



**TÜRKİYE’DEKİ MESKENLERİN ENERJİ PERFORMANSININ İLLERE
GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI**

Kübra ERDEM ARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2022

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Kübra ERDEM ARSLAN

18/11/2022

TÜRKİYE’DEKİ MESKENLERİN ENERJİ PERFORMANSININ İLLERE GÖRE
KARŞILAŞTIRILMASI
(Yüksek Lisans Tezi)

Kübra ERDEM ARSLAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Kasım 2022

ÖZET

Enerji ülkelerin gelişmişlik göstergesidir. Enerji talebi nüfus artışı ve teknolojik gelişmelerle orantılı olarak artmaktadır. 1970’de ortaya çıkan petrol krizi ile birlikte enerji kaynaklarının sınırlı, enerji arzının ise tehlike altında olduğu anlaşılmıştır. Türkiye geliştirmekte olan ülkeler arasında olması nedeniyle ekonomisi ve nüfusu hızlı büyümektedir dolayısıyla ülkenin enerjiye olan talebi de artmaktadır. Enerjide %70 dışa bağımlı olunması ve artan enerji fiyatları ekonomiyi doğrudan etkilediği için enerji kaynaklarının verimli kullanılması önem arz etmektedir. Türkiye’deki enerji tasarruf potansiyeli sektör bazlı incelendiğinde; %30 bina sektöründe, %20 sanayi sektöründe ve %15 ulaşım sektöründe olduğu görülmektedir. Enerji tasarruf potansiyelinin en yüksek olduğu bina sektörünün %87’sini de meskenler oluşturmaktadır. Bu çalışmada, 81 ildeki meskenlerin enerji, nüfus, GYSH ve çevre verileri kullanılarak 2019-2020 yılları için 4 farklı model oluşturulmuştur. Veri zarflama analizi (VZA) kullanılarak oluşturulan modeller “enerji tüketimi başına çevresel performans”, “meskenlerdeki enerji tüketim performansı”, “mesken başına düşen enerji tüketim performansı” ve “enerji kimlik belgesi etkinliği performansı”dır. Veri zarflama analizi, çoklu girdi ve çoklu çıktı değişkenleri ile benzer karar verme birimleri için etkinlik değerlendirmesinde kullanılır. Analizde 81 ildeki meskenler kullanılmıştır. VZA’da Etkinlik birimleri, kendi girdileri ile çıktılarını ne ölçüde yaratabildiklerini gösteren skorlardır. Bir ilin skoru 0 ile 1 arasında olabilir. Etkinlik skoru 1 olan karar verme birimleri etkin olarak adlandırılırken, 0 ile 1 arasında skorlanan karar verme birimleri etkin olmayan olarak adlandırılmaktadır. Yukarıdaki verilen model sırasına göre VZA uygulandığında sırasıyla “11-9-21-13” il etkin durumdadır. Etkin illerin kendi içlerindeki performanslarını sıralamak için ise süper etkinlik modelinden yararlanılmıştır. Bu çalışma sonucunda, etkin olmayan bir karar verme biriminin etkin hale gelebilmesi için bazı önerilerde bulunulmuştur.

Bilim Kodu : 92802
Anahtar Kelimeler : Enerji verimliliği, veri zarflama analizi, meskenlerde enerji tüketimi
Sayfa Adedi : 123
Danışman : Prof. Dr. Adnan SÖZEN

COMPARISON OF THE ENERGY PERFORMANCE OF RESIDENCES IN TURKEY BY
PROVINCES
(M. Sc. Thesis)

Kübra ERDEM ARSLAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

November 2022

ABSTRACT

Energy is an indicator of the development of countries that energy demand is increasing in proportion to population growth and technological developments. With the oil crisis that emerged in 1970, it was understood that energy resources were limited and energy supply was in danger. Since Turkey is among the developing countries, its economy and population are growing rapidly, so the country's demand for energy is also increasing. Since 70% foreign dependency in energy and increasing energy prices directly affect the economy, it is important to use energy resources efficiently. When energy saving potential is analyzed on a sectoral basis in Turkey; It is seen that 30% is in building sector, 20% in industry sector, and 15% in transportation sector. Which has the highest energy saving potential, 87% of the building sector consists of residences. In this study, 4 different models were created for 2019-2020 by using energy, population, GDP and environmental data of residences in 81 provinces. The models created using data envelopment analysis are as follows. It is "Environmental performance per energy consumption, Energy consumption performance in residences, Energy consumption performance per residence, Energy performance certificate efficiency". Data envelopment analysis is used in the evaluation of effectiveness for similar efficiency rating units with multiple input and multiple output variables. In this analysis were used residences in 81 provinces. Units of efficiency in data envelopment analysis are scores that show how well their inputs and outputs are. Provinces score can be between 0 and 1, decision-making units with an efficiency score of 1 are called efficient, while decision-making units score ranges between 0 and 1 are called inefficient. Province "11-9-21-13" is active when the data envelopment analysis is applied according to the model order given above. The super efficiency model was used to rank the performances of the active provinces. As a result of this study, some suggestions have been made to make an ineffective decision-making unit effective.

Science Code : 92802

Key Words : Energy efficiency, data envelopment analysis, residential energy consumption

Page Number : 123

Supervisor : Prof. Dr. Adnan SÖZEN

TEŞEKKÜR

Tez çalışması süresince benden bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen değerli tez danışmanım Prof. Dr. Adnan SÖZEN'e teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam için paylaştıkları veri setleriyle tezime katkıda bulunan T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü'ne ve Türkiye İstatistik Kurumuna destekleri için teşekkür ederim. Hayatım boyunca her zaman arkamda olan ve beni her konuda daima destekleyen aileme, eşime sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
3. TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ	11
3.1. Enerjinin Tanımı	11
3.2. Yenilenemez Enerji Kaynakları	13
3.2.1. Kömür	13
3.2.2. Petrol.....	14
3.2.3. Doğalgaz	15
3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	17
3.3.1. Güneş	18
3.3.2. Rüzgar	19
3.4. Türkiye Enerji Görünümü.....	20
4. TÜRKİYE’DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE POLİTİKALARI.....	25
4.1. Türkiye’de Enerji Verimliliği	25
4.3. Türkiye’nin Enerji Verimliliği Politikaları	28
4.3. Türkiye’nin Enerji Verimliliği Politikaları.....	29
4.3.1. Kanun.....	30

	Sayfa
4.3.2. Yönetmelik.....	30
4.3.3. Diğer verimlilik önlemleri.....	31
4.4. Türkiye Enerji Verimliliği Potansiyeli.....	33
4.4.2. Binalarda enerji verimliliği.....	34
4.4.3. Ulaştırma sektöründe enerji verimliliği.....	39
5. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ VE TEMEL KAVRAMLAR.....	41
5.1. Temel Kavramlar	41
5.1.1. Performans kavramı.....	41
5.1.2. Etkinlik kavramı	41
5.1.3. Verimlilik kavramı	42
5.1.4 Kalite kavramı.....	42
5.1.5 Etkililik kavramı	42
5.2. Etkinlik Ölçme Yöntemleri.....	43
5.2.1. Oran analizi	43
5.2.2. Parametrik yöntemler	44
5.2.3. Parametrik olmayan yöntemler	46
5.3. Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması	47
6. UYGULANAN YÖNTEM.....	49
6.1. Veri Zarflama Analizi	49
6.1.1. VZA'nın tarihsel gelişimi.....	52
6.1.2. VZA uygulama aşamaları.....	53
6.2. Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri	56
6.2.1. Charnes Cooper Rhodes (CCR) modeli	58
6.2.2. Banker, Charnes ve Cooper (BCC) modeli.....	61

	Sayfa
6.3. Süper Etkinlik Modeli.....	64
7. UYGULAMA.....	67
7.1. Uygulama Modelleri ve Materyal.....	67
7.2. Uygulama Sonuçları.....	70
7.2.1. Model 1 sonuçları	70
7.2.2. Model 2 sonuçları	79
7.2.3. Model 3 sonuçları	90
7.2.4. Model 4 sonuçları	101
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	112
KAYNAKLAR.....	117
ÖZGEÇMİŞ	121

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Kaynaklarına göre enerji türleri	1
Çizelge 2.1. Literatür özeti	8
Çizelge 3.1. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması	12
Çizelge 3.2. Bölgelere göre kömür rezervi	13
Çizelge 4.1. Sanayi alt sektörlerinde tasarruf potansiyeli.....	34
Çizelge 4.2. Konutlarda enerji verimliliği uygulama alanları.....	38
Çizelge 4.3. Trafiğe kayıtlı kara araçların yakıt cinsine göre dağılım türleri	40
Çizelge 5.1. Etkinlik ölçüm yöntemleri	43
Çizelge 5.2. Parametrik olmayan yöntemlerde etkinlik ölçümleri	47
Çizelge 5.3. Etkinlik ölçme yöntemleri özeti	48
Çizelge 7.1. Modellerin girdilerinin ve çıktılarının tanımlayıcı istatistikleri	68
Çizelge 7.2. Modellerde kullanılan değişkenler	69
Çizelge 7.3. Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler	70
Çizelge 7.4. İllerin etkinlik durumu.....	73
Çizelge 7.5. Etkin illerin sıralanması	75
Çizelge 7.6. Girdilerdeki fazlalıklar.....	75
Çizelge 7.7. Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler	79
Çizelge 7.8. İllerin etkinlik durumu	82
Çizelge 7.9. Etkin illerin sıralanması.....	85
Çizelge 7.10. Girdilerdeki fazlalıklar.....	86
Çizelge 7.11. Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler.....	89

Çizelge	Sayfa
Çizelge 7.12. İllerin etkinlik durumu	92
Çizelge 7.13. Etkin illerin sıralanması	95
Çizelge 7.14. Girdilerdeki fazlalıklar	96
Çizelge 7.15. Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler	100
Çizelge 7.16. İllerin etkinlik durumu	103
Çizelge 7.17. Etkin illerin sıralanması	106
Çizelge 7.18. Girdilerdeki fazlalıklar ve çıktılardaki eksikler	106
Çizelge 8.1. İllerin etkinlik durumları	112

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. 2014 yılı için dünyada elektrik üretiminde yakıt türlerine göre payları	12
Şekil 3.2. 2019 Kanıtlanmış petrol rezervi dağılımı	14
Şekil 3.3. 2019 Dünya petrol üretim dağılımı.....	15
Şekil 3.4. Türkiye petrol üretimi (milyon ton).....	15
Şekil 3.5. Ülkelere göre doğalgaz rezervleri.....	16
Şekil 3.6. Ülkelere göre doğalgaz üretimleri	16
Şekil 3.7. Doğalgaz tüketiminin sektörlere göre dağılımı	16
Şekil 3.8. Türkiye doğalgaz üretimi (milyon sm ³).....	17
Şekil 3.9. 2014 yılı için toplam yenilenebilir enerji kurulu gücünde kaynak payları	17
Şekil 3.10. Ülkelerin güneş enerjisi kurulu gücü	18
Şekil 3.11. Türkiye GEPA haritası	19
Şekil 3.12. Türkiye güneş enerjisi kurulu gücü	19
Şekil 3.13. Türkiye rüzgar enerjisi kurulu gücü	20
Şekil 3.14. 2018 yılı sektörlere göre enerji tüketimi	20
Şekil 3.15. 2018 yılı Türkiye kaynaklara göre birincil arzı	21
Şekil 3.16. 2000-2018 yılları Türkiye toplam enerji arzında kaynakların payları.....	21
Şekil 3.17. 1990- 2018 yılları enerji üretimi ve arzı	22
Şekil 3.18. Türkiye'nin petrol ithal ettiği ülkeler	22
Şekil 3.19. Türkiye'nin doğalgaz ithalat ve ihracat oranları.....	23
Şekil 3.20. Ülkemizde kaynaklara göre enerji tüketimi.....	23
Şekil 3.21. 2019 yılı yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretim oranları	23
Şekil 4.1. Türkiye kişi başı birincil enerji tüketimi	26

Şekil	Sayfa
Şekil 4.2. 2000-2018 enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı	27
Şekil 4.3. 2018 yılı ülkelerin enerji tüketimi ve yoğunluğu	27
Şekil 4.4. 2010 - 2018 Türkiye birincil enerji yoğunluğu ve Co2 emisyonu	28
Şekil 4.5. Türkiye enerji verimliliği endeksi	29
Şekil 4.6. 2015 – 2018 sanayi sektörü enerji verimliliği etütleri	35
Şekil 4.7. 2015-2018 dönemi enerji verimliliği etütleri tasarruf ve yatırım miktarları ..	35
Şekil 4.8. 2015 -2019 konutlarda enerji tüketimi	36
Şekil 4.9. 2000 – 2018 Türkiye konutlarda yakıta göre yapılan enerji Tüketimi	36
Şekil 4.10. 2018 yılı konut sektöründe enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı.....	37
Şekil 4.11. Konutlarda elektrikli aletlerin enerji tüketimi	37
Şekil 4.12. TÜİK 2002 - 2022 yılları arasındaki motorlu kara taşıtları sayısı.....	39
Şekil 6.1. Veri zarflama analizinin detaylı akış şemasını	54
Şekil 6.2. KVB belirlenmesi çalışmalar.....	55
Şekil 6.3. VZA modelleri.....	57
Şekil 6.4. VZA etkinlik sınırları	58
Şekil 8.1. 2020 yılı kaynaklara göre enerji tüketimi (epdk)	111

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

DÇ	Çıktıya yönelik uzaklık fonksiyonu
DG	Girdiye yönelik uzaklık fonksiyonu
e	Birim satır vektörü
G	Girdi sembolü
h	Etkinlik skoru
i	İlgili girdi
j	İlgili KVB
m	Girdi sayısı
S	Aylak değişken
s	Çıktı sayısı
t	T zamanı
u	Çıktı ağırlıkları
v	Girdi ağırlıkları
W	Watt
x	Girdi
y	Çıktı

Kısaltmalar

Açıklamalar

BCC	Banker-Charnes-Cooper
BEP	Binalarda enerji performansı
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DEAP	Veri zarflama analizi programı
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
EİGM	Enerji İşleri Genel Müdürlüğü

Kısaltmalar**Açıklamalar**

EKB	Enerji Kimlik Belgesi
EMS	Efficiency Measurement System
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	Güneş enerji santrali
GES	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GSYH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GWh	Giga watt saat
KVB	Karar Verme Birimi
kWh	Kilo watt saat
MTEP	Milyon ton petrol eşdeğeri
MW	Mega watt
ÖE	Ölçek etkinliği
ÖGDG	Ölçeğe göre değişken getiri
ÖGSG	Ölçeğe göre sabit getiri
RES	Rüzgar enerji santrali
SE	Süper etkinlik
TEP	Ton eşdeğer petrol
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurum
VZA	Veri Zarflama Analizi

1. GİRİŞ

Enerji terim anlamı olarak iş yapabilme yeteneğidir, çeşitli şekillerde bulunabilir ve bir formdan başka bir forma dönüşebilir. Geçmişte ve günümüzde, ülkelerin-devletlerin nüfus artışı, sanayi, ulaşım, konut ve savunma alanında devamlılığını sağlayabilmeleri için enerjinin varlığı önemlidir. Gelişmekte olan ülkelerin gelişmeleri, gelişmiş ülkelerin ise refah seviyelerini devam ettirebilmeleri için enerjiye duydukları ihtiyaç artmaktadır. Enerji kaynaklarının tükenme tehdidi altında olması ve dışa bağımlı olunması sebebiyle ülkeler güvenli, ucuz ve temiz enerjiye ulaşmayı hedeflemektedir. Günümüzde devletler enerji kaynaklarına erişim için rekabet halindedir. Türkiye’de gelişmekte olan ülke konumundadır ve sanayisi, ekonomisi, nüfusu hızla artmaktadır. Aynı zamanda enerji arz güvenliğinin yetersiz olması, mevcut enerji kaynaklarını verimli kullanmamızı ve alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Güneş enerjisi doğada bulunan tüm enerjilerin temel kaynağıdır. Enerji kaynakları kendi içinde kullanım şekillerine göre “Yenilenebilir ve Yenilenemez” enerji kaynakları olarak ikiye ayrılır, dönüşüm şekline göre ise enerji kaynakları “Birincil ve İkincil Enerji Kaynakları” şeklinde incelenmektedir. Birincil enerji kaynakları herhangi bir dönüşüme uğramamış enerji, ikincil enerji kaynakları ise birincil enerji kaynaklarının dönüşümüyle elde edilen enerjidir. Yenilenemez enerji kaynakları kısa bir süre sonra tükenme tehdidi altındadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise tükenme tehdidi olmayan, çevre dostu sonsuz ömürlü sayılan kaynaklardır. Çizelge 1.1’de kaynaklarına göre enerji türleri verilmiştir.

Çizelge 1.1. Kaynaklarına göre enerji türleri

Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Yenilenemez Enerji Kaynakları
Güneş Enerjisi	Kömür
Rüzgar Enerjisi	Petrol
Biyokütle Enerjisi	Doğalgaz
Jeotermal Enerji	Nükleer Enerji
Hidroelektrik Enerji	
Hidrojen Enerjisi	
Dalga Enerjisi	

Enerji verimliliği binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır [1]. Dolayısıyla sürdürülebilir enerji politikaları arasında oldukça önemlidir. Enerji verimliliği, enerjinin üretimi, iletimi, tüketimi, ulaşım, sanayi, bina, vb. alanlarını kapsamaktadır. Enerji verimliliği çevreye olumlu katkı sağlamasına ek, ekonomik faydaları da bulunmaktadır. 70’li yıllarda yaşanan petrol kriziyle birlikte enerjinin etkin kullanımıyla ilgili araştırmalar başlatılmıştır.

Enerji kaynaklarının verimli kullanılması için performans değerlendirmeleri büyük önem arz etmektedir. Veri zarflama analizi enerji performans ölçümünde en çok kullanılan tekniklerden biridir. Veri zarflama analizi 1957 yılında “Prodüktivite Etkinlik Ölçümü” makalesinde kullanıldı, 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından da literatüre kazandırılmıştır. VZA doğrusal programlama modellidir ve benzer girdiler kullanılarak çıktıların göreceli etkinliklerinin değerlendirilmesidir. Veri zarflama analizinin en önemli avantajı, farklı birimlerdeki birden fazla girdi-çıktı değişkenlerinin aynı etkinlik ölçümünde kullanılabilir olmasıdır. Ayrıca etkinlik skoru 0 ile 1 arasında skorlanan (etkin olmayan) karar verme birimleri için de etkin olabilmeleri konusunda öneriler sunmaktadır.

%30’luk oran ile ülkemizde enerji verimliliği potansiyeli en yüksek bina ve hizmet sektörüdür. TÜİK verilerine göre binaların %87’si mesken tipindedir. Bu tez çalışmasında da 81 ildeki meskenlerin 2019-2020 yılları arasındaki enerji, nüfus ve ekonomi verilerinden yararlanılarak 4 model oluşturulmuştur. Kullanılan veriler, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) dan sağlanmıştır. Türkiye’deki illerin etkinlik değerleri oluşturulan 4 farklı modelle ölçülmüş etkin ve etkin olmayan iller tespit edilmiş, illerin etkinlik sıralaması belirlenmiştir. Etkinlik, kısaca birimlerin kendi girdileri ile çıktılarını ne ölçüde yaratabildiklerini gösteren skorlardır. Etkinliğin ölçüsü 0 ile 1 arasında olabilir; etkinlik skoru 1 olan karar verme birimleri etkin olarak adlandırılırken, 0 ile 1 arasında skorlanan karar verme birimleri etkin olmayan olarak adlandırılmaktadır. Etkin olmayan bir karar verme birimi etkin hale gelebilmek için etkinlik skorunu 1’e dönüştürmesi gerekmektedir. Bu durumda girdi ve çıktı değişkenlerindeki eksiklik veya fazlalıkları gidermesi gerekecektir.

İllerin görelî etkinliklerinin ölçümünde veri zarflama analizinden, illerin etkinliklerine göre sıralanmasında ise süper etkinlik modelinden yararlanılmıştır. Etkinlik ölçme sistemi yazılımı olarak EMS (sürüm 1.3) kullanılmıştır. Bu tez çalışması 8 bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde literatür araştırması yapılmıştır, üçüncü bölümde Türkiye’deki enerji durumu ile ilgili bilgi verilmiştir, dördüncü bölümde Türkiye’deki enerji verimliliği ve politikalarına yer verilmiştir. Beşinci bölümde etkinlik ölçme yöntemleri, altıncı bölümde ise VZA analizi anlatılmıştır. Yedinci bölümde uygulanan çalışma anlatılmış, sonuçlar tartışılmıştır. Son bölümde ise çıkarılan genel sonuçlar verilmiş, illerdeki meskenlerin enerji etkinliği ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Bu çalışma, illerdeki meskenlerin enerji etkinliklerinin incelenmesini içermesi nedeniyle, İllerin enerji verimliliği alanında yapacağı çalışmalar için karar aşamasında gözden geçirmeleri destek sağlayacaktır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

1970’li yıllarda boy gösteren petrol krizi, enerji üzerine araştırma yapan kurum ve kişilerin enerji sistemlerinin modellenmesi ve enerjinin daha etkin kullanımı hakkında çözümler üretmek için çalışmalarını hızlandırmasına ön ayak olmuştur [2]. Böylece veri zarflama analizi Enerji araştırmacıları içinde büyük önem arz etmiştir. Enerjinin daha etkin nasıl kullanılabileceği ile ilgili araştırmalar başlamıştır.

Farklı birçok enerji etkinliği ölçüm yöntemleri arasında parametrik olmayan, diğer yöntemlere göre yeni bir yaklaşıma sahip veri zarflama analizi, özellikle 1980’li yıllarda devletlerin enerji sektörünü özel sektöre devretmek için mevzuatlarını değiştirmeye başladığı dönemlerde farklı ülkelerin veya coğrafyaların enerji sektörlerinin etkinliğinin ölçümünde sınır analiz yöntemi olarak birçok araştırmada kilit yaklaşım olmuştur [2].

Bu tez çalışması kapsamında, Türkiye’deki 81 ildeki meskenlerin enerji etkinliklerinin kıyaslayabilmek için veri zarflama analizi yapılmıştır. Türkiye’deki illerin meskenlerinin enerji etkinliğinin kıyaslanması, illerdeki nüfus, enerji tüketim verileri ve kişi başına düşen GYSH verilerinin kullanıldığı akademik bir çalışma bilindiği kadarıyla bulunmamaktadır. Hatta Türkiye’de VZA, enerji etkinliği, binalarda enerji performansı alanında yapılan çalışmalar sınırlıdır bu çalışmalardan bazıları kronolojik sıra ile aşağıda verilmiştir.

Kazancıoğlu (2010)’na ait tez çalışmasında, Türkiye’nin AB’ye aday bir ülke olarak temel enerji göstergelerini etkin kullanıp kullanmadığını belirlemek için diğer ülkelere göre karşılaştırmalı bir kesit analizi yapılmıştır. Çalışmada, 1998-2006 yılları arasındaki enerji verileri Avrupa İstatistik Birliğinden (eurostat) alınarak kullanılmıştır. Çalışma sırasında girdi olarak; Toplam Birincil Enerji Üretimi, Net Doğalgaz İthalatı, Net Birincil Enerji İthalatı, Net Petrol Ürünleri İthalatı, Toplam Brüt Elektrik Üretimi (MWh) kullanılmıştır. Çıktı olarak ise; Brüt Birincil Enerji Tüketimi, Enerji Tüketimi (Sanayi), Enerji Tüketimi (Ulaştırma), Enerji Tüketimi (Konutlar), Enerji Tüketimi (Ziraat), Enerji Tüketimi (Servisler), Gayri Safi Yurtiçi Hasıla kullanılmıştır. Çalışma neticesinde Türkiye, AB ülkelerine göre temel enerji girdilerini çıktılara dönüştürme de 2000 yılı hariç etkin bir ülke

olarak bulunmuştur. Enerji yoğunluğu toplam faktör değişimleri sonuçlarına göre Türkiye verimliliğini artıran bir ülke konumundadır. [1].

Özgür (2011)'e ait tez çalışmasında, sanayide enerji etkinliği ölçümü veri zarflama metodu kullanılarak yapılmıştır. Kategori 1'de ilk 100 imalat sektörü, kategori 2'de ise 101-1000 arasındaki imalat sektörleri kendi aralarında kıyaslanmıştır. Çalışmada girdi olarak, Elektrik (Kwh/Yıl), Doğal Gaz (M3/Yıl) kullanılmıştır. Çıktı olarak, Üretimden Net Satışlar (TI) kullanılmıştır. 7 işletme için "DEA-Solver Learner Version 3.0" yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen analiz sonucunda üç işletmenin verimli sınır çizgisinin altında kaldığı görülmüştür. Sınır çizgisinin altında kalan işletmeler için, kendilerine en yakın bulunan iki noktaya olan mesafeleri kadar verimlilik çalışmaları yapmaları gerekmektedir [2].

Düzgün (2014)'e ait tez çalışması kapsamında, öncelikle Türkiye'nin enerji görünümü ve sektörlerin enerji tüketimleri ele alınarak her bir sektör için enerji verimliliği potansiyellerine yer verilmiştir. Daha sonra, ülkelerde uygulanmakta olan enerji verimliliği politikaları ele alınmış ve Türkiye'nin enerji verimliliği politikasının bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Doğrusal programlama tabanlı parametrik olmayan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizinin (VZA) teorisi açıklanarak, Türkiye'nin enerji verimliliği çalışmalarında nerede bulunduğu ve kaydettiği ilerlemeyi görebilmek amacıyla AB-15 ve Türkiye'nin enerji verimliliği performanslarının kıyaslanmasına yönelik bir VZA modeli oluşturulmuş ve model çıktıları değerlendirilmiştir [3].

Türkoğlu (2016)'na ait tez çalışmasında, veri zarflama analizi yöntemiyle OECD ülkelerinin enerji piyasasına yönelik 2010-2014 dönemi için etkinlik analizi gerçekleştirilmiştir. OECD ülkeleri kişi başı gayri safi yurtiçi hasıllarına göre iki gruba ayrılarak analizde yer almıştır. Dört farklı veri zarflama analizi modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modeller girdi yönlü CCR, BCC modelleri ve aylak tabanlı istenmeyen çıktı modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda veri zarflama analizi ve lojistik regresyon analizi yöntemlerinin OECD ülkelerinin enerji etkinliklerinin değerlendirilmesinde ve enerji etkinliğini etkileyen dinamiklerin belirlenmesinde anlamlı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir [4].

Karık (2017)'a ait tez çalışmasında, OECD ve AB ülkeleri arasında Türkiye'nin enerji performansı kıyaslanmıştır. Veri zarflama analizi (VZA), kullanılarak enerji yoğunluğu,

yenilenebilir enerji kapasitesi, yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi, birim elektrik üretimi başına çevresel etki ile elektrik üretimi ve makroekonomik performansları ölçmek için beş farklı model tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda, Türkiye elektrik üretimi ve makroekonomik performans modelinde etkin ülke konumundadır ve sadece yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi modelindeki etkinliğinde ilerleme göstermiştir. Bu çalışmanın sonucunda, Türkiye'nin her bir modelde etkinliğini arttırması için bazı önerilerde bulunulmuştur [5].

Kocak (2018)'a ait tez çalışmasında, veri zarflama analizi ile Türkiye'deki 81 ilin tüketici türü bazında 2016 yılı elektrik tüketimleri karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmada girdiye yönelik CCR ve BCC modelleri uygulanmıştır. EMS paket programı kullanılarak 81 ile ait etkinlik değerleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, etkin olan ve etkin olmayan iller tespit edilmiştir. Etkin olmayan illerin etkin olabilmesi için önerilerde bulunulmuş ve genel değerlendirme yapılmıştır [6].

Demirsoy (2021)'a ait tez çalışmasında Türkiye'deki Enerji Kimlik Belgesi uygulamasının konutların enerji verimliliğine etkisini araştırmak için 2015–2017 yılları arasında Türkiye'deki 7 bölgede yer alan 81 ilin enerji ve çevre performansları ilgili göstergeler vasıtasıyla hesaplanmıştır. Etkinliklerin statik ölçümünde VZA'dan yararlanılmıştır. Modellerin analizinde ise Holger Scheel tarafından 2000 yılında geliştirilen EMS (Sürüm 1.3) programı ile illerin enerji ve çevre alanında etkinlik skorları belirlenmiş, söz konusu programda yer alan süper etkinlik modelinin de analize dahil edilmesiyle illerin göreceli etkinlik sıralaması elde edilmiştir. Çalışma sonucunda Türkiye'nin toplam faktör verimliliğinde ilerleme görülmüştür [7].

Çizelge 2.1. Kaynaklarına göre enerji türleri

Yazar /Dönem	Kullanılan Girdi Değişkenleri	Kullanılan Çıktı Değişkenleri
Özgür, 2011	➤ Elektrik (Kwh/Yıl) ➤ Doğal Gaz (M3/Yıl)	➤ Üretimden Net Satışlar (Tl)
Kocak, 2018	➤ Aydınlatma ➤ Ticarethane ➤ Sanayi ➤ Mesken	➤ Toplam Tüketim (Kwh) ➤ Tüketici Sayısı
Karık, 2017	➤ Net Sermaye Dengesi ➤ İş Gücü/Nüfus ➤ Elektrik Tüketimi ➤ Enerji Üretimi ➤ Nihai Enerji Tüketimi ➤ Ormanlık Alan ➤ Birincil Enerji Arzı ➤ Elektrik Kapasitesi	➤ Enerji Yoğunluğu ➤ Co2 Salınımı ➤ Rüzgârdan Elektrik Üretimi ➤ Güneş Fotovoltaikten Elektrik Üretimi ➤ Jeotermalden Elektrik Üretimi ➤ Hidrolik Enerjiden Elektrik Üretimi ➤ Rüzgâr Kapasitesi ➤ Güneş Fotovoltaik Kapasitesi ➤ Jeotermal Kapasitesi ➤ Hidrolik Kapasitesi ➤ Elektrik Üretimi ➤ Gsyih/Nüfus
Düzgün, 2011	➤ İşletme Giderleri ➤ Hat Uzunluğu ➤ Personel Sayısı	➤ Dağıtılan Enerji ➤ Müşteri Sayısı
Camio, 2016	➤ Gayri safi sabit sermaye oluşumu ➤ İşgücü ➤ Enerji tüketimi	➤ GSYİH ➤ CO2 salınımı (istenmeyen)
Çelik,2014	➤ Personel Sayısı ➤ Hat Uzunluğu ➤ Trafo Kapasitesi ➤ İşletme Giderleri ➤ Sermaye ➤ Enerji Kayıpları ➤ Hizmet Alanı ➤ Maksimum Talep	➤ Satılan Elektrik ➤ Müşteri Sayısı ➤ Hizmet Alanı ➤ Maksimum Talep ➤ Hat Uzunluğu ➤ Trafo Sayısı ➤ Tüketici Başına Satış ➤ Üretilen Enerji

Çizelge 2.1. (devam) Kaynaklarına göre enerji türleri

Çelik,2014	➤ Üretilen Enerji ➤ Kullanılan Yakıt Miktarı ➤ Küçük Voltaj Abone Sayısı ➤ Büyük Voltaj Abone Sayısı ➤ Enerji Kayıpları ➤ Net Kapasite Kullanımı ➤ Trafo Kapasite Kullanımı	➤ Kullanıcı Tarifesi Değişikliği
Menegaki, 2013	➤ Enerji üretiminde yenilenebilir kaynaklar ➤ CO2 salınımı ➤ Yakıt enerjisi ➤ İşe yerleşme oranı ➤ Sermaye	➤ GSYİH
Kazancıoğlu, 2010	➤ Toplam Birincil Enerji Üretimi ➤ Net Doğalgaz İthalatı ➤ Net Birincil Enerji İthalatı ➤ Net Petrol Ürünleri İthalatı ➤ Toplam Brüt Elektrik Üretimi (Mwh)	➤ Brüt Birincil Enerji Tüketimi ➤ Enerji Tüketimi (Sanayi) ➤ Enerji Tüketimi (Ulaştırma) ➤ Enerji Tüketimi (Konutlar) ➤ Enerji Tüketimi (Ziraat) ➤ Enerji Tüketimi (Servisler) ➤ Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
Demirsoy, 2021	➤ İllerin nüfusu (milyon kişi) ➤ İllerin elektrik tüketimi (TWh) ➤ İllerin yapı kullanma izin belgesine göre bina/konut sayısı (Bin) ➤ İllerin yıllık ortalama sıcaklıkları ➤ İllerin yakıt cinsine göre bina/konut sayıları (Bin) (katı yakıt, fuel oil, doğal gaz, elektrik, LPG, termal, rüzgar, diğer) ➤ İllerin yakıt tüketimi (petrol) (milyon ton) ➤ İllerin yakıt tüketimi (doğal gaz) (milyar Sm³)	➤ İllerin Enerji Kimlik Belgesi sayıları (Bin) ➤ İllerin sera gazı emisyonu (toplam) (milyon ton) (CO₂, CH₄, N₂O, F gazları) ➤ İllerdeki konutların toplam enerji sınıfları (Bin) ➤ İllerdeki konutların sera gazı emisyon sınıfları (Bin)

Çizelge 2.1. (devam) Kaynaklarına göre enerji türleri

Türkoğlu, 2016	➤ Birincil Enerji Tüketimi ➤ Birincil Enerji Tüketimi ➤ Doğal Gaz Tüketimi ➤ Kömür Tüketimi ➤ Toplam Elektrik Tüketim ➤ Toplam Çalışan Sayısı (Toplam İşgücü) Gayri Safi Sermaye Oluşumu (Sermaye)	➤ Gayri Safi Yurtiçi Hasıla ➤ CO2 Emisyonu
Erkul, 2012	➤ İşgücü ➤ Gayri Safi Sermaye Oluşumu (Gayri Safi Yurt İçi Yatırım) ➤ Primer Enerji Tüketimi	➤ Gayri Safi Yurt içi Hasıla'dır. ➤ CO2 Salınımı'dır.
Özcan, 2018	➤ Kentsel nüfus ➤ Kişi başına enerji kullanımı ➤ Ormanlık arazi oranı ➤ Toplam bütçe içindeki çevre ile ilgili harcama ➤ Geliştirme oranları ➤ GSMH içinde toplam sera gazı emisyon oranı Toplam kamu enerji bütçesi içinde fosil yakıt AR-GE bütçe oran	➤ Kişi başına sera gazı emisyon miktarı ➤ Ortalama nüfusa göre solunabilir partikül madde oranı (P.M.2,5) ➤ Kişi başına ulaşım kaynaklı CO2 emisyonu oranı
Güler, 2020	➤ Kayıp kaçak oranı ➤ Etki alanı ➤ Maksimum talep	➤ Abone sayısı ➤ Elektrik tüketim miktarı

3. TÜRKİYE’DE ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

3.1. Enerjinin Tanımı

Tüm gelişmekte olan ülkelerdeki gibi ülkemizde de hızlı nüfus artışı ve sanayileşme enerjiye olan talebin hızla artmasına sebep olmaktadır. Enerji bir ülkenin ekonomik ve sosyal kalkınma potansiyelini göstermektedir. Enerji tüketimiyle kalkınmışlık arasında doğrusal bir ilişki vardır ve ekonomik gelişmişlik ve refah artışına bağlı olarak enerji tüketimi de artmaktadır [8].

Enerji termodinamikte iş yapabilme kapasitesi olarak adlandırılır. Hiçbir enerji yoktan var edilemez, var olan enerjide yok edilemez sadece bir formdan başka bir forma dönebilir. Enerji çeşitleri temel olarak 8 ana gruba ayrılmıştır. Bunlar;

- Potansiyel Enerji: Diğer adı yerçekimi enerjisidir, cismin konumu ya da durumundan dolayı sahip olduğu enerjidir.
- Kinetik Enerji: Cismin hareketinden dolayı sahip olduğu enerjidir.
- Isı Enerjisi: Sıcaklık değerleri yüksek ya da düşük olan cisimlerin sahip oldukları enerjidir.
- Işık Enerjisi: Bulunulan ortamı aydınlatan enerji türüdür.
- Kimyasal Enerji: Maddeler arasında oluşan kimyasal reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan enerjidir.
- Nükleer Enerji: Füzyon ve fisyon olayları sonucunda ortaya çıkan enerjidir.
- Ses Enerjisi: Bir maddenin salınımı veya titreşiminden meydana gelen enerji türüdür [2].

