

Enerji Politikalarının Belirlenmesinde Alternatif Politikalar ve  
Uygulanabilirliği

&

**Alternative Policies and Applicability in Determining Energy  
Policies**

**Barış Ayhan**

**Dr, Kars Serhat Development Agency**

**Dr. Kars Serhat Kalkınma Ajansı,**

**barisayhan76@gmail.com,**

**Orcid ID:0000-0002-2859-8687**

**Selim İnançlı**

**Prof.Dr. Sakarya University, Faculty of Political Sciences, Department of  
Economy**

**Prof. Dr. Sakarya Üniversitesi, SBF, İktisat Bölümü,**

**sinancli@sakarya.edu.tr**

**Orcid ID: 0000-0002-7363-6216**

### **Makale Bilgisi / Article Information**

**Makale Türü / Article Types** : Araştırma Makalesi / Research Article

**Geliş Tarihi / Received** : 02.11.2021

**Kabul Tarihi / Accepted** : 29.12.2021

**Yayın Tarihi / Published** : 31.12.2021

**Yayın Sezonu** : Aralık

**Pub Date Season** : December

**Cilt / Volume: 5 Sayı – Issue: 2 Sayfa / Pages: 223-254**

**Atıf/Cite as:** Ayhan, B. & İnançlı, S. (2021). Enerji Politikalarının Belirlenmesinde Alternatif Politikalar ve Uygulanabilirliği. Econder International Academic Journal, 5 (2), 223-254. DOI: 10.35342/econder.1017836

**İntihal /Plagiarism:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and scanned via a plagiarism software.

**Copyright** © Published by Hayrettin KESGİNGÖZ- KSU University, Kahramanmaraş,46000 Turkey. All rights reserved.

## Enerji Politikalarının Belirlenmesinde Alternatif Politikalar ve Uygulanabilirliği

### Öz

Dünyada son yarım yüzyılda ekonomik faaliyetlerin hızlanmasıyla birlikte enerjiye olan talep sürekli artmıştır. Fosil enerji kaynaklarının yoğun bir şekilde tüketilmesi GSYİH içinde enerji girdilerine daha fazla pay ayrılmasına yol açmıştır. Ayrıca çevre sorunlarına yol açarak karbon emisyonunun artmasına sebep olmuştur. Bu kapsamda ülkeler günlük yaşamlarında ve ekonomik faaliyetlerinde fosil enerji kaynaklarının kullanımının azaltılması, sıfır emisyon stratejisi benimsenmesi ile alternatif enerji kaynaklarına yönelmesi, ar-ge faaliyetlerinin ve teknolojinin bu yönde geliştirilmesi, sera gazı dengesinin sağlanması hedeflenmektedir. Bunun için gelecekte ileri teknoloji tabanlı üretimin, teknolojilerin ve enerji girdilerinin daha çevreci olması, alternatif enerji kaynaklarının ve kaynak çeşitliliğinin sağlanması, üretim faaliyetlerinde fosil enerji kaynaklarının payının azaltılması ve doğal kaynak ve enerji girdilerinde sürdürülebilirliğin sağlanması gerekmektedir. Bu çalışmada dünyada ve Türkiye’de enerji politika ve stratejilerinin etkileri geleceğe dönük projeksiyonlarla değerlendirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Alternatif Enerji Politikaları, Sıfır Emisyon Stratejisi, Çevre Dostu Teknolojiler, Sürdürülebilir Kalkınma senaryoları, Dünya ve Türkiye.

### Abstract

With the acceleration of economic activities in the world in the last half century, the demand for energy has increased continuously. Especially the intense consumption of fossil energy resources has led to a larger share of energy inputs in GDP. In addition to, these energy sources caused environmental problems and increased carbon emissions. In this context, it is aimed to reduce the use of fossil energy sources in the daily lives and economic activities of countries, to adopt a zero emission strategy, to turn to alternative energy sources, to develop R&D activities and technology in this direction, and to ensure the greenhouse gas balance. For this, advanced technology-based production, technologies and energy inputs should be more environmentally friendly, alternative energy resources and resource diversity should be provided, the share of fossil energy resources in production activities should be reduced and sustainability in natural resources and energy inputs should be ensured. In this study, the effects of energy policies and strategies in the world and in Turkey are evaluated with future projections.

**Keywords:** Alternative Energy Policies, Zero Emission Strategy, Environmentally Friendly Technologies, Sustainable Development Scenarios, World and Turkey.

### 1.Giriş

Sanayi Devrimi sonrası hızlı teknolojik değişim ve kitlesel üretim daha fazla kaynağa ihtiyaç duyulacağını göstermiştir. Teknik ilerlemenin ve değişimin hızlanmasının dünyada o güne kadar var olan ekonomik yapıyı değiştirdiği ve yeni dengelerin ortaya çıkmasında etkin rol oynadığı görülmektedir. Teknik ve teknolojik ilerlemeler, makroekonomik değişkenleri miktar ve hacim olarak etkileyerek ve enerji girdilerine

olan talebi arttırarak enerjinin stratejik bir girdi haline gelmesine sebep olmuştur. Bu kapsamda enerji politikalarının belirlenmesinde enerji yeterliliğinin sağlanması için enerji verimliliğinin arttırılması ve alternatif enerji politikalarının uygulanması önemli rol oynamaktadır. Günümüzde enerji politikalarının belirlenmesinde ulusal çabalar yanında uluslararası çabalarda etkili olmaktadır. Karbon emisyonunun azaltılması için gereken önlemlerle ilgili en önemli beklenti, sıfır emisyon stratejisidir. Sıfır emisyon dünyanın sahip olduğu sera gazı düzeyinin doğal dengede sürdürülmesi anlamına gelmektedir. Günümüzde bu konuda projeksiyonlar yapılmakta ve mevcut karbon düzeyi veri alınarak nasıl bir emisyon düzeyinin olması gerektiği ve sürdürülebileceği konusu tartışılmaktadır. Enerji de dâhil olmak üzere ulusal ölçekte yapılan birçok planlamanın ve uygulanacak politikaların kısıtlılık arz edeceği bir gerçektir. Bu kısıtlar kapsamında enerji arz ve talebinin üretim ve ulusal gelirin belirlenmesinde etkili olduğu ve bunda da enerji politikalarının belirleyici olduğu görülmektedir.

Alternatif enerji kaynakları enerji politikalarının gelecekte etkin rol almasında sürdürülebilir doğal denge ve yaşam ile bunlarla ilgili alt sistemlerin beklenen dengelyi sağlayabilmesi açısından önemlidir. Teknolojik gelişmeler, enerji girdi kaynakları ile ilgili yaklaşımları zaman içinde değiştirmektedir. Ancak temel yaklaşım olan sürdürülebilir doğal çevre hedefi her zaman devam edecektir. Bunun arkasındaki temel düşünce ise insan eliyle gerçekleşen faaliyetler bütünlüğünün doğal dengelyi geriye dönülemez biçimde etkilemesidir. Doğal olarak söz konusu dengenin kapsamı geçmişten aktarılan bilgiler ve modern dönemlerdeki kayıtlar ile gerçekleşmekte ve bunlardan elde edilen bilgiler sonucunda doğada ciddi hasarlar meydana gelmekte ve bunların sürekliliği halinde yaşamın kalıcı bir biçimde etkilenebileceği varsayılmaktadır (İnançlı,2020).

Ekonomilerin karşılaştığı içsel ve dışsal etkileşimler ne şekilde olursa olsun mevcut teknoloji düzeyi üretim ve iktisadi faaliyetlerin yapısını belirlemektedir. Teknolojik ilerlemeler ve gelişmeler başlangıçta mikro ölçekte etkili olmakla ve daha çevreci teknolojiler ve enerji kaynakları, çevre ve enerji uyumunu sağlayarak makro düzeyde çevresel bozulmaların önüne geçerek ekolojik dengenin sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. Sonuçta alternatif enerji kaynakları bir stratejik girdi değişkeninden daha çok bir zorunluluk olarak ortaya çıkmakta ve yeni dengelerin oluşmasında çevresel unsurların dikkate alındığı enerji üretim yapısına dönüşmektedir.

Bu çalışmada Enerji politikalarının belirlenmesinde etkili faktörler, ulusal ve uluslararası enerji politikaları ve ekonomik boyutu, enerjinin çeşitlendirilmesi zorunluluğu ve sürdürülebilirliği açısından alternatif enerji politikaları ve geleceği, Dünya’da ve Türkiye’ de teknolojik gelişme ve değişimin alternatif enerji ve enerji çeşitliliği açısından sunduğu fırsatlar ve oluşturduğu sorunlar, Dünyada ve Türkiye’ de gelecekte enerji tüketimi, arzı ve alternatif enerji politikaları ve etkileri tartışılmaktadır.

## 2.Enerji Politikalarının Belirlenmesinde Etkili Faktörler ve Ekonomik Boyutu

### 2.1.Sanayileşme, İleri Teknoloji Tabanlı Üretim ve Enerji Arzı

Günümüzde ülkeler sanayileşme politikasını belirlerken küresel unsurları dikkate almak zorundadırlar. Bu politikaları belirlerken gelir düzeyi ve iç talep yapısı etkili olmaktadır. Sanayileşme ile birlikte milli gelir düzeyini artırma çabaları ekonomideki diğer sektörleri de etkilemektedir. Özellikle tarım ve hizmetler sektörlerinde sanayi tabanlı bir yapısalığa doğru dönüşüm söz konusudur. Bu kapsamda sanayileşme / teknolojik yeniliğe uyum sürecinde bu dönüşümü gerçekleştiremeyen ülkeler milli gelir ve büyüme hızları düşük düzeyde kalmaktadır. Milli gelir artırıcı faaliyetlerin temel olarak teknolojik tabanlı ve katma değeri yüksek sektörler oldukları kuşkusuzdur. Söz konusu bu sürecin çoğunlukla sanayi sektörü ile ilgili olduğu ve diğer sektörleri de dolaylı olarak etkilediği ya da etkileyeceği görülmektedir.

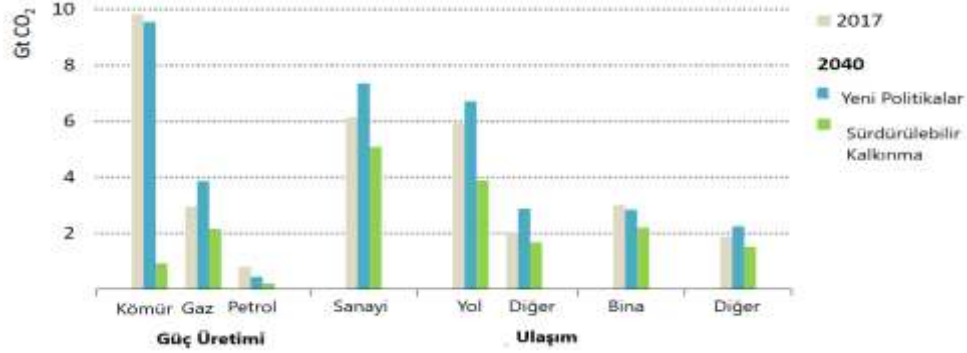
Ekonomide ileri teknoloji tabanlı ürünlerin üretilebilmesi ve arttırılabilmesi için enerji kaynakları arzının yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Bu açıdan yeterli enerji kaynaklarına sahip olmak ve bu kaynakları üretim süreçlerinde aktif olarak kullanabilmek önem taşımaktadır. Enerjinin üretim girdisinin genel olarak ülke kaynaklarından elde edilmesi gerekmektedir. Bu durum gerek enerji maliyetleri gerekse de sanayi üretim faaliyetinin planlanması ve stratejik kararların alınması açısından önem arz etmektedir. Her ne kadar sermaye yoğun teknoloji kaynaklı sanayi sektörünün yerine enformasyon/bilgi tabanlı teknolojilerin ikamesi giderek artsa da, enerji kaynaklarına sahip olma ve kaynakları üretim süreçlerinde kullanabilme özelliği açısından enerji girdisine olan talep giderek artmaktadır.

