



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KONUTLARDA ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN TASARIM  
YÖNTEMLERİ VE BEP-TR YÖNTEMİYLE UYGULAMA  
ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Asiye Kübra KÜLÜNKOĞLU İSLAMOĞLU**

**Anabilim Dalı: Mimarlık**

**MAYIS 2017**





**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KONUTLARDA ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN TASARIM  
YÖNTEMLERİ VE BEP-TR YÖNTEMİYLE UYGULAMA  
ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Asiye Kübra KÜLÜNKOĞLU İSLAMOĞLU  
(130201006)**

**Anabilim Dalı: Mimarlık**

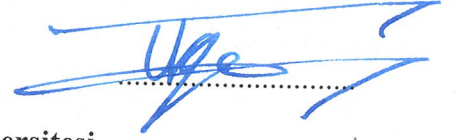
**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Uğur ÖZCAN**

**Teslim Tarihi: 16 Mayıs 2017**

FSMVÜ, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 130201006 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Asiye Kübra KÜLÜNKOĞLU İSLAMOĞLU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "KONUTLARDA ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN TASARIM YÖNTEMLERİ VE BEP-TR YÖNTEMİYLE UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ " başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** Yrd. Doç. Dr. Uğur ÖZCAN

Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi



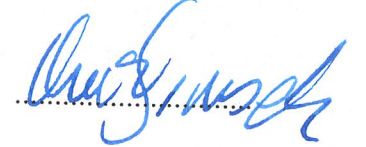
**Jüri Üyesi :** Doç. Dr. İbrahim Başak Dağgülü

Yıldız Teknik Üniversitesi



**Jüri Üyesi :** Yrd. Doç. Dr. Onur Şimşek

Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi



**Teslim Tarihi** : 18 Mayıs 2017

**Savunma Tarihi** : 14 Haziran 2017



*Kızım Aslı Beril'e,*



## ÖNSÖZ

‘‘Konutlarda Enerji Tüketimini Etkileyen Tasarım Yöntemleri Ve BEP-Tr Yöntemiyle Uygulama Örneklerinin İncelenmesi’’ başlıklı çalışmamın ortaya çıkmasında yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Yrd.Doc.Dr. Uğur ÖZCAN’a ve bütün hayatım boyunca bana destek olan Babam Hasan Külünkoğlu, Annem Mine Külünkoğlu, kardeşlerim Mimar Yusuf Külünkoğlu, İnş. Müh. Yunus Külünkoğlu ve değerli eşim Kenan İslamoğlu’na teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2017

A.Kübra Külünkoğlu İslamoğlu  
(Mimar)





## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	vii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	viii
<b>KISALTMALAR</b> .....	xi
<b>SEMBOLLER</b> .....	x
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	xiv
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	xvi
<b>RESİM LİSTESİ</b> .....	xix
<b>ÖZET</b> .....	xxi
<b>SUMMARY</b> .....	xxiv
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Tezin Amacı .....	1
1.2.Literatür Araştırması .....	2
1.3 Hipotez .....	2
<b>2. KONUT VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK</b> .....	3
2.1 Endüstri Devrimi Öncesi ve Sonrası Konut Üretimi.....	3
2.2 1980 Sonrası İklim Değişikliği, Fiziksel Çevrenin Değişimi.....	7
2.3 Sürdürülebilir Kalkınma ve Binalarda Enerji Etkinlik Kavramı.....	9
2.4.Bölüm Değerlendirilmesi.....	14
<b>3. KONUTTA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRAN YÖNTEMLER</b> .....	15
3.1 Konut ve Enerji Kavramlarının Önemi .....	15
3.2 Enerji Etkin Konut Tasarım Stratejileri.....	19
3.2.1 Yerleşim Planlaması ve Yapma Çevre İle Uyum .....	21
3.2.1.1 Topografik Değerler.....	22
3.2.2 İklimsel Veriler .....	24
3.2.3 Yakın Çevre İle Kurulan İlişki.....	28
3.2.2 Konut Tasarımında Yapısal Özellikler.....	29
3.2.2.1.Yapının Formu.....	29
3.2.2.2 Yapının Yönelimi.....	31
3.2.2.3 Yapı Kabuğunun Özellikleri.....	32
3.2.2.4 Mekan Organizasyonu .....	36
3.3 Konutun Isıtma Sistemi.....	40
3.4 Konutta Kullanıcı Etkisi.....	41
3.5.Bölüm Değerlendirilmesi.....	44
<b>4.KONUTLARDA KULLANILAN ENERJİ SERTİFİKASYON SİSTEMLER</b> .....	45
4.1.Dünyada Kullanılan Enerji Sertifikasyon Sistemleri .....	45
4.1.1 BREEM Sistemi ve İncelediği Bileşenler .....	45
4.1.2. LEED Sistemi ve İncelediği Bileşenler.....	48

4.1.3 Greenstar Sistemi ve İncelediği Bileşenler .....	51
4.1.4 CASBEE Sistemi ve İncelediği Bileşenler.....	53
4.1.5 DGNB Sistemi ve İncelediği Bileşenler .....	55
4.1.6 SBTool Sistemine İncelediği Bileşenler.....	57
4.2. Türkiye'de Kullanılan Enerji Sertifikasyon Sistemleri .....	59
4.2.1. Türkiye'de ki Yasal Düzenlemeler.....	59
4.2.2. Türkiye'de Kullanılan BEP-TR Yöntemi Ve Özellikleri.....	62
4.3. Bölüm Değerlendirmesi.....	69
<b>5. BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI ( BEP-TR ) YAZILIMI VE ÖRNEK YAPININ ANALİZLERİ VE VERİLERİN İNCELENMESİ.....</b>	<b>70</b>
5.1 Birinci Örnek Yapı .....	70
5.1.2. Birinci Örnek Yapının Mimari Tasarımı ve Malzeme Özellikleri.....	71
5.1.3 Birinci Örnek Yapının Mekanik Sistemleri- Isıtma- Soğutma Verileri.....	73
5.1.4. Birinci Örnek Yapının Bep-Tr Yöntemiyle Analizi.....	73
5.2. İkinci Örnek Yapı.....	83
5.3. Üçüncü Örnek Yapı.....	87
5.4. Bölüm Değerlendirilmesi.....	91
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>92</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>96</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>103</b>

## **KISALTMALAR**

<b>ASHRAE</b>	: American Society of Heating, Refrigeration and Air-coditioning
<b>BEP-TR</b>	: Binalarda Enerji Performansı – Türkiye
<b>BREEAM</b>	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
<b>BS</b>	: British Standards
<b>CASBEE</b>	: Comprehensive Assesment System for Built Environment Efficiency
<b>CIBSE</b>	: The Chartered Institution of Building Services Engineers
<b>DGNB</b>	: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
<b>DIN</b>	: Deutsches Institut for Normung
<b>EKB</b>	: Enerji Kimlik Belgesi
<b>EN</b>	: European Norm
<b>EPBD</b>	: Binalarda Enerji Performansı Yönergesi
<b>GBCA</b>	: Yeşil Bina Konseyi
<b>GREENSTAR</b>	: Green Building Council of Australia
<b>JAGBC</b>	: Japonya Yeşil Bina Konseyi
<b>LEED</b>	: Leadership in Energy and Environmental Design
<b>SBTOOL</b>	: Sustainable Building Tool-Canada
<b>TSE</b>	: Türk Standartları Enstitüsü
<b>USGBC</b>	: Amerikan Yeşil Binalar Konseyi



## SEMBOLLER

<b>CLO</b>	: Isı Yalıtım Direnci
<b>U</b>	: Isı geçirme Kat Sayısı W/m <sup>2</sup> K
<b>H</b>	: Isı miktarı
<b><math>\sigma_x, \sigma_y, \sigma_{xy}</math></b>	: Kabuk iç gerilmeleri
<b>L</b>	: Dış Çevre Etkisi
<b>Q</b>	: Yapı Kullanıcılarının Yaşam Konforu Düzeyi Oranı
<b>Q/L</b>	: Yapının Çevresel Etkinliği



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 3.4 : Türkiye’de Standart Bir Konutun Enerji Harcaması.....</b>	<b>19</b>
<b>Çizelge 5.1.1: Örnek Yapının Duvar Cephesine Ait Bileşenler ve Isıl Katsayıları...</b>	<b>72</b>
<b>Çizelge 5.1.2: Örnek Yapının Taban Kısımına Ait Bileşenler ve Isıl Katsayıları.....</b>	<b>72</b>
<b>Çizelge 5.1.3: Örnek Yapının Tavan Kısımına Ait Bileşenler ve Isıl Katsayıları.....</b>	<b>72</b>





## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.3 : Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri. ....	10
Şekil 3.1.1 : 2011 Yılı Elektirik üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı.....	16
Şekil 3.1.2 : Sektörlere Göre Elektrik Enerjisi Tüketimi.....	17
Şekil 3.1.3 : Konutlarda Elektrik enerjisi Tüketimleri.....	18
Şekil 3.2 : Enerji Etkin Konut Tsarımını Yönlendiren Faktörler.....	21
Şekil 3.2.1.2 : Sıcak Kuru İklim Bölgesinde Batı Yönünden Kapalı Mimari Örneği.....	25
Şekil 3.2.1.3 :Sıcak Nemli İklim Bölgesi için Rüzgar Yönü Ve Peyzaj Tasarımı ....	25
Şekil 3.2.1.4 : Soğuk İklim Bölgesi İçin Kapalı Mimari Tasarım Örneği.....	26
Şekil 3.2.1.5 : İklim Türlerine Göre Eğimli Arazide Yerleşim .....	27
Şekil 3.1.2.6 : Binaların Farklı Şekillerde Bir araya gelmesi Sonucu Isı Kayıp Oranları.....	29
Şekil 3.2.2.1 : Farklı İklim Bölgelerindeki Yapı Tasarım Örnekleri.....	31
Şekil 3.2.2.4 : Örnek Mekan Organizasyonu Tipolojileri.....	36
Şekil 3.2.2.5 : Konut Yapısı Mekanlarının Uygun Yönlendirme Şeması.....	38
Şekil 3.4 : Konutların Sahip Olduğu Temel Mekanaları Gösteren Plan Örneği.....	39
Şekil 4.1.1 : Breeam Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.....	42
Şekil 4.1.2 : Breeam Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategorileri.....	46
Şekil 4.1.3 : Breeam Sertifikasyon Sisteminin Puan Yüzde Oranları.....	46
Şekil 4.1.4 : Breeam Sertifikasyon Sisteminin Sertifika Sınıfları.....	47
Şekil 4.1.5 : Leed Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.....	48
Şekil 4.1.6 : Leed Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategorileri.....	49
Şekil 4.1.7 : Leed Sertifikasyon Sisteminin Puan Yüzde Oranları.....	49
Şekil 4.1.8 : Leed Sertifikasyon Sisteminin Sertifika Sınıfları.....	50
Şekil 4.1.9 : GreenStar Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.....	51
Şekil 4.1.10 : GreenStar Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategorileri.....	51
Şekil 4.1.11 : GreenStar Sertifikasyon Sisteminin Puan Yüzde Oranları.....	52
Şekil 4.1.12 : GreenStar Sertifikasyon Sisteminin Sertifika Sınıfları.....	52
Şekil 4.1.13 : Casbee Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.....	53
Şekil 4.1.14 : Casbee Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategorileri.....	53
Şekil 4.1.15 : Casbee Sertifikasyon Sisteminin Puan Yüzde Oranları.....	54
Şekil 4.1.16 :Casbee Sertifikasyon Sisteminin Sertifika Sınıfları.....	54
Şekil 4.1.17 : DGNB Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.....	55
Şekil 4.1.18: DGNB Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategorileri.....	55
Şekil 4.1.19 : DGNB Sertifikasyon Sisteminin Puan Yüzde Oranları.....	56
Şekil 4.1.20 : DGNB Sertifikasyon Sisteminin Sertifika Sınıfları.....	56
Şekil 4.1.21 : SBTOOL Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.....	57
Şekil 4.1.22: SBTOOL Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategorileri.....	57
Şekil 4.1.23 : SBTOOL Sertifikasyon Sisteminin Puan Yüzde Oranları.....	58
Şekil 4.1.24 : SBTOOL Sertifikasyon Sisteminin Sertifika Sınıfları.....	58
Şekil 4.2.2.3 : BEP-TR Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.....	63
Şekil 4.2.2.4 : BEP-TR Sertifikasyon Sistemini Mevcut Kategorileri.....	64
Şekil 4.2.2.5 : BEP-TR Sertifikasyon Sistemini Konut Kategorisinin Sınıfları.....	64

Şekil 4.2.2.6: BEP-TR Sertifikasyon Sistemini Sınıfları.....	66
Şekil 5.1.1 : Örnek Yapıya Ait Şema.....	70
Şekil 5.1.2 : Örnek Yapıya Ait Kat Planı.....	71
Şekil 5.1.3 : Örnek Yapıya Ait Daire Planı.....	71
Şekil 5.1.4 : BEP-TR Sertifikasyon Sistemi Giriş Ekranı.....	74
Şekil 5.1.5 BEP-TR Genel Bilgi Ekranı.....	75
Şekil 5.1.6 : BEP-TR Plan Tipleri Ekranı.....	76
Şekil 5.1.7 : BEP-TR Kat Zonlarının Girildiği Ekran.....	76
Şekil 5.1.8 : BEP-Tr’de Isı Köprülerinin Gözterildiği Ekranı.....	77
Şekil 5.1.9: BEP-TR’de Pencere Veri Giriş Ekranı.....	78
Şekil 5.1.10: BEP-TR ‘de Isırma Sistmei Verilerinin Girildiği Ekran.....	79
Şekil 5.1.11 :BEP-RE’de Isıtma Sistemi Zonları.....	80
Şekil 5.1.12: BEP-TR Soğutma Sistemi Veri Giriş Ekranı.....	80
Şekil 5.1.13 : BEP-TR’de Sıcak Su Veri Giriş Ekranı.....	81
Şekil 5.1.14: BEP-TR Aydınlatma Elemanları Veri Giriş Ekranı.....	81
Şekil 5.1.15: BEP-TR Sonuç Belgesi.....	82
Şekil 5.2: İkinci Örnek Detayı.....	83
Şekil: 5.3: İkinci Örnek Yapı Kat Planı.....	84
Şekil: 5.4: İkinci Örnek Kesit Detayı.....	85
Şekil: 5.5: İkinci Örnek Yapının Enerji Kimlik Belgesi.....	86
Şekil: 5.6: Üçüncü Örnek Yapının Kat Planı.....	87
Şekil: 5.7: Üçüncü Örnek Yapının Detayı.....	88
Şekil: 5.8 : Üçüncü Örnek Yapının Enerji Kimlik Belgesi.....	90



## RESİM LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Resim 2.1</b> : Endüstri Devrimi Öncesi Kadın İşçiler .....	<b>4</b>
<b>Resim 2.2</b> :Endüstri Dönemi İşçi Konutları. ....	<b>6</b>
<b>Resim 3.2.1.1</b> : Türkiye Güneş Enerjisi Potansyel Atlası .....	<b>23</b>
<b>Resim 4.2.1</b> : BEP-TR Yönetmeliğinin Görev, Yetki ve Sorumlulukları .....	<b>61</b>
<b>Resim 4.2.2.1</b> : Yapı Performansını Etkileyen Bep-Tr Veri Girdileri.....	<b>65</b>
<b>Resim 4.2.2.2</b> : Enerji Kimlik Belgesi.....	<b>68</b>



# KONUTLARDA ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN TASARIM YÖNTEMLERİ VE BEP-TR YÖNTEMİYLE UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

## ÖZET

İnsanların yaşam konforlarının hızla artması, gelişen teknoloji ve modern hayat diye niteleyebileceğimiz günümüz yaşantısı, daha fazla enerji ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Doğal kaynakları kullanarak, çevreye zarar vermeden enerji üretmek ve sürdürülebilir bir hayat organize etmek tüm dünya devletlerinin ulusal politikası haline dönüşmüştür. Hem uluslararası hem de ulusal düzeyde devletler, kanunlar ve yönetmelikler oluşturmuş, yapıların enerji düzeylerini hesaplayan ve tasarlanmasına yön veren sertifikasyon sistemleri oluşturmuşlardır. Dünya çapında yapılan birçok araştırmaya göre, konut yapıları enerji pastasının büyük kısmını kapladığı görülmüştür. Konut yapılarında tüketilen enerjinin yeşil enerjiye dönüştürülmesiyle büyük oranda enerji tasarrufu elde edileceği ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda yeni tasarım kriterleri ortaya çıkmış ve sertifikasyon sistemleriyle yeni düzende üretilen yapılar denetlenmeye başlanmıştır.

Konut yapılarında enerji tüketimini etkileyen tasarım yöntemlerini ve ülkemizde enerji sertifikasyon hesabı için kullanılan BEP-Tr programını inceleyip, örnekler üzerinden incelemeyi amaçlayan tez çalışmamın;

Birinci bölümünde; ilk olarak mevcut problem tanımlanmış olup, daha sonra da çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi belirlenmiştir.

İkinci bölümde; Endüstri dönemi öncesi ve sonrası konut üretim tarihi incelenmiş, sürdürülebilir kalkınma, binalarda enerji etkinlik kavramı ve iklim değişikliğinin fiziksel çevreye etkisi gibi konular incelenmiştir. Enerji etkin kavramının üzerinde durularak gelişim süreci ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde, konutta enerji verimliliğini artıran yöntemler detaylı olarak incelenmiş, her bir yöntem açıklanmış ve enerji etkin konut stratejisi için parametreler tek tek anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, dünya çapında devletlerin ve gönüllü kuruluşların ürettiği enerji sertifikasyon sistemlerinin özellikleri ve birbirlerinden farklılıkları incelenmiştir. Tüm dünya gibi Türkiye’de kendi sertifikasyon programını üretmiş ve sertifikasyon sağlamıştır. Bu bölümde yerli sertifikasyon hesaplama sistemimiz olan BEP-Tr programı incelenmiş ve özellikleri anlatılmıştır.

Beşinci bölümde, BEP-Tr sertifikasyon hesaplama sistemi ile üç ayrı yapı incelenmiş ve hesaplamaları yapılarak sertifikaları oluşturulmuştur. Böylelikle programın nasıl çalıştığı ve dikkat ettiği hususlar gösterilmiştir.

Son bölüm, altıncı bölümde ise tez çalışmamın ilk bölümünden son bölümüne kadar elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Ve ulusal sertifikasyon hesaplama sistemimiz olan BEP-Tr ile ilgili analizler yapılarak diğer sertifikasyon sistemlerinden farkı ve ortak noktaları ortaya çıkarılmıştır.



# THE DESIGN TECHNIQUES WHICH EFFECT ENERGY CONSUMPTION IN BUILDINGS AND ANALYSIS OF APPLICATION EXAMPLES WITH BEP-TR

## ABSTRACT

The fast increase in the standards of life comforts, developing technology, today's life which can be defined as modern life bring out more energy need. By using natural sources and without damaging environment, generating energy and organizing a sustainable life become national policies of all countries around the world. For this purpose, there have been national and international researches. States make laws and regulations. Certificate systems which calculate energy levels of buildings and direct their designs are created. According to researches, housing buildings have the biggest share in energy consumption. Therefore, it appears that if the energy consumed in housing buildings can be turned into green energy, there will be great energy save. In this context, new design criteria arise and the buildings constructed in the new system are started to be inspected with the certificate systems.

My thesis aims at analyzing the design techniques effecting energy consumption in buildings and BEP-TR program used in our country for energy performance certification. In the first part of my thesis, the current problem has been identified, and then the purpose, extent and methods of research have been determined.

In the second part, the history of building construction before and after Industrial Age has been researched. The subjects such as sustainable development, the energy-active term and the effects of climate change on physical environment have been analyzed. By focusing on energy-active term, the development process has been discussed.

In the third part, the methods of increasing energy efficiency in buildings have been analyzed in detail. Each method has been explained and all parameters of energy efficient house strategy have been described one by one. In the fourth part, the features of energy certification systems produced by states and NGO's around the world and their differences have been examined. Like all other countries, Turkey produced its own certification program and provided certification. In this part, our local certification calculating system BEP-Tr has been studied and its features have been explained.

In the fifth part, three buildings have been analyzed with BEP-Tr certification calculating system and their certifications have been prepared by making calculations. In this way, the way the program works and the important points of it have been shown. In the last part, sixth part, the results obtained from the beginning of my thesis study to the end have been evaluated. Analysis of BEP-Tr our national certification calculating system has been done and its similarities and differences have been shown.



# 1.GİRİŞ

## 1.1. Tezin Amacı

Ekosistemin ve fosil yakıtlarımızın artan enerji ihtiyacına cevap verebilir ömür süreleri küresel ısınmanın da artmasıyla giderek azalmıştır. Uluslararası enerji ajansının yaptığı araştırma sonuçlarına göre, günümüzde binalar en önemli enerji tüketen unsurlar olmuşlardır. Dünyada kullanılan enerjinin yarısını, doğalgazın ise üçte birini binalar tüketmektedir. Ayrıca atmosfere salınan zararlı gazların üçte birinden de sorumludurlar. Enerjiyi tüketen ve doğal yaşama zarar veren yapıların çoğu konut binalardan oluşmaktadır. Konut binalar, harcanan enerjinin % 25'ini tüketmektedir.

Dünyada nüfusun artması ve ilerleyen teknoloji ile bugün doğal kaynaklar tükenme noktasına gelmiştir. Yapıların birçoğu ekosistemi ve iklim koşulları gözetmeksizin inşa edilmekte ve doğal enerji kaynaklarından yararlanmak amaçlanmamaktadır.. Böylelikle her geçen gün doğal çevre tahrip olmakta ve Yenilenebilir Enerji kaynaklarına ihtiyaç artmaktadır.

Doğal çevrenin varlığının devam etmesi ve aynı zamanda günümüz koşullarının konforunu sağlayabilmek için, fosil yakıt tüketen sistemlerin terk edilmesi, yerine alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarının getirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle yenilenebilir ve sürdürülebilirlik kavramlarının ön plana çıkmış ve dünya da yeni bir düzen ve düşünce tarzı gelişmiştir.

Dünya'da ön plana çıkan bu yeni düzen, tüm dünya devletleri gibi Türkiye'de de kendini göstermektedir. Artık Türkiye, Enerji korunumuna önem vermekte, doğal çevreyi korumak için yasal önlemler alıp, yenilenebilir ve sürdürülebilir doğal kaynaklardan yararlanmayı teşvik etmektedir. Bu bağlamda, her binanın Bep-Tr adlı yazılımının kullanılmasıyla oluşturulan, enerji sarfiyatını gösteren bir sertifika almasını mecburi tutulmuştur. Böylelikle Türkiye'de ki yapıların enerji tüketimi hakkında bilgi sahibi olunup, bina envanteri oluşturulmaya başlanmıştır. Bu envanter sayesinde inşa edilmiş tüm yapılar enerji bağlamında takip edilebilir ve denetlenebilir hale getirilmiştir.

Tez çalışmasının amacı; Konut yapılarında enerji tüketimini etkileyen tasarım yöntemlerini araştırılıp, dünya çapındaki enerji sertifikasyon sistemlerini inceleyerek, Türkiye’de ki sertifikasyon sistemi olan BEP-TR ile karşılaştırma yapılmasıdır. Uygulama olarak örnek yapıyı incelemek Bep-Tr yazılımından sonuç çıkarmak hedeflenenler arasındadır

## **1.2.Literatür Araştırması**

Tez çalışmasına başlanılmadan önce, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, İstanbul Bilgi Üniversitesi ve Bahçeşehir Üniversitesi Kütüphanelerinden basılı kaynak taraması yapılmış, Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı’na ait olan Ulusal Tez Merkezi’nden konu ile ilgili örnek teşkil eden dijital tezler edinilmiştir. Elde edilen kaynaklar incelendikten sonra edinilen bilgiyi pratiğe dökmek için, tez kapsamındaki örnek binanın enerji tüketimini hesaplama yöntemi olarak BEP-Tr yazılımı kullanılmasına karar verilmiştir. Bep-Tr yazılımını kullanabilmek için İstanbul Büyükşehir şubesi Mimarlar Odasının düzenlediği, Enerji Kimlik Belgesi Uzmanlığı kursuna gidilmiş ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın düzenlediği sınavdan başarıyla geçilmiştir.

## **1.2. Hipotez**

Çalışmanın Hipotezi; Konutlarda Enerji tüketimini etkileyen tasarım kriterlerini incelemeyi, Konut, Enerji, Sürdürülebilirlik gibi kavramları ön planda tutularak, dünyadaki enerji sertifikasyon sistemlerini analiz edip, Türkiye’de kullanılan sertifikasyon sistemi olan BEP-TR ile karşılaştırma yapmayı kapsayarak, enerji tasarım kriterlerine dikkat edildiğinde toplam enerji sarfiyatının büyük oranda azalacağını savunmaktır.

## **2. KONUT VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK**

### **2.1. Endüstri Devrimi Öncesi ve Sonrası Konut Üretimi**

Konut kavramı insanlığın başından beri barınma ihtiyacını karşılamak için hayatımızda var olan insanı ihtiyaç olarak kabul edilmektedir. İnsanların konfor seviyelerine, kültür değerlerine ve iklimsel koşullara göre farklılık gösteren konut mimarisi, yeni bulunan malzemeler ve yapım teknikleriyle hızlanmış ve değişime uğramıştır. En önemli değişimi ise endüstri devriminden sonra yaşamıştır.

1760'larda başladığını söyleyebileceğimiz Endüstri Devrimi, hayat şartlarını ve toplumun alışkanlıklarını birdenbire ve köklü bir şekilde değiştirmiştir. İnsanoğlunun hayatında ve kültüründe iki büyük ve kesin değişiklik olmuştur. Bunlardan birincisi, prehistorik devirde göçebelikten toprak uygarlığına geçilmesi, ikincisi ise toprak uygarlığından endüstriye geçilmesidir. Her iki dönemde de toplum hayatı, ekonomik değişikliklerin yanı sıra, büyük sosyal ve kültürel değişiklikler olmuştur. Ancak birinci geçiş yüzyıllar boyu süren çok yavaş bir süreç olurken, ikinci geçiş çok süratli ve tüm dünyayı etkileyen bir güçle gerçekleşmiştir. Endüstri ve makinalaşmanın getirdiği refah, hızlı üretim ve tüketim beraberinde tüm insanlığı etkileyecek önemli kararlar alınmasını getirmektedir.

Endüstri Devrimi Döneminde keşfedilen buluşlar ve teknik gelişmeler bugün kullandığımız teknolojinin temelini oluşturmaktadır. Yirminci yüzyılda yaygın olarak kullanılan; fotoğrafçılık, bisiklet, daktilo, dikiş makinaları, telefonlar, elektrik ışığı, otomobiller, fonograflar ve filmler gibi herkesçe bilinen ve kullanılan araçların tümü bu dönemde icat edilmiştir. Radyo ve uçak ise yine bu dönemde temelleri atılmış ama gelişmesi Birinci Dünya Savaşı sırasında olmuştur.

Endüstri devrimi bir deyişle, “Teknolojinin, Endüstriyel üretimin ve ulaşım olanaklarının gelişmesi ile birlikte birçok alanda yaşanan köklü değişim” olarak tanımlanmaktadır. Endüstri devrimi, birçok konuda (teknoloji, üretim, kültür,

ekonomi, toplumun sosyal yapısı, sanat ve mimarlık) önemli değişimlere ve yeni yaklaşımların ortaya çıkmasına yol açmaktadır.

Endüstri Devrimi döneminde; makinaların getirdiği hızlı üretim; standartlaşmayı da beraberinde getirmiştir. Ancak kurallı bir sistemle tüm bu sürece hakim olunabilir ve başarı sağlanabilir fikri oluşmaktadır. Standartlaşma sadece makinalarda değil, işçiler üzerinde de kurulmuştur. Herkesin aynı anda işe başlaması ve üretimde kendine verilen işi; düzgün ve aynı hızda yapmak zorunda olması bir tür standart işçi sınıfını oluşturmaktadır. Toplumda orta tabaka yok denecek kadar azalmış, zenginler ve bürokratlardan oluşan sınıf ile işçi sınıfı olarak ikiye bölünmüştür



**Resim 2.1:** Endüstri Devrimi Dönemi Kadın İşçiler.

Ayrıca, 19.yy'da ortaya çıkan mühendislikteki gelişmeler, inşa tekniklerinin değişmesi, binaların üretim hızını ve mimari yapısını değiştirdiği görülmektedir. Gideon'a göre, fabrika sistemi ve makine kullanımının yaygınlaşması ile birlikte dünyanın görünüşü değişmiştir ve bu değişim Fransız Devrimi'nden bile daha etkili olmuştur.

Standardizasyon ve seri üretim endüstri devriminin, mimariyi de etkileyen diğer önemli sonuçlarıdır. Endüstri devrimi ile birlikte "mimari mühendislik" kavramının ortaya çıkması, sürdürülebilir mimarlığın nedenlerinin oluşması anlamında milat niteliğindedir (LeCorbusier, 1999).

Banham'ın 'İyi Isıl Konforu Sağlanmış Çevrenin Mimarisi' adlı kitabında mimarlık ile çevre mühendisliğinin kesişen hedefleri, giderek yapısı karmaşıklaşan yapı endüstrisi ve teknolojisinde kurmaları gereken ortaklık tartışılmıştır (Hawkes, 1996). 1750-1900 arası dönemde, buhar ve kömürün enerji kaynağı olarak icadı ve elektrik üretimi gerçekleşmiş, sanayileşmiş şehirlerde mekanik enstitüleri kurulmuştur. Dokuma, tekstil kimyası, demir temel endüstrilerdir. Ekonomik organizasyon küçük fabrikalar ve liberalizm üzerine kuruludur. Kentlere, özellikle kömür ve liman bölgelerine göç artmaktadır (Candan ve diğ., 2004).

Endüstri devrimi ekonomiyi ve toplumları etkilediği gibi mimariyi de şekillendirmiştir. Mimaride Endüstri devriminden önce bina, Vitruvius'un bahsettiği gibi "insanı öngörülemez doğadan koruyan bir araç, dış çevre ile iç çevre arasındaki sınırdır".(Vitruvius, 1990).

Endüstri Devrimi Öncesi yapılarda, duvar, taban ve tavan döşemelerinde yalıtım yoktur veya çok azdır, ısı standartları yoktur, hava sızıntı oranları yüksektir, ancak ılıman iklimde ahşaptan, sıcak iklimde topraktan, soğuk iklimde taştan yapılmış binalar tasarlanmıştır. Gölgeleme ve nem için avlulu tasarımlar ya da kompakt yüzey/hacim oranını azaltan formlar kullanılmaktadır. Bununla birlikte kullanıcı sayısı ve yapının kullanım saatleri gibi girdiler de ortaya çıkmış bina tasarımında kriter olarak kabul görmeye başlanmışlardır.

Konut tasarım sürecinde ise enerji fiyatlandırması yapılmamaktadır, Bununla birlikte Endüstri devrimi öncesi, enerji kullanımını artıracak teknolojik gereçler yoktur, enerji sadece ısıtma ve aydınlatma için en basit haliyle kullanılmaktadır. Ayrıca konut genelde çalışma alanını da barındırmaktadır.

Endüstri Devrimi'nin getirdiği yeniliklerle; mimaride fonksiyon ön plana çıkmış, gelenek ve alışkanlıklar göz ardı edilmiştir. Mimari; estetik ve teknik gereksinimlere cevap veren bir anlayışa sahip olmuştur. Örneğin; Endüstri devrimi öncesi kabuk sadece sınır belirleyen bir unsurken, devrim sonrası iç ve dış mekânla uyum sağlaması düşünülen bir araca dönüşmüştür.

