarmıştır. Binalar, dünyada enerjinin yaklaşık üçte birinin kullanılmaktadır. Yeşil bina uygulamaları ile enerji tasarrufu, doğayı koruma ve konforlu bir yaşam ortamı hedeflenmektedir. Binaya “yeşil bina” unvanını; yer seçimi, tasarım, inovasyon, binada kullanılan yapı malzemelerinin özellikleri, yapım tekniği, atık malzemelerin yeniden kullanımı konularındaki seçici yaklaşımlar vermektedir [4].

Yeşil Binalar, yapının arazi seçiminden başlayarak yaşam döngüsü çerçevesinde değerlendirildiği, bütüncül bir şekilde sosyal ve çevresel sorumluluk anlayışıyla tasarlandığı, iklim verilerine ve o yerel özgü koşullara uygun, ihtiyacı kadar tüketen, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiş, doğal ve atık üretmeyen malzemelerin kullanıldığı, katılımı teşvik eden, ekosistemlere duyarlı yapılar olarak tarif edilebilir [5].

Gerek Türkiye’de gerekse tüm dünyada toplam enerji tüketiminin içinde binaların ısıtılması, soğutulması, havalandırılması, aydınlatılması ve sıcak su ihtiyacı için kullanılan enerjinin %30 olduğu tahmin edilmektedir. Öte yandan binalarda kullanılan beton, cam, ahşap, elektrik malzemeleri, tesisat ekipmanları gibi imalatların sanayide üretimi ve inşaat için kullanılan iş makineleri için tüketilen enerji miktarı dikkate alınır, toplam tüketilen enerji oranı %40’ı aşmaktadır. Bu gibi hususlar dikkate alındığında binalarda sürdürülebilirlik (sustainable buildings); binayı oluşturan malzemedan, bina ömrünü tamamladığında binada yeniden kullanıma sokulabilecek bölümlerin değerlendirilmesi sürecine kadar uzanan tüm alanda; fosil yakıtlara dayalı enerji girdilerinin (enerji, su, yapı malzemeleri vb.) miktar ve maliyetinin minimize edilmesi olarak tanımlanabilir. Bu kapsamda yeşil binalar, girdilerin (enerji, su, yapı malzemeleri vb.) verimli ve minimum düzeyde

kullanıldığı ve iç ortam kalitesinin (konfor) üst düzeyde sağlandığı binalardır. Yeşil binalar literatürde, sürdürülebilir binalar (green buildings), ekolojik binalar, enerji etkin binalar şeklinde de adlandırılmaktadır. Bu terimler binaların ömürleri boyunca yüksek performans sergilemeleri, çevreye az zarar verdikleri anlamına gelir. Sürdürülebilir bina tasarımı ile binanın iç mekan kalitesinden fedakarlık yapmadan binanın enerji tüketimini ve dolayısıyla emisyonlarını azaltmak mümkündür. Ancak konfor ile enerji tüketimi arasında bir noktadan sonra kaçınılmaz hale gelen ters orantı konfor kriterlerinin optimum düzeyde tanımlanmasını gerektirir [6].

Yeşil yapılar doğal ışık ve iyi bir iç mekan hava kalitesiyle kullanıcıların sağlığını ve üretkenliğini korur ve geliştirirken, yapım ve kullanım sırasında doğal kaynakların tüketimine duyarlı olup, çevre kirliliğine neden olmayan, yıkımından sonra diğer yapılar için kaynak oluşturan ya da çevreye zarar vermeden doğadaki yerine geri dönen yapılardır [3].

Yeşil bina terimi daha çok bir etiketleme olarak kullanılmakta, sürdürülebilir bina kavramı ise daha geniş kapsamlı ifade edilmektedir. Yeşil bina kavramı özellikle sertifikalandırma sistemleri ile özdeşleşmiş bir terim haline gelmiştir ve çoğu zaman enerji etkin bina ya da yüksek performanslı bina kavramları ile aynı anlamda kullanılmaktadır [5].

Bir binanın yeşil olması için tasarım aşamasından inşaat bitimine kadar binanın çevresel etkileri değerlendirilerek bu etkilerin azaltılması için önlemler alınmaktadır. Yeşil bina kavramı konuttan alışveriş merkezine, ofisten hastaneye, okuldan endüstriyel binaya kadar her tür yapı için uygulanabilmektedir[4].

Binalardaki enerji verimliliğine ait kriterlerin belirlenebilmesi için, bu kriterlerin tüm binalara uygulanabilecek bir standarda, düzene oturtulması gerekmektedir. Yeşil bina değerlendirme sistemleri bu noktada devreye girerek yeşil binalar için bir değerlendirme ölçütü oluştururlar. Enerji verimliliğinin sağlanması için binadaki enerji tüketiminin azaltılmasını sağlamak tek başına yeterli değildir. Enerji

tüketiminin azaltılırken binadaki konforun da sağlanması gerekmektedir. Aksi halde sadece enerji tasarrufu elde edilmiş olur. Enerji verimliliği, yapının çevresel etkisi ve bina işletim maliyetlerinde iyileşme olarak tanımlanırken; konfor ise kullanıcının sağlık, refahını etkileyen kişisel, psikolojik parametreleri içerir.

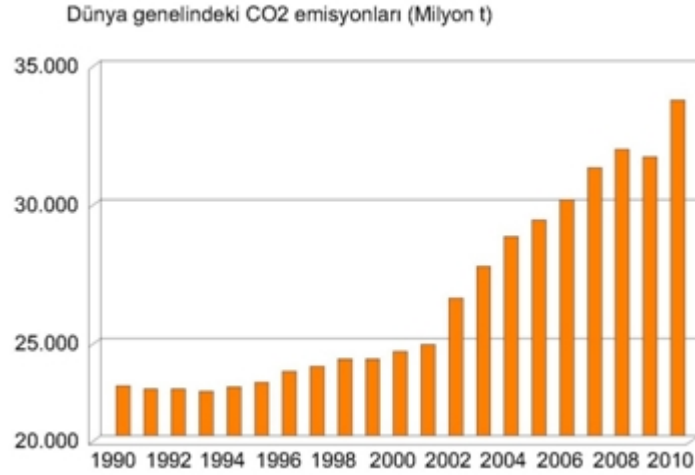
Yeşil binaların en önemli avantajları; binalardan kaynaklı karbondioksit salınımı azaltmaları, inşaat aşamasında çevre tahribatını en aza indirmeleri, işletme masraflarının az olması, yenilenebilir enerjinin kullanımını ve geliştirilmesini sağlamaları, hafriyat ile ortaya çıkan atık malzemenin değerlendirmeye alınmasını sağlamaları, yeşil çatı uygulaması ile yağmur sularının biriktirilip kullanılması, doğal ışıktan yararlanılması, enerji tasarrufu sağlamaları, izolasyon sistemleri ile ısıtma soğutma maliyetlerini azaltmaları, binanın değerini arttırmaları, kullanıcılara daha sağlıklı ve verimli bir ortam sunmaları, kentsel yaşam alanlarına değer katmalarıdır [2].

Binalar şehirlerde sürdürülebilirliğin uygulanmasında en önemli araçlardan biridir. Buna göre enerji ve malzeme tüketiminin merkez noktası olan şehirler, küresel ekolojik dengelerin bozulma sürecini hızlandırmaktadır. Aynı zamanda şehir ve şehirlerde yaşayan insanlar küresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında büyük roller üstlenmektedir. Binaların şehirlerdeki çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri düşünüldüğünde sürdürülebilir gelişmenin önemli bir parçası oldukları anlaşılmaktadır. Bu bakımdan yeşil binalar şehirlerin sürdürülebilirlik özelliği taşımalarına yardım eden öğeler olarak tanımlanmaktadır [5].

#### Geleneksel Binaların Çevresel Değerlendirmesi

- İnşaat ve kullanım süreçlerinde dünyadaki tatlı su kaynaklarının yaklaşık 16%'sını,
- Ağaç kaynaklarının %25'ini, malzeme kaynaklarının %30'unu,
- Enerji kaynaklarının %40'ını tüketmektedir.
- Küresel ısınmaya neden olan CO<sub>2</sub>'nin %35'i inşaat kaynaklıdır.

- Toprak israfının % 40 inşaat süreci ve devamında açığa çıkan atıkların depolanması sonucu meydana gelir.
- Stratosferdeki ozon tabakasında azalmaya neden olan kimyasalların %50'si geleneksel bina sektörü tarafından üretilir [3].



Şekil 2.1Dünya Genelindeki CO<sub>2</sub>Emisyonları [3]

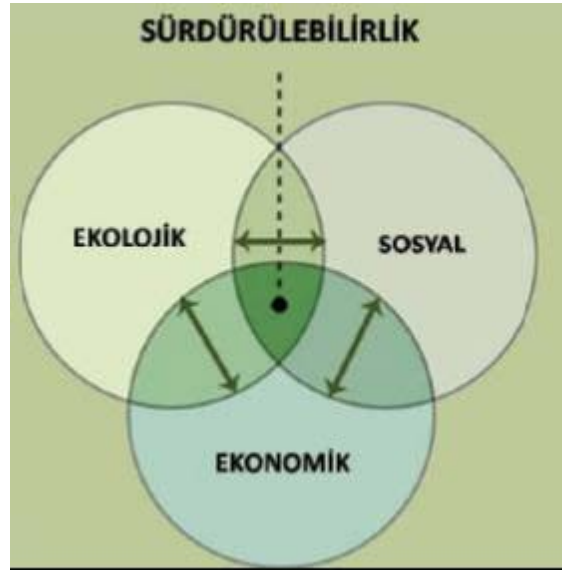
Buna karşılık yeşil binaların iddiası tüm bu olumsuz çevresel etkileri minimize etmek hatta yok etmektir. Binaya ‘‘Yeşil Bina’’ ünvanını; yer seçimi, tasarım, inovasyon, binada kullanılan yapı malzemelerinin özelliklerini yapım tekniği, atık malzemelerin yeniden kullanımı ve enerji konularındaki seçici yaklaşımlar vermektedir.

Ülkemizde geleneksel bina yapımında ekip; mal sahibi, mimar, inşaat mühendisi, tesisat mühendisi ve elektrik mühendisinden oluşmaktadır. Ancak gelişmiş ülkelerde durum farklıdır. Örneğin ABD’de bu ekip genelde mal sahibi, mimar, inşaat mühendisi, HVAC mühendisi, elektrik mühendisi, sıhhi tesisat mühendisi, yangın uzmanı, aydınlatma mühendisi, enerji analiz uzmanı, proje müdürü, maliyet uzmanı, yapı fiziği uzmanı, bina işleticisi, binada çalışacakların temsilcisi şeklindedir. Bu uzmanlar tasarımın değişik aşamalarında ve değişik oranlarda tasarıma katkıda bulunmaktadır [4].

Sürdürülebilir bina; yaşam döngüsü süresince arazi seçimi, yerleşim, tasarım, konstrüksiyon, işletim, bakım ve yıkım süreçleriyle insan sağlığı ve çevre üzerindeki negatif etkileri azaltılmış, enerji, su ve malzemenin etkin olarak kullanımına odaklanmış bir tasarım sonucu ortaya çıkan üründür [1].

Sürdürülebilir gelişme, çevre değerlerinin ve doğal kaynakların savurganlığa yol açmayacak biçimde akılcı yöntemlerle, bugünkü ve gelecek kuşakların hak ve yararları da göz önünde bulundurularak kullanılması 9 ilkesinden özveride bulunmaksızın, ekonomik gelişmenin sağlanmasını amaçlayan çevreci dünya görüşüdür [2].

Sürdürülebilir gelişmenin sağlanması için, üçlü kar hanesi olarak gösterilen, ekonomik, ekolojik ve sosyal gelişmenin birlikte gerçekleşmesi gerekmektedir [4].



Şekil 2.2 Üçlü Kar Hanesi [4]

### **Ekolojik Kalkınma**

- Ekosistem bütünlüğü
- Ekolojik yapay çevre
- Doğal çeşitliliğin devamı
- Atık yönetimi
- Zehirli hammaddelerin yok edilmesi
- Geri dönüşümlü malzeme kullanımı

## **Sosyal Kalkınma**

- Kültürel kimlik
- Yaşam kalitesi
- İnsan sağlığı
- İstikrar, adalet ve kolay erişebilirlik
- Tarafsızlık
- Özürlüleri topluma kazandırma

## **Ekonomik Kalkınma**

- Sağlıklı büyüme ve kalkınma
- Üretimde etkinlik
- Akılcı kaynak ve enerji kullanımı
- Sürekli döngü

Sürdürülebilir yapılar yani diğer bir deyişle yeşil binalar doğal ışık ve iç mekân hava kalitesiyle, kullanıcıların sağlığını, konforunu, üretkenliğini korur ve geliştirir; yapımı ve kullanımı sırasında doğal kaynakların tüketimine duyarlıdır ve çevre kirliliğine neden olmaz. Yıkımından sonra diğer yapılar için kaynak oluşturur ya da çevreye zarar vermeden doğadaki yerine geri döner [2].

En basit terimlerle ifade edilecek olursa, yeşil bir bina, inşaatı, işletmesi ve yıkımı esnasında çevreyi kirletmeyen ve su, enerji, atık ile malzeme kaynaklarını en uygun biçimde kullanan binalardır.

Yeşil bina çevreyi iyileştirmenin bir yoludur. Eğer doğru uygulanırsa kişiye refah, çevre sağlığı ve toplam işletme masrafı gibi yararları vardır. Yeşil bina daha geniş bir bağlamda sürdürülebilir kalkınmanın bir bölümüdür.

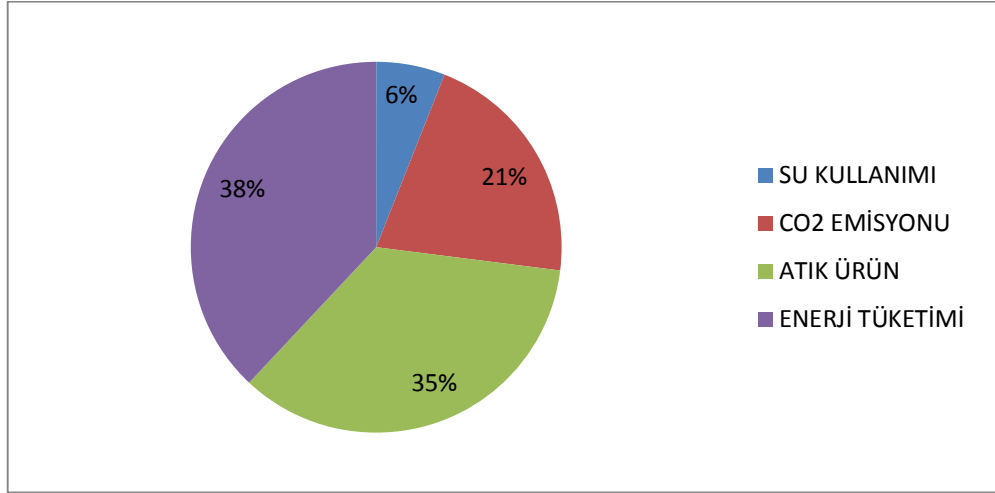
Binalar, yeşil yatırım için odak noktasıdır. Çalışmalar dünyadaki doğal kaynakların başlıca tüketicisinin binalar olduğunu gösterir, bu nedendir ki mimarlar, mühendisler ve müteahhitler bugün inşa edilmekte olan konut ve ticari bina inşaatlarını yeniden değerlendirmektedirler. Sürdürülebilir veya yeşil binalar



daha sağlıklı ve evre dostu, enerji verimli binalar yaratmanın yanında binaların yaşam-döngüsü etkileri dikkate alındığında genellikle büyük oranda çevresel, ekonomik ve sosyal yarar sağlarlar. Ayrıca, yeşil stratejiler erken tasarım aşamasında dikkate alındığında projenin potansiyel piyasa değerini de yükseltir.

Yenilenebilir enerji kaynakları günümüzde oldukça maliyetlidir. Bu nedenle hkmetler tarafından vergi indirimleri ile teşvik edilmesi gerekmektedir, diğer yandan yeşil tasarım, binanın işletme ve enerji maliyetlerini azaltmaktadır. Bina mr dikkate alındığında yeşil bina stratejileri ile bina ekonomisi daha iyi bir konuma gelmektedir [4].

Sürdürülebilir gelişmeler aynı zamanda kullanıcıya iyileştirilmiş iç hava kalitesinin bir sonucu olarak daha sağlıklı ve daha üretken bir çalışma ortamı sağlar [4].



şekil 2.3 Binaların evre zerindeki Olumsuz Etkileri [4]

Binaların kullanımının doğal evre üzerinde ve çevremizdeki sosyal yapı üzerinde kayda değer bir etkisi vardır. Binaların evre üzerindeki olumsuz etkileri grafikte gösterilmiştir.

Sürdürülebilir bina tasarımında iki ana amaç vardır.

- 1) Binalar kullanım süresinde ve var oldukları süre boyunca yapısal çevresel etkilerini azaltarak yeryüzünde ölçülü davranmalıdırlar. Sürdürülebilir yapıların küçük karbon ayak izi olmalıdır.
- 2) Binalar çevresinin psikolojik ve fiziksel refahını geliştirirken insanların pratik ihtiyaçlarına yol göstererek sosyal çevreye pozitif ve uygun bir katkı yapmalıdır.

Yeşil bina tasarımında dikkate alınması gereken ana başlıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir [4].

- Arsa ve ekolojinin sürdürülebilirliği, yer seçimini en iyi şekilde kullanarak kullanıcıları toplu taşımaya teşvik etmek bu sayede yeşil alanları korumak ve ulaşım etkilerini en aza indirmek gerekmektedir. Binayı arsada konumlandırırken güneşin ve mikro iklimin yararlarından en iyi yararlanacak şekilde bina yönlendirilmelidir.

- Sağlık ve konforun sağlanması önemlidir. Doğal havalandırmanın etkin bir şekilde kullanılması iç hava kalitesini yükseltirken kullanıcıların konforunu sağlar.

- Sürdürülebilir olarak temin edilen malzeme kullanımının azami seviyeye çıkartılması ve insanların tehlikeli maddelere maruz kalmasının en aza indirilmesi sağlanmalıdır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve bu sayede yenilenemeyen kaynakların korunması gereklidir.

- Toplam enerji verimliliğinin sağlanmasını güneşten ve yerleşimden doğal ısıtma, soğutma ve güneşin kullanımını kapsarken öncelikli sağlanması gerekenlerin başında gelir.

- Kullanıcı dostu bina yönetim sistemleri kullanılmalıdır.

Bu stratejileri bir bütün olarak uygulamak doğal kaynakları, hava ve su kalitesini koruyarak gelecek nesiller için çevreyi korumaya hizmet eder. Ayrıca konfor, refahı artırıp sağlıklı iç hava kalitesini sürdürerek önemli ölçüde fayda sağlar. Yeşil binalar bakım ve yenileme gereklilikleri için ekonomik olarak yararlıdır. Ayrıca kullanım faturalarını azaltır ve mülk bedelini artırır. Yeşil binalarda yukarıda sıralanan kriterlerin sağlanması halinde getireceği yararlar ise aşağıdaki gibidir [4].

- Enerji tüketimi azalır.
- Ekosistemler korunur.
- Kullanıcı sağlığı yükselir.
- Verimlilik artar.
- Enerji verimli binalar zaman içerisinde bina işletim giderlerini azaltırlar. Enerji tüketimi giderek artan binalarda enerji verimliliğinin sağlanması değerli bir etkidir. Örneğin, binalar pasif güneş enerjisinin yararlarından ve binaya hizmet eden daha uygun bir havalandırma sisteminden faydalanılarak yeşil inşa daha ucuz bir hale getirilebilir.
- Yeşil binalar korumaya katkı sağlar, kısıtlı bir kaynağı korumanın en uygun yollarındandır. Eğer yeni binalar enerji ve malzemeleri koruyan bir teknikle ele alınırsa, bu kaynaklar daha uzun ömürlü olacak ve projelerin kaynak ihtiyacı artışlarını da azaltacaktır.
- Yeşil binaların desteklenmesinin bir başka nedeni de iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yardımcı olmasıdır. Bilim adamları tarafından sera gazlarının son 150 yıldır arttığına dair genel bir kanı vardır ve atmosfer ve okyanuslardaki ortalama sıcaklıkta bu süre boyunca yükselmiştir.

Yeşil binalar sürdürülebilirlik kavramının bir parçasıdır. Günümüzde binaların çevre üzerindeki etkisi göz önüne alındığında bina tasarımında yeşil bina kriterlerini dikkate almadan hareket etmenin toplam iyileşmede büyük bir getirisi olacağı çalışmalar tarafından göz önüne serilmiştir. Bu kriterler her binaya göre değişiklik göstermektedir ancak dikkate alınması gereken kriterlerin ana başlıklara oturtulması

gerekmektedir. Bu nedenle çevresel değerlendirme sistemleri geliştirilmiştir. Çevresel değerlendirme sistemleri binaların daha iyi analiz edilip, yapılması gerekenleri ortaya koyar.

Çevresel değerlendirme sistemleri genellikle üç esas bölümden oluşur;

- *Ana yapı*, mantıklı bir biçimde bir araya getirilmiş çevresel performans kriterleri.
- *Skor verme*, yerine getirilen kriterler sayesinde kazanılan performansa puan veya kredi verilmesi.
- *Sonuç*, toplanan puanlar veya krediler sayesinde binanın toplam performansının seviyesinin belirlenmesi.

Çevresel değerlendirme sistemlerinin işlevleri;

- Sürdürülebilir binalar ve yerleşimler için bir dizi çevresel ölçümler sunmak ve yöntemler geliştirmek
- Sürdürülebilir yapıda resmi politikaları ve yasaları desteklemeyi amaçlamak
- Çevresel sorun ve standartlarda kullanıcı bilincini artırmak
- Binalar için sürdürülebilir tasarımı tanıtmak, teşvik etmek piyasayı sürdürülebilir yapı için harekete geçirmek
- Yapılı çevrede çevresel yönetimi iyileştirmek

Çevresel değerlendirme sistemlerini iyileştirmek için birçok yol vardır [11,12];

- Metot kapsamını tasarım seviyesinde tüm yaşam yaşam döngü seviyesine yükseltmek.
- Ekolojik olmayan belirtilere ve farklı paydaşların yararına daha fazla özen göstermek.
- Uluslararası dayanışmayı arttırmak
- Yasa ve standartlaştırmayı arttırmak.
- Kullanıcıya yönelik değerlendirme sistemlerini geliştirmek.