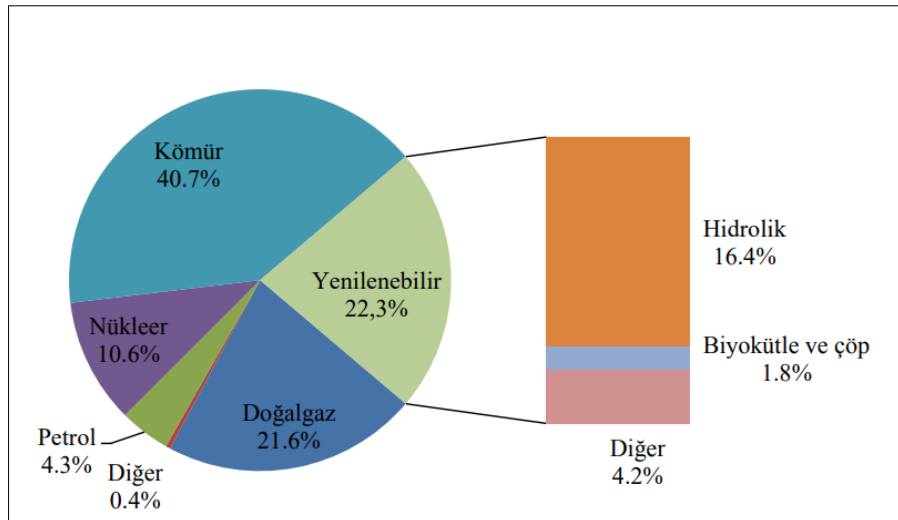
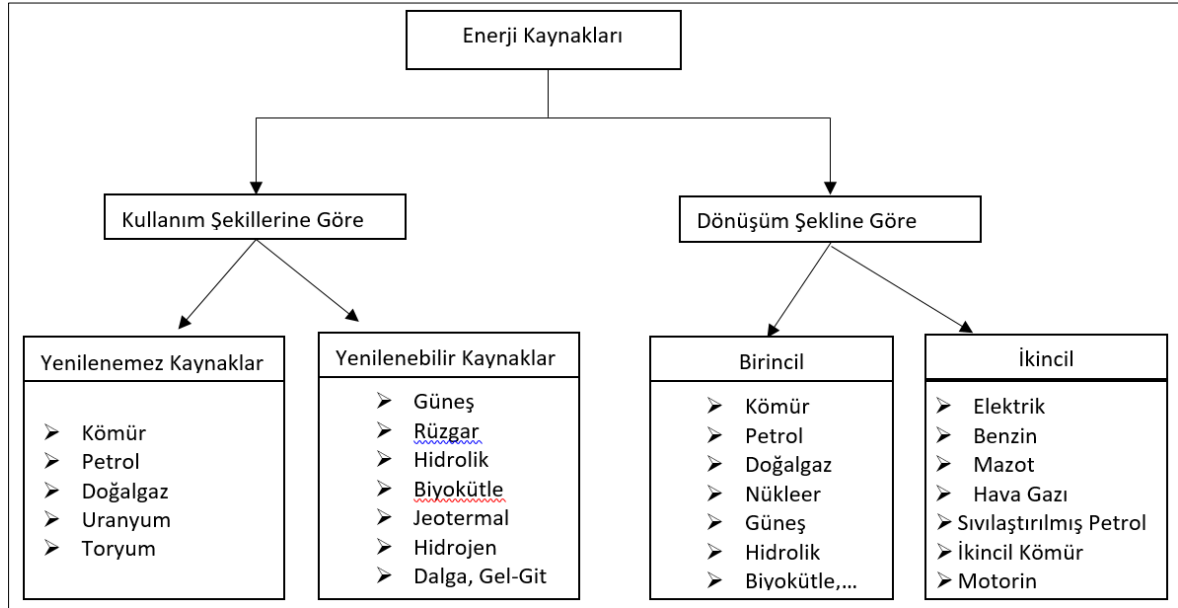
Enerji kaynakları, kullanım şekillerine göre enerji kaynakları “Yenilenebilir ve Yenilenemez” enerji kaynakları olarak ikiye ayrılır, dönüşüm şekline göre ise enerji kaynakları “Birincil ve İkincil Enerji Kaynakları” şeklinde çizelge 3.1’de gösterildiği üzere incelenmektedir.

Birincil Enerji (Primer Enerji) enerjinin herhangi bir dönüşüme uğramamış halidir. Bu kaynaklara örnek, petrol, kömür, doğal gaz, nükleer, hidrolik, biyokütle, dalga-gelgit, güneş ve rüzgar enerjisidir. İkincil Enerji (Sekonder Enerji) ise birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesi sonucunda elde edilen enerji türüdür. İkincil enerji kaynaklarına örnek ise,

Elektrik, benzin, mazot, motorin, kok kömürü, vb. verilebilir. Şekil 3.1’de elektrik üretiminde yakıt türlerinin payları gösterilmiştir.

Enerji kaynaklarının sınıflandırılması aşağıdaki çizelge 3.1’de özetleyecek olursak [8];

Çizelge 3.1. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması



Şekil 3.1. 2014 yılı için dünyada elektrik üretiminde yakıt türlerine göre payları [5]

3.2. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Yenilenemez enerji kaynakları, yeniden oluşturulamayan sürdürülebilir olmayan kaynaklardan oluşturulan enerjidir. Diğer bir tanımla doğanın enerji üretme hızının enerji tüketim hızına yetişemediği enerji kaynaklarıdır. Yenilenemez enerji kaynakların büyük bölümü fosil yakıtlar ve nükleer enerjiden elde edilmektedir. Yenilenemez enerji kaynakları;

- Sürekli, sürdürülebilir kaynaklar değildir.
- Hayvan ve bitki artıklarının kimyasal dönüşümleri sonucunda elde edilirler.
- Çevre kirliliğine yol açarlar. (CO, CO₂, NO_x, SO_x...)
- Sadece belirli bölgelerde bulunabilirler.
- Arz güvenliğini tehlikesi oluştururlar. [19]

3.2.1. Kömür

Kömür, bitkisel kökenli organik maddeler ve inorganik bileşenlerden oluşan tortul bir kayadır [11]. Dünyada en fazla rezerve sahip olan kayaktır. Yalnızca belirli bir bölgede değil genel olarak yayılmış bir haldedir ve dünyada en fazla kullanılan enerji kaynağıdır. Çizelge 3.2’de bölgelere göre kömür rezervleri verilmiştir.

Çizelge 3.2. Bölgelere göre kömür rezervleri [5]

Bölge	Miktar (Milyon ton)	Dünya Toplamındaki Payı (%)
Avrupa ve Avrasya	310 538	34,8
Asya Pasifik	288 328	32,3
Kuzey Amerika	245 088	27,5
Orta Doğu ve Afrika	32 936	3,7
Güney ve Orta Amerika	14 641	1,6
OECD	384 815	43,2
OECD Dışı	506 716	56,8
Dünya Toplamı	891 531	100

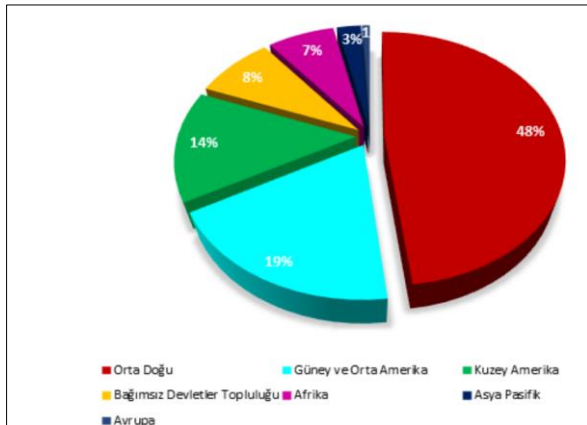
Ülkemiz de kömür kaynağı ve üretim miktarları açısından linyitte dünya ölçeğinde orta düzeyde, taşkömüründe (antrasit) ise alt düzeyde değerlendirilebilir. Ülkemizin en önemli taşkömürü kaynağı, Zonguldak ve civarındadır. MTA’nın güncel raporlarına göre 736 milyon tonu görünür olmak üzere taşkömürü kaynağı yaklaşık 1,52 milyar ton’dur (TTK, 2020). Ülkemiz kömür kaynaklarının henüz üçte birinin etüt ve fizibilite çalışmaları tamamlandığı için çok az bir kısmı rezerv olarak nitelendirilmektedir. Son yıllarda yürütülen

arama ve rezerv geliştirme çalışmaları sonucunda ciddi bir kömür kaynağı artışı sağlanmıştır. Türkiye’de toplam kömür kaynağı yaklaşık olarak 20,84 milyar tondur (MTA, 2020; TKİ 2020) [18].

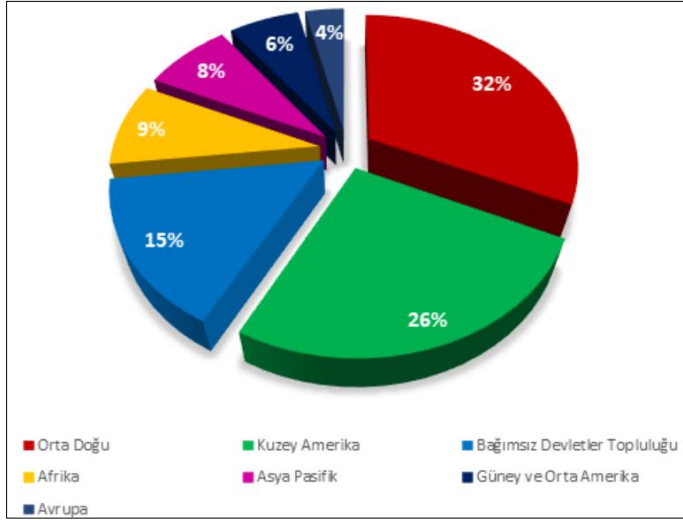
3.2.2. Petrol

Petrol, organik maddelerin ısı ve basınç altında kalarak bozulmasıyla oluşur. Petrol hidrojen, karbon ve eser miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bileşiminden oluşur. Petrolün diğer adı ana ham halindeki bileşenleri hidrojen ve karbon olduğu için hidrokarbondur. Rafine edilmemiş sıvı haldeki petrole ham petrol, yarı katı ve katı halde bulunan, ağır hidrokarbon ve katrandan oluşan petrole ise asfalt, zift, katran ve benzeri isimler verilir [12].

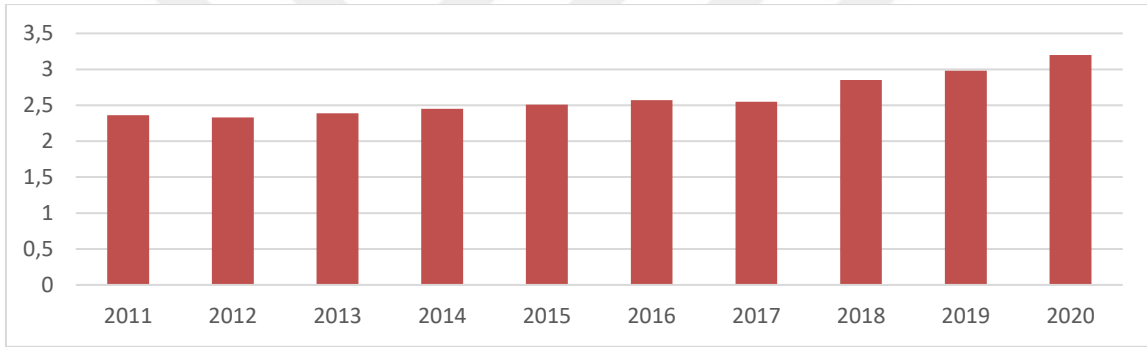
Dünya kanıtlanmış petrol rezervi dağılımı şekil 3.2’de verilmiştir. Görüleceği üzere petrol rezervinin yarısına yakını Orta Doğu ülkelerinde bulunmaktadır. 2019 yılı dünya geneli ispatlanmış petrol rezervi 1.733,9 milyar varil olarak tespit edilmiştir. Petrol rezervinin 833,8 milyar varili Orta Doğu ülkelerinde, 324,1 milyar varili Güney ve Orta Amerika ülkelerinde, 244,4 milyar varili Kuzey Amerika ülkelerinde bulunmaktadır [12]. Görünür petrol rezervi en yüksek olan ülke Venezuela’dır. 2019 yılında dünya petrol üretimi 95,2 milyon varil/gün olarak gerçekleşmiştir. Şekil 3.2’de 2019 yılındaki kanıtlanmış petrol rezerv dağılımı, şekil 3.3’de dünya petrol üretimi dağılımı gösterilmiştir. Şekil 3.4’de ise Türkiye petrol üretimi gösterilmiştir.



Şekil 3.2. 2019 kanıtlanmış petrol rezervi dağılımı [12]



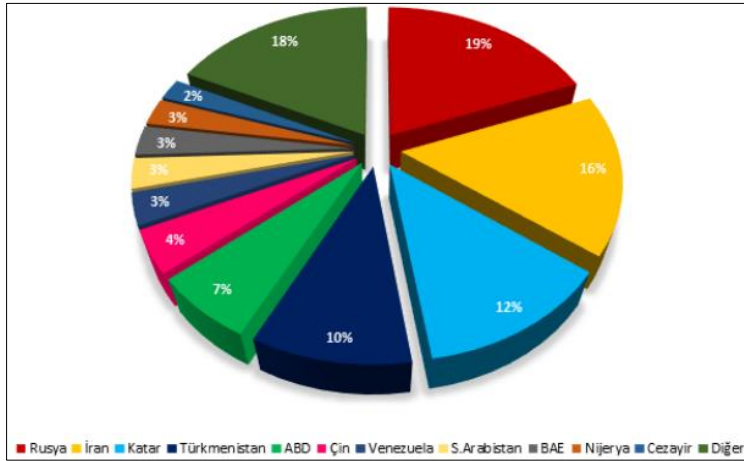
Şekil 3.3. 2019 dünya petrol üretim dağılımı [12]



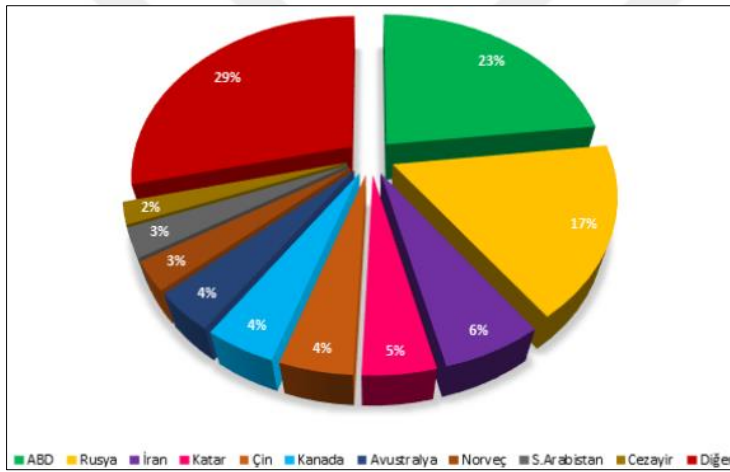
Şekil 3.4. Türkiye petrol üretimi (milyon ton) [12]

3.2.3. Doğalgaz

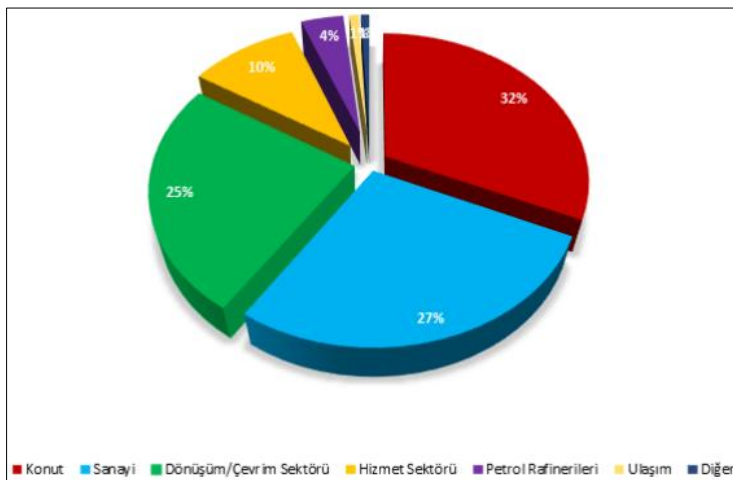
Doğalgaz yanıcı, havadan hafif, renksiz ve kokusuzdur. Toplam enerji tüketiminde petrolden sonra ikinci sıradadır. Doğalgazın büyük kısmı metan (CH_4) den oluşur. Buna ek olarak, etan (C_2H_6) ve propan (C_3H_8) gibi hafif moleküler hidrokarbonlardan oluşur. Yer altında yalnız başına ya da petrolle birlikte bulunur. Şekil 3.5'de ülkelere göre doğalgaz rezervleri, Şekil 3.6'da ülkelere göre doğalgaz üretimleri, Şekil 3.7'de doğalgaz tüketiminin sektörlere göre dağılımı, Şekil 3.8'de ise Türkiye'deki doğalgaz üretimi verilmiştir.



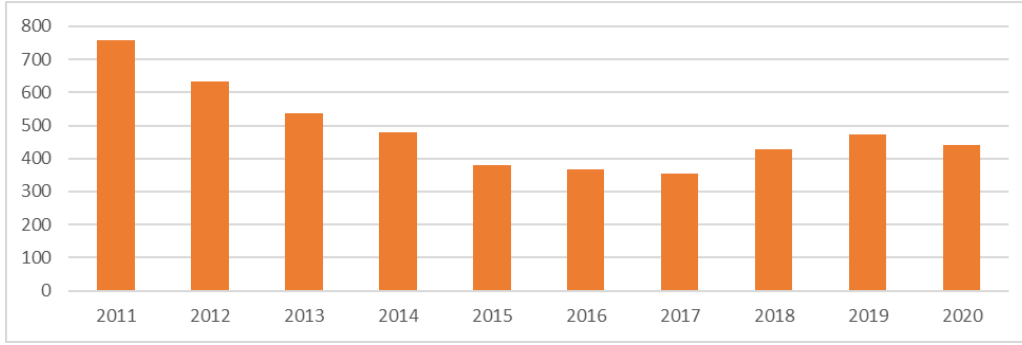
Şekil 3.5. Ükelere göre doğalgaz rezervleri [12]



Şekil 3.6. Ükelere göre doğalgaz üretimleri [12]



Şekil 3.7. Doğalgaz tüketiminin sektörlere göre dağılımı [12]

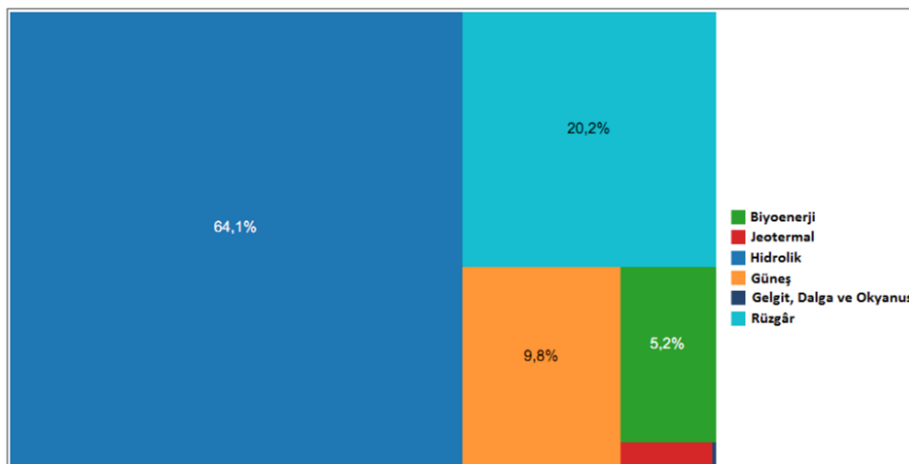


Şekil 3.8. Türkiye doğalgaz üretimi (milyon Sm3) [8]

3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji sürdürülebilir enerjidir, doğal kaynaklardan elde edilirler. Yenilenebilir enerji eldesinde kullanılan kaynaklar tükenme hızından çok daha hızlı bir sürede kendilerini yenileme potansiyelinde oldukları için “ Tükenmez, Yenilenebilir Enerji “ kaynaklarıdır [17]. Şekil 3.9’da 2014 yılı için toplam yenilenebilir enerji kurulu gücünde kaynak payları verilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları,

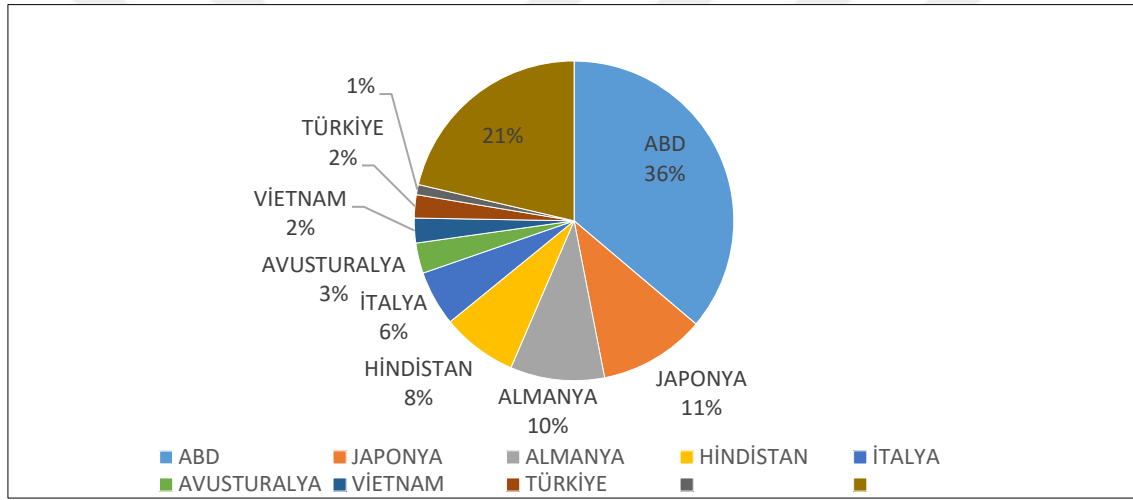
- Sürdürülebilir kaynaklardır.
- Sürekli olarak doğada mevcut haldelerdir.
- Çevre kirliliği oluşturmazlar, doğa dostudur.
- Genellikle her alanda bulunabilirler
- Arz güvenliğinin oluşmasına katkı sağlarlar



Şekil 3.9. 2014 yılı için toplam yenilenebilir enerji kurulu gücünde kaynak payları [5]

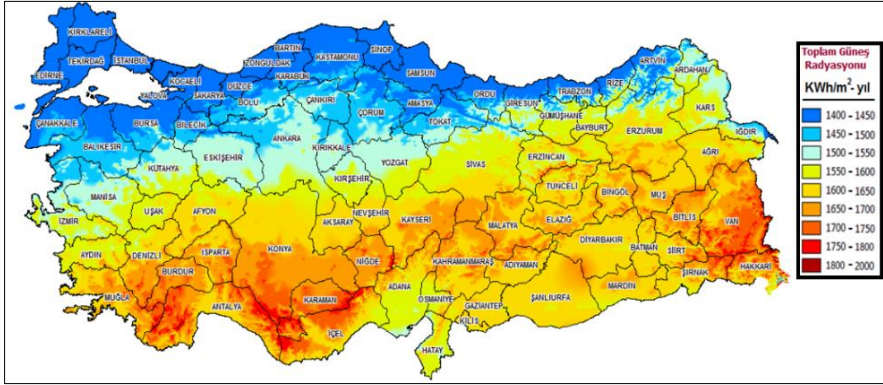
3.3.1. Güneş

Güneş, yeryüzünün en temiz enerji kaynağıdır. Büyük bir kısmı hidrojenden oluşmaktadır. Dünyadaki tüm enerji kaynaklarının oluşmasında doğrudan veya dolaylı olarak etkilidir. Güneş enerjisi ise güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon tepkimesi (hidrojen gazını helyuma dönüştürmesi) sonucunda açığa çıkan enerjidir. Güneş, yaydığı yaklaşık $3,9 \times 10^{26}$ W güç ile dünyadaki tüm enerji ihtiyacını (2017 yılı için 13.730 MTEP) karşılayacak düzeyde, temiz ve tükenmez bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Her saniyede güneş çok büyük miktarda enerjiyi güneş sistemine yaymaktadır [16]. Şekil 3.10'da ülkelerin güneş enerjisi kurulu güçleri verilmiştir.

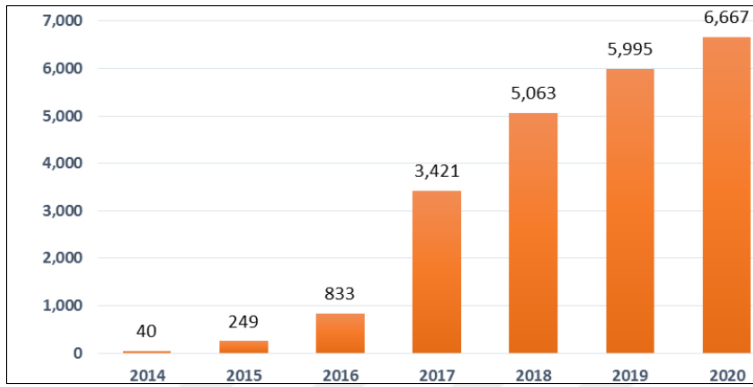


Şekil 3.10. Ülkelerin güneş enerjisi kurulu gücü [11]

Ülkemiz coğrafi konumu sayesinde güneş enerji potansiyeli oldukça fazladır. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2741,07 saat olup ortalama yıllık toplam ışıınım değeri $1527,46 \text{ kWh/m}^2$ olarak hesaplanmıştır [16]. Şekil 3.11'de Türkiye GEPA haritası verilmiştir. Bu oranlara göre hesaplama yapıldığında yüz ölçümü en küçük olan Yalova ilimizi güneş panelleriyle kapladığımızda Türkiye'nin yıllık enerji ihtiyacını karşılanabilir.



Şekil 3.11. Türkiye GEPA haritası

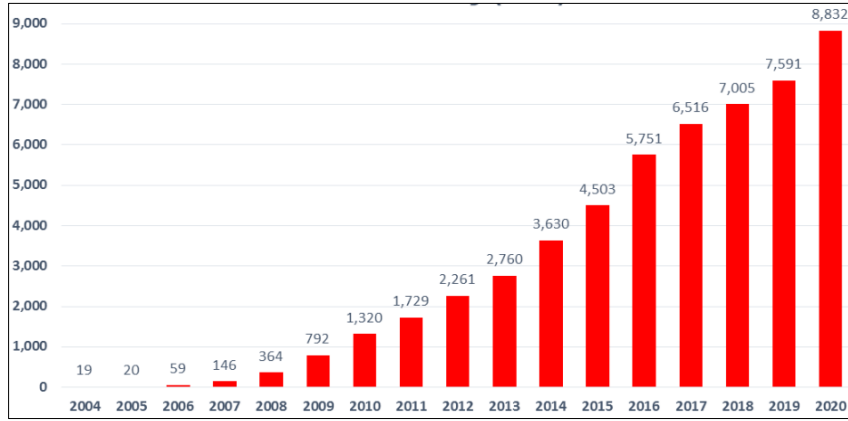


Şekil 3.12. Türkiye güneş enerjisi kurulu gücü

3.3.2. Rüzgar

Rüzgar, güneşin yer yüzeyini farklı ısıtmasına bağlı olarak, nem ve basınç farkı oluşturur. Rüzgar yüksek basınç alanındaki havanın alçak basınç alanına doğru hareketinden oluşur. İki bölge arasındaki basınç farkı ne kadar çoksa rüzgar da o kadar şiddetlidir. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin yalnızca %2'si rüzgar enerjisine dönüşür. Dünyada rüzgar enerjisi kurulu gücü en fazla Çin, ABD ve Almanya'dadır. Şekil 3.13'de Türkiye rüzgar enerjisi kurulun gücü verilmiştir. Ülkemiz kurulu güç olarak 12. sırada yer almaktadır.

- Çevre dostu, temiz enerji kaynağıdır.
- Sürdürülebilirdir, tükenme riski yoktur.
- Maliyeti günümüz güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeye gelmiştir.
- Bakım ve işletme maliyetleri düşüktür.

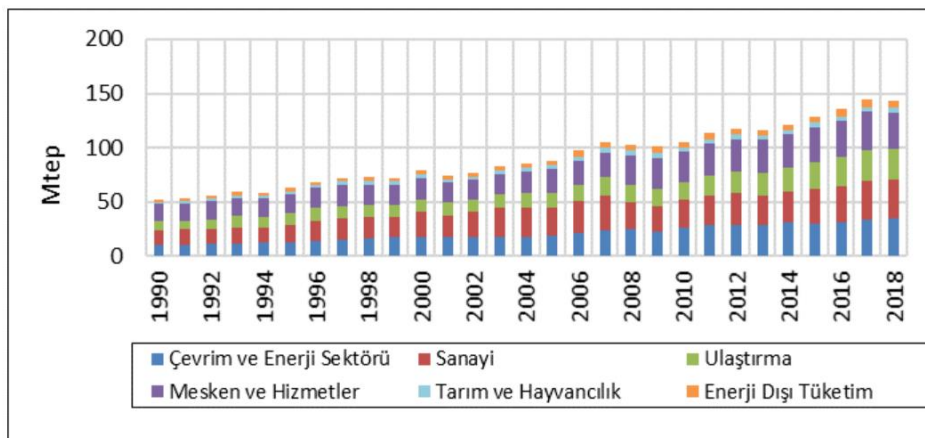


Şekil 3.13. Türkiye rüzgar enerjisi kurulu gücü

3.4. Türkiye Enerji Görünümü

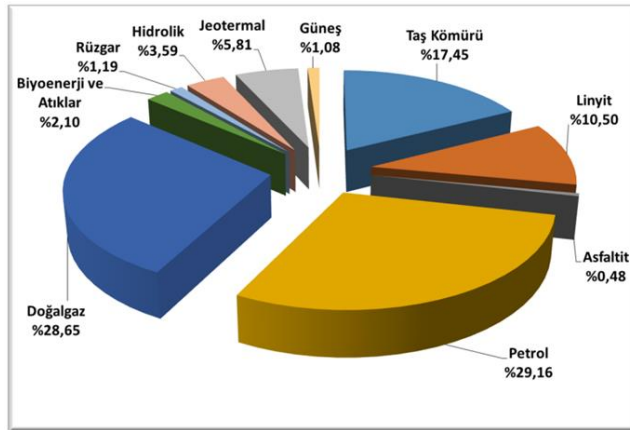
Türkiye gelişmekte olan bir ülke konumundadır. Enerji tüketimi yıllar içinde artış göstermektedir. Birincil enerji tüketimindeki artış ortalama % 2-3, elektrik talebi ise % 5-6 oranlarında ortalama artış göstermektedir [7].

Türkiye’de, 2018 yılında toplam enerji tüketiminin dağılımına bakıldığında, en yüksek tüketimin %25,3 ile sanayi sektöründe ve %24 ile enerji ve çevrim sektöründe gerçekleştiği görülmektedir. Bunu %23 ile mesken ve hizmetler, %19,8 ile ulaştırma, %4,4 ile enerji dışı ve %3 ile tarım ve hayvancılık sektörü takip etmektedir [15]. Şekil 3.14’de 2018 yılı sektörlere göre enerji tüketimi verilmiştir.

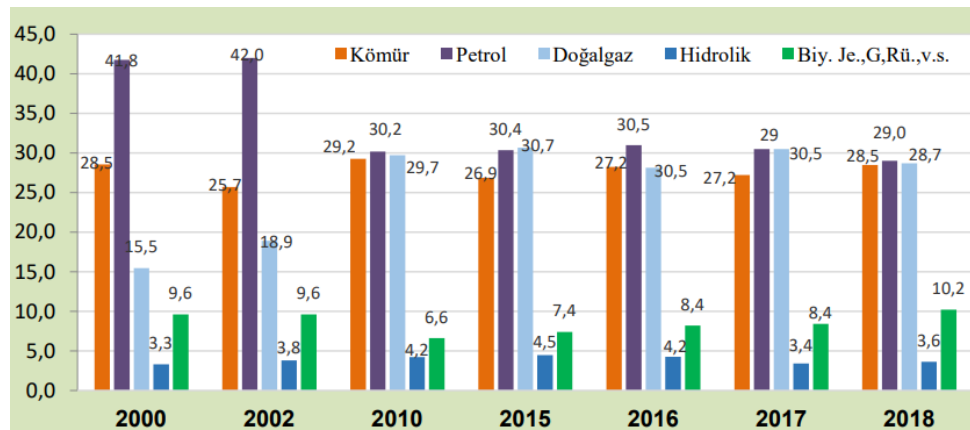


Şekil 3.14. 2018 yılı sektörlere göre enerji tüketimi [15]

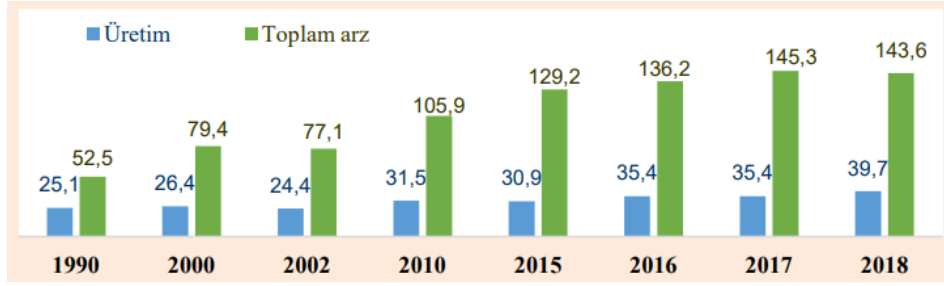
2018 yılında Türkiye enerji arzı 143,66 milyon TEP'dir. Şekil 3.15'de 2018 yılı Türkiye kaynaklara göre birincil arz dağılımı verilmiştir. Arzın kaynaklara göre dağılımı, ilk sırayı 41,91 milyon TEP ve toplam arzın % 29,17'si ile petrol almıştır. Petrolü, 41,17 milyon TEP ve % 28,66 pay ile doğal gaz; 40,98 milyon TEP ve % 28,56 pay ile kömür takip etmiştir. Bunları 11,60 milyon TEP ve % 8,07 pay ile jeotermal, rüzgâr ve güneş; 5,16 milyon TEP ve % 3,59 pay ile hidrolik; 3,01 milyon TEP ve % 2,10 pay ile biyoenerji, atık ve diğer kaynaklar izlemiştir [15].



Şekil 3.15. 2018 yılı Türkiye kaynaklara göre birincil arzı [14]

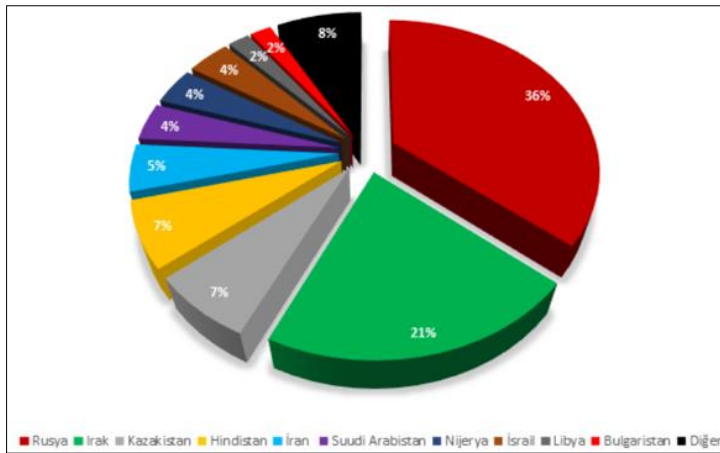


Şekil 3.16. 2000-2018 yılları Türkiye toplam enerji arzında kaynakların payları [14]

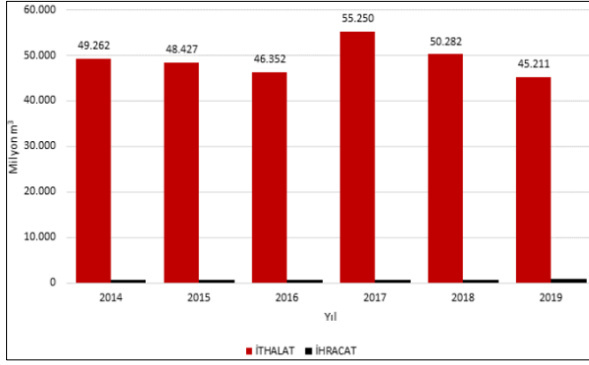


Şekil 3.17. 1990- 2018 yılları enerji üretimi ve arzı [14]

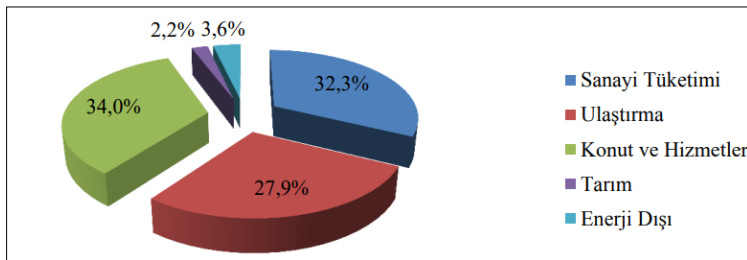
Ülkemizde enerji üretiminin enerji arzını karşılama oranı 28 yılda %47,6'dan, %27,6, düşmüştür. Son 18 yılda ise %33'ten, %28'e düşmüştür. Türkiye'nin toplam enerji arzında dışa bağımlılığı, 1990'da %52 iken, 2000 yılında %67, 2010'da %70 ve 2018 yılında %72 düzeyine çıkarak son 28 yılda %20 artmıştır. Sonuç olarak, ülkemizde enerji arz güvenliğini sağlamak için üretimi arttırmak gerekir. Yerli kaynaklara dayalı üretimler artırılmalı ve gereksiz enerji tüketimlerini engellemek için enerji verimliliği çalışmaları yapılmalıdır. Şekil 3.18'de Türkiye'nin petrol ithal ettiği ülkeler, Şekil 3.19'da Türkiye'nin Doğalgaz İthalat ve İhracat Oranları, Şekil 3.20'de ise ülkemizde kaynaklara göre enerji tüketimi verilmiştir.



Şekil 3.18. Türkiye'nin petrol ithal ettiği ülkeler [13]

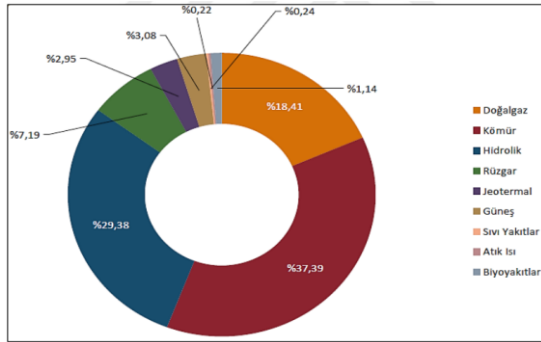


Şekil 3.19. Türkiye'nin doğalgaz ithalat ve ihracat oranları [12]



Şekil 3.20. Ülkemizde kaynaklara göre enerji tüketimi

Ülkemiz arz güvenliğini arttırmak ve cari açık miktarını azaltmak için enerji ithalat oranlarını azaltmalı, yerli kaynaklarla enerji üretimini arttırmalıdır. Ülkemiz de yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretim oranları Şekil 3.21'de gösterilmiştir.