Günümüzde dünya üretiminin büyük çoğunluğunun pek çok ülkenin milli gelirinden fazla sermayeye sahip olan uluslararası şirketler tarafından yapılmaktadır. Söz konusu şirketlerin ileri üretim proseslerine sahip olduğu düşünüldüğünde, çeşitli stratejik faktörlerin yanında gidilen ülkede enerji kaynaklarına kolay ulaşabilmesi ve çeşitli maliyet düşürücü avantajlar söz konusu şirketlerin orta ve uzun vadeli yatırım stratejileri için fırsatlar doğurmakta ve bu tür yatırımların artmasına sebep olmaktadır. Ayrıca sağlanan faydaların yanında sanayileşme ve sahip olunan teknoloji ve teknolojik gelişme ile gidilen ülkenin sermaye stokuna ve teknoloji düzeyine katkı sağlanmaktadır. Küreselleşme adı verilen bu sürecin temel özelliklerinden birisi de uluslararası faktörlerin artık dışsal bir faktör olarak ele alınamayacağıdır (Frank, 2010). Desantralizasyon (Özmen, 2014:415-424) denilen bu sürecin en temel özelliği üretim faaliyetlerinin belirgin lokasyonlar yerine birçok lokasyon da yerine getirilmesidir. Bunun nedenleri arasında ise maliyet, pazar yakınlığı, stratejik ortaklık, rekabet döngüleri vb. gibi faktörler dikkati çekmektedir. Parçalı üretim, bu avantajlardan dolayı stratejik olarak kullanılmaktadır. Bu açıdan yerel ekonomiler, çeşitli stratejik kararlar karşısında belirgin bir stratejik karar bütünlüğüne sahip olmak zorundadırlar. Bunlardan biri ise enerji ve sanayi politikalarının iyi bir şekilde planlanmasıdır. Örneğin, fosil yakıtların yoğun olarak

kullanılabilmesi, yerel ekonominin fosil yakıtlara sahip olmasıyla üretim faaliyetlerini kolaylaştırmaktadır. Sanayi yatırımlarının ve üretiminin arttırılabilmesi için çok daha fazla enerjiye gereksinim duyulacağı ve bu yüzden orta ve uzun vadede stratejik enerji politikalarının uygulanması gerekli olabilecektir. Öte yandan küresel çevre sorunları ve bu sorunları azaltma çabaları bu sorunlara sebep olan fosil enerji kaynaklarının ekonomik faaliyetlerde kullanımının azaltılması daha fazla temiz enerji kaynaklarının ve üretiminin arttırılmasına yönelik çabalar devam etmektedir. Bundan dolayı ülkeler alternatif enerji politikalarını geliştirmeye yönelik çalışmaları hızlandırmışlardır. Alternatif enerji kaynaklarının üretim faaliyetlerinde yoğun olarak kullanılabilmesi esasen bu kaynaklara verilen öneme bağlıdır. Bu kaynaklar ileri üretim teknolojilerinin kullanılmasıyla daha az enerji kullanımı ve mümkünse arttırılmış enerji tasarrufu gibi avantajlar sağlayacaktır. Gelecekte üretim yöntemleri ve teknolojik gelişmeler mekân boyutunu ortadan kaldırarak üretim ölçeğinin önemini yitirmesine neden olabilecektir. Üretimin ileri ve daha gelişmiş teknolojiler ile yapılması ve alternatif enerji kaynakları kullanımının yaygınlaşması ile ekonomik faaliyetlerin yapısı değişecektir. Küresel çevre sorunları nedeniyle gelecek teknolojilerinin ve enerji girdilerinin daha çevreci olma zorunluluğu, ülkeleri enerji arzının çeşitlendirilmeleri ve enerji tasarruf eden teknolojileri kullanmaları ile karşı karşıya bırakacak bu da üretim maliyetleri ve rekabet açısından birtakım avantajlar sağlayacaktır.

Dünyada enerji kaynaklarının çıkarılması ve kullanıma sunulması süreci ile ilgilenen özel teşebbüsler, gelecekte karbon emisyonu etkisinin nasıl olacağını tespit etmek ve elde edilen sonuçlara göre analiz faaliyetlerinde bulunmak durumundadırlar. Bu çalışmalar doğal olarak dünyada üst politika belirleyicilerinin belirlediği kısıtlar altında gerçekleşmektedir. Bu açıdan belki de en önemli çatı kuruluşu Birleşmiş Milletler' dir. Öte yandan, Dünya Enerji Ajansı çeşitli faaliyetler içerisinde enerji ile ilgili veri toplamakta ve analizler gerçekleştirmektedir. Uygulanan politikalarda çatı kuruluşların belirlediği zaman ve miktar hedefine uygun olarak tahminler yapılmaktadır. Bu çalışmada ele alınan Cari Politikalar ve Olağan İş Senaryosu günümüzdeki enerji piyasasının gelecekte de aynen devam edeceğini varsaymaktadır. Yeni Politikalar ve Hızlı Geçiş senaryoları ise belirlenen emisyon hedefine günümüzdeki şartlara göre uygulanacak politikalarla daha hızlı şekilde çözümü üzerine odaklanmaktadır. Bu noktada en önemli hususu net sıfır emisyon stratejisinde görmek mümkündür. Bu strateji tüm faaliyetler neticesinde sıfır karbon emisyonu hedefi gütmektedir ki bu açıkça sürdürülebilir bir senaryonun temel perspektifi olarak ele alınmaktadır. Bir başka strateji ise negatif karbon emisyonudur ki bu strateji de açıkça geçmişteki doğal dengeye dönüşe işaret etmektedir.

**Grafik 1:Yeni Politikalar ve Sürdürülebilir Kalkınma Senaryolarında Sektörel Dünya Enerji Kaynaklı CO<sub>2</sub> Emisyonu**



**Kaynak:** IEA, 2018:47.

\*Gt, gigaton şeklindedir.

Grafik 1’de görüldüğü gibi sürdürülebilir kalkınma süreci ile ilgili CO<sub>2</sub> emisyonları 2040 yılına kadar %45 azaltılıp 17,6 Gt düzeyine düşürülmesi ve düşük karbonlu teknolojilerin, 2040 yılında %85 düzeyine ulaşması hedeflenmektedir. Günümüzde bu oran %35 düzeyindedir. Otomobil sayısı 2040 yılına kadar bugüne göre 2 kata yakın artacağı tahmin edilirken emisyon düzeyinin ise temiz enerji kullanımı ile %50 oranında düşürüleceği tahmin edilmektedir. Yapılan Projeksiyolara göre emisyon neden olan en önemli alanların taşımacılık ve sanayi sektörü olduğu görülmektedir. Enerji güç üretimi, 2040 yılında emisyon hacmini %20 düzeyinde arttıracığı tahmin edilmektedir. Bu oran günümüzde %42 düzeyindedir ve sanayi sektöründe emisyon hacminin %30 düzeyine çıkması beklenmektedir. Ulaşımında enerji üretiminden kaynaklanan emisyon artışları, biokütle kullanımındaki azalış ile dengelenmesi ve atmosferi en çok kirleten kirletici düzeylerinin ciddi biçimde düşürülmesi, enerji sektöründeki SO<sub>2</sub> salınımının ortadan kaldırılması ve ulaşım sektöründe kullanılan NOX emisyonununun yarı yarıya düşürülmesi öngörülmektedir (IEA, 2018:47).

**Tablo 1: Senaryo ve Yakıtta Göre Dünya Birincil Enerji Talebi**

Yıllar	2000	2017	Yeni Politikalar		Cari Politikalar		Sürdürülebilir Kalkınma	
			2025	2040	2025	2040	2025	2040
Kömür	2.308	3.750	3.768	3.809	3.998	4.769	3.045	1.597
Petrol	3.665	4.435	4.754	4.894	4.902	5.570	4.334	3.156
D. Gaz	2.071	3.107	3.539	4.436	3.616	4.804	3.454	3.433
Nükleer	675	688	805	971	803	951	861	1.293
Yenilenebilir	662	1.334	1.855	3.014	1.798	2.642	2.056	4.159
Hidrolik	225	353	415	531	413	514	431	601
Biyoenerji	377	727	924	1.260	906	1.181	976	1.427
Diğer	60	254	516	1.223	479	948	648	2.132
Biokütle	646	658	666	591	666	591	396	77
Toplam	10.027	13.972	15.388	17.715	15.782	19.328	14.146	13.715
Fosil yakıtlar (%)	80	81	78	74	79	78	77	60
CO <sub>2</sub> Emisyon(Gt)	23,1	32,6	33,9	35,9	35,5	42,5	29,5	17,6

**Kaynak:** IEA, 2018:38.

\*Mtoe, milyon ton petrole eşdeğer ve Gt, giga ton anlamındadır. Biokütle, üçtaşlı fırın ve geliştirilmiş fırınlarda kullanımı içermektedir.

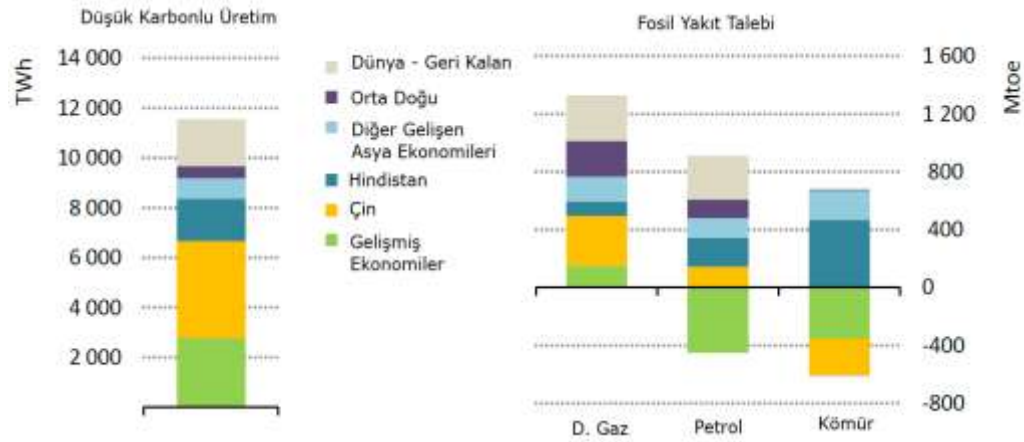
Tablo 1'e göre, bugünkü ekonomik faaliyetler ve uygulanan politikalar dikkate alındığında CO<sub>2</sub> emisyon hacmi 2040 yılında artarak 42,5 Gt düzeyine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu büyüklük sürdürülebilir kalkınma senaryosunda 17,6 Gt'ın yaklaşık 2,42 katı düzeyindedir. Benzer şekilde yeni politikalar açısından CO<sub>2</sub> emisyon hacminin yaklaşık 2,04 kat daha fazla olacağı öngörülmektedir. Tüm senaryolar içinde 2040 yılına kadar fosil yakıtların ağırlığının azalacağı, sürdürülebilir kalkınma açısından %60 düzeyinde olacağı tahmin edilmektedir. Aynı şekilde enerji kaynağına göre en ilginç durum sürdürülebilir kalkınma senaryosu ile ilgilidir. Bu senaryoda 2040 yılında 2025 yılına göre toplam enerji tüketimi yaklaşık %3 azalacağı tahmin edilmektedir. 2040 yılında 2017 yılına göre daha az enerji kullanılacağı öngörülmektedir. Sürdürülebilir kalkınma haricinde hiçbir senaryo yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji artışına uygun bir değerde değildir ve fosil

kaynakların hepsi 2025 yılına kadar azalma eğilimi gösterecektir. Sonuçta, diğer faktörlerin artması beklentilerine rağmen 2040 yılına kadar dünyada daha az enerji kullanılacağı ve yeni teknolojiler ile enerji tasarrufu sağlanarak ekonomik faaliyetlerin daha da artacağı ifade edilmektedir. Net sıfır senaryosunda hızlı geçiş senaryosuna ek olarak toplumsal davranış ve tercihlerinde eklenmesiyle 2050 yılına kadar karbon emisyonlarının % 95 düzeyinde azalacağı varsayılmaktadır. Bu senaryo 1,5 C<sup>0</sup> sıcaklık artışı sınırlamasına uyumludur. Olağan iş senaryosu ile hükümet politikalarının, teknolojilerinin ve sosyal tercihlerin geçmişte görülen bir tarzda ve hızla gelişmeye devam edeceği öngörülmektedir. Aynı zamanda karbon emisyonları 2050 yılında 2018 yılına oranla %10 düşeceği tahmin edilmektedir. Birincil enerji talebinin hızlı geçiş ve net sıfır senaryolarında %10 ve olağan iş senaryosunda %25 dolayında artması beklenmektedir (BP, 2020:13).

Bu senaryolar ile enerji tüketimi, 2018 yılına göre 2050 yılında Kuzey Amerika'da, sırasıyla %1 ve %0,9 düzeyinde düşüş göstereceği, Merkez ve Güney Amerika'da %1,1 - %1,5 arasında olacağı, Brezilya' da ise bu oranın %1,5 düzeyinin altına düşmeyeceği, Avrupa'da ise enerji tüketimi %0,6 - %0,8 düzeyinde seyredeceği, Bağımsız Devletler Topluluğu'nda ise hızlı senaryoda %0,1 düşüş olacağı, net sıfır ve olağan iş senaryolarında ise bu oranlar %0,2 ve %0,4 düzeyinde olacağı tahmin edilmektedir. Rusya'da bu değerlerin genel olarak düşüş eğilimi göstereceği, Ortadoğu'da hızlı senaryoda %0,2 artış ve net sıfırda ise %0,6 düşüş görüleceği, olağan iş senaryosunda da %1,1 artış, Afrika' da ise tüm üç senaryoda en az %2,3 artış olacağı, Asya Pasifikte de en az %0,7 artışa sebep olacağı, olağan iş senaryosunda ise bu oranın %1,1 düzeyinde olacağı tahmin edilmektedir. Asya Pasifik Çin' de bu düzey en fazla %4, Hindistan'da ise bu oranın en az %2,5 düzeyinde artış göstereceği öngörülmektedir. Diğer Asya ülkelerinde ise en az %1,5 artış sağlanırken dünyada ortalama hızlı geçiş ve net sıfır senaryosu %0,3, olağan iş senaryosunun ise %0,7 artış göstereceği öngörülmektedir. Sonuçta, gelişmiş ekonomilerde tüm senaryolarda bu oranın genel olarak düşüş göstereceği ve buna göre, hızlı geçiş senaryosunda %0,9, net sıfır senaryosunda %0,8, iş senaryosunda ise %0,3 düşme gözleneceği beklenmektedir. Yeni gelişen ekonomilerde ise hızlı geçiş senaryosunda %0,9, net sıfır senaryosunda %0,8 ve olağan iş senaryosunda ise %1,3 artış gözleneceği tahmin edilmektedir (<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html>).

