



TÜRKİYE’NİN ENERJİ VE ÇEVRE TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ

Berk Erbil YAĞCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞUBAT 2021

Berk Erbil YAĞCI tarafından hazırlanan “TÜRKİYE’NİN ENERJİ VE ÇEVRE TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Adnan SÖZEN

Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Prof. Dr. Kurtuluş BORAN

Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi. İpek AYTAÇ

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Türk Hava Kurumu Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 11/02/2021

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Cevriye GENCER
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

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.

Berk Erbil YAĞCI

11/02/2021

TÜRKİYE’NİN ENERJİ VE ÇEVRE TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Berk Erbil YAĞCI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Şubat 2021

ÖZET

Günümüzde dünya nüfusunun hızla artması, sanayileşme ve teknolojiye olan ilerlemeler neticesinde enerji talepleri artmaktadır. Dünya’da konvansiyonel enerji kaynaklarının sınırlı olması ülkelerin sahip oldukları kaynakları daha etkin ve verimli kullanma gerekliliklerini ortaya çıkarmaktadır. Avrupa Birliği’ne aday bir ülke olan Türkiye, sahip olduğu genç nüfus, sanayileşme gücü ve dinamik ekonomik yapısı ile gelişmekte olan bir ülkedir. Bu nedenle Türkiye’nin enerji ihtiyaçları da gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye’nin bulunduğu jeostratejik konumdan dolayı üye ülkeler arasında enerji ve çevre performansının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’nin enerji ve çevre parametreleri göz önünde bulundurularak, AB üyesi ülkeler arasındaki konumunun belirlenmesi noktasından hareketle yedi farklı model oluşturulmuştur. Bu modeller, yenilenebilir enerji etkinliği, enerji üretim ve verimlilik etkinliği, enerji verimliliği etkinliği, brüt nihai enerji tüketimine göre yenilenebilir enerji etkinliği, sera gazı emisyonu etkinliği, ithalat bağımlılığı etkinliği ve elektrik fiyat etkinliği’dir. Türkiye’nin AB ülkelerine göre karşılaştırmalı kesit analizi, Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Index yöntemlerinden yararlanılarak yapılmıştır. Bir ülkenin Malmquist verimlilik endeksinin 1,0’dan büyük olması etkinliğinde gelişme olduğunu göstermektedir. VZA birden fazla girdi ve çıktı değişkeni kullanarak benzer türden karar verme birimleri (KVB) için etkinlik değerlendirme amaçlı kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. Yapılan analizlerde 2015-2017 yılları arasında, 30 adet Avrupa ülkesinin verileri kullanılmıştır. Türkiye’nin 2017 yılına ait ortalama Malmquist endeksleri 1,058, 1, 0,990, 0,880, 0,490, 0,717, 1,248 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, Türkiye’nin brüt nihai enerji tüketimine göre yenilenebilir enerji etkinliği modeli, enerji üretimi ve verimlilik etkinliği modeli ve elektrik fiyatı etkinliği modellerinde AB ülkelerine göre ilerleme gösterdiği tespit edilmiştir.

Bilim Kodu : 91408
Anahtar Kelimeler : Malmquist endeks, enerji verimliliği, veri zarflama analizi, enerji performansı
Sayfa Adedi : 174
Danışman : Prof. Dr. Adnan SÖZEN

TURKEY'S ENERGY AND ENVIRONMENTAL TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY

(M. Sc. Thesis)

Berk Erbil YAĞCI

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

February 2021

ABSTRACT

Today, energy demands are increasing as a result of the rapid increase in the world population, industrialization and advances in technology. The limited conventional energy resources in the world reveals the necessity for countries to use their resources more effectively and efficiently. European Union candidate Turkey, a country with a young population that is a developing country with industrialization and dynamic economic power structure. Therefore, energy needs of Turkey is increasing day by day. Determination of the energy and environmental performance among the member countries due to its geostrategic location where Turkey is located is important. In this study, Turkey's energy and environmental parameters into consideration, from the point of determining the position of movement between EU member states have created seven different models. These models are renewable energy efficiency, energy production and potency efficiency, energy potency efficiency, renewable energy efficiency according to gross final energy consumption, greenhouse gas emission efficiency, import dependency efficiency and electricity price efficiency. According to Turkey's EU country comparative analysis section, DEA and Malmquist Index was conducted utilizing the method. A country's Malmquist productivity index being greater than 1.0 indicates an improvement in its efficiency. DEA is a nonparametric method used for efficiency evaluation for similar types of decision-making units (DMU) using more than one input and output variables. Data of 30 European countries between 2015 and 2017 were used in the analyzes. Turkey's 2017 average Malmquist indices of 1,058, 1,000, 0,990, 0,880, 0.490, 0,717 and 1,248. As a result, Turkey's gross renewable energy efficiency model based on final energy consumption, energy production and productivity effectiveness model and price of electricity efficiency model has been found to show improvement compared to the EU countries.

Science Code : 91408

Key Words : Malmquist index, energy efficiency, data envelopment analysis, energy performance

Page Number : 174

Supervisor : Prof. Dr. Adnan SÖZEN

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince tüm bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Adnan SÖZEN’e sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu günlere gelmemde üzerimde çok büyük emeği olan Anneme ve Babama teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. ENERJİ BİLİNCİ.....	7
4. TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE HEDEFLERİ.....	11
4.1. Enerji Projeleri	16
4.2. Türkiye’nin 2023 Yılı Hedefleri	25
4.3. Milli Enerji ve Maden Politikası	28
4.3.1. Arz güvenliği.....	29
4.3.2. Öngörülebilir piyasa.....	31
4.3.3. Yerlileştirme.....	32
4.3.4. Türkiye ulusal yenilenebilir enerji eylem planı	32
5. AB ÜLKELERİ’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE HEDEFLERİ	45
5.1. Enerji Kullanan Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımı	47
5.2. Enerji Kullanan Ürünlerin Enerji Etiketlemesi	47
5.3. Kojenerasyon.....	48
5.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	49
5.5. Nükleer Enerji ve Radyasyondan Korunma.....	50

	Sayfa
5.6. AB'nin Geleceği.....	51
5.7. AB Enerji Politikaları.....	53
5.7.1. AB enerji hedefleri.....	54
5.7.2. AB'de enerji yönetimi.....	54
5.7.3. AB'nin yenilenebilir enerji politikaları.....	55
5.8. AB 2020 Stratejisi	56
5.8.1. Enerji verimliliği, sera gazı emisyonları ve yenilenebilir enerjinin brüt nihai enerji tüketimindeki payı	57
5.8.2. İklim değişikliği ve enerji	59
5.8.3. AB'nin 2020 yılı sera gazı emisyonu azaltma hedefi	61
5.8.4. Ulaşım haricindeki tüm sektörlerde 1990 yılından bugüne düşen emisyon değerleri.....	63
5.8.5. 2005 yılından günümüze çaba paylaşım kararı kapsamında düşen sera gazı emisyonları	63
5.9. Yenilenebilir Enerjinin Yükselişi.....	64
5.9.1. Farklı sektörlerde gelişen yenilenebilir enerjinin payları	67
5.9.2. AB'nin enerji verimliliği iyileştirmelerini takip etmesi.....	68
5.9.3. Üye devletler ve sektör düzeyinde enerji tüketimindeki değişiklikler.....	71
6. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ	73
6.1. Oran Analizi	75
6.2. Parametrel Yöntemler	75
6.3. Parametrik Olmayan Yöntemler	76
6.4. Etkinlik Ölçme Yöntemlerinin Karşılaştırılması	77
7. UYGULANAN YÖNTEM.....	79
7.1. VZA ile Etkinlik Ölçülmesi	81
7.2. Temel VZA Modelleri.....	83
7.2.1. CCR modeli.....	86

	Sayfa
7.2.2. BCC modeli.....	88
7.3. Malmquist Verimlilik Endeksi	91
8. UYGULAMA.....	101
8.1. Uygulama Modelleri ve Materyal	101
8.2. Uygulama Sonuçları ve Tartışma	107
8.2.1. Model 1 sonuçları.....	107
8.2.2. Model 2 sonuçları.....	113
8.2.3. Model 3 sonuçları.....	118
6.2.4. Model 4 sonuçları.....	124
8.2.5. Model 5 sonuçları.....	129
8.2.6. Model 6 sonuçları.....	135
8.2.7. Model 7 Sonuçları.....	139
9. SONUÇ.....	145
KAYNAKLAR	159
EKLER.....	165
EK-1. Model 1 için orijinal ve hedef değerler (2017)	166
EK-2. Model 2 için orijinal ve hedef değerler (2017)	167
EK-3. Model 3 için orijinal ve hedef değerler (2017)	168
EK-4. Model 4 için orijinal ve hedef değerler (2017)	169
EK-5. Model 5 için orijinal ve hedef değerler (2017)	170
EK-6. Model 6 için orijinal ve hedef değerler (2017)	171
EK-7. Model 7 için orijinal ve hedef değerler (2017)	172
EK-8. Türkiye için orijinal ve hedef değerler (2017)	173
ÖZGEÇMİŞ.....	174

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Referans çalışmaların literatür taraması	5
Çizelge 4.1. Dağıtım sistemine bağlı tüketicilerin brüt elektrik tüketim tahminleri (GWh)	19
Çizelge 4.2. ETKB elektrik enerjisi talep projeksiyonu sonuçları-yıllık bazda talep ve değişim oranları	20
Çizelge 4.3. Düşük senaryoya göre Türkiye 2019-2028 yılları brüt elektrik tüketim tahmini (GWh).....	21
Çizelge 4.4. Baz senaryoya göre Türkiye 2019-2028 yılları brüt elektrik tüketim tahmini (GWh).....	22
Çizelge 4.5. Yüksek senaryoya göre Türkiye 2019-2028 yılları brüt elektrik tüketim tahmini (GWh).....	22
Çizelge 4.6. 2019-2028 yılları brüt elektrik tüketim tahmini (GWh)	24
Çizelge 4.7. 2019-2028 yılları Türkiye puant tahmini (MW).....	24
Çizelge 4.8. Türkiye elektrik enerjisi talep projeksiyonu (2014-2035)	27
Çizelge 4.9. Milli enerji ve maden politikası'nın stratejileri ve hedefleri	28
Çizelge 4.10. Elektrik, ısıtma-soğutma ve ulaştırma sektörlerinde brüt nihai enerji tüketiminin gelişimi	40
Çizelge 4.11. Elektrik üretimi ve kurulu güç kapasitesi 2013 gerçekleştirmeleri, 2023 tahminleri ve artışları	41
Çizelge 4.12. Yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjinin nihai brüt enerji tüketimindeki payı için belirlenen 2010 ve 2023 hedefleri	43
Çizelge 4.13. 2023 yılı için ulusal hedef ve elektrik, ısıtma-soğutma, ulaştırma sektörlerinde yenilenebilir kaynakların payında beklenen ilerlemeler	44
Çizelge 5.1. Avrupa 2020 başlık göstergeleri, AB-28, 2008 ve 2014-2018	57
Çizelge 8.1. Modellerin girdilerinin ve çıktıklarına ait istatistikler.....	101
Çizelge 8.2. Analizlerde kullanılan modeller	104
Çizelge 8.3. Model 1 için ülkelerin SE skorları ve referansları	107
Çizelge 8.4. Model 1 için ülkelerin girdi çıktı aylak değerleri (2017)	109
Çizelge 8.5. Model 1 için ülkelerin <i>tfvd</i> değerleri	111

Çizelge	Sayfa
Çizelge 8.6. Model 1 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri	111
Çizelge 8.7. Model 2 için ülkelerin SE skorları ve referansları	113
Çizelge 8.8. Model 2 için ülkelerin girdi-çıktı aylak değerleri (2017)	114
Çizelge 8.9. Model 2 için ülkelerin <i>tfvd</i> değerleri	115
Çizelge 8.10. Model 2 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri	116
Çizelge 8.11. Model 3 için ülkelerin SE skorları ve referansları	119
Çizelge 8.12. Model 3 için ülkelerin girdi-çıktı aylak değerleri (2017)	120
Çizelge 8.13. Model 3 için ülkelerin <i>tfvd</i> değerleri	121
Çizelge 8.14. Model 3 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri	122
Çizelge 8.15. Model 4 için ülkelerin SE skorları ve referansları	124
Çizelge 8.16. Model 4 için ülkelerin girdi-çıktı aylak değerleri (2017)	125
Çizelge 8.17. Model 4 için ülkelerin <i>tfvd</i> değerleri	126
Çizelge 8.18. Model 4 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri	127
Çizelge 8.19. Model 5 için ülkelerin SE skorları ve referansları	129
Çizelge 8.20. Model 5 için ülkelerin girdi aylak değerleri (2017)	130
Çizelge 8.21. Model 5 için ülkelerin çıktı aylak değerleri (2017)	131
Çizelge 8.22. Model 5 için ülkelerin <i>tfvd</i> değerleri (2017)	132
Çizelge 8.23. Model 5 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri	133
Çizelge 8.24. Dünya Avrupa ve Türkiye’de 2000-2013 yıllarında üretilen CO2 emisyonları	134
Çizelge 8.25. Model 6 için ülkelerin SE skorları ve referansları	135
Çizelge 8.26. Model 6 için ülkelerin girdi çıktı aylak değerleri (2017)	136
Çizelge 8.27. Model 6 için ülkelerin <i>tfvd</i> değerleri	137
Çizelge 8.28. Model 6 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri	138
Çizelge 8.29. Model 7 için ülkelerin SE skorları ve referansları	139
Çizelge 8.30. Model 7 için ülkelerin girdi çıktı aylak değerleri (2017)	140
Çizelge 8.31. Model 7 için ülkelerin <i>tfvd</i> değerleri	141

Çizelge	Sayfa
Çizelge 8.32. Model 7 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri	142
Çizelge 8.33. Türkiye ve bazı ülkelerin endüstri’de kullandığı toplam petrol tüketimi	144
Çizelge 8.34. Türkiye ve bazı ülkelerin endüstri’de kullandığı Toplam Kömür Tüketimi (Mtce).....	144
Çizelge 9.1. Türkiye için Malmquist verimlilik endeksi skorları	145
Çizelge 9.2. Elektrik üretiminde fosil yakıtların payı.....	149
Çizelge 9.3. Yıllara göre Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonu.....	152

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminin kaynak bazlı dağılımı (yüzde, Ocak-Eylül 2018).....	12
Şekil 4.2. Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu güç gelişimi (MW, 2000-2018).....	12
Şekil 4.3. İlave kurulu güç yatırım yüzdeleri (Yüzde, Ocak-Ekim 2018)	13
Şekil 4.4. Türkiye'nin doğal gaz ithal ettiği ülkelerin dağılımı	14
Şekil 4.5. Türkiye'nin petrol ithal ettiği ülkelerin dağılımı (yüzde, Ocak-Ağustos 2018).....	15
Şekil 4.6. TürkAkım doğal gaz boru hattı (TurkStream).....	16
Şekil 4.7. TANAP güzergahı	17
Şekil 4.8. Dağıtım sistemine bağlı tüketicilerin brüt elektrik tüketim tahminleri (GWh).....	19
Şekil 4.9. ETKB elektrik enerjisi talep projeksiyonu sonuçları-yıllık bazda talep grafiği.....	21
Şekil 4.10. 2019 – 2028 yılları senaryo bazlı Türkiye talep gelişimi (GWh).....	24
Şekil 4.11. 2019 – 2028 yılları senaryo bazlı Türkiye puant gelişimi (MW)	25
Şekil 4.12. Seçilmiş Avrupa ülkelerinin maksimum doğalgaz depolama tesisleri (2014 yılı verileri, yüzde)	30
Şekil 4.13. Türkiye'de birincil enerji tüketimi, son veriler ve 2023 tahmini.....	33
Şekil 4.14. Türkiye enerji tüketimi: geçmiş veriler ve tahminler	34
Şekil 4.15. Türkiye'nin potansiyel GSYH artış oranı.....	37
Şekil 4.16. Türkiye enerji tüketimi: geçmiş veriler ve tahminler	38
Şekil 4.17. Ulaştırma sektöründe nihai enerji tüketimi (Eurostat, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), ETKB ve Deloitte (tahminler))	39
Şekil 4.18. Elektrik üretimi ve kurulu güç değerleri 2013 yılı verileri ile 2023 yılı hedefleri	41
Şekil 5.1. Kojenerasyon santralinde elektrik enerjisi üretimi	49
Şekil 5.2. Ülkelere göre 2005 ve 2017 yıllarına ait kişi başına düşen sera gazı emisyonu.....	62

Şekil	Sayfa
Şekil 5.3. Çaba paylaşım kararı sektörlerinde ülkelere göre sera gazı emisyonları (çaba paylaşım kararı baz yılından bu yana % değişim)	64
Şekil 5.4. 2004 ile 2017 yılları arası yenilenebilir enerjide 28 AB Ülkesinin brüt nihai enerji tüketimindeki payı	65
Şekil 5.5. 2004 ve 2017 yıllarına ait Ülkelere göre brüt nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı	66
Şekil 5.6. 2004-2017 yılları arası 28 AB Ülkesinin sektörlere göre brüt nihai enerji tüketimindeki yenilenebilir enerjinin payı	67
Şekil 5.7. 1990-2017 yılları arası 28 AB Ülkesinin birincil ve nihai enerji tüketimi	69
Şekil 5.8. 2017 yılına ait Ülkelere göre birincil enerji tüketimindeki değişim	70
Şekil 5.9. 28 AB Ülkesinin 1990 ve 2017 yılları arası nihai enerji tüketimi	72
Şekil 6.1. Performans kriterleri	73
Şekil 7.1. Teknik etkinlik ve tahsis etkinliği	82
Şekil 7.2. VZA modelleri	83
Şekil 7.3. VZA için CCR ve BCC etkinlik sınırları	84
Şekil 7.4. Üretim sınırları (a) CCR ve (b) BBC	91
Şekil 7.5. Çıktıya yönelik Malmquist verimlilik endeksi	94
Şekil 7.6. Girdiye yönelik Malmquist verimlilik endeksi	97
Şekil 7.7. Malmquist endeksi analizi ile etkinlik değişimi	98

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklamalar
$\sqrt{}$	Mevcut
B	ÖDG veya BCC sembolü
C	ÖSG veya CCR sembolü
Ç	Çıktı sembolü
D	Uzaklık fonksiyonu
D_Ç	Çıktıya yönelik uzaklık fonksiyonu
D_G	Girdiye yönelik uzaklık fonksiyonu
e	Birim satır vektörü
G	Girdi sembolü
h	Etkinlik skoru
i	İlgili girdi
j	İlgili KVB
K	Girdi boyutu
L	Çıktı boyutu
m	Girdi sayısı
M	Malmquist verimlilik endeksi
m²	Metrekare
m³	Metreküp
mm³	Milyar metreküp
M_Ç	Çıktıya yönelik Malmquist verimlilik endeksi
M_G	Girdiye yönelik Malmquist verimlilik endeksi
n	KVB sayısı
o	Değerlendirmede olan KVB
°C	Santigrat derece
P	Üretim imkânları kümesi
r	İlgili çıktı

Simgeler**Açıklamalar**

S	Aylak değişken
s	Çıktı sayısı
t	t zamanı
u	Çıktı ağırlıkları
v	Girdi ağırlıkları
W	Watt
x	Girdi
y	Çıktı
ε	Arşimedgil olmayan değer
θ	Radyal girdi büzülme katsayısı
λ	Ağırlık değeri
ϕ	Radyal çıktı genişleme katsayısı
Δ	Değişim

Kısaltmalar**Açıklamalar**

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BCC	Banker-Charnes-Cooper
BP	British Petrol
BRICS	Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CCR	Charnes-Cooper-Rhodes
CD₂	Karbondioksit
CRS	Ölçeğe göre sabit getiri
ÇPK	Çaba Paylaşım Kararı
DEAP	Veri zarflama analizi
DMS	Kesinti Yönetim Sistemi
DRS	Ölçeğe göre azalan getiri
ed	Etkilik değişimi
EMS	Verimlilik ölçüm sistemi
ENTSO-E	Avrupa Elektrik Sistem Operatörleri Ağı

Kısaltmalar**Açıklamalar**

ENVER	Enerji Verimliliği Kanunu
EPE	Enerji Politikası Eylem Planı
EPIAŞ	Enerji Piyasaları İşletme A.Ş.
ESR	Çaba Paylaşım Yönetmeliği
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
ETS	Emisyon Ticaret Sistemi
EUROSTAT	Avrupa İstatistik Birliği
FSRU	Yeniden gazlaştırma ünitesi
GSM	Mobil iletişim için küresel sistem
GSYH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GWh	Giga watt saat
HES	Hidro elektrik santral
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
IMF	Uluslararası Para Fonu
IRS	Ölçeğe göre artan getiri
kcal	Kilo kalori
km	Kilometre
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
KOSGEB	Küçük ve Orta Ölçekli Sanayiye Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
KVB	Karar Verme Birimi
kWh	Kilo watt saat
LEA	Litvanya Enerji Ajansı
LED	Işık saçan diyot
LNG	Sıvılaştırılmış doğal gaz
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MİLRES	Milli Rüzgar Enerji Sistemleri Geliştirilmesi Projesi
MTEP	Milyon ton petrol eşdeğeri
MW	Mega watt
NO₂	Azot dioksit
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OSOS	Otomatik sayaç okuma sistemi

Kısaltmalar**Açıklamalar**

ÖDG	Ölçeğe göre değişken getiri
ÖE	Ölçek etkinliği
öed	Ölçek etkinlik değişimi
ÖSG	Ölçeğe göre sabit getiri
REPA	Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası
RİTM	Rüzgar Gücü İzleme ve Tahmin Merkezi
SCADA	Denetleyicili Kontrol ve Veri Depolama Sistemi
SCP	Güney Kafkasya Boru Hattı
sed	Saf etkinlik değişimi
STE	Saf teknik etkinlik
SZA	Serbest Atılabilir Zarf
TAEK	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TANAP	Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi
TAP	Trans Adriyatik Boru Hattı
td	Teknolojik değişim
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEP	Ton eşdeğer petrol
tfvd	Toplam faktör verimliliği değişimi
TTE	Toplam teknik etkinlik
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜREB	Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
VZA	Veri Zarflama Analizi
YBSB	Yüksek basınçlı sodyum buharlı
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

1. GİRİŞ

İnsan hayatının en önemli unsuru olan enerji, ülkelerin ekonomik, sosyal gelişimlerini etkileyen, küresel ve uluslararası ilişkilerine yön veren bir ögedir. Enerji kaynaklarını etkin ve verimli kullanan ülkeler diğer ülkelere göre konumlarını güçlendirerek dünya enerji diplomasisine yön vermektedir. Enerji etkinliği yüksek olan ülkeler ekonomik açıdan da güçlü olmaktadır. Güçlü bir ekonomi ülkelerin ekonomik bağımsızlığını kazanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ekonomisi güçlü olan ülkeler yüksek refah seviyesine sahip olmaktadır. Dünyada hızla gelişen sanayileşme, hızlı kentleşme ve teknolojiadaki ilerlemeler sonucunda artan enerji ihtiyacı günümüzün en önemli problemi haline gelmiştir. Bu nedenle ülkeler sahip oldukları enerji kaynaklarını etkin ve verimli kullanarak, yenilenebilir enerji ve nükleer enerji gibi alternatif enerji kaynaklarına önem vermeleri gerekmektedir. Enerjide arz güvenliğinin sağlanması ve dışa bağımlılığın azalması ülkelerin ekonomilerine katkı sağlayan önemli bir faktördür.

Türkiye bulunduğu coğrafi konum itibarıyla Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ve dünyanın önemli enerji rezervlerine sahip olan ülkeler arasında köprü ülke konumundadır. Türkiye’de AB’ne uyum sağlamak amacıyla enerji alanında birçok yasal düzenleme yapılmıştır. Yapılan yasal düzenlemeler Türkiye’nin enerji alanında etkinliğini artıracak niteliktedir. Türkiye’nin AB’ne katılması ile Orta Doğu ülkeleri ve Kafkaslardan AB’ne doğal gaz ile petrol taşınması Türkiye’yi transit ülke konumuna getirecektir. Türkiye’nin AB’ne tam üye olması durumunda AB’nin enerji arz güvenliği güçlenecektir. Ülkelerin enerji ve çevre alanlarında diğer ülkelere göre konumlarını belirlemeleri, enerji ve çevre alanlarına ait modellerinin oluşmasında önem arz etmektedir. Bu nedenle VZA ülkelerin enerji, çevre ve ekonomi alanlarındaki performanslarının ölçülmesinde kullanılan bir yöntemdir.

VZA’ni ilk kullanan bilim insanları Charnes, Cooper ve Rhodes’dur. 1978 yılında Cooper eğitim kurumlarının etkinliğini tespit etmek için VZA yöntemini kullanmıştır [1]. Günümüzde VZA sayesinde bankaların, hastanelerin, havalimanlarının, eğitim kurumlarının, elektrik santrallerinin, kamu kurumlarının ve şirketlerin etkinliği ölçülmektedir.

VZA parametresiz bir etkinlik yöntemi olup, aynı nitelikteki ürünlerin birbirine benzeyen karar değerlerinin göreceli etkinliklerinin tespit edilmesi için oluşturulmuştur. VZA’de karar

birimlerinin göreceli etkinliğin tespit edilmesi, belirlenen girdi ve çıktı değerlerinden yararlanarak ağırlıklı çıktıların girdilere bölünmesi ile elde edilmektedir. Karar biriminin girdi ve çıktılarına ait değerler tek tek tespit edilmektedir. Doğrusal programlama modeli olan VZA’de karar parametresinin etkin olabilmesi için amaç fonksiyonun bir olması gerekmektedir. VZA yönteminde etkin olmayan birimlerin etkin olması amaçlanmaktadır. VZA, tek bir döneme ait statik analiz yöntemidir. Malmquist toplam faktör verimliliği ise VZA’ne zaman kavramını kazandırmaktadır. VZA’nın CCR (Charnes, Cooper, Rhodes veya ölçeğe göre sabit getiri) ve BCC (Banker, Charnes, Cooper veya ölçeğe göre değişken getiri) olmak üzere iki adet zarflama modeli bulunmakta olup, girdi ile çıktı yönelimli olmak üzere iki modeli bulunmaktadır [1]. Tez çalışmasında 30 adet Avrupa ülkesinin 2015-2017 yıllarına ait enerji ve enerjinin ilişkili olduğu ekonomi ile çevre verilerinden yararlanarak 7 adet model oluşturulmuştur. Bu modellerin, süper etkinlik skorları, girdi-çıktı aylak değerleri, toplam faktör verimlilikleri, etkinlik ve teknolojik değişimleri incelenmiştir. Türkiye’nin AB ülkeleri arasındaki konumu Malmquist verimlilik endeksi skorlarına göre analiz edilmiştir. 2015-2017 yıllarına ait veriler Avrupa Birliği İstatistik Web Tabanı EUROSTAT’dan alınmıştır. Tez çalışmasında veri zarflama analizi programı (DEAP sürüm: 2.1) ve etkinlik ölçme sistemi (EMS sürüm 1.3)’den yararlanılmıştır. 7 modelde girdiye yönelik VZA yaklaşımı tercih edilmiş olup, ölçeğe göre değişken getiri yaklaşımı kullanılmıştır. Malmquist endeksi yaklaşımı ile ülkelerin zaman boyutunda etkinlik değerlerinin gelişimi, VZA metodu ile de 2015-2017 yılları için statik etkinlik değerleri incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tez çalışması kapsamında 2015-2017 yılları arasında Avrupa ülkelerinin enerji, çevre ve ekonomi verileri baz alınarak çalışma yapılmıştır. Veri Zarflama Analizi (VZA), parametrik olmayan ve birden fazla değişkene sahip bir ölçüm tekniğidir. 1978 yılında A.Charnes, W.W.Cooper ve E.Rhodes (CCR modeli) tarafından European Journal of Operational Research dergisinde yayınlanan makalede kullanılmıştır. CCR teorisinin geliştirilmesi ile 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper (BBC) tarafından BCC modeli geliştirilmiştir. Tez çalışmasında yararlanılan literatür bilgileri aşağıda yer almaktadır;

- Karık, tarafından yapılan doktora tezi çalışmasında 2009-2013 yılları arasındaki Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ve BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin Halk Cumhuriyeti, Güney Afrika) ülkelerinin verilerinden yararlanarak Veri Zarflama Analizi metotdunu kullanmış olup, toplam faktör verimliliğini belirlemek için Malmquist verimlilik endeksi metodu ile Türkiye'nin enerji etkinliği değeri analiz edilmiştir. Çalışmada süper etkinlik modelinden yararlanılmıştır [2].
- Kazancıoğlu, tarafından yapılan doktora tezi çalışmasında Türkiye'nin 1998-2006 yılları arasındaki AB'deki konumunu belirlemek amacıyla Veri Zarflama Analizi metodu ile toplam faktör verimliliğini hesaplamak için Malmquist verimlilik endeksi metodu kullanılmıştır. Tez çalışmasında Türkiye'nin enerji etkinliğini ve enerji yoğunluğu üzerine çalışılmıştır [3].
- Furuncu ve diğerleri, Türkiye'de 2018 yılında enerji alanında yapılan çalışmalar belirtilmiş olup, yerleştirme, Milli Enerji ve Maden Politikası, petrol ve doğal gaz arama faaliyetleri, ile enerji projeleri üzerine çalışmalar yapmışlardır [4].
- Soylu, “ AB 2020 ve Türkiye'nin Vizyon 2023 “stratejilerinde inovasyon kavramı incelenerek stratejilerin karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Türkiye'nin 2023 vizyonunu belirlemesi AB üyelik sürecinde Türkiye lehine bir durum oluşturacağı saptanmıştır. Eylemsel planda AB ve Türkiye'nin ortak stratejik hedeflerinin olmasının iki tarafında lehine bir sonuç oluşturacağı sonucuna ulaşılmıştır [5].
- Karagöl ve diğerleri, Milli Enerji ve Maden Politikasını incelemiştir. Arz güvenliği, yerleştirme ve ön görülebilir piyasa konularının üzerine çalışmışlardır. Milli Enerji ve Maden Politikası'nın Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltılmasına katkıda bulunacağı ve ekonomik istikrarın oluşmasında önemli bir faktör olacağı sonucuna varmışlardır [6].

- Okursoy ve Tezsürücü, VZA metodunu kullanarak Türkiye'nin 81 iline ait kültürel verilerden yararlanarak, illerin kültürel ekonomilerini analiz etmişlerdir. Çalışmada 10 adet girdi ve 6 adet çıktı değişkeni kullanmışlardır. Çalışma sonucunda etkin olan ve etkin olmayan iller saptanmış olup, kültürel finansal yapının daha iyi olabilmesi için önerilerde bulunmuşlardır [7].
- Bekar, Türkiye'nin yenilenebilir enerji alanında güncel durumu analiz edilerek, söz konusu durumun Türkiye'nin enerji alanındaki jeopolitik durumu üzerine olan etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda Türkiye'nin yüksek bir yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olduğu, ancak bu alanda yeterli yatırım yapılmadığı ve bu alanda yeterli farkındalığın oluşmadığı sonucuna varmıştır [8].
- Koçaslan, yasal düzenlemeler içerisinde enerji verimliliğini incelemiştir. Çalışma kapsamında Türkiye ve AB'deki enerji verimliliği alanında yapılan yasal düzenlemeler incelenmiş olup, uygulanması halinde ulusal ve küresel ölçekte yarar sağlayacak önerilerde bulunmuştur [9].
- Dulkadiroğlu, 2000 ile 2014 yılları arasındaki emisyon faktörleri üzerine çalışma yapmıştır. Makalede emisyon faktörleri hesaplanmış olup, emisyon faktörünün enerji üretiminde kullanılan yakıt türüne göre değişim gösterdiğini tespit etmiştir [10].
- Kamacı, panel birim kök ve Parks-Kmenta metotları kullanılarak 15 gelişmiş, 15 gelişmekte olan ve 10 az gelişmiş ülkenin büyümesine etki eden elektrik tüketimi, yenilenebilir enerji ve karbondioksit emisyonu parametrelerini analiz etmiştir. Makalede sonuç olarak toplam enerji tüketimine göre, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki elektrik tüketimindeki artışın kişi başı geliri artırdığı, az gelişmiş ülkelerde ise yenilenebilir enerji tüketiminde kişi başı geliri azalttığını tespit etmiştir [11].
- Tatlı ve Koç, Türkiye'nin OECD ülkeleri içerisindeki konumunu belirlemede fosil yakıtlar, doğal gaz, elektrik tüketimi ve elektrik fiyatlarını inceleyerek analizler gerçekleştirmişlerdir [12].
- Ulusoy, yapmış olduğu çalışmada yenilenebilir enerji alanında finansal teşviklerden, diğer ülkeler ve Türkiye'de ki destek programlarından ve mali destek türü olan Yeşil Sertifikalar üzerine çalışmıştır. Makalede yeterli finansal desteklerin sağlanması ve yeni hedeflerin belirlenmesiyle, Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyelini daha etkin kullanabileceği sonucuna varmıştır [13].
- Karık ve diğerleri, Türkiye'nin rüzgar enerjisindeki mevcut durumunu analiz ederek çeşitli tespitlerde bulunmuşlardır. RİTM ve MİLRRES projeleri ile Türkiye'nin sahip

olduğu rüzgar gücünü daha etkin kullanabileceği sonucuna varmışlardır. RİTM projesi ile arz talep dengesinin sağlanacağı, MİLRRES projesi ile rüzgar türbini maliyetlerinin düşeceğini tespit etmişlerdir [14].

- Yılmaz, Türkiye’de biyogaz üretimi üzerine çalışmış olup, biyogazın yapısı ile Türkiye’de bulunan lisanslı biyokütle santrallerini incelemiştir. Lisanslı küçük biyogaz santral sayısının artmasının, çevre kirliliğine neden olan maddelerin doğadan ayrıştırılmasına destek olacağı ve elektrik üretimine katkıda bulunacağı sonucuna varmıştır [15].

Çizelge 2.1. Referans çalışmaların literatür taraması

Yazarlar	Ülkeler ve zaman dönemi	Girdiler	Çıktılar
Koçak ve Boran (2018) [16]	Türkiye'deki 81 il: 2016	Aydınlatma Mesken Sanayi Ticarethane	Tüketici sayısı
Güler v.d.(2020) [17]	21 Elektrik Dağıtım Şirketi: 2019	Kayıp Kaçak Oranı (%) Etki Alanı (Km) Maksimum Talep (Kişi)	Abone Sayısı (Kişi) Elektrik Tüketim Miktarı (kWh)
Sözen ve Alp (2009) [18]	29 AB ülkesi: 1998-2005	Brüt birincil enerji tüketimi Sektörel enerji tüketimleri	Sera Gazı salınımları
Yetik v.d. (2011) [19]	Türkiyedeki termik santraller:2009	Yakıtın Alt Isıl Değeri (kcal/kg) Planlanan Üretim Kapasitesi (GWh) Ana Yakıt Tüketimi (g/kWh) Toplam CO2 emisyonu (ton) Toplam NO2 Emisyonları (ton) Diğer Gaz Emisyonları (ton)	Gerçekleşen Üretim (GWh)
Çiçek ve Lecuna (2019) [20]	Türkiye'deki 7 bölge: 2018	Aydınlatma Mesken Sanayi Ticarethane	Tüketici sayısı
Karabulut v.d. (2008) [21]	27 AB ülkesi ve Türkiye: 2000-2005	İstihdam Gayri safi sermaye oluşumu	Gayri safi yurt içi hasıla
Küpeli ve Alp (2018) [22]	G20 ülkeleri:2016	Enerji yoğunluğu İşgücü	Kişi başı milli gelir CO2 emisyon miktarı Yenilenebilir enerji kaynakları tarafından üretilen elektriğin toplam üretilen elektrik içindeki yüzdesi
Aydoğan v.d. (2017) [23]	29 AB ülkesi: 2010-2013	Enerji tüketimi İş gücü	Gayri safi yurt içi hasıla CO2 yayılımı
Menegaki (2013) [24]	31 AB ülkesi:1997-2010	Elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı Enerji tüketimi CO2 emisyonu İstihdam oranı Sermaye	Kişi başına düşen milli gelir

Çizelge 2.1. (devam) Referans çalışmaların literatür taraması

Yazarlar	Ülkeler ve zaman dönemi	Girdiler	Çıktılar
Woo v.d. (2015) [25]	31 OECD ülkesi: 2004-2011	İşgücü Sermaye Yenilenebilir enerji arzı	CO2 emisyonu Kişi başına milli gelir Yenilenebilir enerji ile üretilen elektrik miktarı
Atan ve Şahin (2017) [1]	22 OECD ülkesi : 2006-2012	Enerji sektöründe çalışan sayısı Elektrik kurulu gücü İç tüketim Sistem kayıpları	Elektrik enerjisi üretim miktarı

3. ENERJİ BİLİNCİ

Teknolojik gelişmeler neticesinde günlük hayatta kullanılan ve enerji sarf eden ekipmanların kullanımında artış görülmektedir. Enerji verimliliği dikkate alınmadığında tüketilen enerji miktarı artmaktadır. Bu sebepten dolayı AB’de enerji etiketlemesine ilişkin düzenlemeler ile tüketicinin bilinçli olmasını sağlayacak ve enerji verimliliği yüksek ürünlerin kullanımını artıracak çalışmalar yapılmıştır. AB’de enerji etiketlemesi ile ürünlerin enerji sınıfı, tüketim ve performans parametreleri hakkında tüketiciler bilgilendirilmekte olup, A+++ sınıfı en verimli sınıf olarak tanımlanmaktadır. 2003/66/AT sayılı Direktif kapsamında enerji verimliliği ile ilgili düzenlemeler evde kullanılan beyaz eşyalarda uygulanmıştır. 2010/30/AB sayılı Direktif ile enerji tüketen bütün ürünler etiketlenmiştir. Türkiye de, bu hususta yer alan düzenlemeler Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde yürütülmektedir. 2011 yılında Resmi Gazete’de yayınlanan “Ürünlerin Enerji ve Diğer Kaynak Tüketimlerinin Etiketleme ve Standart Ürün Bilgileri Yoluyla Gösterilmesi Hakkında Yönetmelik” mutabakatın Türkiye’de uygulanması adına önemli bir adımdır. 2008 yılı Türkiye’nin enerjiyi etkin ve verimli kullanma bilincinin gelişmesinde önemli bir sene olmuştur. Enerji Verimliliği Kanunu (ENVER) ve Ulusal Enerji Verimliliği Hareketi düzenlemeleri ile topluma enerji verimliliği ve farkındalığı aktarılmaya çalışılmıştır. Söz konusu farkındalığı sürekli hale getirebilmek amacıyla, ENVER’de belirtildiği üzere Enerji Verimliliği Haftası organizasyonları düzenlenmeye başlanmıştır [26].

Türkiye de enerji bilinci aydınlatma alanında da ön plana çıkmıştır. Son yıllarda mevcut durumda kullanılan geleneksel aydınlatma sistemlerinin yeni aydınlatma teknolojileriyle değiştirilmesiyle enerji tasarrufu sağlanması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda sokak aydınlatmasında kullanılan armatürlerin, geleneksel armatürlere göre daha verimli ve uzun ömürlü olan LED armatürlerle değiştirilmesi planlanmaktadır.

Sokak armatürlerinin LED armatürler ile dönüşümü 2018 yılında açıklanan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planına dahil edilmiştir. Bu plan kapsamında Türkiye’de 7,5 milyon sokak lambasının yüzde 30’nun 2023 yılına kadar değişimi planlanmıştır [27].

Sokak aydınlatması dönüşümünün fayda maliyet analizi üzerine yapılan bir çalışmada, ülkemizde sokak aydınlatma armatürlerinin LED armatürlere dönüştürülmesi üzerine 5 yıllık fayda maliyet analizi incelenmiştir. Çalışmada 5 yıl içerisinde elde edilecek yararın

günümüzdeki maliyetlerden daha optimal olacağı tespit edilmiştir. Bu nedenle ülkemizde yapılması planlanan LED armatür dönüşümünün uygun olduğu sonucuna varılmıştır. LED armatürler ucuz olmaları, az enerji sarfiyatına sahip olmaları ve bakım bedellerinin düşük olması ile ön plana çıkmaktadır. LED armatürlerin ışık kirliliği oluşturmamaktadır. Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı (YBSB) armatürlere göre LED armatürlerin armatür verimlilikleri daha yüksek olup, uzun kullanım süresine sahiptir. YBSB armatürler 20 000 saat kullanılabilirken LED armatürler 50 000 saat ve üzeri kullanılabilir [28].

Günümüzde nüfusun artması, teknolojinin ve sanayinin gelişmesi ile elektrik tüketimi artmaktadır. Artan elektrik tüketimi sonucunda elektrik dağıtım hizmetini sağlayan kurumlarında sattıkları enerjiyi doğru tahakkuk etmesi gerekmektedir. Geçmiş yıllarda elektrik dağıtım şirketlerinin yanlış faturalandırıldığı elektrik faturaları veya tüketicilerin faturalarına itiraz etmesi nedeniyle tüketiciler ile elektrik dağıtım şirketlerinin karşı karşıya gelmesi bu konuda iki tarafta da bir farkındalığın oluşmasına neden olmuştur. Bu problemleri çözebilmek amacıyla elektrik dağıtım şirketleri otomatik sayaç okuma sisteminden (OSOS) yararlanmaktadır. OSOS sisteminde, tüketici tarafında ölçümde kullanılan elektrik sayaçlarını uzaktan haberleşmeye uygun hale getirilerek tek bir merkezden izlenmektedir. Tüketicilerde tükettikleri enerjiyi hizmet aldıkları elektrik dağıtım şirketinin web sitesinden görebilmektedir.

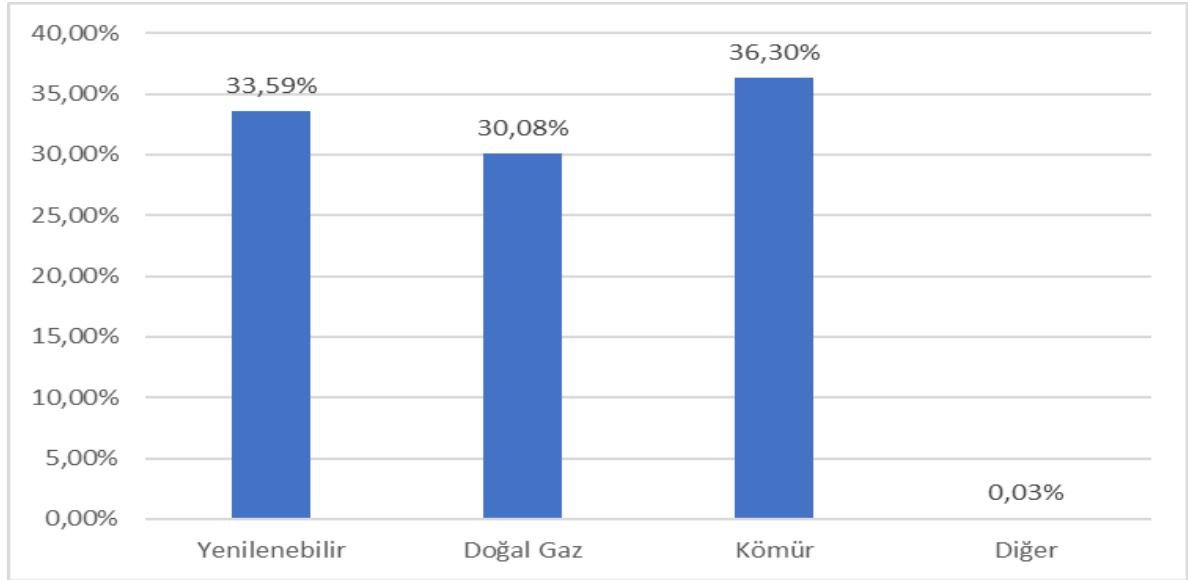
OSOS'un faydaları aşağıdaki gibidir:

- Müşterilerin elektrik tüketimleri ay sonu gelmeden kontrol edilmekte ve saatlik olarak okunabilmektedir.
- Ölçü sistemlerinde (akım-gerilim trafosu arızaları) meydana gelen arızalar uzaktan tespit edilebilmekte ve gerekli müdahaleler yapılabilmektedir. Sahaya ekip gitmesine gerek kalmamaktadır. Bu sayede iş kazalarının önüne geçilebilmektedir.
- OSOS'da sistemsel hatalar az olmaktadır. Bu durumda abone şikayetlerine çözüm bulmayı kolaylaştırmaktadır.
- Elektrik Dağıtım Şirketleri'nin web sayfalarında müşterilerine elektrik tüketim bilgilerini izleyebilme olanağı sunan bir arayüz bulundurmaktadır. Müşteriler bu arayüzü kullanarak elektrik tüketim bilgilerini öğrenebilmektedir.

- OSOS sistemi uzaktan okuma prensibine göre çalışan bir yapıda olması nedeniyle ekiplerin sahaya çıkmasına gerek kalmamaktadır. Bu durumda CO₂ salınımını azaltmaktadır. OSOS çevrenin daha az kirletilmesine imkan sağlamaktadır.
- Türkiye ve elektrik dağıtım şirketleri için önemli bir problem olan teknik ve teknik olmayan kayıpların tespit edilerek söz konusu kayıpların oranlarının düşürülmesine katkı sağlamaktadır.
- OSOS veri tabanında geçmiş dönemlere ait elektrik tüketim verilerini saklayabilmeye özelliğine sahiptir
- Enerjinin daha verimli kullanılmasına katkıda bulunmaktadır [29].

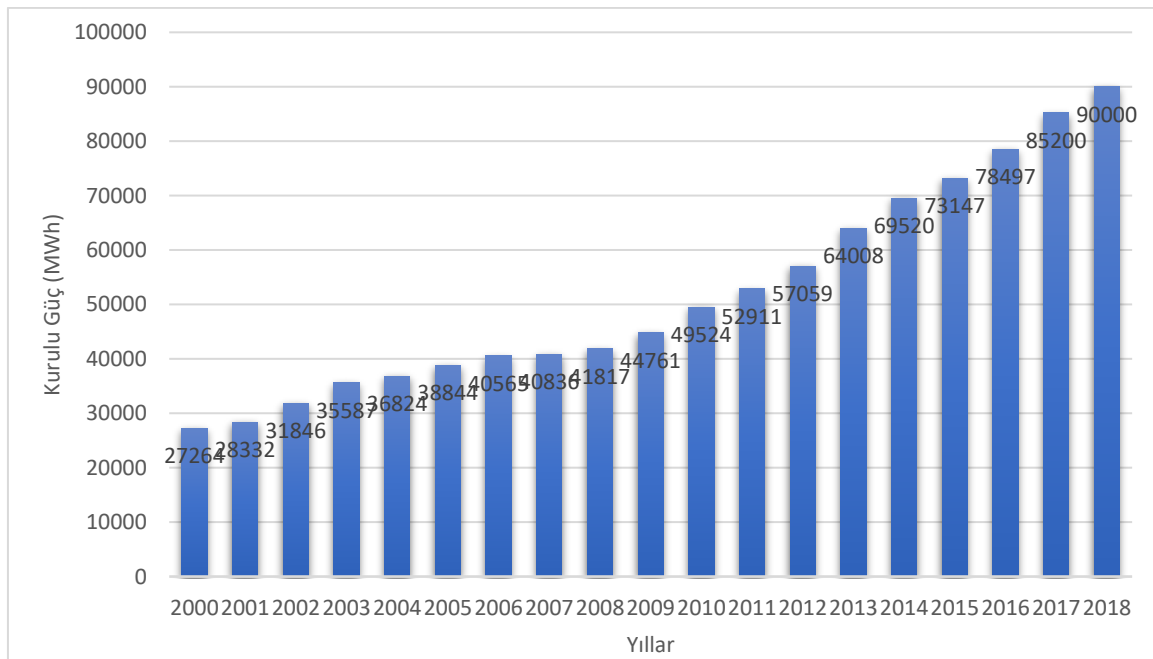
4. TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE HEDEFLERİ

Türkiye son yıllarda enerji alanında uluslararası projeleri gerçekleştirmek, kendisine yeni bir vizyon belirlemek ve arz güvenliğini artırmak amacıyla yerli kaynaklardan yararlanmayı ön plana çıkaran çalışmalara yoğunlaşmıştır. Enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü dış kaynaklardan karşılayan Türkiye enerjide dışa bağımlı durumdadır. Enerjide dış kaynaklara bağımlı olmak Türkiye açısından birçok risk oluşturmaktadır. Türkiye’de bu riskleri minimum seviyelere indirmek adına çeşitli projeler geliştirmektedir. Türkiye 2018 yılında yerli ve milli enerji politikalarına yön vermek amacıyla “Milli Enerji ve Maden Politikası” nı geliştirmiştir. Bu politikada yerlileştirme, ithal enerji bağımlılığının azaltılması ve enerji arz güvenliği konularında önemli adımlar atılmıştır. 2018 yılında Türkiye’de enerji alanında TANAP (Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi), TürkAkım, Akkuyu Nükleer Enerji Santrali, petrol ve doğalgaz arama çalışmaları, depolama kapasitesinin artırılması ile ilgili faaliyetler gerçekleştirmiş ve yenilenebilir enerji alanında çalışmalar hız kazanmaya başlamıştır. Enerjiye olan talebin en hızlı arttığı ülkeler arasında yer alan Türkiye’de bu talebin kesintisiz ve güvenilir bir şekilde karşılanması adına çalışmalar sürdürülmektedir. Bu amaçla ithal enerji bağımlılığının azaltılması ve yerli kaynakların kullanımının yaygınlaştırılmasıyla ilgili politikalar hayata geçirilmektedir. Milli Enerji ve Maden Politikası kapsamında gündeme gelen yerli ve yenilenebilir kaynakların Türkiye’nin toplam enerji üretimi içerisindeki payının artırılmasına yönelik çalışmalar 2018 yılında devam etmiştir. Şekil 4.1’de görüldüğü üzere yerli kaynaklara yönelik yatırımların artması ile 2017’de toplam elektrik üretimi içerisinde yüzde 28 olan yenilenebilir enerjinin payı 2018’in ilk dokuz ayı itibariyle yüzde 33,5 seviyesine ulaşmıştır. Fakat yüksek oranlı fosil yakıtlardan yararlanılmaktadır [4].

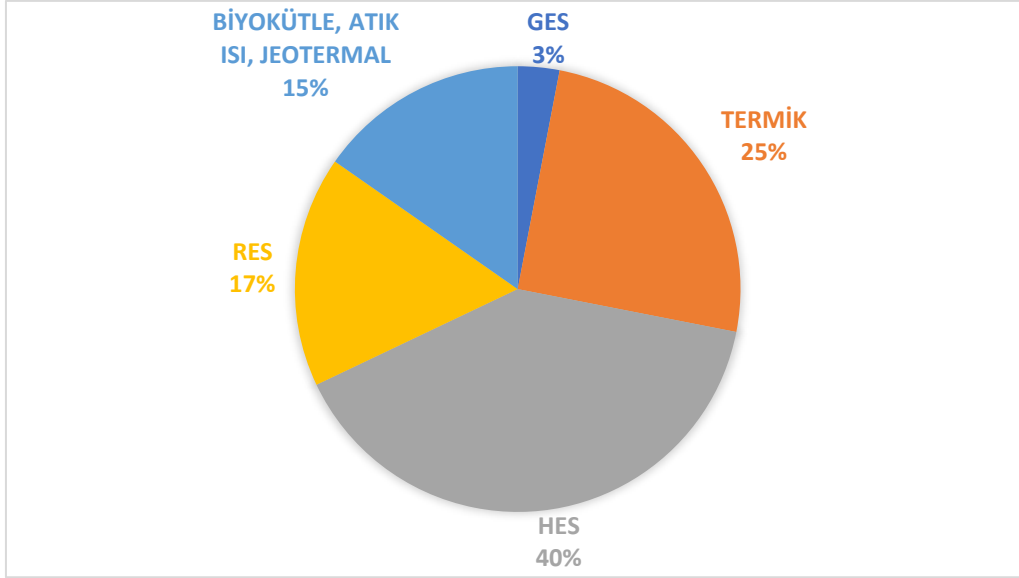


Şekil 4.1. Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminin kaynak bazlı dağılımı (yüzde, Ocak-Eylül 2018)

2018 yılı üçüncü çeyrek sonu itibarıyla Türkiye'nin toplam elektrik tüketimi yaklaşık 230 milyar kWh olmuştur. Türkiye'de elektrik enerji kurulu gücünün zaman içerisinde artmasına elektrik enerjisine olan yüksek arz ve talep etkili olmuştur. Şekil 4.2'de görüldüğü üzere 2000'li yıllarda 27 bin MW düzeyinde olan kurulu güç 2018 yılı itibarıyla 90 bin MW seviyelerine ulaşmıştır [4].



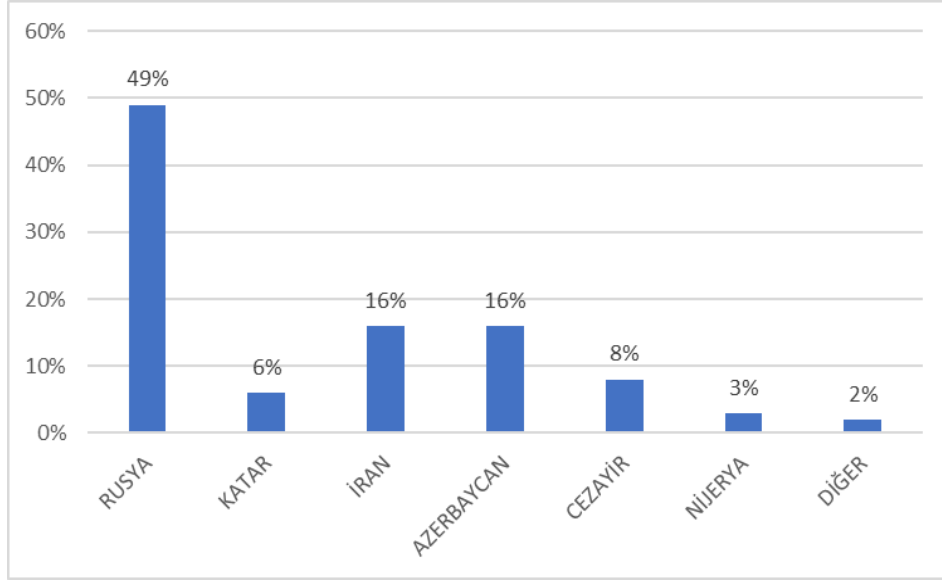
Şekil 4.2. Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu güç gelişimi (MW, 2000-2018)



Şekil 4.3. İlave kurulu güç yatırım yüzdeleri (Yüzde, Ocak-Ekim 2018)

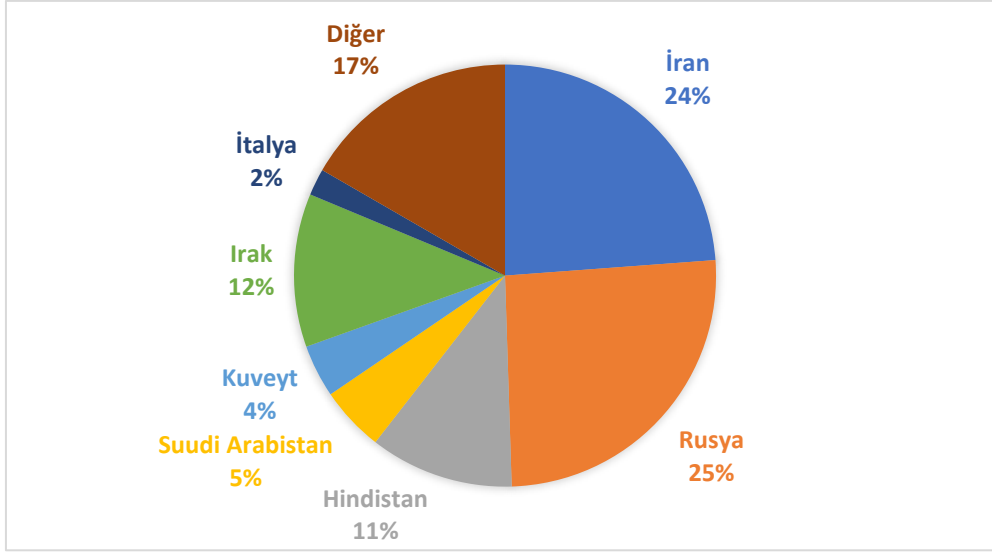
Şekil 4.3’de 2018 yılı verilerine göre ilave güç yatırımları incelendiğinde %40’lık yatırım oranıyla hidroelektrik santrallerinin (HES) ilk sırada yer aldığı görülmektedir [4].

Yatırım oranları 2017 yılının aynı dönemi ile kıyaslandığında güneş enerjisi santrallerinin yatırım oranlarının yüzde 0,03’ten yüzde 3,02’ye yükseldiği saptanmıştır. Buna ek olarak biyokütle, atık ısı ve jeotermal kaynakların önemi artmış bu kaynaklara önceki senelere kıyasla yapılan yatırımlar artırılmıştır. Türkiye’de yenilenebilir enerji alanında olumlu gelişmeler olmasına karşın, birçok ülke gibi hali hazırdaki enerji altyapısı fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Türkiye’de söz konusu kaynakların geliştirilmesine yönelik detaylı araştırma yapılmamaktadır. Bu sebepten dolayı Türkiye petrol ve doğal gaz gibi fosil enerji kaynaklarında dışa bağımlı durumdadır. 2018 yılı doğal gaz tüketim miktarı, 2017 yılı doğal gaz tüketim miktarına göre yüzde yaklaşık %8 oranında azalmıştır. Şekil 4.4’de görüldüğü üzere Türkiye 2018 yılında en fazla Rusya’dan doğal gaz ithal etmiştir. Doğal gaz ithalatında Azerbaycan, İran ve Cezayir ise Rusya’dan sonra gelen ülkeler arasında yer almaktadır. 2018 yılında TANAP projesinin tamamlanması ile Azerbaycan, Türkiye’ye ihraç ettiği doğal gaz miktarını artırmış ve İran’ın önüne geçmiştir [4].



Şekil 4.4. Türkiye'nin doğal gaz ithal ettiği ülkelerin dağılımı

2018 yılı Türkiye'nin doğal gaz altyapı çalışmaları açısından önemli bir senedir. 2018 yılında Türkiye'nin bütün illerine doğal gaz altyapısının tesis edilmesi planlanmış ve Hatay İli Dört Yol İlçesinde günlük 20 milyon metreküplük gazlaştırma kapasitesine sahip olan ikinci yüzer sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG-Liquefied Natural Gas) ve yeniden gazlaştırma ünitesi (FSRU) terminali devreye alınmıştır. Tuz Gölü Doğal Gaz Yeraltı Depolama Projesi ile toplam doğal gaz tüketiminin yüzde 20'sinin depolanması hedeflenmiştir. 2018 yılında Eylül ayına kadar olan dönemde petrol üretimi 23 milyar ton, tüketimi 24 milyar ton ve ithalatı 33 milyar ton olmuştur. Değerler geçen senenin aynı dönemi ile kıyaslandığında ithalat miktarlarının arttığı görülmektedir. Türkiye'nin petrol ithalatında dışa bağımlı olması beraberinde birçok risk oluşturmaktadır. Şekil 4.5'de görüldüğü gibi söz konusu risklerin minimum seviyeye indirilmesi amacıyla Türkiye petrol ithalatı yaptığı ülkelerin sayısını artırmasına rağmen Rusya ve İran'dan yapılan ithalatın payı yüksek olmuştur [4].