## 2.1 Dünyada Yaygın Kullanılan Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri

Yeşil bina değerlendirme sistemlerini, bina bazındaki projelerin çevre üzerindeki etkilerini ve doğal kaynakları korumadaki duyarlılıklarını ortaya çıkarmada ölçülebilir bir referansın olmasına olanak sağlayan bir tür değerlendirme sistemleri olarak tanımlamak mümkündür. Dünya’da geçerli olan değerlendirme sistemleri incelendiğinde, bu sistemlerde kriterler değerlendirilirken, o konuyla ilgili ulusal ve uluslararası normlara dayandırılır. Bu normlar, ülkede geçerli olan yönetmelikler, standartlar ve konu ile ilgili kılavuzlardır. Bu sayede sertifika sistemleri normlarla desteklenir ve uluslararası projelere entegre edilir. Binaların şehirlerde yarattığı hava ve çevre kirliliğinin ortaya konmasıyla birlikte; bu duruma önlem olarak yapılaşmanın temel taşı olan binaların daha verimli ve sağlıklı olarak nasıl kullanılabileceği kaygısı oluşmuştur. Bu doğrultuda zaman içinde binaların denetlenmesini hedefleyerek hazırlanan dünya çapında geçerli sertifika sistemleri oluşturulmuştur.

Aşağıda ki Çizelge 2.1’de dünyada kullanılan çeşitli değerlendirme sistemleri temel özellikleri ile birlikte özetlenmiştir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ	BREEAM	LEED	GREEN STAR	CASBEE	HK-BEAM	SBTOOL
AÇIKLAMA	BRE Çevresel Değerlendirme Metodu	Çevre ve Enerji Tasarımında Liderlik	Yeşil Yıldız	Bina Çevresel Etkinliği İçin Kapsamlı Değerlendirme Sistemi	Hong Kong Çevresel Bina Değerlendirme Metodu	Sürdürülebilir Bina Aracı
OLUŞTURULMA TARİHLERİ	1990	1998	2003	2004	1996	1996
SERTİFİKA VEREN KURUM	BRE Bina Araştırma Enstitüsü	USGBC Amerika Yeşil Bina Konseyi	GBCA Avustralya Yeşil Bina Konseyi	JSBC Japonya Sürdürülebilir Bina Konsorsiyumu	BEAM Bina Çevresel Değerlendirme Metodu Kurumu	IISBE Sürdürülebilir Tasarlanmış Çevreler İçin Uluslararası Girişim
ÜLKE / ORIJİN	BRİTANYA	AMERİKA	AVUSTRALYA	JAPONYA	HONG KONG	KANADA

## Çizelge 2.1

### Dünyada Yaygın Kullanılan Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri [4]

Bu bölümde İngiltere ve Amerika çıkışlı olmalarına rağmen dünyanın çeşitli bölgelerinde yaygın olarak kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri olan BREEAM ve LEED' in tanıtılması amaçlanmıştır.

BREEAM ilk geliştirilen ve diğer sistemlere temel teşkil eden sistem olmasından dolayı ilk inceleme konusu olarak seçilmiştir. İkinci olarak Amerika çıkışlı olmasına rağmen büyük bir ticari başarı yakalamış ve birçok bölgede kullanılan LEED sistemi incelenecektir.

#### **2.1.1 BREEAM Yapısı Ve Hedefleri**

Bina Araştırma Kurumu (BRE) İngiltere'de faaliyet gösteren bina endüstrisine çevre koruma ve sürdürülebilir kalkınma ile ilgili destekleyici metotları araştırarak bilgi sağlayan devlet destekli bağımsız bir kuruluştur [21]. BREEAM (Bina Araştırma Kurumu Çevre Değerlendirme Yöntemi), BRE' nin bağımsız uzmanlarla birlikte çalışması sonucu ilk olarak 1990 yılında oluşturulan ve hala en geniş kullanımlı olan çevresel değerlendirme yöntemidir [22]. İngiltere'deki yapı sektörü, iş çevresi ve devletin desteğini alması sistemin etkinliğini

İngiltere'de BREEAM' in oluşturulmasından sonra çoğu ülke sertifika sistemlerinin yerel düzenlemeler, iklimsel koşullar ve tedarik zincirine uymasını sağlamak için kendi sertifika sistemlerini geliştirmişlerdir [16].

Sistemin amacı hangi bina performanslarının kontrol edildiği ve geliştirildiğini belirlemek amaçlı bir çevresel kriterler listesi oluşturmaktır. Crawley ve Aho' ya göre sistem bina sahiplerini ve profesyonelleri yapılan inşaatta hangi çevresel konuların dikkate alındığı konusunda başarılı bir şekilde uyarmaktadır [24].

BRE' ye göre BREEAM' in amaçları; yapıların evre üzerindeki negatif etkisini azaltmak, binaları çevresel avantajları ile tanınır kılmak, kanunlarda belirtilenlerin üzerine çıkan kriter ve standartlar belirlemek, inşaat pazarını binaların çevresel etkilerini minimize edecek yaratıcı çözümler üretmeye teşvik etmek, sürdürülebilir binalara olan talebi arttırmak, bina sahiplerinin, kullanıcıların, tasarımcıların ve işletimcilerin evre üzerindeki etkisi azaltılmış binalara karşı bilinçlenmesini sağlamak, düzenlemelerin kurumsal evre hedeflerine doğru ilerleme göstermelerini sağlamaktır [25].

### **2.1.1.1 BREEAM Değerlendirme Yöntemi Ve Sertifika Kategorileri**

Değerlendirmeler BRE tarafından özel bir eğitim ve sınav sonrası bu hakkı kazanmış BREEAM değerlendirme uzmanları tarafından yapılır. nce projenin hangi kategoriye ait olduğu belirlenir sonra hangi aşama için sertifika alacağı belirlenir. BREEAM sertifikası; projenin Tasarım, Konstrüksiyon Sonrası ya da Yönetim ve Operasyon aşamalarında alınabilir. BREEAM sertifika kategorileri yaygın görülen bina tipleri üzerinden oluşturulmuştur. Her binaya sertifika verilebilir.

BREEAM Sertifika Kategorileri;

- Ekolojik Konutlar
- Adliye Binaları
- Eğitim Binaları
- Endüstriyel Binalar
- Sağlık Yapıları
- Ofis Yapıları
- Alışveriş Merkezleri
- Çoklu Konaklama (Yurtlar, huzur evleri)
- Özel / Bespoke
- Uluslararası olarak belirtilmiştir.

Uluslararası kategoride İngiltere dışındaki yapılar değerlendirilmektedir. Talep olduğu sürece BREEAM şemaları spesifik ülke veya bölgeler için uyarlanabilmektedir. Uluslararası versiyonda Körfez ve Avrupa Bölgeleri için oluşturulmuş iki kategori bulunmaktadır. Kriterler ya da ağırlıkları; iklim, doğal yapı gibi çevresel kriterler, konstrüksiyon ve üretim yöntemleri, yerel ürün ve materyaller, yerel kod ve standartlar ile uygulama teknik şartnamelerine göre farklılaşabilmektedir [25].

Bespoke : Yukarıdaki kategoriler dışında kalan, standart şemalarla kesişmeyen projeler özel hazırlanabilmektedir. BRE tarafından ısmarlama kriterler geliştirilerek oluşturulan bir değerlendirme sistemidir [23].

Yapı, çeşitli performans kriterlerine göre değerlendirilir. Bu kriterlerden alınan puanlar önceden bölgelere göre belirlenmiş ağırlık katsayıları ile çarpılır ve sonuç puanı elde edilir. İlgili kategorideki projeler değerlendirme kriterlerinden aldıkları sonuç puanına göre; Geçer, İyi, Çok İyi, Mükemmel, Seçkin olmak üzere birden beşe kadar aralıkta derecelendirilir [25].

### **2.1.1.2 BREEAM Değerlendirme Kriterleri**

BREEAM yapıları;

- Yönetim
- Sağlık ve konfor
- Enerji
- Ulaşım
- Su
- Malzeme
- Atıklar
- Arazi kullanımı ve ekoloji
- Kirlilik olmak üzere dokuz ana kriter ve bunların alt kriterleri çerçevesinde incelemektedir.



### ➤ **Yönetim**

Yönetim ana kriterinde bina işletmesinin; sistemleri devreye alma, bakım, izleme ve gelişmeye yönelik hedefleri belirleme açısından bina performansına önemli etkisi olduğu belirtilmiştir.

### ➤ **Sağlık Ve Konfor**

Sağlık ve konfor ana kriterinde; içinde yaşanılan veya çalışılan binanın performansının yaşam kalitesini etkilediği belirtilmiştir. BREEAM bu alanda ısıtma, aydınlatma, hava kalitesi gibi çevresel etkenlerin kullanıcı kontrolünde olmasını önermektedir.

### ➤ **Enerji**

Enerji ana kriteri; bina işletiminden ve inşasından doğan CO<sub>2</sub> toplam emisyonlarını düşük enerjili aydınlatma, ölçülebilen sistemler, A enerji sınıfında ürünler ve başarılı bir enerji yönetimi ile azaltmayı amaçlamaktadır [27-30].

### ➤ **Ulaşım**

Bu ana kriterde; binaya ulaşım sırasında oluşan CO<sub>2</sub> toplam emisyonunu azaltmak amaçlanmıştır.

### ➤ **Su**

Bu kriterde; az su harcayan ekipmanların kullanılması, kullanım suyu, yağmur suyu, gri su vb. geri dönüşümünden kazanılan suyun kullanılması kriterlerini içerir, geri dönüşüm standartlarını ve gerekli hesapları tanımlar. Şebeke suyu kullanımının minimuma indirilmesini amaçlar.

Gri su, siyah su(tuvalet suyu) haricinde bir evden boşaltılan atık suların genel adıdır, yani duştan, küvetten ve lavabodan gelen sulardır. Gri su sabun, şampuan, diş

macunu,ve saç gibi maddeleri içerir. Gri su evsel atık sular içinde en büyük orana sahiptir. Genellikle evsel atık suyun %50-%80'i gri sudur.

Gri su geri kazanım sistemi duş, lavabo ve küvetler den gelen az kirli suların atık su tesisatı dışında, ayrı bir tesisat ile toplanarak geri kazanılması işlemidir. Gri su fosseptik atığı içermeyen evsel atık sudur.

Geri kazanılmış gri suyun kullanım suyu olarak kullanılması, su kaynaklarının korunmasına katkı sağladığı gibi doğadaki su dengesi üzerinde de pozitif etkileri bulunmaktadır[37].

#### ➤ **Malzeme**

Bu ana kriter; sadece hammaddelerde değil binadaki tüm malzemelerde BREEAM tarafından oluşturulmuş standartları içeren Yeşil Rehber4'e uyumlu A sınıfı enerji verimli ve geri dönüşümlü içerikli malzemelerin kullanılması esaslarını kapsamaktadır.

#### ➤ **Atıklar**

Bu kriterde; kaynak verimliliğini sağlamak amacıyla atıkların etkin ve uygun bir şekilde değerlendirilmesini amaçlamaktadır

#### ➤ **Arazi Kullanımı Ve Ekoloji**

Bu kriter; atık ya da kirletilmiş alanların yeniden kullanımını, arazinin ekolojik değerini arttırmayı, mevcut ekolojik yapıyı korumayı ve tehlikeye atmamayı, bina metrekaresinin optimizasyonunu ve arazi yerleşimini en iyi şekilde yapmayı hedeflemektedir.

#### ➤ **Kirlilik**

Bu kriter; düşük küresel ısınma potansiyeli olan soğutucu ve izolasyonlar kullanılmasını, sera gazı salınımı minimum olan ısıtma sistemlerinin kullanılmasını, düşük sel riski olan alanlarda yerleşimi ve yüzey suyu akışını azaltmayı, kritik alanlarda yakıt sızıntısını önlemeyi ve filtreleme yapmayı önermektedir [27].

## **2.1.2 LEED Yapısı Ve Hedefleri**

1993 yılında Amerika’da kurulan Yeşil Bina Konseyinin (USGBC) sürdürülebilir bina endüstrisinde yeşil bina tanımlama ve değerlendirmeye yönelik bir sistem arayışı sonucu LEED sertifika sistemi oluşturulmuştur. Dünyada kullanılan sistemlerin gönüllü ve çok katılımlı bir komiteyle incelenmesinin ardından 1998 yılında LEED in pilot versiyonu, Ağustos 1998 yılında yayımlanmıştır. LEED, gönüllü ve konsensusa dayalı bir sistemdir. Çevresel performansı bütün bina perspektifinde ve kullanım süresi üzerinden değerlendirir ve yeşil binayı oluşturan net standartlar oluşturmaya çalışır [20].

LEED’in ana hedefi; yapı sektöründe payı olan bütün kişi ve kuruluşların, yapıların, yaşam döngüsü sürecinde oluşturdukları çevresel etkilere dikkat çekerek, etkinliklerini ve ürünlerini bu etkileri azaltmak doğrultusunda gerçekleştirmeleridir [20].

### **2.1.2.1 LEED Değerlendirme Yöntemi Ve Sertifika Kategorileri**

Değerlendirme, hedeflerin belirlendiği tüm grupların katıldığı “Eco-charette” adı verilen atölye çalışması ile başlamaktadır. Bunun sonrasında yapı U.S. Green Building Council (USGBC)’ye kayıt ettirilir. LEED sertifika sürecinde denetçi sistemi yoktur. USGBC’nin açtığı uzmanlık sınavından geçen kişiler LEED danışmanı olabilirler. Fakat süreç boyunca LEED danışmanı ile çalışma zorunluluğu yoktur, danışman ile birlikte çalışmak ayrı bir puan getirir. Sistem denetleme değil belgeleme esasına dayalıdır ve tamamen şeffaf bir süreçtir. Puan alınması öngörülen kriterlere göre hazırlanan belirli dokümanların USGBC web sayfasına yüklenmesi ve USGBC tarafından incelenmesi sonrası puanlama yapılır. Sertifika dokümanlarında ön koşul olarak belirtilen şartlar sağlanmazsa başvuru kabul edilmez.

LEED Sertifika Kategorileri;

- Yeni Konstrüksiyonlar
- Mevcut Bina Yenilemesi
- Ticari İç Mimari
- Kaba İnşaat ve Dış Cephe
- Okullar
- Hastane ve Klinikler
- Konutlar
- Mahalle Geliştirme ve
- Alışveriş Merkezleri olarak belirlenmiştir [20].

İlgili kategorideki projeler, değerlendirme kriterlerine göre yapılan puanlama sonucu; Sertifikalı, Gümüş, Altın, veya Platin sertifika almaya hak kazanırlar.

2009'da güncellenen LEED'de; uyumluluk ve bölgeselleşme konularına ağırlık verilmiş, kredi ağırlıklarında değişiklikler yapılmıştır [32]. Versiyon 3'de sera gazı salınımı ve iklim değişikliğine etkisi olan ölçütlerin ağırlığı arttırılmıştır [23]. Bu bağlamda toplu ulaşım ağlarına yakınlık, suyun verimli kullanılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gibi kriterlerin puanları arttırılmıştır. Bölgesel kredilendirme sisteminde ise projenin özel konumuna bağlı olarak altı farklı ek puan kategorisi belirlenmiştir. Örneğin Florida eyaletinin kentsel kısımları için mevcut yapı stoğunun kullanılması ek puan getirirken, Michigan Göller Bölgesi'nde tarımsal alanların korunması ve göllere giden atık suyun kalitesinin arttırılması ek puan kazandırmaktadır [32].

### **2.1.2.2 LEED Değerlendirme Kriterleri**

Leed binaları;

- Sürdürülebilir Arazi
- Su Kullanımında Verimlilik
- Enerji ve Atmosfer

- Malzeme ve Kaynaklar
- İç Mekan Yaşam Kalitesi
- Tasarımda Yeni Buluşlar olmak üzere altı ana çevresel kategori ve bunların alt kategorileri çerçevesinde incelemektedir [32-35].

Puanlama sertifika kategorilerine göre değişiklik gösterebilmektedir. Kriterlerin içerisinde ön koşul olarak istenen kriterler ayrıca belirtilmiş, puanlar ön koşul kriterlerinin dışında kalan kriterlerden elde edilmektedir.

#### ➤ **Sürdürülebilir Arazi**

Sürdürülebilir arazi kriterleri genel yaklaşım olarak; yeşil alanlar ile daha önceden yerleşim yapılmamış alanlarda yeni bir yerleşim yapılmasından ve tarım alanlarında, doğal habitata zarar verecek, yerel ya da bölgesel erozyona sebep olacak şekilde yerleşim yapılmasından kaçınılması gerektiğini belirtir. Yeni yerleşimlerin mevcut yerleşimlere, ulaşım ağlarına ve kentsel alt yapılara yakın olması tercih edilmelidir.

#### ➤ **Suyun Verimli Kullanımı**

Ana kriterlerden biri olan bu kriter; bina içi ekipmanları su tasarruflu seçilmesi, bina yaşam döngüsü boyunca bakım, sulama vb. için kullanılacak suyun minimumda tutulması, içme suyunun sulama ve tuvaletlerde kullanılmaması, gri suyun arıtılması ve yeniden kullanılması gibi kriterler gözetilerek suyun verimli kullanılmasını esas alır.

#### ➤ **Enerji Ve Atmosfer**

Yeşil bina tasarımında, enerji gereksinimlerinin azaltılması ve binanın enerji performansını yükselterek işletim maliyetlerini azaltılması önemli birer kriterdir.

### ➤ **Materyal Ve Kaynaklar**

Materyal ve kaynaklar ana kriteri yapı malzemeleri ve kaynaklarda geri dönüştürülebilirlik, yeniden kullanım konularını değerlendirmektedir. Ayrıca yerel malzeme kullanımını destekleyici puanlar bulundurulur.

### ➤ **İç Mekan Yaşam Kalitesi**

İç mekan yaşam kalitesi ana kriteri, iç hava kalitesinin artırılması, düşük emisyonlu malzemelerin kullanılması sonucu kullanıcı sağlığı ve konforunu hedefleyen alt kriterler içermektedir.

## **2.2 Yeşil Bina Sertifikalandırma Sistemlerinin Genel Değerlendirmesi**

Bu kısımda; önceki bölümde incelenen sertifika sistemlerinin farklılıklarının ortaya konması ve avantaj ile dezavantajlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Sertifika sistemleri; genel ve geçerli ölçme standartları oluşturarak yeşil binayı tanımlamak, bütünsel bir bina tasarım yöntemi geliştirmek, yapı sektöründe çevresel liderlik tanımak, yeşil rekabeti teşvik etmek, yeşil binanın yararları konusunda tüketici bilincini artırarak bina pazarını dönüştürmeyi amaçlar [21].

Genel olarak her iki sistemin de yeşil bina kavramının yaygınlaştırılması, farkındalığın ve bilincin artırılması sonucu uygulamalarının çoğalmasıyla sürdürülebilir bir çevreye katkıda bulunmayı amaçladığını söyleyebiliriz. USGBC'ye göre yeşil binaların çevresel, ekonomik ve toplumsal yararları vardır. Çevresel yararlar; ekosistem ve biyolojik çeşitliliği koruma ve geliştirme, su ve hava kalitesini artırma, katı atığı azaltma, doğal kaynakları koruma olarak belirtilmiştir.

Ekonomik yararlar; işletim maliyetlerini azaltma, yapının değerini ve karlılığı artırma, çalışanların üretim ve memnuniyetini artırma, yaşam döngüsü boyunca ekonomik performansı optimize etmek, toplumsal yararlar ise; hava, ısı ve akustik kaliteyi artırma, kullanıcı konforu ve sağlığında iyileştirme, yerel altyapıda yüklenmeyi azaltma, genel yaşam kalitesini artırma olarak belirtilmiştir [31].

BRE'ye göre yeşil binalar; kullanıcılar açısından; iç mekanda gün ışığının etkin kullanımı, ortam şartlarında kullanıcı kontrolünün sağlanması, ortam gürültüsünün azaltılması gibi kriterleri sağlayarak iç ortam kalitesinin artırılması; verimliliğin ve dikkatin artması, kurumsal imajın gelişmesi, çalışanların konforunun artması sonuçlarını yaratmaktadır. Ayrıca esnekliğin artırılması ve işletimsel maliyetlerin azaltılması kullanıcılar açısından avantajlıdır [25].

Ancak sertifikalandırma süreci yaygın olarak ekonomik maliyetleri arttıran bir unsur olarak algılanmaktadır. Bu da yatırımcıyı yönlendirmek adına zorluklar getirebilmektedir. Fakat çeşitli araştırmalara göre ilk yatırım maliyetindeki artışa rağmen bina işletim maliyetlerinin azaldığı ve binaların pazar değerlerinin arttığı görülmektedir. Sertifika almanın toplam maliyet sertifika tipine göre %1 ile %6 arasında olduğu belirtilmektedir.

Hazırlanmış bir projenin çevresel değeri olabilir fakat inşaat maliyetleri çok fazla ise yatırımcı açısından çekici olmayabilir. Bu nedenle çevresel kriterler kadar ekonomik kriterler de değerlendirilmelidir. Ekonomik değerlendirme kriterlerinin BREEAM ve LEED kriterleri içerisine girmediği görülmektedir. Maliyet de kriterlerden biri olarak değerlendirilebilir. Aşırı maliyetli bir yeşil yapı tasarlamak çevresel ve yapım kriterlerini optimize ederek birleştirmeyi amaçlayan yeşil bina kavramı ile uyuşmamaktadır. Yeşil bina üretimini destekleyen birçok firmanın sermayelerini oluşturma süreçlerinin ne kadar çevre dostu olduğu tartışmalıdır. Dolayısı ile maliyetin düşürülmesi kaynakların verimli kullanımı açısından önemlidir.