Benzer şekilde yeni politikalar yaklaşımında da enerji tüketimi 2017 yılına göre 2040 yılında yıllık %1 düzeyinde bir artış yaşanacağı, aynı şekilde bu oranın, Asya Pasifik'te %1,5, Güneydoğu Asya ülkelerinde %2,3, Orta Doğu'da %2,1, Afrika'da %2, Merkez ve Güney Amerika'da %1,4 düzeyinde gerçekleşerek dünya ortalamasının üzerine çıkacağı, Avrupa'da da %0,6 ve Avrupa Birliği'nde %1 düşüş göstereceği tahmin edilmektedir. Cari politikalar ve sürdürülebilir kalkınma senaryolarında, cari politikaların sürdürülebilirliği dikkate alındığında 2040 yılına kadar yıllık enerji talebinin %1,4 artacağı ve sürdürülebilir kalkınma senaryosunda ise bu oranın yıllık %0,1 düşüş göstereceği tahmin edilmektedir (IEA, 2018:40).



**Grafik 2: Düşük Karbonlu Üretim ve Fosil Yakıt Talebinde Değişmeler**

**Kaynak:** IEA, 2018: 41.

Yeni senaryolar açısından cari politikalar değerlendirildiğinde 2040 yılında yaklaşık 13,5 milyar mtoe enerji tüketiminin gerçekleştirileceği öngörülmüşken ve bu değer sürdürülebilir kalkınma senaryosunda yaklaşık 10 milyar mtoe düzeyine denk gelmektedir. Bu değer yeni senaryolar açısından değerlendirildiğinde ise toplamda yıllık %1,1 düzeyinde bir tüketim artışının sağlanacağı tahmin edilmektedir. Bunun cari politikadaki karşılığı %1,5 ve sürdürülebilir kalkınma senaryosundaki karşılığı %0,1 düzeyindedir. Ayrıca bu durum sektörel açıdan incelendiğinde sanayi sektöründe 2040 yılına kadar her yıl enerji talebinin %1,3 artacağı, ulaşım, binalar ve gıda sektörlerinde bu artışın yıllık ortalama %1, elektrikte %2,1 ve yenilenebilir enerji için ortalama %2,7 oranında olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca doğal gaz kullanımının, yıllık %1,9 artacağı ve biokütle kullanımının ise %0,5 oranında azalacağı, petrol ve kömürde ise %1 altında tüketim artışının görüleceği ve sonuçta bu analizde en tutarlı senaryonun sürdürülebilir kalkınma senaryosu olduğu görülmektedir. Öte yandan elektrik üretimi ve elektrik üretiminin kaynakları üç farklı senaryo açısından incelendiğinde, toplam elektrik üretiminin elektrik talebinden daha fazla olduğu ifade edilmektedir. Bu durum yeni politikalar senaryosunda 2025 yılı için %15,54, 2040 yılı için ise %13,84, cari politikalarda açısından bu oranlar sırasıyla %14,75 ve %14,92, sürdürülebilir kalkınma senaryosunda ise bu oranların %11,87 ve %13,9 oranlarında fazla üretimin gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Sürdürülebilir kalkınma senaryosunda üretim ve talep arasındaki fark azalırken, elektrik üretiminin enerji kaynaklarına bağlı analizinde ise beklenen yapısal değişim sonuçları sürdürülebilir kalkınma senaryosunda daha tutarlı olduğu gözlemlenmektedir. Bu değerlendirmelere göre kömür kaynaklı enerji üretimi 2040 yılında neredeyse %80 azalarak %20,11, petrolde kaynaklı enerji üretiminin ise %20,96 düzeyine gerileyeceği, doğalgaz ile enerji üretiminin aynı düzeyde kalacağı tahmin edilmektedir. Öte yandan nükleer enerji üretiminde %88, hidrolik enerji üretiminde ise %70,11, oranında artış sağlanacağı, rüzgâr ve güneş kaynaklı enerji üretiminin ise %803,81 artış oranının çok yüksek olacağı öngörülmektedir. Diğer yenilenebilir kaynaklarda da %378,76 artış tahmin edilmektedir. Her üç senaryo sonuçlarına göre enerji üretimi toplamda 2025 ile 2040 yılları arasında en fazla %12,30 oranda artış göstereceği ifade edilmektedir.

Böylece toplamda ihtiyaç olunan elektrik talebi her üç senaryoda birbirine yakın seyretmektedir. Sonuçta, doğaya daha az müdahale ve doğanın verdikleri ile yetinme gibi sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelimin artacağı görülmektedir (IEA, 2018:42,44).

## 2.2.Kaynak Tahsisi ve Enerji Politikaları

Dünya ekonomilerinin büyük çoğunluğu enerji ithalatçısı olmaları nedeniyle iktisadi faaliyetlerini yerine getirirken enerji tedarikinin maliyet, zaman, talep vb. hususlar açısından çeşitli dezavantajlarla karşılaşmaktadır. Bu faktörlerden dolayı bağımsız ve sürdürülebilir bir maliyet yapısı içerisinde iktisadi faaliyetlerin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Net enerji ithalatçı ekonomilerdeki üretim artışı için, sürekli cari açık ile büyüme dışsal faktörlere bağımlı kaldığına işaret etmektedir. Bu açıdan Türkiye bir örnek oluşturmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2014) . Bunun için ithalat içinde ham, ara ve yatırım mallarının payı önemlidir. Global dünya da elbette ki kaynaklar üzerinde belirgin bir paylaşım ve rol dağılımı gerekmektedir. Ancak paylaşım ve rol dağılımı zamana göre sabit değil değişmektedir. Teknolojik gelişmelerin üretimde verimliliği arttırarak daha iyi yaşam olanağı sunduğu ve ortalama geliri arttırdığı bir gerçektir. Bu açıdan yeni teknolojilerin üretilmesi ve ortaya çıkan yapısal değişiklikler, enerji kaynak tahsisinin yapısallığını değiştirmektedir.

Teknolojik değişme ve ilerleme için en önemli stratejik hareket algısı, araştırma ve geliştirme, know-how, patent vs. gibi büyük finansal kaynaklı yatırımlardır. Söz konusu bu yatırımlar sonuçta kaynak tahsisi konusunu belirlemektedir. Yapılan yatırımlar sonucunda olası enerji kaynakları ve söz konusu kaynakların kullanabileceği enerji yapısı değişebilir. Bu açıdan enerji kısıtı yaşayan ekonomiler bir sonraki dönemde söz konusu teknolojik değişme sonucu alternatif enerjiye ulaşabildikleri için enerji kısıtından kurtulabileceklerdir. Alternatif enerji kaynaklarından hareketle üretilen enerji daha bağımsız ve özgün teknoloji üretimine de olanak sağlayabilir. Genel olarak dünyada teknolojik gelişmeler ve değişimler nihayetinde daha az girdi daha çok çıktı şeklinde üretim yapısını değiştirerek yoğun bir üretim ve tüketim düzeyi oluşturacaktır. Piyasa yapısının değişmesiyle farklı ve çeşitli ürün üretme zorunluluğu, piyasa şartları içerisinde geniş ölçekli ve kapasiteli yatırımların ve tesislerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum yine bunun enerji girdisine bağımlılığı ön plana çıkarmaktadır. Piyasaya olan bağlılık ve değişkenlik düzeyinin kısıtlı olması ise hali hazırda enerji gibi değişkenlerin genel durumu ile ilgilidir.

Yaygın ve sürdürülebilir bir üretim için alternatif enerji kaynakları arzının arttırılması sadece enerji üretimi için değil aynı zamanda diğer iktisadi faaliyetlerin gerçekleştirilmesi içinde zorunluluk arz etmektedir. Böylece enerji çeşitliliğinin sağlanması ve arzının arttırılması teknolojik değişme ve gelişme düzeyini etkileyerek hem ürün çeşitliliğini hem de birbirinden farklı ürünlerin piyasalara arz edilmesine

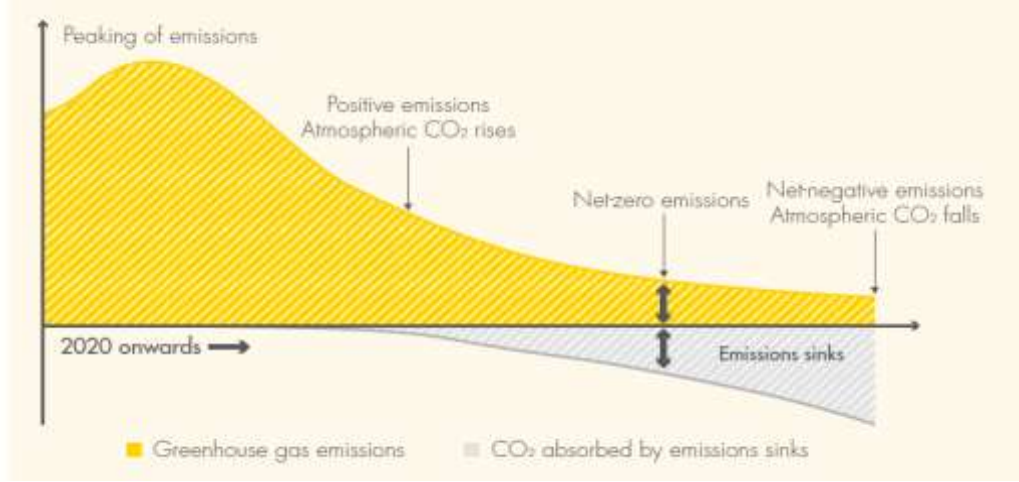
olanak sağlayacaktır. Fakat burada temel karakteristik düşük düzeyli enerji kullanımları olacaktır. Düşük düzeyli enerji kullanımları da bölgesel kendine yeterlilik üzerinden hareket edip yüksek maliyetli enerji üretim sistematığını geri plana itecektir.

### 2. 3. Çevre Kısıtı ve Temiz Enerji Arzı Zorunluluğu

Sanayi Devrimi'nin başlaması ile birlikte yoğun olarak fosil enerji kaynaklarının kullanıldığı bilinmektedir. Teknolojik değişim ile birlikte enerji elde edilmesi ve farklı enerji kaynaklarına yönelmede çevre faktörü etkili olmaktadır. Bu açıdan gelecekte uygulanacak olan teknolojik değişim süreçleri gerek enerji elde edilmesi ve üretilmesi, gerekse üretim prosesleri açısından daha çevreci olma zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Çevre kısıtının enerji teknolojilerinde, üretimi ve iletiminde bu kadar önemli olmasında çevre sorunlarının global hale dönüşmesinin etkisi bulunmaktadır. Burada enerji kaynakları çeşitlendirilmesine gidilirken çevre kısıtının ön planda olmasıdır.

İklim değişikliği, insanoğlunun 20. yüzyılda karşılaştığı bir olgudur fakat bu olgu dünya coğrafyası tarihi içerisinde sürekli değişiklik göstermektedir. 20. yüzyılda görülen iklim değişikliği, kaynak ve zaman değişkenleri açısından önem arz etmektedir. İnsan eliyle değişim şeklinde ifade edilebilen kaynak, atmosferdeki gaz dengesinin yeryüzünde gösterilen faaliyetleri neticesinde değişmesi anlamına gelmektedir. En önemli gösterge, sera gazı salınımıdır ki bu gazların genel etkisi dünyanın ısı derecesini değiştirmesidir. Isı değişimi, canlıların yaşamlarını ve insanoğlunun faaliyetlerini etkilemektedir. İnsanoğlunun karşılaştığı bu değişim ile mücadele edebilmek için en temel strateji, var olan dengenin korunmasıdır. Bu amaçla 2015 yılında Paris'te imzalanan iklim değişikliği anlaşması problemin çözümü ile ilgili bir strateji belgesidir. Bu belgenin iki genel amacı vardır. İlki, küresel ortalama sıcaklık artışının sanayi öncesi düzeylerin 2°C altında tutmak ve ikincisi de sıcaklık artışını sanayi öncesi düzeylerin 1,5°C üzerinde sınırlandırmak şeklindedir. Anlaşmanın önemli bir tarafı, "net sıfır emisyon" vurgusudur. Atmosfere salınan CO<sub>2</sub> miktarının artması, yüzey sıcaklığının yükselmesine neden olmaktadır. Kabul edilen düzeyin altındaki bir CO<sub>2</sub> birikimi sürdürülebilir bir yaklaşımı uygulamaya imkan verir fakat bu durumda bile "net sıfır emisyon" yaklaşımı önemlidir.

Grafik 3:Paris Anlaşması Hedefleri



**Kaynak:** Shell, 2018: 4

CO<sub>2</sub> salınımını azaltmak ve atmosferdeki sera gazı birikimini sabit tutmak ya da düşürmek için 2070 yılına kadar alınabilecek bazı önlemleri şu şekilde sıralamak mümkündür (Shell, 2018: 6).

- Tüketiciler, düşük karbonlu ve yüksek verimli ürünleri seçebilir.
- Enerji verimliliğinde kademeli bir iyileşme sağlanabilir.
- Karbon fiyatlandırmaları tüketici ürünlerine ve hizmetlerine eklenebilir.
- Nihai enerji üretimi 3 kattan fazla ve küresel elektrik üretimi yaklaşık 4 kat artacaktır.
- 2050'den sonra yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen birincil enerji kaynakları fosil enerji kaynaklarından elde edilen enerjiyi geçip yaklaşık 50 kat artacaktır.
- 10 bin büyük karbon tutma ve depolama tesisi 2020 sonrası inşa edilmesi gerekmektedir.
- Net sıfır ormansızlaşma sağlanır.