Şekil 3.21. 2019 yılı yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretim oranları [7]

Ülkemizde enerji arzını sağlamanın en kolay ve en ekonomik yolu enerji tüketimini verimli hale getirmektir. Ülkemizde son yıllarda önemi daha da anlaşılan enerji verimliliği çalışmaları devam etmektedir.



4. TÜRKİYE’DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE POLİTİKALARI

4.1. Türkiye’de Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Ülkemizde, enerji verimliliği politikalarında amaç ekonomik büyüme, sosyal kalkınma ve sera gazı salınımlarının azaltılmasıdır [20].

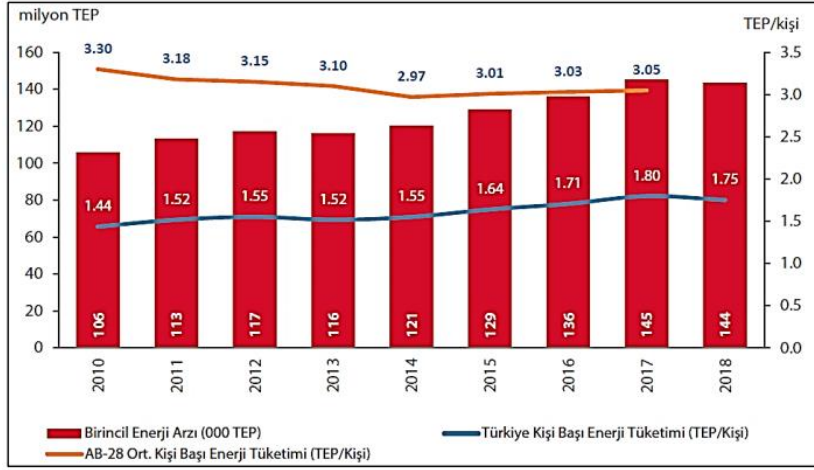
Enerji tasarrufu, enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Enerjiyi daha verimli kullanarak veya kullanılan enerjinin miktarını azaltarak enerji tasarrufu sağlanabilir. Enerji tasarrufu ve enerji verimliliği arasındaki temel fark, enerji tasarrufunda alışkanlıkları değiştirerek daha az enerji tüketmekken, enerji verimliliğinde aynı işlemlerin daha az enerjiyle yapılması anlamını taşır.

Türkiye hızlı nüfus artışı ve büyüyen ekonomisi nedeniyle enerjiye olan ihtiyacı artmaktadır. Enerjideki bu artış ekolojik dengenin bozulmasına, enerji fiyatlarının yükselmesine, bütçe ve cari denge bozulması, dışa bağımlılığın artmasına neden olmaktadır. Tüm bunlar enerji tasarrufu ve enerji verimliliğini zorunlu kılmaktadır. Enerji verimliliği iki şekilde gerçekleşmektedir:

Doğrudan enerji verimliliği, enerji verimli bina, araba ile aletlerin kullanılmasıyla ve alışkanlıklar, günlük tutum ile davranışların enerjinin daha etkin ve verimli kullanacak şekilde değiştirilmesiyle gerçekleşir. Dolaylı enerji verimliliği, mevcut malların daha uzun sürede tüketilmesiyle birlikte yeni malların üretiminin azaltılmasıdır. Enerji verimliliğinin faydaları; enerji arz güvenliği, enerji fiyatları, endüstriyel verimlilik, istihdam, kaynak yönetimi, hava kirliliği, kaynak yönetimi ve bütçe sayılabilir.

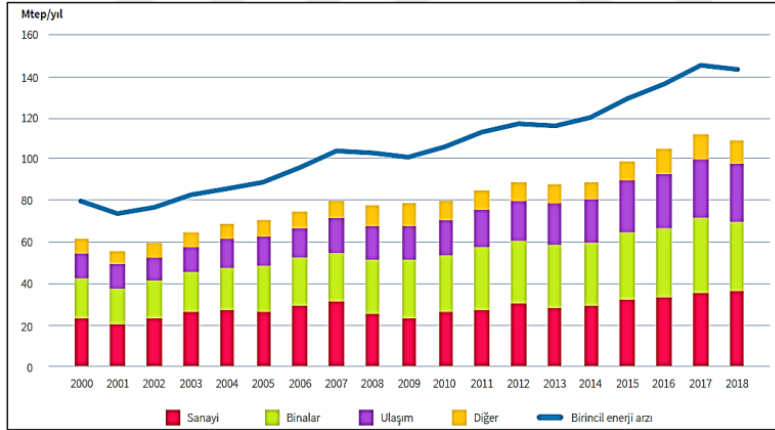
Enerji verimliliğinde en önemli husus ölçümlerin yapılabilmesidir. Enerji verimliliğinde ülke, sektör ve firmaların birbirlerine göre konumlarının belirlenmesinde çeşitli göstergeler vardır. Makro ölçekte başlıca enerji verimliliği göstergeleri; enerji yoğunluğu (birincil enerji tüketimi (TEP)/GSYH (1000 \$)), nihai enerji yoğunluğu, enerji verimliliği endeksi (ODEX) ve CO₂ emisyonu, regresyon analizi olup aralarındaki en etkin gösterge ise enerji yoğunluğudur. Mikro ölçekte en uygun yöntem ise sektör içi kıyaslamalarda enerji tüketimi,

firma karşılaştırmalarında ise kümülatif toplam (CUSUM) kontrol çizelgeleri ve regresyon analizidir [7]. Enerji verimliliğinin en önemli göstergesi enerji yoğunluğudur, yani bir birim gayrisafi yurt içi hasıla yaratılması için tüketilen birincil enerji miktarı olarak ifade edilmektedir. GYSH artarken enerji tüketimi düşük kalmalıdır [7]. Şekil 4.1’de Türkiye’de kişi başına düşen birincil enerji tüketimi verilmiştir.

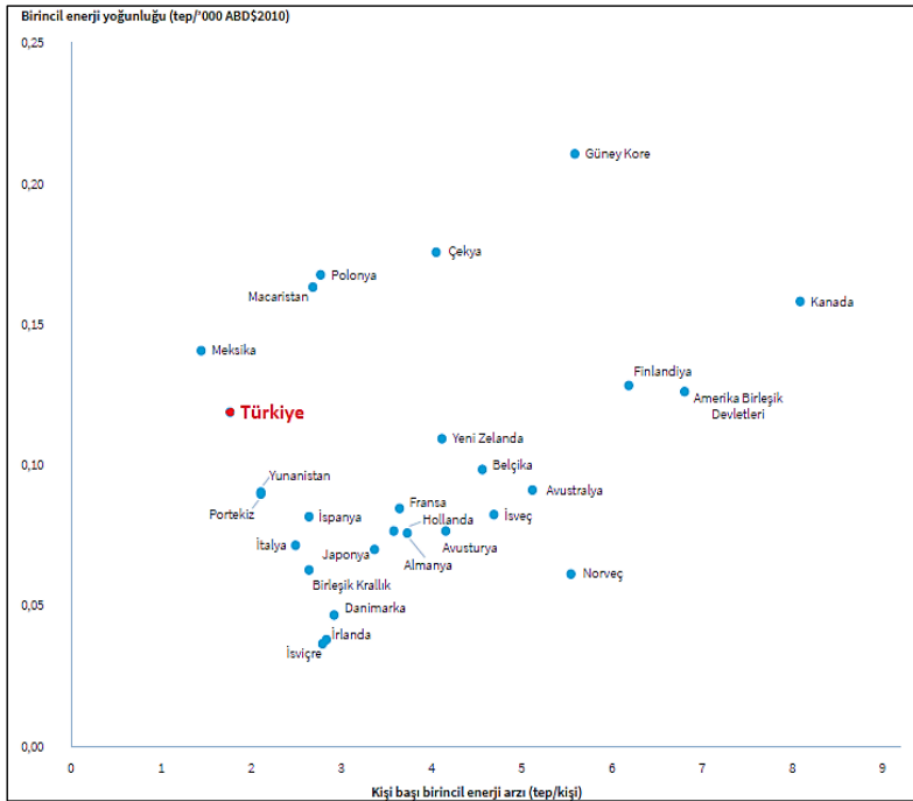


Şekil 4.1. Türkiye kişi başı birincil enerji tüketimi [7]

Birincil enerji tüketimi ve nihai enerji tüketimi genellikle birbirlerinin yerine kullanılmaktadır. Oysa birincil enerji tüketimi son tüketici, enerji dönüşümü ve iletimdeki kayıplar dahil olmak üzere toplam enerjiyi ifade ederken, nihai enerji tüketimi yalnızca son tüketicilerin enerji talebini ifade etmektedir. Ülkemizde gelişmekte olan ülke konumunda olduğu için nihai enerji tüketimi ve birincil enerji tüketimi yıllar içinde artmıştır. 2000-2018 yılları arasında; birincil enerji tüketimi 79 MTEP’den 144 MTEP’e , nihai enerji tüketimi 62 MTEP’den 109 MTEP’e yükselmiştir. 2018 yılında enerji tüketiminin %33’ü sanayi sektöründe, %30’u bina ve hizmetler sektöründe, %26’sı ulaşım sektöründe ve %10’u tarım, hayvancılık ve enerji dışı tüketimden oluşan diğer kategorisinde gerçekleşmiştir [7]. Şekil 4.2’de 2000-2018 enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı, Şekil 4.3’de 2018 yılı ülkelerin enerji tüketimi ve yoğunluğu verilmiştir.



Şekil 4.2. 2000-2018 enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı [7]

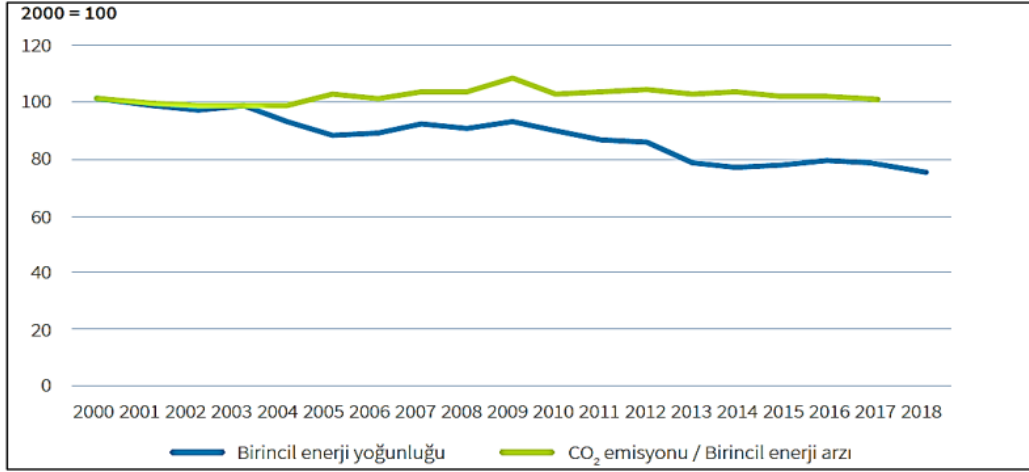


Şekil 4.3. 2018 yılı ülkelerin enerji tüketimi ve yoğunluğu [7]

Türkiye elektrik tüketimi gelişmiş ülkelerin altında kalırken, enerji yoğunluğu ise ülkelere göre ortalama seviyede seyretmiştir. 2010-2018 yıllarında GYSH artışındaki yavaşlama ve döviz kurlarındaki değişkenlik Türkiye enerji yoğunluğunun azalmasına engel olmuştur.

Türkiye birincil enerji yoğunluğu, 2000-2018 döneminde yılda %1,52 oranında azalmış olup 2018 yılında birim ABD\$(2011) başına 2,89 MJ'dür. Nihai enerji yoğunluğu aynı dönemde %1,63 oranında azalmış olup CO2 emisyonları ise 2000-2017 döneminde yılda ortalama

%3,69 oranında artmıştır [7]. Şekil 4.4’de 2010-2018 Türkiye birincil enerji yoğunluğu ve CO₂ emisyonu verilmiştir.



Şekil 4.4. 2010-2018 Türkiye birincil enerji yoğunluğu ve CO₂ emisyonu [7]

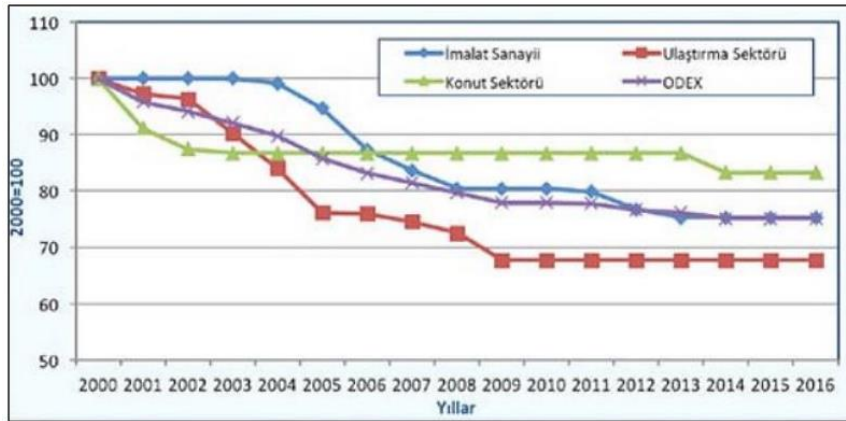
4.2. Türkiye’nin Enerji Verimliliği Potansiyeli

Türkiye gelişmekte olan ülke olması nedeniyle enerjiye duyduğu ihtiyaç birçok ülkeye göre daha fazla artmaktadır. İhtiyaç duyulan enerjin yaklaşık 3/4’ünün ithal ediliyor durumda olması ağır bir girdi maliyeti oluşturmaktadır ve sürdürülebilir değildir [21].

Ülkemizde enerji verimliliği çalışmalarını 80’li yıllarda Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü’nde (EİE) başlatılmıştır. Daha sonra 2 Kasım 2011’de 662 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile kurulan Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) bu çalışmalara devam etmiş ve son olarak da Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği ve Çevre Daire Başkanlığı olarak (27 nolu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi-10 Ocak 2019 ile) yeniden yapılandırılan Enerji İşleri Genel Müdürlüğü altındaki bir birimde, enerji verimliliği çalışmaları sürdürülmektedir [22].

Türkiye’nin enerji tasarruf potansiyeli incelendiğinde, bina ve hizmet sektöründe %30, sanayi sektöründe %20 ve ulaştırma sektöründe %15 olmak üzere önemli oranlarda enerji verimliliği potansiyeline sahip olduğu görülmektedir [3]. Şekil 4.5’de Türkiye enerji verimliliği endeksi verilmiştir. Bugüne kadar yürütülen enerji verimliliği çalışmalarının odak noktası yüksek enerji tüketimine sahip olması nedeniyle sanayi sektörü olmuştur. Oysa enerji verimliliği potansiyelinin en yüksek olduğu alan bina ve hizmet sektörüdür. 2000

yılından sonra inşa edilen binalarda enerji verimliliği standartları dikkate alınmaya başlanmıştır ve eski binalarda enerji verimliliği dönüşüm çalışmalarına başlanmıştır. 1 Ocak 2011 tarihi itibarıyla yeni yapılan binalara enerji kimlik belgesi zorunlu hale getirilirken (Azami C sınıfı olması talep edilmektedir.) mevcut binalarda da zorunlu hale getirilmesi için teşvikler ve yaptırımlar söz konusudur. Ulaştırma sektöründe ise yakıt tasarruflu taşıtların yaygınlaştırılması, akıllı trafik sistemlerinin kurulması ile önemli oranda enerji verimliliği potansiyeli oluşmaktadır.



Şekil 4.5. Türkiye enerji verimliliği endeksi [7]

4.3. Türkiye'nin Enerji Verimliliği Politikaları

Enerji verimliliği, sürdürülebilir enerji arzına ve sürdürülebilir çevreye katkıda bulunmaktadır. Ülkemizde son yıllarda enerji verimliliği enerji politikaları önemli konuma gelmiştir. Türkiye'nin öz kaynağı olan enerji verimliliği, strateji ve hedeflerin de odağında bulunmaktadır. Ülkemizde enerji verimliliği çalışmalarını yürüten başlıca kurumlar Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (STB) ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı(ÇŞB)'dir.

Türkiye'de enerji verimliliği konusunda çalışmalar, 80'li yılların başında Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nde (EİE) başlatılmıştır [22]. 1993 yılında ise daha kapsamlı ve etkin enerji tasarrufu faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla EİE tarafından Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UETM) kurulmuştur. 2000'li yıllarda enerji verimliliği ile ilgili tedbirler hız kazandı, 2007 yılından itibaren yürürlüğe Enerji Verimliliği Kanunu girdi.

4.3.1. Kanun

Kanun belirli bir süreci kontrol eden, hakları koruyan hukuk kurallarıdır. Enerji verimliliği ile ilgili yürürlüğe giren kanunlar [7];

- 4703 sayılı “Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanmasına ve Uygulanmasına Dair Kanun” (2001)
- 5627 sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu”-ENVER (2007)
- “Kamu İdarelerinin Enerji Performans Sözleşmesi Yapmasına İmkân Veren” Torba Kanun (2018)

4.3.2. Yönetmelik

Yönetmelik, kanunların uygulanması amacına uygun olarak çıkarılan yazılı hukuk kurallarıdır. Enerji verimliliği ile ilgili yürürlüğe giren yönetmelikler [7] ;

- “Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği” (1985)
- “Sanayide Enerji Verimliliği Yönetmeliği” (1995)
- “Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Artırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik” (1995)
- Enerji Verimliliği Yönetmeliği (1995)
- “Sanayi Dışı Yeni veya Mevcut Binalarda Sıcak Su Üretimi ve Ortam Isıtması için Kullanılan Isı Jeneratörlerinin Performansı ve Sanayi Dışı Yeni Binalarda Dahili Sıcak Su Dağıtımı ve Isı Yalıtımına Dair Yönetmelik” (2000)
- “Binek Otomobillerin Yakıt Ekonomisi ve CO2 Emisyonu Konusunda Tüketicilerin Bilgilendirilmesine İlişkin Yönetmelik” (2003)
- “Florasana Aydınlatma Balastlarının Enerji Verimliliği İle İlgili Yönetmelik” (2006)
- “Ev Tipi Klimaların Enerji Etiketlemesine İlişkin Yönetmelik” (2006)
- “Ev Tipi Elektrikli Buzdolapları, Dondurucular ve Kombinasyonlarının Enerji Verimlilik Şartları İle İlgili Yönetmelik” (2006)
- “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” (2008)
- “Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik” (2008)

- “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik” (2008)
- “Sıvı ve Gaz Yakıtlı Yeni Sıcak Su Kazanlarının Verimlilik Gereklerine Dair Yönetmelik” (2008)
- “Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik” (2008)
- “Milli Eğitim Bakanlığına (MEB) Bağlı Okullarda Enerji Yöneticisi Görevlendirilmesine Yönelik Yönetmelik” (2009)
- “Enerji ile İlgili Ürünlerinin Çevreye Duyarlı Tasarımına ilişkin Yönetmelik” (2010)
- “Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB) Destekleri Yönetmeliği” (2010)
- “Ürünlerin Enerji ve Diğer Kaynak Tüketimlerinin Etiketleme ve Standart Ürün Bilgileri Yoluyla Gösterilmesi Hakkında Yönetmelik” (2011)
- “Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliği” (2018)

4.3.3. Diğer verimlilik önlemleri

Enerji verimliliği ile ilgili kanun ve yönetmeliklerin dışında çıkarılan diğer önlemler; [7]

- “Kamu Kurum ve Kuruluşlarının Enerji Tüketimlerini Azaltmak İçin Alacakları Önlemler Genelgesi” (1997)
- “Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005” (2000)
- “Türkiye Enerji Verimliliği Stratejisi” (2004)
- “Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013” (2006)
- “Enerji Verimliliği Yılı Genelgesi” (2008)
- “Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi” (2009)
- “Enerji Verimliliği Kanunu Kapsamında Yapılacak Yetkilendirmeler, Sertifikalandırmalar, Raporlamalar ve Projeler Konusunda Uygulanacak Usul Ve Esaslar Hakkında Tebliğ” (2009)
- “İklim Değişikliği Stratejisi Belgesi 2010-2023” (2010)
- “ETKB Stratejik Planı 2010-2014” (2010)
- “Orta Vadeli Program 2011-2013” (2010)
- “İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı 2011-2023” (2011)

- “Türkiye Ulaşım ve İletişim Stratejisi Hedef 2023” (2011)
- “Türkiye Sanayi Strateji Belgesi 2011-2014” (2011)
- “Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023” (2012)
- “Destekler, Yetki Belgesi ve Eğitim Hakkında Tebliğler” (2012)
- “Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018” (2013)
- “ETKB Stratejik Plan 2015-2019” (2014)
- “Kojenerasyon Tesislerinin Verimliliğinin Hesaplanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ” (2014)
- “Ulusal Katkı Niyet Beyanı (INDC)” (2015)
- “Verimlilik Stratejisi ve Eylem Planı 2015-2018” (2015)
- “64. Hükümet Eylem Planı” (2015)
- “Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023 (UEVEP)” (2017)
- “On Birinci Kalkınma Planı 2019-2023” (2019)
- “Kamu Binalarında Enerji Tasarrufuna ilişkin Cumhurbaşkanlığı Genelgesi” (2019)
- “Kamu Binalarında Tasarruf Hedefi ve Uygulama Rehberi” (2019)
- “ETKB Stratejik Plan 2019-2023” (2020)
- “Kamuda Enerji Performans Sözleşmelerine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar” (2020)
- “Enerji Verimliliği Stratejik İletişim Planı” (2020)

4.4. Türkiye Enerji Verimliliği Potansiyeli

Türkiye’de bina ve hizmet sektöründe %30, sanayi sektöründe %20 ve ulaştırma sektöründe %15 olmak üzere önemli oranlarda enerji verimliliği potansiyeline sahiptir [3]. Sanayi, bina ve ulaştırma sektörü yüksek enerji tüketimlerinden dolayı enerji verimliliği çalışmalarında öne çıkmıştır. Enerji verimliliği alanında yürütülen proje ve destekler de bu alanlarda yoğunlaşmıştır.

4.4.1. Sanayide enerji verimliliği

“Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (UEVEP) 2019 Yılı Gelişim Raporu Yönetici Özeti” 2018 yılında sanayide 36.155 kTep enerji tüketiminin gerçekleştiğini ve bu tüketimin toplam tüketim içindeki oranının yaklaşık %33’e karşılık geldiğini

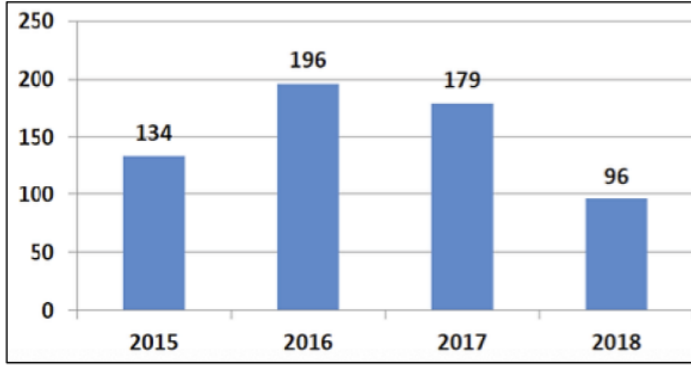
göstermektedir. 2018 yılında sanayide tüketilen enerjinin % 28'ini doğal gaz, % 26'sını, elektrik, % 21'ini petrol, % 18'ini kömür ve az miktarlarda bölgesel ısı, güneş, biyoenerji ve atık oluşturmaktadır [7]. Demir-çelik, çimento, petrokimya ve tekstil sektörleri sanayi sektöründeki en fazla enerji tüketen alt sektörlerdir [3]. Çizelge 4.1'de sanayi alt sektörlerinde tasarruf potansiyeli verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sanayi alt sektörlerinde tasarruf potansiyeli

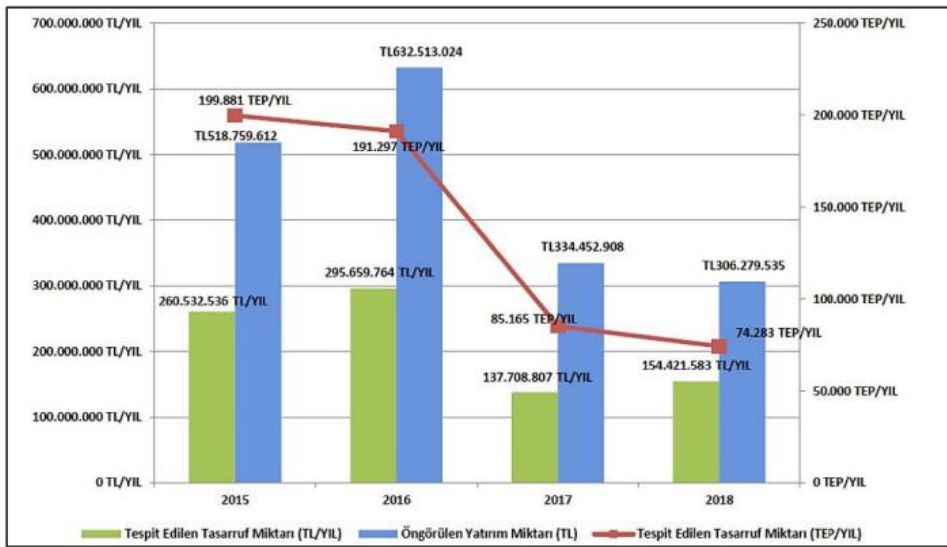
Alt Sektörler	Enerji Tasarruf Potansiyeli [%]	
	Elektrik	Isı
Demir-Çelik	21	19
Çimento	7	7
Seramik	15-20	15-20
Cam	10	34
Kimya	12	20
Kağıt	22	21
Şeker	26	46
Tekstil	57	20
Gıda	25	25

Sanayi sektöründe enerji verimliliği kapsamında;

- Enerji izleme ve yönetimi çalışmaları yapılmaktadır.
- Verimlilik Arttırıcı Projeler (VAP) yapılmaktadır. (Yıllık 500 TEP ve üzeri enerji tüketimi olan, ticaret ve/veya sanayi odalarına kayıtlı olarak her türlü mal üretimi yapan işletmelerde gerçekleştirilecek, mevcut durumuna göre en az % 20 oranında enerji tasarrufu sağlayacak şekilde tasarlanan ve basit geri ödeme süresi 5 yıl ve daha az olan, bedeli 5 milyon TL'yi aşmayan enerji verimliliği projeleri % 30'a varan oranda (en fazla 1,5 milyon TL) desteklenmektedir [3].
- 1000 TEP ve üzerinde yıllık enerji tüketimi olan sanayi kuruluşlarına enerji verimliliği etütleri yaptırma, enerji yöneticisi görevlendirme veya enerji yönetim birimi oluşturma ile yükümlü kuruluşlarda enerji yönetim sistemi oluşturma yükümlülükleri vardır [3].
- “Ulusal yaşam döngüsü değerlendirmesi veri tabanının geliştirilmesi” ile “küçük ve orta ölçekli işletmelerde enerji verimli motorlarının teşvik edilmesi” projeleri yürütülmüştür [7].



Şekil 4.6. 2015 – 2018 sanayi sektörü enerji verimliliği etütleri

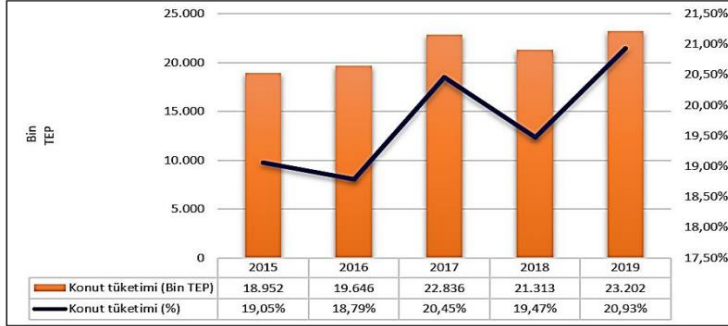


Şekil 4.7. 2015-2018 dönemi Enerji Verimliliği Etütleri Tasarruf Ve Yatırım Miktarları [7]

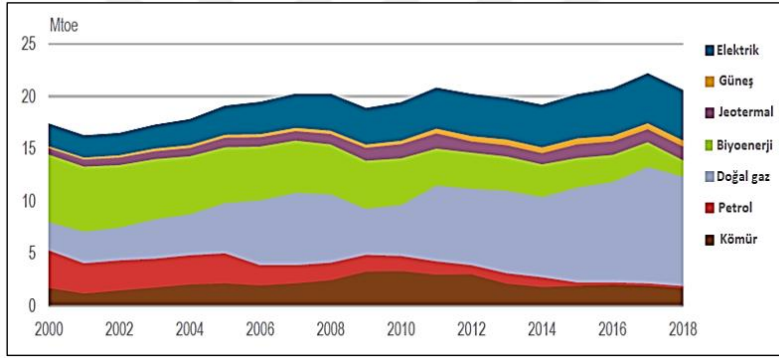
4.4.2. Binalarda enerji verimliliği

Türkiye’de nüfus artışı ve kentleşme oranındaki artışlar düşünüldüğünde binalarda enerji tüketimi sürekli olarak artmıştır ve artmaya da devam edecektir. TÜİK verilerine göre, yaklaşık olarak 4,1 milyar m² kullanım alanına sahip 9,3 milyon adet bina stoku vardır ve bunların %87’si konut türü binalardır. Yapı kullanma izin istatistikleri incelendiğinde ise Türkiye bina stokunun her yıl 100.000’den fazla arttığı görünmektedir [22]. “Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (UEVEP) 2019 Yılı Gelişim Raporu Yönetici Özeti’nde 2018 yılında konut sektöründe 21 313 kTEP enerji tüketiminin gerçekleştiği ve bu tüketiminde toplam nihai enerji tüketiminin yaklaşık %19,4 ‘ne denk geldiği yazmaktadır [7]. Kaynaklara göre enerji verimliliği potansiyelleri incelendiğinde %30 ile konutlar en yüksek tasarruf potansiyeline sahiptir. Son yıllarda binalarda enerji tasarrufu sık sık gündeme

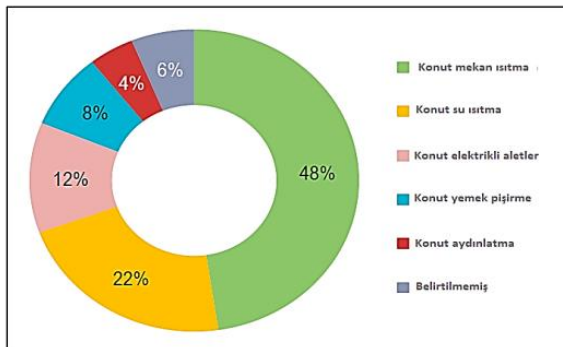
gelmektedir, binalarda enerji verimliliği ve tasarrufu desteklenmektedir. Konutlardaki enerji tüketim detayları Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de özetlenmiştir.



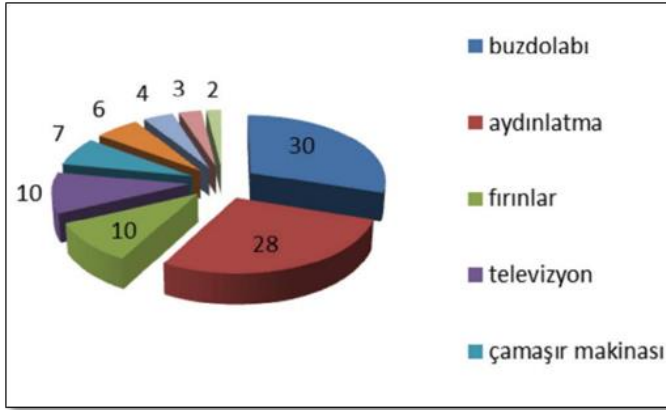
Şekil 4.8. 2015 -2019 konutlarda enerji tüketimi [7]



Şekil 4.9. 2000 – 2018 Türkiye konutlarda yakıta göre yapılan enerji tüketimi [7]



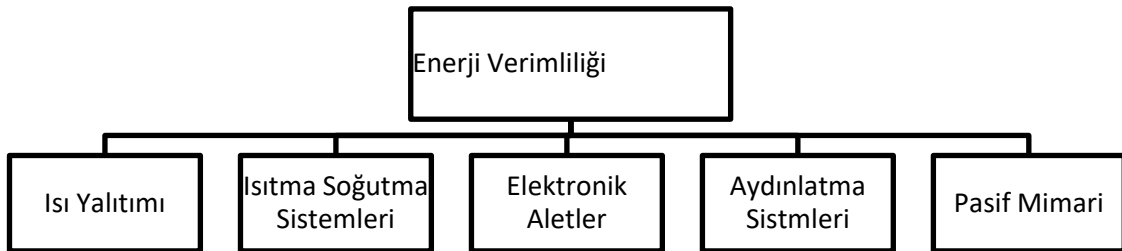
Şekil 4.10. 2018 yılı konut sektöründe enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı [7]



Şekil 4.11. Konutlarda elektrikli aletlerin enerji tüketimi [23]

Konutlarda kullanılan enerjinin büyük çoğunluğu ısıtmada ve elektrikli aletlerde kullanılmaktadır. Isıtma sistemlerinde büyük çoğunlukla doğalgaz tercih edilmekte, fakat kullanılan enerjinin yaklaşık sadece %60'ı ısıtma olarak kullanılabilmekte, geri kalan kısmı ise kayıp enerjiye dönüşmektedir. Evlerde kullanılan elektrikli aletlerde önemli ölçüde verimlilik artışı gerçekleşse de hala verimlilik potansiyelleri mevcuttur. Binalarda enerji verimliliği çalışma alanları Çizelge 4.2 'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.2. Konutlarda enerji verimliliği uygulama alanları



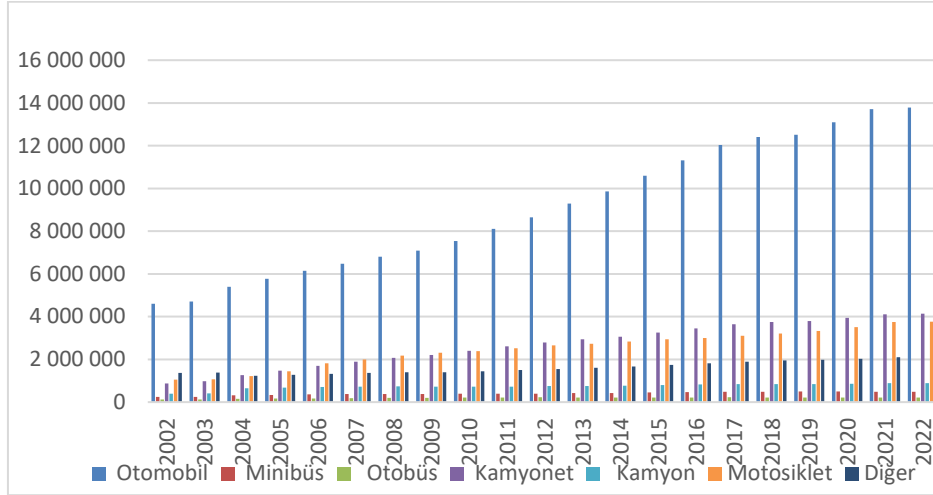
Bu alanda yapılan enerji verimliliği çalışmaları;

- * “Türkiye Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi” (KABEV), Kamu binalarında enerji tüketiminin %20 azaltılması hedeflenmektedir [7].
- * “Türkiye-Danimarka Stratejik Sektör İş Birliği Projesi: Bina Sektörü Isıtma Ve Soğutma Talebinin Belirlenmesi Ve Haritalandırılması”, 2030 yılına ilişkin ısı enerjisi talep tahmininin oluşturularak ısı arz kanununun taslağının hazırlanması hedeflenmektedir [7].
- * “Binalarda Enerji Verimliliğinin İvmelendirilmesi Projesi”: Eskişehir Büyükşehir Belediyesi tarafından WRI (Dünya Kaynakları Enstitüsü) Türkiye Sürdürülebilir Şehirler organizasyonundan alınan teknik destek yürütülen projedir [7].

- * “Binalarda Enerjinin Etkin Kullanımı Projesi: Erzurum İlinde Uygulama”, Erzurum pilot bölge olarak seçilmiştir. Erzurum’da yerel bir enerji yönetiminin oluşturulması amaçlanmıştır [7].
- * “Twinning Projesi” Avrupa’daki benzerlerine uygun bir yapının teknik yardım, bilgi transferi ve eğitim vasıtasıyla Türkiye’de oluşturulması” ve sanayi, bina ile ulaşım sektörlerinin sahip olduğu enerji tasarrufu potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır [7].
- * “TS 825 Standardı” 2000 yılından itibaren “Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği” ile Mecburi Standart Tebliği olarak yayımlanmasıyla zorunlu standart haline gelmiş ve yeni yapılacak binaların ısıtma enerjisi talebinin hesaplanma prosedürlerini ve çeşitli eşik değerleri tanımlamıştır. 2011 yılındaki bir revizyon ile bina standardındaki enerji performans ölçütü % 20 yükseltilmiştir [22].
- * ”500 TEP’in üzerinde olan ticari binalar ve hizmet binalarına enerji verimliliği etütleri yaptırmak ve enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlülüğü getirilmiştir “[22].
- * Kamu binalarında enerji tasarrufuna ilişkin Cumhurbaşkanlığı Genelgesi yayımlanarak “2023 yılı sonuna kadar enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlü olan kamu binalarında en az %15 oranında enerji tasarrufu sağlanması” hedefi getirilmiştir [7].
- * Mevcut binalardaki enerji verimliliği uygulamalarına tadilat ruhsatından muafiyeti getirilmiştir [7].
- * Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde yapılan değişiklik ile “2.000 m2 üzerinde kullanım alanı bulunan otel, hastane, yurt gibi konaklama amaçlı konut harici binalar ve spor merkezi/spor salonunda kullanılacak sıcak suyun güneş enerjisiyle desteklenmesi zorunlu hale getirilmiştir” [7].