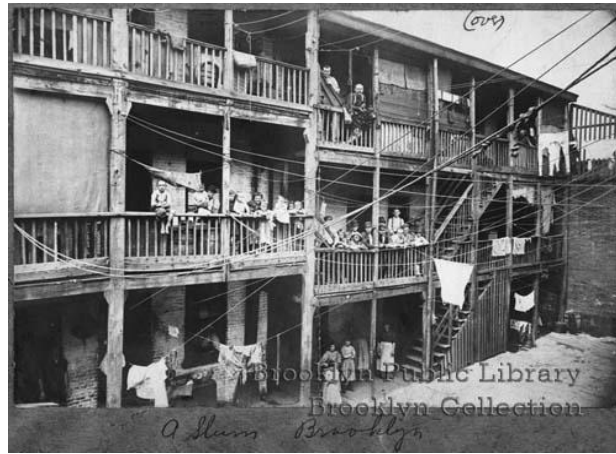
Endüstri devriminden sonra, makineleşme artmış, elde edilen yeni buluşlarla yapılar daha konforlu hale getirilmiştir. 20. yy'ın ilk yıllarında ise, mimarinin karşı karşıya geldiği yeni yüz, fonksiyonun öne çıktığı, geleneğin ve alışkanlıkların göz ardı edildiği



bir anlayışın yüzüdür. Modern mimari, stillerden kurtulmuş, estetik ve teknik gereksinimleri birlikte çözen bir anlayışa sahip olmuştur. Yapı strüktürü ve tektonik karakteri ayırt edilmiş, kabuk sadece sınırların belirlenmesi ve iç mekândaki fonksiyonu destekleyecek ışığın sağlanması için kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra, çevre denetimi elemanlarının ve kabuğun uyumu düşünölmeye başlamıştır. Amaç her yere inşa edilebilen binalar tasarlamak olmuştur.

Endüstri Devriminin en önemli diğeri sonucu; kırdan kente göçlerin artmasıyla barındırma amaçlı konut gereksinimleri ortaya çıkmış; bunu karşılamak için ise yeni işçi mahallelerinin oluşturulması gündeme gelmiştir. Bu yeni ihtiyaca, yeni yapım teknikleri ile cevap verilmiştir. Ortaya çıkan yeni ihtiyaca verilen hızlı cevaplar, şehirlerde çarpık bir düzene ve sağlıksız işçi konutlarının oluşmasına yol açmıştır.

Sanayi devriminin ilk yıllarında Avrupa'da yaşam oldukça kötü şartlar altında sürmüştür. Çok ağır çalışma saatlerinin yanında insanların kaldıkları yerlerin hastalık mikropları taşıması, çıkmaz sokaklar, çöplük haline gelmiş çevre, rutubetli bodrum katlar insan yaşamını olumsuz yönde etkilemiştir. 1854'de kolera salgını araştırılan bir komisyonun yaptığı nüfus sayımıyla ailelerin yarısının tek odalı evlerde 8-12 kişi birlikte yaşadığı ortaya çıkmıştır. Kömür kullanımından dolayı aşırı hava kirliliği söz konusu olmuştur. Bu şekilde bir yaşamla insanlar bir arada yaşamaya yabancılaştırılmıştır. Kırsal kesimde kendi evlerinde yaşayan insanlar, müstakil mülkiyetten sıkışık binaların içinde yaşamaya zorlanarak kat mülkiyetine geçmişlerdir.



**Resim 2.2:** Endüstri Dönemi İşçi Konutları.(Brooklyn public Library-1892).

19. yüzyılda işçilerin kaldıkları konutlar sadece uyuma fonksiyonu olarak kullanılacak biçimde yapılmışlardır. Berlin'de 1890'larda kiralama sistemine uygun apartmanların yaygın olarak inşa edildiği görülmüştür. İngiltere'nin %3 ü bu şekilde apartmanlarda oluşurken geri kalan konutlar sıra konut ve sırt sırta konut olarak yapılmıştır. Düzensiz ve yoğun yapılaşma ile yeşil alanlar talan edilmiş ve birbirinin aynı konutlar inşa edilmiştir.

18.yüzyılda ve 19. yüzyıl başında yapılan konutların genel olarak maliyeti düşük olmasına önem verilmiştir. Sırt-sırta yapılan konutlar tek cepheli olduklarından cephe maliyetlerini düşürmüşlerdir. Ancak tek cepheden dış ortam ile ilişkilenebilen bu konutlarda, hava sirkülasyonu sağlanmadığı ve güneşten yeteri kadar yararlanılmadığı için yaşam koşulları oldukça sağlıksız konutlar olmuştur. Sıra evlerde ise, iki cephe söz konusu olmasına karşın sadece yol cephesinin önemszenmesi, arka cephede kalitesiz malzeme kullanımı, yaşama mekânlarının yol cephesinde olmasından dolayı oluşan gürültü sorunu bu konutların yaşam kalitesini düşürmüştür.

Sonuç olarak; Endüstri devrimiyle birlikte mimari yeni düzene uyum sağlamak için değişmek zorunda kalmıştır. Yapılar daha hızlı imal edilmeye başlanmış, tasarım kriterleri azaltılarak toplu üretime ulaşılmaya çalışılmıştır. Kişilere özel inşa edilen yapıların yerine topluluklara hitap eden, işçi konutları gibi, toplu yapılar inşa edilmeye başlanmıştır.

## **2.2. 1980 Sonrası İklim Değişikliği, Fiziksel Çevrenin Değişimi ve Enerji**

Endüstri devriminden önce, tarım toplumunda doğayla bir arada yaşanmaktadır. Sanayileşme doğal çevreye zarar vermekle birlikte, kendi dinamikleriyle gün geçtikçe bu zarar verme sürecini hızlandırmaktadır.

Endüstri devrimi ile birlikte, enerji tüketimi ve çevresel kirlenme artmakta, bununla birlikte konutta, kentsel planlama ve mimari tasarım ölçeğinde gerekli değişiklikler yapılmadığından sağlıksız ortamlar oluşmaktadır. Endüstrileşmiş şehirlerde doğal havaya ve ekolojiye özen gösterilmemektedir. Artan nüfusa bağlı olarak, yerleşime, yönelime, forma dikkat etmeden tasarım yapılmakta, çalışma alanları ve yaşama alanları ayrıldığından konutun fonksiyon ve teknik çerçevesi değişmektedir.

Yapım teknikleri, malzeme kullanımı anlamında tüketimle orantılı enerji etkinliği göz önünde bulundurulmamakta ve yapıda kullanılan malzemelerin bazıları sağlığa zarar vermektedir. Verimsiz ısıtma, soğutma, su kullanımı yanında, fazla enerji tüketen donanım yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu dönemde düşünülmeden alınan tüm kararlar, önce insan sağlığına sonra doğal çevreye zarar vermektedir. Sağlıklı yaşam, doğal enerji ve enerji kontrolü gibi değerler düşünülmeden şehirler yapılandırılmıştır.

Endüstri döneminde fiziksel çevre kontrolü, yapılarda ilk olarak ısıtma ve havalandırmanın denetimi ile sağlanmıştır. Başta katı yakıtla, daha sonra ise buharla çalışan mekanizmalarla ısıtılmış olan havanın binada dolaştırıldığı mekanizmalar kurulmuştur. Daha sonra buhar ve sıcak hava bir araya getirilerek sıcak suyun mekân ısıtmada kullanılabileceği keşfedilmiştir. Kamusal binalarda ilk kez, merkezi ısıtma sistemleri kullanılarak ısı konforu sağlanması önerilmiştir. Öncü yapılarda görülen en belirgin ortak özellik havalandırmanın her zaman ısıtma ile birlikte tasarlanmış olmasıdır.

19.yy'ın ortalarına gelindiğinde merkezi ısıtma ve havalandırma sistemleri Avrupa'nın ve Kuzey Amerika'nın büyük bölümüne yayılmıştır. Mimarının ilk ve en önemli hedefi olan yapay atmosferin sürdürülebilirliği amacına bu sayede ulaşılmıştır.

1930'lara gelindiğinde dört teknik sistemden bahsetmek mümkündür:

- Strüktürel sistem,
- Isıtma sistemi,
- Elektrik sistemi,
- Tesisat sistemi.

Ortaya çıkan yeni sistemlerle birlikte, çevre denetimi elemanlarının ve kabuğun uyumu da düşünölmeye başlamıştır. Amaçlanan düşünce her yere ve kolay inşa edilebilen binalar tasarlamaktır. Bununla birlikte yeni akımdan etkilenen mimari üretim, binalara hizmet eden servis elemanlarının gizlenmesini öngörmektedir. Servis sisteminin tüm karmaşıklığının görsel malzemeyle gizlenmesi savunulurken diğer yandan binayı oluşturan her eleman sergilenebilmektedir. Servis elemanları, mekanik sistemler- ısıtma, soğutma, aydınlatma arka planda kalırken, strüktür ön planda tutularak sergilenebilir bir mimari unsur haline dönüşmüştür. Devrim sonrası mimari günümüz mimarisine yaklaşmış ve modern hale gelmiştir.

Devrim sonrası mimari; geleneklerinden kopmuş, estetik ve teknik gereksinimleri bir arada çözmeye çalışan bir anlayışa sahip olmuştur.

Bu dönemde endüstri sayesinde gelişen toplumların gelir seviyesi yükseldikçe enerji tüketimi de artmıştır. Kişi başına düşen gelirin yüksek olduğu sanayileşmiş ülkelerin enerji tüketimi ve enerji yoğunluğu, gelişmekte olan ülkelerinkinden daha fazla hale gelmiştir.

Artan enerji ihtiyacıyla birlikte, kullanılan enerji türü de sorgulanmaya başlanmıştır. Kömürün yüksek oranda kullanılması, çevre kirliliğini arttırmaktadır. Şehirler; sıkışık sokaklarda sıralanmış küçük evlerden oluşan kirli bir atmosfere sahip bir hale dönüşmüşlerdir. Sağlıksız hava insan sağlığını da etkileyerek yeni hastalıklar ortaya çıkarmıştır.

Çevrenin ve insan sağlığının bozulmasıyla kullanılan enerjinin yerine alternatifler düşünölmeye başlanmıştır. 1970'ler de yaşanan petrol krizinde etkisiyle sanayileşmiş birçok ülke, yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Doğaya ve insana zarar vermeyen ama istenilen konfor düzeyine erişimi sağlayabilecek yeni nesil enerji sistemleri ve kaynakları, mimarlığa ve hayatımıza bu koşullar çerçevesinde giriş yapmıştır.

### **2.3. Sürdürülebilir Kalkınma ve Binalarda Enerji Etkinlik Kavramı**

Sürdürülebilirlik; kelimesinin sözlük anlamlarından biri de "bir kaynağın, tüketilmemek, bitirilmemek ve yok edilmemek üzere kullanılma yöntemidir". Bu anlamıyla ele alındığında sürdürülebilirlik kavramı, özellikle ortaya çıktığı 20. Yüzyılın sonlarında, sosyal hayat, politik kararlar, ekonomik veriler, enerji kaynaklarının kullanımı ve paylaşımı, teknolojik üretim, planlama gibi insan hayatında birincil öneme sahip değerlerin korunması ve planlanması konusunda en önemli kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.

"Sürdürülebilirlik, doğal kaynakları tüketmeyen, ekonomi ile ekosistem arasındaki dengeyi koruyan, Gelecek kuşakların ve nesillerin istekleri ve gereksinmelerini karşılayabilme olanaklarını ellerinden almayan, ekolojik açıdan sürdürülebilir nitelikte olan kalkınma olarak tanımlanmaktadır"(Göksal,2003).

Sürdürülebilir tasarım için sosyal, ekonomik ve ekolojik değerlere uyarak yapıyı çevreyi tasarlamak gereklidir. Sürdürülebilir tasarımın amacı; doğal çevreyi kullanarak alternatif enerji kaynakları üretip, doğaya minimum zarar vererek maksimum konfor sağlayan yapılar üretmektir.



**Şekil 2.3:** Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri.

Sürdürülebilir bir mimarlıkla çevreye yapılan olumsuz etkiler azaltılabilir. Bu azalma; insan sağlığını ve bina konforunu artırırken yapının performansını da artırır. Yenilenebilir kaynakların kullanılması, sağlıklı ve üretken yapıların üretilmesi sürdürülebilir mimarlığın en temel hedefidir.

“Sürdürülebilir kalkınma” kavramı ise kökleri 1980 yılında Uluslararası Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources – IUCN) tarafından hazırlanan Dünya Koruma Stratejisi (World Conservation Strategy) adlı rapora dayanan, sürdürülebilir mimarlığın anayasası diyebileceğimiz bir kavramdır.. Kavramın genel kabul görmesi ve geniş bir kullanım alanı bulması ise Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun “Ortak Geleceğimiz” başlıklı raporuyla olmuştur. Sürdürülebilir kalkınma kavramı bu raporda “bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılayan kalkınma” biçiminde tanımlanmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, Endüstri devrimi ile başlayan sorunların, tek başına ele alınıp çözülemeyeceği, çözüm için tüm dünyadaki ülkelerle birlikte ortak bir karar alınması gerektiğinin ortaya çıkmasıyla oluşmuştur. Dünyanın kendi kendini yok etmemesi için, kullanılan enerji kaynaklarının yerine geri dönüşümlü, çevreye zarar vermeyen, sürdürülebilir kaynakların kullanılması gerekliliğini vurgulamıştır.

Sürdürülebilir kalkınma denince akla gelen bir kavram da 'ekolojik ayak izi' dir.

Bu kavram ilk olarak 1990'ların başında, Dr. Mathis Wacker Nagel tarafından geliştirilmiştir. Ekolojik ayak izi, özünde doğal kaynak tüketiminin hesaplanmasını sağlayan bir kavramdır. Ekolojik Ayak izi analizi ile bir sistemin, yapının veya konutun, yeniden üretim kapasitesi üzerindeki etkisi ve kaynak kullanım miktarı hesaplanır. Ekolojik kaynakların kullanımının alan birimi hektar ile ölçülmesidir. Diğer bir deyişle tüketilen kaynakların yeniden üretilmesi ve atıklarının absorbe edilmesi için enerjinin ne kadar kullanıldığını ölçmektedir. Tüm bu çalışmalar, kaynakların etkin kullanımının gelecek için ne kadar önem taşıdığının bir göstergesidir.

Sürdürülebilir Kalkınma düşüncesinin kavramsallaşması uzun bir dönemde gerçekleşmiştir. Kavram, başta Birleşmiş Milletler olmak üzere, birçok uluslararası kuruluşun yapmış olduğu yoğun çalışmalar sonucunda biçimlenmiştir.

Özellikle 1970'li yıllardan itibaren, gerek küresel ve gerek ulusal ve yerel düzeylerde birçok bilimsel araştırma yapılmış ve konferanslar düzenlenmiştir. Yapılan söz konusu çalışmaları kronolojik olarak şu biçimde sıralanmaktadır;

Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Dünya Koruma Stratejisi (1980)

1. Ortak Geleceğimiz (Brundtland) Raporu (1987)
2. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma (Rio) Konferansı, (1992)
3. Birleşmiş Milletler Nüfus ve Kalkınma Konferansı (Kahire, 1995)
4. Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşimleri Konferansı-Habitat II (İstanbul, 1996)
5. Rio + 5 Forumu (New York, 1997)
6. Kyoto Protokolü (Kyoto, 1997)
7. Sürdürülebilir Gelişme Konferansı (Johannesburg, 2002)

Sürdürülebilir mimarlık, içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde, gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına

öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan, insanların sağlık ve konforunu koruyan yapılar ortaya koyma faaliyetlerinin tümüdür (Sev, 2009).

Sürdürülebilirlik, kentsel ölçekte yerleşme düzeni, sosyal merkezlerin oluşumu, toplu konut bölgelerinin oluşumu, trafik akışının düzenlenmesi gibi tasarım konularını, yapı ölçeğinde performans kriterlerinin oluşturulması ve alternatif enerjileri kullanabilen sistemlerin birbirleriyle bütünlüğünün tasarımını kapsamaktadır. İç mekân kalitesinin sağlanmasına önem verilirken mekânın mümkün olduğu kadar esnek tasarlanması amaçlanmaktadır. Böylece mekân, değişen ihtiyaçlara cevap verecek hale getirilmiş olacaktır. İç mekân, termal, aydınlatmaya ilişkin ve görsel konforu sağlayarak insan yaşamına uygun bir fiziksel çevre oluşturmaktadır.

Taze ve temiz havanın mekâna alınmasını sağlayacak doğal havalandırma sistemleri, gün ışığını yeteri kadar alabilen saydam açıklıklar, ısı yalıtım performansı yeterli olan bina kabuğu, homojen ısıtma yapabilen ısıtma sistemleri, zehirleyici olmayan malzemelerin kullanımı ile insan biyolojisini ve psikolojisini dikkate alan düzenlemeler yapılmalıdır. Geleneksel tasarım ilke ve alışkanlıklarının yerini, ekolojik ilkelerle düşünülmüş, doğal kaynakları dengeli kullanan yapıların alması gerekmektedir. Doğal sermaye stoku dâhil, doğal kaynakların korunması, doğal çevrenin kirlilikten korunması ve kendini yenilemeye yönelik kapasitenin korunması gibi ilkeler sürdürülebilirliğin yanı sıra planlama ve mimarlık disiplininin de benimsediği ve kısmen izlediği temel hedeflerdir. Sürdürülebilir mimarlığın amacı tüketilen enerjinin, bakım ve onarım maliyetlerinin, yapıya ilişkin atık ve kirliliğin azaltılması; bunların yanı sıra yapı ürünlerinin verimliliğinin ve konforunun, yapı ve bileşenlerinin dayanıklılığının ve esnekliğinin artırılmasıdır (Gerede, 2003).

Sürdürülebilir tasarım ve mimarlığın hedefi insanlar ve diğer ekosistemin varlığını sürdürmesini garanti altına alacak çözümler ortaya koymaktır.

Sürdürülebilir tasarım ve yapımın üç temel ilkesi bulunmaktadır:

- Kaynak Yönetimi; yapıda girdileri oluşturan doğal kaynakların yeniden ve etkin kullanımı ile geri dönüştürülme esasına dayalıdır.
- Yaşam Döngüsü Tasarımı; tasarımdan yıkıma kadar bir yapıya ilişkin tüm süreçlerinin çevre üzerindeki etkilerinin analizi için bir yöntem geliştirmeyi öngörür.

□ İnsan için tasarım; insan ve doğal çevre arasında etkileşim oluşturma üzerinde yoğunlaşmaktadır (Sev, 2009).

Çevre ve enerji sorunlarının küreselliği ve sürdürülebilirliğin bu sorunların çözümündeki rolü dikkate alındığında, sürdürülebilir kalkınmanın üç boyutu ön plana çıkmaktadır. Ekonomik, toplumsal ve çevresel boyutların farklı amaç ve işlevleri bulunmakla birlikte, bazı alanlarda kısmen, bazı alanlarda da tamamen bütünleştikleri görülebilir. Bu üç boyutun her alanda bütünleşmesi ise ideal olan durumdur.

Endüstri devriminin sonuçlarının getirisi olan sürdürülebilir Kalkınma kavramı gibi bir diğer kavram da “Enerji Etkinlik” kavramıdır. Enerji Etkinlik kavramı; binalarda enerji etkin sistemlerin kurulmasıyla oluşan, çevreye ve insana zarar vermeyen, sürdürülebilir yapıların oluşmasını amaçlamaktadır. Enerji etkin mimari için, aynı işi yapmak için daha etkin, daha az kaynak harcayan sistemler kullanılmalıdır. Enerji Etkin Bina, isminin yerine yeşil bina veya sürdürülebilir binalar gibi adlandırmalarda yapılmaktadır.

Lizon, 1982’de enerji etkin tasarımı yapıyı iklimsel kuvvetlerden koruyan ve/veya mekanik sistemlerdeki enerji gereksinimini azaltmak için iklimsel kuvvetleri kullanan tasarım olarak tanımlar. Enerji Etkinliğin artırılması için tüm yapı birimlerinde kullanılan ürünlerin seçiminde daha bilinçli davranmaya teşvik edecek aydınlatma ampulleri, az enerji harcayan makinalar ve doğal aydınlatmayı devreye sokan sistemler tercih edilmelidir.

Enerji Etkin Yapılar için, binanın dışının verimliliğini arttırmak ve kullanım enerjisini azaltmak için,

- Tavanlarda, duvarlarda ve zeminde izolasyon mutlaka kullanılmalıdır.
- Mimarlar, sürdürülebilir yapılara uygun çözümler üretmelidirler.
- Doğal ışıktan faydalanmak amaçlanmalı, rüzgâr gücü, solar güç, su gücü ve kullanıcının etkileri hesaplanmalıdır.
- Isıtma, soğutma ve aydınlatma için enerji ihtiyacını en aza indirmek,
- İhtiyaç olan ısıtma soğutma ve aydınlatma gereksinimleri için yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak hedefler arasında olmalıdır.



## 2.4. Bölüm Değerlendirilmesi

‘‘Konut ve Sürdürülebilirlik’’ başlıklı bölüm de konut insanlığın var olmasıyla barınma ihtiyacı olarak karşımıza çıkmış ve iklimsel koşullara göre, kültürel değerlere göre ve dönemim malzeme ve yapım tekniklerinin imkânlarına göre şekillenmiş ve günümüzde hala üretilen en önemli mimari yapı birimi olmaktadır.

Konut tarihinin en önemli dönüm noktalarından beri Endüstri Devrimi’nin gerçekleşmesiyle ortaya çıkmıştır. Yeni bulunan malzemeler ve inşa tekniklerinin hızlanmasının yanı sıra. Toplumların yaşam tarzı değişmiş, hayat hızlanmış, insanlar tarım üzerinden kazanç sağlamak yerine sanayi sektöründe fabrikalarda çalışmaya başlamışlardır. Bu durum fabrikalara yakın küçük ama işlevsel işçi konutlarının inşasına yol açmış, hızlı bir şekilde geniş bir topluluğa hizmet etmenin amaçlanması ise toplu konut inşasının başlangıcı olmuştur.

Hayatın değişmesi, teknolojik gelişmeleri, hızla tüketilen doğal kaynaklar, tüm ulusal devletleri enerji konusunda önlem almaya itmiştir. Devletler uzun ömürlü, kendi enerjisini üretebilen, yenilenebilir enerjiye sahip yapıların üretilmesine ve mevcut yapıların denetlenmesine karar vermişlerdir. Bu yeni ihtiyaç mimaride sürdürülebilirlik enerji etkin bina ve yeşil enerji gibi kavramları ortaya çıkarmıştır.

Sonuç olarak, gelişen ve değişen dünyanın ihtiyaç listesine cevap veren yeni yapılar ve yeni kavramlar hayatımıza girmiştir. Artık uluslararası boyutta enerjin önemi ve korunması gerektiği ortaya çıkmıştır.

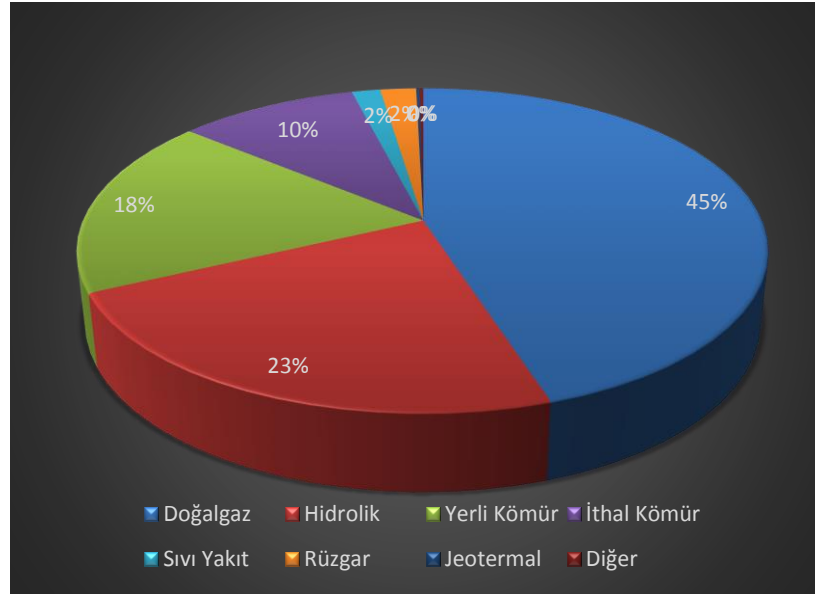
### **3. KONUTTA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRAN YÖNTEMLER**

#### **3.1. Konut ve Enerji Kavramlarının Önemi**

İnsanlığın var olmasıyla birlikte ortaya çıkan konut ve yaşam ihtiyacı, makinalar icat edilene kadar doğadan karşılanarak gideriliyordu. Yaşamak için doğaya uyum sağlayarak, ona zarar vermeden ihtiyaçlar karşılanmaya çalışılıyordu. İnsanlar doğayla iç içe yaşamaya alışkın, çevreye zarar vermeden kendi ihtiyaçlarını karşılamayı bilir durumdaydılar. Ormanlardan, güneşten vb doğal kaynaklardan nasıl faydalanılacağı keşfedilmiş, topografyaya uyum için alınacak önlemler öğrenilmiştir. Ancak dünya düzeninin sanayi devrimi gibi olaylarla hız kazanması insanların yaşam biçimini değiştirmiş, hayatlarına hız kazandırmıştır. Hızlanan hayata uyum sağlamaya çalışan insan, yeni keşfedilmiş makinalar gibi kendini de yeniden keşfetmiştir. Tarımcılık yapan birçok insan fabrikalarda çalışmaya başlamış, şehirlerde ise hızlı göçün etkisiyle yığılma olmuştur. Bu durum yeni mekânlara duyulan ihtiyacı da beraberinde getirmiştir. Yeni konut ihtiyacı hem hayat tarzını değiştiren işçi sınıfı için hem de hızla zenginleşen üst sınıflar için ihtiyaç haline gelmiştir. Bu yeni düzen ve değişim bireyin hayatını, insanların ihtiyaçlarını ve şehrin mimarisini hızla değiştirmiştir.

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte, doğadan ayrı yapay çevreler oluşturmak mümkündür. Ancak insanların ihtiyaçlarının eksiksiz bir şekilde karşılandığı bir çevrenin oluşturulması ve sürdürülmesi için enerji gereklidir. İnsanların ihtiyaç seviyesi, fosil yakıtlarının daha fazla kullanmasını doğurmuştur. Böylelikle yaşamın her alanında fosil yakıtlara dayalı bir kültür oluşmuştur.

Ancak fosil yakıtların dünyada sınırlı olması ve iklim değişikliğiyle çevresel problemlerin ortaya çıkmasıyla, fosil yakıtlara dayalı bir hayatın uzun süre devam etmeyeceği fark edilmiştir. Fosil yakıtlara olan bağımlılığın azalması, alternatif enerji kaynaklarının devreye girmesi ve aynı zamanda kullanıcıların ihtiyaçlarının eksiksiz karşılanması amaçlanmıştır. Bu amaç alternatif enerji kaynaklarının ortaya çıkmasında önemli bir adım olmuştur.

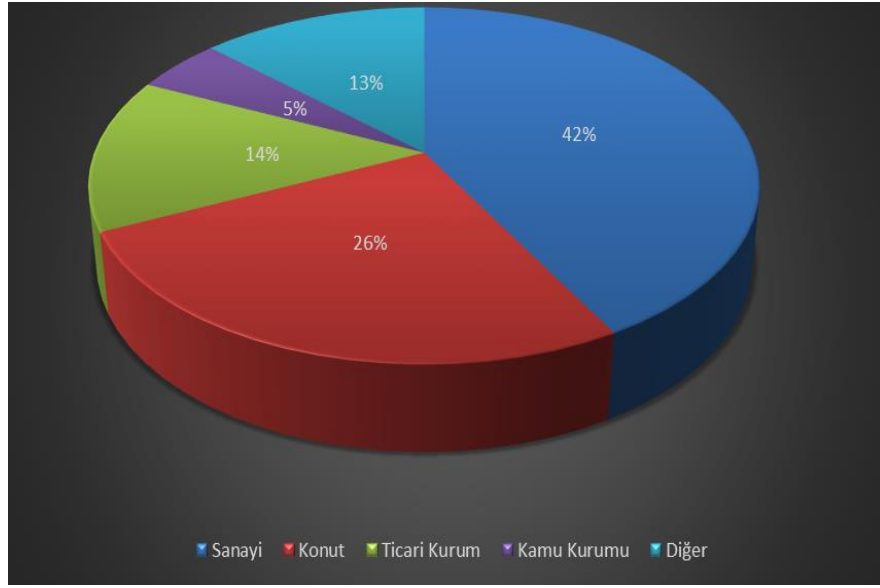


**Şekil 3.1.1:** 2011 Yılı Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı.

Enerji etkinliğinin artması için öncelikle bireylerin daha sonra enerjiyi toplu tüketen firmaların daha bilinçli olması gerekmektedir. Aydınlatma ampulleri, kullanılan makinalar ve ısınma ihtiyacı için kullanılan sistemlere standartlar getirilmiştir. Devletler varlıklarını güçlü bir şekilde devam etmek için yeni politikalar geliştirmiştir. Devletlerin oluşturduğu enerji politikalarıyla küçük hareketlerle büyük kazançlara ulaşmak hedeflenmiştir. Her devletin veya birliğin enerji politikalarının amaçlarında değişiklikler gözlenmektedir. Örneğin Avrupa Birliği ülkelerinde konut yapılarının kullanımı sürecinde tüketilen enerjinin %57'si mekân ısıtması, %25'i su ısıtması, %11'i elektrikli aletlerin kullanılması ve %7'si, yemek pişirmek için kullanılmaktadır.(Menna, 2003).

Türkiye'de ise konut yapılarının kullanımı sürecinde tüketilen enerjinin %81'i mekânın ısıtılmasında, %11'i banyo ve mutfakta ve %8', elektrikli aletlerin kullanılmasında tüketilmektedir. .(Menna, 2003).

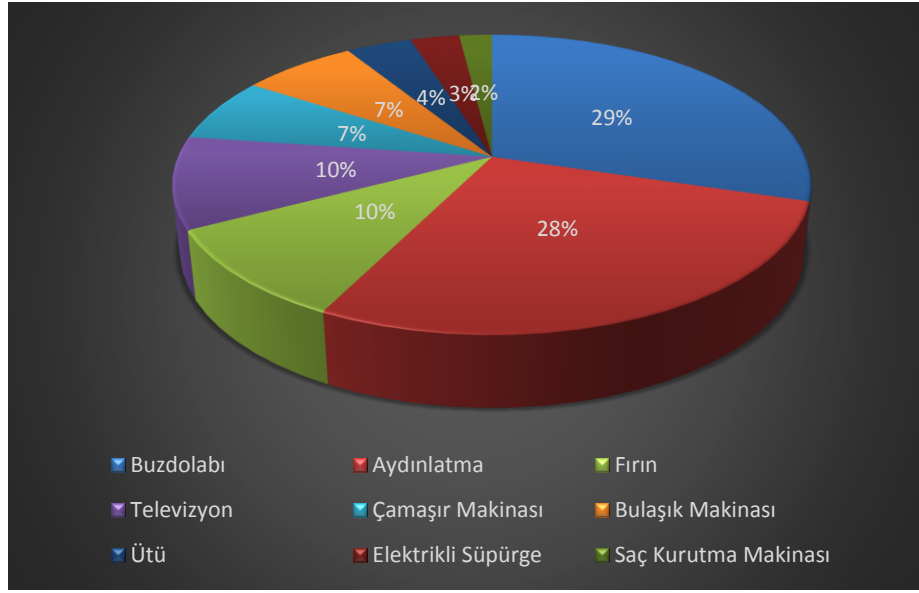
Enerji sarfiyatını tüm dünya için düşündüğümüzde ise; enerji tüketiminin yaklaşık yarısı sanayi sektörüne aittir ve bunun bir bölümü konut binaları ve ticari binaların inşasında kullanılacak malzemenin üretimi için tüketilmektedir.



**Şekil 3.1.2:** Sektörlere Göre Elektrik Enerjisi Tüketimi.

Binaların enerji tüketimi, bina inşasında kullanılacak ham maddelerin doğadan elde edilmesiyle başlayıp binanın kullanımının sona ermesine ve geri dönüştürülmesine kadar sürmektedir. Konut binalarının ve ticari binaların enerji tüketimi hali hazırda diğer sektörlerin katılımını hesaba katmadan kullanıcıların çoğunlukla ısıtma ve aydınlatma gibi temel gereksinimlerini karşılarken toplam enerji tüketiminin %30'unu oluşturmaktadır.

