



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

MUHASEBE VE FİNANSMAN BİLİM DALI

**YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TÜRKİYE EKONOMİSİNE VE
İŞLETMELERDE ÜRETİM STRATEJİLERİNE ETKİSİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Zafer Furkan ARSLAN

BURSA 2022

ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı : Zafer Furkan ARSLAN
Üniversite :Bursa Uludağ Üniversitesi
Enstitüsü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim/Anasanat Dalı: İşletme
Bilim/Sanat Dalı :Finans ve Muhasebe
Tezin Niteliği : Yüksek Lisans Tezi
Sayfa Sayısı : XII + 92
Mezuniyet Tarihi :/...../20....
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Fikri PALA

YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TÜRKİYE EKONOMİSİNE VE İŞLETMELERDE ÜRETİM STRATEJİLERİNE ETKİSİ

Enerji; ekonomik, sosyal, teknolojik ve çevresel koşullarda önemli rol oynar. Fosil yakıtlar ağırlıklı olarak enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, fosil yakıt rezervleri sınırlıdır ve eşit olmayan bir şekilde dağılmıştır. Ayrıca bu yakıtlar ekolojik dengeyi tehdit etmektedir. Bu nedenle alternatif enerji kaynaklarının kullanımı kaçınılmaz hale gelmektedir. Öte yandan, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisine ilişkin farklı yaklaşımlar bulunmaktadır.

Toplumun hızla artan enerji ihtiyacını güvenilir, kesintiye uğramadan ve sağlıklı bir şekilde giderilmesi için yenilenebilir enerji ön plana çıkmıştır. Teknolojik yeniliklerin gelişmesi ile yenilenebilir enerji kullanılarak randımanlı, düşük uygun fiyatlı ve devamlı bir üretim yapılabilmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji, günümüz ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı yenilenebilir enerjinin Türkiye ekonomisine etkisini incelerken, üretim stratejilerinde etkisini araştırmaktır. Araştırmamızda tarih öncesinden günümüze kadar konvansiyonel enerjinin yanı sıra yenilenebilir enerji de incelenmiştir. Bunun için yenilenebilir kaynakların potansiyeli incelenerek, Türkiye'nin genel enerji durumu, yenilenebilir enerjinin üretime etkisi ve sürdürülebilirlik incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Enerji, Yenilenebilir Enerji, Sürdürülebilirlik, Ekonomi, Üretim

ABSTRACT

Name and Surname : Zafer Furkan Arslan
University : Bursa Uludag University
Institution : Social Science Institution
Field : Business
Branch : Finance and Accounting
Degree Awarded : Master
Page Number : XII + 92
Degree Date :/...../20....
Supervisor : Dr. Fikri PALA

THE EFFECT OF RENEWABLE ENERGY ON TURKISH ECONOMY AND PRODUCTION STRATEGIES IN BUSINESSES

Energy; plays an important role in economic, social, technological and environmental conditions. Fossil fuels are mainly used to meet energy needs. However, fossil fuel reserves are limited and unevenly distributed. In addition, these fuels threaten the ecological balance. Therefore, the use of alternative energy sources becomes inevitable. On the other hand, there are different approaches to the effect of renewable energy consumption on economic growth.

Renewable energy has come to the fore in order to meet the rapidly increasing energy needs of the society in a reliable, uninterrupted and healthy way. With the development of technological innovations, efficient, low-cost and continuous production can be made by using renewable energy. In addition, renewable energy makes an important contribution to today's national economy.

The aim of this study is to examine the effect of renewable energy on the Turkish economy, while investigating its effect on production strategies. In our research, renewable energy has been examined as well as conventional energy from prehistory to the present. For this, by examining the potential of renewable resources, Turkey's general energy situation, the effect of renewable energy on production and sustainability are examined.

Key Words: Energy, Renewable Energy, Sustainability, Economy, Production

ÖNSÖZ

Bu tezin yazılmasında, tez yazımı boyunca değerli zamanını ve emeğini vererek sağladığı bilimsel katkılarından dolayı değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Fikri PALA'ya saygılarımı sunar ve teşekkür ederim.

Hayatımın birçok alanında bana esin kaynağı olan, birikimi ve tecrübesi ile yol gösteren sayın Dr. M. İlyas BOZKURT beyefendiye ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana destek olan, dualarını esirgemeyen ve her zaman arkamda olduklarını bildiğim aileme sonsuz minnettarlığımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	İV
ABSTRACT.....	V
ÖNSÖZ	VI
TABLolar LİSTESİ.....	1
ŞEKİLLER LİSTESİ	2
GRAFİKLER LİSTESİ.....	3
GİRİŞ	4

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

1. ENERJİNİN TANIMI	7
2. ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI.....	11
3. FOSİL ENERJİ KAYNAKLARI	13
3.1 Kömür	16
3.2 Petrol	18
3.3 Doğalgaz	22
4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....	25
4.1 Güneş Enerjisi	26
4.2 Rüzgâr Enerjisi.....	30
4.3 Hidroelektrik Enerjisi.....	34
4.4 Jeotermal Enerji	37

İKİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA DOĞRU EĞİLİM VE TÜRKİYE EKONOMİSİNE ETKİLERİ

1. ENERJİ ARZININ GÜVENLİĞİ VE SÜREKLİLİĞİ.....	40
2. SOSYAL VE EKONOMİK NEDENLER.....	42
3. ÇEVRESEL NEDENLER.....	43
3.1 Enerji-Çevre İlişkisi	43
3.2 İklim Değişikliği	43

3.3 Enerjinin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri.....	44
3.4 Sera Etkisi ve Küresel Isınma	44
3.5 Enerjinin Çevre Sağlığına Etkileri	44
3.6 Enerjinin İnsan Sağlığına Etkileri	44
3.7 Diğer Çevresel Etkiler.....	45
4. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE ENERJİ	45
5. TÜRKİYE’NİN GENEL ENERJİ DURUMU	47
6. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE EKONOMİSİNE ETKİSİ	51

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÜRETİM STRATEJİSİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

1. STRAJİ NEDİR?.....	54
1.1 Misyona	55
1.2 Çevre Taraması	55
1.3 Durum Analizi.....	56
2. ÜRETİM STRATEJİSİ VE TEMEL YAKLAŞIMLAR	57
2.1 Üretim Stratejisinin Önemi	57
2.2 Üretim Stratejisinin Oluşturulmasındaki Yaklaşımlar	58
2.2.1 Aşağıdan Yukarıya	58
2.2.2 Pazar Gereksinimleri	59
2.2.3 Üretim Kaynakları	59
3. ÜRETİM STRATEJİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ.....	59
3.1 Maliyet	60
3.2 Kalite	61
3.3 Zaman.....	61
3.4 Esneklik.....	62
4. SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM	63
5. SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM STRATEJİLERİ.....	68
5.1 Doğa Kapitalizmi	68

5.2 Çevre Odaklı Stratejiler.....	71
5.3 Temiz Üretim	73
5.4 Yeşil Üretim.....	75
5.5 Yalın – Yeşil Yaklaşımı	77
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	79
KAYNAKÇA	83

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Enerji Kaynaklarının Gruplandırılması.....	12
Tablo 2. Yenilenebilir Enerji Türleri ve Kaynakları	12
Tablo 3. Fosil Enerji Çeşitleri, Kaynakları, Avantaj ve Dezavantajları.....	15
Tablo 4. 2019 Bölgeler Arası Dünya Ham Petrol Ticareti	20
Tablo 5. Ülkelere Göre Petrol Rezervi (milyon varil).....	21
Tablo 6. Ülkelere Göre Doğalgaz Rezervi (milyar m ³)	24
Tablo 7. Yenilenebilir Enerji Çeşitleri, Kaynakları, Avantaj ve Dezavantajları.....	25
Tablo 8. Enerji Verimliliği SWOT Analizi	47
Tablo 9. Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Gelişimi (MW)	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 2019 Yılı Bölgelere Göre Dünya İspatlanmış Petrol Rezervi	19
Şekil 2. 2019 Yılı Dünya İspatlanmış Doğal Gaz Rezervleri Dağılımı	22
Şekil 3. 2019 Yılı En Fazla Doğal Gaz Rezervine Sahip İlk 10 Ülke	23
Şekil 4. 1990-2019 Yılları Türkiye Enerji Talebinin Dışa Bağımlılık Oranı	49
Şekil 5. Sürdürülebilir Üretimin Üç Boyutu	64
Şekil 6. Hammaddenin Ürün Yaşam Döngüsündeki Akışı	65
Şekil 7. Eczacıbaşı Topluluğu Sürdürülebilirlik Performansı	66
Şekil 8. Eczacıbaşı Topluluğu Sürdürülebilirlik Hedefleri ve Sonuçları.....	67
Şekil 9. Temiz Üretim Aşamaları	74
Şekil 10. Sunabel Firması Temiz Üretim Uygulaması	74

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1. 2019 Bölge Bazında Rezerv Miktarları	20
Grafik 2. Ülke ve Bölgeye Göre Solar PV Küresel Kapasitesi, 2010-2020	27
Grafik 3. Solar PV Kapasitesi ve İlaveleri, Kapasite Eklenen İlk 10 Ülke, 2020.....	27
Grafik 4. Rüzgâr Enerjisi Küresel Kapasitesi ve Yıllık Artış, 2010-2020.....	31
Grafik 5. Rüzgâr Enerjisi Kapasitesi ve Artış, Kapasite Eklenen İlk 10 Ülke, 2020	32
Grafik 6. Hidroelektrik Küresel Kapasite, İlk 10 Ülke ve Dünyanın Geri Kalanının Payları, 2020	34
Grafik 7. Hidroelektrik Kapasite ve İlaveler, Kapasite Eklenen İlk 10 Ülke, 2020	35
Grafik 8. Jeotermal Güç Kapasitesi ve Artış, İlk 10 Ülke ve Dünyanın Geri Kalanı, 2020.....	38
Grafik 9. 2019 Yılı Türkiye Birincil Arzı İçerisinde Kaynakların Dağılımı	48
Grafik 10. 2020 Yılı Türkiye'nin İthal Ettiği Petrolün Kaynak Ükelere Göre Dağılımı	49
Grafik 11. 2020 Yılı Türkiye'nin İthal Ettiği Doğal Gazın Kaynak Ükelere Göre Dağılımı	50

GİRİŞ

Enerji, günümüzde tüketim kalemlerimiz içerisinde en önlerde yer alan ürünlerden biridir ve buna ilave olarak gelecekte de medeniyetin vazgeçilmez aracı olmaya devam edecektir. Enerji tüketimi, ulusal kalkınma düzeyini belirleyen önemli kriterlerden biri olmakla birlikte her geçen gün önemi artmaktadır ve gelecekte artmaya devam edecektir. Mevcut medeniyet seviyemizi korumak ve rahat bir yaşam sürdürmek için kimi yerlerde doğrudan, kimi yerlerde ise dolaylı olarak enerji tüketmeliyiz. Tüketmemiz gereken enerjinin çoğu fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Geri kalan kısmı ise nükleer enerji ve yenilenebilir enerjiden gelmektedir. Fosil kaynaklı enerjinin kullanımının çevreye ve sağlığa verdiği küresel zarar, tedbir alınmazsa gelecek nesillerin bu zararları telafi edemeyeceğini göstermektedir. Aslında fosil kaynakların enerji üretiminde kullanılması sürdürülebilirliğini yitirmiştir. Bu durumda, bu kaynakların yerine çevre dostu yenilenebilir enerjinin kullanılması gerektiğine inanılmaktadır. Sanayi devrimi ile birlikte fosil kaynakların kullanımı giderek artmış, gelişme ve sanayileşmenin zararları her zaman göz ardı edilmiştir. Bitki örtüsünün ve hayvan popülasyonunun tahribatından hava kirliliği, su kirliliği ve toprak kirliliğine kadar geniş bir alanda tehdit oluşturan çevre sorunları; gelecekte bunlardan etkilenme tehlikesiyle karşı karşıya olan insanlarda ciddi bir endişeye yol açmış ve söz konusu endişe altında çevre korumaya duyarlılık giderek artmıştır. Enerji için yüksek derecede kullanılan fosil yakıtların sebep olduğu çevre ve sosyal sorunların yanı sıra gelecekte karşımıza çıkabilecek büyük sorunlardan biri de fosil yakıtların tükenmesi ile oluşacak enerjide arz güvenliği sorunudur.

Sanayileşme öncesinde, enerji ihtiyaçları öncelikle kas gücüyle ve sınırlı ölçüde de metalleri ısıtmak, pişirmek ve eritmek için odun kullanımıyla karşılanmaktaydı. Kömür rezervlerinin keşfi ve kullanımı, Sanayi Devrimi'ni ateşleyen teknolojik gelişmelerle aynı zamana denk gelmiştir. Kömür; buhar motoru, tümü doğrudan kömüre dayalı olan seri üretimin ve gelişen bir ulaşım ağının ana itici gücüydü. 1900 lü yıllardan sonra özellikle 1. Dünya Savaşı ve sonrasında petrol arama çalışmaları kritik bir mesele haline gelmiştir. Petrol, İkinci Dünya Savaşı sonrası dönemde ekonomik büyüme ve refahta gittikçe daha aktif bir rol oynamıştır. Petrolün yanı sıra doğalgaz da son dönemdeki ekonomik büyümenin belirleyicisi haline gelmiştir.

Fosil ve nükleer enerji, yenilenemez enerji kategorisine girer ve çok sayıda

tartışmanın konusu olmuştur. Mesela, rezervlerinin sınırlı/tükenmiş yapısı, yenilenemez kaynakların çevresel zararları nedeniyle maliyetler ve özellikle petrole bağımlı ülke ekonomilerinde dışa bağımlılıktan kaynaklı 1970'lerdeki petrol şoklarının neden olduğu istikrarsızlık, bu tartışmayı oluşturmaktadır. Artan enerji talebi ve yenilenemez enerji kaynaklarının sürdürülemeyen ve tartışmalara yol açan yapısı, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya verilen önemi artırmıştır. Ancak özellikle son yıllarda yenilenebilir enerji teknolojisinin gelişmesi ve yenilenebilir enerji üretim ve tüketim maliyetlerinin düşmesi, yenilenebilir enerjinin üretim kapasitesini ve tüketim düzeyini olumlu yönde etkilemiştir.

Yenilenebilir enerji kullanımı, birçok olumlu etkiye sahiptir. Özellikle enerji arzında güvenli oluşu, çevresel hasarları azaltması, iklim değişikliğine pozitif etkileri, enerji fiyatlarının belirsizliğini ve riskini azaltması, sürdürülebilir büyümeye ve sürdürülebilir kalkınmaya yönelik olumlu katkıları bu olumlu etkilerden birkaçıdır. Yenilenebilir enerjinin ülkeler bazında faydalarından biri de ülkelerin ekonomik kalkınmasına yarar sağlayarak aynı zamanda dışarıya olan enerji bağımlılığını pozitif anlamda etkilemektedir. Aynı zamanda ülkeler yenilenebilir enerji sektörü geliştikçe işsizliği, fosil yakıtların yol açtığı çevresel hasarları ve sağlık sorunlarını minimize edebilir. Özetle, istikrarlı bir ekonomi ve daha yüksek refah seviyelerinden söz edebilmek için yenilenebilir enerjinin enerji ihtiyacını karşılama oranının daha fazla olmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Ekonomik büyüme kalemleri içerisinde enerjinin önemli bir girdi olduğu göz önüne alındığında, enerji alanındaki literatürün ilk başlarda çoğunlukla ekonomik büyüme ekseninde etrafında geliştiği ve klasik modeller çerçevesinde yapılan araştırmaların ağırlıklı olarak bu alana odaklandığı görülmektedir. Diğer taraftan 1970'li yıllarda ortaya çıkan petrol şokunun bu krizden etkilenen ülkelerde sadece ekonomik büyüme oranlarına değil, enflasyon oranı ve işsizlik gibi temel makroekonomik parametrelerde de istikrarsızlığa neden olmuştur. Yaşanan bu olaylar, enerji kaynaklarının çeşitlenmesinin ve alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesinin mutlaka halledilmesi gereken bir konu olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır. Yenilenebilir enerji, 2000'li yılların başından itibaren, teknolojik gelişme ve maliyet artışları nedeniyle yenilenebilir enerji üretim ve tüketim oranlarına yansıyan daha rekabetçi bir düzeye ulaşmıştır. Böylece yenilenebilir enerji kaynakları birçok farklı alanda tartışılmaya ve

üzerine çalışmalar yürütmede hız kazanmıştır.

Hammadde ve enerji kapasitesi sınırlı olmasına rağmen, talebin sürekli ve hızlı büyümesi, insanlığı yeni alışılmadık kaynaklar aramaya zorlamıştır. Gelecekteki nüfus patlaması ve yaşam standartlarının kademeli olarak iyileştirilmesi nedeniyle, mevcut fosil kaynaklarının (petrol, doğalgaz, kömür vb.) hızla azalması beklenmektedir.

Bu nedenle, yenilenebilir enerji kullanımı, ulusal ve küresel arz güvenliği için gerekli olan yerel ve yenilenebilir doğal bir kaynaktır. Böylelikle dünyanın sınırlı fosil rezervleri tükenmekten büyük ölçüde korunacak, sınırlı kaynaklara sahip kömür ve petrolün tükenmesinden kaynaklı sorunlar aşılmış olacaktır.

Üç bölümden oluşan bu çalışmanın birinci bölümünde, enerjinin tanımı yapılarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı tanımları yapılmış olup bu kaynaklar olumlu ve olumsuz yönleri ile açıklanmıştır.

İkinci bölümde yenilenebilir enerjinin Dünya’da ve Türkiye’de kullanımına, artan enerji ihtiyacı ve çevresel etkiler ile yenilenebilir enerjinin önemi incelenmiş olup, ekonomik olarak etkilerinden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde, üretim stratejilerinden bahsedilerek, yenilenebilir enerji kullanımının üretim stratejilerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu ve bu etkilerden bahsedilmiştir. Ardından sürdürülebilir üretimin öneminden bahsedilerek, sürdürülebilir üretim stratejileri üzerinde durulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

1. ENERJİNİN TANIMI

Enerji, çağın en önemli tüketim ürünlerinden biridir ve aynı zamanda medeniyetin vazgeçilmez aracıdır. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirleyen ölçütlerin başında gelen enerji tüketimi, günümüzde sürekli artmaktadır ve artış, gelecekte de katlanarak devam edecektir. Bugün ulaştığımız uygarlık seviyesinin korunması ve rahat hayatın sürmesi için enerjiyi doğrudan veya dolaylı olarak tüketmeye devam etmek zorundayız. Tüketmemiz gereken enerjinin çoğu fosil yakıtlardan, az bir kısmı ise nükleer enerjiden ve yenilenebilir enerji kaynaklarından temin edilmektedir. Enerji üretimi için fosil kaynakların kullanılmasının çevrede ve insan sağlığında yol açtığı küresel ölçekli zararlar, herhangi bir tedbir alınmazsa, oluşan zararların telafi edilebilmesi için gelecek nesillerin ödemek zorunda kalacağı bedelin tahmin bile edilemeyecek seviyelere erişeceğini göstermektedir. Fosil kaynakların enerji üretiminde kullanılmasının sürdürülebilirliğini kaybettiği, artık inkâr edilemeyecek bir gerçektir. Geline noktada, Sanayi Devrimiyle birlikte enerji üretiminde kullanılması artan, sanayileşme ve kalkınma konularında verdiği zararlar hep görmezden gelinen fosil kaynakların bir tarafa bırakılarak çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarının ağırlıklı olarak kullanılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir (Demirel, 2016: 27).

Bitki örtüsünün ve hayvan popülasyonunun tahribatından hava kirliliği, su kirliliği ve toprak kirliliğine kadar geniş bir alanda tehdit oluşturan çevre sorunları; gelecekte bunlardan etkilenme tehlikesiyle karşı karşıya olan insanlarda ciddi bir endişeye yol açmış ve insanların çevre korumaya duyarlılığı artmaya başlamıştır. Fosil yakıtlardan elde edilen enerji kullanımının neden olduğu; enerji üretimi için yakıt alımında dışa bağımlılık, ithalat giderlerinin yüksek oluşu, küresel ısınma gibi hayati çevre sorunlarının yanı sıra dünya gündemini meşgul eden bir başka sorun da fosil kaynakların önümüzdeki kısa süreç içerisinde tükenerek baş gösterecek olan enerjide arz güvenliği problemidir. Hammadde ve enerji kapasitesi sınırlı olmasına rağmen, hammadde ve enerji talebinin sürekli ve hızlı büyümesi, insanlığı yeni alışılmadık kaynaklar aramaya zorlamıştır. Var olan fosil kaynakların (petrol, doğal gaz, kömür vb.) gelecekteki nüfus patlaması ve yaşam standardının aşamalı bir biçimde artışı nedeniyle

hızlı bir tempoda azalması beklenmektedir (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578-579).

İnsanlığın geleceği için düşündürücü olan, kanıtlanmış üretken petrol ve doğalgaz rezervlerinin insan hayatına uyum sağlamak için yeterli canlılığa sahip olmasıdır. Bu nedenle, enerji arz güvenliği ve sürekliliği için yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlara ikame olarak kullanılması ülkesel ve küresel bazda kritik öneme sahiptir. Tükenmesi kaçınılmaz olan fosil yakıt rezervlerinin de olabildiğince geç şekilde tükenmesi böylelikle sağlanmış olacaktır. (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578-579).

Kömür ve petrolün tartışılmaz üstünlüğüne sahip olan enerji çağı, yıllarca herhangi bir problem yaratmadan sürdürdükten sonra 1973 yılında yaşanan ve derin sarsıntılar oluşturan petrol krizi, özellikle enerji elde edilebilecek fosil yakıtlar konusunda ciddi boyutlarda güvensizlik ortamının oluşmasına sebep olmuştur. Bu güvensizlik ve kriz ortamı içinde tüm ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarına hem teknolojik araştırmalar hem de kamuoyu ilgisi boyutunda bir yönelme baş göstermiştir. Bundan sonra da çoğunlukla petrol fiyatlarına bağlı bir değişim gösteren yenilenebilir enerji kaynaklarına ayrılan fonlar 1980’lerde petrol fiyatlarının düşmesiyle azalsa da petrol kriziyle gündeme gelen enerji arzının güvenliği ve sürekliliği kavramları kalıcı olmuştur (IEA, 2017: 3).

Bu kapsamda, “enerjinin çeşitlendirilmesi”, enerji arzının güvenliğinin ve sürekliliğinin sağlanması açısından göz ardı edilemez duruma gelmiş ve enerji politikaları içindeki yerini almıştır. Yukarıda da bahsedilen petrol krizinden sonra ortaya çıkan enerji bunalımı, birçok hükümetin enerji güvenliği konusunda ulusal politikalar geliştirmelerine neden olmuştur. Klasik anlamda enerji güvenliği kavramının “enerji kaynaklarının çeşitliliği” ve enerji kaynaklarının ulaşılabilirliği” şeklinde iki boyutu bulunmaktadır. Modern enerji güvenliği kavramı ise enerji üretiminin çevresel hasarlarını da göz önünde bulundurmaya ve tedbir almayı gerektirecek şekilde çevresel güvenliği de içermektedir (Duic vd., 2005: 1003).

Enerjide, enerji çeşitlendirmesi ile birlikte herhangi bir kaynaktan oluşabilecek kesilme, azalma, devre dışı kalma ve tükenme gibi sorunlar ile enerji kaynağı ithaline olan bağımlılığın önüne geçilmesi mümkün hale gelebilecektir. Tek bir kaynak türünden veya diğer kaynaklardan daha yüksek bir kaynak kullanım oranından elde edilen enerjinin belirli bir bağımlılığa sahip olacağı dikkate alınmalıdır. Bu tür kaynakların neden olabileceği kesinti veya üretim kesintisi gibi sorunlara acil çözüm sağlamak

imkânsız ise enerji güvenliği sorunları yaşanacaktır. Bu sebeple, kaynak çeşitliliğinin sağlanmasının enerji güvenliğinin güvenceye alınması yollarından biri olduğu söylenebilir.

Fosil kaynaklarının toplam enerji talebindeki payı 2002 yılında %80 iken, 2030 yılında bu payın %82 olması beklenmektedir. Bu kaynaklar tükenmekte olan kaynaklardır. Tükenmekte olan kaynak oluşları bile bu yakıtların, sürdürülebilir enerjinin geleceği önünde büyük bir engel konumundadır. Petrol rezervleri ile ilgili yaygın olan öngörü, petrol üretimi ve tüketiminin; 21. yüzyılın ilk 25 yılında tırmanışını kesip; giderek tükenen rezervlere bağlı olarak petrol arzının azalması sonucunda petrol fiyatlarının artması sebebiyle giderek azalacağı şeklindedir (Sadorsky, 2009b: 456).

Dünyadaki fosil yakıtların rezerv kullanma süreleri her kıtada değişmekle birlikte ortalama petrol rezervlerinde 40 yıl, doğalgaz rezervlerinde 61 yıl, kömür rezervlerinde ise 227 yıldır. Yine Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) da fosil yakıtlara dayalı enerji sistemlerinin yani 20. yüzyıl geleneksel enerji sistemlerinin sürdürülemez olduğunu ve ülkelerin enerji politikalarında köklü değişiklikler yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olması, yenilenememesi ve yapılan araştırmalar sonucunda yakın zamanda tükeneceğinin ortaya çıkması ile birlikte nüfus artışı, şehirleşme ve sanayileşme gibi faktörlerin etkisiyle artan enerji talebinin nasıl karşılanacağı vb. sorunlar, enerji arzının sürekliliğinin ve güvenliğinin sağlanması için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi gerektirmiştir. Ülkelerin enerji yetersizlikleri ve ithal enerjiye olan bağımlılıkları ekonomilerini risklere açık hale getirir, üretim ve arz üzerinde etkileri olan fiyat dalgalanmalarına, ekonomik krizlere ve hatta durgunluğa neden olabilir. Bu nedenle pek çok ülkede devlet, oynak olan dünya piyasasında arz güvenliğini sağlamak amacıyla enerji sektörüne müdahale politikaları oluşturur (IEA, 2017: 11).

Genel olarak, enerji güvenliği enerji yelpazesinin çeşitlendirilmesi ile mümkün olabilir. Bir ülkenin enerji ihtiyacının karşılanmasında tek bir kaynağa ağırlık verilmesi, eğer bir de bu kaynak ithal edilmek suretiyle sağlanıyor ise, bu ülkenin beklenmedik fiyat dalgalanmalarından etkilenme riskini arttıracaktır. Aynı zamanda ithal kaynak bağımlılığı olan bir ülkenin dış müdahalelere karşı direnme gücü, politik esnekliği de azalacaktır.

Örneğin, son yıllarda doğal gaz üreticisi Rusya ve İran ile doğal gaz tüketiminde

ithalata bağımlı olan Türkiye arasında yaşanan krizler, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artırmıştır. İran ve Rusya gibi doğal gaz ithalatı yaptığımız ülkelerin doğal gaz tüketiminde dışa bağımlı olan Türkiye'yi, gerek başka ülkelerle (Gürcistan ve Ukrayna) yaşanan politik sorunları gerekse de ülke içi enerji ihtiyaçlarını (İran) gerekçe göstererek doğal gaz vanalarını kısmak suretiyle, zor durumda bırakması, Türkiye'nin doğal gaza bağlı sektörlerinde önemli sorunlar yaşanmasına neden olmuş ve enerjide dışa bağımlı olmanın ne kadar riskli olduğunu göstermiştir. Bu vesileyle kaynak çeşitliliği ve yerli üretime ağırlık veren bir enerji politikasının önemini anlayan Türkiye gibi ithal doğal gaza ya da diğer enerji kaynaklarına bağımlı ülkelerin yapması gereken, sahip oldukları yerli kaynaklarından daha çok enerji üretmektir. Türkiye'nin ulusal menfaatlerine göre oluşturulacak enerji politikaları takip etmesi ve özellikle de orta ve uzun vadede enerji arzı güvenliği konusunda kısıtlamalara sebep olabilecek uluslararası anlaşmaları iyi değerlendirmesi gerekmektedir. Başka ülkelerdeki karar vericilere veya şirketlere bağımlı olamamak için ülkemize veya bölgemize uygun kaynakları ön plana almamız ve kendi geleceğimizi planlamamız gerekmektedir (WEC, 2017: 10).

Dünyada olduğu şekilde, Türkiye de enerji tüketiminin büyük kısmını fosil yakıtlardan sağlamaktadır ve bu nedenle fosil yakıtlarda dışa bağımlılığı yüksektir. Kalkınma çabası içinde olan ülkemizde, özellikle sanayileşme sürecinin bir sonucu olarak enerji talebinde büyük artışlar olmuş, yerli üretim bu talep büyümesini karşılamada yetersiz kalmış, enerji sektörü, ekonomide darboğaz yaratan bir sektör halini almıştır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler, yeterli enerji kaynaklarına veya üretim imkanlarına sahip olmadıkları için ithal ettikleri enerji kaynaklarının fiyatlarında oluşan değişimlerden fazlasıyla etkilendikleri gibi ekonomileri de enerji fiyatlarındaki değişimleri tolere edebilecek kuvvette olamamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, ithal yakıtlara olan bağımlılığı ve ithal edilen fosil yakıtların fiyat değişimlerine olan duyarlılığı azaltmakta, dolayısıyla bu durum enerji arzının güvenliğini artırmaktadır. Enerji arzının güvenliğinin sağlanması, enerji girdili diğer sektörleri de olumlu yönde etkileyecek ve yatırımda, üretimde ve tüketimde oluşacak güven ortamı, sosyo-ekonomik istikrarı da artıracaktır. Bu nedenle yerli kaynak aramaları ve var olan kaynakların olanaklar ölçüsünde azami olarak kullanılması sürdürülmeli, öz kaynaklara öncelik verilmelidir.

Kısacası, alışılagelen enerji kaynaklarında bir sınıra yani tükenme noktasına yaklaşılmıştır. Ekonomik büyümenin devamı için enerji önemli kalemdir. Bu alandaki oluşan ihtiyacın giderilmesi ve güvenliğinin sağlanması da göz ardı edilemeyecek kadar ciddi bir konudur. Fakat sadece ülkemizde değil aynı zamanda dünyada da enerji ihtiyacında günden güne artış yaşanmış, bunun neticesinde kurulu olan enerji santrallerinde yetersizlik oluşmuştur. Buradan yola çıkılarak her ne kadar yenilenebilir ve yeşil enerji tavsiye edilse de fosil kaynaklardan sağlanan enerjiyi uzun yıllar kullanmaya devam edeceğimiz gözükmemektedir. (UNFCCC, 2008: 12).