Bu önlemlerin uzun vadeli çözümler sonucunda oluşacağı muhtemeldir. Uzun vadeli ve dönüşüm gerektiren önlemlerin temel özelliği yüksek maliyetler gerektirmesidir.

**Tablo 1: Yakıt Kaynaklı Dünya Enerji CO<sub>2</sub> Emisyonu**

	2000	2017	Yeni Politikalar		Cari Politikalar		Sürdürülebilir Kalkınma	
			2025	2040	2025	2040	2025	2040
Kömür	8.951	14.448	14.284	14.170	15.207	17.930	11.335	3.855
Petrol	9.620	11.339	11.862	11.980	12.303	13.984	10.657	6.886
D. Gaz	4.551	6.794	7.757	9.731	7.945	10.561	7.543	6.906
Toplam CO <sub>2</sub>	23.123	32.580	33.902	35.881	35.454	42.475	29.535	17.647

**Kaynak:** (IEA, 2018:46)

\*Veriler, milyon ton şeklindedir.

Tablo 2’de fosil kaynaklı yakıt tüketimi içinde en fazla CO<sub>2</sub> emisyonuna sebep olan kömür olduğu görülmektedir. İkinci sırada ise petrol yer almaktadır. Doğal gaz ortalama olarak kömür ve petrolün yarısı kadar emisyonu sebep olmaktadır. Yeni politikalar senaryosunda kömür ve petrol, 2025 ve 2040 yıllarında birbirine çok yakın emisyonu neden olacağı ve doğal gaz tüketiminin 7,75 tondan 9,7 Gt tona çıkacağı tahmin edilmektedir. Cari politikalar senaryosunda ise üç enerji kaynağının emisyon miktarı 2040 yılına kadar artacağı, en yüksek emisyon artışının 2025 ile 2040 yılları arasında doğal gazın sebep olacağı tahmin edilmektedir. Sürdürülebilir kalkınma hedefine göre doğal gazda emisyon miktarı 2040 yılında 2017 yılındaki düzeyine yaklaşacak, bu oranlar kömürde %73,82, petrolde ise %39,27 oranında düşüş göstereceği öngörülmektedir. Toplam emisyon açısından cari politika hedefleri 2040 yılında 42,5 Gt ulaşırken Yeni Politikalar yaklaşımında ise bu oran 2017 yılı dolayında seyredeceği, sürdürülebilir kalkınma senaryosunda ise 2017 düzeyine göre 2040 yılında %45,84 oranında düşeceği beklenmektedir.

#### 2.4. Milli Gelir, Potansiyel Milli Gelir, Beşeri Sermaye ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Küreselleşen dünyada ve dışa açık ekonomide ihracat hacmi ne kadar büyük olursa milli gelirin o kadar yüksek seviye de gerçekleşmesi muhtemeldir. İhracatı arttırmak için yapılması gerekenler ise faktör bolluğundan yararlanılması, teknolojik değişimin mevcut iktisadi iklimle uyumlaştırılması, ürün farklılaştırması ve çeşitliliği vb. şeklinde ifade edilebilir. Bunun için değişen teknolojiye uygun enerji kaynaklarının kullanılması, enerjinin çeşitlendirilmesi, düşük emisyon salınımına sebep olan enerji kaynaklarının tercih edilmesi, bu teknolojileri kullanacak nitelikli insan potansiyeli gerekmektedir (Salvatore, 2013; Seyidoğlu, 2003: 1-5).

Gelecek ekonomik faaliyetlerde hâkim olacak olan enerji kaynakları daha çevreci olmak durumunda ve alternatif enerji kaynakları arzını belirlerken emisyon salınımı dikkate alınmak zorundadır. Üretim için temel girdilerden biri olan enerji girdisi üretimin gerçekleşmesi için önemli iken geçmişte ve günümüzde yoğun kullanılan kömür, petrol gibi yüksek emisyon salınımına neden olan fosil enerji kaynakları yerine alternatif yenilenebilir enerji kaynakları daha fazla tercih edilme zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

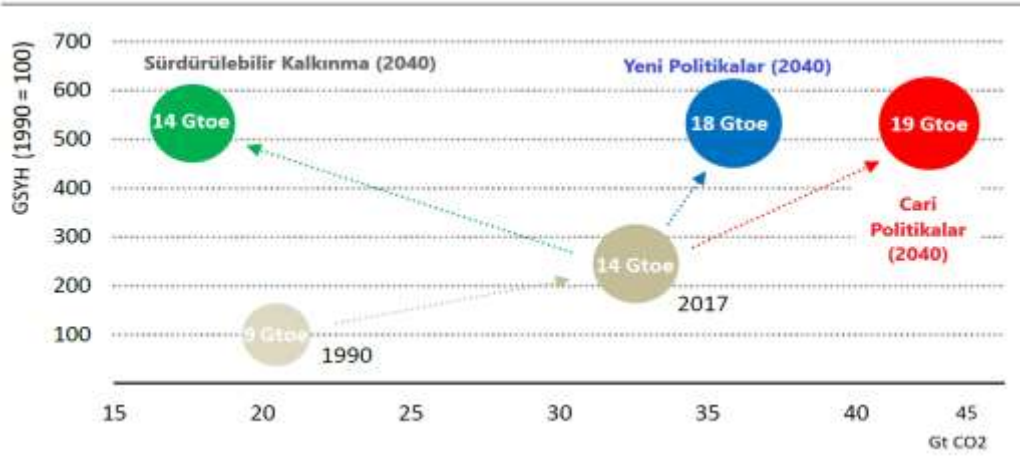
Uzun yıllar enerji girdisi olarak kullanılan petrol kaynakları hem rezervlerin azalması hem de fiyatlarında dalgalanmalar nedeniyle öneminin azalması gerekmektedir. Küresel ısınmaya neden olan emisyon salınımını azaltmak için alternatif enerji kaynaklarına yönelim sonucunda hem var olan politikalar etkilenecek hem de üretim biçimleri yeni teknolojilerin kullanılmaya başlanmasıyla değişecektir. Yeni enerji politikalarına yönelim ile birlikte ekonomik faaliyetlerde dalgalanmalar yaşanabilecektir.

Dünyada milli gelir ölçümünde iki ana eğilim vardır. Bunlar; GSMH ve GSYİH şeklindedir. Bunlar içinde en çok kullanılan ise GSYİH'dir. Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH), bir ekonominin belirli bir andaki tüm nihai mal ve hizmet üretiminin değerini ortaya koymaktadır. Milli gelirin birçok ölçüm metodu bulunmaktadır. Bu ölçüm metotları içinde teknoloji önce örtük sonraları ise önemli bir değişken olarak ele alınmaktadır. Teknoloji ve beşeri sermaye, bir ekonominin stratejik kavramları arasında yer almakta ve bu faktörlerle yatırımların yapılması istenmektedir. Büyüme ise bir ekonominin çıktı düzeyinin artması biçiminde ifade edilmektedir ve genel olarak fiyat hareketlerinden arındırılmış şekilde sunulmaya çalışılmaktadır. Literatürde birçok büyüme teorileri ortaya atılmış olmakla birlikte büyüme teorilerine beşeri sermaye değişkeni olarak eklediğinden beri yetişmiş insan gücü ve piyasa arasında açık bir nedensellik ilişkisi kurulmaktadır (Ünsal, 2009: 5-12).

Alternatif enerji kaynakları bir ekonominin üretim kapasitesini doğrudan ve dolaylı şekilde etkilemektedir. Özellikle temiz bir enerji kaynağı ile çevresel bozulma ortadan kaldırmakta veya en aza indirmiş bir enerji üretimi ve tüketimi iktisadi yapının sürekliliği için gerekli olmaktadır. Milli gelir ölçümlerinde klasik yaklaşım mal ve hizmetlerin üretim miktarlarına bağlı olarak parasal değerlerle ölçülmesidir. Bu noktada çevresel bozulma model içinde yer almaz ama daha yeni modellerde çevresel bozulma bir maliyet kalemi olmanın yanı sıra stratejik bir kavram olarak içselleştirilmektedir. Yeşil milli gelir modellerinde (Stjepanović vd., 2017; Wu & Wu, 2010) çevresel bozulmanın boyutu ve maliyeti hesaplanarak milli gelire eklenmektedir. Böylelikle gerçek milli gelir değerine ulaşılmaktadır. Alternatif enerji kaynaklarının yoğun olarak kullanılmaya başlaması ile büyük ölçekli enerji yatırımlarının pozitif katkılarının yanı sıra oluşan dolaylı çevresel değişikliklerden kaynaklı bozulmalar da ortadan kalkmaya başlayacaktır. Enerji üretimi yeterli fakat daha küçük ölçekli üretim kapasitesine sahip olan ekonomilerde daha fazla alternatif enerji kaynaklarından yararlanmak önemlidir. Ayrıca çevresel duyarlılık ve

sürdürülebilirlik (Seydioğulları, 2013; UN, 1987) değişkenleri ile bağıntılar kuran iktisadi yapıda sonuçta çevresel sorunlar ortaya çıkmadan kaynağında önlenmiş olacaktır. Bu durumda çevresel müdahalelerin azaltılmış olması durumu yaygınlaşacak ve rehabilite edici maliyet unsurları ile karşılaşma olasılığı düşecektir. Beşeri sermaye açısından milli gelirdeki belirgin değişken olma hususu yine devam edecektir fakat daha bölgesel ve çevresel önceliklerin de katkısı ile farklılaşacaktır. Dünya milli gelirinin nüfus artışı ve dünya ticaret yapısı içinde devam edip etmeyeceği ise söz konusu yapının sürdürülebilir olmasına bağlıdır. Genelde katastrofik yaklaşımların yerine yumuşak geçiş ile artış veya azalış senaryoları kurgulanabilecektir. Ama her ne şekilde olursa olsun alternatif enerji kaynakları üretimi, iktisat, ticaret, jeopolitik, coğrafik vb. gibi değişkenler açısından temel faktörler arasında olacaktır.

**Grafik 4:** Çeşitli Senaryolar Ölçeğinde Bağlı CO<sub>2</sub> Emisyonu



**Kaynak:** IEA, 2018: 39.

Grafik 4'te 2040 yılı için gerçekleştirilen ve enerji talebi ve ona bağlı CO<sub>2</sub> düzeyi ile ilgili tahminler ve hedefler verilmektedir. Cari politikalar senaryosu, iktisadi büyüme ile enerji kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonu arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bu ilişkinin yeni politikalar senaryosunda zayıfladığı görülmektedir. Bu senaryoya göre 2040 yılında emisyon düzeyi 36 Gt'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. Sürdürülebilir kalkınma senaryosuna göre ise 2040 yılında birincil enerji talebinde fosil yakıtların payını %60'a azalacağı öngörülmüşken emisyon trendleri iktisadi büyüme ile birlikte hareket edecektir. Şekilde bu durumu görmek mümkündür. 2040 yılında cari politikalar senaryosunda ortaya çıkan emisyonun yaklaşık üçte biri, yeni politikalar senaryosunda ortaya çıkan emisyonun da yarısı kadarı emisyon üretirken sürdürülebilir kalkınma senaryosu diğer iki senaryoda elde edilen GSYH düzeyine yakın gelir üretmektedir.

### 3. Dünya’da ve Türkiye’de Teknolojik Gelişme ve Değişimin Alternatif Enerji ve Enerji Çeşitliliği Açısından Sunduğu Fırsatlar

Buhar teknolojisinin makineleşme ile ilişkisi ve devamında petrolün makinelerde kullanılabilir bir yakıt olarak damıtılması ile gerçekleşen içten yanmalı motorların gelişimi takip etmiştir. Çağımızda yine içten yanmalı motorlar üzerinden devam eden bir teknoloji prosesi vardır ama değişen husus sera gazlarını atık olarak üreten likit yakıtların nasıl kullanılacağı, ne düzeyde kullanılacağı ve nihayetinde ise sıfır kullanımın nasıl olacağıdır.

Gelecekte fosil kaynakların tükeneceği kaygısı (Höök & Tang, 2013: 797) dikkate alındığında bu kaynakların kullanımı giderek sınırlanmak zorundadır. Bu nedenle gelecekte başta fosil kaynaklı likit ve/veya likit olmayan kaynakların durumu genel itibarıyla belirsizlik içermektedir (İnan vd., 2018:16). Alternatif enerji kaynaklarına yönelim ve yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği, dünya enerji üretiminin farklı ekonomiler tarafından farklı kaynaklardan beslenerek gerçekleştirilmesine olanak verecektir. Bunun için alternatif enerji kaynaklarının kullanımında gereken teknolojik girdinin tüm dünyaya yayılması gerekmektedir. Bu noktada çeşitli uluslararası işbirlikleri ve ortak projeler ön plana çıkacaktır. Bu türden yaklaşımlar teknoloji düzeyinin artmasına ve yaygınlaşması neden olabilecektir. Böylece bir piyasa dengesi kurulacak, alıcı ve satıcı konumları değişecektir.