Üretilen elektriğin yaklaşık olarak dörtte biri konutlarda tüketilmektedir. Bu tüketimi azaltmak için değişik senaryolarla çalışılması en verimli, en ucuz maliyetli değere ulaşması amaçlanmalıdır. Evlerde kullanılan enerjinin yaklaşık yüzde 20'si elektrikli ev aletleri tarafından tüketilmektedir. Enerji verimli ev aletlerinin kullanımı, bu tüketimi en az düzeye çekebilir. Elektrik İşleri Etüt İdaresine göre; ev içi elektrik tüketiminde ilk sırayı yüzde 30'luk payla buzdolabı almaktadır. Buzdolabını, yüzde 28 ile aydınlatma takip ederken, elektrikli fırınlar yüzde 10 ile üçüncü sıradadır. Televizyon, ortalama bir ailenin elektrik tüketiminde yüzde 10, çamaşır makinesi yüzde 7, bulaşık makinesi yüzde 7, ütü yüzde 4, elektrikli süpürge yaklaşık yüzde 2 ve saç kurutma makinesi yüzde 2 paya sahiptir. (Z.Yumurtaçı & A.Dönmez, 2013).



**Şekil 3.1.3:** Konutlarda Elektrik Enerji Tüketimleri.

#### Enerjiyi Neden Verimli Kullanmalıyız?

- En önemli enerji kaynağı olan petrol ve kömür gibi fosil yakıtlar hızla tükenmektedir.
- Enerji üretim ve tüketim süreçlerinde ortaya çıkan sera gazı emisyonları küresel ısınma ve iklim değişikliğinin en önemli nedenleri arasındadır.
- Kullandığımız enerjinin %70'i yurt dışından döviz ödeyerek satın alınmaktadır.
- Evimizde ve ulaşımda tükettiğimiz enerjinin faturası aile bütçemizin en önemli harcama kalemlerindedir.
- Enerji faturalarımızı düşürmek, aile ekonomisine katkıda bulunmak, ülkemizin enerjide dışa bağımlılığı azaltmak ve gelecek nesillere yaşanılabilir bir çevre bırakmak için enerji, verimli kullanılmalıdır.
- Binalarımızda alacağımız bazı önlemler ve enerji tüketim alışkanlıklarımızdaki küçük değişiklikler bizlere çok şeyler kazandıracaktır (Z.Yumurtacı & A.Dönmez, 2013).

Konut yapılarında enerji planlaması yapılması durumunda; 12 sene sonunda yaklaşık toplam 25 milyar \$ enerji ve su tasarrufu elde edilecektir. Yıllık 144 milyon kW/h üretim kapasitesi olan bir hidroelektrik santralının yatırım maliyetinin 100 milyon \$ olduğu düşünüldüğünde 2023 yılına kadar elde edilebilecek tasarruf miktarı 250 adet

144 milyon kWh/yıl üretim kapasiteli hidroelektrik santrali yatırımı kadardır (Çamlıbel, 2012 s.5).

**Çizelge 3.4:** Türkiye’de Üretilen Standart Bir Konutun Enerji Harcaması. (E,Çamlıbel,2013).

<b>ENERJİ TÜKETİMİ</b>	<b>AYLIK HARCAMA</b>
Elektrik(TL)	80
Doğalgaz(TL)	150
Su(TL)	30
Toplam Aylık Enerji ve Su Harcaması(TL)	260
Toplam Aylık Enerji ve Su Harcaması(dolar)	153
Toplam Aylık Enerji ve Su Harcaması(dolar) ( Yuvarlak Rakam)	150
Toplam Yıllık Enerji ve Su Harcaması(dolar)	1800

Konutlarda enerji tüketimi işletim olarak değil, bakım onarım ve yapım maliyetlerinin yanında, yapım öncesi ve sonrası tüm evreler dikkate alınarak değerlendirilmesi gereklidir. Bu nedenle konutların tasarım aşamasından başlayarak enerji etkin sistemler ön planda tutulup konut tasarımı yapılmalıdır.

### **3.2. Enerji Etkin Konut Tasarım Stratejileri**

Alternatif enerji kaynaklarının ortaya çıkması, doğal kaynakların tüketilmemesi ve devamlılığının sağlanması gibi planların oluşmasıyla; konut tasarımında ve inşasında Enerji Etkin Tasarım kavramı ortaya çıkmıştır.

Konut tasarımında enerjinin etkin tasarımların üretilmesi için kullanılan tasarım parametreleri iki ana grup altında toplanabilir. Bunlar binanın enerji gereksinimini azaltmaya yönelik önlemler ile binanın enerji kazancını artırmaya yönelik önlemlerdir.

Konutun enerji kullanımına yönelik olarak incelenecek ve önlemler alınacak konular aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

a) Tasarlanacak binanın, doğal ve yapay çevre ile enerji uyumu. Topografik veriler, iklimsel veriler, doğal çevre örtüsü, yakın çevredeki yapılaşma etkisi

b)Yapısal değişiklikler:

- Binanın formu ve yönlmesi,
- Binanın içinde yer aldığı yerleşim ünitesinin dokusu,
- Bina aralıkları ve yükseklikleri,
- Binanın konumlandırılması,
- Yapı kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri
- Mekânın plan organizasyonundaki yeri, Mekânın boyutları ve biçim faktörü...

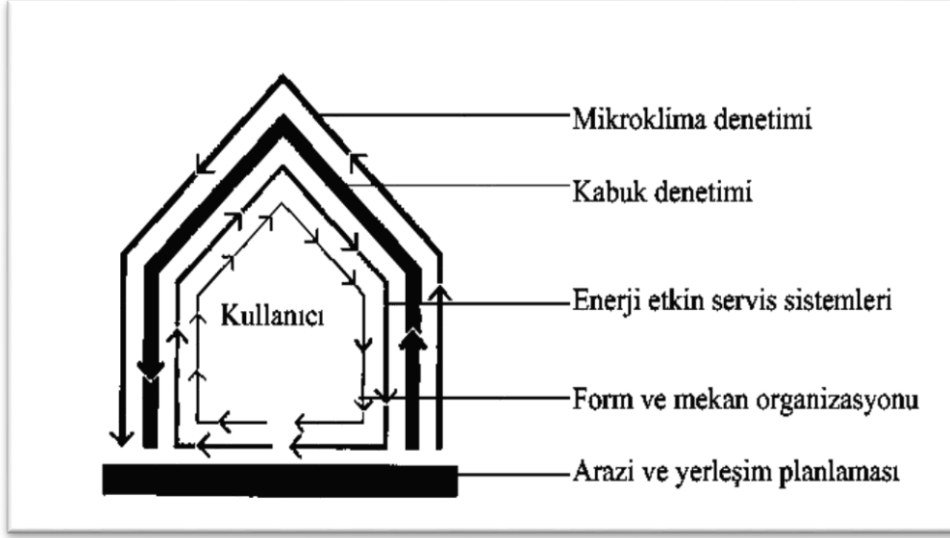
c) Binanın kullanım şekli ve ısıtma düzeni; kullanıcı nitelikleri, binada yer alacak aktivite düzeni, ısıtma düzeni incelenebilir.

Konut üretimi, çevrenin sürdürülebilirliğini sağlamak anlamında önemli bir yere sahiptir ancak dünyanın büyük çoğunluğu bugün iklim koşulları ile birlikte çözümlenmek yerine iklim özelliklerine uygun olmayan konutlarda yaşamaktadır. Bhatti'ye göre ekolojik olarak sürdürülebilir konut, dünyanın sunduğu kaynaklar ve kapasitesi sınırlarında yaşayabilen konuttur (Bhatti, 2000).

Konut tasarımı iki yönlü bir yaklaşımla sürdürülebilirliği anlamında değerlendirilebilir, bunlar; yapım, kullanım, bakım ve onarım anlamında çevresel sürdürülebilirlik, sağlamlık ve maliyet etkinliği anlamında kullanım sürdürülebilirliğidir. Bunun yanında konut üretimi ve sürdürülebilirlik birbirini besleyen iki kavramdır. İklim değişikliğine neden olan etmenlerin, fiziksel kaynaklara olan ihtiyacın, kirliliğin azaltılması, hava kalitesinin ve iç ortam sağlığının ilerletilmesi, sürdürülebilir yerleşimlerin yaratılması ile konutlaşma sürdürülebilirliği, enerji etkinliği, sosyal birliktelik, ekonomik verimliliğin geliştirilmesi ile sürdürülebilirlik konut üretimini etkiler (Bedir,2006).

Konut üretimi ile ilgili ana kararlar; araziye yerleşim, iklimsel denetim, yapı formu, mekan örgütlenmesi gibi tasarım kararlarıyla; bina kabuğunun

kontrolü, su-malzeme-atık yönetimi ve enerjinin kazanımı-korunumu-tüketim biçimleri ve bu sistemlerin birlikte işletimi olarak sıralanabilir. Enerji etkin konut tasarımının temelinde bu kararların tamamının ortak yaklaşımla ele alınması ve kullanıcının tüm aşamalara katılımı yer alır.



**Şekil 3.2:** Enerji Etkin Konut Tasarımını Yönlendiren Faktörler (Kibert, 2002).

Enerji etkin konut; tasarım aşamasında alınan önlemlerle daha az enerjiye ihtiyaç duyan ve ihtiyaç duyduğu enerji için yenilenebilir kaynakları kullanan, sağladığı enerjiyi en verimli biçimde kullanan konut olarak tanımlanabilir.

### 3.2.1. Yerleşim Planlaması ve Yapma Çevre İle Uyum

Yerleşim planlaması, arazinin kent merkezine göre konumu, çevresindeki yapı ile yolların türüne, yoğunluğuna ve topoğrafya verilerine göre yapılır. Yerleşim planlaması; binanın yönelmesini, arazide yerleşeceği konumu, mimari formunu ve mekânsal kurgusunu belirler. Yapının maruz kaldığı gürültü ve kirlilik seviyesini de oluşturan faktördür. Yerleşim planlamasının temel amacı; enerji etkinliğini sağlamak, ısıtma, soğutma ve havalandırma ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlamaktır.

Tasarlanacak konut binasının topoğrafyası, yönelmesi, güneş verileri, hâkim rüzgârın yönü ve yerleşim planlaması gibi değerler tasarım ve inşaa parametrelerini belirler. Yerleşim planlaması, arazinin kent merkezine göre konumu, çevreleyen yapı ve yolların karakterine, yoğunluğuna ve topoğrafya verilerine göre yapılır. Arazinin



bulunduğu konum, kent merkezine yakın ise yönelim, form, mekân organizasyonun tasarımında olanaklar daha kısıtlıdır. Buna karşılık kent merkezinden uzak bölgelerde ise daha rahat hareket edebilme olanakları mevcuttur. Şehir yoğunluğundan uzak bölgelerde, sıcaklık daha düşük, hava hareketini ve güneşlenmeyi olumsuz etkileyecek yapılar daha azdır ve yapının araziye istenilen şekilde yerleşimi daha olanaklı olduğundan form ve mekân tasarımı kontrol edilebilir olurlar.

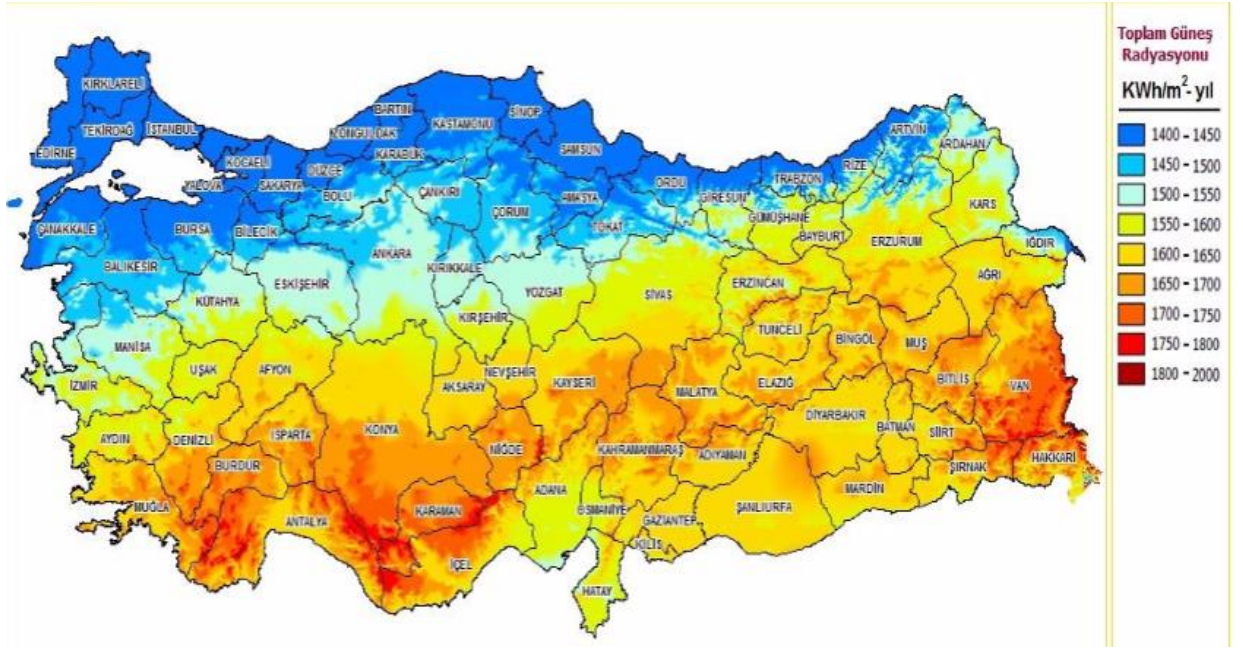
### **3.2.1.1. Topoğrafik Değerler**

Yerleşilmesi düşünölen yerin iklimsel ve topoğrafik özellikleri yapının enerji performansında ve tasarım aşamasında temel oluşturacak önemli bir değerdir. Yapının konumlandığı arazi tasarım ve inşa kararlarını etkileyecek pek çok faktörü etkiler. Arazinin jeolojik durumu yani içinde bulunduğu yöresel karakteristikler tespit edilip tasarım ve inşa kararları bu doğrultuda şekillenmesi gerekmektedir.

Yapı zemininin topoğrafik durumu, yapının güneş ışığından faydalanmasını ve doğal havalandırması açısından önem taşımaktadır. Arazinin eğimi ve yönelişi güneş ışınlarının gelişini etkiler ve bu bağlamda ısı kazancı veya kaybı hesap edilmelidir.

Örneğin; Göl yâda deniz kenarındaki yerleşimler, suyun karadan daha geç ısınması nedeniyle oluşan hava akımları sonucu; kışları daha ılık, yazları ise daha serin olur. Gündüzleri sudan karaya doğru bir hava akımı olurken, geceleri ise tam tersi bir durum gerçekleşir. Bunun gibi topoğrafik verilere bağlı birçok kıstas değerlendirilmeli, tasarım ve inşa kararları bu doğrultuda alınmalıdır.

Türkiye'nin coğrafi konumu nedeniyle güneş enerjisi potansiyeli yüksektir. Ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Güneş Enerjisi potansiyeli 380 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır.



**Resim 3.2.1.1:** Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası( [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)).

Doğal enerji kaynaklarında oluşan azalma, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi zorunlu hale getirmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ilk başında gelen güneş enerjisi; güvenilir, ulaşılması kolay, temiz, çevreye zarar vermeyen ve ilk kurulumdan sonra hiç bakım gerektirmeyen geleceğin vazgeçilmez ana enerji kaynağıdır.

Güneş enerjisinden elde edilen enerjiyle bir konutun bütün elektrikli beyaz eşyalarını çalıştırabilir, konutun bulunduğu sokağın lambalarını aydınlatabilir, mobil cihazları şarj edebilir, yüksek oranda enerji tasarrufu elde edebiliriz.

Dünyada ve ülkemizde güneş enerjisinin, enerji kaynağı olarak kullanılmasıyla ilgili çalışmalar son yıllarda artmış olmasına rağmen, hiçbir ülkede yeterince yararlanılan bir enerji kaynağı değildir. Türkiye’de ise birçok ARGE yapılmış ve projelendirilmiştir. Bu projelerin sonucunda birden fazla güneş evi kurulmuştur. Ancak bu çalışmalar yaygınlaştırılamamıştır

Konutlarda güneşten, doğrudan ve dolaylı ısı kazancı sağlama doğal aydınlatma, mekanik sistemler aracılığıyla su, ısıtma ve elektrik üretimi anlamında faydalanılabilir. (Stevenson & Williams, 2006).

Topoğrafik alana doğru yapılan yerleşim planlaması ile güneş enerjisi dahil birçok doğal kaynaktan faydalanıla bilinir. Yerleşim planlaması yapılırken topoğrafik veriler aşağıdaki kriterler doğrultusunda değerlendirilmelidir;

- Mümkün olduğunca en çok sayıda konutun güneş ışığından faydalanması sağlanmalıdır.
- Gölgelemeyi engellemek için farklı yerleşim olanaklarını dikkate alan tasarımlar yapılmalıdır.
- Peyzaj elemanları ile cephelerin ve yapıların çevresindeki zeminin gölgelemesi sağlanmalıdır. Fazla ısınmıdan kaçınılması gereklidir.
- Yüzey sıcaklıklarının ayarlanması ve yansıtıcılarının kontrolü için uygun cephe döşeme malzemelerinin seçilmesi gereklidir.
- Sera etkisinden dolayı oluşan fazla ısı kazancını kontrollü biçimde iç mekâna çekmek ve yansımayı kontrol altında tutmak gerekir.
- Hâkim rüzgâr yönü ve şiddetini de konutun araziye yerleşiminde ana etmen olarak hesaplanması gerekir. Bu bağlamda hâkim rüzgâr yönüne konutun kısa duvarı yönelmelidir.
- Topografya peyzaj elemanlarıyla birlikte, dikkatle planlanarak rüzgârın, güneşin olumlu yâda olumsuz etkisini yönlendiren tasarım elemanı olarak tasarlanmalıdır.
- Rüzgâr yapı kabuğuna derzlerden veya kritik noktalardan sızıntı yapabilir. Bu da konutun enerji kaybına neden olabilir. Bu bakımdan hava sızdırmazlığı sağlamak için önlemler alınmalıdır.

### **3.2.1.2. İklimsel Veriler**

Yerleşilmek istenen yerin iklimsel özellikleri yapının enerji performansında özellikle tasarım aşamalarında alınan kararlar için çok önemlidir.

Sıcak - Kuru iklim bölgelerinde, ısı artımından kaçınmak ve güneş ışınımını azaltmak için buharlaşmayı ve rüzgâr alımını en fazla düzeye getirmek gerekmektedir. Yerleşimlerin vadi tabanlarına yerleştirilmesi avantajlıdır. Yaz rüzgârlarından yararlanmak ve kış rüzgârlarından korunmak önemlidir. Batı güneşi çok rahatsız edici

olabilir. Batı yönünden kapalı tutum sergilenmeli evin havalandırması için hâkim rüzgâr yönü dış mekânla temasa açılmalı ve peyzajla gereksiz ısınım engellenmelidir.



**Şekil 3.2.1.2:** Sıcak-Kuru iklim Bölgesi'nde Batı Yönünden Kapalı Mimari Örneği.

Sıcak –Nemli iklim bölgelerinde, güneş ışınımını azaltmak ve rüzgârdan faydalanmak gerekmektedir. Bu yüzden yerleşimlerin rüzgâr alan tepelere, kuzeye veya güneye bakan yönlerde konumlandırılması avantajlıdır. Sıcak mevsimlerde soğuk rüzgârlardan, soğuk mevsimlerde sıcak rüzgârlardan faydalanılması önemlidir. Ayrıca soğuk mevsimlerde kuzey ve kuzeydoğudan gelen soğuk hava akımlarından korunmak gerekmektedir. Hava akımından faydalanılması enerji sarfiyatı yönünden avantajlıdır. Gereksiz ısınmayı engellemek için yoğun peyzaj elemanlarından faydalanılmalıdır.



**Şekil3.2.1.3:** Sıcak-Nemli İklim Bölgesi İçin Rüzgar Yönü ve Peyzaj Tasarımı.

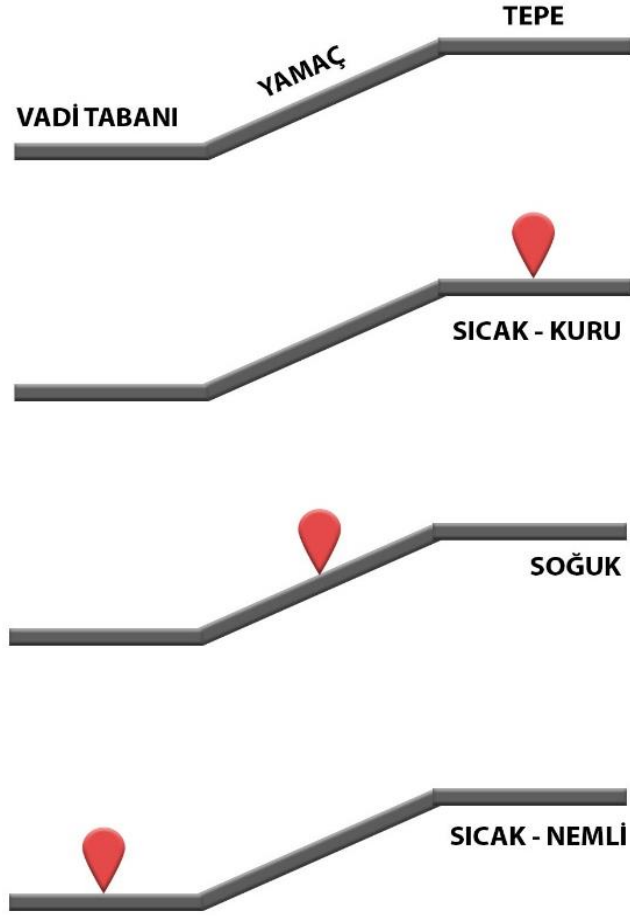
Soğuk iklim bölgelerinde ise, ısı üretimi ile ışınlamını arttırmak ve ısı kaybını azaltmak için rüzgâr akımını aza indirmek gerekmektedir. Yerleşimlerin güney ve güneydoğu yönünde yamaçların orta kısımlarında veya vadi ve çukurlar gibi korunaklı alanlara konumlandırılması avantajlıdır. Eğimi fazla olmayan, rüzgâra kapalı hatta bitki örtüsüyle rüzgârın engellendiği alanlar tercih edilmelidir.



**Şekil 3.2.1.4:** Soğuk İklim Bölgesi Kapalı Mimari Tasarım Örneği.

İklimsel koşullara uyum sağlayacak tasarım yapılabilmesi için öncelikle o bölgeye özel analizlerin yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda topoğrafik veriler doğrultusunda, güneş ışınlamından faydalanma konusunda birçok teori geliştirilmiş en ideal koşul sağlanmaya çalışılmıştır

Hilbenseimer, doğu ve batı yönlerinin en az avantajlı yönler olduğunu, güneydoğu ve güneybatının göreceli olarak tatminkâr, güney yönlenmesinin en avantajlı olduğunu söylemektedir. Bununla beraber bir konut yapısı için direk güneşe yönlenmektense güneydoğu ve güneybatının beraber kullanılmasının daha iyi sonuç vereceğini savunmaktadır.



**Şekil 3.2.1.5:** İklim Türlerine Göre Eğimli Araziye Yerleşim.

Vinacca, güneş ışınımından yapıların her cephesinin eşit yararlanabileceği bir yön arayışına girmiştir. Kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzunlamasına yerleştirilmenin bu koşulu sağladığı keşfedilmiştir.

F.Marboutin ise en iyi yaşam koşulları için yapıların ana cephelerinin güneye yönelmesi gerektiği sonucuna varmıştır. Güneydoğu ve güneybatıya yönelen cephelerin güneşlenme yönünden daha kararlı olmalarına rağmen güneye yönelen cephelere kıyasla kışın daha soğuk, yazın daha sıcak olduğunu iddia etmiştir.

### 3.2.1.3. Yakın Çevre İle Kurulan

Yapıların şehir içi gibi yapılaşmanın yoğun olduğu bölgelere konumlanmasıyla, yapılaşmanın az olduğu kırsal alanlara konumlanması enerji kullanımını açısından oldukça önemli bir farklılık teşkil eder.

Utkutuğ'a göre; Yapıların yoğun olduğu yerlerde;

- Atmosfer hareket hızının daha az olması,
- Atmosfer sıcaklığının daha yüksek olması,
- Hava kirlilik oranının daha fazla olması,
- Artan hava kirliliği nedeniyle güneş ışınımı daha zayıf olması,
- Azalmış bitki dokusuyla nem oranının daha düşük olması beklenmektedir.

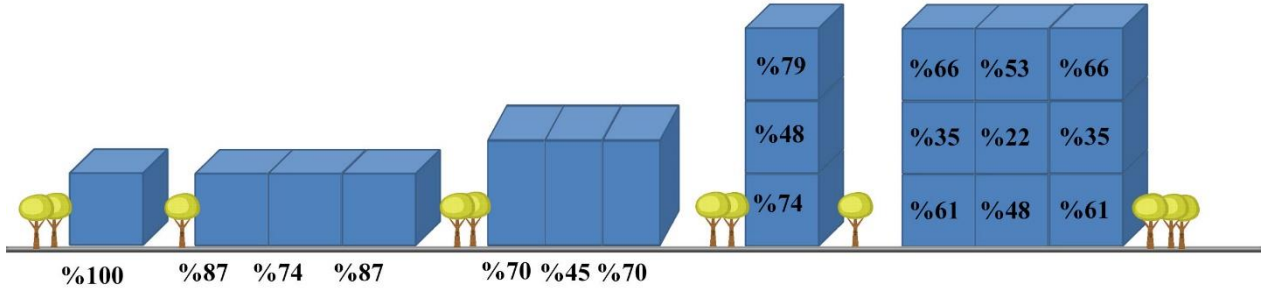
Kentsel alanlardaki rüzgâr hızı kırsal alanlardakine oranla %25 daha azdır. Ancak yüksek binaların arasında oluşan yerel kanyonlarda anormal rüzgâr hızları oluşabileceği unutulmamalıdır. (Utkutuğ, 2007).

Yakın çevre ile kurulan ilişki; rüzgâr, güneş ışınımı, gürültü ve mahremiyet gibi etkenleri bir dereceye kadar kontrol edebilir. Konut topoğrafik olarak nerede çevresinde kaç komşusu var? ve bu komşularla nasıl ilişki kurabilir? gibi soruların cevapları aranarak tasarım kriterleri belirlenebilir. Çevredeki diğer yapılarla mesafe göz önüne alınmalı ve gölgeleme hesaplamalarıyla güneş ışığından fayda oranı çıkarılmalı, rüzgâr gelişine etken olup olmadığı araştırılmalıdır.

Binanın içinde yer aldığı yerleşim ünitesinin dokusu, binaların yükseklikleri ve birbirlerine olan mesafeleri, kendi aralarındaki ısı transferleri gibi faktörler mikro klimayı ve dolayısıyla iç iklimsel koşulları etkiler.

İklimsel koşullar yapının doğal çevresinden yararlanarak ve yakın çevresindeki yapılaşmayı yönlendirerek yapay ısıtma ve soğutma sistemlerine gereksinimleri minimize etmek olarak tanımlanabilir. Olumsuz olarak algılanan çevresel koşullar yapıyı etkilemeyecek bir mesafede yumuşatılmalıdır.

Binaların farklı şekilde bir araya gelmesi sonucu ısı kayıp oranları da değişmektedir. Özellikle toplu konut yerleşmelerinin bu kriterleri göz önünde bulundurularak tasarlanması lazımdır(Tönük, 2001).



**Şekil 3.2.1.6:** Binaların Farklı Şekillerde Bir Araya Gelmesi Sonucun Isı Kayıp Oranları(Tönük, 2001).

Konut binalarında enerji denetimi yönünden, peyzajın oldukça önemli bir yeri vardır. Peyzajın kontrollü tasarlanmasıyla rüzgâr kontrolünün ve ses kirliliğinin azaltılması sağlanabilir. Peyzaj tasarımı aynı zamanda filtre görevi sağlayarak kirli toz tanelerinin temizlenmesini sağlayabilir.

Bitki örtüsü buharlaşma sayesinde havadaki nemin artmasına ve sıcaklığın düşürülmesinde yardımcı olur. Bitkisel elemanlar rüzgârın olumlu ve olumsuz etkisini optimize edecek şekilde üçüncü katman olarak kullanılabilir. Soğuk dönemlerde sürekli yeşil kalan ağaçların ve bodur bitkilerin rüzgâr kırıcı olarak kullanılmasıyla binaların ısı kayıpları azaltılabilir. Bu amaçla kullanılan ağaçların boyları ve yapıdan uzaklıkları doğru konumlandırılmalıdır. Yaprak döken ağaçlarsa kışın güneşten yararlanmayı engellemezken, yazın gölgeleyici elemanlar olarak kullanılabilir. Bu nedenle peyzaj için kullanılacak ağaçların şekli, yaprak dökme ve gölge atma özellikleri dikkate alınarak kış ve yaz mevsimi için optimum yarar sağlayacak şekilde yerleştirilmelidir.

### 3.2.2. Konut Tasarımında Yapısal Özellikler

#### 3.2.2.1. Yapının Formu

Yapının formu enerji kayıp ve kazancını etkileyen en önemli faktördür. Formu etkileyen bileşenler enerji kayıp veya kazancına etkilemektedir



Yapının formunun bileşenleri;

- Yapının uzunluk ve derinliğinin oranı,
- Yapının yüksekliği,
- Çatı Türü,
- Çatı Eğimi,
- Cephe Eğimi ve Çıkıntıları,
- Cephe şeffaflığı gibi yapıyı oluşturan geometrik değişkenler enerji düzeyini etkilemektedir.

Yapı biçimi öncelikle iklim koşullarına göre şekillenmektedir. İklim koşullarına göre yapı formunu tasarlamak, enerji ihtiyacımızın verimli olarak karşılanmasını sağlarken gereksiz enerji sarfiyatını da minimumda tutacaktır.

Sıcak-Kuru İklim bölgelerinde güneşin vurduğu yüzey alanını azaltıp, gölge miktarını arttırmak için avlulu kompakt formlar tercih edilmelidir. İklim açısından avlu hacmi;

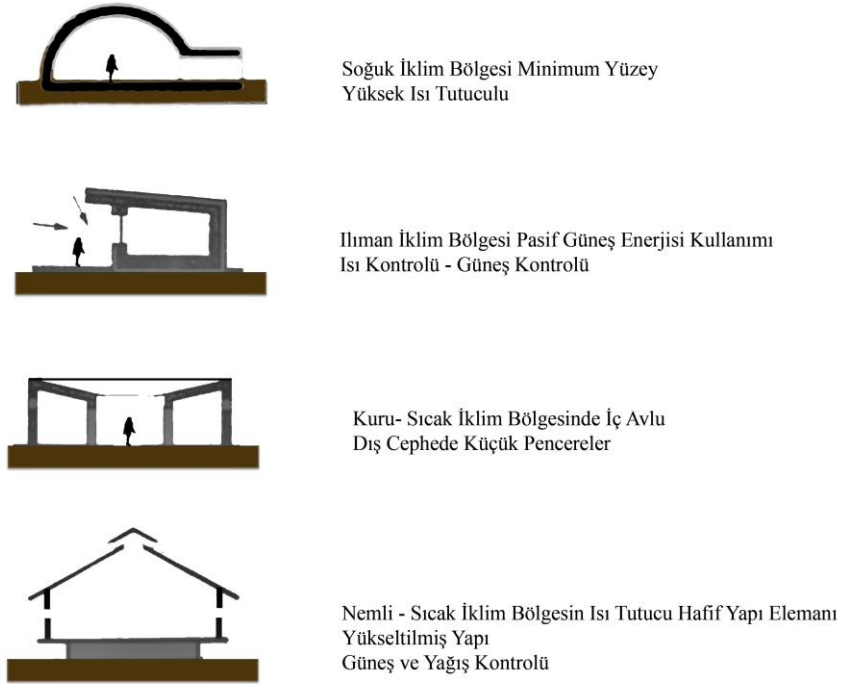
- Ev kitlesine karşı bir denge sağlar.
- Gündüz ısınan avluda hava yükselir ve ev içinden avluya doğru hava akımını sağlar. Gece ise daha sıcak olan eve doğru avludan serin rüzgâr akar.
- Mikro alanda devamlı bir hava hareketi sağlanmasına imkân verir. Ev içinde ısı üreten elemanları (mutfak, pişirme, banyo) sıcak havalarda avluda yapılarak evlerin daha fazla ısınması önlenir.
- Avlunun bir bölümü gölgelendirilerek bu gölgelikler ev duvarlarına gelen direkt ışınları önleyerek ısı artışını azaltır.
- Avlular da ağaç, yeşillik ve su elemanları kullanılarak gölgelik ve nem oluşturur, ortamın ısısal açıdan normale gelmesine yardımcı olur. Sıcak ve kuru bir alanda, yeşilin ve suyun serinletici özellikleri vardır

Soğuk iklim bölgelerinde ısı kaybını azaltmak için kompakt düzenlemelerle güneşten azami yarar sağlayan yapı formları tercih edilmelidir. Amaç içerideki ısı kaynağının korunmasıdır. İç sıcaklığı koruyabilmek için kapalı (sıkı) bir plan tasarlanmalıdır. Gömülü veya saklı yapı formları soğuk iklim kuşağı için avantajlıdır. Kar

yağmasından dolayı pencereler küçük, duvarlar kalın ve çatısı kırma (dik) çatı olarak tercih edilmelidir.