Bir ülkenin yerli ve yenilenebilir kaynaklarına önem ve öncelik vermesi sadece arz güvenliği için değil, toplumsal maliyetlerin enerji yatırımlarında dikkate alınması, yerli üretim sonucu istihdamın artması yani sosyal ve ekonomik refahın sağlanması için de önemlidir. Bu kısım yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin bir başka önemli gerekçesi olan “Sosyal ve Ekonomik Nedenler” başlığı altında detaylıca ele alınacaktır.

2. ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI

Sanayi Devrimi öncesinde enerji ihtiyacı, doğada kolaylıkla bulunabilen odun, rüzgâr ve su gibi temel kaynaklar ile insan ve hayvanların kas gücünden yararlanılarak karşılanırken, buhar makinesinin icadı enerjide bir değişimin başlangıcı olmuştur (Soylu ve Türkay, 2005). Emek yoğun üretim teknolojisinden sermaye yoğun üretim teknolojisine geçiş, kalorifik değeri yüksek yeni enerji kaynaklarının geliştirilmesini hızlandırmıştır.

Genel olarak enerji kaynakları, kullanımları ve geri dönüştürülebilirliklerine göre iki ayrı başlık altında incelenmektedir. Enerji kaynakları kullanımları açısından yenilenemeyen (tükenen) ve yenilenebilir (tükenmeyen) enerji olmak üzere iki kategoriye ayrılır; geri dönüştürülebilir özelliklerine göre enerji birincil ve ikincil enerji olarak ikiye ayrılır (Tiftikçigil ve Yesevi, 2015: 28- 29).

Tablo 1. Enerji Kaynaklarının Gruplandırılması

ENERJİ KAYNAKLARI	
Kullanışlarına Göre	Dönüştürülebilirliklerine Göre
A) Yenilenemez (Tükenir)	A) Birincil (Primer)
a) Fosil Kaynaklı	- Kömür
- Kömür	- Petrol
- Petrol	- Doğal gaz
- Doğal gaz	- Nükleer
b) Çekirdek Kaynaklı	- Biyokütle
- Uranyum	- Hidrolik
- Toryum	- Güneş
B) Yenilenebilir (Tükenmez)	- Rüzgar
- Hidrolik	- Dalga, Gel-Git
- Güneş	B) İkincil (Sekonder)
- Biyokütle	- Elektrik, Benzin, Mazot, Motorin
- Rüzgar	- İkincil Kömür
- Jeotermal	- Kok, Petrokok
- Dalga, Gel-Git	- Havagazı
- Hidrojen	- Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG)

Kaynak: Koç E. ve Şenel M.C. (2013). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makina, 54(639), 32-44

Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları arasındaki fark; bu, doğada sınırlı miktarda rezerv veya stok bulunup bulunmadığı ile ilgilidir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji, doğanın kendi döngülerinde oluşan ve var olmaya devam eden enerji olarak tanımlanabilir. Yenilenebilir yakıtların aksine fosil yakıtların tüketimi kaçınılmazdır ve temiz enerji kaynakları olan güneş, hidro, rüzgâr, jeotermal, hidrojen, dalga ve biyokütle arasındaki ekolojik dengeyi olumsuz etkiler (Oktik, 2000: 48).

Tablo 2. Yenilenebilir Enerji Türleri ve Kaynakları

Yenilenebilir Enerji Türleri	Kaynak
Güneş Enerjisi	Güneş
Rüzgâr Enerjisi	Rüzgâr
Hidrolik Enerji	Akarsu, Nehir
Biyokütle Enerjisi	Biyolojik Atıklar
Jeotermal Enerji	Yeraltı Suları
Dalga Enerjisi	Okyanus, Deniz
Hidrojen Enerjisi	Su

Kaynak: Tablo yazara aittir

Yenilenemez enerji, gelecekte tükenmesi beklenen yakıtları içerir ve fosil kaynaklar ve çekirdek kaynaklar olmak üzere iki ayrı grupta incelenir. Fosil kaynaklı yakıtlar genellikle kömür, petrol ve doğal gazdan oluşur; çekirdek kaynakları ise uranyum ve toryum gibi hammaddelerden sağlanan nükleer enerji sınıfıdır. Her iki gruptaki kaynaklar da doğası gereği sınırlıdır.

Birincil enerji kaynakları; doğal süreçlerde üretilen, çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan, ayrıştırma ve temizleme dışında herhangi bir geri dönüşüm olmaksızın kullanılabilen kömür, petrol, güneş ışığı, nehirler ve bitki atıkları gibi kaynaklardır. İkincil enerji kaynakları ise; petrol, kömür, doğalgaz, su, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi birincil kaynakların dönüşüm ünitesinde dönüştürülmesiyle elde edilen enerji kaynaklarıdır. Bu nedenle, ikincil enerjinin elde edilmesi, birincil enerjinin dönüştürülmesine bağlıdır. Bu nedenle ikincil enerji üretiminin ana girdisi birincil enerji olup, ikincil enerjiye örnek olarak elektrik ve yakıt ürünleri kullanılabilir (Aydın, 2014: 25).

3. FOSİL ENERJİ KAYNAKLARI

Dünyanın fosil (harcanabilir) enerji kaynaklarını sayacak olsak temelde üç kaynak vardır. Bunlar, kömür (linyit, taşkömürü, antrasit), petrol ve doğalgazdır. Fosil kaynaklar, Dünya'da katı, sıvı ve gaz halinde bulunur ve içerdikleri enerjiyi çeşitli reaksiyonlarla açığa çıkarır. Bu enerji, milyonlarca yıldır Dünya'nın iç kısımlarının yer altı basıncına ve yüksek sıcaklıklarına maruz kalmış bitki ve hayvan kalıntılarının fosilleşmesiyle oluşur. Fosil yakıtlar, ısıtmada, elektrik üretiminde ve güç sağlamakta kullanılmak amaçlarıyla kullanılmaktadır. İnsanlar enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kolay erişilebilir ve kolayca dönüştürülebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir. Bu sebeple fosil enerji her zaman için tercih edilen enerji üretim kaynağı olmuştur.

Diğer bir enerji kaynağı ise nükleer enerjidir. Bu enerji, radyoaktif çekirdeklerin parçalanmasıyla üretilir ve "fısyon" ve "füzyon" reaksiyonlarının sonucudur. Bu işlemler sonucunda açığa çıkan termal enerji nükleer tesiste kontrollü bir şekilde gerçekleştirilerek elektriğe dönüştürülerek kullanıma sunulur. Nükleer enerji, yer kabuğunun altında doğal olarak oluşur ve rezervlerle sınırlıdır. Bu nedenle tükenmiş (yenilenemeyen) enerji kaynaklarıdır (Demirel, 2016: 30; Öztürk, 2013: 3-4).

Mevcut enerji kaynaklarının artan maliyeti ve sürekli gelişme gösteren dünyada enerjiye artan bağımlılık, nükleer enerji kaynaklarına ilgiyi daha cazip hale getiriyor. İlave bir bilgi olarak nükleer enerji, fosil yakıtlar gibi bir takım zararlı gazlar yaymaz ve ayrıca kirletici parçacıkların yanarak yayılmasını engeller. Ancak buradan görünür bir zarar olmadığı sonucu çıkarılamaz. Örnek olarak, Ukrayna'da 25-26 Nisan 1986 tarihinde nükleer bir patlama gerçekleşti. Ukrayna'nın başkenti Kiev'in kuzeyinde bir kasaba olan Çernobil, bir elektrik santralinde meydana gelen patlama sonucunda çok sayıda insan hayatını kaybetti, yaklaşık 135 bin kişi tahliye edildi ve ülkemize radyoaktif serpinti yayıldı. Radyasyondan kaynaklanan hasarın yıllarca kalıcı etkileri vardır, insanların hastalanmasına ve bitki örtüsünün tahrip olmasına neden olur, ancak tam olarak ölçülmemiştir (Öztürk, 2013: 5).

Yukarıdaki örnek bize ne denli büyük zararlara sonuç doğuracağını göstermekle birlikte nükleer enerjiyi zararlı diyerek bir köşeye koymak mümkün değildir. Çünkü birim kütle başına içerdiği verimlilik açısından nükleer enerji dikkate değer bir özelliğe sahiptir. 500 gram kömür 1.5 kWh elektrik, 500 gram petrol 2 kWh elektrik ve 500 gram uranyum 82.000 kWh elektrik üretebilir. Dünya nükleer enerji tüketimi 2000'de 584,5 Mtep'ten 2008'de 619,7 Mtep'e yükseldi. OECD ülkeleri, örneğin 515.7 Mtoe gibi tüketimin büyük kısmını elde etti ve AB ülkeleri 212,7 Mtoe'ye ulaştı.

Tablo 3. Fosil Enerji Çeşitleri, Kaynakları, Avantaj ve Dezavantajları

Yakıt türü	Kaynak	Avantajlar	Dezavantajları
Kömür (fosil yakıt)	Fosilleşmiş bitkilerden oluşur ve organik ve inorganik bileşiklerle karbondan oluşur. Yeryüzündeki kaya katmanları arasında bulunan kömür damarlarından çıkarılır.	Kömür, madenciliği ve elektriğe dönüştürülmesi ucuz olan hazır bir yakıttır-petrol veya gazdan daha uzun ömürlüdür.	Kömür yakıldığında, sera gazları da dahil olmak üzere atmosferik kirleticiler yayar.
Petrol (fosil yakıt)	Fosilleşmiş hayvanlardan oluşan karbon bazlı sıvı. Yeryüzündeki kaya damarları arasında petrol gölleri bulunur.	Petrol, çıkarılması ve enerjiye dönüştürülmesi ucuz olan hazır bir yakıttır. Sanayide ve ulaşımda kullanılır.	Petrol yakıldığında, sera gazları da dahil olmak üzere atmosferik kirleticiler yayar. Sınırlı bir petrol kaynağı var.
Doğal gaz (fosil yakıt)	Yerin altındaki kaya dikişleri arasında sıkışan metan ve diğer gazlar, toprağa batırılan borular aracılığıyla salınır.	Gaz, hazır bir yakıttır ve nispeten ucuzdur. Evlerde ısınma ve yemek pişirmek için kullanılır ve kömür ve petrolden biraz daha temiz bir yakıttır.	Yakıldığında, sera gazları da dahil olmak üzere atmosferik kirleticiler yayar. Sınırlı bir gaz arzı var.
Nükleer	Uranyum gibi radyoaktif mineraller çıkarılır. Bu minerallerden atomlar ayrıldığında açığa çıkan enerjiden elektrik üretilir.	Az miktarda radyoaktif madde çok fazla enerji üretir, nispeten ucuzdur ve uzun süre dayanabilir. Kirleticiler yaymaz.	Nükleer reaktörlerin çalıştırılması pahalıdır ve nükleer atıklar oldukça zehirlidir. Nükleer maddelerin sızıntısı, insanlar ve çevre üzerinde yıkıcı bir etkiye sahip olabilir
Biyokütle	Çürüyen bitki veya hayvan atıklarından veya organik malzemeden üretilir ve enerji sağlamak için yakılabilir.	Ucuz ve kolay bulunabilen bir enerji kaynağıdır. Ekinler değiştirilirse, uzun vadeli, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olabilir.	Yakıldığında, sera gazları da dahil olmak üzere atmosferik kirleticiler yayar.
Odun	Devrilen ağaçlardan elde edilir, ısı ve ışık üretmek için yakılır.	Ucuz ve kolayca bulunabilen bir enerji kaynağı. Ağaçlar değiştirilirse, odun yakma uzun vadeli sürdürülebilir bir enerji kaynağı olabilir.	Yakıldığında, sera gazları da dahil olmak üzere atmosferik kirleticiler yayar.

Kaynak: "Renewable Energy Sources", BBC, <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/z3tjcw/revision/1>, (Erişim tarihi: 08.02.2022).

Nükleer enerji yaygın olarak kullanılmasına rağmen, ticari sivil tüketime uygun nükleer enerji üretimi giderek önem kazanmaktadır. Bunu açıklayan en önemli veri, gelişmiş ülkelerde nükleer enerji üretiminin elektrik tüketimindeki artan payıdır.

Fransa'da elektrik üretiminin yaklaşık yüzde 80'i ve Amerika Birleşik Devletleri'nde yüzde 20'si nükleer santrallerden yapılmaktadır.

Nükleer araştırmalara en büyük ekonomik destek enerji sektöründen gelmektedir. Gerçekten de küresel ticaretin gelişmesiyle birlikte birçok gelişmiş ülke, nükleer enerji üreterek iç talebi karşılarırken, fosil enerji kaynaklarına sahip olsalar bile fosil enerji ihraç etmeye daha istekli hale gelmektedir. Bunun temel nedeni, nükleer yollarla aynı miktarda enerjinin daha ucuza üretilebilmesidir.

Nükleer teknolojiye sahip ülkelerle bir husus da genellikle bu ülkeler askeri ve sivil alanlarda da geniş kapsamlı araştırmalar yürütürler. Böylelikle yeni sanayi ve bilim sektörleri ortaya çıktığı için, dolaylı olarak bu ülkeler yeni yatırımları finanse edebilir ve farklı bir işgücünü istihdam ederek ülke ekonomisine katkıda bulunabilir (EIA, 2016: 9).

İnsan nüfusu son yüzyılda dramatik değişiklikler geçirdi. Hızla artan nüfus, sanayileşme ve kentleşmenin getirdiği yüklerle birleştiğinde enerji tüketimi dengesi çarpıcı biçimde ortaya çıkıyor. Küreselleşme ve toplumsal refah anlayışının daha fazla enerji ile sağlanabileceğini de belirtmekte fayda var. Ayrıca küreselleşme ve gelişmişlik göstergesi olarak görülen kişi başına elektrik üretimi, enerji politikasının yeniden düşünülmesinde ve genel enerji dengesinin tespitinde etkili olduğu düşünülen diğer faktörlerdir.

3.1 Kömür

Dünyanın enerji ihtiyacının çoğu fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Ancak fosil kaynaklar sonsuz değildir ve bir gün sona erecektir. Hayatımızda önemli bir yer tutan kaynakların her gün yenilenemiyor olması, ulusları yeni rezervler keşfetmeye zorlamaktadır. 19. Yüzyılda Sanayi İnkılabıyla birlikte insanlar kırsaldan kentlere göç etmeye başlamışlardır. Artan kent nüfusunda yaşanan artış ile insanların vakitlerini fabrikalarda çalışmasından kaynaklı artık kendi ürettiğini tüketmesinden öteye geçerek ihtisaslaşmayı ve ardından uzmanlaşmayı getirmiştir (Bozkurt, 2014: s.94).

Tüm enerji kaynakları arasında kömür, "sürdürülebilir enerji" ve dolayısıyla "sürdürülebilir kalkınma" ve enerji güvenliği sağlayan önemli bir kaynaktır. Bunun nedeni, kömür rezervlerinin mevcut kullanım değerleriyle diğer fosil yakıtlara göre

yaklaşık üç kat daha uzun ömürlü olması, 50'den fazla ülkede coğrafi olarak dağılmış olması, taşınması, depolanması, ucuz olması ve siyasi dalgalanmalardan etkilenmemesidir.

Kömür, kullanım kolaylığı ve güvenilirliği nedeniyle tercih edilen enerji üretim kaynağı olmaya devam etmektedir. Dünya Enerji Ajansı'na göre, küresel enerji talebinin yaklaşık %25'i kömür kaynaklarından geliyor. Dünyadaki kömür kaynaklarının mevcut kullanımını dikkate alındığında yaşam beklentisi yaklaşık 60 yıldır (EIA, 2016: 3).

Bugün itibariyle dünyanın kullanılabilir kömür rezervi yaklaşık 929 milyar tondur. Bu miktara göre 2009 yılında kanıtlanmış rezerv 826 milyar ton olmuştur. Dünya kömür rezervlerine ilişkin tahminler genellikle güvenilirdir, ancak mevcut kaynakların miktarı azalmaktadır. Dünyanın toplam kullanılabilir kömür rezervi 1991 yılında 1.145 milyar ton iken, 2000 yılında 1.083 milyar tona düşmüş, 2006 yılında ise 929 milyar ton olarak ölçülmüştür.

Dünya görünür kömür rezervlerinin %51'i antrasit ve bitümlü kömür, %32'si alt bitümlü kömür ve kalan %18'i linyitten oluşmaktadır. Kömür rezervleri çeşitli derecelerde kaliteye sahiptir. Değerleri içerdikleri enerji (Btu) ile orantılıdır. 2006 yılında Uluslararası Enerji Ajansı'na göre, çoğunlukla ısıtma için kullanılan düşük değerli bir kömür olan linyit, Yunanistan'da ton başına 4,5 milyon BTU ve Kanada'da ton başına 12,4 milyon BTU içerir.

Mevcut kömür rezervleri dünya geneline dağılmışken, bunların %80'i beş bölgede toplanmıştır. Bunlar Amerika Birleşik Devletleri (%28), Rusya Federasyonu (%19), Çin (%14), OECD üyesi olmayan diğer Avrupa ülkeleri ve Avrasya (%10) ve Avustralya-Yeni Zelanda'da (%9) yer almaktadır. 2006 yılında dünyadaki toplam kömür üretiminin %71'ini gerçekleştirmişlerdir (BP, 2017: 36).

1952 yılında imzalanan Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu (AKÇT) anlaşmasının bir sonucu olarak AB, 2002 yılına kadar katı yakıt politikasını uyguladığı bir iç kömür piyasası kurmuştur. AB'de elektrik üretiminin yaklaşık %30'u katkı yakıtlarından geliyor. 2008 yılı sonu itibariyle AB'nin 2.957 milyar ton kanıtlanmış kömür rezervi bulunmaktadır. Yine de ithal kömürün daha ucuz olması AB'yi bunu yapmaya zorluyor.

Doğal gaz ve kömür şu anda küresel elektrik üretiminin %60'ından fazlasını oluşturuyor. 2030 yılına kadar dünya elektrik üretim arzının %64'lük büyük bir paya sahip olacağı tahmin edilmektedir. Özellikle kömürün bol olduğu Asya'da, elektrik üretimi için yüksek maliyetli petrol ve gazın daha ekonomik kömürle değiştirilmesi bekleniyor.

Kömüre dayalı üretime kıyasla alternatif enerjiye dayalı üretim, ilk yatırım maliyetleri açısından daha yüksek beklentiler göstermektedir. Öte yandan, enerji üretim aşamasında herhangi bir yakıt girdisi gerektirmediği için ilk yatırım maliyetini orta ve uzun vadede amorti ederek kömüre göre daha kârlıdır. Ayrıca, ulusal sera gazı emisyon politikaları çerçevesinde alternatif enerji üreticilerine yönelik bazı teşvikler dikkate alındığında yenilenebilir kaynak üretimi daha iyi bir konumdadır.

Üretim coğrafyasındaki bu değişimin temel nedeninin, gelişmiş OECD ülkelerinin enerji üretiminde daha temiz ve daha güvenilir kaynaklara yönelme eğiliminden kaynaklanması bekleniyor. Kyoto Protokolü çerçevesinde sanayileşmiş ülkeler tarafından verilen taahhütler doğrultusunda, yüksek karbonlu kömür yakıtlarının kullanımını en aza indirmeyi hedeflemektedir. Öte yandan, henüz sanayileşmeyi tamamlamamış gelişmekte olan ülkeler, yaşadıkları hızlı kalkınma ve sanayileşme sürecini hızlandırma eğilimindedir. Bu nedenle, kömür gibi daha fazla karbonlu yakıtlara ihtiyaç duyarlar. Bu durum, kömür yakıtı kullanımını gelişmiş ülkelere az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere kaydırma etkisine sahiptir.

3.2 Petrol

Fosil kaynak olarak günümüzde çokça kullandığımız petrol, üretim ve tüketim açısından denge sağlanması önemlidir. Ancak her geçen gün petrole olan bağımlılık artmaktadır. Bu sebeple yeni rezervlerin bulunması ve bu rezervlerin kullanıma girmesi önem arz etmektedir. Bununla birlikte petrolde üretim ve tüketim birbirine bağımlı hale geldiği için üretimde yaşanacak bir aksaklık dünyada ciddi krizlere sebep olabilecek seviyelere gelmiştir.

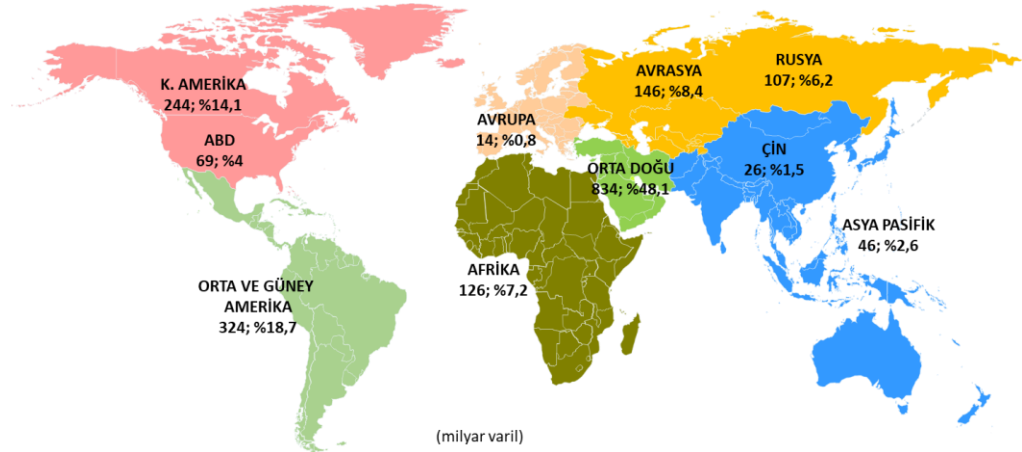
BP'nin yayınlamış olduğu 2020 raporundaki verilere göre dünyanın kanıtlanmış petrol rezervleri 1,73 trilyon varildir. Aynı şekilde, BP'nin raporuna göre dünyanın bölgesel olarak kanıtlanmış petrol rezervlerinin %48,1'i Orta Doğu'da bulunuyor. Ülke olarak lider %17,5'lik oranla Venezuela'dır.

Günümüzde bu rakamlar tatmin edici olsa da alanda çalışma yapan mühendisler önümüzdeki yıllarda yeni rezervlere ulaşılacağını söylemektedirler. Potansiyel rezervlerin fiziksel ölçümleri, teknoloji geliştikçe yakın gelecekte mümkün hale gelecektir (EIA, 2016: 2).

Fosil kaynaklar arasında ham petrol %37 ile dünyada birincil enerji kullanımının en yüksek olduğu kaynaktır. Dünyanın günde 84,5 milyon varil petrol tükettiğini düşünürsek, rezervlerin ömrünün yaklaşık 41 yıl olduğunu söyleyebiliriz.

Petrol rezervlerinin bölgesel dağılımında Ortadoğu %59 ile ilk sırada yer almaktadır. Bölgede yer alan Suudi Arabistan, dünya rezervlerinin yaklaşık üçte ikisine sahiptir ve OPEC'in (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü) en aktif ülkesidir. Ayrıca, yeni rezervler keşfetme ve petrol üretme konusunda dünyanın en düşük maliyetine sahiptir.

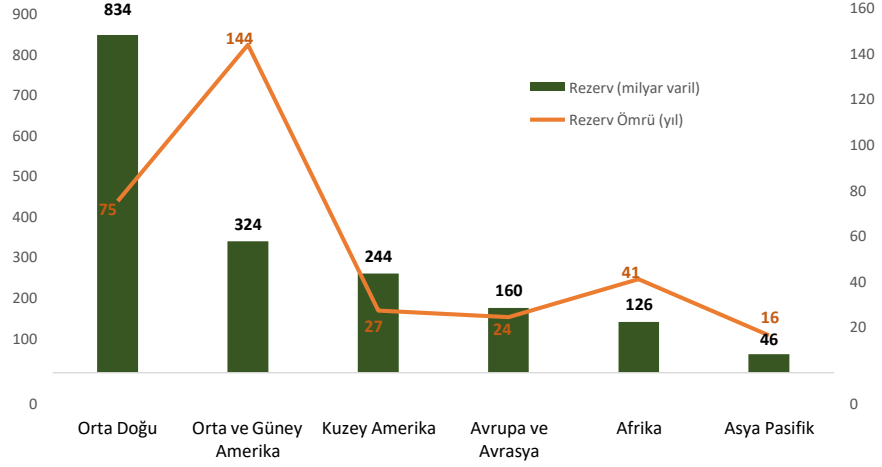
Şekil 1. 2019 Yılı Bölgelere Göre Dünya İspatlanmış Petrol Rezervi



Kaynak: BP, 2020

Ortadoğu'dan sonra petrol rezervler karşılaştırıldığında %18,7 ile Orta ve Güney Amerika takip ederken ardından %14,1 ile Kuzey Amerika gelmektedir. Avrasya %8,4 iken Avrupa %0,8 de kalmıştır. Rusya Federasyonu'nun rezervleri 80 milyar varil, Kazakistan'ın rezervleri ise 30 milyar varil olup Avrasya bölgesinde önemli bir konuma sahiptir. Başta Libya, Nijerya ve Cezayir olmak üzere Afrika'nın petrol rezervlerinin %10'una sahiptir. Orta ve Güney Amerika, %9,8'lik büyüme oranı ile dünyanın dördüncü büyük bölgesidir (WEC, 2017: 119).

Grafik 1. 2019 Bölge Bazında Rezerv Miktarları



Kaynak: BP, 2020

Dünya petrol rezervleri 1988'de 998 milyar varil, 1998'de 1.068 milyar varil ve 2009'da yeni keşiflere göre 1.258 milyar varıldı. 1988'den günümüze kadar geçen 20 yılda, bilinen mevcut rezervler %26 arttı. Mevcut rezervlerde paylar, yaklaşık %81,9'i OPEC üyesi ülkelerde iken, kalan %18,1'i OPEC dışı ülkelere aittir (Sadorsky, 2009a: 4022).

Tablo 4. 2019 Bölgeler Arası Dünya Ham Petrol Ticareti

		İHRACATÇI																
Ham Petrol (bin v/g)		Kanada	Meksika	ABD	Orta ve Güney Amerika	Avrupa	Rusya	Diğer BDT	Orta Doğu	Afrika	Avustralasya	Çin	Hindistan	Japonya	Singapur	Diğer Asya Pasifik	TOPLAM İHRACAT	
Kanada	0,00	0,00	3809,79	6,61	75,11	0,00	0,00	0,00	0,00	43,20	17,71	0,88	0,00	3,16			3956,47	
Meksika	0,00	0,00	599,64	2,00	210,98	0,00	0,00	1,62	0,00	0,00	9,64	201,64	5,90	0,00			1167,37	
ABD	486,97	1,46	0,00	161,72	918,87	0,00	0,00	50,26	3,04	9,81	127,51	183,24	62,32	37,19			2765,57	
Orta ve Güney																		
Amerika	4,21	0,00	804,10	0,00	252,89	0,00	0,00	8,24	6,46	0,00	1349,38	375,10	46,39	10,99	77,77		2935,52	
Avrupa	18,60	0,00	126,44	15,36	0,00	0,00	0,00	7,06	6,98	0,01	272,61	49,04	0,00	4,42	36,43		536,97	
Rusya	17,87	0,00	132,22	7,13	3073,00	0,00	370,20	111,91	0,03	17,98	1559,68	59,23	158,48	28,68	209,55		5745,96	
Diğer BDT	6,02	0,00	32,94	2,82	1366,79	0,02	0,00	98,33	6,97	1,60	84,98	73,02	18,69	7,99	138,12		1838,29	
Irak	0,00	0,00	331,46	11,13	1112,00	0,00	0,09	67,10	5,81	0,00	1040,24	987,96	42,42	54,82	379,37		4032,40	
Kuveyt	0,00	0,00	44,74	0,00	97,87	0,00	0,00	0,00	73,71	0,00	455,63	213,39	252,83	54,88	799,27		1992,32	
Suudi Arabistan	102,08	0,00	499,84	69,84	801,15	0,00	0,00	266,02	169,42	5,42	1673,29	855,18	1056,42	122,41	1576,55		7197,64	
BAE	0,00	0,00	2,81	0,00	3,30	0,00	0,00	0,47	51,73	122,74	307,14	393,03	861,42	265,53	791,52		2799,70	
Diğer Orta Doğu	0,00	0,00	0,00	0,00	86,51	0,00	0,00	114,09	2,75	2,19	1047,74	216,08	387,88	184,68	472,24		2514,16	
Kuzey Afrika	2,86	0,00	92,77	54,38	1187,12	0,00	1,83	25,31	0,89	42,67	215,69	113,45	8,07	27,36	102,49		1874,89	
Batı Afrika	21,78	0,00	282,43	95,05	1307,71	0,24	0,00	34,10	200,06	34,47	1563,27	606,25	7,90	45,32	199,98		4398,58	
Doğu ve Güney																		
Afrika	0,00	0,00	4,35	0,00	0,36	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	77,68	13,53	1,32	0,00	12,16		110,26	
Avustralasya	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	11,80	0,05	0,00	45,58	0,00	7,65	59,86	135,84		261,58	
Çin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		8,80	
Hindistan	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1,06	
Japonya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,06	
Singapur	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,15	0,00	0,00	0,00	0,00	30,28		38,46	
Diğer Asya Pasifik	0,00	0,00	32,48	0,00	0,00	0,00	0,00	9,42	2,11	213,87	312,94	93,42	30,96	92,52	0,00		787,73	
TOPLAM İTHALAT	660,40	1,46	6796,01	426,95	10493,66	0,26	372,12	806,61	530,98	458,95	10186,20	4451,29	2949,55	996,68	5832,66		44963,79	

Kaynak: BP, 2020

Bölgeler arasında gerçekleşen petrol ithalat ve ihracat rakamlarına bakıldığında; Suudi Arabistan en çok ham petrol ihracatı yapan ülke, en çok petrol ithal eden bölge

Avrupa olmuştur. Bir diğer veri ise, Rusya Avrupa'nın en fazla ham petrol ithalatçısı olurken, Suudi Arabistan'ın en fazla ham petrol ihraç ettiği ülke Çin'dir.