Şekil 4.5. Türkiye'nin petrol ithal ettiği ülkelerin dağılımı (yüzde, Ocak-Ağustos 2018)

İzmir'in Aliağa İlçesinde STAR rafinerisinin açılması, Türkiye'de petro-kimya sektörünün gelişimi açısından olumlu bir gelişmedir. 2018 yılında faaliyete giren tesis, yüksek miktarda petrol ithal eden Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azalmasına katkı sağlayacaktır. Tesis de üretilen petrol ürünleri ile her yıl 1,5 milyar dolar tutarında ithalat önlenecektir. Türkiye taş kömürü ithalatında dışa bağımlıdır. 2010-2018 yılları arasında Türkiye 3,6 milyar dolar tutarında taş kömürü ithalatı yapmıştır. 2018 yılında yerli kömür üretimini artıracak politikalar uygulanarak kömürde dışa bağımlılığın azaltılması amaçlanmıştır. Linyit araştırmaları ve rezerv genişletme faaliyetlerinin üzerinde durularak, toplam rezerv miktarı takribi 19 milyar ton seviyelerine ulaşmıştır. 2018 yılının son çeyreğine kadar olan dönemde kömür dışındaki enerji kaynaklarına toplamda yaklaşık 32 milyar dolar tutarında yatırım yapılmıştır. 2018 yılında dövizin artması ve dış piyasalarda olan hareketlenmeler Türkiye ekonomisini olumsuz yönde etkilemiştir. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) verilerine göre 2018 yılının son çeyreğine kadar olan dönemde enerji sektöründe %30,5 oranında fiyat artışı meydana gelmiştir [4].

Türkiye son yıllarda enerji hedeflerini gerçekleştirmek amacıyla, yerli kaynak kullanımını artırmaya, enerji alt yapısını güçlendirmeye ve enerji arzında yüksek oranda dışa bağımlılığını azaltmaya çalışmaktadır.

4.1. Enerji Projeleri

Son yıllarda Türkiye’de enerji projeleri açısından önemli atılımlar yapmıştır. Türkiye enerjide dışa bağımlılığını azaltmak ve enerji arz güvenliğini sağlayabilmek için stratejik projeleri hayata geçirmeye başlamıştır. Söz konusu faaliyetler doğal ve petrol arama faaliyetlerine ağırlık verilmesi ile yenilenebilir enerji alanında yapılan yatırımlardır. Enerji alanında yapılan projeler; TürkAkım, TANAP, Akkuyu Nükleer Güç Santrali çalışmaları, doğal gaz depolama tesisleri ve yenilenebilir enerji alanında yapılan teknolojik yatırımlardır.

TürkAkım

TürkAkım, Rusya’dan Türkiye’ye ve Avrupa’ya doğal gaz taşınmasını sağlayacak önemli bir enerji projesidir. Proje kapsamında iki adet 15,75 milyar metreküp/yıl kapasiteye sahip boru hattı tesis edilecektir. Şekil 4.6’da görüleceği gibi Karadeniz üzerinden doğal gaz aktarımı gerçekleştirilecektir. İlk boru hattı ile Türkiye’ye, ikinci boru hattı ile Avrupa’ya doğalgaz taşınacaktır [4].

TürkAkım projesi sayesinde Rus gazı Türkiye üzerinden Avrupa’ya taşınacaktır. Proje sayesinde Türkiye, Avrupa enerji piyasalarındaki ağırlığını arttıracaktır.



Şekil 4.6. TürkAkım doğal gaz boru hattı (TurkStream)

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) 2016 Dünya Enerji Görünümü (Yeni Politikalar Senaryosu) raporunda 2014 yılında AB ve Türkiye’nin doğal gaz talebi 462 milyar metreküp (mm^3)

olarak belirtilmiştir. Mevcut talebin 202 mm^3 'ü ithalat ile elde edilmekte, 260 mm^3 'ü ise üretilmektedir. Raporla göre öngörülen talep 2030 yılında 521 mm^3 'e çıkacaktır. 521 milyar metreküpün 327 mm^3 'ü ithalat yoluyla elde edilecek, 194 mm^3 'ü üretilen ve 125 mm^3 değerinde ilave ithalat hacmi olacaktır [30]. Söz konusu veriler TurkAkım projesinin önemini ortaya koymaktadır.

TANAP

Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi (TANAP), Azeri gazının Türkiye üzerinden Avrupa'ya taşınmasının amaçlandığı bir projedir. Bu projede, Güney Doğal Gaz Koridorunun oluşturulması hedeflenmiştir. Söz konusu koridor ise Güney Kafkasya Boru Hattı (SCP) ve Trans-Adriyatik Boru Hattı (TAP)'nın bağlantısının sağlanması ile oluşturulacaktır. TANAP, Türkiye üzerinde Ardahan'dan başlayarak Edirne'de sona erecektir. Boru hattı Edirne'den TAP Doğal Gaz Boru Hattı ile irtibatlanarak Avrupa'ya doğal gaz taşınacaktır. Şekil 4.7'de görüleceği üzere TANAP'ın toplam uzunluğu 1850 km olacaktır (Şekil 4.7) [31]. Bu proje sayesinde Türkiye, her geçen gün büyüyen ekonomisiyle birlikte artan enerji ihtiyacını daha kolay karşılama yolunda önemli bir adım atmış olacaktır. TANAP projesi Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi haline gelme ve enerji koridoru olma hedefine katkıda bulunacaktır.



Şekil 4.7. TANAP güzergahı

Akkuyu nükleer güç santrali

Akkuyu Nükleer Güç Santrali Türkiye'nin 2023 yılı enerji hedefleri arasında yer alan önemli bir enerji yatırımdır. Santralin ilk ünitesi 2023 yılında devreye alınacaktır. Tüm ünitelerin 2026 yılına kadar devreye alınması ile santral 4800 MW güce ulaşacaktır. 2026 yılı sonuna kadar Türkiye'nin yıllık elektrik tüketiminin 450 milyar kWh olacağı beklenmektedir. Santralin 35 milyar kWh/yıl elektrik üretmesi planlanmaktadır [4]. Bu santral ile Türkiye'nin kurulu gücü artacak, daha az enerji ithalatı yapılacaktır.

Doğal gaz ve petrol arama çalışmaları

Türkiye, Akdeniz'de petrol, doğal gaz, derin sondaj ve hidrokarbon arama faaliyetlerine Oruç Reis ile Barbaros Hayrettin gemileri ile devam etmektedir [4]. Söz konusu araştırma faaliyetleri, Türkiye'nin sahip olduğu ancak bugüne kadar kullanmadığı rezervlerini bulmasına ve bulunduğu coğrafyada yeni bir enerji merkezi olmasına vesile olacaktır.

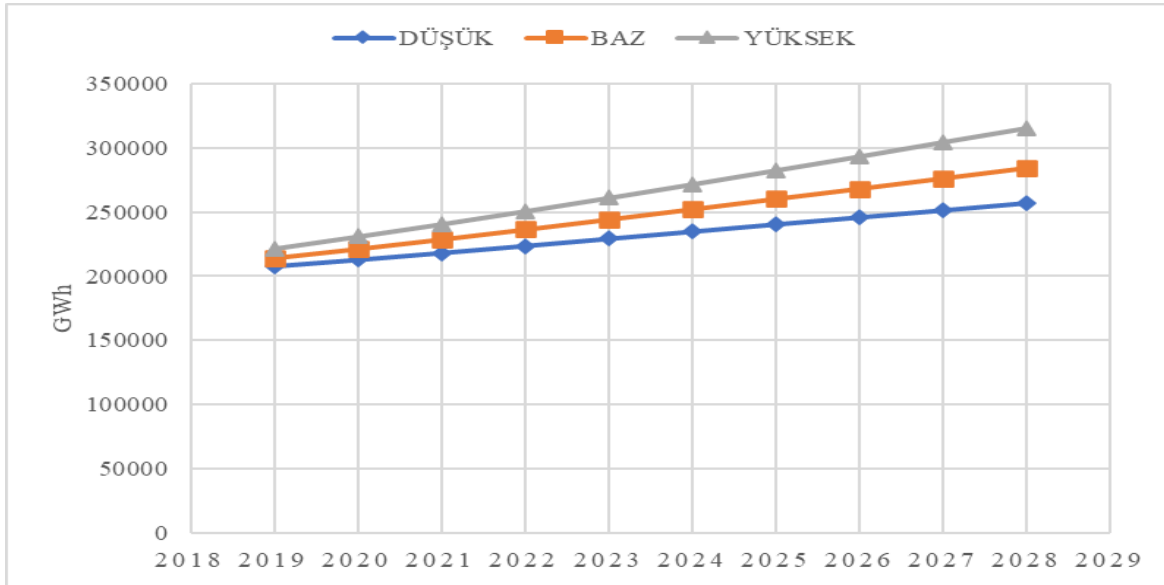
Türkiye'nin her geçen gün sürekli gelişen ve büyüyen ekonomisine paralel olarak elektrik tüketimi de hızla artmaktadır. İlerleyen yıllarda oluşabilecek elektrik enerjisi talep tahminlerini belirleyebilmek amacıyla Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) tarafından 10 Yıllık Talep Tahminleri Raporu hazırlanmıştır.

Bu raporda 21 adet elektrik dağıtım şirketine ait elektrik enerjisi talep tahmini verisi 2019-2028 yıllarını kapsayan 10 yıllık dönemde yıllık bazda düşük, baz ve yüksek tüketim senaryoları belirlenmiştir. Hazırlanan bu raporda Elektrik Dağıtım Şirketleri tarafından gönderilen elektrik dağıtım şebekesi üzerindeki toplam brüt elektrik enerjisi talebi (kayıp/kaçaklar dahil, iletme bağlı tüketim hariç) ile puant talebine ilişkin talep tahminlerine de yer verilmiştir. Çalışma kapsamında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından hazırlanan gelecek yirmi yılı kapsayan yıllık bazda senaryo 1 (düşük senaryo), senaryo 2 (baz senaryo), senaryo 3 (yüksek senaryo) talep serilerine yer verilmiştir. Söz konusu talep projeksiyonu raporundaki talep serileri baz alınarak, iletme doğrudan bağlı tüketicilerin de yer aldığı diğer tüketicilerin tüketimlerine ulaşılmıştır.

Çizelge 4.1. Dağıtım sistemine bağlı tüketicilerin brüt elektrik tüketim tahminleri (GWh)

YILLAR	DÜŞÜK	ARTIŞ (%)	BAZ	ARTIŞ (%)	YÜKSEK	ARTIŞ (%)
2019	207 673		214 488		221 814	
2020	212 763	2,5	221 543	3,3	231 188	4,2
2021	218 110	2,5	228 860	3,3	240 769	4,1
2022	223 636	2,5	236 487	3,3	250 798	4,2
2023	229 260	2,5	244 289	3,3	261 115	4,1
2024	234 901	2,5	252 203	3,2	271 687	4
2025	240 566	2,4	260 217	3,2	282 495	4
2026	246 044	2,3	268 116	3	293 323	3,8
2027	251 563	2,2	276 135	3	304 414	3,8
2028	257 224	2,3	284 121	2,9	315 276	3,6

Çizelge 4.1 dağıtım sistemine bağlı tüketicilerin brüt elektrik tüketimi tahminini göstermektedir. Çizelge 4.1’de yer alan verilere göre 2023 yılından sonraki dönemde artış oranları düşme eğilimindedir.



Şekil 4.8. Dağıtım sistemine bağlı tüketicilerin brüt elektrik tüketim tahminleri (GWh)

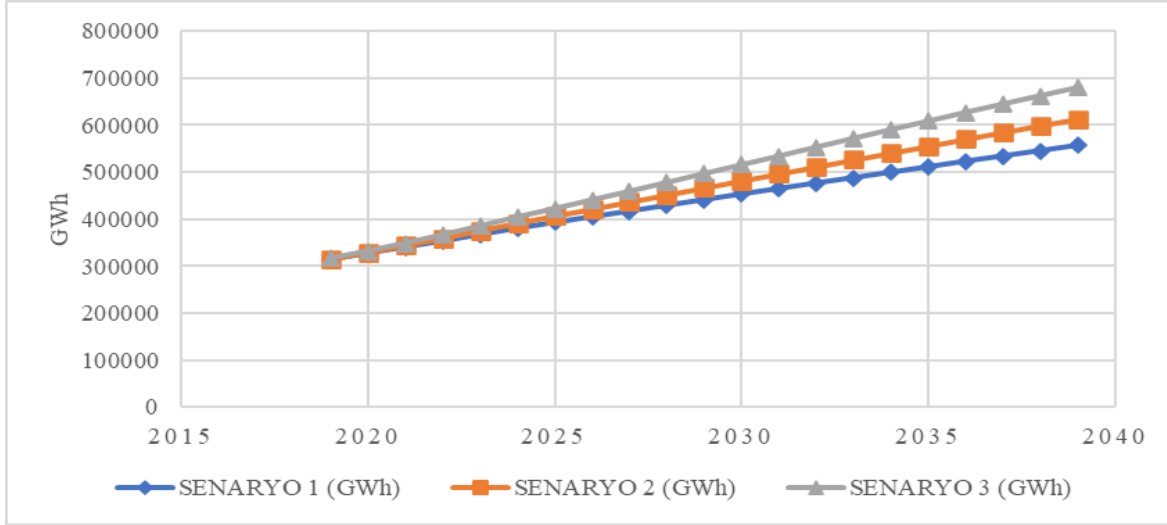
Elektrik Dağıtım Şirketleri’nden gelen tüketim tahmin sonuçlarına göre dağıtım sistemine bağlı tüketicilerin 2023 yılı brüt tüketimleri, düşük senaryoya göre ortalama %2,5 artış ile 229 milyar kWh’i, baz (referans) senaryoya göre ortalama %3,3 artış ile 244 milyar kWh’i, yüksek senaryoya göre ortalama %4,1 artış ile 261 milyar kWh’i aşması beklenmektedir. Şekil 4.8’de yer alan grafik incelendiğinde tüm senaryolarda dağıtım sistemine bağlı tüketicilerin brüt elektrik tüketimleri doğrusal bir artış göstermektedir.

Çizelge 4.2’de yer alan tabloya göre yıllık ortalama etkinlik talebi artış oranları incelendiğinde 2019-2028 yılları arasında 1.senaryoya göre %3,6, 2.senaryoya göre %4,2, 3.senaryoya göre %4,8 oranında artış beklenmektedir. 2029-2039 yılları arasında ise 1.senaryoya göre %2,4, 2.senaryoya göre %2,8 ve 3.senaryoya göre %3,3 oranında artış beklenmektedir [32].

Çizelge 4.2. ETKB elektrik enerjisi talep projeksiyonu sonuçları-yıllık bazda talep ve değişim oranları

YILLAR	SENARYO 1 (GWh)	SENARYO 2 (GWh)	SENARYO 3 (GWh)	SENARYO 1 Değişim (%)	SENARYO 2 Değişim (%)	SENARYO 3 Değişim (%)
2019	313 832	315 182	316 503	4,60	5,00	5,50
2020	327 285	329 603	332 057	4,30	4,60	4,90
2021	340 511	344 407	348 662	4,00	4,50	5,00
2022	353 200	359 593	366 385	3,70	4,40	5,10
2023	366 797	375 821	385 177	3,80	4,50	5,10
2024	380 401	392 105	404 287	3,70	4,30	5,00
2025	392 610	406 939	422 303	3,20	3,80	4,50
2026	404 628	421 754	440 654	3,10	3,60	4,30
2027	416 619	436 632	458 917	3,00	3,50	4,10
2028	428 791	451 729	477 553	2,90	3,50	4,10
2029	441 026	466 820	496 555	2,90	3,30	4,00
2030	452 951	481 721	515 370	2,70	3,20	3,80
2031	464 567	496 702	533 989	2,60	3,10	3,60
2032	476 288	511 642	552 912	2,50	3,00	3,50
2033	487 827	526 353	571 626	2,40	2,90	3,40
2034	499 262	541 044	590 223	2,30	2,80	3,30
2035	510 826	555 682	608 452	2,30	2,70	3,10
2036	522 668	570 795	627 037	2,30	2,70	3,10
2037	534 008	585 308	644 936	2,20	2,50	2,90
2038	545 145	599 382	662 508	2,10	2,40	2,70
2039	556 324	613 386	679 865	2,10	2,30	2,60

Çizelge 4.2’ye göre 2023 yılı senaryo değişimleri, ilk 10 yıllık (2019-2028) ve 11 yıllık (2029-2039) değerlerin üzerindedir.



Şekil 4.9. ETKB elektrik enerjisi talep projeksiyonu sonuçları-yıllık bazda talep grafiği

Şekil 4.9'a göre elektrik enerjisi talebi tüm senaryolar her sene doğrusal bir biçimde artmaktadır. Elektrik dağıtım şirketlerinin 2019 ile 2028 yılları arasına döneme ait talep tahmin çalışmasında, dağıtım şebekesinden enerji alan müşterilerin brüt elektrik tüketim miktarındaki yükseliş düşük senaryoda %2,4, baz senaryoda %3,2, yüksek senaryoda %4 olarak hesaplanmıştır [32].

Çizelge 4.3. Düşük senaryoya göre Türkiye 2019-2028 yılları brüt elektrik tüketim tahmini (GWh)

Yıl	Dağıtım Sistemi Tüketicileri+Kayıp Kaçak Dahil	Diğer Tüketiciler	Toplam	İç İhtiyaç	İletim Kaybı	Brüt Tüketim
2019	207 673	84 465	292 138	14 599	7095	313 832
2020	212 763	92 010	304 773	15 151	7362	327 285
2021	218 110	99 040	317 150	15 723	7638	340 511
2022	223 636	105 323	328 959	16 317	7925	353 200
2023	229 260	112 353	341 612	16 933	8221	366 767
2024	234 901	119 399	354 300	17 573	8529	380 401
2025	240 566	124 959	365 526	18 236	8848	392 610
2026	246 044	130 481	376 525	18 925	9178	404 628
2027	251 563	135 896	387 459	19 640	9521	416 619
2028	257 224	141 310	398 534	20 382	9876	428 791

Çizelge 4.4. Baz senaryoya göre Türkiye 2019-2028 yılları brüt elektrik tüketim tahmini (GWh)

Yıl	Dağıtım Sistemi Tüketicileri+Kayıp Kaçak Dahil	Diğer Tüketiciler	Toplam	İç İhtiyaç	İletim Kaybı	Brüt Tüketim
2019	214 488	78 680	293 169	14 816	7198	315 182
2020	221 543	85 049	306 591	15 489	7522	329 603
2021	228 860	91 493	320 352	16 193	7861	344 407
2022	236 487	97 963	334 450	16 929	8215	359 593
2023	244 289	105 249	349 539	17 698	8584	375 821
2024	252 203	112 429	364 632	18 502	8970	392 105
2025	260 217	118 005	378 223	19 343	9373	406 939
2026	268 116	123 622	391 739	20 222	9794	421 754
2027	276 135	129 123	405 258	21 141	10 233	436 632
2028	284 121	134 815	418 936	22 101	10 692	451 729

Çizelge 4.5. Yüksek senaryoya göre Türkiye 2019-2028 yılları brüt elektrik tüketim tahmini (GWh)

Yıl	Dağıtım Sistemi Tüketicileri+Kayıp Kaçak Dahil	Diğer Tüketiciler	Toplam	İç İhtiyaç	İletim Kaybı	Brüt Tüketim
2019	221 814	72 334	294 149	15 047	7307	316 503
2020	231 188	77 323	308 510	15 852	7695	332 057
2021	240 769	83 088	323 858	16 701	8103	348 662
2022	250 798	89 460	340 257	17 596	8532	366 385
2023	261 115	96 541	357 656	18 538	8983	385 177
2024	271 687	103 610	375 298	19 531	9458	404 287
2025	282 495	109 273	391 768	20 577	9958	422 303
2026	293 323	115 168	408 491	21 678	10 485	440 654
2027	304 414	120 624	425 039	22 839	11 039	458 917
2028	315 276	126 592	441 867	24 062	11 623	477 553

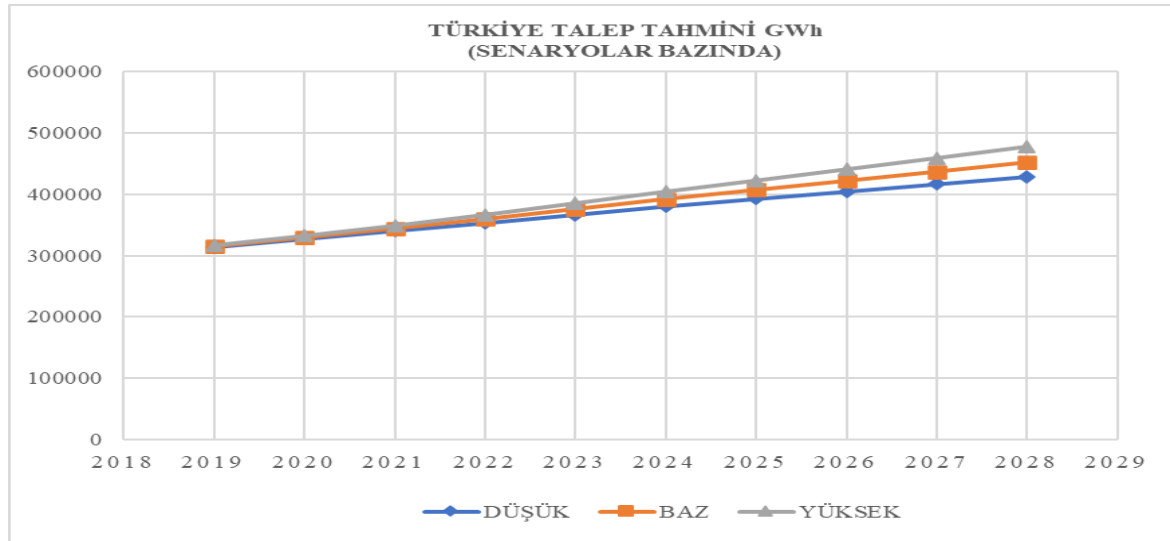
Çizelge 4.3, Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5 Türkiye'nin 2019-2028 yılları arasındaki senaryo bazında brüt elektrik tüketimi değişimini göstermektedir [32].

2019-2028 yılları arasındaki brüt elektrik tüketim değerleri incelendiğinde tüketim değerlerinin her yıl artış gösterdiği görülmektedir. Söz konusu elektrik tüketim artışlarını karşılayabilmek amacıyla elektrik dağıtım şirketlerinin yatırım programlarında şebeke yenileme, kapasite artış ve tedarik sürekliliğini sağlamaya yönelik yatırım harcamalarına önem vermeleri gerekmektedir. Kesintisiz, sürekli ve kaliteli enerjinin devamlılığını sağlamak için elektrik dağıtım şebekelerinde indirici merkez, dağıtım merkezi gibi dağıtım şebekesi varlıklarına TEİAŞ trafo merkezlerinden birden fazla primer kaynak ile irtibatlarının yapılması ve şebekede yer alan trafolar arasında ring şebeke modelleri üzerine çalışılması gerekmektedir. Özellikle şebekenin daha kolay izlenebilmesi amacıyla Akıllı Şebeke (Smart Grid) olmak üzere diğer bilgi teknolojileri uygulamaları ile entegre olmak ve teknolojik gelişmeleri yakından izleyerek etkin ve verimli uygulamalar geliştirilmesi hedeflenmelidir. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), SCADA/DMS (Supervisory Control And Data Acquisition/ Denetleyicili Kontrol ve Veri Toplama Sistemi, Distribution Management System/ Dağıtım Yönetim Sistemi) ve OSOS (otomatik sayaç okuma sistemi) entegrasyonunun yapılması şebekenin daha kolay yönetilebilmesine, şebekede oluşan arızaların kısa sürede bulunması ve arızanın giderilmesine katkı sağlayacaktır. OSOS yatırımları ölçümü yapılamayan tüketimlerin belirlenmesi, yasadışı bağlantı şekillerinin tespiti, ölçüm hataları, faturalandırma esnasında yapılan hataların tespit edilmesi ve tüketilen enerjinin büyük bir bölümünün uzaktan okunarak faturalandırılabilmesine katkı sağlamaktadır. OSOS kayıp ve kaçakla mücadelede önemli bir yere sahiptir. İletim hatlarında meydana gelen kayıpları önleyebilmek için yatırım projeleri tasarlanırken bölgenin yük yoğunluğu dikkate alınarak hattın taşıyabileceği güçte iletken seçilmeli ve projelendirme bu hususlara göre yapılmalıdır. Elektrik Dağıtım Şirketleri'nin sorumluluk bölgelerinde hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyetini arttırmak için ARGE projelerine daha fazla önem vermeleri gerekmektedir.

Türkiye'nin yıllara 2019-2028 yılları arasındaki yıllara göre brüt elektrik tüketim artışı Çizelge 4.6'da verilmiştir. Senaryo bazlı talep gelişimi ise Şekil 4.10'da verilmiştir. 2019-2028 yılları arasındaki Türkiye puant tahmini Çizelge 4.7'de verilmiştir. Senaryo bazında puant gelişimi ise Şekil 4.11'de verilmiştir [32].

Çizelge 4.6. 2019-2028 yılları brüt elektrik tüketim tahmini (GWh)

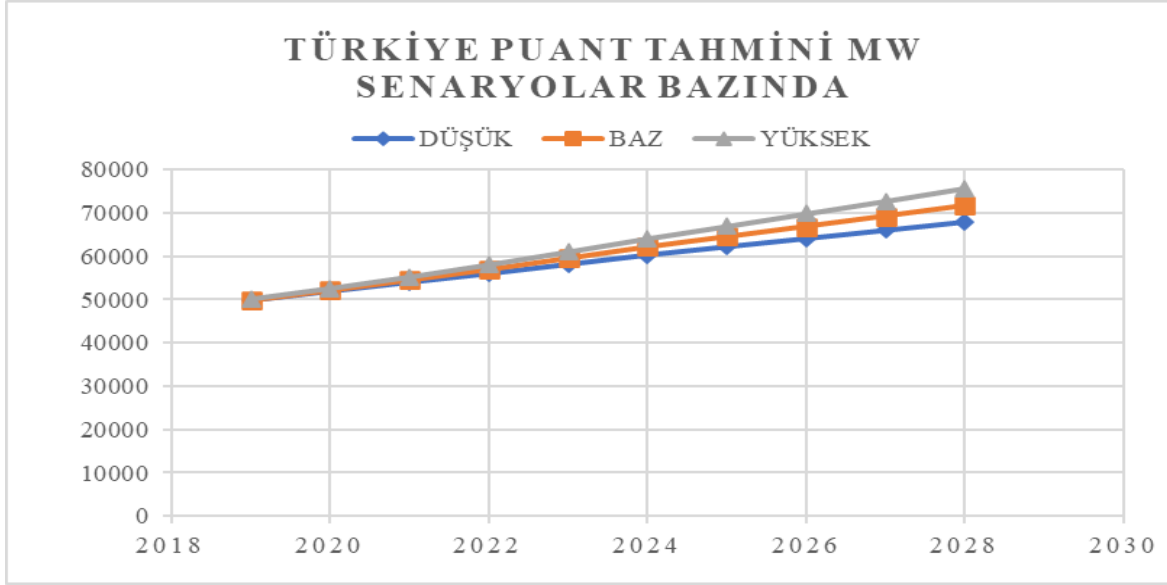
YIL	DÜŞÜK	ARTIŞ (%)	BAZ	ARTIŞ (%)	YÜKSEK	ARTIŞ (%)
2019	313 832	4,6	315 182	5	316 503	5,5
2020	327 285	4,3	329 603	4,6	332 057	4,9
2021	340 511	4	344 407	4,5	348 662	5
2022	353 200	3,7	359 593	4,4	366 385	5,1
2023	366 767	3,8	375 821	4,5	385 177	5,1
2024	380 401	3,7	392 105	4,3	404 287	5
2025	392 610	3,2	406 939	3,8	422 303	4,5
2026	404 628	3,1	421 754	3,6	440 654	4,3
2027	416 619	3	436 632	3,5	458 917	4,1
2028	428 791	2,9	451 729	3,5	477 553	4,1



Şekil 4.10. 2019 – 2028 yılları senaryo bazlı Türkiye talep gelişimi (GWh)

Çizelge 4.7. 2019-2028 yılları Türkiye puant tahmini (MW)

YIL	DÜŞÜK	ARTIŞ (%)	BAZ	ARTIŞ (%)	YÜKSEK	ARTIŞ (%)
2019	49 758	4,6	49 972	5	50 181	5,5
2020	51 891	4,3	52 258	4,6	52 647	4,9
2021	53 988	4	54 605	4,5	55 280	5
2022	56 000	3,7	57 013	4,4	58 090	5,1
2023	58 150	3,8	59 586	4,5	61 069	5,1
2024	60 312	3,7	62 168	4,3	64 099	5
2025	62 248	3,2	64 520	3,8	66 956	4,5
2026	64 153	3,1	66 869	3,6	69 865	4,3
2027	66 055	3	69 228	3,5	72 761	4,1
2028	67 984	2,9	71 621	3,5	75 716	4,1



Şekil 4.11. 2019 – 2028 yılları senaryo bazlı Türkiye puant gelişimi (MW)

Brüt elektrik tüketimleri ve puant tahminleri incelendiğinde değerlerin her yıl arttığı görülmektedir. Bu durumda kısa zamanda Türkiye'nin söz konusu talepleri karşılayabilecek altyapıyı oluşturması gerektiğini göstermektedir. Söz konusu talepleri karşılayabilmek amacıyla yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımlara yer verilmeli ve 2023 yılı enerji hedeflerimize odaklanmaya yönelik yatırımlar yapılmalıdır.

4.2. Türkiye'nin 2023 Yılı Hedefleri

2023 yılının Cumhuriyetimizin 100.yılı olması nedeniyle Türkiye için bir dönüm noktası niteliğindedir. Türkiye birçok hedefini 2023 yılına endekslemiş olup, odaklanılan hedeflere ulaşabilmek Türkiye açısından oldukça önemlidir. 2023 yılı hedefleri 23 maddelik bir paketten oluşmaktadır. Bu paketin içerisinde ekonomik, siyasi ve sosyal konular yer almaktadır.

Söz konusu paketin içerisindeki en önemli tema Türkiye'nin 2023 yılında dünyanın ilk on ekonomisinden birisi olmasıdır. Bu temel hedefler doğrultusunda belirlenen ekonomik alt hedefler aşağıdaki gibidir.

- Kişi başına düşen milli geliri 25 bin dolar seviyelerine çıkararak yıllık 500 milyar dolar tutarında ihracat gerçekleştirmek.

- Kalkınma projelerini tamamlayarak (DAP ve GAP) bu projelerin tarımda ülkeyi lider hale getirmesine imkan sağlamak. Tahıl üretiminde Türkiye'nin lider konumda olmasını sağlamak.
- Türkiye'nin ekonomisinin gelişmesini sağlayarak dış ticaret hacmi ve milli geliri arttırmak, işsizlik oranlarını düşürmek. 2023 yılında dış ticaret hacminde 1 trilyon dolar, milli gelirde 2 trilyon dolar ve işsizlikte yüzde 5 seviyelerini yakalamak.
- Teknoloji'nin gelişmesini sağlayacak yatırımları arttırarak ve bilimsel çalışmalara daha fazla yoğunlaşarak milli uydusu ve uçağını üreten bir ülke olmak. Türkiye'yi bulunduğu coğrafya'nın lojistik üssü konumuna getirmek [5].

Türkiye enerji alanında kendisine önemli hedefler belirlemiştir. Bu hedeflere ulaşabilmek adına yasal düzenlemeler ve çalışmalar yapılmaktadır. Ekonomik ve sosyal hayatta tartışılmaz bir konumda olan elektrik enerjisinin tüm tüketicilere sürekli, yeterli, kaliteli, çevreye duyarlı ve düşük maliyetli sunabilmek amacıyla 2009 yılında Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Yüksek Planlama Kurulu Sekreteryası tarafından “Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesi” yayınlanmıştır. Söz konusu Strateji Belgesi enerji sektörü açısından reform niteliğindedir. Strateji Belgesinde yer alan hedeflerin gerçekleştirilmesi Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azalmasına, sürdürülebilir bir elektrik piyasasının oluşmasına, elektrik enerjisinin üretiminden dağıtımına kadar olan tüm aşamalarda karşılaşılan kayıpların minimize edilmesine, enerji verimliliğinin artmasına, enerji sektöründe rekabetçi bir piyasanın oluşmasına imkan sağlamıştır.

ETKB tarafından hazırlanan Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu raporunda Türkiye'nin 2014-2035 yılları arasında ulaşılması beklenen elektrik enerjisi talep güçleri üzerine çalışılmıştır. T.C ETKB tarafından makro ekonomik hedeflere uygun olarak hazırlanan bu çalışmada “referans (baz), yüksek ve düşük talep” serileri hazırlanmıştır. Çizelge 4.8'de yer alan elektrik enerjisi yüksek talep senaryosu göre Türkiye'nin 2035 yılında 802,18 TWh elektrik enerjisi tüketeceği öngörülmektedir. Düşük talep senaryosuna göre 622,68 TWh ve referans talep senaryosuna göre 719,54 TWh değerlerine ulaşılacağı beklenmektedir. 2023 yılında tüketilmesi beklenen enerji talebi ise 413,98 TWh'dir [2]. 2023 yılında referans elektrik enerjisi talebi 2020 yılına göre %16, yüksek talep değeri %17, düşük talep değeri ise %13 oranında artış gösterecektir.

Çizelge 4.8. Türkiye elektrik enerjisi talep projeksiyonu (2014-2035)

Yıllar	Yüksek Talep (TWh)	Yüksek Talep Artışı (%)	Referans Talep (TWh)	Referans Talep Artışı (%)	Düşük Talep Artışı (%)	Düşük Talep (TWh)
2014	256,46	4,10	255,80	3,80	255,14	3,60
2015	275,14	7,30	268,82	5,10	264,35	3,60
2016	297,01	8,00	284,56	5,90	278,16	5,20
2017	320,47	7,90	301,16	5,80	293,15	5,40
2018	340,58	6,30	318,43	5,70	307,72	5,00
2019	361,81	6,20	336,73	5,70	322,62	4,80
2020	384,22	6,20	355,88	5,70	338,06	4,80
2021	404,92	5,40	374,57	5,30	352,95	4,40
2022	426,61	5,40	393,91	5,20	368,20	4,30
2023	449,32	5,30	413,98	5,10	383,94	4,30
2024	473,10	5,30	435,01	5,10	400,65	4,40
2025	498,01	5,30	456,88	5,00	417,96	4,30
2026	524,08	5,20	479,66	5,00	435,91	4,30
2027	551,37	5,20	503,39	4,90	454,51	4,30
2028	579,93	5,20	528,11	4,90	473,79	4,20
2029	609,81	5,20	553,85	4,90	493,78	4,20
2030	641,08	5,10	580,67	4,80	514,50	4,20
2031	669,11	4,40	606,74	4,50	534,98	4,00
2032	698,23	4,40	633,58	4,40	555,90	3,90
2033	728,48	4,30	661,28	4,40	577,45	3,90
2034	763,98	4,90	689,91	4,30	599,70	3,90
2035	802,18	5,00	719,54	4,30	622,68	3,80

2007 yılında yürürlüğe giren 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanun’unda enerji verimliliği “binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan enerji tüketiminin azaltılması” olarak tanımlanmıştır. 2012 yılında “Enerji Verimliliği Strateji Belgesi” enerji üretimi, dağıtımı ve iletiminden tüketilen enerjiye kadar olan tüm aşamalarda enerjinin verimli kullanılmasına katkıda bulunmak, enerjinin bilinçsiz kullanımını ve israfını önlemek amacıyla yayımlanmıştır. Söz konusu belgede Türkiye’nin 2023 yılı hedeflerine de yer verilmiştir. Söz konusu belgede 2023 yılında gayri safi yurt içi hasılda fert başına düşen elektrik tüketiminin %20 oranında düşürülmesi amaçlanmaktadır [2].

4.3. Milli Enerji ve Maden Politikası

Türkiye'nin enerji alanında daha etkin bir konuma gelebilmesi amacıyla ETKB tarafından Milli Enerji ve Maden Politikası geliştirilmiştir. Bu politikada Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılması ve enerji ihtiyaçlarını karşılamada kendi kendine yetebilen bir ülke olması, bölgesel ve küresel enerji piyasalarında etkin bir konuma gelebilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Politikada güçlü ekonomi ve ulusal güvenlik konularına değinilmiştir. Politikada arz güvenliği, yerlileştirme ve öngörülebilir piyasa konularına yer verilmiştir. Söz konusu konularda Türkiye'nin enerji alanında etkin bir konuma gelebilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu politikada yapımı devam eden ve mevcut boru hatları, LNG yatırımları ve depolama tesisleri projelerine arz güvenliğini sağlamak amacıyla yer verilmiştir. ETKB politikada yerlileştirme konusunu da ön plana çıkarmıştır. Yerlileştirilme konusunda yenilenebilir enerji yatırımları, nükleer santrallerin yapımlarının tamamlanarak hızla ekonomiye kazandırılması, maden teknolojilerinin yerlileştirilmesi konuları ön plana çıkmıştır. Politikada enerji piyasalarının geliştirilmesi ve faaliyet halindeki kurumların iş süreçlerinin daha iyi hale getirilmesi amaçlanmıştır. Milli Enerji ve Maden Politikası 3 ana eksen etrafında şekillenmiştir. Bu eksenler arz güvenliği, yerlileştirme ve öngörülebilir piyasadır. Milli Enerji ve Maden Politikası'nın hedef ve stratejilerine Çizelge 4.9.'da yer verilmiştir [6].

Çizelge 4.9. Milli enerji ve maden politikası'nın stratejileri ve hedefleri

MİLLİ ENERJİ VE MADEN POLİTİKASI'NIN STRATEJİLERİ VE HEDEFLERİ		
	STRATEJİLER	HEDEFLER
ARZ GÜVENLİĞİ	Petrol ve doğalgaz ihtiyaçlarının karşılanabileceği ülkelerin sayısını artırarak farklı kaynaklardan temin edilebilmek.	Enerji ihtiyaçlarını temin etmede arz güvenliği risklerini en aza indirerek kesintisiz ve sürekli enerji elde edebilmek.
	Doğalgaz depolama sistemlerini geliştirmek.	Depolanan doğalgaz miktarında 10 milyar metreküp değerine, depolanan petrolde ise 5 milyon tona ulaşmak.
	Petrol ve doğalgaz kaynakları bulma yöntemleri üzerine yoğunlaşmak.	Petrol ve doğalgaz arama faaliyetlerini Akdeniz ve Karadeniz de gerçekleştirmek.
	Kaliteli ve sürekli enerjinin tüketicilere sunulabilmesi için enerji iletim ve dağıtım alt yapısını güçlendirmek.	Türkiye de yer alan tüm illerin doğalgaz alt yapısına sahip olmasını sağlamak.
	Enerjiyi israfını önlemek	Enerji maliyetlerini 8,4 milyar dolar düşürmek

Çizelge 4.9. (devam) Milli enerji ve maden politikası'nın stratejileri ve hedefleri

YERLİLEŞTİRME	Yenilenebilir enerjide YEKA, ARGE ve yerli üretimi arttırmak.	Enerji üretiminde yerli kaynakları kullanmak.
	Elektrik üretiminde nükleer teknolojilerden yararlanmak	En az yüzde 30 oranında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretmek
	Maden teknolojilerinde dışa bağımlılığı azaltarak yerli ve milli maden teknolojileri geliştirmek.	2023 yılında en az yüzde 10 oranında nükleer enerji santrallerinden elektrik üretmek. Ülkede bulunan madenlerin zenginleştirilerek kullanılması yoluyla sektördeki ithalatın azaltılmasına katkıda bulunmak
ÖNGÖRÜLEBİLİR PİYASA	Daha iyi tedarik altyapısı oluşturmak	Doğalgaz depolama tesisleri, petrol boru hatları, FSRU ve LNG altyapıları yatırımlarını arttırmak
	Enerji sektöründe faaliyet gösteren kurumların işlevselliğinin artırılması sürecini başlatmak	TEİAŞ, BOTAŞ, TPAO ve ETİMADEN kurumlarını enerji borsasına dahil ederek yapılanma sürecini tamamlamak
	Doğalgaz ve elektrik piyasalarını geliştirmek	Enerji Borsası'nda Türkiye'nin enerji ticaretinde merkez ülke olmasını sağlamak
	Maden piyasasını geliştirmek	Madencilik sektörünü kamu-özel sektör iş ortaklığı ile geliştirmek

Milli Enerji ve Maden Politikası üç temel başlık altında şekillenmiştir. Bu başlıklar Güçlü Ekonomi, Yüksek Refah ve Ulusal Güvenliktir. Cari açıkta enerjinin payının düşürülmesi ile enerji sektörü gelişecek, bu gelişime paralel olarak toplumda iş gücü oranı artacak ve ekonomi güçlenecektir. Söz konusu hedeflere ulaşılması ile GSYH yükselecektir. Enerji ithalatının önüne geçilerek enerji maliyetlerinin düşürülmesi ve enerjide arz güvenliğinin sağlanması sayesinde kesintisiz ve kaliteli enerjinin üretimi, iletimi ve dağıtım süreçlerinin tamamlanması ile ülkenin refah seviyesinin artırılması amaçlanmaktadır. Bu hedeflere ulaşılması ile enerji maliyetlerinde düşüşler meydana gelecektir. Ulusal Güvenliğin sağlanması ile enerji yollarının güvenliği sağlanacak ve enerjide dışa bağımlılık azalacaktır [6].

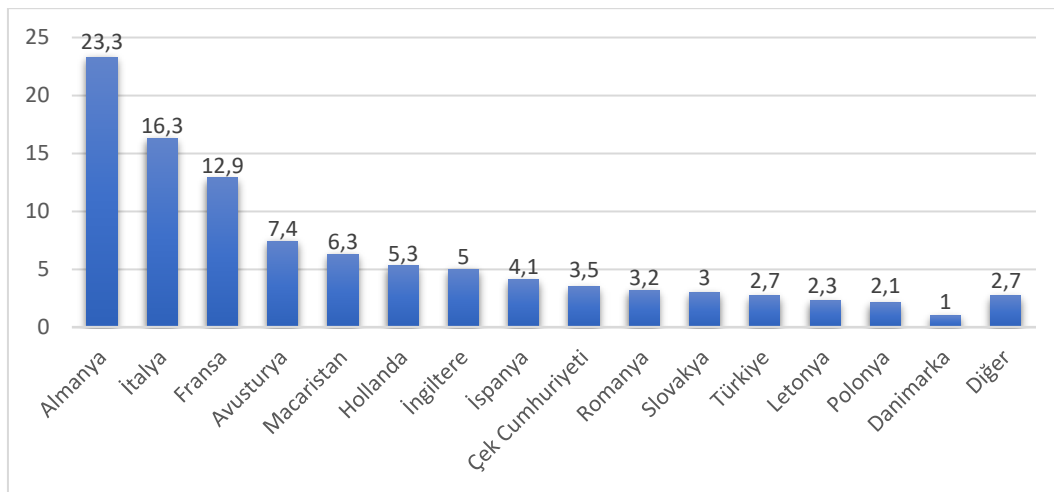
4.3.1. Arz güvenliği

Milli Enerji ve Maden Politikası kapsamında Türkiye'nin enerjide arz güvenliğinin sağlanması beş başlık olarak incelenmiştir. Bunlar; doğalgaz ve petrol depolama tesisleri, ülke ve kaynak çeşitlendirilmesi, sisteme doğalgaz sağlama kapasitesi, iletim-dağıtım altyapısının iyileştirilmesi süreci ve enerji verimliliğidir. Enerjide arz güvenliğini sağlamak amacıyla Türkiye'nin farklı türde enerji kaynaklarını da tüketmesi gerekmektedir.

Türkiye’de çoğunlukla fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Fosil yakıt kullanımından dolayı Türkiye enerjide dışa bağımlı hale gelmektedir. Dışa bağımlılığın azaltılıp yerli kaynak kullanımını teşvik edici politikalar geliştirilmektedir. Milli Enerji ve Maden Politikası’nda yenilenebilir enerji, kömür ve nükleer enerji üretiminin toplam üretim içerisindeki paylarının arttırılmasının gerektiği vurgulanmıştır. Türkiye doğalgaz temini konusunda dışa bağımlı bir ülkedir. Mevsimsel farklılıklardan kaynaklanan talep artışları oluşmaktadır. Söz konusu artışlarında dengelenmesi gerekmektedir. Bu artışları dengelemek amacıyla yapılan doğalgaz depolama tesisi yatırımları arz güvenliğini sağlama konusunda önem arz etmektedir. Doğalgaz depolama tesisleri talebin düşük olduğu dönemde doğalgazı muhafaza eder, talebin yüksek olduğu dönemde ise tüketilmesini sağlar. Doğalgaz depolama tesisleri ayrıca;

- Talebin yoğun olarak yaşandığı kış aylarında yaşanan ve kısa süreyle devam eden aşırı doğalgaz ihtiyacını karşılar.
- Haziran ile Ağustos ayları arasındaki artan elektrik enerjisi ihtiyacını karşılar
- Doğalgaz fiyatlarını stabil hale getirir.

Birçok Avrupa ülkesi gibi Türkiye’de Rus doğalgazına bağımlıdır. Bu nedenle Türkiye’de yapılan doğalgaz depolama tesislerinin önemi de gün geçtikçe artmaktadır. Şekil 4.12’de yer alan verilere göre 2014 yılı verilerine göre Almanya ithal ettiği doğalgazın yüzde 23,3’ünü depolayabilmektedir. İtalya’nın doğalgaz depolama kapasitesi yüzde 16,3, Fransa 12,9 ve Türkiye’nin oranı ise yüzde 2,7’dir [6].



Şekil 4.12. Seçilmiş Avrupa ülkelerinin maksimum doğalgaz depolama tesisleri (2014 yılı verileri, yüzde)

Türkiye yeterli miktarda petrol ve doğal gaz rezervlerine sahip olmadığı için yüksek oranda petrol ve doğal gaz ithalatı gerçekleştirmektedir. Türkiye'nin yıl içerisinde harcayabileceği miktardan daha fazla doğal gaz depolayabilmesi, fazla miktarda ithal edilen doğal gazın ihraç edilebilmesine imkan sağlayacaktır. İspanya'da Türkiye gibi yeterli doğal gaz kaynaklarına sahip olmayan bir ülkedir. Ancak İspanya sahip olduğu doğal gaz depolama tesisleri ile doğal gaz ihraç edebilen bir ülke haline gelmiştir. Türkiye'nin doğal gaz tüketimi ile doğal gaz giriş kapasitesi arasında büyük farklılıklar olmaktadır. Söz konusu fark doğal gaz depolama tesisleri ile azaltılabilecektir. Politika kapsamında gaz giriş kapasitesinin 300 milyon metreküpten 400 milyon metreküpe çıkarılması amaçlanmıştır. Politika kapsamında tüm Türkiye'ye doğal gaz alt yapısının getirilmesi hedeflenmektedir [6].

Milli Enerji ve Maden Politikası'nda enerjide arz güvenliğini sağlamak amacıyla enerji verimliliğinin artırılması amaçlanmaktadır. Bu politikada kamu kurumlarında, özel sektörde, sanayi kuruluşlarında ve meskenlerde kullanılan enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması gerektiğine dair farkındalığın oluşturulması üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Söz konusu politika ile Türkiye yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı arttırarak enerjide dışa bağımlılığını azaltmayı hedeflemektedir. Türkiye bu politika ile mevcut enerji kaynaklarını daha verimli kullanarak enerji ithalatını azaltabilecektir. Türkiye daha az enerji ithal ederek cari açığını azaltabilecektir. Politika doğrultusunda yeni enerji verimliliği eylem planı ile 8,4 milyar dolar tasarruf edilmesi planlanmaktadır [6].

4.3.2. Öngörülebilir piyasa

Milli Enerji ve Maden Politikası kapsamında öngörülebilir enerji piyasalarının oluşturulması hedeflenmiştir. Ülkelerin nüfuslarında meydana gelen artışlar ve sanayinin her geçen gün gelişmesine paralel olarak ülkelerin ekonomilerinin büyümesi sonucunda enerji talepleri hızla artmaktadır. Ülkelerin söz konusu enerji taleplerini karşılamak için daha etkin yöntemler geliştirmesi gerekmektedir. Bu politikalardan biriside enerji piyasalarının oluşturulmasıdır. Ülkeler enerji stratejilerini, enerji piyasaları sayesinde belirleyebilmektedir. Son yıllarda Türkiye'de enerji piyasaları çalışmaları ağırlık kazanmıştır. Bu çalışmalar Milli Enerji ve Maden Politikası'nın öngörülebilir enerji piyasaları kavramı ile önem kazanmıştır. Türkiye'nin doğal gaz ihtiyacı, mevcut boru hatları, LNG tesisleri ve yapılmakta olan projeleri göz önüne alınarak, Enerji Piyasaları İşletme A.Ş. (EPIAŞ) tarafından enerji piyasasının etkinliğinin artırılması amacıyla doğal gaz

piyasasının oluşturulması amaçlanmaktadır. Politika kapsamında doğalgaz depolama tesislerinin sayısı ve kapasitesinin artırılması, petrol ve doğalgaz boru hatlarının iyileştirilmesi ve doğal gaz tedarik yöntemlerinden olan FSRU ve LNG altyapılarının geliştirilmesi hedeflenmektedir. Madencilik sektörü Türkiye'nin ihracatında önemli bir paya sahiptir ve enerji piyasalarında önem arz etmektedir. Politika kapsamında kamu özel işbirliği ile madencilik sektörünün geliştirilmesi ve enerji üretiminde yerli madenlerden yararlanılarak enerji üretilmesine ilişkin çalışmalar yapılmaktadır [6].

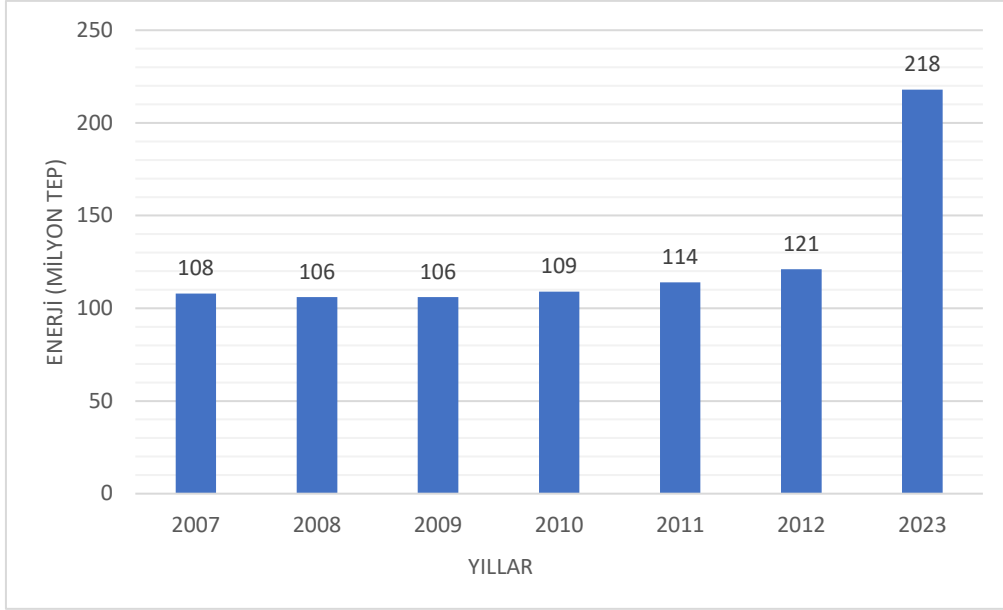
4.3.3. Yerlileştirme

Yerli enerji üretimi stratejilerinin uygulandığı ülkelerde, ülkeler enerjilerini kendi öz kaynakları ile üretilen enerjide dışa bağımlılıklarını azaltmayı hedeflemektedir. Milli Enerji ve Maden Politikasında hassasiyetle üzerinde durulan yerlileştirme konusu Türkiye'nin kronikleşmiş bir sorunu haline gelen enerji konusundaki dışa bağımlılığını azaltmayı amaçlayan bir konudur. Türkiye'nin 2023 yılı hedefleri kapsamında ele alınan enerjide yerlileştirme çalışmaları ETKB'nin 2015-2019 Stratejik Planında vurgulanmıştır. Türkiye'de yerli enerji üretimi arttığında enerjide dışa bağımlı olan ülkemizin enerji arz güvenliğini sağlama konusunda önemli bir adım atılmış olacaktır. Nüfusu her geçen sene hızla artan Türkiye'nin, enerji arzı ile ilgili yaşayacağı sorunları azaltmak adına yerli enerji yatırımlarına yoğunlaşması gerekmektedir. Son yıllarda Türkiye'de tüketilmekte olan enerjinin yerli kaynaklardan karşılanması önem kazanmıştır [6].

Türkiye'nin 2023 yılı hedeflerine ulaşmasında önemli bir yere sahip olacak olan yenilenebilir enerji konusunda; yenilenebilir enerjinin önemini anlatmak ve ulusal yenilenebilir enerji stratejisini ve hedeflerini belirlemek amacıyla ETKB tarafından Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı hazırlanmıştır.

4.3.4. Türkiye ulusal yenilenebilir enerji eylem planı

Türkiye ekonomik konum olarak Avrupa ve dünyada önemli bir yere sahiptir. Günümüzde Türkiye'nin hızla büyüyen ekonomisi ve artan nüfusuna paralel olarak enerji taleplerinde artışlar meydana gelmektedir. Söz konusu durum elektrik ve birincil enerji kaynakları için enerji arz güvenliğini hükümet gündemine taşımıştır. Türkiye ithal enerji kaynaklarına bağımlı bir ülkedir.

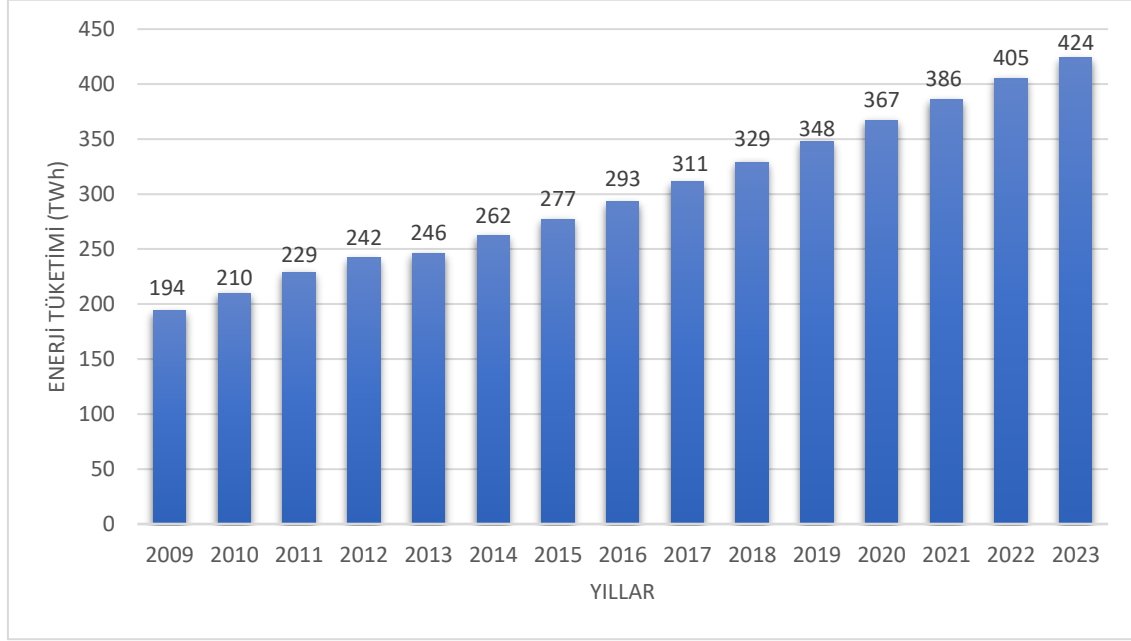


Şekil 4.13. Türkiye’de birincil enerji tüketimi, son veriler ve 2023 tahmini

Şekil 4.13.’e göre 2012 yılında 121 milyon TEP olan enerji tüketiminin 2023 yılında 218 milyon TEP’e ulaşacağı beklenmektedir. 2011 ile 2023 yılları arasında birincil enerji talebinin yüzde 90 oranında bir artış olması beklenmektedir. Bu dönemde Türkiye için önem arz eden başlıklar bulunmaktadır. Bu başlıklar yeni üretim yatırımlarının devreye alınması, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi (yerli ve yenilenebilir kaynaklara duyulan gereksinim) ve enerji verimliliğinin daha iyi bir noktaya taşınmasıdır. Hükümet enerjide dışa bağımlılıktan kaynaklanan risklerin önlenmesi, sürdürülebilir enerji modelinin geliştirilmesi için yenilenebilir enerjiye dayalı çözümlere destek vermektedir. Türkiye kendisine yenilenebilir enerjinin ön planda olduğu bir enerji politikası benimsemiştir. Türkiye’nin yenilenebilir enerji alanında 2023 yılı hedefi toplam elektrik tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji oranının yüzde 30’a çıkarılması ve ulaşım sektörünün enerji ihtiyaçlarının yüzde 10’unun yenilenebilir enerji ile tekabül edilmesidir. Buna ek olarak 2023 yılında enerji yoğunluğunu 2011 referans yılı değerine göre yüzde 20 oranında düşürülmesi hedeflenmektedir [33].

Türkiye hidrolik, rüzgar, güneş ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına sahiptir. Hükümet söz konusu yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyellerinden dolayı 2023 yılı için iddialı hedefler belirlemiştir.

2023 yılında bu kaynakların kullanılması ile yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payı en az %30 olacaktır. TEİAŞ verilerine göre Türkiye'nin 2023 yılında 424 TWh elektrik enerjisi tüketeceği öngörülmektedir. 2009 ile 2023 yılları arası öngörülen elektrik enerjisi tüketim grafiği Şekil 4.14.'de yer almaktadır [33].



Şekil 4.14. Türkiye enerji tüketimi: geçmiş veriler ve tahminler

Türkiye'nin enerji politikası aşağıda yer alan temel değer ve ilkeleri kapsayacak şekilde oluşturulmuştur.

- **Şeffaflık:** Faaliyetlerin karşılıklı olarak açık, erişilebilir bir şekilde gerçekleştirilerek, mevzuatlara uyularak kamuoyunun bilgisi ve görüşü dahilinde uygulanmasıdır.
- **Güvenilirlik:** Faaliyetler kapsamında ele alınan politikaların ulusal ve global boyutta güven ve itibar görececek şekilde uygulanmasıdır.
- **Yenilikçilik ve Öncülük:** AR-GE çalışmaları ve yeni teknoloji kullanımının artırılmasıdır.
- **İşbirliği:** Faaliyetlerde tarafların katılımları ile hizmetlerin sağlanmasında ihtiyaç ve beklentilere cevap verilmesi.
- **Etkinlik:** ETKB'na sağlanan kaynakların etkinlik ve etkililik amaçları doğrultusunda kullanılmasıdır.
- **Uyumluluk:** Faaliyetlere orta ve uzun süreli hedefler belirlenerek ve söz konusu hedeflere Türkiye'nin çıkarlarına uygun olarak ve uluslararası gelişmeler takip edilerek uygulanmasıdır [33].

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjiye ilişkin ulusal politika

Dünya genelinde nüfusun artması, enerji taleplerinin artışı, enerji arz güvenliği ile ilgili problemler ve iklim değişiklikleri gibi sorunlar yenilenebilir enerji teknolojilerine olan gereksinimi artırmıştır.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin bir ülkedir. Türkiye, yenilenebilir enerji politikası ile enerji arz kaynaklarını çeşitlendirmeyi amaçlayarak, ulusal enerji politikasında elektrik üretiminde yerli ve yenilenebilir kaynakları maksimum düzeyde kullanmayı amaçlamaktadır. Türkiye'nin her geçen yıl enerji talebinde artışlar meydana gelmektedir. Bu sebepten dolayı Türkiye yenilenebilir enerjiye önem veren yeni bir enerji politikası benimsemiştir.