Enerji üretimi konusunda oluşan ve doğayı koruyan bir yaklaşıma sahip olan alternatif enerji kaynaklarının kullanılmaya başlaması ile pek çok çevre sorununun ortadan kalkmasına neden olabilecektir. Bu açıdan en az enerji ile ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliği ile kendi ihtiyacı olan enerjiyi üretme perspektifi bir arada olacaktır (Zou vd., 2016: 1, 2). Avrupa Birliği, 2050 yıllarında tamamen yeşil şehir uygulamasına geçeceği ve bu tercihin dünya çapında yaygınlaşacağı da düşünülmektedir (Siddi, 2020: 6). Bu şekildeki bir yapılanma yüksek finansmana ihtiyaç duyan enerji yatırımlarını arka plana itecektir. Çünkü enerji yatırımlarının doğaya müdahale düzeyi önemlidir. Bunlar arasında baraj inşaatı örnek olarak gösterilebilir. Fakat yenilenebilir enerji kaynakları için geniş finansmana ihtiyaç duyan yatırımlarda bulunmaktadır. Ancak bunların doğaya müdahalesi kısıtlı düzeylerde olmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji üretimi genel olarak sürdürülebilir niteliktedir. Fakat bunun için tarım alanlarının yoğun biçimde enerji üretimine kaydırılması gerekecektir. Bu alanlarda gerçekleştirilecek enerji yatırımlarının konvansiyonel gıda üretimi, insan yaşamı ve kalitesi gibi alanlarda kısıtlamalar ile karşılaşmasına neden olabilecektir. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjinin çok önemli katkılarından biri ise dünya ekosisteminin devam ettirilmesine katkı sağlayacak olmasıdır. Özellikle sera gazı emisyonu, küresel ısınma, iklim değişikliği vb. gibi problematik alanlarda görülen dengesizliklerin giderilmesi ve bunun planlaması için imkânlar verecektir. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı kapsamında belirlenen sürdürülebilir kalkınma hedefleri (UNDP,



2016) içerisinde bununla ilgili önlemler bulunmaktadır. 17 adet hedefin yedincisi, “Herkes için ekonomik, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye ulaşımı sağlamak” şeklindedir. Bu hedef, yine, Birleşmiş Milletler Milenyum Kalkınma Hedeflerinin yedincisi “çevresel sürdürülebilirliği sağlamak” şeklindeki hedef ile uyumludur (WHO, 2015: 4).

Dünya ekonomilerinin çoğunluğu net enerji ithalatçısı durumundadırlar ve yeterli enerji kaynaklarına sahip değildirler. Türkiye, bu ülkeler arasındadır. Fakat ilginç olan Türkiye fosil enerji kaynakları açısından yeterli kaynağa sahip değilken alternatif ve yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin potansiyele sahiptir. Bu noktada yenilenebilir kaynaklı üretimin Türkiye’nin toplam enerji ihtiyacını ne kadar karşılayabileceği iktisadi faaliyet ve doğal olarak nüfus ile bağlantılıdır. Gelecekte enerji üretim teknolojisindeki gelişmeler ve genel enerji tüketimindeki tasarruflu yaklaşımların belirleyici olacağı açıktır. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarından birçoğuna sahip durumdadır. Ancak bu kaynaklardan yeterli düzeyde faydalandığı söylenemez. Bu açıdan Türkiye’nin gerekli sabit yatırım için teknolojik düzeyini ve yatırımlarını artırması gerekmektedir. Petrol Krizi’nden sonra özellikle enerji kaynakları kısıtlı olan ekonomiler, yenilenebilir enerji yatırımlarına hız vermişlerdir. Dünyada 2019 yılında yenilenebilir enerji için yaklaşık 300 milyar \$ üzerinde yatırım gerçekleştirilmiştir (IEA, 2020: 92; Krämer, 2020: 58). 2019 Hidrolik Enerji haricindeki yenilenebilir enerji kaynaklarına 282 milyar \$ yatırım yapılırken hidrolik enerjiye yaklaşık 15 milyar \$ yatırım gerçekleştirilmiştir. Bu yatırımlar toplam enerji üretimine yapılan yatırımın %75’ine denk gelmektedir. Hidrolik enerji hariç yenilenebilir enerjinin payı ise %71,2 düzeyindedir (REN21, 2020: 173).

#### **4. Dünyada ve Türkiye’de Gelecekte Enerji Tüketimi, Arzı ve Alternatif Enerji Politikaları ve Etkileri**

Dünyada ve Türkiye’de enerji üretim, tüketimi ve ithalatı, dünya enerji arzı, Türkiye’de enerji arzı, seçilmiş ülkelerde enerji yoğunluğu, dünyada ve Türkiye’de alternatif enerji arzının toplam enerji arzı içindeki oranı incelendiğine ülkelere göre ve gelişmişlik düzeylerine göre farklılıklar göstermektedir.

**Tablo 2: Gelir Gruplarına Göre Enerji Tüketimi ve Enerji İthalatı**

Grup ve Enerji		1971	2000	2014	Ort.	Değ.	Grup ve Enerji		1971	2000	2014	Ort.	Değ.
Dünya	ET <sup>4</sup>	1.337,6	1.637,2	1.922,2	1.592,5	0,88	AOG	ET <sup>4</sup>	297,4	505,9	625,6	452,7	1,93
	ETP <sup>2</sup>	-	143,8	120,9	143,3	-1,31		ETP <sup>2</sup>	-	161,2	115,4	154,1	-2,03
	Eİ <sup>5</sup>	-3,7	-2,8	-2,5	-1,3	-33,69		Eİ <sup>4</sup>	-29,7	-8,6	4,2	-16,5	6,08
YG	ET <sup>5</sup>	3.924,7	4.973,3	4.677,2	4.591,2	0,397	DOG	ET <sup>4</sup>	449,9	881,2	1.330,6	818,7	2,77
	ETP <sup>3</sup>	-	127,6	101,6	123	-1,46		ETP <sup>2</sup>	-	172,5	141,1	173,5	-1,65
	Eİ <sup>5</sup>	15,6	16,4	5,1	14,8	5,05		Eİ <sup>5</sup>	-61,5	-27,3	-8,2	-28,1	-14,1
ÜOG	ET <sup>4</sup>	556,3	1.250,2	2.100,3	1.169,5	3,38	EGÜ	ET <sup>4</sup>	4,3	-33,4	-9,1	-12,2	0,29
	ETP <sup>2</sup>	-	174,9	149,2	179,3	-1,55		ETP <sup>2</sup>	327,2	308,1	370,5	320,7	-1,66
	Eİ <sup>5</sup>	-79,5	-33,7	-11,6	-33,6	-11,65		Eİ <sup>4</sup>	-	192,2	132	177,4	-48,27
OGO	ET <sup>4</sup>	444,8	904	1.389,7	835,7	2,92	ÇBÜ	ET <sup>1</sup>	3,6	-35,8	-33,5	-21,8	0,83
	ETP <sup>2</sup>	-	171	140,3	172,3	-1,65		ETP <sup>1</sup>	-	396,3	-	412,5	-1,54
	Eİ <sup>5</sup>	-65,1	-27,1	-8,2	-28,9	-14,25		Eİ <sup>4</sup>	-	214,3	-	194,8	15,57

**Kaynak:**

[https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.ZS?end=2019&start=1971,](https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.ZS?end=2019&start=1971)

<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators/Type/TABLE/preview/on>

\*Enerji Tüketimi göstergeleri kişi başına petrole eşdeğer (kg) Enerji Tüketimi (PPP), 2017 yılı sabit satın alma gücü paritesine göre her 1.000\$ başına Enerji İthalatı, Net Enerji Tüketiminin %'si ET, ETP: Enerji Tüketimi ve Enerji İthalatı Eİİ şeklindedir. YG: Yüksek Gelir, ÜOG: Üst Orta Gelir, OG: Orta Gelir, AOG: Alt Orta Gelir, DOG: Düşük ve Orta Gelir, EGÜ: En Az Gelişmiş Ülkeler ve ÇBÜ: Çok Borçlu Ülkeler anlamına gelmektedir. <sup>1</sup>: 2000 – 2013 yılları arası, 14 gözlem; <sup>2</sup>:1990-2014 arası, 25 gözlem; <sup>3</sup>: 1990 – 2015 arası, 26 gözlem; <sup>4</sup>:1971 – 2014 arası, 44 gözlem ve <sup>5</sup>: 1971 – 2015 arası, 45 gözlemi ifade etmektedir.

Tablo 3'te ülkeler, yaklaşık 1.593 kg kişi başına petrole eşdeğer enerji tüketiminin gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu satın alma gücü paritesine göre ortalama 143 \$ düzeyine, Enerji ithalatı ise net enerji tüketiminin -%1,3 düzeyine denk gelmektedir. Yüksek gelir grubunun, yaklaşık 4.591 kg kişi başına petrole eşdeğer enerji tükettiği, satın alma gücü paritesine göre ortalama olarak 123 \$ harcadığı ve yine net enerji tüketiminin %14,8 düzeyini gerçekleştirdiği görülmektedir. Enerji tüketimi

konusunda diğer gelir gruplarının bir alt gelir grubunda ortalama %20 oranında bir gerileme görülürken düşük orta gelirli grup ile orta gelirli grup aynı düzeyde enerji tüketimi gerçekleşmektedir. Yüksek gelir grubu haricindeki tüm alt gelir gruplarında satın alma gücü paritesine göre enerji daha pahalı düzeydedir. En az gelişmiş ve çok borçlu ülkelerde enerji ithalatının enerji tüketiminden aldığı pay yüksek düzeydedir. Diğer gruplarda ise bu pay azalmaktadır.

**Tablo 3:Coğrafik Dağılıma Göre Enerji Tüketimi ve Enerji İthalatı**

Bölge ve Enerji		1971	2000	2014	Ort.	Değ.	Bölge ve Enerji		1971	2000	2014	Ort.	Değ.
Dünya	ET <sup>4</sup>	1.337,6	1.637,2	1.922,2	1.592,5	0,88	LAK	ET <sup>4</sup>	823,2	1.155,1	1.359,6	1.108,5	1,2
	ETP <sub>2</sub>		143,8	120,9	143,3	-1,31		ETP <sup>2</sup>		90,0	85,8	89,7	-0,4
	Eİ <sup>5</sup>	-3,7	-2,8	-2,5	-1,3	-33,69		Eİ <sup>5</sup>	-64,3	-41,8	-8,1	-33,8	-7,4
AOA	ET <sup>2</sup>		3.198,5	3.161,6	3.316,5	-0,7	ODKA	ET <sup>4</sup>	467,0	1.521,2	2.353,2	1.344,9	3,9
	ETP <sub>2</sub>		125,9	95,1	125,2	-2,0		ETP <sup>2</sup>		122,0	140,5	128,1	1,2
	Eİ <sup>5</sup>	49,5	9,2	0,6	22,8	-7,4		Eİ <sup>5</sup>	-1.471,7	-238,3	-127,0	-432,8	-8,4
DAP	ET <sup>4</sup>	658,1	1.215,2	2.135,2	1.168,8	2,8	SAA	ET <sup>4</sup>	677,3	659,1	687,2	692,9	0,0
	ETP <sub>2</sub>		165,5	144,5	168,3	-1,2		ETP <sup>2</sup>		220,4	160,9	204,0	-1,1
	Eİ <sup>5</sup>	26,6	18,8	17,4	19,3	2,9		Eİ <sup>4</sup>	-45,6	-61,2	-48,8	-53,8	0,7
GA	ET <sup>4</sup>	253,4	394,1	574,4	362,0	1,9	ÜİKB/ UKB	ET <sup>4</sup>	486,3	900,4	1.349,2	847,5	2,6
	ETP <sub>2</sub>		150,6	117,3	145,1	-1,6		ETP <sup>2</sup>		170,3	139,0	171,6	-1,7
	Eİ <sup>4</sup>	10,7	21,3	32,7	15,8	3,1		Eİ <sup>5</sup>	-57,5	-25,8	-7,3	-26,2	-16,0
KA	ET <sup>5</sup>	7.529,0	8.077,3	7.056,2	7.668,0	-0,2	OECD	ET <sup>5</sup>	3.683,0	4.458,9	4.031,9	4.146,8	0,3
	ETP <sub>3</sub>		165,2	125,3	157,8	-1,9		ETP <sup>3</sup>		125,1	97,6	120,2	-1,5
	Eİ <sup>5</sup>	7,9	19,2	0,6	12,7	-9,7		Eİ <sup>5</sup>	29,9	26,7	19,6	26,3	-0,6

**Kaynak:**<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators/Type/TABLE/preview/on>

<https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.ZS?end=2019&start=1971> .

\*Enerji Tüketimi verisi, kişi başına petrole eşdeğer (kg), Enerji Tüketimi (PPP), 2017 yılı sabit satın alma gücü paritesine göre her 1.000\$ başına ve Enerji İthalatı, Net Enerji Tüketiminin %'si şeklindedir. AOA: Avrupa ve Orta Asya, DAP: Doğu Asya ve Pasifik, GA: Güney Asya, KA: Kuzey Amerika, LAK: Latin Amerika ve Karayipler, ODKA: Orta Doğu ve Kuzey Afrika, SAA: Sahra Altı Afrika, ÜİKB/UKB: Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası ve Uluslararası Kalkınma Birliği ve OECD: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü şeklindedir. 1: 2000 – 2013 arası, 14 gözlem; 2:1990-2014

arası, 25 gözlem; <sup>3</sup>: 1990 – 2015 arası, 26 gözlem; <sup>4</sup>:1971 – 2014 arası, 44 gözlem ve <sup>5</sup>: 1971 – 2015 arası, 45 gözlem ifade etmektedir.

