

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSADİ GELİŞME VE ULUSLARARASI İKTİSAT BİLİM DALI**

**EKONOMİK BÜYÜME, ENERJİ TÜKETİMİ VE KARBONDİOKSİT EMİSYONU
ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

ENES EYLİK

DANIŞMAN: PROF. DR. DOĞAN UYSAL



MANİSA 2023

Ekonomik Büyüme, Karbondioksit Emisyonu ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği

Danışman: Prof. Dr. Doğan UYSAL

İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi
İktisadi Gelişme Ve Uluslararası İktisat

Enes Eylik
Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

Bu tezde, Türkiye’de 1990-2019 yılları arasındaki verileri kullanılarak, ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Bu çalışmada literatürdekilerden farklı olarak, kullanılan veri setindeki enerji tüketimi, kişi başına petrol tüketimi (TEP) olarak alınmış ve ekonometrik analizler uygulanmıştır.

Verilerin uygulanacak test sonuçlarında hataya sebep olmaması için ilk olarak durağanlığının kontrolü için ADF ve PP birim kök testleri uygulanmıştır. Karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi kavramları arasında bir nedenselliğin olup olmadığını Granger Nedensellik Testi uygulanarak analiz edilmiştir.

Çalışmada kullanılan yıllık veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve World Bank sitelerinden alınmış ve E-Views 10 programı kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda ise Türkiye’de sadece enerji tüketiminden karbondioksit emisyonuna tek yönlü bir ilişki bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu, Granger Nedensellik.

ABSTRACT

In this thesis, the causality relationship between economic growth, carbon dioxide emissions and energy consumption in Turkey was examined using the data between 1990-2019. In this study, unlike those in the literature, the energy consumption in the data set used was taken as per capita oil consumption and econometric analyzes were applied.

First of all, ADF and PP unit root tests were applied to control the stationarity of the data in order not to cause errors in the test results to be applied. Whether there is a causality between the concepts of carbon dioxide emission, economic growth and energy consumption was analyzed by applying the Granger Causality Test.

The annual data used in the study were taken from the Turkish Statistical Institute (TUIK) and World Bank sites and the EViews 10 program was used. As a result of the analysis, a unidirectional relationship was found only from energy consumption to carbon dioxide emissions in Turkey.

Keywords: Economic Growth, Energy Consumption, Carbon Dioxide Emission, Granger Causality.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Doğan UYSAL' a, bilgi ve tecrübesi ile lisansüstü öğrenim hayatımın tüm zorlu aşamalarında maddi manevi her yönden yardımcı olan, tecrübeleri ile beni aydınlatan ve desteğini hiç eksik etmeyen, kendisini tanımaktan büyük onur duyduğum sevgili hocam Sayın Dr. Can KARABIYIK' a ve Arş. Grv. Bünyamin ÖZKÜR'e öğrenim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen ve hep yanımda olan aileme yürekten teşekkür ederim.



TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İktisadi gelişme ve uluslararası iktisat Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

AD SOYAD

Enes EYLİK



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
TAAHHÜTNAME.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VII
TABLO VE ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
GİRİŞ	1
Bölüm I	3
Ekonomik Büyüme Ve Ekonomik Büyüme Modelleri.....	3
1.Ekonomik Büyüme Tanımı ve Ekonomik Büyüme Modelleri	3
1.1 Ekonomik Büyümeyi Etkileyen Unsurlar	4
1.1.1.İşgücü.....	4
1.1.2 Sermaye	5
1.1.3 Doğal Kaynaklar	6
1.1.4 Teknolojik Gelişmeler	6
1.2 Ekonomik Büyüme Modelleri	8
1.2.1 Merkantilist.....	9
1.2.2 Fizyokrasi	10
1.2.3 Klasik Büyüme Modeli.....	11
1.2.3.1 Thomas R. Malthus İktisadi Büyüme Modeli.....	12
1.2.3.2 David Richardo Büyüme Modeli	12
1.2.3.3 Marxist Büyüme Modeli	14
1.2.3.4 Keynes Büyüme Modeli	15
1.2.3.5 Schumpeter Büyüme Modeli	16
1.2.4 Dışsal Büyüme Modelleri.....	17
1.2.4.1 Harrod- Domar Büyüme Modeli	18
1.2.4.2 Solow Büyüme Modeli.....	19
1.2.5 İçsel Büyüme Modeli	20
Bölüm II	24
Enerji, Karbondioksit Tanımı Ve Karbondioksit Emisyonu Anlaşmaları.	24
2 Enerji Tanımı ve Enerji Türleri.....	24
2.1 Enerji Türleri	24
2.2 Yenilenemez Enerji Kaynakları	25
2.2.1 Petrol.....	26
2.2.2 Kömür.....	28
2.2.3 Doğalgaz.....	30
2.2.4 Nükleer Enerji	32
2.3 Yenilenebilir Enerji Kaynakları	34
2.3.1 Güneş Enerjisi.....	36
2.3.2 Hidroelektrik Enerji.....	37
2.3.3 Rüzgar Enerjisi.....	40
2.3.4 Biyokütle Enerjisi	43
2.3.5 Jeotermal Enerji	44
2.3.6 Okyanus Enerjisi.....	46
2.4 Türkiye Enerji, Emisyon ve Sözleşmeler.....	47
2.5 Karbondioksit Emisyon Kavramı Ve Yapılan Anlaşmalar	50
2.5.1 Stockholm Konferansı	51