Tablo 5. Ülkelere Göre Petrol Rezervi (milyon varil)

Sıra	Ülke	2015 Rezervi	2020 Rezervi	Pay %
1	Venezuela	298.350	303.806	17,07
2	Suudi Arabistan	265.789	258.600	14,53
3	İran	157.800	208.600	11,72
4	Kanada	172.481	170.300	9,57
5	Irak	144.211	145.019	8,15
6	Kuveyt	104.000	101.500	5,7
7	Birleşik Arap Emirlikleri	97.800	97.800	5,5
8	Rusya	80.000	80.000	4,5
9	Libya	48.363	48.363	2,72
10	ABD	39.933	47.053	2,64
11	Nijerya	37.070	36.890	2,07
12	Kazakistan	30.000	30.000	1,69
13	Çin Halk Cumhuriyeti	24.649	26.023	1,46
14	Katar	25.244	25.244	1,42
15	Brezilya	15.314	13.000	0,73
20	Azerbaycan	7.000	7.000	0,39
21	Meksika	9.812	5.800	0,33
22	Umman	5.151	5.373	0,3
33	Avusturalya	1.193	2.446	0,14
34	İngiltere	2.982	2.050	0,12
36	İtalya	545	498	0,03
37	Danimarka	611	441	0,02
38	Türkiye	334	340	0,02
39	Hollanda	145	138	0,01
40	Almanya	147	115	0,01
41	Polonya	143	113	0,01
42	Fransa	84	62	0
43	Japonya	44	44	0
44	Diğer ülkeler	14.863	90.766	0
Dünya toplamı		1.659.532	1.779.685	100

Kaynak: Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlası.com/> (Erişim: 10.01.2022)

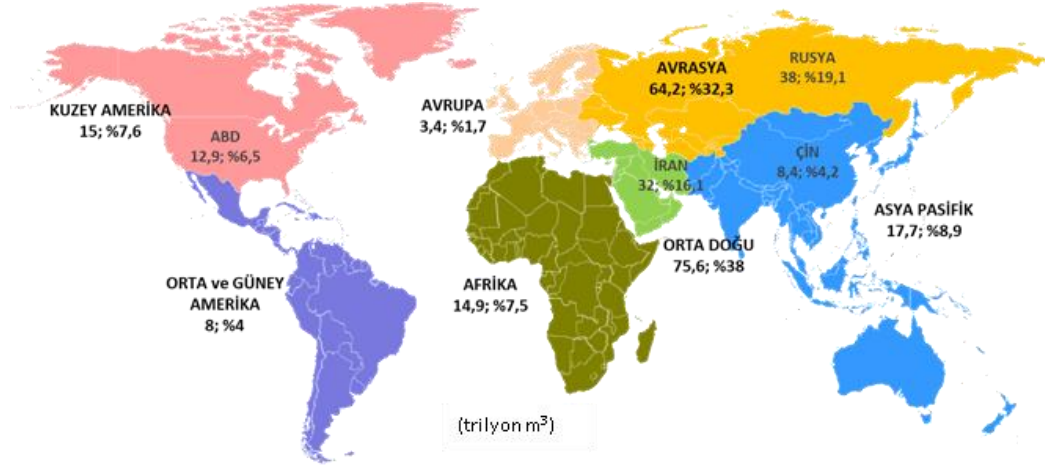
Bilinen rezervlere ek olarak olağandışı fosil kaynakları da mevcuttur. Bu kaynaklar ağırlıklı olarak ağır yağlar, yağlı kumlar, yağlı maddeler ve metan hidratlardır. Bu bol kaynaklardan petrol üretmek mümkündür.

3.3 Doğalgaz

Enerji üretimi için kullanılan son 50 yılda en önemli enerji kaynağı petroldür. Ancak bu durum yavaş yavaş yerini doğalgaza bırakmaya başlamıştır. 2008 yılının bitimiyle birlikte, dünyanın kanıtlanmış doğal gaz rezervleri yaklaşık 185 trilyon metreküp (veya 6584.0 fit küp37) idi. Bugün, çoğu enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan doğal gazın çoğu (takribi %80 civarı) on ülkeden dağıtılmaktadır. En büyük doğalgaz rezervlerine sahip ülkeler Rusya Federasyonu, İran, Türkmenistan, Nijerya, Ukrayna'dır.

Günümüzde yapılan yeni aramalarla beraber ABD ve İran, 2009 yılında görünür rezervlerde en büyük artışa sahip ülkeler oldu. Amerika Birleşik Devletleri (2008 verilerine göre) %13 oranında artarken, İran'ın rezervleri %5 oranında artmıştır. Ancak Endonezya, Kuveyt, Venezuela ve Libya gibi ülkelerde rezervlerde daha küçük ama tatmin edici artışlar görüldü. (EIA, 2016: 1-2).

Şekil 2. 2019 Yılı Dünya İspatlanmış Doğal Gaz Rezervleri Dağılımı



Kaynak: BP, 2020

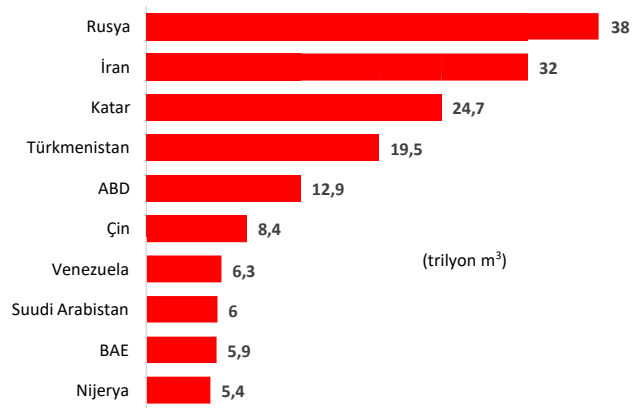
2019 da ABD, 14,25 trilyon metre küp doğal gaz rezervine sahiptir. Alaska'nın ayrıca 1.500 trilyon fit küpün üzerinde kanıtlanmamış geleneksel kaynağa sahip olduğuna inanılıyor. Artan doğal gaz talebi, rezervlerin tüketileceği alanlara taşınması için karmaşık sistemlerin gerekli olduğunu göstermektedir.

2019 verilerine göre Kazakistan ve Katar, doğal gaz rezervlerinde büyük azalmalar gördüler. Ükelere göre, en büyük rezervlere sahip ülke Rusya Federasyonu'dur (EIA,2014: 1).

Orta Doğu, %41 ile dünyanın kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin en büyük oranına sahip bölgesidir. Ortadoğu'da İran ve Katar, dünya rezervlerinin sırasıyla %32'sine ve %24,7'sine sahiptir. Ortadoğu'dan sonra en büyük rezervlere sahip bölge Avrasya bölgesidir. Bölgedeki en önemli ülke, 2019 yılı itibarıyla 50 trilyon metreküp rezervi ile Rusya'dır.

Asya-Pasifik bölgesi ise dünya doğal gaz rezervleri dağılımında %8,3 paya sahiptir. 15,39 trilyon metreküp doğalgazın büyük bir kısmı Çin, Endonezya ve Avustralya'da bulunuyor. Dünya doğal gaz rezervlerinin geriye kalan %16,7'si Afrika, Kuzey ve Güney Amerika tarafından paylaşılmaktadır.

Şekil 3. 2019 Yılı En Fazla Doğal Gaz Rezervine Sahip İlk 10 Ülke



Kaynak: BP, 2020

AB'deki gaz rezervleri açısından Almanya ve Birleşik Krallık'ta daha küçük düşüşler görüldü. Almanya rezervlerinin yüzde 31'ini 3 trilyon fit küp olarak kaybederken, İngiltere yaklaşık 2 trilyon fit küp rezervini %17 oranında kaybetti (WEC, 2013: 188).

Tablo 6. Ülkelere Göre Doğalgaz Rezervi (milyar m3)

Sıra	Ülke	2014 Rezervi	2019 Rezervi	Pay (%)
1	Rusya	49.896	50.279	24,38
2	İran	34.020	33.988	16,48
3	Katar	24.531	23.831	11,56
4	ABD	10.434	14.254	6,91
5	Türkmenistan	9.904	12.177	5,91
6	Suudi Arabistan	8.489	9.423	4,57
7	Birleşik Arap Emirlikleri	6.091	6.091	2,95
8	Nijerya	5.324	5.761	2,79
9	Venezuela	5.617	5.674	2,75
10	Cezayir	4.504	4.504	2,18
11	Irak	3.158	3.714	1,8
12	Avusturalya	3.703	3.193	1,55
13	Çin Halk Cumhuriyeti	3.275	3.013	1,46
14	Endonezya	2.839	2.707	1,31
15	Malezya	2.690	2.290	1,11
16	Mısır	2.168	2.221	1,08
17	Norveç	2.547	2.119	1,03
18	Kanada	2.028	1.933	0,94
19	Kazakistan	1.918	1.830	0,89
20	Kuveyt	1.784	1.784	0,87
21	Azerbaycan	1.291	1.718	0,83
22	Özbekistan	1.608	1.522	0,74
23	Libya	1.505	1.505	0,73
24	Hindistan	1.427	1.330	0,64
25	Umman	950	677	0,33
26	Pakistan	736	567	0,27
27	Bengladeş	418	549	0,27
28	Türkiye	4	543	0,26
29	Peru	414	375	0,18
30	Arjantin	332	373	0,18
31	Brezilya	471	367	0,18
37	İngiltere	407	228	0,11
42	Hollanda	799	161	0,08
48	İtalya	54	52	0,03
49	Almanya	51	29	0,01
51	Ermenistan	18	18	0,01
52	Ekvador	11	11	0,01
54	Diğer ülkeler	391	2.517	1,22
55	Dünya toplamı	199.301	206.205	100

Kaynak: Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlasi.com/> (Erişim: 10.01.2022)

Son on yılda artan tüketimle birlikte rezervlerin üretime oranı bugün itibarıyla yeterli düzeydedir. Dünya genelinde rezervlerin üretime oranı yaklaşık 63 yıldır. Bölgesel açıdan bakıldığında, Orta ve Güney Amerika 48, Rusya 78, Afrika 79 ve Orta Doğu 100 yıldan fazladır.

Gelecek yüzyılda petrol ve türevi ürünlerdeki hammadde kaynaklarının azalması sebebiyle, bu kaynakların önemi giderek azalacaktır. Yerini doğalgazın hakimiyeti alacaktır. Bu bağlamda doğalgaz yataklarının önemli bölümünün olduğu orta doğu ve Türkistan coğrafyası önemli olacaktır. Türkiye'nin bu coğrafyalara yakın olması ve Türkistan bölgesi ile olan tarihsel-kültürel geçmişi hasebiyle stratejik bir konuma sahiptir. Enerji kaynaklarına ulaşabilmemiz aynı zamanda Avrupa'ya dağıtım köprüsü olabilecek potansiyele sahiptir (Bozkurt,2021: s.5).

4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji; sanayi, üretim, gelişme ve kalkınma için en temel girdidir. Dünyada ve ülkemizde nüfus artışı, sanayileşme ve teknolojik gelişme ile enerji tüketimi de hızla artmaktadır. Dünyanın enerji ihtiyacının %80'i fosil yakıtlardan gelse de petrol ve fosil yakıt rezervleri herkesin bildiği gibi sınırlıdır. Bir yandan fosil yakıt rezervlerinin azalması, diğer yandan çevre kirliliğinin ve doğal tahribatın ağırlaşması nedeniyle alternatif enerji araştırmaları yenilenebilir enerji konusunu gündeme getirmiştir (Bhatia, 2014: 21).

Tablo 7. Yenilenebilir Enerji Çeşitleri, Kaynakları, Avantaj ve Dezavantajları

Yenilenebilir Enerji Çeşitleri	Enerjinin kaynağı	Avantajlar	Dezavantajları
Güneş Enerjisi	Güneş ışığından elde edilen enerji güneş panellerinde tutulur ve elektriğe dönüştürülür.	Potansiyel olarak sonsuz enerji kaynağı. Tek konutların kendi elektrik kaynağı olabilir.	Güneş panellerinin üretimi ve uygulanması maliyetli olabilir.
Rüzgâr Enerjisi	Rüzgâr türbinleri (modern yel değirmenleri) rüzgâr enerjisini elektriğe dönüştürür.	Tek başına bulunabilir, ancak genellikle çoğu rüzgâr çiftliklerinde bir arada bulunur. Rüzgâr potansiyel olarak sonsuz bir enerji kaynağıdır.	Rüzgâr çiftliklerinin üretimi ve uygulanması maliyetli olabilir. Bazı yerel halk, kırsal bölgeyi bozduğunu savunarak kıyıdaki rüzgâr çiftliklerine karşı çıkıyor.
Jeotermal Enerji	Volkanik bölgelerde dünyanın doğal ısısını kullanmak mümkündür. Soğuk su yer altına pompalanır ve buhar	Potansiyel olarak sonsuz enerji kaynağı. Yeni Zelanda ve İzlanda gibi bazı ülkelerde başarıyla kullanılmaktadır.	Kurulumu pahalı olabilir ve sadece volkanik aktivite alanlarında işe yarar. Jeotermal ve volkanik faaliyetler

	olarak dışarı çıkar. Buhar, ısıtma veya elektrik üreten türbinlere güç sağlamak için kullanılabilir.		şakınleşebilir ve elektrik santrallerini gereksiz hale getirebilir. Yeraltında bulunan tehlikeli elementler dikkatli bir şekilde bertaraf edilmelidir.
Hidrolojik veya Hidroelektrik Güç (HEP)	Suyun nehirler, göller ve barajlar boyunca hareketinden elde edilen enerji.	Enerji kaynaklarının yanı sıra su rezervleri de oluşturur.	İnşa etmek maliyetli. Çevredeki toplulukların ve manzaraların su basmasına neden olabilir. Barajların yerel hidroloji üzerinde önemli ekolojik etkileri vardır.
Biyokütle Enerjisi	Çürüyen bitki veya hayvan atıklarından veya organik malzemeden üretilir ve enerji sağlamak için yakılabilir.	Ucuz ve kolay bulunabilen bir enerji kaynağıdır. Ekinler değiştirilirse, uzun vadeli, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olabilir.	Yakıldığında, sera gazları da dahil olmak üzere atmosferik kirleticiler yayar.
Dalga Enerjisi	Deniz suyunun kıyıdaki bir boşluğun içine ve dışına hareketi, sıkışan havayı sıkıştırarak bir türbini çalıştırır.	Bir ada ülkesi için ideal. Ulusal ölçekte yapılmasından ziyade küçük yerel operasyonlar olması daha olasıdır.	İnşaat maliyetli olabilir. Yerel veya çevresel gruplar karşı çıkabilir.

Kaynak: "Renewable Energy Sources", BBC,

<https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/z3tjcwz/revision/2>, (Erişim tarihi: 08.02.2022).

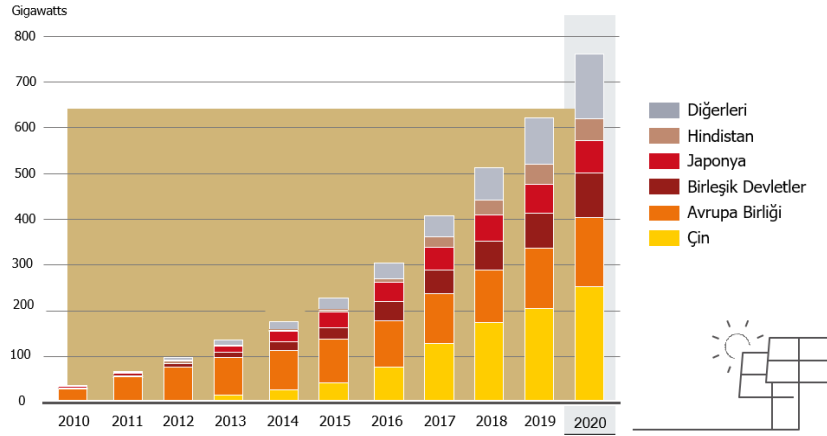
1970'lerin petrol krizi, yenilenebilir enerjiye olan ilgiyi artırdı ve iklim değişikliğiyle ilgili küresel endişeleri daha da körükledi. Ancak bir takım gerekli sebeplerle (çevre tahribatı, güvenlik ve sağlığa zararları) yenilenebilir enerji ön plana çıkmıştır. 2008 küresel mali krizinden sonra ülkeler yenilenebilir teknolojilere yatırımlarını artırdı. Öte yandan, Japonya'daki 2011 nükleer felaketi, nükleer enerjiye yüksek oranda bağımlı olmanın potansiyel tehlikelerini bir kez daha teyit etti. Özellikle SKH'lerin benimsenmesi ile yenilenebilir enerjinin teşviki ve üretimi hızlandırılmış ve desteklenmiştir (Bhattacharyya, 2019: 218).

4.1 Güneş Enerjisi

Yaşamın temeli olan güneş aynı zamanda çok büyük bir enerji kaynağıdır. Dünyamızdan 1,3 milyon kat daha büyük kütleye sahip olan güneş, nükleer enerji hariç diğer enerji türlerinin de ana kaynağıdır. Fosil organizmaların milyonlarca yıl boyunca güneş enerjisini yutarak oluşturdukları birincil enerji kaynakları, dolaylı olarak güneş

enerjisi içerir. Ayrıca rüzgâr, deniz ve okyanus dalgaları gibi alternatif kabul edilen birçok enerji türü, güneş tarafından dünya yüzeyinin ısıtılmasıyla oluşur.

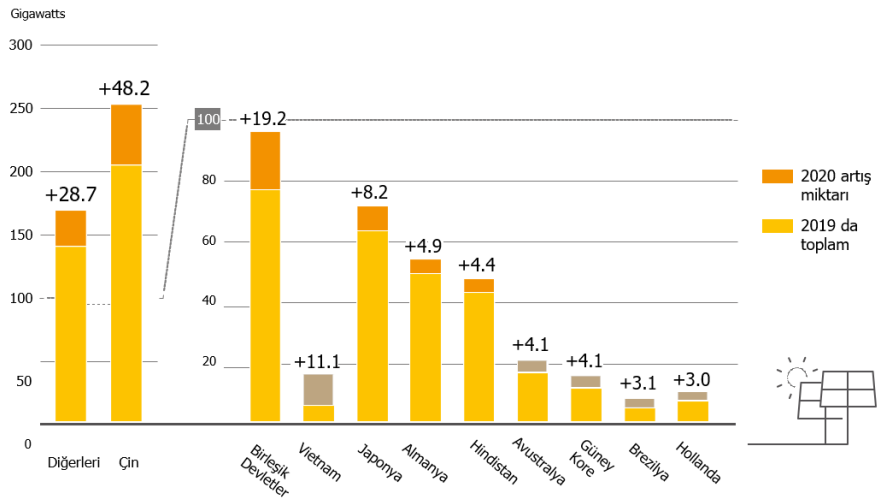
Grafik 2. Ülke ve Bölgeye Göre Solar PV Küresel Kapasitesi, 2010-2020



Kaynak: Renewables 2021 Global Status Report, 2021. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf

Güneş enerjisi eski çağlardan beri bir referans kaynağı olmuştur. Eski Yunanlılar, giysileri ve topraktan elde edilen mahsulleri kurutmak için kullanılmalarının yanı sıra, evlerini ısıtmak ve soğutmak için herhangi bir ekipman olmaksızın güneş ışınlarından pasif bir şekilde yararlanırlardı. Yüzyıllar boyunca çöl toplumları evlerini inşa etmek için kullandıkları kerpiçleri güneşin sıcaklığıyla şekillendirdiler.

Grafik 3. Solar PV Kapasitesi ve İlaveleri, Kapasite Eklenen İlk 10 Ülke, 2020



Kaynak: Renewables 2021 Global Status Report, 2021. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf

Güneş enerjisinden hem aktif hem de pasif şekilde yararlanmak mümkündür. Pasif sistemler, günlük hayatımızda evde kullandığımız ve basit mekanizmalarla elde edilebilen sıcak suyun ısıtılmasıdır. Çatıya yerleştirilen güneş panelleri, rezervardaki suyun sıcaklığını doğrudan yükselterek evlerde kullanıma uygun hale getiriyor. Bu tür bir uygulama için sağlanabilecek bir başka örnek de güneş enerjisi evidir. Yıl boyunca uzun süreli ve yeterli güneş ışığı alan coğrafi bölgelerde uygun mimari konutlar inşa edilerek doğrudan güneş ışığının etkisiyle ısınma sağlanabilir (Luo ve Ye, 2013: 45).

Aktif sistemlerde günümüzde enerjinin en çok talep edilen boyutlarından biri olan elektrik enerjisi elde edilmektedir. Odaklayıcı aynalar yardımıyla güneş ışınları bir noktada yoğunlaşarak yüksek bir sıcaklık elde eder. Kolektörde toplanan ısı ile ısıtılan sıvı, daha sonra buhar üretmek için suyla dolu bir kazandan ve bir jeneratöre mekanik hareket sağlamak için bir türbinden geçirilir. Bu nedenle elektrik enerjisi aktif bir sistem aracılığıyla elde edilir. Güneş enerjisinin bu şekilde kullanılması termal uygulama olarak da bilinir (Bhatia, 2014: 24).

1954'te Pearson Chapman ve Fuller ilk olarak 1954'te Bell Laboratuvarlarında elektrik üretmek için güneş ışığını kullandılar. Elektrik üretimi için fotovoltaik (PV) güneş pilleri ve güneş ışığını toplayan kolektörler kullanılmaktadır. Fotovoltaik güneş pilleri, güneş ışığının enerjisini doğrudan elektriğe dönüştüren cihazlardır. Son 40 yıldır ekonomik hizmet veriyorlar.

Teknolojik yenilik çerçevesinde geliştirilen güneş pilleri halen bazı dezavantajlara sahiptir. Bu, doğrudan dönüşümle üretilen büyük miktardaki elektrik enerjisinin mevcut sistemlerle depolanamaması ve maliyetinin diğer kaynaklara göre hala yüksek olmasıdır. Güneş pillerinin temel malzemesini oluşturan kristal silisyum sistemlerinin yakın gelecekte geliştirilmesi, daha ucuza mal olması ve daha verimli hale gelmesi bekleniyor (Clark ve Cook, 2014: 126).

Alternatif enerji kaynaklarında büyük bir potansiyele sahip olan güneş enerjisi, elektrik üretimi için kullanılacaksa, yüksek sıcaklıkları elde etmek için yoğunlaştırıcılara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kolektörler yapılarında birçok odaklama aynası içerdiğinden geniş, açık alanlara kurulabilirler. Enerji üretimi için verimli topraklar sorun teşkil ettiğinden, çöller genellikle enerji santralleri için ilk tercihtir.

Aynı zamanda çöller, diğer coğrafi bölgelere göre daha fazla güneş enerjisi barındırmak için daha uygundur (Nelson, 2013: 20).

Türkiye'nin coğrafi yapısı dikkate alındığında özellikle güneş enerjisi üretimine uygunluğu ön plana çıkmaktadır. Doğu ve güneydeki mevcut ekili arazileri çevreleyen güçlü güneş ışınlarına sahip yaylalar ekonomik açıdan güneş enerjisi üretimi için ideal alanlardır. Tarıma elverişli olmayan kurak ve verimsiz araziler, Türkiye'nin toplam yüzölçümünün yaklaşık %6'sını oluşturmakta olup, güneş enerjisi üretimi için büyük bir potansiyel oluşturmaktadır.

Güneş enerjisi, geleneksel fosil enerji kaynakları gibi sera gazı salınımına neden olmayan temiz bir enerji kaynağıdır. Tersine, kullanımı yaygınlaşırsa, karbondioksit seviyelerini düşürmede olumlu bir rol oynayabilir. Nükleer enerji ve havaya karışan partikül madde gibi atıklar oluşturmazlar. Ayrıca güneş sistemi sessiz çalışır ve gürültü kirliliği oluşturmaz (Nakaya, 2012a: 11).

Enerjisini güneşten alan bir enerji kaynağı olduğu için mevcut kaynak yenilenebilir ve sınırsız fayda sağlar. Amaç, maliyetleri düşürürken kullanımını artırmak ve ülke ekonomisinin fosil kaynaklara bağımlılığını azaltarak çevresel zararı sınırlamaktır.

Sosyoekonomik açıdan güneş enerjisi, enerji çeşitliliğinin artırılmasında ve istihdam olanaklarının sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Görsel olarak, büyük güneş enerjisi santralleri, doğal güzelliklerin veya şehirlerin yakınlıklarına kurulursa olumsuz bir etkiye sahip olabilirken, evlerin çatılarına yakın zamanda yerleştirilen sıcak su panelleri mimari bir estetik sağlar.

Güneş enerjisinden elektrik üretmenin farklı yöntemleri vardır ancak en gelişmiş yöntem güneş pilleri (fotovoltaik) aracılığıyla doğrudan elektrik üretim sistemidir. Bu sistemler termal sistemlere göre daha ucuz ve kolay elektrik ürettiği için fotovoltaikler ön plana çıkmıştır. Güneş pili başlangıçta uzay programı için geliştirilmiş olsa da daha sonra geleneksel araçların elektrik üretiminin fazla olmadığı veya yerleşim merkezlerine uzak olduğu yerlerde elektrik üretmek için kullanılmaya başlanmıştır (Altıntop ve Erdemir, 2013:74).

Sonuç olarak güneş enerjisi; düşük, orta ve yüksek sıcaklıkların sayısına bağlı olarak farklı kullanım alanlarına sahiptir. Konut ve işyeri iklimlendirme, pişirme, sıcak su temini, sera ısıtma ve ürün kurutma düşük sıcaklık (20-100°C) uygulamaları için uygundur; endüstride güneş ocakları ve fırınlarının çalıştırılması deniz suyundan acı ve tatlı su üretimi, güneş enerjisi pompalarının, küçük motorların ve buhar jeneratörlerinin çalıştırılması orta sıcaklık (100-300°C) uygulamaları için; metal eritme ve elektrik üretimi yüksek sıcaklık (>300°C) uygulamaları için uygundur (Çıtıroğlu, 2000:34).

Güneş enerjisinin en önemli avantajı; yenilenebilir ve sonsuz olmasıdır. Fosil yakıtların kullanımı çok ciddi çevre sorunlarına neden olan zehirli gazlar ve katı atıklar üretse de güneş enerjisi çevre dostu ve temiz bir enerji kaynağıdır (Köroğlu vd., 2010: 98).

Teknik alanın hızla gelişmesi nedeniyle güneş enerjisi üretiminin maliyeti her geçen gün azalmakta ve kullanım kapsamı da giderek genişlemektedir. Ayrıca bu teknikler yerleşim merkezine yakın veya uzak her noktada kullanılabilir ve karmaşık yapılar yoktur. Öte yandan güneş enerjisi ile yakıt maliyeti olmadan ısıtma/soğutma, endüstriyel uygulamalar ve elektrik üretimi yapılabilmektedir. Ayrıca sabit yapıları sayesinde bakım ve onarımı kolaydır, aşınma ve işletme maliyetleri düşüktür (Akova, 2008:33).

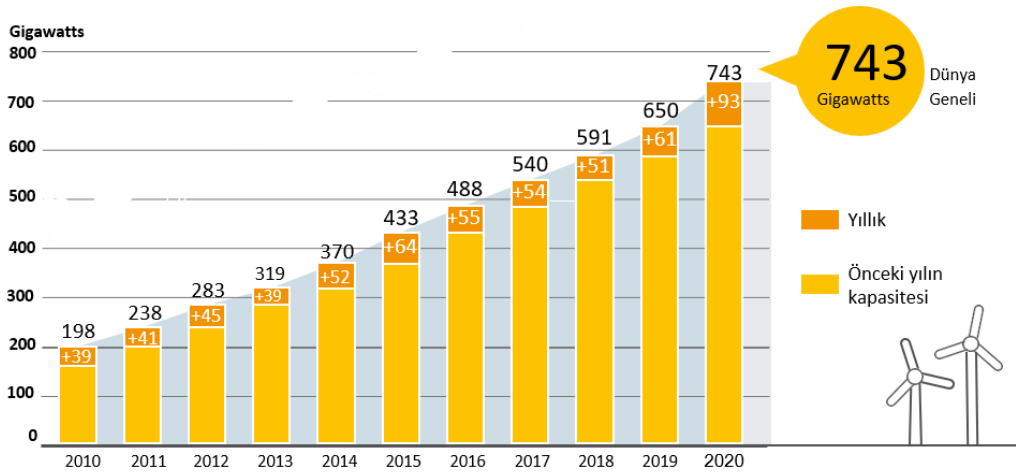
Güneş enerjisi kullanan sistemler gerektiğinde kolaylıkla bir yerden başka bir yere taşınabilir. Şebeke hatlarının bulunmadığı veya inşa edilmesinin pahalı olduğu kırsal alanlarda, güneş enerjisi sistemleri enerji ihtiyacını karşılayabilir. Modüller yardımıyla artan talep durumunda mevcut sistemler hızlı ve kolay bir şekilde genişletilebilir. Ayrıca, yakıt sorunu olmaması ve yıllarca sorunsuz çalışması nedeniyle güneş enerjisi santrallerinin kullanımı dünya çapında artmaktadır (Varnca ve Varank, 2005: 151).

4.2 Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi aslında güneş enerjisinin başka bir şeklidir. Güneş enerjisinin atmosferde neden olduğu ısı değişimleri, Dünya'nın coğrafi şekli ve Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşü büyük hava akımları yaratır. Yani güneşin ısıttığı hava yoğunluğunun azalması nedeniyle yükselirken, kalan boşluk soğuk hava ile dolar. Bu hava hareketlerine rüzgâr denir.

Rüzgârdan elektrik üretmek, insanların yüzyıllardır kullandığı bir teknolojidir. Rüzgâr enerjisi esas olarak tarım ürünlerini (buğday, arpa ve mısır) öğütmek ve çiftlik hayvanları için kuyulardan su pompalamak için kullanılır ve tarihi nedenlerden dolayı rüzgâr enerjisi ilk olarak MÖ 3000'de yelkenli gemiler için keşfedilmiştir. İlk yel değirmenleri MÖ 200 yıllarında İran'da inşa edilmiş ve yelkenli gemilerin ulaşım ve ticari amaçlarla yaygın olarak kullanılmasından sonra Orta Doğu eksenini boyunca gelişmiştir.