4.4.3. Ulaştırma sektöründe enerji verimliliği

Dünyada teknolojiye yaşanan yenilik artışlarıyla beraber ulaşım sektöründe de güvenli ve konforlu hizmet talepleri artmıştır. Ulaştırma sektöründeki bu gelişme özellikle petrole bağlı olan kara yolu taşımacılığında enerji arz güvenliğini ve çevreyi tehlikeye atmıştır. Doğal alanların bozulması, çevre kirliliği, hava kirliliği ve gürültü kirliliği ulaşım sektöründe de enerjinin etkin ve verimli kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. 2018 yılında Türkiye’nin toplam nihai enerji tüketiminin yaklaşık % 26’sı ulaşım sektöründe gerçekleşmiştir ve enerji tüketimi ve toplam enerji tüketimindeki payı artma eğiliminde olan sektörel bir yapı söz konusudur [22]. Şekil 4.12’de TUIK 2002 - 2022 yılları arasındaki motorlu kara taşıtları sayısı, Çizelge 4.3’de trafiğe kayıtlı kara araçların yakıt cinsine göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 4.12. TUİK 2002 - 2022 yılları arasındaki motorlu kara taşıtları sayısı [25]

Çizelge 4.3. Trafikte kayıtlı kara araçların yakıt cinsine göre dağılımı [24]

	Aralık			
	2019		2020	
	Sayı	Pay (%)	Sayı	Pay (%)
Toplam	41 777	100,0	54 488	100,0
Benzin	17 999	43,1	28 745	52,8
Dizel	20 228	48,4	19 379	35,6
LPG	2 228	5,3	3 781	6,9
Elektrik-Hibrit	1 322	3,2	2 583	4,7

“Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (UEVEP) 2019 Yılı Gelişim Raporu Yönetici Özeti”ne göre ulaştırma alanında öne çıkan gelişmeler;

- Hibrit araçlara yönelik % 15 oranında özel tüketim vergisi indirimi [7],
- Elektrikli motorlu taşıtlarda % 25 oranında motorlu taşıtlar vergisi alınmaktadır [7],
- Bisiklet ve yeşil yürüyüş yolu ile çevre dostu sokak ve gürültü bariyeri yapılması [7],
- Yeşil Liman Sertifikalarının yaygınlaştırılması [7],
- Demir yolu taşımacılığının güçlendirilmesi için, yapım ve yenileme sinyalizasyon çalışmaları [7],
- Türkiye Ulaşım ve İletişim Stratejisi Hedef 2023 ile Türkiye’nin demiryolu yük taşımacılığındaki payını %15, yolcu taşımacılığı hedefini %10 üstüne çıkartarak kara yolu yük ve yolcu taşımacılığındaki yoğunluğun azaltılması hedeflenmektedir [22].





5. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ VE TEMEL KAVRAMLAR

5.1. Temel Kavramlar

Temel beş ana başlık altında verilmiştir. Bu başlıklar aşağıdaki şekildedir.

5.1.1. Performans kavramı

Performans, belirli bir amacı olan ve bir plan doğrultusunda ilerleyen faaliyetlerin amaca yönelik olarak nereye, nasıl varabildiğinin tanımıdır. Diğer bir ifade ile performans, sistemlerin veya işletmelerin çalışmalarının veya elde ettiği çıktıların bir sonucudur [6]. Hedeflere ulaşmada önemli bir parametredir. Genel olarak performans “Etkinlik, Verimlilik, Karlılık, Kalite, Yenilik, Etkililik, Organizasyon ve Çalışanların Amaçları, vb.” terimleri

5.1.2. Etkinlik kavramı

Etkinlik, bir faaliyet ya da davranışın amaçlara ulaşma derecesini belirleyen bir performans boyutudur. Etkinlik tanımı kabaca hedeflere erişme başarısıdır, amaca ulaşmada yeterliliğin göstergesidir [27]. Diğer bir ifade ile Etkinlik, birimlerin kendi girdileri ile çıktılarını ne ölçüde yaratabildiklerini gösteren skorlardır.

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{Standart Performans}}{\text{Gerçekleşen Performans}}$$

Bu eşitlikte oranın,

- “1” in altında bir değer alması, faaliyetin istendiği şekilde gerçekleşmediğini ve ortada atıl bir kapasitenin bulunduğunu,
- “1” değerine eşit olması olabilecek maksimum kapasitede (ölçüde) çıktının elde edildiğini ve faaliyetin istendiği şekilde yapıldığını,
- “1”in üstünde bir değer olması ise işin standarttan daha iyi bir etkinlik seviyesinde gerçekleştiğini diğer bir ifadeyle etkinlik seviyesinin standardın üzerine çıktığını göstermektedir [7].

5.1.3. Verimlilik kavramı

Minimum girdi ile maksimum çıktının üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Eldeki kaynaklardan ne derece yararlanıldığının göstergesidir, verimliliği arttırmak için kaynakları daha etkili kullanılması anlamına gelmektedir.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}}$$

Verimlilik; toplam verimlilik, kısmi verimlilik ve çoklu faktör verimliliği olmak üzere üç şekilde incelenebilir. Toplam verimlilik çıktıların tamamının girdilerin tamamına oranıdır. Kısmi verimlilik toplam çıktının kullanılan bir tane girdiye oranıdır. Çoklu faktör verimliliği ise çıktıların tamamının kullanılan birden çok girdiye oranıdır [6].

5.1.4. Kalite kavramı

Kalite, bir ürün veya hizmet ile ilgili özelliklerin, belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama derecesidir. İhtiyaçlara uygunluk, eksiklerden kaçınma olarak tanımlanmaktadır [29].

5.1.5. Etkililik kavramı

Etkililik, yürütülen faaliyetler sonucunda hedeflere ulaşma düzeyini belirleyen bir ölçüttür. Diğer bir ifadeyle de, kısaca, organizasyonların amaçlara erişme başarısıdır. Etkililik, kavram olarak İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra yönetim bilimlerinde kullanılmaya başlanmış ve sonrasında ekonomi disiplininin diğer disiplinlere yayılmış olup aşağıdaki şekilde formülize edilebilmektedir [7].

$$\text{Etkililik} = \frac{\text{Gerçekleşen Çıktı}}{\text{Planlanan Çıktı}}$$

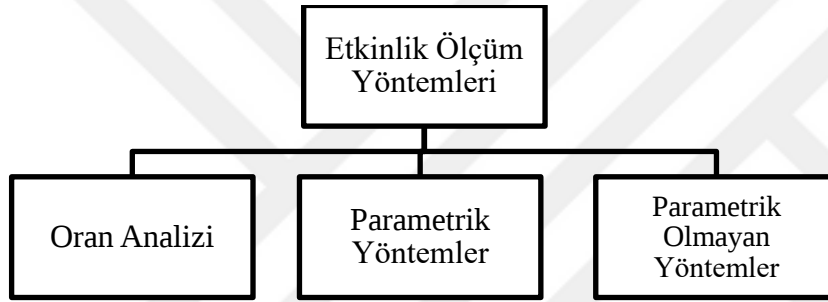
Etkililik ile ilgili sorulara değinecek olursak [30],

- Gerçekten ihtiyaç duyulan mal ve hizmetler eşdeyişiyle yararlı çıktılar mı üretilmektedir?
- Çıktı üretimi olarak ne sağlanmak isteniyorken ne sağlandı?

5.2. Etkinlik Ölçme Yöntemleri

Performans ölçümünde en sık kullanılan yaklaşım etkinlik kavramıdır. Etkinlik ölçümünün önemi de gün geçtikçe artmaktadır. Etkinlik ölçümü Farrell tarafından 1957 yılında ilk kez gerçekleştirilmiştir. Etkinlik ölçümü; bir üretim biriminin, teknik olarak, en iyi faaliyetinin belirlenmesi ya da etkin olmayan kaynağının belirlenmesi ve gerekli politikaların hayata geçirilmesi suretiyle teknik ya da işletme kaynaklı aksaklıkların giderilmesi bakımından işletmelere önemli kazanımlar sağlamaktadır [6-7]. Çizelge 5.1’de etkinlik ölçüm yöntemleri verilmiştir.

Çizelge 5.1. Etkinlik ölçüm yöntemleri



5.2.1. Oran analizi

Etkinlik ölçümünde en yaygın olarak kullanılan “Oran Analizi” tek girdi ve tek çıktı ile kullanılır. Yaygın kullanılmasının temel nedeni basit ve az bilgiye gerek duyulmasıdır.

Tek girdinin tek çıktıya oranı olarak tanımlanan oran analizi (ratio analysis) yaklaşımında her bir oran, performansla ilgili boyutlardan sadece bir tanesini göz önüne alırken diğer boyutları göz ardı etmektedir. Örneğin; finansal analizlerde kullanılan oranlar (likidite, mali bünye, faaliyet, karlılık vs.) o faaliyet dönemi içindeki olayların yorumunu, yalnızca ilgili orana konu olan kalemler bazında yapabilirler. Oran analizinin olumsuz yönü de karşılaştırma ihtiyacının olmasıdır. Örneğin, oranla performans ölçümü yapılan bir örgütteki sayısal sonuçlar ya kendi içeriğindekiyle ya da diğer örgütlerin benzer değerleri ile ilişkilendirilirler [26].

Oran analizini sonuçları incelendiğinde, bazı birimlerin oranlanmasında son derece başarılı sonuçlar ortaya çıkarken bazılarının ise sonuçlarının son derece başarısız oldukları görülebilmektedir. Örneğin KVB olarak ele alınabilecek bir hastanenin çok sayıda girdi ve çıktı içeriği olduğu düşünülürse, tek bir orana bakılarak hastanelerin etkinliklerini tespit etmek mümkün görülmemektedir. Bunu engellemek için birden fazla oran analizi yapılarak bu sonuçlarında anlamlı grup haline getirilmesi gerekecektir. Hesaplanan oranlar;

- Aynı endüstri alanındaki benzer işletmelerin oranları,
- Genel kabul görmüş oranlar,
- İşletmelerin aynı dönem içindeki birbirleri ile ilgili diğer oranlar,
- İşletmelerin geçmiş dönemdeki oranları ile karşılaştırılarak anlamlı hale getirilip yorumlanabilir [28-5].

Oran analizinde ölçek olarak oran ölçeği kullanılmaktadır. Başlangıç noktası sabit alınır ölçek üzerindeki noktalar birbirinin katı olarak alınır. Bu nedenle ölçek ile elde edilen verilere her türlü matematiksel işlem uygulanabilmektedir. Oran analizi genel performans ölçümünde yetersiz kalmakta fakat tek girdi – tek çıktılı yöntemlerde kolay ve basit olduğu için sıklıkla kullanılmaktadır [26].

5.2.2. Parametrik yöntemler

Oran analizinde bulunan bazı eksiklerin giderilmesi için kullanılmıştır. Parametrik yöntemler, temelde çoklu regresyon analizine dayanmaktadır. Bu yöntemde birbiri ile etkileşim halinde bulunan, aralarında neden sonuç ilişkisi olan bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklar. Parametrik yöntemler, sistemin etkinlik değerinin, genel olarak ortalama etkinliği gösteren regresyon doğrusunun üzerinde ise o sistemin etkin, aksi halde etkin olmadığı söylenmektedir [31].

Bu yöntemde gözlem kümesi mevcuttur ve bu gözlem birimlerinin homojen bir yapıya sahip olduğu varsayılmaktadır. Gözlem kümesinde performansı en iyi olanlar etkinlik sınırı (regresyon çizgisi) üzerinde, bu çizgiden hiç sapmayanlar başarılı ve etkin olarak, çizgiden sapanlar ise başarısız ve etkinsiz olarak tanımlanır [6].

Regresyon analizi oran analizine göre çok daha kapsamlıdır fakat regresyon analizinin de bazı eksiklikleri vardır:

- Tek çıktı kuralı gereği, çıktıları ortak birim olacak şekilde tek değere indirilmesi zorunludur.
- Farklı birimlerin ortak değere indirilmesi zordur.
- Etkinliğin değerlendirilmesi ortalama değere göredir, bu sebeple etkinlik sınırından uzak olanlar bile etkin görünebilmektedir.
- Üretim fonksiyonunun parametrik olarak tanımlaması, üretim birimlerine farklı teknolojiler ya da amaç kombinasyonları belirleme olanağı tanımaması ve verimsiz birimleri tanımlayamamasıdır [32].

Parametrik yöntemler temelde 3 başlıkta incelenmektedir. Bunlar:

Stokastik Sınır Yaklaşımı

Stokastik sınır yaklaşımı, kısaca bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenlerin birbirleri arasında ilişki kurabildiği, kurulan bu ilişki sayesinde hata oranlarının tespit edildiği yaklaşımdır [27].

Bu yönteminde yapılan bir gözlem neticesinde rassal hatadan kaynaklanan sapmaların ve etkinsiz gözlemden kaynaklanan sapmaların ne kadar olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu sapmalar belirlenmeden elde edilen model sonuçları güvenilir olmamaktadır [27].

Serbest Dağılım Yaklaşımı

Serbest dağılım yaklaşımı, rassal hataların ve etkinsiz gözlem hatalarının dağılıma sahip olabileceği varsayımına dayanan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, rassal hataların ve etkinsiz gözlemlerin dağılımları hakkında güçlü varsayımlarda bulunmaz ve bu yönüyle stokastik sınır yaklaşımına göre farklılık göstermektedir [27].

Kalın Sınır Yaklaşımı

Bu yaklaşımda, diğer yaklaşımlar gibi herhangi bir varsayımda bulunma süreci yoktur. Gözlemlenen değerler ile beklenen değerler arasındaki farkların en büyüğü ile en küçük değerlerinin rassal hata unsurunu, geri kalanların ise etkin olmayan gözlemlerini oluşturduğu kabul edilmektedir. Yani kalın sınır yaklaşımı tek bir karar biriminin etkinliğinin tahmin edilmesinde kullanıma uygun bir yöntem değildir [7-27].

5.2.3. Parametrik olmayan yöntemler

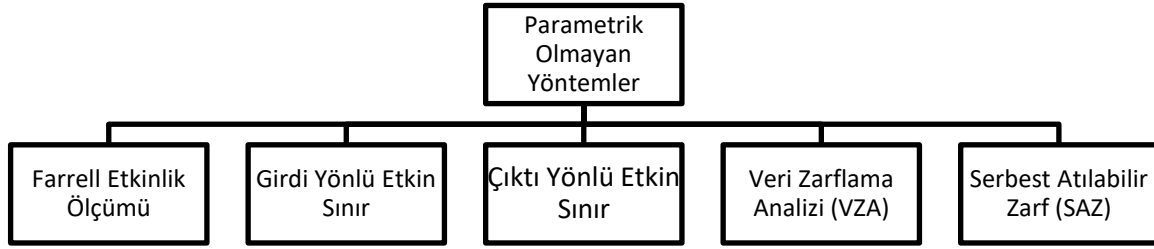
Girdi ve çıktı değişkenlerinin niteliklerinin farklı olması verimlilik ve etkinlik hesaplamalarında zorluklara neden olmaktadır. Günümüzde kullanılan birbirinden farklı veri kaynakları ve sonucunda elde edilen birçok farklı ürünün etkinliğinin hesaplanması oldukça zordur [32].

Parametrik olmayan yöntemler parametrik yöntemlerdeki eksiklerin giderilmesi amacıyla ortaya çıkmıştır. Bu yöntemde, matematiksel modelleme ve doğrusal programlama tekniği çözüm olarak benimsenmiştir. Bu teknikle elde edilen etkinlik değerlerinin, etkinlik sınırına olan uzaklıklarını ölçen ve etkinlik sınırından olan sapmaları etkinsizlik olarak belirten yöntemdir [6-7].

Parametrik olmayan yöntemlerin avantajları şunlardır:

- Parametrik yöntemlerdeki gibi varsayım yapma zorunluluğu yoktur.
- Bir prosesin bütün olarak değerlendirilmesine olanak sağlar yani aynı anda birden çok bağımsız değişken ile bağımlı değişken kullanılabilir.
- Farklı durumlara uyum yeteneği yüksektir.
- Elde edilen etkinlik skorları tüm skorlar için üst sınır oluşturur ve bu sınırdan sapan tüm gözlemler etkinsiz sayılır [6].

Çizelge 5.2. Parametrik olmayan yöntemlerde etkinlik ölçümleri



Farrell etkinlik ölçümü, tek girdi ve tek çıktının olduğu sistemlerde parametrik olmayan etkinlik ölçümüdür.

Girdi yönlü etkin sınır, iki tane girdinin ve bir tane çıktının olduğu sistemlerde parametrik olmayan etkinlik ölçümüdür.

Çıktı yönlü etkin sınır, Bir tane girdinin ve iki tane çıktının olduğu sistemlerde parametrik olmayan etkinlik ölçümüdür.

Veri zarflama analizi (VZA), en yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemidir. 1978 de Charnes Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilmiştir. Çok sayıda girdi çıktı değişkenlerinin kullanıldığı banka, hastane, oku, ülkeler, şehirler, üniversite gibi birimlerin etkinliklerini ölçmeye yarar. Etkinliklerini ölçümlerle tespit eder ve etkinsizlere etkin hale gelebilmeleri için iyileştirme önerilerinde bulunmaktadır.

Serbest Atılabilir Zarf (SAZ), veri zarflama analizinin özel bir durumudur. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımında kullanılır. Gözlem noktalarını içeren alan, üretim kümesinde bulunmakta olup bu özelliğiyle VZA'dan ayrılmaktadır [6-7].

5.3. Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Oran analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler etkinlik ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ölçüm yöntemleri kendi içlerinde tutarlı olup birbirleriyle kıyaslandığında ise güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Asıl önemli olan konu ölçülmek istenen durum ve konuya uygun metodun seçilmesidir [7]. Çizelge 5.3'de etkinlik ölçme yöntemleri özet olarak verilmiştir.

Çizelge 5.3. Etkinlik ölçme yöntemleri özeti

YÖNTEM SINIFI			
Karşılaştırma Ölçütleri	ORAN ANALİZİ	PARAMETRİK YÖNTEMLER	PARAMETRİK OLMAYAN YÖNTEMLER
Çözüm Metodu	Oranlamalar	Regresyon	Matematiksel Programlama
İçerik	Tek Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Çok Çıktı (Çok Boyutlu)
Veri Temini	Basit	Basit (Ölçümü yapılacak birim analitik forma uygun olmalı)	Detaylı (Kullanılacak girdi ve çıktılara bağlı)
Uygulama	Kolay	Kolay	Kolay (Detaylı)
Performans Ölçümüne Uygunluğu	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

6. UYGULANAN YÖNTEM

6.1. Veri Zarflama Analizi

Ülkeler, kamu kurumları, özel şirketler hatta vakıf kuruluşları bile kendi performanslarını aynı düzeyde bulundukları kuruluşlar ile kıyaslamak isterler. Mevcut performansı değerlendirmek, gelişme kaydetmek için karşılaştırmalar yaparak, kuruluşlarının neden etkin(siz) çalıştıklarını anlamak gerekir. Veri Zarflama Analizi, “birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda, Karar Verme Birim’lerinin göreceli etkinliğin ölçmeyi amaçlayan parametrik olmayan doğrusal programlama tabanlı bir matematiksel teknik” olarak tanımlanabilir [33].

Veri zarflama analizi ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, ürettikleri mal veya hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiş olan parametrik olmayan bir etkinlik yöntemidir. Bu yöntemin sahip olduğu en önemli özellik, her karar verme birimindeki etkinsizlik (etkin olmama) miktarını ve kaynaklarını tanımlayabilmesidir. Bu özelliği ile yöntem etkin olmayan karar verme birimlerinde ne kadarlık bir girdi azaltma ve/veya çıktı miktarının ne kadar artırılması gerektiğine ilişkin olarak yöneticilere yol gösterebilir [27].

Veri Zarflama Analizinde kullanılan temel kavramlar aşağıda verilmiştir:

Girdi (İnput): Bir birim tarafından çıktı üretmek için kullanılan kaynağa girdi denmektedir.

Çıktı (Output): Üretim sürecinde girdilerin kullanılması sonucunda ortaya çıkan ürünlere denmektedir.

Karar Verme Birimi (KVB): Benzer girdilerden benzer çıktılar üreten performansları ölçen homojen yapıdaki birimlerdir.

Etkin/Etkinlik Sınırı: En iyi performansa sahip olan ve girdiyi verimli şekilde kullanarak ondan maksimum çıktı üreten karar verme birimlerinin etkinlik düzeylerinden oluşan

sınırdır. Sınırı belirleyen karar verme birimlerinin verimliliği %100 olup sınırda yer almayan karar verme birimlerinin verimliliği %100'ün altındadır [7].

Teknik Etkinlik (Technical Efficiency): Karar verme birimlerinden, eldeki girdi değerini en verimli şekilde kullanarak maksimum çıktının üretilmesidir.

Ölçek Etkinliği (Scale Efficiency): Ölçek etkinliği kısaca uygun ölçekte üretim yapmadaki başarı olarak tanımlanır. Ölçek etkinliği, toplam verimliliği (CCR modelinden) teknik verimliliğe (BCC modelinden) bölerek $OE = CCR/BCC$ şeklinde hesaplanır [27].

Toplam Etkinlik (Aggregate Efficiency) : En kısa tanımla etkinliğin ölçüsünü ifade eder. (Toplam Etkinlik = Teknik Etkinlik * Ölçek Etkinliği)

Etkinlik Skoru (Efficiency Score): VZA'da her bir karar verme birimi için değeri 0 ile 1 arasında değişen bir etkinlik skoru elde edilmektedir. En iyi performansı gösteren diğer bir ifadeyle etkin olan karar verme birimlerinin etkinlik skoru 1 (%100) iken etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinlik skoru ise 0 ile 1 (%100) arasında değişmektedir [7].

Hedef (Target): Etkin olmayan birimlerin, verimli durumda olabilmesi için sahip olduğu girdi ve çıktı miktarlarını ifade etmektedir.

Ölçeğe Göre Sabit Getiri (ÖGSG) (Constant Returns to Scale) (CRS): Tüm girdi bileşenlerindeki artışın çıktı bileşenlerinde de aynı oranda görünmesi durumudur.

Ölçeğe Göre Değişken Getiri (ÖGDG) (Variable Returns to Scale) (VRS): Karar verme birimine ait girdideki artışın çıktıdaki artışa eşit olmamasıdır. Bu artış girdideki artışa göre daha fazla veya daha az olabilmektedir. Ölçeğe göre artan getiri IRS (Increasing Returns to Scale), ölçeğe göre azalan getiri DRS (Decreasing Returns to Scale) olarak adlandırılmaktadır [7].

VZA kullanılmasıdaki amaçlar:

- Farklı birimlerin etkinliğe göre sınıflandırılabilmesi,
- Karar verme birimlerinden girdi veya çıktının etkinsizliğinin belirlenebilmesi ve etkinsizliğin nedeninin yorumlanabilmesi,

- İstenilen çıktıya ulaşmak için kaynaklarda sağlanması gereken değişikliklerin belirlenmesi,
- Birimlerin faaliyet ve politikalarının verimliliklerini değerlendirmek ve olumsuz koşullar kaynaklı (birimlerin kontrolü dışındaki) etkinsizlik ile yönetsel etkinsizliği ayırt etmek [33],
- Etkin karar verme birimleri kullanılarak, etkin olmayan karar verme birimlerinin girdi/çıktı değişkenleri saptanabilir,
- Geçmiş çalışma sonuçlarıyla karşılaştırılabilir olması.

Güçlü Yönler:

- Birden çok girdi ve çıktı değişkenleri kullanılabilir. (Girdi/Çıktı değişkenlerinin sayısında herhangi bir kısıtlama yoktur.)
- Farklı birimlerdeki girdi ve çıktı değişkenlerinin karşılaştırılmasına olanak sağlar böylelikle işletmelerin değişik boyutlarda eş zamanlı ölçülmesini sağlar.
- VZA'da prosesteki ilgili tüm girdi ve çıktılar tanımlandığı ve etkin olmayan karar verme birimlerine performanslarını artırmaya yönelik alternatif yollar belirlendiği için üretim sürecinin karar vericiler tarafından birçok yönden değerlendirilebilmesine ve doğru iyileştirmelerin yapılabilmesine olanak sağlamaktadır [33].
- Etkin olmayan karar verme birimleri için etkinlik seviyelerine ulaşabilmelerinin yolu ile ilgili önerilerde bulunarak, alternatif öneriler sunar. Araştırmacılar için hedef öneriler sunarak çalışma ortamı sağlar.
- Veri zarflama analizi ile tüm girdi ve çıktılar tanımlanarak sürecin daha iyi tanımlanmasını sağlar.
- VZA uygulamasında ihtiyaç duyulan veriler ve analiz sonuçları ile detaylı bir veri tabanı oluşturulabilmektedir ve böylelikle konu ile ilgili belgelendirme güçlenmektedir [33].
- VZA'da gerekli bilginin edinimi diğer yöntemlere göre daha kolay olmakla birlikte bilgi maliyeti de azdır [33].

Zayıf Yönler:

- VZA yöntemi veri hatalarına duyarlıdır, VZA parametrik bir yöntem olmadığı içinde istatistiksel testlerin uygulanması mümkün değildir. Hataya açık olduğu için verilerin seçilmesinde dikkatli olunmasını gerektirir.
- VZA’da Her bir karar verme birimi için ayrı bir doğrusal programlama modeli çözülmektedir. BU durum büyük boyutlu problemlerin çözümünde zaman almaktadır [36].
- VZA’da etkin karar verme birimlerin oluşturduğu referans kümesi baz alınarak görelilik etkinliğin ölçümü yapıldığından dolayı referans kümesindeki aşırı büyük veya küçük girdi ve çıktı değerlerine sahip birimler etkinlik sınırının oluşmasında ve etkinlik analizinin doğru yapılmasında problemlerin yaşanmasına neden olabilmektedir [34].
- Hatalı değişken seçimi VZA sonucunu büyük ölçüde etkileyeceği için hesaplamada değişkenlerin seçiminin doğru olduğuna emin olunmalıdır.
- VZA yöntemi ile hesaplanan etkinlik değerleri göreceli olduğundan bu birimlerin kendi başlarına değerlendirildiklerinde gerçekten verimli olup olmadıkları yoruma açıktır yani VZA sonuçları görecelilik çerçevesinde değerlendirilmelidir [33].

6.1.1. VZA’nın tarihsel gelişimi

1746 yılında tarihte ilk kez etkinlik kavramı Pierre Louis Maupertuis tarafından ortaya atılmıştır. Bu ilkeye göre cisim bir yerden başka bir yere gitmek için gidilebilecek tüm yollar arasından en az eylemle gideceği yolu seçer ve o yörüngeyi kullanır. 1750 yılında Kozmoloji Denemeleri isimli eserinde yer vermesiyle literatüre girerek aktivite analizi ve veri zarflama analizinin temellerini oluşturmuştur [37].

1957 yılında ise “Prodüktivite Etkinlik Ölçümü” adlı çalışmada parametrik olmayan yöntemlerle etkinlik analizi yeni bir metot olarak Farrel sunmuştur. Bu çalışma iki girdi ve tek çıktıdan meydana gelerek üretimde doğrusal denklem sistemi yardımıyla üretim etkinliği ölçülerek teknik etkinlik ile tahsis etkinliği tanımlanmış ve faaliyetlerin etkinliği ile etkinsizliği sorgulanmıştır.[7] Bu çalışma sonrasında birden çok çıktının ve birden çok girdinin olduğu çalışmalar için yol gösterici olmuştur.

1966 yılında Boles ve 1972 yılında Afrait tarafından üretim sınırının belirlenmesi için matematiksel programlama temelli görüşler öne sürülse de 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes'un çalışmasıyla ilk kez VZA terimi literatürde kullanılmış ve literatüre kazandırılmıştır. CCR modeli sabit getiri kabulüne dayanır ve veri zarflama analizi anlamında geliştirilen ilk modeldir.

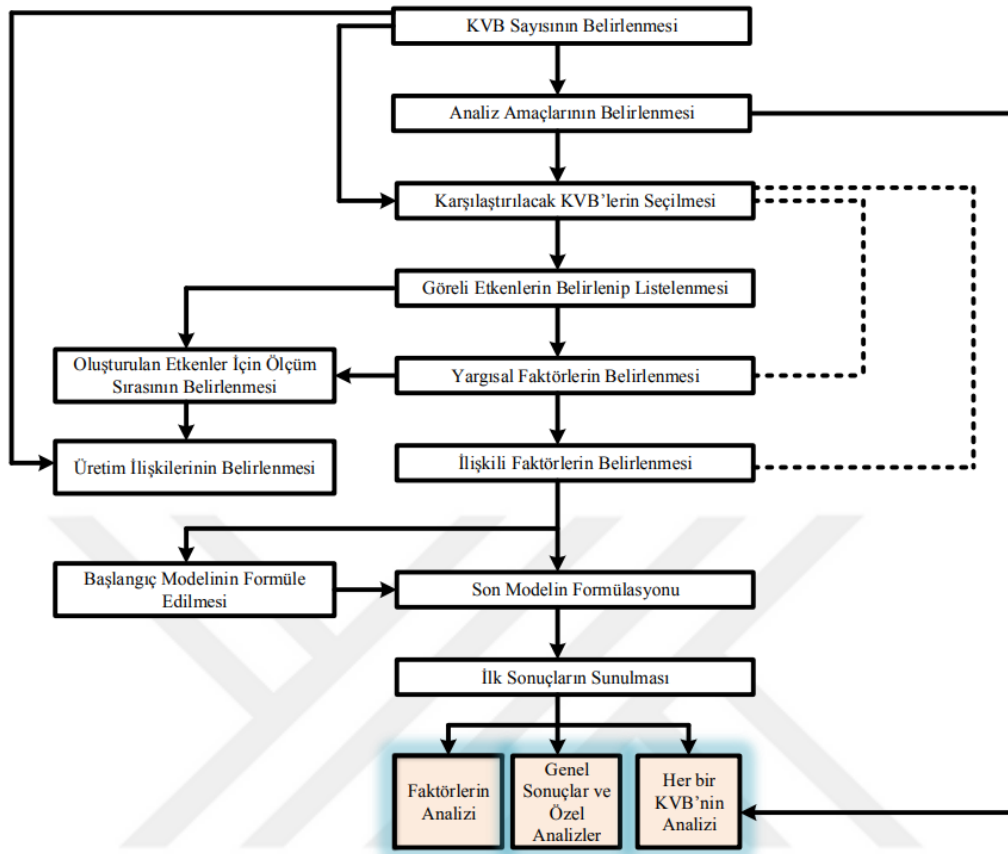
1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper isimlerini baş harfleriyle anılan BBC modelini oluşturmuşlardır. Bu modelde ölçeğe göre değişken getiri varsayımı kullanılmıştır. Ölçümde teknik etkinliğin, ölçek etkinliği ile saf teknik etkinlik bileşenlerinden oluştuğu ve bu bileşenlerin çarpımından elde edildiği gösterilmiştir [38].

Veri zarflama analizi yıllar içinde yapılan bilimsel çalışmalarda gelişmiş ve gelişmeye halen devam etmektedir. En önemli özelliği karar vericiler arasında etkinliğin belirlenmesi ve etkin olmayanların etkin olabilmesi için referans öneriler sunmasıdır. Günümüzde farklı sektörlerde sıklıkla tercih edilmektedir.

6.1.2. VZA uygulama aşamaları

Veri zarflama analizinin uygulanabilmesi için izlenmesi gereken adımları aşağıda 8 adımda özetlenmiştir. Şekil 6.1'de ise veri zarflama analizinin detaylı akış seması verilmiştir.

1. Karar verme birimlerinin belirlenmesi
2. Girdi/Çıktı değişkenlerinin belirlenmesi
3. Kullanılacak olan verilerin doğru ve güvenilir şekilde temin edilmesi
4. Kullanılacak veri zarflama metodolojisinin seçilmesi
5. Karar verme birimlerinin etkinlik değerlerinin belirlenmesi
6. Referans kümelerin oluşturulması
7. Etkin olmayan karar verme birimleri için potansiyel iyileştirmelerin belirlenmesi
8. Sonuçların analiz edilmesi



Şekil 6.1. Veri zarflama analizinin detaylı akış şeması [33]

Karar Verme Birimlerinin Belirlenmesi (KVB) :

Veri zarflama analizine başlamak için ilk ve en önemli adımdır. Kısaca analiz edilecek birimlerin belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Karar verme birimlerinin birbirlerine üretim teknolojileri çerçevesinde benzer olması ve bu karar verme birimlerinden oluşacak kümenin homojen olması ulaşılabilecek sonuçların doğruluğunun daha kuvvetli olması açısından son derece önemlidir [39]. Veri zarflama analizinde kullanılan KVB sayısı azaldıkça ve aynı zamanda kullanılan girdi ve çıktı sayısı arttıkça etkin olan KVB sayısı da artış göstermektedir, bu durum ise VZA'nın etkin olan ve olmayan KVB'leri ayırıştırma gücünü zayıflatmaktadır. Bu nedenle kullanılacak girdi ve çıktıların sayısına bağlı olarak analize dâhil edilecek KVB sayısının belirlenmesine yönelik bazı kurallar önerilmiştir [33]. Analizin güvenilir olması için KVB sayısının belirlenmesinde bazı kurallar ortaya atılmıştır bu kurallar şekil 6.2'de gösterilmiştir.

Yazar(lar)	Yapılan Çalışma	Ortaya Konan Görüş
Vassiloglou ve Giokas (1990)	A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: an Application of Data Envelopment Analysis	Karar verme birimi sayısı girdi ve çıktı toplamının minimum 3 katı olması gerekmektedir.
Bowlin (1999)	An Analysis of the Financial Performance of Defense Business Segments Using Data Envelopment Analysis	Her bir girdi ve çıktı için minimum 3 karar verme biriminin seçilmesi gerekmektedir.
Norman ve Stoker (1991)	Data Envelopment Analysis: The Assesment of Performance	Girdi-çıkıtı sayısının çokluğuna bağlı olmakla birlikte, deneyimlere dayanarak bu sayının minimum 20 olması gerekmektedir.
Boussofiane v.d. (1991)	Applied Data Envelopment Analysis	Kısıt olarak girdi sayısı m, çıktı sayısı da s ise minimum $m+s+1$ tane karar verme birimi olması gerektiği ifade edilirken karar verme sayısının değişken sayısının en az iki katı olması gerektiği de belirtilmektedir.
Dyson v.d. (2001)	Pitfalls And Protocols in DEA	Karar verme sayısı girdi ve çıktıların toplamının minimum 2 katı olması gerekmektedir.
Cooper v.d. (2004)	Sensitivity analysis in DEA	n adet karar verme birimi, m adet girdi ve s adet çıktı olmak üzere, $n \geq \max (mxs, 3x(m + s))$ olmalıdır.

Şekil 6.2: KVB belirlenmesi çalışmalar [7]

Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi:

VZA“da etkinliğin ölçümünde girdi ve çıktıların kullanılması analizin temelini oluşturmaktadır. Girdi ve çıktıların doğru seçilmesi analizin doğruluğu açısından çok önemlidir. Girdi ve çıktıların seçimi amaca göre farklılık gösterebilir, amacı en iyi açıklayan girdi ve çıktıların seçilmesi önemlidir. Girdi, çıktı değerlerinin negatif değer içermemesi gerekir, negatif değerler pozitif değere dönüştürülür.

Kullanılacak Olan Verilerin Doğru ve Güvenilir Şekilde Temini:

VZA“da girdi ve çıktılar değerlerinden herhangi bir karar verme birimi için bu verilere ulaşılamıyorsa veya verilerin güvenilir olup olmadığından şüpheleniliyorsa o karar verme birimi ya analizden çıkarılır ya da başka girdi/çıkıtı değişkenleri belirlenmeye çalışılır. Fakat VZA“nın yapısı gereği bir karar verme birimi analizden çıkarılırsa diğer karar verme

birimlerinin göreceli etkinlik değeri değişecektir. Bu sebeple en başta veri güvenliğinin ve kalitesinin yüksek olduğu girdilerin ve çıktıların belirlenmesi analiz güvenilirliği açısından çok büyük önem taşımaktadır [34].

Kullanılacak Veri Zarflama Metodolojisinin Seçilmesi:

Girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere iki tür VZA bulunmaktadır. Girdi yönlü model, en etkin şekilde, en fazla çıktıyı elde etmek için kullanılabilecek en uygun girdi bileşimini oluşturmaya çalışır. Yani, belirli bir çıktı düzeyini ölçmek için etkinliği ölçülen karar birimine ait girdilerin ne kadar azaltılabileceği araştırılmaktadır. Çıktı yönlü model ise, belirli bir girdi bileşimini kullanarak, en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırır modellerdir. VZA'nın temeli doğrusal programlama olduğu için analizinde doğrusal programlama çözümlerinde kullanılan LINDO, QSB, STORM gibi programlar kullanılabildiği gibi, EMS, IDEAS, DEAP, ETAKS, Warwick-Windows-VZA, PIONEER gibi Windows altında çalışan programlar, raporlama ve sunum olanaklarının geniş olması sebebiyle daha çok tercih edilmektedir [34].