2.5.2 Viyana Sözleşmesi Ve Montreal Protokolü	52
2.5.3 Rio De Janerio Konferansı	53
2.5.4 Kyoto Protokolü.....	54
2.5.5 Rio +20 Konferansı	55
2.5.6 COP21 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı.....	56
Bölüm III.....	57
Literatür Taraması, Veri Seti, Yöntem ve Analiz	57
Literatür Taraması	57
Yöntem ve Ampirik Çalışma.....	59
Sonuç	67
Kaynakça	69



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletler
BDT	Bağımsız Devletler Topluluğu
CO₂	Karbondiyoksit
EIA	Enerji Bilgi Yönetim İdaresi
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ET	Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi
GSYH	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
HES	Hidroelektrik Santral
IMF	Uluslararası Para Fonu
IPCC	Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
TANAP	Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TWh	Terawatt Saat
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
WB	Dünya Bankası
Y	Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

TABLO VE ŞEKİLLER LİSTESİ

- Tablo 1. Ülkelerin Ar-Ge Çalışmalarının GSYH İçindeki Payları %, 2019
- Tablo 2. Başlıca Büyüme Teorileri
- Tablo 3. Petrol Rezervleri, 2020
- Tablo 4. Kömür Rezervleri, 2021
- Tablo 5. Doğalgaz Rezervleri, 2020
- Tablo 6. Türkiye'nin Kurulu Enerji Kaynakları, 2023
- Tablo 7. Ekonomik Büyüme, Emisyon ve Enerji Tüketimi İle İlgili Çalışmalar
- Tablo 8. Modeldeki Değişkenler
- Tablo 9. Serilerin Zaman Yolu Grafikleri
- Tablo 10. ADF ve PP Test Sonuçları
- Tablo 11. Optimal Gecikme Uzunluğu Bulunması
- Tablo 12. Granger Nedensellik Testi Sonuçları
- Şekil 1. Dünyadaki Gaz, Kömür ve Petrol Tüketimleri, 1965-2021
- Şekil 2. Ülkelerin Yıllık Petrol Tüketimleri, 1965-2021
- Şekil 3. Ülkelerin Kömür Tüketimi, 1965-2021
- Şekil 4. Bölgelerin Kömür Üretimi, 1981-2021
- Şekil 5. Ülkelerin Doğalgaz Tüketimi, 1965-2021
- Şekil 6. Ülkelerin Nükleer Enerji Üretimi, 1965-2021
- Şekil 7. Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Üretimi, 1965-2021
- Şekil 8. Ülkelerin Birincil Olarak Yenilebilir Enerji Kullanımı, 1965-2021
- Şekil 9. Ülkelerin Güneş Enerji Üretimi, 1983-2021
- Şekil 10. Ülkelerin Hidroelektrik Tüketimi, 1900-2021
- Şekil 11. Ülkelerin Hidroelektrik Üretimi, 1965-2021
- Şekil 12. Yıllara Göre Ülkelerin Rüzgar Enerjisi Üretimi, 1978- 2021
- Şekil 13. Yıllara Göre Ülkelerin Biyokütle Enerjisi Üretimi, 1990-2020
- Şekil 14. Dünyadaki Toplam Kurulu Jeotermal Kapasitesi, 2011-2021
- Şekil 15. Dünyadaki Kurulu Okyanus Enerjisi Kapasitesi, 2011-2021