Türkiye'nin enerji verimliliğine dair planlamaları 2012-2023 yıllarını kapsayan Enerji Verimliliği Strateji Belgesinde yer almaktadır. Bu belgede bina, ulaştırma ve sanayi sektörlerinde enerji verimliliğinin artırılması ve uygulanmasına yönelik süreçler incelenmiştir. Söz konusu belgede enerji verimliliğinin artırılması, enerji israfının önlenmesi ve sektörel ile makro düzeyde enerji yoğunluğunun azaltılması hedeflenmiştir. Bu ilkeler, enerjinin üretiminden, iletimine ve tüketimine kadar olan tüm süreçlerde Türkiye'nin ulusal enerji politikasının önemli unsurlarını oluşturmaktadır. Enerji piyasalarında yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaştırılarak, teşvik programları vasıtasıyla desteklenmesi gerekmektedir. Avrupa Birliği Komisyonu bu mekanizmaların dizayn edilmesinde ve geliştirilmesinde kullanılmak üzere Yenilenebilir Enerji Destek Programları Tasarımı Kılavuzu'nu yayınlamıştır. Doküman da destek mekanizmalarının düşen yenilenebilir enerji üretim maliyetlerine uyumunun sağlanabilmesi için düzenlemelere ihtiyacının olması gerektiği üzerinde durulmuştur. Söz konusu değişikliklerin yapılması durumunda uzun vadede sermaye finansmanı maliyetleri üzerinde olumlu bir etki yaratacağı düşünülmektedir. Kota yükümlülüğü yenilenebilir enerjide piyasa entegrasyonunu teşvik etme amaçlı kullanılan bir programdır. Bu sistemde enerjiyi üreten kurum üretilen enerjiyi piyasaya satmak zorundadır. Bu durumda piyasa fiyatlarına maruz kalınmasına yol açmaktadır. Bunlara ek olarak piyasa entegrasyonunda yatırım dönemi teşvikleri daha etkindir. Vergi muafiyeti ve sabit fiyat alım garantileri yenilenebilir enerji sektöründe kullanılan ek destek mekanizmalarıdır. Prim garantilerinin piyasa ile iyi bir etkileşiminin

olmasına rağmen sabit fiyat alım garantileri de tercih edilen bir destek mekanizmasıdır. Sabit fiyat alım garantilerinde olan uygulamalar aşağıdaki gibidir:

- Küçük ölçekli uygulamalar ve gelişimini tamamlamamış piyasalarda sabit fiyat alım garantilerinin azaltılarak kaldırılması
- Öğrenme eğrisinden kaynaklanan maliyet düşüşlerini dikkate alarak beklenen maliyet bazlı veya maliyet temeli olan tarife azaltımlarının uygulanması
- Yeni kurulumların sisteme entegre edilmesine dayalı hacim bazlı tarife indiriminin uygulanması [33].

Avrupa Komisyonu piyasa entegrasyonun dışında piyasanın üzerinde yer alan sistem etkilerini en aza düşürmek amacıyla elektrik şebekesi dengelenmesi, tevzi kuralları ve şebeke maliyetleri üzerine çalışmıştır. Söz konusu çalışmada, destek programlarının tasarımı ve yenilenmesi ile farklı yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetlerinin önemli bir yeri olduğu görülmektedir. Hakiki maliyetler sayesinde destek seviyesi tahmini maliyetleri de bulunabilmektedir. Çalışmada destek programının dinamik olmasının, destek seviyesi etkilerinin düzenli değerlendirilmesinin ve buna bağlı olarak gerekli düzenlemelerin yapılmasının üzerinde durulmuştur. Türkiye'nin 2009/28/EC sayılı Direktif kapsamında hazırlanan Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planında, Türkiye'de yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu strateji aşağıda yer alan amaçları gerçekleştirmek için oluşturulmuştur:

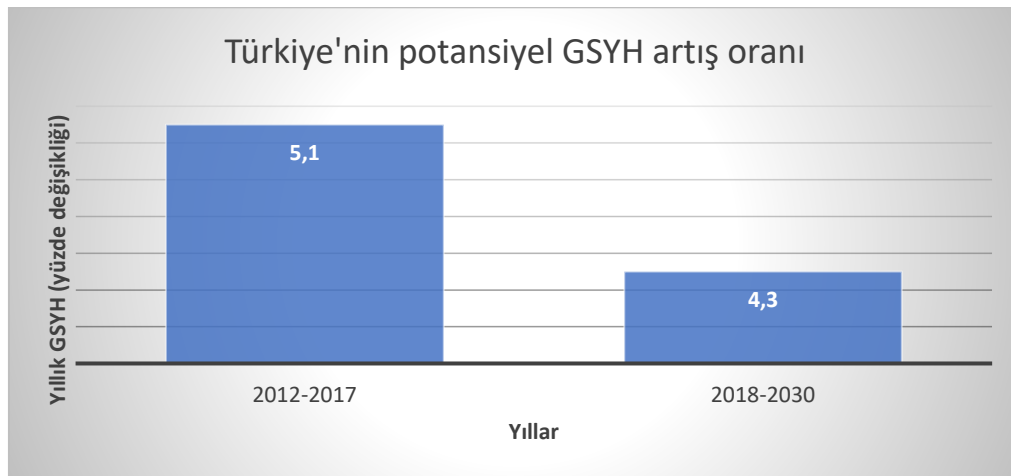
- Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarını daha etkin kullanması ile 2023 yılına kadar toplam elektrik üretimi içerisindeki yenilenebilir enerji payının %30 oranında artırılması.
- 2009/28/EC sayılı direktifte yer aldığı üzere Ulaştırma sektöründeki enerji tüketiminin en az %10'nun yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması.
- 2023 yılına kadar olan dönemde yenilenebilir enerji kurulu gücünü artırarak bu gücün teknolojik ve endüstriyel gelişimde etki edici bir unsur olmasının sağlanması.
- Yenilenebilir enerji kaynakları ile uyumlu çalışan dağıtık üretimin kullanılması ve binalarda yenilenebilir enerjinin kullanımını teşvik edilmesi amaçlanmaktadır [33].

Beklenen enerji tüketimi 2013-2023

Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planında brüt enerji tüketim tahmini elektrik, ısıtma-soğutma ve ulaştırma sektörleri incelenmiştir. Söz konusu çalışmada enerji verimliliği politikası çerçevesinde incelenen önlemlerin beklenen etkileri de incelenmiştir. Çalışma kapsamında referans senaryo, 2013 öncesi alınan enerji verimliliği ve enerji tasarrufu önlemlerini açıklamaktadır. İlave enerji verimliliği senaryosu yenilenebilir enerji artışını da göz önüne alarak 2013-2023 yılları arasında belirlenecek enerji verimliliği politikalarını içermektedir. Finansal krizler, diplomatik problemler ve jeopolitik sorunlar belirlenen amaçlara ulaşılmasında engel olan unsurlardır. Söz konusu nedenlerden dolayı elektrik, ısıtma-soğutma ve ulaşım alanlarındaki brüt enerji tüketimleri ulaşılması ümit edilen değerler olarak değerlendirilmektedir [33]. Referans senaryo ve ilave enerji verimliliği senaryosu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi başlıkları ile açıklanmıştır.

Ekonomik büyüme

2013 yılı verilerine göre Türkiye'nin GSYH'ı 1,6 trilyon TL'ye ulaşmıştır. GSYH'da olan artış Türkiye ekonomisini dünyanın 17., Avrupa'nın 6.büyük ekonomisi haline getirmiştir. AB'nin 2012 yılında karşılaştığı ekonomik problemler GSYH'nın artış hızının düşmesine neden olmuştur. Bu sebepten dolayı AB'nin GSYH artışı 2013 yılında %4,12 olmuştur. Uluslararası ekonomi kuruluşlarının yaptığı çalışmalara göre 2018-2030 yılları arası %4,3 oranında büyüme beklenmektedir. Şekil 4.15'de Türkiye'nin potansiyel GSYH artış oranı görülmektedir [33].

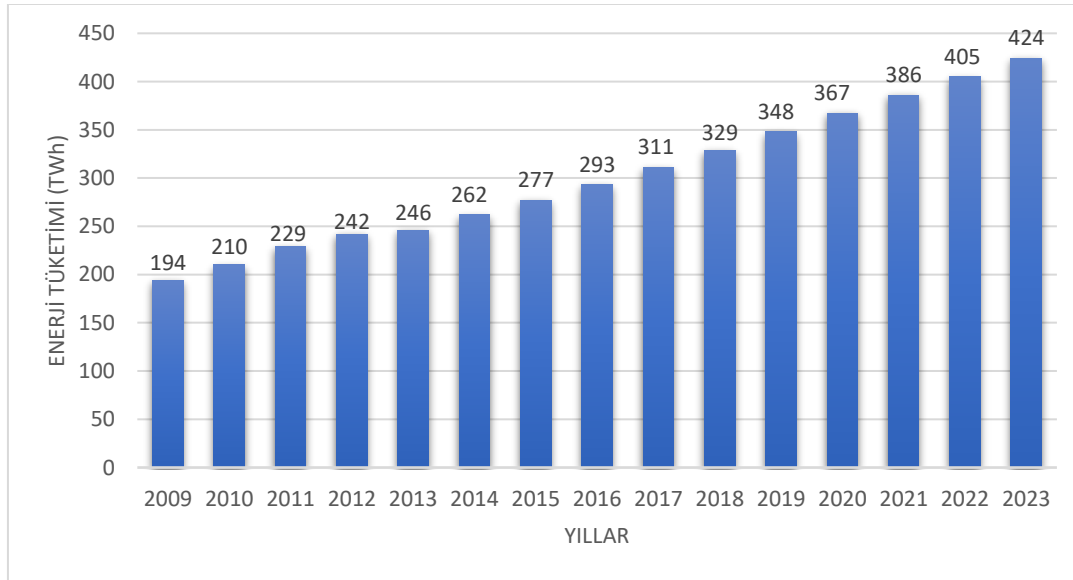


Şekil 4.15. Türkiye'nin potansiyel GSYH artış oranı

Enerji tüketimi

Son yıllarda Türkiye ekonomisinin büyümesi ile Türkiye'nin ithal enerji kaynaklarına olan bağımlılığı artmıştır. Türkiye'nin 2012 yılındaki toplam birincil enerji tüketimi 121 milyon ton petrol eşdeğeri (MTEP), 2011 yılında ise 114 MTEP'dir. Söz konusu arzın büyük bir kısmı ithalat yoluyla sağlanmıştır. Türkiye birim GSYH başına enerji tüketiminde Polonya dışındaki Avrupa ülkelerine göre en yüksek değere sahip ülkelerden biridir. Türkiye'nin enerji ihtiyacının ilerleyen on yıllık süreçte artacağı öngörülmektedir. Enerji verimliliği hedeflerine ulaşıldığında birincil enerji arzının 2023 yılında 158 MTEP olacağı beklenmektedir. Türkiye'nin enerji tüketimi ile GSYH gelişimi arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Son on yılda yapılan çalışmalara göre yaklaşık olarak GSYH'daki yüzde 1'lik artış oranı ulusal enerji tüketiminde yüzde 3,4'lük bir artışa sebep olmaktadır [33].

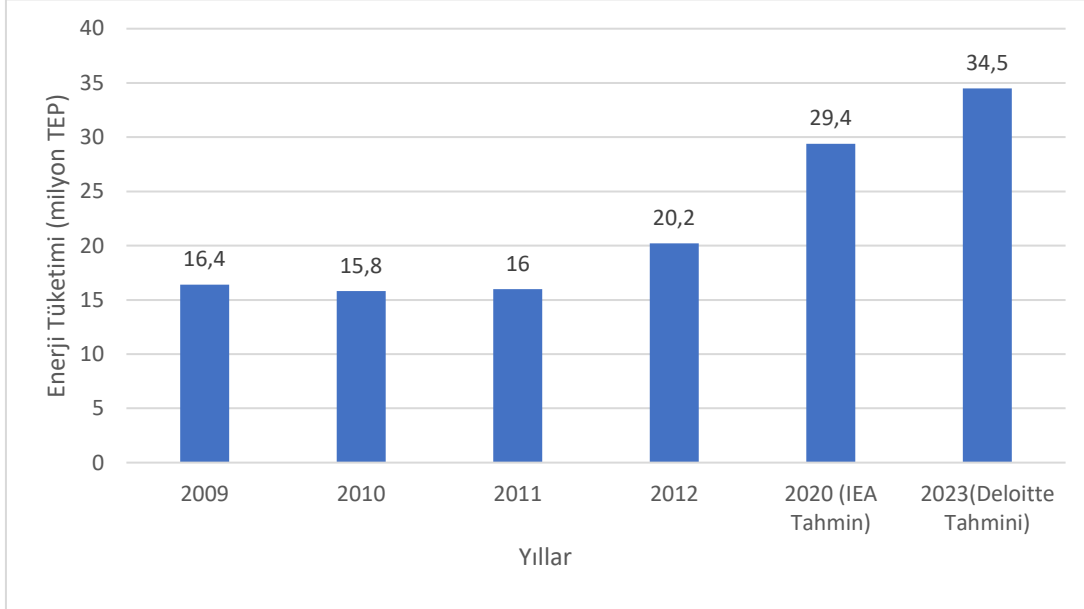
Şekil 4.16'da görüleceği gibi nihai elektrik tüketimi'nin 2013 yılında 246 TWh olan değerinin 2023 yılında 424 TWh'a yükselmesi beklenmektedir. 2023 yılında, 2013 rakamlarına göre yüzde 72'lik bir artış olması beklenmektedir.



Şekil 4.16. Türkiye enerji tüketimi: geçmiş veriler ve tahminler

Şekil 4.17'de görüleceği üzere Uluslararası Enerji Ajansı tahminlerine göre ulaştırma sektöründeki enerji tüketimi 2020 yılında 29,4 milyon ton eşdeğer petrol (TEP) 'e, 2023 yılında Deloitte tahminlerine göre de 34,5 milyon TEP'e ulaşması beklenmektedir. Deloitte

tahmini ulaştırma sektöründeki, toplam enerji tüketimini içermektedir (karayolu, demiryolu, havayolu taşımacılığı, deniz taşımacılığı) [33].



Şekil 4.17. Ulaştırma sektöründe nihai enerji tüketimi (Eurostat, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), ETKB ve Deloitte (tahminler))

Enerji verimliliği

Türkiye enerji verimliliğini artırabilmek amacıyla önemli hedefler belirlemiştir. Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nde 2023 yılı hedefi olarak GSYH başına tüketilen enerji miktarının 2008 yılı değerlerine göre %20 düşürölmesi amaçlanmıştır. Strateji belgesi belirlenen amaçlar aşağıdaki gibidir :

- Sanayi ve hizmetler sektöründe ortaya çıkan enerji yoğunluğu ve enerji kayıplarını azaltmak.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanan ve çevreye duyarlı yapıların sayısını artırmak.
- Enerji verimliliği yüksek ürünlerin ekonomideki payını artırmak.
- Elektriğin üretilmesinden nihai tüketiciye ulaşmasına kadar olan tüm aşamalarda enerjiyi teknik ve teknik olmayan kayıpları asgari düzeye getirerek taşımak. Söz konusu süreci çevreye zarar vermeden gerçekleştirmek.
- İnsanların toplu taşımaya yönelmesi sayesinde motorlu taşıtların birim fosil yakıt tüketiminin azalması ile yakıt tüketiminin düşmesini sağlamak.

- Kamu binalarında enerji verimliliğine önem vererek enerjiyi etkin kullanmak.
- İleri teknoloji kullanımını ve bu teknolojilerin kullanımının özendirilmesini sağlamak [33].

Çizelge 4.10'da Enerji Verimliliği Strateji Belgesinde belirlenen stratejik hedefler doğrultusunda yer alan ısıtma-soğutma, elektrik ve ulaştırma alanlarındaki nihai enerji tüketim tahminleri yer almaktadır. Tahminler referans senaryo ve ilave enerji verimliliği senaryosu olarak iki farklı şekilde sunulmuştur.

Referans senaryoda 2013 yılı öncesinde yer alan enerji verimliliği ve enerji tasarrufu ile ilgili önlemler yer almaktadır. İlave enerji verimliliği senaryosu tahmininde 2013 yılından sonraki enerji verimliliği ve enerji tasarrufu ile ilgili tüm ilave önlemler yer almaktadır. Çizelge 4.10'da yer alan bilgiler Yenilenebilir Kaynaklardan Elde Edilen Enerji Kullanımının Teşvikine ilişkin 2009/28/EC sayılı direktifine göre hazırlanmıştır. Ulaştırma sektörüne yönelik hedefler sadece karayolu ve demiryolu taşımacılığını içermektedir (nihai enerji tüketimi). Ulaştırma sektöründeki diğer faaliyetler dahil edilmemiştir [33].

Çizelge 4.10. Elektrik, ısıtma-soğutma ve ulaştırma sektörlerinde brüt nihai enerji tüketiminin gelişimi

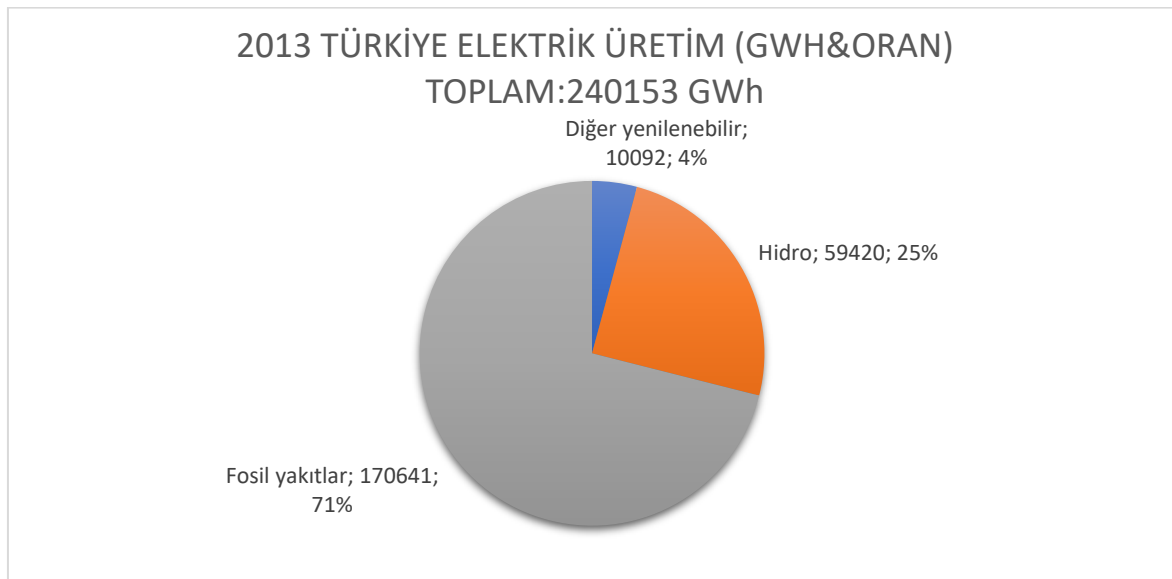
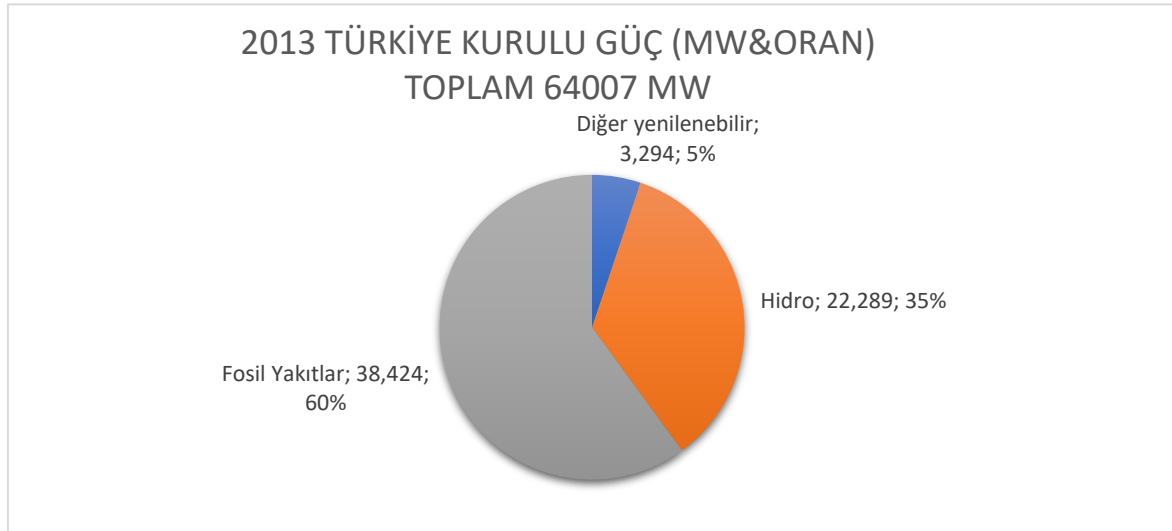
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Beklenen nihai brüt enerji tüketimi (kTEP)	Baz Yıl	Referans Senaryo	Referans Senaryo	Referans Senaryo	Referans Senaryo	Referans Senaryo	Referans Senaryo	Referans Senaryo	Referans Senaryo	Referans Senaryo	Referans Senaryo	Referans Senaryo	İlave enerji verimliliği
1-Isıtma ve soğutma (Baz yıl=2011)		49 091	49 245	49 606	49 788	50 018	50 270	50 511	50 691	50 861	51 024	51 213	
2-Elektrik	20 804	21 561	22 935	24 538	26 223	28 067	29 993	31 938	33 973	36 025	38 146	40 223	
3-Ulaştırma	17 566	18 462	19 404	20 394	21 434	22 527	23 495	24 506	25 559	26 658	27 805	29 000	
4-Nihai brüt enerji tüketimi		89 115	91 585	94 537	97 445	100 613	103 757	106 955	110 223	113 544	116 975	120 436	107 000

Elektrik

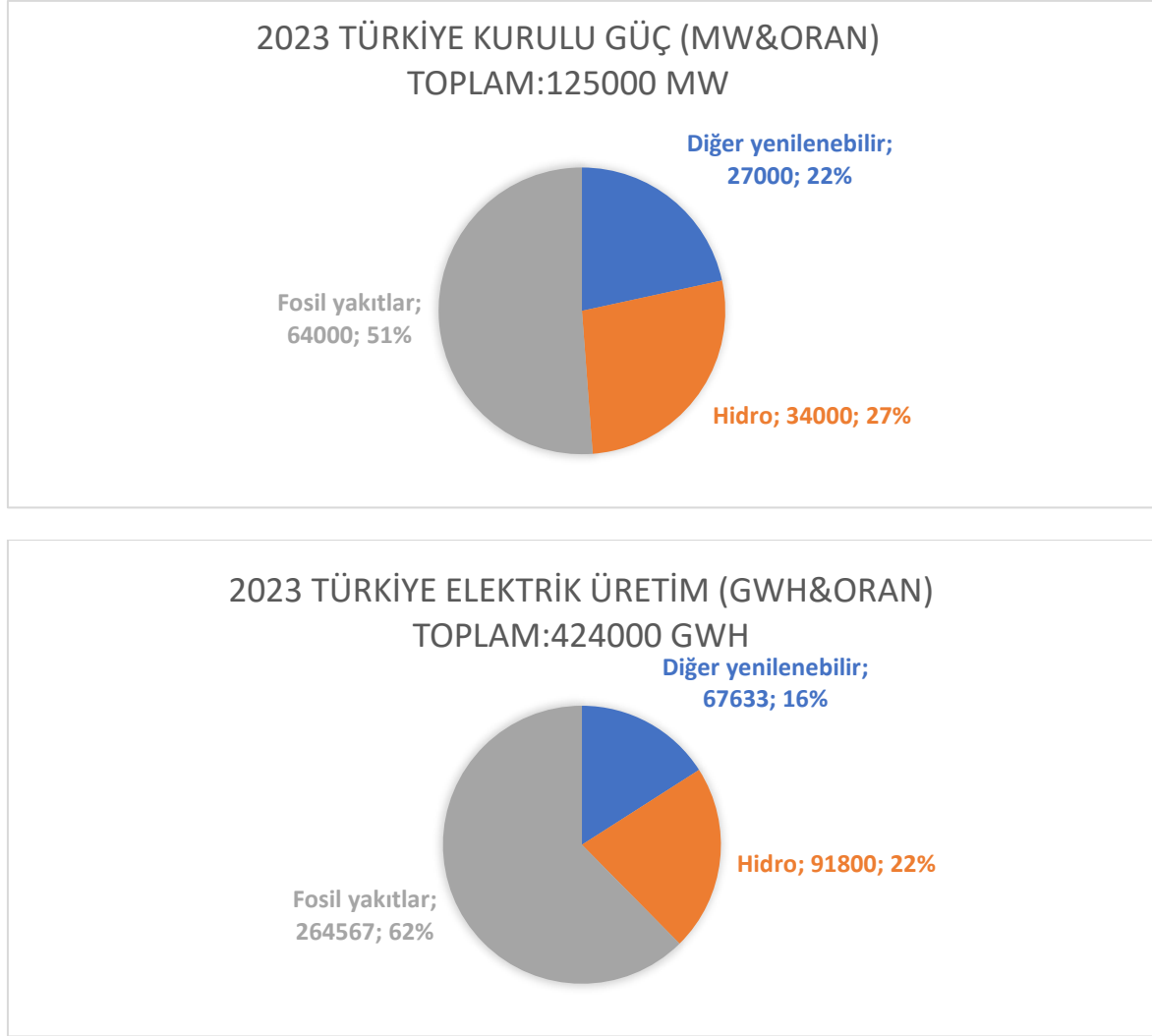
2023 yılı hedefleri kapsamında yenilenebilir enerjinin daha etkin kullanılması amacıyla 2009 tarihli Strateji Belgesinde hidroelektrik, rüzgar, jeotermal, güneş ve biyokütle enerjisi için 2023 yılı hedefleri belirlenmiştir. Söz konusu hedefler Çizelge 4.11.'de yer almaktadır. 2023 yılına kadar yaklaşık 159 TWh elektrik üretimi ve 61 000 MW'lık yenilenebilir enerji kurulu güç kapasitesine ulaşılması hedeflenmektedir. Şekil 4.18'de Elektrik üretimi ve kurulu güç için 2013 yılı verileri ve 2023 yılı hedefleri yer almaktadır [33].

Çizelge 4.11. Elektrik üretimi ve kurulu güç kapasitesi 2013 gerçekleştirmeleri, 2023 tahminleri ve artışları

		Kurulu Güç Kapasitesi (MW)			Elektrik Üretimi (GWh)	
Yenilenebilir Enerji Teknolojisi	2013	2023	Δ (Değişim)	2013	2023	Δ (Değişim)
Hidroelektrik	22 289	34 000	53%	59 420	91 800	54%
Rüzgar	2759	20 000	625%	7558	50 000	562%
Jeotermal	310	1000	223%	1364	5100	274%
Güneş	0	5000		0	8000	
Biyokütle	224	1000	346%	1171	4533	287%



Şekil 4.18. Elektrik üretimi ve kurulu güç değerleri 2013 yılı verileri ile 2023 yılı hedefleri



Şekil 4.18. (devam) Elektrik üretimi ve kurulu güç değerleri 2013 yılı verileri ile 2023 yılı hedefleri

2013 yılı itibariyle hidroelektrik kurulu güç değeri 22 289 MW, rüzgar enerjisi kurulu gücü 2759 MW, jeotermal enerji kurulu gücü 224 MW ve biyokütle enerjisi kurulu gücü ise 310 MW'dır. 2023 yılında kurulu güç değerlerinin hidroelektrikte 34 000 MW, rüzgar enerjisinde 20 000 MW, güneş enerjisinde 5000 MW, jeotermal enerjide ve biyokütle enerjisinde 1000 MW değerlerine ulaşması hedeflenmektedir.

2013 yılında hidroelektrik santrallerde elektrik üretimi 59 420 GWh, rüzgar enerjisinden elektrik tüketimi 7558 GWh, jeotermal enerjiden elektrik üretimi 1364 GWh ve biyokütle enerjisinden elektrik üretimi ise 1171 GWh'dir. 2023 yılında hidroelektrik santrallerden üretilen enerjinin 91 800 GWh, rüzgar enerjisinden üretilen enerjinin 50 000 GWh, güneş enerjisi ile üretilen enerjinin 8000 GWh, jeotermal enerjiden elektrik üretiminin 4533 GWh ve biyokütle enerjisi ile üretilen elektrik enerjisinin 5100 GWh değerlerine ulaşması hedeflenmektedir.

Yenilenebilir enerji hedefleri ve gelişimi

Türkiye'nin enerji politikaları kapsamında başlıca stratejik konuları (genel ulusal hedefleri) aşağıdaki gibidir :

- Fosil yakıt ithalatından kaynaklanan enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ve fosil yakıt fiyatlarındaki dalgalanma ile ilişkili ekonomik risklerin azaltılması
- 2012-2023 yılları arasında olması beklenen yüzde 75,4 lük talep artışını üretim kapasitesini 125 000 MW'a çıkararak karşılayabilmek hedeflenmektedir.
- Doğal gaz ve nükleer enerji üretim kapasitelerinde olması beklenen artışları, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik üretimindeki payını yüzde 30'a kadar çıkartmak.
- Elektrik iletim şebekesinin altyapısında yatırımları artırarak 60 717 km'lik enerji iletim hattı ve 158 460 MVA'lık trafo merkezi yapılması planlanmaktadır.
- Elektrik dağıtım şirketlerinin kayıp ve kaçak oranının ortalama yüzde 5 kadar azaltmak ve akıllı şebeke kullanımını yaygınlaştırmak. Bu yatırımlar sayesinde de elektrik dağıtım şebekelerinde enerji verimliliğinin artırılması, teknik ve teknik olmayan kayıpların azalmasını sağlamak.
- Tarım sektörünün gücünden yararlanarak biyo-yakıt sektörünü ilerletmek [33].

Yenilenebilir Enerji Eylem Planı'nın da 2023 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının genel enerji tüketimindeki payının %20'ye yükseltilmesi hedeflenmiştir. Söz konusu oran 107 MTEP'lik beklenen toplam enerji tüketiminin 21,7 MTEP'lik bölümü olmaktadır. Yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjinin nihai brüt enerji tüketimindeki payı için belirlenen 2010 ve 2023 hedefleri Çizelge 4.12'de yer almaktadır.

Çizelge 4.12. Yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjinin nihai brüt enerji tüketimindeki payı için belirlenen 2010 ve 2023 hedefleri

A) 2012 yılında brüt nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin payı (S2012) (%)	13,50%
B) 2023 yılı için hedeflenen brüt nihai enerji tüketiminde yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjinin payı (S2023) (%)	20,50%
C) 2023 yılında beklenen toplam düzeltilmiş enerji tüketimi (kTEP)	107 000
D) 2023 hedefine göre beklenen yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi miktarı (BXC) (kTEP)	21 905

Çizelge 4.13’de elektrik, ısıtma-soğutma ve ulaştırma sektörlerinde yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjinin brüt nihai enerji tüketimindeki oranları ile ilgili beklenen gelişmelerin görünümü Direktife bağlı olarak incelenmiştir [33].

Çizelge 4.13. 2023 yılı için ulusal hedef ve elektrik, ısıtma-soğutma, ulaştırma sektörlerinde yenilenebilir kaynakların payında beklenen ilerlemeler

	Baz Yıl	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Yenilenebilir enerji kaynakları - ısıtma + soğutma	12,54%	12,74%	12,90%	13,01%	13,16%	13,30%	13,43%	13,56%	13,71%	13,86%	14,01%	14,16%
Yenilenebilir enerji kaynakları - elektrik (%)	27,02%	28,02%	29,40%	31,50%	33,41%	35,27%	36,62%	37,75%	37,84%	37,77%	37,65%	37,57%
Yenilenebilir enerji kaynakları - ulaştırma (%)	0,07%	0,87%	1,29%	1,70%	2,70%	3,70%	4,71%	6%	7,29%	8,88%	9,48%	10,08%
Yenilenebilir enerji kaynakları, toplam (%)	13,48%	13,92%	14,54%	15,29%	16,20%	17,10%	17,92%	18,75%	19,29%	19,83%	20,16%	20,47%

5. AB ÜLKELERİ’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE HEDEFLERİ

Günümüzde enerji uluslararası dengelerin sağlanmasında, ekonomik ve siyasi ilişkilerin gelişiminde önemli bir yere sahiptir. AB’nin yapılanma sürecinde ilk adımlar, enerji alanında olmuştur. AB’de enerji talebinin artması üye devletlerin ortak bir enerji politikası oluşturmasını zorunlu hale getirmiştir. Lizbon Antlaşması ile AB enerji politikasını ve hedeflerini belirlemiştir. Politika kapsamında AB enerji alanında rekabetin artırılması ve çevrenin korunmasını prensip edinerek, enerji piyasasının işlerliğinin temin edilmesini, enerji arz güvenliğinin sağlanmasını, enerji verimliliğinin teşvik edilmesini, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesini ve enerji ağlarının birbirleriyle bağlantısının olmasını hedeflemektedir. AB enerji politikalarında kendisine üç temel amaç belirlemiştir. Bu amaçlar:

- “Rekabetçi bir enerji piyasası oluşturulması”
- “Enerji arz güvenliğinin temin edilmesi”
- “Sürdürülebilir kalkınma temelinde çevrenin korunmasıdır” [26].

AB, enerji alanında bu üç temel amaç arasında denge kurarak politikalarını oluşturmayı amaçlamaktadır. AB mevzuatı enerji piyasalarında serbestleşmenin olması gerektiğini vurgulayıp, rekabet gücü yüksek, güvenli ve sürdürülebilir enerji piyasaları oluşturulması, tüketiciye daha fazla seçenek ve daha uygun fiyatlar sunulabilmesini amaçlamıştır. AB’nin enerji politikasında sürdürülebilir hale getirmek için iklim değişikliği ile mücadeleye önem vermektedir. Söz konusu amaçları gerçekleştirebilmek için Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan Enerji ve İklim Değişimi Paketi ile 2020 yılına kadar gerçekleştirilmesi planlanan üç önemli hedef belirlenmiştir. Bu hedefler:

- Sera gazı emisyonlarının 2020 yılına kadar 1990 yılı değerlerine göre en az %20 azaltılması
- 2020 yılına kadar enerji arzında yenilenebilir enerji payının %20’ye çıkarılması ve ulaşımda biyo yakıt kullanım oranının en az %10’a ulaşması
- 2020 yılına kadar birincil enerji tüketiminde %20 tasarruf sağlanması [26]

Söz konusu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için enerji tek pazarının tamamlanması gerekmektedir. Bu nedenle Komisyon, 2007 yılında “Üçüncü Paket” olarak isimlendirilen

mevzuat önerilerini açıklamıştır. Üçüncü pakette kamu idaresinde olan elektrik iletim ve dağıtım şirketleri ile doğalgaz dağıtım şirketlerinin özelleştirilmesi, yasal ve işlevsel olarak ayrılması, enerji piyasalarına yön veren üst kurulların yetkilerinin artırılması hedeflenmektedir. Paket kapsamında 2009 yılında Avrupa Elektrik İletim Sistem Operatörleri Ağı (ENTSO-E) kurularak boru hatları ve şebeke erişimine ilişkin standartların birbirleriyle uyumlu hale getirilmesi amaçlanmıştır. AB, 2010 yılında 2020 hedeflerine ulaşabilmek amacıyla Enerji 2020 Stratejisini yayımlamıştır. Enerji 2020 Stratejisinde gelecek 10 yıl için AB'nin hedefleri aşağıdaki gibidir:

- “Enerjiyi verimli kullanan bir Avrupa oluşturmak “
- “Tümüyle entegre enerji pazarı oluşturmak “
- “Tüketicileri güçlendirmek ve tüketicilere tedarikçilerini seçme hakkı sağlamak.”
- “Enerji teknolojisi ve inovasyonda lider olmak “
- “AB enerji pazarının dış boyutunu güçlendirmek “ [26].

AB'nin 2050 yılına kadar gerçekleştirmeyi öngördüğü uzun vadeli hedefi sera gazı emisyonlarını 1990 yılı rakamlarının %80'nin altına düşürmektir. Enerji 2020 Stratejisinde yer alan önlemlere rağmen sera gazı emisyonlarının 2050 yılına kadar %40 oranında azaltılabileceği beklenmektedir. 2050 Enerji Yol Haritası'nda, AB'nin 2050 yılına kadar enerji kaynaklı sera gazı salınımlarını %80'nin üzerinde azaltması hedefine nasıl ulaşabileceği üzerine çalışılmıştır. 2050 Enerji Yol Haritası'nda karbonsuz bir enerji sistemine geçişe ilişkin senaryolar incelenmiştir. 2050 Enerji Yol Haritası'nda bulunan dekarbonizasyon senaryosunda, 2050 yılında AB'nin enerji arzında en büyük payın yenilenebilir enerjiden geleceği öngörülmektedir. Enerji 2050 Yol Haritası, AB ülkelerine uzun vadeli hedeflerine ulaşabilmeleri için gerekli enerji tercihlerini yapmalarında kılavuz niteliği taşımaktadır. Türkiye-AB ile olan üyelik müzakerelerinde enerji faslı altında yer alan mevzuatı, enerji iç piyasası, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynakları, nükleer güvenlik ve radyasyondan korunma ile arz güvenliği konularında olmuştur. AB'nin enerji alanındaki öncelikli konuları arasında enerjinin verimli kullanımı yer almaktadır. Enerji verimli kullanıldığı takdirde konutlarda ve işyerlerinde elektrik faturaları düşmektedir. Enerji verimliliği ile ilgili önlemlerin alınması ile yeni iş sahalarının ortaya çıkması mümkün olacaktır [26]. Bu nedenle üye ülkelerin enerji verimliliği önlemlerini uyumlu hale gelebilmesi amacıyla;

- “Enerji verimliliği ve enerji hizmetleri”

- “Binalarda enerji verimliliği”
- “Enerji kullanan ürünlerin eko tasarımı”
- “Ev aletlerinin enerji etiketlemesi” [26].

Türkiye’de enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerji kullanımında verimliliğin artırılması amacıyla 2007 yılında 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu yürürlüğe girmiştir. AB’de toplam nihai enerjinin %60’ı diğer kaynaklar oluştururken takribi %40’nı ise binalarda tüketilen enerji oluşturmaktadır. Binalarda enerji tasarrufu konusunda yapılacak çalışmalar sayesinde enerji tüketimi düşecektir. Bu amacı gerçekleştirmek için 2002/91/AT sayılı Binaların Enerji Performansı Direktifine uyum sağlanmıştır. Söz konusu direktif 2010 yılında günün şartları göz önünde bulundurularak 2010/31/AB sayılı Direktif ile güncellenmiştir. Bu Direktif ile, 2020 yılına sonuna kadar tüm yeni binaların sıfıra yakın enerji tüketimi değerine ulaşmaları amaçlanmıştır. Söz konusu direktife uyumun takibi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı uhdesinde yürütülmektedir. 2008 yılında yürürlüğe giren “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” ile binaların enerji kullanımlarına göre belgelendirilmesi ve binalarda enerjinin daha verimli kullanımı düzenlenmiştir [26].

5.1. Enerji Kullanan Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımı

Ürünlerin çevreye daha az zarar verecek şekilde üretilmelerini düzenlemek amacıyla 2009/125/AT sayılı Çerçeve Direktif yayımlanmıştır. Bu Direktifte çevreyi korumaya yönelik bazı ürün özelliklerinin nasıl tanımlanacağına ilişkin kurallar belirlenmiştir. Söz konusu Direktif ürünler bazında üye ülkelerin birbirleri ile yaptıkları ticarete standart oluşturmaktadır. Ürünler bazında (ev tipi buzdolabı, ev tipi çamaşır makinası, klimalar vb.) ayrı ayrı çalışmalar yapılmıştır. Türkiye’de Direktifin uygulanması Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesindedir. AB mevzuatı ile uyum sağlamak amacıyla 2010 tarihinde “ Enerji ile İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik “ 27722 sayı ile Resmi Gazetede yayınlanmıştır [26].

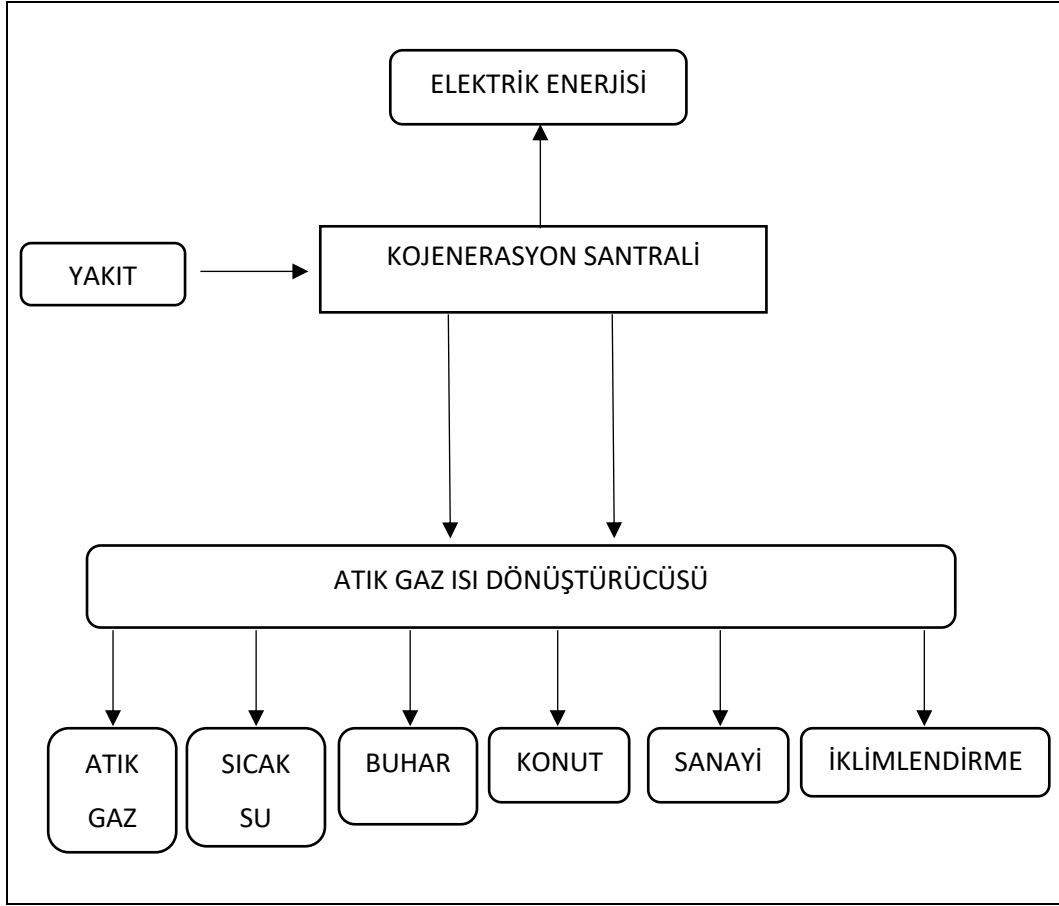
5.2. Enerji Kullanan Ürünlerin Enerji Etiketlemesi

Teknolojik gelişmelerin hızla artması ile evlerde kullanılan ve enerji tüketen aletlerin kullanımında artış görülmektedir. Enerji verimliliği dikkate alınmadığında, tüketilen enerji

miktarında büyük artışların olması beklenmektedir. Söz konusu problemleri çözebilmek amacıyla, AB’de tüketicilerin bilinçlenmesini sağlayacak adımlar atılmıştır. Bu kapsamda, enerjiyi verimli kullanan ürünlerin kullanımını teşvik edecek enerji etiketlemesine ilişkin düzenlemeler yapılmıştır. Enerji etiketi, kullanılan ürünün enerji sınıfını, enerji kullanımını ve enerji performansını belirtmektedir. Çalışma kapsamında öncelikle ev aletlerinin (buzdolabı, çamaşır makinası, kurutucu vb.) etiketlemesine yönelik çalışma yapılmış (2003/66/AT sayılı Direktif), daha sonra çalışma kapsamı geliştirilerek enerji kullanan tüm ürünlerin etiketlemesine ilişkin çalışma yapılmıştır (2010/30/AB sayılı Direktif). En verimli sınıf, A+++ olarak tanımlanmaktadır. Türkiye’de etiketleme ve enerji gerekleri ile ilgili mevzuat uyum çalışmaları Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde yürütülmektedir. Gerekli uyum 2011 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanan “ Ürünlerin Enerji ve Diğer Kaynak Tüketimlerinin Etiketleme ve Standart Ürün Bilgileri Yoluyla Gösterilmesi Hakkında Yönetmelik ” ile sağlanmıştır [26].

5.3. Kojenerasyon

Kojenerasyon sayesinde doğal gaz, biyokütle, biyogaz gibi bir yakıt kaynağından, yüksek verimli olarak elektrik ve ısı enerjisi birlikte üretilabilmektedir. Bu sistemde, elektrik ve ısıнын eş zamanlı olarak üretilmesiyle enerji verimliliği ve çevrenin korunmasına katkı sağlanmaktadır. 2004/8/AT sayılı Direktif ile enerji verimliliğinin artırılması amaçlanmış olup, söz konusu amaca ulaşılmasında da kojenerasyonun yaygınlaşmasının etkili olacağı belirtilmiştir. 2004/8/AT sayılı Direktifte, üye ülkelerin kojenerasyon konusunda ulusal potansiyellerini belirlemesi, kojenerasyonun verimlilik kriterlerine ve uygulama biçimlerine ilişkin uygulamalar yer almaktadır. Türkiye’de 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu’nda kojenerasyon açıklanmış ve destek mekanizması getirilmiştir. Yüksek verimli kojenerasyon 2011 yılında Resmi Gazetede yayımlanan “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik ” de tanımlanmıştır. Şekil 5.1’de kojenerasyon santralinde elektrik enerjisi üretiminin kısa özeti yer almaktadır [26].



Şekil 5.1. Kojenerasyon santralinde elektrik enerjisi üretimi

5.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları arz güvenliğinin artırılmasına katkı sağlamakta, fosil yakıt ihtiyacını ve sera gazı emisyonlarını azaltmaktadır. AB'nin politikaları arasında arz güvenliğinin geliştirilmesi ve iklim değişikliği ile mücadelede yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi önemli bir yere sahiptir. AB, 2007 yılında uzun vadeli bir strateji dökümanı olan Yenilenebilir Enerji Yol Haritasını hazırlamıştır. Söz konusu Yol Haritası 2020 yılına kadar enerji arzında yenilenebilir enerji'nin payını %20'ye çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu hedefe ulaşmak için 2009 yılında 2009/28/AT sayılı Yenilenebilir Kaynaklardan Üretilen Enerjinin Kullanımının Teşvik Edilmesine İlişkin Direktif yürürlüğe girmiştir. Türkiye yüksek yenilenebilir enerji kapasitesine sahip bir ülkedir. AB'ye uyum ve yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesi için yapılan mevzuatsal çalışmalar sayesinde, yatırımcıların yenilenebilir enerji sektörüne ilgisi artmaktadır. 2005 yılında 5346 sayı ile yürürlüğe giren “ Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ” ile Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımının artırılması ve

serbest piyasa mekanizmasının oluşturulması amaçlanmıştır. 2010 yılında yürürlüğe giren 6094 sayılı Kanun ile, 5346 sayılı Kanunda bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi konusunda kaynak bazlı destekleme paketi geliştirilmiştir [26]. “30 Mart 2013 tarihinde yürürlüğe giren 6446 sayılı yeni Elektrik Piyasası Kanunu’nda yenilenebilir enerji kaynaklarından lisanssız elektrik üretimi sınırı 0,5 MW’tan 1 MW’a çıkarılmıştır” [26] .

5.5. Nükleer Enerji ve Radyasyondan Korunma

AB müktesebatında nükleer enerji konusunda aşağıda yer alan maddelere ilişkin düzenlemeler yapılmıştır.

- Nükleer enerjinin elde edilmesinde ve yakıt çevriminin tüm aşamalarında nükleer güvenliğin sağlanması
- Radyoaktif atıkların ayrıştırılması
- Nükleer santrallerin aktif olmayan hale getirilmesi [26].

AB üye ülkeleri Nükleer Enerji ile ilgili farklı yaklaşımlara sahiptir. AB müktesebatı kapsamında olmayan ancak AB’nin üzerinde hassasiyetle durduğu bazı konular vardır. Bu konular;

- Nükleer santrallerin belirli güvenlik koşullarında çalışması
- Radyoaktif atıkların belirli bir alanda toplanması ve radyoaktif malzemenin taşınmasını içeren kurallar
- Kullanım ömrü dolmuş santrallerin yıkılması
- Santral çalışanlarının radyoaktif etmenlerden etkilenmesi önleyecek önlemler [26]

AB söz konusu konuda ortak bir yaklaşımın ve standartların oluşabilmesi amacıyla gerekli yasal düzenlemelerin yapılması için çalışmalar yapmaktadır. Nükleer enerji, artan enerji talebini karşılamada ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasında etkili olmaktadır. Nükleer enerjinin birincil önceliği ise nükleer güvenliktir. Avrupa’da Nükleer Güvenlik için ortak bir yasal çerçeve 2009 yılında 2009/71/ Euratom sayılı Nükleer Güvenlik Direktifi’nde belirlenmiştir. Direktifte nükleer santrallerin santral personeline ve santralin bulunduğu bölgede yaşayan insanlara zarar vermemesine yönelik kurallar belirlenmiştir. Direktifte

enerji piyasası üst kurullarının yapılarına ilişkin düzenlemeler yapılmış olup, lisans sahibi şirketlerin mesuliyeti artırılmıştır. Türkiye’de enerji talebinin hızla artması ve talebin karşılanabilmesi, enerjide dışa bağımlılığı azaltılması ve nükleer enerjinin çevreyi kirletmemesi nedeniyle nükleer enerjiden yararlanma kararı alınıp, bu konuda yasal düzenleme yapılması gereksinimi ortaya çıkmıştır. Türkiye’de nükleer enerji ile ilgili yapılan mevzuat çalışmalarında AB’ni örnek alarak gerekli uyumu sağlamaya çalışmaktadır. Türkiye, Nükleer Güvenlik Sözleşmesi’ne uyum sağlayan bir ülke olarak uluslararası bir nükleer güvenlik sisteminin oluşturulmasını benimseyen, halkın ve çevrenin iyonlaştırıcı radyasyonun zararlı etkilerinden izole edilmesini vurgulayan bir ülke olmuştur. Nükleer Güvenlik Sözleşmesinde nükleer santrallerden meydana gelecek radyoaktif etki oluşturabilecek kazaların azaltılması da vurgulanmaktadır. Türkiye’de nükleer enerji alanında bağımsız bir düzenleyici kurum oluşturulması amaçlanmaktadır. Nükleer Güvenlik Sözleşmesi ile aynı yapıda olması planlanan Nükleer Kanunun Tasarısına ilişkin çalışmalar yapılmaktadır. Resmi Gazetede 2009 yılında “Yüksek Aktiviteli Kapalı Radyoaktif Kaynaklara ve Sahipsiz Kaynaklara İlişkin Yönetmelik” yayınlanmış, 2011 yılında ise “Kontrollü Alanlarda Çalışan Harici Görevlilerin İyonlaştırıcı Radyasyondan Kaynaklanabilecek Risklere Karşı Korunmasına Dair Yönetmelik “ yayınlanmıştır. Resmi Gazetede 2012 yılında “Nükleer Terörizmin Önlenmesine İlişkin Uluslararası Sözleşme’nin Bildirim ve Çekince ile Birlikte Onaylanması Hakkında Karar “ ve “ Nükleer Madde Sayım ve Kontrol Yönetmeliği “ yayınlanmıştır. “Kullanılmış Yakıt Yönetimi ve Radyoaktif Atık Yönetimi Güvenliği Birleşik Sözleşmesine” Türkiye taraf olacaktır. 2013 yılında Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) tarafından nükleer güvenlik ve radyasyondan korunma konusunda mevzuat uyum çalışmaları yapılmıştır. AB mevzuatı ile uyumlu bir yapıya sahip olmak için TAEK tarafından çalışmalar yapılmaktadır [26].

5.6. AB’nin Geleceği

AB Komisyonu, Mart 2017’de yayımladığı “Avrupa’nın Geleceği “ adını taşıyan Beyaz Kitapta Birliğin geleceğine dair 5 senaryoya yer vermiştir. Bu senaryolar “Aynen Devam”, “Sadece Ortak Pazar”, “Daha Fazlasını Yapmak”, “Daha Azını Daha Verimli Yapmak” ve “Birlikte Daha Fazlasını Yapmak” başlıkları olarak belirlenmiştir. İlk senaryoya (Aynen Devam Senaryosu) göre, 27 üye devlet hedeflerini değiştirmeyerek reform ajandasını uygulamaya ve daha iyisini gerçekleştirmeye çalışacaktır. Tek Pazar üçüncü ülkeler ile yeni ticari anlaşmalar yapılarak enerji, ulaştırma ve dijital sektörleri de kapsayacak şekilde

büyütülecektir. Para birliğinin sağlanabilmesi için finansal sektörün denetim ve düzenleme fonksiyonları güçlendirilerek, mali sürdürülebilirliğin sağlanabilmesinde aşamalı bir ilerleme gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu senaryoda AB bütçesinin reform ajandasına uyumlu hale getirilmesi hedeflenmektedir [34].

İkinci senaryoya (Sadece Ortak Pazar Senaryosu) göre üye devlet sayısı artarak tek pazarın belirli kısımlarına yoğunlaşacaktır. Tek pazarın güçlenmesi ile ülkelerin tüketici hakları, sosyal politikalar ve çevre standartları problemleri ülkelerin ortak bir sorunu olmayacaktır. Ülkelerin para birliği ortaklığı sınırlı kalacaktır. Üye devletler karşılaştıkları sorunlara kendileri çözüm bulacaktır. AB bütçesi tek pazarın temel ihtiyaçlarını finanse edecek şekilde yapılacaktır [34].

Üçüncü senaryoya (Daha Fazlasını Yapmak İsteyenler) göre AB'nin değişken geometri sistemine uyum sağlaması planlanmıştır. Bu sistemde üye devletler bir araya gelerek savunma, iç güvenlik, vergilendirme veya sosyal konular gibi spesifik alanlarda ortaklık kurabileceklerdir. İş birliğinin sağlandığı ülkelerin dışında yer alan ülkelerin kurallara uymaları beklenmemektedir. Bu senaryoya göre üye ülkelerin bulunduğu topluluk kuvvetlenirken üçüncü ülkeler ile yeni ticari anlaşmalar yapılabilecektir. Para birliğinde ortak olan üye devletler kendi aralarında vergilendirme ve sosyal standartlar gibi konularda ortaklık kurabileceklerdir [34].

Dördüncü senaryoya (Daha Azını Daha Verimli Yapmak) göre, AB ülkeleri belirlemiş oldukları konularda daha hızlı ve kararlı hareket edebilecekler, kısıtlı kaynaklarını belirli alanlarda değerlendirebileceklerdir. Bu sayede üye ülkeler, rekabet politikasının uygulanmasında göstermiş oldukları başarıyı diğer alanlarda da gerçekleştirebileceklerdir. Senaryo kapsamında üye ülkelerin uyum sağlayacağı bir standart oluşturulacaktır. Ülkeler belirlenmiş olan standartlara göre dış ticaret politikalarını hayata geçireceklerdir. Üye ülkeler devlet yardımları ile ilgili uygulamalara yön verecektir. Üye devletler tarafından tüketicilerin korunması, çevre ve sağlık konularında asgari düzeyler belirlenerek bu düzeyleri sağlayacak politikalar uygulanacaktır. Para birliğinde, avro'nun kullanımını arttırmak amaçlanmıştır. Ancak üye ülkeler istihdam ve sosyal politika ile ilgili alanlarda daha çok kendi politikalarını uygulayacaklardır [34].

Beşinci senaryoda (Birlikte Daha Fazlasını Yapmak), üye devletler kendi aralarında daha fazla fikir birliği ve kaynak paylaşımı yapacak, karar alma mekanizmalarını sınıflandıracaklardır. Üye ülkeler “AB federasyonu” öngören bir senaryo ile her alandaki ortaklıklarını daha da ileriye taşımaya amaçlamaktadır. Alınan kararlar tüm birlik düzeyinde alınarak hızlı bir biçimde uygulanacaktır. Tek Pazar oluşumu standartların uyumu ile daha da güçlendirilecektir. Standartları, ülkelere uygulama zorunluluğu getirilecektir. Senaryoda dış ticaret konuları AB düzeyinde kalacaktır. Para birliğinde daha güçlü finansal birlik maliye politikalarını oluşturmak amacıyla kurulacak ve AB bütçesi yapılandırılacaktır [34].

5.7. AB Enerji Politikaları

Enerji ihtiyacı ve enerjinin önemi her ülke gibi AB içinde önem arz etmektedir. AB, dünyada enerji alanında önemli bir konuma sahiptir. Dünyanın en büyük enerji ithalatçısı Avrupa Birliği’dir. AB, dünyada Amerika Birleşik Devletlerinden (ABD) sonra ikinci en büyük enerji tüketicisi olma özelliğini taşımaktadır. Enerjide %50 oranında dışa bağımlı olan AB’nin enerji ihtiyaçlarının sürekli artması AB’nin enerji alanında yeni politikalar geliştirmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. AB, enerji politikasında insanların yaşam standartlarını iyileştirmeyi hedeflemiştir. Enerjide dışa bağımlılığın ilerleyen yıllarda ilerlemesi AB için olumsuz bir durum oluşturacaktır. 2030 yılında bu rakamın %68 olacağı beklenmektedir. AB’de enerji maliyetlerinde artış görülmektedir. Birlik maliyetlere etki eden unsurları aşağıdaki şekilde belirlemiştir.

- İklim değişiklikleri
- İthalat bağımlılığının artması
- Birkaç ülkenin ham madde rezervleri yönünden zengin olması [3].

AB iklim değişikliklerinin yarattığı olumsuz etkilere hızlı ve etkili çözümler bulmak amacıyla 2007 yılında 2007-2009 dönemi için Avrupa İçin Enerji Politikası Eylem Planını (EPE) hazırlamıştır. Bu planda Kyoto Protokolü’nün de belirttiği küresel ortalama sıcaklık artışının 2°C’den fazla artmaması gerektiği vurgulanmıştır. EPE’de enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarına önem verilmiştir. Planda enerji verimliliğinin artması ve yenilenebilir kaynakların enerji üretiminde daha çok yer almasının tüketim tahminlerinde düşüşe sebebiyet vererek fiyatların düzenli bir hale gelmesine etki edeceği belirtilmiştir. Söz konusu kaynakların kullanımı sera gazı salınımlarında azalmaya neden olacaktır. Bu azalma

tedarik güvenliğine katkı sağlayacaktır. EPE’de AB’nin enerji verimliliğinin artırılmasına önem verilmiştir. Komisyon’un Enerji Verimliliği ile İlgili Yeşil Kitabında enerji tüketiminde %20 tasarruf sağlamak hedeflenmiştir [3].

5.7.1. AB enerji hedefleri

AB enerji politikasını oluştururken kendisine hedefler belirlemiştir. Birlik hedeflerinde tüketicilere kaliteli, kesintisiz ve uygun fiyatlı enerji sunabilmeyi amaçlamıştır. Söz konusu amaca ulaşabilmek için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ve nükleer enerji santrallerinin doğru kullanımına önem verilmiştir. Evlerde, işyerlerinde, fabrikalarda ve ticarethanelerde ısınmak amacıyla kullanılan kömür yerine çevreye zarar vermeyen doğalgaz kullanımını artırılmasına önem verilmiştir. Enerji piyasalarında yatırımcı şirketlerin sektöre daha fazla yatırım yapmalarını teşvik etmek, üye ülkelerin enerji talepleri göz önünde bulundurularak rekabeti artırılması amaçlanmıştır. Birlik, toplumsal refahın korunarak ekonomik, toplumsal ve kültürel anlamda gelişebilmek amacıyla kendisine sürdürülebilir büyüme hedefi belirlemiştir. Bu hedefi gerçekleştirebilmek için 1997 yılında Amsterdam Anlaşması imzalanmıştır. Birlik enerjide sürdürülebilir büyümeyi sağlamak için kendisine üç temel politika belirlemiştir. Söz konusu politikalar aşağıdaki gibidir:

- Birliğin enerji arz güvenliğini sağlayarak toplumun enerji yoksunluğu yaşamamasını sağlamak.
- Enerji piyasalarında enerji maliyetlerini düşürerek sektör paydaşlarının rekabet gücünü arttırmak.
- Enerji üretiminde ve son kullanıcıya kadar dağıtılan enerjide çevrenin korunması sağlamak [3].