Tablo 4, enerji tüketiminin dünya üzerinde coğrafi dağılımı incelendiğinde, kuzey yarımküre ülkelerinin enerjiyi yoğun olarak kullandığı, Kuzey Amerika'nın 7.668 kg kişi başına petrole eşdeğer enerji tüketimi ile dünyada ilk sırada yer aldığı görölmektedir. Kuzey Amerika'yı yaklaşık 3.317 kg tüketim ile Avrupa ve Orta Asya Bölgesi takip etmektedir. Diğer coğrafik bölgelerin hiçbirisi 1.400 kg tüketiminin üzerine çıkmamıştır. Kuzey Amerika'yı sadece petrol üreten ülkeler grubu (OECD) geçmekte ve yaklaşık 4.147 kg tüketim gerçekleştirmektedir. Satın alma gücü paritesine göre Kuzey Amerika'nın diğer kıtalara göre bir üstünlüğü ortaya çıkmamaktadır. Sahra Altı Afrika'da enerji tüketiminin pahalı olduğu görölmektedir. Yıllık değişmelerin enerji tüketimlerinde ve ithalatında yatay bir seyir izlediği görölmektedir.

**Tablo 4: Seçilmiş Ülkelere Göre Enerji Tüketimi ve Enerji İthalatı**

Ülke ve Enerji		1971	2000	2014	Ort.	Değ.	Ülke ve Enerji		1971	2000	2014	Ort.	Değ.
ABD	ET <sup>5</sup>	7.644,5	8.056,9	6.962,5	7.661,2	-0,23	Hindistan	ET <sup>4</sup>	267,3	417,3	636,6	385,0	2,05
	ETP <sub>3</sub>		160,6	121,6	154,0	-1,93		ETP <sub>3</sub>		162,1	124,6	157,1	-1,79
	Eİ <sup>5</sup>	9,5	26,7	9,2	18,3	0,76		Eİ <sup>4</sup>	9,8	20,4	34,3	14,9	3,95
Almanya	ET <sup>5</sup>	3.895,3	4.094,1	3.779,5	4.198,8	0,00	İngiltere	ET <sup>5</sup>	3.733,3	3.785,8	2.777,3	3.548,4	-0,63
	ETP <sub>3</sub>		95,2	74,2	94,2	-1,85		ETP <sub>3</sub>		99,3	62,8	93,2	-2,50
	Eİ <sup>5</sup>	42,6	59,8	60,9	53,0	0,90		Eİ <sup>5</sup>	47,4	-22,2	39,7	6,7	-64,81
A. Birliği	ET <sup>5</sup>	2.787,7	3.428,7	3.123,6	3.333,1	0,40	Japonya	ET <sup>5</sup>	2.531,1	4.083,8	3.470,8	3.449,5	0,76
	ETP <sub>3</sub>		98,9	78,1	97,8	-1,57		ETP <sub>3</sub>		114,3	88,1	106,1	-0,96
	Eİ <sup>5</sup>	49,9	54,0	51,9	51,0	0,24		Eİ <sup>5</sup>	86,6	79,8	94,0	84,5	0,19
Çin	ET <sup>4</sup>	464,9	899,0	2.236,7	986,6	3,79	Kanada	ET <sup>5</sup>	6.436,2	8.265,1	7.897,9	7.724,8	0,42
	ETP <sub>2</sub>		260,4	187,7	292,4	-4,23		ETP <sub>3</sub>		221,7	165,7	202,4	-1,24
	Eİ <sup>4</sup>	-0,8	0,5	15,0	0,9	-72,55		Eİ <sup>5</sup>	-10,2	-47,8	-67,9	-36,2	7,43
Fransa	ET <sup>5</sup>	3.027,8	4.135,5	3.659,1	3.763,7	0,50	Rusya	ET <sup>2</sup>		4.224,3	4.942,9	4.699,7	-0,66
	ETP <sub>3</sub>		103,8	84,8	102,9	-1,12		ETP <sub>2</sub>		289,0	186,2	257,5	-1,54
	Eİ <sup>5</sup>	70,0	48,1	43,5	55,4	-0,99		Eİ <sup>2</sup>		-57,9	-83,7	-66,8	2,70
İtalya	ET <sup>5</sup>	1.949,1	3.012,2	2.414,5	2.600,6	0,61	Türkiye	ET <sup>5</sup>	547,1	1.201,1	1.573,7	1.037,5	2,63
	ETP <sub>3</sub>		69,7	60,3	68,8	-0,51		ETP <sub>3</sub>		77,6	63,0	72,7	-0,74
	Eİ <sup>5</sup>	81,5	83,6	75,0	81,9	-0,14		Eİ <sup>5</sup>	29,3	66,0	74,2	55,4	2,25

Kaynak: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators/Type/TABLE/preview/on>

<https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.ZS?end=2019&start=1971>

\*Enerji Tüketimi verisi, kişi başına petrole eşdeğer (kg), Enerji Tüketimi (PPP), 2017 yılı sabit satın alma gücü paritesine göre her 1.000\$ başına ve Enerji İthalatı, Net Enerji Tüketiminin %'si şeklindedir. 1: 2000 – 2013 arası, 14 gözlem; 2:1990-2014 arası, 25

gözlem; 3: 1990 – 2015 arası, 26 gözlem; 4:1971 – 2014 arası, 44 gözlem ve 5: 1971 – 2015 arası, 45 gözlem ifade etmektedir.

Tablo 5, Kuzey yarımkürede gelişmiş ekonomilerin enerji tüketimi yüksek oranda seyretmektedir. Ülkelerin coğrafik büyüklüklerinin de etkili olduğu bu durumda Çin ve Hindistan haricinde kuzey yarımkürede dünya ortalamasının çok üzerinde enerji tüketimi gerçekleştirilmektedir. Satın alma gücü paritesine göre ise gelişmişlik düzeyinin etkili olduğu ve gelişmiş ekonomilerde enerji tüketimine kişi başına daha az harcamanın yapıldığı görülmektedir. Enerji ithalatında ise coğrafik alan büyüklüğüne göre bir tasnif yapılabilmektedir. Yıllık değişime göre Çin ve İngiltere haricinde diğer ülkelerde yatay bir seyir bulunmaktadır. Türkiye, yaklaşık 1.038 kg kişi başına petrole eşdeğer enerji tüketimi ile dünya ortalamasının %65,15 düzeyine erişmektedir.

**Tablo 5 : Dünya Enerji Arzı**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Üretim	8.801.336	9.257.796	10.024.988	11.550.613	12.801.076	13.131.765	13.303.027
Değişim	-	2,49	2,88	3,11	4,75	2,58	1,30
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ort.
Üretim	13.472.268	13.678.819	13.739.445	13.682.861	13.968.196	14.421.151	11.267.229
Değişim	1,27	1,53	0,44	-0,41	2,09	3,24	1,79

Kaynak: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data>

browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator= TPESbySource

\*Veriler, ktoe şeklindedir.

Tablo 6'ya göre dünya enerji arzı, 1990 yılına göre 2018 yılında 1,64 oranında artmıştır. Yaklaşık 30 yıllık dönem için ortalama olarak 11,27 milyon ktoe üretim gerçekleştirilmiştir. Beşer yıllık dönemler itibariyle üretimde ortalamada %8,04 düzeyine yakın bir artış görülürken dönem içinde ortalama değişim %7,90 düzeyindedir.

**Tablo 6: Türkiye Enerji Arzı**

Yıl	1990	2000	2010	2015	2017	2018	2019	Ort.
Termik	2.950,6	8.076,9	13.398,8	15.422,7	18.240,6	18.029,5	15.059,5	10.270,2
Değişim	0,8	15	-0,7	-10,5	14,2	-1,2	-16,5	5,99
Hidrolik	1.990,3	2.655,1	4.453,6	5.773,5	5.005,9	5.153,8	7.637,4	3.703
Değişim	29	-11	44	65,2	-13,4	3	48,2	7,68
Y.bilir	6,9	9,4	308,2	1.313,1	2.314,8	3.024,9	3.433,6	514,88
Değişim	28	7,4	85,6	40,1	25,9	30,7	13,5	27,77
Toplam	4.947,8	10.741,3	18.160,6	22.509,3	25.561,3	26.208,2	26.130,5	14.488,1
%	10,6	7,3	8,4	3,9	8,3	2,5	-0,3	6,12

**Kaynak:** <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>

\*Veriler, ktoe şeklindedir. 1 Gwh = 1.000.000 kwh ve 1 Gwh = 1.000.000 kwh dönüşümü gerçekleştirilmiştir.

Tablo 7'e göre, Türkiye'de 1990 yılında enerji arzının % 59,63'ü termik kaynaklı üretim ve % 40,23'ü hidrolik kaynaklı olarak elde edilirken 2019 yılında termik kaynaklı üretimin payı % 57,63 ve hidrolik kaynaklı üretimin payı % 29,23 düzeyinde gerçekleşmiştir. 1990 yılında yenilenebilir kaynaklı enerji üretimi çok az düzeyde iken 2019 yılında % 13,14 düzeyine ulaşmıştır. Toplam enerji arzı, 30 yıllık dönemde ortalama % 6,12 artış göstermektedir. Bu dönemde termik enerji üretiminde önemli bir artış olmamasına rağmen hidrolik üretim % 7,68 artmıştır. Yenilenebilir enerji üretiminde ise % 27,77 düzeyinde bir artış sağlanmıştır. Yine, bu dönemde 2,93 kat üretim artışı yaşanmıştır.

**Tablo 7: Seçilmiş Ülkelerde Enerji Yoğunluğu**

Ülke	1990	2015	Ort.	Değişim	Ülke	1990	2015	Ort.	Değişim
ABD	8,67	5,41	7,05	-1,86	İsveç	7,47	4,27	6,24	-2,13
Almanya	5,88	3,60	4,59	-1,90	İtalya	3,52	3,07	3,45	-0,51
Arjantin	5,44	4,34	4,56	-0,80	Japonya	5,03	3,74	4,87	-1,14
Belçika	6,62	4,74	6,05	-1,27	Kanada	10,17	7,34	9,03	-1,28
Brezilya	3,81	4,13	3,91	0,34	Meksika	4,82	3,74	4,33	-0,96
Çin	21,18	6,69	11,30	-4,44	Norveç	4,80	3,75	4,19	-0,71
Danimarka	4,25	2,61	3,67	-1,78	Peru	3,55	2,79	2,86	-0,80
Endonezya	5,08	3,53	4,58	-1,36	Polonya	11,17	4,14	7,14	-3,82
Filipinler	4,84	3,12	4,22	-1,69	Portekiz	3,47	3,34	3,62	-0,10
G.Afrika	10,44	8,70	10,23	-0,66	Rusya	12,03	8,41	11,13	-1,34
Hollanda	5,69	3,94	4,89	-1,40	Singapur	4,62	2,39	4,00	-1,85
Hong Kong	2,34	1,49	2,12	-1,20	S. Arabistan	4,20	5,80	5,44	1,45
İngiltere	5,66	3,02	4,51	-2,44	Venezuela	5,77	4,72	5,89	-0,40
İspanya	4,03	3,33	3,88	-0,73	<b>Dünya</b>	<b>7,96</b>	<b>-</b>	<b>6,86</b>	<b>-1,39</b>
İsrail	5,20	3,59	4,59	-1,34	<b>Türkiye</b>	<b>3,83</b>	<b>2,95</b>	<b>3,65</b>	<b>-0,96</b>

**Kaynak:** <https://data.worldbank.org/indicator/EG.EGY.PRIM.PP.KD?view=chart>

\*Tablodaki değerler, ülkeler için 26 yıllık [1990:2015] veriyi kapsarken, dünya için 23 yıllık [1990:2012] veriyi kapsamaktadır. Değişim, yıllık olarak alınmıştır ve fark olması nedeniyle 25 ve 21 yıllık veriden hareketle ortalama olarak verilmektedir.

Enerji arzı / GSYH olarak ifade edilen enerji yoğunluğu ve bir birim ekonomik çıktı için ne kadar enerji kullanıldığını ifade etmektedir (Sahu ve Narayanan, 2009). Farklı ülkelerin karşılaştırılmasında ise satın alma gücü paritesi kullanılmaktadır. Tablo 8'de seçilen 30 farklı ülkenin hemen hepsi gelişmiş ve/veya gelişmekte olan ülke ekonomisinden oluşmaktadır. 36 yıllık dönemde Brezilya ve Suudi Arabistan hariç diğer ekonomilerin enerji yoğunluğu ortalama olarak azalmaktadır. Çin, hızlı bir azalma seyri ile dikkat çekmektedir. Dünya ortalamasının % 6,86 olduğu durumda 6 ülkenin ortalamasının üzerinde enerji yoğunluğuna sahip olduğu görülmektedir. 15 ülkenin yıllık ortalama % (1-3) aralığında artış sağladığı görülmektedir. Bu artışın temel nedenini ise sanayi teknolojilerindeki verimlilik artışı ile açıklamak



mümkündür. 1990 – 2018 döneminde alternatif enerji arzının toplam enerji arzı içindeki payı yaklaşık % (11-13) aralığında değişmektedir. Fosil yakıtların hemen hemen hepsinde arz artışı görülürken alternatif enerji kaynaklarında da benzer eğilim bulunmaktadır. Dönem boyunca fosil kaynaklarda yaklaşık 10 milyon kiloton petrole eşdeğer enerji üretimi sağlanırken, alternatif enerji kaynakları ile 1,19 milyon kiloton petrole eşdeğer enerji üretimi gerçekleştirilmiştir. 39 yıllık dönemde fosil kaynaklardan elde edilen enerji ortalama yıllık %1,75 artmıştır. Alternatif enerji kaynakları ise bu dönemde ortalama %1,72 oranında artış göstermiştir.