Şekil 16. Toplam ve Kişi Başı Sera Gazı Emisyonu, 1990-2020



Giriş

Ekonomik büyüme, ülkelerin uyguladıkları politikaların hedefleri arasında yer almaktadır. İçinde bulunduğumuz yüzyıl itibarıyla küreselleşmenin etkisinin iyice yaygınlaştığı dünyada, üretimini ve ihracat rakamlarını artırmak için yabancı yatırımların ülkeye girmesini sağlayarak veya çeşitli ekonomik politikaların uygulanmasıyla ülkeler, ekonomik büyüme hedeflerine ulaşmaya çalışmaktadırlar. Büyüyen ekonomilerle birlikte enerji talebinin artmasıyla, artan enerji talebini karşılamak üzere ülkelerde önemsiz ve düzensiz enerji üretimi yapılmaya başlamıştır. Böylelikle ekonomik büyüme hedeflerini yakalamak isteyen ülkeler iklim sorunları, küresel ısınmayı, gürültü kirliliği gibi çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir.

Kar maksimizasyonu sağlamak için gelen yatırımcılar, üretim yapacakları ülkede elverişli ortamın olması, üretim maliyetlerinin minimum olması, hammadde ve enerji fiyatlarının ucuz olması gibi etkenleri dikkate almaktadırlar. Bu bağlamda ekonomik büyüme ve ülke refah seviyesini yükselmesine neden olan yatırımcılar, kullandıkları ucuz ve çevre dostu olmayan enerji tüketimi ve düzensiz insan göç sorunlarına getirip, çevresel sorunları ve karbondioksit salınımını da artırmasına sebep olmuştur.

Hızla gelişen ülkelerin artık yeni sorunu olan iklim değişikliği ve küresel ısınma gelecek nesillerimiz için tehdit teşkil etmeye başlamıştır. Dünya ise bu konuyu ele alan toplantılardan olan “ Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli Raporu (IPCC)” küresel anlamda sıcaklık değişikliğinin olduğunu ve bunu sera gazıyla bir ilişki halinde olduğunu ortaya koymuşlardır. IPCC (2007)’ e göre küresel ısınmadaki 1.1 ile 6.4 derecelik bir artış 2100 yılına kadar deniz seviyesinde 16.5 ile 53.8 cm. yükselişe sebep olacaktır (IPCC, 2007). Gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkeler çevresel sorunları ikinci planda tutmaktadır ancak gelişmiş ülkeler çevresel sorunlar için çeşitli önlemler almaya çalışmışlardır. Bunlardan ilki olan 1997 de imzalanan Kyoto Protokol’dür. Bu anlaşmada karbon salınımını o yıllardaki seviyelerin en az %5 altına çekmeye çalışmışlardır. Kyoto Protokolünden sonra da birçok uluslararası anlaşma ve sözleşmeler gerçekleştirmiştir. Ancak anlaşmalara ve uygulanan politikalara rağmen iklim değişikliğine yol açan en önemli faktör olan karbondioksit salınımı artmaya devam etmektedir. Gelecek yıllardaki nesiller için büyüme, iklim değişikliği ve enerji tüketimleri arasındaki dengeyi sağlamak gerekmektedir.

Bu çalışmada ilk bölümde ekonomik büyüme kavramı üzerinde durulmuş, ekonomik büyümeyi etkileyen unsurlar ve ekonomik büyüme teorilerinden bahsedilmiştir. Devamında yenilenemez

ve yenilenebilir enerji kaynaklarından bahsedilmiş ve dünyada ne kadar bu kaynakların üretildiği ve tüketildiği bilgileri verilmiştir. İkinci bölümde ise karbon emisyonu, uluslararası iklim sözleşmeleri açıklanmıştır. Devamında Türkiye'nin enerji, emisyon ve iklim sözleşmelerinde duruşlarından bahsedilmiş ve Türkiye'nin enerji politikaları üzerinde durulmuştur. Üçüncü bölümde ise literatür taramasına yer verilmiş, araştırma konusu olan Türkiye için karbondioksit salınımı, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi verileri sunulmuştur. Üçüncü kısmın sonunda ise yapılan ampirik çalışma uygulanmış ve çıkan sonuçlar doğrultusunda hükümetin politika önerileri ve tavsiyeler sunulmuştur.



