



**TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA
ENERJİ VERİMLİLİĞİ**

Esra URMAMEN

**Yüksek Lisans Tezi
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı
Termodinamik Bilim Dalı
Prof. Dr. Kadir BİLEN
2019
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE’ DE VE DÜNYADA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Esra URMAMEN

**MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Termodinamik Bilim Dalı**

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



TÜRKİYE' DE VE DÜNYADA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Prof.Dr.Kadir BİLEN danışmanlığında, Esra URMAMEN tarafından hazırlanan bu çalışma, 01/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Termodinamik Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Kadir BİLEN

İmza :

Üye : Doç. Dr. İsmail SOLMUŞ

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Eda Feyza AKYÜREK

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun **23.08/2019** tarih ve **33**...../...**75**..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN Y.
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE’ DE VE DÜNYADA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Esra URMAMEN

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Termodinamik Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kadir BİLEN

Ülkemizde ve dünyada hızlı nüfus artışı, fosil yakıtların giderek tükenmesi ve gelişen teknoloji ile gün geçtikçe enerjiye olan ihtiyacın artması enerji verimliliğinin önemini ortaya koymuştur. Enerjinin daha verimli ve etkin kullanılması adına ülkelerin enerji politikaları düzenlemesi ve bu çerçevede çalışmalar yapmasına sebep olmuştur. Başta Avrupa Birliği olmak üzere, ülkemizde enerjinin büyük bölümünü harcadığımız binalara yönelik enerji verimlilik çalışmaları günümüzün en güncel konuları arasında yerini almaktadır.

Bu çalışmada, ülkemizde ve dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut durumu ve dünya genelinde yürütülen enerji verimlilik çalışmaları değerlendirilmiştir. Bu kapsam dâhilinde, İç Anadolu Bölgesi Konya iline ait binanın yalıtımlı ve yalıtımsız hali için BEP –TR programı ile enerji performans analizi yapılarak binanın enerji sınıfı belirlenmiştir. BEP –TR programı ile yalıtımlı binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 92 kWh/m² ve enerji sınıfı enerji sınıfı C sınıfı olarak belirlenmiştir. Yalıtımsız binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 134 kWh/m² ve enerji sınıfı E sınıfı olarak belirlenmiştir. Binada yalıtım yapılması durumunda TS 825’e göre yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 80 kWh/m² bulundu ve standartlara uygun olduğu belirlenmiştir. Yalıtımsız bina için 120 kWh/m² bulundu ve standartlara uygun olmadığı belirlenmiştir. TS 825’e göre hesaplanan bu değerlerin enerji kimlik belgesindeki değerlerle uyumluluğu kontrol edilerek sonuçta uygun olduğu görülmüştür. Ayrıca BEP-TR programının kullanımı gösterilip, kullanım sırasında karşılaşılan sorunlara ve eksikliklere çözüm önerileri sunulmuştur.

2019, 132 sayfa

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, enerji kimlik belgesi, BEP-TR

ABSTRACT

Master Thesis

ENERGY EFFICIENCY IN THE WORLD AND IN TURKEY

Esra URMAMEN

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering
Thermodynamics Department

Supervisor: Prof. Dr. Kadir BİLEN

The rapid population growth in our country and in the world, the increasing depletion of fossil fuels and the increasing need for energy by day with the developing technology have revealed the importance of energy efficiency. In order to use energy more efficiently and effectively, it has led countries to organize energy policies and to carry out studies in this context. Energy efficiency studies for the buildings in which we spend most of the energy in our country, especially in the European Union, are among the most current issues of today.

In this study, in our country, and the current status of renewable energy sources in the world and conducted energy efficiency efforts across the globe. Within this scope, the District of Konya, Central Anatolia region belongs to the building's insulated and non-insulated for BEP-TR made with energy performance analysis program EN building energy class. BEP- TR the annual heating energy insulated building with the program EN needs 92 kWh/m² and energy class energy class C class. The annual heating energy, uninsulated building needs 134 kWh/m² and energy class is designated as class E Insulation for the building, according to the annual heating energy needs TS 825 80 kWh/m² has been determined that the standards. Non-building's insulated and 120 kWh/m² for the building standards are not available. TS 825 calculated according to the value in this value energy identification document examined the compatibility with. The use of the program are also us-BEP-TR, problems and shortcomings encountered during the use of the presented solutions.

2019, 132 pages

Keywords: Energy efficiency, renewable energy, energy identity certificate, BEP-TR

TEŞEKKÜR

Kıymetli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Kadir BİLEN 'e yüksek lisans tezim boyunca katkılarından dolayı ve bana karşı olan sabır ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Bana kattığı değerler, sayesinde elde ettiğim bilgi kazanımları için kendisine müteşekkirim.

Üniversitemizin akademik çalışmaları arasına eklenen bu tezin bilim dünyasına ışık tutmasını ve bu alanda farkındalık oluşturup insanlığa katkıda bulunmasını dilerim.

Yaptığım çalışma sırasında her türlü maddi ve manevi desteklerini koşulsuz ve sürekli hissettiğim aileme, tüm çalışmalarım boyunca daima yanımda olan sevgili eşime ve oğluma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Esra URMAMEN

Ağustos, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Litaratür Araştırması	1
1.2. Türkiye’de Enerji Verimliliği Çalışmaları	3
1.3. Dünya’da Enerji Verimliliği Çalışmaları	4
1.4. Dünya’da Enerji Verimliliği Politikaları	6
1.5. Tezin Amacı ve Kapsamı	9
2. KURAMSAL TEMELLER.....	10
2.1. Türkiye’de Enerji Tüketimi.....	10
2.2. Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı	15
2.2.1. Konut sektöründe enerji verimliliği	16
2.2.2. Sanayi sektöründe enerji verimliliği.....	19
2.2.3. Elektrik Sektöründe Enerji Verimliliği	21
2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Elektrik Üretimi	25
2.3.1. Rüzgâr enerjisi.....	27
2.3.1.a. Rüzgâr enerjisi ile elektrik üretimi	28
2.3.2. Jeotermal enerji	35
2.3.2.a. Jeotermal enerji ile elektrik üretimi.....	37
2.3.3. Biokütle enerjisi	38
2.3.3.a.Biokütle enerjisi ile elektrik üretimi	40
2.3.4.Güneş enerjisi	41
2.3.4.a.Güneş enerjisi ile elektrik üretimi	43
2.4.Fotovoltaik Hücreler.....	44
2.4.1. PV sistemler ile elektrik enerjisi üretimi	46

3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	51
3.1. Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği	51
3.1.2. Binalarda enerji performans yönetmeliği hedefi ve kapsamı	51
3.2. Yeşil Bina Enerji Sertifikasyon Sistemleri.....	52
3.2.1. Bream enerji sertifikasyon sistemi	54
3.2.2. Leed enerji sertifikasyon sistemi	58
3.2.3. Green Star enerji sertifikasyon sistemi.....	59
3.2.4. DGNB enerji sertifikasyon sistemi.....	61
3.2.5. CASBEE enerji sertifikasyon sistemi.....	62
3.2.6. SBTool enerji sertifikasyon sistemi	63
3.2.7. BEP - TR enerji sertifikasyon sistemi	65
3.2.8. Türkiye’de ilk yeşil bina örnekleri	67
3.2.9. Sürdürülebilirlik kavramı ve sürdürülebilir enerji.....	69
3.3. Enerji Kimlik Belgesi	69
3.3.1. EKB belgesi için yetkili kuruluşlar	72
3.3.2. EKB uzmanı	72
3.3.3. EKB belgesi düzenlenmesi.....	72
3.3.4. BEP-TR programı ile EKB uygulamasında eksiklikler	73
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	75
4.1. BEP-TR Programı	75
4.1.1. BEP-TR programı üst menü sekmeleri	76
4.1.2. Çizim menüsü.....	82
4.1.3. Proje sonlandırma sekmeleri	84
4.1.4. Bep-TR programı alt menü sekmeleri	86
4.1.5. Özellikler menüsü sekmeleri	86
4.2. Bep-TR Programı ile EKB Belgesi Düzenlenmesi	95
4.3. Konya İline Ait Bina İçin EKB Belgesi Düzenlenmesi	95
4.3.1. Bina genel bilgileri	99
4.3.2. Bina genel özelliklerinin programa tanımlanması.....	99
4.3.3. Proje bilgilerinin programa tanımlanması	99
4.4. Mekanik Sistemler.....	102
4.4.1. Bina ısıtma ve soğutma sistemi	104

4.4.2. Bina aydınlatma sistemi	104
4.4.3. PV sistem ve kojenerasyon sistemi ile üretilen enerji	104
4.4.4. Programdan elde edilen sonuçlar	104
4.4.5. Bina yıllık enerji tüketim değerleri	107
4.4.6. Program sonuçları ile EKB belgesi düzenlenmesi	107
4.5. Sonuçların Değerlendirilmesi	108
4.6. Örnek Bina Yalıtımlı ve Yalıtımsız Durum için Durum Değerlendirmesi	109
4.6.1. Örnek binaya ait bilgiler	109
4.6.2. Güneş enerjisi kazancı	110
4.6.3. Yalıtımsız bina için ısı kaybı hesabı	111
4.6.4. Yalıtımlı bina için ısı kaybı hesabı	113
4.6.5. Yalıtımsız bina için ısı kazancı hesabı	115
4.6.6. Yalıtımlı bina için özgül ısı kazancı	116
4.6.7. Yalıtımsız bina için enerji kimlik belgesi	117
4.6.8. Yalıtımlı bina için enerji kimlik belgesi	122
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	127
KAYNAKÇA	131
ÖZGEÇMİŞ	133

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
cm ³	Santimetreküp
CO ₂	Karbondiyoksit
GWh	Gigavat Saat
Km	Kilometre
kWh	Kilowatt saat
KWh	Kilovat Saat
kWh/yıl	Kilowatt saat/yıl
m ³	Metreküp
MW	Megavat
YTL	Yeni Türk Lirası

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigeration and Air-conditioning
BEP-HY	Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi
BEP-TR	Binalarda Enerji Performansı – Türkiye
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Built Environment
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
	Efficiency
EİE	Elektrik İşleri Etüd İdareci

EKB	Enerji Kimlik Belgesi
EMO	Elektrik Mühendisleri Odası
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
EVKK	Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu
GBCA	Yeşil Bina Konseyi
GREENSTAR	Green Building Council of Australia
JAGBC	Japonya Yeşil Bina Konseyi
LED	Light Emitting Diode
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MMO	Makine Mühendisleri Odası
OPEC	Petrol İhraç Eden Ülkeler Teşkilatı
PV	Fotovoltaik
RES	Rüzgâr Enerjisi Santrali
SBTOOL	Sustainable Building Tool-Canada
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UEA	Uluslararası Enerji Ajansı
USGBC	Amerikan Yeşil Binalar Konseyi
WEC	World Energy Council
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Türkiye Birincil Enerji Tüketiminde Dışa Bağımlılığın Artışı- 1990-2017 (%)	11
Şekil 2.2. Enerji tasarruf potansiyeli.....	12
Şekil 2.3. 2016 Yılı Sonu Türkiye’de Üretilen Birincil Enerjinin Yerli Kaynaklara Göre Dağılımı.....	13
Şekil 2.4. 2016 Yılı Sonu Türkiye’de Üretilen Birincil Enerjinin Yabancı Kaynaklara Göre Dağılımı	14
Şekil 2.5. Türkiye 2016 Yılı Birincil Enerji Tüketimi Kaynak Bazında Dağılımı	14
Şekil 2.6. Enerji tüketiminin sektörel dağılımı, 2017	15
Şekil 2.7. Enerji tüketiminin nihai sektörlerle göre gelişimi	16
Şekil 2.8. Elektrikli ev eşyalarının elektrik tüketimi	18
Şekil 2.9. Sanayide enerji tüketiminin enerji kaynaklarına göre dağılımı.....	20
Şekil 2.10. Elektrik tüketiminin sektörel dağılımı	22
Şekil 2.11. Türkiye Elektrik Üretimine Kullanılan Birincil Kaynaklara Göre Dağılımı	25
Şekil 2.12. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesislerin kurulu gücü	26
Şekil 2.13. Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyel atlası.....	27
Şekil 2.14. İşletmedeki RES’lerin bölgelere göre dağılımı	30
Şekil 2.15. İşletmedeki RES’lerin bölgelere göre yüzdelik dağılımı.....	31
Şekil 2.16. İşletmedeki RES’lerin illere göre dağılımı	32
Şekil 2.17. İnşa halindeki RES’lerin bölgelere göre dağılımı	33
Şekil 2.18. İnşa halindeki RES’lerin bölgelere göre yüzdelik dağılımı.....	33
Şekil 2.19. İnşa halindeki RES’lerin illere göre dağılımı	34
Şekil 2.20. İnşa halindeki RES’lerin illere göre yüzdelik dağılımı	34
Şekil 2.21. Jeotermal enerji potansiyel atlası.....	35
Şekil 2.22. Türkiye’de jeotermal kaynakların bölgelere göre dağılımı	36
Şekil 2.23. Türkiye biokütle enerji atlası	41
Şekil 2.24. Güneş enerjisi potansiyel atlası	42

Şekil 2.25. Güneş enerjisinin yıllara göre değişimi	42
Şekil 2.26. PV sistem çalışma şeması	43
Şekil 2.27. PV panel yapısı	44
Şekil 2.28. Dünya üzerindeki kurulu PV güçlerin yıllara göre miktarları	45
Şekil 2.29. Kayıplara neden olan etkenler ve yüzdeleri	47
Şekil 2.30. Konya Karatay Kızören GES bilgileri	49
Şekil 2.31. Kayseri OSB güneş enerjisi santrali bilgileri	49
Şekil 2.32. Özkoyuncu Madencilik Balıkesir GES bilgileri	50
Şekil 3.1. Binalarda enerji performans yönetmeliği kapsamı	52
Şekil 3.2. Breem sertifikasyon sistemi kategorilerin puan yüzdeleri dağılımı	56
Şekil 3.3. Breem sertifikasyon sistemi sınıfları	56
Şekil 3.4. Breem değerlendirme şeması	57
Şekil 3.6. Leed sertifikasyon sistemi sınıfları	59
Şekil 3.8. Green Star sertifika sınıfları	61
Şekil 3.9. DGNB sertifika sınıfları	62
Şekil 3.10. CASBEE sertifika sınıfları	63
Şekil 3.12. SBTool sertifika sistemi sınıfları	65
Şekil 3.13. Enerji performans sınıfları	66
Şekil 3.14. Enerji kimlik belgesi	71
Şekil 4.1. EKB belgesi	75
Şekil 4.2. Program ara yüzü	77
Şekil 4.3. Kaydet simgesi	79
Şekil 4.4. Giriş sekmesi seçenekleri	80
Şekil 4.5. Seçim sekmesi seçenekleri	81
Şekli 4.6. Çizim menüsü çubukları	83
Şekil 4.7. Proje sonlandırma sekmeleri	85
Şekil 4.8. Alt menü sekmeleri	86
Şekil 4.9. Birimler ve topoloji bölümü	87
Şekil 4.10. Özellikler menüsü	88
Şekil 4.11. Proje bilgileri sekmesi	89
Şekil 4.12. Bina bilgileri sekmesi	90
Şekil 4.13. Konstrüksiyon tipi sekmesi	91

Şekil 4.14. Bina korunma durumu sekmesi	92
Şekil 4.15. Sızdırmazlık bilgileri sekmesi	92
Şekil 4.16. Isı köprüleri sekmesi.....	93
Şekil 4.17. Mekanik ısıtma penceresi	94
Şekil 4.18. EKB düzenlenme işlem sırası.....	95
Şekil 4.19. Enerji kimlik belgesi.....	96
Şekil 4.20. Mevcut bina kat planı	97
Şekil 4.21. Mevcut projenin açılması	98
Şekil 4.22. Bina bilgilerinin tanımlanması	100
Şekil 4.23. Proje bilgilerinin tanımlanması	101
Şekil 4.25. Mekanik sistem özelliklerinin tanımlanması.....	103
Şekil 4.26. Hesaplama hatası verme	105
Şekil 4.27. Hesap sonuç ekranı	106
Şekil 4.28. Hesaplamayı gönder seçeneği.....	107
Şekil 4.29. e-devlet sisteminden ekb belgesi sorgulama.....	108
Şekil 4.30. e-devlet sisteminden ekb belgesine erişim	108
Şekil 4.31. Yalıtımsız bina için enerji kimlik belgesi sayfa 1	118
Şekil 4.32. Yalıtımsız bina için enerji kimlik belgesi sayfa 2	119
Şekil 4.33. Yalıtımsız bina için enerji kimlik belgesi sayfa 3	121
Şekil 4.34. Yalıtımlı bina için enerji kimlik belgesi sayfa 1.....	123
Şekil 4.35. Yalıtımlı bina için enerji kimlik belgesi sayfa 2.....	124
Şekil 4.36. Yalıtımlı bina için enerji kimlik belgesi sayfa 3.....	125

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünya Birincil Enerji Tüketimi	10
Çizelge 2.2. B-F sınıfları yerine A sınıfı kullanıldığında tasarruf oranı	19
Çizelge 2.3. Tüketici tasarruf potansiyelleri	21
Çizelge 2.4. Elektrik Üretim Tüketim Oranları	23
Çizelge 2.5. Kaynak Bazında Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimi (GWh)	24
Çizelge 2.6. Jeotermal sahaların entalpi değerlerine göre kullanım alanları	37
Çizelge 2.7. Türkiye’de jeotermal uygulamalar	38
Çizelge 3.1. Enerji performans sınıf endeksleri	67
Çizelge 4.1. Güneş enerjisi ışıınım değerleri ve güneş enerjisi ısı kazancı	111
Çizelge 4.2. Yalıtımsız bina için özgül ısı kaybı çizelgesi	112
Çizelge 4.3. Yalıtımlı bina için özgül ısı kaybı çizelgesi	114
Çizelge 4.4. Yalıtımsız bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplama çizelgesi	115
Çizelge 4.5. Yalıtımlı bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplama çizelgesi	117
Çizelge 4.6. Yalıtımsız bina için U değerlerinin karşılaştırması	120
Çizelge 4.7. Yalıtımlı bina için U değerlerinin karşılaştırması	122

1. GİRİŞ

1.1. Litaratür Araştırması

Binalarda Enerji Performansı – Türkiye (BEP-TR) 1 programı ve Enerji Kimlik Belgesi (EKB) uygulaması konusunda yapılan çalışmada, enerji verimliliğinde binalarda enerji verimliliğinin önemine dikkat çekerek, Binalarda Enerji Performansı Direktifinin amaçları irdelenmiştir. Binalarda tüketilen toplam enerji miktarında %60'lara varan tasarruf potansiyeli olduğunu belirtilmiş ve binalarda enerji performans (BEP) yönetmeliğinin amacına değinilerek, BEP-TR1 programının kullanılabilirliğini ve EKB uygulamasını incelenmiştir. Çalışmada, Trabzon ilinde ikamet eden 10 EKB uzmanı ile görüşüp, BEP-TR 1 programının kullanılabilirliği, programdaki hatalar, EKB uygulamasındaki yaşanan eksiklikler ve sorunlar hakkında sorular yöneltilmiştir. Aldıkları cevapları değerlendirerek çözüm önerileri sunmayı amaçlamışlardır. Bu amaç üzere, BEP-TR 1 programının kolay olduğu fakat sistem kaynaklı hatalara sahip olduğu, mekanik sistem sekmesindeki tek bir veri girişinin enerji sınıfını büyük oranda etkilemesi programın güvenilirliğini düşürdüğü, bütün yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme tanımlı olmaması programın eksikliği sonucuna varılmıştır. Enerji kimlik Belgesi (EKB) uygulamasında ise, EKB düzenleyen EVD (Enerji Verimlilik ve Danışmalık) şirketlerinin tüm illerde olmaması bu ihtiyacın farklı illerden karşılanması için doğru analiz edilmeden belge verilmesine sebep olduğu, uygulamadaki denetim eksikliklerinin olduğu kanısına varılmıştır. Ayrıca, yalıtımsız bir binanın da bir duvarın doğru malzeme ve duvar kalınlığı ile C sınıfı enerji kimlik belgesi alabildiği sonuçlarına varılmıştır (Aydın vd 2017).

Yapılan bir diğer çalışmada Gaziantep ilinde Avrupa Birliği standartlarına sahip Gaziantep Kabul ve Barınma Merkezi Binasının enerji kimliğinin oluşturulması ve binanın enerji performans yönünden BEP-TR 1 programı kullanılarak değerlendirilmesi yönünde araştırmalar yapılmıştır. Bu kapsamda, binanın mekanik, ısıtma, geometri bilgileri kullanılarak BEP-TR programı ile enerji tüketim değerleri tespit edilmiş, yıllık enerji tüketim değerlerinin ulusal bütçeye nasıl etki edeceği ve uluslararası standartlarda

yapılmış bir binanın enerji performansı üzerine değerlendirmeler de bulunmuşlardır. Ayrıca, binanın yıllık aydınlatma için harcadığı enerji değeri ve CO₂ salınımı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, programdan kaynaklı hataları belirtip hatalara yönelik çözüm önerileri sunmuşlardır (Durmuş vd 2014).

Yapılan yüksek lisans tez çalışmasında, konutlarda enerji verimliliğini artıran yöntemleri inceleyerek uluslararası enerji sertifikasyon sistemlerinin özelliklerini incelemiştir. Ayrıca, örnek yapılar üzerinden BEP-TR programını inceleyip kullanılmasını göstermiştir. BEP-TR programının diğer sertifikasyon sistemleri ile karşılaştırması yapılmıştır (Külünkoğlu İslamoğlu 2017).

Bu alanda yapılan doktora tez çalışmasında yapı enerji verimliliği kavramlarını tanımlamış, dünyada ve Türkiye’de enerji verimliliği alanında uygulanan kanunun ve yönetmelikleri, direktifleri, enerji verimliliği çalışmalarını incelemiştir. Ege ve Doğu Anadolu Bölgesindeki örnek iki yapı üzerinde enerji analizi yaparak BEP, Vasari, HAP programlarından sonuçlar elde edilmiş ve bu sonuçlara yorumlanmıştır (Önal 2015).

Yapılan bir diğer çalışmada uluslararası enerji sertifikasyon sistemleri ile Türkiye’de uygulanan enerji sertifikasyon sistemini incelemiş ve karşılaştırmalar yapmışlardır. Bu kapsamda, Türkiye’deki Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğini incelenerek değerlendirme yapılmıştır (Anbarcı vd 2012).

Yapılan bir diğer çalışmada, Türkiye’nin farklı bölgelerine ait 4 farklı ilde, BEP-TR programı ile binanın enerji performans analizini yaparak enerji kimliğini tespit etmişlerdir. Binaların enerji kimlik sınıfı, İstanbul, Ankara, Erzurum için C sınıfı, Antalya için D sınıfı olduğunu belirtmişlerdir. İllerdeki binaların enerji performans değerlerini kullanarak karşılaştırmalar yapmışlardır (Yaka vd 2016).

Yapılan bir diğer çalışmada, Antalya ili Korkuteli ilçesindeki 6 farklı mahalledeki bulunan binaların BEP-TR programı kullanarak enerji performans değerlerini tespit etmiştir, binaların enerji sınıfını C sınıfı olarak bulmuştur. Farklı konumlarda ve farklı

topolojiye sahip binalar için enerji verimlik açısından birbirleri ile karşılaştırılmıştır (Önal 2014).

1.2. Türkiye’de Enerji Verimliliği Çalışmaları

Enerjinin sadece maliyet olarak düşünülmemesi gerekir aslında, fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin çevreye verdiği zarar küresel ısınma ve iklim değişikliğinin meydana getirdiği sorunların daha önemli olduğu unutulmamalıdır.

Türkiye enerjisinin %70’i dışa bağımlıdır. Bu yüzden mevcut potansiyel enerji kaynaklarımızı kullanıp bu oranın düşürülmesi başlıca hedeflerimiz arasında olmalıdır.

Gerek yönetmelikler gerekse eylem planları sadece alınan kararlar şeklinde kalmamalı uygulamalar yasalarla zorunlu kılınmalı ve uygulanmadığı takdirde cezai yaptırımlar uygulanmalıdır.

Türkiye’de enerji kullanımı ve israfı konusunda diğer bir eksiklik ise denetimdir. Devletin düzenli denetimlerin yapılması hususunda tedbir alması gerekmektedir. 1973 petrol krizi sonrası önem kazanan enerji verimliliği konusu, günümüzde de dış ülkelerle politik konumumuz ve iklim değişikliği sorunları ile önemini korumaktadır.

Ülkemizde geçmişten günümüze enerji verimliliği konusunda birçok tedbir alınmıştır. Bunlardan bazıları şunlardır;

- 1977 yılında yayınlanan ısıtma ve buhar tesislerinin yakıt tüketiminde enerji sağlama ve azaltılması yönetmeliği.
- 1981 yılında yayınlanan ısı yalıtım yönetmeliği (1985 yılında yeniden revize edilmiştir.)
- 1998 yılında yayımlanan TS 825 binalarda ısı yalıtım kuralları standardı (2000 yılında yeniden revize edilmiştir.)

- 2007 yılında yayımlanan 5627 sayılı enerji verimlilik kanunu
- 2007 yılında yayımlanan binalarda enerji performans (BEP) yönetmeliği
- 01.01.2011 tarihinde BEP yönetmeliği ile yalıtım uygulaması

1.3. Dünya’da Enerji Verimliliği Çalışmaları

Fosil yakıtların giderek tükenmesi sera gazı emisyonu ile iklim değişikliği enerji verimliliği çalışmalarını dünyada ön plana çıkarmıştır. Dünya’da tüketilen enerjinin büyük bir bölümü ülkemizde olduğu gibi binalarda tüketilmektedir. Bu rakam yaklaşık %40 civarındadır. Bu sebeple birçok ülkede gerek gönüllülük esaslı gerek yasal zorunluluğu olan birçok uygulama ortaya çıkmıştır. Yeşil bina teşvik çalışmaları binalarda tüketilen enerji miktarını azaltmak amacıyla öne çıkan uygulamalar arasındadır. Bu bağlamda, dünyada en güzel örnek Amerika’dır.

Vergi iadeleri, vergi indirimleri, teknik yardım hizmetleri, eğitim ve bilgilendirme danışmanlık hizmetleri ile tüketilen enerjinin %50’sinin binalarda tüketildiği göz önüne alınarak bu rakamın azaltılması amaçlanmıştır.

Amerika’da yeşil bina standartlarına uygun yatırım yapıldığında hükümet tarafından mükellef kişiye maddi destek sağlamak amacıyla maliyetin %10 ile %30 civarında vergi kredisi veya hibe verilmektedir.

Amerika Birleşik Devleti (ABD) enerji yatırımı, enerji üretimi hususunda vergi teşvik uygulamaları enerji verimliliği sağlayan çevre dostu bina sayısını artırmayı hedeflemiştir. Ülkede uygulanan uygulamalardan bazıları şunlardır;

- Federal vergi teşvikleri
- Enerji üretimi vergisi
- Federal işletme vergisi
- Hızlandırılmış amortisman
- Leadership in Energy and Environmental Design (Leed) sertifikasyon sistemleri

Bu uygulamaların bazıları Federal Gelir Kanunu ile yasal yaptırımlara bağı tutulmuş olsa da, genellikle gönüllülük esasına dayanır.

Bu bağlamda ülkemizde kıyaslandığında dünyada enerji tüketimde 23.sırada olan ülkemizde yeşil bina hususunda herhangi bir yasal düzenleme uygulanmamaktadır.

Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından 2013 yılında hazırlanan kanun tasarısı taslağında yeşil bina üretimini artırmak için birtakım vergi teşvikleri gündeme getirilmiş, fakat bu kanun tasarısı yasalaşmayıp sadece kâğıt üzerinde sınırlı kalmıştır. Yeşil bina sayısının artırılması için vergi ve teşvik sistemleri uygulamaya geçirilmemiştir.

Ülkemizde yeşil bina olmakla birlikte sayısı da oldukça sınırlıdır. Kamu, belediye, yerel idari hizmet binaları gibi devlet elinde olan binaların yeşil bina olarak tasarlanması kamuoyunda farkındalık yaratmak halkın bilinçlendirilmesini sağlamak amacıyla öncelikli hedef olmalıdır.

Bu binaların artırılması hususunda devlet desteği şarttır. Sanayi sektöründen sonra enerjinin büyük bir bölümünü tükettiğimiz konut sektöründe de enerji verimliliği sağlamak için enerji sorununu çözmek adına bu kaçınılmazdır.

Bu yüzden ABD’de olduğu gibi ülkemizde de vergi indirimleri ve teşvik kredileri somut olarak uygulamaya geçirilmesi adına yasal düzenlemeler zaman kaybetmeden hayata geçirilmelidir.

Leadership in Energy and Environmental Design (Leed) ve Building Research Establishment Environmental Assessment Method (Bream) yeşil bina sertifika sistemlerinin kullanımının yanı sıra kendi ulusal yeşil bina sertifikasyon sistemimizin oluşturulması için çalışmalar hız kazandırılmalıdır. Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği ve Enerji Verimlilik Kanunda yeşil bina sayısının artırılması hususunda uygulamalara yer verilerek güncellenmeli, uygulamalar cezai yaptırımlara, yasal zorunluluklara bağlanmalıdır.

Yeni binaların çevreye duyarlı bina olarak inşa edilmesi için mükellef kişinin maliyetinin azaltılması adına devlet desteği verilmeli bu binalardan birkaç seneliğine vergi alınmaması, diğer binalara oranla daha düşük vergi alınması, vergi oranlarının düşürülmesi gibi çözüm odaklı sistemler geliştirilmelidir.

Mevcut binaların çevre dostu binalara dönüştürülmesi hususunda devlet ve kamu binalarında kentsel dönüşüme başlayarak halka öncülük etmelidir. Bu çalışmalar kâğıt üstünde kalıp somut olarak hayata geçirilmediği sürece artan nüfus miktarı ve gelişen teknoloji ile enerji sorunumuz her geçen gün büyüyerek ekonomik kalkınma ve dış ülkelerle ilişkilerimizde daha büyük sorunları da beraberinde getirecektir.

1.4. Dünya’da Enerji Verimliliği Politikaları

Enerji insanlık için ilk çağlardan itibaren önem arz etmekte olup, sanayi devrimi ile bu önem daha da artmıştır, gelişen teknoloji ve nüfus artışıyla da artmaya devam etmektedir.

20. yüzyıl dünya savaşları enerjinin önemini bir kez daha artırarak farklı boyut kazandırmıştır. Savaş sonrası birçok ülke, enerji kimlik arayışına girmiş, 20. yüzyılın ortalarında Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) in kurulması ile petrol üreten devletler ortak hareket etmek adına bir araya gelmişlerdir.

1970’lerde Arap İsrail savaşları sonrası İsrail yanlısı ülkelere uygulanan petrol ambargosu sonucu, ABD ve Japonya gibi birçok batı ülkesinde yeni enerji kaynakları arayışına sebep olmuştur. Ve bugünkü yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında önemli örnek olan ABD’nin politikalarının temeli o zaman atılmıştır.

İsrail’in batılı devletlerin desteği ile Arapları mağlup etmesi sonucu, Arap devletleri bu devletlere petrol ambargosu uygulamış buda petrol krizine sebep olmuştur.

1970’lerde Arap ve İsrail savaşları sonrası yaşanan bu petrol krizi sonucu birçok batı ülkesinde dış ilişkilerde enerjinin önemi dikkat çekmiştir.

Tarihte yaşanan bu olayın gelecekte de yaşanması muhtemeldir. Bu sebeple, enerjide dışa bağımlılığı azaltacak yeni kaynaklar ve çözümler üretilmeli, dış ülkelerin enerjiyi siyasi bir araç olarak kullanmalarına izin verilmemelidir.

Hükümet tarafından tutarlı politikalar yürütülmeli, enerji verimliliği ve enerji güvenliliği yönünde çalışmalar düzenleyerek birçok ulusal kuruluş ve örgüt kurulmalı ve uluslararası politikada enerjinin önemi düşünülerek finansal ve politik destek sağlanmalıdır.

Geçmişte olduğu gibi gelecekte de ülkeler arasında enerji kaynakları bir silah olarak kullanılabilir, dış ilişkilerde enerji kaynaklı büyük savaşlar çıkabilir, bu sebeple kendi enerjimizi kendimiz üretmenin bir yolunu bulmamız gerekmektedir.

Dünya’da yenilenebilir enerji politikalarına baktığımızda petrol krizinin meydana getirdiği sonuçlar Avrupa Birliği 1990-2004 yılları arasında enerji politikasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik vermiş ve üye ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına teşvik etmiştir.

Avrupa Birliğinin yıllar içinde enerji verimliliği konusunda yaptığı çalışmalara baktığımızda şöyle sıralayabiliriz;

- 1974 yılında Avrupa Birliği komisyonu tarafından Yenilenebilir Enerji Kaynakları Stratejisinin belirlenmesi
- 1996 yılında Avrupa Komisyonu tarafından yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini vurgulama amaçlı Yeşil kitabın hazırlanması
- 1997 yılında Avrupa Komisyonu tarafından yenilenebilir enerji kaynaklarının sera gazı üzerine etkisini vurgulamak üzere Beyaz kitabın hazırlanması

- 27 Eylül 2001 yılında Elektrik pazarında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarıyla Elektrik üretiminin geliştirilmesi hususunda Yenilenebilir Enerji kaynaklarından üretilen elektrik miktarını %14'den %22'e çıkarılmasını amaçlayan Avrupa Parlamentosu ve Konseyi direktifi
- 8 Mayıs 2003 yılında Biy yakıtlar ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının ulaştırma alanında kullanımının geliştirilmesi konusunda Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifinin yayınlanması
- 23 Nisan 2009 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarına teşvik edilmesi konusunda 2000-2003 yılları arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması hususunda yürütülen kampanya
- 1992-2007 yılları arasında ARTENER programının uygulanması
- 2003-2006 yılları arasında Avrupa için enerji programının oluşturulması

Avrupa Birliği yayımladığı bu direktiflerle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması hususunda hedefler belirlemiş ve gerçekleştirmeye çalışmıştır. ALTENER gibi oluşturduğu topluluk programları ile bilinçli bir toplum oluşturmaya çalışmıştır.

Avrupa Birliği yıllar içinde uyguladığı bu politikalar ile enerji arz güvenliğinin sağlanması ve çevrenin korunması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ile enerjide lider olmayı amaçlamıştır.

Ve son olarak 10 Kasım 2010 yılında Enerji 2020 stratejisini yayımlayarak gelecek 10 yıl için Avrupa Birliği'nin enerji alanındaki öncelikleri şu şekilde sıralanmıştır;(T.C Avrupa Birliği Bakanlığı 2014)

1. Enerjiyi verimli kullanan bir Avrupa oluşturmak
2. Tümüyle entegre enerji pazarı oluşturmak
3. Tüketicileri güçlendirmek ve tüketicilere tedarikçilerini seçme hakkı sağlamak
4. Enerji teknolojisi ve inovasyonda lider olmak
5. AB enerji pazarının dış boyutunu güçlendirmek

Bununla birlikte, 15 Aralık 2011 yılında yayınladığı 2050 Enerji Yol Haritası ile karbonsuz enerji için çalışmalar incelenmiştir.

1.5. Tezin Amacı ve Kapsamı

Fosil yakıtların giderek tükenmesi, enerjiye olan ihtiyacın her geçen gün artması insanlığı enerjinin etkin kullanılmasına yönlendirmiştir. Enerjinin büyük bir bölümü binalarda tüketildiği göz önüne alınarak, gelişen dünyanın enerji ihtiyaçlarını karşılayabilecek yapıların oluşturulma çabaları başlamıştır. Dünya çapında enerji verimliliğin önemi ve sürdürülebilir enerji kavramı ortaya çıkmıştır. Günümüzde artan enerji ihtiyacı ile birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı vazgeçilmez olmuştur.

Tez çalışmasının amacı, Türkiye’de ve dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut durumun değerlendirilmesi ve Türkiye’de enerji sertifikasyon sistemi bep-tr ve uluslararası sertifikasyon sistemleri ile bir karşılaştırma yapmaktır.

Uygulama kapsamında, BEP–TR programı ile örnek yapının enerji performans analizinin yapılması, programın nasıl kullanıldığının gösterilmesi, programda karşılaşılan sorunlar ve eksikliklerin incelenmesi, karşılaşılan sorunlara ve eksikliklere çözüm önerileri getirilmesi hedeflenmektedir.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Türkiye’de Enerji Tüketimi

Ülkemiz birincil enerji tüketiminde diğer ülkelerle kıyaslandığında dünyada 19. sırada gelmektedir. Bazı ülkelerin 2013, 2014 ve 2015 yıllarına ait birincil enerji tüketim miktarları Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Dünya Birincil Enerji Tüketimi (Milyon TEP) (ETKB 2019)

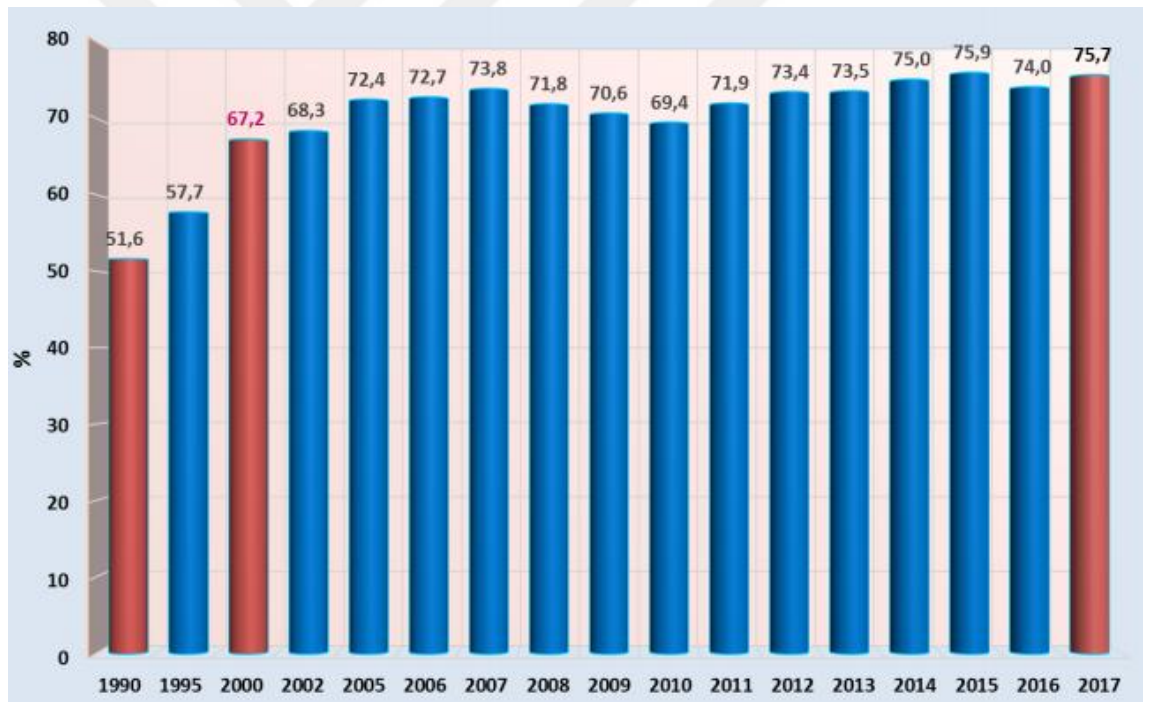
ÜLKE	2013	2014	2015	Dünya Toplamındaki Payı (%)	Sıra
<i>Çin</i>	2.903,9	2.970,3	3.014,0	22,9%	1
<i>ABD</i>	2.271,7	2.300,5	2.280,6	17,3%	2
<i>Hindistan</i>	626,0	666,2	700,5	5,3%	3
<i>Rusya</i>	688,0	689,8	666,8	5,1%	4
<i>Japonya</i>	465,8	453,9	448,5	3,4%	5
<i>Kanada</i>	335,0	335,5	329,9	2,5%	6
<i>Almanya</i>	325,8	311,9	320,6	2,4%	7
<i>Brezilya</i>	290,0	297,6	292,8	2,2%	8
<i>Güney Kore</i>	270,9	273,1	276,9	2,1%	9
<i>İran</i>	247,6	260,8	267,2	2,0%	10
<i>Suudi Arabistan</i>	237,4	252,4	264,0	2,0%	11
<i>Fransa</i>	247,4	237,5	239,0	1,8%	12
<i>Endonezya</i>	175,0	188,3	195,6	1,5%	13
<i>Birleşik Krallık</i>	201,4	188,9	191,2	1,5%	14
<i>Meksika</i>	188,9	190,0	185,0	1,4%	15
<i>İtalya</i>	155,7	146,8	151,7	1,2%	16
<i>İspanya</i>	134,2	132,1	134,4	1,0%	17
<i>Avustralya</i>	130,7	129,9	131,4	1,0%	18
Türkiye	120,3	123,9	126,9	1,0%	19
<i>Tayland</i>	120,3	123,4	124,9	0,9%	20
<i>Güney Afrika</i>	124,6	128,0	124,2	0,9%	21
<i>Tayvan</i>	109,9	111,4	110,7	0,8%	22
<i>BAE</i>	97,2	99,0	103,9	0,8%	23
<i>Polonya</i>	96,0	92,4	95,0	0,7%	24
<i>Ukrayna</i>	114,7	101,0	85,1	0,6%	25
TOPLAM	12.873,1	13.020,6	13.147,3	100,0%	

* (1 Ocak 2017 itibarıyla en güncel verilerdir.)

Ülkemizde enerji tüketimini yerli enerji kaynakları ile karşılama oranına baktığımızda ise enerji de dışa bağımlılık sorunu ortaya çıkmaktadır. Gelişen teknoloji, hızlı nüfus artışı ile enerji ihtiyacının artması enerji de dışa bağımlılık sorununu giderek

artırmaktadır. Enerjide dışa bağımlılık, yüksek enerji faturalarına, enerji temininde aksamalara, enerji güvenliği sorunlarına sebep olmakta ülke refahı ve ekonomik gelişme önünde engel teşkil etmektedir. Bu nedenle, enerji verimliliğini amaçlayan ve enerji tasarrufunu ön plana çıkaran, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı enerji politikaları önem kazanmaktadır.