Grafik 4. Rüzgâr Enerjisi Küresel Kapasitesi ve Yıllık Artış, 2010-2020



Kaynak: Renewables 2021 Global Status Report, 2021. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf

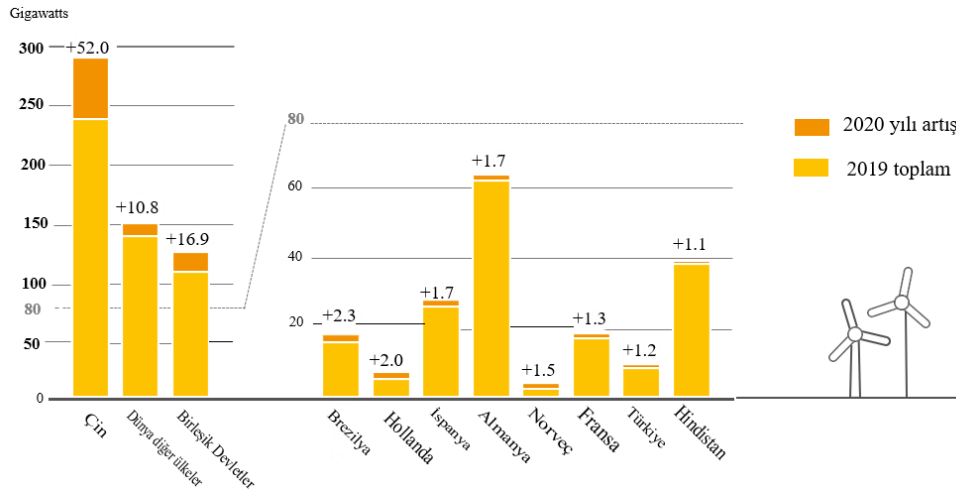
Yel değirmeni teknolojisi çok eski zamanlardan beri değirmen olarak ve su pompalamak için kullanılmıştır. Elektrik enerjisi kaynağı olarak ilk defa 1890 senesinde Danimarka'da kullanılmıştır. Avrupa'dan sonra, Kuzey Amerika'da tercih edilen enerjinin özelliklerini uzun süre korumuştur. 1800'lü yıllarda Avrupa ve Kuzey Amerika'da, özellikle Hollanda'da binlerce yel değirmeni çalışırken, 1900'lerin başında bu sayı 8 milyonun üzerine çıktı (Bhatia, 2014: 26).

Günümüzde rüzgâr enerjisi daha da önemli bir kullanıma sahiptir. Modern toplumun ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisi, muazzam teknolojik ilerleme ve artan verimlilik gösteren rüzgâr enerjisi üretiminden elde edilebilir. Rüzgâra dayalı elektrik üretimi ile ilgili bilinen ilk fikir, 1890 yılında Danimarka'da bir elektrik üretim tesisi kuran İngiliz J. Semeaton tarafından önerildi (Jones ve Bouamane, 2011: 8-9).

Rüzgâr türbini, havayı hareket ettirerek taşınan kinetik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürerek elektrik üretmek için kullanılan bir cihazdır. Akışkan özellikleri olan havanın etkisi nedeniyle, türbin sistemindeki kanatlar dairesel bir dönme hareketi gerçekleştirir. Bu dönme hareketi mil yardımıyla jeneratöre iletilir ve elektrik enerjisi üretilir (Duffy, 2015: 20-21).

Temel olarak, modern bir rüzgâr türbini üç ana bölümden oluşur. Sistemi uygun yükseklikte sabitleyen kanatlar (pervaneler), jeneratörler ve kulelerdir. Alt sistemler ise dişli kutuları, frenler, elektrikli ve elektronik donanımlar, akslar, yağlama mekanizmaları, titreşim önleyici, güç kontrol üniteleri ve güç bağlantıları olarak sıralanabilir ve modele göre değişiklik gösterir.

Grafik 5. Rüzgâr Enerjisi Kapasitesi ve Artış, Kapasite Eklenen İlk 10 Ülke, 2020



Kaynak: Renewables 2021 Global Status Report, 2021. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf

1930'larda, birçok Batılı üretici küçük rüzgâr türbinleri üreterek onları kırsal alanlarda, özellikle de tarım alanlarında yaygın olarak kullanılabilir hale getirdi. 1940-50'li yıllarda çökme tehlikesiyle karşı karşıya olan türbin endüstrisi, 1970'lerdeki petrol krizi ve enerji darboğazları nedeniyle yeniden ilgi görmeye başladı. 1980'lerde Amerikan teknolojik yeniliklerine göre geliştirilen rüzgâr türbinleri, ticari amaçlarla şehir şebekelerine bağlandı. 1990'larda çevre bilinci, enerji politikasını etkileyen bir faktör haline geldi. Avrupa'da, özellikle Danimarka, Almanya ve Hollanda'da iklim değişikliğiyle mücadelede rüzgâr türbinlerinin önemi vurgulandı.

Yenilenebilir kaynaklardan biri olan rüzgâr enerjisi sektörü de ekonomik ortamda büyük bir istihdam potansiyeli yaratmaktadır. 2005'ten 2008'e kadar olan üç yılda, işgücü hem doğrudan hem de dolaylı olarak iki katına çıkarak 235.000'den 440.000'e çıktı. Rüzgâr enerjisi sektöründe türbinin üretim aşaması ve işletme aşaması olmak üzere iki tür istihdam süreci vardır. Rüzgâr enerjisine artan ilgi, yeni türbin fabrikalarının kurulmasına ve kalıcı işlerin yaratılmasına yol açmıştır. İşletme aşamasında, kullanım süresi dolan türbinlerin montajı, bakımı, onarımı ve sökülmesi diğer istihdam süreçlerini oluşturmaktadır. Ayrıca, teknoloji ihracatı ve diğer yatırımları da içeren rüzgâr enerjisi sektörü, 2008 yılı sonunda toplam 47,5 milyar dolarlık pazar payına sahiptir (Walker, 2016: 63).

Tarımda rüzgâr enerjisini tercih etmek; insan ve çevre sağlığına duyarlı olmak, gıdayı yerel kaynaklardan temin etmek, sürdürülebilir olmak, kurulum ve işletme maliyetlerinin düşük olması, sera gazı salınımına neden olmaması, dışa bağımlılığın azaltılması, çevreye olan bağımlılığın azaltılması gibi temel unsurlar bulunmaktadır (İlkılıç, 2009: 27).

Bugün farklı gelişmişlik seviyelerindeki tüm ülkelerin karşı karşıya olduğu önemli bir çevre sorunu, zehirli gaz emisyonları nedeniyle büyüyen bir küresel ısınma sorunudur. Rüzgâr enerjisi üretimi; fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan zararlı gazlara neden olmaz, atmosferi ısıtmaz, fosil yakıt tüketimini azaltır ve radyoaktif etkisi yoktur. Özellikle yabancı enerji kaynaklarına dayalı ekonomilerde yakıt maliyeti ve fiyat risklerini belirli bir oranda azaltır, bağımlılığın getirdiği ekonomik, politik ve arz risklerini azaltır (Oskay, 2014: 79-80).

Rüzgâr enerjisi sektörü de bir ölçüde istihdam yaratarak ekonomik ve sosyal kalkınmaya katkıda bulunuyor. Bu kapsamda türbin, kanat ve diğer bileşenlerin imalat sanayinin büyümesi, elektrik dağıtım işletmelerinin üretimini artırması, bu alandaki araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin niteliksel olarak gelişmesi, montaj, bakım ve servis hizmetlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. İşletmelerde, eğitim, finans, pazarlama vb. iş kollarında da gelişme ve iş imkânı yaratılması mümkündür. Böylece rüzgâr enerjisi yerel ve ulusal düzeyde işsizliğin azaltılmasında destekleyici bir rol üstlenmiştir (Bayraç, 2011: 41).

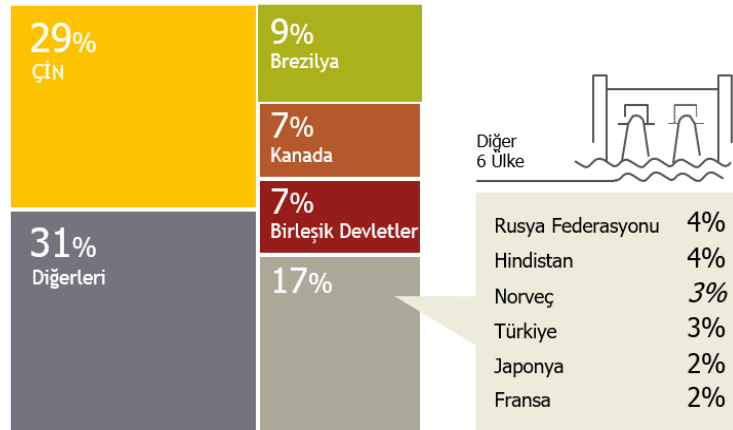
4.3 Hidroelektrik Enerjisi

Etrafımıza baktığımızda doğal olarak enerji kazanmanın pratik yolları olduğunu görüyoruz. Bunun en bariz yolu ülkemizde yaygın olarak kullanılan ve tarihte bilinen en eski enerji kaynaklarından biri olan hidroelektriktir. Prensipinde su, sudan enerji elde edebilir. Enerji, suyun daha yüksek bir noktadan daha düşük bir noktaya hareketi kullanılarak oluşturulur. Daha teknik bir ifadeyle suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle elde edilen enerji türüdür (IRENA, 2015: 1).

Hidroelektrik üreten su, dairesel bir şekilde sürekli yenilenen yenilenebilir bir kaynaktır. Güneşin ısı ile buharlaşan su, soğuk hava dalgalarının etkisiyle yoğunlaşarak yağmur ve kara dönüşür. Bu şekilde yüksek noktaya taşınan su kütlesi nehirler ve akarsular yoluyla aşağı okyanusa akar.

Akan suyun enerjisi, insanlara fayda sağlayan çeşitli sistemler aracılığıyla kullanılabilir formlara dönüştürülür. Tarih boyunca, kullanım kolaylığı ve verimliliği nedeniyle toplum için başvurulan kaynak olmuştur. Yüzyıllar önce bir dere üzerine inşa edilmiş bir su değirmeni ilk örnektir. Hareket halindeki tekerleğin hidrolik güçle dönmesiyle ortaya çıkan mekanik hareket ilkesine dayanır (Sobey,2011: 105).

Grafik 6. Hidroelektrik Küresel Kapasite, İlk 10 Ülke ve Dünyanın Geri Kalanının Payları, 2020

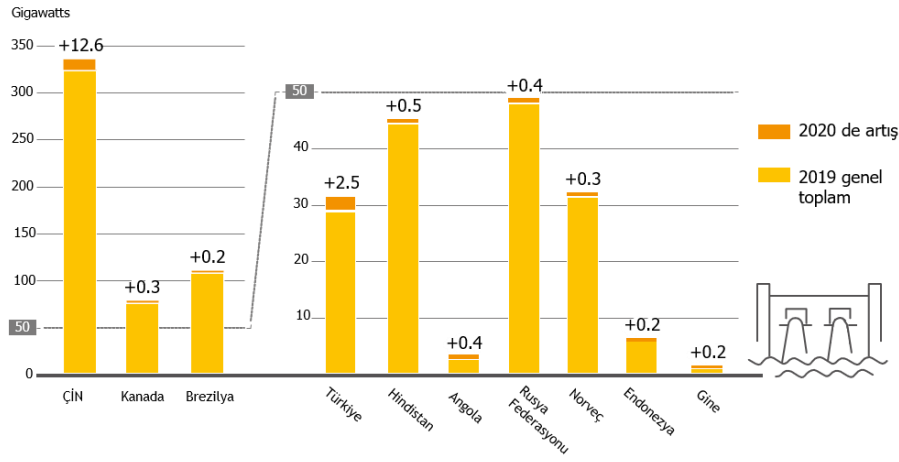


Kaynak: Renewables 2021 Global Status Report, 2021. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf

Gıda üretiminden su saatlerine ve hatta küçük tekstil atölyelerinin işletilmesine kadar, su değirmenleri 19. yüzyıla kadar çalıştı. Ağırlıklı olarak İngiltere ve daha sonra ABD'de hidro bazlı üretim, modern ticari yaşamın sembolü olarak kabul edilir ve nehirler gibi su yatakları ile dünyanın birçok coğrafi bölgesinde kullanılmaktadır.

Mevcut sistemin avantajlarının yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan en çarpıcısı üretilen enerjinin daha sonra kullanılmak üzere depolanamamasıdır. Diğer bir dezavantaj, enerjinin üretildiği yerde dağılması gerektiğidir. Bu durum enerjinin ihtiyaç duyulan yere iletilmesine imkân vermemektedir. 19. yüzyılda Sanayi Devrimi ile birlikte fosil bazlı enerji tercih edilen kaynak haline gelerek su üretimini azaltmıştır.

Grafik 7. Hidroelektrik Kapasite ve İlveler, Kapasite Eklenen İlk 10 Ülke, 2020



Kaynak: Renewables 2021 Global Status Report, 2021. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf

Günümüzde modern dünyanın sunduğu imkanlar ve teknolojik yenilikler göz önüne alındığında, hidroelektrikteki yetersizlikler büyük ölçüde giderilmiştir. Dere ve nehir önlerine yapılan barajlar, suyu depolayıp depolamakta ve gerektiğinde istenilen miktarda enerji üretimi için kullanılmaktadır. Ayrıca gelişmiş ve verimli türbin sistemleri artan enerji taleplerini karşılayabilir.

Geçmişte olduğu gibi su gücü artık insan ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan bir kaynaktır. Hidroelektrik, elektrik üretmek için kullanılan kaynaklar arasında önemli bir kaynak olup, Amerika Birleşik Devletleri'nde toplam elektrik üretiminin %7'sini, dünyanın en büyük üreticisi olan Kanada'da ise %21'ini oluşturmaktadır.

Kanada'ya benzer şekilde Çin de artan elektrik ihtiyacının önemli bir bölümünü hidroelektrik yoluyla karşılamaktadır. Tahmini 18 gigawatt kapasiteye sahip olmasına rağmen, mevcut kapasitesine yenilerini ekleyerek yenilenebilir enerji payını genişletmeyi ve yeni barajlar ve hidroelektrik santraller kurmayı planlıyor.

Hidrojenin doğada bol miktarda bulunması nedeniyle tükenme riskinin olmaması ve çevre dostu yakıtlardan biri olması hidrojenin ekonomik gerekliliğini ortaya çıkaran başlıca nedenlerdir. Ancak yetersiz teknoloji, yüksek maliyetler ve altyapı eksikliği nedeniyle hidrojen ekonomisine geçiş kolay görünmüyor. Bununla birlikte, yakıt hücreleri ve hidrojen üretimi için son yeni teknolojiler olumlu sonuçlar vermektedir.

Üretilen hidrojenin kullanılabilmesi için birçok işlemden geçmesi gerekiyor. Bu amaçla uygulanan ilk işlem saflaştırma işlemidir. Birçok alanda, özellikle yakıt hücrelerinde, saf olmayan hidrojen, sistemin aktivitesini azaltabilir. Diğer işlemler ise sıvılaştırma ya da kullanılacağı alana taşınması için özel sistemler kullanılarak depolamadır (IRENA, 2020b: 90).

Hidrojen gaz veya sıvı halde taşınabilir. Gaz halinde büyük bir hacim kapladığı için, büyük miktarlarda hidrojenin taşınması sıvılaştırmayı gerektirir. Bu yöntem verimli değildir çünkü hidrojenin enerjisinin %38'ini kaybetmesine neden olur. Hidrojenin sıvılaştırılması için (-253 °C) kadar soğutulması ve yaklaşık 10-15 kW/kg enerji tüketilmesi gerekir. Hidrojen gaz halinde üretilir ve depolanırsa, gereken enerji potansiyelinin %10 ila %15'i arasındadır. Diğer bir ulaşım şekli ise boru hattıdır.

Su enerjisi salınımının ana unsuru su olduğu için bu enerji hem çevre dostu hem de uzun vadede en ucuz kaynaktır. Elektrik üretim aşamasında küresel ısınmaya ve çevre kirliliğine neden olan gaz emisyonları üretmez. Hidroelektrik santraller elektrik üretiminin yanı sıra; bölgenin su ihtiyacının karşılanmasında, sel ve taşkın risklerinin azaltılmasında, iklim koşullarının yumuşatılmasında, balıkçılık faaliyetlerinin teşvik edilmesinde, turizmin geliştirilmesinde ve tarım arazilerinin sulanmasında önemli rol oynamaktadır (Başkaya, 2010: 669).

Fosil yakıtlı termik santrallerle karşılaştırıldığında, hidroelektrik güç sistemleri, işletme kolaylığı ve esnek olma avantajlarına sahiptir. Maksimum enerji talepleri söz

konusu olduğunda, hızlı bir şekilde devreye alınabilir ve gerektiğinde kısa sürelerle devre dışı bırakılabilir. Ek olarak, diğer santraller genellikle üretebilmek için elektriğe ihtiyaç duyar. Öte yandan hidroelektrik santraller, elektrik şebekesi tamamen kesilse dahi şebeke beslemesi olmadan işletmeye alınabilir (Ünver vd., 2015:63).

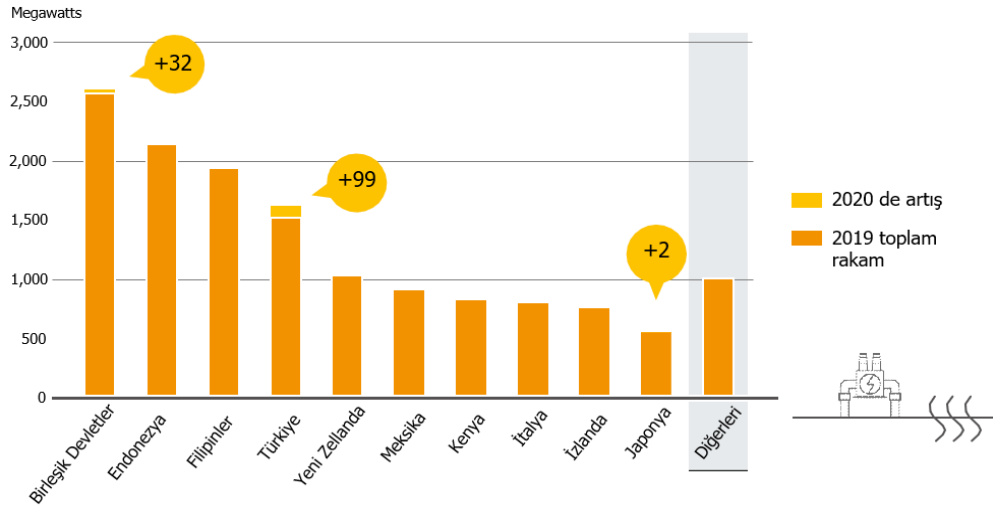
Hidroelektrik santrallerin ekonomik ömrü oldukça uzundur. Ayrıca diğer enerji üretim teknolojilerine göre düşük işletme maliyetlerine ve yüksek verimliliğe sahiptir. Elektrik üretimi için tamamen yerli kaynaklara dayanan bu santrallerin geliştirilmesi, enerji sektöründe dışa bağımlılık sorununu bir ölçüde hafifletebilir ve ulusal ekonomik güvenliğin tehdit altında kalmasını engelleyebilir. Öte yandan, herhangi bir yakıt maliyeti olmadığı için bu santraller ucuz elektrik üretimine katkı sağlamakta ve enerji piyasasında rekabet koşullarının oluşmasına yardımcı olmaktadır. Aslında bir hidroelektrik santralinden ilave 1 milyar kWh elektrik alınması, yaklaşık 215 milyon ton doğalgaz ithal edilmesi veya 500.000 ton kömürün azaltılması anlamına gelmektedir (Yıldız, 2011: 25).

4.4 Jeotermal Enerji

Jeotermal kelimesi, Latince toprak anlamına gelen "geo" ve ısı anlamına gelen "terme" kelimelerinin birleşiminden gelmektedir. Jeotermal enerji, jeotermal enerji olarak da bilinir. Jeotermal kaynaklar, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde yüzeyden sızan su birikintileri yoluyla yerin derinliklerindeki magma katmanlarından ısı yakalayarak enerji elde eden sıvı veya buharlardır. Sıradan sulardan farklı olarak bu kaynaklar yapılarında çeşitli mineraller, tuzlar ve gazlar içerir, ancak genellikle 20 °C'nin üzerinde bir sıcaklıktadır (Bhatia, 2014:22).

Dünyanın merkezine inildikçe sıcaklık yüzeye yakın her 100 m'de 3 °C (yaklaşık 5.4 °F) artar ve magma tabakasına yaklaştıkça artar. Bazı bölgelerde, yaklaşık 3 kilometre derinlikteki kullanılabilir sıcaklıklar, suyu kaynatacak kadar yüksek seviyelere ulaşabilir. Jeotermal su derin tabakada ısıtıldıktan sonra kendi kendine delik arayarak yüzeye çıkar ve sondajla da çıkartılabilir. 4000 m (13.000 ft) derinliğe ulaşarak elde edilen jeotermal kaynaklar, günümüzde mevcut olan teknoloji ile ekonomik olarak kullanılabilir (Sobey, 2011:18-19).

Grafik 8. Jeotermal Güç Kapasitesi ve Artış, İlk 10 Ülke ve Dünyanın Geri Kalanı, 2020



Kaynak: Renewables 2021 Global Status Report, 2021. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf

Jeotermal enerji ile ilgili tarihsel veriler binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Eski Çinliler ve Japonlar, banyo yapmak ve yemek pişirmek için doğal jeotermal kaynak suyunu kullandılar. Öte yandan, eski Romalılar yeraltı suyunu cilt sağlığı ve ısınma için kullandılar. Orta Çağ'a gelindiğinde Avrupa'da yaşayan insanlar jeotermal kaynaklara ticari bir boyut katarak Almanya ve Fransa'da birçok termal banyo inşa edip işlettiler.

Jeotermal enerji iki ana yolla değerlendirilir. Bunlar, termal enerji olarak doğrudan kullanım ve elektrik enerjisine dönüştürülerek (dolaylı) kullanımdır. Elektrik enerjisinin çevrimi için gerekli sıcaklık yaklaşık 135 °C'dir. Ancak günümüzde teknolojinin gelişmesiyle uygun sıcaklık 70°C-80°C158 aralığına düşürülmüştür. Jeotermal akışkanların sıcaklıklarına göre kullanım alanları Elektrik Mühendisliği Etüdünün resmi internet sitesinde verilmektedir.

1904 yılında, İtalya'nın Lardello bölgesi, elektrik üretmek için jeotermal kaynakların ilk kullanımını gerçekleştirdi. Buhar dönüşüm sistemleri ile elde edilen elektrik uzun yıllardır kullanılmaktadır. Lardello bölgesi, Roma döneminde termal banyo olarak kullanılan ancak savaşta ağır hasar gören ancak yeniden inşa edilerek kısa sürede ekonomiye kazandırılan aktif bir jeolojik oluşuma sahiptir. Bugün bölge,

yaklaşık bir milyon insanın ihtiyacını karşılayan elektrik üretiyor ve dünyanın toplam jeotermal enerji üretiminin %10'unu oluşturuyor.

Jeotermal enerji, yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak alternatif bir enerji kaynağı olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak sunduğu pek çok avantajın yanında dezavantajları da vardır. En büyük dezavantajı, dünya genelinde eşit bir dağılım göstermemesidir. Ayrıca her bir jeotermal kuyusunda istenilen sıcaklığa ulaşamaması gibi benzer durumlar da maddi sıkıntılara yol açabilmektedir. %45 ila %90 verimle çalışan jeotermal kaynaklar, diğer enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında çok rekabetçi değil, ancak maliyeti yine de makul (Walker, 2016: 108-109).

Jeotermal enerjinin ilk yatırım (sermaye) olarak katlanılan maliyetleri ve işletme sırasında oluşan maliyetlerin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bir jeotermal sistem için gerekli olan santral yapımı, belirli bir derinliğe kadar sondaj yapılması ve çıkarılan akışkanların santrale ulaştırılması gibi altyapı faktörleri önemli bir yatırım maliyeti oluşturmaktadır. Özellikle akışkanların uzun mesafelerde (60 km'ye kadar) enerji santrallerine taşınması pompa gibi ek donanımlar gerektirdiğinden ekonomik faydaları azalmaktadır. İşletme aşamasında çok sayıda teknisyenin istihdam edilmesi ve sistemin dönemsel masrafı, tesisin amortisman süresini artırmaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA DOĞRU EĞİLİM VE TÜRKİYE EKONOMİSİNE ETKİLERİ

Enerji, günümüzün en önemli tüketim ürünlerinden biridir ve aynı zamanda medeniyetin vazgeçilmez aracıdır. Enerji tüketimi, gelişmişlik düzeyi yüksek ülkelerin en önemli ihtiyaçlarından biridir ve büyümektedir ve bu büyüme gelecekte de devam edecektir. Bugün de devam ettirmek istediğimiz teknolojik gelişmeleri ve hayatımızda sağlamaya devam ettikleri fırsatları sağlamak için enerjiyi doğrudan ve dolaylı olarak tüketmeliyiz. Tüketmemiz gereken enerjinin çoğu fosil yakıtlardan, geri kalanı nükleer ve yenilenebilir enerjiden geliyor. Fosil yakıt kullanımının dünya çevresine ve insan sağlığına verdiği zarar nedeniyle, herhangi bir önlem alınmazsa, insanlar kaçınılmaz olarak gelecekte bu zararları çok büyük bir bedelle ödemek zorunda kalacaktır.

Fosil kaynakların enerji üretiminde kullanımının devam etmeyeceği kabul edilmelidir. Bu durumda endüstri geliştikçe gelişme ve sanayileşme yoluna zarar verir ve gerçek şu ki bu enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kullanılıyor ve bu çevremizin daha önce görmezden geldiği doğal bir üründür. İnsanlar tarafından giderek daha fazla anlaşılır hale geldi.

Hava, su ve toprak kirliliğinden bitki örtüsünün ve hayvanların tahribatına kadar uzanan çevre sorunları, gelecekte bu sorunlardan etkilenen insanlar için endişeye neden olmuş ve bu endişe nedeniyle insanların çevrenin korunmasına olan duyarlılığı artmaya başlamıştır.

1. ENERJİ ARZININ GÜVENLİĞİ VE SÜREKLİLİĞİ

Fosil yakıt enerji kaynaklarının kullanımından kaynaklanan yabancı ülkelere bağımlılık, yüksek ithalat maliyetleri küresel ısınma gibi önemli çevre sorunlarıdır. Bilinen bir diğer olumsuz faktör ise yakın gelecekte fosil kaynakların tükenmesiyle ortaya çıkacak enerji sorunudur.

Hammadde ve enerji kapasitesi sınırlı olmakla birlikte, yeni teknoloji ürünlerinin hayatımızda kullanılması için hammadde ve enerjiye olan talep devam etmekte ve hızla büyümekte, insanlığı yeni kaynaklar aramaya zorluyor. Mevcut petrol, doğalgaz, kömür vb. Gelecekteki nüfus artışı ve günlük hayatta kullanılan ekipmanların artması

nedeniyle fosil kaynakların hızla azalması beklenmektedir. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kullanımı, ülkemizin ve dünyadaki diğer ülkelerin enerji ihtiyacının karşılanması için gerekli olan yerli ve yenilenebilir bir doğal kaynaktır. Dolayısıyla dünyada ister teknik araştırma ister bu enerji kaynaklarının ürettiği enerjinin kullanımı olsun, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine başlanmıştır. Bu koşullar altında enerji güvenliği ve sürekliliğinin sağlanması açısından "enerji çeşitliliği" vazgeçilmez hale gelmiştir.

Geleneksel anlamda enerji güvenliği, enerji kaynaklarının çeşitliliği ve bu kaynakları elde etmenin rahatlığıdır. Ancak, enerji üretimi ile bugün yaşadığımız çevre arasındaki etkileşimin olumsuz sonuçlarını önleme yükümlülüğü, enerjinin temiz ve güvenli enerji kavramını içerecek şekilde yeniden tanımlanmasını ve benimsenmesini gerektirmektedir.

Enerji türlerinin artırılmasıyla enerjiye dışa bağımlılığın önüne geçilebilir, azaltma, tükenme, herhangi bir kaynaktan kesinti gibi kesintileri önlemek için önleyici tedbirler alınabilir. Tek kaynaktan sağlanan enerjinin bağımlılığa neden olacağı unutulmamalıdır.

Yenilenebilir enerji kullanarak:

- İthal akaryakıt bağımlılığı azalacak,
- Önce yerli kaynaklar kullanılacak,
- Yerli üretime bağlı olarak istihdam artacak,
- Sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınmayı sağlayacak,
- Enerji arz güvenliğini artıracak,
- Enerji talebini karşılayacak güvenliği sağlayarak, enerji kullanan sektörleri olumlu yönde etkileyecek ve yatırım yapmaya teşvik edecek,
- Üretim ve tüketimde güven ortamında istikrar artırılabilecek,
- Sosyal ve ekonomik hayatın refahı ve istikrarı da artacaktır.

Elektrik üretimi için inşa edilecek her bir elektrik santrali türünün maliyeti hesaplanırken tüm ayrıntılı bilgiler dikkate alınmalıdır. Örneğin, iş, üretim, atık bertarafı vb. maliyet. Tüm bu maliyetler göz önüne alındığında, yenilenebilir kaynakların ekonomik olarak da faydalı olduğu görülmektedir.

2. SOSYAL VE EKONOMİK NEDENLER

Yenilenebilir kaynaklar, üretim sırasında şebekeye bağlanmadan tüketilebilir ve özellikle enerji iletim veya dağıtım hatlarına erişimin zor olduğu veya küçük ölçekli olması nedeniyle hat yapımının ekonomik olmadığı alanlarda enerji üretimi için kolayca kullanılabilir. Örneğin, güneş ve rüzgâr enerjisi, evlerin dağınık olduğu kırsal alanlar için çok uygundur.

Güneş ve rüzgâr enerjisine dayalı yatırımlar, büyük tesislere tahsis edilen yüksek finansal kaynaklara göre daha uygundur. Bu nedenle, enerji ithal etmek yerine; rüzgâr, güneş ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının türlerini genişletmek, işsizlik ve göç için bir çare olarak da kullanılabilir, çünkü aynı zamanda yerel istihdam yaratacaktır. Yenilenebilir kaynaklar, ülke ekonomisine yeni bir canlılık getirecek ve petrol ve gaz ithalatı harcamalarının azaltılmasına yardımcı olacaktır. Yenilenebilir kaynakların enerjide kullanımının artırılması, doğrudan ve dolaylı istihdam fırsatları yaratacaktır. Yenilenebilir enerji kullanan santrallerin inşası, kurulması, üretimi, bakımı ve onarımı insan gücü gerektirecektir. Dolayısıyla yerel emekçilerin istihdamı arttıkça bölgedeki işsizlik oranı da düşecektir.