BÖLÜM I

Ekonomik Büyüme ve Ekonomik Büyüme Modelleri

1. Ekonomik Büyüme Tanımı ve Ekonomik Büyüme Modelleri

Ekonomik büyüme kavramı gerek devletler, gerek araştırmacılar için önemli bir yere sahiptir ve bu konuda çok sayıda araştırma mevcuttur. Ekonomik büyümenin tarihsel gelişimine kısaca baktığımızda Sanayi Devrimi'ne kadar ülkeler arasında fark olsa bile, ülkeler tarım ağırlıklı veya küreselleşme yaygın olmadığı için iç piyasa koşullarına göre üretip tüketmişlerdir. İngiltere'de başlayan Sanayi Devrimi sonrasında ülkeler arası üretim farkı yaratan teknoloji ürünleri piyasaya girmesiyle sanayileşen ülkeler yüksek büyüme oranlarına ulaşp dünyada ekonomiler arası dengesizliğe yol açmışlardır.

Ekonomik büyüme, belli bir ekonomide, belli bir dönemde üretilen mal ve hizmetlerin toplam değerindeki artışın (GSYH), bir önceki dönemin GSYH artışından daha yüksek olma durumudur. Bu tanıma dayanarak “Gayri Safi Yurt İçi Hasıla” söz konusu olan ülke toprak sınırı içerisindeki ekonomide, belli dönemlerdeki üretilen tüm nihai malların ekonomik değerlerinin toplamı olarak tanımlanır (Turan, 2008, s.11). GSYH hesaplanırken ve yorumlanırken Reel ve Nominal kavramları dikkate alınmalıdır. Çünkü GSYH genel tanımında ürünlerin değerlerinin toplamı olarak tanımlanmıştır. Ürün toplamındaki değer artışı iki farklı biçimde gerçekleşir. İlki o dönem aralığında ürün fiyatının, ürün üretiminden daha fazla artmasıyla GSYH ‘yı artırmasıdır. Bu şekilde artan GSYH’ ya Nominal GSYH denilmektedir. Nominal GSYH hesaplamaları bize sağlıklı bilgiler vermez çünkü fiyatlar üzerinden artan büyüme oranı ülkedeki enflasyon gibi ekonomik sorunların getirisi olabilmektedir. İkincisi ise fiyat değişimlerinden arındırılmış olan Reel GSYH ‘tır. Reel GSYH ise belirli dönemdeki üretilen nihai malların temel bir yıl baz alarak, baz yılın fiyatlarıyla değerlendirilmesidir. (Ünsal, 2016, s.3-4). Baz yılı genellikle 100 değerini alır. Türkiye’de ekonomik değerler hesaplanırken ise 2009 yılı baz yılı kabul edilmektedir. Reel GSYH bulmak için deflatör kullanılması gerekmektedir. Bu açıklamalara göre ekonomik büyüme hızı kavramını aşağıdaki gibi formülleştirebilir.

$$G_t = \frac{\text{Reel GSYH}_t - \text{Reel GSYH}_{t-1}}{\text{Reel GSYH}_{t-1}}$$

Her ekonomik kavramda olduğu gibi ekonomik büyümede de sürdürülebilirlik gereklidir. Ülke içindeki kaynakların verimli ve düzgün kullanarak sürekli GSYH artması ülkenin sürdürebilir ve refah seviyesinin arttığı anlamına gelmektedir. Azgelişmiş ülkelerde iktisadi büyümenin amacı, geleneksel ekonominin ürettiği basit ürünler ve kullanılan basit tekniklerin yerine daha çok teknolojiye dayalı üretim yöntemine ve daha değerli ürün üretimine geçişini sağlamaktır. Temel amaç üretimi artırıp bununla birlikte daha değerli ürünlerin üretimini sağlamaktır. Azgelişmiş ülkeler için bu üretimin artışındaki amaç “uzun dönem” olurken, gelişmiş ülkelerde “kısa dönem” sorunu olmaktadır. (Savaş, 1994, s.41-42). Gelişmiş ülkeler ise, ekonomik büyümenin üç temel amacı aşağıdaki gibidir; (Özgüven, 1988, s. 88)

1. Yeni ürünler ve yeni teknolojik araçlar bulmak
2. Üretimde yeni yöntemler üretilip bunları kullanmak
3. Hem iç hem de dış pazara üretim yapıp yeni ürünleri bulup öncü ülke konumunda olmaktır.