Yeşil bina kavramının en çok eleştirildiği noktalardan biri, günümüzde bir trend haline gelmesi ve pazarlama aracına dönüşmesidir. Bazı yatırımcılar tarafından sertifika sisteminin marka değeri öne çıkmaktadır. Bu da sertifikalandırma sistemlerini pazarlama aracı olarak görmeyi beraberinde getirmektedir. Bu durumda da sertifika kriterlerinden bazıları göz ardı edilerek kolay puan alınabilecek kriterlerden puan toplama yoluna gidilebilmektedir. Curwell'a göre bir bina enerji

verimliliği gibi bazı ana faktörlerden puan alamasa bile başka marjinal kriterlerden yüksek puan alarak toplamda hedeflediği puana ulaşabilir ve sertifika alabilir [36].

Bir diğer yandan değerlendirme sistemlerinin her ikisi de mevcut yapıların dönüşümü için ayrı bir sertifika vermektedir. Mevcut bir yapının mekanik sistemlerinin iyileştirilmesi, yalıtımının ve malzemelerinin değiştirilmesi; gerçekleştirilmesi zor veya pahalı yöntemler olsalar da mevcut yapı stoğunun çevresel etkileri düşünüldüğünde bu değişimin katkısı büyüktür.

Yerellik konusu çevresel değerlendirme sistemleri için oldukça kritiktir. Çevresel değerlendirme yöntemleri yerel özellikleri dikkate almadıkları için eleştirilmektedirler. Tüm dünyada geçerli kriterler dizisiyle farklı özelliklere sahip bölgelerdeki yapıları değerlendirmeye çalışmak beraberinde sorunlar getirmektedir [25].

Yöresel çeşitlenmeler; iklim koşulları, ekonomik ve kültürel değerler, inşaat sektörünün yapısı, malzeme ve tekniklerdeki farklılıklar, politik yaklaşımlardaki farklılıklar uluslararası uygulanabilirlik iddiasında bulunan LEED sisteminde mutlaka entegre edilmesi gerekli unsurlardır. Ayrıca kredilerin ağırlıklarının yerel önem konularına göre değiştirilmesi ve öncelikli politikalara göre sürekli güncellenmesi gerekliliği de eleştirilerden biridir. Amerika'nın kendi ülke sınırları içerisinde bile çeşitli iklim kuşakları vardır. Değerlendirme sistemlerinin yeni versiyonlarında yerel adaptasyonlara yönelik çalışmalar yaptıkları görülmektedir. Tüm bu eleştiriler ışığında LEED son versiyonunda bölgesel kriterler eklenmiş fakat bu daha önce de belirtildiği gibi henüz Amerika eyaletleri ve Meksika ile sınırlandırılmıştır.

BREEAM ise puanlama sisteminde çeşitli anketler ve bilimsel çalışmalar sonucu bölgesel farklılıklara göre belirlenmiş ağırlık katsayıları kullanmaktadır.

LEED'de bu tarz bir katsayı sistemi yoktur. Bölgeselleştirme çalışmaları kapsamında dört adet bölgesel ek kredi konmuştur. Ayrıca BREEAM'in Avrupa ve Körfez Bölgeleri için ayrı versiyonları bulunmaktadır. Körfez bölgesi versiyonunda



suyun etkin kullanımı kriterlerine ağırlık verilmiştir. Avrupa versiyonu ise EPC standartları ile uyumlu hale getirilmeye çalışılmaktadır. BRE talep olması durumunda farklı versiyonlar üretilebileceğini belirtmektedir. Uluslararası uygulanabilirlik yönünde çalışmaları olan tüm sertifika sistemlerinin bölgesel özelliklere göre çeşitlenmeye başladıkları görülmektedir.

LEED kriterleri daha çok kullanıcı sağlığı ve konfor konularına ağırlık verirken BREEAM çevresel etkilere ağırlık verir. Fakat her iki sistemin son sürümlerinde karbondioksit salınımlarının azaltılmasına dair kredilere ağırlık verdiklerini görüyoruz. Ayrıca Julien'in belirttiğine göre BREEAM Uluslararası sistemi yerel rehberlik içermesi, yönetmelikler ile uyum sağlamaya çalışması, yerel iklim değişkenlikleri ve çevresel öncelikleri dikkate alması bakımından adaptasyonu daha kolay olmaktadır [16].

Her iki sistemde de ilgili kurumlar tarafından değerlendirilmelerin yapılması oldukça detaylı ve uzun sürebilen çalışmalardır. Tabi bu nedenle sürecin kısa süreli projelere adapte edilmesi zordur. Sertifika alma uzun ve kapsamlı bir süreç gerektirir. Her iki sistem de inşaat bitiminde yakalanılan kalitenin ve kriterlerin binanın yaşam döngüsü süresince devam etmesi için çeşitli çalışmalar yapar.

### 3.BÖLÜM

## TÜRKİYE’DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ, YEŞİL BİNA KAVRAMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde Türkiye’de Yeşil binaların tarihsel gelişim süreci ve Türkiye’de enerji verimliliğinden bahsedilmiştir.

### 3.1 Türkiye’de Yeşil Bina Kavramının Tarihsel Gelişimi

Türkiye’de gayrimenkul geliştirme sürecinde sürdürülebilirlik kavramı dünyadaki örneklerde olduğu gibi enerji ihtiyacının ve çevresel sorunların artması sonucunda ortaya çıkmıştır. Türkiye’de bu kavramın önemi gayrimenkul sektöründe yatırımcılar ve geliştiriciler için yeni anlaşılmaya başlanmış olup, ölçülebilir sürdürülebilir ile ilgili somut uygulamalar 2008 yılı içerisinde başlamıştır. Bu nedenle Türkiye’deki tarihsel süreç incelenirken sürdürülebilir gelişmeyi destekleyen uygulamalar dikkate alınmıştır [9].

Özellikle Avrupa Birliği’ne katılım süreci, sürdürülebilir gelişmenin sağlanması için önemli bir adım olmuştur. Ancak bu konunun sadece enerji başlığı altında sınırlandırılması ve henüz gayrimenkul geliştirme sürecinde sürdürülebilirlik kavramının uygulanması için yasalarda destekleyici başlıklar olmaması süreci yavaşlatabilmektedir.

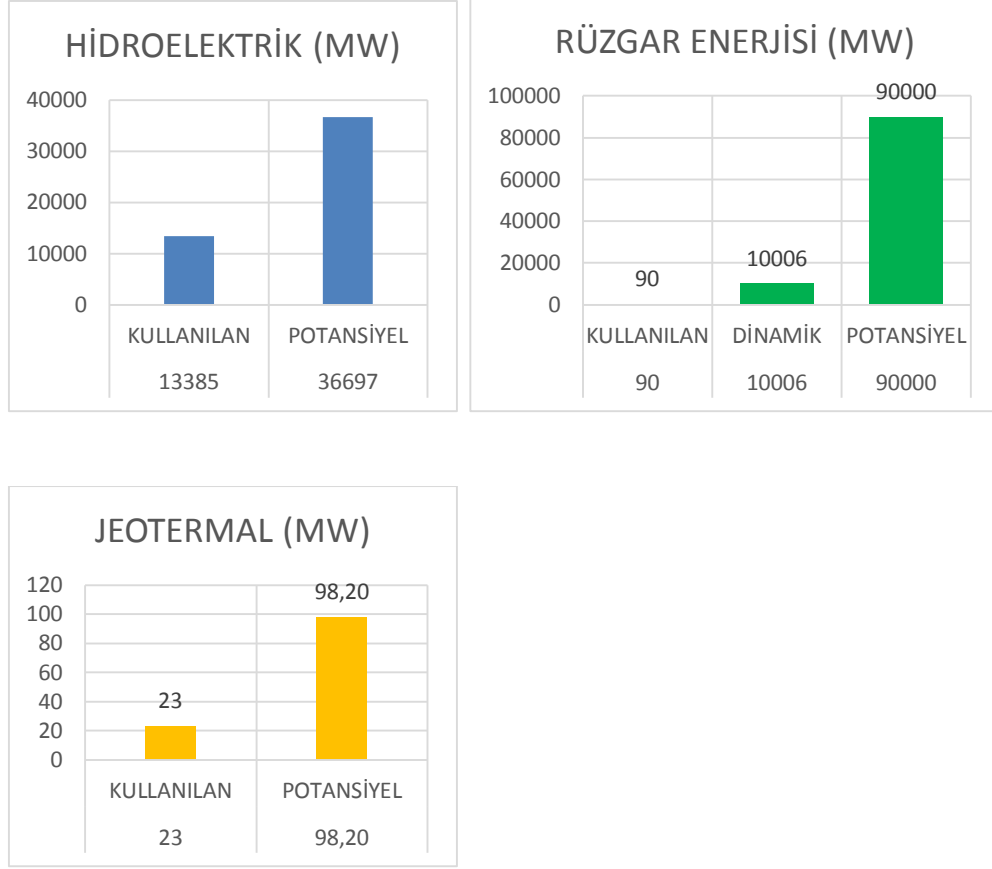
1996 yılında İstanbul’da gerçekleştirilen Habitat II Konferansının sürdürülebilir gelişmenin tarihsel sürecinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Gerek Habitat II’de kabul edilen İstanbul Bildirgesi ve gerekse Habitat Gündeminde sürdürülebilir gelişme kavramı ile insan yerleşimleri arasında sıkı ilişkiye oldukça ayrıntılı olarak değinilmiştir. Habitat gündeminde: “sürdürülebilir gelişme ile ilgili olarak insan yerleşimleri ve sürdürülebilir gelişme süreci birbirini destekleyici ve karşılıklı bağımlılık içinde olacaktır. İnsan yerleşimleri planlı, sürdürülebilir gelişmenin

sorumluluğunu üstlenecek biçimde geliştirilmiş ve iyileştirilmiş olmalıdır ifadesi yer almaktadır” [9].

2007 ile 2013 yıllarını kapsayan ve temel ilkelerinde “doğal ve kültürel varlıklar ile çevrenin gelecek nesilleri de dikkate alan bir anlayış içinde korunması esastır” ifadesi yer alan DPT 9. kalkınma planında belirtildiği gibi, VIII. Plan döneminde, ekonomik büyüme ve nüfus artış paralelinde birincil enerji ve elektrik enerjisi tüketiminde önemli artışlar kaydedilmiştir. Plan döneminde birincil enerji tüketimi yıllık ortalama %2.8, elektrik enerjisi tüketimi ise yıllık ortalama %4,6 artmış bulunmaktadır [10]. Bunun sonucunda enerji verimliliği konusundaki kalkınma planları ve enerji kanununda düzenlemeler yapılmış ve araştırma-geliştirme çalışmalarına hız verilmiştir. Bu çalışmalar özellikle elektrik, doğalgaz ve petrol enerjisi üzerinedir. Gayrimenkul geliştirme sürecinde yeşil bina kavramının gündeme gelmesi bu süreçte hızlanmıştır.

Türkiye’de İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin kabulü, 21 Ekim 2003 tarih ve 25266 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 4990 sayılı “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Katılmamızın Uygun Bulunduğuna Dair Kanun” ile gerçekleşmiştir. Buna göre 24 Mayıs 2004 tarihi itibarı ile BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olarak, politikaların bu durumu göz önüne alarak düzenlenmesi taahhüt edilmiştir.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 2005 yılında hazırlanmaya başlanıp, 2007 yılında tamamlanan İklim Değişikliği 1. Ulusal Bildirim Raporunda Türkiye’deki sera gazı ve CO<sub>2</sub> eşdeğerleri, sektörlere ve yakıt cinsine göre enerji tüketim verileri belirlenmiş, ulusal CO<sub>2</sub> emisyon senaryoları oluşturulmuştur. Rapora göre Türkiye’deki sera gazı emisyonu 1990-2005 yılları arasında iki katına çıkmıştır. Raporda ayrıca Türkiye’nin yenilenebilir enerji potansiyelleri de belirlenmiştir. Şekil 3.1’de gösterildiği üzere yenilenebilir kaynaklarda Türkiye potansiyelinin çok altında kullanım yapılmaktadır. Rapor, yapılacak çalışmalar ve uygulanacak politikalar açısından önemli veriler içermektedir.



Şekil 3.1 Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli [10]

24 Temmuz 2003 tarih ve 25178 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı; Avrupa Birliği'ne katılım sürecinde kısa ve orta vadede gerçekleştirilmesi öngörülen çalışmaları içermektedir. Söz konusu programda enerji konusunun yer aldığı on dördüncü bölümde "enerji verimliliği ile ilgili mevzuat uyumunun sağlanması" kısa vadeli hedefler arasında yer almaktadır. Mevzuat uyum takviminde Avrupa Topluluğunda enerji verimliliğine ilişkin 7 Aralık 1998 tarihli konsey teklifine karşılık gelen Enerji Verimliliği Kanunu 2007 yılında ve Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik 2008 yılında yürürlüğe girmiştir.

15 Şubat 2008 tarihli 2008/2 sayılı Başbakanlık Genelgesi ile kamu kurum ve kuruluşlarında enerjinin etkin ve verimli kullanılmasına yönelik tedbirler belirlenmiştir. Bu Genelge ile “Ulusal Enerji Verimliliği Hareketi” başlatılmış ve 2008 yılı “Enerji Verimliliği Yılı” ilan edilmiştir. Enerji verimliliğinin süratle ve etkili bir şekilde arttırılabileceği tedbirler arasında, aydınlatma amacıyla kullanılmakta olan akkor flamanlı lambaların yaklaşık 5 kat daha tasarruflu olan kompakt flüoresan lambalarla değiştirilmesi hususuna öncelik verilmektedir. 13 Ağustos 2008 tarihli 2008/19 sayılı Başbakanlık Genelgesi ile tüm kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler ve kamu kurumu niteliğindeki meslek odalarının bir ay içinde kendi sorumluluklarında bulunan yerlerdeki mevcut akkor flamanlı lambaları tasarruflu ampullerle değiştirmeleri zorunlu kılınmıştır.

Avrupa Birliği uyum sürecinde, çevre ve enerji alanında atık yönetimi, saha rehabilitasyonları, emisyonlar ve gürültü konularında önemli ilerlemeler gerekmektedir. Enerji Bakanlığı Faaliyet Raporlarına göre Çevresel Etki 1998 yılında kabul edilen TS 825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” ile binalardaki ısı kayıplarının azaltılması, enerji tasarrufu sağlanması ve uygulama esaslarının belirlenmesi amacıyla hazırlanan ve 2000 yılında kabul edilen “Isı Yalıtım Yönetmeliği” bir yasal uygulama örneğidir [11].

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDCS) 1992 tarihinde Rio De Janeiro’da yapılan Dünya Zirvesinde kabul edilmiş olup, 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye bu sözleşmeye 24 Mayıs 2004 tarihinde resmen taraf olmuştur. uzun süre Kyoto Protokolü’nü imzalamayan Türkiye 30 Mayıs 2008’de Protokolü imzalayacağını resmen açıklamıştır. 5 Haziran 2008 tarihinde Protokolün imzalanmasına ilişkin tasarı meclise sunulmuştur. Türkiye'nin, Kyoto Protokolüne katılmasının uygun bulunduğuna ilişkin kanun tasarısı 05.02.2009 tarihinde TBMM Genel Kurulunda kabul edilerek yasalaştı. Türkiye protokolü imzalayan 189.ülke olmuştur [38].

Bu sözleşmeye taraf olan ülkeler, sera gazları emisyonlarını yapılacak ulusal programlarla 1990 yılı seviyesine indirmeye ve gelişme yolundaki ülkelere de teknolojik ve mali kaynak aktarmayı kabul etmektedirler. Bu amaçla, ulusal sera gazları envanterlerinin hazırlanarak bildirimlerinin yapılması ve emisyon

indirimleri için alınacak tedbirler içeren programlar geliştirilmesi, Çerçeve Sözleşmenin bağlayıcı hükümlerindedir.

Protokolün ana amacı altı sera gazının 2008-2012 tarihleri arası beş yıllık ortalama emisyon değerlerini azaltmaktır [38].

### **İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü**

BM İklim Değişikliği konferansı aldığı kararla, Kyoto Protokolü'nün ikinci taahhüt döneminin 2020'ye kadar uzatılmasına karar verdi. Konferans neticesinde 2012 yılı itibariyle geçerliliğini yitirecek olan Kyoto Protokolü'nün ikinci taahhüt döneminin 2020'ye kadar uzatılmasına karar verildi. Avrupa Birliği'yle, Avustralya ve diğer birçok sanayileşmiş ülkenin karbondioksit salımlarında 2020'ye dek kesinti yapmalarını öngören maddeyi kabul etmesiyle anlaşmaya varıldı. Ancak yeni durumda Kanada, Yeni Zelanda, Japonya ve Rusya'nın protokolden çekilmesi nedeniyle emisyon azaltımı gerektiği gibi gerçekleşemeyecek. ABD sürüm azaltmak için yapacağı yatırımların, ürettiği mal ve hizmetlerin fiyatını artıracığı, bunun sonucu olarak pazar kaybı, işsizlik, ekonomik ve benzeri kayıplara uğrayacağını düşünerek Kyoto Protokolünü imzalamamıştır[39].

### **3.2 Türkiye'de Yeşil Bina Sertifikasyonu**

Türkiye'de mevcutta yeşil bina olarak adlandırılan yapılar; ağırlıklı olarak LEED ve BREEAM sertifikası almış projelerdir. Türkiye'nin kendine özgü bir sertifika sistemi bulunmamaktadır. Fakat Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği bu konuyla ilgili çalışmalarını sürdürmektedir [11].

Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği, binaların sertifika olarak yeşil bina kriterlerine göre yapılması için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Enerji Bakanlığı, Mimar Mühendisler Odası ile Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği (İMSAD) gibi kurumlardan destek almaktadır. Türkiye'de geliştirilecek bir sertifikanın, diğer uluslararası sertifikalara göre en büyük avantajı sertifika gelirinین yurt içinde

kalacak olmasıdır. Böylece dışarıya kaynak transferi de engellenmiş olacaktır. ÇEDBİK'in uzun vadedeki hedefi Türkiye'ye has bir Bina Çevresel Değerlendirme Metodunun oluşturulmasıdır. Bu adımda dünyadaki sertifika sistemlerinden birinin Türkiye'ye uyarlanması düşünülen alternatifler arasında yer almaktadır.

### **3.3 Türkiye'deki Sürdürülebilir Tasarım ve Enerji Verimliliği İle İlgili Yasal Çerçeve Ve Standartlar**

#### **3.3.1 Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın Çalışmaları**

Enerji Bakanlığına göre insan kaynaklı sera gazı salımında enerji sektörünün tüm diğer sektörlerden çok daha yüksek bir payının olması, iklim değişikliği çerçevesinde alınacak ve uygulanacak önlemlerin de ağırlıklı olarak bu sektörde gerçekleşmesi gerektiğini belirtmiş, dünyada iklim değişikliği ile enerji politikaları birbirine entegre edilmiş olduğunu vurgulayarak, özellikle sera gazı azaltımı yönünde taahhütte bulunan ülkelerin tüm enerji politikalarını bu çerçevede şekillendirmek durumunda kaldıklarının altı çizilmiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın görevleri arasında yabancı enerji kaynaklarına bağımlılığın azaltılması, enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması bulunur. Örnek uygulamalar esas alınarak son yıllarda çıkartılan kanun ve yönetmelikler pratikte farklı uygulamaları beraberinde getirmektedir.

Enerji bakanlığı tarafından; enerji üretiminde çevreyi en çok kirleten fosil yakıtlardan olan kömürün konvansiyonel yakma sistemleriyle yakılmasının çevreye olan olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik yeni yakma teknikleri ve baca gazı arıtma sistemleri uygulanmaya başlanmıştır. Son yıllarda çevreyi en az kirletecek teknolojiler uygulamaya konulurken diğer taraftan yüksek verimle yakıt rezervlerinin en ekonomik şekilde kullanımını sağlayacak, dolayısıyla da daha az

çevresel etkiyle enerji üretebilecek teknolojilerin geliştirmesi ve uygulamaya konulmasına yönelik çalışmalara ağırlık verilmektedir [19].

Büyükşehir Belediyeleri çöp atıklarının çözümüne yönelik olarak atık yakma ve enerji üretim tesisleri kurmaya başlamıştır. Türkiye’de toplam 15.6 MW’lık kurula güce sahip biyokütle ve atık yakıt kaynaklı 4 adet yüksek verimli kojenerasyon tesisi kurulmuştur. Elektrik üretim, iletim ve dağıtımından kaynaklanan kayıpların azalması emisyonları azaltılması hedeflenmiş, elektrik dağıtım faaliyetlerinin özelleştirilmesi çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. Enerji Bakanlığı tarafından Türkiye’de elektrik dağıtımında kayıp-kaçak oranının düşürülmesi ve kamu santrallerinde verimliliği yükseltmesi amacıyla çalışmalar da yapılmaktadır. Rüzgar türbinleri, güneş, çok amaçlı jeotermal kaynak kullanımı gibi yenilenebilir kaynaklar ile yüksek verimli ve daha az emisyona yol açan kojenerasyon tesislerinin yapılması desteklendiği belirtilmekte, ilgili mevzuatlar ile destek ve teşvikler sağlanmaktadır.

- **Enerji Verimliliği Kanunu**

18.Nisan 2007’de kabul edilen 5627 no’lu Enerji Verimliliği Kanunu; enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesini ve çevrenin korunmasını sağlamak için, enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasını amaçlamaktadır. Kanun, endüstriyel işletmeleri, binaları, elektrik enerjisi üretim tesislerini, iletim ve dağıtım şebekelerini kapsamaktadır. Kanunun; bilinçlendirme ve eğitim, enerji verimliliği hizmetlerinin yerine getirilebilmesi için idari yapılanma ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımın yaygınlaştırılması olmak üzere üç temel stratejisi bulunmaktadır [21].

Kanun; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine, yenilenebilir enerji



kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak usul ve esasları kapsar. Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemlerin uygulanması ile özellik veya görünümleri kabul edilemez derecede değişecek olan sanayi alanlarında işletme ve üretim faaliyetleri yürütülen, ibadet yeri olarak kullanılan, planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan, yılın dört ayından daha az kullanılan, toplam kullanım alanı elli metrekarenin altında olan binalar, koruma altındaki bina veya anıtlar, tarımsal binalar ve atölyeler, bu kanun kapsamı dışındadır [22].