Yenilenebilir enerji kaynakları ülkenin çeşitli bölgelerine dağılmış olduğundan, endüstriyel olarak geri kalmış ekonomik ve sosyal olarak az gelişmiş coğrafi alanlarda kullanılma potansiyeline sahiptir. Ekonomik uygulamalardaki artış, yenilenebilir enerji kullanımını ile, örneğin uzak tarım sektörünün geliştiği alanlarda biyoenerji ürünlerinin yetiştirilmesi (enerji tarımı), bu enerji kaynaklarının bol olan alanlarda kullanılması ile teşvik edilmektedir. Enerji kaynakları, güneş veya rüzgâr enerjisi, artı önceden az gelişmiş bölgelerdeki kalkınma seviyesi artmaya devam etti, bu nedenle popüler olması ve gelişmesi muhtemeldir. Bu nedenle yenilenebilir enerji, bölgeler arasındaki kalkınma açığını etkili bir şekilde ortadan kaldırabilir ve ekonomik ve sosyal dengesizlikleri azaltabilir.

Dikkat edilmesi gereken çok önemli bir konu da yenilenebilir enerjinin yaygın kullanımını için sosyal destek sağlamaktır. Her şeyden önce insanların bu kaynaklardan üretilen enerjinin doğasını anlaması ve faydalarına inanması, kısacası yenilenebilir kaynakları desteklemek için kamu bilinci ve duyarlılığı inşa etmesi gerekiyor.

3. ÇEVRESEL NEDENLER

3.1 Enerji-Çevre İlişkisi

Yenilenebilir enerji trendinin çevresel nedenlerini daha iyi açıklayabilmek için öncelikle enerji ile çevre arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması gerekir. Enerji ile çevre arasındaki ilişkiyi doğru anlamak için öncelikle çevre tanımlanmalıdır.

Çevre, "belirli bir zamanda insan aktivitelerini ve biyolojisini doğrudan veya dolaylı yoldan etkileyebilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve sosyal faktörlerin toplamıdır." Toplam miktarı etkileyen en önemli faktörlerden biri enerjidir. Ülkenin sanayileşmesinde, sosyal ve ekonomik kalkınmasında önemli ve vazgeçilmez bir unsurdur. Enerji odaklı faaliyetler birçok çevre sorununu beraberinde getirir.

Artan enerji talebini en güvenli ve doğru şekilde karşılayabilecek anlayış çerçevesinde enerji ve çevre arasındaki ilişkinin iyi bir dengesini kurmak aynı zamanda enerjiyi ekonomik, çevreye duyarlı ve güvenli bir şekilde sağlamak için gereklidir. Üretimden tüketime kadar kaynaklar çevre sorunlarına neden olabilir.

Yaşadığımız dünya hızla yok oluyor, bu yok oluşu durdurmak ya da en azından azaltmak için her türlü çabanın gösterilmesi gerektiği kabul edilmiş bir gerçektir. Enerji ve çevre arasındaki ilişkiyi incelerken bu iki konunun bir bütün olduğunu ve birlikte değerlendirilmesi gerektiğini görebilirsiniz. Yenilenemeyen fosil kaynakların kullanımından kaynaklanan çevre sorunlarının çözümü, yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarını tercih etmektir.

3.2 İklim Değişikliği

Sera etkisi, fosil yakıtların (kömür, petrol ve doğalgaz gibi) yakılması sırasında oluşan sera gazlarının (CO₂ ve metan gibi) ısı yalıtımından kaynaklanmaktadır. Doğal dengeyi sağlamak için gün içerisinde güneş atmosfere ısı ve ışık yayar. Güneş uzaya belli bir miktar ısının geri verilmesi gerekse de sera etkisi bu dönüşü engeller ve yeryüzünün gereğinden fazla ısınmasına neden olur. Bu, iklim değişikliğine ve bozulmaya yol açar. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, iklim değişikliğine katkıda bulunan tüm bu faktörleri ortadan kaldırabilir.

3.3 Enerjinin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri

Tüm insan faaliyetleri doğal çevreyi etkiler. Bu faaliyetlerden en etkili enerji sektöründe gerçekleşen faaliyetlerdir. İnsan faaliyetlerinden doğrudan etkilenen bir fenomen haline geldi; iklim değişikliği çeşitli insan faaliyetleriyle (özellikle enerji üretimi) tanımlandı. Fosil yakıt kullanımının olumsuz sonuçları, insan sağlığının yanı sıra hayvanların ve bitkilerin yaşamını da tehdit etmektedir. Biyolojik dünyaya yönelik artan tehdidi daha iyi anlamak için enerji kullanımının çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkisi ayrı bir başlık altında incelenecektir.

3.4 Sera Etkisi ve Küresel Isınma

Öncelikle CO₂ (karbondioksit), CO (karbon monoksit), SO₂ (sülfür dioksit), NO_x (azo oksitler), toz ve CH (hidrokarbonlar) gibi gazlar sera etkisine neden olabilir ve başta hava kirliliği olmak üzere çevre kirliliğine neden olabilir. Toz ve hidrokarbon gazları en önemli kirlilik unsurlarıdır. SO₂ ve toksik NO_x etkili bir şekilde asit yağmuru oluşturabilir. Küresel ısınmaya neden olan en önemli sera gazı karbondioksittir ve toplam sera gazı içindeki payı yaklaşık %80'dir.

Kısaca sera etkisi fosil yakıtların yoğun yanması nedeniyle yeryüzünün ısınması ve enerjinin dünyamızdan ve atmosferden kaçışının engellenmesi, atmosferdeki sera gazlarının (özellikle karbondioksitin) artmasına yol açması olarak tanımlanmaktadır.

3.5 Enerjinin Çevre Sağlığına Etkileri

Hepimizin bildiği gibi, arabalarımızın ve fabrikalarımızın yaydığı karbondioksit atmosferde birikerek dünyamıza zarar verecektir. Karbonlu yakıtların kullanılması nedeniyle atmosferdeki CO₂ oranı artar. Bu artışın çevreye zarar vereceği iyi bilinmesine rağmen yakıt ve enerji sistemlerimiz tüm hızıyla kullanılmaya devam ediyor. Son yıllarda bu zararları ortadan kaldırmak için yenilenebilir enerjinin etkin kullanımı gibi önlemler alınmıştır.

3.6 Enerjinin İnsan Sağlığına Etkileri

Günümüzde fosil yakıtların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisi artmaktadır.

Hepimizin bildiği gibi, iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerinde olumsuz ve yaygın etkileri olabilir, bu da genellikle ölüme yol açar. Bu etkiler doğrudan veya dolaylı olarak ortaya çıkabilir. Kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıklarından kaynaklanan ölümler ile artan sıcak hava dalgası yoğunluğu ve süresinin neden olduğu hastalıklar başlıca dolaylı etkilerdir. Sel ve fırtına gibi aşırı hava olaylarındaki artış, ölüm, yaralanma ve akıl hastalığı vakalarının artmasına neden olabilir ve tatlı su varlığında kirliliğe neden olabilir. İklim değişikliğinin dolaylı etkileri, sıtma gibi bulaşıcı hastalık salgınlarının artma olasılığını ve bazı viral beyin iltihaplarını içerir.

3.7 Diğer Çevresel Etkiler

Karbon içeren yakıtları yakarak sadece atmosfere ve sağlığa değil, ağaçlara da zarar veriyoruz. Atmosferdeki kirleticiler ağaçları öldürür ve geniş orman alanlarını tahrip eder. Ek olarak, bu kirleticiler yapraklardaki gözenekleri tıkayarak fotosentez (bitkilerin besinlerini üretme şekli) veya solunuma (bitkilerin besinleri enerjiye dönüştürme yolu) izin vererek hayatta kalmalarını engeller. Hava kirliliğinin bir diğer etkisi de asit yağmurlarıdır. Asit yağmuru bitkilerin ve ağaçların yapraklarını yakarak topraktaki minerallerin erimesine neden olur. Öte yandan bitkiler kendilerine zararlı olan bu mineralleri filtreleyemez ve filtreleyemezler. En kötü yanı, toprağın kendisinin çok fazla asit içermesidir, bu da onu farklı mahsuller ve seri üretim için uygun hale getirmez.

4. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE ENERJİ

Giderek artan ciddi çevre sorunları, gelişme ve büyümenin bir unsuru haline geldi. Çoğu insan, çevre sorunları nedeniyle kaynakların yakın gelecekte tükeneceğini açıkça anlıyor ve bu da kalkınmanın sürdürülebilir olması gerektiğini gösteriyor.

Enerji üretimini ve tüketimini sürdürülebilir kalkınma kavramsal çerçevesi içinde gerçekleştirmek günümüzde her zaman en önemli hedeflerden biri olmuştur. Bu durumda, insanlar sürdürülebilir kalkınma ve daha iyi yaşam koşulları aramaya devam ettikçe, yenilenebilir enerji üretimi dünya çapında bir öncelik haline gelecektir.

Enerjinin çevre gibi toplumun bir diğer önemli unsuru olduğu ve medeniyetin gelişmesinde belirleyici bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Enerji ekonomik büyüme ve sosyal refah için temel girdilerden biri ve hatta en önemli girdidir. Bu kavram tüm

dünyada kabul görmüştür. Enerji üretiminin kaynağı ve yöntemi ne olursa olsun kuşkusuz çevreye etkisi olacaktır. Kalıcı çevresel zarara neden olmadan enerjinin kullanılması, ekolojik dengenin bozulmaması ve gelecek nesillere en sağlıklı şekilde bırakılması hedefini içeren "sürdürülebilir enerji" kavramı, uluslararası toplumun fikir birliği olarak tanımlanabilir. Bu durumda enerji üretimi ve kullanımı ile sürdürülebilir kalkınma arasındaki etkileşimin iki önemli özelliği öne çıkıyor:

-Temel ihtiyaçların karşılanması için enerji ihtiyacının sağlanması

-Enerji ihtiyacı giderilirken günümüz ve gelecek kuşaklar için yaşam kalitesini tehlikeye sokmamak

Bu nedenle, sürdürülebilir enerji kavramının temel bileşeni, enerji ve yenilenebilir enerjinin etkin kullanımınıdır. Günümüzün sürdürülebilir enerji kullanım ihtiyaçlarını karşılamak için geliştirme faaliyetleri yürütülmekte olup, yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşması ile desteklenecektir. Doğal varlıkların gelişme ve yeniden üretim koşulları olarak geleceğe aktarılmasıyla, gelecek nesillerin kendi kalkınmaları için kullanacakları doğal varlıkların korunması veya azaltılmaması sağlanacaktır.

Tablo 8. Enerji Verimliliği SWOT Analizi

GÜÇLÜ YÖNLER	ZAYIF YÖNLER
Toplumun enerji verimliliği konusundaki artan farkındalığı	Sektörel kapasite gelişim ihtiyacının bulunması
Mevzuat/teknik/idari altyapı ve uygulamaların varlığı	Finansmana erişim zorluğu
Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı' çerçevesinde eylemlerin ve hedeflerin belirlenmiş ve uygulamaların takip ediliyor oluşu	Enerji verimliliği projelerinin yapılabilirliğinde sigorta/teminat ve risk yönetimi gelişimi ihtiyacı
	Enerji verimliliği yatırımlarının önceliklendirilmemiş olması
	Bazı sektörlerde farkındalık eksikliği
	Ölçme, izleme ve doğrulama alt yapısının geliştirilme ihtiyacı
FIRSATLAR	TEHDİTLER
Uluslararası finans imkânlarının bulunması	Enerji Verimliliğinin çok disiplinli olması ve birden fazla kurum ve kuruluşların eşgüdümüne ihtiyaç duyması, gerekli mekanizmaların gelişimindeki gecikmeler
Enerji verimliliğinin arz güvenliğini artırmaya, cari açığın ve iklim değişikliği ile mücadelede sera gazı emisyonlarının azaltımına doğrudan etkisi	Enerji verimliliği projelerinin geri ödeme sürelerinin genellikle uzun olması nedeniyle tüketiciler tarafından tercih edilmemesi
Dünyada ve ülkemizde enerji verimliliği kavramının önceliğinin artması	Küresel ve ulusal ekonomik durgunluk
Artan ulusal ve uluslararası rekabet karşısında maliyet düşürücü faaliyetlerin daha da önem kazanması	Enerji verimliliği projelerinin geliştirme süreçlerindeki bilgi eksikliği, ilgi azlığı
Hemen hemen her sektörde henüz yararlanılmamış yüksek enerji verimliliği potansiyelinin bulunması	Maliyet düşüşü halinde tüketim artışı eğilimi

Kaynak: Tablo yazara aittir.

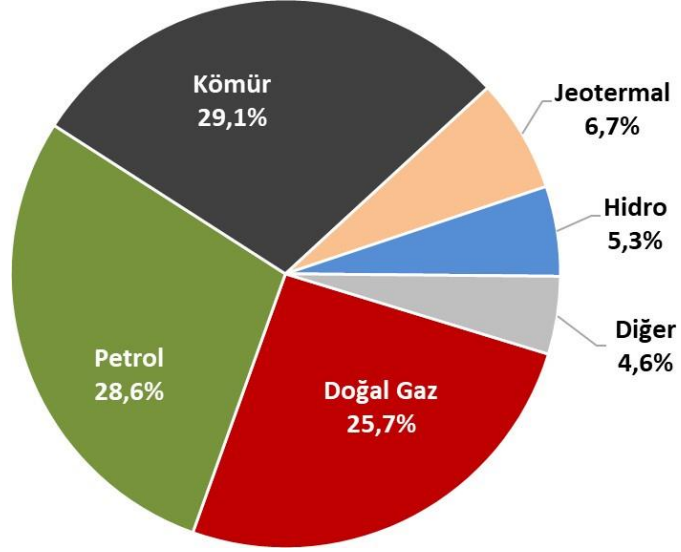
Bu bağlamda, sürdürülebilir enerji kavramı, tüm birincil enerjinin enerji üretimini gerçekleştirmek için yüksek verimli ve temiz teknolojilerin kullanılmasını, çevreye duyarlı yeni teknolojilerle fosil yakıtların kullanılmasını ve yenilenebilir enerji kullanımını içermektedir. Fosil kaynakları değil, ekonomik büyümeyi birleştirmek.

5. TÜRKİYE’NİN GENEL ENERJİ DURUMU

Genel anlamda Türkiye'nin yerli kaynakları, ihtiyaç duyduğu enerji üretimi için yetersizdir. Özellikle günümüzde en yaygın kullanılan birincil enerji kaynakları olan petrol ve gaz söz konusu olduğunda fakir bir ülkedir. Bu nedenle, büyük miktarlarda

ithal edilmesi gerekir. Yerli enerji üretiminde öne çıkan başlıca kaynaklar linyit ve hidroelektriktir. Türkiye, hızlı nüfus artışı ve ekonomik kalkınması nedeniyle artan enerji talebi ile sosyal olarak gelişen bir ülkedir. Türkiye'nin birincil enerji üretimi 1970 yılında 14,5 milyon TEP'250 iken, 2000 yılında bu değer yaklaşık 26 milyon TEP'e, 2008 yılında ise iki katına çıkarak 29 milyon TEP'e yükselmiştir.

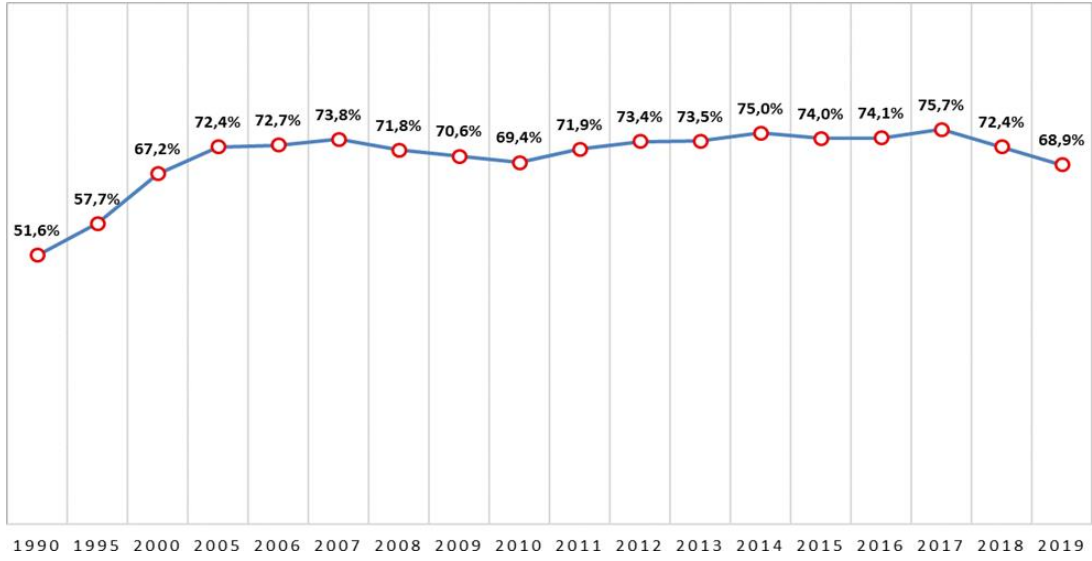
Grafik 9. 2019 Yılı Türkiye Birincil Arzı İçerisinde Kaynakların Dağılımı



Kaynak: ETKB, 2020.

Yine aynı dönemde birincil enerji tüketimi son 38 yılda 1970 yılında 19 milyon ton petrol eşdeğerinden 2008 yılında 108 milyon ton petrol eşdeğerine beş kat artış göstermiştir. 2008 verileri incelendiğinde, enerji ihtiyacının %73'ünün yurt dışından ithalatla karşılanması gerekiyordu. İthal edilen kaynaklar ağırlıklı olarak petrol ürünleri ve doğalgazdır. 2008 yılı itibarıyla Türkiye'nin yerli kaynakları üretim ihtiyacını karşılayamazken, yurtdışından ithal edilen enerjinin değeri 85.357 milyon TEP'dür. Enerji ithalat kalemleri arasında petrol ürünleri 36.681 milyon TEP ile ilk sırada yer alırken, diğer ithalat kaynakları doğalgaz (34.013 milyon TEP) ve kömür (14.595 milyon TEP) olmuştur. Türkiye, tüketim için büyük miktarlarda enerji ithal eden bir ülke olmasının yanı sıra sınırlı miktarlarda da olsa enerji ihraç edebilmektedir.

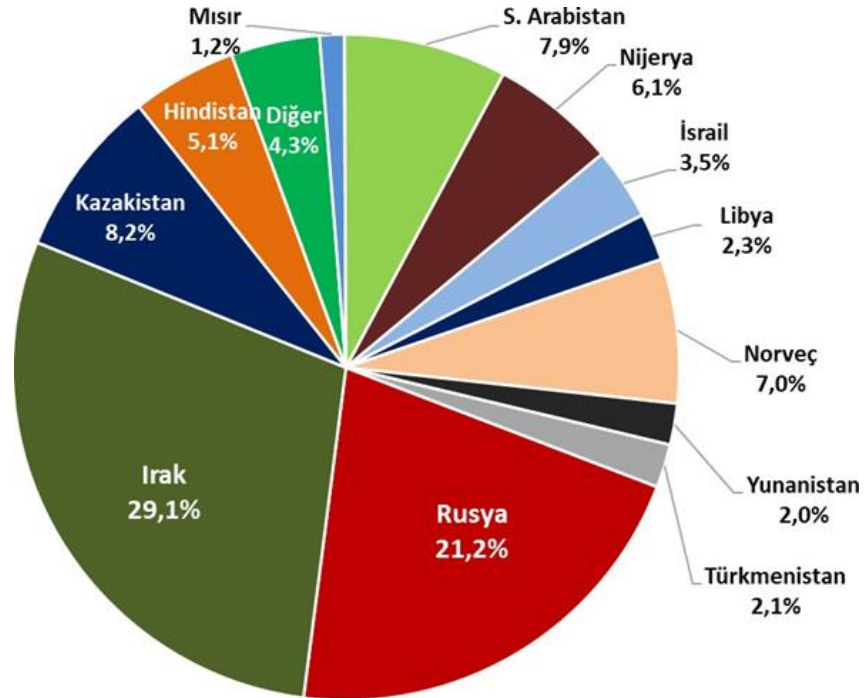
Şekil 4. 1990-2019 Yılları Türkiye Enerji Talebinin Dışa Bağımlılık Oranı



Kaynak: ETKB, EİGM, 2020.

2009-2019 yılları arasında Türkiye'nin birincil enerji arzı 2008 ve 2013 yılları dışında sürekli yükselirken, 2017 yılından sonra tekrar bir düşüş gözlemlenmiştir. 2017 yılında ise petrol ve doğal gazın birincil enerji arzındaki payı %58,4 olarak kaydedilmiştir.

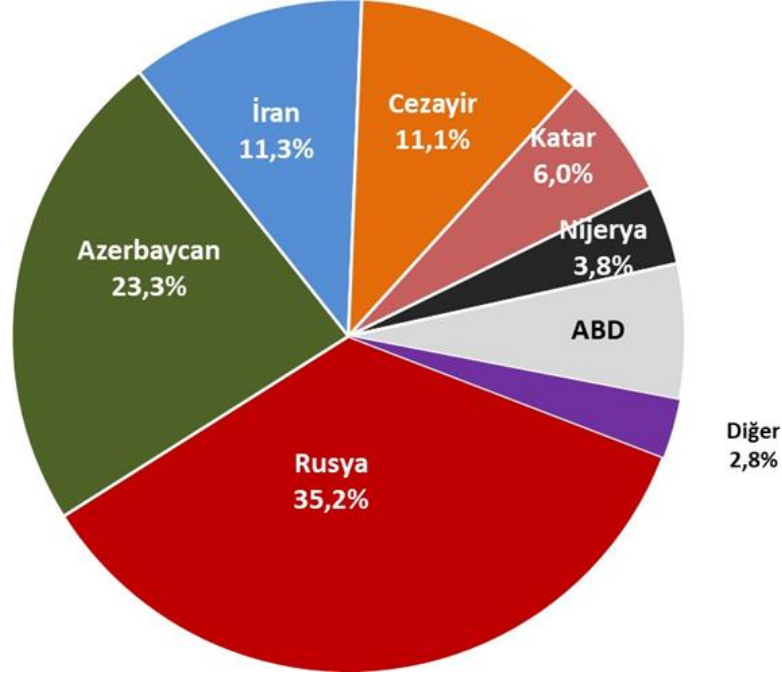
Grafik 10. 2020 Yılı Türkiye'nin İthal Ettiği Petrolün Kaynak Ükelere Göre Dağılımı



Kaynak: EPDK, 2021.

Grafiğe göre, 2020 yılında Türkiye'nin ithal ettiği petrolde en büyük pay %29,1'i Irak, ardından %21,2'si Rusya gelmektedir. Bunu %8,2 ile Kazakistan takip etmiştir.

Grafik 11. 2020 Yılı Türkiye'nin İthal Ettiği Doğal Gazın Kaynak Ükelere Göre Dağılımı



Kaynak: EPDK, 2021.

Türkiye 2020 itibariyle doğal gaz ithalatında, %35,2 Rusya pastadaki en büyük dilimin sahibidir. Ardından Azerbaycan %23,3 ile Rusya'dan sonra ikinci sıradadır. İran %11,3 ile üçüncü sıradadır.

Tablo 9. Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Gelişimi (MW)

Kaynak	2015	2016	2017	2018	2019	2020/9
Hidroelektrik	25.868	26.682	27.273	28.291	28.503	29.790
Rüzgar	4.498	5.751	6.516	7.005	7.591	8.077
Güneş	310	833	3.421	5.063	5.995	6.361
Jeotermal	624	821	1.064	1.283	1.515	1.515
Biyokütle	345	467	575	739	1.163	1.238
Yenilenebilir Toplam	31.645	34.554	38.849	42.381	44.768	46.981

Kaynak: TEİAŞ, TSKB , 2021.

6. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE EKONOMİSİNE ETKİSİ

Sanayileşme süreci ile birlikte enerji, giderek önemli bir hammadde girdisi ve çeşitli ülkelerin gelişmişlik düzeylerini ölçmek için bir standart haline gelmiştir. Bugün gelişmiş ülkeler olarak nitelendirilen sanayileşmiş ülkelerin, ulusal ekonomilerinin büyüklüklerine göre sınıflandırılmaları, bu ülkelerin sanayi ve hizmet sektörlerindeki enerji girdilerini aktif olarak değerlendirebildiklerini göstermektedir. Ekonomik gelişmişlik düzeyi ile enerji tüketimi arasındaki bu orantısal ilişki, ampirik gözlemler ve ekonometrik hesaplamalarla defalarca kanıtlanmıştır.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ekonomiler ve enerji tüketimi arasındaki nedensel ilişki, genellikle elastik katsayılarla belirlenen farklı modellerle açıklanmaktadır. Ortaya çıkan değerleri karşılaştırırken, gelişmekte olan ülkelerin hızlı büyümesi nedeniyle enerji tüketimleri çok yüksektir.

Gelişmiş ekonomik yapıya sahip OECD ülkeleri ile gelişmekte olan ülkeler arasında elastik katsayılar da gözlenen temel farklılıklar teknolojik avantajlar, enerji kullanım yoğunluğu ve sektörel tercihler olarak ayrılabilir. Gelişmiş OECD ülkeleri şu anda enerji tasarrufu ve verimliliğine odaklanıyor. Bir birim ürün verimi elde etmek için harcanması gereken enerji düzeyini ifade etmek için kullanılan enerji yoğunluğu, maliyet faktörünü doğrudan belirleyen faktörlerden biridir. Sanayileşmiş toplumların bu tutumu, pahalı bir girdi olan enerjiyi kullanarak, enerji tüketimini mümkün olduğunca azaltarak optimal üretim anlayışını belirlemektedir.

Öte yandan, teknolojik avantaj, enerji yoğunluğu ve tüketim verimliliği kavramlarına benzer şekilde, gelişmişlik düzeyini ve enerji tüketimini etkileyen bir diğer faktördür. Eski teknolojik toplumlardaki endüstriyel üretim ile modern teknolojik toplumlardaki endüstriyel üretim arasında ciddi maliyet faktörleri bulunmaktadır. Bu durum da ekonomik gelişme sürecini ve dolayısıyla gayri safi milli hasıla büyümesini yavaşlatıcı bir etkiye sahiptir.

Sektör tercihi de ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde elastikiyet katsayısının düşük, yani enerji yoğunluğunun düşük olmasının sebeplerinden biridir. Bu ülkeler, yüksek enerji girdisi gerektiren sanayi sektörlerinden daha düşük enerji girdisi gerektiren hizmet sektörlerine kaymıştır. Mümkünse pahalı enerji girdilerini en aza indirmek, kârları optimize etmeye ve böylece milli gelirin artmasına yardımcı olacaktır.

Henüz gelişme sürecini tamamlamamış toplumların tükettiği enerjinin çoğu, ısınma ve yemek pişirme amacıyla kullanılan ticari olmayan enerji türündendir. Çin ve Afrika'da yaygın olarak kullanılan bu kullanım, alternatif enerji kaynaklarından elde edilen biyokütle enerjisine dayanmaktadır. Bu durum, az gelişmiş ülkelerde OECD ülkelerine göre daha yüksek bir enerji yoğunluğu hesaplaması ile sonuçlanmakta ve böylece 1'e yakın bir esneklik modülü sağlanmaktadır. Bu yargıdan hareketle, az gelişmiş ülkelerde enerji tüketiminin GSMH'ye doğrudan katkısının, sanayileşmiş ülkelerin ekonomisine katkısına kıyasla çok sınırlı olduğu söylenebilir.

Türkiye hızla büyüyen ülkelerden biridir ve sanayileşme faaliyetleri, enerji girdilerinin yoğun bir şekilde kullanılması anlamına gelmektedir. Küresel rekabetteki payını artırmak isteyen Türkiye, sektörel ihracat programını benimsemiş ve politikalarını bu doğrultuda belirleme sürecine girmiştir. Enerji, ağır sanayi üretiminde en önemli girdilerden biridir ve bu nedenle önemini korumaktadır. Türkiye'de enerji tüketimi ve GSMH gelişim süreci incelendiğinde birbirine paralel doğrusal orantılı artışlar görülmektedir. Bugün itibariyle Türkiye, en fazla enerji üreten ülkelerden biridir ve mevcut fosil enerji kaynaklarının sınırlı olması, üretim için enerji ithal edilmesini zorunlu kılmaktadır. Üretim için ihtiyaç duyulan enerji, Türkiye'nin ödemek zorunda olduğu ithalat faturasını artırıyor ve bu da büyük bir döviz kaybı anlamına geliyor.

Enerji ithalatının ulusal ekonomiler üzerindeki yükü ödemeler dengesini karmaşık hale getirmekle kalmaz, aynı zamanda ithalat seçenekleri de imalat sektörünün küresel pazarda ulaşması gereken rekabet düzeyini karmaşık hale getirir. İthal girdilerin maliyet artırıcı etkisi göz önüne alındığında, maliyet doğrudan nihai ürün fiyatına yansımakta ve tam rekabet piyasasında rekabet şansını olumsuz yönde etkilemektedir.

2010 yılında özelleştirilmiş sektördeki son gelişme, kamunun tekelinde olan ve tüketicilere elektrik dağıtım hizmeti veren kurumların özel sektöre devredilmesi olmuştur. Bunun sonucunda dağıtım sektöründeki devlet tekeli kırılmış ve hizmet tamamen özel sektöre devredilmiştir. Kâr amacı gütmeyen özel sektör kuruluşlarının mevcut hizmetleri sunarken kâr optimizasyonu ilkelerine göre hareket edecekleri için sektörün kârlılığının da artması beklenmiştir.

Tüm dünya ekonomisinde olduğu gibi Türkiye ekonomisinde de enerji sektörü önemli bir yer tutmaktadır. Ülke ekonomisine katkı sağlayan enerji girdilerinin bu kadar düşük maliyetle yerli kaynaklardan elde edilmesi önemlidir. Bu noktada sınırlı yerel

fosil kaynak rezervlerinin yerini alabilecek alternatif enerji kaynakları bulunmaktadır. Fosil kaynaklar yerine alternatif enerji kaynaklarına uygun sistemlerin üretilmesi, Türkiye'nin yerli sanayisinin gelişmesine ve dolayısıyla ekonomisine katkı sağlayacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÜRETİM STRATEJİSİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

1. STRAJİ NEDİR?

"Stratos" ve "ago" kelimelerinden türetilen strateji kelimesi Yunancada bir ordunun kontrolü anlamına gelir ve bugün ekonomi ile yönetim bilimi alanlarında yerleşik hedeflere ulaşmak için uzun vadeli planların tasarımını belirtmek için kullanılır. Şirket stratejisi, iş stratejisi, pazarlama stratejisi ve üretim stratejisi gibi kavramlar, işletme yönetiminde uzun vadeli planlar söz konusu olduğunda kullanılan ifadelerdir. Şirket perspektifinden terimsel olarak strateji kelimesini incelediğimizde, "strateji, şirketi ve çevresini sürekli analiz etme, faaliyetleri planlama ve şirketle çevresine uygun hedefler belirlemek için şirketin hedeflerini yeniden düzenleme süreci olarak tanımlanabilir. (Dinçer, s.19).