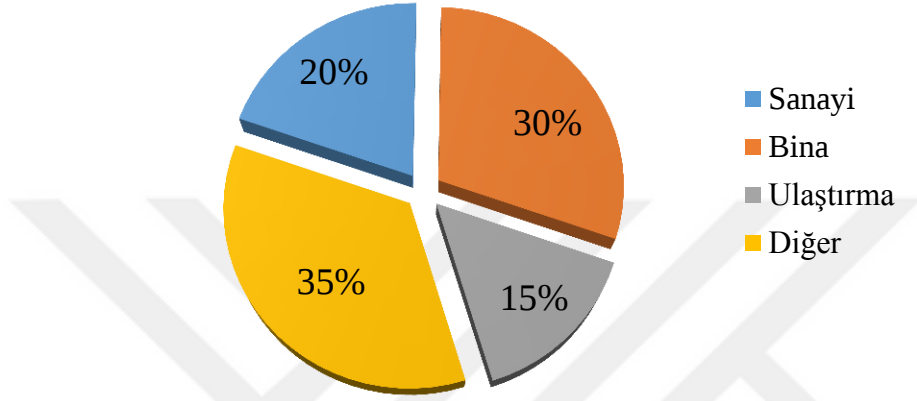
Ülkemizdeki yıllar içerisinde enerjide dışa bağımlılık artış oranlarına bakıldığında, 1990 yılında enerjide dışa bağımlılık artışı %51,6 olup 2005 yılında %72,4'e ulaşmıştır. 2011 yılından itibaren ise bu oran %70'in altına düşmediği ve 2017 yılında %75,7'e ulaştığı görülmektedir. (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Türkiye Birincil Enerji Tüketiminde Dışa Bağımlılığın Artışı- 1990-2017 (%) (Türkyılmaz 2019)

Ve ileriki yıllarda gelişen teknolojiye bağlı olarak bu rakamların değişmeyeceği bakanlık tarafından öngörülmektedir.

Enerji Bakanlığı tarafından enerji tasarrufu ilgili yapılan açıklamada, Türkiye’de sanayide %20, bina sektöründe %30’un üzerinde olduğu, ulaştırma sektöründe %15 civarında enerji tasarruf potansiyeli olduğu belirtilmektedir (Şekil 2.2).

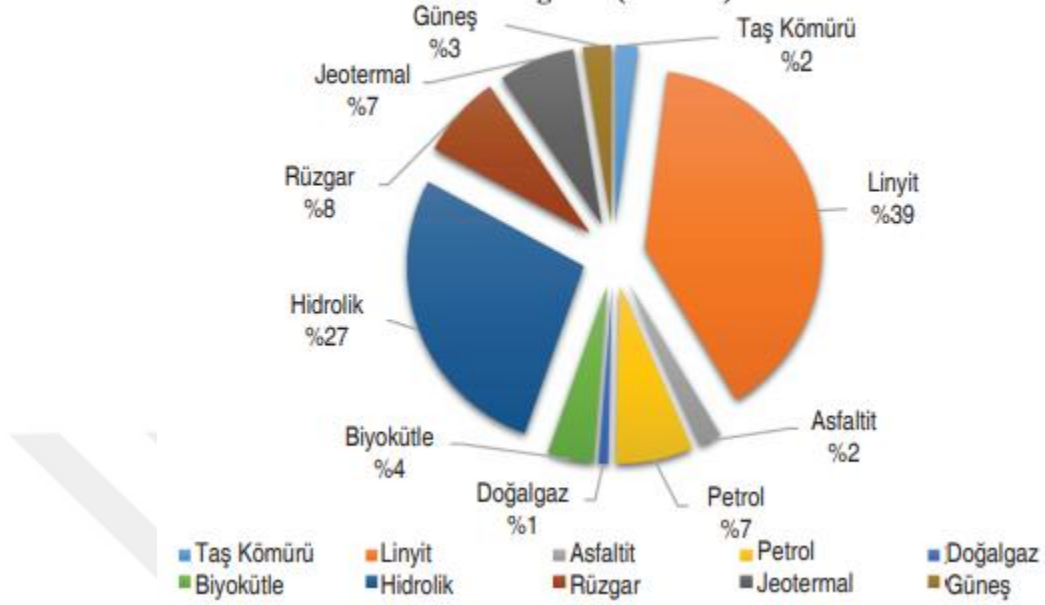


Şekil 2.2. Enerji tasarruf potansiyeli (ETKB 2018)

Enerji tasarruf oranları göstermektedir ki ülkemizde, enerji verimliliği yönünde yapılacak çalışmalarda enerji tasarrufu öncelikli hedef olmalıdır.

Ülkemiz birincil enerji üretiminin yerli kaynaklara göre dağılımında Petrol %7, Doğalgaz %1 pay almaktadır. Enerji tüketiminde yenilebilir enerji payı ise jeotermal %7, güneş %3, rüzgâr %8, biokütle %4 olup toplamda yenilebilir enerji kaynaklarının payı sadece %12’dir. Daha yaşanabilir ve sürdürülebilir çevre için yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretiminde kullanılarak bu oranın artırılması faydalı olacaktır (Şekil 2.3).

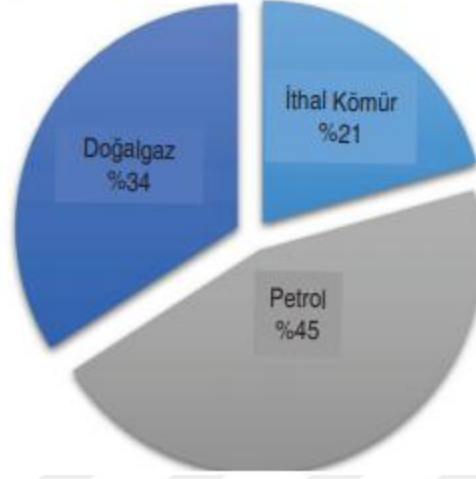
Türkiye'nin Birincil Enerji Üretiminin Yerli Kaynaklar Bazında Dağılımı (binTEP)



Şekil 2.3. 2016 Yılı Sonu Türkiye’de Üretilen Birincil Enerjinin Yerli Kaynaklara Göre Dağılımı (Koç vd 2018)

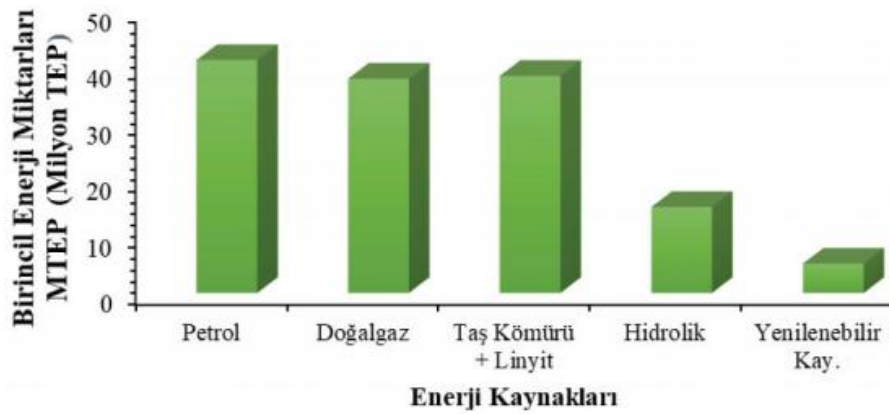
2016 yılı itibari Türkiye’de yerli birincil enerji üretimi 35.374 bin ton eşdeğer petrol olarak hesaplanırken, ithal edilen birincil enerji 113.117 bin ton eşdeğer petroldür. Bu ithal edilen enerji kaynaklarına bakıldığında Şekil 2.4’te görüldüğü üzere özellikle fosil kaynaklı yakıtlarda dışa bağımlı olduğumuzu açıkça göstermektedir. Yerli ve yabancı kaynaklara bağlı olmak üzere toplam birincil enerji 148.491 bin ton eşdeğer petrol olarak hesaplanmıştır (Koç vd 2018).

Türkiye'nin Birincil Enerji Üretiminin Yabancı Kaynaklar Bazında Dağılımı (binTEP)



Şekil 2.4. 2016 Yılı Sonu Türkiye’de Üretilen Birincil Enerjinin Yabancı Kaynaklara Göre Dağılımı (Koç vd 2018)

Ülkemizde birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı ise Şekil 2.5’te gösterilmiştir. Enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımına bakıldığında 41,2 milyon TEP ile petrol ilk sırada yer almakta olup, doğal gaz ve taş kömürü petrolü takip etmektedir.

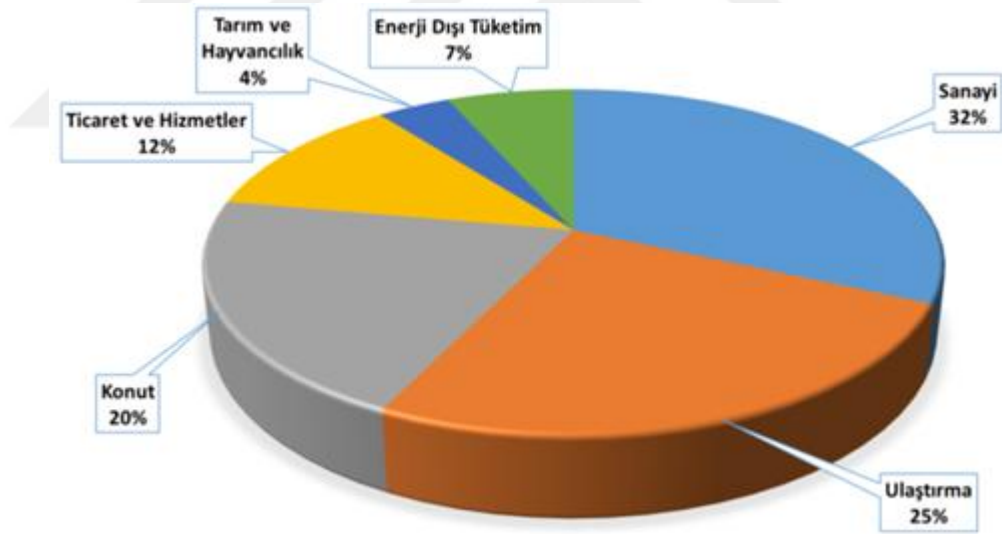


Şekil 2.5. Türkiye 2016 Yılı Birincil Enerji Tüketimi Kaynak Bazında Dağılımı (Koç vd 2018)

Ülkemizde birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı değerlendirildiğinde, %90 üzerinde ihracat yapılan doğalgaz ve petrol kaynaklarına dayalı birincil enerji tüketimi olduğu görülmekte, bu kaynaklarda dışa bağımlılığın enerji sorunun temelini oluşturduğu görülmektedir. Bu durumun yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak azaltılması en doğru hedef olacaktır.

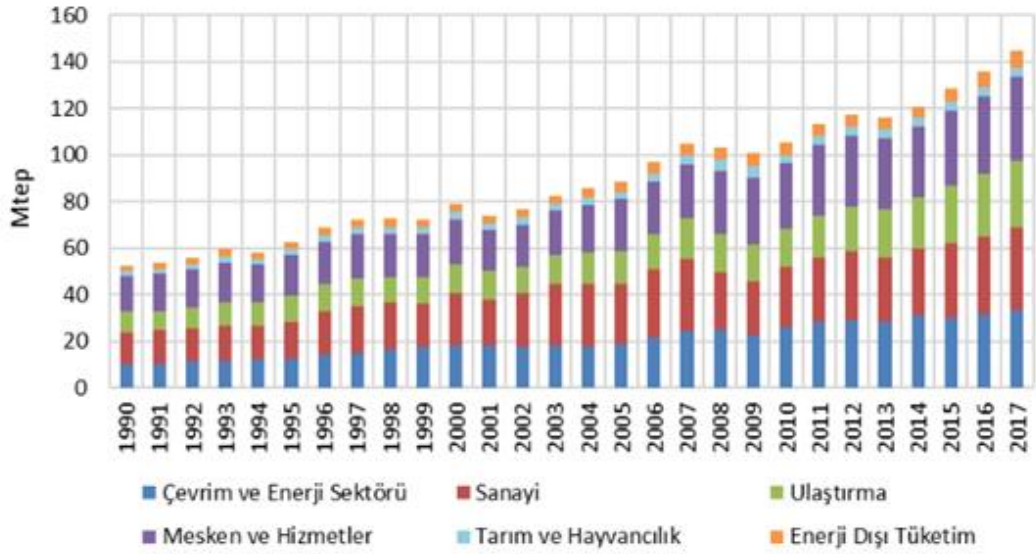
2.2. Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı

Enerji tüketiminin sektörel dağılımında en büyük pay %32 ile sanayi sektöründe olup, %25 ulaştırma ve %20 konut sektörü sanayi sektörünü takip etmektedir. Enerjinin büyük bir bölümü sanayide kullanılmakta olup enerji verimliği çalışmalarının sanayi üzerine yoğunlaşması gerekmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Enerji tüketiminin sektörel dağılımı, 2017 (Türkyılmaz 2018)

Enerji tüketiminin yıllar içinde nihai sektörlere göre gelişiminde, 1990 yılından itibaren en büyük artış sanayi ile mesken ve hizmet sektöründe olduğu görülmektedir. 2017 yılında ise en yüksek enerji tüketimi yine mesken ve hizmetler ve sanayi sektörüne aittir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Enerji tüketiminin nihai sektörlere göre gelişimi (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2019)

2.2.1. Konut sektöründe enerji verimliliği

Binalarda enerji tüketiminin enerji kaynaklarına göre dağılımına bakıldığında %25 payla elektrik, %29 payla doğalgaz önde gelmektedir (Anonim 2006). Yenilenebilir enerji kaynaklarının payı çok az olup gerek güneş enerjisi gerek diğer yenilenebilir kaynakları bakımından zengin olan ülkemizde bu rakam enerjide dışa bağımlılık sorunun ne kadar önemli olduğunu göstermektedir

Dünyada ve ülkemizde, binalarda tüketilen enerjinin büyük bir bölümü ısıtma ve sıcak su ihtiyacı için kullanılmaktadır.

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’i elektrikli aletlerin kullanılmasında tüketilmektedir (Menna 2003).

Binalarda en ucuz enerji, doğal gaz olmasına rağmen bina dış kabuğunun yeterli yalıtımda olmaması enerjinin büyük bir bölümünün kaybolmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, binaların bir araya getiriliş şekli ısı kayıp miktarını etkilemektedir. Toplu konutların inşa edilmesinde bu daha da önem arz etmektedir. İnşa edilen binanın, diğer binalarla mesafesi, binaların yükseklikleri ve duvar kalınlıkları ısı kaybını etkileyen faktörler arasındadır.

Binanın güneş ışığından yararlanma süresi, rüzgâr alış yönü, bina dış kabuğunda kullanılan yalıtım malzemesi bina ısı kaybını etkileyen diğer faktörlerdir. Bununla beraber, bina çevresi için doğru peyzaj tasarımı, bölgeye uygun çatı formu seçilmesi de ısı kaybını azaltarak enerjinin etkin kullanılmasını sağlamaktadır.

Örneğin, inşa edilecek bina ılıman iklim koşullarına sahip ise eğimli çatı, sıcak iklime koşullarına sahipse düz çatı, soğuk iklim koşullarına sahipse dik çatı seçilmesi ısı kaybının azalmasını sağlayacaktır. Çünkü çatı eğimi güneş ışığından faydalanma oranını etkilemektedir. Binanın yeteri miktarda güneş ışığından faydalanması enerji verimliliği bakımından önemlidir.

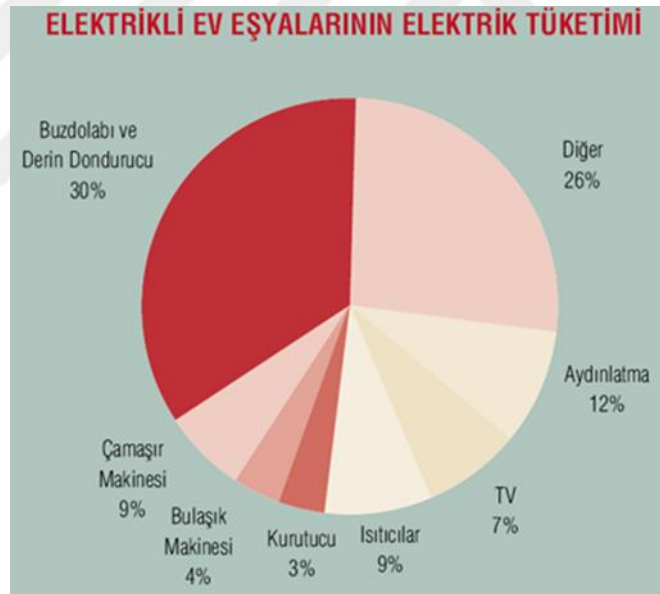
Bununla birlikte, inşa edilecek binanın pencere tipi ve yönü, çift cam tek camlı olması, pencere boyutu ısı kaybını etkilemektedir. Bölge iklim koşullarına uygun pencere seçimi yapılarak enerji sarfıyatı azaltılabilir.

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

Sonuç olarak bina inşa aşamasında, tüm bu faktörler göz önüne alınarak binanın enerji sarfiyatı incelenerek inşa edilmesi yeni binalarda enerji verimlilik adına atılacak önemli adımlar arasındadır.

Binalarda enerji verimliliğini artırmak adına yüksek verimli elektrikli ev aletlerinin kullanılması, aydınlatma için tasarruflu ampül uygulamaları, yoğunmalı kombi sistemlerinin kullanımı yapılabilecek diğer uygulamalar arasındadır.

Elektrikli ev eşyalarının elektrik tüketiminde ise, en büyük payı %30 ile buzdolabı ve derin dondurucular almakta olup, aydınlatma %12'lik, ısıtıcılar ise %9 paya sahiptir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Elektrikli ev eşyalarının elektrik tüketimi (YEGM 2019)

Fakat son yıllarda gelişen teknolojiyle, elektrikli ev aletlerinin enerji sınıfına göre etiketlenmesi ilgili çalışmalar neticesinde ciddi oranda tasarruflar sağlanabilmektedir. TUİK 31 Aralık 2007 sonuçlarına göre, 2007 yılı Türkiye’de 17 milyon hane bulunduğu ve 17 milyon hane için, B ile F sınıfı arasındaki cihazların kullanımı yerine A sınıfı cihazların kullanılması durumunda ülke genelinde elde edilmesi beklenen elektrik tasarrufu hesaplanarak sonuçlar Çizelge 2.2’de verilmiştir. Elektrikli ev aletlerinin

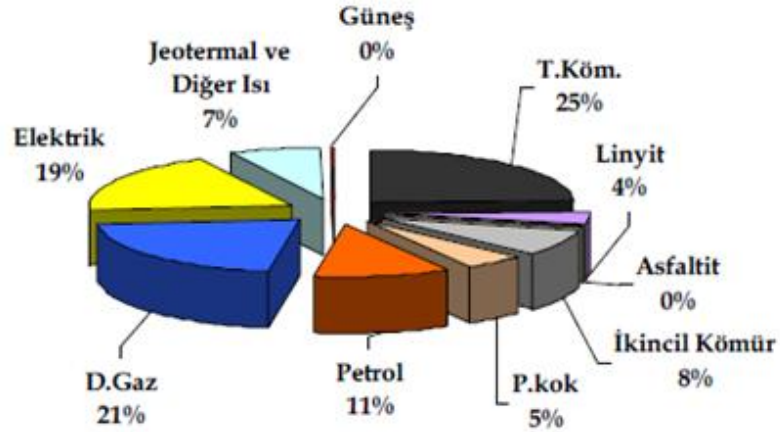
enerji sınıflarına göre kullanımından elde edilecek tasarruf Çizelge 2.2’de görülmektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi B sınıfı yerine sadece bir üst sınıf olan A sınıfı cihazların kullanılmasıyla 2885 GWh elektrik tasarrufu yapılabilecektir. Bu değer, elektrik tüketiminde yaklaşık %23’lük azalmaya tekabül etmektedir. Türkiye’de yaklaşık 4 milyon adet D sınıfı veya daha verimsiz beyaz eşyanın olduğu tahmin edilmektedir. Bu cihazların tamamının A sınıfı ile değiştirilmesi durumunda elde edilecek elektrik tasarrufu miktarı 1468 GWh’dır. Keban barajının yıllık üretiminin 6000 GWh olduğu göz önüne alındığında 4 yılda bir Keban barajının yıllık üretimi kadar tasarruf sağlanabileceği görülmektedir (Mutlu vd 2011).

Çizelge 2.2. B-F sınıfları yerine A sınıfı kullanıldığında tasarruf oranı (TÜİK 2007)

Sınıf	Tüketim [kWh/yıl]	Tasarruf [%]	Ülke Geneline Tasarruf [GWh]*
A	565.86		
B	735.55	23.07	2885
C	865.67	34.63	5097
D	956.74	40.86	6645
E	1050.48	46.13	8239
F	1189.42	52.43	10601

2.2.2. Sanayi sektöründe enerji verimliliği

Sanayide enerji tüketiminin enerji kaynaklarına göre dağılımına bakıldığında %19 payla elektrik %21 payla doğalgaz başta gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ise çok azdır. Gerek güneş enerjisi gerek diğer yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin olan ülkemizde bu kaynakların kullanımı enerji sorunu açısından önemlidir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Sanayide enerji tüketiminin enerji kaynaklarına göre dağılımı (ETKB 2019)

Ve unutulmamalıdır ki en ucuz enerji, tasarruf edilen enerjidir. Bu nedenle tasarruf için önlemler alınmalıdır.

Sanayide enerji tasarrufu için alınabilecek önlemlerden en yaygın olarak uygulanabilecek olanlardan biri, verimi yüksek olan motorların kullanımının artırılmasıdır. Sanayide kullanılan elektrik enerjisinin %45 motorlar tarafından tüketilir (Yaman 2007).

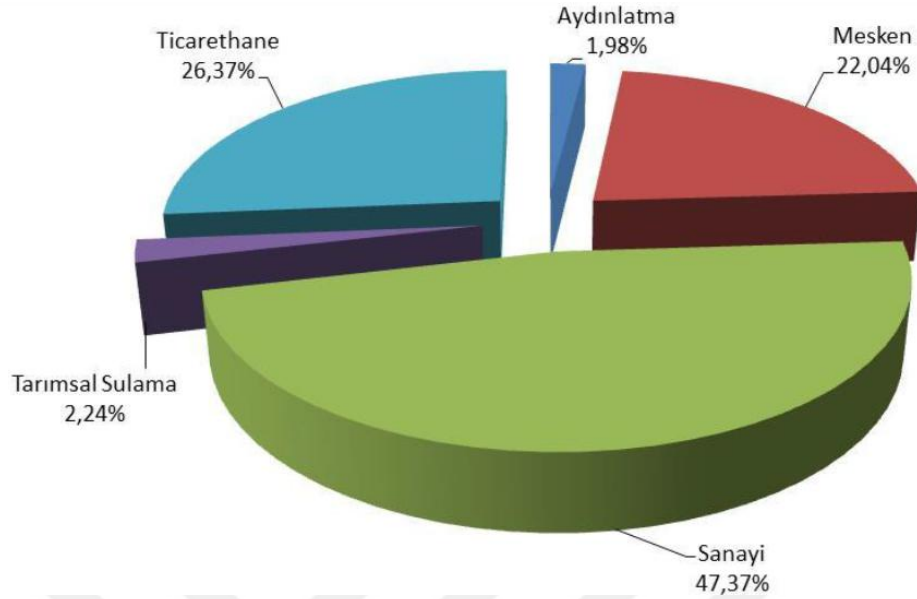
Tüketici tasarruf potansiyelleri incelendiğinde sanayi, ulaştırma, konut sektörlerinde ciddi enerji tasarruf potansiyeli olduğu görülmektedir. Çizelge 2.3'te görüldüğü üzere ulaştırma ve konut sektöründe %15-20, sanayi sektöründe %20-40 civarında enerji tasarruf potansiyeli bulunmaktadır. Sanayi sektörünün kendi içinde tasarruf potansiyeline bakıldığında en fazla tasarruf potansiyeli %35-40 ile demir çelik sanayiye ait olmakla birlikte çimento ve tekstil sanayide %30-35, ağaç işleme sanayide %25-35, gıda ve deri sanayide %20-25 tasarruf potansiyeli olduğu görülmektedir. Bu nedenle enerjinin daha verimli kullanımı amaçlı çalışmalarda enerji tasarruf çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir.

Çizelge 2.3. Tüketici tasarruf potansiyelleri (Meral vd 2009)

Tüketici	Tasarruf Potansiyeli
Ulaştırma sektörü	%15 – 20
Büro binası	%30 – 40
Otel ve restoranlar	%20 – 25
Alışveriş merkezleri	%20 – 25
Çimento sanayi	%30 – 35
Demir çelik sanayi	%35 – 40
Ağaç işleme sanayi	%25 – 35
Gıda sanayi	%20 – 25
Deri sanayi	%20 – 25
Tekstil sanayi	%30 – 35
Küçük atölyeler	%15 – 25
Konutlar	%15 – 20

2.2.3. Elektrik Sektöründe Enerji Verimliliği

2015 yılında ülkemizde nihai tüketime sunulan toplam elektrik enerjisi 217,3 milyar kWh olup sektörlere göre dağılımı aşağıdaki grafikte verilmiştir. Tüketimdeki en büyük pay % 47,4 ile sanayi sektörüne aittir (Şekil 2.10).(enerji görünümü 2017 oda raporu mmo).



Şekil 2.10. Elektrik tüketiminin sektörel dağılımı (Anonim 2017)

Elektrik tüketimde en büyük paya sahip olan sanayi ve meskenlerdeki, bu oranın azaltılması için kayıp kaçak oranlarının azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının sanayide kullanılması için teşvik ve destek fonlarının verilmesi, güneş enerjisinden daha fazla faydalanılması için kamuoyu bilinçlendirme faaliyetleri gibi birçok uygulamayı kaçınılmaz kılmaktadır.

Ülkemizin 2016 itibariyle elektrik üretim tüketim oranları incelendiğinde toplam üretim 273,387 GWh saat olup üretimde %4,4 artış gözlenmektedir. Elektrik tüketimi ise 278,345 GWh olup tüketimde %4,7 artış gözlenmektedir. Yıllar içerisinde ithalat ve ihracat oranlarına bakıldığında, 2010 yılından itibaren ithalat oranında ciddi artışlar olduğu görülmekte fakat ihracat oranlarında belirgin bir artma görülmektedir. 2016-2013 yılları arasında ithalat ve ihracat oranları kıyaslandığında ülkemizin enerjide dışa bağımlı bir ülke olduğu görülmektedir (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Elektrik Üretim Tüketim Oranları (ETKB 2019)

YIL	ÜRETİM	İTHALAT	İHRACAT	TÜKETİM	Üretim Artış Oranı	Tüketim Artış Oranı
2002	129.400	3.588	435	132.553	5,4%	4,5%
2003	140.581	1.158	588	141.151	8,6%	6,5%
2004	150.698	464	1.144	150.018	7,2%	6,3%
2005	161.956	636	1.798	160.794	7,5%	7,2%
2006	176.300	573	2.236	174.637	8,9%	8,6%
2007	191.558	864	2.422	190.000	8,7%	8,8%
2008	198.418	789	1.122	198.085	3,6%	4,3%
2009	194.813	812	1.546	194.079	-1,8%	-2,0%
2010	211.208	1.144	1.918	210.434	8,4%	8,4%
2011	229.395	4.556	3.645	230.306	8,6%	9,4%
2012	239.497	5.826	2.954	242.370	4,4%	5,2%
2013	240.154	7.429	1.227	246.357	0,3%	1,6%
2014	251.963	7.953	2.696	257.220	4,9%	4,4%
2015	261.783	7.135	3.194	265.724	3,9%	3,3%
2016	273.387	6.400	1.442	278.345	4,4%	4,7%

Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığının yayınladığı elektrik üretim ve tüketim oranları göstermektedir ki, son yıllarda enerji verimliliği hususundaki çalışmalar doğrultusunda elektrik üretim ve tüketim oranlarında iyileştirmeler olsa da istikrarlı bir ilerleme gözlenmemiştir.

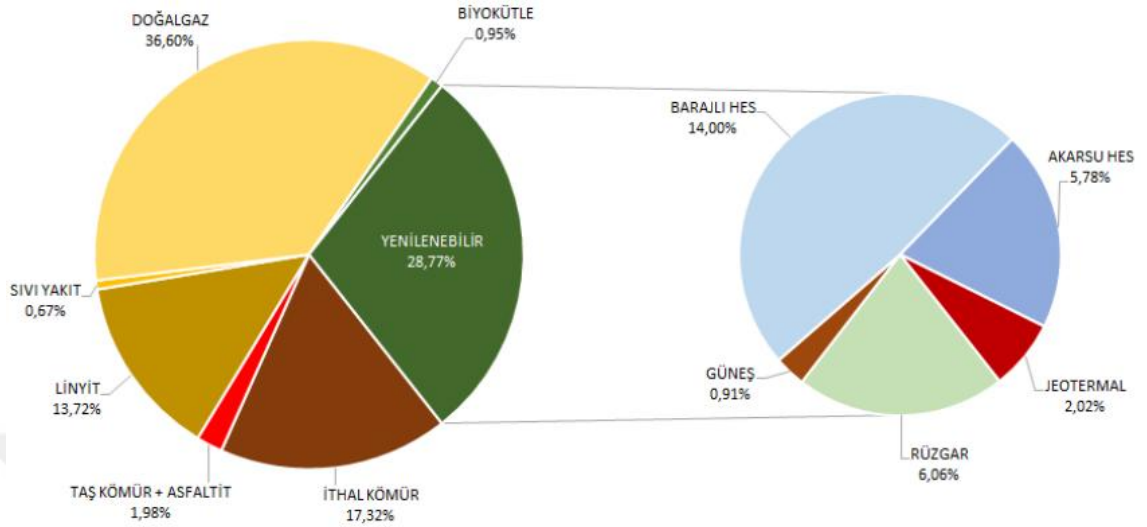
Ülkemizde 2016 itibariyle üretilen enerjinin büyük bir bölümü 184,889 GWh ile termik santrallerden 67,268 GWh ile hidrolik santrallerden sağlanmıştır. Rüzgâr, güneş, jeotermal enerjiden sağlanan elektrik üretimi ise toplamda sadece 21,230 GWh'dir. Yıllar içinde alternatif kaynaklardan elektrik üretim oranlarına bakıldığında 2013 yılında 8.921 GWh olan elektrik üretimi 2016 yılında 21,230 GWh olduğu görülmektedir. Yıllar içinde alternatif kaynaklardan elektrik üretim oranlarına

bakıldığında ise 2009 yılı sonrası önceki yıllara göre daha belirgin artışlar olduğu görülmektedir.(Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5. Kaynak Bazında Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimi (GWh) (ETKB 2019)

YIL	TERMİK	HİDROLİK	RÜZGÂR + GÜNEŞ + JEOTERMAL	TOPLAM	ARTIŞ (%)
2002	95.563	33.684	153	129.400	5,4%
2003	105.101	35.330	150	140.581	8,6%
2004	104.464	46.084	151	150.698	7,2%
2005	122.242	39.561	153	161.956	7,5%
2006	131.835	44.244	221	176.300	8,9%
2007	155.196	35.851	511	191.558	8,7%
2008	164.139	33.270	1.009	198.418	3,6%
2009	156.923	35.958	1.931	194.813	-1,8%
2010	155.828	51.796	3.585	211.208	8,4%
2011	171.638	52.339	5.418	229.395	8,6%
2012	174.872	57.865	6.760	239.497	4,4%
2013	171.812	59.420	8.921	240.154	0,3%
2014	200.417	40.645	10.901	251.963	4,9%
2015	179.366	67.146	15.271	261.783	3,9%
2016	184.889	67.268	21.230	273.387	4,4%

Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığının yayınladığı veriler değerlendirildiğinde son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakların kullanımında yeterli olmasa da önemli artışlar olduğu görülmektedir.

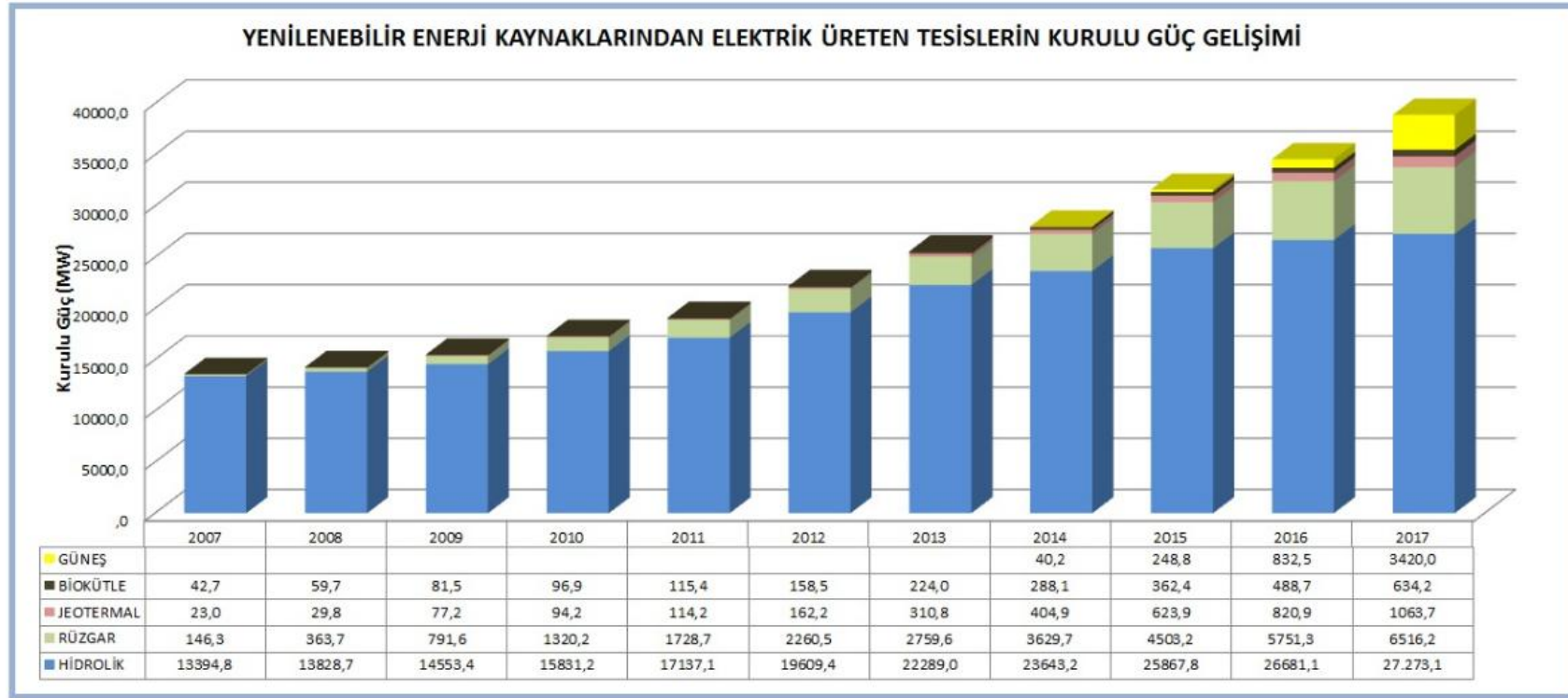


Şekil 2.11. Türkiye Elektrik Üretiminin Kullanılan Birincil Kaynaklara Göre Dağılımı (2017), (Anonim 2018a)

2017 yılı toplam elektrik üretiminde, doğal gazın payı bir önceki yıla göre artarak toplam üretim içinde %32,5'ten %36,6 seviyesine yükselmiştir. Önceki yıllara göre payı artış gösteren kömür bir önceki yıla göre fazla değişiklik göstermemiş ve %33 pay almıştır. Kuraklık ve su gelirlerindeki azalma nedeniyle, 2017 yılı toplam üretimi içinde hidroelektriğin payı %19,8 düzeyine düşmüştür. Doğal gazdan elektrik üretimi 2014 yılında 120.576 GWh iken 2015 yılında 99.219GWh seviyesine, 2016 yılında ise 89.227 GWh seviyesine gerilemiş ancak 2017 yılında yeniden 108.169 GWh seviyesine yükselmiştir. Son 3 yılda rüzgâr, jeotermal ve güneşten üretilen elektrik önemli miktarda artmaya başlamış ve 2017 yılında toplam üretimin %9 seviyesine ulaşmıştır (Şekil 2.13) (Anonim 2018a).

2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Elektrik Üretimi

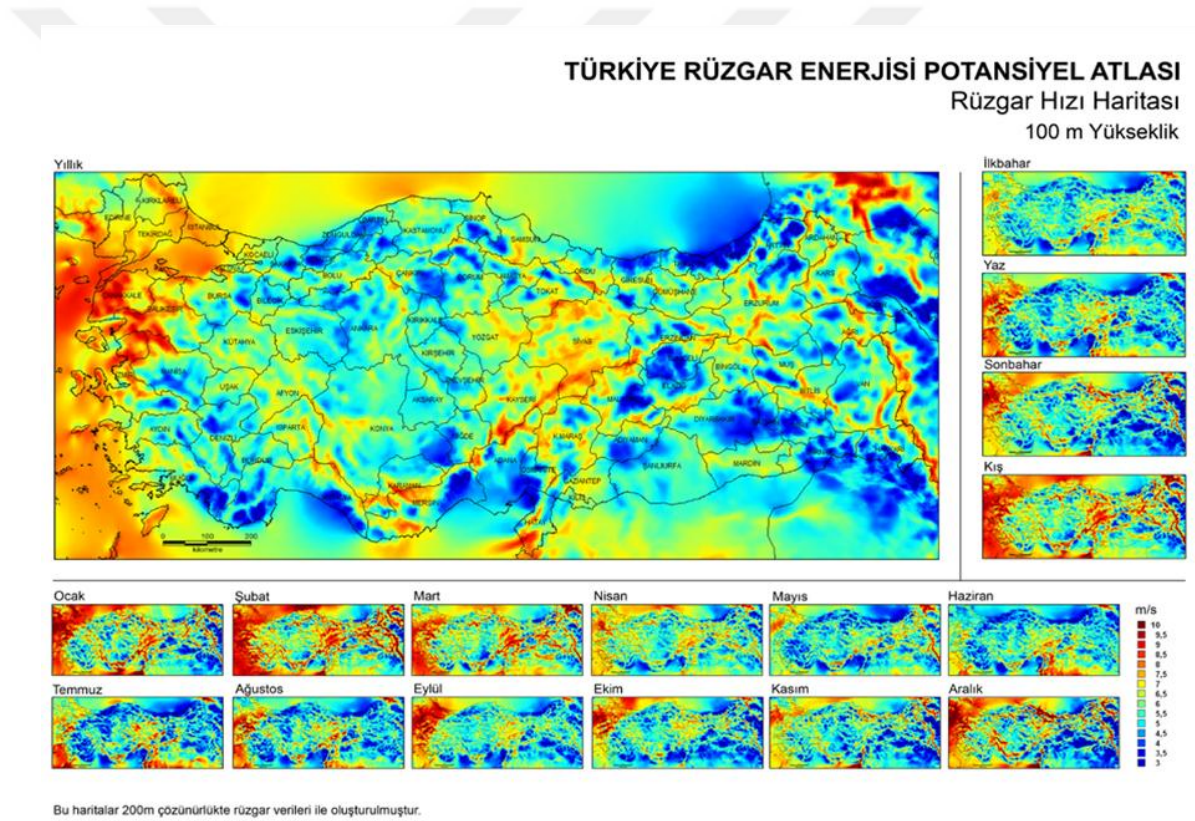
Yıllar içinde yenilenebilir kaynaklar ile elektrik üretimine bakıldığında özellikle rüzgâr ve güneş enerjisinden elektrik üretiminin arttığı görülmektedir (Şekil 2.15).



Şekil 2.12. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesislerin kurulu gücü (YEGM 2019)

2.3.1. Rüzgâr enerjisi

Rüzgâr enerjisi, Türkiye'nin önemli yenilenebilir enerji kaynakları arasındadır. Türkiye'de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7,5 m/s üzeri rüzgâr hızlarına sahip alanlarda kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgâr santrali kurulabileceği kabul edilmiştir. Bu kabuller ışığında, orta-ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro-ölçekli rüzgâr akış modeli kullanılarak üretilen rüzgâr kaynak bilgilerinin verildiği Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) hazırlanmıştır (Şekil 2.15) .



Şekil 2.13. Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyel atlası (YEGM 2018)

Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli Ege ve Marmara kıyılarında yoğunlaştığı (Şekil 2.15) enerji potansiyel atlasında görülmektedir.

Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 MW olarak belirlenmiştir. Bu potansiyele karşılık gelen toplam alan Türkiye yüz ölçümünün %1,30'una denk gelmektedir. 2018 yılında rüzgâr enerjisinden 19,882 milyar kWh elektrik üretilmiştir. 2018 yılında işletmede olan rüzgâr enerji santrallerinin toplam kurulu gücü ise 7.005 MW'tır (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü 2018).

2.3.1.a. Rüzgâr enerjisi ile elektrik üretimi

Teknolojinin ilerlemesi ile elektrik enerjisi hayatımızın olmazsa olmazları arasında yer almakta olup elektrik enerjisi elde etmek için yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım her geçen gün artmaktadır. Rüzgâr enerjisi de güneş enerjisinden sonra elektrik elde etmek için en çok tercih edilen yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir.

Rüzgâr enerjisi ile elektrik enerjisi elde edilmesi rüzgâr türbinleri ile gerçekleşmektedir. Rüzgâr türbinleri, havanın hızlı yer değiştirmesi ve hava hareketinden kaynaklanan kinetik enerjinin mekanik enerjiye ve jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle gerçekleşmektedir.

Rüzgâr türbinleri yatay eksenli ve dikey eksenli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yatay eksenli türbinler en çok kullanılan türbinlerdir. Bu türbinler rotoru yatay eksen üzerinde çalışmaktadır. Ayrıca yönü rüzgâra karşı bakması gerekmektedir. Yüksek verimler elde etmek için rotorlar rüzgâr akış yönünde konumlandırılmaktadır.

Bununla birlikte, rüzgârın yukarlara çıktıkça arttığı göz önüne alınarak ne kadar yüksek kuleler üzerine konumlandırılırsa o kadar çok rüzgâr alır buda daha fazla verim daha fazla enerji demektir. Yatay eksenli rüzgâr türbinleri en verimli türbinler oldukları için büyük rüzgâr enerji santrallerinde tercih edilmektedir.

Dikey eksenli rüzgâr türbinleri düşük verimliliğe sahip türbinlerdir. Rotoru dikey eksen üzerinde konumlandırılmış türbinlerdir. Her yönden rüzgâr alabilmekte olup verimlilikleri rüzgâr yönüne bağlı değildir. Bu sebeple, yönlendirici parçaya gerek

yoktur. Verimlilik açısından kötü olsalar da yer sıkıntısı olduğu durumlarda şehir içlerinde ve bakımlarının kolay olmasından dolayı tercih edilirler.