Sıcak- nemli iklim bölgelerinde serin hava dolaşımının sağlanması gereksiz enerji sarfiyatını engelleyecektir, zeminden kolonlarla yükseltilmiş formlar bu iklim kuşağı için uygun olabilir. Bu bölgelerde havalandırma oldukça önemlidir, bu nedenle yapı formunun rüzgar yönü ve şiddeti doğrultusunda tasarlanması enerji korunumu açısından faydalı olacaktır.

Çatı formu ise güneş enerjisinden faydalanmak için en önemli bileşendir. Ilıman iklim kuşağında eğimli çatıların kullanılması faydalı olacakken, sıcak iklim bölgelerinde düz çatı, soğuk iklim bölgelerinde dik çatıların kullanılması faydalı olacaktır.



**Şekil 3.2.2.1:** Farklı İklim Bölgelerindeki Yapı Tasarım Örnekleri.

### 3.2.2.2. Yapının Yönelimi

Yapılarda yönelme ile enerji tüketimi arasında kuvvetli bir bağ bulunmaktadır. Yapı doğru yönelme sağlarsa var olan iklimsel koşullar ve topoğrafik durum enerji sarfiyatını minimuma indirmek için alternatif enerji kaynağı haline dönüşecektir.

Konutlarda iç iklimsel konfor açısından yönelme büyük önem taşımaktadır. Yönelme; topoğrafik koşullara uyum, mahremiyet, gürültüden kaçma, manzaraya yönelme, rüzgâr ve güneş ışınlarından yararlanma ve korunma gibi birçok ihtiyacın giderilmesini sağlamaktadır

Yönelme konusunda dikkat edilmesi gereken noktalar;

- Yüksek yapılar alçak yapılardan daha fazla rüzgar alır ve daha fazla ısı kaybı yaşarlar.
- Birim hacme düşen çatı alanı arttıkça ısı performans değeri değişir.
- En ideal yaşam koşullarının sağlanması için yani yazın serin, kışın ılık olabilmesi için bina ana cephesinin güneye yönelmesi faydalı olacaktır.
- Doğu ve batı cepheleri, diğer cephelere göre yazın daha sıcak kışın daha soğuk olurlar.
- Yazın güney cepheleri daha sıcak, kışın ise daha soğuk olurlar.
- Isıtma yükü daha fazla olan iklimsel koşullarda, kuzey duvarı sağır tutularak, güney cephesi pencereleri ve güneye bakan çatı pencereleri ile güneş kazancının zenginleştirilmesi faydalı olacaktır.

Doğu ve batıdan alınan güneş ışığının, kontrolünün zor olması nedeniyle binanın ana cephesinin ve camlı alanlarının bu yöne alınmaması, zorunluluk gereği konan camlı alanlarda güneş kontrolü yapılması, binanın doğu-batı aksında güneye daha geniş bir cephe oluşturacak şekilde lineer oturtulması tasarımın temel prensibi olarak kullanılmaktadır.

### **3.2.2.3. Yapı Kabuğunun Özellikleri**

Konutlarda enerji verimliliğini arttıran tasarım parametrelerinden bir diğeri yapı kabuğunun denetimidir. Yapı Kabuğunu oluşturan malzemelerin ısı direnç özellikleri, hava sızdırmazlık seviyesi, pencerelerin özellikleri, yansıtma derecesi ve rengi konutun enerji etkinliğini sağlamak amacıyla kontrol edilmelidir.

Tanım olarak yapı kabuğu; iç ve dış çevreyi birbirinden ayıran, yatay, düşey ve eğimli tüm yapı bileşenlerinden oluşan yapı ögesidir (Green, 2007).

Yapı Kabuğu; opak ve saydam bileşenlerden oluşan, dış çevreyle iç mekânı birbirinden ayıran ara yüz olarak da tanımlanabilir. Opak ve saydam bileşenler, yapı elemanının ısısal davranışını, mekânların konfor seviyesini ve enerji sarfiyat miktarını belirlemektedir. Yapı kabuğunda kullanılan malzemeler ısıyı, sıcak yüzeyler daha soğuk olan yüzeylere ısıyı iletir ilkesiyle seçilmelidir. Bu ısı akışı yapı malzemelerinin termofiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir.

Yapı kabuğunun termofiziksel özellikleri;

- Toplam ısı geçirme katsayısı (U). Opak ve şeffaf yüzeylerin oluşturduğu kabuğun ortalama ısı geçirme katsayısının düşmesi, ya da ısı geçirme direncinin artması kabuktan ısı transferini azaltır. Böylece içerideki hava sıcaklığı korunarak ısıtma ve soğutma enerjisinden tasarruf sağlanmış olur
- Saydamlık oranı: Camlı alanların toplam kabuk alanına saydamlık oranıdır. Camlı alanların doğru şekilde kullanılmasıyla aydınlatma ve ısıtma için güneş kazançları sağlanırken, kabuğun opak bileşenlerine oranla ısı geçirgenlik direnci az olduğundan, yüksek ısı kayıplarına da neden olabilmektedirler. Soğuk/sıcak dönem ısı kazanç/kayıp dengelerinin ve doğal aydınlatma açısından kabuğun saydamlık oranlarının dikkatli belirlenmesi gereklidir.
- Genlik küçültme faktörü: Dış ortam sıcaklığının değişimi, yapı kabuğu bileşenlerinin ısı depolama özellikleriyle doğru orantılı olarak ısı akışını yavaşlatır ve sıcaklık salınımlarının genliğini yani ortalama sıcaklık değeri sapma değerini düşürür. Buna kabuğun —genlik küçültme faktörü — denir. İç çevre sıcaklığının ortalamadan sapma değerinin dış çevre sıcaklığının ortalamadan sapma miktarına oranı olarak belirlenir.
- Zaman gecikmesi: Gün içinde kabuk dış yüzeyinde etkili olan en yüksek sıcaklığın, bileşenin iç yüzeyinde en yüksek yüzey sıcaklığını oluşturuncaya kadar geçen zaman süresi olarak tanımlanmaktadır. Kabuk ısı kütlesine bağlı olarak değişim gösterir.
- Sönüm Oranı: Bir gün içinde iç yüzeydeki en yüksek ( $T_{i,max}$ ) ve en düşük ( $T_{i,min}$ ) sıcaklık farkının, dış yüzeydeki en yüksek ( $T_{d,max}$ ) ve en düşük

( $T_{d,min}$ ) sıcaklık farkına oranı olarak tanımlanır. Şekil 3.14'te zaman gecikmesi ve sönüm oranı şematik olarak gösterilmiştir. ( Soysal, 2008).

Yapı kabuğunun enerji etkin olabilmesi iç ve dış mekanı ayırarak iç konforu sürdürülebilir bir şekilde kontrol altında tutması için;

- ✓ Yutuculuk,
- ✓ Geçirgenlik,
- ✓ Yansıtıcılık, özelliklerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi gereklidir.

Kabuk malzemesinin opak ve saydamlık özelliklerine göre yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık özellikleri değişmektedir. Şeffaf yüzeylerin kısa dalga boyu ışığı geçirirken, uzun dalga ışınımına karşı opak özellik göstermesi sera etkisi yaratarak, iç mekanda ısı kazancı oluşturur. Opak malzemeler ise ışını arka tarafa geçirmez, malzemenin rengine, dokusuna, yüzey sıcaklığına ve gelen ışının dalga boyuna, geliş açısına bağlı olarak ışınımın bir kısmını yansıtır ve kalanını yutarak ısı enerjisine dönüştürür. Bu özelliklerinden yararlanarak, pasif güneş enerjili binalarda gündüz depolanan enerjinin gece kullanımı olanaklıdır. Güneş enerjisinin günlük çevrimi dikkate alındığında ısı kütlesi olarak kullanılacak malzemenin sınırlı bir kalınlıkta olması yeterlidir. Malzemenin ısı kapasitesi, özgül ısısı ve kütlesi dolayısı ile malzemenin yoğunluğu ve toplam hacmi ile orantılıdır (Çengel, 1998).

Saydam yalıtım malzemeleri kısa dalga kızıl ötesi ışınımı geçirmekte, uzun dalga kızıl ötesi ışınımına karşı ise opak davranmaktadır. Yalıtımın içinden geçen kısa dalga kızıl ötesi ışınım, emici yüzey tarafından soğurularak duvar kütlesinde ısıya dönüşmekte ve masif duvar ısı kütlesi olarak çalışmaktadır ( Göksal, 2000).

Enerji tüketiminin en yoğun olarak mekânların ısıtılmasında gerçekleşmektedir. Güneş enerjisine dayalı ısıtma sistemleri, doğru konumlanma, iklim değerleri göz önüne alınarak yapılan tasarım ve yapı kabuğunun sürdürülebilir enerji destekli olarak tasarlanması mekânların ısıtılma enerji sarfiyatını doğrudan etkileyen ve değiştiren kriterlerdir. Dünyanın birçok yerinde gelişen teknolojiyle birlikte yapı kabukları için yeni malzemeler tasarlanıp üretilmektedir. Opak yalıtım malzemeleri gibi ısı kaybını önlemede etkili olan malzemelerle birlikte güneş ışınımının mekâna girmesine olanak veren saydam malzemelerle enerji etkin mimariyi destekleyen yapı kabukları tasarlanabilmektedir.

Enerji etkin bina tasarımında güneşten ısı kazanımı için cam yüzeyler temel ısı kazancı sağlayan yapı bileşenleridir. Yapı kabuğundaki saydam yüzeylerin tasarlanması hem doğal aydınlatmayı sağlamakta hem de, soğuk havalarda ısıtma ihtiyacını karşılamaktadır. Bu nedenle, uygun yönlenme, cam yüzeylerin alanı, sıcak havalar için güneş kontrol elemanlarının kullanılması ve gölgeleme sistemleri enerji denetimini sağlamak için önemlidir.

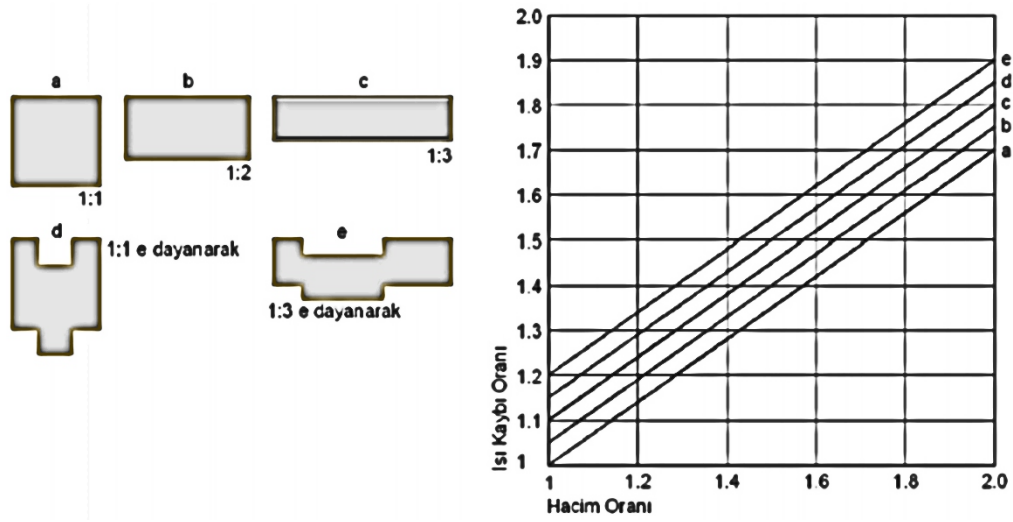
Pencere yönü ve alanı kış aylarında bile %12'ye varan enerji artırımını sağlar. Ekim ve mart aylarında ölçülmüş enerji korunumu miktarının pencerenin yönü, büyüklüğü, çerçeve değeri, temizliği, camın yansımaya faktörü, havanın açık-kapalı olması gibi faktörlere bağlı olarak %15–20 oranında değişim gösterir (Anon, 1979).

Camlı yüzeylerde güneş kontrolünü sağlayabilmek için uygulanan yöntemler uygun yönlenme, camlı yüzeylerin alanı, kullanılan cam tipi ve özellikleri, gölgeleme ve güneş kontrol elemanlarının tasarım ve kullanımı başlıkları altında toplanabilir. Uygun yönlenme; Binanın tasarım aşamasında uygun yönlenmesi ve mekânların buna bağlı olarak organizasyonu, binanın güneş kontrolü ve gölgeleme açısından performansını etkiler.

Camlı yüzey alanı; İstenmeyen ısı kazancı veya kaybını önlemek için camlı yüzeylerin toplam alanı, bina alanının %10–15 ini geçmemesi gerekmektedir. Kullanılan cam tipi ve özellikleri; Pencerenin ısıl açıdan enerji performansına ait net değerleri, şeffaf ve opak bileşenlerin güneşten ısı kazançlarına ait değerleriyle, iç-dış ortam arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanan kondüksiyon, konveksiyon ve ışıma (radyasyon) yolları sonucu gerçekleşen ısı transferinin birlikte hesaplanması ile elde edilmektedir. Kabuğun şeffaf yüzeylerinden konveksiyon yolu ile ısı transferi, iç-dış ortam sıcaklık farkından kaynaklanır ve ısı sıcak ortamdan soğuk ortama doğru hareket eder. Isı akışı yönünde havadan konveksiyon yoluyla cama iletilen ısı, camı kondüksiyon yolu ile aşarak diğer yüzden yine konveksiyon yolu ile havaya iletilir.

Gölgeleme ve güneş kontrol elemanlarının tasarımı ve kullanımı; Binalarda güneşin ısıl ışınımlarının etkilerinden korunmak için uygulanacak en etkili kontrol, ışınımların yapı kabuğu düzenlemede (camlar) ve kabuk içerisinde (perde, jaluzi) kontrolünden önce yapı kabuğunun dışında yakalanarak durdurulması ile sağlanabilmektedir. Yakalanan ışınların yansıtılarak geri atılması mevsimlik güneş

yörünge ve açılara göre güneş kontrol elemanlarının esnek ve hareketli olması güneş kontrolünün performansını artırmaktadır. Bu nedenle binanın yeri, konumu, enlemi, yönlenmesi, etkin bir güneş kontrol sisteminin tasarlanması açısından önemlidir (Utkutuğ, 2007).



**Şekil 3.2.2.3:** Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması. Eylöl 2013. (Özdemir B. B,2005).

Güneş kontrol elemanları olarak, değişik performanstaki güneş kırıcılar, kepenkler, storlar, yalıtımlı kepenkler, tenteler, jaluziler ve perdelerin yanı sıra derin balkonlar, yatay saçaklar, dikey güneş kırıcıları – kanat duvarları, yatay ve dikey elemanların birleşimi olan kompozit elemanlar kullanılmaktadır (Utkutuğ, 2007).

#### 3.2.2.4. Mekân Organizasyonu

‘Mekân’ sözcüğü Arapçadan dilimize geçen ve ‘kevn’ yani ‘oluş’ kökünden türeyen bir sözcüktür. ‘Kevn’ varoluş, oluş, olmak gibi farklı anlamlara karşılık gelmektedir. Kök anlamı; “olayın geçtiği yer, oluş yeri, varoluş yeri” olarak tanımlanabilir. (Yavuz, 2005).

‘Mekân’ sözcüğünü; insanı çevreden belli ölçüde ayıran ve içinde eylemlerini sürdürmesine elverişli olan boşluk, boşun olarak da tanımlayabilmemiz mümkündür (Hasol, 2005).

Mekân kavramı; sadece bir tanımla sınırlandırılmayacak kadar geniş ve birçok açılardan incelenmesi gereken bir konudur. Güncel zamanın da etkisiyle biçim

değişikliklerine uğrayarak birçok tanımlama yapılmış ve ilk kuramcılar mekân kavramını, örneğin Vitruvius mimari temeli esas alarak amaca uygunluk (fonksiyon), güzellik (biçim, estetik) ve doğruluk öğelerinden kurulu bir üçlü bütün olarak tanımlamıştır.(Tuncel, 2007).

Konutun tasarımı yapılırken mekân kurgusunun kullanıcının alışkanlıklarına ve mekanların kullanım özelliklerini ön planda olacak şekilde oluşturulması gereklidir. Gece ve gündüz katmanlarının oluşturulup, gün içerisinde güneş hareketlerinin hangi yönde olduğuna dikkat edilmelidir. Konut tasarımı yapılırken mimarın öncelikli görevi kullanıcının konfor koşullarını sağlayabilecek fiziksel ve psikolojik rahatsızlıklar yaratmayacak konutlar oluşturmaktır

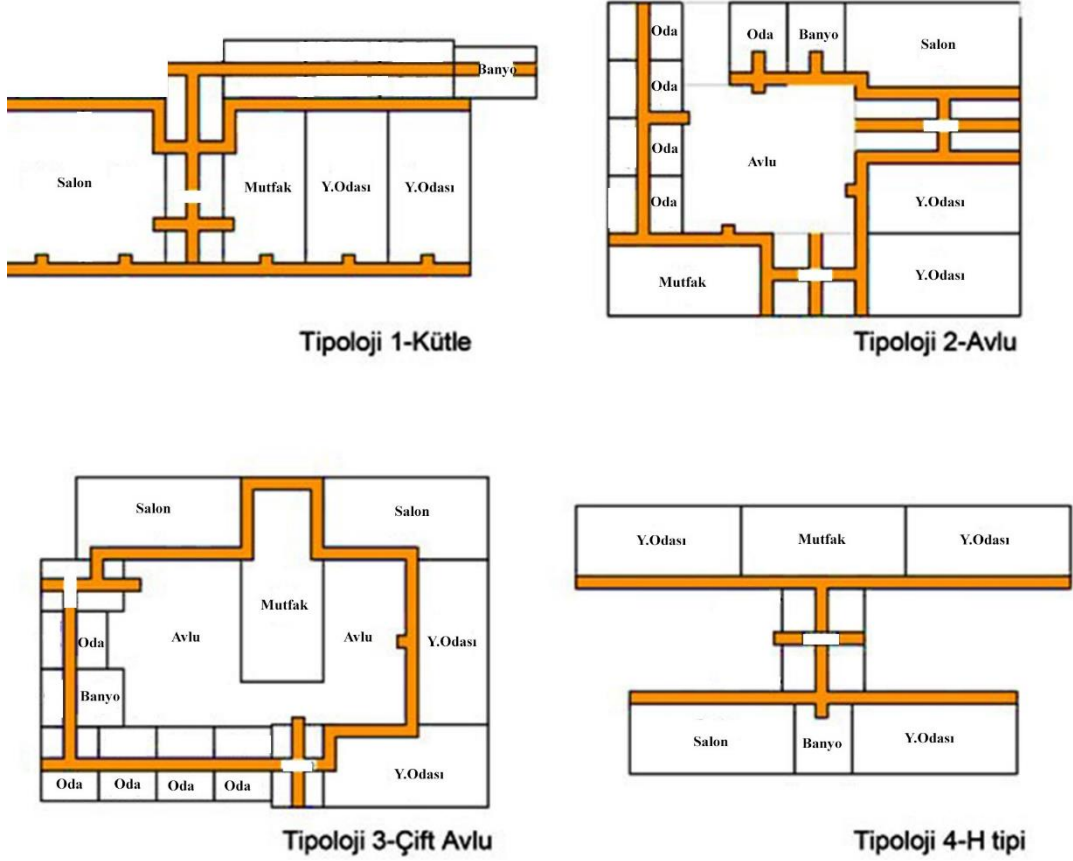
Enerji etkin yapı oluşturmada bir diğer önemli girdi de ‘mekan organizasyonu’ dur. Tasarım sürecinde doğru kararlar alınarak şekillenen mekânlar sistemi enerji sarfiyatını doğrudan etkileyecektir. Mekânı oluşturan kabuk elemanlarının yönelimi, güneş ışınımlarından yararlanma seviyeleri gibi nedenlerden dolayı kabuk elemanın opaklık ve saydamlık oranındaki değişimler mekânın enerji seviyesini, sıcaklık ve aydınlık seviyesini, konfor düzeyini direkt etkilemektedir. Hava sıcaklığı, ortalama ışıyım gibi değerler o mekânı çevreleyen kabukla direkt ilişkilidir. Mekânın yatay ve düşey doğrultudaki boyutları ile biçim faktörü de iç mekân iklimsel konforunu etkileyen değişkenler olarak belirlenir.(Yılmaz, 1983). Mekânın içindeki iklimsel koşullar direkt olarak kabuk elemanlarından geçen ısı miktarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu bağlamda mekânın en önemli elemanı kabuk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mekânların bir araya gelmesinden oluşan konutlar ve konutların bir araya gelmesinden oluşan apartmanlar; günümüz Türkiye’sinin en çok inşa edilen yapı tipi olmuştur. Konutların mekân organizasyonu, enerji etkinliği bağlamında şekillenecek olursa, ülke olarak toplam sarfedilen enerji miktarında büyük oranda değişim olacaktır. Yapı biriminin iç düzeni, hangi mekânın hangi yönde konumlanacağı mekân organizasyonunun tasarlanma kriterlerindedir.

Enerji etkin tasarımda amaçlanan özellik ve konfor şartları benzer mekanların bir arada toplanması, soğuk bölgelerin ara bölge olarak kullanılması ve hava sirkülasyonuna dikkat edilmesidir. Bu kriterler ısıtma, soğutma ve aydınlatma için



harcanan enerjiden tasarruf elde edilmesine yardımcı olur. Isıtılmayan hacimlerin, yani servis ve sirkülasyon alanlarının ara bölge olarak tasarlanmasıyla ısıtma ihtiyacının fazla olduğu mekanlar korunmuş olur. Bu ara bölgeler kış aylarında iç hacimlerin soğuma süresini uzattığı, yaz aylarında ise iç mekânlara gölgeleme yaparak yüksek sıcaklıkları engellediği için önemli tasarım girdisidir.



**Şekil 3.2.2.4:** Örnek Mekan Organizasyonu Tipolojileri. (<httpwww.mimdap.org>).

Binalar enerji performansı açısından iç metabolizmik ısı kazancı yüksek ve düşük binalar olarak iki gruba ayrılabilirler. (Utkutuğ, 2005).

Konutlarda banyolar, tuvalet, çamaşırhane gibi ıslak hacimler daha az ısı gerektiren hacimlerin dış cepheye yakın yerleştirilmesi ise ısı ihtiyacı fazla olan yaşama mekânlarının daha korunaklı alanlara yerleştirilmesini olanak verebilir.

Ara Bölge'yi tanımlamak istersek; sıcaklık seviyesi belirli bir düzeyde bulunmayan, yaşama mekânlarının sıcaklığı ile dış sıcaklık arasında değişiklik gösteren mekânlardır diyebiliriz. Bu mekânlar komşusu olan mekanlar aracılığıyla ısınırlar. Bu ısınmanın

oranı; mekanı çevreleyen kabuk ve döşemelerin genişliğiyle ve mekanın bulunduğu konumuna bağlıdır. Ara bölge oluşturan mekanlar, ısı geçişi ve havalandırma sırasında oluşacak ısı kayıplarını azaltmada önemli rol oynarlar. Merdivenler, holler, garajlar, kilerler gibi ısıtılmayan mekanların olduğu kısmın çevresinde kullanılan bitkiler rüzgar nedeniyle oluşacak ısı kayıplarını azaltırlar.

Yapı girişlerindeki rüzgarlıkların özellikle şiddetli rüzgara maruz kalan yerlerde kullanımını önemlidir. Güney cephede şeffaf yapı malzemeleri ile oluşturulacak ara bölgeler güneş enerjisi için kolektör görevi üstlenirler ancak bu mekânların yazın aşırı ısınmaya karşı tedbirlerinin alınması gereklidir. Termal ara zon olarak bodrum katlar gösterilebilir. Toprağın kış aylarında bile iki metre derinliğe kadar +4°C ila +10°C arası sıcaklıkta olması, toprak içindeki yapı bölümlerinin dış hava sıcaklığından fazla etkilenmemesini sağlar. Toprakla bodrum kat arasına ısı yalıtımı yapılması bu etkiyi daha fazla artırır. Bu mekanlarda kontrollü havalandırma yapılırsa yazın sıcak günlerde yaşama mekanı olarak kullanma olanağı vardır. Bodrum katların ısıtılıp-ısıtılmaması kullanıma bağlıdır.(Soysal,2008)

Mekân İsmi	K	KD	D	GD	G	GB	B	KB
Yatak Odası	●	●	●	●	●	●		
Yaşama				●	●	●	●	
Yemek Odası			●	●	●	●	●	
Mutfak			●	●	●	●		
Kütüphane	●	●						●
Çamaşır Odası	●	●						●
Oyun Odası				●	●	●	●	
Banyo	●	●	●	●	●	●	●	●
Teknik Hacim	●	●						●
Garaj	●	●	●	●	●	●	●	●
Atölye	●	●						●
Teras			●	●	●	●	●	
Veranda				●	●	●	●	

**Şekil 3.2.2.5:** : Konut Yapısı Mekânların Uygun Yönlendirme Şeması.

(Aronin, 1992).

Konut Binalarda mekân organizasyonu yapılırken önem verilmesi gereken bir başka konu ise doğal havalandırmadır. Mimari planlama yapılırken hakim rüzgârın doğrultusunda olduğu karşılıklı pencerelerin açılması havalandırma sağlanabilir.

Bu bağlamda konut mekânlarının karşılıklı konumlandırılması doğal havalandırmayı kolaylaştırıcı bir tasarım kriteri olarak düşünülmelidir ayrıca soğutma yüklerinin de azalmasını sağlamaktadır.

### 3.3 Konutun Isıtma Sistemi

Konutların işletim sırasındaki enerji giderleri dikkate alındığında kullanılan enerjinin %80'inin ısıtma amaçlı olduğu görülür bu da özellikle ısıtmada enerjinin etkin kullanılması gerekliliğinin bir göstergesidir (Energy, 2007).

Yapay ısıtma sistemleri hizmet ettikleri binanın fonksiyonuna ve gün içindeki kullanım süresine bağlı olarak zaman zaman durdurulabilirler, sürekli çalıştırılıp belirli saatlerde yavaşlatılabilirler veya binanın kullanılmayan mekanlarında ısıtma iptal edilebilir. İşletim sisteminin günün belirli aralıklarında durdurulması (gece ya da gündüz kullanılmayan saatlerde kapatılması) bina kabuğunun ısı depolama özelliğine de bağlı olarak farklı enerji sarfiyatlarına yol açmaktadır.(Soysal,2008).

Ek bir yapay ısıtma sistemine gereksinim duyulduğunda, sistemin işletme şekli, iklimsel konfor ve enerji harcamaları üzerindeki etkisi diğer yapay çevre değişkenlerine ve özellikle de bina kabuğunun termofiziksel özelliklerine bağlı olarak belirlenmelidir. Ancak bu şekilde, ısıtma sisteminin işletme maliyetini minimuma indirgeyecek bina kabuğu-ısıtma sistemi işletme şekli seçenekleri belirlenebilir. (Manioğlu ve Yılmaz, 2002).

Konut Yapılarında ısıtma yükü;

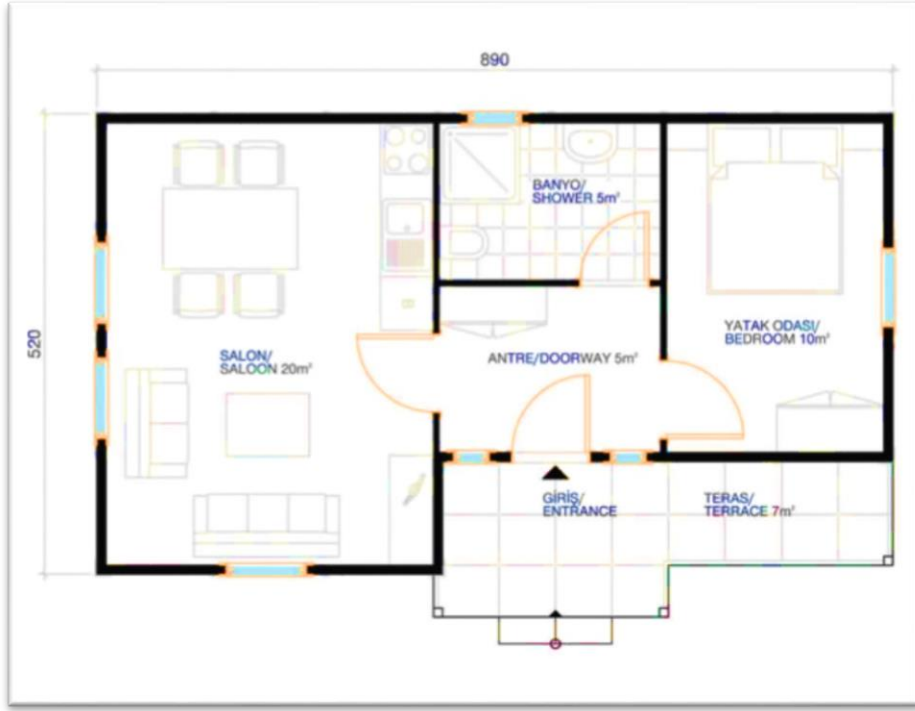
- U değeri,
- Yönlenme
- 1 m<sup>2</sup> alan birimi bazında ekspozite kabuk alanı değişiminin ısıtma yüküne etkisi,
- Çok katlı konut bloklarında düşey zonlamanın etkisi,
- Daire ölçeğinde kombi ile ısıtmada ısıtılmayan dairelerin, diğer dairelere ısıtma yükü etkisi,

- Duvar alanı üzerindeki şeffaf/ opak oranının yönlenme çerçevesinde ısıtma yüküne etkisi,
- İklimsel Veriler
- Doğal Çevre
- Yakın Çevredeki Yapılaşma,
- Binanın Formu,
- Bina aralıkları,
- Mekan organizasyonu,
- Kullanıcı etkisi, gibi değerler göz önüne alınarak hesaplanmalıdır.

### **3.4. Konutta Kullanıcı Etkisi**

İnsan var olduğundan bu yana yaşam yerini doğa koşullarına karşı korunma, savunma ve mahremiyet ihtiyaçları doğrultusunda, kültürel koşulları da unutmuyarak ihtiyacını karşılamaya çalışmıştır.

Bireyin hayatında gerçekleştirdiği dinlenme, eğlenme, yemek yeme, uyuma gibi eylemlerin büyük bir kısmını oluşturan ve konut yapısı içerisinde en büyük metrekareye sahip olan mekân salon mekânıdır. Salon mekânının konut yapılarında en büyük hacimde ve hâkim yönde planlanmış olması yaşama alanına dolayısıyla insana verilen önemi ortaya koymaktadır. Faulkner(1979), yaşama mekânını; konutu kullanan bireylerin birleştiği veya arkadaş / misafir toplantılarının, eğlencelerin yapıldığı grup mekânı olarak tanımlamıştır. Yıldırım, Uzun ve Kahraman (2009) yaşama mekânını, konut içinde yaşayan bireylerin sosyal gereksinimleri için düzenlenmiş olan; aile bireylerinin birlikte oturdukları, sohbet ettikleri, müzik dinledikleri, televizyon ve radyo gibi araçlar aracılığı ile dolaylı bir şekilde dış dünya ile bağlantı kurdukları mekânlar olarak tanımlamışlardır. Yaşama mekânı, konutta yaşayan kişilerin hem ortak olarak kullandıkları bir çevre dilimi olarak hem de farklı işlevler için kullanılmaktadır. Ortak alan olması yanında kişisel istekleri karşılama özelliği de bulunmaktadır. Diğer bir deyişle ailenin bütün bireylerinin kişisel isteklerinin uzantıları yaşama mekânına kadar gelmektedir. (Küçükerman, 1980).