5.7.2. AB’de enerji yönetimi

AB enerji arzı yönetimini dört ana başlık altında toplamıştır. Bu başlıklar aşağıdaki gibidir:

- AB ülkelerinde binalarda enerji etkin kullanılamamaktadır. Birlik binalarda enerjinin etkin kullanılabilmesi amacıyla yasal düzenlemeler hazırlayarak enerji arzındaki artışın önlenilebileceği programlar geliştirmiştir.

- Birlik sanayide enerjinin verimli kullanabilmesi ve enerji sarfiyatının önlenebilmesi amacıyla elektrikli motor teknolojilerini kullanacaktır.
- Ulaşım da enerjinin verimli kullanılabilmesi amacıyla çevre dostu kentsel ulaşım ve ulaşım araçlarındaki ücretlendirme politikasında düzenlemeler yapılacaktır. İnsanların daha çok toplu taşıma araçlarını kullanarak, trafikte binek araçların sayısının azaltılması hedeflenmektedir.
- İklim değışiklikleri, enerji verimliliği ve yakıt tasarrufu gibi konularda birçok fayda sağlayan kojenerasyon santrallerinden yararlanmak [3].

5.7.3. AB'nin yenilenebilir enerji politikaları

Enerjide dışa bağımlı olan AB petrol ve doğalgaz gibi enerji kaynaklarını ithalat yolu ile karşılamaktadır. Dış ülkelere bağımlı olmak petrol ve doğalgazda meydana gelen fiyat artışlarından etkilenmeye sebep olmaktadır. Bu durumda üye ülkelerin ekonomilerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. AB küresel bir sorun haline gelen küresel ısınmayla mücadele etmektedir. Enerjide dışa bağımlılık AB'yi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yöneltmiştir. AB yenilenebilir enerji ile ilgili politikalar geliştirme ve söz konusu alanda araştırma faaliyetlerine yoğunlaşmıştır. Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan Yeşil Kitap'ta yenilenebilir enerjinin enerjide dışa bağımlılığı azaltması, istihdam problemini çözme ve ekonominin büyümesinde etkili olacağı belirtilmiştir. Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan Beyaz Kitap'ta CO₂ emisyonlarının azaltılmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının etkili olacağı vurgulanmıştır. 2009 yılında Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi yayınlanarak bu direktifte yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yönelik teşviklere yer verilmiştir. Bu protokolde yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilmesinin sera gazı emisyonlarının azaltılmasında önemli katkı sağlayacağı vurgulanmıştır. Direktifte 2020 yılında toplam enerji üretiminin %20'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması, enerji verimliliğinin %20 oranında artırılması ve üye devletlerin ulaşım da kullandıkları enerjinin %10'nun yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaları amaçlanmaktadır [3].

Ulaşım da tüm üye devletlerin %10 olarak belirlenen hedefe ulaşması beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarında ise durum farklıdır. Toplam enerji üretiminin %20'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması hedefinde üye devletlerin belirlenen hedefe bağlı kalarak kendilerine ait hedefler belirlemelerine imkan sağlanmıştır. Yenilenebilir

enerji kaynaklarının toplam enerji üretimindeki oranının arttırılması için enerji verimliliğinde hedeflenen artışa ulaşmak gereklidir. Belirlenen hedeflere ulaşabilmek için üye devletlerin kendilerine ait ulusal eylem planlarını hazırlamaları talep edilmiştir [3].

Yenilenebilir enerjiye olan ilgi AB’de olduğu gibi Türkiye’de de artış göstermektedir. Türkiye’nin önemli enerji şirketleri yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji üretimine odaklanmakta ve her geçen gün kapasitelerini arttırmaya çalışmaktadır. Söz konusu gelişmeler Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığının azaltmasına imkan sağlamakta ve yeni istihdam alanları oluşturmaktadır. Türkiye’nin söz konusu alanda kendini geliştirmesi ülke ekonomisine fayda sağlayacak ve Avrupa’daki konumunu güçlendirecektir.

5.8. AB 2020 Stratejisi

AB 2020 Stratejisi, AB’nin son on yılda karşılaştığı ekonomik zorlukların üstesinden gelmesi sürdürülebilir ve kapsayıcı büyümeyi sağlayabilmesi amacıyla düzenlenmiştir. Söz konusu Strateji’de sürdürülebilir bir piyasa ekonomisinin temelini oluşturarak, Avrupa ekonomisindeki yapısal zayıflıkların üstesinden gelmek, rekabet gücünü ve verimliliği arttırmak amaçlanmıştır. AB’nin sosyo-ekonomik kalkınmasında Strateji’nin önemli katkıları olmuştur. Çizelge 5.1’de görüldüğü üzere, AB sera gazı emisyonun azaltılmasında hedeflediği değerlere ulaşmıştır. Günümüzde AB, 2020 yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği hedeflerine odaklanmıştır. Stratejide belirlenen hedefler sayesinde AB çevreye duyarlı ve ekonomi alanında yol haritasını belirlemiş bir Birlik olacaktır. AB, “Sürdürülebilir Avrupa 2030” belgesinde yer alan 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemini gerçekleştirmeye çalışmaktadır. AB 2020 Stratejisi, Birliğin ekonomisini gelecek on yılda karşılaşılabilecek zorluklara hazırlamak amacıyla istihdam oranını arttırmayı ve ekonomik alanında büyümeyi hedeflemektedir. Birlik söz konusu hedeflere sürdürülebilir ve kapsayıcı büyümeyi prensip edinerek ulaşmak istemektedir. AB 2020 Stratejisi istihdam oranını yükseltmek, tüketim yapmak yerine üreten bir Birlik olmak ve üye devletlerin birbirleri ile uyum içinde olmalarını önemli hedef başlıkları olarak belirlemiştir. AB, istihdam alanında hedeflerine ulaşabilmek için araştırma ve geliştirme, iklim değişikliği ve enerji, eğitim hedeflerini belirlemiştir. AB, 2020 yılına kadar düşük gelir düzeyine sahip insanların refah düzeylerini arttırmayı amaçlamaktadır. Belirlenen hedefler üye devletlerin belirledikleri hedeflerine katkıda bulunarak, üye ülkelerin ulusal hedefleri haline gelmiştir [35].

Çizelge 5.1. Avrupa 2020 başlık göstergeleri, AB-28, 2008 ve 2014–2018

		2008	2014	2015	2016	2017	2018	Hedef
İklim Değişikliği ve Enerji	Sera Gazı Emisyonu	90,7	77,5	78,1	77,8	78,3	-	80
	Yenilenebilir Enerjinin Brüt Nihai Enerji Tüketimindeki Payı (%)	11,3	16,2	16,7	17	17,5	-	20
	Birincil Enerji Tüketimi (Milyon ton petrol eşdeğeri)	1697	1511	1537	1547	1562	-	1483
	Nihai Enerji Tüketimi (Milyon ton petrol eşdeğeri)	1180	1066	1088	1110	1123	-	1086

5.8.1. Enerji verimliliği, sera gazı emisyonları ve yenilenebilir enerjinin brüt nihai enerji tüketimindeki payı

AB ülkelerindeki sera gazı emisyonu değeri 2017 yılına kadar olan dönemde 1990 yılı değerlerine göre %21,7 oranında azalma göstermiştir. Emisyon değerlerindeki azalma 2014 yılı itibariyle devam etmektedir. AB'nin sera gazı emisyonu değeri 2020 yılı hedefi olan %20 oranının altındadır. 1990 ile 2017 yılları arasında sera gazı emisyonunun düşmesine taşımacılık ve uluslararası havacılıkta kullanılan yakıt yanması dışında kalan tüm sektörler katkı sağlamıştır. Yenilenebilir enerjinin brüt nihai enerji tüketimindeki payı 2004 ile 2017 yılları arasında iki kattan daha fazla artış gösterip, 2017 yılında % 17,5 değerine ulaşmıştır. Söz konusu sebeplerden dolayı AB %20 olan Avrupa 2020 yenilenebilir enerji hedefinin yüzde 2,5 altındadır. 2017 yılı AB'nin yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanabildiği bir yıl olmuştur. 2017 yılında yenilenebilir enerji kaynakları AB'nin brüt nihai elektrik tüketiminin takribi üçte birine, ısıtma ve soğutma için kullanılan nihai enerji tüketiminin ise yaklaşık beşte birine katkı sağlamıştır. AB, enerji verimliliği konusunda ilerleme gösterirken 2014 yılından günümüze kadar enerji verimliliğinde gerilemeler meydana gelmektedir. AB, 2020 yılı için belirlenen nihai enerji tüketimi hedefine 2014 yılında ulaşmıştır. AB'nin enerji verimliliğinde 2020 yılına kadar Avrupa enerji verimliliğini %20 oranında artırabilmesi için %5'den daha fazla enerji tüketimini azaltması gerekmektedir. 2017 yılında AB, birincil enerji tüketiminde 2005 yılı değerine göre % 9,2 daha az enerji tüketmiştir, söz konusu değerler ile 2014 yılı birincil enerji tüketimi değeri kıyaslandığında % 3,3 oranında ilave tüketim olmuştur. Birincil enerji tüketiminde önemli düşüşlerin elde edilmesinde enerji verimliliği politikaları etkili olmuştur [35].

Avrupa 2020 Stratejisi, Avrupa Konseyi tarafından 17 Haziran 2010'da hazırlanan Lizbon Stratejisinin devamı olarak kabul edilmektedir. Söz konusu Strateji'de gelecek on yılda AB ekonomisinin akıllı, sürdürülebilir ve kapsayıcı büyümeyi esas alan bir yapıda gelişerek ulaşması vurgulanmıştır. Avrupa 2020 Stratejisinde üç adet önemli öncelik ve sekiz adet hedef belirlenmiştir. Stratejide Avrupa'yı daha akıllı, sürdürülebilir ve kapsayıcı bir yer haline getirmek amacıyla belirlenen hedefler;

- Bilgiye, araştırmaya ve yeniliğe önem veren bir ekonominin oluşumunu esas alan büyümenin sağlanması.
- Kaynakları verimli kullanarak, yeşil ve rekabetçi piyasanın teşvik edilmesi ile sürdürülebilir büyümenin elde edilmesi.
- Toplumda istihdam oranının artırılması ve yoksulluğun azalması ile kapsayıcı büyümenin elde edilmesi'dir [35].

Söz konusu üç öncelikli hedef doğrultusunda AB sekiz adet hedef belirlemiştir. Belirlenen sekiz hedef beş tematik alanda oluşturulmuştur. Tematik alanlar istihdam, eğitim, yoksulluk ve sosyal dışlanma, iklim değişikliği ve enerji, AR-GE ve yenilikçilik'tir. Belirlenen hedefler birbirleri ile ilişkilidir. Örneğin toplumda eğitim düzeyinin artması ile iş gücüne katılım oranı artacak ve buna bağlı olarak yoksulluk azalacaktır. Kaynak verimliliğinin artması sayesinde ekonominin tüm sektörlerinde AR-GE ve yenilik kavramları uygulanacaktır. Bu sayede rekabetçi bir piyasa oluşacak ve istihdam oranı artacaktır. Temiz ve düşük karbon teknolojilerine yatırım yapılması çevre kirliliğinin azalmasına ve iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlayacaktır. Söz konusu uygulamalar yeni iş imkanları ve istihdam alanları oluşturmaktadır. Avrupa 2020 stratejisinin önemli öncelikleri ve hedefleri akıllı büyüme, sürdürülebilir büyüme ve kapsayıcı büyüme'dir [35].

Akıllı büyüme hedefinde araştırma ve geliştirme harcamalarında kamu ve özel sektör yatırımlarının gayri safi yurt içi hasılanın %3'ne yükseltilmesi, okulu bırakma oranının %10'nun altına düşmesi, 30-34 yaş aralığında yüksek öğrenimini tamamlayan nüfusun oranının %40 oranına çıkarılması yer almaktadır. Sürdürülebilir büyüme hedefinde sera gazı emisyonlarını 1990 seviyelerine göre en az %20 oranında azaltmak, yenilenebilir enerjinin nihai enerji tüketimindeki payını %20 oranına çıkarmak, enerji verimliliğini %20 oranında arttırmak amaçlanmaktadır. Kapsayıcı büyüme hedefinde 20 ile 64 yaş arası nüfusun iş

gücüne katılım oranını en az %75 oranında arttırmak ve en az 20 milyon insanı yoksulluk ve toplumdan soyutlanma riskinden uzaklaştırmak yer almaktadır [35].

5.8.2. İklim değişikliği ve enerji

Avrupa 2020 Stratejisi 2020 yılı sonrası iklim ve enerji konularında stratejiler oluşturmaktadır. “20-20-20” hedefleri olarak adlandırılan Avrupa 2020 Stratejisi’nin iklim ve enerji konularında birbirleri ile bağlantılı üç adet hedefi bulunmaktadır. Söz konusu hedefler birbirleri ile bağlantılıdır. Bu hedefler;

- 1990 seviyelerine göre sera gazı emisyon değerlerinde %20 oranında azalma
- Brüt enerji tüketiminde %20 yenilenebilir enerji payına ulaşma
- 2020 yılı enerji tüketim değerlerine göre %20 oranında azalma [35]

2014 yılında Avrupa Konseyi 2020 yılı ve ilerleyen yılları kapsayan iklim ve enerji hedefleri konularında mutabakata varmıştır. 2030 İklim ve Enerji Politikası Çerçevesi’nde 2030 yılı için üç ana hedef belirlenmiştir. Bu hedefler;

- 1990 yılı seviyelerine göre sera gazı emisyonları en az %40 oranında azaltmak.
- Enerji verimliliğini arttırmak ve yenilenebilir enerjide %27 oranında paya ulaşmak (2030 yılı için öngörülen ve beklenmeyen bir senaryo ile karşılaştırıldığında) [35].

Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği konuları Avrupa Komisyonu için önem arz etmektedir. 2018 yılında yeniden düzenlenen Yenilenebilir Enerji Direktifi ve değiştirilen Enerji Verimliliği Direktifin de yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği konularında belirlenen hedeflere odaklanılmıştır. Yenilenebilir enerjide %32’lik pay ve enerji verimliliğinde %32,5 oranında artış beklenmektedir. 2020 yılı Avrupa Birliği iklim değişikliği ve enerji hedefleri aşağıdaki gibidir.

- Sera gazı emisyonunu %20 oranında azaltmak.
- Birincil enerji tüketiminde 1483 milyon ton petrol eşdeğerine ulaşmak.
- Yenilenebilir enerji’de %20 oranında brüt nihai enerji tüketimini elde etmek.
- Nihai enerji tüketiminde 1086 milyon ton petrol eşdeğerine ulaşmak [35].

Anı iklim değışiklikleri hava koşullarını değıştirerek erozyona neden olmakta, kıyı şeridinin şeklini değıştirmekte ve doğal ekosistemi bozmaktadır. Kşresel ısınmanın tehlikeli dşzeylerinden kaçınmaya odaklanan AB sera gazı emisyonlarını bşyşk şlçşde azaltmak istemektedir. Avrupa 2020 Stratejisi AB'yi dşşşk karbonlu bir ekonomi olmasını ve 2020 yılına kadar sera gazı emisyonlarını %20 oranında azaltmasını hedeflemektedir. Enerji Birliği yasal çerçevesler ve dşzenlemeler yaparak kaynak verimliliği yşksek dşşşk karbonlu bir ekonomiye yşnelimi destekleyerek yeniden karbonizasyonun temel bir řęesi olan yenilenebilir enerjiyi destekler. Sşz konusu hedef 1990'lı yıllara gşre sera gazı emisyonlarını %40 oranında azaltmayı hedefleyen 2030 yılı için AB iklim ve enerji hedefleriyle ilişkilidir [35].

2018 ve 2019 yılında AB, 2030 yılı hedeflerine ulaşabilmek için revize edilen AB Emisyon Ticaret Direktifi ve Çaba Paylaşım Planını, AB Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) dışındaki sektşrler için sera gazı azaltımı hedeflerini Çaba Paylaşım Yşnetmeliğinde kapsamlı olarak ilke edinmiştir. Arazi kullanımı, arazi kullanım değışikliği ve ormancılık faaliyetleri sonucu oluşan sera gazı emisyonları ile depolanmış karbon kaybını dşzenleyen Yşnetmelik şzerine anlaşılmıştır. Tşm Avrupa şlkeleri Temiz Enerji paketini uygulayarak, AB parlamentosu daha verimli ve sşrdşrşlebilir bir AB enerji piyasası için çabalamaktadır. Pakette şye Devletler için 2030 yılında kapsamlı Ulusal Enerji ve İklim Planlarını geliştirmeye yşnelten Yşnetim Yşnetmeliği řn plana çıkmaktadır [35].

2050 yılında AB, emisyon değerlerini 1990 yılı değerlerine gşre %80-95 oranında azaltmayı hedeflemektedir. İklim ve enerji politikaları, Avrupa 2020 Stratejisine katkı sağlayıp, sşrdşrşlebilir bşyşmeyi mşmkşn hale getirmektedir. Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğinin teşvik edilmesi yeni iş imkanları oluşturmakta, yeni teknolojilerin bulunmasına imkan sağlamaktadır. AB'nin " 20-20-20 " hedefleri Avrupa 2020 araştırma ve geliştirme, istihdam hedefleriyle ilişkilidir. Çevre ve sağlık başlıkları altında iklimin yarattığı olumsuz etkiler incelendiğinde, hava kirliliğinin azalması ile birlikte hava kirliliğinden kaynaklanan sağlık sorunlarının şnlenebileceği saptanmıştır. Yeşil şrşnlere talebin oluşması ile gelişen kşresel pazarda inovasyon ve ihracatın gşcşnş artacaktır. İnovasyon ve ihracatın artması, akıllı şebekeler, enerji depolama, elektrikli araçlar gibi yeni teknolojilere olan gereksinimi artıracaktır. Gelişmiş enerji verimliliği sayesinde AB de yer alan işletmelerin rekabet gşcşnş artacak olup, enerji verimliliği üretim maliyetleri dşşecektir. Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği şnlemleri AB'nin enerjide dışa

bağımlılığını önemli ölçüde azaltacaktır. Bu sayede 40 yıl boyunca AB yıllık 175 ile 320 milyar Euro arasında daha az enerji ithalatı gerçekleştirecektir [35].

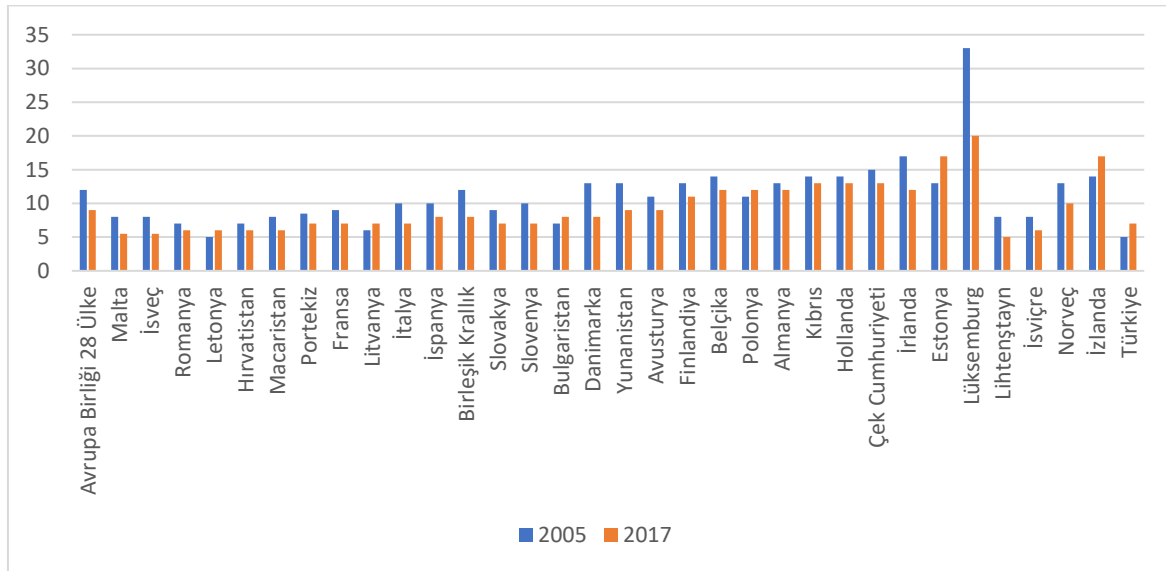
5.8.3. AB'nin 2020 yılı sera gazı emisyonu azaltma hedefi

Avrupa 2020 Stratejisinde sera gazı emisyonlarının azaltılması önemli bir yere sahiptir. AB sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyelerine göre (uluslararası havacılık ve dolaylı CO_2 dahil) %20 oranında azaltmayı hedeflemektedir. Söz konusu hedeflere ulaşabilmek için AB Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) ve Çaba Paylaşım Kararı (ÇPK) politikalarını benimsemiştir. AB Emisyon Ticaret Sistemi, AB'de 11 000'den fazla elektrik santrali ve endüstriyel tesis için tek bir başlık olarak Avrupa Ekonomik Alanı içerisindeki uçuşlardan kaynaklanan emisyonları belirlemektedir. Söz konusu ekonomik aktörler kendi aralarında emisyon ticareti yapabilmektedir. AB Emisyon Ticaret Sistemi'nde emisyonların 2020 yılına kadar 2005 yılına göre %21 oranında azalması hedeflenmektedir. Çaba Paylaşım Kararı, AB Emisyon Ticaret Sistemi'nde yer almayan sektörler ve Üye Devletler için sera gazı emisyonu hedeflerini belirlemektedir. Üye Devletlerin Çaba Paylaşım Kararı'nda yer alan ulaşım, binalar, tarım ve çevresel atık hedefleri 2020 yılına kadar emisyonlarda %20'lik azalıştan maksimum %20'lik artışa kadar değişim göstermektedir. ÇPK'da ekonomisi zayıf ülkelerin ekonomilerini geliştirebilmeleri için emisyonlarını artırmalarına imkan tanınmaktadır. Mevzuat kapsamında 2020 yılına kadar, toplam AB emisyonlarında ulusal hedeflerin toplu olarak AB ETS dışı sektörlerden 2005 yılına göre en az %10 oranında azalmanın gerçekleşmesi beklenmektedir. AB, ETS ve ÇPK'nin 2020 yılına kadar genel emisyonlarını 2005 yılı seviyelerinin %14 oranının altına düşürmeyi amaçlamaktadır. Söz konusu düşüş 1990 yılı seviyelerine göre %20 oranında bir düşüşün olduğunu göstermektedir [35].

ÇPK'nın devamı niteliğinde olan 2021-2030 yılları arasında faaliyet gösterecek olan Çaba Paylaşım Yönetmeliği (ÇPK-ESR), ETS dışında kalan sektörlerin 2005 yılına göre 2030 yılına kadar emisyonlarını %30 oranında azaltması gerektiğini vurgulamaktadır. Söz konusu bütünüleyici araçlara ilave olarak, AB belirli sektörler ve faaliyetlerden kaynaklanan emisyonları incelemek için birçok politika geliştirmiştir. 2017 yılına kadar AB sera gazı emisyonlarını 1990 yılı değerlerine göre %21,7 oranında düşürmüştür. Bu azalmanın büyük bölümü 1990'lı yıllarda meydana gelmiştir. 1990 ile 1994 yılları arasında, çoğunlukla ekonomideki yapısal değişiklikler, sanayi sektöründeki modernleşme ve kömürden gaza

geçilmesi nedeniyle %6,7 oranında düşüş meydana gelmiştir. Enerji tüketimindeki artışa karşın, 1998 ile 2007 yılları arasında emisyonların 1990 yılı seviyelerinin yaklaşık %92-94 oranında sabitlendiği görülmektedir. Düzenli depolama ve iyileştirilmiş atık yönetiminin sonuçları hayvan sayılarında ve azotlu gübre kullanımında düşüşün olması, karbon yoğunluğu, yüksek yakıtlardan yenilenebilir enerji ve doğal gaz kademeli geçişin olmasıdır. 1990'lı yılların başından bu yana sera gazı emisyonlarında tek yıllık en keskin düşüş 2008 ve 2009 yılları arasında % -7,2 oranla meydana gelmiştir. Bu süre içerisinde, ekonomik kriz endüstriyel üretimi, nakliye hacmini ve enerji talebini azaltmıştır [35].

2010 ve 2014 yılları arasında üç önemli sebepten dolayı sera gazı emisyonlarında düşüş görülmektedir. Söz konusu nedenler: AB ekonomisinin enerji yoğunluğundaki iyileşmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının hızla gelişimi ve ekonomik yavaşlamadır. Bu duruma karşın 2014 yılından bu yana sera gazı emisyonlarındaki azalmalar durmuştur. 2017 yılında emisyonlar 2014 yılı seviyelerinin %1,1 üzerindedir. Bazı ülkelerde yüksek enerji verimliliği ve kömürden gaz geçiş emisyonları azaltırken, birçok sektörde ekonomik faaliyetlerin büyümesi ile karayolu taşımacılığı ve endüstriden kaynaklanan yüksek emisyon miktarları dengelenmiştir [35].



Şekil 5.2. Ülkelere göre 2005 ve 2017 yıllarına ait kişi başına düşen sera gazı emisyonu

Şekil 5.2 Üye Devletlerin 2005 ve 2017 yıllarına ait toplam kişi başına düşen sera gazı emisyonu miktarını göstermektedir. Lüksemburg 2017 yılında AB’de kişi başına düşen en yüksek emisyon salınımına sahip ülkedir. Bu durumun sebebi Lüksemburg sınırlarına yakın

olan ülkelerde yaşayan insanların araçlarına yakıt almak için Lüksemburgu tercih etmesinden kaynaklanmaktadır. Yüksek emisyon salınımı, karayolu taşımacılığının hareketliliğinden ve yakıt turizminden kaynaklanmaktadır. Bu duruma karşın, İsveç gibi bazı doğu ve güney Avrupa ülkelerinde kişi başı sera gazı emisyon değerleri düşüktür. 2005 ile 2017 yılları arasında Lüksemburg, sera gazı emisyonu değerleri arasında farkın en çok olduğu ülke olmuştur. Lüksemburg gibi Birleşik Krallık, İrlanda, Yunanistan, Danimarka ve Belçika'da yüksek oranda düşüş görülmesine rağmen Letonya, Estonya, Litvanya, Bulgaristan ve Polonya da sera gazı emisyonu değerleri artmıştır [35].

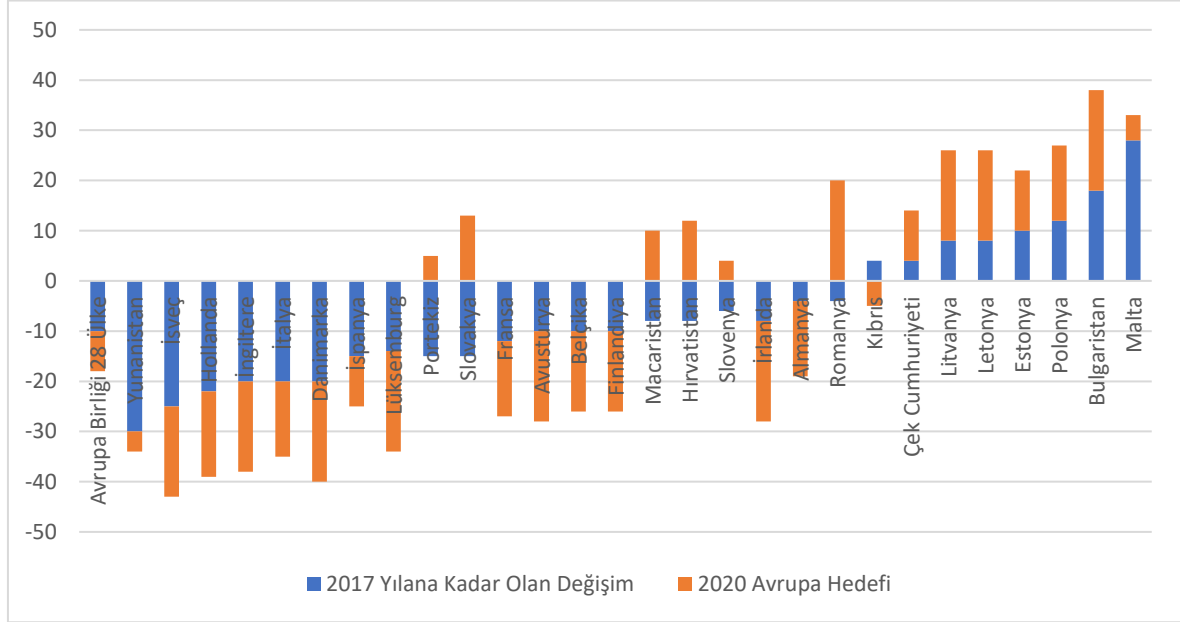
5.8.4. Ulaşım haricindeki tüm sektörlerde 1990 yılından bugüne düşen emisyon değerleri

1990 yılından 2017 yılına kadar sera gazı emisyonları değerlerindeki düşüşe, ulaşım ve uluslararası havacılıkta yakıt yakma dışındaki tüm sektörler katkıda bulunmuştur. Enerji endüstrilerindeki yakıt yanması, periyot boyunca 496 milyon ton CO_2 eşdeğeri azalma ile en büyük emisyon değeri azalmasına neden olmuştur. Buna ek olarak, enerji sektörü 2017 yılı verilerine göre %26,3 oran ile toplam emisyonların en büyük payına sahiptir. İkinci en büyük azalma, CO_2 eşdeğeri -%40,2 oranında olmuştur. 336 milyon ton CO_2 eşdeğeri azalma inşaat ve imalat sektörlerinde meydana gelmiştir. Bu duruma rağmen, taşımacılık sektöründe yakıt yanması dolayısıyla ortaya çıkan 2017 yılı emisyon değerleri 1990 yılı emisyon değerlerinden %19,2 daha yüksektir. 2017 yılı verilerine göre AB emisyonlarında %21,1'lik pay ile ulaşım, enerji sektöründen sonra en büyük ikinci emisyon kaynağı konumuna ulaşmıştır. 2007 yılında taşımacılık emisyonları bugüne kadar ulaşılan tüm zamanların en yüksek seviyesinin altında olmasına rağmen dört yıldır artmaya başlamıştır. 1990 ile 2017 yılları arasında uluslararası havacılıktan kaynaklanan emisyonlar + %128,9 oranında artarak 89 milyon ton CO_2 eşdeğerine ulaşmıştır [35].

5.8.5. 2005 yılından günümüze çaba paylaşım kararı kapsamında düşen sera gazı emisyonları

Şekil 5.3'de Üye Devletlerin 2005 ve 2017 yılları arasında Çaba Paylaşım Kararı (ÇPK) emisyonları ve 2020 yılı ÇPK hedefleri yer almaktadır. 18 ülke 2020 yılı ulusal hedeflerine ulaşma yolunda ilerleme kaydetmiştir. Üye Devletler 2020 yılı hedeflerine ek olarak yıllık emisyon hedeflerini veya ara hedef olarak adlandırılan hedeflerini karşılamak zorundadır.

Malta, 2013 yılından 2017 yılına kadar olan beş yılın her biri için yıllık ÇPK hedeflerine ulaşamamıştır. Yasal yükümlülüklerine uyumu esneklik mekanizmaları ile sağlamaya çalışmıştır [35].



Şekil 5.3. Çaba paylaşım kararı sektörlerinde ülkelere göre sera gazı emisyonları (çaba paylaşım kararı baz yılından bu yana % değişim)

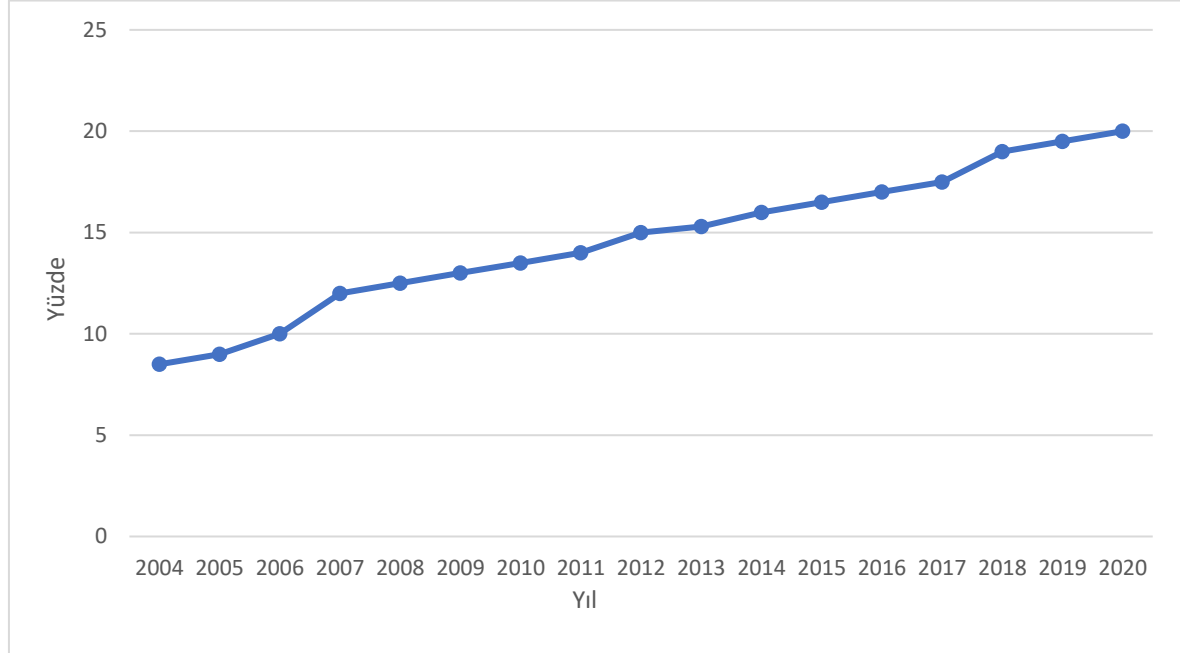
2017 yılı için ön rakamlar incelendiğinde 10 Üye Devletin ÇPK hedeflerini gerçekleştiremediği görülmektedir (Avusturya, Bulgaristan, Kıbrıs, Estonya, Finlandiya, Almanya, İrlanda, Litvanya, Malta ve Polonya). 2017 yılına kadar ÇPK emisyonlarında %10,8 oranında olan azalma ile AB, %7 olan geçici hedef azaltımının üstüne çıkmıştır. AB’de ÇPK emisyonlarındaki genel yükseliş, esas olarak inşaat sektörü ve enerji verimliliği iyileştirmelerinin yanı sıra ısıtma için daha az karbon yoğunluğuna sahip bir yakıt karışımı ile ilişkilendirilebilmektedir [35].

Ayrıca, son yıllarda geçmişe göre sert kışlar yaşanmasına rağmen son 15 yılda kış mevsimi daha ılıman geçerek 1990’lı yıllara göre ısınma talebi azalmıştır. Taşıma emisyonlarındaki geçici düşüşler 2007 ve 2013 yılları arasındaki ekonomik yavaşlamaya katkıda bulunmuştur [35].

5.9. Yenilenebilir Enerjinin Yükselişi

Avrupa 2020 stratejisi ikinci iklim değişikliği ve enerji hedefi, 2020 yılına kadar brüt nihai enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji payının %20’ye ulaşmasıdır. Brüt nihai enerji

tüketimi, tüketicilere sağlanan enerjinin dağıtım ve iletiminde oluşan ısı kayıpları ile ısı tüketimini kapsamaktadır. 2018 yılında kabul edilen Yenilenebilir Enerji Direktifinde AB, 2030 yılına kadar enerji payını en az %32'ye çıkartmayı hedeflemektedir [35].

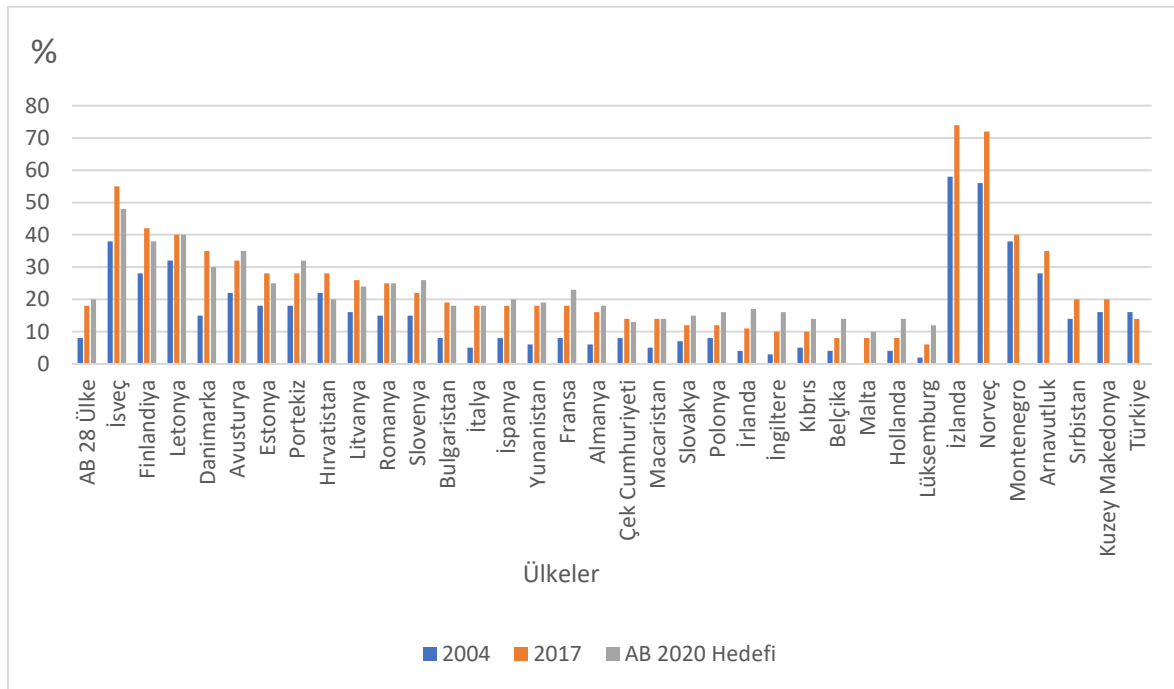


Şekil 5.4. 2004 ile 2017 yılları arası yenilenebilir enerjide 28 AB Ülkesinin brüt nihai enerji tüketimindeki payı

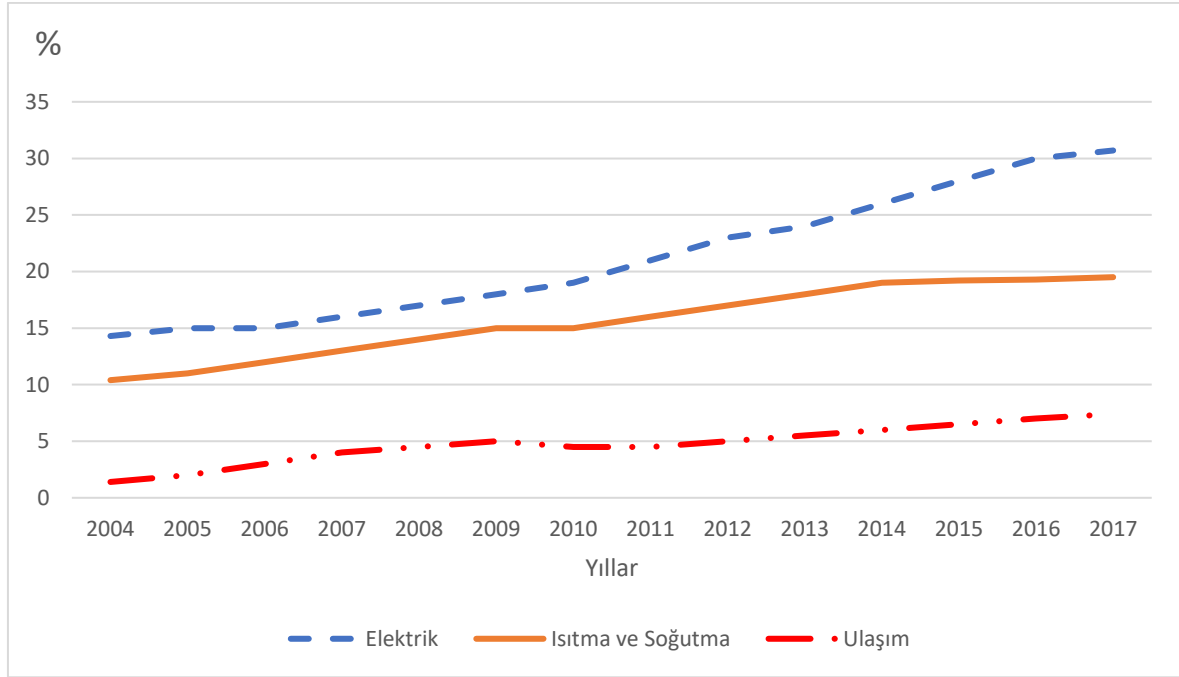
Şekil 5.4'de görüldüğü üzere, 2004 ile 2017 yılları arasında yenilenebilir enerjinin payı iki katından fazla artarak 2017 yılında brüt enerji tüketiminin %17,5'ine ulaşmıştır. Söz konusu artışa, teknolojiye hızlı gelişmeler, yenilenebilir enerji teknolojisi için teşvik programlarının uygulanması ve yenilenebilir enerji sistemlerinin daha düşük maliyetler ile yapılabilmesi etkili olmuştur. Geçtiğimiz on yılda, yenilenebilir enerjiden elektrik ve ısı üretimi için kurulu kapasitede istikrarlı bir artışa besleme tarifeleri, hibeler, vergi kredileri ve rekabetçi ihaleler gibi uygulamalar etkili olmuştur. Aynı zamanda, zorunlu kotaların getirilmesi yenilenebilir ulaşım yakıtlarının kullanımında etkili olmuştur. Bu duruma ek olarak elektrik sektöründe küresel ölçekteki üretim hacimleri ve teknolojik gelişmeler, önemli maliyet düşüşlerine neden olmuştur. 2017 yılında inşa edilen yeni fotovoltaik santraller, 2009 yılı elektrik üretim maliyetlerinin üçte biri oranında elektrik üretmektedir. Açık deniz rüzgar enerjisi endüstrisi, 2011 ve 2017 yılları arasında kW/saat başına maliyetleri yarıya indirerek benzer kazançlar sağlamıştır. Sonuç olarak, rüzgar türbinlerinden ve büyük güneş enerjisi santrallerinden elde edilen elektrik, sıradan elektrik santrallerine göre daha gelişmiş ve rekabetçi olmuştur. AB ülkelerinden Almanya ve

Hollanda’da rüzgar parkı ihaleleri kamu desteği almadan gerçekleşmiştir. 2018 yılında ilk AB güneş enerjisi projesi Portekiz’de geliştirilmiştir [35].

Şekil 5.5’de gösterildiği gibi Üye Devletler arasındaki yenilenebilir enerji paylarındaki farklılıklar, hidroelektrik santrali inşa etme potansiyeli, biyokütle erişim, doğal kaynaklara erişim gibi farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Söz konusu farklılıklar ülkelerin benimsedikleri enerji politikalarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, 2004 ile 2017 yılları arasında Üye Devletler nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payını artırmıştır. AB, 2020 yılı yenilenebilir enerji hedefine ulaşma yolunda ilerleme kaydetmesine rağmen 2014 yılından bugüne kadar yenilenebilir enerji payındaki artışta azalmalar meydana gelmiştir. Bununla birlikte, halihazırda uygulanmakta olan modelleme çalışmaları ile uygulanması düşünülen çalışmalar, Üye Devletlerin ortak karar mekanizmaları geliştirmedikleri takdirde bazı Üye Devletlerin ulusal hedeflerine zamanında ulaşamayacaklarını belirtmektedir [35].



Şekil 5.5. 2004 ve 2017 yıllarına ait Ülkelere göre brüt nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı



Şekil 5.6. 2004-2017 yılları arası 28 AB Ülkesinin sektörlere göre brüt nihai enerji tüketimindeki yenilenebilir enerjinin payı

Nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin AB payı, 2016 yılında %17,5 oranında küresel ortalamaya eşdeğerdir. Ancak bu değer Sahra Altı Afrika gibi bölgeleri içermekle birlikte geleneksel biyokütlenin yaygın olması nedeniyle nihai enerji tüketiminin üçte ikisinden fazlası 2016 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmiştir. Ancak yükselme ve sanayileşme hızı yüksek olan ülkeler daha düşük paylara sahip olmaktadır. 2016 yılı verilerine göre Çin incelendiğinde Çin'nin nihai enerjisinin %12,6'sının yenilenebilir enerji tüketiminden kaynaklandığı görülmektedir. Çini %9,5 oranla Amerika Birleşik Devletleri, %9,3 oranla Avusturalya, %9,2 oranla Meksika ve %6,6 oranla Japonya izlemektedir. Yüksek biyoenerji ve hidroelektrik enerjisi kullanımından dolayı yenilenebilir enerji paylarını yükselten ülkelere %45,5 oran ile Brezilya, %21,6 oran ile Kanada örnek gösterilebilir [35]. Şekil 5.6'da yer alan verilere göre 2004-2017 yılları arasında brüt nihai enerji tüketimindeki yenilenebilir enerjinin payı en çok elektrik sektöründe görülmektedir. Elektrik sektörünü, ısıtma ve soğutma ile ulaşım sektörleri takip etmektedir.

5.9.1. Farklı sektörlerde gelişen yenilenebilir enerjinin payları

Yenilenebilir enerji ulaşım, ısıtma ve soğutmada kullanılmak üzere elektrik üretimi ile elektrik tüketimine katkı sağlamaktadır. Şekil 5.6'da görüldüğü üzere yenilenebilir enerji 2017 yılında brüt nihai elektrik tüketiminin yaklaşık olarak üçte birine katkı sağlamıştır. Söz

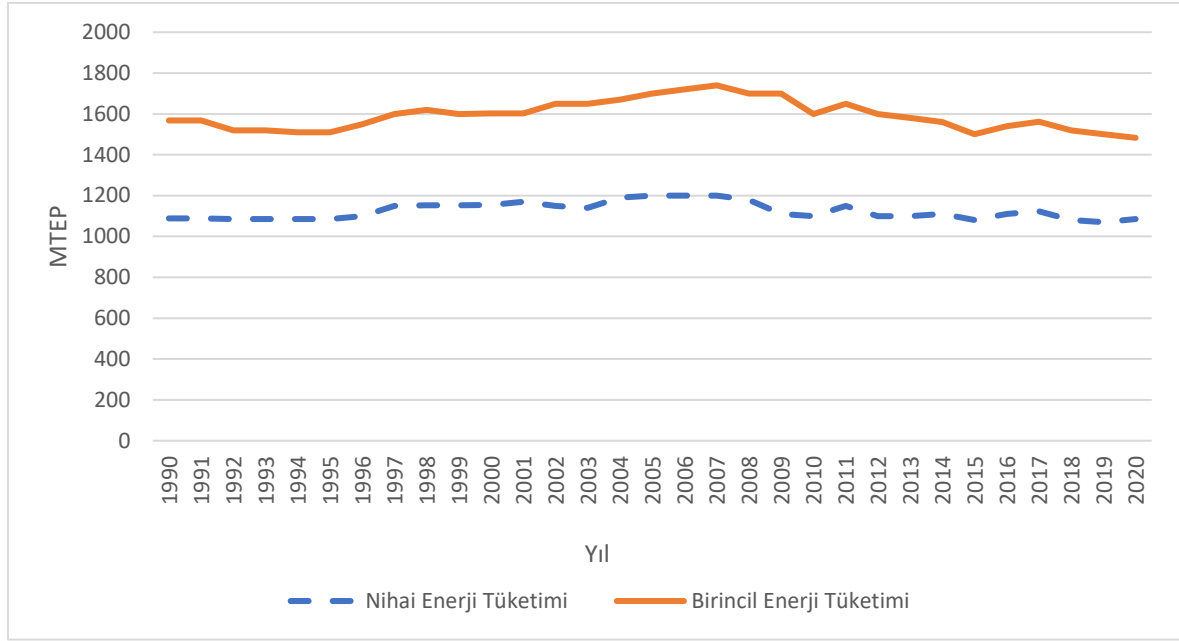
konusu rakam 2004 yılında belirtilen rakamın iki katından fazladır. Ayrıca yenilenebilir enerji 2004 yılındaki %10,4 oranından 2017 yılında Avrupa'nın nihai ısıtma ve soğutma tüketiminin beşte birine katkı sağlamıştır. Yenilenebilir enerjinin ulaşım enerjisi kullanımındaki payı 2004 yılından bu yana artış göstererek 2017 yılında %7,4 oranına ulaşmıştır. 2011 yılında sıvı biyoyakıtlar için hesaplama metodolojisinde değişiklik meydana gelmiştir. 2018 Yenilenebilir Enerji Direktifinde, biyolojik olmayan gelişmiş yenilenebilir yakıtların geliştirilmesi ve elektrikli araçlarda yenilenebilir elektrik enerjisinin tekrar kullanımı üzerine odaklanılmıştır [35].

5.9.2. AB'nin enerji verimliliği iyileştirmelerini takip etmesi

Aynı hizmeti ya da ürünü daha az enerji kullanarak yapmak, sera gazı emisyonlarını azaltmanın ve enerji güvenliğini artırmanın en uygun yöntemidir. AB 2020 Stratejisi, enerji verimliliğini %20 oranında artırmayı amaçlamaktadır. AB 2020 Stratejisinde, 2020 yılına kadar AB'nin enerji tüketiminin 1483 TEP birincil enerji ya da 1086 TEP nihai enerjiyi geçmemesi vurgulanmıştır. AB verimlilik hedefi, 2020 yılında öngörülen birincil enerji tüketimi ile karşılaştırıldığında %20 oranında enerji tasarrufu sağlandığı saptanmıştır [35].

2005 yılında başlayan projeksiyona göre 2020 yılında birincil enerji tüketiminin 1853 TEP'e ulaşacağı beklenmektedir. Sürekli ekonomik büyüme ve ek enerji verimliliği politikalarının uygulanması, 2005 yılında uygulanan politikalar kadar etkili olmamıştır. Beklenen %20 tasarruf oranı, 370 TEP'lik bir azalmanın olduğunu göstermektedir. Bu oranın sonucu olarak 2020 yılı için 1483 TEP'den fazla olmayan birincil enerji tüketimi elde edilmesi beklenmektedir [35].

2005 yılı birincil enerji tüketimi ile değerler karşılaştırıldığında %13,4 oranında azalma meydana geldiği görülmektedir. 2018 yılında revize edilen Enerji Verimliliği Direktifine göre 2030 yılında enerji verimliliğinin en az %32,5 olması beklenmektedir. Birincil enerji tüketimi enerji dışı amaçlarla kullanılan enerji taşıyıcıları haricindeki tüm brüt yurt içi enerji tüketimlerini içermektedir. Bu durumun aksine nihai enerji tüketimi, tüm enerji kullanıcıları için enerji sektörü tarafından kullanılan enerji dışında yalnızca son kullanıcılar tarafından tüketilen enerjiyi kapsamaktadır. Birincil enerji tüketimi ve nihai enerji tüketimi arasındaki farklılık elektrik enerjisinin dağıtımında, iletiminde ve enerjinin üretimi sırasında oluşan kayıplardan kaynaklanmaktadır [35].

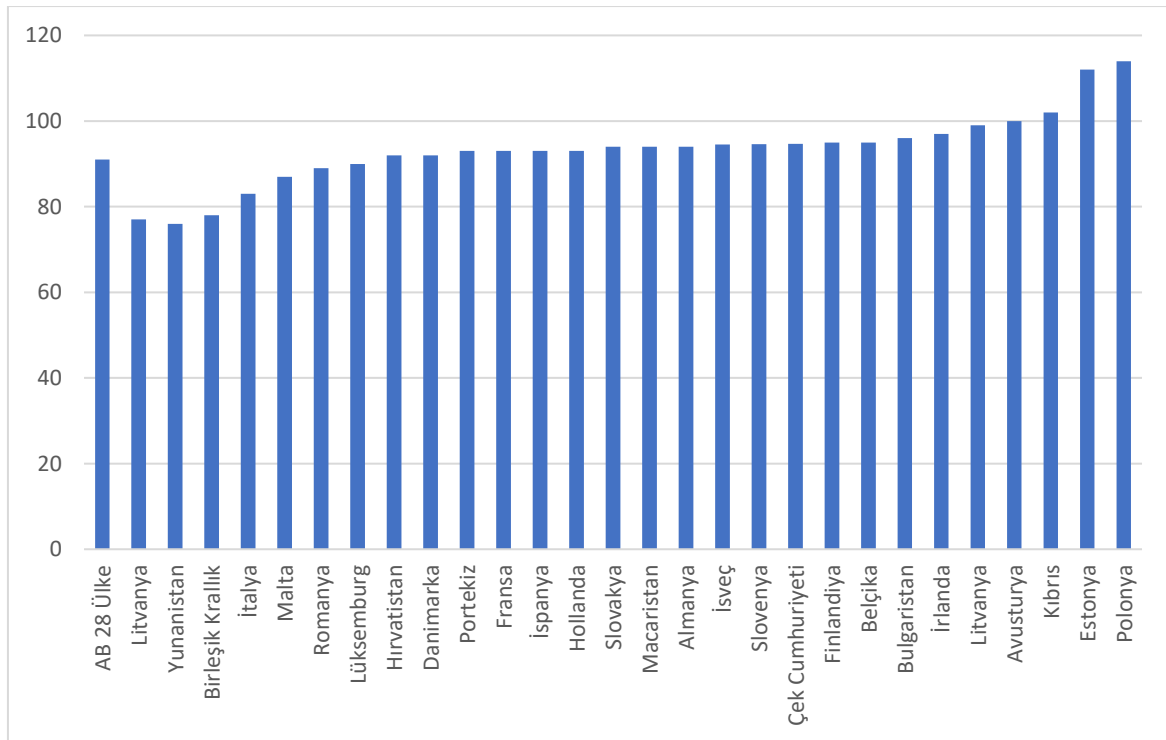


Şekil 5.7. 1990-2017 yılları arası 28 AB Ülkesinin birincil ve nihai enerji tüketimi

Şekil 5.7’de görüldüğü üzere, AB’de birincil enerji tüketimi aralıklı olarak yükselmekte olmasına karşın 2006 yılında 1729 MTEP değerine ulaşmıştır. Birincil enerji tüketimi 2008 yılında olan ekonomik kriz sonrasında düşüşe geçmiştir ve dört yıl boyunca düşüş devam ederek 2014 yılında 1511 MTEP değerine ulaşmıştır. Birincil enerji tüketimi 2014 yılından günümüze kadar yılda %0,6 ile %1,7 oranında artış göstermektedir. AB, 2017 yılında 1990 yılına göre %0,4 oranında 2005 yılına göre %9,2 oranında daha az birincil enerji tüketmiştir [35].

2011 ve 2012 yılında olan düşüşlere 2012 yılında GSYH’da gerçekleşen %0,4’lük daralmanın etkisiyle ekonomide olan küçülmeler etkili olmuştur. Buna ek olarak birincil enerji tüketimi 2014 yılında reel GSYH’da %1,8 oranında artış göstermesine rağmen ilerleyen yıllarda düşüşe geçmiştir. Hava durumunda meydana gelen değişimler incelendiğinde 2013 ve 2014 yıllarındaki yüksek sıcaklıklar enerji taleplerini düşürürken, 2014 yılından sonra sıcaklıkların normal değerlere dönmesi ile birincil enerji tüketimindeki artışlar normale dönmüştür. Ekonomik faaliyetlerde olan ilerlemeler enerji kullanımındaki artışa neden olmaktadır. Enerji verimliliği uygulamalarındaki iyileştirme çalışmalarıyla söz konusu etki azalmasına rağmen enerji yoğunluğunu azaltma çabaları birincil enerji tüketimini düşüş eğiliminde kalmasında etkili olmamıştır. 2020 verimlilik hedefine ulaşabilmek için AB’nin 2017 ve 2020 yılları arasındaki birincil enerji tüketimini %5 oranında azaltması gerekmektedir. Nihai enerji tüketimi değerleri ile birincil enerji tüketimi

değerleri birbirine yakındır. Söz konusu değerler 2014 yılında 1066 MTEP'den 2017 yılında 1123 MTEP değerine yükselmiştir. AB, 2014 yılında 2020 yılı nihai enerji tüketimi hedeflerine ulaşmıştır. Ancak ilerleyen yıllarda tüketimin artması nedeniyle 2017 ile 2020 yılları arasında %3,3 oranında azalma meydana gelmiştir. AB ile Japonya'nın birincil enerji tüketimi mukayese edildiğinde Japonya'nın 2017 yılındaki enerji tüketiminin 2005 yılına göre %17,7 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Aynı dönemde Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ile sanayileşmiş ve gelişmiş ülkelerin birincil enerji tüketimi değerleri mukayese edildiğinde, ABD'nin birincil enerji tüketimi değerleri %7,9 oranında azalma gösterirken sanayileşmiş ve gelişmiş ülkelerin enerji talebinde artış olduğu tespit edilmiştir [35].

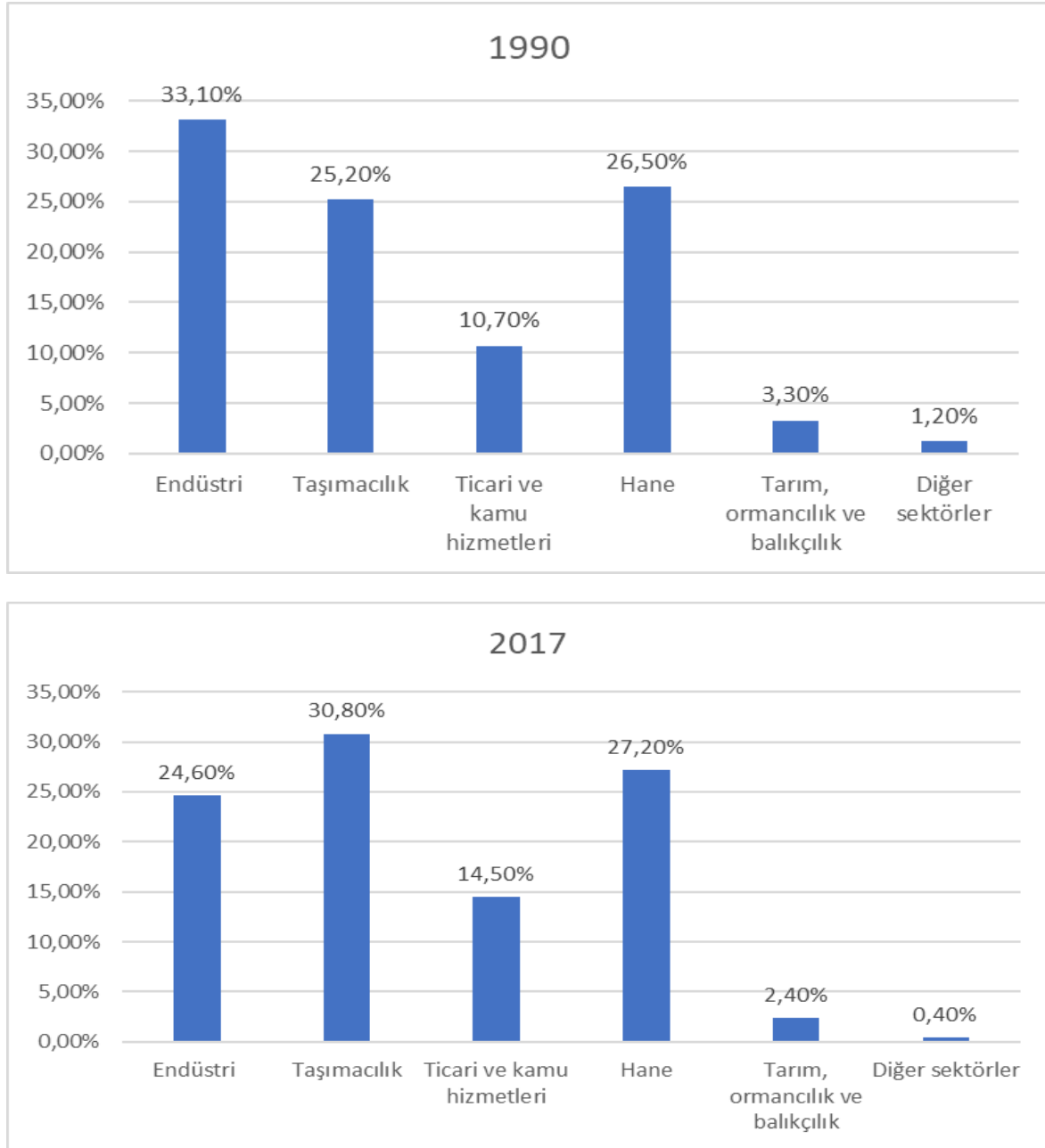


Şekil 5.8. 2017 yılına ait Ülkelere göre birincil enerji tüketimindeki değişim

Ülkelerin birincil enerji tüketim değerlerindeki artış miktarları incelendiğinde Türkiye'de %75,9 oranında artış görülmektedir. Türkiye'yi %67,6 oran ile Hindistan, %66 oran ile Çin, %56,7 oran ile Orta Doğu, %40,2 oran ile Güney Kore ve %39,9 oran ile Tayland izlemektedir. Enerjinin daha verimli kullanılması ile birincil enerji tüketiminde artış meydana gelmektedir. Gelişmekte olan ekonomilerde, yüksek ekonomik büyüme hızı ve nüfus yoğunluğu gibi faktörler enerji talebinin artışına neden olmaktadır [35].