Rüzgâr türbinleri rüzgâr hızı belirli bir seviyeye ulaştığında enerji üretirler. Rüzgâr enerjisini elde etmek için rüzgâr belirli bir yükseklikte ve hızda olması gerekmektedir. Rüzgârın yerden optimum 10-50 metre yükseklikte ve azami 4m/s hıza sahip olması gerekmektedir.

Bu yüzden rüzgâr enerjisi santrali kurulumu yapılmadan önce kurulum yapılacak bölgenin genel rüzgâr profili iyi değerlendirilmelidir. Güneş enerjisine kıyasla kurulum maliyeti çok daha yüksek olan rüzgâr enerjisi için, kurulum yapılmadan önce iyi fizibilite çalışması yapılması gerekmektedir. Kurulum maliyetini amorti edebilir mi ne kadar enerjiye ihtiyaç var kurulum yapılacak bölge bunu karşılayabilir mi iyi değerlendirilmelidir. Kurulum yapılacak arazinin yükseklik sınırı hakkında kurulum yapmadan önce Belediyeden bilgi alınmalıdır.

Bununla birlikte, İl Çevre ve Orman Müdürlüklerinden arazinin kuş göç yolları üzerinde olup olmadığına dair bilgi alınmalı ona göre konumlandırılmalıdır. Aksi takdirde kuş türlerinin yok olmasına sebebiyet verebilir. Ayrıca masrafları azaltmak için enerji iletim hatlarına yakınlığına da dikkat edilmelidir.

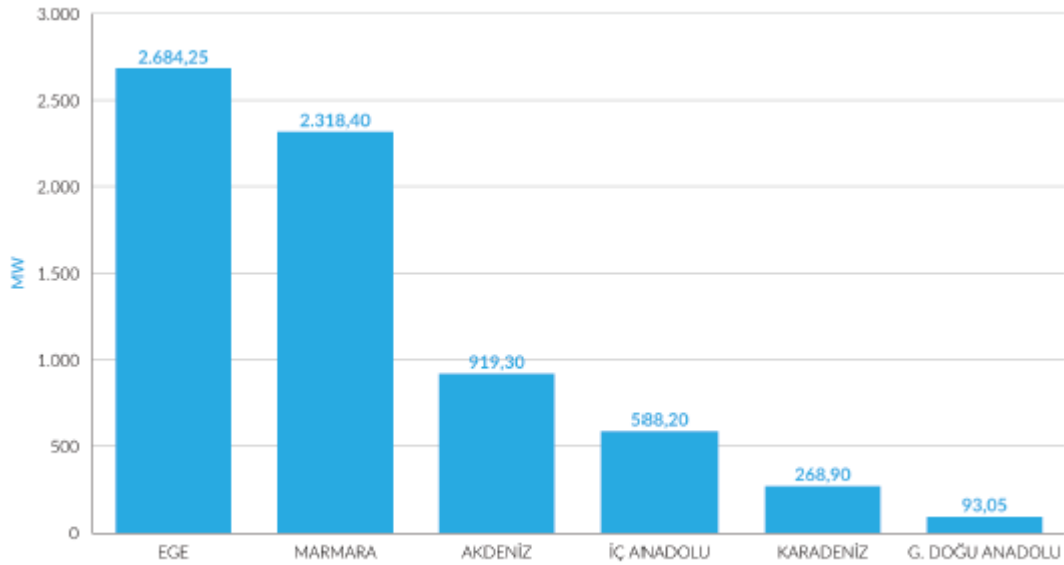
Türkiye’de ilk rüzgâr enerjisi santrali 1998 yılında İzmir’in Çeşme ilçesinde kurulmuş ve 1,5 MW kapasiteye sahiptir. 1998- 2005 yılları arasında rüzgâr enerjisi alanında önemli gelişme olmamış fakat 5346 no’lu Yenilenebilir Enerji Kanunun 2005 yılında yürürlüğe girmesi ile rüzgâr enerjisi alanında önemli ilerlemeler görülmüştür.

Ülkemizde 2017 yılında 766 MW rüzgâr santrali işletmeye alınmıştır. Türkiye bir yıl için işletmeye giren rüzgâr enerji santralleri (RES) açısından Avrupa’da 4. Sırada, Dünyada ise 8. Sırada yer almaktadır.2017 yılı sonu itibari ile Lisans verilmiş 10.121 MW’ı aşan kurulu güçte rüzgâr enerji santral projesi bulunmaktadır. Bunlardan; 6.872 MW Kurulu güce sahip 164 adet rüzgâr enerji santrali İşletmede 552 MW Kurulu güce

sahip 26 adet rüzgâr enerji santrali İnşa halinde geriye kalan rüzgâr santral projeleri ise inşaat izinleri aşamasındadır (Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği 2018).

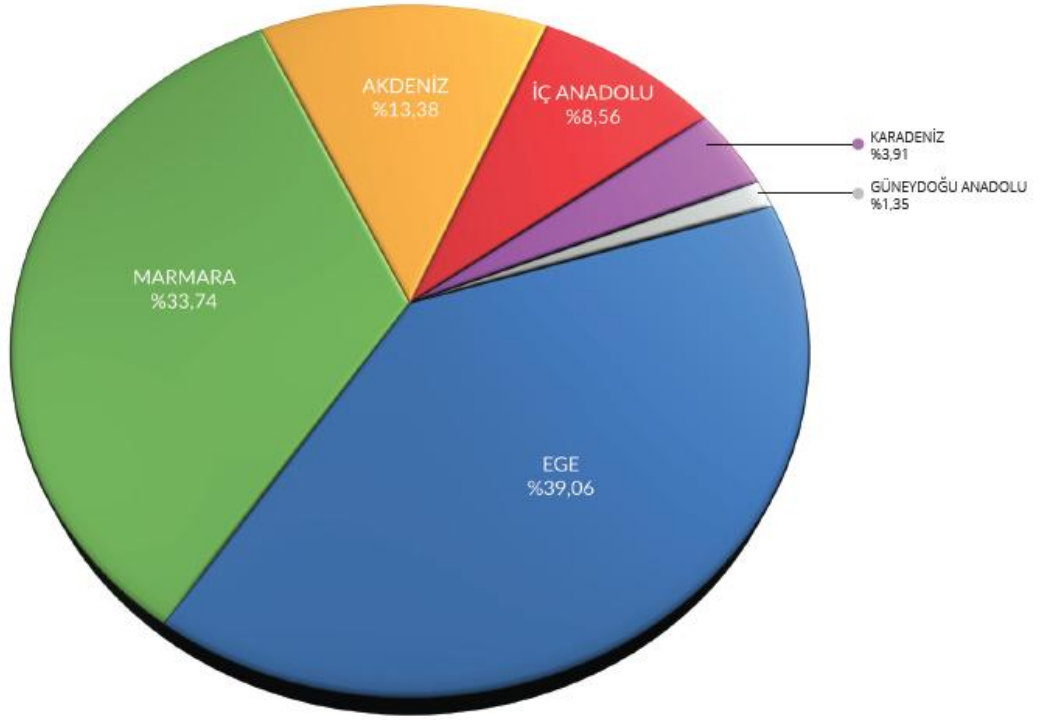
İşletmedeki RES'lerin bölgelere dağılımına bakıldığında, Ege, Marmara, Akdeniz bölgesi ilk 3 sırada gelmektedir. Doğu Anadolu bölgesinde ise, verimlilik sebebiyle rüzgâr enerji santrali bulunmamaktadır.

Ege bölgesinde 2.684.25MW Marmara bölgesinde 2.318.40 MW, Akdeniz bölgesinde 919,30 MW işletmede olan rüzgâr enerji santral gücü vardır. Enerji potansiyel atlasına göre değerlendirildiğinde işletmedeki Res'lerin Ege Marmara ve Akdeniz bölgesinde yoğun olması doğru yapılanmadır (Şekil 2.16).



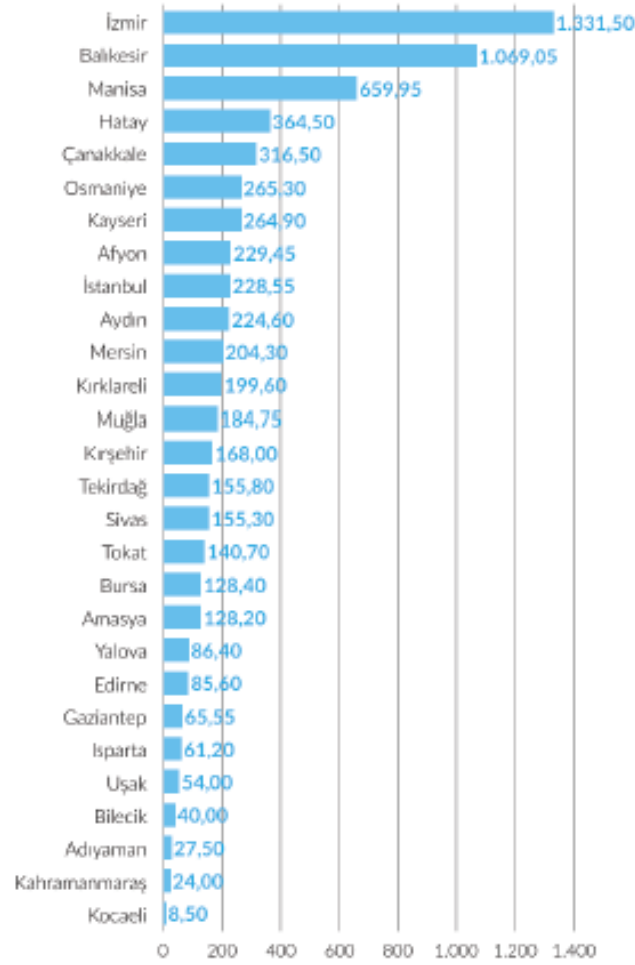
Şekil 2.14. İşletmedeki RES'lerin bölgelere göre dağılımı (Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği 2018)

İşletmedeki RES'lerin bölgelere göre yüzdelik dağılımına bakıldığında ise, en büyük paydayı %39,06 ile Ege Bölgesi almaktadır. Ege bölgesini, Marmara, Akdeniz ve İç Anadolu bölgesi takip etmektedir. Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgesi çok az bir paya sahiptir. Doğu Anadolu bölgesinde ise işletmede bulunan rüzgar enerji santrali bulunmadığı için yüzdelik dilimde yer almamaktadır (Şekil 2.17).



Şekil 2.15. İşletmedeki RES'lerin bölgelere göre yüzdelik dağılımı (Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği 2018)

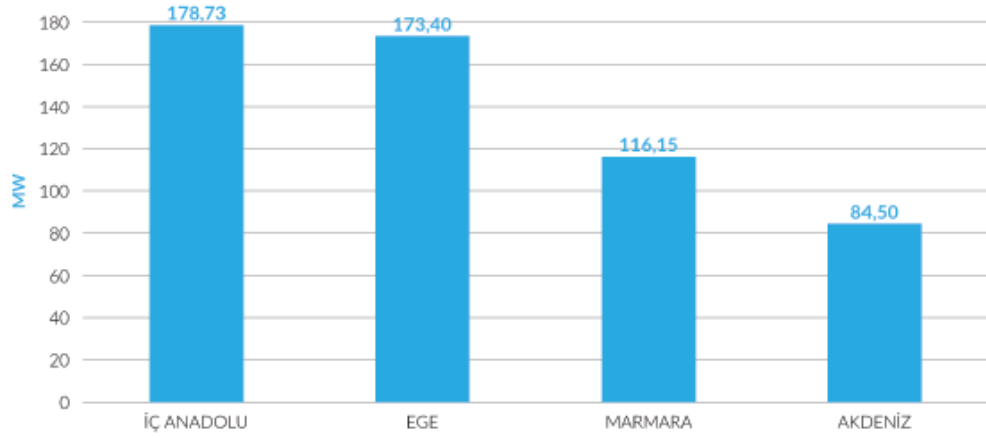
Bu yüzdelik dağılımın iller içinde dağılımına bakıldığında İzmir, Balıkesir, Manisa, Hatay, Çanakkale ilk sıralarda yer almaktadır (Şekil 2.18).



Şekil 2.16. İşletmedeki RES’lerin illere göre dağılımı (Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği 2018)

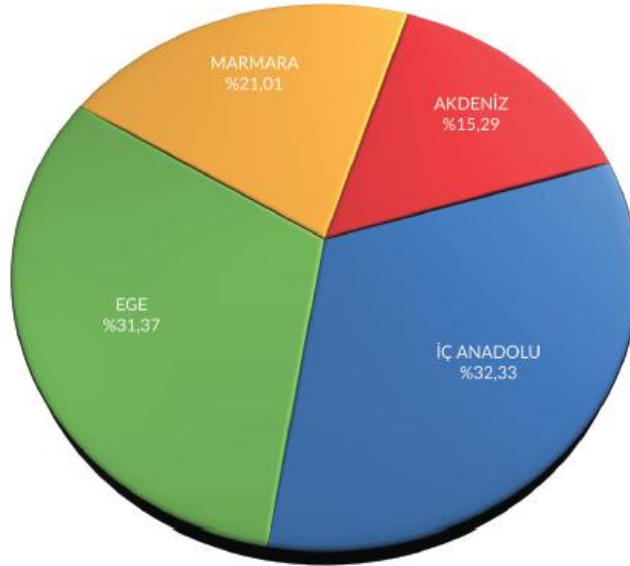
İşletmede bulunan rüzgâr enerjisi santrallerin il ve bölgeler olarak dağılımında ülkemiz rüzgâr enerji potansiyeline uyumlu bir dağılım olduğu görülmektedir.

İnşa halindeki RES’lerin dağılımında ise İç Anadolu Bölgesi 178,73 MW ile ilk sırayı almaktadır. Daha sonra sırasıyla 173,40 MW ile Ege, 116,15 MW ile Marmara, 84,50 MW ile Akdeniz Bölgesi gelmektedir (Şekil 2.19).



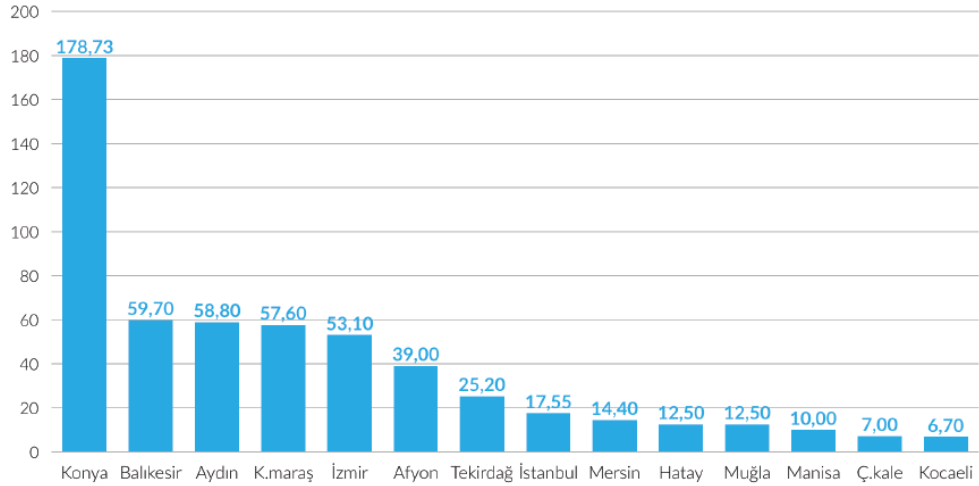
Şekil 2.17. İnşa halindeki RES'lerin bölgelere göre dağılımı

Yüzdelik dilim olarak değerlendirildiğinde en büyük paydayı %32,33 ile İç Anadolu, %31,37 ile Ege, %21,01 ile Marmara Bölgeleri almaktadır (Şekil 2.20). İşletmedeki RES'lere göre değerlendirildiğinde İç Anadolu bölgesine ciddi yatırımlar yapıldığı göze çarpmaktadır.



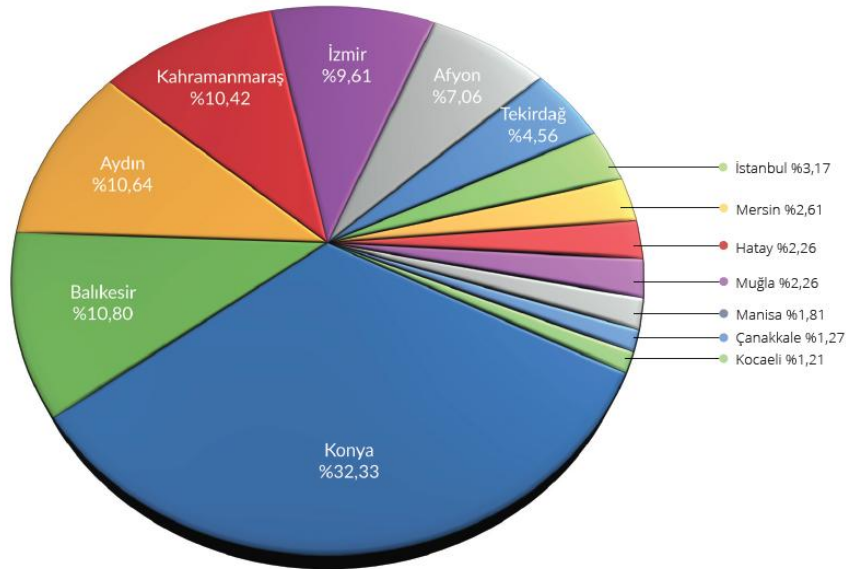
Şekil 2.18. İnşa halindeki RES'lerin bölgelere göre yüzdelik dağılımı (Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği 2018)

İnşa halindeki RES'leri il bazında değerlendirildiğinde Konya 178,73 ile ilk sırada yer almaktadır. Akabinde Balıkesir, Aydın, K.maraş, İzmir gelmektedir (Şekil 2.21).



Şekil 2.19. İnşa halindeki RES'lerin illere göre dağılımı (Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği 2018)

Yüzde dağılımda ise, %32,33 ile Konya en büyük paydayı %1,21 Kocaeli en küçük paydayı almaktadır (Şekil 2.22).



Şekil 2.20. İnşa halindeki RES'lerin illere göre yüzdelik dağılımı (Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği 2018)

2.3.2. Jeotermal enerjii

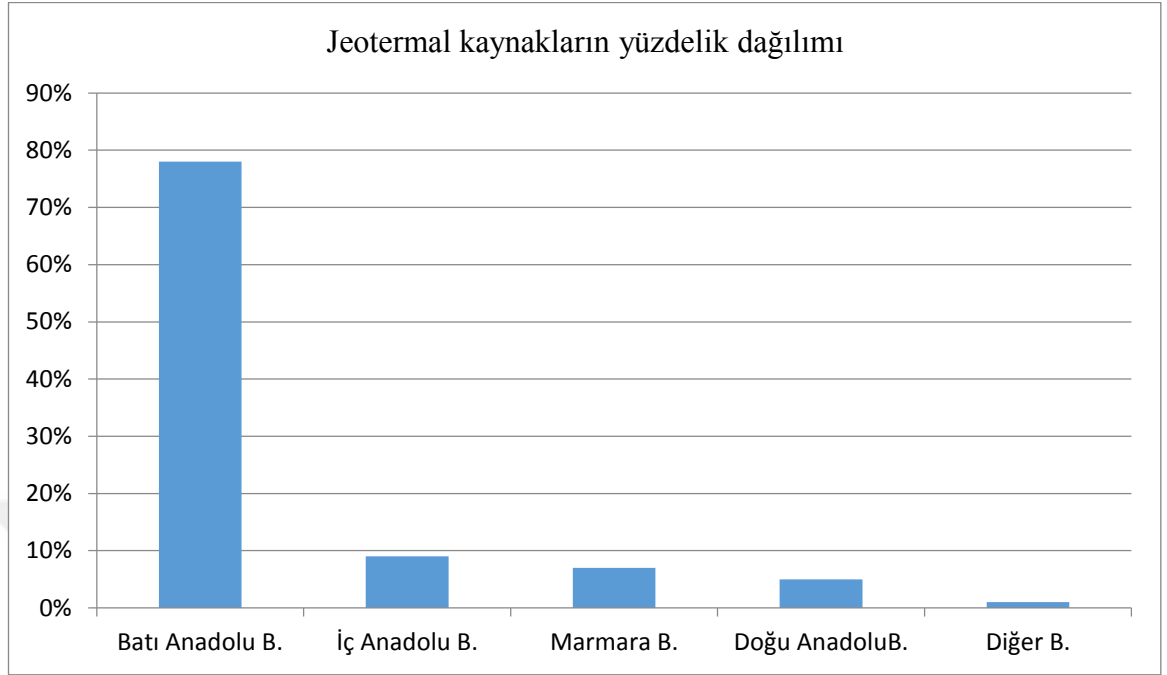
Ülkemiz bulunduğu coğrafya nedeniyle 7. büyük jeotermal enerji potansiyeline sahip olup, jeotermal kaynak rezervi bakımından zengin bir ülkedir.



Şekil 2.21. Jeotermal enerji potansiyel atlası (Anonim 2019a)

Ege ve Güney Marmara Bölgesi ülkemizde jeotermal enerji kaynaklarının yoğunlaştığı bölgelerdir. Daha sonra ise İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgesi gelmektedir. Karadeniz, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgesi bu bölgeleri takip etmektedir (Şekil 2.23).

Jeotermal kaynakların %78'i Batı Anadolu bölgesinde yer almaktadır. Batı Anadolu bölgesini %9 ile İç Anadolu, %7 Marmara Bölgesi, %5'i Doğu Anadolu bölgesi takip etmektedir. Diğer %1'lik kısmı ise ülkemizin diğer bölgelerine yayılmıştır. (Şekil 2.24)



Şekil 2.22. Türkiye’de jeotermal kaynakların bölgelere göre dağılımı

Jeotermal enerjiyi çaydanlıkta kaynayan su örneğine benzetebiliriz aynı çaydanlıkta kaynayan sıcak su gibi jeotermal akışkan da kayalar arasında ısındıkça bir çıkış yolu arayarak çıkmaya çalışır eğer bir kırık bulabilirse yeryüzüne ulaşabilir. Fay hatları ve kırıklar açısından haritaya bakıldığında, Batı Anadolu bölgesi sistem üzerindeki kırıklar nedeniyle jeotermal enerjiden en çok yararlanan bölgedir.

Jeotermal enerjinin kırık fay hatları üzerinde bulunması dezavantajdır. Deprem riskini artırması nedeniyle burada kurulan tesislerin depreme dayanıklı yapılar olmasına dikkat edilmelidir. Fakat rüzgâr ve güneş enerjisiyle kıyaslandığında; güneş enerjisinden sadece gün ışığı olduğu sürece rüzgâr enerjisinden sadece rüzgârlı günlerde yararlanabilir fakat jeotermal enerjiden 7-24 faydalanabilir bu avantaj düşünüldüğünde dezavantajı göz ardı edilebilir. Jeotermal enerjinin kesintisiz, sürdürülebilir, temiz, ucuz enerji olması nedeniyle tercih edilme avantajları arasında yer alabilir.

2.3.2.a. Jeotermal enerji ile elektrik üretimi

Ülkemiz jeotermal kaynaklar bakımından zengin bir alt yapıya sahip olsa da bu kaynakların hepsi elektrik üretimi için uygun sıcaklığa sahip değildir. Sadece %10'luk kısmı elektrik enerjisi üretimi için uygun sıcaklığa sahiptir.

Jeotermal sıvının sıcaklığına göre jeotermal kaynaklar üç kategoride incelenmiştir. 20-70 sıcaklığındaki sahalar düşük entalpili sahalar, 70-180 °C < sıcaklığına sahip sahalar orta entalpili ve 180 üzeri sıcaklığa sahip sahalar yüksek entalpili sahalar olarak nitelendirilmektedir. Çizelge 2.6'te sahaların entalpi değerlerine göre kullanım alanları görülmektedir.

Çizelge 2.6. Jeotermal sahaların entalpi değerlerine göre kullanım alanları

Düşük Entalpili Sahalar	Yüzme havuzları, balık çiftlikleri, endüstriyel proseslerde
Orta Entalpili Sahalar	Kurutma işlemleri, ticari seracılık, konut ve işyeri ısıtması
Yüksek Entalpili Sahalar	Elektrik enerjisi üretimi

Ayrıca jeotermal kaynaktan verimli şekilde yararlanabilmek için akışkanı mümkün olduğunca kaynağa yakın bölgede kullanmak gerekir.

Jeotermal kaynaklardan elektrik, konvansiyonel (>150°C) ya da Organik Rankine çevrimi (100-150°C) kullanan santrallerde üretilir. Konvansiyonel elektrik santrallerinde kuyulardan üretilen akışkan, seperatörlerde buhar ve su olarak ayrıştırıldıktan sonra buhar, türbinlere gönderilerek jeneratör aracılığı ile elektrik üretilir (Akkuş ve Alan 2016).

Türkiye’de jeotermal uygulamalar 2000’li yılların başından itibaren hız kazanmış, Çizelge 2.2’de görüldüğü üzere, 2002 yılında ısıtma ve termal kullanım için kullanılan kapasite 675 MWt iken 2017 yılında bu değer 2843 MWt’ye yükselerek artış göstermiştir. 2002 yılında elektrik üretimi için kullanılan kurulu güç miktarı 15 MWe’den (megawatt elektrik), elektrik üretimine elverişli jeotermal sahaların keşfedilmesi ve yapılan jeotermal enerji santrali yatırımlarıyla bugün 861 MWe’ye yükselmiştir (Zaim ve Çavşı 2018).

Çizelge 2.7.Türkiye’de jeotermal uygulamalar (Zaim ve Çavşı 2018)

Kullanım Yeri	2002	2013	2017
Elektrik Üretimi	15 MWe	311 MWe	861 MWe
Konut Isıtması	275 MWt	813 MWt	1033 MWt
Sera Isıtması	100 MWt	600 MWt	760 MWt
Termal Kullanım	300 MWt	600 MWt	1050 MWt

2.3.3. Biokütle enerji

Biokütle enerji, gelişen teknoloji ve hızlı nüfus artışıyla giderek büyüyen enerji ihtiyacını karşılayabilmek için önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından.

Biokütle enerjinin kaynağı, bitkisel ve hayvansal atıklardan oluşmaktadır.

Ana bileşenleri karbon-hidrat bileşikler olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm doğal maddelerden üretilen enerji “biokütle enerjisi” olarak tanımlanmaktadır. Doğaları gereği biokütle enerji kaynakları çok çeşitlidir. Deniz ve/veya karada bulunabilen bitkisel veya hayvansal biokütle enerji kaynakları şunlardır (Karaosmanoğlu 2006).

- Odun (enerji ormanları, ağaç artıkları),
- Yağlı tohum bitkileri (ayçiçek, kolza, soya, aspir, pamuk, v.b),
- Karbonhidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, v.b),
- Elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, v.b.),
- Bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk v.b),
- Hayvansal atıklar
- Şehirsel ve endüstriyel atıklar

Biokütle enerjiden elde edilen yakıtlar biyoyakıt olarak nitelendirilmektedir. Biyoyakıtlar katı, sıvı, gaz forma olabilir. Biyoyakıtlar ulaşım, ısıtma soğutma elektrik elde edilmesi gibi geniş kullanım alanına sahiptir.

Bazı biokütle enerjisi elde etme yöntemleri ve kullanım alanları şunlardır;(Uyar 2017)

Orman Atıkları: Orman atıkları “Havasız Çürütme” tekniği kullanılarak biyogaz’a dönüştürülür. Buradan elde edilen biyogaz ise elektrik üretiminde kullanılır.

Tarım Atıkları: Tarım atıklarından “Piroliz” tekniği kullanılarak Etanol elde edilir. Etanol ise ısınma amacıyla kullanılır.

Enerji Bitkileri: Enerji bitkileri doğrudan yakılır ve hidrojen elde edilir. Su ısıtma amacıyla kullanılır.

Hayvansal Atıklar: Hayvansal atıklardan “Fermantasyon” tekniği kullanılarak Metan elde edilir. Daha çok otomobillerde kullanılır.

Organik Çöpler: Organik çöplerde ise “Gazlaştırma” tekniği kullanılarak Metanol elde edilir. Metanol ise uçaklarda kullanılır.

Algler: Canlı organizmalar olan algler “Hidroliz” tekniğine tabii tutularak Sentetik Yağ elde edilir. Roketlerde kullanılır.

Enerji Ormanları: “Biyofotoliz” tekniği ile dizel elde edilir.

Biokütle enerji, kırsal bölgenin sosyo-ekonomik gelişimine katkı sağlaması, kırsal bölge göçlerinin önlenmesi, istihdam olanağı sunması bakımından pek çok ülkede kırsal kalkınma politikaları arasında ele alınmaktadır.

2.3.3.a. Biokütle enerjisi ile elektrik üretimi

Ülkemizde biokütle enerji adına ilk çalışmalar 1980 yılında Tarım Bakanlığı tarafından yapılmıştır. Geçmişten günümüze kadar biyokütle enerji hakkında birçok çalışma yapılmış fakat bu çalışmalar biyokütle enerji potansiyelini vurgulamış olup bu potansiyelin nasıl elde edileceği hakkında ayrıntılı araştırma yapılmamıştır.

Enerji tabi kaynaklar bakanlığının 2018 yılı yayınladığı verilere göre ülkemizde toplam 811 MW'lık kurulu güce sahip biyokütle kaynaklı elektrik üretim santrallerinden, 2018 yılında 3.216 GWh elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte biyokütle atık potansiyelinin yaklaşık 8,6 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) ve üretilebilecek biyogaz miktarının 1,5-2 MTEP olduğu tahmin edilmektedir.



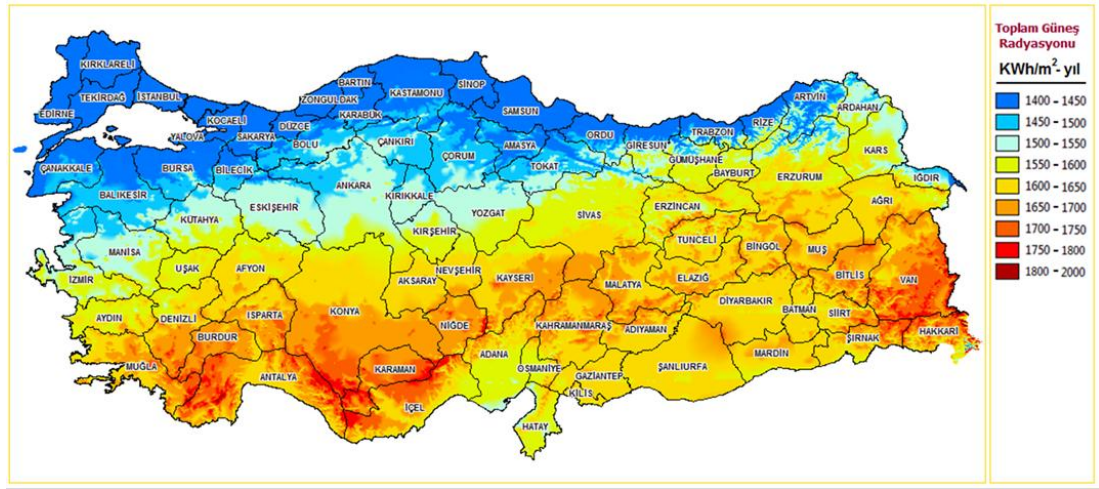
Şekil 2.23. Türkiye biokütle enerji atlası (YEGM 2019)

Ülkemizdeki mevzuat gereğince 1 MW'ın altındaki biokütle tesisleri lisanssız üretim yapabilmektedir. Ülkemizde 17 adet lisanssız biokütle tesisi vardır ve toplam kurulu güç kapasitesi 20,375MW' tır (Anonim 2016).

2.3.4.Güneş enerjisi

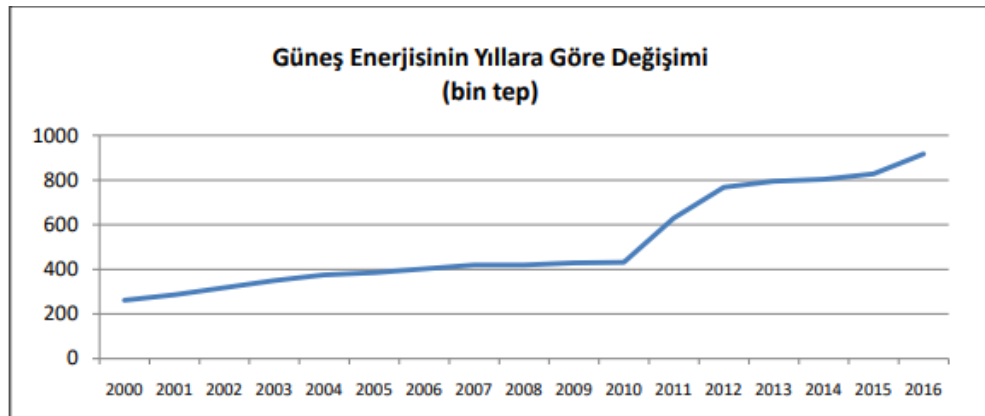
Verimlilik, hizmet ya da üretimde girdiler ile çıktılar arasındaki bağıntıdır. Verimlilikte esas daha az maliyet müşteri memnuniyeti, doğru zamanda çevreye duyarlı hizmet olarak değerlendirilir. Verimlilik açısından değerlendirildiğinde, güneş enerji sektörü ülkemizde verimlilik açısından diğer yenilenebilir kaynaklardan önde gelmektedir.

Ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli bakımından zengin bir konuma sahip olup, Güneydoğu Anadolu bölgesi ve daha sonra Akdeniz bölgesi ülkemizde güneş enerjisi bakımından en zengin bölgelerdir. Karadeniz bölgesi bulutlu gün sayısı fazla olması sebebiyle en fakir bölge olduğu haritada görülmektedir (Şekil 2.24).



Şekil 2.24. Güneş enerjisi potansiyel atlası (YEGM 2019)

Birincil enerji kaynaklarından güneş enerjisinin yıllara göre değişimi Şekil 2.25'teki grafikte verilmiştir. Özellikle 2010 yılından sonra hızlı bir artış görülmektedir. 2016 yılında 916.600tep'e ulaşan güneş enerjisinin payı önümüzdeki yıllarda lisanssız çatı ve cephe uygulamalarında yapılan yeni mevzuat çalışmalarıyla, lisanslı santral başvurularındaki artışlar ve YEKA uygulamalarıyla daha da artış gösterecektir (Şekil 2.25). Güneş enerjisi 2014 yılına kadar sadece konutlarda ve sanayide sıcak su elde etme, kurutma vb. işlemler için kullanılmıştır. 2014'ten sonra ise bunlara ilaveten (ileride belirtildiği gibi) elektrik enerjisi üretimi için de faydalanılmaya başlanmıştır (Anonim 2018)



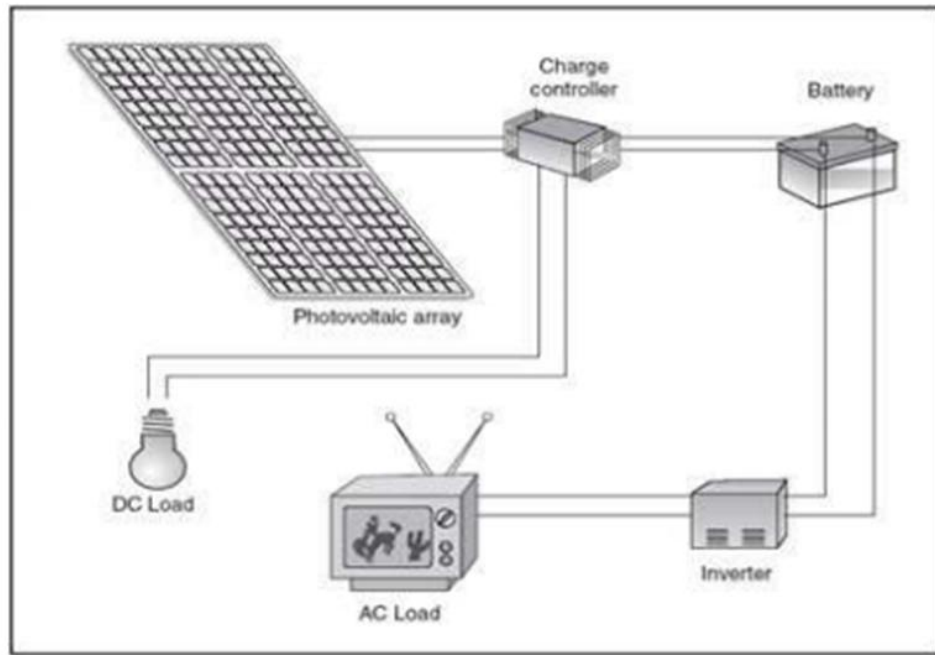
Şekil 2.25. Güneş enerjisinin yıllara göre değişimi (Anonim 2018)

2.3.4.a. Güneş enerjisi ile elektrik üretimi

Güneş Enerjisi ile elektrik üretimi, PV sistemler sayesinde doğrudan elektrik üretimi veya termal güneş enerjisi dönüşüm sistemleriyle doğrudan ısı elde edilip bu ısının elektrik üretiminde kullanılmasıyla gerçekleşebilir.

Termal güneş enerjisi dönüşüm sistemleri, güneş enerjisi ile elde edilen sıcak buhardan elektrik üreten sistemlerdir.

PV sistemler ise, doğrudan elektrik üreten sistemler olup, güneş hücresi denilen yarı iletken PV hücreler tarafından elektrik akımı üretilmesine dayanan sistemlerdir. Bu sistemlerden seri ya da paralel bağlama gibi yapıya bağlı olarak %30'a kadar verim alınabilir.



PV Sisteminin Çalışması

Şekil 2.26. PV sistem çalışma şeması (Anonim 2019b)

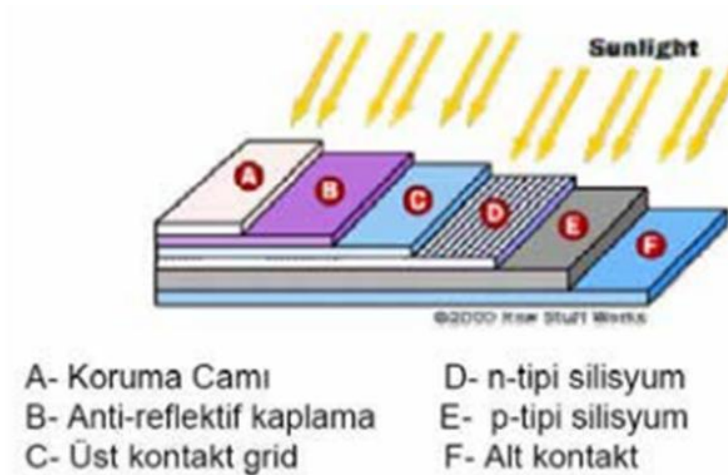
PV sistemleri de diğer elektrik üretim sistemlerine benzer olarak çalışır. Sadece kullandıkları ekipmanlar değişiktir. Sistemin opsiyonel ve fonksiyonel ihtiyaçlarına bağlı olarak DC-AC inverter, Akü, Şarj kontrol ünitesi, yedek güç kaynağı ve sistem kontrolörü gibi ekipmanlara ihtiyaç duyulabilir. (Şekil 2.26).

Şebekeden bağımsız sistemlerde, PV hücre tarafından üretilen enerji akülerde depolanır. Ve çevirici yardımıyla doğru akım alternatif akıma dönüştürülerek kullanılır.

Şebekeye Bağlı sistemlerde ise, PV hücreler tarafından üretilen enerji, doğrudan şebekeye aktarılır. Burada da, doğru akım alternatif akıma çevrilir. Fakat burada depolama elemanı yoktur. Büyük güneş enerji santralleri genelde şebekeye bağlı çalışır.

2.4.Fotovoltaik Hücreler

Fotovoltaik hücreler (güneş pilleri) genellikle silisyum ve silisyum alaşımlarından yapılmış güneş enerjisinin doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir.



Şekil 2.27. PV panel yapısı (Çarkıt 2016)

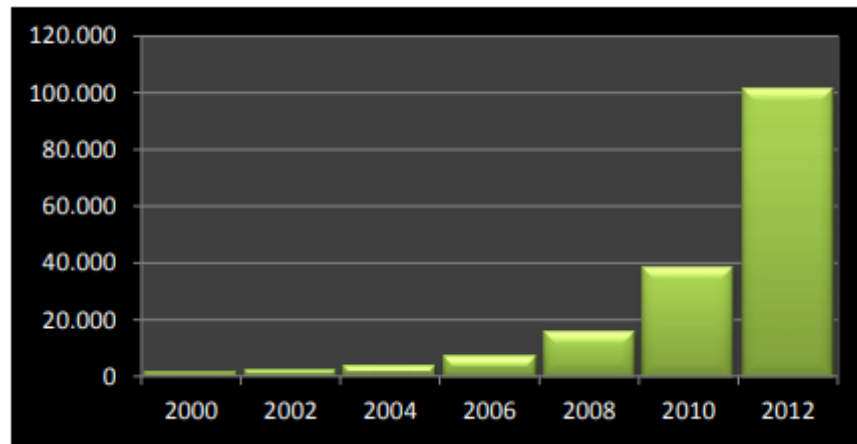
PV panel yapısı koruma camı, anti-reflektif kaplama, üst kontakt grid, n tipi silisyum p tipi silisyum, alt kontakt bölümlerinden oluşmaktadır (Şekil 2.27).

PV paneller kullandıkları malzeme ve geometrik yapılarına bağlı olarak verimlilik gösterirler.

PV panellerin verimliliği incelendiğinde, thin film paneller verimlilikleri en düşük panellerdir. Thin film panellerin verimliliği %7 civarındadır. Thin film paneller genellikle görsellik açısından kullanılırlar. Verimliliklerinin kötü ve fazla yer kaplamalarından dolayı pek tercih edilmezler.

PV panellerin ömrü değerlendirildiğinde PV panellerde genelde 25 yıl garanti kapsamı sunulmaktadır. Sistem içinde kullanılan diğer ekipmanların ömrü ise genellikle 10 yıldır. Ayrıca bakım ve onarımının kolay olması PV panellerin avantajları arasındadır.

Fakat PV panellerin maliyeti dünya genelinde ilk yıllardan itibaren dezavantaj olarak görülmüştür. Verimlilikleri artırmak için boyut ve geometri, kullanılan malzeme üzerine çalışmalar dâhilinde bu maliyet giderek düşüş göstermiştir. Buna bağlı olarak kullanımı Şekil 2.30'da görüldüğü gibi yaygınlaşmıştır.