**Tablo 8: Dünya Alternatif Enerji Arzının Toplam Enerji Arzı İçindeki Payı**

Yıl	Fosil Kaynaklar	Yenilenebilir Kaynaklar
1990	7.83 - (3.23 <sup>1</sup> , 2.22 <sup>2</sup> , 1.66 <sup>3</sup> , 0.53 <sup>4</sup> , 0.18 <sup>5</sup> )	0.94 - (0.03 <sup>6</sup> ve 0.91 <sup>7</sup> )
2000	8.96 - (3.67 <sup>1</sup> , 2.32 <sup>2</sup> , 2.07 <sup>3</sup> , 0.68 <sup>4</sup> , 0.22 <sup>5</sup> )	1.07 - (0.06 <sup>6</sup> ve 1.01 <sup>7</sup> )
2005	10.33 - (4.01 <sup>1</sup> , 2.99 <sup>2</sup> , 2.36 <sup>3</sup> , 0.72 <sup>4</sup> , 0.25 <sup>5</sup> )	1.16 - (0.07 <sup>6</sup> ve 1.09 <sup>7</sup> )
2010	11.53 - (4.13 <sup>1</sup> , 3.65 <sup>2</sup> , 2.74 <sup>3</sup> , 0.72 <sup>4</sup> , 0.30 <sup>5</sup> )	1.32 - (0.11 <sup>6</sup> ve 1.21 <sup>7</sup> )
2015	12.10 - (4.33 <sup>1</sup> , 3.84 <sup>2</sup> , 2.93 <sup>3</sup> , 0.67 <sup>4</sup> , 0.34 <sup>5</sup> )	1.48 - (0.2 <sup>6</sup> ve 1.27 <sup>7</sup> )
2016	12.16 - (4.38 <sup>1</sup> , 3.74 <sup>2</sup> , 3.02 <sup>3</sup> , 0.68 <sup>4</sup> , 0.35 <sup>5</sup> )	1.52 - (0.23 <sup>6</sup> ve 1.30 <sup>7</sup> )
2017	12.38 - (4.46 <sup>1</sup> , 3.79 <sup>2</sup> , 3.10 <sup>3</sup> , 0.69 <sup>4</sup> , 0.35 <sup>5</sup> )	1.57 - (0.26 <sup>6</sup> ve 1.31 <sup>7</sup> )
2018	12.67 - (4.50 <sup>1</sup> , 3.84 <sup>2</sup> , 3.26 <sup>3</sup> , 0.71 <sup>4</sup> , 0.36 <sup>5</sup> )	1.51 - (0.19 <sup>6</sup> ve 1.32 <sup>7</sup> )
Ortalama	10.04 - (3.85 <sup>1</sup> , 2.93 <sup>2</sup> , 2.34 <sup>3</sup> , 0.66 <sup>4</sup> , 0.26 <sup>5</sup> )	1.19 - (0.01 <sup>6</sup> ve 1.10 <sup>7</sup> )
Değişim	1.75 - (1.19 <sup>1</sup> , 2.02 <sup>2</sup> , 2.45 <sup>3</sup> , 1.10 <sup>4</sup> , 2.47 <sup>5</sup> )	1.72 - (1.38 <sup>6</sup> ve 6.34 <sup>7</sup> )

**Kaynak:** <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>

\*Veriler, milyon ktoe şeklindedir ve yuvarlanmıştır. Yıllar, 1990 – 2018 dönemini kapsamaktadır. Üstel notasyonlar, <sup>1</sup>: Petrol, <sup>2</sup>: Kömür, <sup>3</sup>: Doğal Gaz, <sup>4</sup>: Nükleer, <sup>5</sup>: Hidrolik, <sup>6</sup>: Rüzgâr, Güneş vb. ve <sup>7</sup>: Biyoyakıtlar şeklindedir.

Tablo 9, yaklaşık 40 yıllık zaman içinde ortalama 1,19 milyon ktoe yenilenebilir kaynaklardan enerji üretilmektedir. Toplamda ortalama 11,23 milyon ktoe enerji düzeyine erişilmektedir ve yenilenebilir kaynaklı enerjinin payı %10,6 düzeyine erişmektedir. Yenilenebilir ve fosil kaynaklı enerjide yıllık ortalama değişim birbirine yakındır. Fosil kaynaklı enerjinin içindeki kaynakların payları da zaman içerisinde ortalama olarak yakın düzeyde seyretilmektedir.

**Tablo 9: Türkiye Alternatif Enerji Arzının Toplam Enerji Arzı İçindeki Payı**

Yıl	Yenilenebilir	Pay	Alternatif	Pay	Toplam	Yıl	Yenilenebilir	Pay	Alternatif	Pay	Toplam
1990	1.997,22	40,37	6,9	0,14	4.947,8	2016	7.619,06	32,29	1.838,3	7,79	23.594,9
2000	2.664,44	24,81	9,4	0,09	10.741,4	2017	7.320,64	28,64	2.314,8	9,06	25.561,4
2005	3.414,78	24,52	13,2	0,10	13.825,80	2018	8.178,71	31,21	3.024,9	11,54	26.208,4
2010	4.761,83	26,22	308,2	1,70	18.160,7	2019	11.070,94	42,37	3.433,6	13,14	26.130,6
2015	7.086,57	31,48	1.313,1	5,83	22.509,4	Ort.	4.217,84	29,11	514,88	3,55	14.488,1

Kaynak: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>

\*Yenilenebilir enerji arzı, hidrolik ve yenilenebilir (rüzgâr, jeotermal, güneş vb.) enerji kaynaklarından elde edilen üretimi kapsamaktadır. Alternatif enerji kaynakları olarak sadece rüzgâr, jeotermal, güneş vb. gibi kaynaklar alınmıştır.

Tablo 10'da Türkiye'de 2010 yılında toplam enerji arzı içerisinde payı %1'in üzerine çıkarken bu oran 2015 yılı dâhil olmak üzere %1 düzeyinde gerçekleştiğine işaret etmektedir. 2015 yılı sonrası %2 artış sağlanmış ve 2019 yılında ise toplam enerji arzı içinde % 14 oranında pay almaktadır. 2001 ve 2009 yılları hariç enerji arzı genel olarak artış göstermiştir. Alternatif enerji arzı hidrolik kaynaklı enerji arzı ile birlikte ele alındığında 29 yıllık dönemde ortalama %20 – 30 arasında pay aldığı görülmektedir. Dönem ortalaması içinde ise yenilenebilir enerji arzı yaklaşık %30 düzeyinde paya ulaşmıştır.

**Tablo 10: Dünya Enerji İthalatı ve Arzı**

Yıl	İthalat	Değ.	İhracat	Değ.	Yıl	İthalat	Değ.	İhracat	Değ.
1990	3.033.335	-	-3.040.634	-	2015	5.321.418	2,43	-5.420.889	3,23
1995	3.151.109	2,83	-3.194.248	3,54	2016	5.518.274	3,70	-5.635.196	3,95
2000	3.786.396	6,51	-3.814.666	7,15	2017	5.735.433	3,94	-5.811.136	3,12
2005	4.509.812	2,52	-4.583.787	4,11	2018	5.782.524	0,82	-5.915.877	1,80
2010	4.950.187	5,37	-4.897.705	5,08	<b>Ort.</b>	<b>4.643.165</b>	<b>2,36</b>	<b>-4.701.571</b>	<b>2,44</b>

Kaynak: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>

\*Veriler, ktoe şeklindedir.

Tablo 11’de, 1990 yılından başlayan 36 yıllık dönemde, ortalama enerji ithalatının yaklaşık 4,64 milyon tonu petrole eşdeğer enerji olduğu ve yıllık ortalama %2,36 arttığı tahmin edilmektedir. İhracatın ise yaklaşık 4,7 milyon ton petrole eşdeğer enerji düzeyinde olduğu ve yıllık ortalama %2,44 arttığı görülmektedir.

**Tablo 11 : Türkiye Enerji İthalatı ve İhracatı**

Yıl	1990	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	Ort.
İthalat	15,1	326	54,7	98,4	613,5	544,3	234,6	213	190,2	<b>214,4</b>
Değ.	-68,6	62,7	37,2	40,9	-10,3	-11,3	-56,9	-9,2	-10,7	<b>44,71</b>
İhracat	78	37,6	154,6	164,9	274,7	124,8	284,1	267,6	239,8	<b>123,9</b>
Değ.	-	53,3	57,1	24,1	18,5	-54,6	127,6	-5,8	-10,4	<b>15,39</b>
Talep	4.884,9	11.029,7	13.825,8	18.094,1	22.848,2	24.014,3	25.511,8	26.153,6	26.080,9	<b>14.578,6</b>
Değ.	8	8,3	7,2	8,4	3,3	5,1	6,2	2,5	-0,3	<b>6,07</b>

Kaynak: <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>

Veriler, ktoe şeklindedir. 1 Gwh = 1.000.000 kwh ve 1 Gwh = 1.000.000 kwh dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Dönüşümler; aracılığıyla yapılmıştır ve 1990 – 2019 yıllarını kapsamaktadır.

Tablo 12’de, Türkiye’de 36 yıllık dönemde enerji ithalatı yaklaşık 214 kiloton petrole eşdeğer iken bu büyüklük ihracat için yaklaşık 124 kiloton petrole eşdeğer enerji şeklinde gerçekleşmektedir. İthalat ortalama %44,7, ihracat ise %15,4 düzeyinde artmaktadır. Enerji talebinin ise yaklaşık 14.579 kiloton petrole eşdeğer enerji ile ortalama 6,07 arttığı gözlenmektedir. 2019 yılında ithalat 1990 yılına göre 12,6 kat ihracat ise 3,07 kat artmıştır. Enerji talebinde ise yaklaşık 5,34 kat artış gözlenmiştir.

## 5. Dünyada ve Türkiye’ de Gelecekte Alternatif Enerji Politikalarının Üretim ve Dış Ticaret Üzerine Etkileri

Dünyada kendine yeterlilik kavramı her açıdan değişikliğe uğramaktadır (Siemiątkowski, 2019). Genel iktisadi yapının kaynaklar ve üretim teknolojisi ile ilişkisinde ekonominin ihtiyacı olan tüm mal ve hizmetlerin üretilmesi birçok iktisadi teori çerçevesinde tartışılmaktadır. Alternatif enerji politikaları dış ticarete rekabet, maliyet, tercih vb. faktörlere bağlı olarak piyasa tarafından tercih edilmektedir. Tüm bu tercihlerde enerji bir üretim girdisi olarak ele alınmaktadır. Fosil kaynaklardan elde edilen enerji üretiminin söz konusu bu kaynakların tükeneceği beklentisi ve bunlara ek maliyetler yüklenmesiyle daha maliyetlerin artması ile alternatif enerji kaynakları üretimi giderek tercih edilmektedir. Tüm bunların gerçekleştirilmesinde bir tür gölge maliyet olarak karşımıza çıkan çevresel bozulma faktörü bulunmaktadır. Bu açıdan dünya ekonomisinde zaman içerisinde sürdürülebilir yeşil bir çevre ve kısıtları kapsamında iktisadi faaliyetlerin gerçekleşeceği zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Böylece belirlenecek politikalar ve uygulamalar sürdürülebilir şehir ve yaşam alanlarının yanı sıra sürdürülebilir üretim ilişkisi çerçevesinde belirlenecektir.

Sürdürülebilir yeşil bir üretimin doğaya mümkün olan en az zararı ya da zarar vermeyecek şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Gelecekte de kaynakların sürekliliği ve ekolojik dengenin sürdürülebilmesi açısından üretim teknolojilerinin ve üretimin daha çevreci olarak tasarlanmasına ihtiyaç duyulacaktır. Organik tasarımlar içerisinde organik varlıklar statik değil dinamik bir değişken olarak ele alınacak ve insan refahı önceliği ön planda olacaktır.

Dünyada ve Türkiye’de gelecekte üretimin yapısı doğaya en az zarar veya mümkünse sıfır zararlar ve doğa ile uyumlu bir biçimde olması beklenmektedir. Bu şekildeki standardizasyon, sürece hazır olanlar için bir rekabet avantajı sağlayacaktır fakat bu rekabet avantajı sürekli artan bir özellik göstermeyeceğinden ekonomiler arasındaki gelişme farklılıkları zaman içinde kapanacaktır. Standardizasyonun yüksek olması ve piyasa şartları içinde efektif sonuçlar elde edilmesi bu sürecin içselleştirilme düzeyine bağlıdır. Türkiye açısından gelecekteki üretim ve dış ticaret senkronizasyonunun sağlanması kaynak açısından zaman içerisinde çözülecek bir sorun olarak dururken sürdürülebilirlik çatısı altında alternatif enerji politikalarının nasıl uygulanacağı diğer önemli bir konu olarak karşımıza çıkacaktır. Türkiye, bu geçiş sürecinin tamamlanması için ek maliyetlere ve sahip olduğu alternatif enerji kaynaklarının çoğundan faydalanma sürecini yaşayacaktır. Bu açılarından özellikle sürdürülebilirlik ölçütlerine göre üretim ve enerji kullanımı ile enerji üretimi de dâhil olmak üzere ek maliyet baskısı ile karşılaşabilir ve kar marjları bu anlamda düşük düzeylerde gerçekleşebilir. Böylece çevresel ve sürdürülebilirlik kapsamında yapılacak üretimde fiyatlama düzeyi önce yüksek ve sonra düşük düzeyde gerçekleşecektir. Bu ise zaman içinde eski teknoloji ile ilgili üretim yapısının ve yerleşik üretimin gerilemesine yol açacaktır.