5.9.3. Üye devletler ve sektör düzeyinde enerji tüketimindeki değişiklikler

Şekil 5.8, AB ülkelerinin 2005 ve 2017 yılları arasındaki birincil enerji tüketimindeki değişimlerini göstermektedir. 2017 yılı verileri incelendiğinde, 2005 yılına göre 25 ülkenin birincil enerji tüketimi değerinin %0,02 ile %23,4 arasında düştüğü tespit edilmiştir. Şekil 5.9'da 1990 ile 2017 yılları arasında farklı sektörlerle ait nihai enerji tüketimi değerleri görülmektedir. Nihai enerji tüketimi tarım sektöründe %25,5 oranında, ormancılık ve balıkçılık sektöründe %23,6 oranında düşerken, konut sektöründe tüketim %5,1 oranında artış göstermiştir. Aynı periyotta enerji tüketimindeki artış hizmet sektöründe %39,2, ulaştırma sektöründe ise %25,6 oranındadır. 2016 ve 2017 yıllarında tüm sektörlerdeki enerji tüketimi değerleri büyüme eğilimi göstermiştir. Bazı AB ülkeleri enerji verimliliği politikalarını uygulamayı erteleme kararı almıştır. 2008 ile 2017 yılları arasında nihai enerji tüketimi değerleri sanayi sektöründe %11,1 oranında, ulaşım sektöründe %1 oranında ve konut sektöründe %5,1 oranında düşmüştür. Ancak hizmet sektöründe enerji tüketimi değeri %2,6 oranında artmıştır. Söz konusu değişimler sektörlerle göre enerji verimliliği iyileştirmelerini yansıtırken, aynı zamanda AB ekonomisinin yapısal değişikliklerle, özellikle enerji yoğunluğunu hizmet sektörü ile ilişkilendiren bir ekonomik modele geçişinde etkili olmuştur. Taşımacılıkta elde edilen verimliliğin büyük bir bölümüne son on yılda artan taşımacılık hacmi etkili olmuştur. 2017 yılına ait nihai enerji değerleri incelendiğinde ulaşımın payı %30,8, sanayinin payı %24,6, hane oranı %27,2, hizmet sektörü %14,5, tarım, ormancılık ve balıkçılığın payı ise %2,4 olmuştur [35].

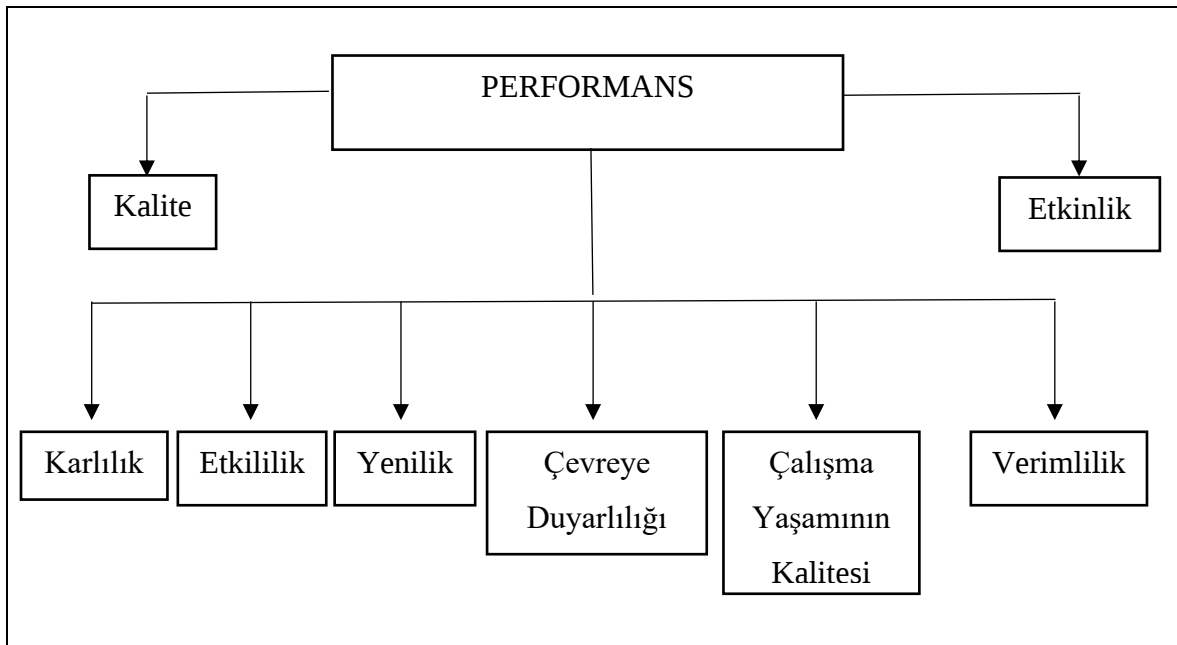


Şekil 5.9. 28 AB Ülkesinin 1990 ve 2017 yılları arası nihai enerji tüketimi

6. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Herhangi bir üretim biriminin performansını geliştirmek için ön koşul, üretim birimlerinin performansının ölçülmesi ve etkinsizlik kaynaklarının belirlenmesidir. Söz konusu durumda rekabetin yoğun olduğu ortamlarda görülür. Etkinlik kavramı bir işletmenin girdilerinin belirlenmiş olan amaçlar doğrultusunda ne kadar etkin ya da yeterli kullanıldığını gösteren önemli bir kriterdir. Bu sebeple, akademisyenler etkinlik değerlerinin ölçümlerinde yararlanılan VZA metodolojisini içeren çalışmalara yoğunlaşmaktadır [7].

Performans sözcüğü bir işi yapmakta olan bir bireyin, topluluğun ya da kurumun belirlenmiş olan amaca yönelik varabildiği yeri veya amaçlarının nicel ve nitel ölçüsünün tanımıdır. Türk Dil Kurumu'nun hazırlamış olduğu güncel Türkçe sözlükte *performans* kelimesi Türkçe de *başarım* sözcüğü olarak tanımlanmaktadır. *Etkinlik* kavramı, “ bir işletmenin, bir kurumun belli bir alandaki eylemi, faaliyet, aktivite” olarak tanımlanmaktadır. Şekil 6.1’de görüldüğü üzere, etkinlik ve verimlilik kavramları performans değerlendirilmesinde kullanılan bir ölçüt olup, en yaygın kullanılan kriterlerin başında gelmektedir [2].



Şekil 6.1. Performans kriterleri

Dünyada birçok kaynak sınırlı olarak bulunmaktadır. Sınırlı kaynaklarında etkin ve verimli kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle dünyada etkinlik ve verimlilik gibi kavramların önemi her geçen gün artmaktadır. İşletmeler kendilerine belirlemiş oldukları hedeflere ya da

çıktılara en kısa sürede ulaşabilmek amacıyla sahip oldukları kaynakları etkin ve verimli kullanmak durumundadır. İşletmelerin ya da kurumların etkinlik veya verimlilik ölçümlerine gerek duymalarının birçok nedenleri vardır. Söz konusu nedenler, işletmelerin kendilerine belirlemiş oldukları hedeflerin dışına ne kadar çıktıklarını belirlemek ve işletmelerin kendilerine benzer nitelikteki muadillerine göre konumlarını tespit etmek amacıyla yapılmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, işletmelerin ürettikleri çıktı ve çıktıları üretebilmek amacıyla kullanılan girdiler arasındaki bağlantının tespit edilmesinde etkinlik ve verimlilik analizleri önemli bir yere sahiptir. Etkinlik ve verimlilik kavramları birbirinin yerine kullanılan ve sıklıkla karıştırılan kavramlardır. Etkinlik, sahip olunan girdileri en iyi şekilde kullanarak en iyi çıktıyı üretme olarak tanımlanır. Etkinlik, çıktıları üretirken kaynaklardan en iyi şekilde yararlanabilme ölçütü olarak tanımlanır. Saf etkinlik eldeki girdi bileşimini kullanarak üretilebilecek en fazla çıktı miktarı olarak tanımlanır. Ölçek etkinliği ise uygun ölçekte üretim yapabilme ölçütü olarak tanımlanır. Girdi ve çıktılara ait fiyat verileri elde edilip, maliyetlerin minimize edilmesi veya kârların maksimize edilmesi hedeflendiğinde saf teknik ve ölçek etkinliğine ek olarak fiyat etkinliği değerleri de hesaplanabilir. Ekonomik etkinlik değeri de tahsis etkinliği ve toplam teknik etkinlik değerinin toplamı sonucu oluşur. Toplam teknik etkinlik değeri, saf teknik etkinlik değeri ve ölçek etkinliği değerlerinin toplamını içerir [2].

Etkinlik kavramı ile verimlilik kavramları karşılaştırıldığında etkinlik kavramının göreceli, verimlilik kavramının ise göreceli olmayan bir kavramdır. Quesnay tarafından 1776 yılında yazılan bir makalede *verimlilik* veya *productivite* kavramı kullanılmıştır. Littré tarafından 1883 yılında yazılan bir makalede ise söz konusu kavram üretme gücü ya da yeteneği olarak açıklanmıştır. Verimlilik kavramının tanımı toplam çıktının toplam girdiye oranıdır. Verimlilik kavramı, üretim kavramını da içerisine alan üretim odaklı bir yaklaşımdır. Toplam faktör verimliliği tüm girdi ve çıktıları kapsayıcı niteliğinde olan bir performans belirtir. Kısmi verimlilik kavramı içerisinde elektrik üretim santrallerinde kullanılan yakıtların verimleri, tarım arazilerinde kullanılan toprakların verimliliği, fabrikalardaki işçilerin emek verimlilikleri düşünülebilir. Zaman boyutu etkinlik ölçümlerine ek olarak toplam faktör verimliliği analizlerinde önem verilen bir unsurdur. Etkinlik analizleri ölçüm metodları üç temel gruba ayrılır bu metodlar: oran analizleri, parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerdir. Son yıllarda etkinlik ölçümü ve performansların değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerine de yer verildiği görülmektedir. TOPSIS, AHP ve ELECTRE gibi yöntemler ön plana çıkmaktadır. Karar vericinin öznel

yaklaşımları söz konusu metotlarda değerlendirilmektedir. VZA yöntemi ile TOPSIS, AHP ve ELECTRE gibi yöntemler kıyaslandığında, VZA yönteminin girdi ve çıktı değerlerinin ağırlıklandırılmasını karar vericiye bırakmamasından dolayı daha yararlı bir yöntem olduğu görülmektedir. Etkinlik ölçüm teknikleri oran analizi, parametrik olmayan yöntemler ve parametrik yöntemler olarak üçe ayrılır. Parametrik olmayan yöntemler veri zarflama analizi ve serbest atılabilir zarf yöntemlerinden oluşur. Parametrik yöntemler ise regresyon analizi, stokastik sınır yaklaşımı, serbest dağılım yaklaşımı ve kalın sınır yaklaşımı yöntemlerinden oluşur [2].

6.1. Oran Analizi

Etkinlik ölçümü yönteminde kolay ve yaygın olarak kullanılan yöntemlerden bir tanesi oran analizidir. Bu yöntemin yaygın olarak kullanılmasının nedeni tek girdi ve çıktının kullanılarak basit bir biçimde uygulanmasıdır. Oran analizi tek çıktının girdiye oranı olarak tanımlanan performansı içerisine alan boyutları içermemektedir. Oran analizi bazı birimlerin başarılı olduğunu gösterirken, bazı birimlerinde başarısız olduğunu gösteren bir yöntemdir. Çok sayıda çıktı ve girdinin söz konusu olduğu durumlarda oran analizleri karşılaştırmalı etkinlik analizlerine göre daha az karmaşıktır. Bu karmaşık durum parametrik ve parametrik olmayan modelleme yöntemleri ile açıklanabilmektedir [2].

6.2. Parametrel Yöntemler

Oran analizinin birçok eksik yanı bulunmaktadır. Eksik yanların üstesinden gelebilmek için çeşitli parametrik yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler stokastik sınır yaklaşımı, regresyon analizi, kalın sınır yaklaşımı ve serbest dağılım yaklaşımıdır. Parametrik yöntemler maliyet, kâr ya da üretim fonksiyonunu baz alarak girdi-çıkıtı ilişkisinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Söz konusu yöntemlerden regresyon analizinde etkinsizlik değeri gözlemlenen değer ile tahmin edilen değer arasındaki farktan oluşurken, diğer yöntemlerde bu fark rassal ve kısmi etkinsizlik olarak hesaplanmaktadır. Diğer parametrik yöntemlerden regresyon analizinin farkı birimin etkinliği ile ortalama kıyaslandığında ortalamaya göre farklılık oluşturmalarıdır. Bu durumun dışında kalan parametrik yöntemlerde etkinlik ile elde edilen etkin sınır kıyaslandığında, etkinliğin etkin sınıra göre farklı olduğu görülmektedir [2].

Regresyon analizi bir birimde olan tek çıktı ve tek girdiler arasında olan ilişkiyi parametrik olarak tanımlar. Belirli bir birimin çıktı düzeyi tanımlanan fonksiyona bağlıdır. Bu sayede, çıktı düzeyleri incelendiğinde beklenen seviyenin üzerinde kalan birimler etkin , beklenen düzeyin altında kalanlar ise etkin olmayan olarak nitelendirilmektedir. Bu metotun üç adet olumsuz yanı vardır. Zararlardan birincisi, regresyon yöntemi tek bir çıktı üzerine odaklanarak çıktıların tümünü ortak birim aracılığı ile tek bir değere indirgemektedir. İkinci zarar, beklenen ortalamanın üzerinde etkinlik değeri olan birimler regresyon analizinin sonucu etkin olan birimlerdir. Regresyon analizi etkinlik ölçütü olarak ortalama değeri referans almaktadır. Üretim fonksiyonu regresyon analizi tarafından parametrik olarak belirlenmeye çalışılmaktadır. Farklı birimler birbirine benzemeyen metotlar ile üretimlerini değişik girdilerle yapabilmektedir. Regresyon analizinin temelinde olan üretim fonksiyonunun yalnız başına tanımlanması etkinlik analizinin temelinde var olan birimlerle uyuşmamaktadır. Bu değerlendirmeler doğrultusunda etkinlik ölçümünde kullanılan regresyon analizinin doğru bir yöntem olmadığı görülmektedir. Parametrik yöntemler rassal hatalara izin vermemektedir. Bu durumun sebebi parametrik yöntemlerin ölçüm hatalarını daha iyi bir şekilde ortaya çıkarmasından kaynaklanmaktadır. Parametrik yöntemlerin en büyük zorluğu rassal hata ve etkinsiz birimlerin ayırt edilmesidir. Söz konusu ayırımı yapabilmek amacıyla regresyon analizinden farklı olarak stokastik yaklaşımı, serbest dağılım yaklaşımı, serbest dağılım yaklaşımı ve kalın sınır yaklaşımı yöntemleri geliştirilmiştir [2].

6.3. Parametrik Olmayan Yöntemler

Etkinlik ölçümü için parametrik olmayan yöntemlerde doğrusal programlama esasına dayanan yöntemler kullanılmaktadır. Bulunan etkinlik değeri etkinlik sınırına olan uzaklık olarak tanımlanmaktadır. Bu metotların en önemli faydalarından bir tanesi üretim yapısı ile ilgili varsayımları içermemesidir. Çok sayıda açıklanan ve açıklayan değişkenden yararlanılabilmektedir. Etkinlik sınırının yanlış tespit edildiği durumlar oluşmaktadır. Bu durumlar parametrik olmayan tekniklerin rassal hata terimleri içermemesi dolayısıyla veri kaynaklı olmaktadır [2].

1978 yılında Charnes v.d. tarafından geliştirilen VZA yöntemi en yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan yöntemdir. VZA yöntemine alternatif diğer bir yöntem bulunmaktadır. Bu yönetimin adı serbest atılabilir zarf (SAZ) yöntemidir. Fakat VZA yöntemi SAZ

yöntemine göre daha çok tercih edilen bir yöntemdir. Girdi ve çıktı sayısı çok olan banka, ülkeler ve hastane vb. gibi Karar Verme Birimleri'nin (KVB) performansları VZA yöntemi sayesinde ölçülmektedir. VZA etkin olan ve etkin olmayan KVB'lerini belirlemektedir. Buna ek olarak etkin olmayan KVB'lerin etkinliklerini arttırabilmek için yöntemler geliştirmektedir. Bu özelliklerinden dolayı VZA piyasada faaliyet gösteren kuruluşlar için etkin ve yararlı sonuçlar üretir. VZA yöntemi parametrik olmayarak herhangi bir üretim fonksiyonuna bağlı değildir. Bu nedenle etkinlik değerlendirme yöntemleri içerisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. KVB'nin göreceli etkinliğinin belirlenmesinde, VZA tekniği toplam ağırlıklı çıktıların girdilere oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu durumda çeşitli sorunlar oluşmaktadır, birbirinden farklı girdi ve çıktıların ağırlıklarının nasıl olacağı sorun olmaktadır. Bundan dolayı, KVB'ye ait girdi ve çıktıların değerlendirilmesinde VZA yöntemi esneklik sağlamaktadır [2].

6.4. Etkinlik Ölçme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Etkinlik ve derecelerin yayılımı parametrik yöntem ile parametrik olmayan yöntemlerde birbirinden farklıdır. Etkin olmamanın dağılımı, etkinlik sınırının şekli, hata teriminin varlığı ve dağılımına ilişkin farklılıklar parametrik ile parametrik olmayan yaklaşımlar arasında farklılıklar oluşturmaktadır. Söz konusu farklılıklar sebebiyle aynı birimler iki yöntemde farklı etkinlik değerine sahip olmaktadır [2].

Oran analizi, parametrelili yöntemler ve parametrelili olmayan etkinlik ölçüm yöntemlerini karşılaştıracak olursak;

- Çözüm tekniği olarak oran analizi oranlamalar yönteminden, parametrelili yöntemler regresyon analizinden ve parametrelili olmayan yöntemler ise matematiksel programlama yöntemini kullanır.
- İçerik yönünden değerlendirecek olursak oran analizi tek girdi/tek çıktı, parametrelili yöntemler çok girdi/tek çıktı ve parametrik olmayan yöntemler çok girdi/çok çıktı yöntemini kullanır.
- Ön hazırlık (veri temini) yönünden yöntemler incelendiğinde oran analizi ve parametrelili yöntemler basit, parametrik olmayan yöntemler ise detaylıdır. Parametrik yöntemlerin basit olmasının nedeni ölçümü yapılacak birimin analitik forma uygun olmasıdır.

Parametrik olmayan yöntemlerin detaylı olmasının nedeni verinin kullanılacak girdi ve çıktılarına bağlı olmasıdır.

- Uygulama yönünden yöntemler değerlendirildiğinde oran analizi, parametrelili yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler kolaydır.
- Yöntemler performans ölçümüne uygunluğu yönünden sınıflandırıldığında oran analizi ve parametrelili yöntemler kısıtlı, parametrik olmayan yöntemler ise geniştir [2].

7. UYGULANAN YÖNTEM

Veri Zarflama Analizi (VZA), benzer girdileri kullanarak aynı çıktıları üreten karar verme birimlerinin (KVB) görelî etkinliklerinin ölçülmesini amaçlar. VZA, sektörel bazda değerlendirildiğinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. VZA, Karar Verme Birimi olarak isimlendirilen birbirine benzeyen birimlerin performansını ölçen ve birden fazla girdiyi birden fazla çıktıya dönüştüren Karar Verme Birimi olarak adlandırılır. VZA'nın asıl amacı, birbiri ile mukayese edilebilir KVB'ler içerisinde durumu en parlak olanı seçmek ve etkin sınırı meydana getirebilecek bir yöntem sağlamaktır. Ayrıca, bu yöntem birimler içerisinde etkin sınırda olmayan birimlerin etkinlik düzeyini belirleyerek söz konusu birimlerin mukayese edilebileceği referans birimleri saptama imkanı sağlamaktadır. VZA, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında literatüre kazandırılmıştır. Bu yöntem basit görünmesine rağmen etkili bir yöntemdir. VZA'nın bilimsel çalışmalarda yaygın kullanılması sebebi KVB'lerin görelî etkinliklerini girdiler ve çıktılar üzerinde ağırlıklara öncelik vermemesi sebebiyle açıklanır. VZA, birçok bilim insanı ve araştırmacı tarafından eğitim, hisse senedi piyasası, bilgi teknolojileri ve bilgi sistemleri, bilgisayar endüstrisi, elektrik santralleri, havayolu taşımacılığı, bankacılık, tarım ve tedarik zinciri gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır [7].

VZA'nın uygulanma nedenleri

VZA'nın uygulama nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Birimlerin etkinliğe göre gruplandırılması,
- Kıyaslanan birimlerin her biri için giriş ve çıkış değerlerinin herhangi birisinde görelî etkinsizliğin sebeplerinin belirlenmesi,
- Karşılaştırılacak değerlerin yönetsel işleyişlerinin incelenmesi,
- Uygulamadaki standartların (veya yasal düzenlemelerin) tamamlanmış olan performansa göre değerlendirilmesi,
- Birimlerin işleyiş ve hedeflerinin verimliliklerini incelemek ve uygun olmayan şartlardan kaynaklanan etkinsizlik ve yönetsel etkinsizliğin farkını ortaya çıkarmak,
- Girdi ve çıktı değerlendirmesinde etkinliğin ön planda tutulması,
- Önceden yapılmış olan çalışmaların sonuçları ile güncel çalışma sonuçlarının mukayese edilmesidir [2].

VZA'nın iki aşamalı görelî etkinlik hesaplama metodu aşağıdaki gibidir:

- Belirlenmemiş bir gözlem kümesinde en az girdi değeri ile en çok çıktı değeri üreten "en iyi" gözlemleri veya etkin birimleri belirler.
- Belirlenen sınırı "referans" olarak alıp, etkin olmayan KVB'lerin sınıra olan uzaklıklarını, diğeri bir ifadeyle etkinlik düzeylerini "oransal" olarak belirler [2].

VZA'nın güçlü-zayıf yönleri aşağıda belirtildiğı gibidir.

Güçlü yönleri

- VZA, üretim ortamında birden fazla girdi ve çıktının bulunması nedeniyle, üretim imkanlarını oluşturan ölçütler aracılığı ile işletmenin diğeri boyutlarını tek bir kıstas olarak değerlendirilmesine olanak sağlar.
- VZA yönteminin işletmelerin birbirine benzemeyen boyutlarının eş zamanlı olarak değerlendirilebilmesini sağlamanın sebebi etkinlik ölçütlerinin girdi-çıkta değerlerinin birimlerinden farklı olmasıdır.
- VZA, üretim fonksiyonunun yapısı ile ilgili bir açıklamada bulunmaz. Bu nedenle parametrik yöntemler ile kıyaslandığında daha anlaşılabilir bir yapıdadır.
- VZA yöntemi görelî etkinliğin belirlenmesi aşamasında KVB'leri için olabilecek en optimal amaç fonksiyonlarını maksimize etmektedir. Bu yöntem parametrelî yöntemler ile kıyaslandığında değerlerin tümü göz önünde bulundurularak ortalama etkinlik değerine göre incelemeler yapılmaktadır.
- VZA yöntemi KVB'leri içerisinde etkin olmayan değerlerin etkinlik değerlerini hesaplar. Etkin olmayan KVB'lerinin etkinlik seviyelerini artırır.
- VZA uygulaması, üretim aşamalarını açıklayabilmek amacıyla tüm girdi ve çıktıları tanımlar.
- VZA ile veri ve analiz sonuçlarından yararlanılarak kapsamlı bir veri tabanı oluşturulabilir [2].

Zayıf yönleri

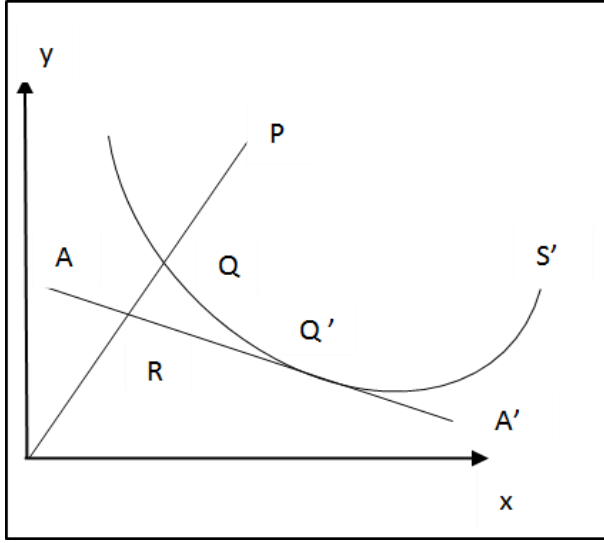
- VZA yönteminde hesaplanan etkinlik değerleri veri hatalarını tespit etmektedir. Ayrıca VZA'nın parametrik bir yöntem olması nedeniyle istatistiksel hipotez tezleri

uygulanamamaktadır. İstatistik biliminde olduğu gibi VZA sonuçlarının güvenilirliğini saptamak kolay değildir. Bu nedenle veri elde edilmesi sırasında hata yapılmamalıdır.

- VZA’da yer alan bazı KVB’lerde etkin sınırın saptanmasında gözlem kümesinde yer alan çok küçük derecede küçük ya da büyük çıktı veya girdi değerleri sorun kaynağı olmaktadır.
- VZA’da üretim fonksiyonunun belirlenmesinde araştırmacılar seçilen eksik veya yanlış değişkenlerin sonuçları ne oranda etkileyeceğini göz önünde bulundururlar.
- VZA’da dışsal değerler önemli yer tutmaktadır. Bulunan değerlerin dışsal değerlere katılması gerekmektedir. Bu değerlerin hesaba katılmaması yanlış sonuçlar doğurmaktadır. VZA yönteminde hesaplanmış olan etkinliğin en iyi etkinlik ile olan farkı verimsizliğin sonucudur. Söz konusu sonuç dan dolayı uç gözlem noktalarında gözlem hataları dikkate alınmamaktadır.
- VZA yönteminin görecelilik kavramı çerçevesinde değerlendirilmesi gerekir. Çünkü bu yöntem ile göreceli etkinlik değerleri hesaplanır. Hesaplanan değerlerin verimliliği farklı biçimlerde yorumlanabilmektedir [2].

7.1. VZA ile Etkinlik Ölçülmesi

VZA, verimlilik analizi modelleri içerisinde çok değişkeni olan ve homojen karar birimlerinin göreceli etkinliğinin ölçülmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde etkinliğin ölçümü Çıktıların Ağırlıklı Toplamının, Girdilerin Ağırlıklı toplamına bölünmesi ile elde edilir. Teknik etkinlik ile ilgili teorik çalışmalarda VZA’nın gelişmesi etkindir. Söz konusu yeniliklerde Charnes, Cooper ve Rhodes ve Banker, Charnes, Cooper ’ın Farrell’ın yapmış olduğu matematiksel modele dayanan etkin sınır çalışmaları önem arz etmektedir. Teknik etkinliğin değerlendirmesini sağlamak amacıyla gözlem verilerini kapsayarak kullanılan VZA modelleri en iyi etkin sınırın saptanmasında önemli bir rol oynar [7].



Şekil 7.1. Teknik etkinlik ve tahsis etkinliği

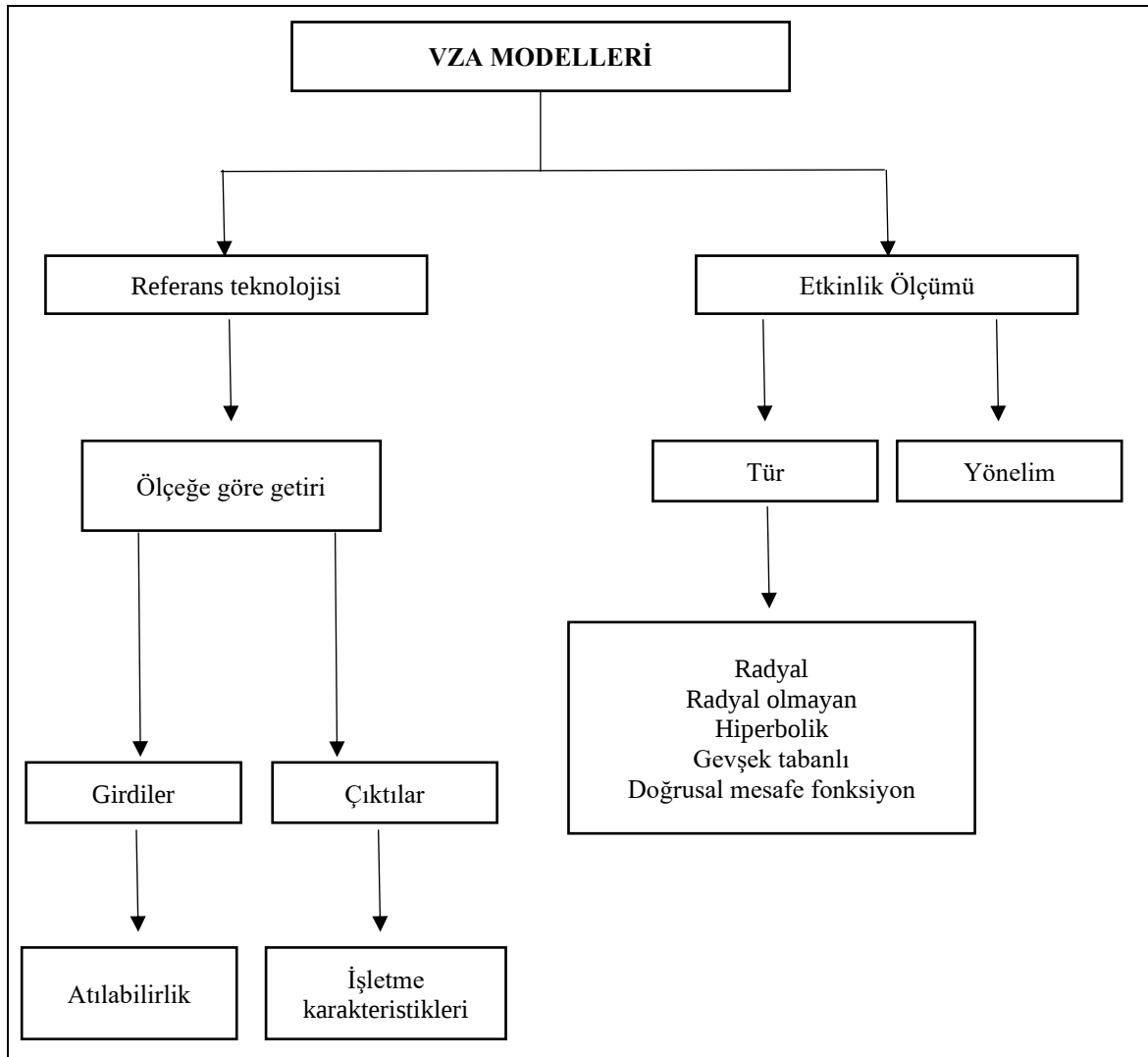
Farrel, eş ürün ve eş maliyet eğrileri kullanılarak teknik etkinlik ve tahsis etkinliğini Şekil 7.1’de açıklamıştır. Eşürün eğrisi SS' üzerinde yer alan gözlemler ile üretim imkanları kümesinde yer alan diğer gözlemler kıyaslandığında üretim imkanları kümesindeki gözlemlerin daha önde olduğu görülür. Bu sebepten dolayı, eş ürün etkin sınır kavramları ile eş ürün eğrilerinin anlamları aynıdır. P biriminin etkinliğinin tam olarak sağlanabilmesi için SS' eğrisi üzerinde bulunan Q birimi kadar girdi kullanılmalıdır. Bu sebepten dolayı P birimine ait teknik etkinlik değeri OQ/OP olarak hesaplanır. Şekil 7.1’de bulunan AA' eş maliyet doğrusu, çıktı üretimi değerini belirli bir harcama sınırı değerinde olması gerektiğini belirtir. AA' doğrusu üzerinde olan her birim fiyat etkinliğini ya da tahsis etkinliği değerine sahip olmalıdır. OR/OQ oranı ile P birimine ait tahsis etkinliği hesaplanmaktadır. Bir ekonomik birimin minimum maliyet düzeyindeki üretim yapma başarısına toplam maliyet etkinliği denir. Bu etkinlik değeri teknik etkinlik ve tahsis etkinliğinin çarpılması ile bulunur. Toplam Maliyet Etkinliği Oranı: $OQ/OP * OR/OQ = OR/OP$ ’dir [7].

VZA, teknik etkinliği iki ayrı etkinliğe ayırır bu etkinlikler saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliğidir. Bu sayede kaynaklarda oluşan etkinsizliklerin sebepleri anlaşılmaktadır. Saf teknik etkinliğin ölçümü, ölçeğe göre değişken getiri göz önüne alınarak etkin sınır tahminlemesi yöntemi ile bulunur. Ölçek etkinliği teknik etkinliğin saf teknik etkinliğe bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Optimum kaynak büyüklüğünün seçilmesinde ölçek etkinliğinin ölçümü yönetim yeterliliğini oluşturmaktadır. Ölçek etkinliği, uygun ölçek seviyesinde üretimin gerçekleştirilmesinde gösterilen performans olarak tanımlanır. Ölçeğe göre getiri tanımı ekonomik bir tanım olup girdi miktarındaki artışın potansiyel üretim

kapasitesini etkileyebileceğini gösterir. Bu tanım üç farklı şekilde tanımlanır. Tanımlar ölçeğe göre artan getiri (IRS), ölçeğe göre sabit getiri (CRS), ölçeğe göre azalan getiri (DRS)'dir [7].

7.2. Temel VZA Modelleri

Charles ve diğerleri tarafından geliştirilen ve 1978 yılından günümüze kadar birçok VZA modeli tasarlanmıştır. VZA modelleri Şekil 7.2.'de görüldüğü gibi Etkinlik ölçümü ve Referans teknolojisi olarak ikiye ayrılır. Etkinlik ölçümü başlığı altında tanımlanan Radyal, Radyal olmayan, Hiperbolik, Gevşeklik tabanlı ve Doğrusal mesafe fonksiyonu modelleri bulunmaktadır. Etkinlik ölçümü'nün yönelim tabanlı modelleri de bulunmaktadır. Referans teknolojileri ise Girdiler, Çıktılar ve Ölçeğe Göre Getiri olmak üzere üçe ayrılmaktadır [2].

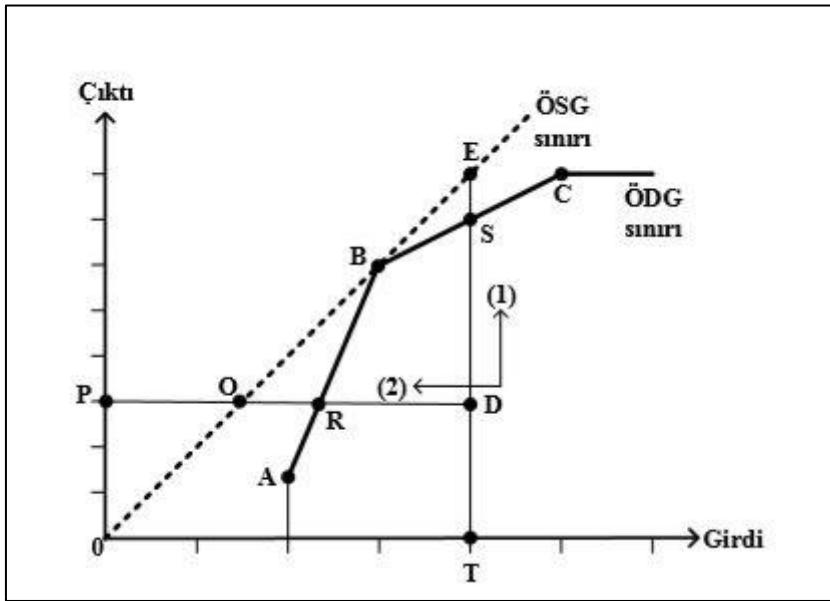


Şekil 7.2. VZA modelleri

Modelde ölçek türüyle ilgili iki adet çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan birincisi, Charnes v.d. tarafından geliştirilen ölçeğe göre sabit getiri (CCR veya ÖSG) modelidir. Bu model ile her bir KVB'nin toplam teknik etkinliği (TTE) hesaplanmaktadır. İkinci yöntem Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen ölçeğe göre değişken getiri (BCC veya ÖDG) modelidir. Bu model de her bir KVB'nin saf teknik etkinliği (STE) bulunmaktadır. Ölçek etkinliği (ÖE) değeri, toplam teknik etkinliğin saf teknik etkinliğe oranı ile hesaplanır. Eş. 7.1'de STE ve TTE ilişkisi tanımlanmaktadır [2].

$$TTE = \text{ÖE} \cdot STE \quad \text{ve} \quad STE \geq TTE \quad (7.1)$$

CCR etkinlik skoru BCC etkinlik skorundan her zaman küçüktür veya BCC etkinlik skoru CCR skoruna eşittir. Bundan dolayı ÖE değeri 1,0'den büyük olamaz. ÖE değerinin 1,0 olması en uygun üretim ölçeğinde çalışma yapıldığını gösterir. TTE'nin ÖE ve STE olarak ayrıştırılmasıyla etkinsizliğe sebep olan unsurların yönetim faaliyetlerinden mi (STE) ya da uygun ölçekte çalışmamaktan mı (ÖE) kaynaklandığı belirlenir [2].



Şekil 7.3. VZA için CCR ve BCC etkinlik sınırları

Üretim ölçeğinde meydana gelen değişmelere rağmen etkinlikte ortaya çıkan değişmeler, ölçeğe göre getiri olarak tanımlanır. Girdilerin bileşim oranları değiştirilmeyerek her bir girdinin kullanım miktarı bir birim arttığında, firmanın üretimi de aynı oranda artıyorsa ya da girdiler beş kat arttığında, ürün miktarı da beş kat artması durumunda üretim ölçeğinin değişmesine karşın etkinlik değeri aynı kalmaktadır. Etkinliğin etkilenmediği bu durumda

ÖSG söz konusu olur. Bütün girdi değerlerinin beklenen düzeyden daha fazla veya daha az arttığı durumlarda ÖDG hali oluşur. Şekil 7.3.'te görüldüğü gibi, D'nin BCC-G ve BCC-Ç (ÖDG) yaklaşımlarına göre etkinliği (D'nin STE'si) sırasıyla Eş. 7.2'deki gibidir [2].

$$h_{G,B}^D = \frac{|PR|}{|PD|} \text{ ve } h_{\text{Ç},B}^D = \frac{|ST|}{|DT|} \quad (7.2)$$

D'nin CCR-G ve CCR-Ç (ÖSG) yaklaşımlarına göre etkinliği (D'nin TTE'si) Eş. 7.3'te tanımlanır [2].

$$h_{G,\text{Ç}}^D = \frac{|PO|}{|PD|} \text{ ve } h_{G,\text{Ç}}^D = \frac{|ET|}{|DT|} \quad (7.3)$$

Yönelim durumlarının girdi ve çıktı olmasına göre, D'nin ölçek etkinliği Eş. 7.4 ve Eş. 7.5'teki gibi ifade edilir [2].

$$\text{ÖE}_G^D = \frac{TTE}{STE} = \frac{|PO|/|PD|}{|PR|/|PD|} = \frac{|PO|}{|PR|} \quad (7.4)$$

$$\text{ÖE}_{\text{Ç}}^D = \frac{TTE}{STE} = \frac{|ET|/|DT|}{|ST|/|DT|} = \frac{|ET|}{|ST|} \quad (7.5)$$

C sembolü ÖSG'yi, B sembolü ÖDG'yi, G sembolü girdi yönelimini ve Ç sembolü de çıktı yönelimini ifade eder. Etkin olma koşulu sınır çizgileri üzerinde olmayı gerektirmektedir. Sınıra yakın olan KVB'lerin göreceli etkinlikleri daha yüksektir. Bundan dolayı ölçek ve yönelim türünde KVB_D 'nin 1 yönünde çıktıları artırması ya da 2 önünde girdilerini azaltması gerekmektedir. KVB_S , BCC modeli ile karşılaştırıldığında daha etkin olduğu görülmektedir. KVB_B , BCC ve CCR modelleri ile kıyaslandığında daha etkin olup ölçek etkindir. Kullanılması amaçlanan modele göre girdi veya çıktı yönelimli modellerden yararlanılır. Çalışmanın yapılma amacı en az girdiye bağlı olarak belirli bir çıktı düzeyi elde etmekse, girdi değerlerini temel alan bir model kullanılır. Belirli bir girdi değerinin kullanılarak en fazla çıktının elde edileceği durumlarda çıktı değerlerini baz alan modeller kullanılır. Etkinlik skorunun hesaplanması çıktı yönelimli modellerde, KVB'lerin etkin duruma gelebilmesi için KVB'nin girdi değerlerinin sabit tutulmasına bağlıdır. Bu sayede çıktıların en fazla ne kadar arttırılabileceği belirlenir. Girdiye yönelik modellerde çıktılar sabit tutularak girdiler en az düzeye indirilir [2].

7.2.1. CCR modeli

K adet girdi ile L adet çıktı üreten M tane birimin olduğu bir durum matematiksel olarak Eş. 7.6'daki gibi ifade edilir.

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{Çıktıların ağırlıklı toplamı}}{\text{Girdilerin ağırlıklı toplamı}} = \frac{uy_i}{vx_i} \quad (7.6)$$

“Yukarıdaki eşitlikte i. birim için y_i çıktıları ve x_i girdileri; u Lx1 boyutunda çıktı ağırlıkları vektörünü ve v Kx1 boyutunda girdi ağırlıkları vektörünü belirtmektedir. Hesaplama esnasında her bir girdi ve çıktı çeşidi belirli bir ağırlıkla çarpılmaktadır ” [48]. Bütün birimlerin amacı, etkinliklerini olabildiğince arttırmaktır. Bu sayede Eş.7.6'da ki eşitliğin değeri maksimize edilir. Bu problem her bir birim için en uygun ağırlıkların bulunması ile bulunabilir. Charnes v.d. tarafından önerilen doğrusal programlama modeli ile en uygun doğrusal programlama modeli bulunabilmektedir [2].

Charnes ve diğerleri tarafından VZA'nın matematiksel yapısı kesirli programlama modeli ile oluşturulmuştur. Bu modele göre CCR tabanlı etkinlik ölçme amaçlı girdiye ve çıktıya yönelik yaklaşımların kesirsel modelleri Eş. 7.7 ve Eş. 7.8'deki gibi tanımlanmaktadır [2].

$$\begin{aligned} \text{mak}h_o &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad \text{için,} \\ \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} &\leq 1 \\ u_r, v_i &\geq \varepsilon \quad j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s \end{aligned} \quad (7.7)$$

$$\begin{aligned} \text{min}h_o &= \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}} \quad \text{için,} \\ \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} &\geq 1 \\ u_r, v_i &\geq \varepsilon \quad j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s \end{aligned} \quad (7.8)$$

“Burada o değerlendirmede olan KVB’yi gösterir. h_o , KVB_o ’nun etkinlik skorunu gösterir. x_{ij} ve y_{rj} KVB_i ‘nin i . girdisi ve r . çıktısını gösterir. u_r ve v_i o. KVB’ye ait r . çıktıya ve i . girdiye verilen ağırlık değerlerini gösterir ” [2].

“ n , m ve s sırasıyla KVB’lerin, girdilerin ve çıktıların sayısını gösterir. ε (Arşimedgil olmayan değer) değeri yeterince küçük sayıyı ifade eder ve kesirsel modelde ağırlıkların sıfır olamayacağını belirlenmesi üzerine tanımlanmıştır “ [2]. “ Kesirsel modelin sonsuz sayıda çözüm vermesini engellemek için modele $v_i x_{io} = 1$ ve $u_r y_{ro} = 1$ kısıtları eklenerek, CCR tabanlı girdi ve çıktı yönelimli yaklaşımların doğrusal (primal-birincil) modellerinin matematiksel eşitlikleri sırasıyla Eş. 7.9 ve Eş. 7.10’daki gibi tanımlanır ” [2].

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

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

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

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s \quad (7.9)$$

$$\min h_o = \sum_{i=1}^m v_i x_{io} \quad \text{ için,}$$

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

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

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s \quad (7.10)$$

“Girdi kullanılması ya da çıktı üretilmesine rağmen KVB_o ’ya atanan ağırlıkların (u_r, v_i) sıfır olmasını engellemek için doğrusal modelde ε (çok küçük bir sayı $\varepsilon=10^{-6}$) olarak tanımlanmıştır “ [2]. “Ayrıca, ε daha sonra bahsedilecek olan dual (VZA) modeldeki aylak değişkenlerden (S_{io}^- ve S_{ro}^+), amaç fonksiyonunun etkilenmesini engelleyecektir ” [2].

7.2.2. BCC modeli

“BCC tabanlı etkinlik ölçme amaçlı girdiye ve çıktıya yönelik yaklaşımların kesirsel modelleri sırasıyla Eş. 7.11 ve Eş. 7.12’deki gibi tanımlanır “ [2].

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

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

$$u_r, v_i \geq 0 \quad j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s \quad (7.11)$$

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

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

$$u_r, v_i \geq 0 \quad j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s \quad (7.12)$$

“Kesirsel modelin sonsuz sayıda çözüm vermesini engellemek için CCR modelinde olduğu gibi modele $v_i x_{io}=1$ ve $u_r y_{ro}=1$ kısıtları eklenerek, BCC tabanlı girdi ve çıktı yönelimli yaklaşımların doğrusal (primal-birincil) modellerinin matematiksel eşitlikleri sırasıyla Eş. 7.13 ve Eş.7.14’deki gibi tanımlanır ” [2].

$$\text{mak}h_o = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o \quad \text{için,}$$

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

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

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$$j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s \quad (7.13)$$

$$\min h_o = \sum_{i=1}^m v_i x_{io} - v_o \text{ için,}$$

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

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

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$$j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s \quad (7.14)$$

Birçok doğrusal programlama problemi bir eşdeğer problemi ile ilişkilidir. “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 ve çıktı yönelimli yaklaşımlara göre VZA (dual-ikiz) modellerin matematiksel eşitlikleri sırasıyla Eş. 7.15 ve Eş. 7.16’daki gibi tanımlanır [2].

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

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

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

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

$$j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s \quad (7.15)$$

BCC modeli için, CCR için olan Eş. 7.15'e $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ ifadesi eklenir.

$$\text{mak}h_o = \phi_o + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_{io}^- + \varepsilon \sum_{r=1}^s S_{ro}^+ \quad \text{için,}$$

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

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

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

$$j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s \quad (7.16)$$

BCC modeli için, CCR için olan Eş. 7.16'ya $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ ifadesi eklenir.

“Burada VZA eşitliklerinde daha önce tanımlanan modellerden farklı olarak λ_j, KVB_j ’nin ağırlığını gösterir. ϕ_o ve θ_o sırasıyla radyal çıktı genişleme ve radyal girdi büzülme katsayılarını gösterir. S_{io}^- ve S_{ro}^+ , i . girdi ve r . çıktı için aylak değerleri gösterir ” [2].

Etkinlik tanımı

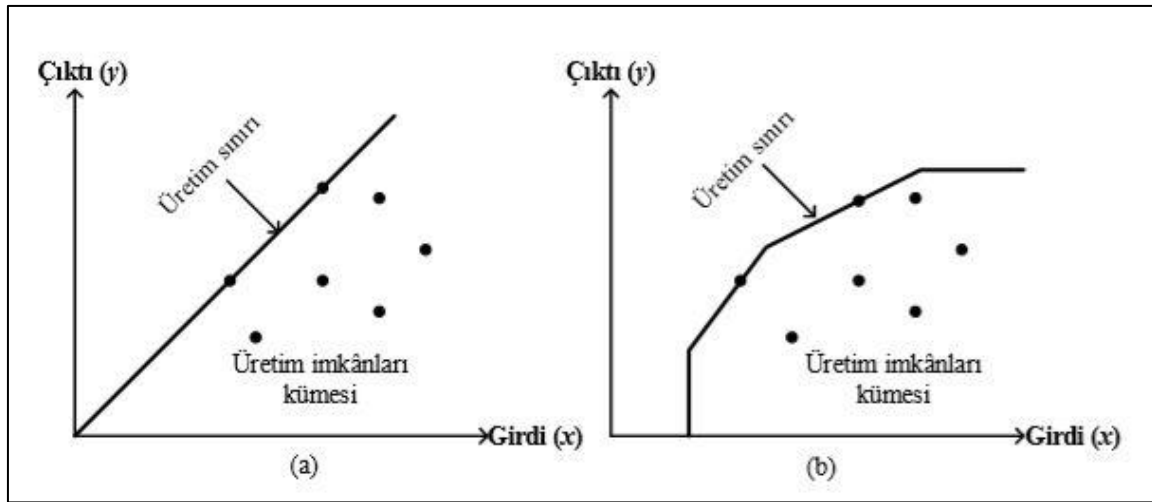
“Eğer $\phi_o = 1$ veya $\theta_o = 1$ ve aylak değerler 0’a eşitse, değerlendirmede olan KVB_o etkindir. Aksi durumda, eğer $\phi_o > 1$ veya $\theta_o < 1$ ve aylak değerler 0’a eşit değilse, bu durumda da KVB_o etkin değildir “ [48]. “ KVB_o etkin duruma gelmek için ya çıktıları sabit tutarak girdilerini azaltmalı ya da girdilerini sabit tutarak çıktıları yükseltmelidir ” [2].

Etkinlik, Pareto-Koopmans etkinlik tanımına göre “bir KVB, herhangi bir girdi veya çıktıda kötüleşme meydana getirmeden, diğer bir girdi veya çıktıda iyileşme sağlayamıyorsa tam olarak (%100) etkin sayılır” şeklinde ifade edilmektedir [2].