Referans Kümelerin Oluşturulması:

VZA'da karar verme birimlerinin analizi ile etkin ve etkin olmayan karar verme birimleri belirlenmektedir. Analiz sonucunda etkin olmayan karar verme birimleri etkin olmak için kendilerini etkin karar verme birimlerine benzetmeye çalışmaktadır. Etkin olmayan karar verme birimlerinin benzetmeye çalıştıkları etkin karar verme birimleri ise o birimlerin referans kümesini oluştururken referans kümesinin oluşumunda ise herhangi bir sınırlama yoktur [7].

Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Potansiyel İyileştirmelerin Belirlenmesi:

Etkin olmayan karar verme birimleri etkin karar verme birimlerini örnek almaktadır. Ana hedef, genel olarak etkin olmayan KVB'nin referans kümesinde bulunan etkin birimlerin ağırlıklı ortalamasıdır.

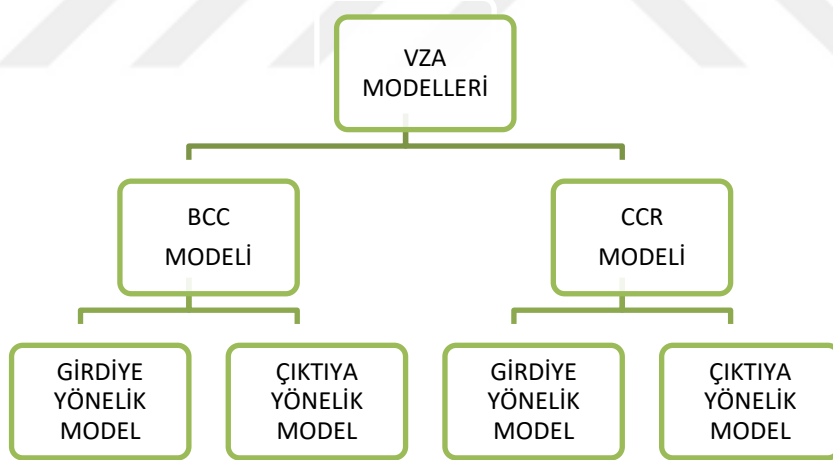
Sonuçların Analiz Edilmesi:

VZA’de karar verme birimleri incelenerek, genel bir değerlendirme yapılmaktadır. Etkin olmayan karar verme birimleri araştırılarak hedef değere ulaşmak için öneriler sunar.

6.2. Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri

Veri Zarflama Analizinin temeli doğrusal programlama yöntemine dayanmaktadır, bu sebeple Veri Zarflama Analizi doğrusal programlamanın tüm özelliklerini taşır. Veri Zarflama Analizinde de amaç belirli kısıtlar altında fonksiyonu maksimize yada minimize etmektir.

1957 yılında Farrell Veri Zarflama Analizinden ilk olarak bahsetmiştir Veri Zarflama Analizi yıllar içerisinde Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilmiştir. Şekil 6.3’de Veri Zarflama Analizi modelleri verilmiştir.



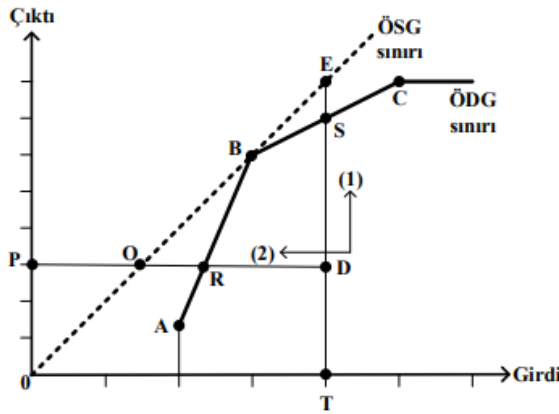
Şekil 6.3. VZA modelleri

Veri Zarflama Analizi girdiye ve çıktıya yönelik olarak iki yönlü kullanabilme özelliğine sahiptir. Girdiye yönelik Veri Zarflama Analizi modelleri; belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırır. Çıktıya yönelik Veri Zarflama Analizi modelleri ise belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırır. Yani herhangi bir girdi bileşimi için etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin hale getirilmesi için

çıktıların ne kadar arttırılması gerektiğini belirlemeye çalışır. Amaç çıktıların maksimize edilmesidir [40].

CCR Modeli Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 de geliştirilen ölçeğe göre sabit getiri yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda karar verme birimlerinin toplam teknik etkinlikleri (TTE) hesaplanmaktadır. BCC Modeli ise Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 de geliştirilen ölçeğe göre değişken getiri yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda karar verme birimlerinin toplam saf teknik etkinlikleri (STE) hesaplanmaktadır.

$$STE \geq TTE$$



Şekil 6.4. VZA etkinlik sınırları

C, B, G, Ç sembolleri sırasıyla ÖSG, ÖDG, girdi ve çıktı yönelimlerini ifade etmektedir. Etkin olmak için sınır çizgileri üzerinde olmak gerekmektedir ve sınıra daha yakın olan KVB görel olarak daha etkindir. Buna göre ölçek ve yönelim türüne göre KVBD ya “1” yönünde çıktıları arttırmalı ya da “2” yönünde girdilerini azaltmalıdır. KVBS, BCC modeline göre etkindir. KVBB ise hem BCC hem de CCR modeline göre etkindir, yani ölçek etkindir [33].

6.2.1. Charnes Cooper Rhodes (CCR) modeli

CCR Modeli Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 de geliştirilen ölçeğe göre sabit getiri yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda karar verme birimlerinin toplam teknik etkinlikleri (TTE) hesaplanmaktadır. Bu yöntemin kullanılabilmesi için karşılaştırılacak proseslerin girdi-çıkıtı niteliklerinin aynı ve pozitif olması gerekmektedir [2]. Etkinlik ölçüsü girdi ve çıktı değişkenlerine bağlıdır, aşağıdaki eşitlikteki gibi tanımlanabilir [41].

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{Çıktıların ağırlıklı toplamı}}{\text{Girdilerin ağırlıklı toplamı}}$$

Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) Modelinde girdi yönlü ve çıktı yönlü olmak üzere iki model vardır, Bunlar ;

Girdiye Yönelik Ccr Modeli

Girdiye yönelik CCR Modelinde belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırır. Kısaca girdiye yönelik CCR Modeli tasarruf eğilimli bir model diyebiliriz.

Bu modele göre ;

$$maks\theta = \frac{\sum_{r=1}^s (u_r y_{r0})}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{i0})}$$

X_i : 0. karar verme birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı ve $X_{i0} > 0$

Y_r : 0. karar verme birimi tarafından kullanılan r. çıktı miktarı ve $Y_{r0} > 0$

V_{i0} : 0. karar verme biriminin i. girdisinin ağırlığı

U_{r0} : 0. karar verme biriminin r. çıktısının ağırlığı

Burada, Bir karar verme biriminin ağırlıklarını diğer karar verme birimleri de kullandığında etkinliklerinin yüzde yüzü geçmemesi için birden küçük ve eşittir kısıttı eklenerek aşağıdaki denklem elde edilir

$$maks\theta = \frac{\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj})}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{ij})} \leq 1 ; j = 1, \dots, n$$

$$v_i u_r \geq 0 ; r = 1, \dots, s ; i = 1, \dots, m$$

Kesirsel modelin sonsuz sayıda çözüm vermesini engellemek için modele $v_i x_{i0}=1$ ve $u_r y_{r0}=1$ kısıtları eklenerek, CCR tabanlı girdi yönelimli yaklaşımların doğrusal (primal-birincil) modelinin matematiksel eşitliği aşağıdaki şekildedir [33].

$$max h_o = \sum_{r=1}^s (u_r y_{r0}) \quad \text{için,}$$

$$\sum_{i=1}^m (v_i x_{i0}) = 1$$

$$\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj}) \leq \sum_{i=1}^m (v_i x_{ij})$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$$j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s$$

Çıktıya Yönelik Ccr Modeli

Çıktıya yönelik CCR Modelinde girdi değerlerinin sabit tutularak maksimum çıktı miktarlarının ne kadar artırılması konusunda analiz yapan bir modeldir. CCR modelinde ağırlıklandırılmış girdilerin yine ağırlıklandırılmış çıktılara bölünmesi işleminin minimize edilmesi söz konusudur işte bu, çıktıya yönelik olan CCR modelinin girdiye yönelik olan CCR modelinden farkını oluşturmaktadır [37].

Bu modele göre;

$$min h_o = \frac{\sum_{i=1}^m (v_i X_{i0})}{\sum_{r=1}^s (u_r y_{r0})}$$

X_i : 0. karar verme birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı

Y_r : 0. karar verme birimi tarafından kullanılan r. çıktı miktarı

V_{i0} : 0. karar verme biriminin i. girdisinin ağırlığı

U_{r0} : 0. karar verme biriminin r. çıktısının ağırlığı

Çıktıya yönelik CCR modelinin doğrusal programlama modelinin formülasyonu aşağıdaki şekilde verilmiştir:

$$minho = \frac{\sum_{i=1}^m (v_i x_{io})}{\sum_{r=1}^s (u_r y_{ro})} \text{ için,}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^m (v_i x_{ij})}{\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj})} \geq 1$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon ; j = 1, \dots, n ; i = 1, \dots, m ; r = 1, \dots, s$$

Kesirsel modelin sonsuz sayıda çözüm vermesini engellemek için modele $v_i x_{io}=1$ ve $u_r y_{ro}=1$ kısıtları eklenerek, CCR tabanlı çıktı yönelimli yaklaşımların doğrusal (primal-birincil) modelinin matematiksel eşitliği aşağıdaki şekildedir [33].

$$minh_o = \sum_{i=1}^m (v_i x_{io}) \text{ için,}$$

$$\sum_{r=1}^s (u_r y_{ro}) = 1$$

$$\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj}) \leq \sum_{i=1}^m (v_i x_{ij})$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$$j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s$$

6.2.2. Banker, Charnes ve Cooper (BCC) modeli

BCC Modeli Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 de geliştirilen ölçeğe göre değişken getiri yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda karar verme birimlerinin toplam saf teknik etkinlikleri (STE) hesaplanmaktadır. Banker, Charnes ve Cooper çalışmalarında, CCR modeli ile bulunan teknik etkinliğin, ölçek etkinliği ile karışmış olduğunu belirlemiş, teknik etkinliğin ölçek etkinliği ve saf teknik etkinlik olarak ayrılması gerektiğini göstermiştir. Bu nedenle ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında BCC modeli ile saf teknik etkinlik bulunabilmektedir.

Banker, Charnes ve Cooper (BCC) Modelinde girdi yönlü ve çıktı yönlü olmak üzere iki model vardır, Bunlar;

Girdiye Yönelik BCC Modeli

Girdiye yönelik BCC Modelinde belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırır. BCC (Banker, Charnes, Cooper) modelinin CCR modelinden farklı bir yönü, BCC modelinin teknik etkinlik skorlarını (değerlerini) elde etmek istemesidir.

BCC oransal formunun CCR modelinden farklı bir diğer yönü ise, girdi yönlü BCC modeline u_o değişkeninin ve dual modelde ise $\lambda = 1$ kısıtının eklenmesidir. Bu kısıt, $\lambda_j \geq 0$ şartı ile birlikte, b adet karar verme biriminin çeşitli şekillerdeki kombinasyonlarının, içbükey bir verimlilik üst sınır çizgisi dâhilinde gerçekleşebilmesini sağlamaktadır. BCC modelinde ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında karar verme birimlerinin oluşturduğu olası çözüm bölgesi konveks (dışbükey) bir yapı oluştururken, CCR modelinde sabit ölçek getirisi varsayımı ile konik bir yapı oluşmaktadır [34].

$$makho = \frac{\sum_{r=1}^s (u_r y_{ro} - u_o)}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{io})} \text{ için,}$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj} - u_o)}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{ij})} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0 ; j = 1, \dots, n ; i = 1, \dots, m ; r = 1, \dots, s$$

$v_{io}=1$ ve $u_{ro}=1$ kısıtları eklenerek, BCC tabanlı girdi yönelimli yaklaşımların doğrusal (primal-birincil) modelin matematiksel eşitliği [33]

$$makho = \sum_{r=1}^s (u_r y_{ro} - u_o) \text{ için,}$$

$$\sum_{i=1}^m (v_i x_{io}) = 1$$

$$\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj} - u_o) \leq \sum_{i=1}^m (v_i x_{ij})$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$$J=1,\dots,n \quad i=1,\dots,m \quad r=1,\dots,s$$

“Primal (birincil)” doğrusal programlama modeli olarak isimlendirilirken ikizine “dual (ikincil)” adı verilir. VZA modeli kesirsel, birincil ve ikincil modellerden oluşur. Primal ve dual problemlerin en uygun çözüm değerleri birbirinin aynısıdır. Bazı doğrusal programlama modellerinde primal model yerine dual model kullanarak daha az hesaplama yapılır. Bu durum VZA modelleri içinde geçerlidir. VZA’da dual model sonuçları etkin olmayan birimlerin etkinliğini arttırmada (referans kümelerinin oluşumu) önemli bir yere sahiptir. Girdi yönelimli VZA (dual-ikiz) modelinin matematiksel eşitliği [35] ;

$$S_{io}^-$$

$$\min h_o = \theta_o - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_{io}^- - \varepsilon \sum_{r=1}^s S_{io}^+$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_{io}^- = \theta_o x_{io}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} + S_{ro}^+ = y_{ro}$$

$$\lambda_j, S_{io}^-, S_{ro}^+ \geq 0$$

$$J=1,\dots,n \quad i=1,\dots,m \quad r=1,\dots,s$$

Çıktıya Yönelik BCC Modeli

Çıktıya yönelik BCC Modelinde girdi değerlerinin sabit tutularak maksimum çıktı miktarlarının ne kadar artırılması konusunda analiz yapan bir modeldir. BCC modelinde ağırlıklandırılmış girdilerin yine ağırlıklandırılmış çıktılara bölünmesi işleminin minimize edilmesi söz konusudur.

BCC (Banker, Charnes, Cooper) modelinin CCR modelinden farklı bir yönü, BCC modelinin teknik etkinlik skorlarını (değerlerini) elde etmek istemesidir.

$$minho = \frac{\sum_{i=1}^m (v_i x_{io} - v_o)}{\sum_{r=1}^s (u_r y_{ro})} \text{ için,}$$

$$\frac{\sum_{r=1}^m (v_i x_{ij} - v_o)}{\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj})} \geq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

$$J=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s$$

$v_{io}=1$ ve $u_{ro}=1$ kısıtları eklenerek, BCC tabanlı çıktı yönelimli yaklaşımların doğrusal (primal-birincil) modelin matematiksel eşitliği [33] :

$$minh_o = \sum_{i=1}^m (v_i x_{io} - v_o) \text{ için,}$$

$$\sum_{r=1}^s (u_r y_{ro}) = 1$$

$$\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj} - u_o) \leq \sum_{i=1}^m (v_i x_{ij} - v_o)$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$$J=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s$$

“Primal (birincil)” doğrusal programlama modeli olarak isimlendirilirken ikizine “dual (ikincil)” adı verilir. VZA modeli kesirsel, birincil ve ikincil modellerden oluşur. Primal ve dual problemlerin en uygun çözüm değerleri birbirinin aynısıdır. Bazı doğrusal programlama modellerinde primal model yerine dual model kullanarak daha az hesaplama yapılır. Bu durum VZA modelleri içinde geçerlidir. VZA’da dual model sonuçları etkin olmayan birimlerin etkinliğini arttırmada (referans kümelerinin oluşumu) önemli bir yere sahiptir. Çıktı yönelimli VZA (dual-ikiz) modelinin matematiksel eşitliği [35] ;

$$mah_o = \theta_o - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_{io}^- - \varepsilon \sum_{r=1}^s S_{ro}^+$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_{io}^- = x_{io}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_{io}^+ = \theta_o y_{ro}$$

$$\lambda_j, S_{io}^-, S_{ro}^+ \geq 0$$

$$J=1,\dots,n \quad i=1,\dots,m \quad r=1,\dots,s$$

6.3. Süper Etkinlik Modeli

Veri zarflama modelleri olan “CCR ve BCC “ de etkinlik ölçümü yapılırken etkin karar birimlerine “1” etkinlik skor değeri atanırken etkin olamayan karar verme birimlerine “0-1” arasında bir değer verilir. Charnes ve diğerleri (1978) tarafından oluşturulan radyal model, etkin KVB’leri sıralamak için Andersen ve Petersen (1993) tarafından “Süper Etkinlik (SE) Modeli” olarak geliştirilmiştir. Bu yöntemde, etkinsiz birimler için ağırlıklar ve etkinlik skorları aynı kalırken, değerlendirmede olan KVB referans kümesinden çıkartılır [1-15].

Girdiye Yönelik Radyal Süper Etkinlik Modeli

$$\min h_o^s = \theta_o - \varepsilon e S_{io}^- - \varepsilon e S_{ro}^+ \quad \text{için,}$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=1, \neq o}^n \lambda_j x_{ij} + S_{io}^- &= \theta_o x_{io} \\ \sum_{j=1, \neq o}^n \lambda_j y_{rj} - S_{ro}^+ &= y_{ro} \\ \lambda_j, S_{io}^-, S_{ro}^+ &\geq 0 \\ j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s \end{aligned} \right\}$$

Çıktıya Yönelik Radyal Süper Etkinlik Modeli

$$\max h_o^s = \phi_o + \varepsilon e S_{io}^- + \varepsilon e S_{ro}^+ \quad \text{ için,}$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=1, \neq o}^n \lambda_j x_{ij} + S_{io}^- &= x_{io} \\ \sum_{j=1, \neq o}^n \lambda_j y_{rj} - S_{ro}^+ &= \phi_o y_{ro} \\ \lambda_j, S_{io}^-, S_{ro}^+ &\geq 0 \\ j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m \quad r = 1, \dots, s \end{aligned} \right\}$$

7. UYGULAMA

7.1. Uygulama Modelleri ve Materyal

Bu çalışmada, 2019-2020 yılları arasında Türkiye’deki 81 ile ait enerji, nüfus, mesken, enerji kimlik belgesi, CO2 salınımı ve GYSH ilişkin veriler kullanılmıştır. 81 İldeki meskenlerin etkinlik performanslarının hesaplanmasında oluşturulan modellerde, nüfus, GYSH, konut sayısı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanından, enerji tüketimi Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) veri tabanından, enerji kimlik belgesi almış bina sayısı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) veri tabanından kullanılarak elde edilmiştir. İllerin nüfusları da analizlere dahil edilmiştir. Negatif değerlere sahip olabilen nüfus artış hızı ve kişi başına düşen GYSH artışı istatistiksel yönden anlamlı olacak şekilde pozitif değerlere dönüştürülmüştür.

Bu çalışma kapsamında Türkiye’deki 81 ilde bulunan meskenlerin enerji performanslarını geniş bir çerçevede analiz etmek için 4 farklı model oluşturulmuştur. Bu modeller;

- Model 1: “Enerji tüketimi başına çevresel performans”,
- Model 2: “Meskenlerdeki enerji tüketim performansı”,
- Model 3: “Mesken başına düşen enerji tüketim performansı”,
- Model 4: “Enerji kimlik belgesi etkinliği performansı”.

Modellerde kullanılan değişkenler çizelge 7.1’de verilmiştir;

Çizelge 7.1. Modellerin girdilerinin ve çıktıların tanımlayıcı istatistikleri

DEĞİŞKEN	ORTALAMA	STANDART SAPMA	MİNİMUM	MAKSİMUM
NÜFUS ARTIŞ HIZI (%)	13,998	1,942	0,01	16,3106
KİŞİ BAŞINA DÜŞEN MESKEN SAYISI (Adet)	0,514	0,131	0,252	0,847
KİŞİ BAŞINA GYSH (\$)	6685,307	2229,750	2900,708	13913,585
KİŞİ BAŞINA GYSH ARTIŞI (%)	28,543	5,5369	0,01	40,854
BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİ (MWh)	260266,497	429325,351	8558,5	3181327,85
KİŞİ BAŞINA BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİM (MWh/Kişi)	0,243	0,131	0,071	0,773
ISITMA-SOĞUTMADA YENİLENEBİLİR GES	0,065	0,073	0	0,325
ISITMA-SOĞUTMADA YENİLENEBİLİR RES	0,139	0,285	0	1,996
MESKENLERDEKİ ENERJİ TÜKETİMİ (MWh)	59111,526	116327,696	3756,26	914376,04
MESKENLERDEKİ CO2 EMİSYONU (MWh/kg)	32806,897	64561,871	2084,724	507478,702
MESKEN BAŞINA ENERJİ TÜKETİMİ (MWh)	0,103	0,026	0,053	0,182
ENERJİ KİMLİK BELGESİ ALMIŞ MESKEN SAYISI (Adet)	7420,111	12970,045	241	85920
NÜFUS	1032276,074	1872575,818	81910	15462452
BİNA SAYISI	485279,272	792555,192	47397	6375952

Bu çalışmada, illerdeki meskenlerin enerji göstergeleri temel alınarak 81 ilin göreceli etkinliklerinin değerlendirilmesi amacıyla VZA metodundan yararlanılmıştır. Çizelge 7.2’de çalışmada kullanılan değişkenler verilmiştir. Çalışma sırasında etkinlik ölçme sistemi olan EMS (sürüm 1.3) programları kullanılmıştır. EMS etkinlik ölçüm programı, MS Excel’de hazırlanan veri dosyaları ile çalışan bir programdır. Bu paket programının sağlıklı bir şekilde çalışması için veri setinin çok büyük sayılar ile negatif sayılar içermemesi gerekmektedir. Aksi takdirde program, analizin yapılmasına imkân vermemektedir [7].

Çizelge 7.2. Modellerde kullanılan değişkenler

MODELLER	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4
DEĞİŞKEN	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç
KİŞİ BAŞINA /MESKEN SAYISI			G	G
NÜFUS ARTIŞ HIZI (%) (2019-2020)	G	G	G	
KİŞİ BAŞINA GYSH (\$) (2020)	G	G	G	
KİŞİ BAŞINA GYSH ARTIŞI (%) (2019-2020)	G	G	G	
BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİ (2020 MWh)	G	G	G	
KİŞİ BAŞINA BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİ (2020 MWh)	G	G	G	
ISITMA-SOĞUTMADA YENİLENEBİLİR GES KULLANIMI	G	G	G	G
ISITMA-SOĞUTMADA YENİLENEBİLİR RES KULLANIMI	G	G	G	G
MESKENLERDEKİ CO2 EMİSYONU	Ç			G
MESKENLERDEKİ ENERJİ TÜKETİMİ (2020 MWh)		Ç		G
MESKEN BAŞINA ENERJİ TÜKETİMİ (MWh)			Ç	G
ENERJİ KİMLİK BELGESİ ALMIŞ MEİSKEN SAYISI				Ç

Seçilen girdi/çıktı bileşimlerine bağlı olarak Model 1, Model 2 ve Model 3 için girdiye yönelik; Model 4 için çıktıya yönelik VZA yaklaşımı tercih edilmiştir. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayalı etkinlik değerleri yerel etkinlik değerlerini kapsadığından bu çalışmada tüm modeller için genel etkinlik değerlerini hesaplayan ölçeğe göre sabit getiri varsayımı kullanılmıştır.

7.2. Uygulama Sonuçları

7.2.1. Model 1 sonuçları

Bu modelde çıktı için CO₂ değişkeniyle birlikte birçok girdi değişkeni kullanılarak, enerji tüketimi başına çevresel performans analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda, etkinlik skorları %100 olan yani 1 değerine sahip olan iller girdilerdeki değişkenlerini kullanarak minimum CO₂ emisyonu sağlamışlardır. Analizde illerin nüfus artış hızı, kişi başına düşen GYSH artışı, birincil enerji tüketimi, kişi başına düşen birincil enerji tüketimi, ısıtma-soğutmada kullanılan yenilenebilir enerji (RES, GES) ve meskenlerdeki CO₂ emisyonu verileri kullanılmıştır. Çizelge 7.3’de girdi ve çıktı değişkenlerine ait değerler verilmiştir. Bu çalışmada girdiye yönelik VZA için EMS paket programından yararlanılmıştır.

Yapılan analizle elde edilen sonuçlardan illerin SE skorları, etkinlik durumları ve referansları Çizelge 7.4’te, etkin illerin sıralaması Çizelge 7.5’de, girdi değerlerindeki fazlalıklar Çizelge 7.6’da verilmiştir.

Çizelge 7.3. Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

İller	Nüfus Artış Hızı (%) (2019-2020) {I}	Kişi Başına Gysh {I}	Kişi Başına Gysh Artışı (%) (2019-2020) {I}	Birincil Enerji Tüketimi {I}	Birincil Enerji Tüketim /Kişi Sayısı {I}	Isıtma-Soğut mada Yenile nebilir Ges {I}	Isıtma-Soğutm ada Yenilen ebilir Res {I}	Meskenlerd eki Co2 Emisyonu {O}
Adana	14,808	6269,664	29,069	656431,440	0,29	0,054	0,043	89207,581
Adıyaman	14,837	3808,667	27,070	113710,390	0,18	0,163	0,082	14392,771
Afyon	14,898	5958,478	26,148	185760,300	0,25	0,278	0,394	18674,934
Ağrı	13,738	3033,775	34,427	39103,780	0,07	0,009	0,065	9148,143
Aksaray	15,476	6891,185	38,104	151806,540	0,36	0,169	0,000	11196,559
Amasya	13,197	5949,431	26,771	56827,020	0,17	0,054	0,326	9615,064
Ankara	14,310	12130,33	29,043	1170159,090	0,21	0,028	0,004	182767,261

Çizelge 7.3. (devam) Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

Antalya	15,337	7232,392	0,010	717675,330	0,28	0,051	0,025	135710,18
Ardahan	12,690	6588,986	40,110	10869,080	0,11	0,006	0,000	2329,724
Artvin	13,076	8809,729	31,165	37023,080	0,22	0,000	0,000	5545,038
Aydın	14,610	5991,048	22,438	257150,390	0,23	0,096	0,417	48828,162
Balıkesir	14,829	7426,880	27,580	314594,840	0,25	0,048	1,071	48527,352
Bartın	14,248	5492,953	28,806	58470,040	0,29	0,001	0,000	5841,075
Batman	15,789	3720,586	20,972	81017,030	0,13	0,035	0,000	15198,842
Bayburt	10,423	5436,104	23,853	8558,500	0,10	0,076	0,000	2248,388
Bilecik	13,556	10014,557	31,964	169055,520	0,77	0,186	0,296	5769,675
Bingöl	14,579	4724,242	29,921	24287,590	0,09	0,089	0,160	5429,060
Bitlis	14,707	3883,365	31,455	36547,580	0,10	0,048	0,048	6090,243
Bolu	13,461	9295,657	29,375	89273,950	0,28	0,005	0,000	8580,611
Burdur	12,512	7229,089	29,258	77037,710	0,29	0,190	0,001	6884,875
Bursa	15,376	9375,831	22,529	1005489,09	0,32	0,008	0,036	98487,492
Çanakkale	13,768	9830,382	36,450	249488,800	0,46	0,018	1,996	19275,200
Çankırı	12,163	7195,121	40,854	43204,680	0,22	0,149	0,091	4636,392
Çorum	13,741	5423,489	29,850	74903,150	0,14	0,112	0,048	14046,423
Denizli	14,237	7693,087	26,422	318552,180	0,31	0,110	0,021	32991,814
Diyarbakır	15,422	3843,107	23,752	245923,880	0,14	0,033	0,000	41739,247
Düzce	14,776	7438,999	28,892	80391,640	0,20	0,002	0,000	9677,757
Edirne	12,397	7194,152	24,939	86371,320	0,21	0,010	0,859	11936,934
Elazığ	13,349	5928,880	36,590	122130,460	0,21	0,192	0,023	13669,056
Erzincan	13,745	8688,438	36,396	52921,720	0,23	0,107	0,077	6248,462
Erzurum	13,384	5175,627	29,336	71039,170	0,09	0,073	0,028	17332,095
Eskişehir	14,032	9259,817	26,672	276073,280	0,31	0,080	0,029	25891,505
Gaziantep	15,416	6762,551	34,627	715670,180	0,34	0,064	0,028	62027,216
Giresun	13,952	5290,787	28,557	60042,360	0,13	0,002	0,000	15271,103
Gümüşhane	0,010	5394,745	37,490	32435,090	0,23	0,004	0,000	3500,024
Hakkari	13,710	5100,613	28,016	20424,240	0,07	0,006	0,000	4837,291
Hatay	15,748	5366,588	27,935	414330,990	0,25	0,011	0,276	59091,649
İğdır	14,819	5420,045	32,659	17474,820	0,09	0,003	0,000	4073,273
Isparta	12,844	6726,431	24,829	90865,840	0,21	0,232	0,074	11994,388
İstanbul	13,514	13913,585	23,299	3181327,850	0,21	0,002	0,030	507478,702
İzmir	14,508	9944,837	25,529	1392421,070	0,32	0,033	0,278	209872,179
K.Maraş	15,098	5598,966	25,769	334253,400	0,29	0,001	0,114	26776,436
Karabük	11,930	6407,143	26,237	50643,840	0,21	0,002	0,033	7076,050
Karaman	14,528	7765,265	26,233	123040,520	0,48	0,002	0,064	6601,747
Kars	13,709	4795,527	35,288	26479,910	0,09	0,031	0,048	5362,998
Kastamonu	13,082	6979,383	34,019	84452,140	0,22	0,001	0,000	10828,488
Kayseri	14,878	7579,492	29,763	367001,620	0,26	0,058	0,137	39121,922
Kırıkkale	12,356	6145,964	21,252	47473,460	0,17	0,100	0,045	7865,105
Kırklareli	13,853	9654,987	28,011	193344,710	0,53	0,001	0,614	12189,376

Çizelge 7.3. (devam) Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

Kırklareli	13,853	9654,987	28,011	193344,710	0,53	0,001	0,614	12189,376
Kırşehir	13,923	6091,702	34,565	40251,330	0,17	0,113	0,226	6826,550
Kilis	14,092	5045,114	30,733	44466,010	0,31	0,132	0,201	4944,151
Kocaeli	16,144	13742,40	28,233	844961,940	0,42	0,002	0,093	51993,183
Konya	14,670	7007,069	29,717	861624,400	0,38	0,161	0,054	62081,939
Kütahya	13,437	6797,871	25,030	129620,610	0,22	0,122	0,046	14225,299
Malatya	14,629	5233,695	29,902	153464,600	0,19	0,085	0,065	19977,880
Manisa	14,574	8443,680	29,241	436083,730	0,30	0,111	0,308	46863,584
Mardin	15,780	5039,618	31,267	194845,400	0,23	0,036	0,000	20596,211
Mersin	15,419	7401,595	29,239	457455,270	0,24	0,081	0,081	75833,713
Muğla	15,673	8227,981	15,129	323453,330	0,32	0,100	0,386	55533,017
Muş	14,445	4073,630	31,511	36996,700	0,09	0,007	0,000	7666,864
Nevşehir	14,524	5595,609	19,025	84103,030	0,28	0,325	0,000	8944,646
Niğde	13,662	5852,593	25,071	143830,310	0,40	0,213	0,000	10747,137
Ordu	14,835	5048,900	27,114	111992,660	0,15	0,000	0,049	23758,795
Osmaniye	15,698	5066,954	28,613	359340,830	0,66	0,139	0,255	17297,041
Rize	14,214	6748,649	26,603	80031,420	0,23	0,000	0,000	12657,469
Sakarya	15,142	8194,511	25,610	309814,010	0,30	0,000	0,058	26496,072
Samsun	14,439	5880,118	28,330	297025,320	0,22	0,011	0,046	41117,741
Siirt	14,119	4386,270	25,233	40006,710	0,12	0,025	0,000	6609,878
Sinop	13,063	5397,740	29,158	31956,750	0,15	0,000	0,026	7044,737
Sivas	13,400	5908,785	27,917	128269,990	0,20	0,072	0,390	15810,790
Şanlıurfa	15,888	2900,708	26,506	549276,430	0,26	0,196	0,000	53171,109
Şırnak	15,418	4769,358	31,188	64892,320	0,12	0,051	0,000	8897,039
Tekirdağ	16,311	12006,169	28,489	627719,360	0,58	0,002	0,178	20511,413
Tokat	11,451	4606,451	29,509	76722,710	0,13	0,016	0,117	15213,732
Trabzon	14,242	6079,485	24,792	127553,840	0,16	0,000	0,014	28399,811
Tunceli	12,442	8559,236	33,496	10542,180	0,13	0,012	0,000	2084,724
Uşak	13,590	7454,825	29,151	157197,120	0,43	0,139	0,060	10580,736
Van	14,987	3139,782	27,410	81303,310	0,07	0,023	0,017	20151,201
Yalova	15,752	9564,869	30,604	68368,280	0,25	0,002	0,612	11753,646
Yozgat	13,380	5045,671	32,125	76014,140	0,18	0,094	0,006	10163,199
Zonguldak	13,066	6417,900	31,769	98871,620	0,17	0,000	0,074	17519,491

Çizelge 7.4’de gösterilen veriler illerin etkinlik sıralamasını vermek üzere SE skorlarını göstermektedir. Burada SE skoru %100’ün üzerinde olan iller süper etkin illeri ifade etmektedir. Çizelge 7.4’de görüldüğü gibi elde edilen referans iller etkin olmayan illerin hedef değerlerini belirlemede yardımcı olarak kullanılmaktadır. Bu sonuçlara göre, 81 ilin 11 tanesi etkin çıkarak etkinlik sınırını oluşturmuştur. Geriye kalan 70 il etkin değildir. Etkin olabilmek için referans aldığı iller ve oranları yanlarında verilmiştir. Trabzon ili etkin olmayan iller tarafından 38 kez referans alınarak en çok referans alınan il olmuştur, Ankara ve Şanlıurfa ili ise hiç referans alınmamıştır. Sinop ili %99,01 ile etkin olamaya en yakın il iken, Bilecik %16,18 ile etkinlik sınırına en uzak olan ildir.