Şekil 2.28. Dünya üzerindeki kurulu PV güçlerin yıllara göre miktarları (Kıyançıçek 2010).

Dünya üzerindeki kurulu PV güçlerin yıllara göre miktarlarına baktığımızda, 2000-2006 yılları arasında çok fazla artış gerçekleşmemiştir. 2006 sonrası hızlı artış görülmüş olup, 2010-2012 yılları arasında iki katından fazla artış gerçekleşmiştir (Şekil 2.28).

Maliyetin düşmesi ile hiç tükenmeyecek olan güneş enerjisi depolanmasının kolay olması ve çevreci sistem olmasından dolayı da gün geçtikçe kullanım alanını artırmaktadır. Telefonların şarj edilmesi, evlerde sıcak su ısıtma, ısıtma ve aydınlatma, elektrik üretimi gibi birçok alanda yaygınlık göstermektedir.

2.4.1. PV sistemler ile elektrik enerjisi üretimi

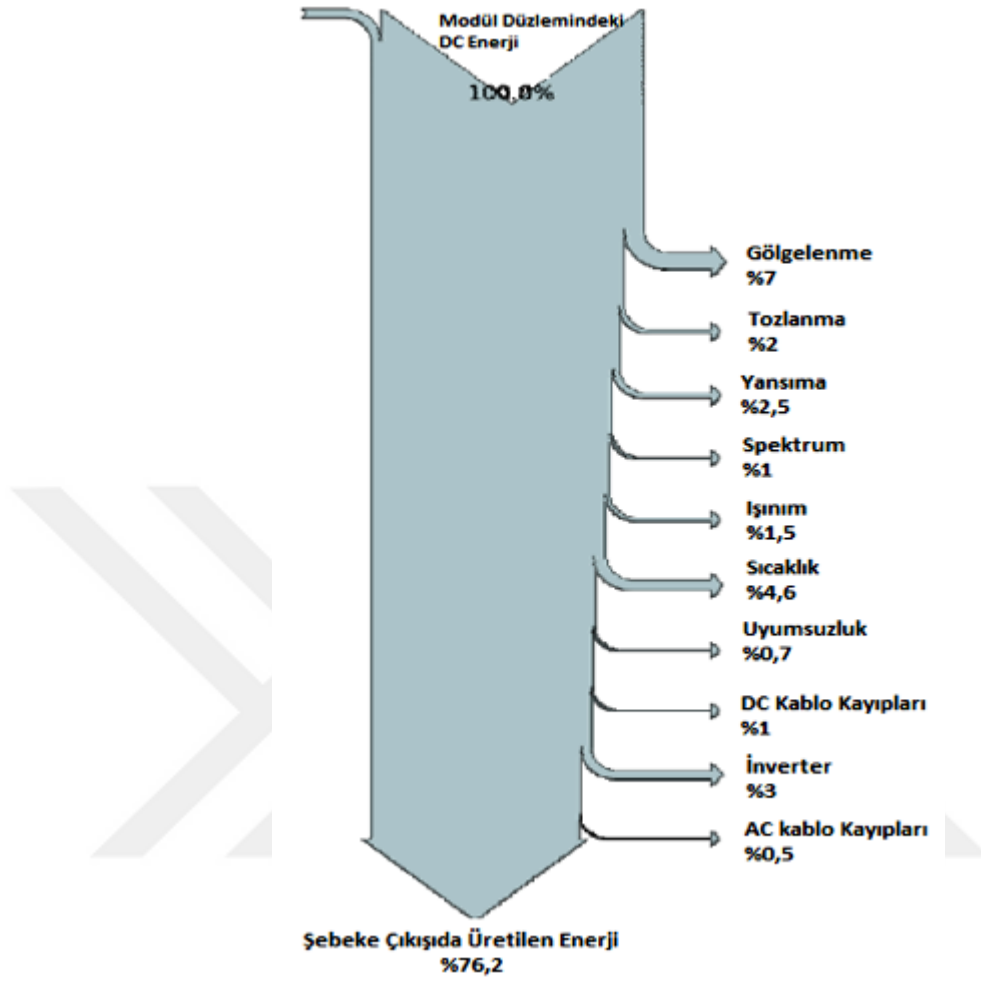
Güneş enerji sistemleri ile elektrik üretiminin yaygınlaşmamasının sebeplerinden biri de, maliyetin fazla olması ve kurulum maliyetinin kendini amorte etme süresi ile ilgili çekincelerdir.

Rüzgâr enerjisi ile değerlendirildiğinde verimliliği daha fazla olan güneş enerjisi şebeke üretiminin ulaşamadığı veya şebeke elektriğinin ulaştırılmasının maliyetli olduğu köy ve ilçelerde önem arz etmektedir.

Tüm bunların yanında, güneş enerji santrallerinde yer seçimi maliyet açısından ve çevre açısından iyi değerlendirilmelidir. Büyük alan işgal etmesi sebebiyle verimlilik açısından, verimsiz çorak araziler üzerine kurulum yapılmalıdır.

Güneş enerjisi santrallerinin verimliliği performans oranıyla ilişkilidir. Bu oran güneşin yönünden ve ışıınımdan bağımsız olduğu için, güneş enerji santrallerini kendi içinde karşılaştırma imkânı sunar.

Performans oranını etkileyen birçok etken faktör bulunmaktadır. Gölgeleme, tozlanma kayıpları, ışıınım, sıcaklık bunlardan bazılarıdır (Şekil 2.29).



Şekil 2.29. Kayıplara neden olan etkenler ve yüzdeleri (Deniz 2013)

Yansımanın az olması daha fazla ışığın emilmesi PV hücresinde asıl hedeftir. Burada PV hücresinin hangi malzemeden yapıldığı etkindir. Veya panele yansıma önleyici kaplamalar da yapılabilir. Yansıma özelliği azaldıkça verim artar. Örneğin; kristal silisyum malzemeden yapılan güneş pilinin verimi amorf silisyum malzemeden yapılan güneş pilinden fazladır.

Güneş enerji santrallerinin verimi ayrıca iklim koşullarına, karlanma, buzlanma gibi etkenlere de bağlıdır. Rüzgâr, yağış, kar, buz gibi etkenler hem sisteme zarar vermekte hem de verimi düşürmektedir.

Bununla birlikte, arazinin eğimli olması gölgelenmeyi artırdığından verimi düşürmekte ve panel kurulumunu zorlaştırdığı için kurulum maliyetini artırmaktadır.

Bütün bunların yanında, verimlikte en önemli unsur düşen güneş ışığı şiddetidir. Arazide güney yönler seçilmekle birlikte sistemin kurulacağı yerin güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olması verimliliği artıran en önemli unsurdur.

Tüketim aşaması için, verimlilik sağlanması adına üretilen enerjinin nasıl taşındığı da verimliliği etkilemektedir. Üretilen enerji şebekeye uzun hatlarda taşınması kayıplar oluşumu ile verimliliği düşürür ve artı bir maliyet oluşturur. Bu nedenle, güneş enerji sistemlerinin tüketileceği yere yakın kurulması verimliliği artırır.

Güneş enerji sistemleri, diğer yenilenebilir enerji türlerine göre daha fazla alan işgal eder. Düz, bitki örtüsü olmayan zemin gerekmektedir. Engebeli, erozyona yatkın zemin seçilmemesine de dikkat edilmelidir. Ayrıca kullanılacak arazinin fay hatları üzerinde bulunmaması depreme dayanıklı olması diğer önemli bir husustur.

Verimlik açısından en önemlisi güneş enerji potansiyeli yüksek olan illere kurulum yapılmalıdır. Konya, Antalya örnek gösterilecek iller arasındadır.

Tesisi akarsu kenarlarına kurmamak gereklidir. Yağmur sonrası taşma olup zarar görebilir, yamaçlı bölgelerde heyelan olabilir.

Araziye yakın kum ocağı, beton fabrikası olması kirlenmeye sebebiyet vererek verimliliği düşürür ve artı temizlik maliyetine sebep olabilir. Ve Arazinin kuş göç yolları üzerinde olması kirlenmeye sebebiyet verebilir.

Güneş enerji sistemleri kurulmadan önce belediyeden kurulacak arazi için imar durumuna bakılmalıdır. Kurulum yapıldıktan sonra kurulum yaptığınız arazi üzerinden belediye yol geçeceğini söyleyebilir, bütün birikiminiz boşa gidebilir.

Bütün bunlara dikkat edildiği sürece güneş enerji sistemlerinden yüksek verimli elektrik üretilebilir. Bunların yaygın örnekleri günümüzde de görülmektedir. Bu örneklerden bazıları şunlardır;

Konya Karatay Kızören GES Bilgileri	
Kurulu Güç :	17,82 MWe
Kurulu Güce Oranı :	% 0.0219
Yıllık Elektrik Üretimi :	~ 26 GWh

Şekil 2.30. Konya Karatay Kızören GES bilgileri (Anonim 2018b)

Konya ilinin Karatay ilçesinde bulunan Konya Kızören Güneş Enerji Santrali 17,82 MWe Kurulu güce sahip olup, ülkemizin 9. büyük GES ' dir. Santralin ürettiği elektrik, 8.286 konutun enerji ihtiyacına karşılık gelir (Şekil 2.30).

Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santrali Bilgileri	
Kurulu Güç :	50 MWe
Kurulu Güce Oranı :	% 0.0615
Üretim Kapasitesi :	73 GWh-yıl
Yıllık Elektrik Üretimi :	~ 73 GWh

Şekil 2.31. Kayseri OSB güneş enerjisi santrali bilgileri (Anonim 2018b)

Kayseri ilinin Melikgazi ilçesinde bulunan Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santrali 50 MWe kurulu güce sahip olup ülkemizin 6.büyük güneş santralidir. Santral ürettiği elektrik enerjisi 22.054 kişinin enerji gereksinimine tekabül etmektedir (Şekil 2.31)

Özkoyuncu Madencilik Balıkesir GES Bilgileri	
Kurulu Güç :	40 MWe
Kurulu Güce Oranı :	% 0.0492
Yıllık Elektrik Üretimi :	~ 60 GWh

Şekil 2.32. Özkoyuncu Madencilik Balıkesir GES bilgileri (Anonim 2018b)

Balıkesir ilinin Karesi ilçesinde bulunan Özkoyuncu Madencilik Balıkesir Güneş Enerji Santral 40 MWe kurulu gücü ile ülkemizin 8.büyük güneş santralidir. Santral yaklaşık 60.000.000 kilovatsaat elektrik enerjisi üretmekte olup, buda 18.127 kişinin veya 19.048 konutun enerji ihtiyacı demektir (Şekil 2.32).

Örneklerde görüldüğü üzere güneş enerjisinden 40MWe 50 MWe ulaşan elektrik üretimi yapılabilir. Enerji ihtiyacının alternatif kaynaklardan karşılanması bakımından bu önemli bir orandır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği

5627 Sayılı enerji verimlilik kanunu 02.05.2007 tarihli yayımlanarak yürürlüğe girmesiyle, bu kanuna istinaden 05.12.2008 tarihli bina enerji performansı yönetmeliği yayımlanmış ve bu tarihten itibaren gerek mevcut binalarda gerek yeni binalarda birçok uygulamayı zorunlu kılmıştır.

Kanun kapsamında yayımlanan binalarda enerji performans yönetmeliği (BEP) enerjinin verimli ve etkin kullanılmasına yönelik birçok yeniliği de beraberinde getirmiştir.

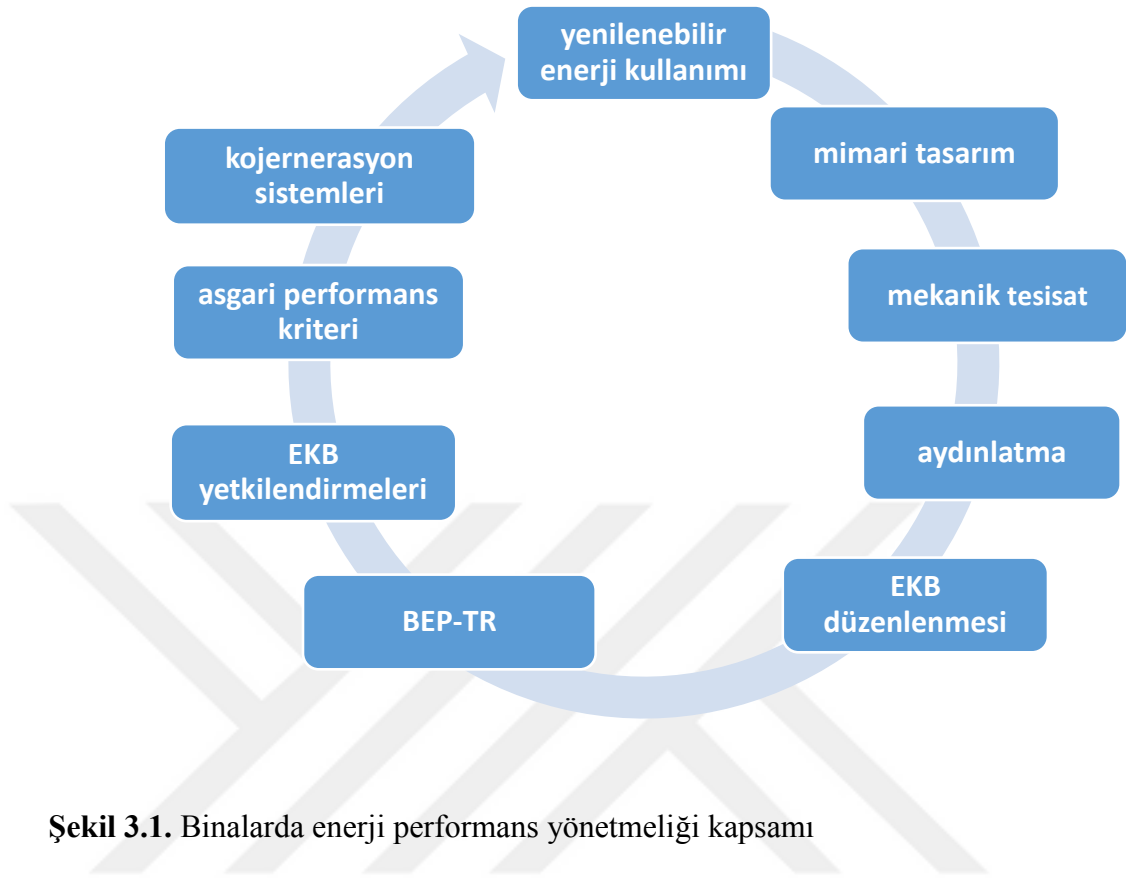
3.1.2. Binalarda enerji performans yönetmeliği hedefi ve kapsamı

Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği hedefleri,

- Binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılması
- Enerji tüketiminin sınıflandırılması ve enerji israfının önlenmesi
- Enerji maliyetlerinin azaltılması ve çevrenin korunması

Binalarda enerji performans yönetmeliği neleri kapsar: Binalarda enerji performans yönetmeliği, yenilenebilir enerji kullanımı, kojenerasyon sistemleri, asgari performans kriteri, mimari tasarım, aydınlatma, BEP-TR, EKB yetkilendirmeleri ve düzenlenmesi, mekanik tesisat konularını kapsamaktadır (Şekil 3.1).

Ayrıca, yönetmelik beraberinde EKB belgesi BEP-TR yazılımı kullanımı, eğitici kuruluşlar ve yetki belgeleri gibi birçok yeni kavramı da ortaya çıkarmıştır.



Şekil 3.1. Binalarda enerji performans yönetmeliği kapsamı

3.2. Yeşil Bina Enerji Sertifikasyon Sistemleri

Binalar, dünyada tüketilen enerjinin ve buna bağlı olarak oluşan karbon salınımının büyük bir bölümünden sorumludurlar. Buna karşın, binalarda alınacak önlemler ile önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanabileceği de son yıllarda yapılan birçok çalışma ile ortaya konulmuştur. Bu nedenle, tüm dünyada olduğu gibi Avrupa Birliği (AB) de binaların enerji performansının artırılması amacı ile mevzuat düzenlemelerinde bulunmuştur. Bu amaçla, 2002 yılında Binalarda Enerji Performansı Direktifi (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) yayınlanmıştır. EPBD ile tüm AB ülkelerinin binalarda minimum enerji performans seviyelerini belirlemeleri ve binaları enerji performans düzeylerine göre sertifikalandırmaları zorunlu kılınmıştır (EPBD 2002; Ganiç vd. 2013).

En yaygın öncü sertifikasyon sistemleri The Building Research Establishment's Environmental Assessment Method (Breeam) ve Leadership in Environmental Design (Leed) sertifikasyon programlarıdır. Uluslararası sertifikasyon sistemleri olan Bream ve Leed tüm dünyada geçerliliğe sahiptir.

BREEAM puanlama sisteminden yüksek puan almak, binanın prestijini artırmakla birlikte ve binanın enerji verimliliği ve çevreye verdiği zarar yönünden üstün niteliklere sahip olması demektir.

BREEAM enerji sertifikası alan bina, uluslararası saygınlık kazanmış olur. BREEAM, yapının enerji verimliliği yönünden üstün standartlara sahip olduğunu göstererek tanınırlığını sağlar.

BREEAM enerji sertifika sistemi LEED sertifika sistemiyle kıyaslandığında daha eskidir fakat her ikisi de sürekli geliştirdikleri versiyonlar ile kendilerini geliştirerek dünyanın en yaygın sertifika sistemleri haline gelmişlerdir. LEED ve BREEAM arasında tercih yapmak oldukça güçtür çünkü iki sertifika sisteminde güçlü ve zayıf yönleri vardır.

Yeşil bina sertifika sistemleri, projede kayıt, danışmanlık hizmeti ve değerlendirme maliyeti dışında maliyet gerektirmemektedir. Fakat BREEAM enerji sertifika sisteminde uzman jeolist çalıştırmak gerekebilir. Leed enerji sertifika sisteminde bu durum söz konusu değildir. Ama bunun ekstra bir maliyet olarak düşünülmemesi gerekir çünkü sertifika sisteminin yapıya katacağı prestij ve enerji verimliliği yönünden elde edeceği kar düşünüldüğünde bu durum göz ardı edilebilir.

Dünyada yaygın kullanılan diğer sertifika sistemleri Green Star, SBTool, CASBEE ve DGNB'dir. Bu sertifika sistemlerini Dünya Yeşil Bina Konseyine (World Green Building Council – WGB) üye olan ülkelerin çoğu kabul etmiştir. Bu sertifika sistemleri, binaları kategorilere göre sınıflamaktadır.

Milli sertifikasyon sistemimiz olan BEP-TR mevcut ve yeni bina kavramı olarak binaları ayırma özelliği ile bu sertifikasyon programlarından ayrılır. BEP-TR programının bu özelliği kolaylık sağlar. BEP-TR programı, ASHRAE ve Türk Standartlarından faydalanan programlanmıştır.

Ayrıca, BEP-TR internet veri tabanlı olması koordinasyon ve veri tabanına erişim bakımından kolaylıklar sunar. Fakat internet tabanlı olmasından ötürü, programdaki eksikliklerden kaynaklı kopmalar ve yavaşlamalar olmaktadır. Ayrıca ısıtma, soğutma, mekanik tesisat bilgi girişinin detaylı olmaması kısıtlı bilgi girişi programın gerçekçiliğine şüphe getirmektedir.

3.2.1. Bream enerji sertifikasyon sistemi

1990'da İngiltere'de Yapı Araştırma Kurumu (BRE) tarafından programlanmış ilk enerji sertifikasyon sistemidir. BRE'nin devamlı desteği ile hükümet destekleri BREEAM enerji sertifika programının etkinliğini giderek arttırmıştır.

Bream sertifika sisteminin amacı,

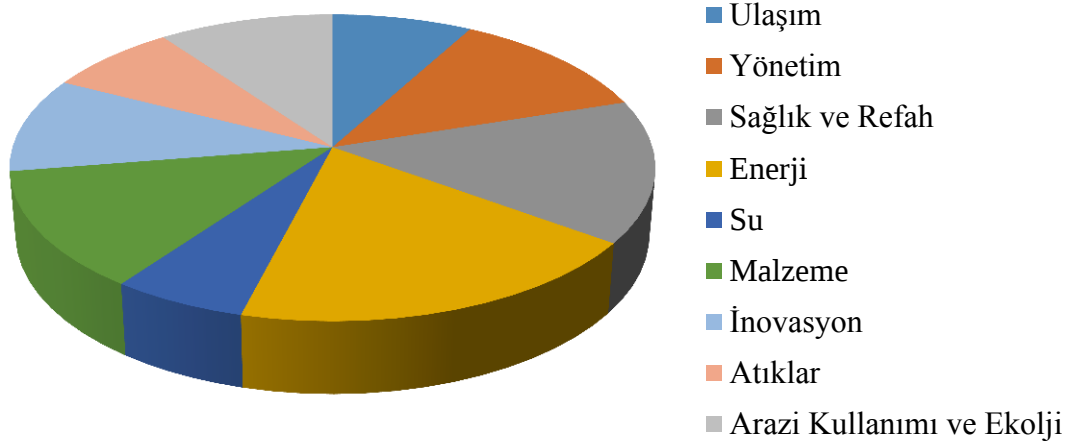
- Çevresel performansı artırmak
- İç hava kalitesini artırmaktır.

3 yıl geçerliliğe sahip olan Bream sertifika sistemi, Hollanda ve İspanya dışında bütün ülkeler tarafından kullanılmaktadır. Hollanda ve İspanya kendilerine özgü Bream şeması oluşturmuşlardır.

Bream ev ve ofis için ayrı sürümü geliştirmiş olup, Bream spoke bina dışı özel projelerde kullanılmak için oluşturulmuştur.

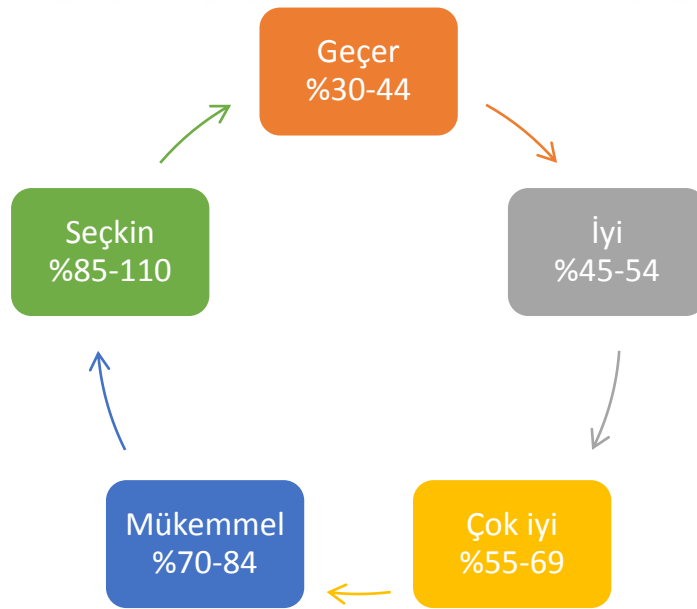
Breem sertifikasyon sistemi, binayı enerji, iç mekan sağlık ve refahı, malzeme, bina yönetimi, çevre kirliliği, arazi kullanımı ve ekoloji su, ulaşım, atık ve su gibi kategorilere ayırmış ve bu kategori yüzdelerine göre değerlendirme yapmaktadır.

Breem puanlama sisteminin kategorilere göre yüzdelik dağılımda, sırasıyla enerji % 19 sırasıyla, sağlık ve refah %15, malzeme %12.5, yönetim %12, İnovasyon %10, arazi kullanımı ve ekoloji % 10, ulaşım %8, su %6, atıklar %7.5 puan yüzdesine sahiptir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Bream sertifikasyon sistemi kategorilerin puan yüzdeleri dağılımı

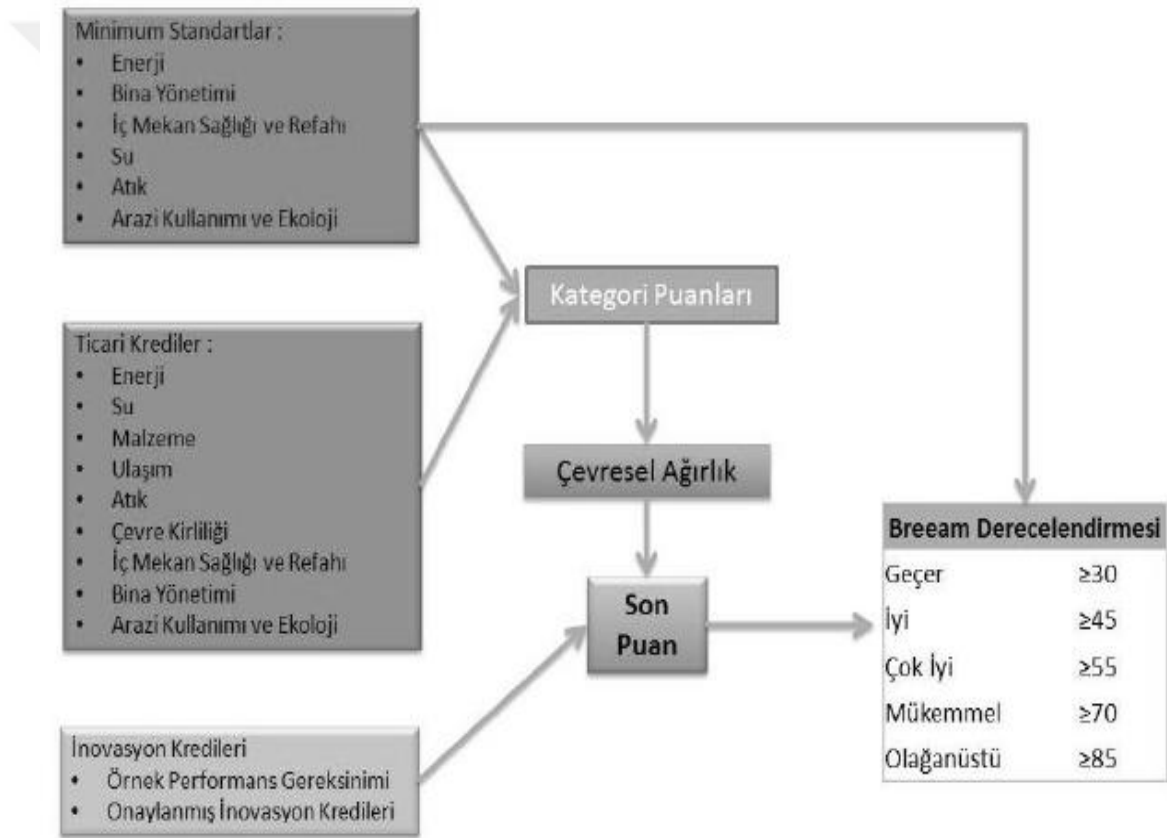
Her bir kategori için, kategori yüzdelere puanlar uygulanılarak skor oluşturulur. Skor puanına göre sertifika sınıfı belirlenir (Şekil 3.2).



Şekil 3.3. Bream sertifikasyon sistemi sınıfları

Breem sertifikasyon sisteminin geçer, iyi, çok iyi, mükemmel, seçkin sınıfları mevcuttur (Şekil 3.3).

Breem, değerlendirme aşamasında 9 sınıftan oluşan kategorilerin yüzde katsayılarına göre hesaplama yapıp elde ettiği skorlara göre derecelendirme yaparak sınıflandırır. 110 puan üzerinden hesaplanan skor, %30'un altında ise sertifikalandırma yapılmamaktadır (şekil 3.4).



Şekil 3.4. Bream değerlendirme şeması (Diaz 2010)

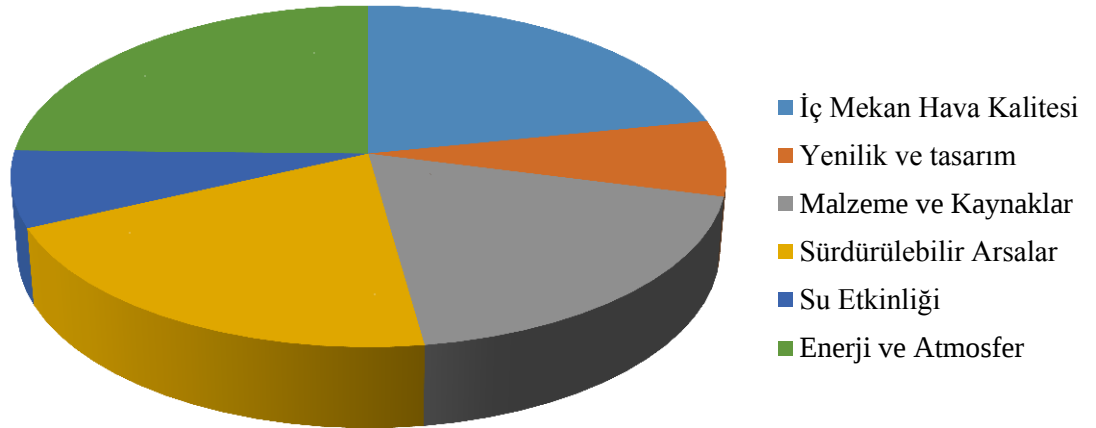
BREEAM sertifika sistemi sertifikalandırma süreci iki aşamalı sertifikalandırma şeklinde gerçekleşir. Bina tasarım sürecinde ise ilk olarak ara sertifika verilmekte olup bina inşaatı tamamlandıktan sonra nihai sertifika verilmektedir.

3.2.2. Leed enerji sertifikasyon sistemi

Uluslararası bina sertifikasyon sistemi olan Leed (Leadership in Environmental Design), 1998 yılında Amerika Yeşil Bina Konseyi (USGBC) tarafından oluşturulmuştur.

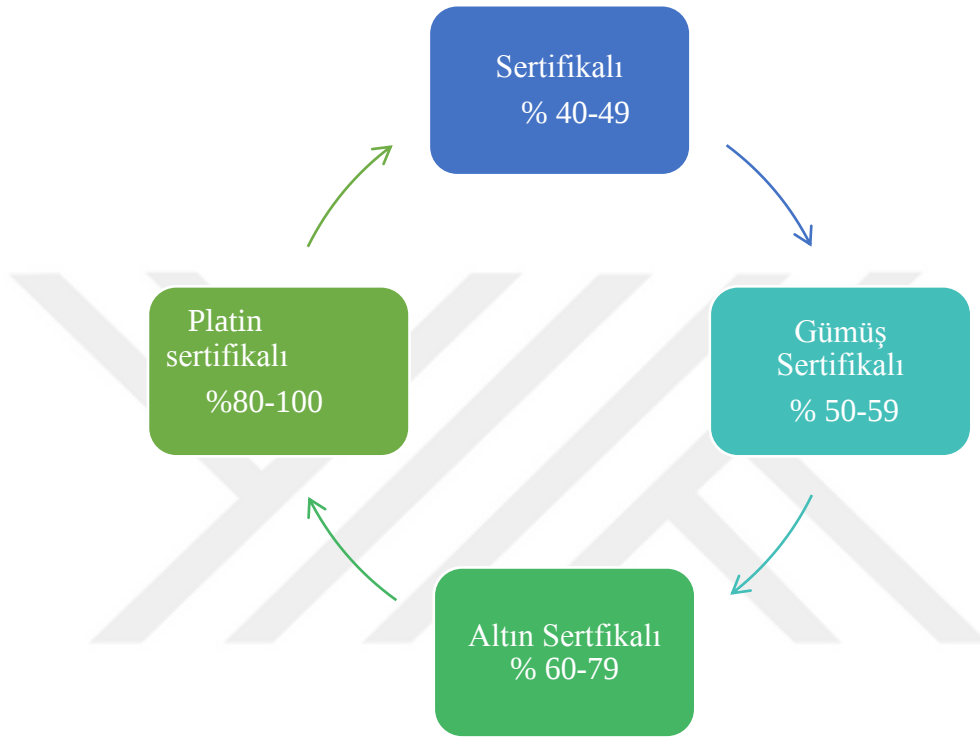
Doğal çevreyi korumak ve yeşil bina üretimini artırmak amacıyla oluşturulmuş program, ilk önce yeni binalar için oluşturulmuş daha sonra ise farklı tip binalar için versiyonu geliştirilmiştir.

Leed sertifikasyon sistemi, yenilik ve tasarım, sürdürülebilir arsalar, su etkinliği, malzeme ve kaynaklar, iç mekân hava kalitesi enerji ve atmosfer kategorilerinde değerlendirme yapmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Leed kategorilerin puan yüzdeleri

Kategorilerin puan yüzdelere göre 100 puan üzerinden değerlendirilip sertifikalandırma yapmaktadır. Leed sertifikasyon sisteminin sertifikalı, gümüş, altın, platin sertifikalı olmak üzere 4 sertifika derece sınıfı mevcuttur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Leed sertifikasyon sistemi sınıfları

Geçerlilik süresi 5 yıl olan Leed sertifikasyon sistemi, 2009 yılında sera gazı salınımı ve iklim değişikliğine etkisinin ölçüt yüzdesini artırmıştır.

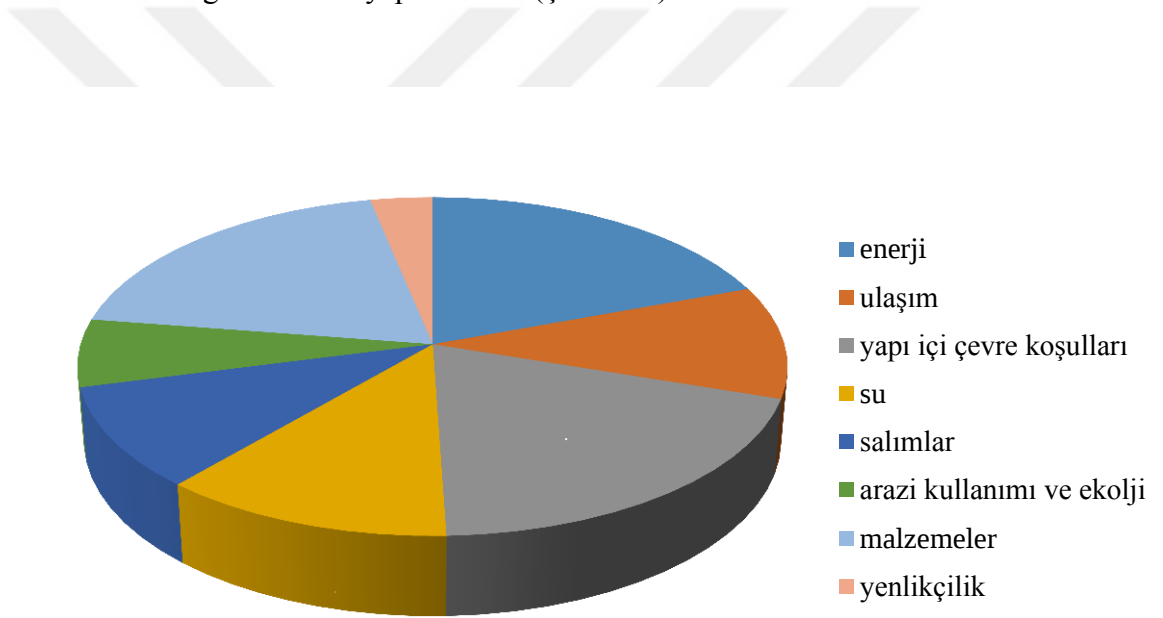
3.2.3. Green Star enerji sertifikasyon sistemi

2002’de Avusturalya’da kurulan (GBCA) Yeşil Bina Konseyinin 2003 yılında geliştirdiği programdır. Yapıların inşasını ve tasarım basamaklarını inceleyen program gönüllük esasına dayanır.

Green Star enerji sertifika sistemi ulusal ölçekte değerlendirme yapan sistem olması yönüyle LEED ve BREEAM enerji sertifika sistemlerinden ayrılır. Daimi geçerlilik süresine sahiptir.

İlk önce binalar için geliştirilmiş olan program daha sonra ise avm eğitim binaları ve son olarak tüm bina formatları için versiyonu geliştirilmiştir.

Green Star sertifika enerji sistemi binaları 9 farklı kategoride değerlendirerek 100 puan üzerinden değerlendirme yapmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Green Star değerlendirme kategori yüzdeleri

Green Star enerji sertifikasyon sistemi binaları kategori yüzdelerine göre 100 puan üzerinden değerlendirip, aldıkları toplam puana göre 1 yıldızlı, 2 yıldızlı, 3 yıldızlı, 4 yıldızlı, 5 yıldızlı ve 6 yıldızlı olmak üzere 6 sınıfta sertifikalandırma yapmaktadır (Şekil 3.8).

Binaların sertifika alabilmesi için % 45 ve üzeri başarı sağlayarak 4 yıldızlı, 5 yıldızlı ve 6 yıldızlı düzeyine ulaşması gerekmektedir.



Şekil 3.8. Green Star sertifika sınıfları (Anonim 2019)

2009’da Leed, Bream, Green Star CO₂ salınımı ölçütü için bir araya gelerek ortak protokol imzalamışlardır.

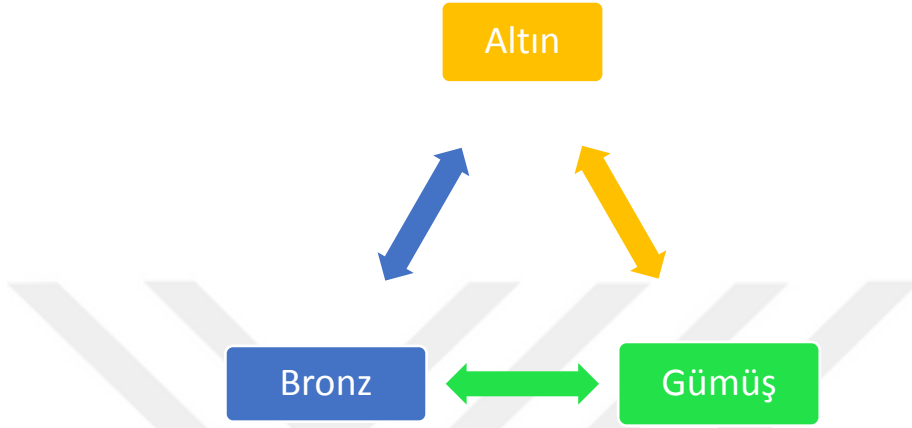
3.2.4. DGNB enerji sertifikasyon sistemi

Alman Sürdürülebilir Yapı Sertifika sistemi olan DGNB (Deutsche Gesellschaft Für Nachhaltiges Bauen), Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi tarafından 2009 yılında oluşturulan uluslararası bina sertifika sistemidir.

İlk olarak ofis ve idare binaları için oluşturulan DGNB Sertifikasyon Sistemi, 2010 yılında mevcut binalar, yeni binalar, eğitim kurumları, ticari binalar için kullanılmak üzere geliştirilmiştir.

DGNB sertifika sistemi sürdürülebilirlik kriterlerini karşılamak için malzeme geliştirmek ve mevcut sorunlara çözüm önerileri getirmek, sürdürülebilir bina için kalite etiketi oluşturmaktır. Ayrıca kaynakları verimli kullanan, kullanıcı konforunu karşılayan ve enerji performansı sağlayan çevre dostu bina alt yapısı oluşturmaktır.

DGNB sertifika sistemi altın, bronz ve gümüş olmak üzere 3 sertifika sınıfına sahiptir (Şekil 3.9).



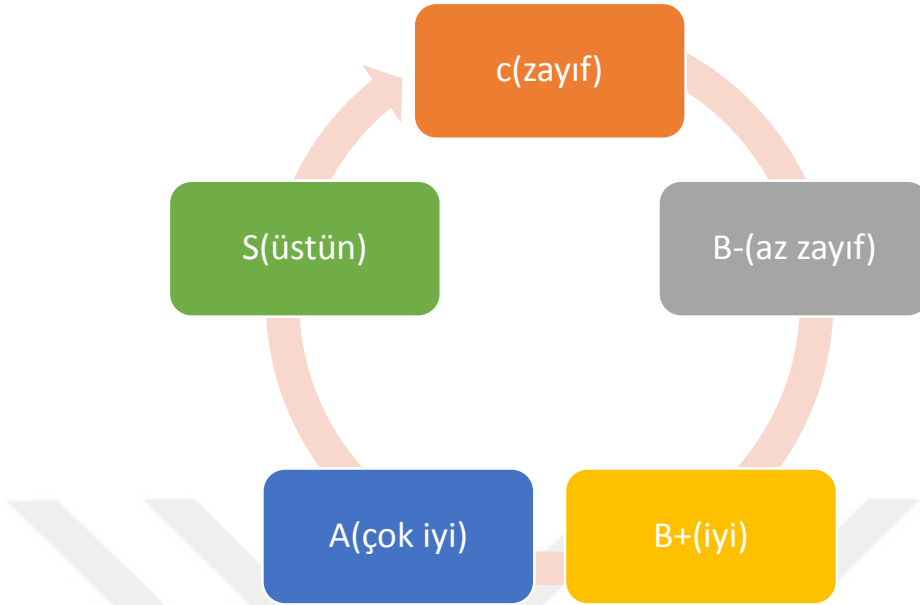
Şekil 3.9. DGNB sertifika sınıfları

DGNB sertifika sistemi, bina tamamlandıktan sonra asıl sertifika verilmektedir. Eğer bina yapım aşamasında ise ön sertifika verilmektedir.

3.2.5. CASBEE enerji sertifikasyon sistemi

Yeşil Bina Konseyi (JaGBC) ve Japonya Sürdürülebilir Yapı Konsorsiyumu (JSBC)'nin birlikte oluşturduğu bir enerji sertifikasyon sistemidir. CASBEE(Binaların Çevresel Etkinliği İçin Detaylı Değerlendirme Sistemi) 2004 yılında oluşturulmuştur.

CASBEE enerji sertifikalandırma sistemi C(zayıf), B-,B+ ve A, S (üstün) olmak üzere sertifika sınıflarına sahiptir (Şekil 3.10).