(Kojenerasyon kısaca, enerjinin hem elektrik hem de ısı formlarında aynı sistemden beraberce üretilmesi olarak tanımlanabilir. Sistemden dışarıya atılacak olan ısı enerjisinin büyük bir bölümü de kullanılabilir enerjiye dönüştürülerek toplam enerji girişinin % 70-90 arasında değerlendirilmesi sağlanabilir. Bu tekniğe "birleşik ısı-güç sistemleri" ya da kısaca "kojenerasyon" denmektedir)

Enerji Kaynaklarının Ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik 5627 no'lu Enerji Verimliliği Kanunu'na dayanarak hazırlanmış yönetmeliğin amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Yönetmelik, üniversitelerin, meslek odalarının ve enerji verimliliği danışmanlık şirketlerinin yetkilendirilmesine; enerji yönetimi uygulamalarına; enerji yöneticileri ile enerji yönetim birimlerinin görev ve sorumluluklarına; enerji verimliliği ile ilgili eğitim ve sertifikalandırma faaliyetlerine; enerji etütleri ve verimlilik artırıcı projelere; endüstriyel işletmelerde, verimlilik artırıcı projelerin desteklenmesine ve gönüllü anlaşmalara; talep yönetimine ve idari yaptırımlara ilişkin uygulama esaslarını kapsamaktadır [19].

### **3.3.2 Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çalışmaları**

9 Ağustos 1983 yılında kabul edilen Çevre Kanununun birincil amacı; bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma

ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır. Sürdürülebilir kalkınma kavramı ise bugünkü ve gelecek kuşakların, sağlıklı bir çevrede yaşamasını güvence altına alan çevresel, ekonomik ve sosyal hedefler arasında denge kurulması esasına dayalı kalkınma ve gelişme olarak tanımlanır.

Çevrenin korunması, arazi ve kaynak kullanımı, atık yönetimi, kirlenme ve bozulmanın önlenmesi gibi konularda kapsamlı ilkeler benimsenmiştir. Çevre kanununa ek olarak; Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Çevre Denetimi Yönetmeliği, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği ayrıca illere göre hazırlanmış ayrıntılı il çevre durum raporları da yer almaktadır [20,21].

17 Temmuz.2008'de yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi yeni yönetmeliğinde Çevresel Etki Değerlendirmesi; gerçekleştirilmesi planlanan projelerin çevreye olabilecek olumlu ve olumsuz etkilerinin belirlenmesinde, olumsuz yöndeki etkilerin önlenmesi ya da çevreye zarar vermeyecek ölçüde en aza indirilmesi için alınacak önlemlerin, seçilen yer ile teknoloji alternatiflerinin belirlenerek değerlendirilmesinde ve projelerin uygulanmasının izlenmesi ve kontrolünde sürdürülecek çalışmalar olarak tanımlanmıştır. Yönetmelikte ÇED raporu istenen tesisler; her türlü rafineriler, termik güç santralleri, Radyasyonlu nükleer yakıtlar, her türlü fabrika ve üretim tesisleri, endüstriyel ölçekte üretim yapan kimya tesisleri, patlayıcı ve parlayıcı maddelerin üretildiği tesisler, yollar, geçişler ve havaalanları, su yolları, limanlar ve tersaneler, tehlikeli ve özel işleme tabi atıklar, atık depolama tesisleri, atık barajları, atık havuzları, yeraltı suyu çıkarma veya suyu yeraltında depolama projeleri, boru ile içme suyu taşımaları dışında kalan büyük su aktarma projeleri, su depolama tesisleri, nehir tipi santraller, atık su arıtma tesisleri, et ve süt ürünleri üretim tesisleri, tüm hayvan besi tesisleri, her türlü entegre üretim projeleri, beş yüz oda ve üzeri turizm konaklama tesisleri,

tatil köyleri ve turizm kompleksleri, her türlü taşıt üretim fabrikaları olarak ayrıntılı bir şekilde tanımlanmıştır [20].

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından 2000 yılında yürürlüğe alınan “Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği” ve Aralık 2008’de yürürlüğe giren “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” önemli çalışmalardır.14 Haziran 2000 tarihinden sonra yapılan binalar; standart ve yönetmeliklerin koşullarına uymak zorundadır. Isı Yalıtımı Yönetmeliği; binalardaki ısı kayıplarının azaltılmasına, enerji tasarrufu sağlanmasına ve uygulamaya dair usul ve esasları kapsar.

Kullanılan tüm standartlarda TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Kurallarına gönderme yapılmıştır. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinin amacı; dış iklim şartlarını, iç mekan gereksinimlerini, mahalli şartları ve maliyet etkinliğini de dikkate alarak, bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesini, birincil enerji ve karbondioksit emisyonu açısından sınıflandırılmasını, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunmasını düzenlemektir [23].

### **3.3.3 Turizm ve Kültür Bakanlığı’nın Çalışmaları**

Sürdürülebilir turizm kapsamında, çevrenin korunması, çevre bilincinin geliştirilmesi, turistik tesislerin çevreye olan olumlu katkılarının teşvik edilmesi ve özendirilmesi amacıyla, 1993 yılından itibaren talep eden ve aranılan nitelikleri taşıyan konaklama tesislerine, Çevre Bakanlığınca Çevre Dostu Kuruluş Belgesi (Çam Simgesi) verilmektedir. Bu sınıflandırma sistemi, Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından güncelleştirilmiş ve geliştirilmiş olup “Turizm İşletmesi Belgeli Konaklama Tesislerine Çevreye Duyarlı Konaklama Tesisi Belgesi Verilmesine Dair 2008/3 no’lu Tebliğ” olarak, 22 Eylül 2008 tarih ve 27005 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir [24].

Turizm sektörünün görüşleriyle AB ve uluslararası kriterler göz önüne alınarak hazırlanan proje, gönüllülük esasına dayanmaktadır. "Yeşil Yıldız" için başvuran

tesis, su ve enerji tasarrufundan yatak odalarındaki düzenlemelere, duşlar ve tuvaletlerden, deterjan ve atıklarına, 10 başlık altında, farklı puanlara sahip 122 kriter üzerinden değerlendirilecektir. Asgari puanlar, konaklama işletmelerinin kapasiteleri ve çevreye olan etkileri dikkate alınarak, tesislerin tür ve sınıflarına göre düzenlenmiş puanlama sisteminde, işletmelere temel kriterler dışında kalan, diğer kriterler arasında seçim yapma imkanı sağlanmıştır [25]. Tür ve sınıfına ilişkin belirlenen asgari puanı aşan tesislerden, simgesi yıldız olan konaklama tesislerinin plakalarında sınıflarını gösteren yeşil yıldız işareti üzerinde Çevreye Duyarlı Tesis ibaresi ile birlikte yer alacaktır. Bakanlığa göre Çevreye Duyarlılık Kampanyasının amaçları; çevrenin korunması, çevre bilincinin geliştirilmesi, Turistik konaklama işletmelerinde çevreye duyarlı yapılaşmanın ve işletmecilik özelliklerinin teşvik edilmesidir. Çevreye Duyarlılık Kampanyası su tasarrufunu, enerji verimliliğinin arttırılmasını, çevreye zararlı maddelerin tüketiminin ve atık miktarının azaltılmasını, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edilmesini, konaklama işletmelerinin yatırım aşamasından itibaren çevreye duyarlı olarak planlanmalarını, turistik tesisin çevreye uyumunu, çevreyi güzelleştirici düzenleme ve etkinlikleri, ekolojik mimariyi, çevreye duyarlılık konusunda bilinçlendirmeyi, eğitim sağlanmasını, ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliği yapılmasını amaçlamaktadır.

Değerlendirme Kriterleri aşağıda belirtilmiş on kategoride toplam yüz yirmi iki kriter toplanmıştır [26].

- Genel Yönetim
- Eğitim
- Tesis Yatak Odalarındaki Düzenlemeler
- Tesisin Çevreye Uyumu, Çevreyi Güzelleştirici Düzenleme ve Etkinlikler,
- Ekolojik Mimari
- Enerji
- Tesiste Enerji Verimliliği ve Tasarrufuna Yönelik Önlem ve Çalışmalar
- Tesiste Güneş, Rüzgar, Jeotermal, Hidro, Dalga Enerjisi, Biogaz vb. Yenilenebilir Enerji Kaynağı Kullanımı

- Su
- Deterjanlar, Dezenfektanlar ve Tehlikeli Kimyasal Maddeler
- Atıklar
- Diğer Hizmetler

Mevcut turizm yapılarının belirtilen kriterler çerçevesinde yenilenmeleri ve bunun sonucunda bir sertifika verilmesi Türkiye'deki turizm yapılarının sayısını düşündüğümüzde oldukça olumlu bir yaklaşımdır. Ancak sıfırdan yapılan turistik tesisler için ise çok daha kapsamlı bir sistem gereklidir. Ayrıca sertifikalandırma süreçlerinin ölçüm ve denetim hizmetleri şeffaf ve çok katılımlı olmalı, binanın yaşam döngüsü boyunca kriterlerin sürekliliği sağlanmalıdır.

Çizelge 3.1 ve 3.2'de belirtildiği gibi tatil tesisleri sınıf ve lokasyonlarına göre belirlenmiş asgari sayıda puanı almak zorundadırlar [25].

<b>TATİL TESİSLERİ</b>	
<b>SINIFI</b>	<b>ASGARİ PUAN</b>
5 YILDIZLI TATİL KÖYÜ	330
5 YILDIZLI OTEL	300
4 YILDIZLI TATİL KÖYÜ	280
4 YILDIZLI OTEL	230
3 YILDIZLI OTEL	170
1-2 YILDIZLI OTEL-DİĞER KONAKLAMA TESİSLERİ	140

<b>ŞEHİR TESİSLERİ</b>	
<b>SINIFI</b>	<b>ASGARİ PUAN</b>
5 YILDIZLI OTEL	250
4 YILDIZLI OTEL	200
3 YILDIZLI OTEL	170
1-2 YILDIZLI OTEL-DİĞER KONAKLAMA TESİSLERİ	140

Çizelge 3.1 - Çizelge 3.2 Yeşil Yıldız Sertifika Sistemi Puan Tablosu

### **3.3.4 Belediyelerin Çalışmaları**

Belediyelerin birbiri ile benzeyen strateji raporlarında benzer genel hedeflerin ön plana çıktığını görebiliriz. Raporlarda; atık su konusunda; atık su ve yağmur suyu altyapısı olmayan yerlerde çalışmaların tamamlanması, mevcut atık su arıtım sisteminin bakım ve onarımının yapılması; katı atık konusunda; sürdürülebilir katı atık bertarafı ve geri dönüşümün sağlanması, yeşil alanlar konusunda; kent temizliği ve aktif yeşil alanların standartlarının yükseltilmesi, kişi başına düşen aktif yeşil alanların artırılması, hava kirliliği konusunda; hava kalitesinin standardının yükseltilmesi ve kirlilik ölçümlerinin yapılması olarak belirtilir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı İSTAÇ'ın projeleri arasında çöp gazlarından elektrik üretimi, çöp sızıntı sularının arıtılması, katı atıkların geri dönüşümü çalışmalarını sayabiliriz. Bu çalışmalar kapsamında "İstanbul için AB Çevre Mevzuatı ile Uyumlu Entegre Katı Atık Yönetimi Stratejik Planı" ile 2025 yılına kadar İstanbul'daki katı atık yönetimi stratejileri ve hedefleri belirlenmiştir [22].

### **3.3.5 Bağımsız Girişimler**

#### **3.3.5.1 Çevre Dostu Binalar Derneği**

Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği; 2007 yılında kurulmuştur. Binaların ve yaşanan alanların yaşam kalitesini artırmaya yönelik, sosyal ve çevresel sorumluluk bilinciyle inşa edilmesi ve yaşatılması amacıyla kurulmuş kar amacı gütmeyen bir sivil toplum örgütüdür [25].

Dernek Dünya Çevre Dostu Binalar Derneği şemsiyesi altında bir konsey amacıyla kurulmuştur. ÇEDBİK, sürdürülebilir inşaat konusunun çevre dostu binalar aracılığıyla yaygınlaştırılmasını sağlamak ve bu konuda çalışmalar yapan veya yapacak kişi ve kuruluşlara destek verir. Bu amaçla bir çok araştırma sürdürmekte ve konferans ve yayınlar yapmaktadır [25].

Yerel bir sertifika sistemi oluştururken dünyada kullanılan sertifika ve uygulamaların incelenmesi, Türkiye'nin coğrafya, iklimsel ve depremsel yapısına uygun olarak düzenlenmesine çalışılmaktadır. Dernek mühendisler, mimarlar, planlamacılar, konuyla ilgili başka dernekler, malzeme üreticileri mal sahipleri, bina yöneticileri binalarda yaşayan kişiler ve devletin konuyla ilgili organlarındaki kişilerle birlikte çalışmaktadır. Sertifika komitesi derneğin kurulduğu ilk senede yeşil bina kavramı ile ilgili uluslararası çalışmalarını Türkiye'ye aktarmaya çalışmış, yerel sertifika komitesi 2009 itibariyle çalışmalarına başlamıştır. Dünyada en yaygın kullanılan sertifika sistemlerinin detaylı bir karşılaştırmasını yaptığımızda bunların birbirine temelde benzerlik gösterdiğini ancak bazılarının bütün ülkelerde kullanılırken, bazılarının yerel olarak kullanıldığını görürüz. Buradan yola çıkarak, ÇEDBİK sertifika komitesi dünyada en yaygın olarak kullanılan LEED ve BREEAM sertifikalarına yoğunlaşmıştır. Yerel sertifika sistemi oluşturma çalışmalarının dışında ÇEDBİK; BREEAM ve LEED konularında eğitimler de vermektedir.

### **3.3.5.2 Diğer Bağımsız Girişimler**

İTÜ Mimarlık Fakültesi tarafından geniş katılımı yürütülen SERG (Sürdürülebilir Enerji Araştırma Grubu) enerji bilinci ve çevreye duyarlı bina ve yerleşimler ile yenilenebilir enerji teknolojileri ile ilgili eğitim hizmetleri vermektedir [26].

ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Haluk Pamir tarafından 2006 yılında kurulan Mimarlık Fakültesi Mimarlık, Araştırma, Tasarım, Planlama ve Uygulama Merkezi (MATPUM)'un temel çalışma alanı, bina ölçeğinden bölge ölçeğine mimarlık, tasarım, planlama ve uygulamayı kapsamaktadır. ODTÜ-MATPUM, TÜBİTAK, TC Başbakanlık Toplu Konut İdaresi (TOKİ), Emniyet Genel Müdürlüğü, Türk Kızılay Derneği, Dış Ticaret Müsteşarlığı, NATO ile birlikte çalışmalar yapmaktadır.

MATPUM'un Doç. Dr. Abdi Güzer tarafından tasarlanan binasının tasarım, inşaat ve işletim süreci "Enerji Etkin Bina" konseptine en uygun olarak yapılmıştır. Binanın yenilenebilir-etkin enerjileri farklı ölçek ve mekansal bağlamlarda uygulamaya yönelik alternatif modeller geliştiren, uygulama alanındaki aktörlere, sektörler için önemli girdiler sağlayan, çeşitli kurum ve kuruluşlara danışmanlık ve eğitim verebilen, ulusal ve uluslararası ortaklıklarla proje geliştiren bir merkez olması amaçlanmaktadır [26].

Yapı Endüstri Merkezi ekoloji, sürdürülebilirlik, enerji konuları ile ilgili bir çok yayın, konferans ve araştırma yürütmektedir.

Bunların dışında enerji verimliliği ile ilgili danışmanlık veren ve sertifika sistemlerinin zorunlu kriterlerinden biri olan enerji modellemesi yapan firmaların sayısı artmaktadır.

### **3.4 Kanun ve Yönetmeliklerin Değerlendirilmesi**

Türkiye'de son yıllarda çevre ile ilgili bilinçlenmenin ve bu konudaki çalışmaların artarak çoğaldığını görüyoruz. Son iki senede ise ekolojik tasarımın gündemindeki yeri oldukça artmıştır. Mimar Selçuk Avcı diğer ülkelerden farklı olarak Türkiye'de ekolojik tasarım kavramının zeminden tepeye doğru ilerlediğini ifade etmiştir. Özellikle İngiltere'de hükümetin yeşil politikaları bir yaptırım olarak değerlendirmesi ve teşvik etmesi ile sistem tepeden zemine doğru oluşmuştur. Dolayısıyla ilk olarak yatırımcı firmalar bu konuyu talep etmektedirler. Avcı'ya göre bu bilinç Türkiye'de mimar ile başlamış, müşterin bilinçlenmesi, politikaların oluşturulması bunu takip etmiştir [22].

Kanunlar açısından baktığımızda AB uyum süreci kapsamında; enerjinin verimli kullanılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili kanun ve yönetmeliklerin oluşturulmaya başladığını görüyoruz. Tüm bu çalışmalarda dikkati çeken Türkiye'deki çalışmaların enerji verimliliği konusuna odaklandığıdır. Enerji konusu sürdürülebilir tasarımın önemli bir parçasıdır ve enerji konusundaki



politikalar öncelikle devlet tarafından belirlenmeli ve teşvik edilmelidir. Bunun yanında malzeme, arazi seçimi, atık yönetimi gibi diğer sürdürülebilir yapı kriterleri ile ilgili çalışmaların artması gerektiğini söyleyebiliriz. Enerjinin pahalılığı ve Türkiye'nin bu konudaki dışa bağımlılığı dikkate alındığında öncelikli olarak enerji verimliliği konusuna yönelmenin gerçekçi olduğu söylenebilir. Enerji verimliliği odaklı yaklaşımda ısı yalıtımı konusu ağırlık kazanmaktadır. 4. Uluslararası Yapı Fiziği Konferansı kapsamında Bayraktar'ın belirttiğine göre, "TS 825 'Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları' standardı uyarınca, sadece 14 Haziran 2000 tarihinden sonra yapılan binalarda ısı yalıtımı yapılması zorunludur, iyimser bir tahminle ülkemizdeki toplam bina stoğunun %5,6'sı, toplam konut stoğunun ise %10,2'si TS 825-Binalarda Isı Yalıtım Kurallarına uygundur." İstatiklere veri olan yapılar ruhsatlı yapılardır. Bunların dışında kaçak yapı oranının %60'larda olduğu düşünüldüğünde durum çok daha çarpıcı bir hal almaktadır. Türkiye'de kanunlar incelendiğinde bir çok alanda yeterli oldukları görülmekle birlikte uygulamalarının oldukça sorunlu olduğu bilinmektedir. AB uygulamaları esas alınarak oluşturulan bu kanunların ulusal politikalara adapte edilmesi, uygulanabilirliğinin arttırılması ve tüm sektörlerin bu konuda bilinçlendirilmesi gereklidir.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Yasa Tasarısı'nın TMMOB tarafından yapılan açıklamada; ülkemiz koşulları göz önünde bulundurularak, sektörel planlama, bilimsel araştırma ve teknoloji geliştirme altyapısı kurulmaksızın, bir teşvik mekanizmasına indirgenen mevcut yasa taslağı ile, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimine sokulmasını kısa vadeli politik bir manevra olarak değerlendirmiş ve eleştirmişlerdir. TMMOB'ye göre; "Tasarı ile yenilenebilir enerji kaynakları alanında, kamunun yürütmesi gereken görevleri göz ardı edilmekte ve süreç sadece çeşitli teşvikler sağlanarak tamamen piyasa aktörlerinin girişimlerine bırakılmış görünmektedir. Öngörülen teşvikler sadece en avantajlı bölgelerdeki rüzgar ve bazı hidroelektrik projeler için destek sunabilecektir. Ancak, tasarı kapsamında öngörülen uygulamalarla, diğer yenilenebilir enerji kaynakları seçeneklerinin desteklenmesi ve bu sektörlerde herhangi bir gelişme yaratılması mümkün görünmemektedir."

Tasarıda yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe alım zorunluluğunun, serbest tüketici dışındaki kesimlere getirilmiş olması da eleştirilmiştir. Tasarının 9. maddesinde belirtildiği gibi; "... girişimcilerin yenilenebilir enerji kaynakları sektöründe bir an önce yatırım yapmalarına yönelik kolaylıkların..." sağlanmasına hiçbir kamusal kısıtlama getirilmemiş olması yabancı sermaye konusunu akla getirmektedir. Bu durum da başka anlamda bir dışa bağımlılık getirmektedir. Ayrıca tasarıda yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin kapasitenin arttırılması ile ilgisi bulunmayan özelleştirmeyi kolaylaştırıcı esasların da bulunduğu belirtilmiştir [28].

Çevre Kanunu incelendiğinde “sürdürülebilir çevre” ve “sürdürülebilir kalkınma” tanımlarının Türkiye için erken denebilecek bir tarihte yapıldığını görmekteyiz. 1980’ler tüm dünyanın bu konuları tartıştığı dönemlerdir. Buna rağmen uzun yıllar boyunca özellikle çevre konusunda kanunların her türlü mekanizma tarafından göz ardı edildiğini biliyoruz. Çevre Bakanlığının sertifika sistemleri çerçevesinde büyük önem verilen doğal yapıyı koruma, kirliliğin azaltılması, atık yönetimi konularında detaylı yönetmelikler çıkardığını görmekteyiz. 2008’de yürürlüğe giren Çevre Düzeni Planlarına Dair Yönetmelik kapsamında 2008-2009 Yılı Yatırım Programı çerçevesinde on iki ili kapsayan dört Planlama Bölgesinin 1/10.000 ölçekli Çevre Düzeni Planlarının ihalelerinin tamamlanması planlanmaktadır.

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen, Türkiye’de Çevre Bilgi Değişim Ağının Kurulması Projesi, İl Çevre Durum Raporları Düzenleme çalışmaları, çevre bilinci eğitimi için yapılan çalışmalar heyecan vericidir. Bu çalışmaların pratikteki uygulamalarla koordine edilmesi ideal durumdur ve Türkiye şartlarında acil önem taşımaktadır.

Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından başlatılan; Turizm İşletmesi Belgeli Konaklama Tesislerine Çevreye Duyarlı Konaklama Tesisi Belgesi Verilmesine Dair Tebliğ, Türkiye gibi mevcut turizm potansiyeli yüksek bir ülke için son derece olumludur. Bir önceki bölümde ayrıntılı olarak açıklandığı gibi Türkiye’deki ilk yerel sertifikalandırma sistemi sayabileceğimiz uygulamanın Türkiye için önemli

bir konu üzerinde özelleşmesi umut vericidir. Sertifika sistemlerinin yurt dışı örneklerinde özellikle turizm tesisleri için özelleşmiş bir model görmüyoruz. Yeşil yıldız değerlendirme sisteminin diğer sistemlerle karşılaştırıldığında yolun çok başında olduğunu görmekle birlikte mevcut turistik tesislerde belirli iyileştirmeler yapabilmek adına bile olumlu değerlendirilmektedir. Örneğin ekolojik mimari puanlama bölümünde; tesisin mimari tasarımının özel (çevreye duyarlı) olması, kriteri on puan vermektedir. Bu kriterin ne gibi yöntemlerle değerlendirileceği belirtilmemiştir. Tesisin çevreye uyumu kriterleri altında belirtile peyzaj düzenlemesi ve ağaçlandırma kriterinde, peyzaj düzenlemesine ilişkin esaslar ve ağaçlandırma ile ilgili düzenlemeler belirtilmemiştir. Bilindiği üzere sertifika sistemlerinde turizm tesislerinde yaygın olarak kullanılan büyük çim alanları sulama suyu tüketimi açısından olumsuz nitelenmekte, yerel bitkilerin kullanımı istenmektedir. Bu kriter altında ise çok büyük alanlarda çim yapmak peyzaj düzenlemesi olarak ele alınabilir. Bu çeşit sertifika sistemlerinde kriterlerin öncelikle çevresel değerleri gözetiyor olması ve özenle hazırlanması gerekme, tartışma yaratacak değerlendirmeler içermemesi gerekmektedir. Bunun yanında Yeşil yıldız değerlendirme sisteminin, ölçülebilirliği ve kontrol edilmesi daha kolay olan enerji ve su verimliliği konularında daha ayrıntılı detaylar içerdiğini görmekteyiz.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nde; yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, doğal havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin uygulanması ve güneş enerjisi toplayıcıları ile sistemin desteklenmesi sistemleri konut harici ve bin metrekarenin üzerindeki yapılarda zorunlu tutulmuştur. Türkiye'de birincil yapı üretiminin konutlarda olduğu düşünülürse bu uygulamalara konutların da dahil edilmesi çok büyük avantaj sağlayacaktır. İngiltere'de 2009 itibariyle inşa edilecek tüm yeni konutlara Eko-Evler kriterlerine göre inşa edilme zorunluluğu getirilmiştir [27].

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği'ne göre; enerji verimliliğinde yapıların sadece ısı yalıtımı değil, aynı zamanda HVAC sisteminin verimliliği de ele alınmalıdır.

“Bugünkü koşullarda yenilenebilir enerji kaynaklarının HVAC sektöründe ve elektrik üretiminde kullanımı binalar için anlamlıdır. Bu nedenle, yenilenebilir enerji teknolojileri ve uygulamaları için dünyada ve Türkiye’de ciddi bir pazar potansiyeli bulunmaktadır. Gelecekteki HVAC araştırma, geliştirme ve uygulama konuları içinde yenilenebilir enerji teknolojileri ön sıralarda yer almalıdır. [28]. Yapı malzemeleri yönetmeliğinde, geri dönüştürülebilir içerikli sertifikalı malzemelerin üretimini yaygınlaştıran teşvik veya yaptırımlara yer verilmediği görülmektedir. Yapı malzemeleri yönetmeliğinin bu anlamda geliştirilmesi AB standartlarına uygun hale getirilmesi gereklidir [28].

### **3.5 Türkiye’ye Özgü Yerel Bir Sertifika Sisteminin Oluşturulması**

Uluslararası sertifika sistemleri dünya üzerindeki tanınırlık ve güvenilirlik açısından değerlendirildiğinde özellikle kurumsal yapıları olan büyük yatırımcıların tercihi olmaktadır. Türkiye’ye özgü yerel bir sertifika sistemi oluşturulsa ve bu ideal bir başarı ile yapı kodlarına girerek tüm binalarda uygulanmaya başlasa bile uluslararası sertifika sistemleri özel projelerde prestij olarak kullanılmaya devam edecektir. Önemli konulardan birisi yurt dışında kamunun ve devletin bu sistemlere yaptığı yatırım, teşvikler ve yaptırımlardır. Bir önceki bölümde özetlendiği üzere Türkiye’de enerji ve yeşil binalar ile ilgili çalışmalar yapılmakla birlikte uluslararası sertifika sistemlerine devlet tarafından bir yönlendirme görülmemektedir.. Başka ülkelerin koşullarına göre oluşturulmuş herhangi özel bir sistemin devlet tarafından yaptırım haline getirilmesi beklenmemeli. Yurt dışındaki uygulamalarda devlet; kendi desteğiyle oluşturduğu ya da bağımsız kuruluşlar tarafından devlet desteğiyle oluşturulan organizasyonlara destek vermektedir. Dolayısı ile ancak Türkiye’ye özgü oluşturulabilecek bir sistem devlet desteği alabilecektir. Amerika’da büyük ticari başarı yakalamış olan USGBC gibi bağımsız kuruluşlar büyük bir piyasa desteği ve fonlar ile ayakta durmaktadırlar. Bağımsız bir kuruluşun Türkiye için uygun bir sistemi hakkıyla oluşturabilmesi için finansal olarak büyük destek gerekmektedir. Ayrıca bağımsız kuruluşlar tarafından oluşturulabilecek bir sistem devlet tarafından tanınmadığı takdirde yaygınlaşması, tabana yayılması ve ticari

başarı yakalaması mümkün görünmemektedir. Bu nedenle uzmanların da belirttiği üzere Türkiye için oluşturulabilecek bir yeşil bina değerlendirme sisteminin, devlet, sivil toplum örgütleri ve akademi işbirliğiyle gerçekleşmesi ideal olan yöntemdir [18].

Türkiye için oluşturulacak bir sistemin öncelikli amaçlarından biri de mevcut yapı stoğunun çevresel performansını arttırıcı yaptırımlar oluşturmak olmalıdır. Herhangi bir sertifika zorunluluğu olmadan kanun ve yönetmelikler ve iyi bir denetim mekanizması ile niteliksiz yapı stoğumuzu dönüştürebilmeliyiz. Türkiye AB uyum süreci içindedir ve önceki bölümlerde belirtildiği üzere bu süreçte yürürlüğe giren çeşitli kanun ve yönetmeliklere uymak durumundadır. Binalarda AB uyum sürecinde uygulanacak enerji verimliliği etiketi sistemi ve binalarda enerji performans yönetmeliği gibi zorunluluk içeren uygulamaların bir anlamda özendirici bir ödüllendirmeye desteklenmesi rekabet piyasası ve tanınabilirlik açısından olumlu olabilir. Binalar enerji verimlilik ve çevresel etkilerde aldıkları değerlendirmelere göre pazarlama stratejileri geliştirebilirler.

Sertifika verecek bir sistem kurulmaya çalışılması durumunda oluşturulacak model her aşamasında şeffaf olmalı, tüm veriler AR-GE çalışmaları, diğer bilimsel araştırmalara veri oluşturabilecek şekilde ölçülebilir ve ulaşılabilir olmalıdır. Standartların zor değişen yapısı düşünüldüğünde öneri modelin dinamik ve esnek olması bir zorunluluktur. Standartların binanın yaşam döngüsü boyunca ekolojik olma kriterlerini benimsemeleri ve sürekli güncellenen bir yapısı olmalıdır.

## 4.BÖLÜM

### BİNA ENERJİ MODELLEME PROGRAMLARI

Enerji etkin binalar açısından, binanın tüm sistemleri ile enerji performansının iyi değerlendirilmesi ve bütünüyle optimize edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bunun nedeni, binadaki tüm sistemlerin birlikte, birbiriyle ilişkili ve birbirine bağımlı olarak çalışması ve binanın enerji performansını belirlemesidir. Enerji modelleme programları, bina sistemlerinin, bina enerji tüketimini nasıl etkilediğini analiz edebilen güçlü değerlendirme ve karar verme araçlarıdır. Elde edilecek bilgi, enerji tüketimini etkileyen bina sistemleri (kabuk, aydınlatma, HVAC, vb.) ile ilgili tasarım kararlarını yönlendirmek, enerji tasarrufu sağlamak açısından önemlidir. Bu nedenle, modelleme programları, binaların tasarım, üretim ve işletiminden sorumlu tüm uzmanlar için büyük potansiyel taşımaktadır

Bina inşaat aşaması bittikten sonra fark edilen her türlü sorunun çözümü daha maliyetli ve hatta imkansız olabilecektir. Bu nedenle daha tasarım aşamasında bilgisayar programları ile modelleme yapılarak maliyetler, enerji ve çevre açısından en uygun değer seçeneğinin gerçekleştirilmesi çok önemlidir. Yapılan araştırma sonucunda bu konudaki yazılımların yabancı kaynaklı olduğu ve uzmanlık alanına göre çok çeşitli, dağınık ve çoğunlukla da karmaşık olduğu görülmüştür. Yerli üretim, sade, kullanımı kolay ve Türkiye şartlarına uyarlanmış bir yazılıma özellikle de binalarda enerji performansına yönelik uygulamaların başlatıldığı şu günlerde acil ihtiyaç vardır.

#### **4.1 Bina Enerji Modelleme Programları Tarihçesi**

1960'ların ilk yarısına kadar binaların enerji performanslarının değerlendirilmesinde yalnızca el ile hesaplama yöntemleri mevcuttu. Isıtma yüklerinin hesaplanmasında genel olarak derece-gün hesabı kullanılıyordu. Ayrıca geleneksel ve daha detaylı olan bina yönetimi de hem ısıtma hem soğutma yüklerinin hesaplanmasında kullanılmaktaydı. Bilgisayar ile hesaplama

yapabilmenin kısıtlı ve pahalı olduğu dönemlerde bu yöntemler yararlı olmalarına rağmen, bina malzemelerinin ısı depolama kapasiteleri, güneşten ısı kazanımları, sızdırmazlık değerleri gibi pek çok önemli parametreyi ihmal ettiklerinden ve basitleştirilmiş yöntemler olduklarından dolayı binanın toplam performansının hesaplanmasında yetersiz kalıyorlardı. Bu nedenlerle son elli yılda bilgisayar teknolojisinin de ilerlemesine paralel olarak pek çok üniversite, enstitü ve şirketler tarafından bu kısıtlamaları kaldıracak çok çeşitli bilgisayar tabanlı bina enerji modelleme programları geliştirildi. Bu programlar genel amaçlı hesaplama yapanlardan özel noktalara odaklanana kadar çok geniş bir yelpazede görülmektedir. İlk dinamik hesaplama yapabilen benzeşim programları 1960'larda geliştirilmeye başlandı. Günümüzde artık oldukça hassas duyarlılıklarla ve çok çeşitli parametreleri göz önüne alarak ve sistem etkileşimlerini hesaba katarak farklı durumları modelleyen programlar mevcuttur.

#### **4.2 Sürdürülebilir Bina Tasarımı**

Sürdürülebilir bina tasarımı karmaşık süreçleri ve işlemleri gerektirir. Bina tasarımında bir rehber niteliğinde olan modellemeler bu karmaşık süreçleri uzmanlar için en optimum olanı seçebilecek sunabilmektedir. Bugün bina modelleme programlarından binanın tasarım, yapım, işletim, bakım-onarım, yönetim ve işletim gibi tüm yaşam evrelerine yönelik olarak yararlanılabilmekte. En yoğun uygulama alanları, kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir [31].

**İKLİMLENDİRME – HVAC SİSTEMLERİ:** Binanın ısıtma/soğutma yüklerinin hesaplanması, kayıp ve kazançların belirlenmesi bunun sonucunda HVAC sistemlerin tasarımı,

**CAM – PENCERE TASARIMI:** Cam ve pencerelerin kayıp/kazanç dengesi açısından bina için optimum olacak şekilde tasarlanması,

**GÖLGELEME:** Binanın bulunduğu yere ve konumlanışına göre sezona bağlı olarak gölgeleme için yaklaşım belirlenmesi,

PASİF SİSTEM UYGULAMALARI: Binanın pasif olarak ısıtılıp soğutulması için seçeneklerin analizi,

BİNA KABUĞU ve CEPHELER: Alternatif bina cepheleri ( tek cephe, çift kabuk vb. ) belirlenmesi,

DOĞAL HAVALANDIRMA: Doğal havalandırma yapılacaksa yöntemi,

ENERJİ: Enerji analizi ve tüketim profiline uygun olarak en uygun yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım olanakları, projelendirilmesi,

MALİYETLER: Seçilen alternatiflere göre ilk yatırım, işletme ve boyu maliyet hesaplarının yapılması.

Yukarıdaki alanların bir veya bir kaçını içeren ücretsiz yada ticari pek çok yazılım mevcuttur.

### **4.3 BİLGİSAYAR DESTEKLİ YEŞİL BİNA ENERJİ MODELLEME PROGRAMLARI**

- **EnergyPlus:** EnergyPlus, DOE2 ve BLAST modelleme programları temel alınarak geliştirilmiş, yüksek hesaplama kapasiteli üçüncü nesil bir bina enerji modelleme programıdır. EnergyPlus ile binalardaki ısıtma, soğutma, havalandırma ve diğer enerji akışları dinamik olarak modellenebilir. Tasarım aşamasında olan yeni binaların veya iyileştirme yapılması düşünülen mevcut binaların enerji performansı, inşaattan önce görüntülenebilmekte, böylece mimar veya mühendis olası senaryoların hepsini test ederek proje için en uygun olanını seçebilmektedir. EnergyPlus aynı zamanda, LEED sertifikasyonu için gerekli bina enerji modellemesine çıktı veren, USGBC tarafından tanınan programlar içinde en yaygın kullanılanıdır. EnergyPlus çoğunlukla mimarlar, inşaat, makina ve elektrik mühendisleri, enerji yöneticileri, uzmanları ve



danışmanları, LEED, BREEAM gibi yeşil bina sertifikası danışmanlığı yapanlar tarafından kullanılır.

- **Power DOE:** Bu enerji simülasyon programının gelişimi “Lawrence Berkeley Laboratuvarı (LBL)” ve “Elektrik Enerjisi Araştırma Enstitüsü (EPRI)” arasındaki işbirliği ile başlamıştır.

Program, farklı iklim şartlarında farklı tip binaların enerji analiz süresini, el hesapları ile kıyaslandığında oldukça kısaltmaktadır. Diğer programlarda olduğu gibi bu programın başarısı, kullanıcılarının yetenekleri ve çalışmaları ile giderek iyileşmektedir. Program, yanlış kullanılması durumunda güvenilir sonuçlar vermemekte olup programın geliştiricileri ile temas kurulması ile sorunların çözülmesi doğru bir yaklaşım olmaktadır.

Power-DOE; DOE-2’yi bir simülasyon motoru olarak aynen kullanmaktadır. ASHRAE 90.2 standardında kabul edilen bir simülasyon aracı olan DOE-2 kadar “Power-DOE” programı da çoğu araştırmacı tarafından enerji standartlarının geliştirilmesi konusunda tercih edilmektedir

- **eQUEST / DOE2 :** Detaylı analiz gerçekleştiren programların büyük çoğunluğu, (DOE-2, BLAST, TRNYSYS, SERI-RES, ESP-r, vb.), oldukça detaylı modelleme gerektirmekte, ama performans tahmininde doğruya da en yakın değerleri sunabilmektedir. Ancak 2000’li yıllara kadar bu programlar için yapılan en büyük eleştiri kullanımlarının oldukça zor olduğudur. Binayı tanımlarken, text formatında, oldukça karmaşık veri girişi gerektiren ve elde edilen çıktıların yine text formatında ve oldukça karmaşık olması zorluklarındandır. Bu programlardan biri olan DOE-2, binanın iklimi, mimarisi, işletim zaman cetveli ve HVAC ekipmanının tanımlanmasıyla, binanın enerji tüketimini ve enerji maliyetini saatlik bazda simüle etmektedir. ABD Enerji Departmanı (DOE)’nin sponsorluğunda 1979’dan bu yana geliştirilen DOE-2, enerji etkin binaların tasarımına, yeni teknolojilerin etkisinin analiz edilebilmesine ve enerji korunumu standartlarının geliştirilebilmesine yönelik olarak ABD ile birlikte, dünyada kırktan fazla ülkede geniş olanağına sahiptir.

e-QUEST, veri hazırlanması ve veri girişi ile çıktıların izlenebilmesi için gerekli sürenin azaltılmış olması ve kullanımdaki kolaylık nedeniyle bina tasarımında yer alan tasarımcı ve mühendislerce, DOE-2`ye oranla çok daha yaygın kullanıma sahip olmuştur.

- **HOMER:** Homer NREL (US National Renewable Energy Laboratory) tarafından geliştirilmiş ağırlıklı olarak PV, rüzgar, hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji santrallerinin modellenmesi ve optimizasyonu ile ilgili bir yazılımdır. Ağırlıklı olarak bu konularda projelendirme yapanlar ve üniversitede araştırma amaçlı kullanılmaktadır. Program hesaplamaları saatlik temele göre yapmaktadır. Tasarlanan sistemin yılın her bir saatinde elektrik talebini karşılayıp karşılamayacağını belirler.
- **ESP-r:** Enerji akışının ve çevresel kontrol sistemlerinin analizini gerçekleştiren dinamik bir ısı simülasyon programıdır. ESP-r, tasarımcıya ve araştırmacıya iklimin, kullanıcı etkileşiminin, tasarım parametrelerinin, kontrol sistemlerinin enerji gerekleri ve çevresel koşulları nasıl etkilediği hakkında bir yargıya varabilmelerine yardımcı olmaktadır. ESP-r, bina, tesisat ve elektrik ağı ile hava akış simülasyonunu bir araya getirmektedir. ESP-r, 2006 yılına kadar yalnızca linux işletim sisteminde çalışabilmekteyken, 2006 yılında Windows ortamında çalışabilen sürümü geliştirilmeye başlanmıştır.
- **RETScreen:** Entegre bir yenilenebilir enerji proje analiz programıdır. Hem karar destek, hem de kapasite inşası amaçlarına yönelik ortak platform sağlar. Dünya genelinde çeşitli yenilenebilir enerji teknolojileri için; toplam enerji üretimi miktarı hesabı, çevrim maliyeti ve sera gazı emisyonu hesabı yapmak maksadıyla kullanılabilir. RETScreen® International, Kanada hükümeti CANMET Enerji Araştırma Laboratuvarı tarafından oluşturulmuştur.

- **İYTE Bina Enerji Performansı Yazılımı:** İzmir İleri teknoloji Enstitüsü tarafından hazırlanan yazılım binanın enerji sınıfını belirlemek için hazırlanmıştır Yazılıma erişim internet üzerinden ücretsiz olup, adresi : <http://kepsdm.iyte.edu.tr>'dir.

Konutlarda Enerji Performansı Standart Değerlendirme Metodu (KEPSDM),Enerji Verimliliği Yasası hükümlerince hazırlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” çalışmaları içinde, Makine Mühendisleri Odası tarafından oluşturulan Çalışma Grubu tarafından Haziran 2008’de tamamlanmıştır. Metot, tüm Avrupa Birliği ülkelerinde olduğu gibi, bağımsız ve apartman bloklarındaki konutların enerji performansını belirlemeye yönelik olarak, Avrupa Birliği ülkelerindeki benzeri metodların (SAP, DEAP, Th-C-Ex, vb.) pratiğinden yararlanarak oluşturulmuştur. Binaların enerji performansını belirleyen göstergeler; konutun birim alanına düşen yıllık enerji tüketimi (kWh/m<sup>2</sup>yıl) ile yıllık CO<sub>2</sub> emisyon miktarıdır (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>yıl). Her iki gösterge; yenilenebilir enerji kaynakları ile yeni enerji teknolojileri kullanılarak tasarruf edilen enerji ve emisyonlar da göz önüne alınarak, hacim ısıtma, su ısıtma, havalandırma ve aydınlatmadan kaynaklanan yıllık enerji tüketimleri ile CO<sub>2</sub> emisyonları göz önünde bulundurularak hesaplanır [32].

- **Gölgeleme Yazılımları:** Güneş enerjisi sistemleri için gölge önemli bir parametredir ve sistemin performansını büyük oranda etkiler. Bazı gölgeleme yazılımları güneş enerjisi solar PV sisteminin kurulacağı alanın tamamının panoramik bir görünüşünün elde edilmesi için, yüksek kalitede cilalanmış geçirgen konveks bir küre kullanır. Direkt olarak gölgeleri göstermek yerine yansıtma prensibine göre çalıştığı için günün herhangi bir saatinde, yılın herhangi bir gününde hatta kapalı ve bulutlu havalarda bile kullanılabilir. Solar sistemin kurulum noktasında yapılan çalışma sırasında güneşin gerçek yerinin hiçbir önemi yoktur. Gölgeleme verisini manuel yada dijital bir şekilde verebilirler.

#### **4.4 Yeşil Bina Sertifikaları İçin Bina Enerji Modellemesi**

Modelleme tasarımın başlangıcından inşaatın başlamasına kadar tasarımın her aşamasında süregelen bir süreçtir. Binanın bittiğinde nasıl görüneceği nasıl bir etki bırakacağı konusunda bilgi edinme; eleştiri ve yorumları dinleme, görme, düzenleme için kullanılan çok doğru bir yöntemdir modelleme.

LEED gibi sertifika sistemlerinde yüksek puanların alınması için bina enerji modellemesinin yerine getirilmesi şarttır. Bu konuda verilen danışmanlık hizmetlerinde, bina enerji modellemesinin ancak bina tasarım süreçlerine entegrasyonu ile başarı sağlanmaktadır. LEED veya BREEAM sertifikası adayı bir projenin özellikle erken tasarım safhalarında bina enerji modellemesinin başlatılması ile LEED'in kriter olarak koyduğu birçok sürdürülebilir mimari ve elektromekanik fırsatın değerlendirilmesi ve uygulanması mümkün olmaktadır [33].