**Şekil 3.4:** Konutların Sahip Olduğu Temel Mekanları Gösteren Plan Örneği.

Konutlarda kullanıcı sayısının dolayısıyla iç mekân ısı kazancının yükselebileceği düşünülerek güneş kontrol tasarımlarının ve iç hava hareketlerinin yönlendirilmesi konusunda tedbirler alınmalıdır. Özellikle Konutun en geniş hacmi olan salon ısıtma-soğutma sistemi düşünüldüğünde mevcut kullanıcıların bir arada olmasından dolayı daha fazla ısınma gerçekleşeceği ve sıcak havalarda daha fazla soğutma ihtiyacının olacağı göz önünde tutulmalıdır.

Konut kullanıcılarının aile yapısı ve yaşam biçimleri, konutun kullanımını belirleyen en önemli etkenlerdir. Büyük aileye sahip olan konutlar, daha çok mekan ihtiyacına sahip olurken, çocuksuz veya yalnız yaşaya kullanıcılar daha küçük konutları tercih etmektedir.

Konut kullanıcılarının yaş değerleri konutun kullanımını etkileyen bir diğer faktördür. Yaşlı insanların veya küçük çocuğu olan insanların bulunduğu konutların iklimsel koşulları diğerlerine göre farklıdır.

Konutta kullanıcıya ilişkin değerler kullanıcının niteliği ve fizyolojik değerlerine göre değişkenlik gösterir. Örneğin; kullanıcılardaki metabolizma düzeyi, giydikleri kıyafetlerin kumaş türü...

- Vücudumuz, hayati önem taşıyan ısı dengeye ulaşabilmek için, metabolizmanın ürettiği kadar ısı kaybetmelidir. Bu ısı üretimi, kısmen dış hava sıcaklığından ama çoğunlukla aktiviteden kaynaklanmaktadır. Çok aktif bir insan, yatmakta olan bir insana göre 8 kat daha fazla ısı üretmektedir.(Lechner,N,2009).
- Metabolizma düzeyi (aktivite düzeyi); kimyasal enerjinin, organizma içindeki metabolik aktiviteler ile ısı ve mekanik işe dönüşüm oranıdır. İnsanın yaptığı eylem türü ile doğrudan ilişkilidir ve çoğu kez MET birimi ile ifade edilmektedir (1 MET = 58,2 W/m<sup>2</sup>). (Koçlar Oral, G.,Manioğlu.G.,2010).
- Giysi türü; giysilerin ısı yalıtım direncini belirlediğinden ve dolayısıyla insanla çevresi arasındaki ısı geçişi miktarını etkilediğinden iklimsel konfor koşullarının belirlenmesinde önemlidir. Giysilerin ısı yalıtım direnci genelde Clo birimi ile ifade edilmektedir (1 Clo = 0,155 m<sup>2</sup>/W) Kullanıcının mekandaki konum ve duruş şekli; ışıınım yoluyla yaptığı ısı alışverişi üzerinde etkilidir. Çünkü kullanıcı ve onu çevreleyen yüzeyler arasındaki açı faktörleri, kullanıcının hacim içindeki konumunun bir fonksiyonudur ve kapalı hacimdeki bir insanın iklimsel konforunu önemli ölçüde etkileyecek bir değişkendir.(Manioğlu,G.).

### 3.5. Bölüm Değerlendirilmesi

Konutta Enerji Verimliliğini Arttıran Yöntemler, başlıklı bu bölümde konut kavramının gelişim süreci üzerinde durulmuştur. Yeni nesil konut kavramı, enerji verimliliği açıklanmaya çalışılmıştır. Enerji etkin yapı elde edebilmek için tasarım aşamasından inşa aşamasına kadar dikkat edilmesi gereken kriterler, tek tek incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Her yapının kendi topoğrafik, iklimsel ve kullanım etkileri değerlendirilerek çevreye zarar vermeyecek şekilde tasarlanması ve inşa edilmesi günümüz mimarlığından beklenen bir olgu olmaktadır. İnşa edilen konutun doğal enerjiyi kullanması, gereksiz enerji sarfiyatından kaçınması ve çevreye minimum zarar vermesi ve tüm bunları sağlarken kullanıcının konfor seviyesine de ulaşması beklentiler arasındadır.

Günümüzde istenen konfor seviyesi oldukça yüksek bir oranda karşımıza çıkmaktadır. Kişinin yoğun temposuna ve evin her yaştan kullanıcı kitlesine aynı anda yüksek bir seviyede konfor sağlamak için yapının inşa aşamasında kullanılacak mekanik sistemlere ve bu sistemlerin enerji sarfiyatlarının hesaplanması gerekmektedir. Aynı evde yaşayan çocuk kullanıcı ile yetişkin kullanıcının oda iklimlendirme ihtiyacından aydınlatma ihtiyacına kadar farklı beklentileri bulunmaktadır. Her türlü parametreyi az enerji sarf ederek yüksek konfor koşullarına ulaşma amaçlı değerlendirilmesi gerekmektedir.

Soğutma enerjisinden tasarruf için yapının bulunduğu bölgenin hâkim rüzgârına önem verilmesi gerekmektedir. Fazla ısınan mekânlar rüzgâr alan yöne doğru tasarlanırsa extra soğutma gereksiniminden kurtulunmuş olunur. Aynı şekilde ısı ihtiyacının fazla olması beklenen mekânlarda, çocuk odaları gibi ışık alan yönler tercih edildiğinde mekân güneş enerjisi ile daha çabuk ısınacağından fazladan ısıtma için enerji harcanması önlenmektedir.

Sonuç olarak; bir konutun tasarım aşamasında enerji konusuna önem verilerdeki enerji sarfiyatı hesaplanarak tasarlanan yapı ile yapay enerjiye gerek kalmadan, doğaya zarar vermeden, konutlar inşa edilebilir ve sürdürülebilir bir yaşam kurgulanabilmektedir.

## **4. KONUTTA KULLANILAN ENERJİ SERTİFİKASYON SİSTEMLERİ**

### **4.1 Dünya’da Kullanılan Enerji Sertifikasyon Sistemleri**

Teknolojinin etkisiyle hızla gelişen dünyada tüketim de ivmeyle büyümektedir. Tüketilen enerji kaynaklarının yerine alternatif ve doğaya zarar vermeyen kaynaklar bulmak, var olan doğal sistemleri korumak tüm dünya ülkeleri için zorunluluk haline gelmiştir. Yapılarda enerji sarfiyatını kontrol altına almak ve enerji verimliliğini sağlamak için her ülke kendine uygun yasa ve yönetmelikler oluşturmakta ve maddi teşvik ile enerji sarfiyatını denetlemektedir.

Dünya da her ülkenin kendi yasa ve yönetmeliklerini belirlemesinden sonra 4 Ocak 2003 tarihinde Avrupa Birliği ülkeleri Binaların Enerji Performansı Yönergesi (EPBD) yayımlanmıştır. 3 yıllık bir geçiş döneminin ardından üye ülkeler yönergede belirtilen esasları ulusal kanunlarına uygulamaları zorunlu tutulmuştur. EPBD’nin önem verdiği ana konu Enerji Performansı Sertifikası’dır. Üye ülkelerden, yapılarının enerji performansını hesaplayan bir sertifikasyon sistemi oluşturmaları beklenmektedir. Ayrıca yapıların ısıtma ve iklimlendirme sistemleri için de ayrı bir denetim sistemi oluşturmak üye ülkelerin sorumluluğunda tutulmuştur.

Yasa ve Yönetmeliklerin zorunluluklarının dışında enerji etkin sistemleri aktif ve etkin hale getirmek için gönüllü sistemler mevcuttur. Gönüllü Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri ( Voluntary Green Building Assessment Systems ) olarak adlandırılan bu sistemler sonucu dünya çapında etkisi olan sertifikasyon sistemleri ortaya çıkmıştır. LEED, BREEAM, Green Star, CASBEE, DGNB ve SbToll sertifikasyon sistemlerinin en önemlileridir.

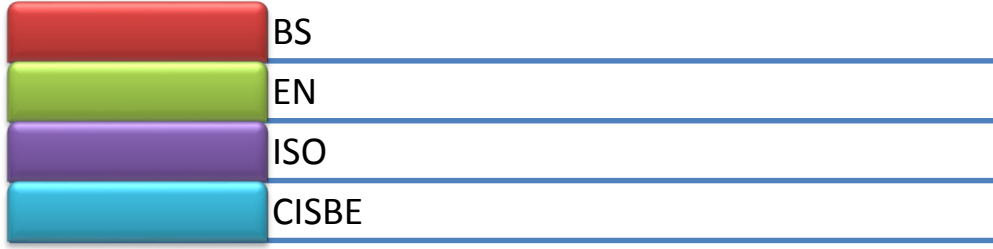
#### **4.1.1 BREEAM Sistemi ve İncelediği Bileşenler**

BREEAM ( BRE Enviremental Assessment Method ), yeşil bina değerlendirme sistemi 1990 yılında İngiltere’de geliştirilen ilk yeşil bina değerlendirme sistemidir. Güncel değişiklikleri takip etmesi, çevresel politikalarla güncellenmesi ve yerel koşullara sağladığı uyumla ön plana çıkmaktadır. BREEAM’ın hareket noktası; çevresel kalkınma olmuştur. Yapıların çevresel performansları ve iç hava kalitesinin artırılması BREEAM’ın esas amaçlarındandır.



Hollanda ve İspanya hariç diğer ülkeler BREEAM International programını kullanmakta olup, iki ülke ise kendi BREEAM şemalarını oluşturmuşlardır. BREEAM ev ve ofisler için ayrı sürümler yayınlamıştır. Ayrıca BREEAM Bespoke sürümünde mevcut yapı türlerinin dışında kalan özel projeler için programlamıştır.

BREEAM 9 kategori altında değerlendirme yapmaktadır. Her bir kategorinin değerlendirme sonucuna etki yüzdesini ise saptanan ağırlık katsayıları belirlemektedir.



Şekil 4.1.1: Breeam Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.

BREEAM Sertifikasyon sisteminin hedefleri şunlardır:

- Çevreye zarar vermeyen yapıların tanınmasını sağlamak;
- Yapıların en iyi çevresel uygulamalarla yapılmasını sağlamak;
- Yönetmeliklerin üstünde ölçütler oluşturarak yenilikçi sürdürülebilir çözümleri teşvik etmek;
- Kullanıcılar, işletmeciler ve tasarımcıların yeşil binanın yararları konusunda farkındalığını artırmak;

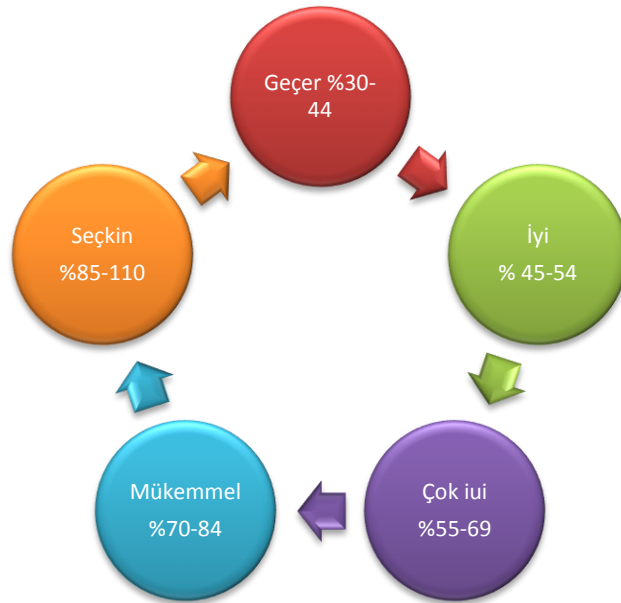


Şekil 4.1.2: Breeam Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategorileri



**Şekil 4.1.3:** Breeam Sertifikasyon Sisteminin Puan Yüzde Oranları.

Breeam Puan yüzdesi 10 başıktan oluşmaktadır. Yönetim %12, Sağlık ve Refah %15, Enerji %19, Ulaşım %8, Su %6, Malzeme %12.5, Atıklar %7.5, Arazi kullanımı ve Ekoloji% 10, İnnovasyon %10 olarak kurgulanmıştır. Toplam Puan ise %110 olarak düşünülmüştür. Breeam'ın sertifika geçerlilik süresi ise 3 yıl olarak planlanmıştır.



**Şekil 4.1.4:** Breeam Sertifikasyon Sisteminin Sertifika Sınıfları

Breeam sertifikaları;

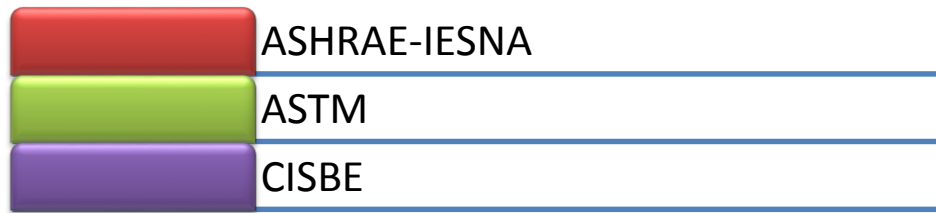
- Geçer,
- İyi,
- Çok İyi,
- Mükemmel,
- Seçkin olarak sınıflandırılmıştır.

BREEAM, İngiltere dışındaki ülkelerin projelerine adaptasyonu sağlamak amaçlı yeni kurallar getirmektedir. Bu şartlar tasarımcının ve BREAAAM yetkilisinin birlikte çalışmasını gerektirmektedir. Dolayısı ile sistem kısa sürede projesini tamamlamak isteyen şirketler için zaman almaktadır. Bu da uyum sorununu ortaya çıkarmış olmaktadır.

#### 4.1.2. LEED Sistemi ve İncelediği Bileşenler

LEED, uluslararası ölçekte kabul edilmiş bina sertifikasyon sistemidir. Amerika Yeşil Binalar Konseyi ( USGBC ) tarafından 1998’de kurulmuştur. Sertifikasyon sisteminin amacı; yapı sektöründe görevi olan tüm kişi ve kuruluşların, çevresel değerlere dikkatlerini çekerek, faaliyetlerini doğal çevreyi koruma amaçlı kararlar almalarını sağlamaktır.

LEED sertifikasyon sistemi 7 kategoride 100 puan vermektedir. Ayrıca bölgesel öncelik kapsamında artı 10 puan da verebilmektedir. LEED yapıları performansını 8 yapı türünde değerlendirmektedir. İlk olarak yeni binalar için geliştirilen LEED daha sonra farklı yapı tiplerine cevap verecek hale getirilmiştir. 2009 yılından sonra sera gazı salınımına ve iklim değişikliğine olan etkisi ölçütünün yüzdelik değerini arttırmıştır.

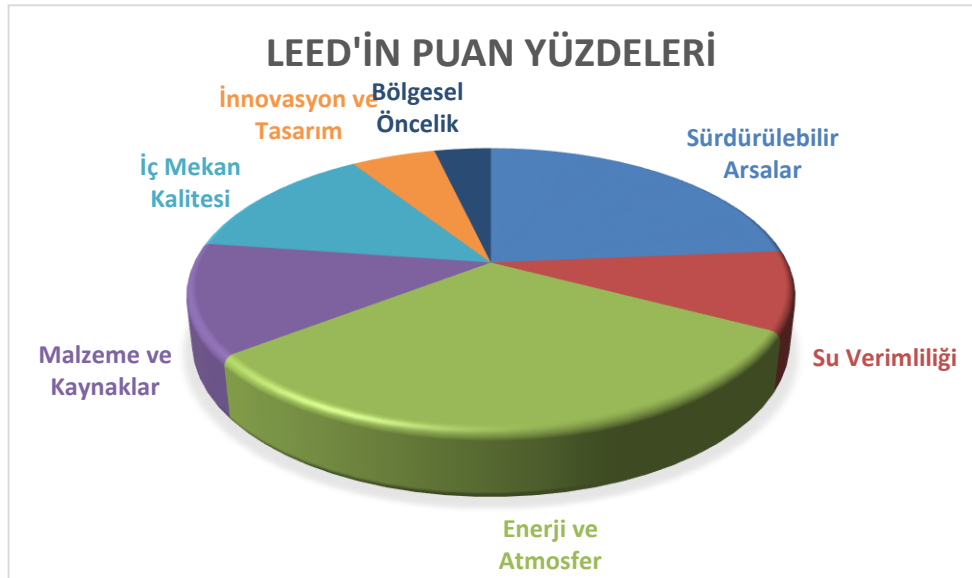


Şekil 4.1.5: Leed Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.

LEED sertifikasyon sisteminde yapının değerlendirmeye alınması için belirlenen ön koşulları yerine getirmiş olması gerekmektedir. Değerlendirme kriterleri; tasarım ve inşaat aşamalarında yapılabilmektedir. LEED sertifikasyon sisteminde yetkili bir uzmanla çalışma gerekliliği yoktur.

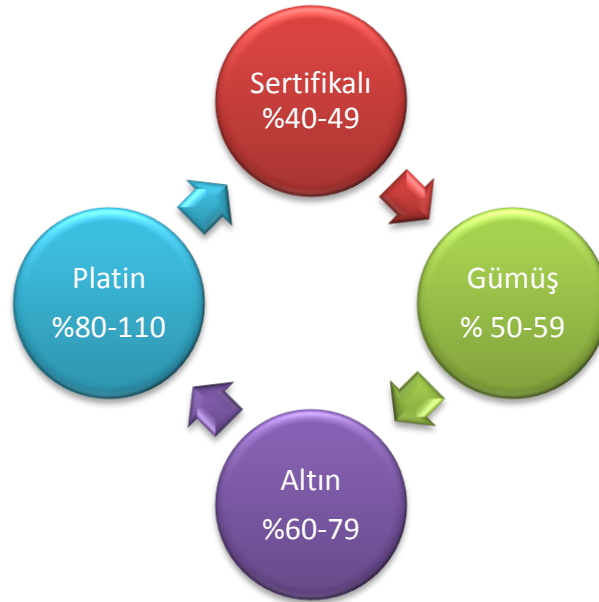


Şekil 4.1.6: LEED Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategorileri.



Şekil 4.1.7: LEED Sertifikasyon Sisteminin Puan Yüzde Oranı.

LEED sertifikasyon değerlendirme süreci, projenin Amerikan Yeşil Binalar Konseyine (USGBC) kaydının yapılmasıyla başlamaktadır. Sonraki aşama tasarım ve inşaat aşamalarında gerekli dokümantasyon toplanıp ön değerlendirme için USGBC'ye göndermektir. Ön değerlendirmelerin sonucunda USGBC proje takımından ek bilgi isteyebilir. İstenilen ek bilgileri proje takımınının 15 iş günü içerisinde göndermesi gerekmektedir. Daha sonra ise son değerlendirme yapılır ve sertifika düzeyi belirlenerek sonuç bildirilir. Bu kısımda proje sahibi değerlendirme sonucunu kabul edebilir veya itiraz hakkını kullanabilir. İtirazlardan sonra, yapı bu sonuçlara göre sertifikalandırılmış olur. Sertifikanın geçerliliği konusunda USGBC'nin bir sınırlaması yoktur.



**Şekil 4.1.8:** LEED Sertifikasyon Sisteminin Sertifika Sınıfları.

LEED sertifikasyon sisteminin geçerlilik süresi 5 yıldır. LEED2in değerlendirme olgusu oldukça kapsamlı ve tasarımcı veya mimarların performansa dayalı seçeneklerin uygulaması yönünde olanak tanır. İlk başta Kuzey Amerika'daki binalar için geliştirilmiştir bundan dolayı dokümanlarında ASTM ve ASHRAE-IESNA gibi Amerikan standart sistemlerine göndermeler yapılmaktadır. Bu durumdan dolayı güncelleme olanağı ancak atıf yapılan yönetmeliklerin güncellenmesine bağlı olmaktadır.

### 4.1.3. Green Star Sistemi ve İncelediği Bileşenler

Green Star, Avustralya'da 2003 yılında Yeşil Bina Konseyi ( GBCA ) tarafından geliştirilen yapıların inşasını ve tasarım aşamalarını değerlendiren gönüllü bir değerlendirme sistemidir.



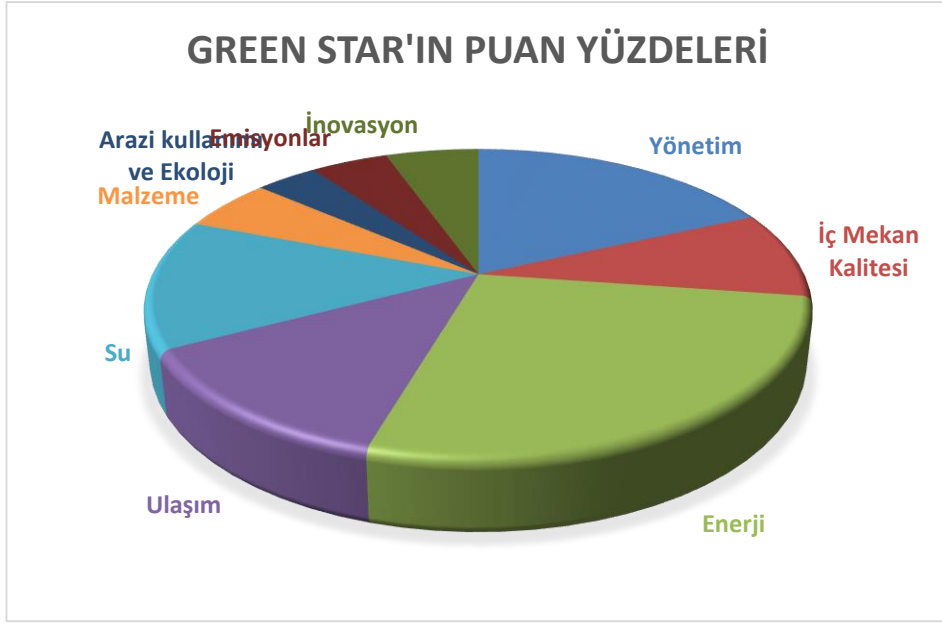
Şekil 4.1.9: Green Star Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.

Green Star önce büro, daha sonra alışveriş merkezleri ve eğitim binalarıyla ilgili sürümleri yayınlanmıştır. Zamanla Greenstar bünyesine tüm yapılara cevap verebilecek sürümleri de katmıştır. BREEAM ve LEED sertifikasyon sistemleriyle oldukça benzerlik göstermektedir



Şekil 4.1.10: Green Star Sertifikasyon Sistemlerinin Mevcut Kategorileri.

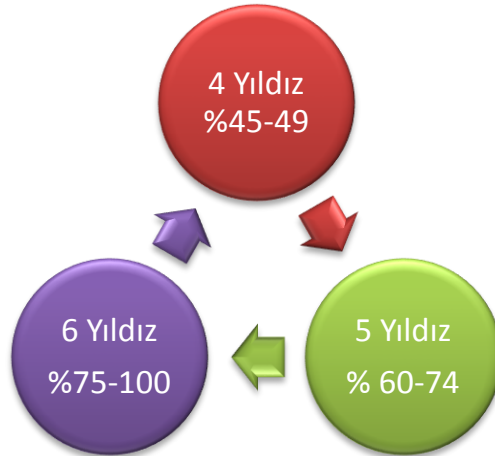
Greenstar başvuran projeleri yalnızca Avustralya'da değerlendirmeye almaktadır. Başvurmak için ise önkoşulları bulunmaktadır. GBCA denetçisi ile birlikte ön değerlendirme ve ana değerlendirme yapılır ve sonrasında sertifikasyonlanırlar.



**Şekil 4.1.11:** Green Star Sertifikasyon Sisteminin Puan Yüzde Oranı.

Değerlendirmeye kabul edilen yapıların topladığı puan, bölgesel ve iklimsel farklılıklar düşünülerek belirlenmiş katsayılar ile çarpılır. Bu sistem Avustralya'nın farklı iklimsel koşullarına sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Değerlendirmeler sonucunda yapının sertifika alabilmesi için en az 45 puana ve 4 yıldız toplamaya ihtiyacı vardır. Toplan maximum alınabilecek puan 100 puandır.



**Şekil 4.1.12:** Green Star Sertifikasyon Sisteminin Sertifika Sınıfları.

2009 yılında LEED, BREEAM ve Green star arasında yapıların CO<sub>2</sub> salınımını ölçmek için ortak bir protokol imzalanmıştır. Greenstar sertifikasyonunun geçerlilik süresi sonsuz olarak belirlenmiştir.

#### 4.1.4. CASBEE Sertifikasyon Sistemi ve İncelediği Bileşenler

Yeşil Bina Konseyi ( JaGBC) ve Japonya Sürdürülebilir Yapı Konsorsiyumu ( JSBC) işbirliği ile 2004 yılında geliştirilmiştir. Binaların Çevresel Etkinliği İçin Detaylı Değerlendirme Sistemi ( CASBEE), Japonya ve Asya ülkelerinin de koşulları dikkate alınarak hazırlanmıştır.

CASBEE sertifikasyon sistemi tasarım öncesinden başlayıp tasarım sonrası aşamaları da kontrol altında tutan uyumlu bir sistem olarak tasarlanmıştır. Enerji etkinliği, kaynak verimliliği, yapay çevre ve iç mekân olmak üzere 4 hedef alanı mevcuttur.

### JAPONYA STANDARTLARI

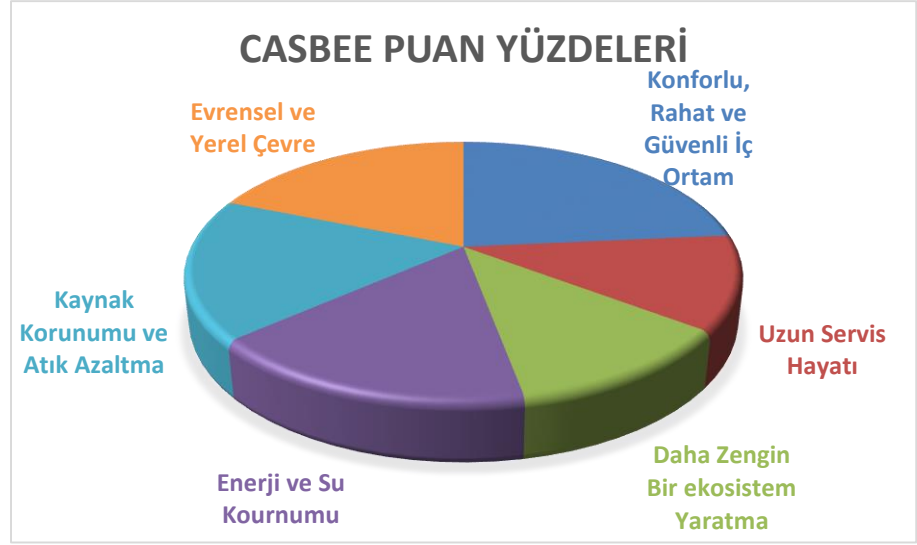
Şekil 4.1.13: CASBEE Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.



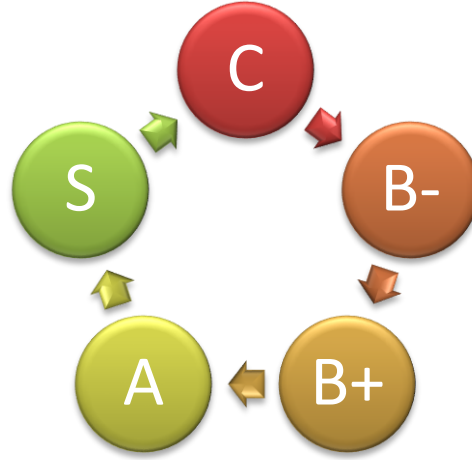
Şekil 4.1.14.: CASBEE Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategorileri.

CASBEE sertifikasyon sisteminin değerlendirme süreci, diğer istemlerden oldukça farklı bir sistemle yürümektedir. Değerlendirme sistemi iki esasa dayalıdır. Bu esaslardan ilki, 'Q' özel mülk dahilinde yapı kullanıcılarının yaşam konforu düzeyinde iyileşme oranını ölçer. Diğeri, 'L' ise dış çevre etkisinin özel mülk dışına taşan etkisini ölçer. Q/L değeri Yapının çevresel Etkinliği (BEE)'i ifade etmektedir.





**Şekil 4.1.15:** CASBEE Sertifikasyon Sisteminin Puan Yüzde Oranları.

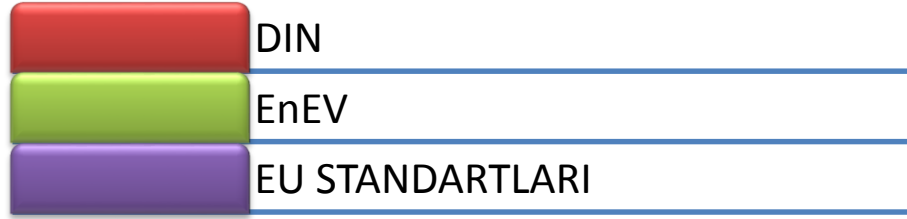


**Şekil 4.1.16:** CASBEE Sertifikasyon Sisteminin Sertifika Sınıfları.

CASBEE değerlendirme sistemi sonucunda yapıya C( zayıf), B-,B+ ve A, S ( üstün ) olmak üzere sertifikalar verilmektedir.

#### 4.1.5. DGNB Sertifikasyon Sistemi ve İncelediği Bileşenler

DGNB (Alman Sürdürülebilir Binalar Konseyi) ve Ulaşım, İnşaat ve Kentsel İlişkiler Birleşmiş Bakanlığı ile birlikte oluşturulmuştur. İlk piyasaya çıkış tarihi 2008'dir. Yapıların planlanmasında ve değerlendirilmesinde kullanılmak üzere kurulmuştur. Tasarlanırken LEED VE BREEAM'ı esas alan bir sistem olarak ortaya çıkmıştır.

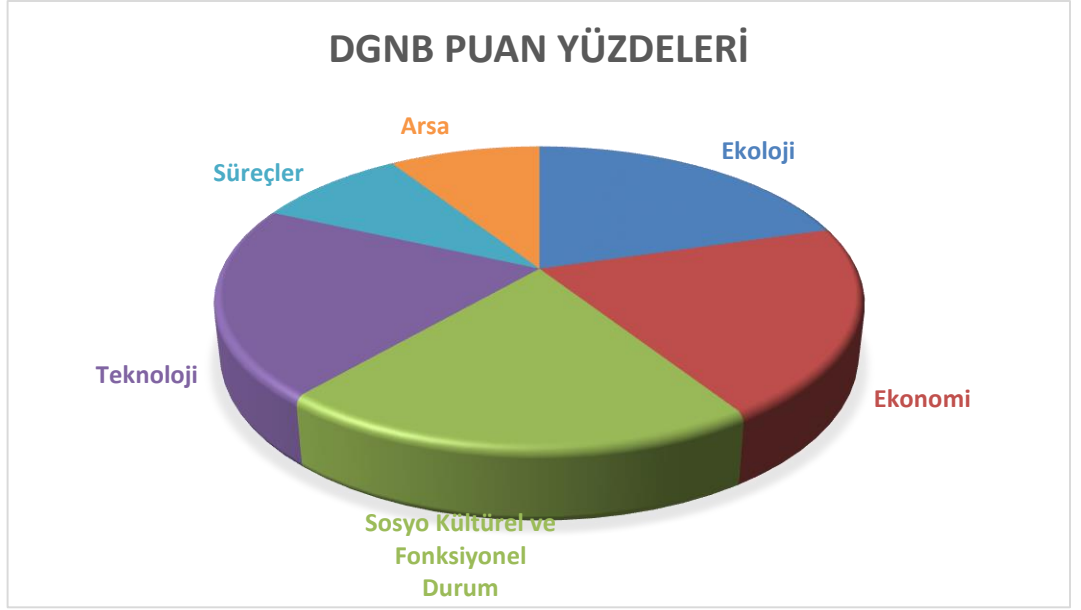


Şekil 4.1.17: DGNB Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.

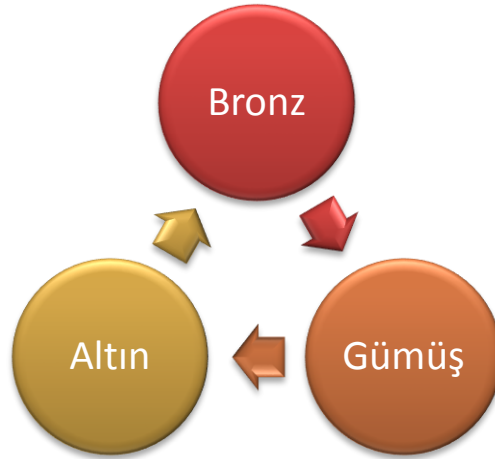
DGNB sertifikasyon sisteminde değerlendirme 6 kategoriden oluşur. Her kategori altında, kullanım profiline göre tasarlanmasıyla toplam alınan puanı değiştirebilecek ölçütler bulunmaktadır. Bu ölçütler yapının tüm yaşam süreci üzerinden değerlendirilmektedir. Her bir ölçütten elde edilen puan 0-3 arasındaki bir değerle çarpılmaktadır ve bulunduğu kategorinin yüzeysel ağırlığı da sonuca eklenmektedir.