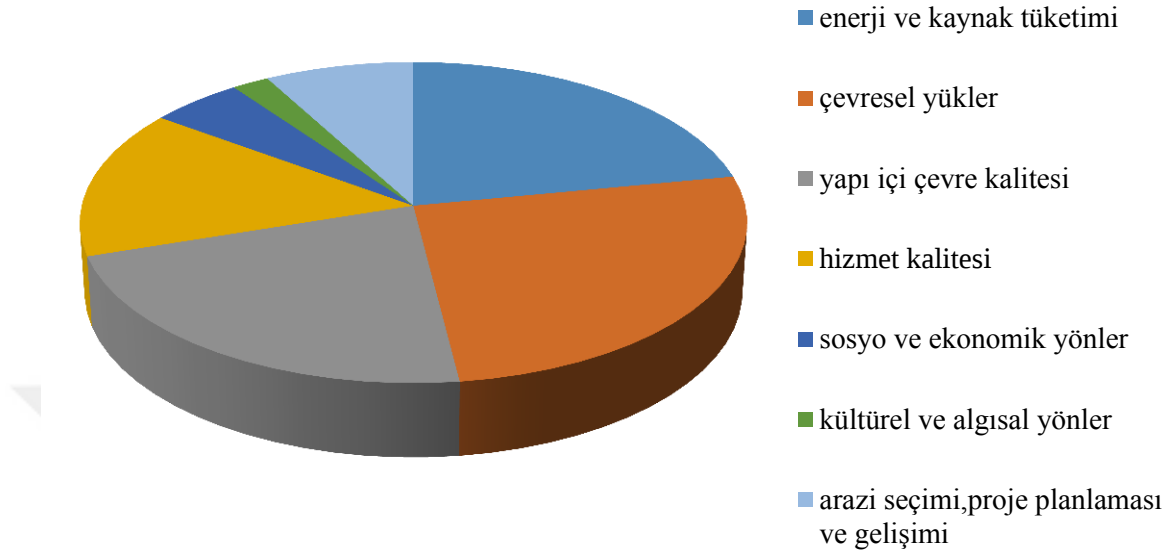
Şekil 3.10. CASBEE sertifika sınıfları

3.2.6. SBTool enerji sertifikasyon sistemi

1998 yılında ‘Natural Resources Canada’ tarafından ilk olarak GBtool olarak oluşturulmuş, 2002’de IISBEE (International Initiative for a Sustainable Built Environment) tarafından SBtool adı altında geliştirilmiştir.

GBTool geniş kapsamlı ve karmaşık yapıya sahip olması nedeniyle uygulanmasında ve anlaşılmasında güçlükler meydana getirmekteydi, SBTool olarak geliştirilen sistemde bu eksiklikler giderilmiştir.

21 ülke tarafından yürütülen çok uluslu enerji sertifikasyon sistemidir. Ayrıca bu ülkeler dışında birçok Asya ülkesi tarafından da kendi ülkelerine uyarlanarak kullanılmaktadır. Çin halk cumhuriyeti, Malezya, Hong Kong bu ülkelerden bazılarıdır.



Şekil 3.11. SBTool kategori puan yüzdeleri

SBTool sertifika sisteminde değerlendirme kategorilerine göre puanlama yapılmaktadır. SBTool sertifika sisteminde, ülke veya bölge şartlarına uygun uyarlamalar yapılmaktadır. Kategoriler uygulanabilirliği açısından değerlendirilip gerektiğinde sistem dışı bırakılabilmektedir (Şekil 3.11).

Bu uyarlama ülke içindeki yerel kuruluş ve akademisyenlerden oluşan çalışma grubu aracılığıyla yapılmaktadır, uygulanacak ülke veya bölge şartlarına uygun puan yüzdeleri çalışma grubunun ortak görüşüne dayalı bilimsel çerçevede belirlenmektedir.

Değerlendirme kategorilerinin ülke veya bölge şartlarına uygun puan yüzdeleri ile değerlendirilip -1 ve 5 arasında puanlama yapılmaktadır. -1 puan olumsuz performans, 0 kabul edilebilir, 3 iyi uygulama, 5 puan ise en iyi uygulama sınıfı olarak nitelendirilir.

Böylelikle SBTool enerji sertifika sistemi en iyi uygulama, iyi uygulama, kabul edilebilir, olumsuz performans olmak üzere 4 sınıfta sertifikalandırma yapmaktadır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. SBTool sertifika sistemi sınıfları

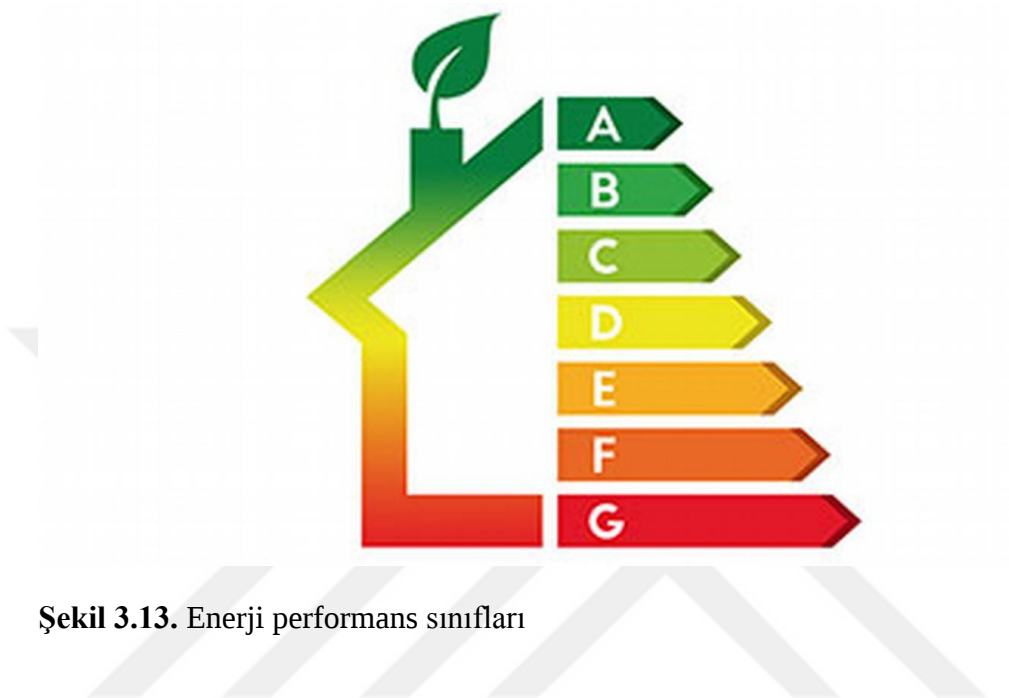
Bölge şartlarına uygun değerlendirme yapmak, SBTool enerji sertifika sisteminin amaçları arasındadır.

SBTool sertifika sistemi, diğer sertifikasyon sistemlerinde olduğu gibi belirli kategori yüzdelere göre değerlendirme yapmaktadır.

3.2.7. BEP - TR enerji sertifikasyon sistemi

Ulusal sertifikasyon sistemimiz olan BEP-TR 2010 yılında oluşturulmuştur. Sertifika sistemi binayı ısıtma, sıhhi sıcak su, soğutma havalandırma, aydınlatma, kojenerasyon ve fotovoltaik sistem kategorilerinde değerlendirmektedir.

A, B, C, D, E, F, G sınıfları olarak her bir kategorinin enerji sınıfını belirleyip bunların ortalaması ile bina sınıfını belirlemektedir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Enerji performans sınıfları

Enerji sınıf indeksi 0-39 ise en üstün sınıf olarak A sınıfı olup, enerji sınıf endeksi 175 veya yukarısı ise en düşük sınıf olan G sınıfı olarak nitelendirilmektedir. Enerji sınıf endeksi 40-79 B sınıfı, 80-99 C sınıfı olup, en az C sınıfına sahip olan bina EKB belgesi almaya hak kazanmaktadır. Enerji sınıf endeksi 100-119 D sınıfı, 120-139 E sınıfı, 140-174 F sınıfı olarak değerlendirilmekte olup bu sınıfa sahip binalar ekb belgesi alamamaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Enerji performans sınıf endeksleri

Enerji Performans Sınıfı	• Enerji Sınıf Endeksi
A	• 0 - 39
B	• 40 - 79
C	• 80 - 99
D	• 100 - 119
E	• 120 - 139
F	• 104 - 174
G	• 175 - ...

Türkiye’deki yapılar öncelikle kendi sertifika sistemimizi almakla yükümlü olup, istekleri doğrultusunda başvuru yaparak diğer uluslararası sertifikaları da alabilirler.

3.2.8. Türkiye’de ilk yeşil bina örnekleri

Enerji ihtiyacının artışı ve mevcut enerji kaynaklarının tükenmekte olması, enerji tüketiminde büyük paya sahip olan binaların enerji verimlilik çalışmaları önem kazanmıştır. Bu çerçevede ortaya atılan “yeşil bina” kavramı çağımızın en güncel kavramları arasındadır.

Ülkeler bulundukları bölge ve iklim şartlarına göre ulusal enerji sertifikasyon sistemleri geliştirmişlerdir. Ülkemizde ve dünyada binalarda uygulanan enerji verimlilik çalışmaları tam olarak hedefine ulaşmasa da kamuoyunda farkındalık oluşturmuş başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Enerji verimlilik çalışmaları sonucunda bina enerji verimlilik bilinci hızla artmaktadır. Bununla birlikte yeşil bina enerji sertifikasyon sistemlerine yönelik çalışmalar hız kazanmakta ve ülkemizde yeşil bina sayısında büyük artışlar görülmektedir.

Amerikan Yeşil Binalar Derneği (USGBC)'nin 2 Ocak 2018 tarihli raporuna göre Türkiye'de tamamlanmış LEED sertifikasına sahip Ticari İç Mekanlar için verilen sertifikalarda da dâhil olmak üzere 245 LEED sertifikalı yapı bulunmaktadır. Bu yapıların 21 tanesi en üst nitelik olan LEED Platinum sertifikası olup, 169 tane LEED Gold, 41 tane LEED Silver, 14 tane LEED Certified sınıfı sertifikaya sahiptir.

Ülkemizde ilk yeşil bina sertifikasına sahip yapılardan bazıları şunlardır;

Ülkemizde ilk LEED platin sertifikası 2010 yılında inşa edilen Eser Holding Merkez Ofisi binası tarafından 2011 yılında alınmıştır. Ankara'da inşa edilen bina üstün standartlara sahip yeşil bina tasarım sistemleri kullanılarak tasarlanmıştır. Bina ülkemizdeki aynı tipoloji sahip bir binanın tükettiği enerjinin yarısı kadarını tüketmektedir. Bina tükettiği enerjinin büyük bölümünü kendi üretmektedir. Ayrıca dış cephe ve çatı zemin yalıtımları ile ısıtma enerji kaybı minimuma indirilmiş olup, elektrik üretimi için 6,126 kw'lık güneş pilleri, 1 kw'lık rüzgâr tribünü kullanılmıştır. Binada su tüketimi için atık su arıtma ve kirli suyun tuvaletlerde kullanılması için sistemler mevcuttur.

Ülkemizde ilk LEED sertifikalı ofis 2009 yılında inşa edilmiş olan Unilever Türkiye'dir. Ülkemizin ilk yeşil ofisi olan bina Leed-ticari ve iç mekânlar gümüş sertifikasına sahiptir. İstanbul ilinin Ümraniye ilçesinde inşa edilen ofis yıllık ortalama yaklaşık %70 elektrik tasarrufu sağlaması hedeflenmiştir.

Ülkemizde ilk DGNB sertifikası 2013 yılında İstanbul Quasar binası tarafından alınmıştır. İstanbul Mecidiyeköy'de inşa edilen bina 6 farklı kategori ile tasarım sırasında değerlendirilmiş, 50 sürdürülebilirlik puanı ile gümüş sınıf DGNB sertifika almaya hak kazanmıştır.

3.2.9. Sürdürülebilirlik kavramı ve sürdürülebilir enerji

Sürdürülebilirlik kavramının tüm dünyada resmen kabul görmesi Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonunun (WCED) “Ortak Geleceğimiz” (1987) adlı raporunda belirtilen “sürdürülebilir kalkınma” tanımına dayanmaktadır. Bu tanıma göre sürdürülebilir kalkınma, “Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılamak.” olarak tanımlanmıştır. (Spangenberg, 2000; Meriç, 2004; Aksu, 2011)

İklim değişikliği, çevre kirliliği ve fosil yakıtların tükenmesi, artan enerji ihtiyacı sürdürülebilirlik, sürdürülebilir enerji kavramları günümüzün en güncel kavramları arasında yer almaktadır. Fosil yakıtların tükenmesi ve artan enerji ihtiyacı sürdürülebilir enerjinin önemini göstermiş, mevcut enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasını zorunlu kılmıştır.

Mevcut kaynaklarının daha verimli kullanılarak gelecek kuşaklara aktarılması gerekliliği sürdürülebilirlik kavramı sıkça kullanılmasına sebep olmuştur. Buna bağlı olarak sürdürülebilir enerji kaynakları konusu günümüzün en önemli konuları arasında yerini almıştır.

Güneş, jeotermal, rüzgâr, biokütle enerjisi sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları arasındadır. Sürdürülebilir ve çevre dostu enerji kaynakları öncelikli tercihimiz olmalıdır. Enerjimizi sürdürülebilir yöntemler ile elde edilmelidir. Enerjinin sürdürülebilir şekilde üretimi enerji verimliliği ve güvenliği adına önem taşımaktadır.

3.3. Enerji Kimlik Belgesi

Enerji kimlik belgesi, binalarda enerji performansını gösteren belge olup 1 Ocak 2011 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Belge binanın enerji verimliliğinin yükseklik oranına göre A-G aralığında sınıflar içerir. En verimli seviye A seviyesi olup, C seviyesine sahip olan yeni bir bina enerji kimlik belgesi almaya hak kazanır.

2 Mayıs 2017 tarihine kadar tüm binaların enerji kimlik belgesi alması zorunlu kılınmış, fakat bu daha sonra Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından yapılan açıklamayla 1 Ocak 2020'ye ertelendiği belirtilmiştir.

Enerji kimlik belgesi (EKB), binanın tümü için düzenlenebildiği gibi, ihtiyaç halinde ki bağımsız bölümler içinde düzenlenebilir. Belgenin düzenlenmesinde TS 825 Yalıtım Esasları ve BEB-TR esas alınır.

Bakanlık tarafından ulusal hesaplama yöntemi olan BEP-TR kullanarak hazırlanan EKB belgesi onay aldıktan sonra 10 yıl geçerli olmaktadır. EKB belgesi yeni binalar için düzenlenebildiği gibi mevcut eski binalar içinde düzenlenebilir.

Peki, mevcut bina nedir?

01.01.2011 yönetmeliği öncesi yapılan veya yapım ruhsatı alınıp yapım aşaması bitmemiş devam eden binalar mevcut bina kavramı içine girmekte olup, bu tarihten sonraki binalar yeni bina kavramı içinde değerlendirilmektedir.

EKB binanın, ısıtma, soğutma, sıhhi sıcak su, havalandırma, aydınlatma ihtiyaçlarının karşılanması için gerekli enerji miktarlarını hesaplar. Alternatif enerji kullanım oranına göre binanın enerji performansını belirlemektedir. Ayrıca binayı enerji sınıfına göre sınıflandırmaktadır.

Sonuç olarak, belgeye baktığımızda binanın yıllık metrekare başına ne kadar enerji tükettiği, karbondioksit salınım miktarının ne olduğu, enerji performans durumunun hangi konumda olduğu gibi soruların cevabı görülmektedir (Şekil 3.14).

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Bina Genel Bilgileri

Bina Tipi :
 İnşaat Yılı :
 Kapalı Kullanma Alanı :
 Ada, Parseli :
 Adresi :
 Bina Sahibi/İnfa :
 Adı Soyadı :
 Adresi :
 Müşterek Tesisatların Sahibi (varsa) :
 Adı Soyadı :
 Adresi :

Bina Resmi

Enerji Performansı

Yüksek
 A
 B
 C
 D
 E
 F
 G
 Düşük

SEK Emisyonu

Düşük
 A
 B
 C
 D
 E
 F
 G
 Yüksek

Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı

%

Yıllık Enerji Tüketimleri

Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Miktar (kWh/yıl)	Birim	Kullanım Alanı Başına (kWh/m ² .yıl)	Sınıfı
TOPLAM					A B C D E F G
ISITMA					A B C D E F G
SIHHİ SICAK SU					A B C D E F G
SOĞUTMA					A B C D E F G
HAVALANDIRMA					A B C D E F G
AYDINLATMA					A B C D E F G

Açıklamalar

Belgenin
 Numarası :
 Veriliş Tarihi :
 Son Geçerlilik Tarihi :

Belgeyi Düzenleyen
 Adı Soyadı :
 Firması :
 Oda Sicil No :

İmza

Şekil 3.14. Enerji kimlik belgesi

EKB düzenlendikten sonra bunun kontrol edilmesi ve denetlenmesi zor bir süreçtir. Bakanlık EKB belgelerinin merkezi bir sistemde kayıt altında tutulması, EKB uzmanlarının aynı veri tabanına bağlı aynı yazılım programı kullanması, veri tabanında EKB düzenlenen binanın bilgilerinin biriktirilmesi ile bu süreci kolaylaştırmaya çalışmıştır.

Diğer bir husus ise, ülkemizde konut sayısı bazı TÜİK verileri olmasına karşılık net olarak bilinmemektedir. EKB belgesi alan bina sayısının veri tabanında biriktirilmesi ile aynı zamanda gelecekte ülkemizdeki mevcut bina sayısı içinde bir veri tabanı sağlanmış olacaktır.

Sonuç olarak, ülkemizde enerjinin %37'si binalarda tüketildiği göz önüne alındığında, EKB uygulamalarında bazı aksaklıklar, denetim ve geçerlilik süreleri ile ilgili gerçekçi

olmayacağına dair şüpheler olsa da daha şimdiden toplumsal farkındalık yarattığı bunun yalıtım oranlarındaki artmalardan gözlenmektedir. Önümüzdeki hedef, EKB belgesinin bina alımı, satımı ve kiralamada aranılan belge olmasıdır.

3.3.1. EKB belgesi için yetkili kuruluşlar

T.C Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığına bağlı müdürlükler tarafından yetki verilmiş (EVD) Enerji Verimliliği ve Danışmanlık Şirketleri tarafından hazırlanabilir.

EVD şirketleri, 18 Nisan 2007 yılında yayımlanan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile ilk kez ortaya çıkmış, enerji verimlik alanında etüt, proje, danışmanlık hizmeti vermek üzere yetki belgesi almış şirketlerdir.

3.3.2. EKB uzmanı

Kimler Enerji Kimlik Belgesi (EKB) uzmanı olabilir diye baktığımızda, yönetmelikte belirtildiği üzere mimarlar, makine mühendisleri, inşaat mühendisleri, elektrik mühendisleri bakanlık tarafından yetkilendirilmiş kurum veya kuruluşlardan EKB belgesi uzmanlığı için gerekli eğitimleri tamamlamış ve eğitim sonucu sınavda başarılı olarak nitelendirilmiş kişiler EKB uzmanı olarak görev yapabilir.

3.3.3. EKB belgesi düzenlenmesi

EKB Belgesi düzenlenmesi için başvuru yaptığınız yetkili kuruluş belgeyi düzenlemek için bina bilgilerini içeren birtakım evraklar istemektedir.

Peki, EKB düzenlenmesi için hangi evraklar gerekli?

- Mimari Proje
- Yapı Ruhsatı

- Isıtma, Soğutma, Havalandırma Projeleri
- Elektrik Tesisatı Projesi
- Isı Yalıtım Projesi

Gerekli evraklar alındıktan sonra, bina enerji performansını gösteren belge olan EKB belgesi düzenlenmesi için yıllık enerji tüketim miktarı hesaplanması gerekmektedir. Bina enerji performansı belirlenmesinde yıllık enerji tüketiminin hesaplanması çeşitli aşamalardan oluşmaktadır.

Bina enerji performansının belirlenmesinde yıllık enerji tüketiminin hesaplanması şu aşamalardan oluşur; (Erdoğan ve Yılmaz 2012)

- 1) Binaların ısıtılması ve soğutulması için binanın ihtiyacı olan net enerji miktarının hesaplanması,
- 2) Net enerjiyi karşılayacak kurulu sistemlerden olan kayıpları ve sistem verimlerini de göz önüne alarak binanın toplam ısıtma-soğutma enerji tüketiminin belirlenmesi,
- 3) Havalandırma enerjisi tüketiminin belirlenmesi,
- 4) Binalarda günışığı etkileri göz önüne alınarak, günışığından yararlanılmayan süre ve günışığının etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanması,
- 5) Sıhhi sıcak su için gerekli enerji tüketiminin hesaplanması.

3.3.4. BEP-TR programı ile EKB uygulamasında eksiklikler

Ülkemizde 2008 yılında yayımlanan Binalarda Enerji Performans yönetmeliği kapsamında, yönetmeliğin yayımlanmasından 3 yıl sonra oluşturulan ulusal bina enerji performans yazılımı olan BEP TR programı ile EKB uygulaması birçok eksiklikleri barındırmaktadır. Bu eksikliklerden bazıları şunlardır;

- Mekanik sistemler sekmesindeki soruların kullanıcılar tarafından anlaşılmasının zor olması

- Binanın genel enerji sınıfını belirlerken ısıtma soğutma aydınlatma mekanik sistem sınıflarının ortalaması alınarak belirlenmesi, bunun sonucunda ısıtma sistemindeki verimsizliği diğer bir sistemin kapatması belgenin gerçeği yansıtması konusunda şüpheleri meydana getirmesi
- Bütün alternatif enerji kaynaklarının (led aydınlatma, jeotermal enerji vb.) sisteme tanımlı olmaması belgenin doğruluğunu etkilemesi
- Programının CAD tabanlı bina geometrisinin aktarılabileceği bir yazılımın olmaması
- Bina yapı geometrisinin benzer şekillerle programa tanıtılması (U, H, L, kare, dikdörtgen vb.)
- Mekanik sistemler sekmesindeki herhangi bir bilgi değişiminin doğrudan bina enerji sınıfını etkilemesinin programının güvenilirliğini düşürmesi
- Bütün yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme tanımlı olmamasından dolayı A sınıfı enerji kimlik belgesi alınamamasından dolayı A sınıfı bir bina ile B sınıfı bir bina arasında fark olmaması
- Her ilde, EKB belgesi düzenleyen EVD şirketlerinin olmamasından dolayı, ihtiyacın başka bir ilden karşılanması sonucu bina doğru analiz ve tespit edilememesi kaynaklı hatalar
- Belediyelerin EKB uygulaması hakkında eğitim ve donanım yönünden eksik olması uygulamanın yürütülmesi aşamasında hatalara sebep olması
- EKB belgesinin bina ruhsat sırasında değil, yapı kullanma sırasında istenmesi
- EKB belgesi oluşturulmasında ve sonrasında denetimin olmaması
- EKB düzenlenen binanın yapı malzemeleri ve yalıtım özelliklerini içeren belgenin EKB Belgesiyle birlikte verilmemesi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. BEP-TR Programı

Binanın yıllık enerji tüketimini ve bina enerji sınıfını, yalıtım durumunu ve ısıtma, aydınlatma, soğutma sistemi enerji tüketim miktarlarını, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına dair bilgilerini bulunduran belge enerji kimlik belgesi (EKB) olarak adlandırılır. EKB belgesi düzenlemek için BEP-TR programı kullanılmaktadır. (Şekil4.1)

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Bina Bilgileri

Bina Adı	Bina Adres	Bina Enerji Sınıfı	Bina Enerji Tüketimi (kWh/yıl)	Bina Enerji Tüketimi (kWh/m²/yıl)	Bina Enerji Tüketimi (kWh/m²/yıl)

Mekanik Sistemler

Isıtma Sistemi	Soğutma Sistemi	Isıtma Enerjisi (kWh/yıl)	Soğutma Enerjisi (kWh/yıl)	Isıtma Enerjisi (kWh/m²/yıl)	Soğutma Enerjisi (kWh/m²/yıl)

Enerji Performansı

Yılın Enerji Performansı	Yılın Enerji Performansı	Yılın Enerji Performansı
A	B	C
D	E	F
G		

Tavsiyeler/Açıklamalar

Belge No	Belge Tarihi	Belge Durumu	Belge Durumu

Şekil 4.1. EKB belgesi (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2019)

BEP-TR yazılımı ulusal bir hesaplama programı olup, Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından onay verilmiş kullanıcılar tarafından kullanılan bir yazılım programıdır. Program diğer simülasyon programında olduğu gibi parametre değerlerinin artırılıp

azaltılarak sonuçları karşılaştırıp daha iyi sonuçlar elde edilmesi için olanak sunar. İlk olarak BEP –TR 1 olarak çıkarılmış olan program hataların giderilmesi ile BEP-TR 2 olarak güncellenmiştir. Bu çalışmada BEP-TR 2 kullanılmıştır.

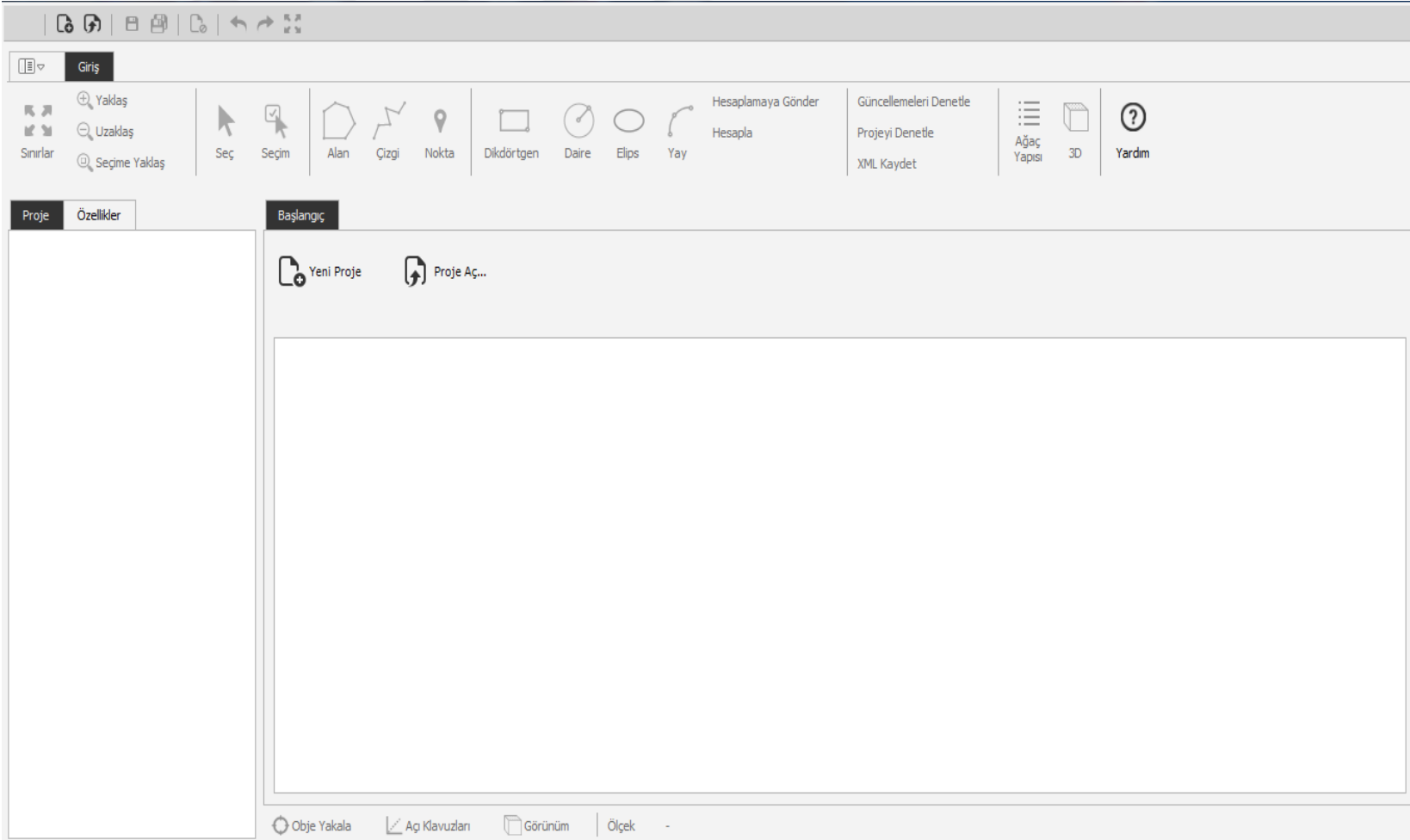
4.1.1. BEP-TR programı üst menü sekmeleri

Bep-TR 2 Programı, Bakanlık Uç Yazılımı (BEP-BUY) ve işletim sistemi (BEP-İS) bölümlerinden oluşmaktadır. BEP-BUY kısmında binaya ait genel bilgiler proje bilgileri kullanılarak hesaplamalar yapıp EKB belgesi düzenlenme aşaması gerçekleştirilir.

BEP-İS kısmında ise düzenlenen belgenin geçerlilik kazanması için EVD şirketinde çalışan EKB uzmanı tarafından kullanıcı adı ve şifre ile girilip belge onay için Bakanlığa gönderilir. Onay alan EKB belgesi geçerlilik kazanır.

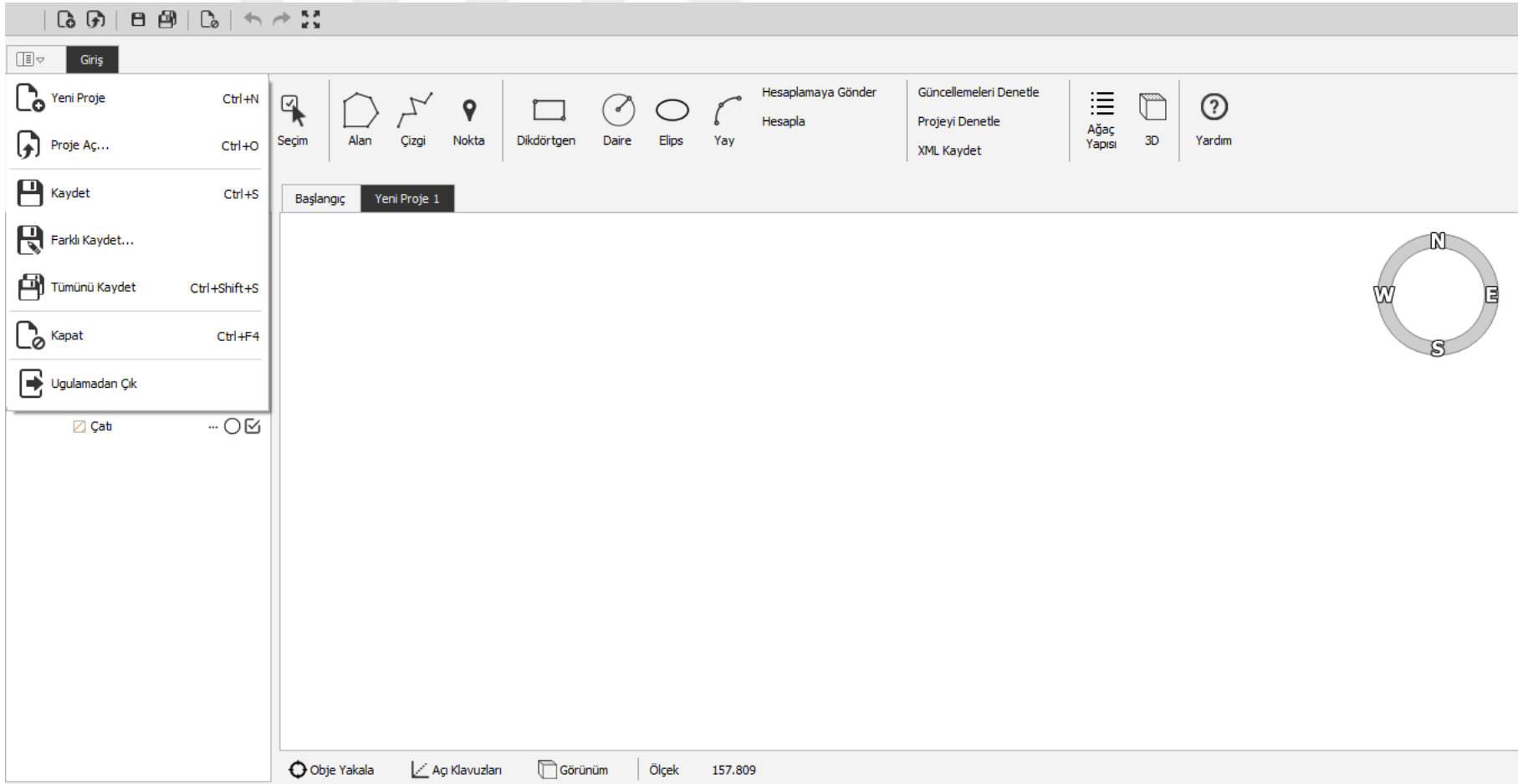
BEP-İS yazılımına sadece yetkili kişiler tarafından kullanıcı adı (T.C. Kimlik Numarası) ve şifre ile giriş yapılabilmektedir. Mevcut projeyi açma, proje sonucu görüntüleme, Çevre Şehircilik Bakanlığında proje onay alma, Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmesi, Enerji kimlik belgesi uzmanı işe alma ve işten çıkarma işlemleri yapılabilmektedir. Bununla birlikte, Enerji Verimlilik ve Danışmanlık Şirketleri, Meslek Odaları ve Üniversitelerce kullanılacak eğitim tanımlama ve eğitim verdikleri EKB uzmanlarının ve firmalarının bilgilerini girmek için kullanılan ekranlar; BEP-BUY ve BEP-İS yazılımlarına “beptr.csb.gov.tr/bepweb” adresinden ulaşılabilir. BEP-BUY yazılımı Windows işletim sisteminde çalıştırılacaksa NET Framework’ün son güncel versiyonu yüklenmelidir. Diğer İşletim sistemlerinde çalıştırılacaksa MONO en son versiyonu kurulmalıdır.

Programa bep-buy. exe uzantısından girildiğinde program ara yüzü giriş ekranı açılır. Program ara yüzünde proje, özellikler, giriş, çizim menüsü, yeni proje, proje aç seçenekleri bulunmaktadır (Şekil 4.2).



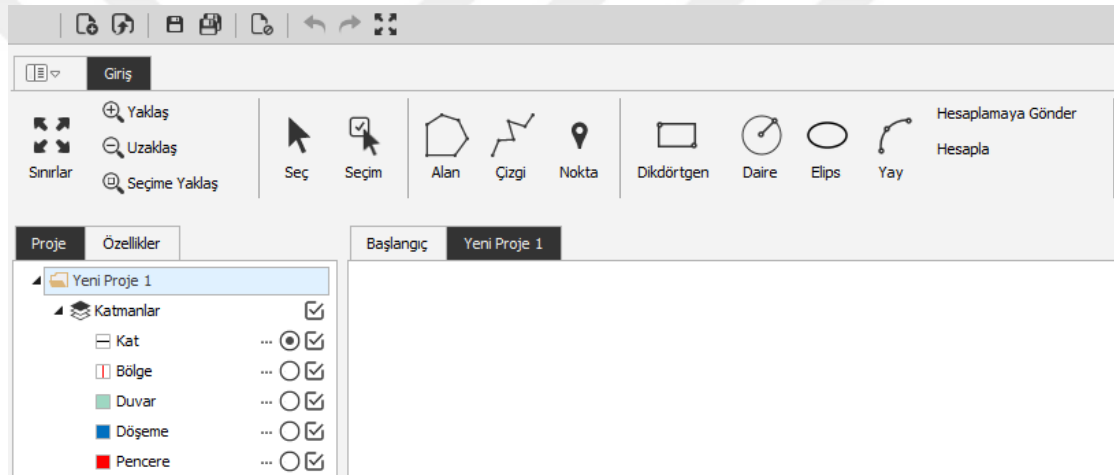
Şekil 4.2. Program ara yüzü

- **Proje aç:** Mevcut daha önceden hazırlanmış projenin programa yüklenmesini sağlar.
- **Yeni proje:** Yeni proje düzenlenmesini sağlar.
- **Çizim Menüsü:** Bina geometrisinin tanımlanmasını sağlar. Çizim menüsü içinde daire, yay çizimi ve dikdörtgen çizimi yapılabilir.
- Kaydet simgesinde, proje aç, yeni proje, kaydet, farklı kaydet, kapat, uygulamadan çık seçenekleri mevcuttur (Şekil 4.3).
- **Yeni Proje:** Yeni proje düzenlenmesini sağlar.
- **Proje Aç:** Önceden düzenlenen projenin açılmasını sağlar. CAD programında daha önceden çizilmiş projeyi altlık olarak kullanmak için açılmasını sağlar.
- **Kaydet:** Projenin ".wsb" uzantısı formatında kaydedilmesini sağlar.
- **Farklı Kaydet:** Projenin farklı olarak kaydedilmesini sağlar.
- **Tümünü Kaydet:** Programda açık olan birden çok projenin kaydedilmesini sağlar
- **Kapat:** Programın kapatılmasını sağlar.



Şekil 4.3. Kaydet simgesi

- **İleri-Geri:** Geri sekmesi, işlemlerin geri almak, ileri ise işlemleri ileri almak için kullanılır.
 - **Sınırlar:** Merkezde hizalanması istenilen objeyi hizalama yapmak için kullanılır.
 - **Yaklaş:** İstenilen objeye yakınlaşmayı sağlar.
 - **Uzaklaş:** İstenilen objeye uzaklaşmayı sağlar.
 - **Seçime Yaklaş:** Seçilen objeye yakınlaşmayı sağlar.
- Seç:** Programda çizimlerin, katmanların seçilmesini sağlar. Tek obje seçmek için kullanılır.



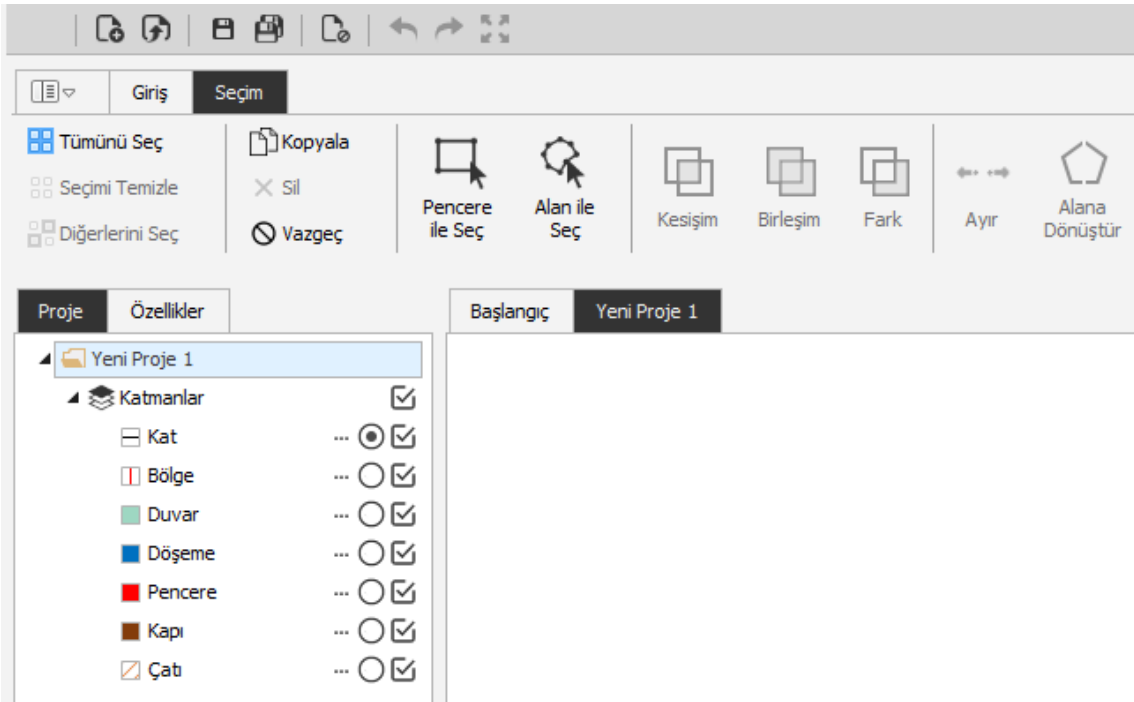
Şekil 4.4. Giriş sekmesi seçenekleri

Seçim: Seçim sekmesini açar. Seçim sekmesi tıklandığında tümünü seç, seçimi temizle, diğerlerini seç, pencere ile seç, kopyala, sil, vazgeç, kesişim, birleşim, fark, ayır, alana dönüştür, pencere ile seç ve alan ile seç seçenekleri açılır. Ayrıca seçim sekmesi çoklu obje seçmek için kullanılır (Şekil4.5).

- **Tümünü Seç:** Çizimin tümünü seçer.
- **Seçimi Temizle:** Seçilen çizimi siler.
- **Diğerlerini Seç:** Seçili çizimin dışında kalan diğer çizimleri seçer.
- **Kopyala:** Seçim butonun tıklandıktan kopyala butonu "Pencere ile Seç" ve "Alan ile Seç" seçenekleri açılır. Farenin sol tuşuyla istenilen katmanlar tek tek seçilir

veya Pencere ile Seç” ve “Alan ile Seç” fonksiyonlarıyla istenilen katmanların tamamı seçilir. Seçim yapıldıktan sonra “Kopyala” fonksiyonu seçilir ve seçili olan çizim, taşı bölümünün altında yer alan ofset noktasına tıklanır ve sürükleyerek istenen alana götürülür. Sağ tıkla kopyalama sonlandırılır.

- **Sil:** Seçili çizimin veya alanın silinmesini sağlar.
- **Vazgeç:** İstenilen seçilmiş çizimin veya alanın seçiminin iptalini sağlar.
- **Pencere İle Seç:** İstenilen alanı pencere ile seçer.
- **Alan ile seç:** İstenilen alanı çizim ile belirler.
- **Kesişim:** Ekranda yalnız ortak açıyla çizilmiş olan kesişim noktalarını gösterir.
- **Birleştir:** Ekranda sadece ortak açıyla çizilmiş olan alanların birleşim noktalarını gösterir.
- **Fark:** Çizimlerin kesişim alanları dışındaki alanları gösterir.
- **Ayır:** Tümü seçilen alanı parça alanlara ayırır.
- **Alana Dönüştür:** Ayır sekmesiyle parça alanları tekrar tek bir alan şekline dönüştürür.