Çizelge 7.4. İllerin etkinlik durumu

	İLLER	SKOR	ETKİNLİK DURUMU	BENCHMARK
7	Ankara	100,00%	ETKİN	0
8	Antalya	100,00%	ETKİN	31
15	Bayburt	100,00%	ETKİN	13
26	Diyarbakır	100,00%	ETKİN	8
34	Giresun	100,00%	ETKİN	33
35	Gümüşhane	100,00%	ETKİN	1
40	İstanbul	100,00%	ETKİN	12
65	Rize	100,00%	ETKİN	4
71	Şanlıurfa	100,00%	ETKİN	0
75	Trabzon	100,00%	ETKİN	38
78	Van	100,00%	ETKİN	16
69	Sinop	99,01%	ETKİN DEĞİL	75 (0,25)
31	Erzurum	98,22%	ETKİN DEĞİL	34 (0,10) 78 (0,79)
63	Ordu	96,60%	ETKİN DEĞİL	8 (0,01) 40 (0,00) 75 (0,79)
10	Artvin	94,70%	ETKİN DEĞİL	65 (0,44)
11	Aydın	93,91%	ETKİN DEĞİL	8 (0,21) 75 (0,61) 78 (0,12)
36	Hakkari	93,04%	ETKİN DEĞİL	15 (0,06) 34 (0,31)
4	Ağrı	92,61%	ETKİN DEĞİL	34 (0,44) 78 (0,12)
38	Iğdır	91,60%	ETKİN DEĞİL	15 (0,03) 34 (0,26)
14	Batman	91,47%	ETKİN DEĞİL	26 (0,18) 34 (0,52)
66	Sakarya	90,32%	ETKİN DEĞİL	75 (0,93)
41	İzmir	88,90%	ETKİN DEĞİL	8 (0,57) 40 (0,26) 75 (0,05)
17	Bingöl	87,51%	ETKİN DEĞİL	15 (0,33) 34 (0,31)
59	Muğla	87,04%	ETKİN DEĞİL	8 (0,34) 78 (0,48)
46	Kastamonu	86,09%	ETKİN DEĞİL	34 (0,28) 65 (0,52)
58	Mersin	85,59%	ETKİN DEĞİL	8 (0,47) 75 (0,42)
74	Tokat	84,14%	ETKİN DEĞİL	75 (0,24) 78 (0,41)
9	Ardahan	84,12%	ETKİN DEĞİL	15 (0,06) 34 (0,14)
60	Muş	81,43%	ETKİN DEĞİL	15 (0,06) 34 (0,49)
81	Zonguldak	79,58%	ETKİN DEĞİL	75 (0,62)
45	Kars	79,30%	ETKİN DEĞİL	15 (0,31) 34 (0,30)
37	Hatay	79,29%	ETKİN DEĞİL	8 (0,17) 40 (0,05) 75 (0,39)
12	Balıkesir	77,64%	ETKİN DEĞİL	8 (0,24) 75 (0,55)
76	Tunceli	77,43%	ETKİN DEĞİL	15 (0,12) 34 (0,12)
24	Çorum	75,76%	ETKİN DEĞİL	75 (0,01) 78 (0,69)
1	Adana	72,92%	ETKİN DEĞİL	8 (0,61) 40 (0,01)
67	Samsun	71,56%	ETKİN DEĞİL	8 (0,16) 40 (0,01) 75 (0,48)
79	Yalova	70,28%	ETKİN DEĞİL	34 (0,55) 75 (0,12)
6	Amasya	66,58%	ETKİN DEĞİL	34 (0,61) 78 (0,02)
50	Kırşehir	66,43%	ETKİN DEĞİL	15 (0,36) 34 (0,39)
48	Kırıkkale	65,48%	ETKİN DEĞİL	34 (0,41) 78 (0,08)
18	Bitlis	65,45%	ETKİN DEĞİL	15 (0,09) 34 (0,39)
27	Düzce	65,14%	ETKİN DEĞİL	26 (0,00) 34 (0,34) 65 (0,34)

Çizelge 7.4. (devam) İllerin etkinlik durumu

68	Siirt	64,88%	ETKİN DEĞİL	15 (0,12) 34 (0,42)
55	Malatya	60,19%	ETKİN DEĞİL	8 (0,04) 75 (0,37) 78 (0,20)
28	Edirne	59,20%	ETKİN DEĞİL	34 (0,02) 75 (0,23) 78 (0,25)
57	Mardin	59,11%	ETKİN DEĞİL	26 (0,42) 34 (0,21)
21	Bursa	58,24%	ETKİN DEĞİL	8 (0,09) 40 (0,15) 75 (0,39)
72	Şırnak	58,19%	ETKİN DEĞİL	26 (0,03) 34 (0,49)
39	Isparta	56,67%	ETKİN DEĞİL	75 (0,24) 78 (0,26)
43	Karabük	56,42%	ETKİN DEĞİL	34 (0,38) 75 (0,05)
70	Sivas	56,03%	ETKİN DEĞİL	8 (0,01) 75 (0,52)
80	Yozgat	55,63%	ETKİN DEĞİL	34 (0,32) 75 (0,14) 78 (0,07)
56	Manisa	55,52%	ETKİN DEĞİL	8 (0,29) 75 (0,25)
2	Adıyaman	55,36%	ETKİN DEĞİL	8 (0,02) 75 (0,10) 78 (0,43)
47	Kayseri	54,33%	ETKİN DEĞİL	8 (0,22) 75 (0,33)
61	Nevşehir	53,53%	ETKİN DEĞİL	26 (0,12) 34 (0,26)
13	Bartın	52,58%	ETKİN DEĞİL	34 (0,17) 65 (0,26)
25	Denizli	52,37%	ETKİN DEĞİL	8 (0,17) 75 (0,34)
19	Bolu	50,52%	ETKİN DEĞİL	26 (0,04) 34 (0,44) 35 (0,03)
29	Elazığ	50,47%	ETKİN DEĞİL	8 (0,00) 75 (0,47)
54	Kütahya	49,96%	ETKİN DEĞİL	8 (0,01) 75 (0,46)
3	Afyon	47,68%	ETKİN DEĞİL	8 (0,05) 75 (0,37) 78 (0,07)
32	Eskişehir	46,88%	ETKİN DEĞİL	8 (0,12) 75 (0,33)
33	Gaziantep	46,64%	ETKİN DEĞİL	8 (0,41) 40 (0,01)
30	Erzincan	46,38%	ETKİN DEĞİL	15 (0,08) 34 (0,40)
42	K.Maraş	44,86%	ETKİN DEĞİL	8 (0,01) 40 (0,03) 75 (0,33)
51	Kilis	43,65%	ETKİN DEĞİL	15 (0,11) 34 (0,31)
23	Çankırı	42,12%	ETKİN DEĞİL	15 (0,11) 34 (0,29)
53	Konya	40,25%	ETKİN DEĞİL	8 (0,32) 40 (0,04)
62	Niğde	40,21%	ETKİN DEĞİL	26 (0,19) 34 (0,18)
5	Aksaray	38,96%	ETKİN DEĞİL	26 (0,18) 34 (0,23)
20	Burdur	38,33%	ETKİN DEĞİL	8 (0,01) 34 (0,31) 75 (0,02)
22	Çanakkale	38,31%	ETKİN DEĞİL	8 (0,08) 75 (0,28)
52	Kocaeli	36,43%	ETKİN DEĞİL	8 (0,01) 40 (0,08) 75 (0,32)
77	Uşak	31,56%	ETKİN DEĞİL	8 (0,02) 75 (0,28)
49	Kırklareli	31,51%	ETKİN DEĞİL	8 (0,00) 40 (0,01) 75 (0,30)
64	Osmaniye	24,42%	ETKİN DEĞİL	8 (0,11) 75 (0,00) 78 (0,14)
44	Karaman	23,87%	ETKİN DEĞİL	34 (0,01) 75 (0,21) 78 (0,02)
73	Tekirdağ	18,91%	ETKİN DEĞİL	8 (0,00) 40 (0,03) 75 (0,18)
16	Bilecik	16,18%	ETKİN DEĞİL	8 (0,01) 75 (0,14)

Etkin (SE skorları %100 olan) olan iller EMS programındaki süper etkinlik modelinden yararlanılarak kendi içlerinde sıralanmıştır, bu sıralama Çizelge 7.5’de verilmiştir. %62990,09 ile Antalya ili en etkin il olurken, %103,29 ile Bayburt ili etkin iller arasında en düşük sıralamada yer aldı. Bu skorlar sadece etkin olan yani etkinlik skoru %100 olan illerin kendi içerisindeki sıralamasını göstermektedir.

Çizelge 7.5. Etkin İllerin sıralanması

İLLER	ETKİNLİK YÜZDELERİ
Antalya	62990,09%
Gümüşhane	10418,80%
İstanbul	1152,92%
Rize	297,98%
Trabzon	258,16%
Diyarbakır	227,07%
Ankara	183,07%
Şanlıurfa	168,78%
Giresun	157,11%
Van	116,65%
Bayburt	103,29%

Etkin olmayan iller etkin olabilmek için benchmark (benchmarktaki birinci rakam il sırasını, diğeri % değerini göstermektedir) değerlerine göre değişkenlerini ayarlamaları gerekecektir. Etkin olmayan illerin etkin olması için girdi değerlerindeki fazlalık değerleri Çizelge 7.6’da verilmiştir.

Çizelge 7.6 Girdilerdeki fazlalıklar

AYLAK DEĞER		GİRDİLERDEKİ FAZLALIKLAR						
	İller	Nüfus Artış Hızı (%)	Kişi Başına Gysh	Kişi Başına Gysh Artışı (%)	Birincil Enerji Tüketimi	Birincil Enerji Tüketim /Kişi Sayısı	Isıtma-S0ğutmada Yenilenebilir Ges	Isıtma-S0ğutmad a Yenilenebilir Res
69	Sinop	9,503	3877,869	22,960	68,290	0,108	0,000	0,023
31	Erzurum	0,149	2166,121	4,826	805,319	0,024	0,055	0,014
63	Ordu	3,431	173,782	7,528	4048,373	0,020	0,000	0,038
10	Artvin	6,822	5840,323	19,460	1809,255	0,116	0,000	0,000
11	Aydın	0,903	386,985	4,024	18874,331	0,066	0,083	0,401
36	Hakkari	8,760	3134,303	17,732	1297,598	0,025	0,000	0,000
4	Ağrı	5,800	329,054	18,572	2928,744	0,006	0,005	0,063
38	Iğdır	10,879	3881,358	24,519	1607,051	0,049	0,000	0,000
14	Batman	5,758	277,617	1,847	5528,704	0,036	0,028	0,000
66	Sakarya	1,898	2540,589	2,553	191188,939	0,151	0,000	0,045
41	İzmir	1,540	1900,867	18,226	149823,199	0,095	0,003	0,255
17	Bingöl	6,814	1290,184	13,196	2850,153	0,010	0,064	0,160
59	Muğla	3,265	4261,872	1,969	40418,129	0,193	0,072	0,369
46	Kastamonu	1,784	1988,665	12,189	26023,941	0,066	0,000	0,000
58	Mersin	2,229	1448,987	18,822	66575,252	0,046	0,057	0,064
74	Tokat	1,888	1860,064	12,320	12775,431	0,062	0,007	0,107
9	Ardahan	10,111	5522,109	34,681	1949,640	0,088	0,001	0,000
60	Muş	6,983	1154,978	16,087	7062,434	0,018	0,001	0,000
81	Zonguldak	4,237	2648,619	16,397	19788,239	0,070	0,000	0,065
45	Kars	6,293	1523,099	19,326	5814,067	0,020	0,007	0,048
37	Hatay	6,911	1070,403	17,099	83513,794	0,130	0,002	0,265
12	Balıkesir	3,315	2347,389	13,941	72198,149	0,100	0,036	1,058
76	Tunceli	9,518	7272,009	27,207	2310,077	0,098	0,003	0,000
24	Çorum	3,257	3196,244	10,689	17528,328	0,091	0,096	0,036
1	Adana	5,317	1718,769	28,830	186836,210	0,117	0,023	0,027
67	Samsun	5,014	1665,647	16,195	89158,146	0,097	0,003	0,035

Çizelge 7.6. (devam) Girdilerdeki fazlalıklar

6	Amasya	4,387	2659,255	8,803	18575,114	0,086	0,052	0,326
50	Kırşehir	4,729	2071,297	14,841	13753,750	0,076	0,085	0,226
48	Kırıkkale	5,437	3725,558	7,351	16351,828	0,110	0,097	0,044
18	Bitlis	8,328	1330,708	18,171	12360,795	0,043	0,040	0,048
27	Düzce	5,199	3345,591	10,138	32766,555	0,079	0,001	0,000
68	Siirt	7,009	1511,807	10,377	13761,899	0,052	0,015	0,000
55	Malatya	5,748	2067,034	15,246	61302,004	0,107	0,079	0,056
28	Edirne	5,095	4905,109	11,813	35507,262	0,155	0,004	0,852
57	Mardin	6,373	2314,447	15,294	78948,475	0,142	0,022	0,000
21	Bursa	6,414	4266,879	9,365	413953,135	0,207	0,004	0,024
72	Şırnak	8,119	2061,579	16,483	28093,847	0,051	0,049	0,000
39	Isparta	5,529	4451,011	11,752	39114,058	0,150	0,226	0,066
43	Karabük	5,917	4092,670	14,146	21450,051	0,149	0,001	0,032
70	Sivas	5,841	2675,128	15,025	54765,240	0,117	0,071	0,383
80	Yozgat	5,873	2281,706	17,597	33251,816	0,112	0,091	0,002
56	Manisa	6,566	4826,415	23,040	196069,424	0,180	0,096	0,297
2	Adıyaman	6,661	1705,964	12,804	51641,076	0,128	0,152	0,073
47	Kayseri	6,804	3982,135	21,580	167020,280	0,144	0,047	0,127
61	Nevşehir	9,046	3758,832	8,750	38981,151	0,224	0,320	0,000
13	Bartın	8,181	2838,871	17,035	27454,670	0,211	0,000	0,000
25	Denizli	6,788	4396,555	17,991	153179,068	0,205	0,101	0,012
19	Bolu	6,705	6652,144	14,735	52045,304	0,212	0,003	0,000
29	Elazığ	6,655	3071,522	24,937	62180,155	0,134	0,192	0,017
54	Kütahya	6,732	3928,984	13,626	63769,090	0,150	0,121	0,039
3	Afyon	7,813	3127,664	15,056	96990,381	0,175	0,274	0,387
32	Eskişehir	7,492	6385,700	18,489	147859,473	0,225	0,074	0,021
33	Gaziantep	8,993	3658,135	34,390	389610,016	0,223	0,043	0,017
30	Erzincan	7,331	6137,235	23,065	28220,096	0,164	0,100	0,077
42	K.Maraş	9,840	3103,004	16,888	189544,044	0,225	0,001	0,108
51	Kilis	8,620	2806,999	19,256	24911,443	0,258	0,123	0,201
23	Çankırı	6,971	5062,821	29,949	24850,961	0,174	0,140	0,091

Çizelge 7.6. (devam) Girdilerdeki fazlalıklar

53	Konya	9,222	4136,160	28,782	504715,180	0,285	0,144	0,044
62	Niğde	8,221	4170,061	15,418	86297,148	0,347	0,206	0,000
5	Aksaray	9,491	4982,545	27,260	93730,499	0,303	0,162	0,000
20	Burdur	7,749	5395,031	19,910	48696,748	0,241	0,188	0,001
22	Çanakkale	8,553	7549,535	29,507	156359,698	0,394	0,014	1,990
52	Kocaeli	10,352	10611,556	18,436	542461,730	0,354	0,002	0,085
77	Uşak	9,295	5607,921	22,209	107128,538	0,376	0,138	0,056
49	Kırklareli	9,445	7692,005	20,340	123265,280	0,485	0,001	0,609
64	Osmaniye	11,913	3831,821	24,775	269014,080	0,614	0,130	0,250
44	Karaman	11,097	6372,869	20,193	94027,724	0,447	0,002	0,061
73	Tekirdağ	13,342	10494,454	23,328	509319,833	0,546	0,001	0,174
16	Bilecik	11,409	9091,105	28,493	144021,229	0,748	0,185	0,294

Özet olarak, Model 1’de en yüksek performansa sahip olan ilimiz Antalya, en düşük performansa sahip ilimiz ise Bilecik’tir. Antalya büyükşehir belediyesinin hazırlamış olduğu “2021, Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı” raporunda sera gazı emisyon salınımlarının 2040 yılına kadar %40 azaltılması hedeflenmiş ve bu konuda çalışmalara başlanmıştır [46]. Bilecik ilinin ise etkin olabilmesi için girdilerindeki fazlalık değerleri Çizelge 7.6’da verilmiştir. Yapılan çalışmada 81 ilin sadece %13,58’i etkin durumda olduğu görülmüştür. Etkin olmayan illerin girdilerindeki fazlalık değerlerinden kurtularak etkin olmaları beklenmektedir. Bu bağlamda nüfus artış hızı yüksek olan illerde belediyeler bilinçsiz artışları önleyici önlemler almalı, kişi başına düşen GYSH değerinin bilinçsiz artışı engellenmeli, birincil enerji tüketimi azaltılması için verimliliğe teşvik edilmeli, ısıtma soğutma yenilenebilir kaynakların kullanımı kontrol altında tutulmalıdır.

Genel bir bakış açısıyla sonuçlar girdiler bakımından değerlendirilecek olunursa,

- Nüfus artış hızı eşik değerini en çok geçen il Tekirdağ’dır.
- Kişi başına düşen GYSH miktarı sınırını en çok aşan il Kocaeli’dir.
- Kişi başına GYSH artışı en yüksek olan il Çankırı’dır.
- Enerji tüketimi girdisine göre elektriği en verimsiz kullanan il Kocaeli’dir.
- Kişi başına düşen enerji tüketimi girdisine göre elektriği en verimsiz kullanan il Bilecik’tir.

- Isıtma soğutmada yenilenebilir enerji olarak GES kullanan iller arasında en verimsiz olan Nevşehir'dir.
- Isıtma soğutmada yenilenebilir enerji olarak RES kullanan iller arasında en verimsiz olan Çanakkale'dir.

7.2.2. Model 2 sonuçları

Bu modelde çıktı için meskenlerdeki enerji tüketimi (MWh) değişkeniyle birlikte birçok girdi değişkeni kullanılarak meskenlerdeki enerji tüketim performansı analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, etkinlik skorları %100 olan yani 1 değerine sahip olan meskenler girdilerdeki değişkenlerini kullanarak minimum enerji tüketimi sağlamıştır. Analizde illerin nüfus artış hızı, kişi başına düşen GYSH artışı, birincil enerji tüketimi, kişi başına düşen birincil enerji tüketimi, ısıtma-soğutmada kullanılan yenilenebilir enerji (RES, GES) ve meskenlerdeki enerji tüketimi verileri kullanılmıştır. Çizelge 7.7'de girdi ve çıktı değişkenlerine ait değerler verilmiştir. Bu çalışmada girdiye yönelik VZA için EMS paket programından yararlanılmıştır.

Yapılan analizle elde edilen sonuçlardan illerin SE skorları, etkinlik durumları ve referansları Çizelge 7.8'de, etkin illerin sıralaması Çizelge 7.9'da girdi değerlerindeki fazlalıklar Çizelge 7.10'da verilmiştir.

Çizelge 7.7. Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

	İLLER	NÜFUS ARTIŞ HIZI (%) (2019-2020) {I}	KİŞİ BAŞINA GYSH (\$) {I} (2020)	KİŞİ BAŞINA GYSH ARTIŞI (%) (2019-2020) {I}	ISITMA- SOĞUTMADA YENİLENEBİ LİR GES {I}	ISITMA- SOĞUTMADA YENİLENEBİ LİR RES {I}	MESKENLERD EKİ ENERJİ TÜKETİMİ {O} (2020 MWh)
1	Adana	14,808	6269,664	29,069	0,054	0,043	160734,380
2	Adıyaman	14,837	3808,667	27,070	0,163	0,082	25932,920
3	Afyon	14,898	5958,478	26,148	0,278	0,394	33648,530
4	Ağrı	13,738	3033,775	34,427	0,009	0,065	16483,140

Çizelge 7.7. (devam) Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

5	Aksaray	15,476	6891,185	38,104	0,169	0,000	20173,980
6	Amasya	13,197	5949,431	26,771	0,054	0,326	17324,440
7	Ankara	14,310	12130,338	29,043	0,028	0,004	329310,380
8	Antalya	15,337	7232,392	0,010	0,051	0,025	244522,860
9	Ardahan	12,690	6588,986	40,110	0,006	0,000	4197,700
10	Artvin	13,076	8809,729	31,165	0,000	0,000	9991,060
11	Aydın	14,610	5991,048	22,438	0,096	0,417	87978,670
12	Balıkesir	14,829	7426,880	27,580	0,048	1,071	87436,670
13	Bartın	14,248	5492,953	28,806	0,001	0,000	10524,460
14	Batman	15,789	3720,586	20,972	0,035	0,000	27385,300
15	Bayburt	10,423	5436,104	23,853	0,076	0,000	4051,150
16	Bilecik	13,556	10014,557	31,964	0,186	0,296	10395,810
17	Bingöl	14,579	4724,242	29,921	0,089	0,160	9782,090
18	Bitlis	14,707	3883,365	31,455	0,048	0,048	10973,410
19	Bolu	13,461	9295,657	29,375	0,005	0,000	15460,560
20	Burdur	12,512	7229,089	29,258	0,190	0,001	12405,180
21	Bursa	15,376	9375,831	22,529	0,008	0,036	177454,940
22	Çanakkale	13,768	9830,382	36,450	0,018	1,996	34730,090
23	Çankırı	12,163	7195,121	40,854	0,149	0,091	8353,860
24	Çorum	13,741	5423,489	29,850	0,112	0,048	25308,870
25	Denizli	14,237	7693,087	26,422	0,110	0,021	59444,710
26	Diyarbakır	15,422	3843,107	23,752	0,033	0,000	75205,850
27	Düzce	14,776	7438,999	28,892	0,002	0,000	17437,400
28	Edirne	12,397	7194,152	24,939	0,010	0,859	21507,990
29	Elazığ	13,349	5928,880	36,590	0,192	0,023	24628,930
30	Erzincan	13,745	8688,438	36,396	0,107	0,077	11258,490
31	Erzurum	13,384	5175,627	29,336	0,073	0,028	31229,000
32	Eskişehir	14,032	9259,817	26,672	0,080	0,029	46651,360
33	Gaziantep	15,416	6762,551	34,627	0,064	0,028	111760,750
34	Giresun	13,952	5290,787	28,557	0,002	0,000	27515,500
35	Gümüşhane	0,010	5394,745	37,490	0,004	0,000	6306,350

Çizelge 7.7. (devam) Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

36	Hakkari	13,710	5100,613	28,016	0,006	0,000	8715,840
37	Hatay	15,748	5366,588	27,935	0,011	0,276	106471,440
38	Iğdır	14,819	5420,045	32,659	0,003	0,000	7339,230
39	Isparta	12,844	6726,431	24,829	0,232	0,074	21611,510
40	İstanbul	13,514	13913,585	23,299	0,002	0,030	914376,040
41	İzmir	14,508	9944,837	25,529	0,033	0,278	378148,070
42	K.Maraş	15,098	5598,966	25,769	0,001	0,114	48245,830
43	Karabük	11,930	6407,143	26,237	0,002	0,033	12749,640
44	Karaman	14,528	7765,265	26,233	0,002	0,064	11895,040
45	Kars	13,709	4795,527	35,288	0,031	0,048	9663,060
46	Kastamonu	13,082	6979,383	34,019	0,001	0,000	19510,790
47	Kayseri	14,878	7579,492	29,763	0,058	0,137	70489,950
48	Kırıkkale	12,356	6145,964	21,252	0,100	0,045	14171,360
49	Kırklareli	13,853	9654,987	28,011	0,001	0,614	21962,840
50	Kırşehir	13,923	6091,702	34,565	0,113	0,226	12300,090
51	Kilis	14,092	5045,114	30,733	0,132	0,201	8908,380
52	Kocaeli	16,144	13742,402	28,233	0,002	0,093	93681,410
53	Konya	14,670	7007,069	29,717	0,161	0,054	111859,350
54	Kütahya	13,437	6797,871	25,030	0,122	0,046	25631,170
55	Malatya	14,629	5233,695	29,902	0,085	0,065	35996,180
56	Manisa	14,574	8443,680	29,241	0,111	0,308	84438,890
57	Mardin	15,780	5039,618	31,267	0,036	0,000	37110,290
58	Mersin	15,419	7401,595	29,239	0,081	0,081	136637,320
59	Muğla	15,673	8227,981	15,129	0,100	0,386	100059,490
60	Muş	14,445	4073,630	31,511	0,007	0,000	13814,170
61	Nevşehir	14,524	5595,609	19,025	0,325	0,000	16116,480
62	Niğde	13,662	5852,593	25,071	0,213	0,000	19364,210
63	Ordu	14,835	5048,900	27,114	0,000	0,049	42808,640
64	Osmaniye	15,698	5066,954	28,613	0,139	0,255	31165,840
65	Rize	14,214	6748,649	26,603	0,000	0,000	22806,250
66	Sakarya	15,142	8194,511	25,610	0,000	0,058	47740,670

Çizelge 7.7. (devam) Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

67	Samsun	14,439	5880,118	28,330	0,011	0,046	74086,020
68	Siirt	14,119	4386,270	25,233	0,025	0,000	11909,690
69	Sinop	13,063	5397,740	29,158	0,000	0,026	12693,220
70	Sivas	13,400	5908,785	27,917	0,072	0,390	28487,910
71	Şanlıurfa	15,888	2900,708	26,506	0,196	0,000	95803,800
72	Şırnak	15,418	4769,358	31,188	0,051	0,000	16030,700
73	Tekirdağ	16,311	12006,169	28,489	0,002	0,178	36957,500
74	Tokat	11,451	4606,451	29,509	0,016	0,117	27412,130
75	Trabzon	14,242	6079,485	24,792	0,000	0,014	51170,830
76	Tunceli	12,442	8559,236	33,496	0,012	0,000	3756,260
77	Uşak	13,590	7454,825	29,151	0,139	0,060	19064,390
78	Van	14,987	3139,782	27,410	0,023	0,017	36308,470
79	Yalova	15,752	9564,869	30,604	0,002	0,612	21177,740
80	Yozgat	13,380	5045,671	32,125	0,094	0,006	18312,070
81	Zonguldak	13,066	6417,900	31,769	0,000	0,074	31566,650

Çizelge 7.7'deki girdi / çıktı verileri kullanılarak EMS programında illerin etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 7.8'de gösterilen veriler illerin etkinlik sıralamasını vermek üzere SE skorlarını göstermektedir. Burada SE skoru %100'ün üzerinde olan iller süper etkin illeri ifade etmektedir. Çizelge 7.8'de görüldüğü gibi elde edilen referans iller etkin olmayan illerin hedef değerlerini belirlemede yardımcı olarak kullanılmaktadır. Bu sonuçlara göre, 81 ilin 9 tanesi etkin iken geriye kalan 72 il etkin değildir. Etkin olabilmek için referans aldığı iller ve oranları yanlarında verilmiştir. İstanbul ili etkin olmayan iller tarafından 50 kez referans alınarak en çok referans alınan il olmuştur, Antalya ili ise hiç referans alınmamıştır. Sakarya ili %90,32 ile etkin olamaya en yakın il iken, Bilecik %1,58 ile etkinlik sınırına en uzak olan ildir.

Çizelge 7.8. İllerin etkinlik durumu

	İLLER	SKOR	ETKİNLİK DURUMU	BENCHMARK
7	Ankara	100,00%	ETKİN	2
8	Antalya	100,00%	ETKİN	0
26	Diyarbakır	100,00%	ETKİN	13
34	Giresun	100,00%	ETKİN	10
35	Gümüşhane	100,00%	ETKİN	11
40	İstanbul	100,00%	ETKİN	50
65	Rize	100,00%	ETKİN	4
71	Şanlıurfa	100,00%	ETKİN	9
75	Trabzon	100,00%	ETKİN	6
66	Sakarya	90,32%	ETKİN DEĞİL	75 (0,93)
46	Kastamonu	86,09%	ETKİN DEĞİL	34 (0,28) 65 (0,52)
81	Zonguldak	67,24%	ETKİN DEĞİL	75 (0,62)
27	Düzce	65,14%	ETKİN DEĞİL	26 (0,00) 34 (0,34) 65 (0,34)
41	İzmir	57,86%	ETKİN DEĞİL	40 (0,41)
19	Bolu	50,52%	ETKİN DEĞİL	26 (0,04) 34 (0,44) 35 (0,03)
13	Bartın	48,57%	ETKİN DEĞİL	34 (0,16) 65 (0,27)
10	Artvin	47,62%	ETKİN DEĞİL	65 (0,44)
57	Mardin	47,43%	ETKİN DEĞİL	26 (0,48) 35 (0,09) 71 (0,00)
60	Muş	46,14%	ETKİN DEĞİL	26 (0,07) 34 (0,30)
14	Batman	40,99%	ETKİN DEĞİL	26 (0,35) 71 (0,01)
1	Adana	39,01%	ETKİN DEĞİL	40 (0,18)
37	Hatay	30,19%	ETKİN DEĞİL	40 (0,12)
63	Ordu	29,78%	ETKİN DEĞİL	40 (0,04) 75 (0,16)
21	Bursa	28,80%	ETKİN DEĞİL	40 (0,19)
58	Mersin	28,09%	ETKİN DEĞİL	40 (0,15)
69	Sinop	27,94%	ETKİN DEĞİL	75 (0,25)
36	Hakkari	27,50%	ETKİN DEĞİL	26 (0,03) 34 (0,24) 35 (0,01)
33	Gaziantep	25,15%	ETKİN DEĞİL	40 (0,12)

Çizelge 7.8. (devam) İllerin etkinlik durumu

38	Iğdır	24,91%	ETKİN DEĞİL	26 (0,01) 34 (0,25)
53	Konya	24,29%	ETKİN DEĞİL	40 (0,12)
61	Nevşehir	23,44%	ETKİN DEĞİL	71 (0,17)
62	Niğde	23,40%	ETKİN DEĞİL	35 (0,01) 71 (0,20)
11	Aydın	22,35%	ETKİN DEĞİL	40 (0,10)
5	Aksaray	21,75%	ETKİN DEĞİL	26 (0,03) 35 (0,07) 71 (0,18)
72	Şırnak	20,47%	ETKİN DEĞİL	26 (0,18) 35 (0,04) 71 (0,02)
68	Siirt	19,67%	ETKİN DEĞİL	26 (0,14) 34 (0,04) 35 (0,01)
67	Samsun	19,17%	ETKİN DEĞİL	40 (0,08)
59	Muğla	18,50%	ETKİN DEĞİL	40 (0,11)
12	Balıkesir	17,91%	ETKİN DEĞİL	40 (0,10)
78	Van	17,60%	ETKİN DEĞİL	40 (0,04)
56	Manisa	15,22%	ETKİN DEĞİL	40 (0,09)
47	Kayseri	14,15%	ETKİN DEĞİL	40 (0,08)
9	Ardahan	13,80%	ETKİN DEĞİL	26 (0,01) 34 (0,11) 35 (0,05)
42	K.Maraş	13,11%	ETKİN DEĞİL	40 (0,05)
25	Denizli	11,76%	ETKİN DEĞİL	40 (0,07)
55	Malatya	10,47%	ETKİN DEĞİL	40 (0,04)
52	Kocaeli	10,37%	ETKİN DEĞİL	40 (0,10)
2	Adıyaman	10,36%	ETKİN DEĞİL	40 (0,03)
76	Tunceli	9,61%	ETKİN DEĞİL	26 (0,03) 34 (0,06) 35 (0,03)
64	Osmaniye	9,36%	ETKİN DEĞİL	40 (0,03)
31	Erzurum	9,18%	ETKİN DEĞİL	40 (0,03)
74	Tokat	9,06%	ETKİN DEĞİL	40 (0,03)
3	Afyon	8,59%	ETKİN DEĞİL	40 (0,04)
4	Ağrı	8,27%	ETKİN DEĞİL	40 (0,02)
80	Yozgat	7,81%	ETKİN DEĞİL	7 (0,01) 40 (0,01) 71 (0,04)
32	Eskişehir	7,67%	ETKİN DEĞİL	40 (0,05)
20	Burdur	7,44%	ETKİN DEĞİL	7 (0,03) 35 (0,01) 71 (0,03)
70	Sivas	7,34%	ETKİN DEĞİL	40 (0,03)

Çizelge 7.8. (devam) İllerin etkinlik durumu

24	Çorum	7,10%	ETKİN DEĞİL	40 (0,03)
15	Bayburt	6,99%	ETKİN DEĞİL	26 (0,02) 35 (0,01) 71 (0,02)
49	Kırklareli	6,55%	ETKİN DEĞİL	40 (0,02) 75 (0,04)
29	Elazığ	6,32%	ETKİN DEĞİL	40 (0,03)
54	Kütahya	5,74%	ETKİN DEĞİL	40 (0,03)
73	Tekirdağ	5,55%	ETKİN DEĞİL	40 (0,04) 75 (0,02)
22	Çanakkale	5,38%	ETKİN DEĞİL	40 (0,04)
39	Isparta	4,89%	ETKİN DEĞİL	40 (0,02)
28	Edirne	4,55%	ETKİN DEĞİL	40 (0,02)
6	Amasya	4,43%	ETKİN DEĞİL	40 (0,02)
18	Bitlis	4,30%	ETKİN DEĞİL	40 (0,01)
77	Uşak	3,89%	ETKİN DEĞİL	40 (0,02)
48	Kırıkkale	3,51%	ETKİN DEĞİL	40 (0,02)
79	Yalova	3,37%	ETKİN DEĞİL	40 (0,02)
17	Bingöl	3,15%	ETKİN DEĞİL	40 (0,01)
45	Kars	3,07%	ETKİN DEĞİL	40 (0,01)
50	Kırşehir	3,07%	ETKİN DEĞİL	40 (0,01)
43	Karabük	3,03%	ETKİN DEĞİL	40 (0,01)
51	Kilis	2,69%	ETKİN DEĞİL	40 (0,01)
44	Karaman	2,33%	ETKİN DEĞİL	40 (0,01)
30	Erzincan	1,97%	ETKİN DEĞİL	40 (0,01)
23	Çankırı	1,77%	ETKİN DEĞİL	40 (0,01)
16	Bilecik	1,58%	ETKİN DEĞİL	40 (0,01)

Etkin olan iller (SE skorları %100 olan) EMS programındaki süper etkinlik modelinden yararlanılarak kendi içlerinde sıralanmıştır, bu sıralama Çizelge 7.9’da verilmiştir. 62990,09% ile Antalya ili en etkin il olurken, 122,78% ile Giresun ili etkin iller arasında en düşük sıralamada yer almıştır.

Çizelge 7.9. Etkin illerin sıralanması

İLLER	ETKİNLİK DEĞERLERİ
Antalya	62990,09%
Gümüşhane	10418,80%
İstanbul	1152,70%
Rize	297,98%
Diyarbakır	227,07%
Trabzon	202,28%
Ankara	183,07%
Şanlıurfa	168,78%
Giresun	122,78%

Etkin olmayan illerin etkin olabilmeleri için potansiyel iyileştirmeler mümkündür. Etkin olmayan illerin etkin olması için girdi değerlerindeki fazlalık değerleri Çizelge 7.10'da verilmiştir.

Çizelge 7.10. Girdilerdeki fazlalıklar

AYLAK DEĞER		GİRDİLERDEKİ FAZLALIKLAR				
	İLLER	NÜFUS ARTIŞ HIZI (%)	KİŞİ BAŞINA GYSH (\$)	KİŞİ BAŞINA GYSH ARTIŞI (%)	ISITMA- SOĞUTMADA YENİLENEBİLİR GES	ISITMA- SOĞUTMADA YENİLENEBİLİR RES
66	Sakarya	1,898	2540,589	2,553	0,000	0,045
46	Kastamonu	1,784	1988,665	12,189	0,000	0,000
81	Zonguldak	4,237	2648,619	16,397	0,000	0,065
27	Düzce	5,199	3345,591	10,138	0,001	0,000
41	İzmir	8,968	4240,267	15,977	0,032	0,265
19	Bolu	6,705	6652,144	14,735	0,003	0,000
13	Bartın	8,178	2824,292	17,055	0,000	0,000
10	Artvin	6,822	5840,323	19,460	0,000	0,000

Çizelge 7.10. (devam) Girdilerdeki fazlalıklar

57	Mardin	8,377	2709,399	16,492	0,020	0,000
60	Muş	9,180	2217,377	21,281	0,004	0,000
14	Batman	10,232	2346,492	12,394	0,021	0,000
1	Adana	12,376	3765,219	24,875	0,054	0,038
37	Hatay	14,126	3696,958	25,139	0,011	0,272
63	Ordu	12,016	3519,639	22,215	0,000	0,046
21	Bursa	12,808	6732,250	18,103	0,008	0,031
58	Mersin	13,392	5314,557	25,745	0,081	0,077
69	Sinop	9,503	3877,869	22,960	0,000	0,023
36	Hakkari	9,549	3715,181	20,099	0,000	0,000
33	Gaziantep	13,795	5092,921	31,831	0,064	0,024
38	Iğdır	11,177	4058,918	25,282	0,002	0,000
53	Konya	13,049	5337,439	26,921	0,160	0,050
61	Nevşehir	11,823	5102,489	14,519	0,292	0,000
62	Niğde	10,485	5218,504	19,395	0,174	0,000
11	Aydın	13,259	4599,689	20,108	0,096	0,414
5	Aksaray	12,152	5876,133	29,996	0,132	0,000
72	Şırnak	12,324	3803,795	24,883	0,041	0,000
68	Siirt	11,402	3582,656	20,391	0,020	0,000
67	Samsun	13,358	4767,031	26,466	0,011	0,043
59	Muğla	14,187	6697,486	12,566	0,100	0,383
12	Balıkesir	13,478	6035,522	25,250	0,048	1,068
78	Van	14,447	2583,238	26,478	0,023	0,016
56	Manisa	13,358	7191,457	27,144	0,111	0,305
47	Kayseri	13,797	6466,405	27,899	0,058	0,135
9	Ardahan	11,001	5698,831	34,857	0,005	0,000
42	K.Maraş	14,423	4903,287	24,604	0,001	0,112
25	Denizli	13,291	6719,136	24,791	0,110	0,019
55	Malatya	14,088	4677,152	28,970	0,085	0,064

Çizelge 7.10. (devam) Girdilerdeki fazlalıklar

52	Kocaeli	14,793	12351,044	25,904	0,002	0,089
2	Adıyaman	14,431	3391,259	26,371	0,163	0,081
76	Tunceli	11,142	7964,653	29,946	0,011	0,000
64	Osmaniye	15,293	4649,546	27,914	0,139	0,254
31	Erzurum	12,978	4758,219	28,637	0,073	0,027
74	Tokat	11,045	4189,043	28,810	0,016	0,116
3	Afyon	14,358	5401,935	25,216	0,278	0,393
4	Ağrı	13,467	2755,503	33,961	0,009	0,064
80	Yozgat	12,466	4669,203	30,541	0,086	0,005
32	Eskişehir	13,357	8564,138	25,507	0,080	0,027
20	Burdur	11,606	6724,210	27,217	0,183	0,001
70	Sivas	12,995	5491,377	27,218	0,072	0,390
24	Çorum	13,336	5006,081	29,151	0,112	0,047
15	Bayburt	9,797	5247,280	22,473	0,071	0,000
49	Kırklareli	13,013	9133,535	26,553	0,001	0,612
29	Elazığ	12,944	5511,472	35,891	0,192	0,022
54	Kütahya	13,031	6380,463	24,332	0,122	0,045
73	Tekirdağ	15,485	11328,036	27,061	0,001	0,176
22	Çanakkale	13,227	9273,839	35,518	0,018	1,995
39	Isparta	12,574	6448,159	24,363	0,232	0,074
28	Edirne	12,126	6915,880	24,473	0,010	0,859
6	Amasya	12,927	5671,159	26,305	0,054	0,325
18	Bitlis	14,572	3744,229	31,222	0,048	0,047
77	Uşak	13,319	7176,553	28,685	0,139	0,060
48	Kırıkkale	12,085	5867,692	20,786	0,100	0,044
79	Yalova	15,482	9286,597	30,138	0,002	0,611
17	Bingöl	14,444	4585,106	29,688	0,089	0,160
45	Kars	13,574	4656,391	35,055	0,031	0,048
50	Kırşehir	13,788	5952,566	34,332	0,113	0,226

Çizelge 7.10. (devam) Girdilerdeki fazlalıklar

43	Karabük	11,795	6268,007	26,004	0,002	0,033
51	Kilis	13,957	4905,979	30,500	0,132	0,201
44	Karaman	14,392	7626,129	26,000	0,002	0,064
30	Erzincan	13,610	8549,302	36,163	0,107	0,076
23	Çankırı	12,028	7055,985	40,621	0,149	0,091
16	Bilecik	13,421	9875,421	31,732	0,186	0,296

Özet olarak, Model 2’de en yüksek performansa sahip olan ilimiz Antalya, en düşük performansa sahip olan ilimiz ise Bilecik’tir. Bilecik ilinin ise etkin olabilmesi için girdilerindeki fazlalık değerleri Çizelge 7.10’da verilmiştir.

Yapılan çalışmada 81 ilin sadece %11,11’i etkin durumda olduğu görüşmüştür. Etkin olmayan illerin girdilerindeki fazlalık değerlerinden kurtularak etkin olmaları beklenmektedir. Bu bağlamda nüfus artış hızı yüksek olan illerde belediyeler bilinçsiz artışları önleyici önlemler almalı, kişi başına düşen GYSH değerinin bilinçsiz artışı engellenmeli, birincil enerji tüketimi azaltılması için verimliliğe teşvik edilmeli, ısıtma soğutma yenilenebilir kaynakların kullanımı kontrol altında tutulmalıdır.