Şekil 4.1.18: DGNB Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategoriler.



**Şekil 4.1.19:** DGNB Sertifikasyon Sisteminin Puan Yüzde Oranları.




**Şekil 4.1.20:** DGNB Sertifikasyon Sisteminin Sınıfları.

DGNB sertifikasyon sisteminde iki sertifika verilmektedir. Biri tasarım aşamasında verilen ön sertifika diğeri, Yapı tamamlandıktan sonra verilen asıl sertifikadır. Uluslararası kullanılması amaçlanan bu sertifikasyon sistemi şuan Avusturya, Çin ve Bulgaristan'da denenmektedir.

#### 4.1.6. SBTool Sertifikasyon Sistemi ve İncelediği Bileşenler

SBTool ( Sustainable Building Tool) Sertifikasyon sistemi; yapıların ekonomik ve sosyal sorunlarının çözümüne yönelik geliştirilen yeşil bina sertifikasyon sistemidir. Hedefi; yapının inşa edildiği bölgeye uygun sürdürülebilir olarak üretilmesidir.

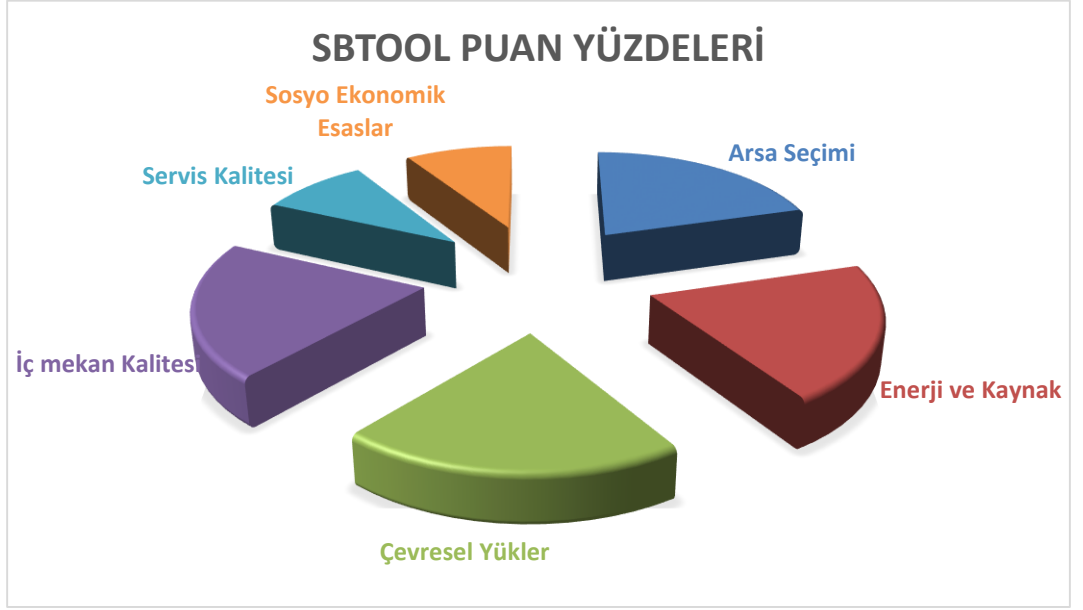
SBTool, tek başına yapılara uygulanmayan genel bir değerlendirme sistemi olan ve diğer ülkelerin kullanabileceği bir kalıp olarak tasarlanmıştır. Bir sertifikasyon sisteminden ziyade piyasada SB Method olarak geçmektedir.

 Bu sistem ile ulusal standartlar oluşturulur.

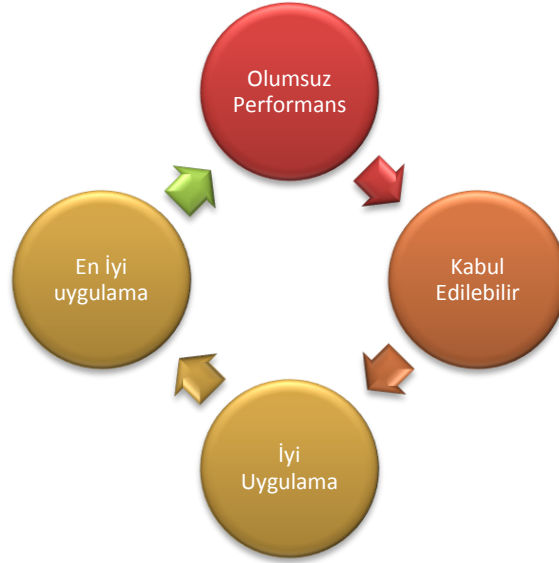
Şekil 4.1.21: SBTool Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.



Şekil 4.1.22: SBTool Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategorileri.



**Şekil4.1.23:** SBTool Sertifikasyon Sisteminin Sınıfları.



**Şekil4.1.24:** SBTool Sertifikasyon Sisteminin Sınıfları.

SBTool ilk olarak piyasaya GBTool adıyla çıkmış, bu sonra SBTool olarak değiştirilmiştir. GBTool oldukça kapsamlı ama bir o kadar da karmaşık bir yapıya sahipti. SBTool’ da bu sistemi daha kolay uygulanabilir ve anlaşılır düzeye getirmişlerdir.

SBTool'un asıl hedefi bölgesel koşullara uyumluluk sağlamak için ekibe ve kullanıcılara destek olup, gerçekçi bir değerlendirme yapabilmektir. SBTool sistemini destekleyen 21 ülkenin dışında Malezya, Tayvan, Hong Kong ve Çin halk cumhuriyeti gibi Asya ülkelerine de uyarlamalar yapılmıştır.

## **4.2.Türkiye'de Kullanılan Enerji Sertifikasyon Sistemleri**

Hızla tüketilen doğal kaynaklar, artan nüfus ve konfor ihtiyacı tüm dünyayı enerji kontrolü ve korunumuna dair önlemler almaya sevk etmiştir. Enerjinin büyük bir oranını yapılar tükettiği için tüm ülkeler kendi yerel koşullarına uygun yazılımlar üreterek yapılarına enerji kimlik belgesi oluşturmuştur. Böylelikle mevcut yapıların ne kadar enerji sarf ettiğini ve yeni yapıların nasıl olması gerektiğini saptayabilmeyi amaçlamışlardır. Avrupa Birliği' de üye ülkelere ve üye olmak isteyen ülkelere kendi sertifikasyon sistemlerini hazırlamalarını ve bu yazılımların da süreç içerisinde birbirleri ile entegre olabilmelerini sağlamayı hedef olarak göstermiştir.

Böylelikle Türkiye BEP-Tr Sertifikasyon hesaplama yöntemini geliştirmiş ve yapılan yönetmeliklerle zorunlu hale getirmiştir. Türkiye'de ki yapılar ilk önce kendi milli sertifikasyon sistemlerine başvurup sertifikalarını almakla yükümlüdürler. İstedikleri takdirde uluslararası sertifikasyon programlarına başvurarak diğer sertifikaları da alabilmektedirler.

### **4.2.1. Türkiye'de ki Yasal Düzenlemeler**

Binalarda Enerji performansı ile ilgili Kasım 2000'de Avrupa Komisyonunun yayınladığı "Avrupa Enerji Kaynaklarına ait Strateji" başlıklı bildirisinde aşağıda sıralanmış olan üç madde ön plana çıkmaktadır;

- ✓ Avrupa Birliği üye ülkelerinin dış enerji kaynaklarına bağımlılığı giderek artmaktadır ve genişleme süreci de bu durumu güçlendirmektedir. Eğer önlem alınmaz ise, 2030 yılında dışa bağımlılık %70'lere varacaktır.
- ✓ Bugün, Avrupa Birliğinde sera gazı emisyonu artış eğilimindedir. Sera gazı etkisi sonucu oluşan iklim değişimine karşı geliştirilen tavır Kyoto Protokol'ü taahhütleri ile çelişmektedir.

- ✓ Avrupa Birliği, enerji kaynaklarına ait mevcut koşulları değiştirmek için sınırlı bir alana sahiptir. Talep açısından bakıldığında, Avrupa Birliği'nin, özellikle binalarda ve ulaşım sektöründe enerji tasarrufunu arttırmak için m¼dahalede bulunması şarttır.( CEC. 2001).

Bu üç madde enerji kullanımında mümkün olan her alanda enerji tasarrufunun yapılması hususunda yaptırımların getirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca komisyonda yapılan değerlendirmeler tasarruf zorunluluğu için yeterli gerekçe olmaktadır. Konut ve end¼stri binaları dışında kalan ve ofis, alışveriş merkezi, okul, otel, restoran, kapalı yüzme havuzu, spor merkezleri vb. gibi binaları kapsayan üçünc¼l sektör, özellikle ısıtma, soğutma, çeşitli ekipmanlar (mekanik sistemler, elektronik sistemler) ve aydınlatmanın en yoğun kullanıldığı mekânlar olarak tespit edilmiştir. Diğer binalarla karşılaştırıldığında yapılan tüm çalışmalar ve uygulamaların sonucunda bu tür binalarda önemli oranlarda enerji tasarruf potansiyellerinin varlığı saptanmıştır. .(CEC.2001).

T¼rkiye'de 2 Mayıs 2007 yılında “5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu” ve 27 Ekim 2011 yılında “Enerji Kaynaklarının Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik” yürürlüğe girmiştir. 2008 yılında Başbakanlık genelgesi ile tüm kamu kurum ve kuruluşlarında öncelikli olmak üzere “Ulusal Enerji Verimliliği Hareketi” başlatılmış ve 2008 yılı “Enerji Verimliliği Yılı” ilan edilmiştir.

Bayındırlık ve İşkân Bakanlığı şimdiki Çevre ve şehircilik Bakanlığı tarafından binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının verimli kullanılması, enerji israfı ve çevre kirliliğinin önlenmesi hususunda 05 Aralık 2008 tarihinde 27075 sayı ile “Binalarda Enerji Performans (BEP) Yönetmeliği” resmi gazetede yayınlanarak 5 Aralık 2009'da yürürlüğe girmiştir.

GÖREVİ	YETKİSİ	SORUMLULUĞU
<b>Tasarımcı Mühendis ve Mimarlar</b>	BEP Yönetmeliğine uygun tasarım yapmak	Projenin eksik veya hatalı olması veya standartlara uygun olmaması halinde
<b>E.K.B.D. Yetkili Kuruluşlar</b>	BEP Yönetmeliğine uygun EKB düzenlemek	Hatalı EKB düzenlenmesi halinde
<b>İlgili İdareler, Yapı Denetim Mekanizmaları</b>	BEP Yönetmeliğine uygun olmayan projelerin onaylanmaması, binalara ruhsat verilmemesi	Uygun olmayan projelerin onaylanması hali Uygun olmayan binalara ruhsat verilmesi halinde
<b>Yatırımcı Kuruluşlar</b>	BEP Yönetmeliğine uygun bina talepleri	Yönetmeliğe aykırı tasarım ve yapım talepleri halinde
<b>Bina Sahipleri, Yöneticileri, İşletmeciler</b>	BEP Yönetmeliğine uygun işletme ve raporlama	Yönetmeliğe aykırı işletme ve kontrollerin yapılmaması halinde
<b>Uygulamacılar, Üreticiler</b>	BEP Yönetmeliğine uygun projelerin hayata geçirilmesi	Yönetmeliğe aykırı imalat yapılması halinde

23 Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

**Resim 4.2.1:** Bep-Tr Yönetmeliği'nin Görev, Yetki ve Sorumlulukları ( SMGM).

BEP Yönetmeliğinin amacı, binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir. (BEP. 2009).

- BEP yönetmeliği mevcut ve yeni yapılacak binalarda;
- Mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına ve uygulanmasına ilişkin hesaplama metotlarına, standartlara, yöntemlere ve asgari performans kriterlerine,
  - Enerji kimlik belgesi düzenlenmesi, bina kontrolleri ve denetim faaliyetleri için yetkilendirmelere,
  - Enerji ihtiyacının, kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasına,
  - Ülke genelindeki bina envanterinin oluşturulmasına ve güncel tutulmasına, toplumdaki enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerine,



- Korunması gereken kültürel tescilli bulunan yapılarda, enerji verimliliğinin artması için önlemler ve uygulamalar ile ilgili,
- Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun görüşleri alınıp, bu görüş doğrultusunda binanın dış görüntüsünü etkilemeyecek biçimde enerji verimliliğini artırıcı planlamaların yapılmasına ilişkin uygulamaları kapsamaktadır. (BEP.2009).

BEP yönetmeliği ile eşzamanlı tamamlanan ve BEP yönetmeliğini tamamlayan Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi “BEP-TR” ise 7 Aralık 2010 tarihinde “Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemine Dair Tebliği” adı altında yürürlüğe girmiştir. İlkeler ve yöntemlerin belirlenmesi ile binaların enerji performansı değerlendirilmeye ve binalar sertifikalandırılmaya başlamıştır.

#### **4.2.2. Türkiye’de Kullanılan BEP-TR Yöntemi Ve Özellikleri**

Her ülkenin yapıların enerji tüketimini hesaplayan ve yapım sürecini yeşil enerji çerçevesinde düzenlemeyi ön gören kendi sertifikasyon programları bulunmaktadır. Türkiye’de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan sertifikasyon sisteminin adı BEP-Tr’dir. BEP-Tr, yapının enerji tüketimine etki eden parametreleri incelerken, mevcut ve yeni yapıların enerji verimliliğine etkisini denetler ve enerji performanslarını hesaplayarak yapılar için belge oluşturur.

BEP-Tr hesaplama yöntemi;

- Tasarım aşamasında olan yapılar için çeşitli alternatiflerin enerji performansının karşılaştırılması,
- Mevcut yapıların enerji seviyesinin hesaplanmasını,
- Yeni binaların enerji sertifikasyon sınıflarının belirlemesi,
- Bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçekte enerji sarfiyatını hesaplayarak gelecek için ön planlar hazırlamak,
- Zaman içerisinde milli bileşen ve yapı envanterinin oluşmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

BEP-Tr yöntemi ASHRAE ve Türk Standartların’dan yararlanılarak oluşturulmuştur.

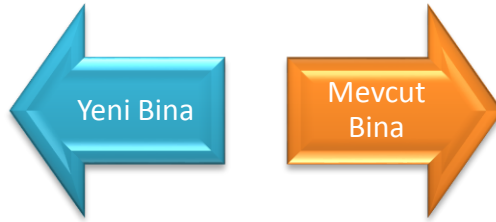


**Şekil 4.2.2.1:** BEP-Tr Sertifikasyon Sisteminin Başvurduğu Standartlar.

BEP\_Tr Hesaplama yönteminde, yapı enerji performansı değerlendirilirken;

- Yapıların ısıtılması ve soğutulması için ihtiyaç olan net enerji miktarının hesaplanmasını,
- Toplam enerjiyi karşılayacak mevcut sistemlerden oluşacak kayıpları ve sistemin
- Verimliliğini de göz önüne alarak yapının toplam ısıtma-soğutma enerji miktarının belirlenmesini,
- Havalandırma enerjisi tüketiminin hesaplanması,
- Yapılarda günışığı faktörünü göz önüne alarak, günışığından yararlanamayan mekanlar için aydınlatma enerjisinin toplam ihtiyacını ve tüketimini hesaplanmasını sağlamak,
- Sıhhi sıcak su için gereken enerji hesaplanmasını kapsamaktadır

Bep-Tr hesaplama Yönteminde İlk ve en önemli ayırım yapıların Mevcut Bina- Yeni Bina olarak ayrılması olmuştur. Ocak 2010 tarihinden sonra ruhsat almış tüm yapılar Yeni bina olarak adlandırılırken, Ocak 2010 tarihinden önce ruhsatını almış tüm yapılar Mevcut bina kategorisine girmektedir.



**Şekil 4.2.2.3:** Bep-Tr Sertifikasyon Sistemindeki Yapı Ayırım Kategorisi.

Bina Enerji Performansı hesaplama Yöntemi mevcut bina- yeni bina ayırımından sonra yapı türünün belirlenmesini istemektedir. Bunlar: konutlar, ofisler, eğitim binaları, sağlık binaları, oteller, alışveriş merkezleri ve ticaret merkezleri olarak sınıflara ayrılmıştır.



**Şekil 4.2.2.4:** Bep-Tr Sertifikasyon Sisteminin Mevcut Kategorileri.

Bep-Tr Sertifikasyon sisteminin diğer sertifikasyon sistemlerden en önemli farklarından biri; konut kategorisini üçe ayırması olmuştur.



**Şekil 4.2.2.5:** BEP-Tr Sertifikasyon Sisteminde Konut Kategorisinin Sınıfları.

BEP-Tr Enerji Sertifikasyon hesaplama yöntemi; basit saatlik dinamik yöntem ile hesaplanır. Basit saatlik dinamik yöntem; yapının ısıtma ve soğutma için gereken enerji ihtiyacını ve bu ihtiyaçları karşılamak için kurulan sistemlerin tüketimini saatlik olarak hesaplar.

Bep-Tr'nin hesaplamaları sonucunda yapının;

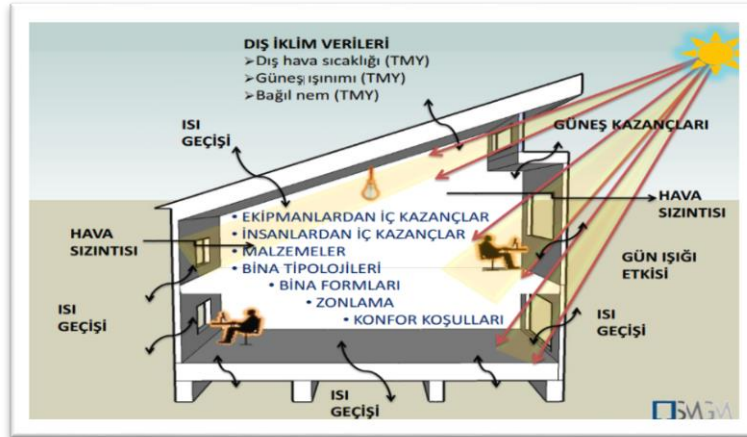
- ✓ Yıllık ısıtma ve soğutma,
- ✓ Sıcak su,
- ✓ Aydınlatma,
- ✓ Havalandırma tüketimleri öncelikli enerji tüketimi olarak hesaplanır.

Analizler sonucunda yapının CO<sub>2</sub> salımı hesaplanır. Ve yapının hesaplanan enerji tüketim miktarı bakanlıkça belirlenen referans binanın değerleriyle karşılaştırma yapılır.

BEP\_Tr hesaplama yöntemine dayalı olarak, Türkiye şartları için uygun ulusal bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılımın, binalarda enerji kimlik belgesinin düzenlenmesini öngören ilgili yönetmelikte, kimlik belgesi vermekle yetkilendirilmiş uzmanlar tarafından kullanılması zorunlu kılınmıştır. BEP-TR ulusal yazılımında, binaların ısıtılması ve soğutulması için ihtiyaç duyulan enerjinin hesaplanmasında temel alınan standart, TS EN ISO 13790'dır. (Harputlugil Ulukavak G.) BEP-Tr hesaplama yönteminde yapının enerji sarfiyatını hesaplamak için binanın kimliğine ve özelliklerine dair girdilerin programa girişi yapılmalıdır.

BEP-Tr hesaplaması yapılabilmesi için;

- ✓ Yapı tapu bilgileri, Yapı Tipolojisi,
- ✓ İklim verileri, Yapı Geometrisi,
- ✓ Yapının havalandırma sistemi,
- ✓ Yapının ısıl özellikleri,
- ✓ Yapı Aydınlatma Sistemi,
- ✓ Yapı kabuğunun ve elemanlarının malzemeleri,
- ✓ Yapı bileşenlerinin tanımı,
- ✓ Yapı iç konfor şartları,
- ✓ Ve zon bilgilerinin sisteme girişinin yapılması gerekmektedir.



**Resim 4.2.2.1:** Yapı Performansını Etkileyen Bep-Tr Veri Girdileri.

Bep-Tr Sertifikasyon sisteminde hazırlanan belgeler 7 performans aralığına sahiptir. Yapılar A'dan G'ye kadar olan sınıflandırma sistemine göre belgelerini alırlar. Yeni binalar en az C sınıfı belge alabilecek durumda olmalıdırlar. En az C sınıfı olamayan yapılar 2 Mayıs 2017 tarihinden itibaren alım-satım ve kiralama işlemlerine tabi

olamayacaklardır. Mevcut binalar için ise milli envanter oluşturmak amacıyla sertifikasyon yapılması istenmiştir.

Bep-Tr Yönteminde hesaplama referans bina ile karşılaştırma yaparak olmaktadır. Referans Bina ile aynı değere sahip bir yapının Enerji Puanı 100'dür. Referans Bina ise D sınıfının üst sınırına yerleştirilmiştir.

ENERJİ SINIFI	EP ARALIKLARI
A	0-39
B	40-79
C	80-99
D	100-119
E	120-139
F	140-174
G	175-...

**Şekil 4.2.2.6:** Bep-Tr Sertifikasyon Sisteminin Sınıfları

BEP-Tr Sertifika yönteminin en önemli özellikleri ve sonuçları;

- ✓ Konut, ofis, eğitim yapıları, oteller, sağlık yapıları, ticaret merkezleri ve alışveriş merkezleri gibi yapı tipolojilerini mevcut ve yeni olmak üzere ikiye ayırır ve bu ayırım değerlendirme de kolaylık ile netlik sağlamaktadır.
- ✓ Bep-Tr hesaplama sisteminden belgesi olmayan yapıların alım-satım ve kiralama işlemlerinin yapılamamasını kısıtlamasıyla kullanıcıların yapıların enerji sarfiyatından haberdar olmasını sağlamaktadır.
- ✓ Mevcut yapıların enerji kimlik belgesi almasını zorunlu tutmasıyla milli envanter oluşturur ve yetkililerin mevcut yapıyı istatistiki olarak görmesini sağlamaktadır.

- ✓ Bir Enerji stratejisinin oluşmasını sağlayarak enerji harcamaları ve maliyetinin azaltılması yönünde politikaların oluşturulmasını sağlamaktadır.
- ✓ Program internet tabanlı olmasından dolayı merkezi veri tabanı üzerinden izlenebilmekte ve koordine edilebilmektedir.

BEP-TR hesaplama programının ürünü olan EKB-Enerji kimlik belgesinin varlığı durumunda mevcut yapılarda devlet teşvikleri ve vergi indirimlerinin uygulanması öngörülmektedir.

BEP-Tr ile ilgili teknik eksiklikler;

EKB ( Enerji Kimlik Belgesi) düzenlemek için internet veri tabanlı yazılım kullanılmaktadır. Yazılımdaki teknik hatalar ve kapasite eksikliği nedeniyle yazılımı kullanırken erişimi yavaşlatmakta ve kopmalar yaşanmasına neden olmaktadır.

BEP-Tr programı internet tabanlı olduğundan program sık sık kopmalar yaşanmasına neden olmaktadır. Veri girişi yapılırken program sürekli hatalar verip, sistem zaman zaman bağlantıyı kesmektedir.

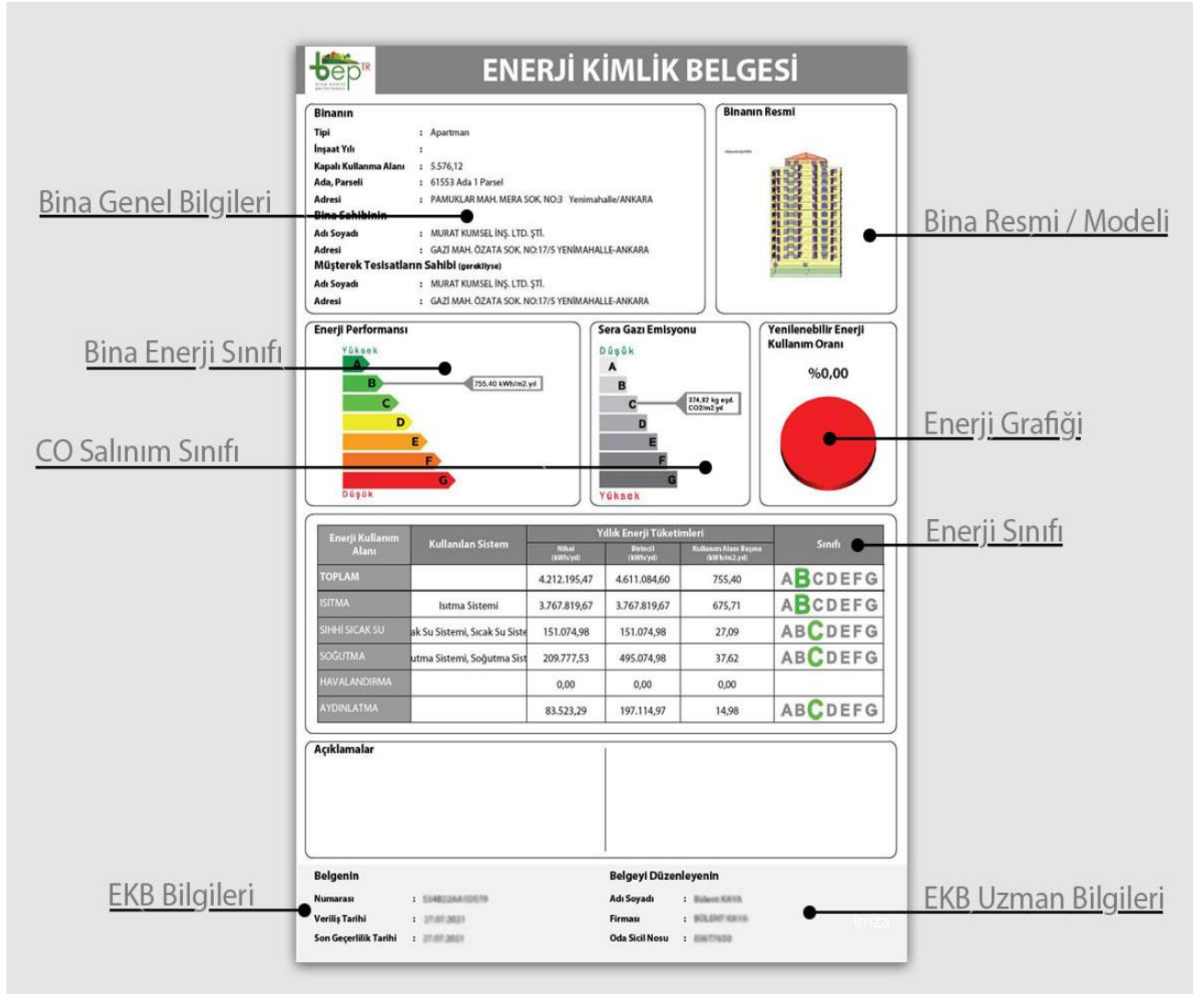
Referans bina yaklaşımı ile bina geometrilerinin sınırlı sayıda geometrileri uymaları için, program kullananların kararlarına dayalı sübjektifliği de içeren zorlamalar ile yeni bir geometri oluşturulması ve bu geometri üzerinden enerji kimlik değerlerinin (ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma) hesaplanması doğru bir yaklaşım olarak görülmemektedir. Sistem internet tabanlı özelliklerde Windows tabanlı olduğundan diğer işletim sistemlerinde çalıştırılmamaktadır. Bina kabuğu iyi olan bir yapı enerji etkin olarak görünmektedir. Ayrıca yapı malzemeleri standart olan bir yapıda alan farkı gözetmeksizin tüketim değerlerini benzer vermektedir.(TMMOB Makine Mühendisleri Odası. 2011).

Yazılımda yapının mimari özelliklerini tanımlamak çok uzun sürmekte, fakat yapının enerji performansını etkileyecek ısıtma soğutma ve havalandırma gibi mekanik sistemler hakkında sınırlı bilgi girişi yapılmaktadır.

Yazılımın yapısı, kullanıcıyı bina verisini basitleştirerek girmeye zorlamaktadır. Örneğin, bir kat planı girilirken, önceden tanımlanmış sınırlı sayıda şablon arasından uygun olanın seçilmesi gerekmekte, kullanıcının girmek istediği kat dikdörtgen, L, U gibi basit geometrik şekillerde değilse, seçenekler arasından hangisine daha yakınsa

o şekilde girilmesi önerilmektedir. Veri girişi sırasında bina hakkındaki bilgiyi “basitleştirme” gerekliliği yazılımın genelinde bulunmaktadır. Bu durum veri girişini yoruma açık hale getirdiğinden, düzenlenen enerji kimlik belgesinde yer alan değerlerin binanın enerji performansını doğru olarak yansıtmasını güçleştirmektedir.(TMMOB Makine Mühendisleri Odası. 2011).

Bep-Tr Versiyon 2’de bu eksikliklerin giderilmesi beklenmektedir.



**Resim 4.2.2.2:** Bep-Tr Yöntemiyle Hazırlanan Enerji Kimlik Belgesi.



### 4.3.Bölüm Değerlendirmesi.

Doğal Kaynakların hızla tüketilmesi, devletleri alternatif enerji kaynakları aramaya yönlendirmiştir. Mevcut enerjiyi en sağlıklı yolla kullanmak ve yapıların enerji sarfiyatını denetleyip, yeni yapılacak olan yapıların ise tasarım aşamasından başlayarak enerji sarfiyatını düşünülmesini sağlamak amacıyla denetleme sistemleri kurulmuştur.

Her ülkenin kendi yapıları için oluşturduğu yönetmelikler ve yasalar gereğince, enerji sertifikasyon sistemleri oluşturulmuştur. Yapının kategorisine göre enerji sarfiyatını hesaplayan sertifikasyon sistemleri, ilk önce ulusal daha sonra uluslararası bir zorunluluk haline dönüşmüştür.

BREEAM, LEED, GREENSTAR, CASBEE, DGNB, SBTool gibi uluslararası ölçekte geçerliliği olan enerji sertifikasyon sistemleri öncü hesaplama sistemlerindedir.

Türkiye’nde yerli sertifikasyon hesaplama sistemi olan BEP-Tr 2010 yılında tamamlanmıştır. Diğer sertifikasyon sistemlerinden en önemli farkı yapıları mevcut ve yeni olmak üzere iki ana kategoride ayırmasıdır. Mevcut diye nitelendirilen kategori ruhsat tarihi 2011 den önce alınmış tüm yapıları kapsamaktadır. Mevcut yapılara enerji kimlik belgesi( EKB)’nin zorunlu tutulmasının nedeni var olan yapılar hakkında envanter oluşturmaktır. Yeni diye adlandırılan kategori ise ruhsat tarihi 2011’den sonra alınmış yapıları kapsamaktadır. Bu kategorinin amacı ise yeni yapılacak yapıların enerji sarfiyatını hesaplayarak enerji etkin olarak tasarlanmasını sağlamaktadır.

Sonuç olarak; Tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de sürdürülebilir mimarlık, yeşil enerji ve enerji etkin tasarım teşvik edilmektedir. Bu bağlamda yasa ve yönetmelikler oluşturulmuş ve milli sertifikasyon sistemimiz programlanmıştır.