Orta düzey iş stratejisi, belirli sektörlerde hizmet veren şirketlerin rekabet avantajı kazanmasına yardımcı olacak hedef belirleme ve planlar yapma gibi faaliyetleri içerir. Şirket daha büyük bir iş grubunun (şirket veya holding şirketi) üyesiye, dahil olunan şirketin önemli görünen hedeflerini savunan ve gelişimine katkı sunan plana sahip olmalıdır. Piramidin en alt seviyesinde, işletme stratejisini destekleyen işletme fonksiyonları için uzun vadeli hedefler ve planlar vardır. Bu piramidin en altında ise, üretim, pazarlama, inovatif ürün, insan kaynakları, finansal, tedarik zinciri ve işlevsel strateji olarak da bilinen bilgi teknolojisi yönetimi stratejisine gibi katmanlara sahiptir.

Yönetici birçok faktörü değerlendirdikten ve bazı stratejik kararlar verdikten sonra, organizasyonun stratejisi formüle edilebilir. Aşağıda, bu kararların alınmasında giderek daha önemli hale gelen üç faktör listelenmiştir. Bunlar; Şirketin misyonu, Çevresel tarama ve Öz becerilerdir.

Bu üç faktör, bir şirketin uzun vadeli planını veya iş stratejisini oluşturmak için önemlidir.

1.1 Misyon

Görev, ifadeler aracılığıyla organizasyonun varlığının temel nedenlerini vurgulamaktır. Bu ifadeler organizasyonun ileride ulaşacağı hedefleri tanımlamak, hizmet verilecek departmanlar ve müşteriler hakkında bilgileri ortaya çıkarmak ve yolu açıklamaktır.

Şirketin uzun vadeli planını formüle etmek için öncelikle hangi iş alanlarının, müşterilere verilecek hizmetlerin ve şirket değerlerinin neler olduğunun tanımlanması gerekir. Şirketin net bir misyonu yoksa, bilmediği alanlarda fırsat arayabilir veya tüm fırsatları kaçırabilir. Örneğin yukarıdaki ilk görev örneğini ele alalım. Misyonunu "dünyanın en başarılı bilgisayar şirketi olma" olarak tanımlayan bir şirket, pazardaki farklı fırsatlardan (cep telefonu üretimi gibi) yararlanmaya karar verirse, hedeflerine ulaşmak zor olabilir. Burada önemli olan, cep telefonu pazarı geniş imkân ve olanaklara imkân tanınmasına karşı, firmanın üretim olarak bilgisayara odaklanma misyonuyla tutarlı değil.

1.2 Çevre Taraması

Dikkate alınması gereken ikinci faktör, şirketin dış ortamıdır. Dış çevre, iş sektörünün ekonomik, politik ve sosyal eğilimlerini ifade eder. Fırsatları ve tehditleri belirlemek için bu eğilimler analiz edilmelidir. Çevresel tarama, dış ortamı görüntüleme sürecidir. Rekabette kalabilmek için, şirketin sürekli olarak çevresini izlemesi ve ortamdaki değişikliklere yanıt olarak iş stratejisini veya uzun vadeli planını değiştirmeye hazır olması gerekir.

Örneğin, çevresel tarama, müşterilerin gerçek ihtiyaçlarını ve bu ihtiyaçları karşılamak için rakipler tarafından üretilen hizmetlerin veya ürünlerin eksikliklerini belirleyebilir. Bu eksiklikler üzerine yapılan araştırmalar şirket için fırsatları ortaya çıkarabilir. Öte yandan, halihazırda pazar lideri olan şirketler için çevresel tarama, müşteri ihtiyaçlarını daha iyi karşılayabilecek rakipleri belirleyebilir. Bu durumda rakiplerin çevresel tarama faaliyetleri lider firma için tehdit oluşturabilir. Çevresel tarama, pazar eğilimlerinin yanı sıra işletmeyi de etkileyebilecek ekonomik, politik ve sosyal eğilimlere bakar. Ekonomik eğilimler, durgunluk, enflasyon, faiz oranları ve genel ekonomik koşulları içerir. Bir şirketin yeni bir tesis satın almak için kredi almayı düşündüğünü varsayalım. Bu durumda, faiz oranlarının mevcut durumu ve eğilimleri ve

piyasanın borç vermeye uygun olup olmadığı hakkında bilgi almak için çevresel taramalar kullanılabilir.

Çevre Taramasında yer alan siyasi eğilimler, firmayı etkileyebilecek bölgesel ve küresel siyasi çevredeki farklılaşmayı içerir. Örnek olarak, Avrupa Birliği ile bölgede firmaların çeşitli stratejilerinde farklılaşmaya gitmelerine sebep olurken, benzer şekilde piyasada payını gün geçtikçe arttıran Çin'in, diğer ülkelerdeki etkileri göz önüne alındığında pazarda yeni fırsatlara sebep olduğunu söyleyebiliriz. Şirketin çevreye bakışının ülke genelinde değiştiği görülmektedir. Günümüzde çoğu şirket, müşterilerini ve tedarikçilerini ulusal ölçekte değil küresel ölçekte arıyor. Birçok firma, stratejik ittifaklar olarak tanımlanan küresel şirketlerle ortaklıklar kurmak ve büyük çapta fırsatlardan yararlanmak için stratejilerini değiştirdi.

Elhasıl, sosyal eğilimler fiile etkisi hissedilen sosyal değişiklikleri ifade eder. Örneğin, sigara içmenin tehlikelerinin farkında olmak, sigaranın sosyal olarak kabulünü azaltacaktır. Bu eğilim tütün endüstrisini büyük ölçüde etkiledi. Sektördeki birçok şirket, sigara içimi sosyal olarak kabul edilebilir olan denizaşırı müşterilere odaklanmak veya hayatta kalmak için ürün yelpazelerini çeşitlendirmek için stratejilerini değiştirdi.

1.3 Durum Analizi

Durum analizi, kuruluşların stratejileri belirlemek ve değerlendirmek için kullandıkları en önemli araçlardan biridir. Diğer bir ifade ile SWOT analizi, bir kuruluşun güçlü ve zayıf yönleri nedeniyle karşılaşılabileceği fırsatları ve tehditleri belirlemek için kullanılan bir tekniktir. Bu teknoloji, organizasyonun iç faktörlerini ve organizasyonun dış ortamındaki faktörleri değerlendirebilir.

SWOT analizi, organizasyondaki güçlü yönleri, zayıf yönleri, fırsatları ve tehditleri yazarak başlar. Bu listeleri gerçekçi bir şekilde hazırlamak için sistem içinde ve dışında üretilen veriler çeşitli araştırma sonuçları değerlendirilerek analiz edilebilir. Örneğin, rakiplerin oluşturduğu tehdidi belirlerken, dahili sorunları (rekabet analizi, çalışan yetenekleri, ürün kalitesi ve müşteri memnuniyeti gibi) değerlendirirken performans analizi dikkate alınmalıdır.

2. ÜRETİM STRATEJİSİ VE TEMEL YAKLAŞIMLAR

Günümüzde küreselleşmenin sürüklediği rekabet ortamında şirketlerin doğru belirlenmiş iş stratejileri uygulayarak hissedar değerini korumaları ve rakiplerine göre avantaj elde etmeleri mümkündür. Bir şirketin hedeflerine ulaşması için, iş stratejilerinin pazarlama, finans ve üretim gibi çeşitli iş fonksiyonları tarafından desteklenmesi gerekir. Bu anlamda planlı üretim bir işletmenin en temel işlevidir ve iş stratejisini destekleyecek şekilde planlama hayati öneme sahiptir.

Üretim stratejisi, iş stratejisine yardımcı olan ürünlerin tasarımını ve kullanımını belirleyebilen üretim işlevleri için uzun vadeli bir plandır (Sanders, s. 29). Plan, mevcut tesislerin yerinin, büyüklüğünün ve türünün belirlenmesini, gerekli personel becerilerinin tanımlanmasını ve gerekli özel süreçlerin, ekipmanların ve teknolojilerin kullanılmasını içerir. Üretim stratejisi, şirketin iş stratejisiyle uyumlu olmalı ve uzun vadeli planların gerçekleştirilmesine katkıda bulunmalıdır.

2.1 Üretim Stratejisinin Önemi

1970'li yıllara kadar üretim stratejileri kavramı önemi çok azdır. Bundan önce, Amerikan şirketleri özellikle standart ürün tasarımlarının seri üretimiyle ilgileniyorlardı. O yıllarda bu firmalar uluslararası rekabet etmedikleri için ürettikleri tüm ürünler rahatlıkla satılabiliyordu. Ancak bu durum 1970'lerde ve 1980'lerde değişti. Japon şirketleri daha düşük maliyetlerle daha kaliteli ürünler sunmaya başlarken, Amerikan şirketleri pazar payını kaybetmeye başladı. Hayatta kalabilmek için birçok Amerikan şirketi Japon yöntemlerini kendi şirketlerine kopyaladı. Ancak, bu kopyalama yöntemi genellikle başarısız olur. Japon yaklaşımını anlamak biraz zaman aldı. Japon şirketleri, üretim stratejileri nedeniyle rekabet üstünlüğüne sahiptir. Bu şirketlerin tüm kaynakları, şirketin stratejik planlarını doğrudan desteklemek için tasarlanmıştır.

Harvard Business School profesörü Michael Porter, o zamanlar Amerikan şirketlerinin genel olarak üretim verimliliği ile üretim stratejisi arasındaki farkı anlamadıklarını söyledi. Üretim verimliliği, üretim görevlerini rakiplerden daha iyi tamamlamak olarak tanımlanabilir. Üretim stratejisi, pazar rekabeti için bir plandır. Farkı anlatabilmek adına örnek olarak bir firmayı, oyunda verimli ancak yanlış oyunda koşan bir sporcu ile betimlemek yerinde olacaktır.

Strateji, hangi oyunun kazanılacağını belirler. Üretim verimliliği ve stratejisi birbiriyle uyumlu olmalıdır, aksi takdirde yanlış görevi çok verimli bir şekilde gerçekleştirdiğiniz anlamına gelebilir. Üretim stratejisinin rolü, üretim işlevi tarafından gerçekleştirilen tüm görevlerin doğru olmasını sağlamamıza olanak tanır.

2.2 Üretim Stratejisinin Oluşturulmasındaki Yaklaşımlar

"Üretim stratejilerinin tanımlanmasında ve belirlenmesinde farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar yukarıdan aşağıya, aşağıdan yukarıya, pazar talebi ve üretim kaynaklarıdır. Bunlar üretim stratejilerini belirlemede kullanılan yöntemlerdir. Bu dört bakış açısı tek başına olamaz.

Üst düzey stratejilerin hedeflerini alt düzey stratejilere yansıtarak üretim stratejileri oluşturma yöntemi. Organizasyon üst yönetimi tarafından belirlenen stratejilerin alt kademelere yönlendirilmesi ile uygulanan geleneksel bir yöntemdir. Oldukça büyük bir şirketler grubunun stratejik kararları şu konularda alınacak kararları içerir: iştiraklerinin hangi bölümde çalışacağı, bu şirketlerin hangi bölgede faaliyet göstereceği ve bu şirketler arasında sermayenin nasıl paylaşılacağı. Bu şekilde şirketin stratejisi alt işletmenin hedeflerini kısmen belirler. Benzer şekilde, bu gruba ait şirketler, kendi pazarlarında rekabet edebilmek için kendi stratejilerini oluştururken, hedef ve faaliyetlerini planlarken, şirketin stratejisine göre kendi misyon ve hedeflerini belirleyeceklerdir. Bir işletmenin işlevsel stratejisini formüle ederken, işletmenin stratejisini ve rekabet önceliğini göz önünde bulundurun ve her bir işlev için ayrı ayrı strateji belirleyin. Üretim fonksiyonunun stratejisi (işletme fonksiyonlarından biri olarak), şirketin üst düzey stratejisini ve iş stratejisini yansıtmak için bu yöntem kullanılarak oluşturulacaktır. Böylelikle üretim stratejisi yukarıdan aşağıya yani genelden detaylara kadar belirlenebilir.

2.2.1 Aşağıdan Yukarıya

Aslında, strateji hiyerarşisinin seviyeleri arasındaki ilişki, "yukarıdan aşağıya" yaklaşımıyla ifade edilenden daha karmaşıktır. Bir stratejiyi belirlemek için "yukarıdan aşağıya" bir yöntem kullanmak doğru yön olarak kabul edilebilir ve bu yöntem makul bir yöntem olarak kabul edilebilir. Şirketler, stratejilerini gözden geçirirken işlevlerine danışarak bilgi elde edecekler. Bu aşamada, her bir işletme işlevinin günlük işlemlerinde kazanılan deneyim, iş işlevlerini ve avantajlarını ortaya çıkarmak için

kullanılabilir. Bu şekilde, şirketler her işlev için geçmiş deneyimlerden gelen fikirleri de dahil edebilir. "Yukarıdan aşağıya" yaklaşımın bir başka görüşü de, zaman içinde, işletme fonksiyonlarının deneyimini birleştirerek birçok stratejik fikrin ortaya çıkmış olmasıdır. Bu yöntem, işletmenin işlevi ve düzeyinde müşterilere sağlanan ürün ve hizmetlerin üretilmesi sürecinde kazanılan deneyimlerin işlevlerini belirlemek için kullanılması olarak tanımlanan "aşağıdan yukarıya" stratejisini belirlemek için kullanılır. Gelişmiş strateji.

2.2.2 Pazar Gereksinimleri

Bir kuruluşun en belirgin hedeflerinden biri, pazar ihtiyaçlarını karşılamaktır. Bu nedenle, işletmenin hizmet verdiği departmanlara göre üretim stratejileri de oluşturulabilir. Pazar talebini anlamak genellikle pazarlama işlevleriyle ilişkili olsa da aynı zamanda üretim yönetimi ile de yakından ilgilidir. Pazarda rekabet avantajı elde etmek için, üretim stratejilerinin nasıl belirleneceği ile ilgili soruların yanıtlarını arayın. Rakip pazar ve şirketin rakipleri dikkate alınarak, kalite, zaman, esneklik ve maliyet gibi hangi performans hedeflerine veya performans hedeflerine öncelik verilmesi gerektiği belirlenebilir.

2.2.3 Üretim Kaynakları

Üretim stratejisini belirlemek için kullanılan diğer bir yöntem, şirketin sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde etmek için kaynaklarının öz becerilerine güvenebileceği "kaynak temelli yaklaşıma" dayanmaktadır. Bu yöntemde uzun vadede işletmenin devraldığı, gerçekleştirdiği veya geliştirdiği üretim kaynakları işletmenin başarısı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Üretim stratejisi belirlenirken işletme için rekabet önceliği olan önemli üretim kaynaklarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu üretim kaynaklarını anlamak ve geliştirmek, şirketin pazardaki konumunu daha iyi bir konuma yükseltmesini sağlayacaktır.

3. ÜRETİM STRATEJİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Üretim stratejisi, iş stratejisini destekleyecek şekilde üretim fonksiyonunun tasarımı ve yönetimi için bir plan sağlar. Plan, iş stratejisi ile üretim işlevleri arasında bir bağlantı kurarken işletmeye rekabet avantajı sağlayabilecek üretim faaliyetlerinin belirli işlevlerine odaklanır. Rekabetçi öncelikler veya rekabetçi faktörler olarak

adlandırılan bu işlevlerden birinde mükemmelleşmek, bir şirketi kendi pazarında lider yapabilir.

Hangi rekabet faktörlerinin önemli olduğunu belirlemeden önce, şirket yöneticileri, şirketin pazardaki rekabetçi konumunu anlamak için pazarlama departmanı ile yakın çalışmalıdır.

3.1 Maliyet

Maliyete dayalı rekabet, rakip ürünlerin fiyatlarından daha düşük fiyatlarla ürün sağlamak anlamına gelir. Bu rekabet ihtiyacı, iş stratejisinden kaynaklanmaktadır. Üretim stratejisinin rolü, maliyete dayalı rekabeti desteklemek için kaynakları kullanmak için bir plan geliştirmektir. Düşük maliyetli bir strateji, çok rekabetçi ürün fiyatları üretecek olsa da yüksek kar marjlarına yol açabilir. Aynı zamanda, düşük fiyatlı ürünler, düşük kaliteli ürünler anlamına gelmez. Maliyete dayalı rekabette iyi olan firmaların olası üretim fonksiyonlarının bazı spesifik özelliklerini inceleyelim.

Maliyete dayalı rekabetin önceliğini artırmak için, üretim fonksiyonu esas olarak sistemdeki işçilik, malzeme ve tesis maliyetleri gibi maliyetleri düşürmeye odaklanmalıdır. Maliyet rekabetine odaklanan şirketler, tüm kayıpları dikkatli bir şekilde azaltmak için üretim sistemi üzerinde çalışacaktır. Bu şirketler, hurdayı en aza indirmek ve verimliliği artırmak için çalışanlara ek eğitim sağlayabilir. Aynı zamanda verimliliği artırmak için otomasyona yatırım yapabilirler. Genellikle maliyet temelinde rekabet eden şirketler, dar bir ürün yelpazesi ve ürün özellikleri sağlar, küçük ürün değişikliklerine izin verir ve üretim süreçlerini olabildiğince verimli bir şekilde tasarlar.

Dünyaca ünlü bir havayolu, maliyetleri düşürerek rekabette başarılı olmuş ve bu stratejiyi desteklemek için tüm üretim fonksiyonları desteklenmiştir. Şirket, yalnızca tek tip uçak kullanarak ve genellikle uçuş rotalarını kısaltarak mürettebat değiştirme planlaması, bakımı, yedek parça envanter maliyetlerini ve birçok yönetim maliyetini en aza indirmeyi başardı. Ayrıca yemek, basılı yolcu bileti, koltuk tahsisi gibi ek maliyetlere neden olan hizmetleri tamamen ortadan kaldırmıştır. Çalışanları birçok işlevi yerine getirmeleri için eğitin ve müşteri hizmetini en üst düzeye çıkarmak için birden çok yöntem kullanın. Şirket, düşük maliyetli stratejisi nedeniyle uzun yıllardır havacılık sektörüne örnek olmuştur.

3.2 Kalite

Birçok şirket kalitenin en büyük önceliği olduğunu iddia ediyor ve birçok müşteri satın aldıkları ürünlerde kaliteyi takip ettiklerini söylüyor. Ancak kalite, kişiden kişiye değişen ve savunana bağlı bir kavramdır. Örneğin, bir birey için kalite, ürünün ömrü anlamına gelebilirken, başka bir kişi için kalite, ürünün performansı anlamına gelebilir. Şirketler kaliteyi rekabetçi bir odak olarak önceliklendirdiklerinde, müşterilerin önemli gördüğü kalite göstergelerine odaklanmalıdırlar.

Rekabetin odağı olarak kalitenin iki yönü vardır. İlki, yüksek performanslı tasarımıdır. Yüksek performanslı tasarım, üstün ürün performansı, sıkı toleranslar, uzun ömür ve mükemmel müşteri hizmeti gibi üretim özelliklerine odaklanmalıdır. İkinci boyut, malların ve hizmetlerin tutarlılığıdır ve ürün veya hizmetlerin gerçek tasarım özelliklerini nasıl karşıladığını ölçer. Dünyanın birçok yerinde bulunan yemek şirketleri, ürün tutarlılığı için iyi örnekler sağlayabilir. Bu firmalar dünyanın hemen hemen her yerinde aynı tat ve özelliklere sahip ürünler sunabilmektedir. Kalite konusunda rekabet eden şirketler sadece yüksek performanslı tasarımları değil, aynı zamanda mal ve hizmetlerin tutarlılığını da sağlamalıdır.

Yukarıdaki iki alanda rekabet eden şirketler, üretim sürecinin her aşamasında kaliteyi sağlamalıdır. İlk boyut, müşteri ihtiyaçlarını karşılayan bir ürün olmasını sağlamamızı gerektiren ürün tasarım kalitesine karşılık gelir. Diğeri ise kusursuz ürün üretebilen sürecin kalitesidir. Şirketler, proses kalitesini sağlamak için ekipman, çalışanlar ve hammaddeler gibi üretim bileşenlerine odaklanmalıdır. Rekabet önceliğine sahip işletmeler, müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ürünler tasarlamalı ve ürünlerin üretiminin tasarım gereksinimlerini tam olarak karşıladığından emin olmak için üretim sürecini yürütmelidir.

3.3 Zaman

Zaman veya hız, günümüzün en önemli rekabet önceliklerinden biridir. Bugün, çoğu sektördeki şirketler, mümkün olan en kısa sürede yüksek kaliteli ürünler sunmak için rekabet halindedir. Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte insanlar ihtiyaçlarının kısa sürede karşılanmasını bekliyorlar. Dolayısıyla müşteri ihtiyaçlarını karşılamayı geciktiren bir şirketin ayakta kalması neredeyse imkansızdır.

Zamanla ilgili oyun önceliği iki kısma ayrılabilir: hız ve güvenilirlik. Bu anlamda, hız önceliği hızlı teslimat anlamına gelir ve güvenilirlik önceliği, zamanında teslimat gibi zamanla ilgili konularda rekabet anlamına gelir. Rekabetin diğer bir odak noktası, geliştirme hızı ve yeni fikirlerin piyasada görünmesi için geçen süredir. Bu özellikle teknoloji ve bilgisayar yazılımı alanında önemlidir. Zaman rekabetin odağı olduğunda, üretim fonksiyonunun görevi, sistemi detaylı bir şekilde analiz etmek ve zamandan tasarruf etmek için süreçleri birleştirmek veya filtrelemektir. Şirketler genellikle süreci hızlandırmak için teknolojiyi kullanır. En yüksek talep dönemlerinde talebi karşılamak ve üretim sürecindeki gereksiz adımları ortadan kaldırmak için esnek iş gücü politikaları benimserler.

Örneğin, lojistik şirketleri zamanı performans hedefi olarak gören sektörlerden biridir. Bu alanda firmalar üretim sürecini hızlandırmak için üretim fonksiyonlarını tasarlamalıdır. Lojistik firmaları, teslimat sürelerini kısaltmak için barkod sistemleri ve otomatik ürün yönlendirme sistemleri gibi teknolojileri kullanır. Bu teknolojiler, ürünlerin müşterilerden satın alınmasını, dağıtımını ve taşınmasını hızlandırabilir, esnek zaman ve işçilik ihtiyaçlarını karşılayabilecek modelleri de tercih ederler.

3.4 Esneklik

Çok çeşitli mal ve hizmetler sağlamaya odaklanmak, rekabetçi bir önceliktir. İş ortamı, müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşılamak için hızla değiştiğinde, bu değişikliklere hızla uyum sağlama yeteneği başarılı bir strateji olabilir. Bu strateji esneklik. Esnekliğin iki yönü vardır: Birincisi, çeşitli mal ve hizmetleri sağlama ve bunları müşterilerin benzersiz ihtiyaçlarına uyarlama becerisidir. Buna ürün esnekliği denir. Esnek üretim sistemi, müşteriler için önemli olan yeni ürünleri hızla ekleyebilir ve düşük iadeli ürünleri kolayca iptal edebilir. Esnekliğin bir başka yönü de talepteki değişikliklere uyum sağlamak için üretimi hızla artırma veya azaltma yeteneğidir. Buna hacim esnekliği denir.

Geleneksel bir terzi dükkanında bir takım elbise sipariş etmek ve bir giyim mağazasından bir takım elbise satın almakla karşılaştırıldığında, esnekliğin anlamını daha net anlayabilirsiniz. Bir başka örnek de iyi bir restorana gittiğinizde, onlardan sizin için yemek yapmalarını isteyebilirsiniz, ancak sadece fast food için. Her iki örnekte de

ilk seçenек, ürün esnekliğinin en önemli olduğu bir üretim stratejisini benimseyen bir şirket örneği olarak gösterilebilir.

Esneklik peşinde koşan şirketler genellikle hız temelinde rekabet edemezler. Bunun nedeni, genellikle geleneksel üretim stratejilerine uyması ve üretmek için daha fazla zaman gerektirmesidir. Ürün esnekliğini benimseyen şirketler özellikle maliyet konusunda rekabet etmeyecek çünkü ürünlerini müşterilere uyarlamak için daha fazla kaynak harcamaları gerekiyor. Bununla birlikte, diğer şirketlerle karşılaştırıldığında, esnek şirket müşteri hizmetleri çok daha gelişmiştir ve müşterilerin özel ihtiyaçlarını karşılayabilirler. Bu stratejiye ulaşmak için şirketler, çeşitli ürünler üretebilen daha genel amaçlı ekipmanlara sahip olma eğilimindedir. Aynı zamanda, esnek şirketlerin çalışanları genellikle daha yüksek beceri seviyelerine sahiptir ve müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için birçok farklı görevi yerine getirebilirler.

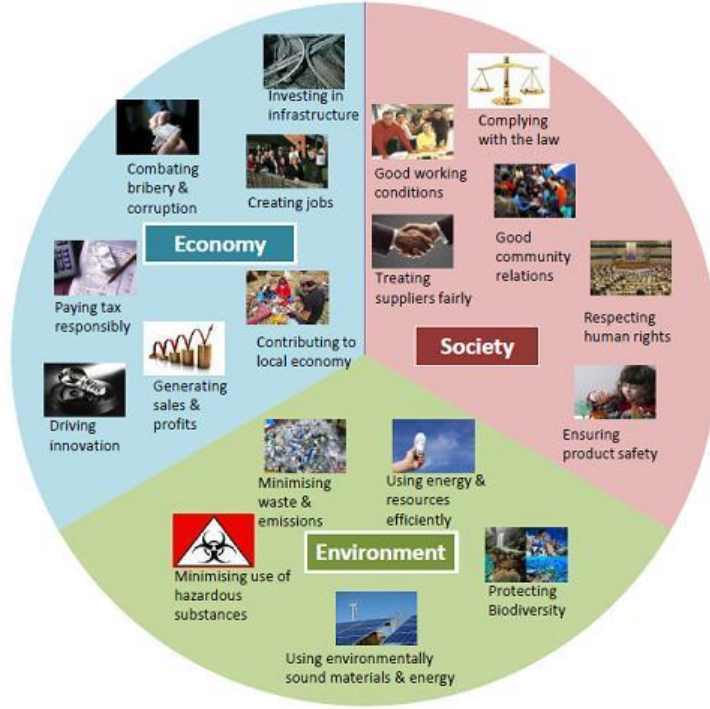
4. SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM

Üretim, yazında “insan ihtiyaçlarını karşılamak için mal ve hizmetlerin miktarını ya da faydalarını artırmaya yönelik çabalar” olarak ifade edilmektedir. Günümüzde gelişen dağıtım kanalları ve toplumların tüketim odaklı olması sebebiyle üretim faaliyetleri artmıştır ve buna ek olarak gezegenimizdeki kaynakların dikkatsiz bir şekilde kullanılması da eklenince çevresel kirlilik kaçınılmaz hale gelmiştir. Buna ek olarak, dünyada yaşanan iklim değışikliklerine bağlı olarak küresel ısınma sonucu geri dönülemez noktaya ne kadar yaklaştığımız konuşulmaktadır. Bunların neticesinde, gezegenin geleceğine yönelik kaygılar artmakta ve bu durum karşısında farkındalık oluşmaktadır. 2000’li yıllara gelirken bu farkındalık doğrultusunda çeşitli önlemler alınmıştır. Bunlardan birisi de 11 Aralık 1997 yılında imzalanan 169 ülkenin katılımıyla gerçekleşen Kyoto Protokolü’dür. Bu protokol ile ülkeler çevresel sorunlar karşısında önlem almak zorunluluğuna girmiştir. Ayrıca, bu önlemlerle birlikte “Sürdürülebilir Üretim” denilen bir kavram da ortaya çıkmıştır (Turhan vd., 2018, s.3-4).

Sürdürülebilir üretim, işletmelerin yarınki üretim faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemeden bugünkü üretimlerinin neticesinde çevreye daha az zarar verilmesi anlamına gelmektedir. Bu doğrultuda, üretim fonksiyonu kapsamında ürünün fikir aşamasından, materyal geri dönüştürülmesine kadar çeşitli süreçlerde farklı yaklaşımlar ve/veya stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir üretim yaklaşımları

kapsamında, üretimin insan unsuru üzerindeki olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması veya bu olumsuz etkilerinin azaltılmasını; bu süreç sonrasında ortaya çıkacak olan atıkların azaltılması ve geri dönüşüm miktarının artırılması; kaynak ve enerji tasarrufu sağlanacak şekilde üretim süreçlerinin geliştirilmesi bulunmaktadır.

Şekil 5. Sürdürülebilir Üretimin Üç Boyutu



Kaynak: Bell ve Morse, (2003). Measuring Sustainability: Learning by Doing, London: Earthscan, pp.5.

Sürdürülebilir üretim, çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları barındırmakta olup malın hammaddeden nihai ürün haline gelinceye kadarki süreçte toplumsal sağlık, refah ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin minimum düzeye çekildiği üretim modelidir. Günümüzde üretimin, sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlara karşı hassasiyet gösterilerek yapılması özellikle yatırımcılar, yasal düzenleyiciler, müşteriler ve faaliyette bulunan toplumun gözünde bir gereklilik haline gelmektedir. Sürdürülebilir üretim sonucu elde edilmiş ürünler daha yüksek karlılık elde etme imkânı sunabilir. Bunun nedenleri olarak, çok düşük yatırımlar yapılarak elde edilen geri dönüşüm ve ürün yenilemesi ile ürünün kullanım ömrü uzatılması, bu alanda yasalar ve yönetmelikle açısında daha az sınırlandırılmış durumda olması, daha hızlı bir şekilde pazara sunulması ve tüketiciler tarafında daha tercih edilebilir durumda olmaları sayılabilir.