Genel bir bakış açısıyla sonuçlar girdiler bakımından değerlendirilecek olunursa,

- Nüfus artış hızı eşik değerini en çok geçen il Yalova’dır.
- Kişi başına düşen GYSH miktarı sınırını en çok aşan il Kocaeli’dir.
- Kişi başına GYSH artışı en yüksek olan il Çankırı’dır.
- Isıtma soğutmada yenilenebilir enerji olarak GES kullanan iller arasında en verimsiz olan Nevşehir’dir.
- Isıtma soğutmada yenilenebilir enerji olarak RES kullanan iller RES kullanımı en fazla olan il Çanakkale’dir.

7.2.3. Model 3 sonuçları

Bu modelde mesken ve kişilere bağlı olarak enerji tüketim performansı analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, etkinlik skorları %100 olan yani 1 değerine sahip olan iller girdilerdeki değişkenlerini kullanarak minimum mesken başına enerji tüketimi sağlamışlardır. Analizde kişi başına düşen mesken sayısı, illerin nüfus artış hızı, kişi başına düşen GYSH artışı, birincil enerji tüketimi, kişi başına düşen birincil enerji tüketimi, ısıtma-soğutmada kullanılan yenilenebilir enerji (RES, GES) ve meskenlerdeki CO₂ emisyonu verileri kullanılmıştır. Çizelge 7.3’de girdi ve çıktı değişkenlerine ait değerler verilmiştir. Bu çalışmada girdiye yönelik VZA için EMS paket programından yararlanılmıştır

Yapılan analizle elde edilen sonuçlardan illerin SE skorları, etkinlik durumları ve referansları Çizelge 7.12’de, etkin illerin sıralaması Çizelge 7.13’de, girdi değerlerindeki fazlalıklar Çizelge 7.14’de verilmiştir.

Çizelge 7.11. Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

İller	Nüfus Artış Hızı (%) (2019-2020) {I}	Kişi Başına Gysh (\$) {I} (2020)	Kişi Başına Gysh Artışı (%) (2019-2020) {I}	Birincil Enerji Tüketimi (2020 Mwh) {I}	Birincil Enerji Tüketim {I} (2020 Mwh)/Kişi Sayısı	Isıtma-S0ğutma da Yenilenebilir Ges {I}	Isıtma-S0ğutma da Yenilenebilir Res {I}	Kişi Başına Mesken Sayısı 2020 {I}	Mesken Başına Enerji Tüketimi {O} (Mwh)
Adana	14,808	6269,664	29,069	656431,440	0,291	0,054	0,043	0,444	0,160
Adıyaman	14,837	3808,667	27,070	113710,390	0,180	0,163	0,082	0,343	0,119
Afyon	14,898	5958,478	26,148	185760,300	0,252	0,278	0,394	0,530	0,086
Ağrı	13,738	3033,775	34,427	39103,780	0,073	0,009	0,065	0,287	0,107
Aksaray	15,476	6891,185	38,104	151806,540	0,359	0,169	0,000	0,489	0,097
Amasya	13,197	5949,431	26,771	56827,020	0,169	0,054	0,326	0,586	0,088
Ankara	14,310	12130,33	29,043	1170159,090	0,207	0,028	0,004	0,466	0,125
Antalya	15,337	7232,392	0,010	717675,330	0,282	0,051	0,025	0,527	0,182
Ardahan	12,690	6588,986	40,110	10869,080	0,113	0,006	0,000	0,588	0,074
Artvin	13,076	8809,729	31,165	37023,080	0,218	0,000	0,000	0,757	0,078
Aydın	14,610	5991,048	22,438	257150,390	0,230	0,096	0,417	0,610	0,129
Balıkesir	14,829	7426,880	27,580	314594,840	0,254	0,048	1,071	0,679	0,104
Bartın	14,248	5492,953	28,806	58470,040	0,294	0,001	0,000	0,655	0,081

Çizelge 7.11.(devam) Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

Batman	15,789	3720,586	20,972	81017,030	0,131	0,035	0,000	0,281	0,157
Bayburt	10,423	5436,104	23,853	8558,500	0,104	0,076	0,000	0,579	0,085
Bilecik	13,556	10014,557	31,964	169055,520	0,773	0,186	0,296	0,545	0,087
Bingöl	14,579	4724,242	29,921	24287,590	0,086	0,089	0,160	0,398	0,087
Bitlis	14,707	3883,365	31,455	36547,580	0,104	0,048	0,048	0,334	0,094
Bolu	13,461	9295,657	29,375	89273,950	0,284	0,005	0,000	0,550	0,089
Burdur	12,512	7229,089	29,258	77037,710	0,288	0,190	0,001	0,605	0,077
Bursa	15,376	9375,831	22,529	1005489,090	0,324	0,008	0,036	0,473	0,121
Çanakkale	13,768	9830,382	36,450	249488,800	0,461	0,018	1,996	0,750	0,086
Çankırı	12,163	7195,121	40,854	43204,680	0,225	0,149	0,091	0,674	0,064
Çorum	13,741	5423,489	29,850	74903,150	0,141	0,112	0,048	0,569	0,084
Denizli	14,237	7693,087	26,422	318552,180	0,306	0,110	0,021	0,555	0,103
Diyarbakır	15,422	3843,107	23,752	245923,880	0,138	0,033	0,000	0,292	0,145
Düzce	14,776	7438,999	28,892	80391,640	0,203	0,002	0,000	0,533	0,083
Edirne	12,397	7194,152	24,939	86371,320	0,212	0,010	0,859	0,610	0,086
Elazığ	13,349	5928,880	36,590	122130,460	0,208	0,192	0,023	0,477	0,088
Erzincan	13,745	8688,438	36,396	52921,720	0,226	0,107	0,077	0,565	0,085
Erzurum	13,384	5175,627	29,336	71039,170	0,094	0,073	0,028	0,432	0,095
Eskişehir	14,032	9259,817	26,672	276073,280	0,311	0,080	0,029	0,517	0,102
Gaziantep	15,416	6762,551	34,627	715670,180	0,341	0,064	0,028	0,366	0,145
Giresun	13,952	5290,787	28,557	60042,360	0,134	0,002	0,000	0,754	0,081
Gümüşhane	0,010	5394,745	37,490	32435,090	0,229	0,004	0,000	0,847	0,053
Hakkari	13,710	5100,613	28,016	20424,240	0,073	0,006	0,000	0,265	0,117
Hatay	15,748	5366,588	27,935	414330,990	0,250	0,011	0,276	0,438	0,147
Iğdır	14,819	5420,045	32,659	17474,820	0,087	0,003	0,000	0,340	0,107
Isparta	12,844	6726,431	24,829	90865,840	0,206	0,232	0,074	0,583	0,084
İstanbul	13,514	13913,585	23,299	3181327,850	0,206	0,002	0,030	0,412	0,143
İzmir	14,508	9944,837	25,529	1392421,070	0,317	0,033	0,278	0,486	0,177
K.Maraş	15,098	5598,966	25,769	334253,400	0,286	0,001	0,114	0,409	0,101
Karabük	11,930	6407,143	26,237	50643,840	0,208	0,002	0,033	0,586	0,089

Çizelge 7.11.(devam) Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

Karaman	14,528	7765,265	26,233	123040,520	0,483	0,002	0,064	0,522	0,089
Kars	13,709	4795,527	35,288	26479,910	0,093	0,031	0,048	0,397	0,085
Kastamonu	13,082	6979,383	34,019	84452,140	0,224	0,001	0,000	0,607	0,085
Kayseri	14,878	7579,492	29,763	367001,620	0,258	0,058	0,137	0,479	0,104
Kırkkale	12,356	6145,964	21,252	47473,460	0,170	0,100	0,045	0,627	0,081
Kırklareli	13,853	9654,987	28,011	193344,710	0,534	0,001	0,614	0,604	0,101
Kırşehir	13,923	6091,702	34,565	40251,330	0,166	0,113	0,226	0,461	0,110
Kilis	14,092	5045,114	30,733	44466,010	0,311	0,132	0,201	0,507	0,123
Kocaeli	16,144	13742,402	28,233	844961,940	0,423	0,002	0,093	0,426	0,110
Konya	14,670	7007,069	29,717	861624,400	0,383	0,161	0,054	0,446	0,111
Kütahya	13,437	6797,871	25,030	129620,610	0,225	0,122	0,046	0,621	0,072
Malatya	14,629	5233,695	29,902	153464,600	0,190	0,085	0,065	0,427	0,105
Manisa	14,574	8443,680	29,241	436083,730	0,301	0,111	0,308	0,468	0,124
Mardin	15,780	5039,618	31,267	194845,400	0,228	0,036	0,000	0,331	0,131
Mersin	15,419	7401,595	29,239	457455,270	0,245	0,081	0,081	0,516	0,142
Muğla	15,673	8227,981	15,129	323453,330	0,323	0,100	0,386	0,637	0,157
Muş	14,445	4073,630	31,511	36996,700	0,090	0,007	0,000	0,310	0,108
Nevşehir	14,524	5595,609	19,025	84103,030	0,276	0,325	0,000	0,515	0,103
Niğde	13,662	5852,593	25,071	143830,310	0,397	0,213	0,000	0,550	0,097
Ordu	14,835	5048,900	27,114	111992,660	0,147	0,000	0,049	0,627	0,090
Osmaniye	15,698	5066,954	28,613	359340,830	0,655	0,139	0,255	0,455	0,125
Rize	14,214	6748,649	26,603	80031,420	0,232	0,000	0,000	0,661	0,100
Sakarya	15,142	8194,511	25,610	309814,010	0,297	0,000	0,058	0,505	0,091
Samsun	14,439	5880,118	28,330	297025,320	0,219	0,011	0,046	0,515	0,106
Siirt	14,119	4386,270	25,233	40006,710	0,121	0,025	0,000	0,310	0,116
Sinop	13,063	5397,740	29,158	31956,750	0,148	0,000	0,026	0,702	0,084
Sivas	13,400	5908,785	27,917	128269,990	0,202	0,072	0,390	0,526	0,085
Şanlıurfa	15,888	2900,708	26,506	549276,430	0,260	0,196	0,000	0,314	0,144
Şırnak	15,418	4769,358	31,188	64892,320	0,121	0,051	0,000	0,252	0,118
Tekirdağ	16,311	12006,169	28,489	627719,360	0,581	0,002	0,178	0,557	0,061

Çizelge 7.11.(devam) Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

Tokat	11,451	4606,451	29,509	76722,710	0,128	0,016	0,117	0,503	0,091
Trabzon	14,242	6079,485	24,792	127553,840	0,157	0,000	0,014	0,812	0,078
Tunceli	12,442	8559,236	33,496	10542,180	0,126	0,012	0,000	0,591	0,076
Uşak	13,590	7454,825	29,151	157197,120	0,426	0,139	0,060	0,583	0,088
Van	14,987	3139,782	27,410	81303,310	0,071	0,023	0,017	0,334	0,095
Yalova	15,752	9564,869	30,604	68368,280	0,248	0,002	0,612	0,673	0,114
Yozgat	13,380	5045,671	32,125	76014,140	0,181	0,094	0,006	0,542	0,081
Zonguldak	13,066	6417,900	31,769	98871,620	0,167	0,000	0,074	0,573	0,093

Çizelge 7.11'deki girdi / çıktı verileri kullanılarak EMS programında illerin etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 7.12'de gösterilen veriler illerin etkinlik sıralamasını vermek üzere SE skorlarını göstermektedir. Burada SE skoru %100'ün üzerinde olan iller süper etkin illeri ifade etmektedir. Çizelge 7.12'de görüldüğü gibi elde edilen referans iller etkin olmayan illerin hedef değerlerini belirlemede yardımcı olarak kullanılmaktadır. Bu sonuçlara göre, 81 ilin 21 tanesi etkin iken geriye kalan 60 il etkin değildir. Etkin olabilmek için referans aldığı iller ve oranları yanlarında verilmiştir. Batman ili etkin olmayan iller tarafından 44 kez referans alınarak en çok referans alınan il olmuştur, Ardahan, Artvin, Bayburt, Muş, Ordu, Şanlıurfa, Tunceli illeri ise hiç referans alınmamıştır. Trabzon ili %99,15 ile etkin olamaya en yakın il iken, Kütahya %48,13 ile etkinlik sınırına en uzak olan ildir.

Çizelge 7.12. İllerin etkinlik durumu

	İLLER	SKOR	ETKİNLİK DURUMU	BENCHMARK
4	Ağrı	100,00%	Etkin	4
8	Antalya	100,00%	Etkin	25
9	Ardahan	100,00%	Etkin	0
10	Artvin	100,00%	Etkin	0
14	Batman	100,00%	Etkin	44
15	Bayburt	100,00%	Etkin	0
35	Gümüşhane	100,00%	Etkin	41

Çizelge 7.12. (devam) İllerin etkinlik durumu

36	Hakkari	100,00%	Etkin	31
37	Hatay	100,00%	Etkin	4
38	Iğdır	100,00%	Etkin	3
40	İstanbul	100,00%	Etkin	8
41	İzmir	100,00%	Etkin	3
42	K.Maraş	100,00%	Etkin	2
60	Muş	100,00%	Etkin	0
63	Ordu	100,00%	Etkin	0
65	Rize	100,00%	Etkin	13
66	Sakarya	100,00%	Etkin	0
69	Sinop	100,00%	Etkin	3
71	Şanlıurfa	100,00%	Etkin	0
76	Tunceli	100,00%	Etkin	0
81	Zonguldak	100,00%	Etkin	1
75	Trabzon	99,15%	Etkin Değil	65 (0,34) 69 (0,52)
49	Kırklareli	98,01%	Etkin Değil	35 (0,01) 36 (0,10) 40 (0,04) 65 (0,66) 81 (0,18)
43	Karabük	97,20%	Etkin Değil	35 (0,07) 36 (0,23) 65 (0,48) 69 (0,12)
79	Yalova	96,48%	Etkin Değil	35 (0,00) 36 (0,33) 65 (0,73) 69 (0,03)
78	Van	95,80%	Etkin Değil	4 (0,26) 14 (0,22) 36 (0,28)
21	Bursa	95,38%	Etkin Değil	8 (0,11) 36 (0,18) 37 (0,09) 40 (0,26) 65 (0,31)
1	Adana	94,97%	Etkin Değil	8 (0,62) 14 (0,23) 41 (0,06)
26	Diyarbakır	93,96%	Etkin Değil	14 (0,89) 35 (0,02) 36 (0,03)
68	Siirt	92,63%	Etkin Değil	14 (0,31) 36 (0,57)
59	Muğla	92,30%	Etkin Değil	8 (0,35) 14 (0,58) 35 (0,05)
51	Kilis	92,10%	Etkin Değil	14 (0,32) 35 (0,10) 36 (0,58)
13	Bartın	91,73%	Etkin Değil	38 (0,22) 65 (0,57)
52	Kocaeli	89,84%	Etkin Değil	36 (0,20) 40 (0,18) 42 (0,57) 65 (0,04)
33	Gaziantep	88,38%	Etkin Değil	8 (0,26) 14 (0,55) 41 (0,07)

Çizelge 7.12. (devam) İllerin etkinlik durumu

46	Kastamonu	88,09%	Etkin Değil	35 (0,04) 36 (0,10) 65 (0,72)
72	Şırnak	86,81%	Etkin Değil	14 (0,67) 36 (0,12)
44	Karaman	84,43%	Etkin Değil	36 (0,21) 37 (0,07) 40 (0,01) 65 (0,53)
34	Giresun	82,74%	Etkin Değil	36 (0,06) 38 (0,52) 65 (0,18)
57	Mardin	81,92%	Etkin Değil	14 (0,82) 35 (0,05)
50	Kırşehir	80,89%	Etkin Değil	14 (0,17) 35 (0,18) 36 (0,62)
7	Ankara	80,60%	Etkin Değil	14 (0,62) 35 (0,18) 36 (0,02) 40 (0,10)
58	Mersin	80,22%	Etkin Değil	8 (0,47) 14 (0,33) 35 (0,09)
18	Bitlis	80,11%	Etkin Değil	4 (0,45) 14 (0,07) 36 (0,29)
2	Adıyaman	79,26%	Etkin Değil	14 (0,74) 35 (0,05)
67	Samsun	78,92%	Etkin Değil	8 (0,08) 35 (0,06) 36 (0,60) 37 (0,12) 40 (0,00)
27	Düzce	78,53%	Etkin Değil	36 (0,08) 38 (0,24) 65 (0,48)
11	Aydın	77,85%	Etkin Değil	8 (0,21) 14 (0,51) 35 (0,18)
74	Tokat	77,44%	Etkin Değil	14 (0,30) 35 (0,17) 36 (0,30) 40 (0,00)
19	Bolu	77,01%	Etkin Değil	35 (0,04) 36 (0,67) 65 (0,08)
31	Erzurum	76,17%	Etkin Değil	14 (0,37) 36 (0,32)
28	Edirne	75,31%	Etkin Değil	8 (0,07) 14 (0,01) 35 (0,05) 36 (0,59)
17	Bingöl	75,08%	Etkin Değil	4 (0,15) 36 (0,61)
56	Manisa	75,04%	Etkin Değil	8 (0,42) 14 (0,28) 35 (0,06)
64	Osmaniye	73,91%	Etkin Değil	8 (0,09) 14 (0,65) 35 (0,13)
45	Kars	71,98%	Etkin Değil	4 (0,04) 14 (0,06) 36 (0,61)
61	Nevşehir	71,98%	Etkin Değil	14 (0,65)
48	Kırıkkale	68,43%	Etkin Değil	14 (0,33) 35 (0,03) 36 (0,24)
62	Niğde	66,73%	Etkin Değil	14 (0,58) 35 (0,12)
55	Malatya	66,41%	Etkin Değil	8 (0,08) 14 (0,54) 35 (0,11)
53	Konya	66,10%	Etkin Değil	8 (0,40) 14 (0,14) 41 (0,09)
6	Amasya	65,90%	Etkin Değil	14 (0,37) 35 (0,11) 36 (0,21)
32	Eskişehir	63,28%	Etkin Değil	8 (0,19) 14 (0,37) 35 (0,14)

Çizelge 7.12. (devam) İllerin etkinlik durumu

25	Denizli	62,13%	Etkin Değil	8 (0,23) 14 (0,34) 35 (0,15)
47	Kayseri	61,78%	Etkin Değil	8 (0,28) 14 (0,31) 35 (0,07)
39	Isparta	60,00%	Etkin Değil	8 (0,02) 14 (0,47) 35 (0,13)
30	Erzincan	59,20%	Etkin Değil	14 (0,22) 35 (0,20) 36 (0,34)
29	Elazığ	59,10%	Etkin Değil	8 (0,04) 14 (0,46) 35 (0,15)
12	Balıkesir	59,08%	Etkin Değil	8 (0,18) 14 (0,38) 35 (0,22)
24	Çorum	58,64%	Etkin Değil	14 (0,51) 35 (0,07)
5	Aksaray	58,26%	Etkin Değil	14 (0,57) 35 (0,15)
77	Uşak	56,10%	Etkin Değil	8 (0,07) 14 (0,42) 35 (0,20)
70	Sivas	56,03%	Etkin Değil	8 (0,04) 14 (0,43) 35 (0,17)
16	Bilecik	55,99%	Etkin Değil	8 (0,08) 14 (0,40) 35 (0,18)
22	Çanakkale	55,67%	Etkin Değil	8 (0,13) 35 (0,24) 36 (0,32) 37 (0,08)
80	Yozgat	54,14%	Etkin Değil	14 (0,43) 35 (0,17) 36 (0,03)
20	Burdur	53,91%	Etkin Değil	8 (0,00) 14 (0,43) 35 (0,18)
3	Afyon	51,80%	Etkin Değil	8 (0,08) 14 (0,41) 35 (0,13)
73	Tekirdağ	51,62%	Etkin Değil	36 (0,08) 40 (0,08) 42 (0,13) 65 (0,27)
23	Çankırı	48,53%	Etkin Değil	14 (0,08) 35 (0,23) 36 (0,34)
54	Kütahya	48,13%	Etkin Değil	8 (0,04) 14 (0,37) 35 (0,11)

Etkin olan iller (SE skorları %100 olan) EMS programındaki süper etkinlik modelinden yararlanılarak kendi içlerinde sıralanmıştır. Bu sıralama Çizelge 7.13’de verilmiştir. %177656,39 ile Antalya ili en etkin il olurken, %104,27 ile Tunceli ili etkin iller arasında en düşük sıralamada yer aldı. Bu skorlar sadece etkin olan yani etkinlik skoru %100 olan illerin kendi içerisindeki sıralamasını göstermektedir.

Çizelge 7.13. Etkin İllerin Sıralanması

İller	Etkinlik Değerleri
Antalya	177656,39%
Gümüşhane	52583,67%
Artvin	167,99%
Rize	167,98%
İstanbul	153,18%
Sinop	152,00%
Batman	150,00%
Bayburt	145,96%
Iğdır	134,20%
Hakkari	131,15%
Ağrı	120,76%
Şanlıurfa	117,89%
Zonguldak	117,89%
K.Maraş	114,53%
Sakarya	112,97%
Ordu	111,25%
Hatay	111,15%
Muş	109,11%
İzmir	106,95%
Ardahan	104,78%
Tunceli	104,27%

Etkin olmayan iller etkin olabilmek için benchmark (benchmarktaki birinci rakam il sırasını, diğeri % değerini göstermektedir) değerlerine göre değişkenlerini ayarlamaları gerekecektir. Etkin olmayan illerin etkin olması için girdi değerlerindeki fazlalık değerleri Çizelge 7.14’de verilmiştir.

Çizelge 7.14. Girdilerdeki fazlalıklar

AYLAK DEĞER		GİRDİLERDEKİ FAZLALIKLAR							
	İller	Nüfus Artış Hızı (%)	Kişi Başına Gysh (\$)	Kişi Başına Gysh Artışı (%)	Birincil Enerji Tüketimi	Enerji Tüketim (Mwh/Kişi Sayısı)	Isıtma-Soğutma da Yenilenebilir Ges	Isıtma-Soğutma da Yenilenebilir Res	Kişi Başına Mesken Sayısı
1	Adana	0,797	333,156	22,707	109293,554	0,067	0,012	0,011	0,024
2	Adıyaman	3,152	785,696	9,676	52136,033	0,072	0,137	0,082	0,093
3	Afyon	7,197	3153,130	12,675	90912,730	0,146	0,259	0,392	0,262
5	Aksaray	6,475	3961,240	20,526	100761,569	0,250	0,148	0,000	0,202
6	Amasya	4,475	2908,263	9,004	18993,769	0,081	0,039	0,326	0,333
7	Ankara	2,893	7359,150	6,401	795548,945	0,062	0,006	0,001	0,093
11	Aydın	3,335	1603,692	4,992	59281,569	0,063	0,067	0,412	0,204
12	Balıkesir	6,067	3524,383	11,360	147491,089	0,103	0,025	1,067	0,291
13	Bartın	2,886	453,813	6,458	9007,670	0,142	0,000	0,000	0,203
16	Bilecik	6,012	6976,677	16,827	73396,365	0,657	0,167	0,294	0,238
17	Bingöl	4,155	1157,802	7,667	5963,237	0,031	0,085	0,150	0,194
18	Bitlis	3,444	778,547	6,370	7356,657	0,041	0,040	0,019	0,109
19	Bolu	3,138	5122,565	6,977	67889,792	0,207	0,001	0,000	0,286
20	Burdur	5,721	4658,183	13,492	36362,071	0,191	0,174	0,001	0,332
21	Bursa	1,883	1469,552	0,667	33623,670	0,132	0,000	0,001	0,016
22	Çanakkale	6,124	5533,909	16,251	108724,350	0,326	0,008	1,971	0,358
23	Çankırı	6,236	3922,474	21,028	22319,005	0,137	0,144	0,091	0,366
24	Çorum	5,688	3148,358	16,530	31314,008	0,059	0,094	0,048	0,366
25	Denizli	5,949	4103,409	4,443	283641,238	0,201	0,096	0,021	0,198
26	Diyarbakır	0,958	270,872	3,496	172557,294	0,015	0,002	0,000	0,017
27	Düzce	3,300	2490,788	6,044	36148,662	0,065	0,000	0,000	0,113
28	Edirne	3,076	3371,580	6,325	21651,821	0,136	0,002	0,857	0,372
29	Elazığ	5,471	3118,903	21,318	51290,350	0,102	0,174	0,022	0,199
30	Erzincan	5,608	5056,752	14,759	21666,714	0,126	0,096	0,077	0,244
31	Erzurum	3,154	2166,814	12,611	34527,112	0,022	0,059	0,028	0,243
32	Eskişehir	5,275	5753,781	13,662	105197,754	0,177	0,057	0,024	0,194
33	Gaziantep	1,729	2139,668	21,303	387045,753	0,173	0,029	0,002	0,040

Çizelge 7.14. (devam) Girdilerdeki fazlalıklar

34	Giresun	2,865	951,570	5,105	35324,344	0,042	0,000	0,000	0,442
39	Isparta	5,115	4131,791	10,098	34217,768	0,110	0,214	0,074	0,330
43	Karabük	0,386	969,290	0,901	1425,917	0,046	0,000	0,030	0,065
44	Karaman	2,877	2602,555	4,062	15518,329	0,325	0,000	0,045	0,081
45	Kars	3,849	1339,567	15,563	7595,951	0,038	0,025	0,046	0,207
46	Kastamonu	1,476	1394,504	10,564	23489,690	0,041	0,000	0,000	0,071
47	Kayseri	5,688	4023,408	20,635	138666,792	0,123	0,033	0,130	0,185
48	Kırıkkale	3,855	3532,181	6,483	14862,970	0,103	0,087	0,045	0,446
49	Kırklareli	0,208	2925,104	0,627	-6892,808	0,333	0,000	0,599	0,013
50	Kırşehir	2,737	1325,768	6,882	7977,090	0,057	0,103	0,226	0,097
51	Kilis	1,087	356,697	4,023	3450,992	0,204	0,117	0,201	0,178
52	Kocaeli	1,795	6756,478	2,684	74512,384	0,199	0,000	0,022	0,040
53	Konya	5,019	2698,195	24,479	437893,988	0,223	0,132	0,019	0,153
54	Kütahya	6,980	4538,536	13,146	67369,436	0,140	0,107	0,045	0,403
55	Malatya	4,875	2052,566	14,452	48733,518	0,072	0,062	0,063	0,140
56	Manisa	3,711	4040,627	21,115	110029,218	0,132	0,080	0,297	0,117
57	Mardin	2,833	1719,000	12,195	126789,681	0,109	0,007	0,000	0,058
58	Mersin	3,000	2289,050	18,940	90493,087	0,049	0,045	0,070	0,100
59	Muğla	1,147	3268,966	1,087	23655,333	0,137	0,062	0,377	0,248
61	Nevşehir	4,261	3177,228	5,393	31441,961	0,191	0,302	0,000	0,332
62	Niğde	4,503	3047,284	8,409	92948,222	0,294	0,192	0,000	0,286
64	Osmaniye	4,054	1296,341	10,107	237872,419	0,515	0,111	0,253	0,115
67	Samsun	3,095	1273,484	5,918	175690,925	0,109	0,002	0,011	0,210
68	Siirt	1,410	325,539	2,763	3249,614	0,039	0,011	0,000	0,072
70	Sivas	5,996	3102,530	12,525	59211,689	0,095	0,054	0,389	0,240
72	Şırnak	3,194	1664,492	13,775	8160,001	0,024	0,027	0,000	0,032
73	Tekirdağ	8,332	7935,033	13,851	306517,767	0,458	0,001	0,160	0,271
74	Tokat	2,599	1042,985	8,439	40776,364	0,028	0,004	0,117	0,195
75	Trabzon	2,616	978,120	0,585	83725,647	0,001	0,000	0,000	0,222
77	Uşak	5,883	4306,962	12,843	66445,676	0,305	0,120	0,059	0,259
78	Van	4,103	104,300	6,001	47593,793	0,003	0,011	0,000	0,123

Çizelge 7.14. (devam) Girdilerdeki fazlalıklar

79	Yalova	0,460	2793,221	1,064	2246,642	0,050	0,000	0,611	0,082
80	Yozgat	6,120	3292,741	22,207	40564,030	0,064	0,019	-0,054	0,354

Özet olarak, model 3’de en yüksek performansa sahip olan ilimiz Antalya, en düşük performansa sahip ilimiz ise Tunceli’dir. Tunceli ilinin ise etkin olabilmesi için girdilerindeki fazlalık değerleri Çizelge 7.14’de verilmiştir. Yapılan çalışmada 81 ilin sadece %25,93’ü etkin durumda olduğu görülmüştür. Etkin olmayan illerin girdilerindeki fazlalık değerlerinden kurtularak etkin olmaları beklenmektedir. Bu bağlamda kişi başına düşen mesken sayısı, nüfus artış hızı yüksek olan illerde belediyeler bilinçsiz artışları önleyici önlemler almalı, kişi başına düşen GYSH değerinin bilinçsiz artışı engellenmeli, birincil enerji tüketimi azaltılması için verimliliğe teşvik edilmeli, ısıtma soğutma yenilenebilir kaynakların kullanımı kontrol altında tutulmalıdır.

Genel bir bakış açısıyla sonuçlar girdiler bakımından değerlendirilecek olunursa,

- Nüfus artış hızı eşik değerini en çok geçen il Tekirdağ’dır.
- Kişi başına düşen GYSH miktarı sınırını en çok aşan il Ankara’dır.
- Kişi başına GYSH artışı en yüksek olan il Konya’dır.
- Enerji tüketimi girdisine göre elektriği en verimsiz kullanan il Ankara’dır.
- Kişi başına düşen enerji tüketimi girdisine göre elektriği en verimsiz kullanan il Tekirdağ’dır.
- Isıtma soğutmada yenilenebilir enerji olarak GES kullanan iller arasında en verimsiz olan Nevşehir’dir.
- Isıtma soğutmada yenilenebilir enerji olarak RES kullanan iller arasında en verimsiz olan Çanakkale’dir.
- Kişi başına düşen mesken sayısı sınırını en fazla geçen il Kırıkkale’dir.

7.2.4. Model 4 sonuçları

Bu modelde çıktı meskenlerdeki enerji kimlik belgesi sayısı değişkeniyle birlikte birçok girdi değişkeni kullanılarak, enerji kimlik belgesi performans analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda, etkinlik skorları %100 olan yani 1 değerine sahip olan iller çıktı değişkeni olan meskenlerdeki enerji kimlik belgesi sayısını minimum girdi değişkenleri kullanarak elde etmişlerdir. Analizde meskenlerdeki enerji tüketimi, meskenlerdeki CO₂ emisyonu, ısıtma-soğutmada kullanılan yenilenebilir enerji (RES, GES), kişi başına düşen mesken sayısı ve enerji kimlik belgesi almış bina sayısı verileri kullanılmıştır. Çıktı değişkeni “enerji kimlik belgesi almış mesken sayısı”, çıktıya yönelik VZA modelinin çözümünün bir sonucu olarak hesaplanmaktadır yani bu sonuç değerinin daha da artması istenmektedir. Çizelge 7.15’de girdi ve çıktı değişkenlerine ait değerler verilmiştir. Bu çalışmada girdiye yönelik VZA için EMS paket programından yararlanılmıştır.

Yapılan analizle elde edilen sonuçlardan illerin SE skorları, etkinlik durumları ve referansları Çizelge 7.16’da, etkin illerin sıralaması Çizelge 7.17’de, girdi değerlerindeki eksikler Çizelge 7.18’de verilmiştir.

Çizelge 7.15. Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

	İller	Meskenlerdeki Enerji Tüketimi {I} (2020 Mwh)	Meskenlerdeki Co2 Emisyonu {I} (2020 Yılı Mwh /Kg)	Isıtma-Soğutmada Yenilenebilir Ges {I}	Isıtma-Soğutmada Yenilenebilir Res {I}	Mesken Başına Enerji Tüketimi {I} (Mwh)	Kişi Başına Düşen Mesken Sayısı {I}	Enerji Kimlik Belgesi {O} Almış Bina Sayısı
1	Adana	160734,38	89207,58	0,05	0,04	0,16	0,44	8925
2	Adıyaman	25932,92	14392,77	0,16	0,08	0,12	0,34	2716
3	Afyon	33648,53	18674,93	0,28	0,39	0,09	0,53	6534
4	Ağrı	16483,14	9148,14	0,01	0,07	0,11	0,29	795
5	Aksaray	20173,98	11196,56	0,17	0,00	0,10	0,49	3444
6	Amasya	17324,44	9615,06	0,05	0,33	0,09	0,59	2220
7	Ankara	329310,38	182767,26	0,03	0,00	0,12	0,47	66675
8	Antalya	244522,86	135710,19	0,05	0,03	0,18	0,53	19224
9	Ardahan	4197,70	2329,72	0,01	0,00	0,07	0,59	241
10	Artvin	9991,06	5545,04	0,00	0,00	0,08	0,76	601

Çizelge 7.15.(devam) Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

11	Aydın	87978,67	48828,16	0,10	0,42	0,13	0,61	13434
12	Balıkesir	87436,67	48527,35	0,05	1,07	0,10	0,68	16084
13	Bartın	10524,46	5841,08	0,00	0,00	0,08	0,65	1165
14	Batman	27385,30	15198,84	0,03	0,00	0,16	0,28	2400
15	Bayburt	4051,15	2248,39	0,08	0,00	0,09	0,58	362
16	Bilecik	10395,81	5769,67	0,19	0,30	0,09	0,55	2070
17	Bingöl	9782,09	5429,06	0,09	0,16	0,09	0,40	1115
18	Bitlis	10973,41	6090,24	0,05	0,05	0,09	0,33	722
19	Bolu	15460,56	8580,61	0,01	0,00	0,09	0,55	2357
20	Burdur	12405,18	6884,87	0,19	0,00	0,08	0,61	2199
21	Bursa	177454,94	98487,49	0,01	0,04	0,12	0,47	26617
22	Çanakkale	34730,09	19275,20	0,02	2,00	0,09	0,75	6084
23	Çankırı	8353,86	4636,39	0,15	0,09	0,06	0,67	1724
24	Çorum	25308,87	14046,42	0,11	0,05	0,08	0,57	6475
25	Denizli	59444,71	32991,81	0,11	0,02	0,10	0,56	10378
26	Diyarbakır	75205,85	41739,25	0,03	0,00	0,14	0,29	8442
27	Düzce	17437,40	9677,76	0,00	0,00	0,08	0,53	3269
28	Edirne	21507,99	11936,93	0,01	0,86	0,09	0,61	3538
29	Elazığ	24628,93	13669,06	0,19	0,02	0,09	0,48	3244
30	Erzincan	11258,49	6248,46	0,11	0,08	0,08	0,57	2281
31	Erzurum	31229,00	17332,10	0,07	0,03	0,10	0,43	5046
32	Eskişehir	46651,36	25891,50	0,08	0,03	0,10	0,52	12359
33	Gaziantep	111760,75	62027,22	0,06	0,03	0,15	0,37	9137
34	Giresun	27515,50	15271,10	0,00	0,00	0,08	0,75	2711
35	Gümüşhane	6306,35	3500,02	0,00	0,00	0,05	0,85	681
36	Hakkari	8715,84	4837,29	0,01	0,00	0,12	0,26	404
37	Hatay	106471,44	59091,65	0,01	0,28	0,15	0,44	7705
38	Iğdır	7339,23	4073,27	0,00	0,00	0,11	0,34	634
39	Isparta	21611,51	11994,39	0,23	0,07	0,08	0,58	3497

Çizelge 7.15.(devam) Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

40	İstanbul	914376,04	507478,70	0,00	0,03	0,14	0,41	85920
41	İzmir	378148,07	209872,18	0,03	0,28	0,18	0,49	37780
42	K.Maraş	48245,83	26776,44	0,00	0,11	0,10	0,41	5657
43	Karabük	12749,64	7076,05	0,00	0,03	0,09	0,59	1955
44	Karaman	11895,04	6601,75	0,00	0,06	0,09	0,52	1773
45	Kars	9663,06	5363,00	0,03	0,05	0,09	0,40	1074
46	Kastamonu	19510,79	10828,49	0,00	0,00	0,09	0,61	2249
47	Kayseri	70489,95	39121,92	0,06	0,14	0,10	0,48	7191
48	Kırıkkale	14171,36	7865,10	0,10	0,04	0,08	0,63	1741
49	Kırklareli	21962,84	12189,38	0,00	0,61	0,10	0,60	3756
50	Kırşehir	12300,09	6826,55	0,11	0,23	0,11	0,46	1528
51	Kilis	8908,38	4944,15	0,13	0,20	0,12	0,51	419
52	Kocaeli	93681,41	51993,18	0,00	0,09	0,11	0,43	21883
53	Konya	111859,35	62081,94	0,16	0,05	0,11	0,45	19629
54	Kütahya	25631,17	14225,30	0,12	0,05	0,07	0,62	4939
55	Malatya	35996,18	19977,88	0,09	0,07	0,10	0,43	3313
56	Manisa	84438,89	46863,58	0,11	0,31	0,12	0,47	10935
57	Mardin	37110,29	20596,21	0,04	0,00	0,13	0,33	2585
58	Mersin	136637,32	75833,71	0,08	0,08	0,14	0,52	15617
59	Muğla	100059,49	55533,02	0,10	0,39	0,16	0,64	19278
60	Muş	13814,17	7666,86	0,01	0,00	0,11	0,31	905
61	Nevşehir	16116,48	8944,65	0,32	0,00	0,10	0,52	2463
62	Niğde	19364,21	10747,14	0,21	0,00	0,10	0,55	3837
63	Ordu	42808,64	23758,80	0,00	0,05	0,09	0,63	5273
64	Osmaniye	31165,84	17297,04	0,14	0,25	0,12	0,46	2220
65	Rize	22806,25	12657,47	0,00	0,00	0,10	0,66	805
66	Sakarya	47740,67	26496,07	0,00	0,06	0,09	0,50	11943
67	Samsun	74086,02	41117,74	0,01	0,05	0,11	0,51	10233
68	Siirt	11909,69	6609,88	0,02	0,00	0,12	0,31	430

Çizelge 7.15.(devam) Girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler

69	Sinop	12693,22	7044,74	0,00	0,03	0,08	0,70	1632
70	Sivas	28487,91	15810,79	0,07	0,39	0,09	0,53	3497
71	Şanlıurfa	95803,80	53171,11	0,20	0,00	0,14	0,31	4180
72	Şırnak	16030,70	8897,04	0,05	0,00	0,12	0,25	920
73	Tekirdağ	36957,50	20511,41	0,00	0,18	0,06	0,56	11930
74	Tokat	27412,13	15213,73	0,02	0,12	0,09	0,50	3682
75	Trabzon	51170,83	28399,81	0,00	0,01	0,08	0,81	6804
76	Tunceli	3756,26	2084,72	0,01	0,00	0,08	0,59	397
77	Uşak	19064,39	10580,74	0,14	0,06	0,09	0,58	3289
78	Van	36308,47	20151,20	0,02	0,02	0,09	0,33	1867
79	Yalova	21177,74	11753,65	0,00	0,61	0,11	0,67	3282
80	Yozgat	18312,07	10163,20	0,09	0,01	0,08	0,54	1956
81	Zonguldak	31566,65	17519,49	0,00	0,07	0,09	0,57	2753

Çizelge 7.15'deki girdi / çıktı verileri kullanılarak EMS programında illerin etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 7.16'da gösterilen veriler illerin etkinlik sıralamasını vermek üzere SE skorlarını göstermektedir. Burada SE skoru %100 olan iller süper etkin illeri ifade etmektedir. 7.16'da görüldüğü gibi elde edilen referans iller etkin olmayan illerin hedef değerlerini belirlemede yardımcı olarak kullanılmaktadır. Bu sonuçlara göre, 81 ilin 13 tanesi etkin iken geriye kalan 68 il etkin değildir.