Tasarım ile birlikte sürdürülen bina enerji modellemesinin Yeşil Bina sertifikalarındaki tek avantajı, enerji performansının iyileştirilmesi değildir. Örneğin LEED sisteminde puanlandırılan güneşli kullanımı, iç mekanlarda ısı konforu, yenilenebilir enerji gibi konuların hepsi bina enerji modellemesi yazılımları ile incelenmektedirler ve sertifika başvurusu için de belgelendirilmektedirler.

##### **4.4.1 Bina Enerji Modellemesinin Uygulanması**

- Arazi-güneş ilişkisinin incelenerek optimum bina yerleşiminin belirlenmesi
- Hakim rüzgarların incelenerek doğal havalandırma veya gece soğutması gibi yaklaşımların değerlendirilmesi
- Bina kullanım profiline uygun inovatif iklimlendirme sistemlerinin değerlendirilmesi
- Doğal kaynakların ısıtma, soğutma veya elektrik enerjisi üretiminde kullanımı.
- Pasif mimari önlemlerin ve gölgelendirme yaklaşımlarının mevsimsel bazda değerlendirilmesi

- Bina kütlesinde veya mekanik şekilde ısı depolaması fırsatlarının yük azaltımına etkisinin incelenmesi
- Günışığı kullanımının optimize edilerek aydınlatma için gerekli elektrik enerjisinin azaltılması fırsatları

İlerleyen proje safhalarında kesinleşmiş tasarım kararlarını kullanarak binanın daha detaylı bir modelini oluşturulur ve sistemlerin birbirleriyle entegrasyonunu inceleyerek enerji tüketimini binanın tamamında azaltacak önlemleri belirlenir [33]. Tüm bu süreç boyunca tasarım ekibine sadece enerji konusunda değil, farklı senaryoların getireceği ekonomik fayda ve yatırımlar konusunda da raporlama yapılır. Bu sayede bina enerji modellemesinin belirlediği fırsatların (enerji tüketiminde azaltma, iç mekan konforunda artış) ekonomik etkilerinin nasıl olacağı, işverene karar vermede önemli bir destek sağlamaktadır. Bütün bu çalışmaların ardından, tavsiye edilen yaklaşımların yatırım maliyetlerindeki artışı, senelik enerji tasarrufu ve yatırım kriterlerine göre geri dönüş süreleri konusunda niceliksel bilgi üretilmiş olur [34].

Yapılan bina enerji modellemesi çalışmalarının formalite olarak görülebilmektedir. Ancak çalışmalar sonucunda ortaya çıkan dokümantasyon ve bilgisayar modellerinin sayesinde binanın işletmeye girmesinin ardından beklenen enerji performansının gerçekleşip gerçekleşmediğinin teyit edilmesi veya ileride alınacak yeni enerji verimliliği önlemlerinin halihazır model üzerinde test edilmeleri mümkün olmaktadır.

#### **4.4.2 Bina Enerji Modelleme Programlarındaki Sıkıntılar**

1960'lerden sonra, bina endüstrisinde kullanımı gittikçe artan bilgisayarla modelleme programları, sınırlı girdi ve çıktı gerekleri ile basit tek yönlü uygulamalardan ileri düzey modelleme sistemlerine doğru ilerlemiş olmasına rağmen, halen tasarım sürecinde bu tür programların gerekliliği ve uygulanmasında bazı sıkıntılar vardır. Modelleme araçlarının temel eksiklikleri [34]:

- Program girdileri geniş ve bilimsel olarak oldukça detaylıdır. Tasarımın erken aşamalarında henüz elde edilmemiş veriler, analizi gerçekleştirirken varsayılmak zorunda kalmaktadır.
- Programlar, kullanıcının kafasını karıştıran bir yığın çıktı içermektedir. Modelleme sonuçlarının anlaşılması ve yorumlanması zordur.
- Yazılım, belirli ihtiyaçlarla kolayca örtüşebilen programlamayı gerçekleştirecek esnekliği kullanıcıya sağlamamaktadır.
- Çoğu programın geçerliliği ve akreditasyonu düşünülmemiştir.
- Çoğu detaylı enerji modelleme programı araştırma merkezlidir. Bunları kullanmayı öğrenmek zordur ve ustalaşmak uzun bir zaman gerektirir.
- Programların kullanıcı arabirimi çoğunlukla atlanmaktadır. Özellikle tasarımın ilk aşamalarında kullanılması önem taşıyan programların, katı veri yapısı ve gerekleri nedeni ile kendisini grafiksel olarak ifade etme yolunda eğitim görmüş tasarımcılar hayal kırıklığına uğramaktadır.
- Kullanıcılar hangi programın daha iyi modelleme sonucu verebileceği konusunda kararsız ve kuşkuludur.

Bu sıkıntılar nedeniyle, bina enerji modellemeye yönelik programlar geniş kitleler tarafından kullanılabilir hale gelmediği sürece, mimarlar ve mühendisler geleneksel tek disiplinli yöntemler ve sezgisel yaklaşımlarla bina ve sistemlerini tasarlamaya devam etmek zorunda kalacaklardır.. Oysaki modelleme, tasarımcılara uzmanlıklarını daha etkin kullanma, genişletme ve iyileştirme olanağı sunmakta, sadece fikirlerin test edilmesinde değil, aynı zamanda yeni fikirlerin geliştirilmesi ve sunulmasında da önem taşımaktadır.

Bu bağlamda, bina enerji modellemesini tasarım sürecinin son evresinde kullanmak yerine, kolay geri dönüşlerle kararların test edilmesi ve çok daha fazla seçeneğin

sınanabilmesinin mümkün olduğu tasarımın erken evrelerinde kullanılması, bina performansı açısından çok daha etkili olacaktır.

#### **4.5 Türkiye’de Bina Enerji Modellemesi**

Bugün artık tüm dünyada, binaların tıpkı makineler gibi performanslarına dayalı olarak sınıflandırıldığı standartlar, yönetmelikler ve kodlar geliştirmekte ve uygulanmaktadır. 2002 yılında yayınlanan Avrupa Birliği Bina Enerji Performansı Direktifi doğrultusunda, Türkiye’de de son on yılda önemli yasal düzenlemeler hayata geçmiştir. Bina enerji performansı yönetmeliklerinin genel gereklilikleri ile ülkemizde 2009 yılında yürürlüğe giren “Bina Enerji Performansı Yönetmeliği” incelenmiştir. Dünyada geniş kullanım olanağı bulmuş olan 6 modelleme programının kapasiteleri, yönetmeliğin beklentileri çerçevesinde sorgulanmıştır.

Bunun yanında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından başlatılan Bina Enerji Performansı çalışmaları, yeni yapılan tüm binalarda Enerji Kimlik Belgesi’nin kullanımını zorunlu hale getirmiş ve bunların üretilmesi için dinamik saatlik enerji modellemesine dayalı olan BEP-TR yazılımını geliştirmiştir. Bunun doğru yönde desteklenmesi gereken bir yaklaşım olduğunu düşünsek de, yazılımla ilgili kaygılar ve özellikle yazılımın sadece web tabanlı olarak çalışabilir olması, sadece binanın uygulama projelerindeki bilgilerin girdi olarak talep edilmesi ve herhangi bir tasarım alternatifinin analiz fırsatının sunulmaması, bina tasarımında uygulanabilir bir araç olmadığını göstermektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı da, çıkardığı yönetmeliklerde Enerji Kimlik Belgesi’nin binaların iskan aşamasında belediyeler tarafından talep edilmesi şartını koyarak bunu teyit etmiştir. Ülkemizde bina enerji modellemesi konusunda herhangi bir eğitim programı bulunmamaktadır. Özellikle üniversitelerin mimarlık ve inşaat mühendisliği yüksek lisans programlarında bu konuda bir dersin olmasının önemi yurtdışındaki örneklerden sabittir. Bina enerji modellemesinin yüksek performanslı bina yatırımlarında standart bir hizmet haline gelebilmesi için farkındalığın yanında eğitim de önemli bir şarttır. Ayrıca uluslararası arenada rekabetçi olması gereken Türk mimar ve mühendislik

sektörünün bu konuda da hizmet verebilir hale gelmesi için eğitimli personelin yetişmesi gereklidir [36].

#### **4.5.1 Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın Mevcut Durumunun Tanımlanması ve Bina Enerji Modellemesi İle Enerji Verimliliğinin Örneklendirilmesi**

##### **4.5.1.1 Projenin Künye Bilgileri**

Modern iş yaşamının tüm ihtiyaçlarına cevap verecek nitelikte tasarlanarak, en yüksek inşaat teknolojisi ile yapılmakta olan Söğütözü İş Merkezi, Yüksel İnşaat A.Ş.'nin kendi arazisi üzerinde uyguladığı bir yatırım projesidir. 10 000 m<sup>2</sup>'lik alan üzerinde 65 000 m<sup>2</sup>'lik inşaat alanına sahip olan yapı grubu, 4 alçak, 2 yüksek blok ve bu bloklara hizmet veren sosyal tesisleri kapsamaktadır. Yüksek bloklar; her katı 525 m<sup>2</sup>'lik, 22 kat ve 2 bodrum kattan oluşmaktadır. 250 açık, 500 kapalı olmak üzere 750 araçlık otopark, kafeterya, restoran, spor tesisleri ve benzeri sosyal mekanları bulunmaktadır. 4'er katlı ofis bloklarının 2 tanesi Yüksel Şirketler Topluluğu'nun merkez ofisleri olarak hizmet vermektedir.

- **Projenin Adı** : Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası
- **Projenin Yeri** : Söğütözü Caddesi No:14/A Beştepe / ANKARA
- **Yapı Kullanım Alanları** :
- **Arsa alanı** : 10.000 m<sup>2</sup>
- **Yapı oturma alanı** : 620 m<sup>2</sup>
- **Toplam inşaat alanı** : 3.950 m<sup>2</sup> (2 bodrum, 1 zemin ve 3 normal kat)
- **Mimari proje** : Artu Mimarlık Şehircilik Müşavirlik Ltd. Şti. Murat Artu (Mimar)
- **Statik Proje** : Taylan Karabey / Ercan Akman Müşavirlik Mühendislik Ltd. Şti. Taylan Karabey (İnşaat Mühendisi)
- **Sihhi Tesisat Projesi** : Akdeniz Mühendislik Ltd. Şti. Akdeniz Hiçsönmez (Makina Mühendisi)



- **İklimlendirme Projesi** : Akdeniz Mühendislik Ltd. Şti. Akdeniz Hiçsönmez (Makina Mühendisi)
- **Elektrik Tesisat Projesi** : Sasel Elektromekanik San. ve Tic. A.Ş. Bülent Yılmaz (Elektrik Mühendisi)
- **Müteahhit Firma** : Yüksel İnşaat Anonim Şirketi

Mimari uygulama ve detay projelerinin, elektrik tesisat uygulama projeleri ve hesaplarının, mekanik tesisat uygulama projeleri ve hesaplarının ilgili disiplinlerden elde edilmesi ile Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın enerji modelleme programı ile modellenmesi için gerekli veri tabanı elde edilmiştir.

Binanın yapım işini üstlenen müteahhit firma; Yüksel İnşaat Anonim Şirketi'dir. Binanın elektrik tesisat uygulama projelerini hazırlayan ve uygulamayı yapan firma; Sasel Elektromekanik San. ve Tic. A.Ş'dir. Binanın, mekanik tesisat uygulama projelerini hazırlayan ve uygulamayı yapan firma ise; Ersel İnşaat Tesisat ve Sanayi A.Ş'dir.

Binanın mevcut durumunun enerji modelleme programı ile modellenmesi; mimari uygulama projelerini, mimari detay projelerini, elektrik ve mekanik tesisat uygulama projelerini ve proje hesaplarını kapsamaktadır. İlgili disiplinlerin yetkilileri ile yapılan ekip çalışması ve alınan bilgiler doğrultusunda öncelikle binanın mevcut durumun modeli enerji modelleme programı (Power-DOE) ile oluşturulmuştur. Oluşturulan model ile Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın mevcut durumunun enerji performans analizleri yapılmıştır. Analizlerin sonuçları; mühendislik disiplinlerinin proje üzerinden yaptıkları hesaplarla ve binanın enerji tüketim faturaları ile karşılaştırılmış olup sonuçları, araştırmanın sonraki aşamalarında bilgilerinize sunulmaktadır [35-36].

#### 4.5.1.2 Binanın Mevcut Durumunun Tanımlanması

İki bodrum kat, bir zemin kat ve üç normal kattan oluşan binanın; toplam inşaat alanı 3950 m<sup>2</sup>'dir. Binanın ikinci bodrum katında; depo, arşiv, elektrik ve mekanik tesisata ait teknik hacimler yer almaktadır. İkinci bodrum kat dışındaki tüm katlarda; ofis birimleri ile bu birimlere hizmet veren yemekhane, çay ofisleri, ıslak hacimler ve sirkülasyon alanları yer almaktadır. Ofis birimleri ortada yer alan koridora bağlı, ayrı ayrı odalardan oluşmaktadır. Dördüncü katta yer alan teknik hacimde ise asansör makina dairesi mahali bulunmaktadır. Binanın iki bodrum katının tamamı, zemin toprak kotunun altındadır. Bu katlar için gerekli temiz hava ve ışık kuranglezler yardımı ile sağlanmaktadır.

- **Enerji Simülasyon Programı Veri Girişi**

Veri girişine başlanmadan önce tüm verilerin SI birim sisteminden, IP birim sistemine dönüştürülmesi gerekir. Türkiye'de ve Avrupa'da SI birim sistemi kullanılmasına rağmen, Power-DOE yalnızca IP birim sistemi ile çalıştırılmaktadır. Eldeki tüm veriler SI birim sistemi olduğu için birim çevirilerini gerçekleştirmek amacı ile, Andrew Marsh tarafından hazırlanan "CnvTool" isimli bilgisayar yazılımı kullanılmıştır.

Kullanılan enerji simülasyon programı (Power-DOE) dört ana bölümden oluşmaktadır:

- 1-Binanın bölgesel konumu (iklim bölgesinin tespiti ve iklimsel veri girişi),
- 2-Binanın tanımlanması (mimari, elektrik tesisatı ve mekanik tesisata ilişkin veri girişi),
- 3-Hesaplamanın gerçekleştirilmesi (simülasyon dönemlerinin belirlenmesi ve standart veya saatlik raporlama seçimi ile hesaplamanın başlatılması),
- 4-Sonuçların değerlendirilmesi (simülasyon sonuçlarını özetleyen grafik, raporlar ve yorumlar).

- **İklim Verileri**

Power DOE, yıllık iklim verilerini içeren geniş bir kütüphaneye sahiptir. Bu kütüphanedeki dosyalar, Kuzey Amerika'daki yerleşim bölgelerine aittir. Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın enerji simülasyonu için 2001 ve 2002 yıllarının Eylül ayları arasındaki bir yıllık zaman dilimine ait Ankara ilinin iklim verileri "DOE" formatında, Meteororm isimli iklim verileri elde etme programı yardımı ile oluşturulmuştur.

- **Binanın Isıtma Yüğü**

Binanın zonlarında, kış mevsimi koşullarında istenen konfor sıcaklığının sağlanabilmesi için, zonlarda oluşabilecek pik saatlik ısıtma yükleri dikkate alınarak hesaplanan yüklerdir. Enerji simülasyon programı ile oluşturulan binanın mevcut durumunun modelinin, bu ısıtma yüklerini karşılamak için tükettiği enerji miktarı iki şekilde kontrol edilmiştir.

Birinci yöntemde; mekanik tesisat proje hesapları başlığı altında aktarılan, binanın mekanik tesisat hesap raporlarındaki pik saatlik yüklerden yola çıkılarak yapılan hesapların sonuçlarının, Power DOE ile oluşturulan modelin enerji tüketim sonuçlarıyla karşılaştırılması yapılmıştır.

İkinci yöntemde ise; binanın enerji analizi yapılan bir yıllık döneme ait enerji tüketim faturalarının (elektrik ve doğalgaz faturaları), Power DOE ile oluşturulan modelin enerji tüketim sonuçlarıyla karşılaştırılması yapılmıştır.

#### **4.5.2 Proje Hesapları**

- **Isıtma yüküne ait mekanik tesisat proje hesapları**

Binanın mekanik tesisat hesap raporlarındaki pik saatlik ısıtma yükü 416.000 kcal/h'tir. Isıtma sisteminin günde yaklaşık 11 saat, ayda yaklaşık 22 gün ve yılda

yaklaşık 6 ay çalıştırılacağı düşünüldüğünde, sistem, bir yıllık periyotta yaklaşık 1450 saat çalıştırılmış olacaktır. Bu zaman diliminin %90'ında ısıtma sisteminin %50 kapasite ile çalıştığı, %10'unda ise %100 kapasite ile çalıştığı kabulü ile binanın yıllık toplam ısıtma yükü; 331.760.000 kcal olarak hesaplanmaktadır.

$$1450 \text{ saat} \times 0.90 \text{ zaman} \times 0.50 \text{ kapasite} \times 416.000 \text{ kcal/h} = 271.440.000$$

$$1450 \text{ saat} \times 0.10 \text{ zaman} \times 1 \text{ kapasite} \times 416.000 \text{ kcal/h} = 60.320.000$$

$$1 \text{ yıllık toplam ısıtma yükü} : 331.760.000 \text{ kcal (1.316 Mbtu)}$$

Bu bir yıllık ısıtma yükünü karşılayabilmek için yaklaşık 23.865.000 kcal (95 Mbtu = 28 MWh) elektrik enerjisi tüketilmesi, geriye kalan 307.895.000 kcal'lik ısıtma yükü için ise 362.250.000 (1.440 Mbtu = 14.374 therm) kcal'lik doğalgaz tüketilmesi beklenmektedir. Çünkü binanın ısıtma sistemi %85 verim ile çalışmaktadır.

- **Isıtma yüküne ait “enerji tüketim faturaları”**

Binanın, 2001 ve 2002 yıllarının Eylül ayları arasındaki, bir yıllık zaman dilimindeki, elektrik ve doğalgaz faturalarından hesaplanan, binanın ısıtma sisteminde tüketilen enerji miktarları aşağıda belirtilmektedir.

$$\text{Elektrik tüketimi} : 23.865.000 \text{ kcal (28 MWh, 95 Mbtu)}$$

$$\text{Doğalgaz tüketimi} : 365.519.550 \text{ kcal (14.504 therm, 1450 Mbtu)}$$

- **Power-DOE ile ısıtma yüküne ait “binanın mevcut modelinin” enerji tüketimi**

Binanın, enerji simülasyon programı kullanılarak hesaplanan, Isıtma yüklerini karşılamak üzere tükettiği doğalgaz ve elektrik enerjisi miktarları aşağıda belirtilmektedir.

Isıtma için Doğalgaz tüketimi : 14.500 therm (1.450 Mbtu)  
Isıtma için Elektrik tüketimi : 28 MWh (95 Mbtu)  
(21 MWh + 7 MWh ( pompalar + havalandırma))

Enerji simülasyon programı (Power-DOE) kullanılarak oluşturulan modelin ısıtma için tükettiği enerji miktarları; mekanik tesisat proje hesapları ve enerji tüketim faturaları ile karşılaştırılmış olup bu değerlerin birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ısıtma yükleri açısından mekanik tesisat proje hesaplarının, enerji tüketim faturalarının ve modelin birbirlerini doğruladığını göstermektedir.

- **Soğutma yüküne ait “mekanik tesisat proje hesapları”**

Binanın mekanik tesisat hesap raporlarındaki pik saatlik soğutma yükü 215.000 kcal/h'tir. Soğutma sisteminin günde yaklaşık 11 saat, ayda yaklaşık 22 gün ve yılda yaklaşık 6 ay çalıştırılacağı düşünüldüğünde, sistem, bir yıllık periyotta yaklaşık 1450 saat çalıştırılmış olacaktır. Bu zaman diliminde sistemin yaklaşık %75 kapasite ile çalıştığı kabulü ile, binanın yıllık toplam soğutma yükü; 233.812.500 kcal olarak hesaplanmaktadır.

$1450 \text{ saat} \times 0.75 \text{ kapasite} \times 215.000 \text{ kcal/h} = 233.812.500 \text{ kcal}$  (272 MWh, 928 Mbtu)

Bu bir yıllık soğutma yükünü karşılayabilmek için yaklaşık 42 MWh'lik elektrik enerjisinin fan-coil ve pompalar tarafından tüketileceği kabul edilmektedir (bu değer ısıtma sisteminde tüketilen elektrik enerjisinin 1.5 katı kadar alınmıştır. Bunun sebebi, soğutma sisteminde kullanılan pompaların kapasitesinin yüksek olmasıdır). Toplam 233.812.500 kcal'lik (272 MWh) soğutma yükü için ise soğutma sisteminde 118 MWh'lik elektrik enerjisi tüketilmesi beklenmektedir. Çünkü binanın soğutma sistemi yaklaşık % 230 verim ile çalışmaktadır (teorik olarak E.E.R. değeri yaklaşık 3'tür). Bu durumda tüm soğutma sisteminde tüketilmesi gereken elektrik enerjisi 160 (118+42) MWh'tir.

- **Soğutma yüküne ait “enerji tüketim faturaları”**

Binanın, 2001 ve 2002 yıllarının Eylül ayları arasındaki, bir yıllık zaman dilimine ait, elektrik faturalarından hesaplanan, binanın soğutma sisteminde tüketilen elektrik enerjisi miktarı aşağıda belirtilmektedir.