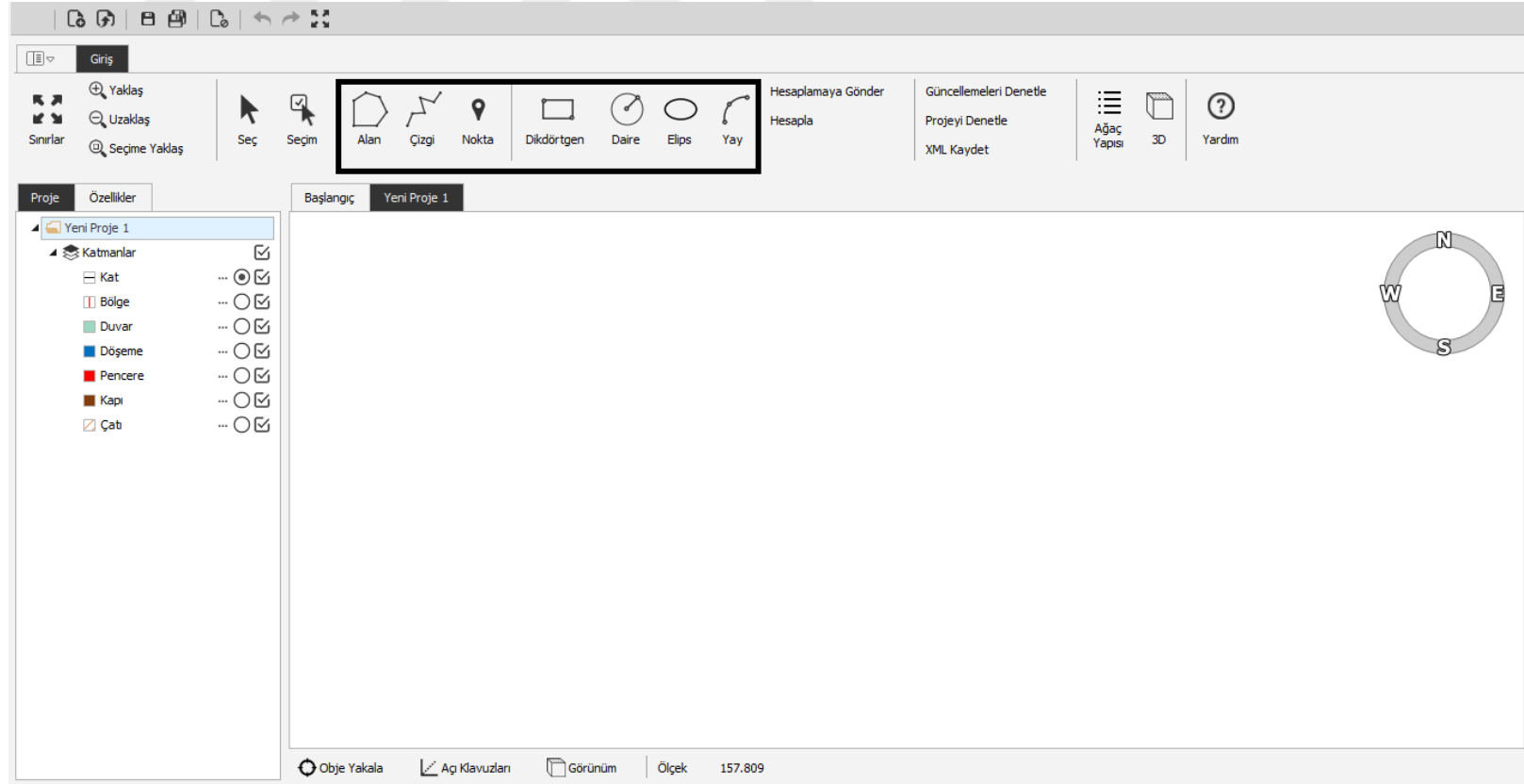
Şekil 4.5. Seçim sekmesi seçenekleri

4.1.2. Çizim menüsü

Çizim menüsü, programın ana menü çubuklarından biridir. Çizim işlemleri tamamı buradan gerçekleştirilir.

- **Alan:** Kat, çatı, duvar, çizgi, döşeme ve bölge katmanlarını çizilmesini sağlar. Dikdörtgen veya çizgi olarak işlem yapar.
- **Çizgi:** Çizgi çizer. Duvar, kapı, pencere katmanların çizilmesini sağlar.
- **Nokta:** İstenilen geometrileri nokta şeklinde belirtir.
- **Dikdörtgen:** Dikdörtgen çizer.
- **Daire:** Daire çizer.
- **Elips:** Elips çizer.
- **Yay:** Yay çizer.

Çizim menüsü çubukları çerçeve içinde şekil 4.6'da gösterilmiştir.

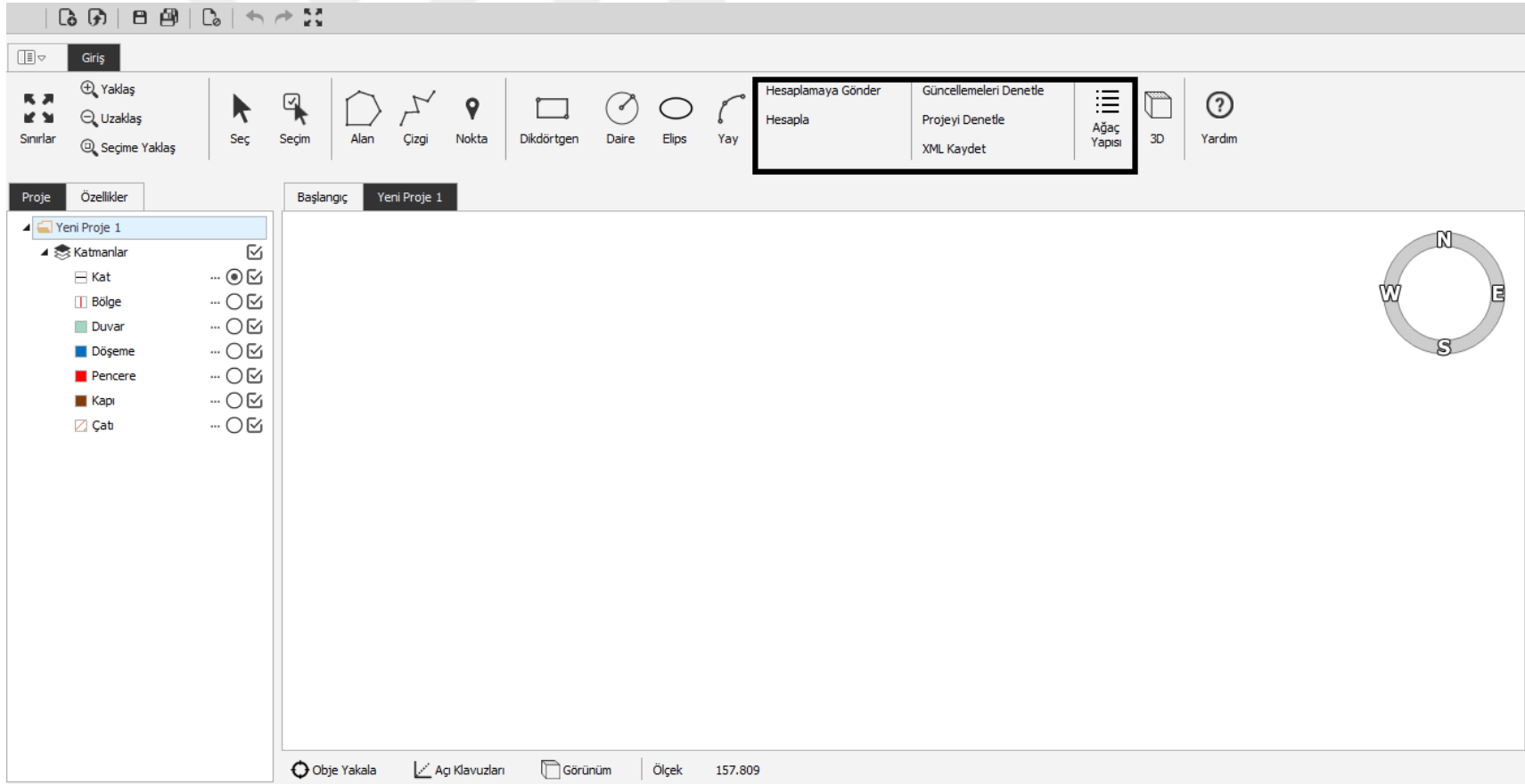


Şekli 4.6. Çizim menüsü çubukları

4.1.3. Proje sonlandırma sekmeleri

Proje sonlandırma sekmelerinde ağaç yapısı, güncellemeleri denetle, projeyi denetle, hesapla, XML kaydet, hesaplamaya gönder sekmeleri bulunmaktadır. Şekil 4.7’de çerçeve içinde gösterilmiştir.

- **Ağaç Yapısı:** Çizim işlemi sonunda çizilen katmanların sıralı ve ilişkili şekilde görüntüler. “GİT” butonu tıklanarak gitmek istenilen katmana gidilebilir.
- **Güncellemeleri Denetle:** Kullanıcı adı şifre ile giriş yapılarak "Templates" klasörü içindeki güncellemeleri programa yükleyerek güncelleme işleminin yapılmasını sağlar.
- **Projeyi Denetle:** Projeyi kontrol eder ve çizimde hatalar varsa ekranda hata detaylarını listeler.
- **Hesapla:** Hesaplama yapılmasını sağlar ve hata varsa hesaplama yapmaz ekranda uyarı mesajı verir.
- **XML Kaydet:** Projenin XML formatında kaydedilmesini sağlar.
- **Hesaplamaya Gönder:** Tamamlanan projeyi bakanlığa onaya gönderir.



Şekil 4.7. Proje sonlandırma sekmeleri

4.1.4. Bep-TR programı alt menü sekmeleri

- **Görünüm:** Mimari çizimin 3 boyutlu perspektif ve 2 boyutlu üst görüntüsünü verir. 3 boyutlu perspektif görüntü vermesi için çizim tümüyle bitirmelidir.
- **Obje Yakala/ Açı Kılavuzu:** Çizgi işlemleri ve kopyalama yaparken kullanılan yardımcı alt menü çubuklarıdır.

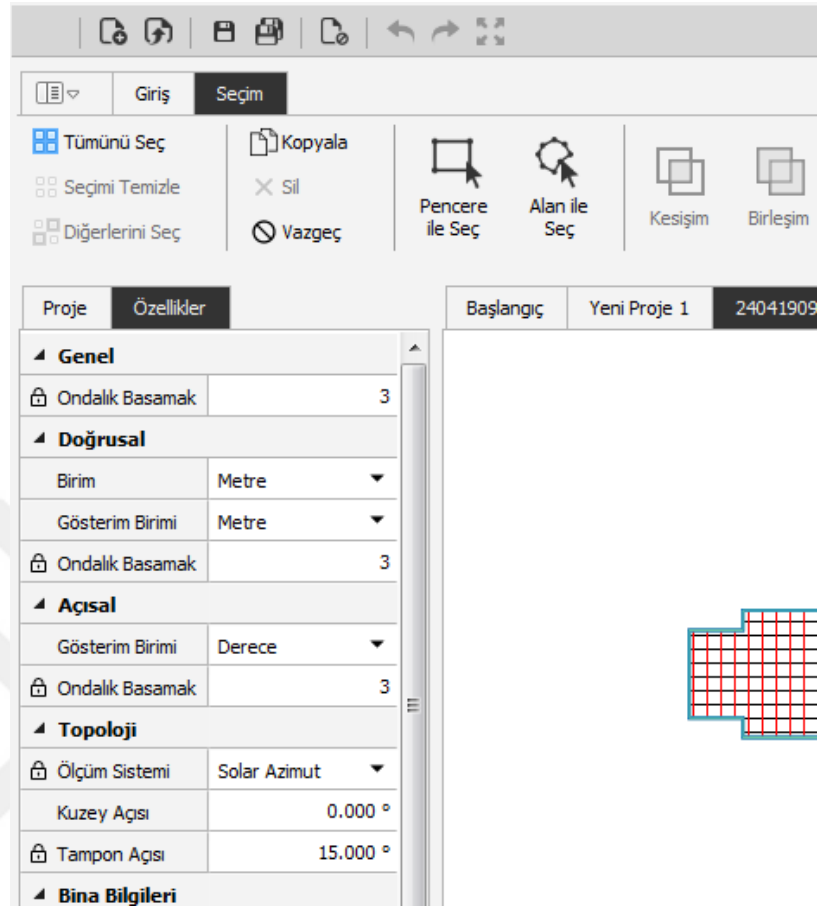
Alt menü sekmeleri şekil 4. 8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Alt menü sekmeleri

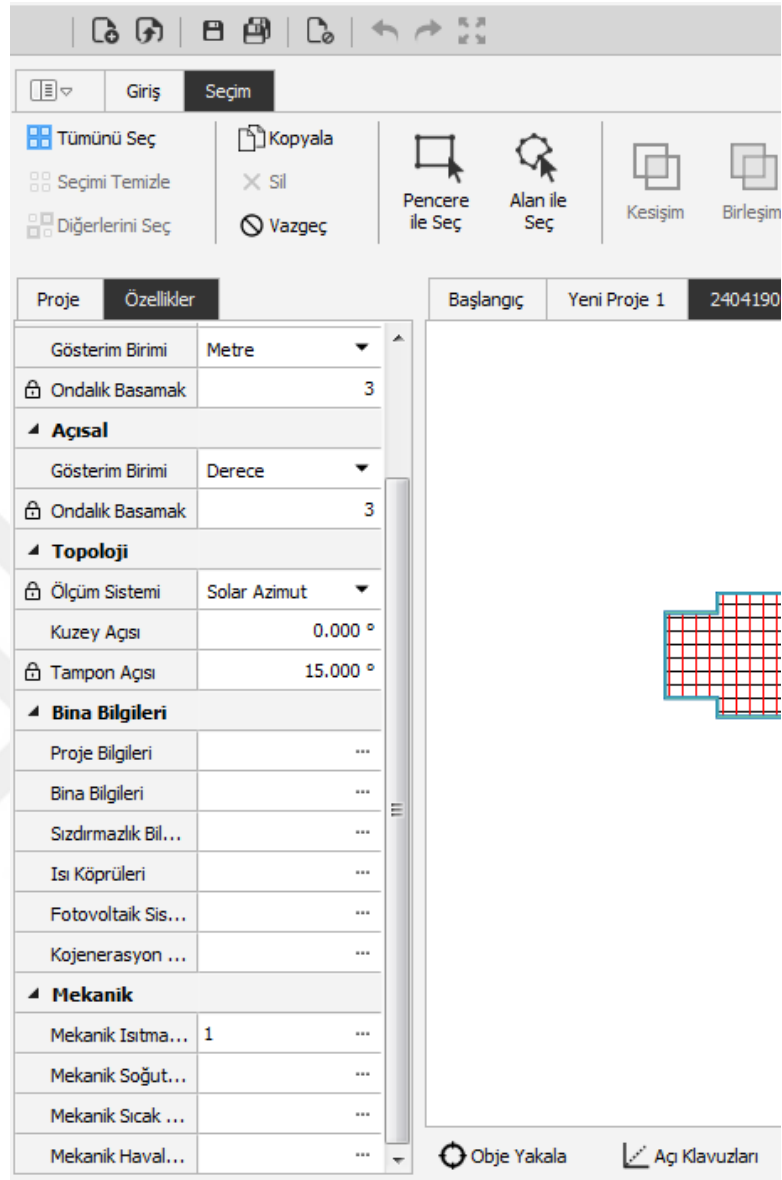
4.1.5. Özellikler menüsü sekmeleri

Proje çiziminde için kullanılacak birimler ön tanımlı olarak metre ve derece olarak gelmektedir. Açısal ve doğrusal bölümleri altında yer alan birimlerden istenilen birim seçilebilir. Ondalık basamak sekmesinde yer alan değer ile yalnızca görünen haneyi belirler. Topoloji bölümü altında yer alan kuzey açısı bina yönüne bağlı olarak saat yönünde girilir ve pusula saat yönünde değiştirir (Şekil4.9) (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2019b).



Şekil 4.9. Birimler ve topoloji bölümü

Özellikler menüsünde ayrıca bina bilgileri, proje bilgileri, sızdırmazlık bilgileri, ısı köprüsü, fotovoltaik sistem, kojenerasyon sistem, mekanik sistem seçenekleri bulunmaktadır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Özellikler menüsü

Bina bilgileri sekmesinin altında proje bilgileri sekmesi bulunmaktadır. Proje bilgileri sekmesine tıklandığında proje adı, yeni bina, yapı ruhsat tarihi, yapı tadilat tarihi bilgileri açılır. Yapı ruhsat tarihi 01.01.2011 tarihinden önce olan binalar eski bina statüsünde olup sonra olan binalar ise yeni bina statüsüne girmektedir. Proje yeni bina statüsüne giriyorsa yeni bina seçeneği işaretlenir (Şekil 4.11).

Proje Bilgileri	
Proje Adı	
Yeni Bina mı?	☐
Yapı Ruhsat Tarihi (Gün-Ay-Yıl)	
Yapı Tadilat Tarihi (Gün-Ay-Yıl)	

Şekil 4.11. Proje bilgileri sekmesi

Proje bilgilerinin hemen altında bulunan bina bilgileri sekmesine tıklandığında bina tipi, konstrüksiyon tipi, binanın korunma durumu, binanın istasyonu, binanın ili, binanın ilçesi seçenekleri açılmaktadır. Bina tipi sekmesinde müstakil konut, apartman, rezidans, işyeri binası, hastane, eğitim, otel, AVM, idari bina / kamu seçenekleri bulunmaktadır, projeye uygun bina tipi işaretlenir (Şekil 4.12).

Bina Bilgileri	
Bina Tipi	Müstakil Konut
Konstrüksiyon Tipi	Apartman
Binanın Korunma Durumu	Rezidans
Binanın İstasyonu	İşyeri Binası
Binanın İli	Hastane
Binanın İlçesi	Eğitim
	Otel
	AVM
	İdari Bina / Kamu

Şekil 4.12. Bina bilgileri sekmesi

Bina konstrüksiyon sekmesine tıklandığında ahşap çerçeveli yalıtılmış alçak bina, tuğla veya blok alacak bina, beton veya perde duvar yüksek bina seçenekleri açılır. Bina tipine uygun seçenek buradan işaretlenir (Şekil 4.13).

Bina Bilgileri	
Bina Tipi	
Konstrüksiyon Tipi	
Binanın Korunma Durumu	Ahşap Çerçevesi Yalıtılmış Alçak Bina
Binanın İstasyonu	Tuğla veya Blok Alçak Bina
Binanın İli	Beton veya Perde Duvar Yüksek Bina
Binanın İlçesi	

Şekil 4.13. Konstrüksiyon tipi sekmesi

Bina korunma durumu sekmesine tıklandığında, korunmalı, hafif korunmalı, korunmasız seçenekleri açılır. Bina yalıtım durumuna göre uygun seçenek buradan işaretlenir (Şekil 4.14).

Bina Bilgileri	
Bina Tipi	
Konstrüksiyon Tipi	
Binanın Korunma Durumu	
Binanın İstasyonu	Korunmalı
Binanın İli	Hafif Korunmalı
Binanın İlçesi	Korunmasız

Şekil 4.14. Bina korunma durumu sekmesi

Sızdırmazlık bilgileri sekmesine tıklandığında dikdörtgen olmayan kompleks kat planı, sızdırmaz bant olmayan pencere ve kapılar, bitişik bina, sıva yapılmış duvar bilgi seçenekleri açılır. Binaya uygun sızdırmazlık seçeneği işaretlenir (Şekil4.15).

Sızdırmazlık Bilgileri	
Dikdörtgen Olmayan Kompleks Kat Planı...	☐
Sızdırmaz Bant Olmayan Kapı Pencere V...	☐
Bitişik Bina Mı?	☐
Sıva Yapılmış Duvar Var Mı?	☐

Şekil 4.15. Sızdırmazlık bilgileri sekmesi

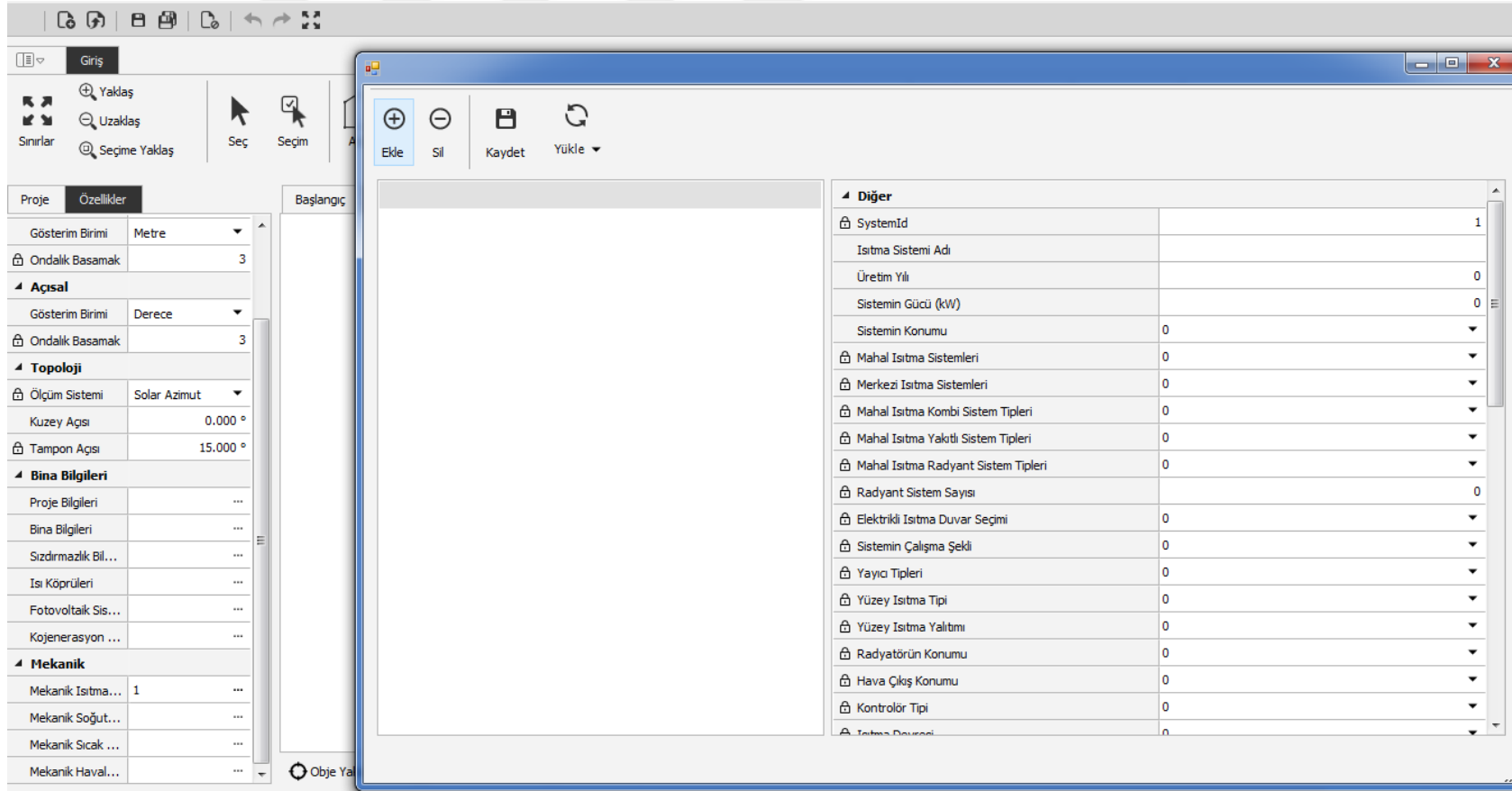
Isı köprüleri sekmesinde projeye uygun ısı köprüleri girilir.

Isı Köprüleri	
Çatı Isı Köprüsü Tipi	0
Balkon Isı Köprüsü Tipi	0
Kolon Isı Köprüsü Tipi	0
Köşe Isı Köprüsü Tipi	0
Bölme Duvar (İç Duvarlar) Isı Köprüsü Tipi	0
Ara Kat Döşeme (Ara Katlar) Isı Köprüsü...	0
Toprağa Basan Döşeme (Toprak Üstü D...	0
İklimlendirilmeyen Zona Basan Döşeme(...	0
Pencere Kapı Ağıklıkları (Pencere) Isı Köp...	0

Duvar	Kolon/Kiriş	Bina içi bölge
Hafif duvar elemanı: (hafif kagir birimler ve ahşap karkas duvarlar dahil)	Doğrama	Bina dışı bölge
Isı yalıtım katmanı	Toprak	

Şekil 4.16. Isı köprüleri sekmesi

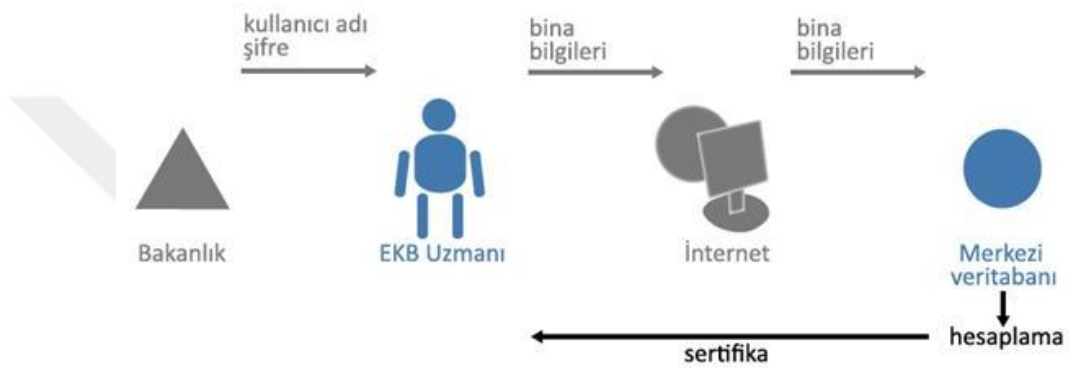
Mekanik bölümünde mekanik ısıtma sistemi, soğutma sistemi, sıcak su sistemi ve havalandırma sistemi seçenekleri bulunmaktadır. Mekanik ısıtma sistemi sekmesine tıklandığında ısıtma sistemini bilgilerini içeren yeni bir pencere açılır ekle butonuyla projeye mekanik bilgileri girilir. Kaydet butonuna basıldığında mekanik sistem bilgileri yedeklenir, yükle butonu ile tekrar yüklenerek farklı projelerde kullanma imkânı verir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Mekanik ısıtma penceresi

4.2. Bep-TR Programı ile EKB Belgesi Düzenlenmesi

BEP-TR Programı ile EKB düzenlenme işlemi sırası, ilk olarak kullanıcı adı ve şifre ile programa giriş yapılır daha sonra bina bilgileri programa girilir ve gerekli hesaplamalar yapılır. Hesaplamalar sonucu sertifika oluşturulur ve onay için bakanlığa gönderilir. EKB düzenlenme işlem sırası Şekil 4.18’de gösterilmiştir.



Şekil 4.18. EKB düzenlenme işlem sırası

4.3. Konya İline Ait Bina İçin EKB Belgesi Düzenlenmesi

Bu kısımda, Konya iline ait örnek bina seçilerek EKB belgesi düzenlenmiş ve BEP–TR yazılımı kullanılarak nasıl düzenlendiğine ait bir çalışma yapılmıştır.

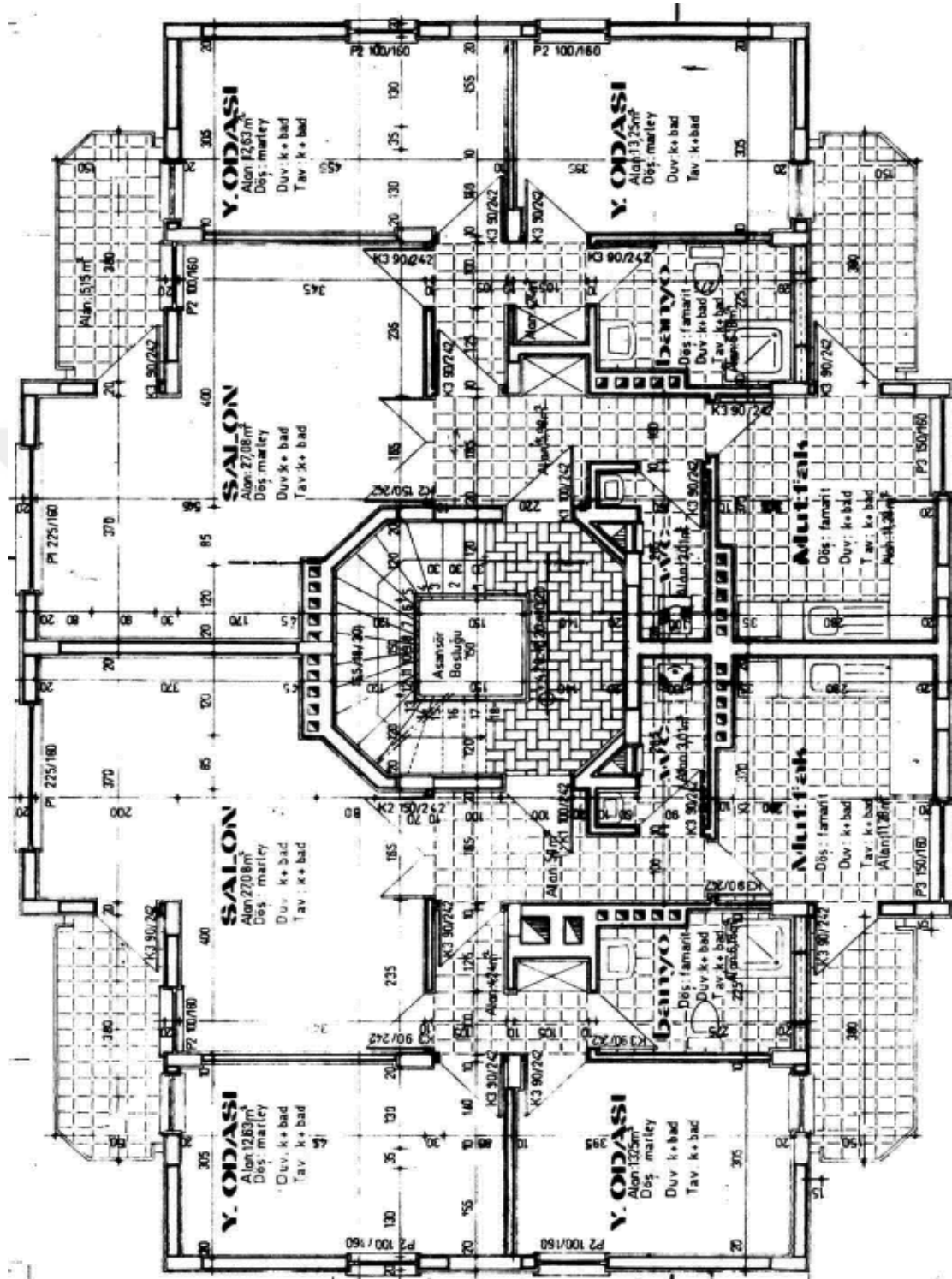
Konya ilinin Selçuklu ilçesinde bulunan 6 katlı bina 10 daire bir bloktan oluşmaktadır. Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından onaylanan EKB belgesi sonucu bina C sınıfı olarak kabul edilmiş olup, ısıtma ihtiyacının giderilmesi için doğal gaz kullanılan binanın sera gazı emisyonu ise 41,09 kg eşd.CO₂/m² yıl olarak bulunmuştur. Hazırlanan EKB belgesinde, inşaat ruhsat tarihi 21.11.2000 tarihi olup eski bina kapsamına girmektedir (Şekil 4.19).

Proje aç sekmesi ile bep-buy exe uygulama uzantısı ile WBS uzantısından proje programa yüklenir. Bina geometrisi için Belediye’den alınan mimari proje kullanılarak, programa tanımlanır.

Mevcut binaya ait kat planı Şekil 4.20’de gösterilmiştir. Şekil 4.20 de görüldüğü üzere her katta 2 daire bulunmakta ve her bir daire 2 oda, 1 salon, mutfak banyo ve tuvaletten oluşmaktadır.

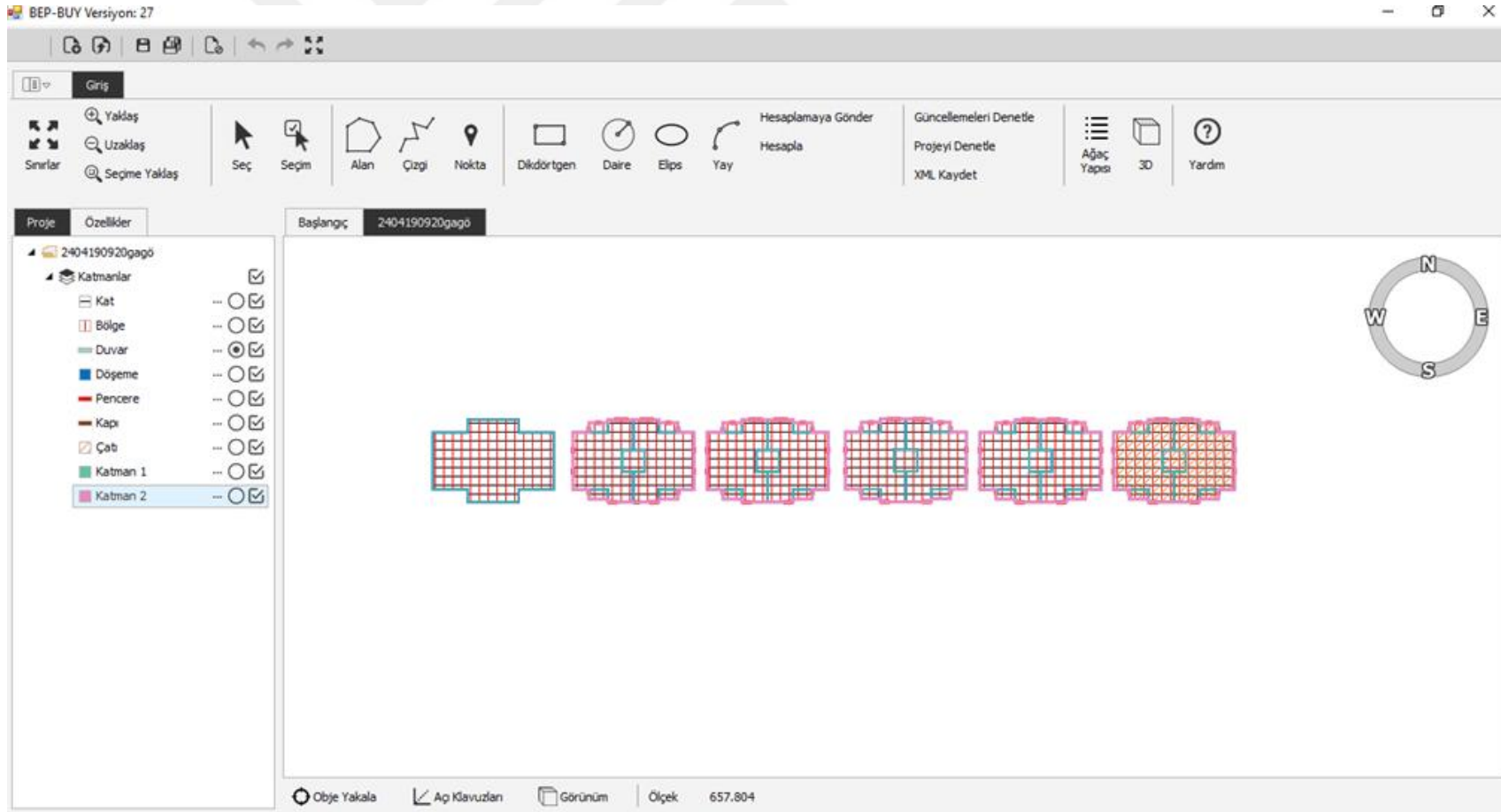


Şekil 4.19. Enerji kimlik belgesi (EKB)



Şekil 4.20. Mevcut bina kat planı

Proje aç sekmesi ile programa yüklenen projenin genel geometri Şekil 4.21’de gösterilmiştir



Şekil 4.21. Mevcut projenin açılması

4.3.1. Bina genel bilgileri

Toplam bina alanı 1.308,00 m², apartman tipi olan bina, 10 daire 1 dükkândan oluşmaktadır. İklimlendirilen alan 953,65 m² ' dir. Örnek yapının dış duvar yalıtım malzemesi, Amerikan Siding, yalıtım kalınlığı 5 cm, yalıtım malzemesi cinsi taş yünüdür.

Bina tüm cephelerinde ve bodrum tavanında yalıtım mevcut olup, çatı ve toprağa basan zeminde yalıtım bulunmamaktadır. Dış duvarlarda dolgu malzemesi olarak tuğla duvar kullanılmıştır. Pencere tipi olarak ahşap doğrama 6 cm boşluklu çift camdan oluşan pencere kullanılmıştır. Her kat doğalgaz, kombi sistemiyle ısıtılmakta olup dolayısıyla binada kazan dairesi mevcut değildir.

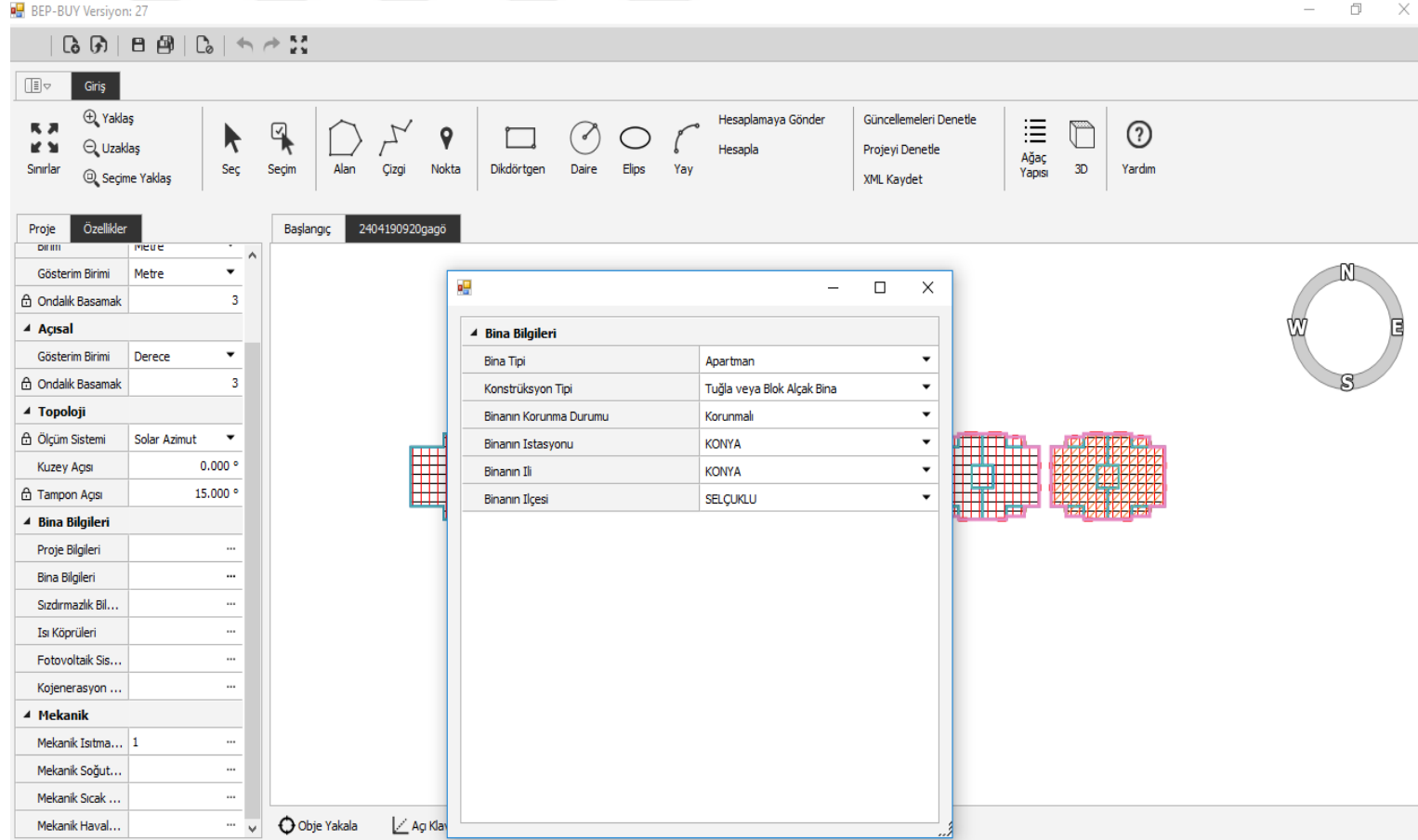
4.3.2. Bina genel özelliklerinin programa tanımlanması

Sol köşede özellikler menüsüne tıklandığında binaya ait tanımlanan özellikler görülmektedir. Özellikler menüsünün alt seçenekleri olarak bina bilgileri, proje bilgileri, mekanik ısıtma tesisat bilgileri varsa fotovoltaiik sistem bilgileri yer almaktadır.