çocuklara ve yaşlılara yönelik 16 adet gönüllülük programı yürütmüşlerdir. My Sister Project isimli projesiyle kadın girişicilerin güçlendirilmesine yönelik faaliyetlerde bulunmuş ve bugüne kadar Türkiye’de 10.000 kadına ulaşılmıştır. The 3.2.1 Move! Programı ile 131 devlet okulundaki 152 beden eğitimi öğretmene destekler sunularak Türkiye’deki 15 şehirdeki 150.000 genci spor ve grup aktivitesi yapmalarına teşvik etmiştir. Successful Woman Successful Future programı kapsamında Azerbaycan’da turizm endüstrisine katılım göstermek üzerine 312 kadına eğitim verilmiştir (Coca-Cola, 2020).

Eczacıbaşı Topluluğu “birlikte biz” isimli fırsat eşitliği projesi kapsamında 2020 yılında beyaz yakalı kadın işe alım oranlarını %50’ye, beyaz yakalı kadın çalışan oranını %40’a ve yönetimde kadın oranını ise %35’e çıkarmayı hedeflediğini açıklamıştır. Ayrıca, belirli lokasyonlarda 0-69 ay arası çocuklara kreş hizmeti sunulmasının yanı sıra, Anne ve Çocuk Eğitim Vakfı (AÇEV) ile iş birliği yapılarak ilgili babalık modeline dair farkındalık artırmaya yönelik “İlk İş Babalık” isimli programı başlatmıştır. Eczacıbaşı, 2012 yılında KAGİDER, Dünya Bankası ve Fırsat Eşitliği Modeli (FEM) girişimleri tarafından yapılan denetimlerden başarıyla geçerek bu alandaki çalışmalarından ötürü Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı’ndan Toplumsal Cinsiyet Eşitliği ödülü almıştır (Eczacıbaşı Topluluğu, 2020).

Şekil 7. Eczacıbaşı Topluluğu Sürdürülebilirlik Performansı



Sürdürülebilirlik performans göstergelerinin tamamı bağımsız denetim firması tarafından onaylanmıştır.

* Esas verileri hariç / ** Beyaz yaka / *** Liderlik programına katılan çalışanlar

Kaynak: Eczacıbaşı Topluluğu Sürdürülebilirlik Performansı, 2019.
https://www.eczacibasi.com.tr/_Media/Uplod/637405319823179064.pdf

Şekil 8. Eczacıbaşı Topluluğu Sürdürülebilirlik Hedefleri ve Sonuçları

HEDEF	DÖNEM	DURUM	AÇIKLAMA
Ton başına enerji tüketimini %4 oranında azaltmak	2016-2020	●	Aksiyon planları gözden geçiriliyor.
Ton başına su tüketimini %4 oranında azaltmak	2016-2020	●	2018 sonu itibariyle %1,6 oranında azaltım sağlanmıştır.
Tüm paydaşlarda yeşil markalara dair ve sürdürülebilir tüketim alışkanlıklarına dair farkındalık yaratmak	2012-Bitiş yılı yoktur	●	Eczacıbaşı Topluluğu, Capital Dergisi'nin 2018 yılında yayınladığı "Türkiye'nin En Beğenilen Şirketleri" araştırmasında 3. sırada yer aldı. Araştırma sonucunda "En Beğenilen Üçüncü Şirket" olan Eczacıbaşı aynı zamanda: "Toplumsal Sorumluluk" kriterinde 2., "Sürdürülebilirlik Stratejileri" kriterinde 3., "Ekolojik Çevreye Karşı Duyarlı Olma" kriterindeyse 5. sırada yer aldı.
İşe alımda kadın oranını %50'ye yükseltmek	2016-2020	●	Cinsiyetsiz özgeçmiş uygulaması, iki eşit aday arasında kadın çalışana öncelik verilmesi ve aynı zamanda "birliktebiz" fırsat eşitliği projesi çerçevesinde üniversitelerle gerçekleştirdiğimiz iletişim çalışmalarımıza devam ediyoruz.
İstihdamda kadın oranını %40'a yükseltmek	2016-2020	●	Çalışma ortamlarını kadın dostu hale getirerek, kadın işi-erkek işi önyargılarını kaldırmak için verdiğimiz eğitimlerle hedefi güçlendirmeye devam ediyoruz.
Yönetim iş ailesinde kadın oranını %35'e çıkarmak	2016-2020	●	Kadınlar için liderlik ve mentorluk programlarına devam ediyoruz.
Kaza oranını kademeli olarak her 200 bin çalışma saati için 1'in altına çekmek	2016-2020	●	2016 yılından bu yana %33 oranında iyileşme sağlandı.
Türkiye'deki 60 yatılı okulun isliak alanlarını yenilemek	2007-2020	●	38 ilde 50 okulda 18.500'ün üzerinde öğrenciye sağlıklı, kaliteli ve hijyenik eğitim ortamları sağlandı.

● İyileşmeye açık ● Planlanan şekilde devam ediyor

Kaynak: Eczacıbaşı Topluluğu Sürdürülebilirlik Performansı, 2019.
https://www.eczacibasi.com.tr/_Media/Upload/637405319823179064.pdf

Bugünün pazarında sürdürülebilir üretim yalnızca büyük ve kurumsallaşmış işletmelerin tekelinde olmaktan ziyade yeni kurulan ve/veya küçük işletmelerde bu doğrultuda önemli adımlar atabilmektedir. Ayrıca, start-up ve KOBİ'lerin esnek iş modelleri sayesinde geleneksel iş görme usulleri karşısında inovasyon yetenekleri daha yüksek konumda olduğu için kar elde etme ve rekabet avantajı açısından önemli faydalar sağlayabilmektedir. 2010 yılında Birleşik Krallıkta yapılan anket KOBİ'lerin düşük karbonlu pazarları hedeflediklerini göstermektedir. Bu ankete göre; katılımcıların %56'sı düşük karbonlu üretim süreçlerine yatırım yapmış olduklarını, %10'u 6-12 ay içerisinde, %16'sı 1-2 yıl içerisinde, %6'sı ise 2-3 yıl içerisinde yatırım yapacaklarını belirtmiştir. Günümüzde küresel pazarda düşük karbonlu ürünlerin tahmin edilen değeri 5 trilyon doların üzerine çıkmıştır ve artmaya devam etmektedir (Yavuz, 2010, s.7-10).

5. SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM STRATEJİLERİ

Günümüzde işletmeler yoğun rekabet içeren mevcut pazar koşullarında, toplumdaki ve devletten gelen çevresel, sosyal ve ekonomik hassasiyet sonucu ortaya çıkan baskılar karşısında daha sürdürülebilir bir politika geliştirme ihtiyacı hissetmektedirler. Bu ihtiyaç doğrultusunda, sürdürülebilir üretim ile işletmelerin üretim süreçleriyle verilen çevresel hasarı minimum düzeye indirmesi gibi politikalar da bulunmaktadır. Bu doğrultuda; doğa kapitalizmi, çevre odaklı stratejiler, temiz üretim, yeşil üretim, yalın – yeşil yaklaşım gibi stratejiler bulunmaktadır.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları gelecek yıllarda oluşacak enerji ihtiyacı karşılamak adına temiz bir alternatiftir. Dünyada, enerji ihtiyacının sürekli artması ve bu ihtiyacın nasıl giderilmesi gerektiğiyle ilgili çalışmalar devam ederken diğer taraftan sahip olunan enerjini doğru ve verimli kullanılması da önem arz etmektedir. Bu doğrultuda halkın eğitilmesi ve altyapı çalışmalarının doğru yapılması önemlidir.

Enerji talebi her geçen gün artmaktadır. Talepteki bu artışın giderilmesi adına hem fosil kaynaklara hem de yenilenebilir enerji kaynaklarına başvurulmaktadır. Talebin karşılanmasındaki büyük payı fosil kaynaklar oluşturmaktadır. Fosil kaynaklar doğası gereği tükenen ve yenilenemeyen kaynaklardır. Bu sebeple her ne kadar maliyetler göz önüne alındığında uygun olsa da bir yerde son bulacağı için bu kaynaklara alternatif üretilmelidir. Bu bağlamda işletmelerde üretimin sürekliliği için yenilenebilir enerjini stratejik bir konumu vardır.

Ülkelerin enerji konusunda dışa bağımlılığının azaltılması için enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve farklı alternatifler üretilmesi her devletin faydasına olacaktır. Aynı şekilde bir işletmenin gelecekteki projeksiyonu çizerken kısa vadede fosil kaynaklar daha ekonomik gözükse de uzun vadeli stratejilerde sürdürülebilir olan yenilenebilir enerji kaynakları menfaatine olacaktır. Bu bölümde sürdürülebilir üretim stratejilerinden bahsedilerek örnekler verilecektir.

5.1 Doğa Kapitalizmi

Klasik iktisat tanımlarında kaynaklar arasında yer alan doğal varlıkların, kaynak sınıfından çıkarılıp bir sermaye olarak nitelendirilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşıma

Hawken vd. tarafından doğa kapitalizmi denilmektedir. Üzerinde bulunduğumuz gezegeni korumanın yanı sıra kar artırıcı ve rekabet avantajı sağlayacağını belirttiği bu yaklaşım ile günümüzdeki iş görme usullerinde değişiklik getirip, gelişmiş teknikler kullanılarak mevcut kaynaklardan daha fazla verimlilik elde etmeye yardımcı olacak ve böylece hem bugünün hem de geleceğin paydaşlarına fayda sağlayacaktır. Hawken vd.'nin bir sonraki endüstri devrimi olacağına inandığı bu yaklaşımı benimsemek için iş süreçlerinde dört büyük değişiklik yapılması gerekmektedir (Hawken vd., 1999).

Birincisi; doğal kaynak verimliliğinin artırılmasıdır. Bu değişiklikte işletmelerin, üretim ve diğer tüm operasyonel süreçlerinde enerji, su ve diğer kaynaklarının kaybını azaltmanın önemi vurgulanmaktadır. Bunu kar doğrultusunda başarmak için iki yol önerilmiştir. Bunlar; sistemin parça parça yerine tamamının yeniden tasarlanması ve eski endüstriyel sistemlerin yenileriyle değiştirilmesidir. Sistem bütünü yeniden tasarlanması radikal değişikliklerin yapılması için devrimsel düşünmeyi gerektirmektedir. Buna örnek olarak, birçok işletmenin atıkları, gereksiz aktiviteleri ve zaman kayıplarını önemli ölçüde azalttığı yalın üretim yaklaşımı gösterilebilir. Hatta, bu sistem bütünü düşüncesi ile daha fazla doğal kaynak verimliliği elde edilebilir. Diğer yol olan eski teknolojik sistemlerin ekolojik olanlarla değiştirilmesi, tümünden yeni bir sistemin tasarlanmasına kıyasla daha kolay ve uygulanabilir olarak gözükmektedir. ABD menşeli telekomünikasyon şirketi olan AT&T, ofislerinde bulunan yazıcı ve fotokopi makinelerini varsayılan moddan çift taraflı moda çevirerek kâğıt maliyetini %15 oranında düşürmüştür. Böylece, doğal kaynaklardan daha fazla verimlilik elde ederek ekolojik faydanın yanı sıra maliyetlerini de düşürerek finansal fayda da sağlamıştır. Johnson & Johnson, 30 aylık bir çaba sonucu daha ince fakat daha kalın ve opak kağıtlar kullanıp, ambalajlarını buna uygun olarak tasarlayarak, yılda 2.750 ton ambalaj, 1.600 ton kâğıt, 2,8 milyon dolar maliyetten tasarruf elde etmiştir. Böylece, yılda 330 dönümlük ormanın yok edilmesi önlenmiştir. Günümüzde, Honda, Toyota ve General Motors gibi şirketlerin ürettiği hibrit ve Tesla gibi tamamen elektronik otomobiller ile çevre kirliliğinin yanı sıra yüksek performans da elde edilebilir. Günümüzde çevreci toplumların gelişmesi ve gelen ve/veya gelecek yasal düzenlemeler ile petrol türevi yakıtlar kullanan otomobillerin seyrekleşmesi kaçınılmaz olarak görülmektedir. Bu yeni iş koluna erken vakitte giren işletmeler günümüzde önemli bir rekabet avantajı elde etmişlerdir. Bir diğer örnek olarak da müzik endüstrisinde tarihsel

açından kaset kullanımından kullanım ve taşınmasında daha kolaylık sağlayan CD'lere geçiş yaşanmıştır. Günümüzde ise, CD'ler de yerlerini bu ürünlerin dijital kopyalarına bırakmış durumdadır (Hawken vd., 1999).

İkincisi; kapalı devre üretim sistemleri değişikliğidir. Bu değişiklik ile işletmeler, çıktılar doğaya karışıp geri dönüşümü yapılarak atıkları tamamen ortadan kaldırılması ile yeni ürünler ve süreçler meydana getirebilmektedir. Bu daha etkili üretim süreci sayesinde birçok sektörde işletmelerin uzun dönemli materyal ihtiyacı %90 oranında azaltılabilmektedir. Bu sisteme göre, üretim sonucu elde edilecek her çıktı ya doğayı besleyici olmalı ya da geri dönüşüm yoluyla malzeme ihtiyacını karşılamalıdır. Bu yolla, atık maliyetlerinden de kurtulmak mümkün olmaktadır. Motorola firması, önceleri yeni lehimlenmiş devre kartlarını temizlemek amacıyla kloroflorokarbon (günümüzde deodorantlarda bulunan ve ozon ile etkileşime girerek ozon tabakasında tahribata yol açan bir gazdır.) kullanmaktaydı. Bu gazın tahribat sebebiyle yasaklanmasının ardından firma, lehimleme sürecinde inovasyon yaparak hiçbir temizleme sürecine ve/veya aracına ihtiyaç duymayan devre kartları üretmeyi başarmıştır. Ayrıca, Xerox firması, yalnızca tümü tekrar kullanıma ve geri dönüşüme elverişli olan fotokopiler üreterek 1 milyar dolarlık bir kazanç sağlamıştır.

Üçüncüsü; çözüm odaklı iş modellerine geçiştir. Bu yolla, tüketici istek ve ihtiyaçları üretilen ürünün satışıyla değil üretilen ürünün sağlayacağı faydalarla karşılanmasının önemi vurgulanmaktadır. Yani, sadece ürün üretilip bu ürünün ilgili pazarlarda satışının yanı sıra müşteri istek ve ihtiyaçlarına karşılık en iyi hizmet sağlayacak ürünler üretilip bunların pazarlanması gerekmektedir. İş modelinde yapılacak bir değişiklikle hem müşteri memnuniyeti artırılabilir hem yeni ürün üretme maliyetleri azaltılabilir, hem de çevreye verilen zarar azaltılabilir. Böylece, ne kadar ürün satarsam o kadar iyi anlayışı yerine tüketici ihtiyacına uygun yeterli düzeyde ürün üretilmesi benimsenerek daha çevreci bir yaklaşım gösterilebilir. Ayrıca, müşteri ihtiyaçları daha iyi karşılandığı ve müşterilerle daha iyi uzun vadeli ilişkiler sağlandığı için rekabet avantajı da elde edilebilmektedir. Ofis kullanımına yönelik halı üretimi yapan Interface firması iş modelinde yapmış olduğu değişiklik ile önemli bir fayda sağlamaktadır. Önceleri ofis halıları işletmeler tarafından satın alınıp yaklaşık bir yıllık kullanımdan sonra yıpranmalardan dolayı yenilenmesi gerekmekteydi. Dolayısıyla, halı yenileme işlemleri sürecinde ofislerde işler aksamaktaydı. Ayrıca, kullanım ömrünün

sonuna gelmiş olan halılar atık hale gelip doğada 20.000 yılda çözünmeyi beklemekteydi. Interface firması ise, şirketlere halı satışı yapmak yerine halıları aylık ücretlerle kiralama yoluna gitmişlerdir. Sunulan hizmete ek olarak aylık incelemeler de yapılarak halıların temizliğinde de sorumluluk almışlardır. Yapılan inceleme neticesinde en az %80 oranında yıpranmış olan halıların yalnızca yıpranan bölgeleri yenileri ile değiştirilmektedir. Böylece, her yıl tamamen yıpranmasa bile atık hale gelen halıların yerine yeni halı üretimi %80 oranında azaltılmıştır. İsviçre menşeli asansör ve yürüyen merdiven üreticisi Schindler, asansör satışı yerine dikey taşımacılık adını verdikleri hizmet ile asansörlerin düşük enerji tüketimi ve bakım masraflarından tasarruf elde etmektedir. Ayrıca, kimya endüstrisinde yer alan Dow Chemicals ve Safety-Kleen firmaları çözücü hizmeti kiralama yoluna giderek doğrudan kimyasal çözücü satışına ziyade aynı çözücü defalarca kullanma imkanına sahip olarak maliyetlerini düşürerek kar elde etmektedir (Hawken vd., 1999).

Dördüncü ve son olan; doğa sermayesine yatırım yapmaktır. Bu aşamaya kadarki değişiklikleri gerçekleştiren işletmelerin son bir değişiklik olarak kendi yaşam alanları ve kaynak merkezleri olan doğa sermayesini onarmak, desteklemek ve genişletmek için yatırımda bulunmaları gerekmektedir. Ormansızlaşma ve iklim değişikliği gibi olumsuz çevresel sonuçların yanı sıra meydana gelen sel baskınları ve toprak kaymaları neticesinde ortaya çıkan zararların getirdiği maliyetlerden de kaçınılması mümkündür. Merkezi Virginia, ABD’de bulunan AES Corporation, enerji santrallerinden yayılan karbon emisyonunu telafi etmek amacıyla uzun zamandır ağaçlandırma politikası izlemektedir.

5.2 Çevre Odaklı Stratejiler

Çevresel zararları olan atık üretilmeyen ve hatta hiç atık üretilmeden, üretim süreci içerisinde meydana gelen atıkların malzeme olarak kullanılarak, doğal çevreye zarar verilmeden zehirli gaz ve karbon salınımı ortadan kaldırılarak ve doğal kaynakları sürdürülebilir bir şekilde kullanılarak yapılan üretim çevre dostu üretim olarak adlandırılmaktadır.

Endüstriyel üretim sonucu ortaya çıkabilecek atıklar ve bu ürünlerin üretiminde kaynak kullanımında kayba neden olacak uygulamalardan kaçınılmalıdır. Sürdürülebilir

üretim kapsamında, malzeme ve enerji kullanımında karbon emisyonları düşürülmeli, çevreye zararlı materyallerin kullanımından kaçınılıp yenilenebilir malzeme ve enerji kaynaklarına yönelmeli ve üretim neticesinde ortaya çıkan atıkların azaltılması ve hatta ortadan kaldırılmalıdır. Geri dönüşüm teknolojileri sayesinde üretim sonrası atıkların önüne geçmek mümkündür. Döngüsel iktisat benimsenip her bir sürecin sonrasında ortaya çıkan atığın bir sonraki sürecin besleyicisi olmasına yönelik çaba gösterilmelidir (Ay Türkmen, 2016).

Google, sahip olduğu veri merkezlerini tepeden tırnağa yeni soğutma teknolojileri ve operasyon stratejileri geliştirmeye uygun olarak tasarlamış ve kurmuştur. Mekanik soğutucular yerine mümkün olduğunca yüksek verimli uçucu soğutucular ve havayı kullanmaktadır ve akıllı sıcaklık ve aydınlatma kontrolü ve minimum enerji kaybı ile güç dağıtımını yönelik tasarımlar yaparak tesislerinin enerji kullanımını düşürmektedir. Bu çabaların neticesinde Google 2014 yılında endüstri ortalamasının %50'si miktarında enerji tasarrufu elde etmiştir. Ayrıca, Google'da veri merkezlerinde tamirat yapıldığında gerekli olan sabit sürücüler, öncesinde Google sunucusunda kullanılmış olanlardan elde edilmektedir. 2016 yılında Google'ın yapmış olduğu makine yükseltmelerinde kullanılan parçaların %22'si önceden kullanılıp yenilenmiş olan parçalardan oluşmaktadır ve yine 2016 yılında Google sunucularının %36'sını kullanım dışı kalmış sunucuların yenilenme sonucu tekrar kullanımı sonucu elde edilmiştir. Bu örnekler Google'ın geri dönüşüme verdiği önemi göstermektedir. Buna ek olarak, Google karbon salınımını azaltmak amacıyla Belçika devleti ile yapılan anlaşma doğrultusunda Belçika'daki veri merkezinde kullanılan güneş enerjisi panelleri ile enerji ihtiyacını karşılamaktadır (Google Inc., 2020).

Vernel, Persil, Pril vb. gibi markaların üreticisi olan Almanya menşeli Henkel, bulaşık makinelerinde kullanılan deterjanda normalde 50-55 C° sıcaklık gerekirken yapmış olduğu inovasyon ile 40 C° sıcaklıkta etkili bir şekilde leke temizleyen bir deterjan geliştirmiştir. Bu doğrultuda kullanıcılarının ortalama %20 enerji tasarrufu elde etmelerine olanak vermiştir. Ayrıca, Henkel'in geliştirdiği püskürtme vanası sayesinde deodorantlardaki yaygın püskürtme kaybını %20 oranında düşürmekte ve karbon ayak izinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Yine, Henkel tarafından üretilen daksillerin %90'ı tesislerde üretilen plastiklerden elde edilmektedir.

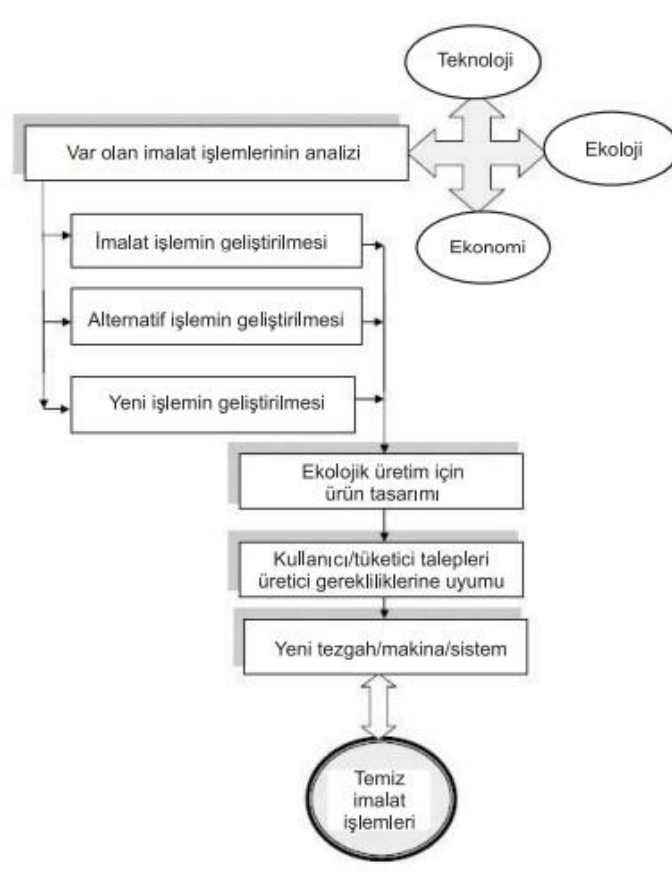
Büyük perakendeci işletmelerin de sürdürülebilirliğe önem verdiği bilinmektedir. Dünyanın en büyük perakendecisi konumunda olan Walmart, tedarikçilerini The Sustainability Consortium'un üniversiteler, kâr amacı gütmeyen işletmeler ve tedarikçilerle iş birliği içerisinde hazırladığı sürdürülebilirlik endeksine uyması konusunda teşvik etmektedir. Walmart, 2012 yılında ABD'deki tedarik ettikleri ürünlerin %70'inin bu endekse katılım gösteren tedarikçilerden sağlanmasını hedeflediklerini açıklamıştır ve bu hedefe 2017 ve 2018 yılında ulaştıklarını belirtmiştir.

5.3 Temiz Üretim

Temiz üretim, üretim sürecinde ve/veya üretimden kaynaklanan çevresel etkinin mümkün olduğunca en aza indirgenmesini amaçlayan bir yönetim stratejisidir. Bu strateji sayesinde işletmeler hem finansal hem de çevre dostu performans konularında önemli ilerlemeler kaydetmektedir. Temiz üretim, doğal kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmasını, bu süreçte ortaya çıkan atıkların çevreye ve insan unsuruna olan etkilerinin azaltılması imkanını sunmaktadır. Ayrıca, temiz üretim ile, meydana gelen/gelebilecek çevresel sorunlar üretimin tamamlanmasından sonra değil üretim sürecinin içerisinde çözümlenmeye çalışılır.

Temiz üretim ile süreçlerde; hammadde ve enerji kullanımı, zehirli madde kullanımı ve üretim ve hizmet süreçleri sonrasında meydana gelen tüm salınımların ve atıkların miktarının ve zehirlilik düzeylerinin azaltılması, ürünlerde ise; negatif çevresel sorunların ürünün yaşam döngüsü boyunca önlenmesi anlamına gelmektedir (Aracıoğlu, 2010).

Şekil 9. Temiz Üretim Aşamaları



Kaynak: Şekil yazar tarafından düzenlenmiştir.

Örnek uygulama olarak; Fas menşeli Sunabel isimli şeker üretimi yapan bir firmaya ait fabrikalar, mevsimsel olarak faaliyet göstermekte ve günlük olarak 80.000 m³ gibi yoğun miktarda su tüketimi bulunmaktadır. Fabrikaların çevreye bıraktıkları yıllık atık olarak da 200.000 ton katı atık bırakmaktadır. Buna ek olarak yıllık 120.000 ton CO₂ salınımı yapılmaktadır.

Şekil 10. Sunabel Firması Temiz Üretim Uygulaması

Üretim Kapasitesi (pancar üretimi)	Uygulamalar Öncesi Su Tüketimi	Uygulamalar Sonrası Su Tüketimi	Su tasarrufu	Yatırım (\$)	Geri Ödeme Süresi (ay)
3.000 t/gün	460 m ³ /saat	200 m ³ /saat	%60	204.000	26

Kaynak: TTGV, 2011. <https://www.ttgvt.org.tr/tur/images/publications/6005ba5cf24cd.pdf>

Firmada yapılan süreç iyileştirmeleri, ekipman değişimi ve geri dönüşüm uygulamaları sonucunda kullanılan su miktarında ve atık sudaki kirlilik miktarında

azalma sağlanmıştır. Dolayısıyla firmanın üretim maliyetleri ve çevresel etkileri azaltılmıştır.

5.4 Yeşil Üretim

Yeşil üretim, ürünün ve operasyonların çevresel etkilerini minimize etmek amacıyla bu süreçlerdeki tasarım ve mühendislik faaliyetlerinin sürdürülebilir bir şekilde uygulanmasıdır. Zararlı salınımların azaltılması, mürif kaynak ve enerji kullanımının ortadan kaldırılması ve geri dönüşüm yeşil üretim uygulamaları olarak sayılabilmektedir. Yeşil üretim, hammadde maliyetlerinin azaltılmasına, üretim verimliliği sonucu kar artışına, çevresel koruma ve iş güvenliği maliyetlerinde azalmaya ve kurumsal itibarda artışı mümkün hale getirmektedir (Ninlawan, Seksan, Tossapol ve Pılada, 2012).

Coca-Cola'da doğal kaynakların etkili bir şekilde kullanımına yönelik hazırlanan projeler neticesinde yılda 3,88 milyon dolarlık tasarruf elde edilmiştir. Türkiye'de bütün değer zincirlerinde yapılan iyileştirmeler neticesinde CO₂ salınımlarında 212.411 tonluk bir azaltma yapmışlardır. Ayrıca Türkiye'de depozitolu şişe uygulamaları vasıtasıyla 115.355 tonluk CO₂ salınımı engellenmiştir. Bu miktardaki salınımı, 9,6 milyon ağacın bir yıllık faaliyeti sonucu atmosferden atılmaktadır. Soğuk içecek ekipmanlarına takılan enerji yönetimi cihazı sayesinde 6 ülkedeki operasyonlarında toplamda 511,5 milyon kWh (kilowatt / saat) enerji tasarrufu, CO₂ salınımlarında 86.550 tonluk bir azalma (7,2 milyon ağacın bir yıllık faaliyeti sonucu atmosferden atılmaktadır.) elde edilmiştir. Faaliyet gösterilen 6 ülkede 434.527 m³ su tasarrufu yapılmıştır. Su yenileme programları ile bu ülkelerde 11,032 milyar litre su ikmali yapılmıştır. Bu programlar kapsamında ülkemizde ise 4,885 milyar litre su ikmali yapılmıştır (Deif, 2011).

Yine Coca-Cola'da sürdürülebilir paketleme programları kapsamında faaliyette bulunan 6 ülkede 1.111 ton ağaç reçinesinden tasarruf elde edilmiştir. Plastik ikamesi olan %30 bitki bazlı yenilenebilir Plant Bottle isimli şişe tasarımında kullanılan toplam reçinelerde %24'lük tasarruf elde edilmiştir. Bütün fabrikalardaki toplam geri dönüşüm oranları şöyledir:

%98,70 Türkiye, %90,90 Ürdün, %88,03 Kazakistan, %93,38 Azerbaycan, %95,48 Pakistan ve %98,58 Kırgızistan'dır. Ayrıca, Türkiye'de müşteri tarafından tüketim sonrası ortaya çıkan plastik, cam, metal ve alüminyum atıkların %56'sının geri dönüşümü gerçekleştirilmiştir.

Apple'ın, günümüzde tüm ofisleri, mağazaları ve veri merkezleri %100 olarak yenilenebilir enerji kaynağı kullanmaktadır ve tedarikçilerini de yenilenebilir enerjiye geçmede teşvik etmektedir. 2008 yılından bu yana Apple markalı ürünler tarafından harcanan enerji miktarı da %70 oranında azaltılmıştır. Buna ek olarak, ürünlerini üretiminde cıva, PVC, berilyum gibi zararlı kimyasalların kullanımına son verilmiştir. Ayrıca, Çin'de 400.000 hektarlık bir ormanın destekleme çabaları da yürütülmektedir. Apple'ın yaptığı açıklamaya göre, 2015 yılında beri iklim değişikliğiyle mücadele olarak karbon ayak izlerinin %35 oranında azaltılmıştır. Apple ambalajlarında kullanılan ağaç lifinin tamamını geri dönüştürülmüş veya yenilebilir enerji kaynaklarından elde ettiğini belirtmiştir. Cihazlarda geri dönüştürülmüş kalay kullanılarak 2019 yılında madenlerden yaklaşık 29.000 metrik ton kalay çıkarılmasının önleneceği belirtilmiştir. Ayrıca Apple, müşterilerini eskimiş iPhone'larını geri dönüşüm iş ortaklarına vermeleri konusunda teşvik etmektedir (Apple,2020).