Soğutma için elektrik tüketimi : 160 MWh (546 Mbtu = 137.918.200 kcal)

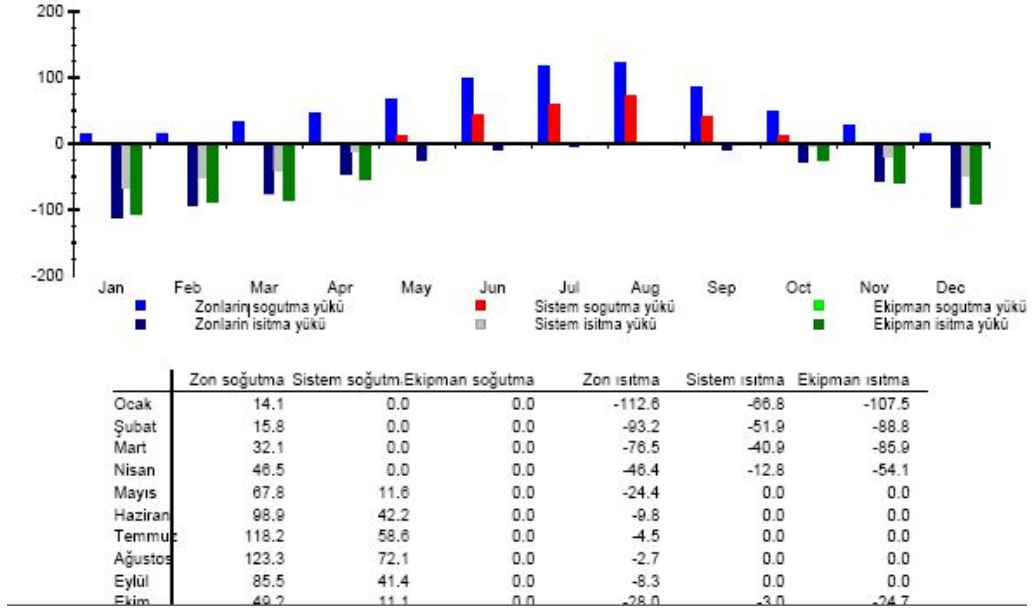
- **Power-DOE İle Soğutma Yüküne Ait Binanın Mevcut Modelinin Enerji Tüketimi**

Binanın, enerji simülasyon programı kullanılarak oluşturulan mevcut modelinin; soğutma yüklerini karşılamak için tükettiği elektrik enerjisi miktarı aşağıda belirtilmektedir.

Soğutma için elektrik tüketimi : 160 MWh (546 Mbtu)

Enerji simülasyon programı kullanılarak oluşturulan modelin soğutma için tükettiği enerji miktarı; mekanik tesisat proje hesapları ve enerji tüketim faturaları ile karşılaştırılmış olup bu değerlerin birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu durum soğutma yükleri açısından mekanik tesisat proje hesaplarının, enerji tüketim faturalarının ve modelin birbirlerini doğruladığını göstermektedir.

Simülasyonu yapılan bir yıllık zaman dilimine ait binanın mevcut modelinin toplam ısıtma ve soğutma yükleri aşağıda belirtilmektedir (Şekil 4.1)



Şekil 4.1

Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın Power-DOE İle Bulunan Toplam Isıtma Ve Soğutma Yükleri

**Yıllık toplam ısıtma yükü : 331.600.000 kcal**

(560 + 245 + 511 = 1316 Mbtu)

**Yıllık toplam soğutma yükü : 234.400.000 kcal (930 Mbtu)**

(693 + 237 = 930 Mbtu)

- **Doğalgaz Ve Elektrik Enerjisinin Birim Fiyatlarının Karşılaştırılması**

Ülkemizde 2001 ve 2002 yıllarının Eylül ayları arasında 1Mbtu enerjinin, kaç Türk lirası doğalgaz tüketilerek karşılanabileceğini aşağıdaki hesap yöntemi ile tespit etmek mümkündür. 1 Mbtu enerji 252.000 kcal'ye eşdeğerdir. 1m<sup>3</sup> doğalgazın 8250 kcal olduğu ve bunun %85 verim ile yakıldığı kabulü ve o dönemdeki ortalama doğalgaz birim fiyatının 389.590 TL. olduğu kabulü ile aşağıdaki hesap yapılmıştır.

1Mbtu : 252.000 kcal / 8250 kcal x 0.85 verim = 35,94 m<sup>3</sup> doğalgaz

35,94 m<sup>3</sup> doğalgaz x 389.590 TL = 14.000.000 TL

Ülkemizde 2001 ve 2002 yıllarının eylül ayları arasında 1Mbtu enerjinin, kaç Türklirası elektrik enerjisi tüketilerek karşılanabileceğini aşağıdaki hesap yöntemi ile tespit etmek mümkündür. 1 Mbtu enerji 252.000 kcal'ye eşdeğerdir. 1kwh elektrik enerjisinin 860 kcal olduğu kabulü ve o dönemdeki ortalama elektrik enerjisi birim fiyatının 16 krş. olduğu kabulü ile aşağıdaki hesap yapılmıştır.

$$1\text{Mbtu} : 252.000 \text{ kcal} / 860 \text{ kcal} = 293,02 \text{ kwh} \times 16 \text{ krş.} = 46.88 \text{ TL}$$

Bu durumda elektrik enerjisinin, doğalgaza nazaran 3,35 kat pahalı bir enerji kaynağı olduğu görülmektedir.

Simülasyonu yapılan bir yıllık dönem için binanın mevcut modelinin yıllık toplam enerji tüketimi (doğalgaz ve elektrik) Şekil 4.2'de, binanın enerji tüketim faturalarından, elektrik ve mekanik tesisat proje hesaplarından yararlanılarak aşağıda özetlenmektedir.

**Binanın toplam doğalgaz tüketimi : 62.999 m<sup>3</sup>**

**Mekan ısıtması için tüketilen doğalgaz : 52.107 m<sup>3</sup>, %85 verim (365.400.000 kcal, 14.500 therm, 1.450 Mbtu)**

**Servis ve Sıcak su için tüketilen doğalgaz : 10.892 m<sup>3</sup>, %85 verim (76.380.150 kcal, 303 Mbtu)**

**Binanın toplam elektrik enerjisi tüketimi : 367 MWh**

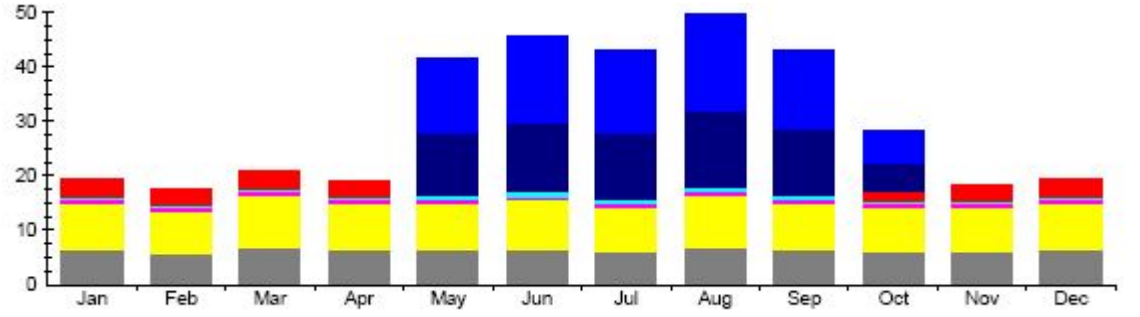
**Mekan ısıtması için tüketilen elektrik : 28 MWh (95 Mbtu) [ 21 MWh (ısıtma) +7 MWh ( pompalar+ havalandırma) ]**

**Mekan soğutması için tüketilen elektrik : 160 MWh (546 Mbtu) [ 69 MWh + 84 MWh (soğutma) +7 MWh ( pompalar+ havalandırma) ]**

**Yapay aydınlatma için tüketilen elektrik : 103 MWh (351 Mbtu)**

**Kullanılan ekipmanlar için tüketilen elektrik : 76 MWh (259 Mbtu)**



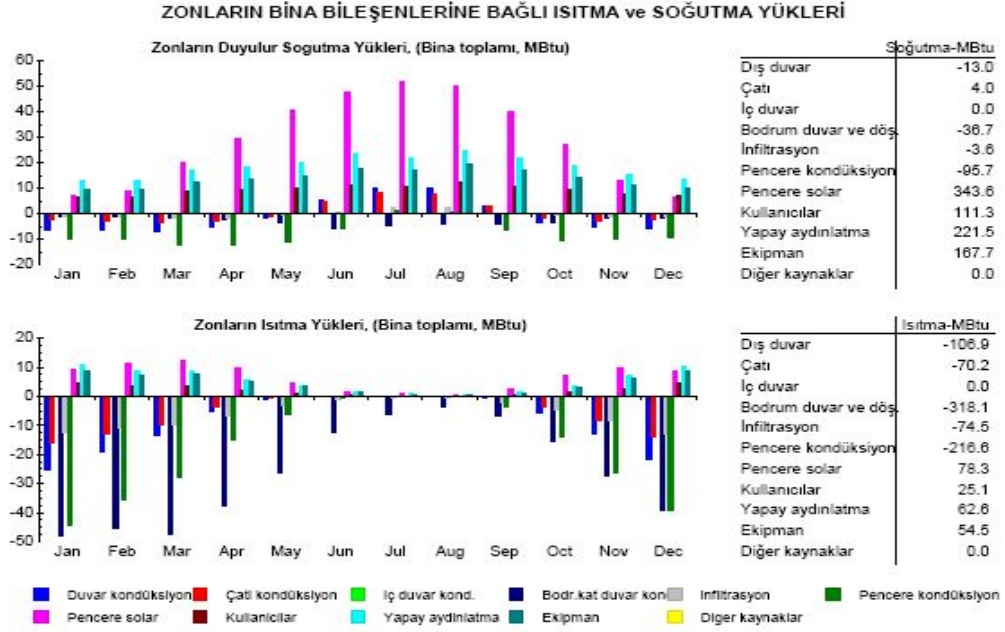


Şekil: 4.2

Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın Bileşenlere Bağlı, Aylara Göre Yıllık Enerji Tüketimi

Soğutma yükünün oluşumunda önem sırası ile;

- Pencerelerden radyasyon yoluyla ısı kazancı,
- Yapay aydınlatma kaynaklı ısı kazancı,
- Ekipmanlardan kaynaklanan ısı kazancı ve kullanıcılardan kaynaklanan ısı kazancı,soğutma yükünü arttırmaya yönelik olumsuz rol oynarken;
- Pencerelerden kondüksiyon yoluyla ısı kaybı,
- Bodrum kat döşemesi ve dış duvarlardan ısı kaybı,
- İnfiltrasyon yolu ile ısı kaybı, soğutma yükünü azaltmaya yönelik olumlu katkı sağlamaktadır [36].



Şekil 4.3-Şekil 4.4

### Zonların Bina Bileşenlerine Bağlı Isıtma Ve Soğutma Yükleri

#### Isıtma Yükünün Oluşumunda Önem Sırası İle:

- Bodrum kat döşemesi ve toprak temaslı dış duvarlardan ısı kaybı,
- Pencereleden kondüksiyon yolu ile ısı kaybı,
- Dış duvarlardan ısı kaybı,
- İnfiltrasyon yolu ile ısı kaybı ve
- Teras çatı döşemesinden ısı kaybı, ısıtma yükünü arttırmaya yönelik olumsuz rol oynarken;
- Pencereleden radyasyon yoluyla ısı kazancı,
- Yapay aydınlatma kaynaklı ısı kazancı,

Ekipmanlardan kaynaklanan ısı kazancı ve Kullanıcılardan kaynaklanan ısı kazancı, ısıtma yükünü azaltmaya yönelik olumlu katkı sağlamaktadır. Binaların ısıtma ve soğutma sistemlerinin kapasitesi; dış iklimsel koşullar, içsel ısı kazanç ve kayıpları nedeni ile, zonlarda oluşmakta olan “pik yükler”e göre saptanmaktadır. Dolayısı ile

binanın enerji performansının artırılması konusunda öncelikli hedef; zonlarda oluşabilecek pik ısıtma ve soğutma yüklerinin düşürülmesi olmaktadır. Bu nedenle, enerji tasarrufuna yönelik alternatif iyileştirme modelleri; maksimum ısı kayıp ve kazançlarının engellenmesi yönünde olacaktır.

#### **4.5.3 Binanın Aktif Sistemlerinin (Isıtma, Soğutma, Havalandırma ve Yapay Aydınlatma Sistemleri) Enerji Tüketimini Azaltmaya Yönelik, Enerji Etkin Bina Tasarımına Dayalı, Alternatif Modellerin Oluşturulması**

Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın mevcut durumunun modeline ait enerji analiz sonuçları; enerji tasarrufuna yönelik geliştirilecek olan iyileştirme modellerinin enerji analizleri için karşılaştırma tabanı oluşturmaktadır.

Enerji tasarrufuna yönelik iyileştirme çalışmalarında, bina formu, yönlendirme, bölgeleme (zoning) gibi kararlar değiştirilmeyerek, alternatif modeller oluşturulurken öncelikli hedef; binanın kullanım ve işletim evrelerinde, en fazla enerji gerektiren ısıtma, soğutma, havalandırma ve yapay aydınlatma sistemlerinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından ve pasif denetim olanaklarından faydalanılarak, bu sistemlerin yıllık toplam enerji tüketimindeki paylarının düşürülmesi olmuştur.

Bu nedenle, enerji tasarrufuna yönelik alternatif modeller; aşağıdaki parametreler ışığında oluşturulmuştur.

- Cam kombinasyonu ve doğrama cinsinin belirlenmesi,
- Kabuğun ısı geçirgenlik direncinin artırılması (Isı yalıtımı kullanılması) ve ısı kayıplarının azaltılması,
- Güneş kontrol ve gölgeleme sistemleri kullanılması,
- Günışığı (doğal aydınlatma) ve yapay aydınlatmanın denetimi (yapay aydınlatmayı minimize edecek şekilde doğal aydınlatmanın zenginleştirilmesi),

- Değişken gaz debili ısıtma ve soğutma sistemi (VRV: variable refrigerant volume) ve ısı geri kazanımlı havalandırma sistemi (HRV: heat recovery ventilation).
- Binanın “ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinde” kullanılabilen uygun aktif sistemlerin tespit edilmesi,
- Yapay aydınlatma kaynaklı ısı kazancının kontrol edilmesi,
- Kullanma sıcak suyu için Güneş kolektör sistemlerinin kullanılması,
- Dört borulu fan-coil sistemi ve primer havalandırma sistemi,
- Değişken hava debili sistemler (VAV: variable air volume),

Bu alternatif modellerin; enerji performans analiz sonuçları, enerji tasarruf potansiyelleri açısından, binanın mevcut durumu ile karşılaştırılarak, en uygun model tespit edilmeye çalışılmaktadır.

Enerji etkin bina tasarım yaklaşımında hedeflenen; binanın enerji korunumuna önem verilmesi, iklim verilerinden yararlanarak, doğal girdilerin ve pasif denetim olanaklarının iyi değerlendirilmesinin yanı sıra, bina tipi ve çevre verilerine en uygun pasif ısıtma, soğutma, havalandırma, doğal aydınlatma ve pasif denetim mekanizmaları tasarlayarak, fosil kaynaklı enerji tüketen aktif sistemlerin müdahalesini geciktirmeye çalışmaktır. Bu sayede binaların aktif sistemlerinin tüketeceği enerjiden büyük oranda tasarruf sağlanabilmektedir.

Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın en çok enerji tüketen aktif sistemlerinin tespit edilebilmesi için; Elektrik ve Mekanik tesisat proje hesapları, binanın enerji tüketim faturaları (elektrik ve doğalgaz faturaları) ve enerji simülasyon programı (Power-DOE) ile oluşturulan binanın mevcut modelinin enerji analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda aşağıdaki tespitler yapılmıştır.

Ankara iklim koşullarında, kullanıcı ve ısı üreten ekipman (yapay aydınlatma, bilgisayar, faks, fotokopi, printer vb.) sayısı fazla olan ve dolayısı ile içsel ısı kazançları yüksek olan bu tür ofis binalarında, soğutma yükünün, ısıtma yükü ile

karşılaştırıldığında önemli bir yüzdeye sahip olduğu görülmüştür. Geleneksel yapı tasarım yaklaşımı ile inşa edilmiş olan, Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın 2001 ve 2002 yıllarının Eylül ayları arasında yıllık toplam ısıtma yükü; 1316 Mbtu ve yıllık toplam soğutma yükü ise; 930 Mbtu olarak tespit edilmiştir. Bu durumda; binanın soğutma yükünün, binanın ısıtma yüküne oranının yaklaşık %70 civarında olduğu görülmektedir [36].

Binanın yıllık toplam elektrik enerjisi tüketimine bakıldığında; yapay aydınlatma sisteminin ise 103 MWh (351 Mbtu) gibi bir tüketim miktarına sahip olduğu görülmektedir. Dolayısı ile binanın en çok enerji tüketen sistemlerinin sıralamasının çoktan aza doğru aşağıdaki gibi olduğu tespit edilmiştir [36].

1. Isıtma ve havalandırma sistemi
2. Soğutma ve havalandırma sistemi
3. Yapay aydınlatma sistemi

Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nın, enerji tasarrufuna yönelik iyileştirme çalışmalarında, bina formu, yönlenme, bölgeleme (zoning) gibi kararlar değiştirilmeyerek, alternatif modeller oluşturulurken öncelikli hedef; binanın kullanım ve işletim evrelerinde, en fazla enerji gerektiren ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından ve pasif denetim olanaklarından faydalanılarak, bu sistemlerin yıllık toplam enerji tüketimindeki paylarının düşürülmesi olmuştur.

Bu nedenle, enerji tasarrufuna yönelik alternatif modeller; aşağıdaki parametreler ışığında oluşturulmuştur [36].

- Cam kombinasyonu ve doğrama cinsinin belirlenmesi,
- Kabuğun ısı geçirgenlik direncinin arttırılması (Isı yalıtımı kullanılması) ve ısı kayıplarının azaltılması,
- Güneş kontrol ve gölgeleme sistemlerinin kullanılması,

- Günüşığı (doğal aydınlatma) ve yapay aydınlatmanın denetimi (yapay aydınlatmayı minimize edecek şekilde doğal aydınlatmanın zenginleştirilmesi),
- Yapay aydınlatma kaynaklı ısı kazancının kontrol edilmesi
- Kullanma sıcak suyu için Güneş kollektör sistemlerinin kullanılması,
- Binanın “ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri” için en uygun aktif sistemlerin tespit edilmesi.

Bu hedefle; “PROJE + Cam kombinasyonu + Günüşığı + Güneş kontrolü + Aydınlatma ısı kazanç kontrolü + Isı yalıtımı + Güneş kollektörü + VRV ve HRV sistemi” modeli oluşturularak, binanın enerji performans analizleri değerlendirilmiştir.

Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası’nda kullanılan doğrama ve cam kombinasyonu; çift tabakalı cam, dışta; gri reflekte temperli cam (d=6mm), camlar arasında hava boşluğu (d=12mm), içte; düz cam (d=6mm)’dır. Binada ısıtma ve soğutma yüklerinin düşürülmesi, kullanılan cam kombinasyonunun Güneş kontrol düzeyine bağlı olduğu düşünülerek, Güneş kontrol düzeyi yüksek ve iç mekanlarda gündüz koşullarında yapay aydınlatma kullanılmasını gerektirmeyerek yeterli doğal aydınlatma seviyesini sağlayan yeni bir cam kombinasyonu önerilmiştir. Aynı dış doğramalarla (ısı yalıtımlı alüminyum doğrama) oluşturulan yeni cam kombinasyonu; çift tabaka düz cam (d=6mm), dışta renkli seçici geçirgen kaplamalı cam, camlar arasında ısı aynası (HM88 tip) ve boşlukta kripton gazı (d=12mm) kullanılarak elde edilmiştir. Alternatif cam kombinasyonu kullanılarak yapılan enerji performans analizlerinin sonuçları aşağıda belirtilmektedir [35-36].

**Yıllık enerji tüketim tasarrufu** : 4.760 TL = 3215 \$ (% 5,7)

**“PROJE + Cam kombinasyonu” modeli ek maliyeti** : 7.200 \$

**Sistemin, bu ek maliyeti amorti etme süresi** : 2.2 yıl

Görüldüğü üzere yeni önerilen cam kombinasyonunun, kendi ek maliyetini amorti etme süresi oldukça kısadır. Bu koşullar altında yaklaşık iki yılın sonunda, her yıl 3215 \$ (% 5,7) enerji tasarrufu sağlanacaktır. Eğer önerilen yeni sistemler, çok büyük ilk yatırım maliyetlerine neden olmuyorsa, Dünya'daki ve ülkemizdeki enerji kaynaklı sorunların azaltılması için tercih edilmeleri gerekmektedir.

Binada ısı kayıplarının azaltılması ve bina kabuğunun ısıl direncinin artırılması amacı ile; binayı çevreleyen tüm kabuk bileşenlerinde, ısı yalıtımının kullanılması ve kullanılan ısı yalıtımı kalınlıklarının yeniden düzenlenmesi ile yeni model oluşturulmuştur (PROJE + Isı yalıtımı).

- Radye temel döşemesi : 6 cm ısı yalıtımı
- Dış duvarlar : 6 cm ısı yalıtımı
- Teras çatı döşemesi : 12 cm ısı yalıtımı

Bu model ile hedeflenen; binanın en çok enerji tüketen ısıtma sisteminin enerji tüketim miktarını düşürmektir. Yapılan enerji performans analizleri sonucunda, binanın ısıtma yüklerinde düşüş gözlenirken soğutma yükleri marjinal olarak artmıştır. “PROJE + Isı yalıtımı” modelinin enerji analizleri sonucunda yapılan tespitler aşağıda belirtilmektedir.

**Yıllık enerji tüketim tasarrufu** : 5.845 TL = 3950 \$ (% 7)

**“PROJE + Isı yalıtımı” modeli ek maliyeti** : 12.033 \$ / m<sup>2</sup>

**Sistemin, bu ek maliyeti amorti etme süresi** : 3 yıl

Görüldüğü üzere yeni önerilen ısı yalıtım kalınlıklarını içeren, kabuk konstrüksiyonunun, amortisman süresi oldukça kısadır. Bu koşullar altında üçüncü yılın sonunda, her yıl 3950 \$ (% 7) enerji tasarrufu sağlanacaktır [36].

İçsel ısı kazancı yüksek olan Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası'nda, özellikle sıcak dönemlerde, Güneş'in istenmeyen etkilerinden yani iç mekanların aşırı ısınması, binanın soğutma yükünü arttırması gibi durumlardan korunmak amacı ile binaya; Güneş kontrol ve gölgeleme sistemi uygulanarak, enerji

performans analizleri yapılmıştır. “PROJE + Cam kombinasyonu + Güneş kontrolü” modelleri kullanılarak yapılan İyileştirme çalışmaları sonucunda yapılan tespitler aşağıda bilgilerinize sunulmaktadır [36].