Dünya Ticaret Örgütü, küresel ölçekte gerçekleştirilen ticaretin standartlarının belirlenmesinde önemli etkinliği bulunmaktadır. Küresel ticaretin gerçekleştirilmesinde mal ve hizmet standartlarının konulması, üretici ve tüketici korunumunun sağlanmasının yanı sıra ekonomiler arasındaki ticari ilişkilerin de belirgin biçimlerde yapılmasını sağlayacaktır. Yenilik teknolojilerinin temel özelliklerinden bir tanesi düşük enerji kullanımı ile istenilen sonuçlara ulaşılmasıdır. Enerji tüketiminin karbon emisyonunda önemli negatif bir değişken olması, karbon emisyonu oluşturan teknolojilerin sürekli değişmesine yol açacaktır. Bu süreç içerisinde alternatif enerji kaynaklarının az veya sıfır karbon emisyonu sağlaması maliyet unsuru olarak fiyata yansıtacaktır ama benzer maliyet yansımaları karbon emisyonu sağlayan unsurlara da karbon vergisi şeklinde uygulanacaktır. Ekonomiler emisyon oranı düşük ürünleri tüketilmesini isteyecekler ve bunun içinde özellikle üretici ve tüketicinin özendirilmesi için çeşitli politika araçları uygulayacaktır. Karbon emisyon düzeyinin sürekli azaltılarak sıfır düzeyine indirilmesi ve ekonomilerin bu dönüşümü sağlaması rekabet unsuru olarak ele alınarak bu açıdan bir dönüşüm süreci yaşanacaktır. Bu dönüşümlerde geciken ekonomiler ve istenilen emisyon kısıtlarını sağlayamayan ekonomilerin ürün pazarlamasında ek maliyetler ve revizyonist beklentiler ile karşılaşacağı açıktır. Bu noktada geleneksel üretim

metotlarının İngiliz Buharı karşısında hızlıca gerilediğini ve piyasadan çekildiğine işaret etmektedir.

Alternatif enerji kaynaklarının yoğun olarak kullanılması, sıfır karbon emisyonlu üretim ve enerji tüketimi neticede tüm bu süreçleri destekleyen bir değişimi sürekli hale getirecektir ve bu değişimde karbon emisyonu önemli bir stratejik değişken olarak ele alınacaktır. Tüm bu süreçlerde sadece üretim ve ekonomi yönetimi etkilenmeyecektir. İnsanlarda tüm bu süreçleri yaşayacağı ve yaşamını bunlara göre düzenlemek zorunda kalacağı da açıktır. Bu ise zaman, kaynak, gelir vb. gibi stratejik kavramların hepsinin değişmesine neden olacaktır.

### Sonuç

Sanayi Devrimi, 19. yüzyılın başlarından itibaren dünyada önemli değişmelere yol açmıştır. Makineleşme ve makinelerin enerjiye olan ihtiyaçları dünya ekonomisine yeni bir dinamizm kazandırmış bu durum ülke ekonomilerin enerji politikalarını yeniden gözden geçirmelerine ve enerji kaynaklarına sahip olma isteklerine dönük tercihlerini etkilemiştir. Bu noktada önemli bir değişme de yüksek fırınların ve petrolün enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlamasıdır. Bu iki değişim dayanıklılık, hızlilik, fonksiyonelliğe yol açarak teknolojik gelişmeyi ve değişimi hızlandırmıştır. Fakat son yıllarda doğal kaynakların dengesiz kullanımı, yerel ve küresel çevresel sorunların meydana gelmesiyle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ile enerji verimliliği dikkat çekmeye başlamıştır. Mevcut enerji kaynaklarının çevre sorunlarının meydana gelmesinde etken olduğu düşünülürse, üretim esnasında ortaya çıkacak artık ve kirliliğin azaltılması ve önlenmesi için çevresel maliyetlerinde üretim maliyetlerine eklenmesi ve bunun milli gelir hesaplarına yansıtılması genel olarak zorunluluk arz etmektedir. Aynı zamanda fosil enerji kaynaklarının gelecekte tükeneceği dikkate alındığında da enerji politikaları, stratejilerinin ve yönetiminin gelecek perspektifte değişmesi gerektiği düşünülmektedir. Gelecekte üretim ve günlük yaşamda kullanılacak enerji kaynakları daha çevreci ve alternatif enerji kaynakları arzı belirlenirken emisyon salınımının dikkate alınması gerekmektedir. Dünyada karbon salınımının artması ile küresel ısınmanın ve iklim değişikliği gibi sorunların önlenmesi ve sıfır karbon yaklaşımı ile gelecekte doğal dengenin korunması zorunluluğu çevre dostu teknolojileri ve çevreci enerji kullanımını ön plana çıkarmaktadır.

Yapılan projeksiyonlar sonucunda fosil kaynaklı yakıt tüketimi içinde en fazla CO<sub>2</sub> emisyonuna sebep olan girdinin kömür olduğu ikinci sırada petrol geldiği, doğal gazın ortalama olarak kömür ve petrolün yarısı kadar emisyonuna sebep olduğu görülmektedir. Yeni politikalar senaryosunda kömür ve petrol, 2025 ve 2040 yıllarında birbirine çok yakın emisyonuna neden olacağı ve doğal gaz tüketiminin artacağı, cari politikalar senaryosunda ise üç fosil enerji kaynağının emisyon miktarı 2040 yılına kadar artacağı, en yüksek emisyon artışını doğal gazın sebep olacağı öngörülmektedir. Sürdürülebilir kalkınma hedefine göre ise kömür ve petrol kullanımının yarı yarıya azalacağı, doğal gazda emisyon miktarı ise 2040 yılında 2017 yılındaki düzeyine gerileyeceği tahmin edilmektedir. Cari politikalar senaryosu, iktisadi büyüme ile enerji kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonu arasında kuvvetli bir ilişki

olduğunu ortaya koymakta, 2040 yılında birincil enerji talebinde fosil yakıtların payının %60'a azalacağı tahmin edilirken emisyon trendleri iktisadi büyüme ile birlikte hareketi sözkonusu olacaktır.

Günümüzde ülkeler, gelir grupları açısından ortalama 1.593 kg kişi başına petrole eşdeğer enerji tüketiminin gerçekleştirildiği, bunun satın alma gücü paritesine göre ortalama 143\$ düzeyine denk geldiği, Yüksek gelir grubu ise ortalama 4.591 kg kişi başına petrole eşdeğer enerji tüketimini gerçekleştirdiği, satın alma gücü paritesine göre ortalama 123 \$ harcadığı görülmektedir. Yüksek gelir grubu haricindeki tüm alt gelir gruplarında satın alma gücü paritesine göre enerji daha pahalı düzeydedir. Öte yandan dünyada enerji tüketimi coğrafi dağılımı açısından dengesiz durumdadır. Kuzey yarımküredeki ülkeler enerjiyi yoğun olarak kullanmakta, Kuzey Amerika'nın kişi başına petrole eşdeğer enerji tüketimi ile dünyada ilk sırada yer aldığı, onu Avrupa ve Orta Asya Bölgesinin takip ettiği görülmektedir. Diğer bölgelerde ise enerji tüketimi düşük düzeydedir. Son 30 yıl içerisinde Brezilya ve Suudi Arabistan hariç diğer ekonomilerin enerji yoğunluğu ortalama olarak azalmaktadır. Her ne kadar fosil enerji kaynaklarının yoğunluğu azaltılmak istense de yenilenebilir enerji üretimi artış oranından daha yüksek bir artışa sahiptir. Ülkeler yenilenebilir enerji yatırımı ve üretimine yönelse de hala genel enerji üretimi içinde payı hala düşük düzeydedir.

Dünya ekonomisinde zaman içerisinde sürdürülebilir yeşil bir çevre ve kısıtları kapsamında iktisadi faaliyetlerin gerçekleştirilmesi önemli olacaktır. 2040' lı yılların sonunda Avrupa Birliği' nde, tamamen yeşil şehir uygulamasına başlanacağı ve uygulamanın zamanla tüm dünyaya yayılacağı öngörülmektedir. Birleşmiş Milletler, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda ana hedeflerden biri ise çevresel sürdürülebilirliği sağlamak olacaktır. Dünyada ve dolayısıyla Türkiye'de gelecekte teknoloji ve üretimin yapısı doğaya sıfır zararlar ve ekosistemle uyumlu bir biçimde olması beklenmektedir. Bu şekildeki uygulanacak standartlar, bu sürece hazır olanlar için bir rekabet avantajı sağlayacaktır. fakat bu rekabet avantajı süreklilik göstermeyeceğinden ekonomiler arasındaki gelişme farklılıkları zaman içinde kapanacağı öngörülmektedir. Yenilik teknolojilerinin temel özelliklerinden biri düşük enerji kullanımı ile istenilen sonuçlara ulaşılmasıdır. Bu süreç içerisinde alternatif enerji üretiminin az veya sıfır karbon emisyonu ile gerçekleşmesi maliyet unsuru olarak fiyata yansıtacak ve karbon emisyonunu önlemek için karbon vergisi uygulanabilecektir. Hatta istenilen emisyon kısıtlarını sağlayamayan ekonomilerin piyasada ek maliyetler ile karşılaşması muhtemel olacaktır.

## Kaynakça

- Frank, A. G. (2010). *Yeniden Doğu: Asya Çağında Küresel Ekonomi*, İmge Yayınevi, Ankara.
- Höök, M. and Tang X. (2013), “Depletion of Fossil Fuels and Anthropogenic Climate Change—A Review”, *Energy Policy*, 52, 797-809.
- İnan, İ., Akbulut İ. ve Aslan E. (2018). “Enerji Sorununun Çözümünde Yenilenemez ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri ve Önemi”, *Türk Dünyası Araştırmaları*, 120(237), 11-40.
- İnançlı, S. (2020). *Ulusal ve Uluslararası Boyutta Çevre Ekonomisi*, Seçkin Yayınları, Ankara.
- Kalkınma Bakanlığı (2014). *Enerji Güvenliği ve Verimliliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Ankara.
- Krämer, J. (2020). <https://www.fs-unep-centre.org/global-trends-in-renewable-energy-invest-ment-2020/>
- Özmen, A. (2014). “Notes to the Concept of Decentralization”, *European Scientific Journal*, 10(10), 415-424.
- REN21 (2020). *Renewables 2020 Global Status Report*.
- Sahu, S. K. ve Narayanan K. (2009). “Determinants of Energy Intensity: A Preliminary Investigation of Indian Manufacturing”, *MPRA Paper No 16606*.
- Salvatore, D. (2013). *International Economics*, Wiley, New Jersey.
- Seydioğulları, H. S. (2013). “Sürdürülebilir Kalkınma için Yenilenebilir Enerji”, *Planlama*, 23(1), 19-25.
- Seyidoğlu, H. (2003). *Uluslararası İktisat Teori Politika Uygulama*, Güzem Can Yayınları, İstanbul.
- Shell (2018). *Shell Scenarios Sky Meeting The Goals of The Paris Agreement*.
- Siddi, M. (2020). *The European Green Deal: Assessing Its Current State and Future Implementation*, Finnish Institute of International Affairs Working Paper 114. Helsinki.
- Stjepanović, Sç Tomić D. and Skare M. (2017). “A New Approach to Measuring Green GDP: A Cross-Country Analysis”, *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 4(4), 574-590.
- UN (1987). *Our Common Future*.
- UNDP (2016). *From the MDGs to Sustainable Development for All Lessons from 15 Years of Practice*.
- Ünsal, E. M. (2009). *Makro İktisat*, İmaj Yayıncılık, Ankara.
- WHO (2015). *Health in 2015: From MDGs, Millennium Development Goals to SDGs, Sustainable Development Goals*.
- Wu, J. ve Wu T. (2010). “Green GDP”, *Berkshire Encyclopedia of Sustainability*, Vol. II – The Business of Sustainability. Berkshire Publishing, Great Barrington.
- Zou, C., Zhao Q., Zhang G. ve Xiong B. (2016). “Energy Revolution: From a Fossil Energy Era to A New Energy Era”, *Natural Gas Industry B*, 3(1), 1-11.
- BP (2020). *BP Energy Outlook 2020* : <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html>.  
<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators/Type/TABLE/preview/> on

<https://data.worldbank.org/indicator/EG.EGY.PRIM.PP.KD?view=chart>  
<https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.ZS?end=2019&start=1971>  
<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html>  
<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>  
<https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>  
IEA (2020). World Energy Investment 2020.  
IEA (2018), World Energy Outlook 2018.