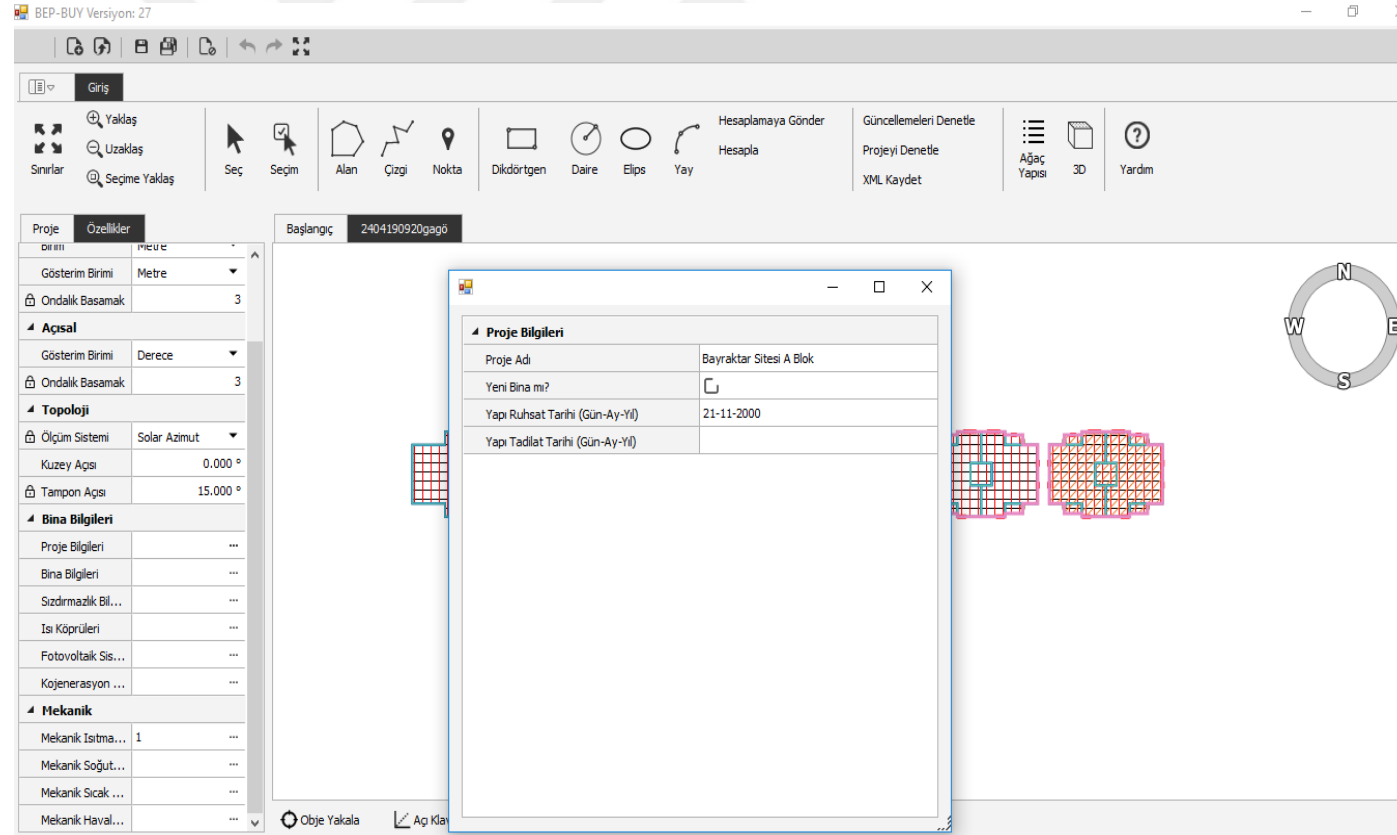
Bina bilgileri sekmesine sağ tıkladığında binanın tipi Apartman, Konstrüksiyon tipi tuğla veya blok alçak bina, korunma durumu korunmalı yani yalıtım bulunduğu binanın Konya ili Selçuklu ilçesinde olduğu tanımlanmıştır (Şekil 4.22).

4.3.3. Proje bilgilerinin programa tanımlanması

Proje Bilgileri sekmesine proje adı Bayraktar Sitesi A Blok, Yapı Ruhsat tarihi 20.11.2000 olarak girildiği görülmektedir. 01.01.2011 öncesi binalar bakanlık tarafından eski bina kapsamına girmektedir. Bundan dolayı yeni bina seçeneği işaretlenmemiştir (Şekil 4.23).

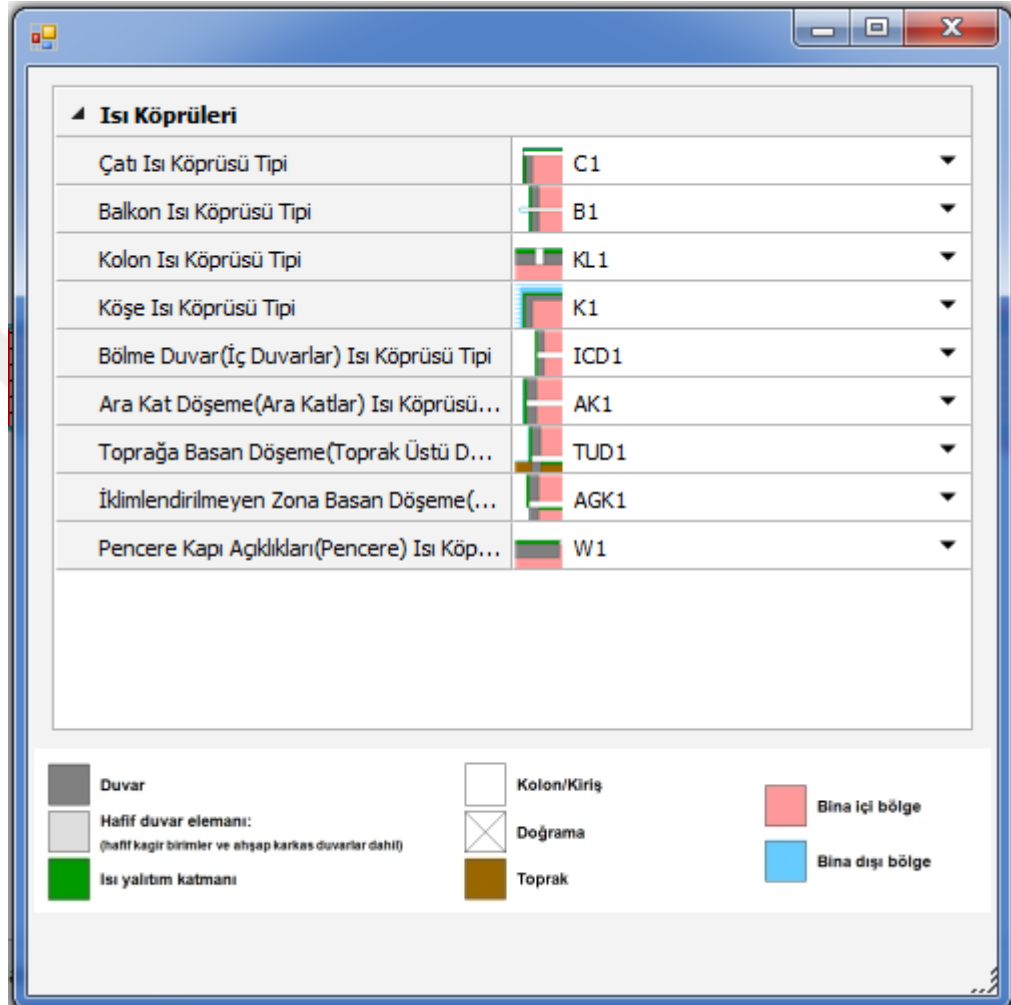


Şekil 4.22. Bina bilgilerinin tanımlanması



Şekil 4.23. Proje bilgilerinin tanımlanması

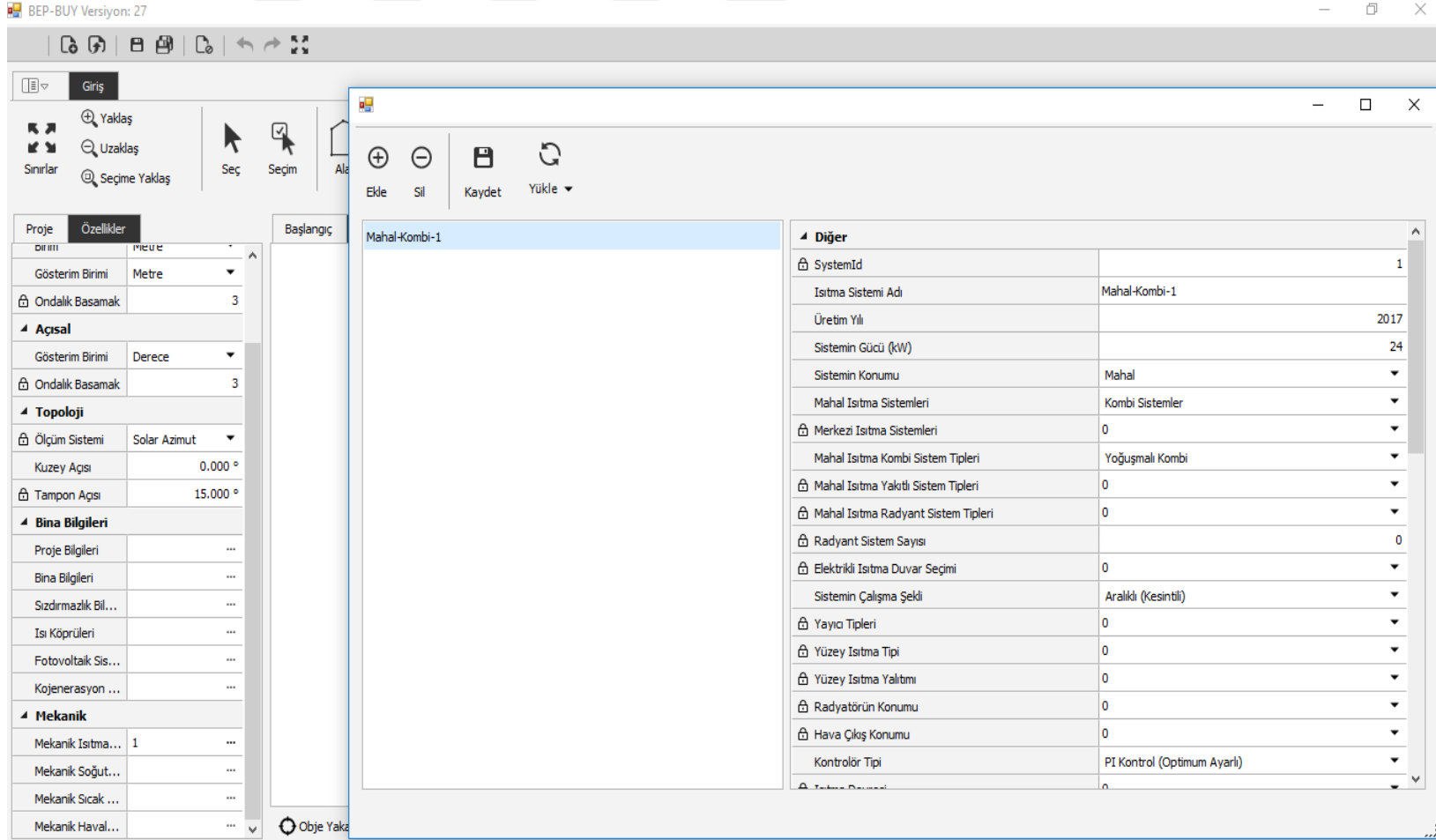
Isı köprüleri sekmesinde tanımlan binanın iç dış duvarları, ısı geçişleri ve yalıtımları yer almaktadır (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Isı köprüleri

4.4. Mekanik Sistemler

Mekanik sekmesinde, binanın mekanik sistemi tanımlanmıştır. Bina yoğunlaşmalı kombi mahalli sistemle ısıtıldığı şekil 4.25'te görülmektedir.



Şekil 4.25. Mekanik sistem özelliklerinin tanımlanması

4.4.1. Bina ısıtma ve soğutma sistemi

Bina ısıtma sistemi, kombi ısıtma sistemi yakıt türü doğalgaz olarak tanımlanmıştır. Soğutma sistemi bulunmamaktadır. Sıcak su sistemi için ise kombi kullanılmaktadır. Programın mekanik sitemler sekmesinde bu bilgiler tanımlanmıştır. Bina soğutma sistemini, programın sanal olarak referans kabul ettiği binaya göre mevcut binayı kıyaslayarak hesaplanmaktadır. Referans bina mevcut binanın tüm özelliklerini yansıtmaz bundan dolayı çok hassas sonuçlar elde edilemez. Bundan dolayı, program ilerde güncelleme yapılırken bu eksikliğin göz önüne alınarak düzeltilmesi faydalı olacaktır.

4.4.2. Bina aydınlatma sistemi

Aydınlatma olarak ortak alanlarda kompakt floresan kullanılmakta olup, ortak alanlarda fotosel bulunmaktadır. Daire içlerinde ise tasarruflu ampül aydınlatması mevcuttur. Bu bilgiler programa tanımlanmıştır.

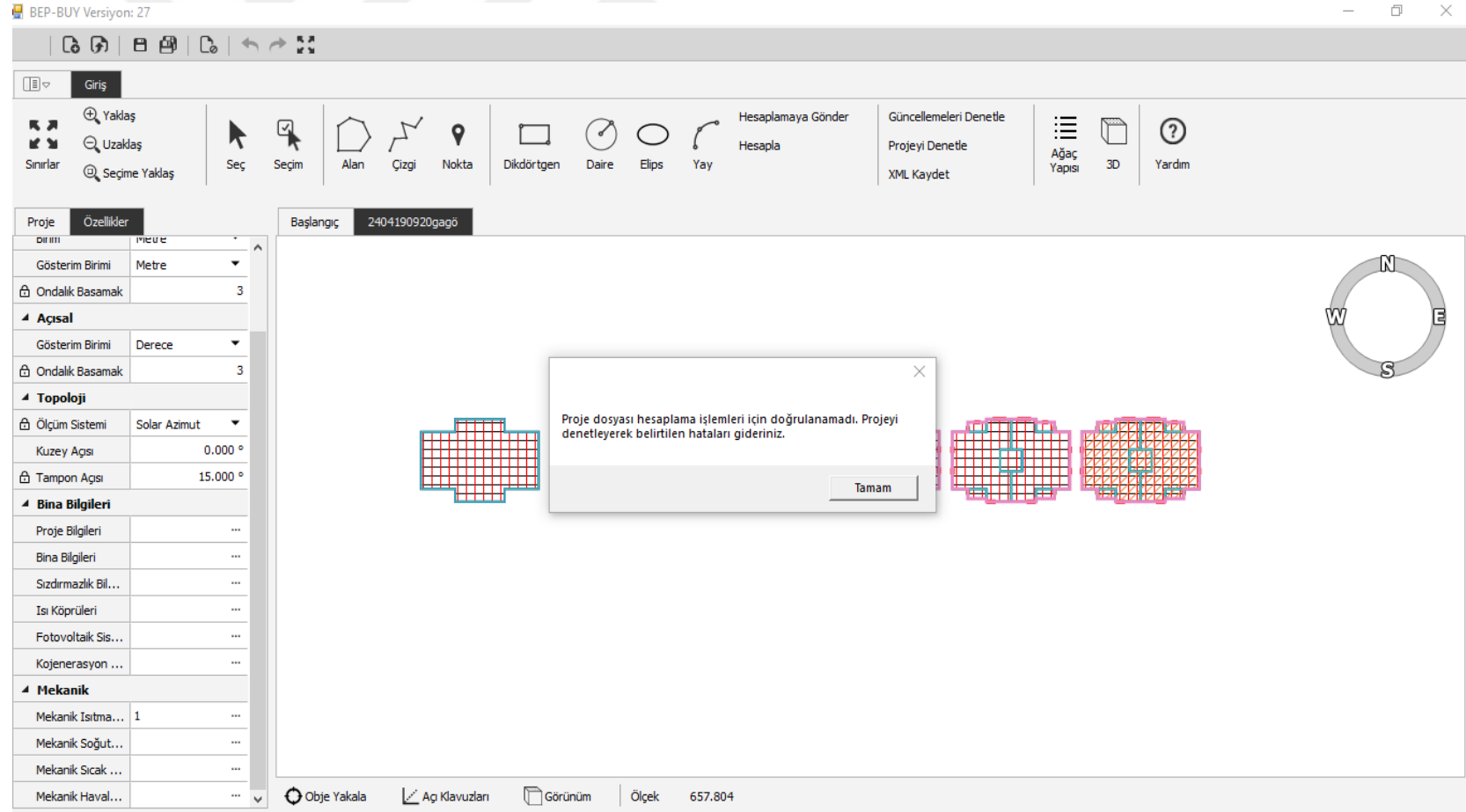
4.4.3. PV sistem ve kojenerasyon sistemi ile üretilen enerji

Binada yenilenebilir enerji kaynağı (güneş enerjisi vs.) ile kojenerasyon sistem bulunmamaktadır.

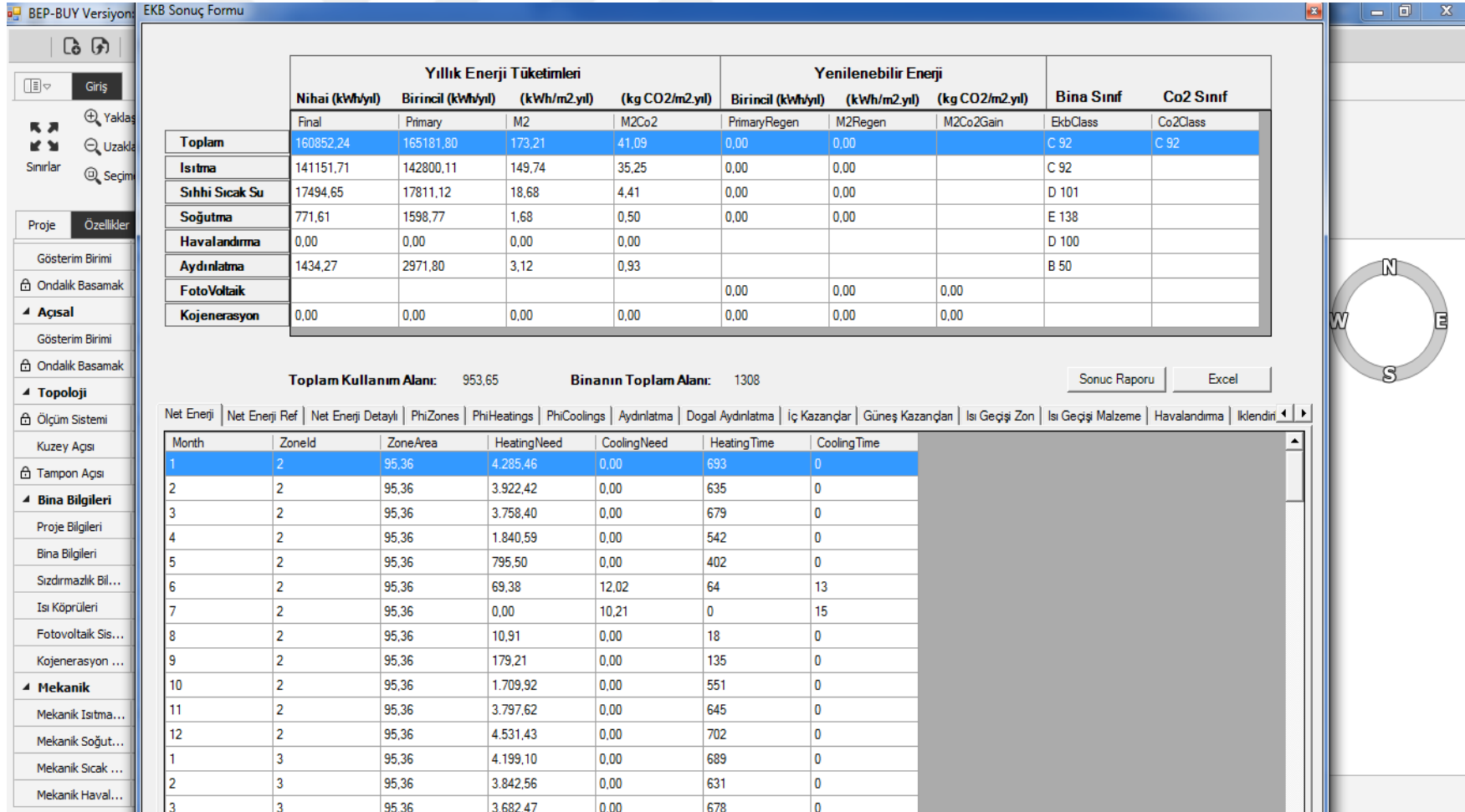
4.4.4. Programdan elde edilen sonuçlar

Binaya ait tüm bu özellikler doğru şekilde tanımlandıktan sonra hesaplamanın yapılması için hesaplama menüsü tıklanır, eğer bir hata veya eksik bilgi varsa program hesaplama yapmaz. Şekil 4.26'da görüldüğü gibi ekranda bir uyarı mesajı verir.

Bilgiler eksiksiz girilip internet erişimi kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Ulaşılan hesap sonuç ekranını Şekil 4.27'de gösterilmiştir.



Şekil 4.26. Hesaplama hatası verme



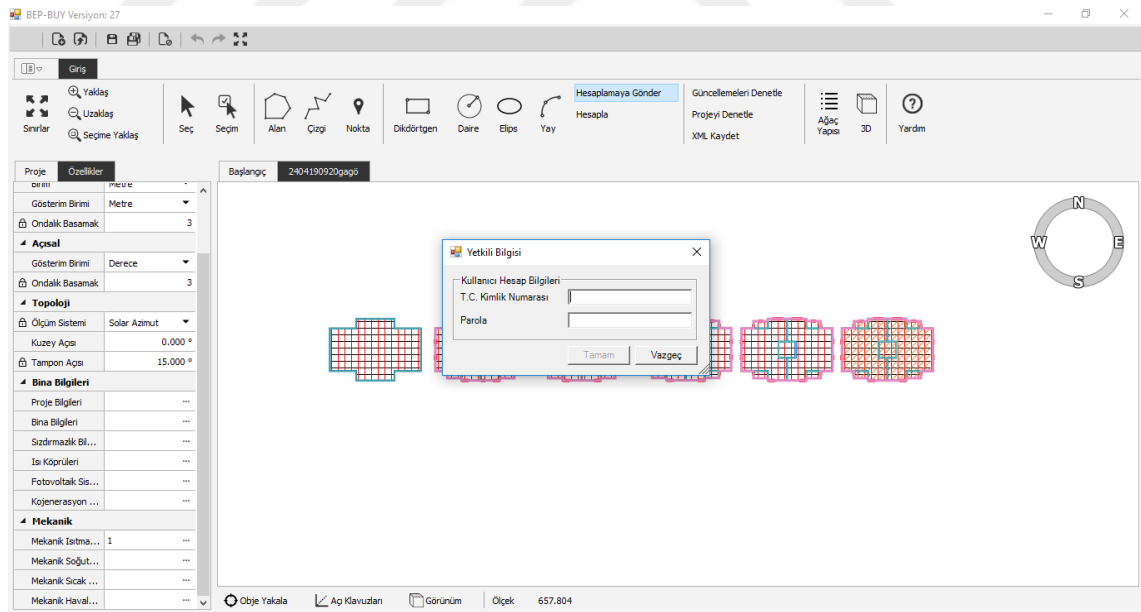
Şekil 4.27. Hesap sonuç ekranı

4.4.5. Bina yıllık enerji tüketim değerleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda bina toplam yıllık tüketilen birincil enerji tüketim değeri 165.181,81 kWh/yıl olarak bulunmuş C sınıfı kapsamına girmiştir. Isıtma için yıllık tüketilen enerji 142.800,11 kWh/yıl olup C sınıfı, sıhhi sıcak su için yıllık tüketilen enerji 17.811,12 kWh/yıl D sınıfı, soğutma için 1.598,77 kWh/yıl olup D sınıfı, aydınlatma için ise 2.971,80 kWh/yıl olup B sınıfı olarak bulunmuştur.

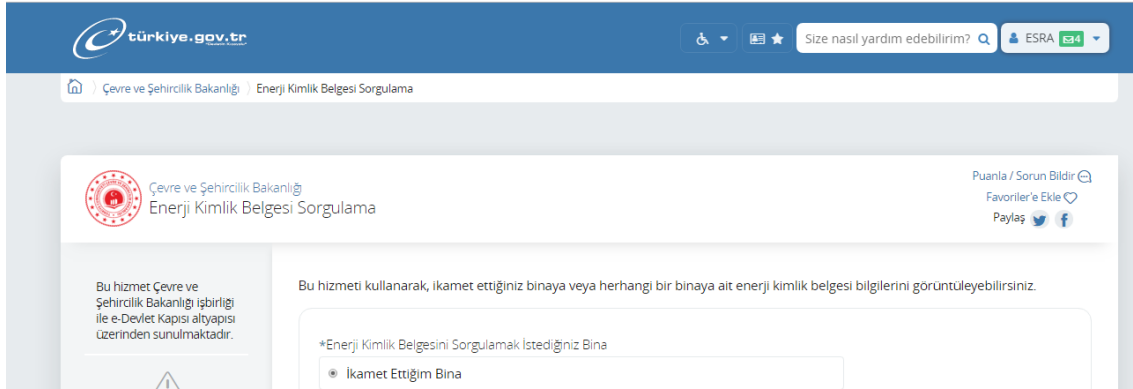
4.4.6. Program sonuçları ile EKB belgesi düzenlenmesi

Hesaplamayı gönder seçeneği ile düzenlenen EKB belgesine onay almak için Bakanlık tarafından tanımlı uzman kullanıcı tarafından şifre ve kullanıcı adıyla gönderilip Bakanlık tarafından onay alınmıştır (Şekil 4.28).



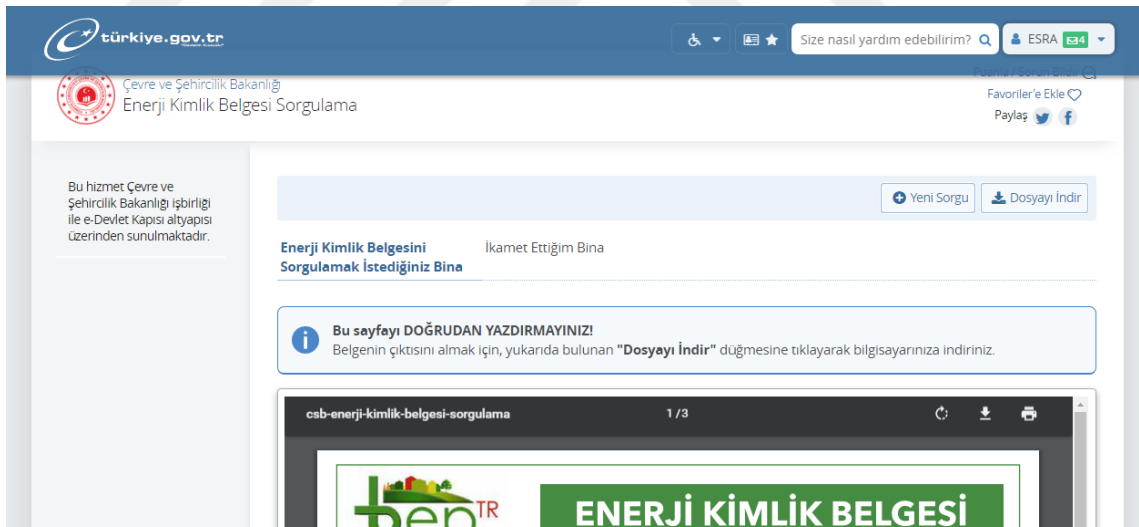
Şekil 4.28. Hesaplamayı gönder seçeneği

Onay alınan EKB belgesi e- devlet üzerinden sorgulayıp da görülebilir. Enerji kimlik belgesi sorgulama seçeneğine girilip ikamet ettiğim bina seçeneği işaretlenmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.29. e-devlet sisteminden ekb belgesi sorgulama

Ulaştığınız ekrandan EKB belgesini pdf dosyası halinde indirebilirsiniz. Ulaşılan ekrandan Pdf dosyası halinde ekb belgesi indirilmiştir. İndirilen ekb belgesi **Ek 1**'de sunulmuştur (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. e-devlet sisteminden ekb belgesine erişim

4.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

Binada enerji tasarrufuna yönelik yöntemler kullanılması, güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması bina enerji performansı artıracaktır. Bu durum enerjinin daha verimli ve etkin kullanılması bakımından önemlidir.

4.6. Örnek Bina Yalıtımlı ve Yalıtımsız Durum için Durum Değerlendirmesi

Ülkemizde, enerji tüketimindeki artış ve bu artışın yerli kaynaklarla karşılayamama enerjide dışa bağımlılık sorununu giderek büyümesine yol açmaktadır. Buda ülkemizde enerji verimlilik çalışmalarının önemini göstermektedir.

Özellikle ülkemizde enerjinin büyük bir bölümünün binalarda tüketildiği düşünüldüğünde, binalarda enerji tüketimini azaltmaya yönelik çalışmaların önemini ortaya koymaktadır. Binalarda kullanılan enerjinin büyük bir bölümü ısıtma için kullanılmaktadır. Bu yüzden yalıtımsız dış cepheler ısıtma için kullanılan enerji miktarını artırarak enerji israfına sebep olmaktadır. Fakat bina ısı yalıtım uygulamaları ile enerji tasarrufu sağlanabilir. Bu sebeple bina ısı yalıtım teşvik çalışmaları önem kazanmaktadır.

Bu bölümde binanın yalıtım yapılmadan önce ve yalıtım yapıldıktan sonraki hali için ısı kaybı ve ısı kazancı hesapları yapılmış ve binalarda enerji performans (BEP –TR) programı ile her iki durum için enerji kimlik belgesi düzenlenmiştir. Yapılan hesaplamalar ile TS 825 göre yalıtımlı ve yalıtımsız bina için ısı kaybı ve ısı kazancı miktarlarının ne kadar olduğu, binaya yalıtım yapılması enerji kimlik belgesi sınıfını ne kadar etkileyeceği, binaya yalıtım yapılmaması durumunda enerji kimlik belgesi alabiliyirdi sorularının cevabı aranmıştır. Ayrıca TS 825 göre yapılan hesaplamalar sonucuyla elde edilen ısı miktarının enerji kimlik belgesi üzerinde belirtilen ısı miktarıyla örtüşüp örtüşmediği incelenmiştir.

4.6.1. Örnek binaya ait bilgiler

- Bina mimari resmi Şekil 4.20' de verilmiştir.
- Bina Konya ilinde bulunmaktadır
- Binada bodrum kat + 5 kat = 6 kat bulunmaktadır.
- Ortalama kat yüksekliği 3 metre' dir.
- Binanın brüt hacmi $V_{brüt} = 3924 \text{ m}^3$

- Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı $A_{top} = 2870,2 \text{ m}^2$
- Toplam dış duvar alanı $= 787,70 \text{ m}^2$
- Toplam dış betonarme eleman alanı (kiriş + kolon) $= 192 + 22,50 = 214,50 \text{ m}^2$
- Toplam döşeme alanı $= 203 \text{ m}^2$
- Toplam çatı alanı $= 221 \text{ m}^2$
- Toplam pencere alanı $= 108 \text{ m}^2$

4.6.2. Güneş enerjisi kazancı

Bina aylık ortalama güneş enerjisi ısı kazançları hesaplanmış ve Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Gölge fark ve geçirgenlik değerleri TS 825’ ten alınmıştır. Bina yönlerine göre pencere alanları güney cephe 8 m^2 , kuzey cephe 30 m^2 batı ve doğu cephe 20 m^2 dir. Ocak ayı için aylık ortalama güneş ışınlam şiddeti değerleri ($I_{i,ay}$) yönlerine göre; güney cephe için 72 W/m^2 , kuzey cephe için 26 W/m^2 , batı ve doğu cephe için 43 W/m^2 olarak alınmıştır. Aynı şekilde diğer aylar içinde, aylık ortalama güneş ışınlam şiddeti değerleri TS 825 EK-C’ den seçilmiştir.

En fazla güneş enerjisi ısı kazancının mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında olduğu görülmektedir. En düşük ısı kazancı ise kasım, ocak, şubat aylarında gerçekleşmektedir. Güney yönünde pencere bulunması ve mevcut pencerelerinin en büyük alana sahip olanın güney cephede yer alması, güneş enerji ısı kazancını büyük oranda artırdığı görülmektedir. Bu da bina ısıtma enerjisi ihtiyacının azalmasına katkı sağlayacaktır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Güneş enerjisi ışınlam değerleri ve güneş enerjisi ısı kazancı

			Gölge =	0,6	0,6	0,6	0,6	
			Geç1 =	0,85	0,85	0,85	0,85	
			Geç2 =	0,8	0,8	0,8	0,8	
			Apen=	38	30	20	20	
			Çarpım=	15,504	12,24	8,16	8,16	
	Güney	Kuzey	Bat-Doğ	Güney	Kuzey	Batı	Doğu	Toplam
OCAK	72	26	43	1116,288	318,24	350,88	350,88	2136
ŞUBAT	84	37	57	1302,336	452,88	465,12	465,12	2685
MART	87	52	77	1348,848	636,48	628,32	628,32	3242
NİSAN	90	66	90	1395,36	807,84	734,4	734,4	3672
MAYIS	92	79	114	1426,368	966,96	930,24	930,24	4254
HAZİRAN	95	83	122	1472,88	1015,92	995,52	995,52	4480
TEMMUZ	93	81	118	1441,872	991,44	962,88	962,88	4359
AĞUSTOS	93	73	106	1441,872	893,52	864,96	864,96	4065
EYLÜL	89	57	81	1379,856	697,68	660,96	660,96	3399
EKİM	82	40	59	1271,328	489,6	481,44	481,44	2724
KASIM	67	27	41	1038,768	330,48	334,56	334,56	2038
ARALIK	64	22	37	992,256	269,28	301,92	301,92	1865

4.6.3. Yalıtımsız bina için ısı kaybı hesabı

Yalıtımsız bina için yapı elemanlarının kalınlıkları ve termofiziksel özellikleri Çizelge 4.2’ de görülmektedir. Bina yapı elemanlarının ısı iletkenlik değerleri TS 825 Ek E’ den alınmıştır. Yalıtımsız bina için dış havaya açık duvardan kaybedilen ısı 995,20 W/K ve çatılı tavandan kaybedilen ısı ise 532,53 W/K olarak bulunmuştur. Çizelge 4.2’ de görüldüğü gibi en fazla ısı dış havaya açık duvarlardan ve çatılı tavandan tüketilmektedir. Binaya yalıtım uygulaması yapıldığında bu alanlara yalıtım uygulaması yapılması doğru karar olacaktır. Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen toplam ısı kaybı 4354 W/K olarak bulunmuştur.

Binada mekanik havalandırma bulunmadığından, doğal havalandırma mevcuttur. Binada doğal havalandırma yoluyla kayıplar için, $0,33.nh.Vn$ eşitliği kullanılmıştır. Doğal havalandırma olduğundan TS 825’ ten “nh” = $0,8 h^{-1}$ alınmıştır. Binanın havalandırma hacmi (V_h) ise $0,8 \times V_{brüt}$ eşitliğinden hesaplanmıştır. Havalandırma

yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v=825,75$ W/K olarak bulunmuştur. Özgül ısı kaybı ise 5182,7 W/K olarak bulunmuştur

Çizelge 4.2. Yalıtımsız bina için özgül ısı kaybı çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları (Yalıtımsız Durum için)		Yapı elemanlar ının kalınlığı d(m)	Isı iletkenlik hesap değeri λ (W/mK)	d/λ	Isıl geçirgenlik kat sayısı (U)	Isı taşıyan yüzey (A)	Isı kaybı AxU
Duvar: Dış Havaya Açık	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(iç)			0,13			
	4.3 Alçı harcı ,kireçli alçı harcı	0,015	0,7	0,0214			
	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	0.185	0,33	0,5606			
	4.8.3 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva	0,015	0,38	0,0395			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0,04			
TOPLAM			UD=	0,792	1,263	787,7	995,20
Duvar: Dış hava açık (Kolon Kiriş)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(iç)			0,13			
	4.3 Alçı harcı ,kireçli alçı harcı	0,015	0,7	0,0214			
	5.1.1 Donatılı Beton	0,25	2,5	0,1			
	4.8.3 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva	0,015	0,38	0,0395			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0,04			
TOPLAM			UKol=	0,331	3,022	214,5	648,23
TAVAN(çatılı kullanılan)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(iç)			0,13			
	6.5 Alçı karton plakalar	0,013	0,25	0,052			
	8.2.2.1 Yatık yongalı levhalar	0,015	0,13	0,1154			
	9.2.2.1.4 Cam tülü armatürlü bitümlü mebran	0,008	0,19	0,0421			
	2.2 Kil,alüvyon	0,2	1,5	0,133			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0,04			
TOPLAM				0,513	1,951	221	431,22
Tavan(çatılı kullanılmayan)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(iç)			0,13			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,0214			
	5.1.1 Donatılı beton	0,12	2,5	0,048			
	4.8.3 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva	0,02	0,38	0,0526			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0,08			
TOPLAM			UTav=0,8 x A x U	0,332	3,012	221	532,53
taban toprak temaslı	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(iç)			0,17			
	2.1 kum,kum -çakıl	0,05	2	0,025			
	5.1.2 Donatısız beton	0,1	1,65	0,0606			
	9.2.2.1.4 Cam tülü armatürlü bitümlü mebran	0,01	0,19	0,0526			
	5.1.1 Donatılı beton	0,5	2,5	0,2			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,0214			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0			
TOPLAM			Utab=0,5 x A x U	0,530	1,888	203	191,63
Taban (ısıtılmayan iç ortama)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(iç)			0,17			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,0214			
	5.1.1 Donatılı Beton	0,15	2,5	0,06			
	4.8.3 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva	0,015	0,38	0,0395			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0,17			
TOPLAM			0,5 x A x U	0,461	2,170	1105	1198,74
Dış pencere				0,303	3,3	108	356,40
Dış Kapı				0,277	3,61	10	36,10
Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen özgül ısı kaybı toplamı (W/oC)						4354	
ΣAU = UD.AD+UPAP+UKAK+0,8UTAT+0,5UTAT+UdAd+..		ΣAU =		4354,0	Vbrüt (m3)= 3924		
				Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı			
		Özgül ısı kaybı; H = HT + HV =		Hv= 0,33.nh.Vh =	828,75	W/K	
		H= Hi +Hh=		5182,7	W/K		

4.6.4. Yalıtımlı bina için ısı kaybı hesabı

Yalıtımlı bina için yapı elemanlarının kalınlıkları ve termofiziksel özellikleri Çizelgede 4.3’de gösterilmiştir. Binaya yapılan yalıtımlar çerçevesinde çatı tavanına 0,1 m ve dış duvarlara ise 0,05 m kalınlıkta yalıtım tabakası taş yünü uygulanmıştır. Yalıtım malzemesi olarak taş yünü kullanılmıştır. Bina yapı elemanlarının ısı iletkenlik değerleri TS 825 Ek E’den alınmıştır.

Yalıtımlı bina için dış havaya açık duvardan kaybedilen ısı 439,69 W/K ve çatılı tavadan kaybedilen ısı ise 431,22 W/K olarak bulunmuştur. Çizelge 4.3’ te görüldüğü gibi en fazla ısı dış havaya açık duvarlardan ve çatılı tavadan olmaktadır. Fakat binaya yalıtım uygulaması yapıldığında yalıtımsız hale göre çatı ve dış duvarlardan kaybedilen ısıнын önemli oranda azaldığı görülmüştür. Yalıtımsız bina ya yalıtım yapıldığında dış duvardan kaybedilen ısı 955,20 W/K’ den 439,69 W/K değerine ve çatılı tavadan kaybedilen ısı ise 532,53 W/K’den 431,22 W/K değerine düştüğü görülmüştür. Bu oran yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen toplam ısı kaybı miktarını etkilemiştir. Yalıtımsız bina için yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen toplam ısı kaybı 4354 W/K iken yalıtımlı bina için 2820 W/K olarak bulunmuştur. Yapılan hesaplamalar sonucunda yalıtım uygulaması ile ısı kaybını azaltması ve ısıtma enerjisi için daha az enerji tüketimi sağlama noktasındaki önemini göstermiştir.

Bina havalandırma durumuna her iki bina durumunda aynı olduğundan yalıtımsız bina için yapılan doğal havalandırma hesapları yalıtımlı bina için de aynıdır.

Çizelge 4.3. Yalıtımlı bina için özgül ısı kaybı çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları (Yalıtımlı Durum için)		Yapı elemanları nın kalınlığı d(m)	Isı iletkenlik hesap değeri λ (W/mK)	d/λ	Isıl geçirgenlik kat sayısı (U)	Isı taşıyan yüzey (A)	Isı kaybı AxU
Duvar: Dış Havaya Açık	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(iç)			0,13			
	4.3 Alçı harcı ,kireçli alçı harcı	0,015	0,7	0,0214			
	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	0,185	0,33	0,56060606			
	10.5.4.Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemesi (cam yünü, taş yünü)	0,05	0,05	1			
	4.8.3 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış siva	0,015	0,38	0,0395			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0,04			
TOPLAM			UD=	1,792	0,558	787,7	439,69
Duvar: Dış hava açık (Kolon Kiriş)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(iç)			0,13			
	4.3 Alçı Harcı ,kireçli alçı harcı	0,015	0,7	0,0214			
	5.1.1 Donatılı Beton	0,25	2,5	0,1			
	10.5.4 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemesi (cam yünü, taş yünü)	0,06	0,05	1,2			
	4.8.3 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış siva	0,015	0,38	0,0395			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0,04			
TOPLAM			UKol=	1,531	0,653	214,5	140,11
TAVAN(çatılı kullanılan)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(iç)			0,13			
	6.5 Alçı karton plakalar	0,013	0,25	0,052			
	8.2.2.1 Yatık yongalı levhalar	0,015	0,13	0,1154			
	9.2.2.1.4 Cam tülü armatürlü bitümlü membran	0,008	0,19	0,0421			
	2.2 Kil,alüvyon	0,2	1,5	0,133			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0,04			
TOPLAM				0,513	1,951	221	431,22
Tavan(çatılı kullanılmayan)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(iç)			0,13			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,0214			
	5.1.1 Donatılı beton	0,12	2,5	0,048			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemesi (cam yünü,taş yünü)	0,1	0,04	2,5			
	4.8.3 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış siva	0,02	0,38	0,0526			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0,08			
TOPLAM			UTav=0,8 x A x U	2,832	0,353	221	62,43
Taban: toprak temaslı	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(iç)			0,17			
	2.1 kum,kum -çakıl	0,05	2	0,025			
	5.1.2 Donatısız beton	0,1	1,65	0,0606			
	9.2.2.1.4 Cam tülü armatürlü bitümlü membran	0,01	0,19	0,0526			
	5.1.1 Donatılı beton	0,5	2,5	0,2			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,0214			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0			
			Utab=0,5 x A x U	0,530	1,888	203	191,65
TOPLAM				0,17			
Taban:ısıtılmaya n iç ortama	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,0214			
	5.1.1 Donatılı Beton	0,15	2,5	0,06			
	4.8.3 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış siva	0,015	0,38	0,0395			
	Yüzeysel ısı iletim katsayısı(dış)			0,17			
TOPLAM			0,5 x A x U	0,461	2,170	1105	1198,74
Dış pencere				0,303	3,3	108	356,4
Dış kapı				0,277	3,61	10	36,1
Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı							2820
ΣAU = UD.AD+UPAP+UKAK+0,8UTAT+0,5UTAT+UdAd+..							
ΣAU =		2820,2		Vbrüt (m3)= 3924			
Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı							
Özgül ısı kaybı; H = HT + HV =				Hv= 0,33.nh.Vh =	828,75	W/K	
H= Hi +Hh=		3649,0	W/K				

YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI HESAPLAMA ÇİZELGESİ									
(Yalıtımsız bina için)									
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ISI KAYBI			ISI KAZANÇLARI			KKO	kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi	Toplam Isı			
	H=H _i +H _h (W/K)	(T _i -T _d) (°C)	H(T _i -T _d) (W)	Φ _i (W)	Φ _g (W)	Φ _t =Φ _i +Φ _g (W)			
OCAK	5.183	19,3	100026,2	6.278	2136	8414	0,08	1,00	2,37458E+11
ŞUBAT		18,9	97953,1		2685	8963	0,09	1,00	2,30662E+11
MART		14,9	77222,3		3241	9519	0,12	1,00	1,75493E+11
NİSAN		8,9	46126,1		3671	9949	0,22	0,99	94023502041
MAYIS		4,6	23840,4		4253	10531	0,44	0,90	37354527152
HAZİRAN		0,5	2591,4		4479	10757	4,15	0,21	763887809,5
TEMMUZ		0	0,0		4359	10637	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0	0,0		4065	10343	0,00	0,00	0
EYLÜL		1,8	9328,9		3399	9677	1,04	0,62	8691000905
EKİM		7,4	38352,0		2722	9000	0,23	0,99	76412744697
KASIM		13,4	69448,2		2037	8315	0,12	1,00	1,58461E+11
ARALIK		17,7	91733,8		1865	8143	0,09	1,00	2,16667E+11
						Σ Q _{ay} x10 ¹⁰ -3 (kW)		1.235.986.875	
Toplam Isı Kaybı		Q _{yıl} =0,278x10 ¹⁰ -3 x (.....) 343.604 (kJ)			1Kj=0,278x10 ¹⁰ -3 KWh		343.604		
Konutlar için iç ısı kazancı Φ _i ,ay <5 x An (W)									
Güneş enerjisi kazancı Φ _g ,ay=Σ η _{ay} x g _i ,ay x l _i ,ay x A _i									
Kazanç kayıp oranı KKO _{ay} =(Φ _i ,ay+Φ _g ,ay)/H(T _i ,ay-T _d ,ay)									
Kazanç kullanım faktörü η _{ay} =1-e ⁻¹ /(KKO _{ay})									
Atop (m²)= 2870,2		Vbrüt = 3924,00		m³		1255,68		Atop/Vbrüt = 0,73	
Örnek binadaki birim alan başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı;									
Q=Q _{yıl} /An= 120		kWh/m²							
Atop/Vbrüt=0,73 oranı 3.bölge için TS-825 den Q'=76,3 x A/V +36,4 formülünde yerine yazılırsa bina için olması gereken ısı (kWh/m²)									
En büyük ısı kaybı Q'= 92,28		kWh/m²		Q > Q' (120 > 92 olduğundan					
Q > Q' (120 > 92,21) olduğundan örnek bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken değer üstündedir									
Standartlara uygun değildir									

4.6.6. Yalıtımlı bina için özgül ısı kazancı

Yalıtımlı bina için özgül ısı kaybı ve ısı kazancı hesapları Çizelge 4.5' te gösterilmiştir. Toplam yıllık ısı kaybı 228705 kJ olarak bulunmuştur. Yalıtımlı bina için birim alan başına düşen yıllık ısıtma enerji ihtiyacı 80 kW/m^2 olarak bulunmuştur. (Çizelge 4.5)

Konya ili TS 825 göre 3. bölgede yer almaktadır. 3.bölge için TS 825 EK A 2' den alınan $Q'=76,3 \times A/V +36,4$ formülünde yerine yazıldığına bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q'= 92,21 \text{ kWh/m}^2$ bulunmuştur. $Q > Q'$ ($80 < 92.28$) olduğundan yalıtımlı bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altında olduğundan standartlara uygun bulunmuştur.