7.3. Malmquist Verimlilik Endeksi

Etkinlik skorları yalnızca belirli bir zaman dilimi için hesaplanır. Fakat, etkinliğin zamana göre değişiminin de incelenmesi gerekmektedir. Malmquist, tüketim analizinde kullanılmak amacıyla bir miktar endeksi geliştirmiştir. Shephard, çıktıya yönelik uzaklık fonksiyonu geliştirmiştir. Malmquist verimlilik endeksinin oluşturulmasında, Caves, Christensen ve Diewert uzaklık fonksiyonlarının nasıl kullanılacağını göstermişlerdir. Bu çalışma Färe, Grosskopf, Norris ve Zhang tarafından devam ettirilmiştir. Caves ve diğerlerinin çalışmasına dayanarak t ve $t+1$ zaman aralığında çıktıya yönelik VZA tabanlı Malmquist verimlilik endeksini diğer bir deyişle toplam faktör verimliliğini tanımlamışlardır [2]. “Uzaklık fonksiyonlarını kullanarak endeks hesaplama fikri Sten Malmquist’e ait olduğundan, Caves ve diğerleri oluşturdukları bu endeksi “ Malmquist ” olarak isimlendirmişlerdir ” [2]. “ x^t ve y^t , sırasıyla t döneminde girdi ve çıktı vektörlerini ifade eder ” [2]. Şekil 7.4’te görüldüğü gibi, t dönemi için çıktı üretim imkânları kümesi Eş. 7.17’deki gibi tanımlanabilir. “ Bu kümeyi kapsayan sınır çizgisi ise üretim fonksiyonu olarak da tanımlanabilir ” [2].

$$P^t = \{ (x^t, y^t) : x^t, y^t \text{ 'yi üretebilir} \}, \quad t=1, \dots, T \quad (7.17)$$



Şekil 7.4. Üretim sınırları (a) CCR ve (b) BBC

Malmquist verimlilik endeksi ölçümü için kullanılan çıktı uzaklık fonksiyonu (D_C) çıktı üretim imkânları kümesi (P^t) üzerinde Eş. 7.18’de ki gibi tanımlanır [2].

$$D_{\zeta}^t(x^t, y^t) = \min\{\emptyset: (x^t, y^t / \emptyset) \in P^t\} \quad (7.18)$$

Färe ve diğerleri, ÖSG'yi kullanarak çıktıya yönelik Malmquist verimlilik endeksini Eş. 7.19'daki gibi tanımlamışlardır [2].

$$M_{\zeta}^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\left(\frac{D_{\zeta}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{\zeta}^t(x^t, y^t)} \right) \cdot \left(\frac{D_{\zeta}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{\zeta}^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7.19)$$

“ M_{ζ} , ilgili KVB'nin zamana bağlı toplam faktör verimliliğini (Malmquist verimlilik endeksi) hesaplamada kullanılır. Sırasıyla $M_{\zeta} > 1,0$, $M_{\zeta} = 1,0$ ve $M_{\zeta} < 1,0$, KVB'nin verimliliğindeki t 'den $t+1$ zamanına kadar olan ilerlemeyi, durağanlığı ve kötüleşmeyi gösterir ” [2]. j . KVB için Eş. 7.19'u çözmek için Eş. 7.20 ile Eş. 7.23 nolu eşitliklerde gösterilen ve dört adet lineer programlama problemi içeren dört adet uzaklık fonksiyonu hesaplanmalıdır [2].

$$[D_{\zeta}^t(x^t, y^t)]^{-1} = \max_{\emptyset, \lambda} \emptyset \quad \text{ için,}$$

$$-\emptyset y_{j,t} + Y_t \lambda \geq 0$$

$$x_{j,t} - X_t \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0 \quad (7.20)$$

$$[D_{\zeta}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})]^{-1} = \max_{\emptyset, \lambda} \emptyset \quad \text{ için,}$$

$$-\emptyset y_{j,t+1} + Y_{t+1} \lambda \geq 0$$

$$x_{j,t+1} - X_{t+1} \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0 \quad (7.21)$$

$$[D_{\zeta}^t(x^{t+1}, y^{t+1})]^{-1} = \max_{\emptyset, \lambda} \emptyset \quad \text{ için,}$$

$$-\emptyset y_{j,t+1} + Y_t \lambda \geq 0$$

$$x_{j,t+1} - X_t \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0 \quad (7.22)$$

$$[D_{\zeta}^{t+1}(x^t, y^t)]^{-1} = \max_{\emptyset, \lambda} \emptyset \quad \text{için,}$$

$$-\emptyset y_{j,t} + Y_{t+1} \lambda \geq 0$$

$$x_{j,t} - X_{t+1} \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0 \quad (7.23)$$

“Färe ve diğerleri etkinlik değişimi (ed) ve teknolojik değişim (td) etkilerini izleme amaçlı kullanılmak üzere bu endeksin (tfvd veya MÇ) Eş. 7.24 ve Eş. 7.25’deki gibi iki bileşene ayrılabilirliğini göstermişlerdir ” [2].

$$tfvd = ed \cdot td \quad (7.24)$$

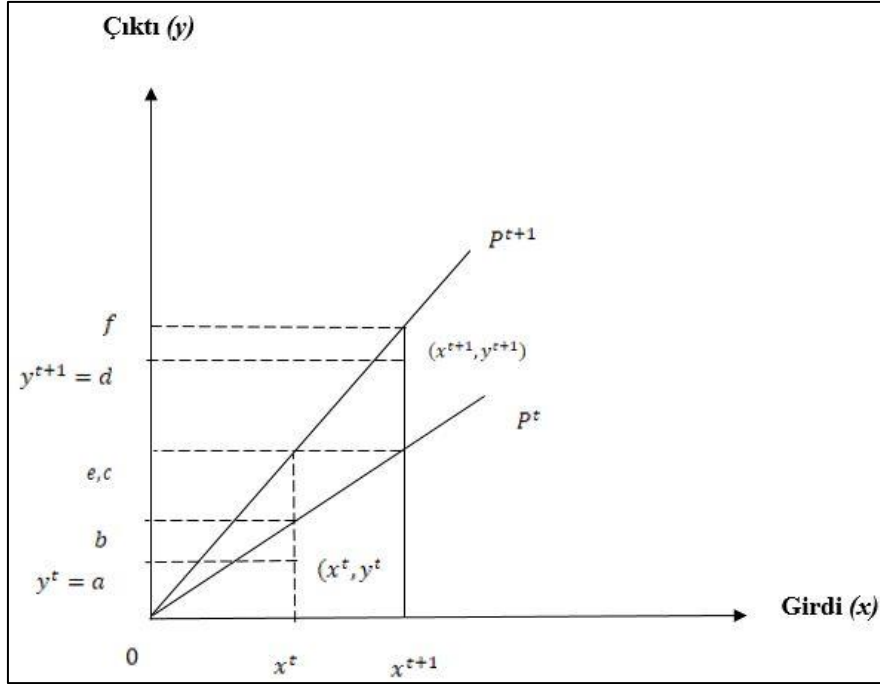
$$ed = \frac{D_{\zeta}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{\zeta}^t(x^t, y^t)}$$

$$td = \left[\left(\frac{D_{\zeta}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{\zeta}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \cdot \left(\frac{D_{\zeta}^t(x^t, y^t)}{D_{\zeta}^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (7.25)$$

“Aynı zamanda *ed* “yakalama etkisi” olarak adlandırılır ve *td* ise “sınır kayma etkisi veya şoklar” olarak tanımlanır. Şekil 7.5 yardımıyla *tfvd* için bu bileşenler Eş. 7.26 ve Eş. 7.27 şeklinde de ifade edilebilir ” [2].

$$ed = \frac{\partial d / \partial f}{\partial a / \partial b} \quad (7.26)$$

$$td = \left[\left(\frac{\partial d / \partial e}{\partial d / \partial f} \right) \cdot \left(\frac{\partial a / \partial b}{\partial a / \partial c} \right) \right]^{1/2} \quad (7.27)$$



Şekil 7.5. Çıktıya yönelik Malmquist verimlilik endeksi

“Bunların yanında etkinlik değişimi, saf etkinlik değişimi (sed) ve ölçek etkinliği değişimi (öed) değerlerinin çarpımı şeklinde ve Eş. 7.28 ve Eş. 7.29’da gösterildiği gibi ifade edilebilir ” [2].

$$ed = sed \cdot öed \quad (7.28)$$

$$sed = \frac{D_{\zeta, B}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{\zeta, B}^t(x^t, y^t)}$$

$$öed = \left(\frac{D_{\zeta, C}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{\zeta, B}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \cdot \left(\frac{D_{\zeta, B}^t(x^t, y^t)}{D_{\zeta, C}^t(x^t, y^t)} \right) \quad (7.29)$$

“Färe, Grosskopf, Lindgren ve Roos tarafından girdiye yönelik Malmquist verimlilik endeksi (M_G) Eş. 7.30’da tanımlanır ” [2].

$$M_G(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\left(\frac{D_G^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_G^t(x^t, y^t)} \right) \cdot \left(\frac{D_G^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_G^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (7.30)$$

Söz konusu durum için, üretim imkanları kümesi (P^t) ve girdiye yönelik uzaklık fonksiyonu (D_G) Eş. 7.31 ve Eş. 7.32’teki gibi tanımlanır [2].

$$P^t = \{(x^t, y^t) : x^t, y^t \text{ yi üretebilir} \}, \quad t=1, \dots, T \quad (7.31)$$

$$D_G^t(x^t, y^t) = \max\{\theta : \left(\frac{x^t}{\theta}, y^t\right) \in P^t\} \quad (7.32)$$

“ M_G , ilgili KVB’nin zamana bağlı toplam faktör verimliliğini (Malmquist verimlilik endeksi) hesaplamada kullanılır. Sırasıyla $M_G > 1,0$, $M_G = 1,0$ ve $M_G < 1,0$, KVB’nin verimliliğindeki t’den t+1 zamanına kadar olan ilerlemeyi, durağanlığı ve kötüleşmeyi gösterir ” [2]. “j. KVB için Eş. 7.30’u çözmek için Eş. 7.33 ile Eş. 7.36’da gösterilen ve dört adet lineer programlama problemi içeren dört adet uzaklık fonksiyonu hesaplanmalıdır ” [2].

$$[D_G^t(x^t, y^t)]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad \text{ için,}$$

$$-y_{j,t} + Y_t \lambda \geq 0$$

$$\theta x_{j,t} - X_t \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0 \quad (7.33)$$

$$[D_G^t(x^{t+1}, y^{t+1})]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad \text{ için,}$$

$$-y_{j,t+1} + Y_{t+1} \lambda \geq 0$$

$$\theta x_{j,t+1} - X_{t+1} \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0 \quad (7.34)$$

$$[D_G^t(x^{t+1}, y^{t+1})]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad \text{ için,}$$

$$-y_{j,t+1} + Y_t \lambda \geq 0$$

$$\theta x_{j,t+1} - X_t \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0 \quad (7.35)$$

$$[D_G^{t+1}(x^t, y^t)]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \text{ için,}$$

$$-y_{j,t} + Y_{t+1}\lambda \geq 0$$

$$\theta x_{j,t} - X_{t+1}\lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0 \quad (7.36)$$

Teknolojik ve etkinlik değişim etkileri gözlenmek üzere $M_{\mathcal{C}}$ ifadesi gibi $M_{\mathcal{G}}$ ($tfvd$) de Eş. 7.37 ve Eş. 7.38 ‘de verildiği gibi iki bileşene ayrılacak şekilde ifade edilebilir [2].

$$tfvd = ed \cdot td \quad (7.37)$$

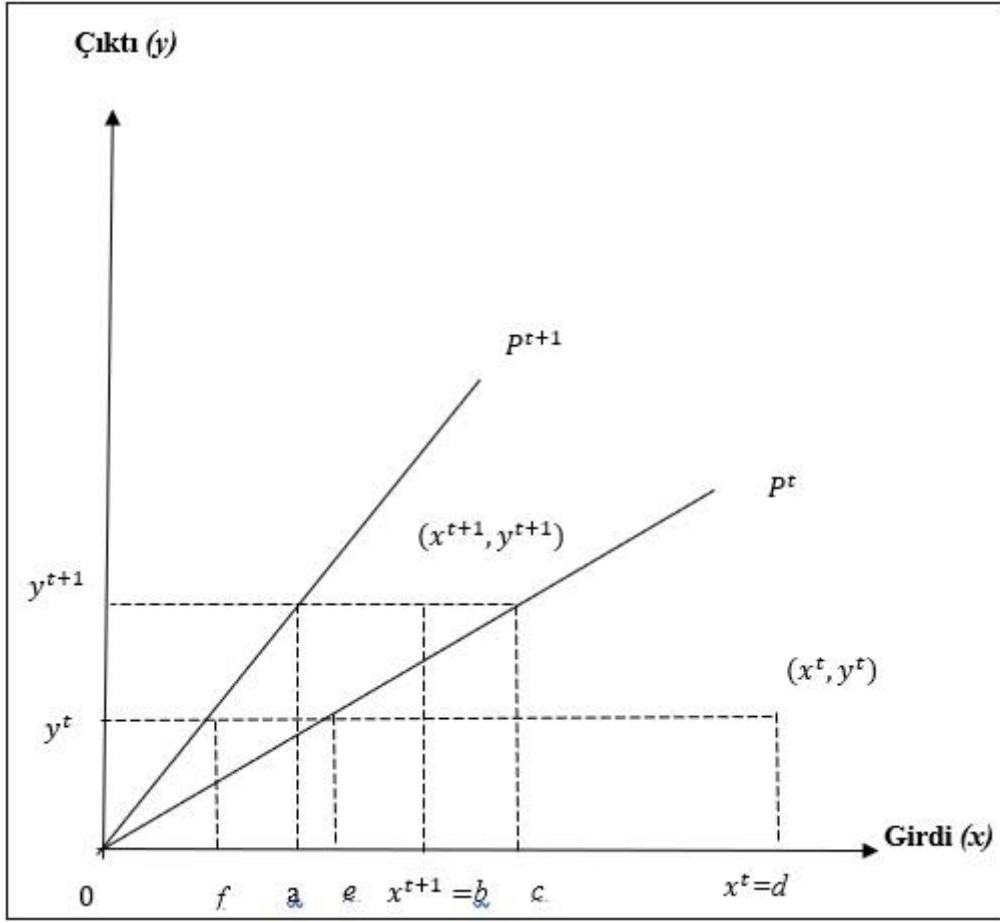
$$ed = \frac{D_G^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_G^t(x^t, y^t)}$$

$$td = \left[\left(\frac{D_G^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_G^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \cdot \left(\frac{D_G^t(x^t, y^t)}{D_G^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (7.38)$$

Bu eşitliklere ek olarak Şekil 7.6’da görüldüğü üzere ed ve td grafiksel olarak Eş. 7.39 ve Eş. 7.40 ‘daki ifadeler gibi tanımlanabilir [2].

$$ed = \frac{{}^{0b}/{}^{0a}}{{}^{0d}/{}^{0e}} \quad (7.39)$$

$$td = \left[\frac{{}^{0a}}{{}^{0c}} \cdot \frac{{}^{0f}}{{}^{0e}} \right]^{1/2} \quad (7.40)$$



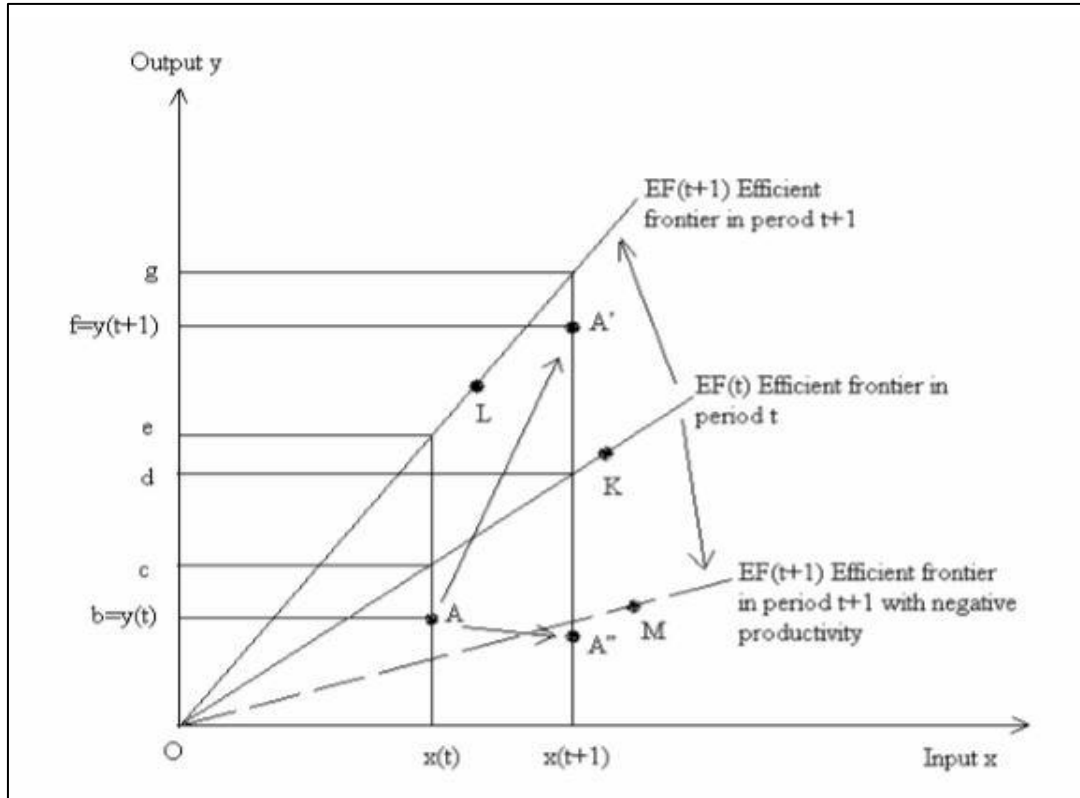
Şekil 7.6. Girdiye yönelik Malmquist verimlilik endeksi

$$ed = sed \cdot öed \quad (7.41)$$

$$sed = \frac{D_{G,B}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{G,B}^t(x^t, y^t)}$$

$$öed = \left(\frac{D_{G,C}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{G,B}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \cdot \left(\frac{D_{G,B}^t(x^t, y^t)}{D_{G,C}^t(x^t, y^t)} \right) \quad (7.42)$$

Eş 7.41’de yer alan etkinlik değişimi, Eş 7.42’de yer alan saf etkinlik değişimi (sed) ve ölçek etkinliği değişimi (öed) değerlerinin çarpımı olarak ifade edilir.



Şekil 7.7. Malmquist endeksi analizi ile etkinlik değişimi

CCR çıktı yönlü Malmquist Toplam Faktör Verimliliği t ve t + 1 zaman değişimi grafiksel olarak tanımlandığında:

$$MI_o(t, t+1) = \sqrt{\frac{of/od}{of/og} x \frac{ob/oc}{ob/os}} \quad (7.43)$$

Fare ve diğerleri tarafından önerilen ifade:

$$MI_o(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{d_{t+1}^o(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^o(x_t, y_t)} \sqrt{\frac{d_t^o(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_{t+1}^o(x_{t+1}, y_{t+1})} x \frac{d_{t+1}^o(x_t, y_t)}{d_{t+1}^o(x_t, y_t)}} \quad (7.44)$$

Şekil 7.7.'e göre etkinlik değişimi tanımları

$$\text{Etkinlik Değişimi (EFFCH)} = \frac{of/od}{ob/oc} \quad (7.45)$$

$$\text{Etkinlik Değişimi} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \quad (7.46)$$

$$\text{Teknik Değişim (TECCH)} = \sqrt{\frac{Of/Od}{Of/Og} \times \frac{Ob/Oc}{Ob/Oe}} \quad (7.47)$$

$$\text{Teknik Değişim} = \sqrt{\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (7.48)$$

Pure Etkinlik Değişimi (PECH) :

$$\text{PECH} = \frac{d_{t+1}^o(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^o(x_t, y_t)} \quad (7.49)$$

Ölçek Etkinlik Değişimi (SECH) :

$$\text{SECH} = \frac{d_{t+1}^c(x_{t+1}, y_{t+1}) / d_{t+1}^v(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^c(x_t, y_t) / d_t^v(x_t, y_t)} \quad (7.50)$$

[3].

8. UYGULAMA

8.1. Uygulama Modelleri ve Materyal

Bu çalışma, 2015-2017 yılları arasında Avrupa ülkelerindeki enerji, çevre ve ekonomi verileri baz alınarak yapılmıştır. Avrupa ülkelerinin etkinlik performanslarının ve toplam faktör verimliliklerinin belirlenmesinde kullanılan temel enerji göstergeleri Avrupa İstatistik Birliği (EUROSTAT)’dan alınmıştır.

Çalışmada yer alan 30 Avrupa Ülkesinin 2015, 2016, 2017 yıllarına ait toplam nüfus sayısı sırası ile, 596.998.771, 599.647.435, 601.863.615 kişi olarak saptanmıştır. Çalışmada hesaplanan veriler 1.000.000 kişiye düşen veri seti olarak ayarlanmıştır.

Tez çalışmasında Türkiye ve AB ülkelerinin enerji performanslarını analiz etmek için aşağıda yer alan 7 model oluşturulmuştur.

- Model 1 : “Yenilenebilir enerji etkinliği”
- Model 2 : “Enerji üretim ve verimlilik etkinliği”
- Model 3 : “Enerji verimliliği etkinliği”
- Model 4 : “Yenilenebilir enerji etkinliği”
- Model 5 : “Sera gazı emisyonu etkinliği”
- Model 6 : “İthalat bağımlılığı etkinliği”
- Model 7: “ Elektrik fiyatı etkinliği”

Tez kapsamında modellere ait SE değerleri ve Malmquist verimlilik endeksleri hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarını elde etmek için veri zarflama programı olan DEAP sürüm 2.1 ile etkinlik ölçme sistemi EMS sürüm: 1.3 programlarından yararlanılmıştır.

Çizelge 8.1. Modellerin girdilerinin ve çıktılarına ait istatistikler

Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Sektörlere göre brüt nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı	2,45	2,53	0,13	9,06
Nihai enerji tüketimi	2,16	0,8	1,1	4,57

Çizelge 8.1. (devam) Modellerin girdilerinin ve çıktılarına ait istatistikler

Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Birincil enerji tüketimi (Milyon ton petrol eşdeğeri (TOE))	2,95	1	1,54	5,83
Enerji verimliliği	2,69	0,92	0,1	4,41
Enerji üretimi	0,85	0,84	0,08	2,81
Ürüne göre nihai enerji tüketimi	1862,78	545,3	888,04	2987,95
Nihai enerji tüketimi	1,95	0,61	0,87	3,24
Sektörlere göre brüt nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı	4,19	5,73	0,13	22,19
Enerji verimliliği	2,90	0,84	1,54	4,76
Komple enerji dengeleri (Bin ton petrol eşdeğeri (TO)) - Brüt kullanılabilir enerji	3218,05	1061,95	1605,34	5648,14
Tüm enerji dengeleri (Bin ton petrol eşdeğeri (TO)) - Toplam enerji arzı	3033,58	932,26	1591,06	5056,97
Ana yakıt grupları ve işletmeci tarafından elektrik üretim kapasiteleri	1705,92	674,61	837,90	4091,35
Yenilenebilir kaynaklardan gelen enerji payı	1,71	1,94	0,13	6,84
Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (Jeotermal)	525,33	1087,26	0,50	3844,52
Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (Güneş enerjisi)	350,58	538,50	1,06	2356,77
Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (İç tüketim hesaplı hali)	5614,87	5877,98	0,51	23424,74
Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (Biyogazlar)	906,86	966,82	37,40	4124,36
Sera gazı emisyonları	7,18	5,04	0,89	18,29
Enerji tüketimi yoğunluğunun sera gazı emisyonu	8,74	8,23	1,13	36,94
Kaynak verimliliği	0,14	0,1	0,01	0,37

Çizelge 8.1. (devam) Modellerin girdilerinin ve çıktılarına ait istatistikler

Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Nihai enerji tüketimi	2,19	0,81	1,1	4,57
Birincil enerji tüketimi (Milyon ton petrol eşdeğeri (TOE))	2,99	1,03	1,54	5,83
NACE Rev. 2 faaliyetine göre hava emisyonları (Toplam - tüm NACE faaliyetleri)	5701409,66	2215117,44	0,1	11996145,78
NACE Rev. 2 aktivitesine göre hava emisyonları (Madencilik ve Taşocakçılığı)	90256,21	103796,65	0,1	390234,34
NACE Rev. 2 faaliyetine göre hava emisyon hesapları (İmalat)	1664139,27	684652,07	0,1	3156964,12
NACE Rev. 2 aktivitesine göre hava emisyonları (Elektrik, gaz, buhar ve klima tedariki)	1939871,54	1298837,01	0,1	4615418,38
İthalat bağımlılığı	4,34	3,49	0,54	12,81
Ortak ülkeler tarafından elektrik ve türetilmiş ısı ithalatı	1410,26	1189,41	34,18	4146,42
Ortak ülkeler tarafından doğal gaz ithalatı	764,21	621,54	10,22	3169,58
Ortak ülkelere göre petrol ve petrol ürünleri ithalatı	2081,04	1853,54	489,06	9126,40
Katı yakıtların yıllık verileri ise giriş verileri	384,05	255,12	5,32	1035,83
Kullanıcı türüne göre elektrik fiyatı	0,01	0,01	0,00	0,04
Kullanıcı türüne göre gaz fiyatı	1,41	1,24	0,09	4,01
Nihai enerji tüketimi	2,23	0,81	1,10	4,57
Sektörlere göre brüt nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı	2,26	2,60	0,13	9,06
Ortak ülkelere göre petrol ve petrol ürünleri ihracatı	1112,49	1478,30	82,41	6707,41
Ortak ülkeler tarafından yapılan katı fosil yakıt ihracatı	50,17	125,74	0,08	477,88
Nüfus (Kişi)	19.983.442	25.048.187	562.958	82.521.653

Çizelge 8.2. Analizlerde kullanılan modeller

MODELLER	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5	MODEL 6	MODEL 7
DEĞİŞKEN	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç
Sektörlere göre brüt nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı	Ç	G					G
Nihai enerji tüketimi	G	G			G		G
Birincil enerji tüketimi (Milyon ton petrol eşdeğeri (TOE))	G				G		
Enerji verimliliği		Ç	Ç				
Enerji üretimi		Ç					
Ürüne göre nihai enerji tüketimi		G					
Komple enerji dengeleri (Bin ton petrol eşdeğeri (TO)) - Brüt kullanılabilir enerji			G				
Tüm enerji dengeleri (Bin ton petrol eşdeğeri (TO)) - Toplam enerji arzı			G				
Ana yakıt grupları ve işletmeci tarafından elektrik üretim kapasiteleri			G				
Yenilenebilir kaynaklardan gelen enerji payı				Ç			

Çizelge 8.2. (devam) Analizlerde kullanılan modeller

MODELLER	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5	MODEL 6	MODEL 7
DEĞİŞKEN	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç
Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (Jeotermal)				G			
Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (Güneş enerjisi)				G			
Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (İç tüketim hesaplı hali)				G			
Yenilenebilir enerji ve atıkların temini, dönüşümü ve tüketimi (Biyogazlar)				G			
Sera gazı emisyonları					Ç		
Enerji tüketimi yoğunluğunun sera gazı emisyonu					Ç		
Kaynak verimliliği					Ç		
NACE Rev. 2 faaliyetine göre hava emisyonları (Toplam - tüm NACE faaliyetleri)					G		
NACE Rev. 2 aktivitesine göre hava emisyonları (Madencilik ve Taşocakçılığı)					G		

Çizelge 8.2. (devam) Analizlerde kullanılan modeller

MODELLER	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5	MODEL 6	MODEL 7
DEĞİŞKEN	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç	G/Ç
NACE Rev. 2 faaliyetine göre hava emisyon hesapları (İmalat)					G		
NACE Rev. 2 aktivitesine göre hava emisyonları (Elektrik, gaz, buhar ve klima tedariki)					G		
İthalat bağımlılığı						Ç	
Ortak ülkeler tarafından elektrik ve türetilmiş ısı ithalatı						G	
Ortak ülkeler tarafından doğal gaz ithalatı						G	
Ortak ülkelere göre petrol ve petrol ürünleri ithalatı						G	
Katı yakıtların yıllık giriş verileri						G	
Kullanıcı türüne göre elektrik fiyatı							Ç
Kullanıcı türüne göre gaz fiyatı							Ç
Ortak ülkelere göre petrol ve petrol ürünleri ihracatı							G
Ortak ülkeler tarafından yapılan katı fosil yakıt ihracatı							G

Çizelge 8.2’de yer alan 7 modelde girdiye yönelik VZA yaklaşımı tercih edilmiş olup, ölçeğe göre değişken getiri yaklaşımı kullanılmıştır.

8.2. Uygulama Sonuçları ve Tartışma

8.2.1. Model 1 sonuçları

Yenilenebilir enerji etkinliği olan Model 1’de 24 Avrupa ülkesinin SE skorları, girdi-çıktı aylak değerleri, toplam faktör verimliliği, etkinlik ve teknolojik değişimi incelenmiştir. Model 1’de ülkelerin brüt enerji tüketiminde yenilenebilir enerjiye ayırdıkları pay, birincil ve nihai enerji tüketimleri incelenmiştir.

Çizelge 8.3. Model 1 için ülkelerin SE skorları ve referansları

	Yıl	2017	2017 yılı için karşılaştırmalar
	Ülkeler	Skor(%)	Çiftler ve ağırlıkları
1	Belçika	38,01%	18 (1,00)
2	Bulgaristan	89,71%	18 (0,17) 23 (0,83)
3	Çek Cumhuriyeti	49,44%	18 (0,91) 23 (0,09)
4	Danimarka	63,68%	12 (0,64) 18 (0,36)
5	Almanya	45,49%	18 (1,00)
6	İrlanda	56,69%	12 (0,12) 18 (0,88)
7	Yunanistan	77,62%	12 (0,03) 18 (0,96) 23 (0,01)
8	İspanya	65,18%	18 (1,00)
9	Fransa	52,99%	18 (1,00)
10	Hırvatistan	99,20%	12 (0,68) 18 (0,32)
11	İtalya	66,91%	18 (1,00)
12	Litvanya	big	10
13	Macaristan	66,32%	12 (0,01) 18 (0,99)
14	Hollanda	43,54%	18 (1,00)
15	Avusturya	48,62%	12 (0,32) 18 (0,68)
16	Polonya	63,25%	18 (1,00)
17	Portekiz	81,18%	12 (0,16) 18 (0,70) 23 (0,14)
18	Romanya	114,81%	19
19	Slovakya	60,47%	12 (0,05) 18 (0,68) 23 (0,26)
20	Finlandiya	37,29%	12 (0,74) 23 (0,26)
21	İsveç	46,18%	12 (0,41) 23 (0,59)
22	İngiltere	61,20%	18 (1,00)
23	Sırbistan	106,20%	7
24	Türkiye	90,20%	18 (1,00)

Çizelge 8.3’de etkin ülkelere ait SE skorları yer almaktadır. SE skoru %100’ün üzerinde olan ülkeler süper etkin ülkeyi ifade etmektedir. Bu sonuçlara göre Türkiye etkin olmayan bir ülkedir. Türkiye’nin referans ülkesi Romanya olup, süper etkin ülkeler Sırbistan, Romanya ve Litvanya’dır.

Romanya rüzgar şartlarının elverişli olduğu ve yüksek rüzgar gücüne sahip bir ülkedir. Birçok Avrupalı enerji üreticisi Romanya’ya bir milyar Euro’dan fazla rüzgar enerjisi yatırımı yapmıştır. Romanya, 600 MW gücünde rüzgar enerjisi üretim tesisleri ile Avrupa kıtasının en büyük rüzgar enerjisi tesislerine sahip olup, güçlü rüzgar gücü ve geniş kapsamlı devlet teşvikleri ile rüzgar enerjisi alanında örnek bir ülke olmayı amaçlamaktadır. Romanya’da bulunan yaklaşık 8 milyon hanenin dörtte birinin elektrik ihtiyacı rüzgar enerjisinden karşılanmaktadır [36].

2017 yılında Kosova ve Romanya, doğal gaz alanındaki işbirliklerini elektrik, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji alanlarını da kapsayan Orta ve Güney Doğu Avrupa Doğal Gaz Bağlantı Girişimi’ni tamamlayan mutabakat anlaşmasını imzalamıştır. Antlaşmada gaz, enerji ve enerji verimliliği konuları ön plana çıkmıştır. Antlaşmada aşağıda yer alan maddeler aşağıdaki gibidir;

- Elektrik enerjisinin müşterilere ucuz ve güvenli bir biçimde iletilebilmek amacıyla elektriksel altyapının iyileştirilmesi,
- Güneydoğu Avrupa’da rekabete dayalı bir pazarın geliştirilmesi ve bölgesel pazarın sisteme dahil edilmesi,
- Enerji kaynaklarının güvenliğini, arz güvenliğini arttırmak ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için yenilenebilir enerjiye ilişkin yatırımların artırılması hedeflenmektedir.

Kosova Cumhuriyeti Ekonomik Kalkınma Bakanı Valdrin Lluca yapmış olduğu açıklamada, iki ülkenin enerji iş birliğine doğal gaza ilave olarak elektriğin de dahil edilmesi gerektiğini vurgulamıştır [37].

Litvanya hükümeti yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimine önem vermektedir. Litvanya Enerji Bakanlığı tarafından görevlendirilen Klaipda Üniversitesi Deniz Araştırma Enstitüsü’nden bilim insanları, Baltık Denizi’nde offshore rüzgar gelişimi üzerine kapsamlı bir çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada bilim insanları rüzgar çiftliklerinin geliştirilmesi

ve işletilmesi için uygun deniz alanları belirleyerek, 200, 300, 400 ve 500 MW gücünde kapasiteye sahip rüzgar santralleri geliştirmek için önerilerde bulunmuşlardır. Litvanya Enerji Ajansı (LEA) yapılan araştırma ve modelleme sonuçlarını içeren stratejik bir plan hazırlayacaktır. Çalışma sonuçları LEA uzmanlarına karasal elektrik iletim şebekelerine bağlanmak için bir uygunluk çalışması yapmalarına ve açık deniz rüzgarının gelişiminin fayda maliyet analizi yapabilmelerine katkı sağlayacaktır. 2030 yılına kadar rüzgar santrallerinin Baltık Denizinde elektrik üretmesi planlanmaktadır [38].

Çizelge 8.4’de görüldüğü üzere Türkiye ve etkin olmayan diğer ülkelerinde, etkin konuma gelebilmeleri için, girdilerdeki fazlalıklarını azaltılıp çıktı değerlerini artırmaları gerekmektedir.

Çizelge 8.4. Model 1 için ülkelerin girdi çıktı aylak değerleri (2017)

	Aylak değerler	Girdilerdeki fazlalıklar		Çıktılardaki eksiklikler
	ÜLKELER	CF {I}	CI {I}	CM {O}
1	Belçika	1,99	2,68	-0,45
2	Bulgaristan	0,14	0,55	-0,01
3	Çek Cumhuriyeti	1,21	2,10	0,00
4	Danimarka	0,92	1,12	-0,04
5	Almanya	1,47	1,97	-1,06
6	İrlanda	1,18	1,31	0,04
7	Yunanistan	0,35	0,48	0,02
8	İspanya	0,63	1,06	-0,87
9	Fransa	1,05	1,94	-1,00
10	Hırvatistan	0,02	0,02	-0,01
11	İtalya	0,72	0,81	-0,94
12	Litvanya	0,00	0,00	0,00
13	Macaristan	0,70	0,84	0,04
14	Hollanda	1,76	2,13	-0,86
15	Avusturya	1,84	1,90	-0,04
16	Polonya	0,69	0,97	-0,96
17	Portekiz	0,30	0,41	0,00
18	Romanya	0,00	0,00	0,00
19	Slovakya	0,82	1,19	0,04
20	Finlandiya	2,86	3,63	-0,01
21	İsveç	1,75	2,49	0,01
22	İngiltere	0,84	1,04	-1,09
23	Sırbistan	0,00	0,00	0,00
24	Türkiye	0,16	0,18	-1,08

Model 1 *SE* skorları incelendiğinde Türkiye'nin çıktılardaki eksikliklerini tamamlayabilmek amacıyla brüt nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payının artırılması gerekmektedir. Türkiye'de elektrik tüketimindeki yenilenebilir enerji payının artırabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretilmesine imkan sağlayan santrallerin sayılarının arttırılması ve yatırımcılara devlet tarafından destek verilmesini içeren politikaların üretilmesi gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üreten santrallerde yerli ve milli teknolojiler kullanılarak enerji üretilmesi sağlanmalıdır. Söz konusu politikalar ekonomik kalkınmaya destek sağlayıp, yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminin de artırılmasına katkıda bulunacaktır. Türkiye'de enerji üretiminde güneş, rüzgar, hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına ek olarak dalga enerjisinden de yararlanılması yenilebilir enerji kaynaklarından enerji üretimini artıracaktır. Özellikle dalga yoğunluğu fazla olan Karadeniz bölgesinde dalga enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üretimi üzerine çalışmalar yapılması faydalı olacaktır.

Organize sanayi bölgelerinde yer alan fabrikaların enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında fabrika çatılarına güneş panellerinin montaj edilmesi gibi uygulamaların arttırılması, sanayi tesislerinin enerji taleplerinin karşılamasına ve enerjilerini daha verimli kullanılmasına imkan sağlayacaktır. Bu sayede sanayici ürettiği enerjinin fazlasını bulunduğu bölgedeki elektrik dağıtım şirketine satabilecektir. Bu durum sanayicilere ekonomik katkı sağlayıp, daha fazla istihdam yaratmalarına ve üretim kapasitelerini arttırmalarına imkan sağlayacaktır.

Türkiye'de tüketilen elektrik enerjisinin önemli bir bölümü hidroelektrik santrallerden karşılanmaktadır. Türkiye'nin teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyeli 216 milyar kWh ve ekonomik hidroelektrik potansiyeli 140 milyar kWh/yıldır [8]. Türkiye'nin ekonomik hidroelektrik potansiyeli teorik hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık üçte biridir. Ekonomik hidroelektrik potansiyelinin artırılması ile yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla elektrik enerjisi üretilebilecektir.

Çizelge 8.5. Model 1 için ülkelerin *tfvd* değerleri

MODEL 1 (tfvd değerleri)			
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	Genel Ortalama
Belçika	0,947	0,93	0,9385
Bulgaristan	1,03	0,984	1,007
Çek Cumhuriyeti	1,029	1,036	1,0325
Danimarka	0,927	0,988	0,9575
Almanya	0,951	1,011	0,981
İrlanda	0,886	1,017	0,9515
Yunanistan	0,927	1,028	0,9775
İspanya	0,996	0,968	0,982
Fransa	1	0,967	0,9835
Hırvatistan	1,086	1,036	1,061
İtalya	0,962	1	0,981
Litvanya	1,017	1,066	1,0415
Macaristan	1,106	1,037	1,0715
Hollanda	0,9	0,978	0,939
Avusturya	1,041	0,997	1,019
Polonya	1,069	1,141	1,105
Portekiz	1,033	0,995	1,014
Romanya	1,079	0,994	1,0365
Slovakya	1,118	1,114	1,116
Finlandiya	0,952	1,044	0,998
İsveç	0,991	1,025	1,008
İngiltere	0,915	0,938	0,9265
Sırbistan	1,032	1,11	1,071
Türkiye	1,098	1,017	1,0575
Genel Ortalama	1,00	1,02	1,01

Çizelge 8.6. Model 1 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri

MODEL 1 (ed ve td değişimi)				
Değişim Türü	Etkinlik değişimi (ed)		Teknolojik değişim (td)	
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
Belçika	0,922	0,868	1,027	1,072
Bulgaristan	1,002	0,918	1,028	1,072
Çek Cumhuriyeti	1,001	0,967	1,028	1,071
Danimarka	0,902	0,922	1,027	1,071

Çizelge 8.6. (devam) Model 1 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri

MODEL 1 (ed ve td değişimi)				
Almanya	0,926	0,944	1,027	1,071
İrlanda	0,861	0,949	1,029	1,072
Yunanistan	0,902	0,958	1,028	1,073
İspanya	0,969	0,902	1,028	1,073
Fransa	0,973	0,902	1,028	1,072
Hırvatistan	1,056	0,966	1,028	1,072
İtalya	0,936	0,933	1,028	1,072
Litvanya	1,000	1,000	1,017	1,066
Macaristan	1,076	0,967	1,028	1,072
Hollanda	0,876	0,912	1,027	1,072
Avusturya	1,035	0,942	1,006	1,059
Polonya	1,039	1,064	1,029	1,073
Portekiz	1,005	0,928	1,027	1,072
Romanya	1,050	0,927	1,028	1,072
Slovakya	1,088	1,039	1,027	1,072
Finlandiya	0,927	0,974	1,027	1,072
İsveç	0,964	0,956	1,028	1,072
İngiltere	0,891	0,875	1,027	1,072
Sırbistan	1,004	1,036	1,028	1,071
Türkiye	1,069	0,949	1,027	1,072
Genel Ortalama	0,978	0,950	1,026	1,071

Çizelge 8.5’de görüldüğü üzere, Slovakya %11,6 değeriyle en çok gelişme gösteren ülke olup, Türkiye ise genel ortalama değerinin üzerinde bir ilerleme kaydetmiştir. Belçika, Danimarka, Almanya, İrlanda, Yunanistan, İspanya, Fransa, İtalya, Hollanda, Finlandiya ve İngiltere’nin toplam faktör verimliliğinde gerileme olmuştur.

Çizelge 8.6’da ülkelerin *ed* ve *td* değerleri yer almakta olup, genel ortalama sonuçlarına göre ülkelerin *ed* değerleri 2015-2016 yıllarında %2,2, 2016-2017 yılları arasında ise %5 oranında gerilemiştir. Ülkelerin *td* değerleri ise 2015-2017 yılları arasında ilerleme göstermiştir. Slovakya’nın toplam faktör verimliliğindeki büyümeyi etkileyen ana değişken *ed* olmuştur.

8.2.2. Model 2 sonuçları

Enerji üretim ve verimlilik etkinliği olan Model 2’de brüt nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payının enerji üretimi ve verimliliği üzerine olan etkisi incelenmiştir. Model 2’de 25 Avrupa ülkesinin *SE* skorları, girdi-çıktı aylak değerleri, toplam faktör verimliliği, etkinlik ve teknolojik değişimleri incelenmiştir.

Çizelge 8.7. Model 2 için ülkelerin *SE* skorları ve referansları

		2017	2017 yılı için karşılaştırmalar
	Ülkeler	Skor(%)	Çiftler ve ağırlıkları
1	Belçika	big	1
2	Bulgaristan	111,80%	5
3	Çek Cumhuriyeti	102,79%	1
4	Danimarka	147,94%	3
5	Almanya	142,55%	0
6	Estonya	big	1
7	Yunanistan	105,89%	6
8	İspanya	99,59%	7 (0,09) 9 (0,44) 15 (0,02) 21 (0,02) 25 (0,42)
9	Fransa	116,35%	4
10	Hırvatistan	87,10%	2 (0,09) 4 (0,19) 7 (0,32) 23 (0,40)
11	İtalya	91,79%	7 (0,05) 9 (0,21) 15 (0,13) 25 (0,61)
12	Letonya	96,65%	20 (0,71) 23 (0,29)
13	Litvanya	82,99%	2 (0,16) 4 (0,29) 20 (0,08) 23 (0,47)
14	Macaristan	88,30%	2 (0,11) 7 (0,56) 9 (0,23) 25 (0,10)
15	Hollanda	165,73%	2
16	Avusturya	82,38%	1 (0,22) 3 (0,48) 4 (0,29) 6 (0,02)
17	Polonya	92,84%	2 (0,02) 7 (0,02) 9 (0,44) 25 (0,53)
18	Portekiz	97,00%	2 (0,17) 7 (0,62) 21 (0,10) 23 (0,11)
19	Romanya	108,51%	0
20	Slovenya	big	2
21	Slovakya	106,41%	2
22	İngiltere	143,06%	0
23	Kuzey Makedonya	191,61%	4
24	Sırbistan	103,67%	0
25	Türkiye	144,05%	4

Çizelge 8.7’de yer alan *SE* skorları tablosuna göre *SE* skoru %100’ün üzerinde olan ülke süper etkin ülke olmaktadır. Türkiye etkin konumda olan bir ülke olup, Polonya, Macaristan,

İtalya ve İspanya'ya referans olmuştur. Diğer süper etkin ülkeler ise Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Almanya, Estonya, Yunanistan, Fransa, Hollanda, Romanya, Slovenya, Slovakya, İngiltere, Sırbistan ve Kuzey Makedonya'dır.

Çizelge 8.8. Model 2 için ülkelerin girdi-çıktı aylak değerleri (2017)

	2017	Girdilerdeki fazlalıklar			Çıktılardaki eksiklikler	
	Aylak Değerler	CC{I}	CF{I}	CM{I}	D{O}	CB{O}
1	Belçika	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Bulgaristan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Çek Cumhuriyeti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Danimarka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Almanya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Estonya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Yunanistan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	İspanya	25,86	0,03	0,01	0,03	0,01
9	Fransa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Hırvatistan	212,53	0,21	0,87	-0,01	0,00
11	İtalya	247,43	0,15	0,02	-0,01	0,00
12	Letonya	63,71	0,15	9,87	-0,38	0,00
13	Litvanya	311,31	0,31	1,56	-0,01	0,00
14	Macaristan	237,58	0,22	0,15	0,00	0,00
15	Hollanda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Avusturya	501,27	0,61	0,62	-0,04	-0,01
17	Polonya	167,72	0,12	0,01	-0,03	0,00
18	Portekiz	42,98	0,10	0,09	0,00	0,00
19	Romanya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Slovenya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Slovakya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	İngiltere	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	Kuzey Makedonya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	Sırbistan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	Türkiye	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 8.8'de yer alan AB ülkelerinin verilere göre etkin olmayan ülkelerin etkin konuma gelebilmeleri için çıktılarıdaki eksikliklerini tamamlamaları ve girdilerdeki fazlalıklarını azaltmaları gerekmektedir.

Çizelge 8.9. Model 2 için ülkelerin *tfvd* değerleri

MODEL 2 (tfvd değerleri)			
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	Genel Ortalama
Belçika	0,988	1,003	1,00
Bulgaristan	0,981	1,034	1,01
Çek Cumhuriyeti	1,022	1,01	1,02
Danimarka	1,037	1,028	1,03
Almanya	1,04	1,013	1,03
Estonya	0,999	0,986	0,99
Yunanistan	1,04	0,993	1,02
İspanya	0,981	1,022	1,00
Fransa	0,998	1,04	1,02
Hırvatistan	1,003	0,986	0,99
İtalya	1,004	0,991	1,00
Letonya	1,018	1,002	1,01
Litvanya	1,03	1,016	1,02
Macaristan	1,009	0,998	1,00
Hollanda	1,05	0,999	1,02
Avusturya	0,995	1,008	1,00
Polonya	1,024	1,015	1,02
Portekiz	0,985	0,998	0,99
Romanya	0,988	1,008	1,00
Slovenya	0,973	1,03	1,00
Slovakya	1,016	1,007	1,01
İngiltere	1,053	1,06	1,06
Kuzey Makedonya	0,935	1,068	1,00
Sırbistan	0,273	3,82	2,05
Türkiye	1,009	0,991	1,00
Genel Ortalama	0,98	1,13	1,05

Çizelge 8.9’da ülkelerin *tfvd* değerleri yer almaktadır. Türkiye etkin bir ülke olup, genel ortalamanın altında yer almıştır. Türkiye’nin 2016-2017 yıllarında toplam faktör verimliliğinde %9 oranında gerileme olmuştur.

Toplam faktör verimliliği değişimde lider ülke Sırbistan’dır. Estonya, Hırvatistan ve Portekiz’in toplam verimliliğinde gerileme olmuştur. İngiltere, Slovakya, Çek Cumhuriyeti,

Danimarka, Almanya, Letonya, Litvanya ve Polonya'nın toplam faktör verimliliği gelişiminde durağanlık görülmektedir.

Çizelge 8.10. Model 2 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri

MODEL 2 (ed ve td değişimi)				
Değişim Türü	Etkinlik değişimi (ed)		Teknolojik değişim (td)	
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
Belçika	0,975	1,001	1,013	1,002
Bulgaristan	1,000	1,000	0,981	1,034
Çek Cumhuriyeti	1,022	0,981	1,000	1,030
Danimarka	1,000	1,000	1,037	1,028
Almanya	1,000	0,983	1,040	1,031
Estonya	1,000	1,000	0,999	0,986
Yunanistan	1,000	0,980	1,040	1,013
İspanya	0,979	0,998	1,002	1,024
Fransa	1,000	1,000	0,998	1,040
Hırvatistan	1,016	0,972	0,987	1,014
İtalya	1,001	0,972	1,003	1,019
Letonya	1,192	0,855	0,854	1,171
Litvanya	1,051	0,991	0,980	1,025
Macaristan	1,004	0,972	1,005	1,027
Hollanda	1,000	1,000	1,050	0,999
Avusturya	0,985	0,986	1,010	1,022
Polonya	1,024	0,985	1,000	1,031
Portekiz	0,978	0,975	1,007	1,024
Romanya	0,992	0,979	0,996	1,030
Slovenya	1,000	1,000	0,973	1,030
Slovakya	1,000	1,000	1,016	1,007
İngiltere	1,000	1,000	1,053	1,060
Kuzey Makedonya	1,000	1,000	0,935	1,068
Sırbistan	0,271	3,724	1,007	1,026
Türkiye	1,015	0,960	0,994	1,032
Genel Ortalama	0,980	1,093	0,999	1,031

Çizelge 8.10'da görüldüğü üzere, 2015-2016 yıllarında tüm ülkelerin *ed* değeri %20 oranında, *td* değeri ise %0,1 oranında gerilemiştir. 2016-2017 yılları arasında ülkelerin *ed* ve *td*

değerlerinde gerileme olmamıştır. 2016-2017 yıllarında en yüksek *ed* değeri Sırbistan'da, *td* değeri ise Letonya'da olmuştur. Sırbistan'nın toplam faktör verimliliğindeki büyümeyi etkileyen ana değişken *ed*'dir.

Toplam faktör verimliliği ve *ed* değerleri değişiminde lider ülke olan Sırbistan yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve madencilik ile ilgili yapılan yatırımları daha iyi hale getirebilmek ve yatırımları artırabilmek için yasal düzenlemeler yapmayı planlanmaktadır. Sırbistan Hükümeti enerji, enerji verimliliği ve madencilikte yürürlükte olan yasalarla ilgili düzenleme yapmayı gündemine almıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgi ayrı bir yasanın yazılması ile ruhsat ve sertifika sorunlarını çözmeyi amaçlanmaktadır. Ayrıca Sırbistan Hükümeti enerji verimliliğini iyileştirebilmek amacıyla Dünya Bankası ile çalışmalar yapmayı planlamaktadır [39]. Söz konusu gelişmeler Sırbistan Hükümetinin enerji verimliliği ve yenilenebilir enerjiye verdiği önemi göstermektedir.

2016 yılı verilerine göre Sırbistan'nın yenilenebilir enerji oranı AB üye ülkelerinin ortalama değerinin üzerindedir. Sırbistan enerji alanında kendisine önemli hedefler belirleyerek, yeterli enerji fiyatlarının oluşturulması ile sürekliliği olan bir yapının oluşmasını hedeflemektedir. Sırbistan Hükümeti Drina, İbar ve Morava nehirlerinde hidroelektrik potansiyellerini daha iyi kullanabilmek adına çalışmalar yapmaktadır. Son yıllarda Sırbistan'da enerji sektörüne yapılan yatırım tutarı 300 milyon avronun üzerine çıkmış olup, yeni yatırımların yapılması düşünülmektedir. Sırbistan rüzgar enerjisi alanında yapılan yatırımlarda Norveç ile birlikte 10. Sırada yer almaktadır [40].

Türkiye enerji verimliliği ve tasarrufunu arttırabilmek adına yasal düzenlemeler yapmıştır. 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununda aşağıda yer alan maddelere yer verilmiştir.

- Enerjinin etkin kullanılması
- Enerji verimliliğinin arttırılması
- Ekonomi üzerinde yük teşkil eden enerji maliyetlerinin azaltılması
- Çevrenin korunması [9]

Enerji Verimliliği Kanunu'nda enerji verimliliğini teşvik edici eylem planları, enerji farkındalığını geliştirecek uygulamalar, eğitim faaliyetleri ve ihlal durumlarına karşı uygulanacak idari yaptırımlar belirtilmiştir.

Kanun kapsamında Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen başlıklar aşağıda yer almaktadır.

- Sanayi kuruluşlarında verimliliğin arttırılmasına yönelik proje destekleri
- Endüstriyel işletmeler ile yapılan anlaşmalar
- Hazine teşvikleri
- Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler'e (KOBİ) yönelik Küçük ve Orta Ölçekli Sanayiye Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB) destekleri [9]

Kanun'da KOBİ'lerin enerji verimliliklerini arttırabilmeleri amacıyla almaları gereken eğitim ve danışmanlık faaliyetleri desteklenmiştir. Kanun'da sanayi tesislerinin enerji verimliliklerini arttırabilmeleri amacıyla yapacakları yatırımlar yatırım teşviki olarak değerlendirilmiştir.

25 Şubat 2012 tarih ve 28215 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Enerji Verimliliği Strateji Belgesinde Türkiye'nin ulusal enerji politikasının öncelikleri aşağıdaki gibidir;

- Enerjinin santrallerde üretilip abonelere dağıtılmasına kadar olan tüm süreçlerde enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik eylem planlarının oluşturulması
- Toplumda enerjiyi verimli kullanma bilincinin geliştirilmesi
- Enerji yoğunluğunun asgari düzeye düşürülmesidir [9].

Bu yasal düzenlemeler Türkiye'nin enerji verimliliğini arttırmasına katkı sağlamıştır.

8.2.3. Model 3 sonuçları

Enerji verimliliği etkinliği olan Model 3'de 25 Avrupa ülkesinin *SE* skorları, girdi-çıktı aylak değerleri, toplam faktör verimliliği, etkinlik ve teknolojik değişimleri incelenmiştir. Model 3'de enerji dengelerinin ve elektrik üretim kapasitelerinin enerji verimliliği üzerine olan etkisi incelenmiştir.

Çizelge 8.11. Model 3 için ülkelerin SE skorları ve referansları

		2017	2017 yılı için karşılaştırmalar
	Ülkeler	Skor(%)	Çiftler ve ağırlıkları
1	Belçika	150,77%	1
2	Bulgaristan	100,21%	1
3	Çek Cumhuriyeti	98,44%	6 (0,59) 7 (0,23) 21 (0,17)
4	Danimarka	97,86%	6 (0,06) 7 (0,94)
5	Almanya	97,22%	6 (0,15) 7 (0,25) 17 (0,61)
6	Estonya	112,45%	5
7	İrlanda	102,92%	10
8	Yunanistan	97,88%	7 (0,37) 20 (0,63)
9	İspanya	95,05%	7 (0,77) 20 (0,23)
10	Fransa	98,78%	6 (0,41) 7 (0,23) 21 (0,36)
11	Hırvatistan	97,11%	2 (0,14) 7 (0,06) 25 (0,80)
12	İtalya	94,81%	7 (0,60) 20 (0,40)
13	Letonya	97,59%	7 (0,40) 20 (0,24) 25 (0,36)
14	Litvanya	87,72%	15 (0,43) 24 (0,04) 25 (0,53)
15	Macaristan	123,76%	2
16	Hollanda	94,33%	1 (0,47) 6 (0,24) 15 (0,29)
17	Avusturya	100,39%	1
18	Polonya	100,98%	0
19	Portekiz	98,11%	7 (0,41) 20 (0,59)
20	Romanya	111,22%	5
21	Slovenya	101,15%	2
22	Slovakya	100,18%	0
23	İsveç	big	0
24	İngiltere	103,32%	1
25	Türkiye	102,84%	3

Çizelge 8.11’de SE skoru %100’ün üzerinde olan ülke süper etkin ülkeyi belirtmekte olup, Türkiye etkin ülke olmuştur. Türkiye’yi referans alan ülkeler Hırvatistan, Letonya ve Litvanya’dır. Süper etkin ülkeler Belçika, Bulgaristan, Estonya, İrlanda, Macaristan, Avusturya, Polonya, Romanya, Slovenya, Slovakya ve İngiltere’dir.

Çizelge 8.12. Model 3 için ülkelerin girdi-çıktı aylak değerleri (2017)

	Aylak Değerler	Girdilerdeki fazlalıklar			Çıktılardaki eksiklikler
	2017	A{I}	B{I}	C{I}	D{O}
1	Belçika	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Bulgaristan	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Çek Cumhuriyeti	100,42	302,29	49,17	0,03
4	Danimarka	74,64	57,44	125,27	-0,01
5	Almanya	71,11	83,49	47,71	-0,04
6	Estonya	0,00	0,00	0,00	0,00
7	İrlanda	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Yunanistan	230,02	42,19	308,91	0,00
9	İspanya	187,67	137,85	361,65	0,00
10	Fransa	44,08	125,02	21,43	0,00
11	Hırvatistan	59,90	89,15	32,49	0,00
12	İtalya	132,46	191,90	114,20	-0,01
13	Letonya	138,34	55,71	37,10	0,00
14	Litvanya	360,36	310,21	131,68	0,00
15	Macaristan	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Hollanda	713,30	245,11	85,14	0,00
17	Avusturya	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Polonya	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Portekiz	128,27	39,69	343,44	0,00
20	Romanya	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Slovenya	0,00	0,00	0,00	0,00
22	Slovakya	0,00	0,00	0,00	0,00
23	İsveç	0,00	0,00	0,00	0,00
24	İngiltere	0,00	0,00	0,00	0,00
25	Türkiye	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 8.12’de görüldüğü üzere, etkin olmayan ülkelerin etkin konuma gelebilmeleri için girdilerdeki fazlalıklarını azaltmaları gerekmektedir.

Çizelge 8.13. Model 3 için ülkelerin *tfvd* değerleri

MODEL 3 (tfvd değerleri)			
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	Genel Ortalama
Belçika	1,015	0,95	0,983
Bulgaristan	0,993	0,998	0,996
Çek Cumhuriyeti	1,035	0,984	1,010
Danimarka	0,996	1,003	1,000
Almanya	1,007	1,003	1,005
Estonya	1,003	0,989	0,996
İrlanda	0,995	1,001	0,998
Yunanistan	1,013	0,995	1,004
İspanya	0,998	1,002	1,000
Fransa	1	1,004	1,002
Hırvatistan	0,997	0,996	0,997
İtalya	1,027	0,999	1,013
Letonya	0,981	0,998	0,990
Litvanya	1,016	0,979	0,998
Macaristan	0,99	0,99	0,990
Hollanda	0,998	0,996	0,997
Avusturya	0,995	1,003	0,999
Polonya	1,008	0,993	1,001
Portekiz	0,999	0,987	0,993
Romanya	0,999	0,996	0,998
Slovenya	1,007	1,01	1,009
Slovakya	1	0,996	0,998
İsveç	1,021	1,011	1,016
İngiltere	1,009	1,001	1,005
Türkiye	0,975	1,004	0,990
Genel Ortalama	1,003	0,996	0,999

Çizelge 8.13.'de ülkelerin *tfvd* değerleri yer almaktadır. Türkiye'nin toplam faktör verimliliği 2015-2016 yıllarında %2,5, 2015-2017 yıllarında ise %1 gerilemiştir. İsveç tüm yıllara ait sonuçlara göre lider ülke olmuştur. Toplam faktör verimliliğinde gerileme olan ülkeler Belçika, Bulgaristan, Estonya, İrlanda, Hırvatistan, Letonya, Litvanya, Macaristan, Hollanda, Avusturya, Portekiz, Romanya ve Slovakya'dır.

Çizelge 8.14. Model 3 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri

MODEL 3 (ed ve td değişimi)				
Değişim Türü	Etkinlik değişimi (ed)		Teknolojik değişim (td)	
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
Belçika	1,030	0,977	0,985	0,972
Bulgaristan	0,993	0,995	1,000	1,003
Çek Cumhuriyeti	1,030	0,975	1,005	1,009
Danimarka	1,009	1,000	0,987	1,003
Almanya	1,006	1,002	1,001	1,001
Estonya	0,996	0,987	1,007	1,002
İrlanda	1,000	1,000	0,995	1,001
Yunanistan	1,027	0,992	0,986	1,003
İspanya	1,012	0,999	0,986	1,003
Fransa	0,996	0,997	1,004	1,007
Hırvatistan	0,997	0,991	1,000	1,005
İtalya	1,028	0,998	0,999	1,001
Letonya	0,986	0,998	0,995	1,000
Litvanya	1,012	0,972	1,004	1,007
Macaristan	1,000	1,000	0,990	0,990
Hollanda	0,991	0,999	1,007	0,997
Avusturya	0,996	1,003	0,999	1,000
Polonya	1,000	1,000	1,008	0,993
Portekiz	1,012	0,984	0,987	1,003
Romanya	0,998	0,995	1,001	1,001
Slovenya	1,002	1,000	1,005	1,010
Slovakya	0,995	0,994	1,005	1,002
İsveç	1,023	1,011	0,998	1,000
İngiltere	1,000	1,000	1,009	1,001
Türkiye	0,973	0,998	1,002	1,006
Genel Ortalama	1,004	0,995	0,999	1,001

Çizelge 8.14, ülkelerin ed ve td değerlerini göstermektedir. İsveç'in toplam faktör verimliliğindeki büyümeyi etkileyen ana faktör *ed*'dir. Türkiye'nin 2015-2016 yılında *ed* değeri %2,7 oranında gerileme olmasına rağmen diğer yıllarda *td* ve *ed* değerleri değişiminde önemli farklılıklar olmamıştır. Türkiye'nin *ed* değeri 2015-2016 yılında genel ortalamanın altında yer almış olup, diğer yıllarda *ed* ve *td* değerleri genel ortalamanın üzerinde olmuştur.

Uluslararası Enerji Ajansı'nın yapmış olduğu çalışmaya göre, İsveç üye ülkeler arasında birincil enerji arzında en düşük fosil yakıt payına ve en düşük karbon yoğunluğuna sahip olan ülkedir. İsveç elde ettiği başarıyı enerji verimliliği, yenilenebilir enerjiye önem veren ve dekarbonizasyonu destekleyen politikalar sayesinde elde etmiştir. 2045 yılına kadar İsveç, net emisyon değerlerini sıfıra indirmeyi planlamakta; 2040 yılına kadar % 100 yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretmeyi hedeflemektedir. İsveç nükleer santrallerini kapatarak yeni reaktör alımında bulunmama kararı almıştır. İsveç ulaştırma sektöründe nihai enerji tüketiminin dörtte birinden daha azına sahip olup, CO_2 ile ilgili emisyonların yüzde ellisinden fazlasını oluşturmaktadır. Hükümet ulaştırma kaynaklı emisyonları 2010 ile 2030 yılları arasında %70 oranında azaltmayı amaçlamaktadır. Ayrıca düşük emisyonlu araçların kullanımını arttırmak amacıyla biyo yakıt kullanımını teşvik edici yeni düzenlemeler yürürlüğe girmiştir [41].

Uluslararası Enerji Ajansı'nın yapmış olduğu çalışmalar neticesinde İsveç, elektrik piyasasının liberalleşmesi, yenilenebilir yakıtlara sahip olması nedeniyle üye ülkeler arasında ön planda yer almaktadır. İsveç tükettiği enerjinin %43'ünü yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaktadır. İsveç söz konusu başarısını Yenilenebilir Enerji Direktifi sayesinde elde etmiştir. İsveç enerji politikalarında çevre duyarlılığı yüksek bir toplum oluşturabilmek amacıyla verimliliği yüksek ve uygun maliyetli enerji üretimini esas alan politikalar benimsemiştir. Söz konusu politikaları uygulayabilmek amacıyla İsveç, Ulusal Enerji Kurumunu kurup; yenilenebilir enerji'nin kullanılmasını artıracak çalışmalar yapmaktadır. Çalışmalar kapsamında yeşil elektrik sertifikaları vermiştir. Hükümetin yeşil sertifikaları alabilmek için elektrik enerjisinin jeotermal, biyo yakıt, rüzgar, dalga enerjisi, güneş ve hidroelektrik santralleri ile üretilmesini zorunlu hale getirmiştir. Söz konusu uygulama ile yeşil sertifika alabilmek için üreticilerin elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeleri zorunlu tutulup, tüketicilerinde elektrik faturalarını ödemeleri ile yeşil sertifikaları edinmeleri zorunlu tutulmuştur. Bu uygulama ile 2002 yılından 2016 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisi 17 TWh'e ulaşmıştır [42].

İsveç rüzgar enerjisi kapasitesini on senede üç katına çıkartmıştır. İsveç 100 MWh gücünde enerji üreten 48 adet rüzgar türbinine sahip Kuzey Avrupa'nın en büyük rüzgar enerjisi santralini Öresund şehrine kurmuştur. Söz konusu elektrik santrali ile yıllık 60 000 meskenin enerji talebi karşılanabilmektedir. Sanayide enerji verimliliği İsveç hükümetinin önemle üzerinde durduğu bir konudur. Hükümet 2005 yılında sanayide enerji verimliliğini arttıracak

bir düzenleme yapmıştır. Program kapsamında belirlenen 180 firmaya enerji yoğunluklarını azaltmaları ve enerjilerini verimli kullanmalarını teşvik etmek amacıyla vergi kolaylığı sağlanmıştır. Program sayesinde 1 TWh gücünde enerji tasarruf edilmiştir [42].

Hükümet enerji verimliliği yüksek binaların oluşmasını sağlamak amacıyla evlerde kalın yalıtım malzemesi kullanılması ve akıllı havalandırma sistemi ile enerji tasarrufunu artırmayı amaçlamıştır. Hükümet 1 Ocak 2008’de AB direktiflerini temel alan bir beyanname yayınlayarak enerjinin verimli kullanılmasını teşvik etmiştir. Hükümet, toplumda enerji tasarrufu bilincini geliştirmeye çalışmaktadır. Belediyeler ve konu hakkında bilgi edinmek isteyen kişiler enerji danışmanları tarafından bilgilendirilmektedir [42].

6.2.4. Model 4 sonuçları

Yenilenebilir enerji etkinliği olan Model 4’de 18 Avrupa ülkesinin SE skorları, girdi-çıktı aylak değerleri, toplam faktör verimliliği, etkinlik ve teknolojik değişimi incelenmiştir. Model 4’de jeotermal, biyogaz ve güneş enerjisinin yenilenebilir kaynaklardan gelen enerji payı üzerine olan etkisi incelenmiştir.

Çizelge 8.15. Model 4 için ülkelerin SE skorları ve referansları

		2017	2017 yılı için karşılaştırmalar
	Ülkeler	Skor(%)	Çiftler ve ağırlıkları
1	Belçika	173,48%	0
2	Bulgaristan	124,63%	2
3	Danimarka	296,22%	0
4	Almanya	57,97%	5 (0,15) 11 (0,39) 17 (0,46)
5	Yunanistan	173,88%	3
6	İspanya	144,38%	0
7	Fransa	76,11%	5 (0,04) 11 (0,50) 15 (0,45) 18 (0,02)
8	Hırvatistan	big	3
9	İtalya	53,96%	11 (0,88) 15 (0,07) 18 (0,04)
10	Macaristan	66,12%	2 (0,08) 8 (0,04) 11 (0,24) 15 (0,64)
11	Hollanda	151,41%	4
12	Avusturya	39,60%	5 (0,26) 8 (0,45) 13 (0,05) 15 (0,20) 16 (0,03)
13	Polonya	160,17%	1
14	Portekiz	74,70%	2 (0,64) 8 (0,11) 15 (0,25)

Çizelge 8.15. (devam) Model 4 için ülkelerin SE skorları ve referansları

		2017	2017 yılı için karşılaştırmalar
	Ülkeler	Skor(%)	Çiftler ve ağırlıkları
15	Romanya	2859,21%	5
16	Slovakya	110,49%	1
17	İngiltere	1117,89%	1
18	Türkiye	254,17%	2

Çizelge 8.15’de SE skoru %100’ün üzerinde olan ülke süper etkin ülkeyi belirtmektedir. SE skorlarına göre en çok gelişme gösteren ülkeler Hırvatistan ve Romanya’dır. Türkiye etkin bir ülke olup, Fransa ve İtalya Türkiye’yi referans almıştır. Süper etkin ülkeler Belçika, Bulgaristan, Danimarka, Yunanistan, İspanya, Hollanda, Polonya, Romanya, Slovakya ve İngiltere’dir.