Etkin olabilmek için referans aldığı iller ve oranları yanlarında verilmiştir. Tekirdağ ili etkin olmayan iller tarafından 35 kez referans alınarak en çok referans alınan il olmuştur, Kastamonu ve Rize illeri ise hiç referans alınmamıştır. Aksaray ili %106,78 ile etkin olamaya en yakın il iken, Kilis 686,31% ile etkinlik sınırına en uzak olan ildir.

Çizelge 7.16. İllerin etkinlik durum

	İLLER	SKOR	ETKİNLİK DURUMU	BENCHMARK
7	Ankara	100,00%	ETKİN	15
10	Artvin	100,00%	ETKİN	1
26	Diyarbakır	100,00%	ETKİN	9
27	Düzce	100,00%	ETKİN	14
32	Eskişehir	100,00%	ETKİN	24
40	İstanbul	100,00%	ETKİN	2
46	Kastamonu	100,00%	ETKİN	0
52	Kocaeli	100,00%	ETKİN	15
62	Niğde	100,00%	ETKİN	14
65	Rize	100,00%	ETKİN	0
66	Sakarya	100,00%	ETKİN	9
73	Tekirdağ	100,00%	ETKİN	35
75	Trabzon	100,00%	ETKİN	1
5	Aksaray	106,78%	ETKİN DEĞİL	26 (0,05) 27 (0,08) 62 (0,78)
24	Çorum	110,41%	ETKİN DEĞİL	32 (0,38) 73 (0,21)
21	Bursa	118,53%	ETKİN DEĞİL	7 (0,30) 40 (0,06) 66 (0,57) 75 (0,03)
20	Burdur	120,34%	ETKİN DEĞİL	7 (0,03) 32 (0,05)
34	Giresun	121,79%	ETKİN DEĞİL	26 (0,03) 27 (0,93)
19	Bolu	123,13%	ETKİN DEĞİL	27 (0,87) 62 (0,02)
53	Konya	127,30%	ETKİN DEĞİL	7 (0,16) 32 (0,33) 52 (0,47)
59	Muğla	129,24%	ETKİN DEĞİL	52 (0,88) 73 (0,47)
61	Nevşehir	129,66%	ETKİN DEĞİL	62 (0,83)
25	Denizli	136,01%	ETKİN DEĞİL	7 (0,08) 32 (0,71)
12	Balıkesir	141,26%	ETKİN DEĞİL	7 (0,05) 52 (0,40) 73 (0,87)
54	Kütahya	145,85%	ETKİN DEĞİL	32 (0,40) 73 (0,19)
14	Batman	150,21%	ETKİN DEĞİL	26 (0,27) 27 (0,25) 62 (0,12)
13	Bartın	152,48%	ETKİN DEĞİL	10 (0,15) 27 (0,51)
23	Çankırı	156,42%	ETKİN DEĞİL	73 (0,23)

Çizelge 7.16. (devam) İllerin etkinlik durumu

30	Erzincan	159,33%	ETKİN DEĞİL	73 (0,30)
16	Bilecik	162,12%	ETKİN DEĞİL	73 (0,28)
67	Samsun	165,72%	ETKİN DEĞİL	7 (0,10) 32 (0,10) 66 (0,73)
11	Aydın	166,20%	ETKİN DEĞİL	52 (0,73) 73 (0,54)
3	Afyon	166,24%	ETKİN DEĞİL	73 (0,91)
31	Erzurum	166,29%	ETKİN DEĞİL	32 (0,63) 73 (0,05)
77	Uşak	173,98%	ETKİN DEĞİL	32 (0,16) 73 (0,31)
35	Gümüşhane	174,08%	ETKİN DEĞİL	27 (0,34) 62 (0,02)
49	Kırklareli	179,55%	ETKİN DEĞİL	66 (0,10) 73 (0,47)
76	Tunceli	180,26%	ETKİN DEĞİL	27 (0,15) 62 (0,06)
43	Karabük	182,53%	ETKİN DEĞİL	32 (0,02) 66 (0,14) 73 (0,14)
57	Mardin	182,85%	ETKİN DEĞİL	26 (0,40) 27 (0,29) 62 (0,10)
22	Çanakkale	184,27%	ETKİN DEĞİL	73 (0,94)
56	Manisa	186,86%	ETKİN DEĞİL	52 (0,82) 73 (0,21)
39	Isparta	187,75%	ETKİN DEĞİL	32 (0,15) 73 (0,39)
41	İzmir	187,97%	ETKİN DEĞİL	7 (0,99) 40 (0,06)
69	Sinop	194,57%	ETKİN DEĞİL	66 (0,27)
58	Mersin	195,82%	ETKİN DEĞİL	7 (0,16) 32 (0,18) 52 (0,82)
28	Edirne	196,24%	ETKİN DEĞİL	73 (0,58)
63	Ordu	200,82%	ETKİN DEĞİL	7 (0,01) 32 (0,00) 66 (0,84)
71	Şanlıurfa	201,66%	ETKİN DEĞİL	26 (1,00)
29	Elazığ	204,64%	ETKİN DEĞİL	32 (0,49) 73 (0,05)
79	Yalova	208,30%	ETKİN DEĞİL	73 (0,57)
44	Karaman	216,57%	ETKİN DEĞİL	73 (0,32)
38	Iğdır	217,42%	ETKİN DEĞİL	27 (0,41) 62 (0,01)
80	Yozgat	217,57%	ETKİN DEĞİL	7 (0,03) 32 (0,19)
15	Bayburt	221,75%	ETKİN DEĞİL	62 (0,21)
42	K.Maraş	223,09%	ETKİN DEĞİL	52 (0,29) 66 (0,15) 73 (0,37)
74	Tokat	234,94%	ETKİN DEĞİL	32 (0,07) 73 (0,65)

Çizelge 7.16. (devam) İllerin etkinlik durumu

48	Kırıkkale	244,41%	ETKİN DEĞİL	32 (0,12) 73 (0,23)
47	Kayseri	247,62%	ETKİN DEĞİL	52 (0,59) 73 (0,41)
60	Muş	251,82%	ETKİN DEĞİL	26 (0,06) 27 (0,53) 62 (0,02)
6	Amasya	251,91%	ETKİN DEĞİL	73 (0,47)
50	Kırşehir	259,85%	ETKİN DEĞİL	73 (0,33)
72	Şırnak	261,37%	ETKİN DEĞİL	26 (0,11) 27 (0,18) 62 (0,22)
70	Sivas	262,97%	ETKİN DEĞİL	73 (0,77)
8	Antalya	264,41%	ETKİN DEĞİL	7 (0,66) 32 (0,30) 52 (0,15)
33	Gaziantep	264,42%	ETKİN DEĞİL	7 (0,24) 32 (0,34) 52 (0,19)
17	Bingöl	283,20%	ETKİN DEĞİL	73 (0,26)
2	Adıyaman	285,26%	ETKİN DEĞİL	32 (0,20) 52 (0,01) 73 (0,43)
81	Zonguldak	286,84%	ETKİN DEĞİL	66 (0,66)
45	Kars	290,43%	ETKİN DEĞİL	73 (0,26)
55	Malatya	303,74%	ETKİN DEĞİL	32 (0,51) 52 (0,02) 73 (0,27)
37	Hatay	316,73%	ETKİN DEĞİL	7 (0,05) 52 (0,98)
9	Ardahan	328,71%	ETKİN DEĞİL	27 (0,21) 62 (0,03)
1	Adana	384,61%	ETKİN DEĞİL	7 (0,35) 32 (0,23) 52 (0,38)
36	Hakkari	405,02%	ETKİN DEĞİL	26 (0,00) 27 (0,47) 62 (0,02)
64	Osmaniye	447,59%	ETKİN DEĞİL	52 (0,01) 73 (0,81)
78	Van	455,30%	ETKİN DEĞİL	7 (0,05) 32 (0,27) 66 (0,16)
18	Bitlis	481,14%	ETKİN DEĞİL	32 (0,03) 73 (0,26)
68	Siirt	492,13%	ETKİN DEĞİL	26 (0,02) 27 (0,46) 62 (0,11)
4	Ağrı	644,64%	ETKİN DEĞİL	32 (0,07) 73 (0,35)
51	Kilis	686,31%	ETKİN DEĞİL	73 (0,24)

Etkin olan iller (SE skorları %100 olan) EMS programındaki süper etkinlik modelinden yararlanılarak kendi içlerinde sıralanmıştır, bu sıralama çizelge 7.17’de verilmiştir. 13,82% ile İstanbul ili en etkin il olurken, 91,71% ile Niğde ili etkin iller arasında en düşük sıralamada yer aldı. Bu skorlar sadece etkin olan yani etkinlik skoru %100 olan illerin kendi içerisindeki sıralamasını göstermektedir.

Çizelge 7.17. Etkin illerin sıralanması

İLLER	ETKİNLİK DEĞERİ
İstanbul	13,82%
Ankara	25,86%
Diyarbakır	28,53%
Sakarya	35,41%
Trabzon	48,23%
Artvin	58,68%
Düzce	63,60%
Rize	65,19%
Tekirdağ	75,85%
Kocaeli	79,24%
Eskişehir	85,43%
Kastamonu	90,91%
Niğde	91,71%

Etkin olmayan illerin etkin olabilmeleri için potansiyel iyileştirmeler mümkündür. Etkin olmayan iller etkin olabilmek için benchmark (benchmarktaki birinci rakam il sırasını, diğeri % değerini göstermektedir) değerlerine göre değişkenlerini ayarlamaları gerekecektir. Etkin olmayan illerin etkin olması için girdi değerlerindeki fazlalık değerleri ve çıktı değerlerindeki eksikleri çizelge 7.18’de verilmiştir.

Çizelge 7.18. Girdilerdeki fazlalıklar ve çıktılardaki eksikler

AYLAK DEĞER		GİRDİLERDEKİ FAZLALIK						ÇIKTILAR DAKİ EKSİK
	İller	Meskenler deki Enerji Tüketimi	Meskenler deki Co2 Emisyonu	Isıtma-Soğutma da Yenilenebilir Ges	Isıtma-Soğutma da Yenilenebilir Res	Mesken Başına Enerji Tüketimi	Kişi Başına Düşen Mesken Sayısı	Enerji Kimlik Belgesi Almış Bina Sayısı
5	Aksaray	85,39	47,39	0	0	0	0	232,48
24	Çorum	179,72	99,75	0	0	0	0	726,72

Çizelge 7.18. (devam) Girdilerdeki fazlalıklar ve çıktılardaki eksikler

21	Bursa	4948,04	2746,16	0	0	0	0	5552,33
20	Burdur	0	0	0	0	0	0	419,20
34	Giresun	0	0	0	0	0	0	582,43
19	Bolu	97,26	53,98	0	0	0	0	563,77
53	Konya	255,52	141,81	0	0	0	0	5402,48
59	Muğla	0	0	0	0	0	0	5586,14
61	Nevşehir	0	0	0	0	0	0	721,71
25	Denizli	22,59	12,54	0	0	0	0	3730,89
12	Balıkesir	0	0	0	0	0	0	6382,05
54	Kütahya	51,30	28,47	0	0	0	0	2271,30
14	Batman	0	0	0	0	0	0	1157,03
13	Bartın	0	0	0	0	0	0	592,34
23	Çankırı	146,37	81,23	0	0	0	0	1019,90
30	Erzincan	0	0	0	0	0	0	1298,00
16	Bilecik	0	0	0	0	0	0	1270,40
67	Samsun	0	0	0	0	0	0	6388,79
11	Aydın	365,81	203,02	0	0	0	0	8982,79
3	Afyon	0	0	0	0	0	0	4322,30
31	Erzurum	9,23	5,12	0	0	0	0	3336,67
77	Uşak	0	0	0	0	0	0	2386,74
35	Gümüşhane	9,65	5,36	0	0	0	0	507,20
49	Kırklareli	181,25	100,59	0	0	0	0	3045,40
76	Tunceli	21,20	11,77	0	0	0	0	323,57
43	Karabük	41,13	22,83	0	0	0	0	1634,40
57	Mardin	0	0	0	0	0	0	2123,51
22	Çanakkale	9,96	5,53	0	0	0	0	5130,20
56	Manisa	140,94	78,22	0	0	0	0	9514,36
39	İsparta	0	0	0	0	0	0	3009,55
41	İzmir	2731,77	1516,13	0	0	0	0	33383,45

Çizelge 7.18. (devam) Girdilerdeki fazlalıklar ve çıktılardaki eksikler

69	Sinop	196,76	109,20	0	0	0	0	1592,61
58	Mersin	1268,34	703,93	0	0	0	0	15219,68
28	Edirne	0	0	0	0	0	0	3381,40
63	Ordu	0	0	0	0	0	0	5187,01
71	Şanlıurfa	0	0	0	0	0	0	4262,00
29	Elazığ	78,11	43,35	0	0	0	0	3408,41
79	Yalova	0	0	0	0	0	0	3518,10
44	Karaman	0	0	0	0	0	0	2044,60
38	Iğdır	3,75	2,08	0	0	0	0	744,66
80	Yozgat	431,00	239,20	0	0	0	0	2392,46
15	Bayburt	15,33	8,51	0	0	0	0	443,77
42	K.Maraş	0	0	0	0	0	0	6894,62
74	Tokat	0	0	0	0	0	0	4937,63
48	Kırkkale	0	0	0	0	0	0	2485,98
47	Kayseri	0	0	0	0	0	0	10611,27
60	Muş	327,29	181,64	0	0	0	0	1410,83
6	Amasya	45,58	25,30	0	0	0	0	3387,10
50	Kırşehir	0	0	0	0	0	0	2408,90
72	Şırnak	0	0	0	0	0	0	1441,18
70	Sivas	0	0	0	0	0	0	5689,10
8	Antalya	869,61	482,63	0	0	0	0	31771,65
33	Gaziantep	934,67	518,74	0	0	0	0	15224,83
17	Bingöl	0	0	0	0	0	0	1986,80
2	Adıyaman	225,89	125,37	0	0	0	0	5104,53
81	Zonguldak	0	0	0	0	0	0	5129,38
45	Kars	0	0	0	0	0	0	2027,80
55	Malatya	0	0	0	0	0	0	6648,85
37	Hatay	1801,86	1000,03	0	0	0	0	17074,09
9	Ardahan	45,08	25,02	0	0	0	0	560,60

Çizelge 7.18. (devam) Girdilerdeki fazlalıklar ve çıktılardaki eksikler

1	Adana	853,00	473,42	0	0	0	0	25569,36
36	Hakkari	0	0	0	0	0	0	1209,17
64	Osmaniye	0	0	0	0	0	0	7662,13
78	Van	0	0	0	0	0	0	4260,26
18	Bitlis	35,08	19,47	0	0	0	0	2750,57
68	Siirt	0	0	0	0	0	0	1664,65
4	Ağrı	0	0	0	0	0	0	4245,63
51	Kilis	0	0	0	0	0	0	2444,20

Özet olarak, model 4’de en yüksek performansa sahip olan ilimiz İstanbul, en düşük performansa sahip ilimiz Kilis’tir. Kilis ilinin etkin olabilmesi için çıktı değerlerindeki eksiklikleri ve fazlalıkları çizelge 7.18’de verilmiştir. Yapılan çalışmada 81 ilin %16,05’inin etkin durumda olduğu görülmüştür. Etkin olmayan illerin girdilerindeki fazlalık değerlerinden kurtulmaları, çıktılardaki eksik değerlerini tamamlayarak etkin olmaları beklenmektedir.

Bu bağlamda enerji kimlik belgesi sayısı illerde artırılmaya teşvik edilmeli, inşaat projeleri nüfusun ihtiyacından fazla olacak şekilde bilinçsiz şekilde yapılması engellenmeli, ısıtma soğutma yenilenebilir kaynakların kullanımı kontrol altında tutulmalı ve meskenlerde enerji tasarrufuna teşvik edilmelidir.

Genel bir bakış açısıyla sonuçlar çıktılardaki eksikler ve girdilerdeki fazlalıklar ve çıktılardaki eksikler bakımından değerlendirilecek olunursa,

- Enerji kimlik belgesi almış meskenler arasında en çok eksiği olan il İzmir’dir.
- Meskenlerdeki enerji tüketimi girdisine göre enerjiyi en verimsiz kullanan il Bursa’dır.
- Meskenlerdeki CO₂ emisyonu girdisinde en fazla fazlalık olan il Bursa’dır.

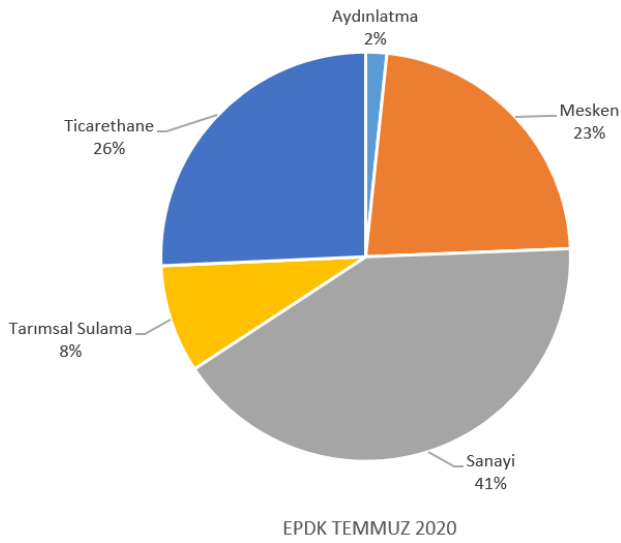


8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm dünyada gelişen teknoloji ve artan nüfusa bağlı olarak enerji talebi hızla artmaya devam etmektedir. Gelişen teknoloji, sanayileşme ve hızlı nüfus artışı ülkemizde her yıl enerjiye duyulan ihtiyacı daha da arttırmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde özellikle enerji talebi ivmeli bir artış göstermektedir. Ayrıca enerji ihtiyacının yaklaşık %80'nin fosil kaynaklardan sağlanması sera gazı emisyonlarını arttırmakta ve çevreye zarar vermektedir.

1973 yılında yaşanan dünya Petrol kriziyle birlikte enerji piyasasının geleceğini üreticilerin belirlediği standartlar doğrultusunda yönetileceği anlaşılmaya başlandı. Ülkemiz de elektrik enerjisi üretimi amacıyla kullanılan yakıtın %85'i ithal edilmektedir, elektrik enerjisinde %85 dışa bağımlı bir ülke olarak enerjinin etkin kullanılması farkındalığı ülkemizde oluştu. Enerji alanında dışa bağımlılığı azaltmak, iki katına çıkacak olan enerji talep artışını sorunsuz karşılamak ve arz güvenliğini sağlamak Türkiye enerji politikalarının temel amacını oluşturur[43].

Ülkemizde enerji tüketiminin, tüketim kaynaklarına göre dağılımı incelendiğinde 2020 yılında en çok enerji tüketimi %41 ile sanayi sektöründe, ikinci sırada %26 ile ticarethane, üçüncü sırada ise %23 ile meskenler bulunmaktadır. Şekil 8.1'de 2020 yılındaki kaynaklara göre enerji tüketimi gösterilmiştir. Enerji tasarrufu ve verimliliği çalışmaları ülkemizde sanayi ve ticarethane sektöründe yaygın olarak uygulanmaktadır. Ticaret Bakanlığı ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından birçok enerji verimliliği ve tasarrufuna teşvik edici projeler uygulanmaktadır. Ülkemizin enerji tüketiminin %23'lük kısmını oluşturan Mesken tüketimleri azımsanmayacak kadar çoktur fakat bu alanda enerji verimliliği ve tasarrufun önemi henüz yeterince benimsenmemiştir.



Şekil 8.1. 2020 Yılı Kaynaklara Göre Enerji Tüketimi (EPDK)

Bu tez çalışmasında, veri zarflama analizi yöntemiyle 2020 yılındaki 81 ilde meskenlerin enerji etkinliklerinin değerlendirilmesi ve etkin olmayan illerin etkin olabilmeleri için uygulamaları gereken çözümlere yönelik önerilerin sunulmasını içermektedir. Aynı zamanda meskenlerdeki enerji tüketimi incelenerek farkındalık ve bilinç artışı sağlanmak istenmiştir. Elektriğin etkin kullanımına yönelik alınacak olan karar ve aksiyonlarda hangi illere ve bu ildeki hangi tüketim kaynağına öncelik verileceği hususunda karar vericilere fayda sağlayacaktır. Böylece elektrik tüketim etkinliğinin artırılması ve potansiyel iyileştirmelerin gerçekleştirilmesi konusunda daha doğru ve etkili adımlar atılabilecektir.

Çizelge 8.1. İllerin etkinlik durumları

İLLER	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4
Ağrı			X	
Ankara	X	X		X
Antalya	X	X	X	
Ardahan			X	
Artvin			X	X
Batman			X	

Çizelge 8.1. (devam) İllerin etkinlik durumları

Bayburt	X		X	
Diyarbakır	X	X		X
Düzce				X
Eskişehir				X
Giresun	X	X		
Gümüşhane	X	X	X	
Hakkari			X	
Hatay			X	
Iğdır			X	
İstanbul	X	X	X	X
İzmir			X	
K.Maraş			X	
Kastamonu				X
Kocaeli				X
Muş			X	
Niğde				X
Ordu			X	
Rize	X	X	X	X
Sakarya			X	X
Sinop			X	
Şanlıurfa	X	X	X	
Tekirdağ				X
Trabzon	X	X		X
Tunceli			X	
Van	X			
Zonguldak			X	

Türkiye deki 81 ildeki meskenlerin enerji etkinlikleri çizelge 8.1’de özetlenmiştir;

Model 1 “Enerji tüketimi başına çevresel performans” olarak adlandırılmış olup, bu modelde meskenlerdeki enerji tüketiminin çevresel faktörü baz alınarak illerin etkinlikleri değerlendirilmiştir. Ülkemizdeki illerin meskenlerdeki CO2 salınımları baz alınarak yapılan bu çalışmada 11 ilin etkin konumda olduğu belirlenirken geriye kalan 70 ilin etkin durumda olmadığı ölçülmüştür. 70 ilin çevresel performanslarını iyileştirmesi ve etkin hale gelebilmesi için; illerdeki bilinçsiz nüfus artışına karşı önlemlerin alınması, maddi kaynakların ülke genelinde dengeli olarak dağılımının sağlanması, kişilerin enerji tasarrufu konusunda bilinçlendirilmesi ve kullanılan elektronik aletlerin enerji verimliliği yüksek olanlar ile değiştirilmesi veya cihazların verimli kullanılmasını sağlanarak enerji tüketimlerinin minimize edilmesi gerekmektedir. Etkinsiz illerin etkin duruma gelebilmeleri için sunulan önerileri uygulamaları ve en önemlisi bilinçlendirme çalışmaları yapmaları gerekmektedir.

Model 2 olarak tanımlanan “Meskenlerdeki enerji tüketim performansı” modelinde illerdeki meskenlerin enerji tüketimi baz alınarak illerin etkinlikleri değerlendirilmiştir. İllerdeki mesken tüketimi baz alınarak yapılan bu çalışmada 9 ilin etkin konumda olduğu belirlenirken geriye kalan 72 ilin etkin durumda olmadığı ölçülmüştür. 72 ilin meskenlerdeki enerji tüketim performansına göre etkin duruma gelebilmesi için; illerdeki bilinçsiz nüfus artışları önlenmeli, milli gelirin yurt genelinde dengeli dağılımı sağlanmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ısıtma soğutmada kullanımı konusunda bilinçlendirme yapılmalıdır. Etkinsiz illerin etkin duruma gelebilmeleri için hesaplamalar neticesinde sunulan önerileri uygulamaları ve en önemlisi bilinçlendirme çalışmaları yapmaları gerekmektedir.

Model 3 “Mesken başına düşen enerji tüketim performansı” olarak adlandırılmış olup, bu modelde 81 ildeki bir meskenin ortalama enerji tüketimi baz alınarak değerlendirilme yapılmıştır. Mesken başına düşen enerji tüketimi en fazla olan 3 il sırasıyla Antalya, İzmir ve Adana’dır. Üç ilin de ortak noktası, sıcak iklim bölgelerinde olması ve klima kullanımının evlerde yaygın olmasıdır. İllerde mesken başına enerji tüketimi baz alınarak yapılan bu çalışmada, 21 il etkin durumda iken geriye kalan 60 il etkin durumda değildir. 60 ilin mesken başına düşen enerji tüketimi performansına göre etkin hale gelebilmesi için; illerdeki bilinçsiz nüfus artışları önlenmeli, milli gelirin yurt genelinde dengeli dağılımı sağlanmalı, nüfus artışından bağımsız olarak bilinçsiz inşaat projelerinin artışı önlenmeli, kişilere enerji

tasarrufu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ısıtma soğutmada kullanımı konusunda bilinçlendirme yapılmalıdır. Etkin olmayan illerin etkin duruma gelebilmeleri için hesaplamalar neticesinde sunulan önerileri uygulamaları ve en önemlisi bilinçlendirme çalışmaları yapmaları gerekmektedir.

Model 4 “Enerji kimlik belgesi etkinliği performansı” olarak adlandırılmış olup, 81 ildeki meskenlerin enerji kimlik belgesi sayıları baz alınarak etkinlik performansları ölçülmüştür. Bu modelde diğer 3 modelden farklı olarak çıktı değerinin artması istendiği için çıktı yönlü veri zarflama analizi yapılmıştır. 81 ilin 13 tanesi etkin iken geriye kalan 68 il etkin durumda değildir. Enerji kimlik belgesi sınıfları belirlenirken CO2 salınımı, ısıtma soğutmada yenilenebilir enerji kullanımı ve bina yalıtımı gibi kriterler baz alınmaktadır. 68 ilin enerji kimlik belgesi performansına göre etkin hale gelebilmesi için meskenlerdeki enerji tüketimlerini ve CO2 salınımlarını azaltmaları gerekmektedir. Enerji kimlik belgesi almış mesken sayılarını ise arttırmaları gerekmektedir.

Enerji verimliliği ve tasarrufu çalışmaları her sektör ve alanda ivmeli bir artışla devam etmektedir. Ülkemizde enerji verimliliği alanında çeşitli projeler yürütülmektedir. İlk olarak, TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının yürütmekte olduğu “Aklınla Verimli Yaşa” projesi mesken, okul, ofis, sanayi ve ulaşım alanlarında enerji verimliliği alanında bilinçlendirme ve destekleme süreçlerini yürütmektedir. Paris İklim Anlaşması'na dair kanun teklifi Meclis'te kabul edilmesiyle 2053 yılında sıfır karbon emisyonu çalışmalarına başlanmış oldu. Karbon emisyonunu engelleme en önemli yolu enerji verimliliği ve tasarrufundan geçmektedir. [44] Aynı zamanda mevcutta uygulanan “Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017 -2023” binalarda enerji verimliliğini de kapsamaktadır. Bunlar [45];

- Mevcut Binaların Rehabilitasyonu ve Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi
- Merkezi ve Bölgesel Isıtma/Soğutma Sistemlerinin Kullanımının Özendirilmesi
- Mevcut Binaların Enerji Kimlik Belgesi Sahiplik Oranının Artırılması
- Sürdürülebilir Yeşil Binalar ile Yerleşmelerin Belgelendirilmesinin Özendirilmesi
- Yeni Binalarda Enerji Verimliliğinin Özendirilmesi
- Binalarda Yenilenebilir Enerji ve Kojenerasyon Sistemlerinin Kullanımının Yaygınlaştırılması

Bu tez çalışmasının sonucunda, Türkiye'nin 81 ilinde bulunan meskenlerin enerji verimliliği etkinlikleri 4 farklı modelde analiz edilmiş olup, etkinsiz illerin etkin olabilmeleri için gerekli öneriler sunulmuştur. İllerin enerji verimliliği alanında yapacağı çalışmalar için karar aşamasında gözden geçirmeleri destek sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

1. Kazancıoğlu, Ş. (2010). *Türkiye Enerji Sektöründe Toplam Faktör Verimliliği ve Uluslararası Konum Analizi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 6-120.
2. Özgür, M. (2011). *Enerji Etkinliğinin Ölçümünde Veri Zarflama Analizi Modellerinin Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul, 1-70.
3. Düzgün, M. (2011). *Veri Zarflama Analizi ile Elektrik Dağıtım Şirketlerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 1-140.
4. Türkoğlu, P. (2016). *OECD Ülkelerinin Enerji Etkinliklerinin ve Dinamiklerinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, T.C. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 1-45.
5. Karık, F. (2017). *Türkiye'nin Enerji Performansının Oecd ve Brics Ülkeleri ile Karşılaştırılması*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-149.
6. Kocak, İ. (2018). *Türkiye'deki İllerin Elektrik Tüketimlerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-65.
7. Demirsoy, G. (2021). *Binalarda Enerji Verimliliğinin Etkinlik Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-289.
8. Koç, E., Şenel, M. (2013). Dünyada ve Türkiye'de enerji durumu- genel değerlendirme. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 54(639), 33-36.
9. İnternet : RSR Enerji. URL: <https://rsrenerji.com/blog/enerji-cesitleri-nelerdir>, Son Erişim Tarihi:13.03.2022.
10. İnternet : Enerji Portali. URL: <https://www.enerjiportali.com/yenilenemez-enerji-kaynaklari-nedir/>, Son Erişim Tarihi:13.04.2022.
11. İnternet: Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu. URL: <https://www.tki.gov.tr/enerji-ve-komur>, Son Erişim Tarihi :13.04.2022.
12. İnternet :T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Doğal Gaz Piyasası 2020 Yılı Sektör Raporu, 7-33. URL : <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-94/dogal-gazyillik-sektor-raporu>, Son Erişim Tarihi : 20.04.2022.
13. İnternet: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. URL : <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-petrol>, Son Erişim Tarihi : 13.04.2022.

14. İnternet : Türkiye'nin Enerji Görünümü Dünyada Ve Türkiye'de Birincil Enerji Arzı, URL:https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/TEG-2020-1_Birincil%20Enerji_%C5%9Eayende%20Y%C4%B1lmaz.pdf, Son Erişim Tarihi :16.04.2022.
15. İnternet: Türkiye Cumhuriyeti Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. URL : <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/sektorelere-gore-toplam-enerji-tuketimi-i-85800> Son Erişim Tarihi :16.04.2022.
16. İnternet : Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. URL: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes> , Son Erişim Tarihi:16.04.2022.
17. İnternet: Yenilenebilir Enerji Araştırma Derneği. URL : https://yenader.org.tr_tr/blog/service/yenilenebilir-enerji-nedir/ , Son Erişim Tarihi :17.04.2022.
18. İnternet :Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu. URL: <https://www.tki.gov.tr/enerji-ve-komur> , Son Erişim Tarihi:17.04.2022.
19. İnternet: Enerji Portalı. URL: <https://www.enerjiportali.com/yenilenemez-enerji-kaynaklari-nedir/> , Son Erişim Tarihi:20.04.2022.
20. İnternet: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. URL: <https://enerji.gov.tr/enerji-verimliliği> , Son Erişilen Tarih: 20.04.2022
21. İnternet: Türkiye'de Enerji Verimliliği. URL: <https://www.szutest.com.tr/turkiyede-enerji-verimliliği/> ,Son Erişim Tarihi: 20.04.2022.
22. İnternet: Türkiye'nin Enerji Görünümü. URL: https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/TEG-2020-15_%20Enerji%20Verimlili%C4%9Fi_T%C3%BClin%20Keskin%20Alpaslan%20G%C3%BCven.pdf , Son Erişilen Tarih: 18.04.2022.
23. Yumurtacı, Z., Dönmez, A.H. (2013). Konutlarda enerji verimliliği. *Mühendis ve Makina Dergisi*, 54(637), 38-43.
24. İnternet: TÜİK Veri Tabanı. URL: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Aralik-2020-37410> , Son Erişim Tarihi: 21.04.2022.
25. İnternet: TÜİK Veri Tabanı. URL : <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Aralik-2020-37410> , Son Erişim Tarihi : 21.04.2022.
26. Yeşilyurt, C. (2018). Performans Ölçümünde kullanılan parametrelili ve parametresiz etkinlik ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22 (3), 2941-2953.
27. Dönmezçelik, O. (2014). *Türkiye'deki Elektrik Dağıtım Şirketlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-87.

28. Karahan, A.ve Özgür, E. (2011). *Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi (İkinci Baskı)*. Ankara: NOBEL Yayın dağıtım, 43–122.
29. İnternet: ODTÜ. URL:
<http://myo.metu.edu.tr/sites/myo.metu.edu.tr/files/DERS%20NOTLARI%20II.pdf>
 Son Erişim Tarihi: 04.05.2022.
30. İleri, H. Verimlilik, verimlilik ile ilgili kavramlar ve işletmeler açısından verimliliğin önemi. *Selçuk Üniversitesi MYO Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1999), 115-124.
31. Gencan, S. (2014). *Hastanelerin Performansının Veri Zarflama Analizi/Analitik Hiyerarşi Prosesi Bütünleşik Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 40-60.
32. Oruç, K. (2008). *Veri Zarflama Analizi ile Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 10-173.
33. Ayanoğlu, A. (2010). Hastanelerde veri zarflama analizi (VZA) yöntemiyle finansal performans ölçümü ve değerlendirilmesi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 2(2), 40-62.
34. Depren, Ö. (2008). *Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-63.
35. Yağcı, (2021) *Türkiye'nin Enerji ve Çevre Toplam Faktör Verimliliği*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 12-40.
36. Demirdelen, D. (2013). *Merkezi Sıcak Sulu Isıtma Sistemli Yapılarda Yakıt Verimliliğinin Araştırılması, Enerji Kimlik Belgesi ve Yalıtım Optimizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 1-90.
37. Erpolat, S. (2011). *Ağırlık Kısıtlamasız, Ağırlık Kısıtlı, Şans Kısıtlı, Bulanık* (Birinci Baskı). Türkiye: İstanbul Evrim Yayınevi, 1-134.
38. Okursoy, A., Tezsürücü D. (2012). Kamu şeker fabrikalarında etkinlik ölçümü: vza - malmquist tfv uygulaması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(4), 49- 64.
39. Tarım, A. (2001). *Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görel Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı* (5.Baskı). Türkiye: Sayıştay Yayınları, 1-4.
40. Charnes, A. and Cooper, W.W., Arie, Lewin, A.Y., Seiford, L.M. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Boston: Kluwer Academic Publishers.
41. Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone K. (2000). *Data Envelopment Analysis*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
42. Perçin S., Çakır S. (2012). Demiryollarında süper etkinlik ölçümü: Türkiye örneği, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(1), 29-45.

43. Yılankırkan, N., Doğan, H. (2020) Türkiye'nin enerji görünümü ve 2023 yılı birincil enerji arz projeksiyonu Batman Üniversitesi, *Yaşam Bilimleri Dergisi*, 10(2), 77-92.
44. İnternet: Sıfır Emisyon Hedefi. URL: <https://www.trthaber.com/haber/bilim-teknoloji/2053e-kadar-sifir-emisyon-hedefine-adim-adim-620692.html>, Son Erişim Tarihi: 9.05.2022.
45. İnternet: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı. URL: <https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EVCED/tr/EnerjiVerimlili%C4%9Fi/UlusalEnerjiVerimlili%C4%9FiEylemPlan%C4%B1/Belgeler/UEVEP.pdf> ,Son Erişim Tarihi: 9.05.2022.
- 46.İnternet: Antalya Büyükşehir Belediyesi. URL: https://www.antalya.bel.tr/Content/UserFiles/Files/Duyuru_Etkinlikler%2FSURDURULEBLIRENERJEYLEMPLANI2021.pdf, Son Erişim Tarihi: 9.05.2022.



Gazili olmak ayrıcalıktır