**Yıllık enerji tüketim tasarrufu : 9.695 TL = 6550 \$ (% 12)**

**“PROJE + cam kombinasyonu” modeli ek maliyeti : 7.200 \$**

**Güneş kontrol ve gölgeleme sistemi maliyeti : 25.000 \$**

**“PROJE+Cam kombinasyonu+Güneş kontrolü” toplam maliyeti : 32.200 \$**

**Sistemin kendi maliyetini amorti etme süresi : 4.9 yıl**

Görüldüğü üzere yeni önerilen “PROJE + Cam kombinasyonu + Güneş kontrolü” modelinin amortisman süresi beş yılın altındadır. Bu sürenin sonunda sistem; her yıl 6550 \$ (% 12) enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Binanın üçüncü en çok enerji tüketen ve yüksek ısı kazancı sağlayarak yaz koşullarında yüksek soğutma yüküne neden olan sistemi; yapay aydınlatma sistemidir. Bu sistemin tüketeceği enerjinin azaltılması amacı ile doğal aydınlatmayı ön planda tutan ve ofis zonları için yeterli aydınlık düzeyi sağlanabildiği müddetçe, yapay aydınlatma sistemini devreden çıkaran Günışığı modeli oluşturulmuş ve enerji performans analizleri yapılmıştır. “PROJE + Cam kombinasyonu +Günışığı” modelleri kullanılarak yapılan İyileştirme çalışmaları sonucunda yapılan tespitler aşağıda bilgilerinize sunulmaktadır.

**Yıllık enerji tüketim tasarrufu : 12.640 TL = 8540 \$ (% 15)**

**“PROJE + cam kombinasyonu” modeli ek maliyeti : 7.200 \$**

**Günışığı (doğal aydınlatma) denetim sistemi maliyeti : 6.000 \$**

**“PROJE + Cam kombinasyonu+ Günışığı” modeli toplamı : 13.200 \$**

**Sistemin kendi maliyetini amorti etme süresi : 1.5 yıl**



Görüldüğü üzere yeni önerilen “PROJE + Cam kombinasyonu+ Günışığı” modelinin amortisman süresi yaklaşık bir buçuk yıldır. Bu sürenin sonunda sistem; her yıl 8.540 \$ (% 15) enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Yapay aydınlatma, kullanıldığı zaman diliminde iç mekanlar için gerekli aydınlık düzeyini sağlarken, aynı zamanda iç ortama ısı kazancı da sağlamaktadır.

Kış mevsimi koşullarında (yani ısıtma gereken dönemlerde) yapay aydınlatma kaynaklı ısı kazancı, binanın ısıtma yükünü düşürmektedir. Yaz mevsimi koşullarında ise (yani soğutma gereken dönemlerde); yapay aydınlatma kaynaklı ısı kazancı, binanın soğutma yükünün artmasına neden olmaktadır. Bu sebeple; Yapay aydınlatma kaynaklı ısı kazancının kontrol edilmesine yönelik olarak; “PROJE + Aydınlatma ısı kazanç kontrolü” modeli oluşturulmuştur. Bu sistem; Isıtma gereken dönemlerde, aydınlatma armatürlerinin neden olduğu ısı kazancının iç mekanda kalmasını sağlamakta olup, soğutma gereken dönemlerde ise aydınlatma armatürlerinin neden olduğu ısı kazancının hava kanalları ile toplanarak, binanın havalandırma bacalarından dışarı atılmasını sağlamaktadır. Bu durum; binanın soğutma yüklerini büyük oranda azaltarak, soğutma sisteminin tüketeceği enerjiden tasarruf sağlamaktadır. “PROJE + Aydınlatma ısı kazanç kontrolü” modeli kullanılarak yapılan İyileştirme çalışmaları sonucundaki tespitler aşağıda belirtilmektedir [36].

**Yıllık enerji tüketim tasarrufu : 5.591 TL = 3777 \$ (% 6,7)**

**“PROJE + Aydınlatma ısı kazanç kontrolü” modeli ek maliyeti : 12.000 \$**

**Sistemin kendi maliyetini amorti etme süresi : 3.2 yıl**

Görüldüğü üzere yeni önerilen “PROJE + Aydınlatma ısı kazanç kontrolü” modelinin amortisman süresi yaklaşık üç yıldır. Bu sürenin sonunda sistem; her yıl 3777 \$ (% 6,7) enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Binada enerji tasarruf potansiyeli barındıran diğer bir alan ise kullanma sıcak suyu sisteminde, Güneş enerjisinden direkt olarak yararlanmayı sağlayan güneş kollektörlerinin kullanılmasıdır. Yapılan enerji performans analizleri sonucunda; güneş kollektörleri ile kullanma sıcak suyunun %45.4'ü karşılanabilmektedir. “PROJE + güneş kollektörü” modeli kullanılarak yapılan İyileştirme çalışmaları sonucunda yapılan tespitler aşağıda bilgilerinize sunulmaktadır [36].

**Yıllık enerji tüketim tasarrufu** : 1.428 TL = 965 \$ (% 1,7)

**Güneş kollektör sisteminin ilk yatırım maliyeti** : 5.000 \$ (ortalama)

**Sistemin kendi maliyetini amorti etme süresi** : 5.2 yıl

Görüldüğü üzere yeni önerilen “PROJE + Güneş kollektörü” modelinin amortisman süresi yaklaşık beş yıldır. Bu sürenin sonunda sistem; Her yıl 965 \$ (% 1,7) enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Ekolojik ve enerji etkin yapı tasarımı kriterlerini kullanan bu modeller ışığında; Tüm iyileştirme çalışmaları, yeni bir modelde toplanarak “PROJE + Cam kombinasyonu + Günışığı + Güneş kontrolü + Aydınlatma ısı kazanç kontrolü + Isı yalıtımı + Güneş kollektörü” modeli oluşturulmuş ve enerji performans analizleri yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları mevcut proje ile karşılaştırıldığında, binanın yıllık enerji tüketim maliyeti; 83.188,880 TL’den, 54.250,324902 TL’na düşürülmüş olup ve yıllık enerji tasarruf oranı %35 olarak tespit edilmiştir. Bu durumda; Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası’nın, yıllık enerji tüketim tasarrufu; 28.939 TL = 19.555 \$ olmaktadır. Bu modelin kullanılması ile yapılan İyileştirme çalışmaları sonucundaki tespitler aşağıda bilgilerinize sunulmaktadır [36].

**Yıllık enerji tüketim tasarrufu** : 28.939 TL = 19.555 \$ (% 35)

**“PROJE + cam kombinasyonu” modeli ek maliyeti** : 7.200 \$

**Günışığı (doğal aydınlatma) denetim sistemi maliyeti** : 6.000 \$

**Güneş kontrol ve gölgeleme sistemi maliyeti** : 25.000 \$

**“PROJE + Aydınlatma ısı kazanç kontrolü” modeli ek maliyeti** : 12.000 \$

**“PROJE + Isı yalıtımı” modeli ek maliyeti : 12.000 \$**

**“PROJE + Güneş kollektör” sisteminin ilk yatırım maliyeti : 5.000 \$**

**Sistemlerin toplam maliyeti : 67.200 \$**

**Sistemlerin, toplam maliyeti amorti etme süresi : 3.4 yıl**

Görüldüğü üzere yeni önerilen “PROJE + Cam kombinasyonu + Günışığı + Güneş kontrolü + Aydınlatma ısı kazanç kontrolü + Isı yalıtımı + Güneş kollektörü” modelinin amortisman süresi yaklaşık üç buçuk yıldır. Bu sürenin sonunda önerilen sistemler; her yıl 19.555\$ (%35) enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Binanın bütün yapı bileşenleri ve elektromekanik sistemleri (pasif ve aktif sistemler) bir bütün olarak görev yapmaktadırlar. Ekolojik ve enerji etkin yapı tasarım yaklaşımı, binaların kullanım aşamasında, pasif tasarım kriterlerini kullanarak, enerji tüketimini minimize etmeye çalıştığı gibi; binanın ısıtma, soğutma, havalandırma sistemlerinde de enerjinin tasarruflu kullanılmasını hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda pasif tasarım kriterleri ile oluşturulan “PROJE + Cam kombinasyonu + Günışığı + Güneş kontrolü + Aydınlatma ısı kazanç kontrolü + Isı yalıtımı + Güneş kollektörü” modeline “VRV ve HRV sistemi” (Değişken gaz debili ısıtma-soğutma sistemi ve ısı geri kazanımlı havalandırma sistemi) eklenerek enerji performans analizleri yapılmıştır. Bu modelin kullanılması ile yapılan İyileştirme çalışmaları sonucundaki tespitler aşağıda belirtilmektedir.

**Yıllık enerji tüketim tasarrufu : 37.165 TL = 25.110 \$ (% 45)**

**“PROJE + Pasif sistemler” modelinin toplam maliyeti : 67.200 \$**

**“VRV ve HRV sistemi” ek maliyeti : 68.000 \$**

**“PROJE + Pasif sistemler + VRV ve HRV sistemi” toplamı : 135.200 \$**

**Sistemlerin, toplam maliyeti amorti etme süresi : 5.4 yıl**

Görüldüğü üzere yeni önerilen “PROJE + Pasif sistemler + VRV ve HRV sistemi” modelinin amortisman süresi yaklaşık beş buçuk yıldır. Bu sürenin sonunda sistem; her yıl 25.110-\$ (% 45) enerji tasarrufu sağlayacaktır.

## 5.BÖLÜM

### SONUÇ

Ülkemizde binalar için konu ile ilgili mevcut mevzuata bakıldığında; enerjinin uygun cihaz ve sistem tasarımları ile verimli kullanılması, atık enerjinin sisteme geri kazandırılması, alternatif, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım olanaklarının değerlendirilmesi konuları ön plana çıkmaktadır.

Binaların enerji kullanımındaki artış ve dışa bağımlılık oranları dikkate alındığında, binaların enerji performansı açısından belgelendirilmesi, binanın mimari yapısı, aydınlatma, havalandırma, ısıtma/soğutma sistemleri ile ilgili standartların kapsamlı olarak ele alınmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Binadaki enerji verimliliğinin sağlanması tüm mimari sistemlerin birbiri ile entegre çalışmasıyla mümkün olacaktır. Bu nedenle söz konusu sistemlerin birbirinden bağımsız düşünülmemesi gerekir. Bina enerji sistemlerinin çeşitliliği, disiplinler arası çalışma zorunluluğu ve devlet kurumlarının bu konudaki yetki alanları düşünüldüğünde çok kapsamlı bir çalışma söz konusudur.

Bu çalışmada yeşil bina değerlendirme sistemlerinde en yaygın kullanılan LEED ve BREEAM değerlendirme sistemlerinde ele alınan konular incelenmiş ve bu konuda Türkiye’de yapılması gerekenlere dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

Yapılan bu çalışmada BREEAM ve LEED yeşil bina değerlendirme sisteminde enerji verimliliği ile ilgili ve Türkiye’deki enerji verimliliği ile ilgili uygulamalar ve mevzuat değerlendirilmiştir. Sonuçta BREEAM Avrupa normlarını baz alan bir sistem olması nedeniyle Türkiye için LEED sertifikasyon sisteminden daha uygun gibi gözükse de, aynen uygulanması mümkün gözükmemektedir. Türkiye’de enerji verimliliği ile ilgili bir değerlendirme ölçütünün oluşturulabilmesi için öncelikle altyapısal eksiklikler tamamlanmalıdır. Çünkü sistemin ne kadar eksiksiz oluşturulmaya çalışılsa da dayanakları her zaman için ülkemizde kabul edilen standartlar ve kılavuzlar olacağından altyapıda olan herhangi bir eksik sistemin

çalışmasını etkileyecektir. Kriterlerin dayandırıldığı normlarda kimileri Avrupa normlarıyla birebir bağdaşırken zaman zaman ülkeye özgü referansların kullanılması gerektiği çok açıktır.

Ülkemizde binaların barındırdığı enerji tasarruf potansiyelinin, hem devlet yetkilileri hem de toplum tarafından yeterince anlaşılamadığı net şekilde görülmektedir. Günümüzde binaların enerji tasarımından sorumlu disiplinler de yeterli bilinç düzeyine sahip değildirler. Ne yazık ki Yeşil bina tasarımında kullanılan pasif ve aktif enerji sistemlerinin uygulamalarını üstlenmesi gereken özel şirketler de; çağdaş enerji söylemleri ve uygulamaları konusunda çok az bilgiye sahiptirler.

Mimarlık; binaların enerji tasarımından sorumlu tüm disiplinlerin koordinasyonunu sağlamakla yükümlü bir disiplindir. Mimar ise; binaların tasarım aşamasında bütün bu mühendislik disiplinleri ile ekip çalışmasının yürütülmesini sağlamaktadır. Binaların tasarım aşamasında alınan, pasif ve aktif enerji sistemlerine yönelik tüm kararlar, binanın kullanım ve işletim evresinde tüketileceği enerji miktarı konusunda belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle binaların enerji tasarımından sorumlu mühendislik disiplinlerinin ve mimarların yürütecekleri ekip çalışması; enerji performansı yüksek binaların tasarımı ve yapımı açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu ekip çalışmalarının yürütülmesi aşamasında; binaların enerji tasarımından sorumlu disiplinler tarafından kullanılmak üzere geliştirilen enerji modelleme programları, bina tasarım aşamasında enerji etkinliğini sağlamaya yönelik alınan kararların performansları konusunda, hızlı ve güvenilir bilgiler vermektedir. Farklı iklim şartlarında, farklı tip binaların enerji analiz süresini oldukça kısaltan enerji modelleme programlarının, enerji bilincinin giderek önem kazandığı günümüzde gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Günümüzde, gelişmiş ülkelerde kullanılmakta olan enerji modelleme programlarının; Türkiye koşullarına uyarlanması ve binaların enerji tasarımından sorumlu disiplinlerin kullanımına sunulması, ülkemizde de enerji bilincinin geliştirilmesi açısından büyük önem

taşımaktadır. Akademik ortamda; enerji modelleme programlarının test edilmesi ve sonuçlarının, akademide eğitilmekte olan, geleceğin mimar ve mühendisleri ile paylaşılması, enerji bilinci yüksek bir kuşağın yetiştirilmesi açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu araştırma kapsamında; akademik ortamda takip edilen, gelişmiş ülkelerin, binaların enerji performanslarının arttırılmasına yönelik kullanmakta oldukları, pasif ve aktif enerji sistemlerinin barındırdığı enerji tasarruf potansiyelleri, somut bir örnekleme yapılarak analiz edilmiştir.

## KAYNAKLAR:

- [1]IPCC, 2007. Climate Change 2007 Synthesis Report: An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change, İspanya, 12-17.Kasım.
- [2]Sev A, 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yem Yayın, İstanbul
- [3]Global Ecolabelling Network, 2004. Introduction to Ecolabelling, 20.Nisan.2009, <http://www.gen.gr.jp>
- [4]Terrachoice, 2009. The Seven Sins of Greenwashing, Environmental Claims in Consumer Markets Summary Report: North America. Nisan.2009, <http://sinsofgreenwashing.org/findings/greenwashing-report-2009/>
- [5]URL < <http://www.globalecolabelling.net/whatis.html>> Ocak.2009
- [6]Moore M. 2008. Konutlara Yönelik LEED Girişimi Hakkında Michelle Moore ile Soru ve Cevap. Şubat.2009, [http://www.arkitera.com/h32207\\_-konutlara-yonelik-leed-girisimi-hakkinda-michelle-moore-ile-soru-vecevap.html](http://www.arkitera.com/h32207_-konutlara-yonelik-leed-girisimi-hakkinda-michelle-moore-ile-soru-vecevap.html)
- [7]Ding, G.K.C., 2008. Sustainable construction—The role of environmental assessment tools, Journal of Environmental Management, sayı 86, s. 451–464
- [8]Julien, A., 2009, Assesing The Assesor: Breeam vs Leed, Sustain Magazine, sayı 6, s. 33, Mart 2009, [http://www.breeam.org/filelibrary/BREEM\\_v\\_LEED\\_Sustain\\_Magazine.pdf](http://www.breeam.org/filelibrary/BREEM_v_LEED_Sustain_Magazine.pdf)
- [9] Crawley, D., Aho, I., 1999. Building Environmental Assessment Methods: Application and Development Trends. Building Research and Information, sayı 27 (4/5), s. 300–308.
- [10]URL < <http://www.bre.co.uk/> > Ocak-Nisan.2009
- [11]URL < <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CategoryID=19>> Şubat.2009
- [12]URL < <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1971>> Nisan.2009
- [13]URL < <http://www.usgbc.org/>> Ocak-Nisan.2009
- [14]Curwell, S., 1996. Specifying For Greener Buildings. The Architects' Journal, sayı. Ocak, s. 38–40.
- [15]URL <<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.html>> Mart.2009
- [16]Yapı Dergisi, 2009. Yapıda Ekoloji Haberleri, Yapı Dergisi Yapıda Ekoloj Eki, sayı 329, s.12, Yem Yayın, İstanbul
- [17]URL<<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=enerjiverimliliği&bn=217&hn=&id=587>> Nisan.2009
- [18]URL <[http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=enerji\\_cevre\\_iklim&bn=218&hn=&nm=4303&id=4303](http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=enerji_cevre_iklim&bn=218&hn=&nm=4303&id=4303)> Nisan.2009
- [19]Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2007. 5627 No'lu Enerji Verimliliği Kanunu, Resmi Gazete Sayısı: 26510, Resmi Gazete Tarihi: 2.Mayıs.2007
- [20]Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2008. Çevre Denetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayısı: 27061, Resmi Gazete Tarihi: 21.Kasım.2008
- [21]URL<<http://www.kultur.gov.tr/tr/BelgeGoster.aspx?6E10F8892433CFF3DF828A179298319FD3F4F8A07CDF7468>> Nisan.2009
- [22]Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2008. Turizm İşletmesi Belgeli Konaklama Tesislerine Çevreye Duyarlı Konaklama Tesisi Belgesi Verilmesine Dair 2008/3 no'lu Tebliğ, Resmi Gazete Sayısı: 27005, Resmi Gazete Tarihi: 22.Eylül.2008

- [23] **Bayındırlık ve İskan Bakanlığı**, 2008. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayısı: 27075, Resmi Gazete Tarihi: 05.Aralık.2008
- [24] **URL** < <http://www.istac.com.tr/>> Nisan.2009
- [25] **URL** < <http://www.cevredostubinalardernegi.org/>>
- [26] **URL** < <http://matpum.metu.edu.tr>
- [27] **Avcı S.** 2009. EKOdesign Konferansı Panel Konuşması, İstanbul
- [28] **TTMD Türk Tesisat Mühendisleri Derneği**, Teknolojisinde Yenilenebilir Enerjiler ve Alternatif Sistemler Çalıştayı Sonuç Bildirisi, Eskişehir
- [29] **URL** < <http://www.communities.gov.uk/news/corporate/705107>>
- [30] **Erten, D.**, 2008. Kazanca Dönüşen Maliyet, Bölgesel Çevre Merkezi Dergisi, 2008. sayı 4, s.18-19
- [31] [73] **Akpınar P.** 2008. Türkiye’de Yeşil Bina Girişimleri, Bölgesel Çevre Merkezi Dergisi, 2008. sayı 4, s.19
- [32] **Bayraktar, M. Schulze T. ve Yılmaz, Z.** 2009, Binalarda Enerji Simulasyonları İçin Veri Toplama Listeleri Aracılığıyla Veri Yönetimi Modelinin Oluşturulması Tez Çalışması
- [33] **Gökçen G.** 2009, Konutlarda Enerji Performansı Standart Değerlendirme Metodu (Kep-Sdm) İçin Geliştirilen Enerji Sertifikalandırma Yazılımı Oluşturulması Tez Çalışması
- [34] **Utkuğ G.** 2003, “Enerji Etkin Tasarımda Yazılım Teknolojileri Bina Enerji Simulasyon Programları Tez Çalışması
- [35] **Türkmen R.** 2003 Enerji Etkin Bina Tasarımı Ve Enerji Performans Değerlendirmesi Tez Çalışması
- [36] **Power-DOE**, “Yüksel İnşaat Anonim Şirketi Ofis Binası’na Ait Enerji Performans Analizleri ve Sonuçları”, Power-DOE raporu no:101, Ankara, 1-20 (2003)
- [37] [http://www.aktifcevre.com.tr/portfolio\\_item/gri-su-geri-kazanım](http://www.aktifcevre.com.tr/portfolio_item/gri-su-geri-kazanım)
- [38] [http://www.imo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/c513b61577481aa\\_ek.pdf?dergi](http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/c513b61577481aa_ek.pdf?dergi)
- [39] <http://enerjienstitusu.com/2012.12.09/kyoto-protokolu-2020ye-kadar-uzatildi/>



## ÖZGEÇMİŞ

**ADI VE SOYADI:**  
MUSA ÖZTÜRK

**DOĞUM YERİ - TARİHİ:**  
Ankara-01.01.1985

**MEDENİ HALİ:**  
Evli

**E-MAIL:**  
musa\_ozturk@hotmail.com.tr

**ADRES (EV):**  
Hacıahmet mah. Ermeydanı cad. No:26/4 Kurtuluş Beyoğlu İstanbul

**ADRES (İŞ):**  
Rüzgarlıbahçe mah. Cumhuriyet cad. No:91/1 Kavacık İstanbul

**TELEFON:**  
0534 323 88 53

**EĞİTİM DURUMU:**  
2012 – 2014 İstanbul Arel Üniversitesi  
2002 – 2007 Niğde Üniversitesi Çevre Mühendisliği  
1999 – 2002 Ankara Ayaş Çok Programlı Lisesi

**YABANCI DİL:**  
İngilizce - Orta Düzey ( İngilizce kursuna devam diyorum)

**İŞ TECRÜBESİ:**  
2014- KEYGEN Uluslararası Müh. Müş. Ltd. Şti./İstanbul  
2013-2014 PRODESİGN International Engineering Co. Ltd. Şti./İstanbul  
2011-2013 EMAY Uluslararası Müh. Müş. Ltd. Şti./İstanbul  
2009-2011 PİRAMİT Müh. Müş. Ltd. Şti./Ankara