Çizelge 8.16. Model 4 için ülkelerin girdi-çıktı aylak değerleri (2017)

	Aylak Değerler	Girdilerdeki Fazlalıklar				Çıktılardaki eksiklikler
	2017	BP{I}	BR{I}	BS{I}	BT{I}	P{O}
1	Belçika	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Bulgaristan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Danimarka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Almanya	54,68	143,06	2653,70	2811,45	-0,26
5	Yunanistan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	İspanya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Fransa	54,02	22,78	1566,04	132,20	-0,57
8	Hırvatistan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	İtalya	3487,72	67,87	2907,68	607,84	-0,13
10	Macaristan	449,79	17,06	3435,13	131,73	0,00
11	Hollanda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Avusturya	103,81	523,00	13312,33	718,25	0,04
13	Polonya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Portekiz	645,80	254,03	2491,51	88,59	0,01
15	Romanya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Slovakya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	İngiltere	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Türkiye	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 8.16’da görüldüğü üzere, etkin olmayan ülkelerin etkin konuma gelebilmeleri için girdilerdeki fazlalıkları giderip, çıktılarıdaki eksikliklerini tamamlamaları gerekmektedir.

Çizelge 8.17. Model 4 için ülkelerin *tfvd* değerleri

MODEL 4 (tfvd değerleri)			
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	Genel Ortalama
Belçika	0,924	15,921	8,423
Bulgaristan	0,957	7,950	4,454
Danimarka	0,775	23,346	12,061
Almanya	0,965	7,986	4,476
Yunanistan	0,929	9,710	5,320
İspanya	0,986	11,798	6,392
Fransa	0,978	5,935	3,457
Hırvatistan	1,138	12,379	6,759
İtalya	1,033	1,246	1,140
Macaristan	1,085	4,149	2,617
Hollanda	0,932	4,566	2,749
Avusturya	1,024	11,415	6,220
Polonya	1,029	13,985	7,507
Portekiz	1,056	3,339	2,198
Romanya	1,230	5,963	3,597
Slovakya	1,161	10,720	5,941
İngiltere	0,940	20,775	10,858
Türkiye	0,922	0,835	0,879
Genel Ortalama	1,004	9,557	5,280

Çizelge 8.17.’de ülkelerin *tfvd* değerleri yer almaktadır. Bu çizelge sonuçlarına göre Türkiye genel ortalamasının altında yer almaktadır. Türkiye’nin toplam faktör verimliliğinde 2015-2016 yıllarında %7,8, 2016-2017 yıllarında ise %16,5 oranında gerileme olmuştur. Genel ortalama sonuçlarına göre Türkiye’nin toplam faktör verimliliğinde %12 oranında gerileme görülmektedir. Tüm yıllara ait sonuçlar değerlendirildiğinde, Danimarka lider ülke olmuş; Bulgaristan, Almanya, Fransa, İtalya, Macaristan, Hollanda, Portekiz ve Romanya’nın toplam faktör verimliliğinde ilerleme olmasına rağmen bu ülkeler genel ortalamasının altında yer almışlardır. Çizelge 8.17’ye göre, AB ülkeleri arasında sadece Türkiye’nin toplam faktör verimliliğinde gerileme görülmüştür.

Danimarka sahip olduğu açık deniz rüzgar çiftlikleri ile toplam enerji ihtiyacının yarısından fazlasını rüzgar enerjisinden karşılamaktadır. Danimarka'nın rüzgar enerjisi kurulu gücü 1300 MW olup, rüzgar enerjisi kurulu gücüne göre dünyanın ilk üç ülkesi içerisinde yer almaktadır. Aynı zamanda Danimarka rüzgar enerjisi piyasasında dünyanın önemli rüzgar türbini üretim firmalarına sahiptir. Bu durum Danimarka'nın ekonomisine katkı sağlamaktadır. Danimarka rüzgar türbini ihraç edebilmekte ve bu alanda istihdam sağlamaktadır. Danimarka'da rüzgar enerjisi yatırımlarının fazla olmasında açık deniz ve karasal rüzgar gücünün yüksek olması, rüzgar güllerinin verim alınabilecek noktalara yerleştirilmesi, uzun bir kıyı şeridine sahip olması ve denizin derin olmaması avantaj sağlamaktadır. Türkiye'nin 11 000 MW gücünde deniz üstü rüzgar enerjisi potansiyeline sahip olduğu tahmin edilmektedir. Ancak, Türkiye'de faaliyet halinde olan deniz üstü rüzgar enerjisi santrali bulunmamaktadır. Bozcaada ve Antakya Körfezinde fizibilite çalışmaları yapılmasına rağmen uygulamaya geçilmemiştir. Türkiye'de deniz üstü rüzgar santrallerinin kurulumu ve işletilmesi ile ilgili yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. Türkiye'nin sahip olduğu rüzgar gücünü etkin kullanabilmesi için bu alanda gerekli yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir [56].

Çizelge 8.18. Model 4 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri

MODEL 4 (ed ve td değişimi)				
Değişim Türü	Etkinlik değişimi (ed)		Teknolojik değişim (td)	
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
Belçika	1,460	0,634	0,633	25,112
Bulgaristan	0,878	0,875	1,090	9,087
Danimarka	1,000	1,000	0,775	23,346
Almanya	0,939	0,283	1,028	28,217
Yunanistan	0,905	0,508	1,027	19,107
İspanya	1,003	0,755	0,983	15,626
Fransa	0,953	4,080	1,027	1,455
Hırvatistan	1,000	1,000	1,138	12,379
İtalya	1,007	0,075	1,026	16,505
Macaristan	0,987	0,364	1,099	11,403
Hollanda	0,908	0,253	1,026	18,072
Avusturya	0,996	0,763	1,028	14,958
Polonya	1,044	1,010	0,986	13,847

Çizelge 8.18. (devam) Model 4 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri

MODEL 4 (ed ve td değişimi)				
Değişim Türü	Etkinlik değişimi (ed)		Teknolojik değişim (td)	
Portekiz	0,816	0,441	1,294	7,575
Romanya	1,000	1,000	1,230	5,963
Slovakya	1,047	0,936	1,109	11,451
İngiltere	1,000	1,000	0,940	20,775
Türkiye	0,897	0,163	1,028	5,137
Genel Ortalama	0,991	0,841	1,026	14,445

Çizelge 8.18’de ülkelerin *ed* ve *td* değerleri görülmektedir. Bu çizelgede Fransa’nın toplam faktör verimliliğinin ilerlemesini etkileyen ana faktörün *ed* olduğu; Almanya’nın toplam faktör verimliliğinde olan ilerlemenin *td* değişiminden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Danimarka’nın toplam faktör verimliliğinde olan ilerleme *td* değişiminden kaynaklanmaktadır.

Türkiye’nin 2015-16 yıllarında etkinlik değişiminde %10, 2016-2017 yıllarında ise %84 oranında gerileme, 2015-2017 yıllarında ise teknolojik değişiminde ilerleme olmuştur.

2015-2017 yılları için Türkiye’nin etkinlik değişimi ve 2016-2017 yıllarında teknolojik değişimi genel ortalamanın altında yer almıştır. 2015-2016 yıllarındaki teknolojik değişim ise genel ortalama değerinin üzerinde olmuştur. Türkiye’nin toplam faktör verimliliğinin %12 oranında azalması etkinlik değişimindeki gerilemeden kaynaklanmaktadır.

Hırvatistan hükümeti yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji üretimine odaklanmıştır. Hükümetin enerji hedefleri arasında 2050 yılına kadar enerji üretimindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payının %90 seviyelerine çıkarılması yer almaktadır. Ülkenin yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidroelektrik ve jeotermal enerji kaynaklarının yer almasını planlamaktadır. Ayrıca, hükümet jeotermal enerji kaynakları dışında yenilenebilir enerji kaynaklarında yatırım yapabilmek için devlet teşvikine ihtiyaç olmayacak modeller üzerine çalışmaktadır. Hırvatistan son on senede rüzgar enerjisi santrallerine yatırım yapmasına rağmen, güneş enerjisinden elektrik üretimi miktarını da artırmayı planlamaktadır. Hırvatistan 2017 yılı Avrupa Birliği verilerine göre

elektrik ihtiyacının %30'unu hidroelektrik santrallerinden karşılayarak; yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini üç katına çıkartmayı amaçlamaktadır [43].

8.2.5. Model 5 sonuçları

Sera gazı emisyonu etkinliği olan Model 5'de 22 Avrupa ülkesinin SE skorları, girdi-çıktı aylak değerleri, toplam faktör verimliliği, etkinlik ve teknolojik değişimi incelenmiştir. Model 5'de birincil ve nihai enerji tüketimi, enerji tüketim yoğunluğu, kaynak verimliliği, madencilik, imalat, gaz, elektrik, buhar değişkenlerinden yararlanılarak model incelenmiştir.

Çizelge 8.19. Model 5 için ülkelerin SE skorları ve referansları

		2017	2017 yılı için karşılaştırmalar
	Ülkeler	Skor(%)	Çiftler ve ağırlıkları
1	Belçika	69,94%	9 (0,20) 11 (0,63) 22 (0,17)
2	Bulgaristan	108,37%	2
3	Çek Cumhuriyeti	56,06%	9 (0,29) 17 (0,55) 22 (0,16)
4	Danimarka	big	1
5	Almanya	48,53%	17 (0,39) 22 (0,61)
6	Yunanistan	94,86%	2 (0,10) 9 (0,17) 16 (0,30) 17 (0,05) 22 (0,37)
7	İspanya	70,15%	17 (0,44) 22 (0,56)
8	Fransa	58,92%	17 (0,18) 22 (0,82)
9	Hırvatistan	big	10
10	İtalya	70,47%	17 (0,51) 22 (0,49)
11	Litvanya	big	7
12	Macaristan	74,38%	9 (0,17) 11 (0,06) 16 (0,07) 17 (0,26) 22 (0,44)
13	Hollanda	59,22%	9 (0,55) 11 (0,44) 22 (0,02)
14	Avusturya	61,41%	9 (0,42) 11 (0,32) 22 (0,25)
15	Polonya	65,99%	17 (0,68) 22 (0,32)
16	Portekiz	100,78%	2
17	Romanya	116,17%	9
18	Slovakya	80,66%	2 (0,08) 9 (0,03) 11 (0,56) 22 (0,33)
19	Finlandiya	62,20%	9 (0,36) 11 (0,50) 22 (0,14)
20	İsveç	56,39%	4 (0,01) 9 (0,25) 11 (0,26) 22 (0,48)
21	İngiltere	64,45%	9 (0,02) 17 (0,53) 22 (0,45)
22	Türkiye	3185050210,76%	15

Çizelge 8.19’da yer alan *SE* skorları tablosuna göre *SE* skoru %100’ün üzerinde olan ülke süper etkin ülke olmaktadır. Türkiye etkin konumda olan bir ülke olup, 15 ülkeye referans ülke olmuştur. Bu ülkeler, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Almanya, Yunanistan, İspanya, Fransa, İtalya, Macaristan, Hollanda, Avusturya, Polonya, Slovakya, Finlandiya, İsveç ve İngiltere’dir.

Çizelge 8.20. Model 5 için ülkelerin girdi aylak değerleri (2017)

	Aylak Değerler		Girdilerdeki fazlalıklar				
	2017	CF{I}	CI{I}	CU{I}	CV{I}	CY{I}	CZ{I}
1	Belçika	1,44	2,27	1896745,08	11634,26	1555186,92	852375,14
2	Bulgaristan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Çek Cum.	1,06	2,01	5021491,41	318388,75	727987,94	3582680,40
4	Danimarka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Almanya	1,37	1,86	6729695,45	21975,57	1625858,79	3320192,39
6	Yunanistan	0,09	0,13	2760336,62	2625,03	424733,36	2033437,78
7	İspanya	0,54	0,96	3171103,53	10245,89	1162200,45	822905,78
8	Fransa	0,92	1,79	2903140,96	6574,46	1119747,60	238264,76
9	Hırvatistan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	İtalya	0,64	0,73	2533400,61	11573,45	830425,75	789071,19
11	Litvanya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Macaristan	0,48	0,64	1762943,24	12359,43	478768,34	586027,05
13	Hollanda	1,19	1,70	4300449,08	45059,23	1207904,25	2115765,85
14	Avusturya	1,61	1,72	2098017,78	40197,35	2139374,45	348260,68
15	Polonya	0,63	0,91	5313644,31	19223,93	846024,68	3095125,02
16	Portekiz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Romanya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Slovakya	0,40	0,89	1382694,49	1971,96	1834701,12	351667,07
19	Finlandiya	2,84	3,71	3700109,00	27048,77	778857,09	2283404,88
20	İsveç	1,68	2,65	1850663,60	147721,88	573307,62	279673,43
21	İngiltere	0,76	0,95	2819656,84	260220,78	498249,13	394716,04
22	Türkiye	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 8.21. Model 5 için ülkelerin çıktı aylak değerleri (2017)

	Aylak Değerler		Çıktılardaki eksiklikler	
	2017	CO{O}	CR{O}	DS{O}
1	Belçika	-6,29	-19,97	0,00
2	Bulgaristan	0,00	0,00	0,00
3	Çek Cum.	-0,94	-1,55	0,00
4	Danimarka	0,00	0,00	0,00
5	Almanya	-1,72	-1,21	-0,04
6	Yunanistan	0,13	-0,73	0,00
7	İspanya	-0,02	-0,67	0,00
8	Fransa	-1,41	-0,45	-0,04
9	Hırvatistan	0,00	0,00	0,00
10	İtalya	-1,17	-1,35	0,00
11	Litvanya	0,00	0,00	0,00
12	Macaristan	0,02	0,08	-0,03
13	Hollanda	-11,25	-22,23	0,00
14	Avusturya	-1,49	-11,12	0,00
15	Polonya	-0,34	-0,86	-0,03
16	Portekiz	0,00	0,00	0,00
17	Romanya	0,00	0,00	0,00
18	Slovakya	0,05	-7,13	0,00
19	Finlandiya	-0,01	-12,64	-0,03
20	İsveç	-2,20	-8,41	0,00
21	İngiltere	-1,86	-1,90	0,00
22	Türkiye	0,00	0,00	0,00

Çizelge 8.20. ve Çizelge 8.21.'de görüldüğü üzere, etkin olmayan ülkelerin etkin konuma gelebilmeleri için girdilerdeki fazlalıkları giderip, çıktılarıdaki eksikliklerini tamamlamaları gerekmektedir.

Sera gazı emisyonu ve temel enerji parametreleriyle kurulan bu modelde elde edilen sonuçlar, Türkiye'nin AB üyesi ülkelerden önde olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin elde ettiği sonuçlar AB üyelik müzakerelerinde Türkiye adına olumlu bir gelişme olup, enerji alanında Türkiye'nin Avrupa ülkeleri arasındaki konumunu güçlendirmektedir.

Çizelge 8.22. Model 5 için ülkelerin *tfvd* değerleri (2017)

MODEL 5 (tfvd değerleri)			
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	Genel Ortalama
Belçika	1,030	0,939	0,985
Bulgaristan	1,004	1,042	1,023
Çek Cumhuriyeti	0,920	1,020	0,970
Danimarka	0,959	1,079	1,019
Almanya	1,010	0,993	1,002
Yunanistan	0,968	1,065	1,017
İspanya	1,040	0,951	0,996
Fransa	1,271	0,809	1,040
Hırvatistan	1,027	0,949	0,988
İtalya	0,994	0,792	0,893
Litvanya	0,997	0,959	0,978
Macaristan	1,083	1,013	1,048
Hollanda	0,929	0,838	0,884
Avusturya	1,076	0,939	1,008
Polonya	1,094	0,990	1,042
Portekiz	1,068	0,968	1,018
Romanya	1,068	1,035	1,052
Slovakya	1,034	1,003	1,019
Finlandiya	0,999	0,960	0,980
İsveç	0,984	1,019	1,002
İngiltere	0,966	1,105	1,036
Türkiye	0,0002	0,979	0,490
Genel ortalama	0,978	0,975	0,977

Çizelge 8.22.'de ülkelerin *tfvd* değerleri yer almaktadır. Türkiye'nin toplam faktör verimliliği %51 oranında gerilemiş olup, genel ortalama değerinin altında yer almaktadır. 2015-2017 yılları arasında AB ülkelerinin toplam faktör verimliliği %23 oranında gerilemiştir. Toplam faktör verimliliğinde en çok ilerleme gösteren ülke Romanya olmuştur. Belçika, Çek Cumhuriyeti, İspanya, Hırvatistan, İtalya, Litvanya, Hollanda, Finlandiya'nın toplam faktör verimliliğinde gerileme; Bulgaristan, Danimarka, Almanya, Yunanistan, Fransa, Avusturya, Polonya, Portekiz, Macaristan, Slovakya, İsveç ve İngiltere'nin ilerleme olmuştur.

Çizelge 8.23. Model 5 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri

MODEL 5 (ed ve td değişimi)				
Değişim Türü	Etkinlik değişimi (ed)		Teknolojik değişim (td)	
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
Belçika	1,224	0,910	0,842	1,031
Bulgaristan	1,008	1,121	0,996	0,930
Çek Cumhuriyeti	0,870	1,073	1,057	0,951
Danimarka	1,000	1,000	0,959	1,079
Almanya	1,028	1,084	0,982	0,916
Yunanistan	0,954	1,143	1,015	0,932
İspanya	1,067	0,938	0,975	1,014
Fransa	1,787	0,798	0,711	1,014
Hırvatistan	1,000	1,000	1,027	0,949
İtalya	1,075	0,797	0,925	0,994
Litvanya	1,000	1,000	0,997	0,959
Macaristan	1,126	1,095	0,962	0,925
Hollanda	0,882	0,864	1,053	0,970
Avusturya	1,295	0,953	0,831	0,985
Polonya	1,054	0,991	1,038	0,999
Portekiz	1,053	0,939	1,014	1,031
Romanya	1,009	0,993	1,058	1,042
Slovakya	1,054	0,946	0,981	1,060
Finlandiya	1,137	1,033	0,879	0,929
İsveç	1,441	1,062	0,683	0,960
İngiltere	0,947	1,188	1,020	0,930
Türkiye	0,283	0,927	0,001	1,056
Genel Ortalama	1,059	0,993	0,909	0,984

Çizelge 5 ülkelerin *ed* ve *td* değerlerini göstermekte olup, Romanya'nın toplam faktör verimliliğindeki büyümeyi etkileyen ana değişken *td*'dir. Türkiye'nin *ed* değeri 2015-2017 yılları arasında ve *td* değeri ise 2015-2016 yılları arasında genel ortalamanın altında yer almış olup, 2016-2017 yılları arasında ise genel ortalamanın üzerindedir.

1997 yılında küresel iklim değişikliğinin yarattığı tahribatı önleyebilmek ve sera gazlarının olumsuz etkilerini en aza indirebilmek amacıyla Kyoto Protokolü imzalanmıştır. Kyoto

Protokolü, Protokolü imzalayan ülkelere sera gazı emisyonu değerlerini belirlenmiş değerlere getirme zorunluluğu getirmiştir. Çizelge 8.24 'de görüldüğü üzere Avrupa ülkeleri sera gazı emisyonu değerlerini düşürebilmek ve Protokol'de belirlenen hedeflere ulaşabilmek amacıyla, enerji politikaları geliştirmiş ve belirlenen hedeflere ulaşmıştır. Çizelge 8.24'de Dünya genelinde 2000-2013 yılları arasında fosil yakıtlardan kaynaklı CO₂ emisyonu %38 oranında artmıştır. Fosil yakıtlardan kaynaklı CO₂ emisyonu Türkiye'de %41 oranında artış göstermiştir. Dünya'ya ait verilerin sera gazı emisyonlarının fosil yakıtlar arasındaki dağılımında, kömür yakılmasından kaynaklı CO₂ emisyonu değerinin en yüksek değer olduğu görülmektedir. Türkiye'nin kömürden kaynaklı emisyonunda dünya ortalamasının %50'si kadar, doğalgazdan kaynaklı emisyonunda ise dünya ortalamasının beş katından fazla artış gösterdiği görülmektedir. Avrupa ülkeleri ise yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili uyguladıkları politikalar sonucunda tüm yakıt türlerinde düşüş sağlamıştır. 2000-2013 yıllarına ait Dünya, Avrupa ve Türkiye'nin emisyon değerleri incelendiğinde Türkiye dünya ortalamasına göre %11 oranında düşüş olmuştur. Ancak Türkiye'nin emisyon faktörü ortalamanın üzerindedir [10].

Çizelge 8.24. Dünya Avrupa ve Türkiye'de 2000-2013 yıllarında üretilen CO₂ emisyonları

Emisyon Kaynakları	Dünya			Avrupa			Türkiye		
	2000	2013	Değişim	2000	2013	Değişim	2000	2013	Değişim
Fosil yakıtlardan kaynaklanan CO ₂ emisyonu (Mt)	23.322	32.190	38%	3158	2771	-12%	201	284	41%
Kömür yakılmasından kaynaklanan CO ₂ emisyonu (Mt)	9133	14809	62%	866	764	-12%	92	120	30%
Doğalgaz yakılmasından kaynaklanan CO ₂ emisyonu (Mt)	4536	6381	40%	769	777	-1%	29	88	203%
Elektrik ve ısı üretiminden kaynaklanan CO ₂ emisyonu (Mt)		13656			938			110	
Emisyon Faktörü (CO ₂ /kWh)	0,533	0,528	-1%				0,621	0,551	-11%

8.2.6. Model 6 sonuçları

İthalat bağımlılığı etkinliği olan Model 6’da 22 Avrupa ülkesinin *SE* skorları, girdi-çıktı aylak değerleri, toplam faktör verimliliği, etkinlik ve teknolojik değişimi incelenmiştir. Model 6’da AB ülkelerinin petrol ve petrol ürünleri ithalatı, doğal gaz ithalatı, elektrik ve türetilmiş ısı ithalatı ve ithalat bağımlılığı incelenmiştir.

Çizelge 8.25. Model 6 için ülkelerin *SE* skorları ve referansları

		2017	2017 yılı için karşılaştırmalar
	Ülkeler	Skor(%)	Çiftler ve ağırlıkları
1	Belçika	52,33%	2 (0,29) 7 (0,45) 16 (0,26)
2	Bulgaristan	136,43%	3
3	Çek Cumhuriyeti	64,04%	10 (0,20) 17 (0,80)
4	Danimarka	97,07%	10 (0,01) 17 (0,48) 20 (0,51)
5	Almanya	43,10%	17 (0,52) 22 (0,48)
6	Estonya	156,20%	0
7	Yunanistan	238,73%	1
8	İspanya	44,18%	2 (0,11) 17 (0,66) 22 (0,23)
9	Fransa	66,15%	17 (0,82) 22 (0,18)
10	Hırvatistan	big	7
11	İtalya	41,10%	10 (0,01) 17 (0,99)
12	Macaristan	87,58%	10 (0,45) 17 (0,55)
13	Hollanda	23,74%	2 (0,44) 17 (0,31) 22 (0,26)
14	Avusturya	57,48%	10 (0,53) 17 (0,47)
15	Polonya	63,74%	17 (0,89) 22 (0,11)
16	Portekiz	224,47%	2
17	Romanya	372,04%	11
18	Slovakya	91,25%	10 (0,88) 16 (0,08) 22 (0,04)
19	Finlandiya	66,47%	10 (0,52) 20 (0,48)
20	İsveç	101,49%	2
21	İngiltere	82,47%	17 (0,91) 22 (0,09)
22	Türkiye	721,05%	7

Çizelge 8.25’de yer alan *SE* skorları tablosuna göre *SE* skoru %100’ün üzerinde olan ülke süper etkin ülke olmaktadır. Türkiye’nin *SE* skorunun yüksek olması enerji ithal eden bir

ülke olduğunu göstermektedir. Türkiye 7 ülkeye referans olmuştur. Bu ülkeler Almanya, İspanya, Fransa, Hollanda, Polonya, Slovakya ve İngiltere'dir.

Çizelge 8.26. Model 6 için ülkelerin girdi çıktı aylak değerleri (2017)

	Aylak değerler		Girdilerdeki fazlalıklar			Çıktılardaki eksiklikler
	2017	HH{I}	HI{I}	HI{I}	HJ{I}	HF{O}
1	Belçika	596,42	1107,30	3292,47	180,50	0,00
2	Bulgaristan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Çek Cumhuriyeti	642,23	704,03	399,02	354,99	0,03
4	Danimarka	1892,63	1,93	53,54	351,22	-0,02
5	Almanya	192,82	1074,43	986,80	363,43	-0,30
6	Estonya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Yunanistan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	İspanya	282,78	494,19	1242,16	233,81	-0,02
9	Fransa	108,10	553,61	896,71	76,81	-0,41
10	Hırvatistan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	İtalya	434,69	1084,91	821,93	179,31	-0,02
12	Macaristan	568,67	1133,88	122,20	73,25	-0,03
13	Hollanda	999,88	2768,22	7896,01	669,90	-0,03
14	Avusturya	1680,00	1326,48	688,19	401,14	0,00
15	Polonya	126,37	283,86	329,31	226,44	-0,14
16	Portekiz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Romanya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Slovakya	243,76	503,98	125,01	652,39	-0,01
19	Finlandiya	1941,53	143,08	1146,25	548,12	0,05
20	İsveç	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	İngiltere	48,55	607,73	741,68	24,94	-0,62
22	Türkiye	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 8.26'da yer alan verilere göre etkin olmayan ülkelerin etkin konuma gelebilmeleri için girdilerdeki fazlalıkları giderip, çıktılardaki eksikliklerini tamamlamaları gerekmektedir.

Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltmak, yerli ve milli enerji politikalarına yön vermek amacıyla geliştirilen Milli Enerji ve Maden Politikasında yer alan hedefler doğrultusunda ilerlemesi gerekmektedir. Türkiye'nin nükleer enerji açılımı olan Akkuyu

Nükleer Enerji Santrali'nin yapılacak olması ve son yıllarda büyük enerji şirketlerinin yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmaya yönelmesi Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı azaltma konusunda olumlu gelişmelerdir. Özellikle TANAP, TürkAkım, Karadeniz'de petrol ve doğalgaz arama çalışmaları, doğalgaz depolama kapasitesinin artırılmasına ilişkin çalışmalar Türkiye'nin doğalgaz ithalatını azaltmaya katkıda bulunacaktır.

Çizelge 8.27. Model 6 için ülkelerin tfvd değerleri

MODEL 6 (tfvd değerleri)			
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	Genel Ortalama
Belçika	0,979	0,751	0,865
Bulgaristan	0,917	0,910	0,914
Çek Cumhuriyeti	0,970	0,869	0,920
Danimarka	0,876	0,995	0,936
Almanya	0,984	0,779	0,882
Estonya	2,201	1,999	2,100
Yunanistan	1,117	1,045	1,081
İspanya	1,148	1,297	1,223
Fransa	1,072	1,697	1,385
Hırvatistan	0,975	1,088	1,032
İtalya	1,016	0,932	0,974
Macaristan	0,986	0,910	0,948
Hollanda	0,816	0,876	0,846
Avusturya	1,037	0,907	0,972
Polonya	0,846	0,949	0,898
Portekiz	1,069	0,771	0,920
Romanya	0,885	2,004	1,445
Slovakya	1,028	0,923	0,976
Finlandiya	0,997	1,044	1,021
İsveç	1,407	1,122	1,265
İngiltere	0,920	0,766	0,843
Türkiye	0,521	0,912	0,717
Genel Ortalama	1,035	1,070	1,053

Çizelge 8.27'de *tfvd* değerleri yer almaktadır. Bu sonuçlara göre Türkiye'nin toplam faktör verimliliği %29 oranında gerileme göstererek, genel ortalamanın altında yer almıştır.

Estonya tüm yıllara ait sonuçlara göre lider ülke olmuştur. Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Almanya, İtalya, Macaristan, Hollanda, Avusturya, Polonya, Portekiz, Slovakya ve İngiltere'nin toplam faktör verimliliğinde gerileme görülmüştür.

Çizelge 8.28. Model 6 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri

MODEL 6 (ed ve td değişimi)				
Değişim Türü	Etkinlik değişimi (ed)		Teknolojik değişim (td)	
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
Belçika	1,100	0,823	0,890	0,912
Bulgaristan	1,000	1,000	0,917	0,910
Çek Cumhuriyeti	1,021	0,907	0,950	0,958
Danimarka	0,669	0,648	1,309	1,536
Almanya	0,951	1,205	1,034	0,647
Estonya	1,379	1,000	1,596	1,999
Yunanistan	1,000	1,000	1,117	1,045
İspanya	1,127	1,887	1,019	0,687
Fransa	1,060	2,472	1,011	0,687
Hırvatistan	1,000	1,000	0,975	1,088
İtalya	1,046	0,999	0,971	0,932
Macaristan	1,105	0,912	0,893	0,998
Hollanda	0,812	1,133	1,005	0,773
Avusturya	1,105	0,937	0,939	0,968
Polonya	0,859	1,052	0,984	0,902
Portekiz	1,000	1,000	1,069	0,771
Romanya	0,820	1,368	1,079	1,465
Slovakya	1,093	0,955	0,941	0,966
Finlandiya	0,793	1,017	1,257	1,026
İsveç	1,075	0,836	1,309	1,343
İngiltere	0,962	1,063	0,957	0,720
Türkiye	0,744	1,343	0,700	0,679
Genel Ortalama	0,987	1,116	1,042	1,001

Çizelge 8.28'de ülkelerin *ed* ve *td* değerlerini göstermekte olup, Estonya'nın toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi etkileyen ana değişken *td*'dir. Türkiye'nin *ed* değeri 2015-2016

yıllarında %26, td değeri ise 2015-2016 yıllarında %30, 2016-2017 yıllarında ise %33 oranında gerilemiştir.

8.2.7. Model 7 Sonuçları

Elektrik fiyat etkinliği olan Model 7’de 21 Avrupa ülkesinin *SE* skorları, girdi-çıktı aylak değerleri, toplam faktör verimliliği, etkinlik ve teknolojik değişimi incelenmiştir. Model 7’de nihai enerji tüketiminde yenilebilir enerjinin payı, petrol ürünleri ve katı fosil yakıt ihracatının elektrik ve gaz fiyatları üzerine olan etkisi incelenmiştir.

Çizelge 8.29. Model 7 için ülkelerin *SE* skorları ve referansları

		2017	2017 yılı için karşılaştırmalar
	Ülkeler	Skor(%)	Çiftler ve ağırlıkları
1	Belçika	120,59%	1
2	Çek Cumhuriyeti	96,16%	4 (0,38) 21 (0,62)
3	Almanya	141,58%	3
4	İrlanda	big	9
5	Yunanistan	116,55%	2
6	İspanya	84,23%	1 (0,01) 3 (0,01) 4 (0,07) 12 (0,06) 21 (0,86)
7	Fransa	415,00%	1
8	Hırvatistan	200,74%	1
9	İtalya	89,20%	3 (0,00) 4 (0,05) 7 (0,00) 20 (0,43) 21 (0,52)
10	Litvanya	2507,79%	1
11	Macaristan	79,34%	4 (0,20) 5 (0,02) 16 (0,44) 21 (0,34)
12	Hollanda	301,77%	1
13	Avusturya	93,65%	4 (0,57) 21 (0,43)
14	Polonya	97,68%	3 (0,17) 4 (0,05) 21 (0,77)
15	Portekiz	169,84%	3
16	Romanya	165,96%	3
17	Slovakya	89,27%	4 (0,42) 5 (0,17) 15 (0,12) 16 (0,29)
18	Finlandiya	34,48%	4 (0,06) 8 (0,04) 15 (0,70) 16 (0,19)
19	İsveç	67,14%	4 (0,63) 10 (0,20) 15 (0,17)
20	İngiltere	120,04%	1
21	Türkiye	334,19%	6

Çizelge 8.29’da yer alan tabloya göre *SE* skoru %100’ün üzerinde olan ülke süper etkin ülke olmaktadır. Türkiye etkin konumda olan bir ülke olup, 6 ülkeye referans ülke olmuştur. Bu ülkeler, Çek Cumhuriyeti, İspanya, İtalya, Macaristan, Avusturya ve Polonya’dır.

Çizelge 8.30. Model 7 için ülkelerin girdi çıktı aylak değerleri (2017)

	Aylak değeler		Girdilerdeki fazlalıklar			Çıktılardaki eksiklikler	
	2017	CF{I}	CM{I}	HB{I}	HC{I}	HL{O}	HM{O}
1	Belçika	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Çek Cumhuriyeti	0,64	0,45	8,06	385,37	-0,01	-0,01
3	Almanya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	İrlanda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Yunanistan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	İspanya	0,25	0,05	60,92	5,47	0,00	-0,02
7	Fransa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Hırvatistan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	İtalya	0,21	0,04	55,77	0,66	0,00	0,01
10	Litvanya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Macaristan	0,39	0,28	65,21	36,81	0,00	0,00
12	Hollanda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Avusturya	1,27	2,37	20,83	1,93	-0,01	0,01
14	Polonya	0,26	0,02	6,42	366,53	0,00	0,02
15	Portekiz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Romanya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Slovakya	0,22	0,22	80,21	11,67	0,00	-0,01
18	Finlandiya	3,00	4,91	1095,21	24,63	0,00	-1,75
19	İsveç	1,07	1,78	813,96	1,24	-0,03	0,00
20	İngiltere	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Türkiye	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 8.30’da yer alan verilere göre etkin olmayan ülkelerin etkin konuma gelebilmeleri için girdilerdeki fazlalıkları giderip, çıktılardaki eksikliklerini tamamlamaları gerekmektedir.

Çizelge 8.31. Model 7 için ülkelerin tfvd değerleri

MODEL 7 (tfvd değerleri)			
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	Genel Ortalama
Belçika	1,064	1,059	1,062
Çek Cumhuriyeti	1,155	0,891	1,023
Almanya	1,158	1,046	1,102
İrlanda	1,172	0,953	1,063
Yunanistan	1,076	1,119	1,098
İspanya	1,032	1,164	1,098
Fransa	0,649	1,166	0,908
Hırvatistan	1,208	1,114	1,161
İtalya	1,070	1,065	1,068
Litvanya	0,932	1,047	0,990
Macaristan	0,927	1,016	0,972
Hollanda	0,637	0,943	0,790
Avusturya	1,024	1,026	1,025
Polonya	0,925	1,233	1,079
Portekiz	1,097	1,037	1,067
Romanya	0,948	0,523	0,736
Slovakya	1,145	1,114	1,130
Finlandiya	0,998	1,037	1,018
İsveç	0,947	1,010	0,979
İngiltere	1,221	1,254	1,238
Türkiye	1,334	1,162	1,248
Genel Ortalama	1,034	1,047	1,040

Çizelge 8.31’de *tfvd* değerleri yer almaktadır. Bu sonuçlara göre Türkiye’nin toplam faktör verimliliği %25 oranında ilerleme göstererek, genel ortalamanın üzerinde yer almıştır. Türkiye tüm yıllara ait sonuçlara göre lider ülke olmuştur. Fransa, Litvanya, Macaristan, Hollanda, Romanya ve İsveç’in toplam faktör verimliliğinde gerileme görülmüştür.

Çizelge 8.32. Model 7 için ülkelerin etkinlik ve teknolojik değişimleri

MODEL 7 (ed ve td değişimi)				
Değişim Türü	Etkinlik değişimi (ed)		Teknolojik değişim (td)	
Ülkeler/Yıllar	2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
Belçika	1,000	1,000	1,064	1,059
Çek Cumhuriyeti	0,845	0,934	1,366	0,954
Almanya	0,985	1,007	1,176	1,039
İrlanda	1,000	1,000	1,172	0,953
Yunanistan	1,000	1,000	1,076	1,119
İspanya	0,877	1,121	1,177	1,038
Fransa	0,582	1,125	1,115	1,036
Hırvatistan	1,000	1,000	1,208	1,114
İtalya	0,911	1,025	1,174	1,039
Litvanya	1,000	1,000	0,932	1,047
Macaristan	0,778	0,986	1,192	1,031
Hollanda	1,000	1,000	0,637	0,943
Avusturya	0,750	1,077	1,365	0,953
Polonya	0,779	1,185	1,188	1,041
Portekiz	1,000	1,000	1,097	1,037
Romanya	1,000	0,541	0,948	0,967
Slovakya	1,068	1,049	1,072	1,062
Finlandiya	1,027	1,014	0,972	1,022
İsveç	0,870	0,957	1,089	1,055
İngiltere	1,079	1,227	1,132	1,022
Türkiye	1,122	1,115	1,189	1,042
Genel Ortalama	0,937	1,017	1,111	1,027

Çizelge 8.32 ülkelerin *ed* ve *td* değerlerini göstermekte olup, Türkiye'nin toplam faktör verimliliğindeki büyümeyi etkileyen ana değişken *td*'dir. Genel ortalama sonuçlarına göre 2015-2016 yılları arasında *ed* değeri %6,3 oranında gerileme göstermiştir. Türkiye'nin 2015-2017 yılları arasında *ed* ve *td* değerleri genel ortalamanın üzerindedir.

1995-2016 yılları arasında gelişmiş, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin elektrik tüketim miktarı, yenilenebilir enerji ve karbondioksit emisyonunun büyümeye olan etkisinin incelenmesi üzerine çalışma yapılmıştır.

Çalışmada 1 birimlik elektrik tüketimi ile toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji tüketiminin kişi başı geliri 0,376 ve 0,155 birim artırdığı tespit edilmiştir. Gelişme aşamasında olan ülkelerde elektrik tüketimi, toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji tüketimi, karbon emisyonundaki artışlar kişi başı geliri sırasıyla 0,721, 0,486 ve 0,287 birim artırdığı saptanmıştır. Az gelişmiş ülkelerde 1 birimlik elektrik tüketimi artışı kişi başı geliri 0,126 birim, 1 birimlik karbon emisyonundaki artış ise kişi başı geliri 0,584 birim artırdığı tespit edilmiştir. Toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji tüketimi ise 1 birimlik artışta kişi başı gelirin 0,264 birim azalmasına neden olmaktadır [11].

Enerji fiyatlarının uygun olması durumunda insanların enerjiye erişimi mümkün olmaktadır. Enerji kaynakları yetersiz ve enerjide dışa bağımlı ülkelerde enerji fiyatları yüksektir. Döviz fiyatlarının yükselmesi ve ülkelerde görülen ekonomik buhranlar enerji fiyatlarının yükselmesine neden olmaktadır. Petrol fiyatları ile döviz kurları doğru orantılı olarak artış göstermektedir. Yapılan araştırmalara göre petrol fiyatlarındaki değişimlerin döviz kurlarını değiştirdiği saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre gaz fiyatları ile toptan elektrik fiyatlarının arasında tek yönlü nedensellik olduğu görülmüştür. Söz konusu nedensellik ilişkisi enerji üretimi kadar enerji fiyatlarının da önemli olduğunu vurgulamaktadır. Enerjide dışa bağımlı olan Türkiye, enerji ihtiyacının %24,8'i kendi imkanları ile karşılayıp, petrol ve doğalgazı ithal etmektedir. Türkiye'nin enerji ithalatının fazla olması, elektrik üretiminde doğalgaz payının yüksek olması, Türkiye'nin yeterli doğalgaz kaynaklarına sahip olmaması ve doğalgaz ithal eden bir ülke olması Türkiye'de elektrik fiyatlarının yüksek olmasına neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması ile elektrik fiyatlarında düşme meydana gelecektir [12].

Türkiye'de endüstride kullanılan petrol tüketimi değerleri incelendiğinde, 2014 yılında 1980 yılı değerlerine göre petrol tüketiminin takribi %40 oranında artmıştır. Çizelge 8.33'de yer alan 2014 yılı petrol tüketimi değerlerine göre Türkiye petrol tüketiminde 6. sırada yer almaktadır. Türkiye petrol kaynaklarına sahip olmaması nedeniyle petrol ithalatı yapan bir ülkedir. Endüstride petrolün kullanılması üretim maliyetlerinde artışa neden olmaktadır. Endüstride petrol yerine çevreci, milli ve üretim maliyeti düşük enerji kaynaklarının payının artırılması üretim maliyetlerinin azalmasına katkı sağlayacaktır [12].

Çizelge 8.33. Türkiye ve bazı ülkelerin endüstri’de kullandığı toplam petrol tüketimi [12]

	1973	1980	1990	2000	2010	2013	2014
Fransa	35097	30625	17458	18927	15566	14632	14829
İtalya	30092	22940	17148	14173	12739	8522	8638
Meksika	5385	9163	13660	13524	12740	10968	11574
Yunanistan	2455	3155	2131	2610	2250	1474	1641
Macaristan	2288	3299	1957	1510	1729	1571	1784
Polonya	2999	4729	2958	3796	4156	3558	3556
İngiltere	13333	8466	3460	508	558	150	171
ABD	154235	184106	141641	150284	146904	124211	120198
OECD	516358	489696	407489	450655	428796	389601	384988
Türkiye	2680	4319	6164	8114	7467	7740	6030

Çizelge 8.34’de görüldüğü üzere, 2014 yılı verilerine göre ABD’den sonra Türkiye en çok kömür tüketen ülke olmuştur. 2000 yılında Türkiye’nin kömür tüketimi 12.6 Mtce iken 2010 yılı kömür tüketimi değeri 7.9 Mtce’dir. Türkiye’nin kömür tüketimi 2000 yılı değerine göre 4.7 Mtce gerilemiştir. Türkiye’nin kok kömür fiyatları 2006 yılında 237,60 \$/ton iken 2014 yılında 369.27 \$/ton’a yükselmiştir. 2010 yılında Türkiye’nin hanehalkı toplam kömür tüketimi 9.2 Mtce iken 2014 yılında 2.6 Mtce olmuştur. Hanehalkı kömür tüketiminin azalmasına doğal gaz kullanımının yaygınlaşması neden olmuştur. Kömür tüketiminin azalması ile çevre daha az kirlenmiştir [12].

Çizelge 8.34. Türkiye ve bazı ülkelerin endüstri’de kullandığı Toplam Kömür Tüketimi (Mtce)

	1973	1980	1990	2000	2010	2013	2014
Fransa	10.4	7.7	8.4	5.2	4.3	4	4
İtalya	3.8	4.3	4.7	3.5	2.5	2.1	2.2
Meksika	2	2.3	1.3	1.1	5.6	5.2	3.5
Yunanistan	0.5	0.5	1.5	1.2	0.4	0.3	0.3
Macaristan	2.2	1.8	0.8	0.5	0.4	0.2	0.3
Polonya	14.4	14.9	9.4	10.6	5.4	5.3	5.3
İngiltere	20.1	8.5	9.5	3.9	3.2	3.3	3.4
ABD	86.1	68.9	65.7	43.4	36.2	30.9	30.5
OECD	261.1	229	226.5	169	140.8	129.3	130.3
Türkiye	1.6	3.1	6.4	12.6	10.4	8.2	7.9

9. SONUÇ

Tez çalışması kapsamında 2015-2017 yılları arasında Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin enerji performansları birçok değişken kullanılarak VZA ve Malmquist verimlilik endeksinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada Avrupa Birliği ülkeleri arasında Türkiye'nin konumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Tez kapsamında ülkelerin enerji görünümelerini incelemek için 7 model oluşturularak sonuçları tartışılmıştır. VZA yöntemi ile yapılan analizin zamana bağlı değişimini incelemek için Malmquist verimlilik endeksi yöntemi kullanılmıştır.

Çizelge 9.1. Türkiye için Malmquist verimlilik endeksi skorları

Dönem	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
2015/2016	1,098	1,009	0,975	0,922	0,0002	0,521	1,334
2016/2017	1,017	0,991	1,004	0,835	0,979	0,912	1,162
2015-2017	1,058	1,000	0,990	0,88	0,490	0,717	1,248

Çizelge 9.1'de Türkiye'nin Malmquist verimlilik endeksi değerleri özetlenmiştir. Değerlere göre;

- Model 1 olarak adlandırılan “ yenilenebilir enerji etkinliği “ modelinde Türkiye'nin toplam faktör verimliliğinde gelişme kaydettiği görülmektedir.

Süregelen yıllarda Türkiye'nin gelişen teknolojisi ve yerli üretim hamleleri neticesinde enerji üretim maliyetleri düşmüş olup, yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar artış göstermiştir. Güneş enerjisi santrallerinde kullanılan panellerin maliyetlerinin 2008 yılından bugüne kadar %80 oranında azalma olduğu saptanmıştır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji etkinliğinin artmasında Dünya Bankası'nın fonu olan İklim Finansman Fonları'ndan yararlanan ilk ülke olması, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğinin artırılmasında etkili olmuştur. Türkiye'nin gelişen ve büyüyen ekonomisi elektrik tüketimini hızla artırmakta bu durumda enerji tüketiminin karşılanmasında enerji üretim kaynaklarının çeşitlendirilmesi gerekliliğini ortaya çıkartmaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımı yapmak isteyen yatırımcılar finansman sorunu ile karşı karşıya kalmaktadır. Türkiye %14 oranında enerji tasarrufu ve %20 oranında yatırım oranına sahiptir [13].

Yatırımcılara finans şirketleri tarafından uzun vadeli, düşük faiz oranlı kredi imkanı sağlanması ve uygun ücrette danışmanlık hizmetlerinin verilmesi, yatırımların artırılmasında etkili olacaktır. Yatırımcılara vergisel konularda bilgi verilmesi ile devlet teşviklerinin sağlanması, borç veren finans şirketinin ve yatırımcının bu alanda eğitilmesi yenilenebilir enerji etkinliğinin artırılmasına katkıda bulunacaktır [13].

30 Mart 2013 tarihinde 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girmesi ile mevzuatsal olarak yatırımcılara, yenilebilir enerjide daha fazla yatırım yapabilme imkanı sağlanmıştır. Kanun kapsamında sağlanan teşvikler aşağıdaki gibidir:

- “Faaliyetin başladığı tarihten itibaren 5 yıl boyunca geçerli olmak üzere, iletim sistemi kullanma bedeline %50 indirim uygulanır.”
- “Elektrik santralleriyle ilgili olan ve yatırım dönemi içinde sonuçlandırılan belgeler ve işlemler damga vergisinden ve harçlardan muaftır” [13].

Türkiye’de son yıllarda yürürlüğe giren kanunlar ve teknolojideki ilerlemeler neticesinde yenilenebilir enerji etkinliği artış göstermiştir. Gerekli vergisel düzenlemelerin yapılması, finansal desteklerin sağlanması ile yatırımcı ve borç verenin yenilenebilir enerji konusunda farkındalığının artırılması, Türkiye’nin bu alandaki konumunu daha da güçlendirecektir. Türkiye’nin Avrupa kıtasında yer alan ülkelere göre güneşlenme süresi uzun olan bir ülke olması, rüzgar gücü yüksek bölgelere ve jeotermal kaynaklara sahip olması Türkiye’nin yenilenebilir enerji potansiyelini daha etkin ve verimli kullanabilmesi için önemli bir unsur olmaktadır. Elektrik üretiminde yenilenebilir enerji payının yükselişi yüksek oranda doğalgaz ve petrol ithalat eden Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığını azaltmasına katkıda sağlayacaktır.

Türkiye’nin 2023 yılı rüzgar enerjisi hedefi 20 000 MW olup, 2019 yılında 7393 MW’lık rüzgar enerjisinden elektrik üretilmiştir [44]. Türkiye rüzgar enerjisinde 2023 yılı hedeflerinden oldukça uzak olup, rüzgar enerjisinde yapılan yatırımların artırılması gerekmektedir.

Norveç’te açık deniz rüzgar araştırmaları yapmak amacıyla rüzgar enerjisi araştırmaları merkezi kurulmuştur. NorthWind isimli araştırma merkezinde rüzgar enerjisini daha ucuz, verimli ve sürdürülebilir hale getirmek amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca rüzgar

enerjisi alanında uzmanlaşmak isteyen öğrencilerde bu merkezde öğrenim görmektedir [45]. Türkiye’de sahip olduğu rüzgar gücünü etkin kullanabilmek ve rüzgar enerjisi alanında yetkin uzmanlar yetiştirebilmek amacıyla rüzgar enerjisi araştırma merkezleri kurması gerekmektedir. Söz konusu araştırma merkezleri ve araştırma merkezlerinde yetişecek araştırmacılar Türkiye’nin 2023 yılı rüzgar enerjisi hedeflerine ulaşılmasında yararlı olacaktır.

- Türkiye’nin toplam faktör verimliliği incelendiğinde, Model 2 olarak adlandırılan “ enerji üretim ve verimlilik etkinliği “ nde ilerleme, Model 3 olarak adlandırılan “ enerji verimliliği etkinliği “ nde ise %1 oranında gerileme görülmüştür. Model 3’de tüm ülkelerin ortalama toplam faktör verimliliği 0,999, Türkiye’nin ise 0,990’dır. Bu durumda, Türkiye’nin toplam faktör verimliliği ile AB ülkelerinin toplam faktör verimliliği arasında önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Bundan dolayı, benzer giriş ve çıkış değişkenlerine sahip olan Model 2 ve Model 3’ü birlikte değerlendirmek daha doğru olacaktır.

2017 yılında Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı tarafından geliştirilen Milli Enerji ve Maden Politikası kapsamında Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı hazırlanmıştır. Türkiye’de enerjinin daha verimli kullanılabilmesi için 2007 yılında Enerji Verimliliği Kanunu yürürlüğe girmiştir. 2012 yılında yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Strateji Belgesi ile Türkiye açısından kritik bir yıl olan 2023 yılı enerji verimliliği hedefleri belirlenmiştir. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı’nın ise 2017-2023 yılları arasında uygulanması planlanmaktadır [46].

Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan 2015-2019 Stratejik Planında enerji verimliliğini artırmaya yönelik “ Tema 2: Enerji Verimliliği ve Enerji Tasarrufu “ başlığı içerisinde yer alan “ Amaç 4: Enerjisini Verimli Kullanan Bir Türkiye “ ve “ Amaç 5: Enerji Verimliliğine ve Tasaruffuna Yönelik Gelişmiş Kapasite “ başlıklarında enerji verimliliğini içeren hedefler belirlenmiştir. Türkiye’nin birincil enerji yoğunluğu gerçekleştirilen uygulamalar ile 2015 yılında 2000 yılı değerlerine göre %23,1 oranında azalma göstermiş ve yıllık %1,65 oranında artış göstermiştir. 2000-2015 yıllarına ait nihai enerji yoğunluğu değeri %21 oranında azalmış ve yıllık %1,5 oranında iyileşme meydana gelmiştir. 2000-2015 yılları arasında imalat sektöründe yıllık %1,8, konut sektöründe %1,9 ve ulaştırma sektöründe %2,7 oranında enerji verimliliğinde ilerleme görülmüştür.

Toplamda enerji verimliliği yıllık %2,1 oranında artış göstermiştir. Enerji verimliliğinin artması ile imalat, ulaştırma ile konut sektörlerinde birincil ve nihai enerji tüketiminde tasarruf edilen enerji miktarlarını artmıştır. 2000-2015 yılları arasında alınan enerji verimliliği önlemleri sayesinde imalat sektörü 9,7 MTEP, konut sektörü 7,1 MTEP ve ulaştırma sektöründe ise 24,6 MTEP'lik enerji tasarruf edilmiştir [46].

Türkiye'nin enerji tüketimi gelişmiş ülkelere göre oldukça düşüktür. Ancak Türkiye'nin enerji yoğunluğunun yüksek bir ülke olması enerji tasarrufu yüksek bir ülke olduğunu ortaya çıkarmaktadır. 2005-2014 yılları arasında Türkiye'nin GSYH'nda meydana gelen bir birimlik artış enerji tüketimini 0,7 birim artırmıştır. Aynı dönemde Avrupa yer alan ülkelerin GSYİH değerindeki bir birim artışla meydana gelen enerji tüketimi değerleri incelendiğinde Fransa 1,1, Almanya 0,7, Japonya 3,3 ve İngiltere'de 2 birim azalma görülmüştür. Türkiye'nin 2010 yılı Dolar fiyatlarına göre 2015 yılı birincil enerji yoğunluğu 1000 Dolar başına 0,12 TEP'dir. 2015 yılında Avrupa Birliğine üye 28 ülkenin ortalaması 0,09'dur. Türkiye, AB ortalamasının üzerinde bir değere sahiptir. Türkiye'de artan hızlı kentleşme bina sektörünün gelişmesine ve yeni yerleşim alanlarının oluşmasına neden olmuştur. 2000 yılında bina sektöründeki nihai enerji tüketimi 19,5 MTEP iken 2015 yılında 32,4 MTEP olmuştur. Bina sektöründe yıllık ortalama %4,4 oranında enerji talep artışı görülmektedir. Nihai enerji tüketiminde bina sektörünün payı %32,8 olmuştur. 2015 yılı verilerine göre nihai enerji tüketiminde bina sektörünün payı sanayi sektöründen fazladır. Bina ve hizmet sektörü ile sanayi sektörünün nihai elektrik tüketim değerleri karşılaştırıldığında, bina ve hizmet sektörünün 2000 yılındaki %47,4 lük oranının 2015 yılında %49,9 oranına yükseldiği saptanmıştır. Söz konusu değerler sanayi sektörü değerlerinin üzerindedir [46].

Türkiye'de nüfusun artışına paralel olarak bina sayısının hızlı artışı binalarda enerji verimliliğinin ve tasarrufunun sağlanmasını gerekliliğini ortaya çıkartmıştır. Bu alanda yapılan yasal düzenlemeler; Enerji Verimliliği Strateji Belgesi, Onuncu Kalkınma Planı Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı Eylem Planı, Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik ve Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'dir. Türkiye'nin toplam faktör verimliliğinde olan gelişmeye uygulamaya alınan eylem planları, belirlenen stratejik hedefler ve kanunlar katkı sağlamıştır.

- Model 4 olarak adlandırılan “ yenilenebilir enerji etkinliği “ modelinde tfvd değerinin 0,88 çıkması toplam faktör verimliliğinde %12 oranında gerileme olduğunu

göstermektedir. Türkiye'nin enerji üretiminde fosil yakıtların kullanımına ağırlık vermesi (petrol, doğal gaz) ve söz konusu yakıtlara ait rezervlere sahip olmaması enerjide dışa bağımlılığa neden olmaktadır. Türkiye enerjide dışa bağımlılığını azaltabilmek amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ağırlık vermiş olup, mevcut enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmaya çalışmaktadır.

Türkiye'nin Ağustos 2019 ve 2018 yılına ait elektrik tüketim verileri karşılaştırıldığında, 2019 yılı elektrik tüketim değeri 2018 yılı elektrik tüketim değerine göre %2 oranında artmıştır. Elektrik tüketimi içerisinde doğalgaz en büyük paya sahip olmuştur. Yenilenebilir enerji etkinliğindeki gerilemenin yüksek oranda doğalgaz ve petrol ithalatından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Gereğinden fazla ithal edilen enerji, cari açığın artmasına neden olmaktadır [8].

Çizelge 9.2. Elektrik üretiminde fosil yakıtların payı

KAYNAK TÜRÜ	2017 YILI	2018 YILI
DOĞALGAZ	37,20%	30,50%
KÖMÜR	32,80%	36,60%
SIVI YAKIT	0,40%	0,50%

Çizelge 9.2'de yer alan verilere göre elektrik üretimi içerisinde fosil yakıtların payı artış göstermiştir. Çizelge 9.2'den görüleceği üzere, elektrik üretiminde fosil yakıtların önemli bir yere sahip olması, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kapasitesini ortaya çıkarmaktadır. Türkiye yıllık 1527 kWh / m²'lik güneş enerjisi almaktadır [8]. Türkiye son yıllarda güneş enerjisi kapasitesini artırmaya odaklanmıştır.

Türkiye'nin önde gelen bir enerji şirketi Türkiye'nin sahip olduğu etkin güneş enerjisi kaynağını kullanabilmek amacıyla, Konya İli Karapınar İlçesinde 1000 MW kurulu güce sahip, 20 milyon metrekarelik arazide güneş enerjisi santrali kurulum çalışmalarına başlamıştır. Santral tamamlandığında yıllık 2 milyon kişinin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayacak ve santralde kullanılacak paneller Türkiye'de üretilecektir. Kurulacak olan fabrikada aylık panel üretim kapasitesi 500 MW olacaktır. Fabrikada üretilcek paneller %22 yerlilik oranına sahip olacaktır. Paneller, güneşi doğuşundan batışına kadar takip ederek %12 oranında daha fazla elektrik üretecektir. Santralin faaliyete geçmesi ile her sene 1,5 milyon ton fosil yakıt ve CO₂ salınımlarında azalma meydana gelecektir [47].

Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli Avrupa ülkelerine göre oldukça fazladır. 2023 yılı hedefleri arasında yenilenebilir enerji kaynaklarından minimum %30, rüzgar enerjisi santralleri ile de 20 GW enerji üretilmesi hedeflenmiştir. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı %72 olup, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanılması durumunda dışa bağımlılık azalacaktır. 2014 yılı verilerine göre Türkiye elektrik üretiminin %79'unu fosil yakıtlardan karşılamıştır. Ancak, hidroelektrik santrallerden üretilen elektrik enerjisi dışında Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli 100,6 GW'dır. 2015 yılı verilerine göre rüzgar enerjisi santralleri Türkiye'nin kurulu gücünün %5,5'ni oluşturmaktadır. Türkiye'de rüzgar enerjisini daha etkin kullanabilmek ve üretilen enerjiyi izleyebilmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. 2006 yılında Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA) hazırlanmıştır. Yatırımcılar REPA ile yatırım yapmak istedikleri bölgedeki rüzgar enerjisi gücü hakkında bilgi almaktadır. 2010 ile 2014 yılları arasında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nin katılımıyla Rüzgar Gücü İzleme ve Tahmin Merkezi (RİTM) projesi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu proje ile rüzgar enerjisi santralleri uzaktan izlenebilecektir. Elde edilen rüzgar enerjisi tahmini değerleri piyasa paydaşları ve şebekenin sürekliliğini sağlayan kurum ile paylaşılacaktır. Türkiye'de rüzgar enerjisi santrallerinde kullanılan rüzgar türbinlerinin ithalatını önlemek ve milli rüzgar enerjisi türbini üretebilmek amacıyla TÜBİTAK desteği ile Milli Rüzgar Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretim Projesini (MİLRES) geliştirmiştir. Proje kapsamında tamamen yerli ve milli 2,5 MW gücünde rüzgar türbinlerinin üretilmesi amaçlanmaktadır. Türkiye bu proje ile 20 yıllık bir periyotta 15 milyar dolar tasarruf sağlayacaktır. Proje istihdama katkıda bulunacaktır. Proje ile Türkiye'nin rüzgar türbin dizaynı, pazarlaması ve geliştirilmesi alanlarında dünyanın ilk 5 ülkesinden birisi olması amaçlanmaktadır. Projenin hedefleri arasında kurulu gücün %15'nin rüzgar enerji santrallerinden karşılanması da yer almaktadır [14].

2019 yılı verilerine göre Türkiye'de 3285 adet rüzgar türbini tesis edilmiş olup, ulusal şebekeye 8056 MW'lık kurulu güç dahil edilmiştir. Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği'nin (TÜREB) yapmış olduğu çalışmalarda ETKB'nin Türkiye'nin ulaşabileceğini düşündüğü 48 GW'lık karasal rüzgar enerjisi potansiyelini yapılacak çalışmalar ile 100 GW düzeyine çıkarabilecek güce sahip olduğunu tespit etmiştir. Türkiye'de yerli rüzgar türbini konusunda 3 adet yerel ankraj üreticisi, 8 adet rüzgar kulesi üreticisi, 2 yerli jeneratör ve 2 dişli kutusu

üreticisi yer almaktadır. Türkiye’de 2020 yılının sonunda yerli rüzgar türbini fabrikasının faaliyete başlaması beklenmektedir [48].