Binaya yalıtım yapılması ile bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerji ihtiyacının azalmasına katkı sağlamış ve bina için olması gereken en büyük ısı kaybının altında bir değer bulunmasına neden olmuş böylece bina TS 825 standartlarına uygun hale gelmiştir.

Yapılan hesaplamalar değerlendirildiğinde, bina pencere adet ve yönleri güneş enerjisi kazancı için önemli olduğu görülmüştür. Binanın güney cephede pencere alanının bulunması güneş enerji kazancını artırdığı görülmüştür. Binaya yalıtım uygulamasının yalıtımlı ve yalıtımsız bina için ısı kaybını azalttığı ve yıllık ısıtma enerji ihtiyacını büyük oranda düşürdüğü görülmüştür.

Bütün bunlar göstermektedir ki, enerji verimliliği kapsamında yapılacak çalışmalarda bina enerji verimlilik çalışmalarına öncelik verilmeli ve binalarda enerji tüketimini azaltmak için gerek yeni binalarda gerekse mevcut binalarda devlet destekli yalıtım çalışmaları muhakkak yapılmalı ve gerekirse zorunlu hale bile getirilmelidir. Binalarda yalıtım uygulamaları ve enerji verimliliği hususunda devlet destekli üniversite işbirlikli Ar-Ge çalışmaları ile daha da hızlandırılabilir.

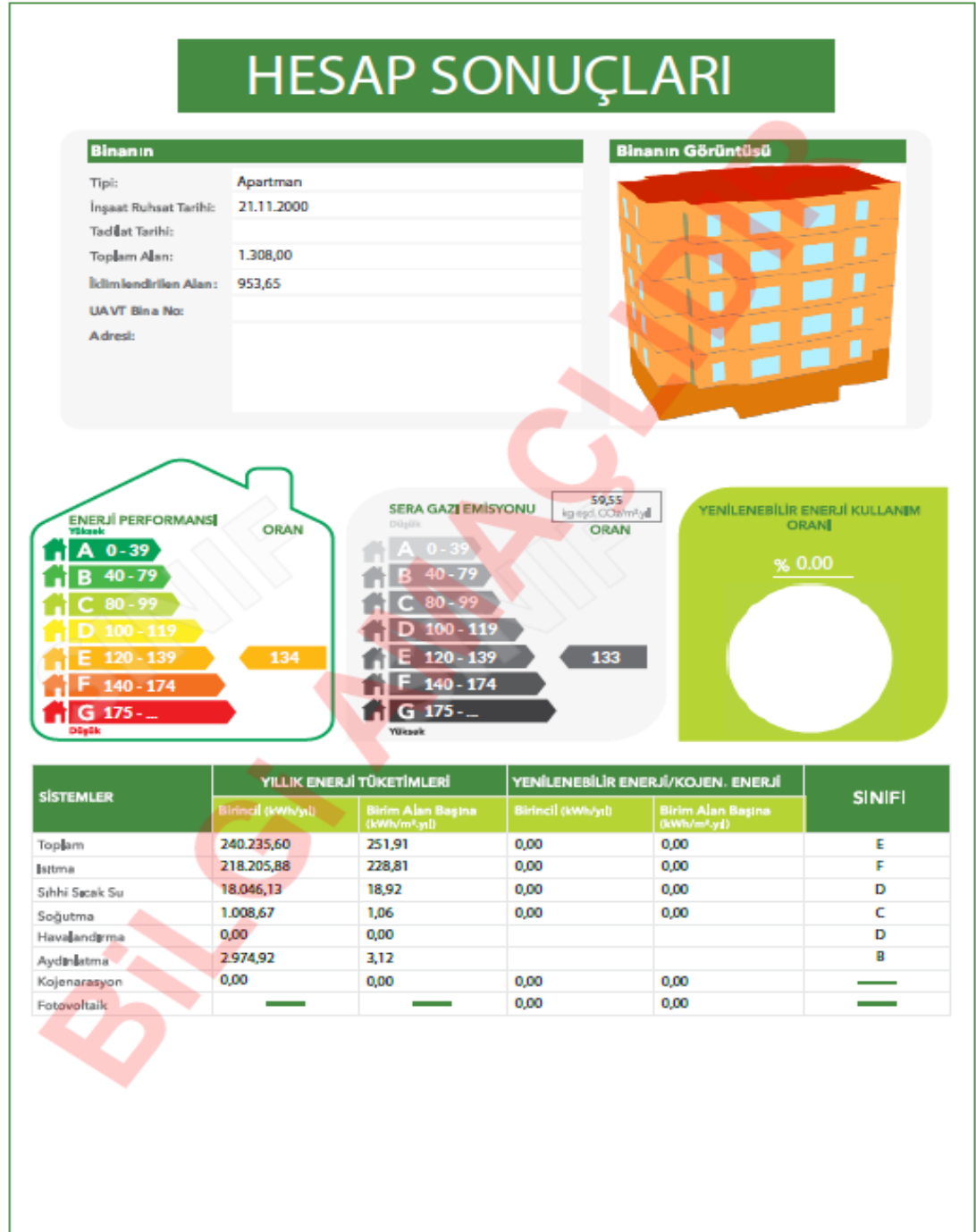
Çizelge 4.5. Yalıtımlı bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplama çizelgesi

YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI HESAPLAMA ÇİZELGESİ (Yalıtımlı bina için)									
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ISI KAYBI			ISI KAZANÇLARI			KKO	kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi	Toplam ısı			
	H=Hi+Hh (W/K)	(Ti-Td) (°C)	H(Ti-Td) (W)	Φi (W)	Φg (W)	Φt=Φi+Φg (W)			
							γ	ηay	Qay (kJ)
OCAK	3.649	19,3	70425,6	6.278	2136	8414	0,12	1,00	1,60749E+11
ŞUBAT		18,9	68966,0		2685	8963	0,13	1,00	1,55557E+11
MART		14,9	54370,1		3241	9519	0,18	0,99	1,16431E+11
NİSAN		8,9	32476,1		3671	9949	0,31	0,94	59931572723
MAYIS		4,6	16785,4		4253	10531	0,63	0,75	23110053002
HAZİRAN		0,5	1824,5		4479	10757	5,90	0,14	932961952,5
TEMMUZ		0	0,0		4359	10637	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0	0,0		4065	10343	0,00	0,00	0
EYLÜL		1,8	6568,2		3399	9677	1,47	0,44	5906116541
EKİM		7,4	27002,6		2722	9000	0,33	0,92	48413888503
KASIM		13,4	48896,6		2037	8315	0,17	0,99	1,05321E+11
ARALIK		17,7	64587,2		1865	8143	0,13	1,00	1,46325E+11
							Qyıl=∑ Qay (kJ)=		822678585,57
Toplam ısı kaybı		Qyıl=0,278x10 ⁻³ x (.....) 228.705 (kJ)				1Kj=0,278x10 ⁻³ kWh		228.705	
Konutlar için iç ısı kazancı Φi,ay <5 x An (W)									
Güneş enerjisi kazancı Φg,ay=∑ ηay x gi,ay x li,ay x Ai									
Kazanç kayıp oranı KKOay=(Φi,ay+Φg,ay)/H(Ti,ay-Td,ay)									
Kazanç kullanım faktörü ηay=1-e [^] (-1/KKOay)									
Atop (m²)= 2870,20		Vbrüt = 3924,00		m³		1255,68		Atop/Vbrüt = 0,73	
Örnek binadaki birim alan başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı;									
Q=Qyıl/An= 80		kWh/m²							
Atop/Vbrüt=0,73 oranı 3.bölge için TS-825 den Q'=76,3 x A/V +36,4 formülünde yerine yazılırsa bina için olması gereken ısı (kWh/m²)									
En büyük ısı kaybı Q' = 92,28		kWh/m²							
Q > Q' (80 < 92,28 olduğundan örnek bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken değerin altındadır									
Standartlara uygundur									

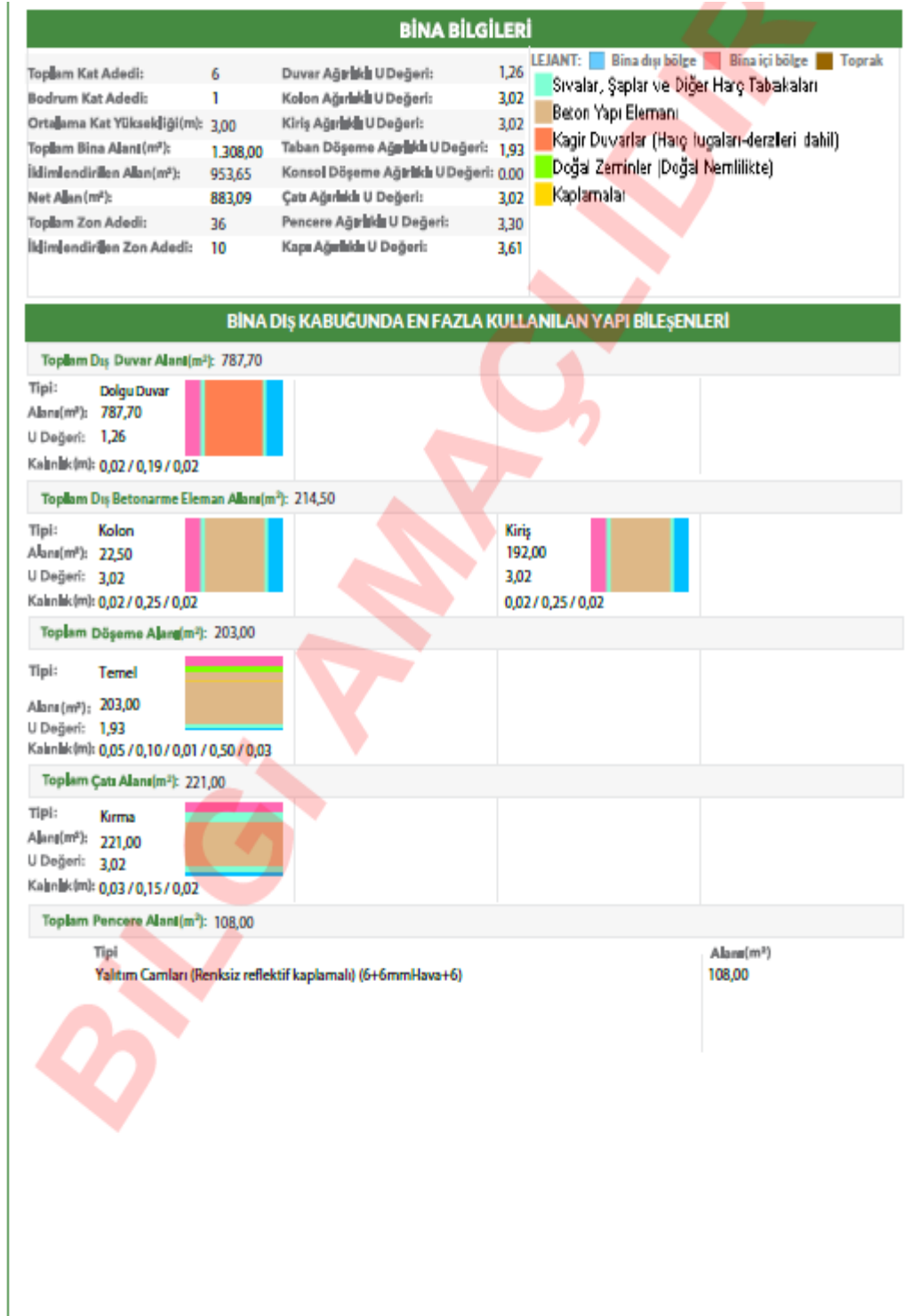
4.6.7. Yalıtımsız bina için enerji kimlik belgesi

Bu çalışmada yalıtımsız bir bina için BEP-TR program ile hesaplanan sonuçlara göre enerji kimlik belgesi düzenlenmiştir. 3 sayfadan oluşan onaysız enerji kimlik belgesi Şekil 4.31, Şekil 4.32, Şekil 4.33'te gösterilmiştir. Yalıtım olmaması halinde bina enerji sınıfı E sınıfı olarak belirlenmiş ve enerji kimlik belgesi almaya hak kazanamamıştır. Çünkü Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından belgenin onay alıp geçerlilik kazanması için bina enerji sınıfının en az C sınıfı olması gerekmektedir. Ayrıca yalıtımsız bina için enerji kimlik sınıfı yıllık ısıtma enerji ihtiyacı 133 kWh/m² olduğu Şekil 4.31' de

görülmektedir. TS 825'e göre yalıtımsız bina için yapılan hesaplamalarda yıllık ısıtma enerji ihtiyacı 120 kWh /m² olarak hesaplanmıştır. TS-825'e göre yapılan hesaplama sonuçlarının BEP-TR ile hesaplanan Enerji Kimlik belgesi sonuçlarına yakın ve birbiriyle uyumlu olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.31. Yalıtımsız bina için enerji kimlik belgesi sayfa 1



Şekil 4.32. Yalıtımsız bina için enerji kimlik belgesi sayfa 2

Bina ısıtma enerji sınıfı F sınıfı olarak bulunmuştur. Enerji performans sınıfları A, B, C, D, E, F, G sıralamasında en düşük sınıf G sınıfı olduğu göz önüne alındığında yalıtımsız binanın ısıtma enerji sınıfının F olduğu ve böylece yalıtımın bina ısıtma enerji sınıfı üzerine etkisini göstermektedir (Şekil 4.31).

Yalıtımsız bina için yapı elemanlarının U değerleri Şekil 4.32’de görülmektedir.

TS 825’e göre yapılan hesaplamalarda yapı elemanlarının U değerleri ile karşılaştırılmış Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Yalıtımsız bina için U değerlerinin karşılaştırması

Yalıtımsız bina için	UD (W/m ² .K)	UT (W/m ² .K)	Ut (W/m ² .K)	UP (W/m ² .K)
3. Bölge için TS-825'de gösterilen gerekli standart değerler	0,5	0,3	0,5	2,4
TS-825 'e göre yalıtımsız bina için hesaplanan değerler	1,95	1,26	1,80	3,30
Enerji kimlik belgesi programına göre hesaplanan değerler	1,26	1,95	1,83	3,30

MEKANİK SİSTEMLER				İklimlendirilen Zon Adedi: 10	
Binanın Isıtma Sistemi			Sıcak Su Sistemi		
Bağlı Zon Adedi:	10		10		
Sistemin Konumu:	Mahal		Mahal		
Sistemin Tipi:	Yoğuşmalı Kombi		Konvansiyonel Kombi		
Sistemin Gücü (kW):	24		1		
Yakıt tipi:	Gaz		Gaz		
Güneş Enerjisi Katkısı:					
Binanın Soğutma Sistemi			Havalandırma Sistemi		
Bağlı Zon Adedi:	7	3	Bağlı Zon Adedi:		
Sistemin Konumu:	Mahal	Mahal	Sistemin Tipi:		
Sistemin Tipi:	Aynk (Split) Sistemler	Aynk (Split) Sistemler	İk Eşanjörü:		
Sistemin Gücü (kW):	3	2			
Aydınlatma Sistemi					
En Fazla Kullanılan Armatür Tipi ve Adedi			En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi		
A (Çıplak) - 36			Kompakt Floresan (27 W) (1850 lümen)		
Toplam Aydınlatma Gücü (kW): 3.375,00			125		
Toplam Aydınlatma Lümeni: 231.250,00					
Koçen, Sistemi Üretilen Enerji			Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji		
Isı Geri Kazanımı (kWh):	0,00		Pik Güç (kW):	0	
Elektrik Güç Çıktısı (kW):	0		Alan (m²):	0	
Isıl Güç Çıktısı (kW):	0				
Yakıt Tüketimi (kW):	0				
Yakıt Tipi:					

Kırmızı renk ile gösterilen mekanik sistemler binada bulunmayıp referans binadan alınmıştır.

Şekil 4.33. Yalıtımsız bina için enerji kimlik belgesi sayfa 3

Yalıtımsız bina için aydınlatma sistemi soğutma sistemi Şekil 4.33'te enerji kimlik belgesinin son sayfası (3.sayfa) gösterilmiştir.

4.6.8. Yalıtımlı bina için enerji kimlik belgesi

Hesaplamanın ikinci ayağında yalıtımlı bina için BEP-TR program ile hesaplanan sonuçlara göre enerji kimlik belgesi düzenlenmiştir. 3 sayfadan oluşan enerji kimlik belgesi Şekil 4.34-36 aralığında gösterilmiştir. Programın hesaplama sonucunda Bina enerji sınıfı C sınıfı olarak belirlenmiş ve enerji kimlik belgesi almaya hak kazanmıştır.

Yalıtımlı bina için yapı elemanlarının U değerleri Şekil 4.35'te görülmektedir. TS 825'e göre yapılan hesaplamalarda yapı elemanlarının U değerleri ile karşılaştırılmış Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Yalıtımlı bina için U değerlerinin karşılaştırması

Yalıtımlı bina için	UD (W/m ² .K)	UT (W/m ² .K)	Ut (W/m ² .K)	UP (W/m ² .K)
3. Bölge için TS-825'de gösterilen gerekli standart değerler	0,5	0,3	0,5	2,4
TS-825 'e göre yalıtımlı bina için hesaplanan değerler	0,56	0,35	1,88	3,30
Enerji kimlik belgesi programına göre hesaplanan değerler	0,56	0,35	1,93	3,30

Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi TS 825 göre hesaplanan değerler ile enerji kimlik belgesi üzerinden alınan değerler birbirine yaklaşık değerler olduğu belirlenmiştir



bina enerji performansı

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Binanın		Belgenin	
Tipi:	Apartman	Veriliş Tarihi:	25.4.2019
İnşaat Ruhsat Tarihi:	21.11.2000	Geçerlilik Tarihi:	25.4.2029
Tadilat Tarihi:		Performans Sınıfı:	C
Toplam Alan:	1.308,00	Emisyon Sınıfı:	C
Ada/Parsel/Pafta:	15157 / 10 / 21k2		
UAVT Bina No:	287555775		
Adı:	Bayraktar Sitesi A Blok		
Adresi:	MEHMET AKİF MAH. TUZDEVE YOLU CAD. NO: 39 SELÇUKLU/KONYA		

Sahibinin Adı Soyadı: Bayraktar Sitesi A Blok



ENERJİ PERFORMANSI

Yüksek

A 0 - 39

B 40 - 79

C 80 - 99

D 100 - 119

E 120 - 139

F 140 - 174

G 175 - ...

Düşük

ORAN

92

SERA GAZI EMİSYONU

Düşük

A 0 - 39

B 40 - 79

C 80 - 99

D 100 - 119

E 120 - 139

F 140 - 174

G 175 - ...

Yüksek

ORAN

92

YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIM ORANI

% 0.00

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		SINIFI
	Birincil (kWh/yl)	Birim Alan Başına (kWh/m².yl)	Birincil (kWh/yl)	Birim Alan Başına (kWh/m².yl)	
Toplam	165.181,81	173,21	0,00	0,00	C
Isıtma	142.800,11	149,74	0,00	0,00	C
Sıhhi Sıcak Su	17.811,12	18,68	0,00	0,00	D
Soğutma	1.598,77	1,68	0,00	0,00	E
Havalandırma	0,00	0,00			D
Aydınlatma	2.971,80	3,12			B
Kojenarasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fotovoltaik			0,00	0,00	

Belgenin		Belge Düzenleyenin	
Numarası:	M22426632942A	Adı Soyadı:	AHMET SAMİ ÜNAL
Veriliş Tarihi:	25.4.2019	Firma:	SEHA TEK ENERJİ VERİMLİLİĞİ DANIŞMANLIK MÜHENDİSLİK ELEKTRONİK YATIRIM İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET
Son Geçerlilik Tarihi:	25.4.2029	Sertifika No:	MMO-41-0238
İptal Edilen EKB No:		İmza:	

Kare Kod



Şekil 4.34. Yalıtımlı bina için enerji kimlik belgesi sayfa 1



bina enerji
performansı

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

BİNA BİLGİLERİ			
Toplam Kat Adedi:	6	Duvar Ağırıklık U Değeri:	0,56
Bodrum Kat Adedi:	1	Kolon Ağırıklık U Değeri:	0,65
Ortalama Kat Yüksekliği(m):	3,00	Kiriş Ağırıklık U Değeri:	0,65
Toplam Bina Alanı(m²):	1.308,00	Taban Döşeme Ağırıklık U Değeri:	1,93
İklimlendirilen Alan(m²):	953,65	Konsol Döşeme Ağırıklık U Değeri:	0,00
Net Alan(m²):	871,59	Çatı Ağırıklık U Değeri:	0,35
Toplam Zon Adedi:	36	Pencere Ağırıklık U Değeri:	3,30
İklimlendirilen Zon Adedi:	10	Kapı Ağırıklık U Değeri:	3,61

LEJANT:

- Bina dış bölge
- Bina içi bölge
- Toprak
- Sıvalar, Şaplar ve Diğer Harç Tabakaları
- Beton Yapı Elemanı
- Isı Yalıtım Malzemeleeri
- Kagir Duvarlar (Harç lugaları-derzleri dahil)
- Doğal Zeminler (Doğal Nemlilikte)
- Kaplamalar

BİNA DIŞ KABUĞUNDA EN FAZLA KULLANILAN YAPI BİLEŞENLERİ

Toplam Dış Duvar Alanı(m²): 787,70	
Tipi: Dolgu Duvar Alanı(m²): 787,70 U Değeri: 0,56 Kalınlık(m): 0,02 / 0,19 / 0,05 / 0,02	
Toplam Dış Betonarme Eleman Alanı(m²): 214,50	
Tipi: Kolon Alanı(m²): 22,50 U Değeri: 0,65 Kalınlık(m): 0,02 / 0,25 / 0,06 / 0,02	Tipi: Kiriş Alanı(m²): 192,00 U Değeri: 0,65 Kalınlık(m): 0,02 / 0,25 / 0,06 / 0,02
Toplam Döşeme Alanı(m²): 203,00	
Tipi: Temel Alanı(m²): 203,00 U Değeri: 1,93 Kalınlık(m): 0,05 / 0,10 / 0,01 / 0,50 / 0,03	
Toplam Çatı Alanı(m²): 221,00	
Tipi: Kırma Alanı(m²): 221,00 U Değeri: 0,35 Kalınlık(m): 0,03 / 0,12 / 0,10 / 0,02	
Toplam Pencere Alanı(m²): 108,00	
Tipi: Yalıtım Camları (Rensiz reflektif kaplamalı) (6+6mmHava+6)	Alanı(m²): 108,00

Belgenin		Belge Düzenleyenin		Kare Kod
Numarası:	M22426632942A	Adı Soyadı:	AHMED SAMİ ONAL	
Veriliş Tarihi:	25.4.2019	Firması:	SEHATEK ENERJİ VERİMLİLİĞİ DANIŞMANLIK MÜHENDİSLİK ELEKTRONİK YALITIM İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET	
Son Geçerlilik Tarihi:	25.4.2029	Sertifika No:	MMO-41-0238	
İptal Edilen EKB No:		İmza:		

Şekil 4.35. Yalıtımlı bina için enerji kimlik belgesi sayfa 2



bepTR
bina enerji
performansı

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

MEKANİK SİSTEMLER		İklimlendirilen Zon Adedi: 10
Binanın Isıtma Sistemi		Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi:	10	10
Sistemin Konumu:	Mahal	Mahal
Sistemin Tipi:	Yoğuşmalı Kombi	Konvansiyonel Kombi
Sistemin Gücü (kW):	24	1
Yakıt tipi:	Gaz	Gaz
Güneş Enerjisi Katkısı:		
Binanın Soğutma Sistemi		Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi:	9	1
Sistemin Konumu:	Mahal	Mahal
Sistemin Tipi:	Ayrık (Split) Sistemler	Ayrık (Split) Sistemler
Sistemin Gücü (kW):	2	3
		Bağlı Zon Adedi:
		Sistemin Tipi:
		İkili Eşanjörü:
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tipi ve Adedi	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi	
A (Çıplak) - 36	Kompakt Floresan (27 W) (1850 lümen)	
Toplam Aydınlatma Gücü (kW): 3.375,00	125	
Toplam Aydınlatma Lümeni: 231.250,00		
Kojen, Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanımı (kWh): 0,00	Birinci Enerji Kazancı % 0,00	Pik Güç (kW): 0
Elektrik Güç Çıktısı (kW): 0		Alan (m²): 0
Isıl Güç Çıktısı (kW): 0		
Yakıt Tüketimi (kW): 0		
Yakıt Tipi:		
TAVSİYELER/AÇIKLAMALAR		
Kırmızı renk ile gösterilen mekanik sistemler binada bulunmayıp referans binadan alınmıştır.		
Belgenin		Belge Düzenleyenin
Numarası:	M22426632942A	Adı Soyadı: AHMED SAMİ ÜNAL
Veriliş Tarihi:	25.4.2019	Firması: SEHATEK ENERJİ VERİMLİLİĞİ DANIŞMANLIK MÜHENDİSLİK ELEKTRONİK YATIRIM İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET
Son Geçerlilik Tarihi:	25.4.2029	Sertifika No: MMO-41-0238
İptal Edilen EKB No:		İmza:
		

Şekil 4.36. Yalıtımlı bina için enerji kimlik belgesi sayfa 3

Yalıtımlı bina için aydınlatma sistemi soğutma sistemi Şekil 4.36’da enerji kimlik belgesinin 3.sayfasında gösterilmiştir Yalıtımlı ve yalıtımsız bina için aydınlatma enerjisi ve soğutma sistemi için her iki bina içinde aynı alındığından aydınlatma ve soğutma için tüketilen enerji miktarları aynıdır.



5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, ülkemizde ve dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut durumu ve dünya genelinde yürütülen enerji verimlilik çalışmaları değerlendirilmiştir. Bu kapsam dâhilinde, İç Anadolu Bölgesi Konya iline ait binanın yalıtımlı ve yalıtımsız hali için BEP –TR programı ile enerji performans analizi yapılarak binanın enerji sınıfı belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmiştir.

Ülkemizde büyük oranda enerji harcayan ve çevreyi kirleten eski bina sayısı oldukça fazladır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde eski binaların enerji verimli yönündeki çalışmalar hız kazandırılarak mevcut durum kontrol altına alınmalıdır.

Bu kapsamda yönetmelikler yeniden düzenlenmeli ve binalara yönelik enerji sertifikasyon uygulanması yönündeki eksiklikler giderilmelidir. Bu sürecin zaman kaybetmeden hızla ilerletilmesi enerji verimliliği açısından önem arz etmektedir.

Ülkemiz enerji verimliliği yönünde son on yılda önemli yol kat etmiştir. Fakat mevcut enerji ihtiyacına bakıldığında bu yeterli değildir. Bu sebeple ülkemizde enerji verimliliğini ve enerji verimliliği bilincini artırılmasına yönelik mevzuat ve yönetmelikler tekrar revize edilmelidir.

2007 yılında yürürlüğe giren 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu enerji verimliliği adına atılmış önemli adımdır. Kanunla birlikte enerji maliyetlerinin azaltılması ve çevrenin korunması için enerji tüketiminin azaltılması, enerjinin verimli şekilde kullanılmasına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır.

Enerji verimlilik kanunu beraberinde enerjinin verimli kullanılmasına yönelik yönetmelikler ve standartlar oluşturulmuştur. Binalarda ulusal mevzuatları içeren Enerji Performansı Yönetmeliği bunların en önemlisidir. 05 Aralık 2008’de Binalarda Enerji

Performansı yönetmeliği ile binalar için enerji kimlik belgesi uygulaması oluşturulmuştur.

Enerji verimli binalar kapsamında Yeşil bina enerji sertifikasyon sistemleri incelendiğinde, ülke şartlarına uyumlu ülke yasaları doğrultusunda oluşturulan sertifikasyon sistemleri binalarda enerji verimliliği adına atılmış önemli adımlardandır. Sertifika sistemleri ülke coğrafi yapısı ve iklim şartları göz önüne alınarak belirli kategori yüzdelere göre değerlendirme yaparak binaları sınıflandırmaktadır. Ancak bazı enerji sertifika sistemlerinde her kategorinin eşit puana sahip olması ve oluşturuldukları ülke dışında kullanımında farklı ülke koşullarına uyumluluk sorunu doğruluğunu azaltmaktadır.

Enerji Sertifikasyon sistemleri, oluşturuldukları ülkenin standartlarına uygun hazırlanması ve hazırlandıkları ülke dışında farklı ülkelerde kullanımlarında kullanıldıkları ülkenin standartlarına uyumluluk problemleri yaşanmaktadır.

Ulusal enerji sertifika sisteminin geliştirilmesi için devlet desteği şarttır. Ulusal sertifika sisteminin ülke standartları çerçevesinde geliştirmesi ve denetim eksikliklerinin giderilmesi gerekmektedir. Türkiye’de enerji sertifikasyon sistemleri hususunda kamuoyu bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır.

Tez çalışması kapsamında, ülkemizdeki mevcut enerji kaynaklarının üretim ve tüketim oranları değerlendirilmiş bununla birlikte uluslararası enerji sertifikasyon sistemleri incelenmiş ulusal sertifikasyon sistemiz değerlendirme ve hesaplama bakımından diğer enerji sertifikasyon sistemlerden farklı olduğu görülmüştür. Ayrıca BEP-TR programı ile örnek binanın yalıtımlı ve yalıtımsız durumu için enerji performans analizi yapılarak yalıtım oranının enerji sınıfını ne kadar etkilediği incelenmiştir. Bununla birlikte, her iki durum için TS 825’e göre ısı kaybı ısı kazancı hesapları yapılarak hesaplanan değerlerin BEP-TR programı ile bulunan değerlerle uyumluluğu incelenmiş ve programın ne kadar doğru tahminde bulunduğu değerlendirilmiştir.

Bu kapsam dâhilinde, örnek binanın yalıtımlı ve yalıtımsız hali için BEP –TR programı ile enerji performans analizi yapılarak, yalıtımsız binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 134 kWh/m² ve enerji sınıfı E sınıfı olarak belirlenmiştir. Binada yalıtım yapılması durumunda binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 92 kWh/m² ve enerji sınıfı enerji sınıfı C sınıfı olarak belirlenmiştir. Yalıtımlı durum için TS 825'e göre yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 80 kWh/m² bulundu ve standartlara uygun olduğu belirlenmiştir. Yalıtımsız bina için 120 kWh/m² bulundu ve standartlara uygun olmadığı belirlenmiştir. TS 825'e göre hesaplanan bu değerlerin BEP-TR programı ile hesaplanan değerlerle yakın değerler olduğu görülmüştür.

Ayrıca BEP-TR programının kullanımı gösterilip, kullanım sırasında karşılaşılan sorunlara ve eksikliklere çözüm önerileri sunulmuştur. BEP-TR 2 güncel versiyonu ile BEP-TR 1 programındaki birçok eksiklik giderilmiştir. Programının CAD tabanlı bina geometrisinin aktarılabilceği bir yazılımın olmaması ve bina yapı geometrisinin benzer şekillerle programa tanıtılması (U, H, L, kare, dikdörtgen vb.) düzeltilen eksiklikler arasındadır.

Ancak BEP-TR 2 ile enerji kimlik belgesi düzenlenmesinde hala mevcut bazı eksikler vardır. Belirlenen eksikliklerden bazıları şunlardır; Mekanik sistemler sekmesindeki herhangi bir bilgi değişiminin doğrudan bina enerji sınıfını etkilemesinin programının güvenilirliğini düşürmesi, bütün yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme tanımlı olmaması kaynaklı hatalar, her ilde enerji verimlilik danışmanlık şirketlerinin olmamasından dolayı ihtiyacın başka bir ilden karşılanması sonucu bina doğru analiz edilememesi kaynaklı hatalar, belediyelerin EKB uygulaması hakkında eğitim yönünden eksik olması uygulamanın yürütülmesi aşamasında hatalara sebep olması, EKB belgesinin bina ruhsat sırasında değil iskân sırasında istenmesi, EKB belgesi düzenlenmesinde ve sonrasında denetimin olmaması, EKB düzenlenen binanın yapı malzemeleri ve yalıtım özelliklerini içeren belgenin EKB Belgesiyle birlikte verilmemesi mevcut eksikliklerdir.

Yapılan değerlendirmeler sonucu binada yalıtım uygulaması bulunması enerji performansını etkileyen faktörlerden olduğu belirlenmiştir. Binada yalıtım bulunması bina enerji verimliliğini önemli ölçüde etkilediğı ve binanın yalıtımsız haline göre daha verimli olmasını ve enerji verimlilik sınıfının yükselmesini sağladığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte BEP-TR 2 programı ile ekb düzenlenmesinde mevcut eksikliklerin giderilmesi programının bina enerji verimliliğı için daha doğru tahminde bulunmasını sağlayarak daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Bu durum, ülkemizde enerjinin daha verimli kullanılması ve binalarda tüketilen enerjinin azaltılması açısından önemlidir.



KAYNAKÇA

- Akkuş İ., ve Alan H., 2016 Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler raporu. Jeoloji Mühendisler Odası, Ankara
- Anbarcı, M., Giran Ö., Demir İ., 2012. Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemleri İle Türkiye'deki Bina Enerji Verimliliği Uygulaması. E- Journal Of New World Sciences Academy Nwsa- Engineering Sciences,7(1), 368-383
- Anonim, 1979. Bauen und Energiesparen der Bundesminister für Forschung und technologie, *Verlag TÜV Rheinland*, Köln
- Anonim, 2017. Türkiye Enerji Görünümü <https://www.mmo.org.tr/kitaplar/turkiyenin-enerji-gorunumu-2016> (08.01.2019)
- Anonim, 2018a. <https://www.mmo.org.tr/kitaplar/turkiyenin-enerji-gorunumu-2018> (03.02.2019)
- Anonim, 2018b. <https://www.enerjiatlas.com/gunes/> (14.04.2019)
- Anonim, 2019a. http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/turkiyede_jeo.aspx (02.01.2019)
- Anonim, 2019b. <http://smtenerji.com/yazilar/gunes-enerjisi-elektrik-2/> (04.01.2019)
- Anonim, 2019c. <https://www.behance.net/gallery/67986791/2659QCA-SUSTAINABLE-ENVIROMENTS> (04.04.2019)
- Aydın, Ö. ve Saylam Canım D., 2017. Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yönetimi (Bep-Tr)'In Kullanılabilirliğinin ve Ekb Uygulamasının Değerlendirilmesi. Mimarlık ve Yaşam Dergisi,2(2), 265-277
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019a <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/sektorelere-gore-toplam-enerji-tuketimi-i-85800> (10.01.2019)
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019b. BepTr2 Eğitim Kataloğu <https://beptr.csb.gov.tr/bep-web/> (13.03.2019)
- Çarkıt, T., 2016 PV panellerin yapısı ve panellerden elektrik üretimine sıcaklığın etkisi <https://slidex.tips/download/pv-panellern-yapisi-ve-panellerden-elektrik-retmne-sicakliin-etks> (03.02.2019)
- Deniz, E., 2013. Güneş Enerji Santrallerinde Kayıplar. www.emo.org.tr (20.10.2018)
- Diaz, J., 2010. A Comparison of Sustainability-Based Labels in Building and Construction, University of Applied Sciences Giessen-Friedberg, Department of Architecture and Civil Engineering, pp 18.
- Durmuş, G. Ve Önal S., 2014. Uluslararası Standartlarında İnşa Edilen Yapının Enerji Kimliğinin Belirlenmesi: Gaziantep Örneği. Avrupa Birliği Ve Teknoloji Dergisi,1(2), 43-51
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2019 <http://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari>, (10.03.2019)
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019, <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FEnerji%20ve%20Tabii%20Kaynaklar%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%C3%BCm%C3%BCm%2FSay%2F15.pdf> (02.01.2019)
- Ganiç, N., Yılmaz, A.Z., Corgnati, S.P., 2013. Enerji Performansı Gereksinimlerinin Optimum Maliyet Düzeyinin Türkiye'deki Örnek Bir Ofis Binasında Yapılan İyileştirmeler İçin Hesaplanması. Tesisat Mühendisliği Dergisi, (136), 61-75

- Karaosmanoğlu, F., 2006. Biyoyakıt Teknolojisi ve İTÜ Araştırmaları, ENKÜS 2006-İTÜ Enerji Çalıştayı ve Sergisi, Bildiri Kitabı,110-146, 22-23 Haziran 2006,İstanbul
- Kıyanççek, E., ve Kulaksız A., 2010. RF Haberleşmesi ile Bilgisayar Destekli PV Sistem Analizi, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Bursa
- Koç, A., Yağlı, H., Koç, Y., Uğurlu, İ., 2018.Dünyada ve Türkiye’de Enerji Görünümünün Genel Değerlendirilmesi. Mühendis ve Makine Dergisi,59(692), 86-114
- Külünkoğlu İslamoğlu, A., 2017. Konutlarda Enerji Tüketimini Etkileyen Tasarım Yöntemleri Ve Bep–Tr Yöntemiyle Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi Ve Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Menna, P., 2003 European Directive on Energy Efficiency in Buildings. *Pietro Menna DG TREN European Commission, ISES Solar World Congress.*
- Meral, E., Teke, A., Tümay, M., 2009. Elektrik Tesislerinde Enerji Verimliliği. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi. 14(1),31-37
- Mutlu, M., Kaynaklı, Ö., ve Kılıç, M., 2011. Elektrikli ev aletlerinin enerji etiketlemesinin incelenmesi. Ulusal İklimlendirme Kongresi, Antalya.
- Önal, S., 2014. Yapıların Enerji Kimlik Belgeleri Üzerine Değerlendirmeler. Avrupa Birliği ve Teknoloji Dergisi, 1(3), 100-105
- Önal, S., 2015. Binaların Enerji Performansının Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yöntem Önerisi: Mülteci Ve Sığınmacılar İçin Kabul Ve Barınma Merkezi Binası Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Türkyılmaz, O., 2019. Türkiye Enerji Görünümü 2019.Makine Mühendisleri Odası Mersin Şubesi, (09.06.2019)
- Türkyılmaz, O. Bayrak, Y., Aytaç, O. 2017. Türkiye’de Enerji Görünümü Panel Bildirisi Kitabı, ODTÜ MD, Ankara, s. 99-105.
- Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği, 2018 https://www.tureb.com.tr/files/tureb_sayfa/duyurular/2018/03/turkiye_ruzgar_enerjisi_istatistik_raporu_ocak_2018.pdf (18.12.2018)
- Uyar, F., 2017 Biyokütle Enerjisi Nedir? <https://www.enerjibes.com/biyokutle-enerjisi-nedir/> (11.12.2018)
- Yaka, İ., Önal S., Koçer, A., Güngör, A., 2016 Binalarda Enerji Performansının Belirlenmesinde Farklı İllerin karşılaştırılması. Küresel Mühendislik Çalışma Dergisi,3(2),127-135
- Yaman Y.,2007. Enerji Tasarrufu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Birsen Yayınevi Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü,2019, http://www.yegm.gov.tr/verimlilik/b_en_ver_b_1.aspx (14.02.2019)
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2018, http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html (20.12.2018)
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2019 <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/> (12.01.2019)
- Zaim, A., ve Çavşı, H., 2018. Türkiye’deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Durumu. Mühendis ve Makine Dergisi.59(691),45-58

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Erzurum’da doğdu, ilk ortaöğrenimini ve liseyi Erzurum’da tamamladı. 2009’da başladığı Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden 2014 yılında mezun oldu. 2016 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Termodinamik Bilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı.