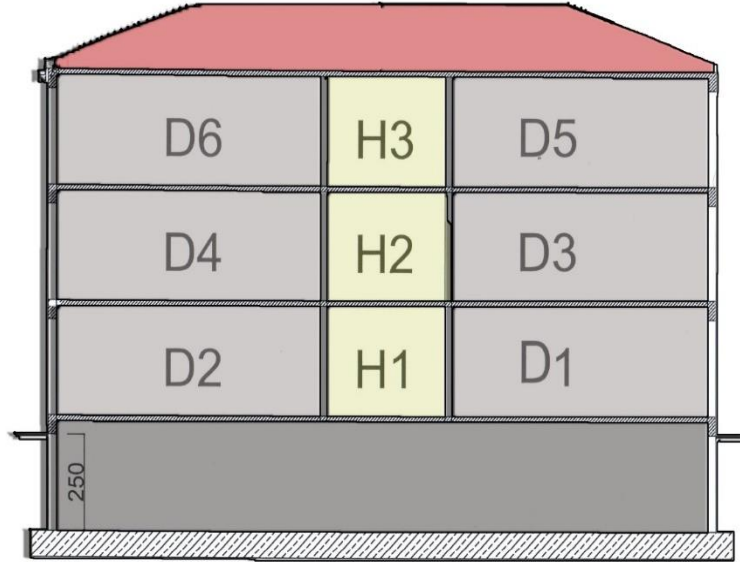
## 5. BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI (BEP-TR) YAZILIMI İLE ÖRNEK YAPILARIN ANALİZLERİ VE VERİLERİN İNCELENMESİ

Tezin bu bölümünde örnek bir yapıyı Bep-Tr sertifikasyon sistemiyle analiz edip, programın aşamalarını inceleyerek sertifikalandırma yapmak amaçlanmıştır. Örnek olarak analiz edilecek yapı İstanbul- Türkiye bölgesinden seçilmiştir.

### 5.1. Birinci Örnek Yapıya Ait Künye Bilgileri

Yapı İstanbul Sarıyer ilçesinde yer almaktadır. Kapalı kullanım alanı 456,57 m<sup>2</sup> olan apartman tipolojisine sahip bina, bodrum+ 3 kattan oluşmaktadır. Her bir katta 2 adet dairesi bulunan yapının bodrum katı depo ve sığınak olarak kullanılmış, çatı katı ise daire hacimlerine katılmamış, kendi başına apartman sakinlerine hizmet etmek boş bırakılmıştır.

Topografik olarak düz sayılabilecek bir araziye yerleştirilen yapı, tekil pozisyonda inşa edilmiştir yani tüm cepheleri açık vaziyettedir. Peyzaj olarak yakın çevresinde az, uzak çevresinde ise sıkça ağaçlık alan mevcuttur.



Şekil 5.1: Örnek Yapıya Ait Şema.



Örnek Yapının dış cephe duvarında demir donatı, beton, çimento harcı, EPS, tuğla, kireç harçlı sıva ve alçı boya kullanılmıştır. Döşemelerinde çimento harcı, bitümlü örtü, betonarme, ahşap döşeme malzemesi, mermer döşeme malzemesi kullanılmıştır. Tavan kısmında ise alçı sıva, taş yünü ve betonarme kullanılmıştır. Bep-Tr sertifikasyon Sistemi yapılar da kullanılan malzemelerin kalınlığına ve U katsayılarını değerlendirerek hesaplama yapmaktadır.

**Çizelge 5.1.1:** Örnek Yapı'nın Duvar Cephesine Ait Bileşenler ve Isıl Katsayıları.

Duvar	Perde duvar	Çimento harcı	0,007	$U_D = 0,57$	$U_D = 0,60$
		EPS	0,06		
		Betonarme	0,2		
		Alçı sıva	0,005		
	Tuğla duvar	Çimento harcı	0,007	$U_D = 0,60$	$U_D = 0,60$
		EPS	0,035		
		Çimento harcı	0,012		
		Tuğla (düşey delikli)	0,19		
		Kireç harçlı sıva	0,028		
		Alçı sıva	0,005		

**Çizelge 5.1.2:** Örnek Yapı'nın Tabanına Ait Bileşenler ve Isıl Katsayıları

Taban	Mermer	0,02	$U_t = 0,57$	$U_t = 0,60$
	Çimento harcı	0,02		
	XPS	0,035		
	Betonarme	0,7		
	Çimento harcı	0,05		
	Bitümlü örtü	-		
	Çimento harcı	0,1		

**Çizelge 5.1.3:** Örnek Yapı'nın Tavanına Ait Bileşenler ve Isıl Katsayıları.

Tavan	Alçı sıva	0,005	$U_T = 0,39$	$U_T = 0,40$
	Betonarme	0,2		
	MW taş yünü	0,08		

### **5.1.2. Yapının Mekanik Sistemleri- Isıtma- Soğutma Verileri**

Örnek Yapımız toplam zemin +2 kattan oluşmakta ve sirkülasyon merdiven aracılığıyla sağlanmaktadır. Dikey sirkülasyon aracı olan asansör yapımızda bulunmamaktadır.

Örnek yapının toplam metrekare alanı 1000 m<sup>2</sup>'yi geçmediğinden merkezi ısıtma sistemi yapılmamış, daire başı kombi sistemiyle doğalgaz kullanılarak ısıtma ihtiyacı giderilmiştir. Dolayısıyla yapıda kazan dairesi bulunmamaktadır.

Soğutma sistemi olarak ayrı bir sistem kurgulanmamıştır. Kullanıcıların oluşturduğu bireysel sistem düşünülmüştür. Bunun nedeni yapının bulunduğu topografya yeşil alanlara çok yakın ve rüzgârdan faydalanabilir durumda olmasıdır.

Aydınlatma sistemi olarak kompakt floresan kullanılarak harcanan enerji miktarını minimumda tutmak amaçlanmıştır.

### **5.1.3. Yapının Bep-Tr Yöntemiyle Analizi**

Binalarda Enerji performansı yani Bep-Tr yönetmeliği kapsamında tasarlanmış olan BEP-TR sertifikasyon programına ulaşmak için, <http://bept.bep.gov.tr/> internet adresinden sisteme giriş yapılması gerekmektedir.

İlk gelen ana ekranda mevcut bina yeni bina ayrımınızı yaptıktan sonra projenin künye bilgilerini girerek proje yarat butonuna basılır ve ilk giriş aşaması tamamlanır. İlk sayfada sadece proje yarat butonu aktif haldedir.

Bep-Tr sertifikasyon programı bina bilgilerini isterken aynı zamanda yapının modellemesini de yaptığı için bilgi girişi sıralaması sistemin modelleme yapmasına olanak sağlaması da düşünülerek kurgulanmıştır.

Proje Bilgileri	
Proje Adı	<input type="text"/>
Proje Kodu	<input type="text"/>
Kapalı Kullanım Alanı	
Proje Durumu	
Ada/Pafta/Parsel	<input type="text"/>
Adres	<input type="text"/>
İl	<input type="text" value="İl Seçiniz..."/>
İlçe	<input type="text" value="İlçe Seçiniz..."/>
Belediye	<input type="text" value="Belediye Seçiniz..."/>
Mevcut Bina mı?	<input type="checkbox"/>
Bina Tipi	<input type="text" value="Seçiniz..."/>
Bina Sahibinin Adı	<input type="text"/>
Bina Sahibinin Adresi	<input type="text"/>
Müşterek Tesisatların Sahibinin Adı	<input type="text"/>
Müşterek Tesisatların Sahibinin Adresi	<input type="text"/>

**İşlemler**

**Şekil 5.1.4:** BEP\_Tr Sertifikasyon Sistemi Giriş Ekranı.

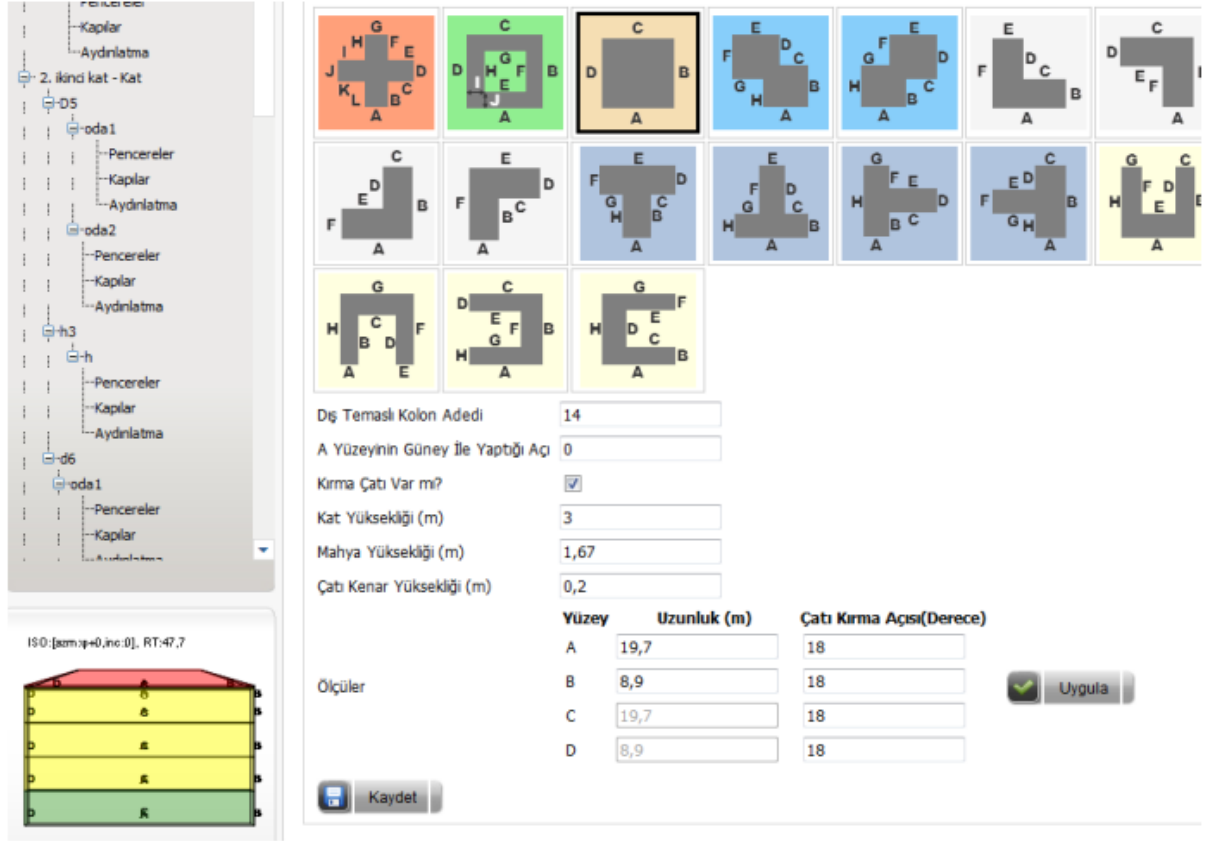
Projenin genel bilgileri girildikten sonra ikinci aşama; bina konstrüksiyon tipi, hava sızdırmazlık değeri, kiriş alın yüksekliği ve varsa su basman yükseklik bilgilerinin girilmesinden oluşmaktadır.

Doğal havalandırma ve sızıntı değerleri, BEP-Tr sertifikasyon sisteminde sadece seçim olarak’’ sızdırmaz bant olan pencere kapılar’’ olarak programa dahil edilmiştir.

The screenshot displays the 'Genel Bilgiler' (General Information) section of the BEP-Tr software interface. It features a navigation bar with tabs for 'Genel Bilgiler', 'Veri Giriş Şekli', 'Kat Formu ve Ölçüler', 'Katlar', and 'Isı Köprüleri'. The main content area is divided into three sections: 'Sızdırmazlık Bilgileri' (Leakage Information), 'Kiriş Bilgileri' (Lintel Information), and 'Yükseltilmiş Döşeme Bilgileri' (Raised Floor Information). The 'Sızdırmazlık Bilgileri' section includes a dropdown for 'Bina Konstrüksiyon Tipi' (Building Construction Type) set to 'Tuğla veya Blok Bina', checkboxes for 'Bitişik Bina' and 'Kompleks - (Dikdörtgen Olmayan Kat Planı)', and a 'Hava Sızdırma Değeri' (Air Leakage Rate) section with a checked 'Sıva Yapılmış Duvar' (Plastered Wall) option and two radio buttons for 'Sızdırmaz Bant Olan - Pencere ve Kapılar' (Leakage-free Band - Windows and Doors) and 'Sızdırmaz Bant Olmayan - Pencere ve Kapılar' (Leakage-free Band - Windows and Doors). The 'Kiriş Bilgileri' section has a 'Kiriş Alın Yüksekliği (m)' (Lintel Height (m)) field set to '0,5', a 'Kiriş Bileşeni' (Lintel Component) field set to 'İkerkirişli', and an 'Ara' (Search) button. The 'Yükseltilmiş Döşeme Bilgileri' section has a 'Yükseltilmiş Döşeme Var mı?' (Is there a raised floor?) checkbox. Each section has a corresponding 'Kaydet' (Save) button.

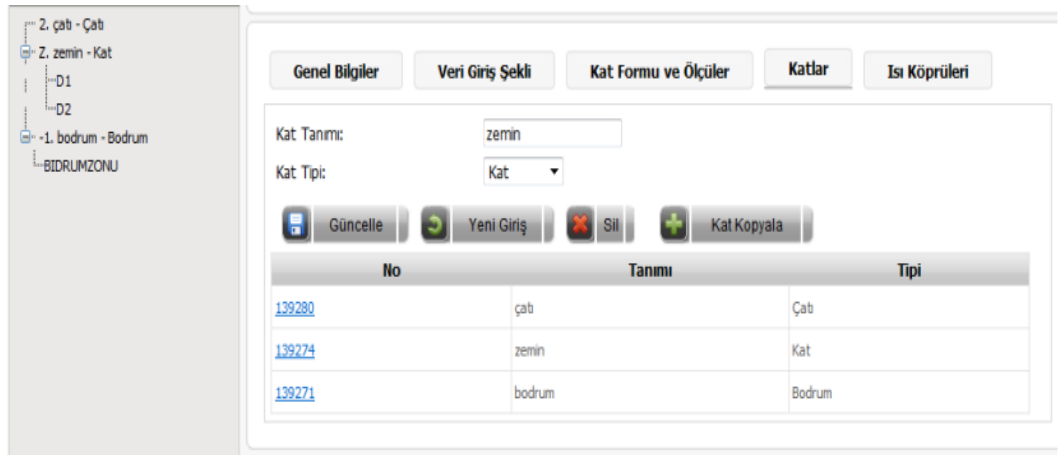
Şekil 5.1.5: BEP-Tr Genel Bilgiler Ekranı.

Bir sonraki aşama bina geometrisini belirleme aşamasıdır. Burada sistem belli kalıp formları hazır olarak sunmaktadır. Eğer sertifikasyon istenen yapı geometrisi mevcut şablonlara uyuyor ise uyan şablon seçilir. Eğer uymuyor ise yapınızın metrekaresi hesaplanarak en yakın geometrik şekle uyarlanır ve yapı sanki o geometriye sahipmiş gibi seçim yapılarak devam edilir. BEP-Tr sisteminde 17 plan tipi mevcuttur.



Şekil 5.1.6: Bep-Tr Plan Tipleri Ekranı.

Bep-Tr sertifikasyon sisteminde plan tipi belirlendikten sonra yapının katları ayrı bir zon olarak belirlenir ve her bir kat oda oda tanımlanarak girilir.



Şekil 5.1.7: Bep-Tr Kat Zonlarının Girildiği Ekran.



Yapının geometrisi ve katları belirlendikten sonra balkonlar, pencereler gibi bağlantı noktalarında oluşabilecek ısı köprülerini, yapının mimari projesine bakılarak bağlantı şekli tespit edilerek Bep-Tr kütüphanesinde bulunan görsellerle gösterilmiş olan ısı köprüsü tipine benzer olanı seçilmek suretiyle sisteme tanımlatılır.



Şekil 5.1.8: Bep-Tr 'de Isı Köprülerini Gösteren Ekran.

Isı köprülerini belirledikten sonra yapının mevcut pencere ve kapılarının girişi yapılır. Pencere ve kapıların binadaki konumları ve tipolojileri sisteme tanıtılır. Bu kısımda sadece pencere ve plan tipleri değil hangi duvar yüzeyi ile etkileşme halindeyse o duvarında koordinatlarının verilmesi istenir.

**Oda Pencere**

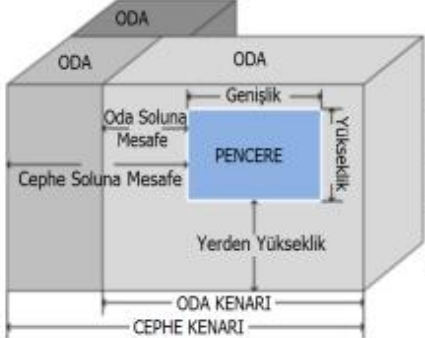
**a Yüzeyi (2) (A)**

b Yüzeyi (3) (B)

c Yüzeyi (2) (C)

d Yüzeyi (3) (D)

**Ölçüler**



Yükseklik (m)

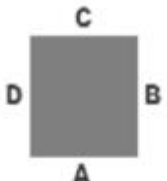
Genişlik (m)

Yerden Yükseklik (m)

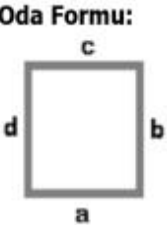
Oda Soluna Mesafe (m)

Cephe Soluna Mesafe (m)

**Kat Formu:**



**Oda Formu:**



Saydam Bileşen

Temas Ettiği Eleman

**Dış Etkenler**

Saçak Engeli Var mı?

Sağ Çıkıntı Var mı?

Sol Çıkıntı Var mı?

No	Adı	Cephe Duvarı	Eleman
<a href="#">14204861</a>	Plastik (2 odacıklı) doğramalı (4-12-4) çift camlı açılır pencere	a	19047287
<a href="#">14204869</a>	Plastik (2 odacıklı) doğramalı (4-12-4) çift camlı açılır pencere	a	19047287

**Şekil 5.1.9:** Bep-Tr Pencere Veri giriş Ekranı.

Bina künye bilgisi geometrisi, kat bilgileri, daire ve oda bilgileri, mevcut pencere ve kapı girişleri ile yapıda kullanılan malzeme bilgileri girildikten sonra mekanik bilgilerin sisteme işleme aşamasına geçilir.

Türkiye genelinde ortalama olarak ısıtma sistemi; dairelerin bireysel ısıtma sistemi dediğimiz kombi bazlı sistemle çalışır. Yönetmelikler 1000m<sup>2</sup> üzerinde olan yapıların merkezi sistemle ısıtılması gerektiğini vurgulamıştır. Soğutma ise genel olarak split klimalarla yapılmaktadır.

Bep-Tr sertifikasyon sisteminde mekanik sistemler; ısıtma-soğutma-sıcak su-havalandırma bölümlerinden oluşmaktadır.

79

**Şekil 5.1.10:** Bep-Tr sertifikasyon Sisteminde Isıtma Sistem Verilerinin Girildiği Ekran.

Isıtma sistem bilgileri mekanik projeye bakılarak tespit edilir.

- ✓ Isıtma Tipi,
- ✓ Isıtma Elemanı,
- ✓ Oda sıcaklık Kontrolü,
- ✓ Tasarım Sıcaklığı,
- ✓ Radyatörün Yeri,
- ✓ Dağıtım Borularının Yalıtımı,
- ✓ Borulanma Şekli,
- ✓ Depolama Tankı,
- ✓ Kontrol Sisteminin Tipi,
- ✓ Sistemin Çalışma Şekli,
- ✓ Pompa Kontrolü,
- ✓ Kazan Tipi
- ✓ Kazan Yapım Yılı... gibi bilgiler bu aşamada girilir.

Isıtma sistemi bilgilerinin girişi tamamlandıktan sonra bu sistemin hangi mekanlarda kullanıldığı yani hangi hacimlerin iklimlendirildiği sisteme eklenir. Çünkü mevcut sistem sadece ihtiyaç duyulan mekanların iklimlendirilmesini, gereksiz ısıtımdan kaçınmayı tavsiye eder.



Şekil 5.1.11: Bep-Tr Isıtma Sistemi Zonları.

Isıtma sistemi bilgi girişi tamamlandıktan sonra soğutma sistemi bilgi girişine başlanır. Projede kullanılan soğutma sistemi tanımlanır ve tanımlanan sistemin hangi mekânlara hizmet verdiği verileri girilir.



Şekil 5 1 12: Bep-Tr'de Soğutma Sistemi Veri Giriş Ekranı.

Projenin son olarak Sıcak Su Sistemi ve Aydınlatma Sistemi veri girişleri yapılır. Sıcak su sistemi ısıtma sistemine entegredir. Aydınlatma sistemi ise kendi başına yapının her bir mekanında kullanılan aydınlatma elemanın tipolojisinin tespit edilip, sistemin mevcut kütüphanesinden seçilmesiyle tamamlanır.

**Sıcak Su Sistemleri**

Sıcak Su Sistemi Adı: şofben

Sihhi Sıcak Su Sistemi: Merkezi

Sirkülasyon Durumu: Sirkülasyon Var

Branşman Borusu: Standard Durum

Boruların İzolasyon Durumu: İzolasyonlu

Pompa Kontrolü: Var

Isı Kaynağının Türü: Güneş Enerjisi Destekli

Depolama Tankı Türü: Dolaylı Isıtılan

Dolaylı Isıtılan Tank Türü: Standard Depolama

Depolama Tankı Yapım Yılı: 1995 ve Sonra

Depolama Tankının Konumu: Üreteçle Aynı Odada

Yakıt Türü: Doğalgaz

Kazan Türü: Yoğuşmalı Kazan

Güneş Kolektörü Türü: Düz Plaka

Güneş Kolektörü Yapım Yılı: 1999 ve Sonrası

Sistem Büyüklüğü: Büyük Sistemler (Standard)

Kazan Yapım Yılı: 1995 ve Sonrası

Güncelle Yeni Giriş Sil

Şekil 5.1.13: Bep-Tr’de Sıcak Su Sistemi Veri giriş Ekranı.

Aydınlatma sistemi olarak kompakt floresan kullanılmıştır. 27w gücünde olan kompakt floresan enerji etkin bina sisteminde en az enerji harcayıp, en çok aydınlatma sağlayan eleman olarak sayılmaktadır.

**Aydınlatma Elemanları**

Lamba: Ara

Sayısı:

No	Lamba Türü	Adet	Güç (W)	Işık Akısı (lm)	Renksel Geriverim
4917506	Kompakt floresan	18	27	1800	82

Sayfa No: 1

Şekil 5.1.14: Bep-Tr’de Aydınlatma Elemanları Veri Giriş Ekranı.

Aydınlatma sisteminin bilgilerinin girilmesiyle Bep-tr sertifikasyon sisteminin son aşamasında tamamlanmış olmaktadır. Bundan sonraki kısım; sistemi tamamlayıp ‘‘sertifika hesapla’’ butonuna basılmasıdır. Veri girişlerinde eksik veya tutarsızlık varsa sonlandırma butonu aktifleşmemektedir. Eğer bir eksik yok ise, programımız bize ‘‘ EKB Hesap Sonuç Forumu’’nu verecektir. Toplam Sera gazı salınımı ve enerji sınıfı ‘‘C ve Üzeri’’ sınıfta olan projeler sertifika onayına gönderilir. Eğer yapı C sınıfının altında bir değer çıkmışsa, sertifika verilemeyeceği ilgili kişiye bildirilmeli ve sistemlerin değiştirilmesi istenmelidir.



ENERJİ KİMLİK BELGESİ  
HESAPLAMA SONUÇ FORMU

**Proje Kodu : 103695**

Proje Adı : Sariyer Apartman  
Kapalı Kullanım Alanı : 456,57  
Ada/Pafta/Parsel : 12/34/45  
Adres : Burcu sokak no: 47 Kilyos- Sariyer  
İl : İSTANBUL  
İlçe : Sariyer  
Belediye : Sariyer  
Bina Yapılış Tarihi : 21.07.2016  
Bina Yenileme Tarihi : -  
Bina Tipi : Apartman  
Bina Sahibinin Adı : Salih E.  
Bina Sahibinin Adresi : -

**SORUMLU FİRMANIN**

Firma Kodu : 711101  
Unvanı : Mimarlık Bürosu  
Adresi : Talatpaşa Cad. No:218 D:1 Kağıthane  
Şehir : İstanbul  
Telefon / Faks : 0212 352 69 80  
Vergi dairesi : Zincirlikuyu Vergi Dairesi  
Vergi numarası : -

**SORUMLU EKB UZMANININ**

Adı Soyadı : Asiye Kübra Külünkoğlu İslamoğlu.  
Uzman sertifika no'su : F53G80.  
Sertifika verilmiş tarihi : 11.11.2015  
Adresi : Maden mahallesi burçin sokak no:55 d:4 Sariyer İstanbul  
Telefonu : 0507 532 76 46

**ENERJİ KİMLİK BELGESİ DEĞERLERİ**

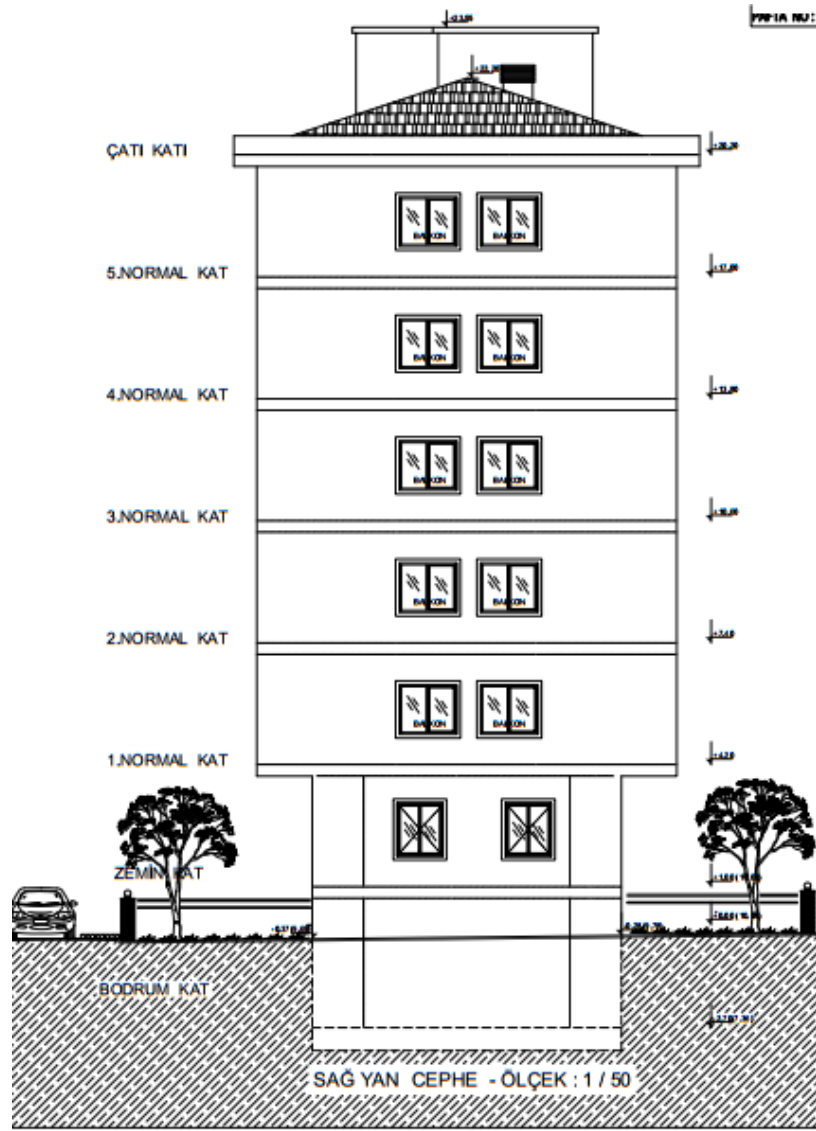
Enerji kullanım alanı	Kullanılan sistem	Nihai tüketim (kWh/yıl)	Birincil tüketim (kWh/yıl)	m <sup>2</sup> başına tüketim	SINIFI
<b>TOPLAM</b>		<b>251.321,39</b>	<b>320.673,23</b>	<b>550,46</b>	<b>B</b>
Isıtma	Isıtma Sistemi	175.100,79	175.100,79	383,51	B
Sihhi Sıcak Su	Sıcak Su Sistemi	25.226,59	25.226,59	55,25	D
Soğutma	Sogutma Sistemi	49.812,31	117.557,05	109,10	C
Havalandırma		0,00	0,00	0,00	
Aydınlatma	Kompakt floresan	1.181,70	2.788,80	2,59	A
Sera Gazı Emisyonu				234,99	C
Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı	%20,50				

**Şekil 5.1.15:** Bep-Tr Sonuç Belgesi.

## 5.2. İkinci Örnek Yapı.

İkinci örnek projemiz İstanbul'un Kartal ilçesinde yer almaktadır. Zemin+5 kattan oluşan yapı, toplam 354m<sup>2</sup>'den oluşmaktadır. Yapımızda sirkülasyon aracı merdiven ve asansör olarak kurgulanmıştır. Toplam metrekare 1000m<sup>2</sup>'yi geçmediği için merkezi ısıtma sistemi yerine bireysel ısıtma sistemi diye adlandırılan kombi bazlı ısıtma sistemi kurgulanmıştır. Dolayısıyla yapımızda kazan dairesi bulunmamaktadır. Soğutma sistemi olarak kullanıcının tercih ettiği bireysel sistemler vardır.

İkinci örnek yapımızda bodrum katı otopark çatı katı ise ortak kullanım alanı olarak düşünülmüştür. Aydınlatma elemanı olarak ise kompakt floresan kullanılmıştır.

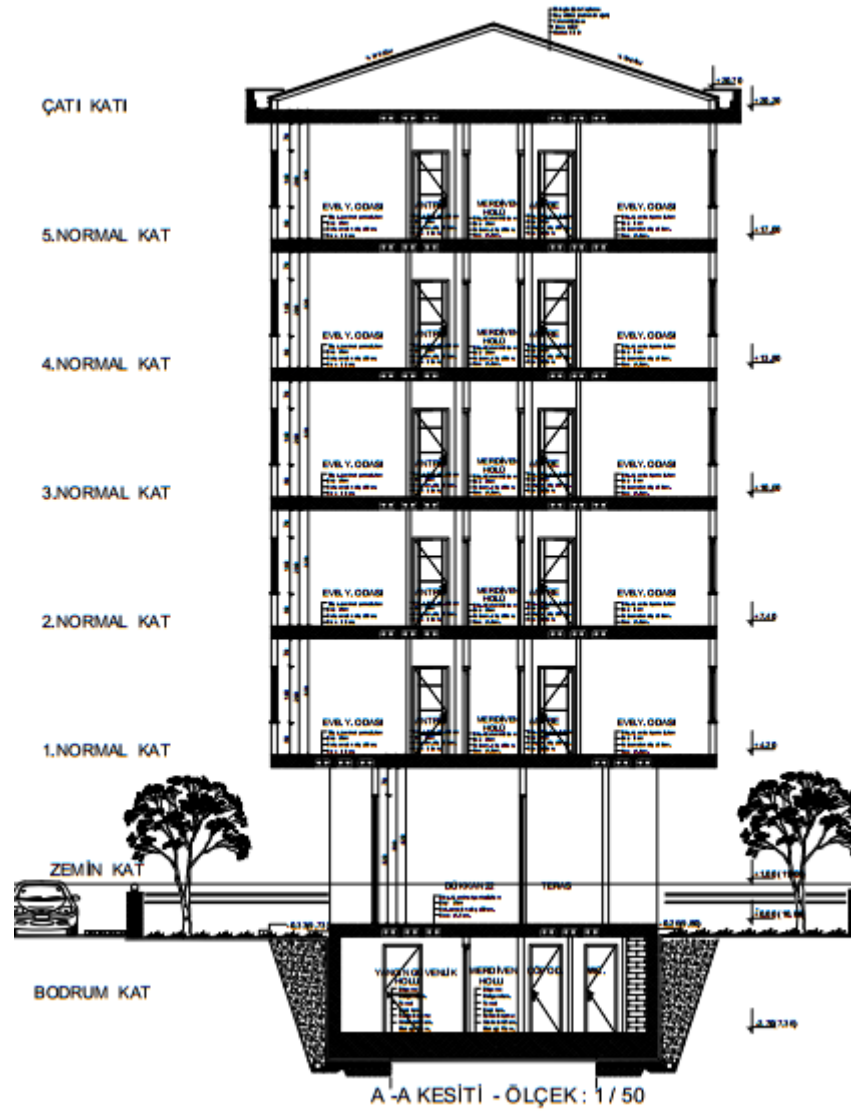


Şekil 5.2: İkinci Örnek Detayı.