Biyogaz önemli bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Türkiye’de biyogaz ile elektrik üretimi yapılmaktadır. Biyogaz, atık maddelerin ve organik atıkların çeşitli aşamalara tabi tutulması ile üretilmekte olup, üretim sonucu oluşan metan gazı ayrıştırılmaktadır. Türkiye’de toplam atık maddeler içerisinde organik atık maddelerin oranı %65’dir. Söz konusu atık rezervinin değerlendirilerek enerji üretilmesi, çevre kirliliğini önlemeye ve enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Türkiye’de atık maddelerin kullanılması durumunda elde edilecek biyogaz potansiyelinin 8.6 MTEP ve sağlanacak biyogazın 2 MTEP değerinde olacağı beklenmektedir. 2011 yılında Türkiye’de biyogazdan elektrik üretimi oranı %11,6’dır. Türkiye’nin toplam kurulu gücünün %0,7 si Yenilenebilir Atık Enerji Santrallerinden oluşmaktadır. Türkiye’nin 2017 yılı biyokütle enerjisi 2796.6 GWh olup, bu değer Türkiye’de üretilen elektriğin %0,95’nin biyokütle enerjisinden elde edildiğini göstermektedir [15].

Türkiye’de organik atık madde miktarının fazla olması, atık rezervlerin etkin ve verimli bir şekilde kullanılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Çevre koruma bilinci ve enerjiyi verimli kullanma farkındalığının artırılması ile biyogaz üretiminde yatırımcılara finansman desteği sağlanması yeni biyogaz santrallerinin kurulmasında etkili olacaktır. Türkiye’de biyogazdan üretilen elektrik enerjisi miktarının payının artırılması, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesine ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artmasına katkı sağlayacaktır.

- Model 5 olarak adlandırılan “ sera gazı emisyonu etkinliği “ modelinde tfvd değerinin 0,49 çıkması toplam faktör verimliliğinde %51 oranında gerileme olduğunu göstermektedir.

Türkiye’de “ kişi başı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 4 ton CO₂ eş değeri olurken, 2017’de 6,5 ton CO₂ eş değeri ve 2018’de 6,4 ton CO₂ eş değeri olarak hesaplanmıştır “ [49].

Çizelge 9.3. Yıllara göre Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonu

YIL	Türkiye'nin Toplam Sera Gazı Emisyonu
1990	219,4
2000	298,8
2010	398,9
2017	523,8
2018	520,9

Çizelge 9.3’de Türkiye’nin yıllara göre toplam sera gazı emisyonu değerleri yer almaktadır. Türkiye’de enerji sektöründe sera gazı emisyonunun payı %71,6’dır. Dünya Kaynakları Enstitüsü’nün yapmış olduğu çalışmaya göre küresel emisyon salınımında Türkiye dünyada 17. sırada yer alıp, %1’lik paya sahiptir [49].

Enerji üretiminde kullanılan fosil yakıtlardan olan kömür, petrol ve doğalgazın yanması sonucu oluşan atıklar çevre kirliliğine neden olup, sera gazı salınımını artırmaktadır. Türkiye’de elektrik üretiminde fosil kaynakların payının yüksek olması sera gazı emisyonunun yüksek olmasına neden olmaktadır. Fosil yakıtlara göre nükleer enerjinin sera gazı emisyonu düşüktür [50].

Sinop’ta ve Mersin Akkuyu’da kurulması planlanan nükleer santraller Türkiye’nin sera gazı emisyonunun düşmesine, enerjide dışa bağımlılığının azalmasına katkı sağlayacaktır. AB’nin sahip olduğu nükleer santraller sera gazı emisyonunun düşük olmasında önemli bir unsur olmuştur. Sera gazı üretmeyen hidrolik, güneş ve rüzgar enerji santrallerin sayılarının artırılması sera gazı emisyonunun düşürülmesinde etkili olacaktır. Güneşlenme süresinin Türkiye’de fazla olması, güneş enerjisinden elektrik üretiminde Türkiye’nin avantaj sağladığı bir husustur.

Türkiye’de termik santrallerde kullanılan kömürün yakma ve gazlaştırma teknolojilerinin iyileştirilmesi, termik santrallerin verimsiz çalışmasına sebep olan unsurların tespit edilmesi ve gerekli iyileştirmelerin sağlanması sera gazı salınımının azaltılmasına katkı sağlayacaktır. AB’nin sera gazı emisyonu son yıllarda yapılan çalışmalar neticesinde azalmaya başlamıştır. Söz konusu çalışmalar yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması, enerjinin verimli kullanımı, karbon kullanımının düşürülmesi’dir. 2014 yılında Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik yayınlanmıştır. Bu yönetmelikte sera gazlarının takibi ve

ölçülmesi amaçlanmıştır. Son on yılda Türkiye’de enerji sektöründe kullanılan sera gazı emisyonu miktarı hızı dünya ortalamasının %3,6 üzerindedir. Türkiye’deki elektrik tüketiminin artmasına paralel olarak sera gazı emisyonu yükselmektedir. Türkiye 1990-2017 yılları arasında sera gazını en çok yükselten ülkeler arasındadır. Türkiye’nin fosil yakıt tüketimi 1990-2012 yılları arasında artış göstermiş olup, söz konusu yükseliş CO₂ emisyonunun %100 oranında yükselmesine sebep olmuştur. CO₂ emisyonunun artışı Türkiye’nin Kyoto hedeflerinin dışında kalmasına neden olmuştur. Türkiye’nin 1990 yılında 4 ton olan kişi başı karbondioksit eşdeğeri 2017 yılında 6,6 ton karbondioksit eşdeğerine ulaşmıştır. Türkiye’de enerji verimliliğinin artırılması için çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye’de sera gazı emisyonunun azaltılmak için Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı ve Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılması Yönetmeliği yayınlanmıştır. 2023 yılına kadar birincil enerji tüketiminde %14 oranında azalma Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planında hedeflenmiştir. Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılması Yönetmeliği ile trafikte petrol ve bireysel araç kullanımının azaltılması amaçlanmış olup, trafikte elektrikli araçların kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmiştir [50].

Türkiye’nin sera gazı emisyonu değerinin AB ortalamasının altına yer alması için;

- Yürürlükte olan yasal düzenlemeler ilgili kurumlar vasıtasıyla denetlenmelidir.
 - Türkiye sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyeli etkin ve verimli şekilde kullanabilmek adına yenilenebilir enerji alanında yapılan teşvikler artırılmalıdır.
 - İthal kömür ile çalışan termik santral yapılmamalı ve işletilmemelidir.
 - Nükleer enerjiye daha çok önem verilmeli kurulması planlanan santral sayısı artırılmalıdır.
 - Türkiye tarafından imzalanan ancak onaylanmayan Paris İklim Anlaşması onaylanmalıdır.
 - Toplumda çevre bilinci oluşturulmalıdır.
- Model 6 olarak adlandırılan “ ithalat bağımlılığı etkinliği “ modelinde tfvd değerinin 0,72 çıkması toplam faktör verimliliğinde %28 oranında gerileme olduğunu göstermektedir. Türkiye enerjide dışa bağımlı olup petrol ve doğal gaz gibi enerji kaynaklarından yoksun bir ülkedir. Petrol ve doğalgaz gibi enerji kaynaklarının nerdeyse tamamı ithal edilmektedir.

AB ülkeleri'nin enerjide dışa bağımlılık ortalaması %55 olurken, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılık oranı %77'dir. Türkiye 39 Avrupa ülkesi arasında en çok enerji ithal eden 5. ülke'dir [51].

Türkiye tüketilen petrol'ün %92, doğalgazın %98 ve birincil enerji kaynaklarının %72'sini ithal etmektedir. Enerji fiyatlarının yükselişi Türkiye'de cari açığın büyümesinde etkili olmaktadır. ABD ve AB ülkeleri petrol, doğal gaz ve kömür rezervlerine sahip olmalarına rağmen düşük maliyetle daha çok elektrik üretmek için nükleer santraller yapmaktadır. Türkiye'nin en çok doğal gaz ithalatı yaptığı ülkelere olan Rusya'nın elektrik üretiminde kullandığı kaynaklar incelendiğinde %49 oranında doğal gaz kaynaklarından yararlandığı saptanmıştır. Rusya kömür, nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yapmaktadır. Türkiye'nin elektrik üretimi kaynakları incelendiğinde elektrik üretiminin %41'i doğalgaz, %33'ü yenilenebilir enerji ve %25'i kömürden elde edilmektedir [52]. Bilindiği üzere Rusya doğalgaz rezervleri açısından zengin ve doğalgaz ihraç eden bir ülkedir. Türkiye'nin en çok doğalgaz ithal ettiği Rusya kadar doğalgaza dayalı elektrik üretimi yapması ve doğal gaz rezervlerinden yoksun bir ülke olması Türkiye açısından olumsuz bir durumdur. Türkiye'nin sahip olduğu kaynaklara göre elektrik üretimi gerçekleştirmesi, enerji ithalatının azalmasına ve Türkiye'de cari açığın düşmesine katkı sağlayacaktır. Türkiye'nin elektrik üretiminde yüksek olan doğalgaz payını azaltarak yenilenebilir enerji ve nükleer enerji alanlarına yoğunlaşması Türkiye'nin enerji üretim kaynaklarını daha etkin kullanmasında, ülke adına olumlu bir gelişme olacaktır. Türkiye'nin enerji üretiminde yerli kaynakların payını artırması gerekmektedir. İthal kömüre dayalı santrallerin yapımı ve işletilmesi gibi faaliyetlerin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Türkiye'nin enerji üretiminde yeni bir hamle yapabilmesi için yapmayı planlandığı nükleer santral sayısını artırması düşük maliyetle yüksek miktarda elektrik üretmesine katkı sağlayacak, enerji üretim çeşitliliğini artıracak ve enerji ithalatının düşmesini sağlayacaktır. Türkiye sınırlı petrol rezervlerine sahip bir ülkedir.

Türkiye'de petrol arama ve üretim çalışmalarının yapılması petrol yasasında belirtilen mevzuata uygun şekilde yapılmaktadır. Türkiye'de petrol yasasından dolayı sondaj çalışmaları çok hızlı gelişme gösteremeyip, yeni rezervlerin bulunmasına rağmen petrol üretiminde herhangi bir değişim olmamaktadır [52]. Sondaj çalışmaları ile ilgili yasal düzenlemelerin revize edilmesi petrol arama ve üretim faaliyetlerine katkı sağlayacak, tükettiği petrolün %89'unu ithal eden Türkiye'nin ekonomisinde olumlu bir gelişme olacaktır.

Türkiye ile AB'nin enerji ekonomisinde üretim ve tüketim farklılıkları olmasına rağmen, Türkiye ve AB enerjide dışa bağımlı durumdadır. AB'de Türkiye gibi doğalgaz ithalatını Rusya'dan karşılamaktadır. Avrupa Enerji Güvenliği Stratejisi yapmış olduğu çalışmada üye ülkelerin ham petrolde %90, doğal gazda %66, katı yakıtlarda %42 ve nükleer yakıtlarda %40 oranında ithalat gerçekleştirdiğini saptamıştır. Estonya, Letonya, Litvanya, Slovakya, Finlandiya ve Bulgaristan doğal gaz ihtiyacının tamamını Rusya'dan karşılamaktadır [52]. AB'de Türkiye gibi enerji yoksunu olup, doğal gaz konusunda Rusya'ya bağımlıdır.

Türkiye nükleer enerji alanında Fransa (2009 yılı elektrik üretimi 128,97 MTEP) , yenilenebilir enerji alanında ise İsveç'i (2009 yılı kişi başı elektrik üretimi 17 000 kWh ve elektrik üretimi 30 MTEP) kendisine örnek alabilir [52]. Türkiye'nin kişi başına düşen elektrik tüketimi yüksek olan Fransa ve İsveç gibi ülkeleri örnek alması Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınmasında önemli bir rol olacaktır. Türkiye'de son yıllarda enerjide dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla birçok çalışma yapılmaktadır.

Son yıllarda TANAP ile Türkiye'ye giriş yapan Azeri gazı artış göstermiştir. 2020 yılında Azerbaycan'dan Türkiye'ye taşınan doğalgaz miktarı 6 milyar metreküpe ulaşmıştır [53]. TANAP, Türkiye'nin bulunduğu coğrafya'da enerji koridoru olma hedefine katkı sağlayacaktır. TANAP doğal gaz ithalatında Türkiye'nin Rus gazına bağımlılığını da azaltmaktadır. Türkiye Karadeniz ve Doğu Akdeniz'de derin deniz arama ve sondaj faaliyetlerine yoğunlaşmış olup, çalışmalarda yeni rezervler bulunmuştur. Yeni rezervler Tuna 1 kuyusu ve Sakarya gaz sahasının keşfedilmesidir. Türkiye'nin derin deniz sondaj çalışmalarındaki başarısı pek çok ülkenin Türkiye'yi bu alanda örnek almasına vesile olacaktır.

Karadeniz'de Sakarya gaz sahasında 40 adet kuyunun açılması ile bulunan doğal gaz 2023 yılında karaya taşınacaktır [54]. Sakarya gaz sahasında yapılacak çalışmalar Türkiye'nin doğal gaz ithalatının azalmasında etkili olacaktır.

Son yıllarda sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) ve doğal gaz depolama tesisleri önem kazanmıştır. Doğal gaz depolama faaliyetleri kapsamında Tuz Gölü Doğal Gaz Yer Altı Depolama Projesi'nde doğalgaz depolama kapasitesinin 5,4 milyar metreküpe, Marmara Doğal Gaz Depolama Projesi kapsamında doğalgaz depolama kapasitesinin ise 4,6 milyar metreküpe çıkarılması üzerine çalışmalar yapılmıştır [44].

- Model 7 olarak adlandırılan “ elektrik fiyatı etkinliği “ modelinde Türkiye’nin toplam faktör verimliliği %24,8 oranında gelişme göstermiştir.

Enerji fiyatları ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ve enerjide dışa bağımlılık oranlarına göre şekillenmektedir. 2015 yılında Uluslararası Enerji Ajansının yapmış olduğu çalışmaya göre satın alma gücü paritesine (SGP) göre elektrik fiyatlarının en yüksek olduğu ülkeler Türkiye (320 \$/MWh) ve Polonya (347,8 \$/MWh)’dır. Aynı zamanda Türkiye’nin elektrik fiyatı OECD ülkeleri içerisinde de yüksektir [12].

Elektrik fiyatlarının yüksek olmasında Türkiye’nin elektrik üretimini yüksek oranda doğalgazdan karşılaması etkili olmuştur. Doğalgazdan elektrik üretimi yerine Türkiye’nin sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyelini daha etkin ve verimli kullanması, nükleer enerji yatırımlarını artırması, yerli rüzgar gülü ve güneş paneli üretimi yapan fabrikaların sayılarının artırılması, toplumda enerji tasarrufu ve bilincini geliştirici çalışmaların yapılması elektrik fiyatlarının düşmesine katkıda bulunacaktır. Türkiye’de elektrik fiyatlarının düşmesine katkı sağlayacak diğer bir unsorda LNG (Liquified Natural Gas-Sıvılaştırılmış Doğal Gaz) tesislerine yapılacak yatırımların artırılmasıdır. LNG tesislerinin artırılması Türkiye’nin arz fazlası doğalgazını depolayabilmesine imkan sağlayarak, daha az doğal gaz ithalatı yapmasını sağlayacaktır.

2015 yılı verilerine göre LNG tesislerinin sayılarının artması ile Rusya’dan ithal edilen doğal gaz oranı %65’den %55’e düşmüştür. 2014 yılı verilerine göre Türkiye; Macaristan, Polonya ve İngiltere’den daha yüksek oranda doğal gaz ithal etmiştir. SGP’ne göre 2015 yılında endüstride doğalgazı en pahalı kullanan ülkeler Macaristan (73.4 \$/MWh) ve Türkiye (71.8 \$/MWh) olmuştur. Türkiye petrol rezervleri açısından yoksun bir ülkedir. Petrol Türkiye’de ulaşım, sanayi ve üretim sektörlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Üretim sektöründe petrolün yüksek oranda kullanılması maliyetlerin yükselmesine neden olmaktadır. Türkiye’de benzin fiyatlarının yüksek olmasında perakende satış fiyatlarında uygulanan %50 oranındaki yüksek vergi oranı etkili olmuştur. Türkiye’de hanehalkı kömür tüketimi azalmaktadır. Söz konusu azalışta doğalgaz’dan yüksek oranda yararlanılması etkili olmuştur [12]. Ancak doğal gaz tüketiminin artması, kömür tüketiminden kaynaklanan çevre sorunlarının azalmasına katkı sağlamıştır.

Türkiye'nin hızla artan nüfusu, gelişen sanayisi, büyüyen ekonomisi endüstri ve hanehalkı sektörlerinde elektrik, doğalgaz ve petrol tüketimlerinin artmasına neden olmaktadır. Elektrik tüketiminin artması enerjide dışa bağımlı olan Türkiye'nin daha fazla enerji ithal etmesine ve cari açığında artmasına sebep olmuştur. Enerji ithalatında petrol ile doğal gazın yüksek oranda ithal edilmesi ve döviz kurlarındaki yükseliş enerji fiyatlarının yükselmesine neden olmaktadır. Türkiye'nin Rusya'dan Avrupa'ya enerji ithalatının gerçekleştiği stratejik bir konumda yer alması ile enerji kaynaklarının OECD ülkelerine iletilmesinde geçiş konumunda yer alması Türkiye'nin Avrupa'da enerji alanındaki konumunu güçlendirmektedir. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olması, enerji arzının sürekliliğinin sağlanmak zorunda olması, hükümetlerin yerli ve milli enerji politikalarını ön planda tutarak etkili enerji politikaları geliştirmelerini zorunlu hale getirmektedir. Türkiye'nin uluslararası enerji projelerinde yer alması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma oranının artması enerji fiyatlarının makul seviyelere gelmesini sağlayacaktır.

- AB ülkeleri ve gelişmiş ülkelerde son yıllarda enerji bilinci artmış olup, söz konusu ülkeler yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve tasarrufu, enerji üretiminde fosil yakıtların payının azaltılması konularına yoğunlaşmıştır. Enerji konusu ülkelerin diplomatik, siyasi ve ekonomik konjoktürlerini biçimlendiren önemli bir unsur haline gelmiştir. AB ile Rusya'nın diplomatik ilişkilerinin şekillenmesinde enerji konusu ön plana çıkmaktadır. AB ülkeleri de Türkiye gibi enerji ithal etmektedir.

AB ülkelerine doğal gaz ithalatında Rusya önemli bir yere sahiptir. Rusya ile yaşanan diplomatik krizler, AB ve Türkiye'nin doğal gaz ithalatını etkilemektedir [55]. Türkiye'nin yer yüzünde bulunan petrol ve doğal gaz rezervlerinin bulunduğu bölgelere yakın bir konumda yer alması, enerji transferinde AB ile Rusya arasında transit bir ülke olması, Türkiye'yi sürekli ve kesintisiz enerjinin transfer edilmesinde kilit ülke haline getirmektedir. Enerji konusunda Türkiye, AB ve Rusya için jeostratejik bir öneme sahiptir.

Türkiye'nin doğal gaz ihtiyacı'nın %50'den fazlasını ithal ettiği Rusya dışında, uzun vadede doğal gaz ithalatı yapabileceği ülke sayısını artırması gerekmektedir [55]. Bu sayede Türkiye daha düşük maliyetli doğal gaz temin edebilecek ve Rusya ile yaşadığı siyasi krizlerden zarar görmeyecektir. Türkiye linyit kaynakları yönünden zengin bir ülkedir. Linyit ile çalışan termik santral sayısının artırılması, Türkiye'nin linyit rezervlerini daha etkin kullanmasında önemli bir unsur olacaktır. Türkiye'nin ithal kömüre dayalı santral yapmaması

gerekmektedir. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını önleyecek başlıca santral türleri hidroelektrik, nükleer ve linyit ile çalışan termik santrallerdir. Ayrıca Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyelini de etkin bir şekilde kullanabilmesi gerekmektedir. Özellikle kısa vadede 2023 yılı rüzgar ve biyokütle enerjisi hedeflerine ulaşılması, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi payının artmasında önem arz etmektedir.

Bu tez çalışması sonucunda Türkiye'nin enerji ve çevre alanlarında toplam faktör verimliliğini artıracak yöntemler belirlenmiştir. Söz konusu yöntemler; enerji diplomasisinin geliştirilmesi, enerji tasarrufu ve verimliliğinin artırılması, toplam elektrik üretimi içerisinde yerli ve milli kaynaklardan elde edilen elektrik üretimi payının artırılması, sera gazının olumsuz etkilerini bertaraf etmek amacıyla Paris İklim Anlaşmasının onaylanması, Kyoto Protokolünde yer alan hedeflerin gerçekleştirilmesi ve toplumda çevre bilincinin oluşturulmasıdır. Bu çalışmada, AB ülkelerinin ve Türkiye'nin enerji ile çevre alanlarında güncel durumları analiz edilmiştir. Çalışmada elde edilen bulguların AB ülkeleri ve Türkiye'nin enerji ile çevre performansını göstermesi bakımından önemli olacağı ümit edilmektedir. Tez çalışması, Türkiye'nin AB ülkelerine göre enerji ile çevre alanlarında eksik yönlerini tespit etmesi ve gelecek vizyonunu belirlemesi açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Atan, S. ve Şahin, E. (2017). Türkiye ile bazı OECD ülkelerinin elektrik üretim sektörleri için verimlilik ve etkinliklerinin karşılaştırmalı analizi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(3), 845-867.
2. Karık, F. (2017). *Türkiye'nin enerji performansının OECD ve BRICS ülkeleri ile karşılaştırılması*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-186.
3. Kazancıoğlu, Ş. (2010). *Türkiye enerji sektöründe toplam faktör verimliliği ve uluslar arası konum analizi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-128.
4. Furuncu, Y., Kavaz, İ., Özdemir, B. ve Saydam, N. (2018). *2018'de enerji*. İstanbul: SETA Vakfı Yayınları, 3-23.
5. Soylu, A. (2011). AB 2020 ve vizyon 2023 stratejilerinde inovasyon hedeflerinin karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14, 105-122.
6. Karagöl, E., Kavaz, İ., Kaya, S., Özdemir, B. (2017). *Türkiye'nin milli enerji ve maden politikası* (Sayı 203). İstanbul: SETA Vakfı Yayınları, 7-22.
7. Okursoy, A. ve Tezsürücü, D. (2014). Veri zarflama analizi ile göreceli etkinliklerin karşılaştırılması: Türkiye'deki illerin kültürel göstergelerine ilişkin bir uygulama. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 21(2), 1-18.
8. Bekar, N. (2020). Yenilenebilir enerji kaynakları açısından Türkiye'nin enerji jeopolitiği. *Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi*, 3(1), 37-54.
9. Koçaslan, G. (2014). Türkiye'nin enerji verimliliği mevzuatı, Avrupa Birliği'ndeki düzenlemeler ve uluslararası-ulusal öneriler. *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15(2), 117-133.
10. Dulkadiroğlu, H. (2017). Türkiye'de elektrik üretiminin sera gazı emisyonları açısından incelenmesi. *Ömer Halis Demir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 67-74.
11. Kamacı, A. (2019). Elektrik tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonunun büyümeye etkileri. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(2), 1367- 1384.
12. Tatlı, H. ve Koç, B. (2018). Enerji tüketimi ve enerji fiyatları bağlamında Türkiye'nin OECD ülkeleri içindeki yeri. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(15), 353-375.
13. Ulusoy, T. (2017). Yenilenebilir enerji finansmanına güncel yaklaşımlar. *Kastamonu Üniversitesi İ.İ.B.F Bankacılık ve Finans Bölümü*, 18(1), 433-443.

14. Karık, F., Sözen, A. ve İskender, Ü. (2015). Türkiye’de rüzgar enerjisinde mevcut durum. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(2), 219-234.
15. Yılmaz, A. (2019). Türkiye’de biyogaz üretimi ve kurulu santrallerin ürettiği elektrik enerjisi. *Ecological Life Sciences*, 14(1), 12-28.
16. Koçak, İ. ve Boran, K. (2019). Türkiye’de illerin elektrik tüketim etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 22(2), 351-365.
17. Güler, E., Kandemir, S. ve Açıkcalp, E. (2020). Türkiye’deki enerji dağıtım şirketlerinin etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 66-79.
18. Sözen, A. ve Alp, İ. (2009). Comparison of Turkey’s performance of greenhouse gas emissions and local/regional pollutants with EU countries. *Energy Policy*, 37, 5007-5018.
19. Yetik, Ö., Köse, R., Özgür, M., Arslan, O. (2011). Türkiye’deki termik santrallerin etkinlik analizi: parametrik ve parametrik olmayan yaklaşımlar. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24, 71-82.
20. Çiçek, C. ve Kırer Silva Lecuna, H. (2019). Türkiye’deki bölgelerin elektrik tüketim etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulama Dergisi*, 2(2) , 27-48.
21. Karabulut, K., Ersungur, Ş. M. ve Polat, Ö. (2008). Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye’nin ekonomik performanslarının karşılaştırılması: veri zarflama analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(1), 1-11.
22. Küpeli, M. ve Alp, İ. (2018). G20 Ülkelerinin yenilenebilir enerji etkinliğinin dengeli performans ağırlıkları ve veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 207-218.
23. Aydoğan, S., Şahin, M. ve Söylemez, İ. (2017). Avrupa Ülkelerinin çevre ve enerji performansına yönelik etkinlik değerlendirmesi: veri zarflama analizi uygulaması. *The International New Issues in Social Sciences*, 5(5), 267-282.
24. Menegaki, A. N. (2013). Growth and renewable energy in Europe: benchmarking with data envelopment analysis. *Renewable Energy*, 60, 363-369.
25. Woo, C., Chung Y., Chun, D., Seo, H. and Hong, S. (2015). The static and dynamic environmental efficiency of renewable energy: A Malmquist index analysis of OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 367–376.
26. T.C Avrupa Birliği Bakanlığı. (2014). *Avrupa birliği sürecinde enerji faslı*. Ankara: Avrupa Birliği Bakanlığı Yayınları, 3-45.
27. İnternet: Sokak aydınlatmalarındaki LED dönüşümü. URL: <https://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/sokak-aydinlatmalarindaki-led-donusumu-masaya-yatiriliyor-40859922>, Son Erişim Tarihi: 24.12.2020.

28. Yılmaz, E., Erden, O. ve Kocadağ, N. Y. (2019). Sokak aydınlatması dönüşümü fayda maliyet analizi üzerine mühendislik ekonomisi çalışması. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(3), 280-289.
29. İnternet: Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş. Otomatik Sayaç Okuma Sistemi. URL: <https://www.sedas.com/tr-tr/DagitimHizmetleri/Pages/OSOS.aspx>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2020.
30. İnternet: Türk Akımın Sağladığı Yararlar. URL: <https://turkstream.info/tr/project/benefits/>, Son Erişim Tarihi: 29.03.2020.
31. İnternet: TRANS Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi. URL: <https://www.tanap.com/tanap-projesi/tanap-nedir/>, Son Erişim Tarihi: 31.03.2020.
32. TEİAŞ (2019). *10 yıllık talep tahminleri raporu (2019-2028)*. Ankara: TEİAŞ Yayınları, 51-57.
33. T.C. ETKB. (2014). *Türkiye ulusal yenilenebilir enerji eylem planı*. Ankara: ETKB Yayınları, 8-23.
34. İnternet: Togan, S. (Aralık,2018). Avrupa Birliğinin geleceği hakkında. *Ankara Üniversitesi Yayınları*, No:615. URL: <http://ataum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/360/2018/12/Togan-30.-Yil-Armagani.pdf>, Son Erişim Tarihi: 30.05.2020.
35. The European Commission Eurostat (2019). *Smarter, greener, more inclusive? indicators to support The Europe 2020 strategy*. Belgium: European Union, 43-54.
36. İnternet: Romanya’da rüzgar enerjisi atağı. URL: https://www.ntv.com.tr/turkiye/romanyada-ruzgar-enerjisi-atagi,QafcUFcPl0e_euLkGEoXgw, Son Erişim Tarihi: 15.11.2020.
37. İnternet: Kosova ve Romanya Enerji İşbirliğini Artırıyor. URL: <https://www.kosovahaber.net/?page=2%2C10%2C41967>, Son Erişim Tarihi: 15.11.2020.
38. İnternet: Baltık denizinde rüzgar enerjisi çalışmaları başladı. URL: <http://turkdeniz.com/Baltik-Denizinde-ruzgar-enerjisi-calismalari-basladi-10432>, Son Erişim Tarihi: 15.11.2020.
39. İnternet: Sırbistan enerji sektörünü yeşillendirecek. URL: <https://www.enerjigunlugu.net/sirbistan-enerji-sektorunu-yesillendirecek-39893h.htm>, Son Erişim Tarihi: 17.11.2020.
40. İnternet: Sırbistan’ın Yenilenebilir Enerji Oranı. URL: <https://ticaret.gov.tr/blog/ulkelerden-ticari-haberler/sirbistan/sirbistan-enerji-bakani-antic-sirbistanin-yenilenebilir-enerji-orani-abden-d>, Son Erişim Tarihi: 17.11.2020.
41. İnternet: Küresel Dünya’nın Düşük Karbonlu Ekonomiye Geçişteki Lideri İsveç. URL: <https://www.enerjigazetesi.ist/kuresel-dunyanin-dusuk-karbonlu-ekonomiye-gecisteki-lideri-isvec/>, Son Erişim Tarihi: 21.11.2020.

42. İnternet: Sürdürülebilir bir gelecek için enerji üretimi. URL: <http://www.solar-academy.com/menuis/Surdurulebilir-Bir-Gelecek-Icin-Enerji-Uretimi.022753.pdf>, Son Erişim Tarihi: 12.01.2021.
43. İnternet: Hırvatistan Yenilenebilir Enerjide İvme Kazanmaya Hazırlanıyor. URL: <https://www.enerjiportali.com/hirvatistan-yenilenebilir-enerjide-ivme-kazanmaya-hazirlaniyor/>, Son Erişim Tarihi: 22.12.2020.
44. Kavaz, İ. (2019). *Türkiye'nin enerjide gelecek vizyonu* (Sayı 252). İstanbul: SETA Vakfı Yayınları, 2-4.
45. İnternet: Norveç büyük rüzgar enerjisi araştırma merkezi. URL: http://www.enerji-dunyasi.com/yayin/324/norvec-buyuk-ruzgar-enerjisi-arastirma-merkezini-kurdu_27546.html#.X9UY9tgzbIU, Son Erişim Tarihi: 13.12.2020.
46. T.C. ETKB. (2017). *Ulusal enerji verimliliği eylem planı*. Ankara: ETKB Yayınları, 1-9.
47. İnternet: Karapınar GES 4MW'lık enerji şebekeye aktarılıyor. URL: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/karapinar-geste-4-megavatlik-enerji-sebekeye-aktariliyor-/1988061>, Son Erişim Tarihi: 08.12.2020.
48. İnternet: Türkiye'nin rüzgar enerjisi karnesi pekiyi. URL: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turkiyenin-ruzgar-enerjisi-karnesi-pekiyi/1875410>, Son Erişim Tarihi: 09.12.2020.
49. İnternet: Türkiye'de sera gazı emisyonu azaldı. URL: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turkiyede-sera-gazi-emisyonu-azaldi/1786460>, Son Erişim Tarihi: 10.12.2020.
50. Erdoğan, S. (2020). Enerji, çevre ve sera gazları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 277-303.
51. İnternet: Türkiye'de yenilenebilir enerji. URL: <https://www.a3haber.com/2020/01/13/turkiyede-yenilenebilir-enerji-uretiminde-kooperatiflesmenin-onu-tikandi-aslan-payi-tekellere-gidiyor/#:~:text=T%C3%BCrkiye%2C%2039%20Avrupa%20%C3%BClkesi%20i%C3%A7inde,y%C3%BCzde%2077'nin%20%C3%BCzerine%20%C3%A7%20B1kt%C4%B1>, Son Erişim Tarihi: 12.12.2020.
52. Adaçay, F. (2014). Türkiye için enerji ve kalkınmada perspektifler. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 87-103.
53. İnternet: TANAP. URL: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/tanaptan-turkiyeye-gelen-gaz-miktari-6-milyar-metrekupe-ulasacak/1873084>, Son Erişim Tarihi: 13.12.2020.
54. İnternet: Sakarya gaz sahası. URL: <https://www.sabah.com.tr/gundem/2020/11/12/son-dakika-haberi-sakarya-gaz-sahasindan-mujde-bakan-donmez-resmen-acikladi?paging=3>, Son Erişim Tarihi: 13.12.2020.
55. Çetin, A. ve Yağız A. (2020). Petrol fiyatlarının doğal gaz fiyatları üzerine etkisi ve Türkiye'ye yönelik öneriler. *Bucak İşletme Fakültesi Dergisi*, 3(1), 54-91.

56. Şahin, M. (2020). Açık deniz rüzgar sistemleri üzerine bir inceleme ve Danimarka modeli. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1), 54-67.

EKLER

EK-1. Model 1 için orijinal ve hedef değerler (2017)

		Orijinal Değerler			Hedef Değerler	
ÜLKELER	CF {I}	CI {I}	CM {O}	CF {I}	CI {I}	CM {O}
Belçika	3,17	4,33	0,79	1,18	1,64	1,24
Bulgaristan	1,38	2,58	2,63	1,24	2,02	2,64
Çek Cumhuriyeti	2,40	3,78	1,39	1,19	1,69	1,39
Danimarka	2,54	3,08	6,21	1,62	1,96	6,25
Almanya	2,65	3,61	0,19	1,18	1,64	1,24
İrlanda	2,45	3,01	2,22	1,26	1,70	2,18
Yunanistan	1,55	2,15	1,51	1,20	1,66	1,49
İspanya	1,81	2,70	0,38	1,18	1,64	1,24
Fransa	2,23	3,59	0,24	1,18	1,64	1,24
Hırvatistan	1,66	2,00	6,55	1,64	1,98	6,56
İtalya	1,90	2,46	0,30	1,18	1,64	1,24
Litvanya	1,86	2,14	9,06	1,86	2,14	9,06
Macaristan	1,89	2,49	1,36	1,19	1,65	1,32
Hollanda	2,94	3,78	0,39	1,18	1,64	1,24
Avusturya	3,24	3,70	3,70	1,40	1,80	3,74
Polonya	1,87	2,61	0,29	1,18	1,64	1,24
Portekiz	1,60	2,20	2,73	1,30	1,79	2,73
Romanya	1,18	1,64	1,24	1,18	1,64	1,24
Slovakya	2,04	2,96	2,10	1,22	1,77	2,06
Finlandiya	4,56	5,76	7,45	1,70	2,13	7,46
İsveç	3,25	4,61	5,45	1,50	2,12	5,44
İngiltere	2,02	2,69	0,15	1,18	1,64	1,24
Sırbistan	1,25	2,10	2,93	1,25	2,10	2,93
Türkiye	1,34	1,82	0,17	1,18	1,64	1,24

EK-2. Model 2 için orijinal ve hedef değerler (2017)

	Orijinal Değerler					Hedef Değerler				
	CC{I}	CF{I}	CM{I}	D{O}	CB{O}	CC{I}	CF{I}	CM{I}	D{O}	CB{O}
Belçika	2897,17	3,17	0,79	4,33	0,55	2897,17	3,17	0,79	4,33	0,55
Bulgaristan	1371,23	1,38	2,63	2,58	0,32	1371,23	1,38	2,63	2,58	0,32
Çek Cumhuriyeti	2307,07	2,40	1,39	3,78	0,40	2307,07	2,40	1,39	3,78	0,40
Danimarka	2411,23	2,54	6,21	3,08	2,52	2411,23	2,54	6,21	3,08	2,52
Almanya	2479,40	2,65	0,19	3,61	0,11	2479,40	2,65	0,19	3,61	0,11
Estonya	2132,58	2,13	22,19	4,26	2,43	2132,58	2,13	22,19	4,26	2,43
Yunanistan	1490,89	1,55	1,51	2,15	0,66	1490,89	1,55	1,51	2,15	0,66
İspanya	1706,44	1,81	0,38	2,70	0,18	1680,58	1,78	0,36	2,67	0,17
Fransa	2110,69	2,23	0,24	3,59	0,13	2110,69	2,23	0,24	3,59	0,13
Hırvatistan	1631,21	1,66	6,55	2,00	1,30	1418,68	1,45	5,68	2,00	1,30
İtalya	1875,10	1,90	0,30	2,46	0,16	1627,67	1,75	0,28	2,46	0,16
Letonya	1987,11	2,05	20,00	2,26	2,41	1923,40	1,90	10,13	2,63	2,41
Litvanya	1840,34	1,86	9,06	2,14	1,69	1529,02	1,55	7,50	2,15	1,69
Macaristan	1834,64	1,89	1,36	2,49	0,44	1597,06	1,67	1,21	2,49	0,44
Hollanda	2631,69	2,94	0,39	3,78	0,46	2631,69	2,94	0,39	3,78	0,46
Avusturya	2987,95	3,24	3,70	3,70	1,08	2486,68	2,63	3,09	3,74	1,09
Polonya	1820,74	1,87	0,29	2,61	0,11	1653,02	1,75	0,28	2,64	0,11
Portekiz	1481,65	1,60	2,73	2,20	0,71	1438,67	1,50	2,64	2,20	0,71
Romanya	1163,69	1,18	1,24	1,64	0,25	1163,69	1,18	1,24	1,64	0,25
Slovenya	2341,36	2,32	10,41	3,19	2,81	2341,36	2,32	10,41	3,19	2,81
Slovakya	1821,96	2,04	2,10	2,96	0,86	1821,96	2,04	2,10	2,96	0,86
İngiltere	1841,04	2,02	0,15	2,69	0,17	1841,04	2,02	0,15	2,69	0,17
Kuzey Makedonya	900,13	0,87	9,45	1,25	1,45	900,13	0,87	9,45	1,25	1,45
Sırbistan	1199,29	1,25	2,93	2,10	0,31	1199,29	1,25	2,93	2,10	0,31
Türkiye	1258,63	1,34	0,17	1,82	0,08	1258,63	1,34	0,17	1,82	0,08

EK-3. Model 3 için orijinal ve hedef değerler (2017)

	Orijinal Değerler				Hedef Değerler			
	A{I}	B{I}	C{I}	D{O}	A{I}	B{I}	C{I}	D{O}
Belçika	5648,14	4849,31	1511,07	4,33	5648,14	4849,31	1511,07	4,33
Bulgaristan	2672,31	2627,52	1495,86	2,58	2672,31	2627,52	1495,86	2,58
Çek Cumhuriyeti	4105,53	4072,00	1921,84	3,78	4005,11	3769,71	1872,67	3,74669
Danimarka	3260,26	2996,89	2228,56	3,08	3185,63	2939,45	2103,29	3,08459
Almanya	3931,97	3788,79	2471,24	3,61	3860,86	3705,3	2423,54	3,65073
Estonya	4614,81	4336,16	1900,45	4,26	4614,81	4336,16	1900,45	4,26
İrlanda	3094,40	2850,29	2116,24	3,01	3094,40	2850,29	2116,24	3,01
Yunanistan	2448,43	2158,62	1750,99	2,15	2218,41	2116,43	1442,08	2,15
İspanya	2962,27	2720,22	2231,77	2,70	2774,6	2582,37	1870,12	2,70
Fransa	3856,33	3735,43	1847,83	3,59	3812,25	3610,4	1826,41	3,59
Hırvatistan	2135,78	2098,66	1160,82	2,00	2075,88	2009,52	1128,33	2,00
İtalya	2670,68	2576,25	1802,40	2,46	2538,22	2384,35	1688,2	2,46
Letonya	2467,29	2262,12	1491,04	2,26	2328,95	2206,41	1453,94	2,25
Litvanya	2649,84	2551,31	1069,56	2,14	2289,48	2241,1	937,882	2,14
Macaristan	2723,07	2700,25	843,88	2,49	2723,07	2700,25	843,88	2,49
Hollanda	5265,17	4348,04	1496,18	3,78	4551,87	4102,93	1411,04	3,78
Avusturya	3926,30	3839,84	2638,37	3,70	3926,30	3839,84	2638,37	3,70
Polonya	2774,26	2744,82	1054,14	2,61	2774,26	2744,82	1054,14	2,61
Portekiz	2402,30	2202,71	1828,33	2,20	2274,03	2163,02	1484,89	2,20
Romanya	1703,95	1685,43	1046,15	1,64	1703,95	1685,43	1046,15	1,64
Slovenya	3356,85	3269,48	1556,90	3,19	3356,85	3269,48	1556,90	3,19
Slovakya	3173,34	3165,91	1213,35	2,96	3173,34	3165,91	1213,35	2,96
İsveç	5287,32	4959,50	3853,17	4,61	5287,32	4959,50	3853,17	4,61
İngiltere	2853,81	2642,32	1258,83	2,69	2853,81	2642,32	1258,83	2,69
Türkiye	1895,12	1838,31	989,92	1,82	1895,12	1838,31	989,92	1,82

EK-4. Model 4 için orijinal ve hedef değerler (2017)

	Orijinal Değerler					Hedef Değerler				
	BP{I}	BR{I}	BS{I}	BT{I}	P{O}	BP{I}	BR{I}	BS{I}	BT{I}	P{O}
Belçika	5,60	95,85	7516,66	827,36	0,79	5,60	95,85	7516,66	827,36	0,79
Bulgaristan	204,17	138,39	6286,26	275,74	2,63	204,17	138,39	6286,26	275,74	2,63
Danimarka	26,51	405,23	23424,74	2833,23	6,21	26,51	405,23	23424,74	2833,23	6,21
Almanya	129,61	342,60	6315,08	3980,00	0,19	74,94	199,54	3661,39	1168,55	0,45
Yunanistan	34,33	1055,42	3352,47	416,41	1,51	34,33	1055,42	3352,47	416,41	1,51
İspanya	16,96	2356,77	4924,62	235,19	0,38	16,96	2356,77	4924,62	235,19	0,38
Fransa	259,80	107,89	6765,04	563,74	0,24	205,78	85,11	5199,00	431,54	0,82
Hırvatistan	83,07	129,56	12510,96	643,11	6,55	83,07	129,56	12510,96	643,11	6,55
İtalya	3801,10	144,35	6227,86	1311,33	0,30	313,38	76,48	3320,17	703,49	0,43
Macaristan	569,33	50,32	10146,10	392,85	1,36	119,54	33,26	6710,96	261,12	1,36
Hollanda	178,35	66,68	3097,74	786,36	0,39	178,35	66,68	3097,74	786,36	0,39
Avusturya	171,13	860,53	21903,13	1174,31	3,70	67,32	337,53	8590,80	456,06	3,67
Polonya	24,90	60,05	6936,05	309,35	0,29	24,90	60,05	6936,05	309,35	0,29
Portekiz	807,91	357,24	9830,05	345,43	2,73	162,10	103,21	7338,54	256,83	2,72
Romanya	89,19	1,57	7756,51	38,45	1,24	89,19	1,57	7756,51	38,45	1,24
Slovakya	64,21	50,23	6370,71	1174,53	2,10	64,21	50,23	6370,71	1174,53	2,10
İngiltere	0,50	33,09	4240,00	1737,85	0,15	0,50	33,09	4240,00	1737,85	0,15
Türkiye	3754,82	442,21	1280,21	220,12	0,17	3754,82	442,21	1280,21	220,12	0,17

EK-5. Model 5 için orijinal ve hedef değerler (2017)

	Orijinal Değerler									Hedef Değerler								
	CF(I)	CI(I)	CU(I)	CV(I)	CY(I)	CZ(I)	CO(O)	CR(O)	DS(O)	CF(I)	CI(I)	CU(I)	CV(I)	CY(I)	CZ(I)	CO(O)	CR(O)	DS(O)
Belçika	3,17	4,33	6366473,40	37385,59	2918951,27	1335025,15	7,15	7,26	0,25	1,73	2,06	4469728,33	25751,33	1363764,36	482650,00	13,44	27,22	0,25
Bulgaristan	1,38	2,58	6322456,13	31762,81	1008950,33	4174286,48	8,55	15,19	0,04	1,38	2,58	6322456,13	31762,81	1008950,33	4174286,48	8,55	15,19	0,04
Çek Cumhuriyeti	2,40	3,78	7807399,60	38266,69	1659990,81	4589028,45	6,13	7,28	0,10	1,35	1,78	2785908,19	64277,94	932002,87	1006348,06	7,07	8,83	0,10
Danimarka	2,54	3,08	11720760,57	293759,93	1019610,46	1450810,08	12,26	11,78	0,35	2,54	3,08	11720760,57	293759,93	1019610,46	1450810,08	12,26	11,78	0,35
Almanya	2,65	3,61	8050195,53	43197,32	2076917,99	3840950,94	0,89	1,13	0,03	1,28	1,75	1320500,07	21221,75	451059,21	520758,55	2,62	2,34	0,07
Yunanistan	1,55	2,15	5525326,86	35757,44	1214464,77	3199314,41	8,64	7,72	0,12	1,46	2,01	2764990,24	33132,41	789731,41	1165876,63	8,51	8,45	0,12
İspanya	1,81	2,70	4660898,47	34188,36	1671087,75	1410428,24	2,58	1,82	0,06	1,27	1,74	1489794,94	23942,47	508887,30	587522,46	2,60	2,49	0,06
Fransa	2,23	3,59	3512602,58	16369,17	1327928,83	478614,92	1,28	1,24	0,04	1,31	1,79	609461,63	9794,71	208181,23	240350,16	2,69	1,69	0,09
Hırvatistan	1,66	2,00	3185050,21	118447,95	1020323,46	937741,52	18,29	21,79	0,26	1,66	2,00	3185050,21	118447,95	1020323,46	937741,52	18,29	21,79	0,26
İtalya	1,90	2,46	4260208,37	39324,94	1420272,38	1470063,11	1,40	1,36	0,06	1,26	1,73	1726807,76	27751,48	589846,62	680991,92	2,57	2,71	0,06
Litvanya	1,86	2,14	6083679,79	3272,58	1840793,09	468415,37	14,78	35,99	0,28	1,86	2,14	6083679,79	3272,58	1840793,09	468415,37	14,78	35,99	0,28
Macaristan	1,89	2,49	3881553,89	48496,25	1170139,49	1242582,92	6,64	8,14	0,09	1,40	1,85	2118610,65	36136,82	691371,14	656555,88	6,63	8,07	0,12
Hollanda	2,94	3,78	8729045,80	111645,54	2579031,11	2837626,45	5,37	5,61	0,27	1,76	2,08	4428396,73	66586,31	1371126,87	721860,60	16,62	27,84	0,27
Avusturya	3,24	3,70	5382516,43	90992,74	3156964,12	892005,06	11,62	9,83	0,23	1,63	1,98	3284498,65	50795,39	1017589,67	543744,38	13,10	20,95	0,23
Polonya	1,87	2,61	7616054,62	56225,87	1632486,81	4003114,22	2,18	2,38	0,02	1,23	1,70	2302410,31	37001,94	786462,13	907989,20	2,51	3,24	0,05
Portekiz	1,60	2,20	4739970,61	22664,03	1525177,52	1740893,25	11,35	8,64	0,11	1,60	2,20	4739970,61	23664,03	1525177,52	1740893,25	11,35	8,64	0,11
Romanya	1,18	1,64	3385897,47	54414,58	1156561,91	1335278,18	2,40	4,23	0,02	1,18	1,64	3385897,47	54414,58	1156561,91	1335278,18	2,40	4,23	0,02
Slovakya	2,04	2,96	5390993,21	9899,10	2976871,01	976054,87	10,47	15,27	0,20	1,65	2,07	4008208,71	7927,14	1142169,89	624387,80	10,42	22,40	0,20
Finlandiya	4,56	5,76	7888566,98	71326,33	2066570,09	2855199,53	14,36	13,36	0,22	1,72	2,05	4188457,98	44277,57	1287713,01	571794,64	14,36	26,00	0,25
İsviçre	3,25	4,61	4345890,55	181122,39	1317190,84	650404,95	7,66	7,05	0,19	1,57	1,96	2495226,95	33400,51	743883,22	370731,52	9,86	15,46	0,19
İngiltere	2,02	2,69	4677883,55	291429,51	1131633,46	1121168,35	1,02	1,28	0,06	1,26	1,73	1858226,71	31208,73	633384,33	726452,31	2,88	3,19	0,06
Türkiye	1,34	1,82	0,10	0,10	0,10	0,10	2,76	1,13	0,10	1,34	1,82	0,10	0,10	0,10	0,10	2,76	1,13	0,10

EK-6. Model 6 için orijinal ve hedef değerler (2017)

	Orijinal değerler					Hedef değerler				
	HH{I}	HI{I}	HI{I}	HJ{I}	HF{O}	HH{I}	HI{I}	HI{I}	HJ{I}	HF{O}
Belçika	1249,98	1606,92	5536,76	381,23	6,59	653,56	499,62	2244,29	200,73	6,59
Bulgaristan	521,75	460,26	1344,87	135,23	5,56	521,75	460,26	1344,87	135,23	5,56
Çek Cumhuriyeti	1424,73	840,26	1104,28	453,37	3,54	782,50	136,23	705,27	98,38	3,50
Danimarka	2647,19	89,97	1823,38	536,76	2,02	754,56	88,03	1769,85	185,54	2,04
Almanya	337,39	1438,34	1597,19	641,47	0,77	144,57	363,92	610,39	278,04	1,08
Estonya	1733,76	373,96	1434,67	34,20	3,04	1733,76	373,96	1434,67	34,20	3,04
Yunanistan	807,56	462,01	3112,08	38,20	6,59	807,56	462,01	3112,08	38,20	6,59
İspanya	510,70	744,20	1916,31	415,88	1,59	227,92	250,01	674,14	182,06	1,61
Fransa	316,36	728,12	1481,18	232,74	0,73	208,26	174,51	584,47	155,93	1,14
Hırvatistan	2926,64	437,70	1250,66	161,23	12,81	2926,64	437,70	1250,66	161,23	12,81
İtalya	707,96	1149,54	1397,67	262,76	1,27	273,27	64,63	575,73	83,45	1,29
Macaristan	2021,22	1364,32	997,90	191,27	6,38	1452,55	230,44	875,70	118,02	6,41
Hollanda	1314,74	3169,58	8834,50	882,35	3,03	314,86	401,36	938,49	212,45	3,06
Avusturya	3346,96	1587,06	1618,43	525,45	7,34	1666,96	260,59	930,24	124,31	7,34
Polonya	349,49	414,17	907,73	353,88	1,01	223,12	130,31	578,42	127,44	1,15
Portekiz	534,04	608,63	1745,53	555,08	7,74	534,04	608,63	1745,53	555,08	7,74
Romanya	246,47	60,86	568,92	82,66	1,18	246,47	60,86	568,92	82,66	1,18
Slovakya	2863,30	965,53	1391,45	858,27	11,92	2619,54	461,56	1266,43	205,88	11,93
Finlandiya	4034,67	421,93	3193,54	767,72	7,98	2093,14	278,84	2047,29	219,60	7,93
İsveç	1190,18	106,75	2910,31	282,84	2,64	1190,18	106,75	2910,31	282,84	2,64
İngiltere	275,91	725,42	1318,37	144,23	0,54	227,36	117,69	576,69	119,30	1,16
Türkiye	34,18	692,23	655,32	489,70	0,97	34,18	692,23	655,32	489,70	0,97

EK-7. Model 7 için orijinal ve hedef değerler (2017)

	Orijinal değerler						Hedef değerler					
	CF{I}	CM{I}	HB{I}	HC{I}	HL{O}	HM{O}	CF{I}	CM{I}	HB{I}	HC{I}	HL{O}	HM{O}
Belçika	3,17	0,79	2978,31	9,35	0,02	1,28	3,17	0,79	2978,31	9,35	0,02	1,28
Çek Cumhuriyeti	2,40	1,39	231,97	388,17	0,01	1,44	1,76	0,94	223,91	2,80	0,02	1,45
Almanya	2,65	0,19	284,74	30,91	0,00	0,20	2,65	0,19	284,74	30,91	0,00	0,20
İrlanda	2,45	2,22	451,05	2,74	0,04	3,66	2,45	2,22	451,05	2,74	0,04	3,66
Yunanistan	1,55	1,51	1777,11	0,10	0,01	1,44	1,55	1,51	1777,11	0,10	0,01	1,44
İspanya	1,81	0,38	592,72	8,51	0,00	0,40	1,56	0,33	531,80	3,04	0,00	0,42
Fransa	2,23	0,24	304,37	0,08	0,00	0,26	2,23	0,24	304,37	0,08	0,00	0,26
Hırvatistan	1,66	6,55	597,95	0,10	0,02	2,38	1,66	6,55	597,95	0,10	0,02	2,38
İtalya	1,90	0,30	523,91	5,64	0,00	0,32	1,69	0,26	468,14	4,98	0,00	0,31
Litvanya	1,86	9,06	2885,56	0,10	0,04	3,55	1,86	9,06	2885,56	0,10	0,04	3,55
Macaristan	1,89	1,36	333,04	38,38	0,01	0,99	1,50	1,08	267,83	1,56	0,01	0,99
Hollanda	2,94	0,39	6579,27	0,10	0,01	1,24	2,94	0,39	6579,27	0,10	0,01	1,24
Avusturya	3,24	3,70	314,34	4,71	0,01	2,13	1,97	1,33	293,52	2,78	0,02	2,12
Polonya	1,87	0,29	142,60	374,11	0,00	0,30	1,61	0,27	136,17	7,58	0,00	0,29
Portekiz	1,60	2,73	670,76	0,10	0,02	2,08	1,60	2,73	670,76	0,10	0,02	2,08
Romanya	1,18	1,24	257,45	0,11	0,01	0,44	1,18	1,24	257,45	0,11	0,01	0,44
Slovakya	2,04	2,10	726,91	12,88	0,02	2,15	1,83	1,88	646,70	1,21	0,02	2,16
Finlandiya	4,56	7,45	1664,64	24,89	0,02	0,10	1,56	2,54	569,43	0,26	0,02	1,85
İsveç	3,25	5,45	1789,27	3,00	0,01	3,36	2,18	3,67	975,30	1,76	0,04	3,37
İngiltere	2,02	0,15	933,83	7,82	0,00	0,20	2,02	0,15	933,83	7,82	0,00	0,20
Türkiye	1,34	0,17	84,70	2,84	0,00	0,09	1,34	0,17	84,70	2,84	0,00	0,09

EK-8. Türkiye için orijinal ve hedef değerler (2017)

Model 1		Model 2		Model 3		Model 4		Model 5		Model 6		Model 7	
Orijinal değerler													
Çıktılar													
C M	0,17	CB	0,075	D	1,82	P	0,17	CO	2,76	HF	0,97	HL	0
		D	1,823					CR	1,13			HM	0,09
								DS	0,1				
Girdiler													
CI	1,82	CC	1258,63	A	1895,12	BP	3754,820	CU	0,1	HJ	489,70	CF	1,34
CF	1,34	CF	1,34	B	1838,31	BR	442,210	CV	0,1	Hİ	655,32	HB	84,70
		CM	0,17	C	989,92	BS	1280,210	CY	0,1	HI	692,23	HC	2,84
						BT	220,120	CZ	0,1	HH	34,18	CM	0,17
								CF	1,34				
								CI	1,82				
Hedef değerler													
Çıktılar													
C M	1,24	CB	0,08	D	1,82	P	0,165	CO	2,76	HF	0,97	HL	0
		D	1,82					CR	1,13			HM	0,09
								DS	0,1				
Girdiler													
CI	1,64	CC	1258,63	A	1895,12	BP	3754,822	CU	0,1	HJ	489,70	CF	1,34
CF	1,18	CF	1,34	B	1838,31	BR	442,206	CV	0,1	Hİ	655,32	HB	84,70
		CM	0,17	C	989,92	BS	1280,209	CY	0,1	HI	692,23	HC	2,84
						BT	220,118	CZ	0,1	HH	34,18	CM	0,17
								CF	1,34				
								CI	1,82				
Potansiyel iyileştirmeler(%)													
C M	629,41	CB	6,42	D	0,16	P	-2,71605	CO	0	HF	-0,414	HL	0
CI	-9,89	D	-0,16	A	0	BP	0,00004	CR	0	HJ	0	HM	0
CF	11,94	CC	0,00	B	0	BR	-0,00095	DS	0	Hİ	0	CF	0
		CF	-0,14	C	0	BS	-0,00009	CU	0	HI	0	HB	0
		CM	2,79			BT	-0,00085	CV	0	HH	0,005	HC	0
								CY	0			CM	0
								CZ	0				
								CF	0,14				
								CI	0,16				

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YAĞCI, Berk Erbil
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 18.02.1992, Ankara
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (536) 703 19 43
 Faks : 0 (216) 500 64 00
 e-mail : erbilyagci@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Başkent Üniversitesi / Elektrik Elektronik Mühendisliği	2015
Lise	Ankara Üniversitesi Geliştirme Vakfı Okulları Özel Lisesi	2010

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2020-Halen	ENERJİSA	Yatırım Planlama Uzmanı
2017-2020	Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş.	Şebeke Tasarım Uzmanı
2015-2017	Uludağ Elektrik Dağıtım A.Ş.	Proje Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Yağcı, B. E. ve Sözen, A. (2021, baskıda). Türkiye'nin enerji verimliliği etkinlik analizi. *Politeknik Dergisi*.

Hobiler

Spor yapmak, seyahat etmek

DİZİN

A

ABD · 53, 70, 144, 154
arz güvenliği · 1, 3, 11, 16, 26,
28, 29, 30, 31, 32, 35, 45, 46,
49,54, 108
aylak · 2, 87, 90, 107, 109, 113,
114, 118, 120, 124, 125, 129,
130, 131, 135, 136, 139, 140

B

BCC · 2, 3, 84, 85, 88, 90
BRICS · 3

C

cari · 29, 31, 149, 154, 157
CCR · 2, 3, 84, 85, 86, 87, 88,
90, 91, 98
CRS · 83

D

DEAP · 2, 101
doğrusal programlama · 2, 76, 86,
89

E

ekonomik büyüme · 37, 68, 70
EMS · 2, 101
endeks · iv, ix, xii, xiv, xv, 2, 3,
25, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98,
101, 145
Enerji yoğunluğu · 3, 5, 33, 35,
39, 62, 69, 71, 118, 147, 148
ETKB · 18, 20, 21, 26, 28, 32,
34, 39, 150

F

fosil yakıtlar · xii, 4, 11, 13, 30,
41, 42, 134, 149, 150, 152, 157

G

görelî · 1, 74, 77, 79, 80, 81, 85,
GSYH · xiii, xvii, 29, 37, 38, 39,
69, 148

İ

iklim · xiii, 35, 45, 49, 53, 55, 56,
57, 58, 59, 60, 64, 133, 145,
153,158

K

karar verme birimleri · iv, 77, 79
KVB · iv, xv, xvii, 77, 79, 80, 81,
84, 85, 87, 90, 92, 95
Kyoto · 53, 133, 153, 158

L

LNG · xvii, 14, 28, 29, 31, 32,
155, 156

M

Malmquist · iv, v, ix, xii, xiv, xv,
2, 3, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 101,
145, 160

O

OECD · xvii, 3, 4, 6, 15, 144,
156, 157

Ö

ölçeğe göre değişken getiri · xvii,
2, 82, 84, 106
ölçeğe göre sabit getiri · xvi,
xviii, 2, 83, 84
Ölçek etkinliği · xviii, 74, 82, 84,
85, 94, 97

S

saf teknik etkinliği · xviii, 74, 82
statik · 2
süper etkinlik · 2, 3

T

TEİAŞ · 18, xviii, 23, 29, 34, 161
teknik etkinlik · xviii, xiv, 74, 81,
82

U

Uluslararası Enerji Ajansı · xiii,
xvii, 16, 38, 39, 123, 156

V

Veri zarflama analizi · iv, xvi,
xviii, 2, 3, 75, 79



GAZİ GELECEKTİR..