BMW'nin Leipzig'deki üretim tesisinde kullanılan enerjinin tamamı yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Ek olarak aynı tesiste BMW i3 aracının üretimi için gerekli enerji tüketimi %50, su tüketimi ise %70 oranında azaltılmıştır. Aynı model aracın üretiminde kullanılan materyallerin %95'i geri dönüşüm yoluyla elde edilmektedir. Ayrıca, i3 modelinin iç tasarımında %25 oranında yenilenebilir hammadde ve geri dönüşümlü plastik kullanılmıştır. i3 modelinin üretiminde kullanılan karbon fiber takviyeli plastik (CFRP) kesim artıkları yeniden üretim aşamasına dahil edilerek sürdürülebilir üretim döngüsü yaratılmaktadır (BMW,2020).

Arçelik A.Ş.'nin ürettiği buzdolaplarında A sınıfında A+ sınıfına geçildiğinde %20, A++ sınıfına geçildiğinde yaklaşık %43, 2010 yılında ilke defa tanımlanan A+++ sınıfına geçildiğinde ise %60'lık enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Kullanılan hammadde ve malzemelerde yapılan iyileştirmeler doğrultusunda Arçelik A.Ş.'nin ürettiği beyaz eşyanın cinsine bağlı olarak geri dönüştürülebilme oranları %83,9 ile %98 arasında

değişmektedir. “New Ecologist” bulaşık makinesi elde yıkamaya kıyasla yılda 39 ton su tasarrufu sağlamakta ve yalnızca 6 litre su tüketimi bulunmaktadır. 2010 yılında ambalajlarda malzemelerinde yapılan iyileştirmeler doğrultusunda tahta kullanımında %85, karton kullanımında ise %60 azalma sağlanarak 1650 ağacın kesilmesi önlenmiştir. Ayrıca, kompresör ürününe ait kullanılan tahta ve karton ambalaj yerine yeni bir ambalaj sistemine geçilmiştir. Böylece, bu ürünün ambalajında tahta, karton, metal köşebent, naylon film vb. kullanılmak yerine sevkiyat sonrası işletmeye geri dönen ve çok kez kullanılabilen bir ambalaj kullanılmaktadır. Üretilen televizyon ürünlerinin yanında gelen garanti belgesi, ek belge vb. kartlarda tasarım değişikliği yapılarak sayfa sayısı azaltılmış ve yaklaşık %50 oranında kâğıt tasarrufu elde edilmiştir (Arçelik A.Ş., 2020).

5.5 Yalın – Yeşil Yaklaşımı

Yalın üretim, üretim sürecinin atıklardan, kayıplardan ve değer yaratmayan faaliyetlerden arındırılarak maliyetlerin azaltıldığı ve müşteri ihtiyaçlarına tam zamanında karşılık verildiği bir dizi sistematik yaklaşım bütünüdür. Bu yaklaşımda üretim sürecinde ve/veya üründe her türlü kusur, talep dışı üretim, fazla malzeme stoku bulundurmamak, dolayısıyla değer yaratmayan her faaliyet israf olarak kabul edilmektedir. Ve israftan kurtulmak yeterli değil ve Kaizen ile sürekli iyileştirmeler hedeflenerek iyileştirme süreçlerinin bir sonu olmayacağı kabul edilir. Yalın üretimde, üretim süreçlerinde çekme sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemle, bir sonraki üretim aşamasının girdisini oluşturacak çıktılar yine bir sonraki aşama talep etmediği sürece üretilmemektedir. Bu durum, yalnızca üretim tesisi içerisinde değil tüm tedarik zincirine uygulanmaktadır (The Manufacturing Advisory Service, 2020).

Yalın üretim ve yeşil üretimin, atıkların azaltılmasını amaçlanması, kaynak kullanımında verimliliğin hedeflenmesi, enerji ve malzeme kullanımında tasarruf elde edilmeye çalışılması vb. gibi benzer birçok noktası bulunmaktadır. Bu doğrultuda, Yalın – Yeşil Model isimli, çevresel sürdürülebilirliğe dair endişelerle yalın düşüncenin bütünleştirildiği yeni bir model geliştirilmiştir. Bu modelde üretim istikrarına ve müşteri odağına öncelik verilmektedir. Bu sebeple modelin isminde yalın, yeşilden daha önce gelmektedir. Ayrıca, bu modelin uygulanması için üretim sürecinde istikrar ve %90’lık

teslimat oranı, yalın düşünce kapsamında yeterli uygulamaların bulunması, çalışan katılım sistemlerinin bulunması, destekleyici yönetim düşüncesi, çevresel farkındalık ve önemli ölçüde doğal kaynak kullanımı gibi bir takım ön koşullar da bulunmaktadır. Pampanelli vd.'nin yapmış oldukları araştırmada, yalın – yeşil model için gerekli koşulları sağlayan üretim hücrelerinde kaynak kullanımında %30 ile %50 arası verimlilik artışı, enerji ve kitle akışında %5 ile %10 arası maliyet azalışı gibi sonuçlara ulaşılmıştır (Pampanelli vd. 2014).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde enerji stratejik bir kavram olmasının yanı sıra gelişmişlik düzeylerinin karşılaştırılmasında tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir. Birim değer, toplum tarafından tüketilen toplam enerjinin kişi başına düşen miktara bölünmesi ve diğer ülkelerle karşılaştırılması ile elde edilmektedir. Buna göre, ülkedeki kalkınmışlık seviyesi ve bireyselin kişi başına olan enerji harcamaları eşleştirildiğinde olumlu yönde bir ilişki olduğunu görmekteyiz. Türkiye, gelişmekte olan bir ülkedir ve kişi başına düşen enerji tüketimi hızla büyümüştür. Cumhuriyet'in ilk döneminde kişi başına düşen enerji 3,3 kWh iken 2019 yılında 3,652 kWh'ye çıkmıştır. Avrupa da durum ise kişi başı enerji tüketimi ortalama 6 bin kWh bulmuştur. Buda ülkemizin Avrupa'nın gerisinde olduğunu bizlere göstermektedir.

"Daha fazla üretim" ve "daha fazla tüketim" ilkelerine dayanan kapitalist sistem, yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren yürürlükte ve aynı zamanda enerji talebini yönlendiren rekabeti anlamak için bir temel sağlar. Modern toplumda bu enerji tutumu çabası nedeniyle hem mevcut kaynakların azaltılması hızlandırılmış hem de çevresel tehlikelerin kapsamı genişletilmiştir. Gerçekten de yirmi bir. 19. yüzyılda Batı toplumlarında başlayan "postmodern" yaklaşım, insanların enerji hakkındaki düşüncelerini değiştirdi. Bugün öne çıkan düşünce, sürdürülebilir bir gelişmişlik için ihtiyaç duyulan tüm uygulamaları desteklemektir. Türkiye'nin enerji darboğazı ve toplam tüketiminin büyük bir kısmını dışarıdan ithal ederek karşılaması, sürdürülebilir kalkınma adına izlediği politikaların çok başarılı olmadığını göstermektedir.

Gelecek yıllara yaşayacağımız ve günümüzde de kendini hissettiren enerji ihtiyacının, petrol ve doğalgaz gibi ana kaynaklarımızın tükenmesi sebebiyle oluşabilecek enerji darboğazlarının etkisini hafifletmek için bölgesel enerji rezervlerinin etkin bir şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir. Türkiye coğrafi avantajlarını uzun vadeli bir bakış açısıyla değerlendirmeli ve enerji politikasını yer altı kaynakları bakımından zengin komşularıyla güçlendirmelidir.

Enerji sektörünün liberalizasyonu ve kamu enerji kurumlarının özelleştirilmesi yoluyla şeffaf piyasa yapılarının oluşturulması, ekonomik küreselleşme bağlamında dünya çapında bir etki yaratmıştır. Türkiye' de bu durumu 2021 yılının şubat ayında

kabul edilen Elektrik Piyasası Kanunu'nu ile enerji üretiminde ve ulaştırılmasında serbestleşmeye gidilmiştir. Bu şekilde pazarda rekabet ortamı oluşturulmuştur.

Sanılanın aksine üretici hakları ve sanayinin oyun sahası sağlıklı işlemeye başlarken, tüketici ve işçi hakları henüz sağlam temeller üzerine oturtulmamıştır. Genel olarak tüketiciler piyasa koşullarından doğrudan etkilenirken, sendikal örgütlenmenin olmaması ve taşeron kavramının yaygınlaşması işçi sınıfını olumsuz etkilemiştir.

İlk olarak 1970'ten sonra kavramsal olarak hayatımıza dahil olan çevresel tahribat, politikalar açısından göz ardı edilemeyecek bir öneme sahiptir. 1992 Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda alınan bir karar sonucunda, küresel ısınmaya katkıda bulunan sera gazı emisyonlarının %80'ini oluşturan enerji üretimindeki risk faktörlerini azaltmayı hedefliyor.

Ekonomik gelişmede sağlam adımlarla ilerleyebilmek için devamlılık önem arz etmektedir. Halihazırda bulunan enerji kaynaklarının farklılaştırılarak tek bir türe bağımlılığın azaltılması sağlanarak, bunun yanında da enerji güvenliği ihmal edilmemelidir. 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizinden sonra piyasalar enerji yoğunluğu kavramına odaklandı. "Enerji yoğunluğu", bir birim çıktı üretmek için kullanılması gereken enerji miktarını ifade eder ve azalan kaynakları artan enerji talepleri ile dengelemek için önemlidir. Kaynak çeşitliliğini sağlamak için geleneksel enerji kaynaklarının yanı sıra alternatif enerji kaynakları da tanıtılmalıdır. Birincil enerji, dünyanın toplam enerji talebinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır ve yarattığı güvenilirliğin ötesinde çevresel sorunlar ve Kyoto Protokolü'nün esaslarınca harekete eden karbon pazarında daha büyük bir paya sahip olmanın etkisi nedeniyle şu anda yüksek talep görmektedir.

Bol potansiyelli alternatif enerji kaynaklarını teşvik etmek için hem yasal bir temel hem de kapsamlı hükümet politikaları gereklidir. Bugün itibariyle, küresel enerji tedarikçilerinin sayısı çok sınırlıdır. Öte yandan, birçok ülke gibi Türkiye'de enerji konusunda dışa bağımlı ülkeler arasındadır. Bu sebepten dolayı Türkiye, enerji politikaları ve sorunlara geçirilen çözüm önerilerini yakından takip etmektedir. Ortak fikir neticesinde oluşan kararların mümkün olduğunca ivedilikle hayata geçirilmesi, ülkemizin enerji ihtiyacının karşılanırken, enerji güvenliğinin de korunmasına ve tek bir enerji türüne bağlı kalmayarak ihtiyacın giderilmesinde çeşitlendirilerek alternatif enerji

kaynaklarını değerlendirmek enerji ithalatını azaltmasına yardımcı olacaktır. Neticede, Türkiye'nin enerji alanında plan yaparken kısa vadeli, orta vadeli ve uzun vadeli planlar yapmalı, aynı zamanda bu planlara sadık kalarak sürdürülebilirliğini ihmal etmemelidir.

Birincil enerji kaynakları ile gerçekleştirilen üretim metotları günümüzde çevresel tahribatın mühim nedenlerinden biri olup, uluslararası çevre taahhütleri nedeniyle bu yöntemlerde kullanılan fosil yakıtların tüketiminin azaltılması ülkemizde ve dünyada gündeme gelmiştir. Ayrıca fosil yakıtların zamanla tükeneceğinin anlaşılması, çevre dostu yenilenebilir enerjiden yararlanmanın önemini yükseltmiştir. Bunun neticesinde yirmi birinci yüzyıl, yenilenebilir enerjinin önemini net bir şekilde anlaşıldığı ve yaygınlaşacağı bir yüzyıl olacaktır.

Sınırlı enerji kaynaklarının yanı sıra fazlalaşan enerji taleplerinin giderilmesi planlı ve sürdürülebilir enerji politikalarını icap ettirir. Bunu gerçekleştirmenin yolu, enerji ihtiyacının doğru tanımlanması ve kaynaklarının doğru incelenmesinden geçmektedir. Fakat, dünyamızın yaşanabilir çevresini korurken gelişmenin sürekliliğini sağlamak için enerji üretimi ile kullanımından sebep olarak çevresel tahribatlarında göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Buna ek olarak enerji ihtiyacının karşılanırken tek bir enerji kaynağına bağlı kalmadan, bu ihtiyacın giderilmesi için çeşitli kaynaklardan yararlanılması gerekmektedir. Ayrıca enerji ihtiyacının karşılanmasında önemli bir yeri olan fosil kaynakların kullanımına bağlı olarak oluşan çevresel sorunlar için de Türkiye temiz ve sürdürülebilir politikalar izlemelidir. Uygun fiyatlı, temiz ve sürdürülebilir enerji politikaları ancak yenilenebilir enerji kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerjinin yaygın kullanımı bir seçenek değil, gezegenin 21. yüzyılda çevresel yıkıma sürüklenmesini önlemek için hayati bir gerekliliktir.

Türkiye'de enerji, çevre ve sürdürülebilir kalkınmanın değerlendirilmesi, hızlı sosyal ve ekonomik kalkınmayı göstermektedir; enerji politikasının temel amacı, sürdürülebilir kalkınmayı sürdürürken çevreyi korumak ve geliştirmek olarak belirlenmiştir. Ulusal kalkınmanın enerji ihtiyacının karşılanması ile ortaya çıkan çevresel etkiler arasında bir dengenin sağlanması için enerji ve çevre politikalarının koordinasyonuna yönelik adımlar atılmalıdır.

Diğer bir açıdan, enerji üretim kaynakları ve enerji politikaları seçilirken seçilen kaynakların toplumsal maliyeti de göz önünde bulundurulmalıdır. Rekabet faktörü olarak sosyal maliyetleri olan bir enerji piyasası daha adil olacaktır. Temiz enerji için daha rekabetçi fırsatlar sunan böyle bir piyasada, enerji üretimi için öncelikle yenilenebilir kaynaklar kullanılacaktır. Bu bağlamda, Türkiye enerji ihtiyacını karşılamak için uzun vadeli planları kendi yapısına uygun ve çevresel etkenleri de dahil ederek detaylı bir politika çizmelidir.

Türkiye'nin potansiyeli itibariyle mevcudiyetinde bulundurduğu enerji kaynakları arasında enerji-ekonomi-çevre üçlüsünün cevap veren en iyi kaynak yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Ayrıca, yerli olması, yeni istihdam olanakları sunması ve Türkiye ekonomisini canlandırıcı bir yapı olması itibariyle birçok olumlu rolü düşünüldüğünde, bu kaynakların tesis inşa etmek için kullanılmasını teşvik edecek yasa, yönetmelik ve teşvik mekanizmalarının kurulmasına önem verilmelidir. Ülkemizde ve dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması için devlet tarafından teşvikler ve desteklerin yanı sıra, yapılacak olan yatırımlarda vergi indirimleri hatta vergi muafiyetleri uygulanmalıdır. Bu sayede yatırımların önü açılarak, temiz ve sürdürülebilir enerji üretiminin yaygınlaşması sağlanacaktır.

KAYNAKÇA

Aguiar-Conraria, L., & Wen, Y. (2008). A note on oil dependence and economic instability. *Macroeconomic Dynamics*, 12(5), 717-723.

Ahmed M. (2011). A system model for green manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 19, 1553-1559.

Aïssa, M. S. B., Jebli, M. B., & Youssef, S. B. (2014). Output, renewable energy consumption and trade in Africa. *Energy Policy*, 66, 11-18.

Akarca, A. T., & Long, T. V. (1980). On the relationship between energy and GNP: a reexamination. *The Journal of Energy and Development*, 326-331.

Alam, M. M., & Murad, M. W. (2020). The impacts of economic growth, trade openness and technological progress on renewable energy use in organization for economic co-operation and development countries. *Renewable Energy*, 145, 382-390.

Alper, A., & Oguz, O. (2016). The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 953-959.

Apergis, N., & Salim, R. (2015). Renewable energy consumption and unemployment: evidence from a sample of 80 countries and nonlinear estimates. *Applied Economics*, 47(52), 5614-5633.

Apple. (2021, January 15). *Apple environmental progress report 2021*. https://www.apple.com/tr/environment/pdf/Apple_Environmental_Progress_Report_2021.pdf.

Aracıoğlu B. (2010). Üretim/İşlemler Yönetimi Alanında Yaşanan Paradigmatik Değişimler Kapsamında Sürdürülebilir Üretim. *Ege Akademik Bakış*, 10(1) ss. 141-156.

Arçelik A.Ş. (2020, April 10). *Sürdürülebilirlik raporu 2020*, <https://www.arcelikglobal.com/tr/surdurulebilirlik-raporu-2020/genel-bilgi/>.

Ay Türkmen M. (2016). Çevre Odaklı Üretim ve Tarımsal Girişimcilik Bağlamında:

Vermikültür. *Journal of Life Economics*, 8.

Bell ve Morse, (2003). *Measuring Sustainability: Learning by Doing*, London: Earthscan, pp.5.

Bhatia, S. C. (Eds.). (2014). *Advanced renewable energy systems* (Part 1 and 2). WPI Publishing.

Bhattacharyya, S. C. (2012). Energy access programmes and sustainable development: A critical review and analysis. *Energy For Sustainable Development*, 16(3), 260-271.

Bhattacharyya, S. C. (2019). *Energy economics: concepts, issues, markets and governance*. Springer.

Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I., & Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied Energy*, 162, 733-741.

BMW. (2021, September 10). *Geleceğe doğru emisyonuz.* <https://www.bmw.com.tr/tr/topics/fascination-bmw/bmw-i/sustainability.html>.

Bozkurt, M. İ. (2014). *İnhiraf*. Bursa: Bozkurt Yayınları.

Bozkurt, M. İ. (2021). *Uluslararası Sistemde Değişen Dengeler ve Türk Dünyası*. TESAM Dış Politika Raporu (Sy 14). https://tesam.org.tr/wp-content/uploads/2021/11/MIB-turk-dunyasi_merged.pdf.

BP (2019). *BP energy outlook 2019 edition*. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/zzcorporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2019.pdf>.

BP (2019). *BP statistical review of world energy*. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statisticalreview-of-world-energy.html>.

Bridle, R., & Kitson, L. (2014). *The impact of fossil-fuel subsidies on renewable electricity generation* (GSI Report December). The International Institute for

Sustainable Development (IISD). <https://www.iisd.org/system/files/publications/impact-fossil-fuel-subsidies-renewable-electricity-generation.pdf>.

Clark, W. W., & Cooke, G. (2014). *The Green Industrial Revolution: Energy, Engineering and Economics*. Butterworth-Heinemann.

Coca-Cola. (2021, September 15). *Sustainability Report 2018*. <https://cci.com.tr/sustainability-report/about-the-report.html?v=10>.

Eczacıbaşı Topluluğu. (2021, November 12). *Sürdürülebilirlik raporu*. <https://www.eczacibasi.com.tr/tr/toplumsal-sorumluluk/surdurulebilirlik/surdurulebilirlik-raporlari>, (10.04.2020).

Ekoverimlilik. (2021, September 10). *Sanayide eko-verimlilik (temiz üretim) kılavuzu: Yöntemler ve uygulamalar*. https://www.ekoverimlilik.org/wp-content/uploads/2011/11/Sanayide_Eko-verimlilik_Temiz-Uretim_Kilavuzu-Yontemler-ve-Uygulamalar.pdf.

Google Inc. (2021, September 11). *Machine learning finds new ways for our data centers to save energy*. <https://sustainability.google/projects/machine-learning/>.

Google Inc. (2021, September 11). *Once is never enough*. <https://sustainability.google/projects/circular-economy/>.

Google Inc. (2021, September 11). *Positive energy: Belgian sites becomes first google data center to add on-site solar*. <https://sustainability.google/projects/belgium-solar/>.

IEA (International Energy Agency) (2017). *World energy outlook*, Washington. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017>

IES (2015). *International Energy security: Common concept for energy producing, consuming and transit countries*. Energy Charter Secretariat March 2015. https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Thematic/International_Energy_Security_2015_en.pdf.

Infield, D., & Freris, L. (2020). *Renewable energy in power systems*. A John Wiley & Sons Ltd.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.463.8226&rep=rep1&type=pdf>.

Inglesi-Lotz, R. (2016). The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application. *Energy Economics*, 53, 58-63.

IRENA (2015). *Hydropower technology brief*, IEA-ETSAP and IRENA Technology Brief E06 – February 2015. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA-ETSAP_Tech_Brief_E06_Hydropower.pdf.

IRENA (2016). *Renewable energy benefits: Measuring the economics*, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_Measuring-the-Economics_2016.pdf.

IRENA (2017). *Renewable energy benefits: Leveraging local capacity for solar PV*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA. (2019a). *Future of solar photovoltaic, A global energy transformation paper*. <https://www.irena.org/publications/2019/Nov/Future-of-Solar-Photovoltaic>.

IRENA. (2019b). *Renewable energy and jobs: Annual review 2019*. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jun/IRENA_RE_Jobs_2019-report.pdf.

IRENA. (2019c). *Global energy transformation, A roadmap to 2050*, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Apr/IRENA_Global_Energy_Transformation_2019.pdf.

IRENA. (2019d). *Renewable power generation cost in 2018*. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf.

IRENA (2020), *Renewable Power Generation Costs in 2019*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. <https://www.irena.org/>

/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf

IRENA. (2021). Renewable capacity statistics 2021. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Apr/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2021.pdf.

Kaya, T. O. (2018). *Sürdürülebilirlik kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve önemi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.

Koç E. ve Şenel M.C. (2013). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu- Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 54(639), 32-44.

Long, J. B., & Plosser, C. I. (1987). Sectoral vs. aggregate shocks in the business cycle. *The American Economic Review*, 77(2), 333-336.

Lovins A. B., Lovins L. & Hawken P. (1999). A road map for natural capitalism. *Harvard Business Review*.

Maclean, R., Jagannathan, S., & Panth, B. (2017). Education and skills for inclusive growth, green jobs and the greening of economies in asia–case study summaries of India, Indonesia, Sri Lanka and Viet Nam. *Asian Development Bank*, 27.

Magnani, N., & Vaona, A. (2013). Regional spillover effects of renewable energy generation in Italy. *Energy Policy*, 56, 663-671.

Maji, I. K., & Sulaiman, C. (2019). Renewable energy consumption and economic growth nexus: A fresh evidence from West Africa. *Energy Reports*, 5, 384-392.

Malik, I. A., Abdullah, A. B., Alam, A., Zaman, K., Kyophilavong, P., Shahbaz, M., ... & Shams, T. (2014). Turn on the lights: Macroeconomic factors affecting renewable energy in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 277-284.

Mankiw, N. G., & Taylor, M. P. (2014). *Economics*. Andover (Gran Bretaña) : Cengage Learning.

- Mankiw, N. G. (2015). *Macroeconomics* (9th ed.). Harvard University. Worth Publishers.
- Maradin, D., Cerović, L., & Mjeda, T. (2017). Economic effects of renewable energy technologies. *Naše Gospodarstvo/Our Economy*, 63(2), 49-59.
- Mathiesen, B. V., Lund, H., & Karlsson, K. (2011). 100% Renewable energy systems, climate mitigation and economic growth. *Applied Energy*, 88(2), 488-501.
- Miles, D., & Scott, A. (2008). *Macroeconomics: understanding the wealth of nations*. John Wiley & Sons.
- Milesi-Ferretti, G. M., & Razin, A. (1996). Current account sustainability. *International Journal of Finance Economics*, 1(3), 161-181
- Montiel, P., & Servén, L. (2006). Macroeconomic stability in developing countries: How much is enough?. *The World Bank Research Observer*, 21(2), 151-178.
- Montiel, P. J. (2011). On macroeconomic reforms and macroeconomic resiliency: Lessons from the great recession. *Modern Economy*, 2(4), 528-537.
- Morana, C. (2017). Macroeconomic and financial effects of oil price shocks: Evidence for the euro area. *Economic Modelling*, 64, 82-96.
- Morris, R., Ongena, H., & Schuknecht, L. (2006). The reform and implementation of the Stability and Growth Pact. *ECB Occasional Paper No 47*.
- Mu, Y., Cai, W., Evans, S., Wang, C. & Roland-Holst, D. (2018). Employment impacts of renewable energy policies in China: A decomposition analysis based on a CGE modeling framework. *Applied Energy*, 210, 256-267.
- Muth, J. F. (1961). Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 29(3), 315-335.
- Narula, K. (2019). *The maritime dimension of sustainable energy security*. Springer.
- Nayyar, D. (2011). Rethinking macroeconomic policies for development. *Brazilian Journal of Political Economy*, 31(3), 339-351.

Nelson, V., Starcher, K. (2019). *Wind energy: renewable energy and the environment*. CRC press.

Nepal, R. (2012). Roles and potentials of renewable energy in less-developed economies: The case of Nepal. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(4), 2200-2206.

Nersesian, R. L. (2016). *Energy economics: Markets, history and policy*. Routledge.

Ninlawan C., Seksan Papong, Tossapol K., Pilada W. (2012). The implementation of green supply chain management practices in electronics industry. *World Congress of Engineering*, 3, 2012, 1563-1568.

Nkomo, J. C. (2005). Energy and economic development: challenges for South Africa. *Journal of Energy in Southern Africa*, 16(3), 10-20.

Nicolini, M., & Tavoni, M. (2017). Are renewable energy subsidies effective? Evidence from Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 412-423.

Ocampo, J. A. (2008). A broad view of macroeconomic stability. Narcís Serra, Joseph E. Stiglitz (Eds.), *The Washington Consensus Reconsidered: Towards a New Global Governance* (p. 63-94). OUP Oxford.

Ocampo, J. A. (2011). Balance of payments dominance: Its implications for macroeconomic policy. https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/16268/Jose%20Antonio%20Ocampo%20-%20Balance%20of%20Payments%20Dominance_0.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

OECD. (2017, June). *Employment Implications of Green Growth: Linking jobs, growth, and green policies*. OECD Report For The G7 Environment Ministers. <https://www.oecd.org/environment/Employment-Implications-of-Green-Growth-OECD-Report-G7-Environment-Ministers.pdf>.

OECD. (2020, April 10). *Sustainable Manufacturing Good Practices*. <https://www.oecd.org/innovation/green/toolkit/sustainablemanufacturinggoodpractices.htm>.

OECD. (2020, April 10). *About Sustainable Manufacturing and the Toolkit*. <https://www.oecd.org/innovation/green/toolkit/aboutsustainablemanufacturingandthetoolkit.htm>.

Omri, A., & Chaibi, A. (2014). Nuclear energy, renewable energy, and economic growth in developed and developing countries: a modelling analysis from simultaneous-equation models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1012-1022.

Omri, A., & Nguyen, D. K. (2014). On the determinants of renewable energy consumption: International evidence. *Energy*, 72, 554-560.

Oluleye, F. A. (2014). An assessment of simultaneous attainability of internal and external economic stability: Evidence from Nigeria. *Journal of Economic & Financial Studies*, 2(04), 34-42.

Olson, M. (1982). *The rise and decline of nations: Economic growth, stagflation, and social rigidities*. New Haven: Yale University Press.

Özsabuncuoğlu, İ. & Uğur, A. (2005). *Doğal kaynaklar ekonomisi, yönetim ve politika*. Ankara: İmaj Yayınevi.

Pampanelli, A. B., Found P., Bernardes, A. M. (2014). A lean & green model for a production cell. *Journal of Cleaner Production*, 85, 19-30.

Peattie, K. (1999). Trappings versus substance in the greening of marketing planning. *Journal of Strategic Marketing*, 7(2), 131-133.

Pusporini P., Vanany I. (2017). Challenges in implementing cleaner production: Barriers and strategies in the Indonesian seafood processing industry. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 1520-1524.

Swamy, P. A. (1970). Efficient inference in a random coefficient regression model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 311-323.

Thirlwall, A. P. (2012). Balance of payments constrained growth models: history and overview. In Soukiazis E., Cerqueira P.A. (Eds) *Models of Balance of Payments Constrained Growth* (pp. 11-49). Palgrave Macmillan, London.

Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250.

Tourkolias, C., & Mirasgedis, S. (2011). Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), 2876- 2886.

Tuğcu, C. T., Öztürk, I., & Aslan, A. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: evidence from G7 countries. *Energy Economics*, 34(6), 1942-1950.

Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (TKİ). (2017). *Kömür Sektör Raporu (Linyit)*. https://enerji.mmo.org.tr/wp-content/uploads/2019/05/2017-K%C3%B6m%C3%BCr-Sekt%C3%B6r-Raporu_21.02.19.pdf.

United Nations Conference on Trade And Development (UNCTAD). (2018). *Commodities at a Glance: Special Issue on Shale Gas*. https://unctad.org/system/files/official-document/suc2017d10_en.pdf.

Van de Ven, D. J., & Fouquet, R. (2017). Historical energy price shocks and their changing effects on the economy. *Energy Economics*, 62, 204-216.

Wang, Z., Wei, W., Luo, J., & Calderon, M. (2019). The effects of petroleum product price regulation on macroeconomic stability in China. *Energy Policy*, 132, 96-105.

Wang, Z., Zhang, B., & Wang, B. (2018). Renewable energy consumption, economic growth and human development index in Pakistan: evidence form simultaneous equation model. *Journal of Cleaner Production*, 184, 1081-1090.

World Economic Forum (WEF). (2019). *Fostering Effective Energy Transition 2019* edition. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2019.pdf.

Turhan E., Kartum, G., Özdemir, Y. (2018). Sürdürülebilir üretim ve işletme uygulamaları. *Bucak İşletme Fakültesi Dergisi*, 1(1), 1-15.

Unilever Türkiye. (2021, May 10). *Sürdürülebilir Yaşam*.
<https://www.unilever.com.tr/sustainable-living/>.

Walmart. (2021, June 15). *Sustainable Supply Chain*.
<https://corporate.walmart.com/esgreport/environmental#sustainable-supply-chain>.

Yavuz, A. (2010). Sürdürülebilirlik kavramı ve işletmeler açısından sürdürülebilir üretim stratejileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), 63-86.

Yergin, D. (2014). Enerjinin geleceği. (Ü. Şensoy, Çev.). C.1. İstanbul: Optimist Yayın Dağıtım.

Yıldırım, Y. (2011). Sürdürülebilir üretim. *Mühendis ve Makina Dergisi*, 53(613), 27-29.

Yücel, M. (2011). Çeşitli endüstrilerde temiz üretim sistemi uygulamalarının işletme ekonomilerine sağladığı faydalar. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(35), 150-166.