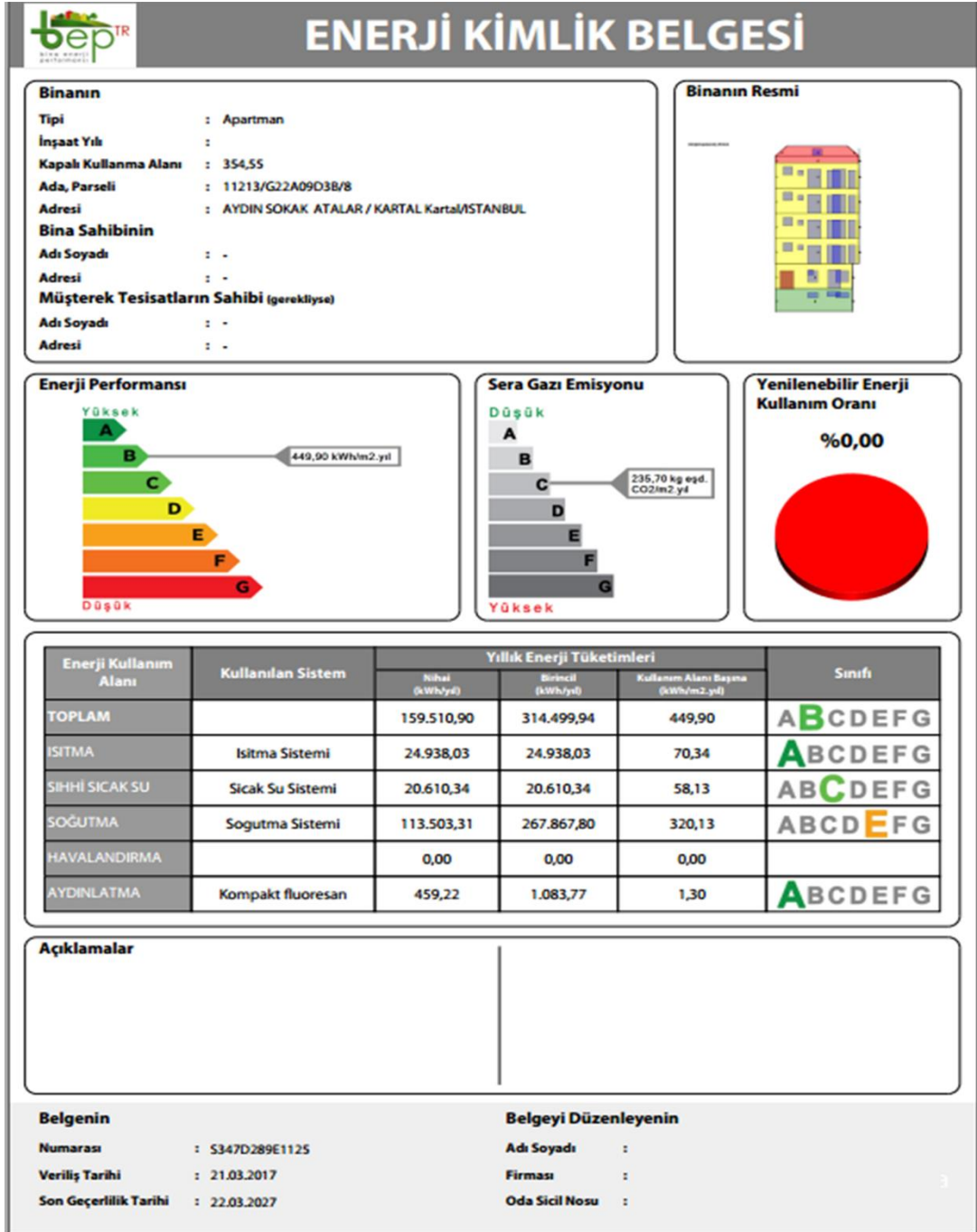
Şekil 5.4: Örnek İkinci Yapı Kesit Detayı.

Yapının geometrisini mimari projesine bakarak sisteme girişi tamamlandıktan sonra program yapıya benzer simülasyon görüntüsünü ortaya çıkarmış olmaktadır. Bina mimarisiyle ilgili bilgiler tamamlandıktan sonra yapının mekanik sistemlerine dair bilgilerin girişinin yapılması gerekmektedir.

Yapıda ısıtma sistemi bireysel ısıtma sistemidir. Kombi bazlı dairelerin ısıtımını sağlamaktadır. Yapıda özel olarak havalandırma sistemi bulunmamaktadır. Aydınlatma ise kompakt floresan aracılığıyla sağlanmıştır.

Mekanik ve mimari bilgiler girildikten sonra yapının enerji kimlik belgesi hesaplama için veri girişi tamamlanmıştır. Örnek yapımız toplamda B sınıfı sertifika almaya hak kazanmıştır.

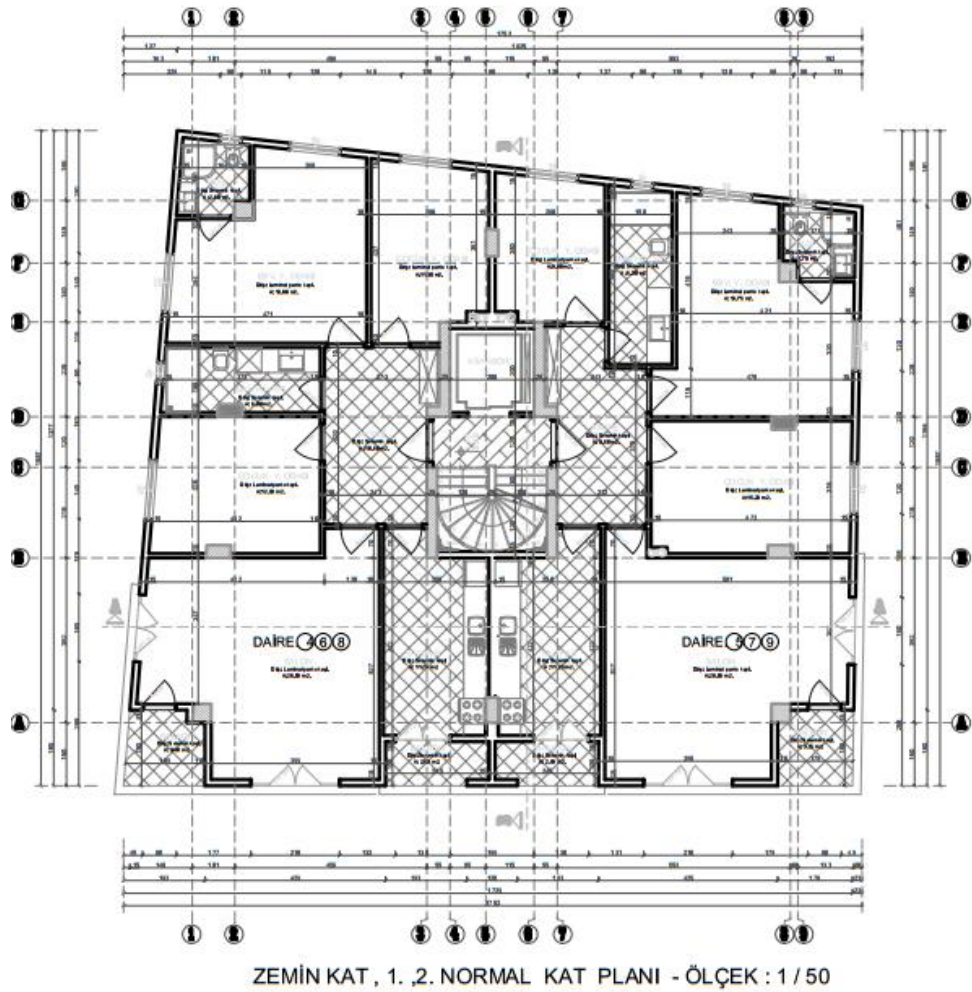
Isıtma sistemi A, sıhhi sıcak su sistemi C, Soğutma sistemi E, Aydınlatma ise A sınıfı olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.5: Örnek İkinci yapının Enerji Kimlik Belgesi.

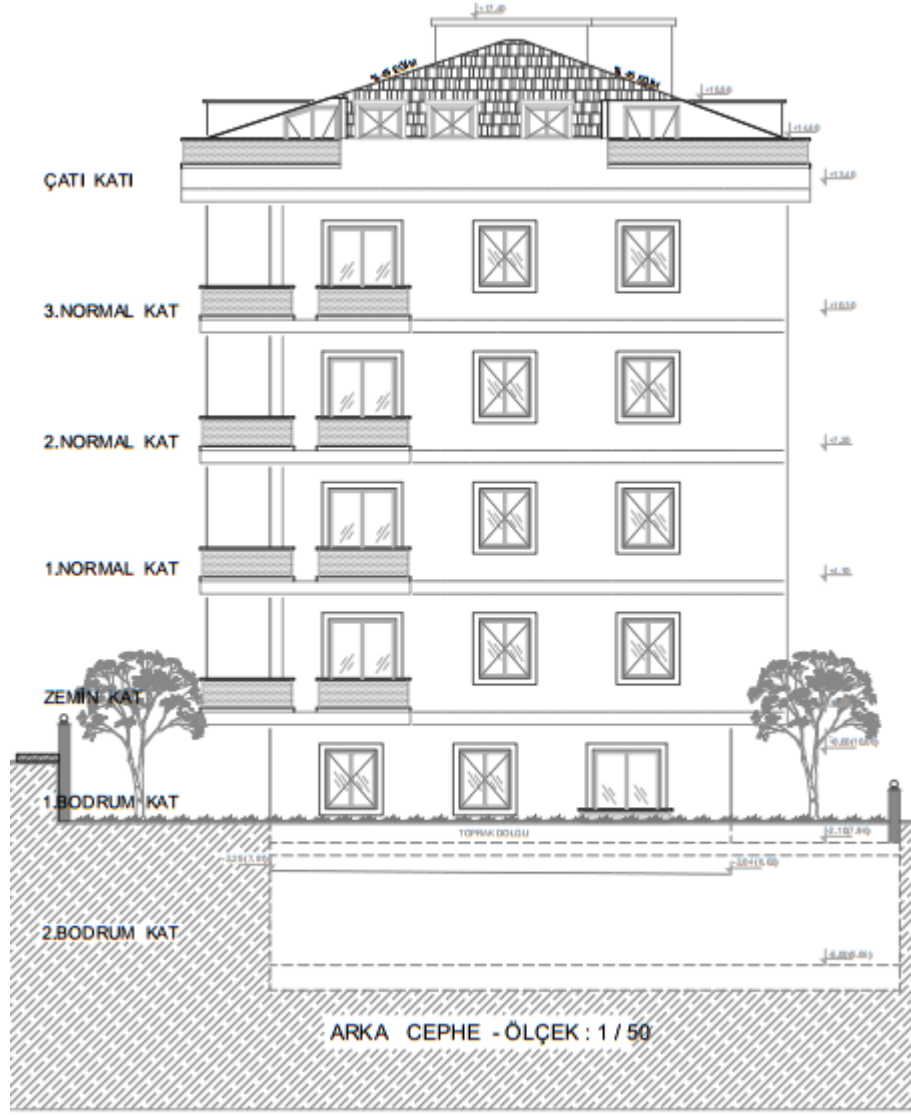
### 5.3. Üçüncü Örnek Yapı.

Üçüncü örnek yapımız İstanbul Eyüp ilçesinde yer almaktadır. Zemin+ 4 katlı olan yapımız toplam 538m<sup>2</sup>'den oluşmaktadır. Yapıda sirkülasyon aracı merdiven ve asansör olarak kurgulanmıştır. Toplam metrekare 1000m<sup>2</sup>'yi geçmediği için merkezi ısıtma sistemi yerine bireysel ısıtma sistemi diye adlandırılan kombi bazlı ısıtma sistemi kurgulanmıştır. Dolayısıyla yapımızda kazan dairesi bulunmamaktadır. Soğutma sistemi olarak kullanıcının tercih ettiği bireysel sistemler vardır. Üçüncü örnek yapımızda bodrum katı otopark çatı katı ise ortak kullanım alanı olarak düşünülmüştür.



Şekil 5.6: Üçüncü Örnek Yapı Kat Planı.

Yapının geometrisini mimari projesine bakarak sisteme girişi tamamlandıktan sonra program yapıya benzer simülasyon görüntüsünü ortaya çıkarmış olmaktadır. Bina mimarisiyle ilgili bilgiler tamamlandıktan sonra yapının mekanik sistemlerine dair bilgilerin girişinin yapılması gerekmektedir. Yapıda ısıtma sistemi bireysel ısıtma sistemidir. Kombi bazlı dairelerin ısınımı sağlanmaktadır. Yapıda özel olarak havalandırma sistemi bulunmamaktadır. Aydınlatma ise kompakt floresan aracılığıyla sağlanmıştır.



Şekil 5.7: Üçüncü Örnek Yapı Detayı.

Binanın konstrüksiyon tipi betonarme-tuğla, hava sızdırmazlık özelliği için ise sıva kullanılmıştır. Kat yüksekliği 3 m olan yapının enerji kimlik belgesinin hesaplanması için sisteme yapıda kullanılan malzemelerin U değerleri girilmiştir.

Yapıda bulunan balkonlar, pencereler gibi bağlantı noktalarında oluşabilecek ısı köprüleri, yapının mimari projesi incelenerek imalat şekline göre BEP-Tr arşivinde bulunan ısı köprüsü tipine benzer olanı seçilerek sisteme işlenmiştir. Pencerelerin ve kapıların ise binadaki konumları ile pencere ve kapı tipleri belirlenip sisteme girişleri yapılmıştır.

Mekanik ve mimari bilgiler girildikten sonra yapının enerji kimlik belgesini hesaplama için işlemler tamamlanmıştır. Örnek yapımız toplamda B sınıfı sertifika almaya hak kazanmıştır.

- Isıtma sistemi A,
- Sıhhi sıcak su sistemi C,
- Soğutma sistemi E,
- Aydınlatma ise A sınıfı olarak hesaplanmıştır.



# ENERJİ KİMLİK BELGESİ

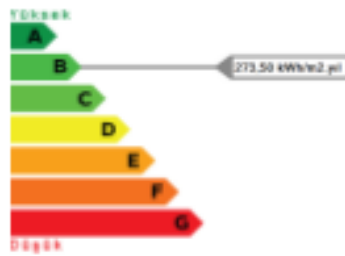
## Binanın

**Tipi** : Apartman  
**İnşaat Yılı** :  
**Kapalı Kullanma Alanı** : 528,00  
**Ada, Parseli** : 799/721/16  
**Adresi** : Çiçir Mah. Donmez Sokak No:31 Eyaq/İSTANBUL  
**Bina Sahibinin**  
**Adı Soyadı** : HAKAN KŞEZOĞI  
**Adresi** : Çiçir Mah. Donmez Sokak No:31  
**Müşterek Tesisatların Sahibi İlgiliyeti**  
**Adı Soyadı** :  
**Adresi** :

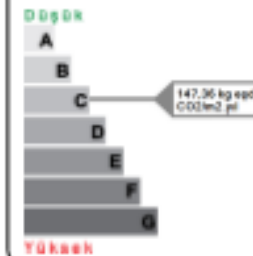
## Binanın Resmi



## Enerji Performansı



## Sera Gazı Emisyonu



## Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı

%0,00



Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıf
		Isıl (GJ/m <sup>2</sup> .yıl)	Isıl (GJ/m <sup>2</sup> .yıl)	Kullanım Alanı Başına (GJ/m <sup>2</sup> .yıl)	
TOPLAM		144.407,40	244.464,41	273,50	ABCDEF G
İSTİMA	Isıtma Sistemi	47.687,62	47.687,62	90,32	ABCDEF G
SİH-İ SCAK SU	Sıcak Su Sistemi	23.148,45	23.148,45	43,84	ABCDEF G
SOĞUTMA	Sogutma Sistemi	72.491,28	171.079,42	137,29	ABCDEF G
HAVALANDIRMA		0,00	0,00	0,00	
AYDINLATMA	Kompakt floresan	1.080,05	2.548,92	2,05	ABCDEF G

## Açıklamalar

## Belgenin

**Numarası** : 5346187DE-065  
**Veriliş Tarihi** : 01.01.2017  
**Sen Geçerlilik Tarihi** : 02.01.2027

## Belgeyi Düzenleyenin

**Adı Soyadı**  
**Firma**  
**Oda Sicil No**

Şekil 5.8: Örnek Yapının Enerji Kimlik Belgesi.

#### **5.4. Bölüm Değerlendirilmesi.**

Enerji korunumu konusunda çıkartılan yasa ve yönetmelikler kapsamında oluşturulan yerli sertifikasyon sistemimiz BEP-Tr, yapıları ikiye ayırmaktadır. Ruhsat tarihi 2011'den önce olan yapılar mevcut, 2011'den sonra olan yapılar yeni bina kategorisinde yer almaktadır. Bu ayırımın amacı, mevcut yapılar için envanter oluşturup kentsel dönüşüm konusunda baz olarak kullanmaktır.

Yeni bina kategorisinde yer alan yapılar, yasa ve yönetmelikler aracılığıyla kontrol altında tutularak enerji sarfiyatını engellenmesi amaçlanır. Bep-Tr yöntemi yapıların ilk önce geometrisi verilerinin girişini daha sonra ise mekanik sistemlerin girişini isteyerek hesaplama sistemine kaydeder.

Yapılar iklimsel, topoğrafik olarak kısıtlı bir imkâna sahip olsalar dahi mekanik sistemler, mimari tasarım kararlarıyla sertifikasyon sınıfında yükselebilmektedirler. Kullanılan aydınlatma armatürü seçeneği, ısıtma sistem seçeneği, soğutma için doğal kaynakların kullanılması ve doğru seçilen yalıtım malzemeleriyle BEP-Tr sertifikasyon programından C sınıfı kategorisinde yer almayı başarabilirler.

Bep-Tr'de Yeni bina kategorisinde tüm yapıların en az C sınıfı olması beklenir. C sınıfı belge almaya yeterliliği olamayan yapıların ek düzenlemelerle bu sınıfın koşullarını sağlaması beklenmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojinin hızla büyümesi ve insanların beklediği konfor seviyelerinin artmasıyla enerji ihtiyacı da giderek artmış, tüketilen enerji miktarı çevreye ve gelecek nesillere zarar vermeye başlamıştır. Bu durum beraberinde çevresel sorunları getirmiştir. Özellikle 1950’li yıllardan itibaren yaşanmaya başlanan çevre sorunları, devletleri ve ilgili tüm kişileri tekrar doğal çevre ve organik yaşam konusunu dikkate almaya yönlendirmiştir.

Dünyamızın karşılaştığı çevre sorunlarının oluşmasında en önemli pay; yapı üretim ve kullanım aşamalarında kullanılan enerji miktarının fazla olmasıdır. İnsanların kontrolsüz şekilde enerji sarfiyatında bulunması, artan nüfusla birlikte ortaya çıkan konut ihtiyacını gidermek için oluşturulan sağlıksız çözümler, çevre sorunlarının ve doğal enerji kaybının hızla artmasına yol açmıştır.

Yapıların doğru inşa edilmesi, enerji sarfiyatının hesaplanması, çevre ve doğal hayatın düşünülmesi gibi yeni zorunluluklar ortaya çıkmıştır. Uluslararası devletler, ilk önce tüm dünyayı ilgilendiren kararlar almış, bütün devletleri dünya ekolojisini düşünmekle yükümlü kılmıştır. Bu tutum beraberinde sürdürülebilirlik, yeşil enerji, enerji etkinlik gibi kavramların doğmasını sağlamıştır. Sadece uluslararası denetim mekanizmaları değil, ulusal boyutta tüm devletleri önlem alınması için adımlar atılmıştır.

Binaların enerji sarfiyatındaki artış, yapıların enerji performansı açısından belgelendirilmesi gerekliliğini doğurmuştur. Binanın mimari yapısı, aydınlatma, havalandırma, ısıtma/soğutma sistemleri ile ilgili standartlar oluşturulmuştur. Yapının enerji verimliliğinin sağlanması için tüm mimari sistemlerinin birbirine entegre bir şekilde enerji sarfiyatını düşünülerek tasarlanması gerekmektedir. Yapılarda kullanılan mekanik sistemlerin ve mimari tasarımın birbirinden bağımsız şekilde hesaplanması yada tasarlanması enerji sarfiyat oranını arttırmaktadır. Bu nedenle bahsedilen sistemlerin birbirinden bağımsız düşünülmemesi gerekmektedir.

Yapıların yapım aşamasından itibaren enerji sarfiyatının düşünülerek tasarlanması ve yapılarda kullanılacak mekanik sistemlerin birbirinden bağımsız düşünülmemesini denetlemek için enerji sertifikasyon sistemleri oluşturulmuştur.



Enerji sertifikasyon sistemlerinden en yaygın olarak kullanılanları BREEAM ve LEED sertifikasyon sistemleridir. Bu iki sertifikasyon sistemi hem kendi ülkelerinde hem de uluslararası tüm başvuruları değerlendirmektedir. Yapıları kategorilerine göre sınıflandıran ve detaylı bir analizden sonra sertifika hazırlayan Breeam ve Leed sertifikaları tüm dünyada geçerliliği olan belgelerdir. GREENSTAR, CASBEE, DGNB, SBTOOL gibi diğer tanınırlığı olan sertifikasyon sistemleri de tüm dünya ülkelerinde ki yapılara hizmet vermektedir.

Türkiye’de yerli sertifikasyon sistemi oluşturulurken dünya çapındaki mevcut sertifikasyon sistemleri incelenmiş ve sonuçta; BREEAM Avrupa normlarını baz alan bir sisteme sahip olmasıyla, LEED ise daha uygun gibi gözükse de Türkiye’nin yapısına tam uymadığından uygulanması mümkün olmamaktadır.

Yerli sertifikasyon sistemin oluşturulmadan önce hukuksal olarak alt yapının tamamlanması, eksiklerin giderilmesi gerekmektedir. Çünkü sistem ne kadar eksiksiz programlanmaya çalışsa da dayanak olarak ülkemizde ki standartlar ve yönetmelikler olacağı için alt yapıda olan herhangi bir eksik yada boşluk sistemin verimli çalışmasına engel olacaktır. Bu nedenden dolayı ilk önce yasa ve yönetmeliklerimizin eksikleri giderilmiş, revize edilmiştir. ‘’Bina Enerji Performansı Yönetmeliği’’, ‘‘5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu’’ oluşturulan alt yapıların başında gelmektedir.

BEP-TR sertifikasyon hesaplama sistemi Türkiye’nin milli hesaplama sistemi olup, 2011 yılında hizmet vermeye başlamıştır. Diğer sertifikasyon sistemlerinden en önemli farkı tüm yapıları ruhsat tarihine göre ‘‘Yeni Yapı’’ ve ‘‘Mevcut Yapı’’ olarak ikiye ayırmasıdır. Yeni yapılar oluşturulan yasa ve yönetmelikler kapsamında yeni yapıların enerji sarfiyatını ön plana alarak tasarlanması ve inşa edilmesi beklenirken, mevcut yapıların sertifikalandırılmasının nedeni ise bina envanteri oluşturmaktır. Bu envanter kapsamında küçük yada büyük ölçekte kararlar alınmakta, kentsel dönüşüm bölgelerini tayin etmekte referans kaynak olarak kullanılmaktadır.

2017 Temmuz ayında ikinci versiyonu yayınlanacak olan Bep-Tr sertifikasyon hesaplama sisteminin mevcut versiyonu bazı eksiklikler taşımaktadır

BEP-TR hesaplama sisteminin ön plana çıkan yanları,

- ✓ Konut, ofis, eğitim yapıları, oteller, sağlık yapıları, ticaret merkezleri ve alışveriş merkezleri gibi yapı tipolojilerini mevcut ve yeni olmak üzere ikiye ayırır ve bu ayrım değerlendirmede kolaylık ile netlik sağlamaktadır. Bu özellik dünyadaki diğer hesaplama sistemlerinde olmayan sadece BEP-TR 'ye özgü bir ayrımdır.
- ✓ Mevcut yapıların enerji kimlik belgesi almasını zorunlu tutmasıyla milli envanter oluşturur ve yetkililerin mevcut yapıyı istatistiki olarak görmesini sağlamaktadır. Bu istatistik kentsel dönüşüm konusunda referans kaynak olarak kullanılmaktadır.
- ✓ Program internet tabanlı olmasından dolayı merkezi veri tabanı üzerinden izlenebilmekte ve koordine edilebilmektedir.

BEP-Tr ile ilgili teknik eksiklikler;

- EKB ( Enerji Kimlik Belgesi) düzenlemek için internet veri tabanlı yazılım kullanılmaktadır. Yazılımdaki teknik hatalar ve kapasite eksikliği nedeniyle yazılımı kullanırken erişimi yavaşlatmakta ve kopmalar yaşanmasına neden olmaktadır. EKB Uzmanı hesaplama yaparken sık sık server tarafından engellenmekte ve yapmış olduğu hesaplamayı bazen baştan başlamak zorunda kalmaktadır.
- Referans bina yaklaşımı ile bina geometrilerini belirlemek için EKB uzmanına sunulan seçenekler sınırlı sayıdadır. Mevcut yapının geometrisi seçenekler ile uyummadığında uzman yapısını bu seçenekteki geometrilere benzetmek zorundadır. Bu durum sertifikanın hassasiyetine gölge düşürmektedir.
- Yazılımda yapının mimari özelliklerini tanımlamak çok uzun sürmekte, fakat yapının enerji performansını etkileyecek ısıtma soğutma ve havalandırma gibi mekanik sistemler hakkında sınırlı bilgi girişi yapılmaktadır.

Temmuz 2017 yılında ikinci versiyonunun devreye girmesi beklenen BEP-Tr hesaplama sisteminin mevcut sorunları çözümlenerek hizmet vermeye devam etmesi beklenmektedir.

## KAYNAKLAR

- Anon.**(1979).Bauen und Energiesparenll der Bundesminister für Forschung und technologi, *Verlag TÜV Rheinland*, Köln, 17 (1979).
- ASHRAE.**(2004).American Society of heating refrigerating and Air-Conditioning Engineers.Atlanta.ASHRAE.(2004).
- Baycan,L.**(1999).Sürdürülebilir Bölgesel Kalkınma: Marmara Havzası İçin Bir Yöntem Denemesi, (Yayımlanmamış Doktora Tezi”, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.(1999).
- BEP.**(2008).“Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği”.(2008).
- BEP-TR.** (2016). “Binalarda Enerji Performansı Net Enerji Hesaplama Yöntemi”.
- Bhatti, M.** (2000).A Challenge for Public Policy”, *Hume Papers on Public Policy*, 8(4):63-70 (2000).
- Bozdoğan, B.**(2003).Mimari Tasarım ve Ekolojil Yüksek lisans tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 15 (2003).
- Bozlağan, R.**(2005).Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı” Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi s.50.(2005).
- Çengel, Y. A.**(1998). Heat Transfer, A Practical Approachll, *WCB/McGraw-Hill*, NewYork,1-12(1998).
- Ercin,Ç.**(2005).“Mimarlıkta iklim Faktörü ve Bu Faktöre Bağlı Olarak Konut Alanlarında Fiziksel Yerleşme Fiziksel Yerleşme Yoğunluğunun Belirlenmesi İçin İlkeler” Yüksek Lisans tezi, Yakın Doğu Üniversitesi, Lefkoşa.(2005).
- Göksal.T**(2003).“Mimaride Sürdürülebilirlik Teknoloji ilişkisi: Güneş pili uygulamaları”, *Arredamento Mimarlık Dergisi*, Sayı 154, S:76, İstanbul.
- Göksal, T.**(2000).Enerji Etkin Tasarım Ve Enerji Korunumull, *Arredamento Mimarlık İstanbul* 150: 90 (2000).
- Göksal,T.**(2000). “Enerji Korunumlu Bina Üretiminde Saydam Isı Yalıtımı Uygulanması”*Türkiye 8. Enerji Kongresi: 21. Yüzyılda Sürdürülebilir Kalkınma İçin enerji ve Teknoloji, Enerji Sektörünün Gelişimi ve Stratejiler,Konvansiyonel Kaynakların Geliştirilmesi ve Uygulamada olan İleri Ssitimler*, 1.cilt, Ankara, 197-198 (2000).
- Göksal, T.**(2000).Enerji Etkin Tasarım Ve Enerji Korunumull, *Arredamento Mimarlık İstanbul* 150: 90 (2000).
- Kimbert,C.** (2002). “The Role of Policy in Creating a Sustainable Building Supply Chain” OECD/IEA Joint Workshop on the Design of Sustainable Building Policies, OECD Publication, Paris,France, 60-77 (2002).
- Le Corbusier.**(1999). “Bir Mimarlığa Doğru”, Merzi, S., Yapı Kredi yayınları, İstanbul.(1998).
- Manioğlu. G., Yılmaz .Z.,**(2002).“Bina Kabuğu Ve Isıtma Sistemi İşletme Biçiminin Ekonomik Analizill *İTÜ Dergisi* , 1(1) : 22 (2002).
- McNeil.W.**(2008). Dünya Tarihi, İmge Kitapevi Yayınları, Ankara.(2008).

- Menna, P.**(2003). European Directive on Energy Efficiency in Buildings. Pietro Menna-DG TREN European Commission, ISES Solar World Congress.
- Mutlu.B.**(2007).Mimarlık Tarihi Ders Notları, Mimarlık Vakfı Enstitüsü Yayınları.İstanbul. (2007).
- Roberts.J.M.**( 2011). Dünya Tarihi 2. Cilt., İnkilap Yayınevi, İstanbul.(2011).
- Sev A.**(2009). “Sürdürülebilir Mimarlık”, Yem Yayınevi, İstanbul ss.21.(2009).
- Soysal S..**(2008).“Konut Binalarında Tasarım Parametreleri İle Enerji Tüketimi İlişkisi” Yüksek Lisans Tezi ,Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.(2008).
- Stevenson, F., Williams N.,**(2006).“Sustainable Housing Design Guide for Scotland” Official Documents of UK, *Scottish Homes Pub.*, UK, (2006).
- Tönük,S.,**(2001).“ Bina Tasarımında Ekolojil, *YTÜ Basım Yayın Merkezi*, İstanbul, 5(2001).
- TS-825,**(2008).Binalarda ısı yalıtım kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.(2008).
- TS 825.**(2000).Binalarda ısı yalıtımı kuralları, *Türk standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Url-1** < <http://www.usgbc.org/leed>>, erişim tarihi 7.05.2017.
- Url-2** < <http://www.enerji.gov>>, erişim tarihi 7.05.2017. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı, “2011 Faaliyet Raporu,”
- Url-3**<[www.epdk.gov.tr/index.php/elektrik-piyasasi/tarifeler](http://www.epdk.gov.tr/index.php/elektrik-piyasasi/tarifeler)>,Enerji Planlama Düzenleme Kurulu, “Elektrik Piyasası Tarifeleri erişim tarihi: 15.12.2012.
- Url-4** < <http://www.breeam.com/>>, erişim tarihi 7.05.2017.
- Url-5**<<http://www.ibec.or.jp/CASBEE> >, erişim tarihi: 9.05.2017
- Url-6** < <http://new.gbca.org.au/green-star/>>, erişim tarihi 7.05.2017.
- Url-7** < <http://www.iisbe.org/sbmethod>>, erişim tarihi 7.05.2017.
- Url-8** < <http://sp.enerji.gov.tr>>, erişim tarihi 7.05.2017.
- Url-9** < <http://beptr.bep.gov.tr/>>, erişim tarihi 7.05.2017.
- Utkutuğ,G.**(2000).“Yeni Bin Yıla Girerken Sürdürebilir Bir Gelecek İçin Ekolojik ve Enerji Etkin Hedefler ile Bina Tasarımı ve İşletimil, *Ulusal Enerji Verimliliği Kongre Kitabı*, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara, 148 (2000).
- Vitruvius.**(1990).Mimarlık Üzerine On Kitaplı, Çeviri Editörü/Editörleri Suna Güven,Şevki Vanlı *mimarlık Vakfı Yayınları*, Ankara, 121, (1990).

- Yılmaz.Z.,Koçlar Oral, G., Manioğlu G..(2000).** Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Bina Kabuğu Isı Yalıtım Değerlerinin Bina Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi, Proje No: 985 Sonuç Raporu, İ.T.Ü.İstanbul.
- Yılmaz, Z.(1983).**“İklimsel konfor sağlanması ve Yoğuşma kontrolünde Optimal performans gösteren yapı kabuğunun hacim konumuna ve boyutlarına bağlı olarak belirlenmesinde kullanılabilir bir yaklaşım”, Doktora tezi, İ.T.Ü., Mimarlık Fakóltesi, İstanbul S.8,10,11.(1983).
- Yüceer.N. (2015).** Yapıda Çevre ve Enerji. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara).(2015).