1.1. Ekonomik Büyümeyi Etkileyen Unsurlar

Uzun dönemde büyüme oranının artışını etkileyen dört temel unsur bulunmaktadır. Bunlar, işgücü, sermaye, doğal kaynaklar ve teknolojik gelişmelerdir. Bu faktörleri etkin ve akılcı olarak kullanarak üretimi ve ülke içindeki refah seviyesini bir üst seviyeye çıkarabilir. Dijitalleşen ve küreselleşen dünyamızda teknoloji unsurunu daha etkin kullanmak gerekmektedir. Bu fonksiyonlardan sadece bir tanesini artırmak üretim miktarı adına bir etki sağlamamaktadır. Bu duruma azalan verimler yasalar teorisi denilmektedir. Azalan verimler yasalar teorisine göre, üretim için en az iki üretim fonksiyonu gerekmektedir. Üretim yapabilmek için bu fonksiyonların ikisini de en etkin biçimde artırmak gerekmektedir.

1.1.1. İş Gücü

Bir diğer adıyla beşeri kaynaklar, birçok ekonomist tarafından en önemli üretim fonksiyonu olduğu görüşündedir. Nüfus artışı hem ülkedeki tüketimi artırırken bir yandan da iş gücünü de etkilemektedir. Ancak nüfus artışının büyümeye etkisi birçok makale ve ekonomist tarafından incelenmiş ve nüfus ile büyüme arasındaki ilişki tartışma söz konusu olmuştur. Ünlü ekonomist

Malthus'un Nüfus Teorisine (1789) göre, nüfustaki artışın, üretimdeki artıştan daha düşük olacağına ve azalan verimler yasasının işleyip ülke refah seviyesinin düşmesine neden olacağını savunurken, İngiliz ekonomist Godwin, nüfustaki artışın ülke içi refah ve büyümeye yol açacağını savunmuştur (Malthus, 1789, s.56).

Ülkeler gelişmişlik seviyesi atladıkça nüfus artışının önüne geçmektedirler. Çünkü gelişmiş ülkeler katma değeri yüksek mallara sahip olmak ve bu malların üretimi için nitelikli iş gücü yetiştirmeye amaçlamaktadırlar. Nitelikli iş gücüne sahip olabilmek için daha çok emek yerine sermaye ağırlıklı yatırım yapmaktadırlar. Adam Smith beşeri sermaye konusunda da nitelikli iş gücü kavramına dikkat çekip, yetenekli insanların topluma çok fazla değer katacağını söylemiştir. İş gücündeki kalifiyeli ve kalifiyesiz olarak ücret farkı olması gerektiğini söylemiş ve en doğru yatırımın insana olan yatırım olduğunu savunmuştur (Marshal, 1980).

Dünya, sanayi devriminden sonra doğum oranlarını artırıp, ölüm oranlarını düşmeye başlamaktadır. Gelişen teknoloji ve sağlık hizmetleri sayesinde ölüm oranlarının önüne geçmeye başlanmıştır. Gelişen ülkeler nitelikli iş gücünü sağlamak amacıyla doğum oranının önüne geçerek katma değerli ürünleri dünya pazarına sunmaktadırlar. Gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkeler içinde niteliksiz iş gücü sayısını artırarak daha az katma değer ürünleri üretip büyümeyi artırmaya çalışmaktadırlar.

1.1.2. Sermaye

Sermaye birikimi ve bu sermayeyi doğru ve verimli kullanım stratejileri ülkeler arasındaki ekonomik gelişmişlik düzeyini etkileyen ana unsurdur. Ekonomik büyüme için sermaye tanımı, üretimde kullanılmak üzere üretilmiş tüm fiziki araç ve gereçler olarak tanımlanır.

Ekonomiler tasarruf oranlarını artırıp, bu tasarrufları yatırıma dönüştürmek amaçlamaktadırlar. Ancak gelişmemiş veya gelişmekte olan ülkelerdeki tasarruf oranları çok düşük seviyede kalmaktadır. Bunun sebebi düşük gelir ile çalışan bireyler tüketim için harcama yapıp tasarrufa çok düşük pay bırakmalarıdır. Bundan dolayı ülkenin sermaye birikimine az katkı sağlamasına neden olmaktadır. Yeni ekonomik büyümeye başlamış bir ekonomide; zaten düşük olan tüketim düzeyini daha da düşürerek tasarrufu, dolayısıyla sermaye birikimini arttırmak imkânsız denecek kadar zordur. O bakımdan cari tüketimin kısılarak tasarrufların artırılması azgelişmiş ülkelerin gelişmesi için yaşamsal bir önem arz etmektedir(Karakayalı ve Dilber, 2013, s. 49). Kısacası artan nüfus karşısında yeni iş gücüne yeni istihdam sağlamak için sermayenin yatırımlara dönüştürülmesi hem üretimi hem de ekonomik büyümeyi artırmaktadır.

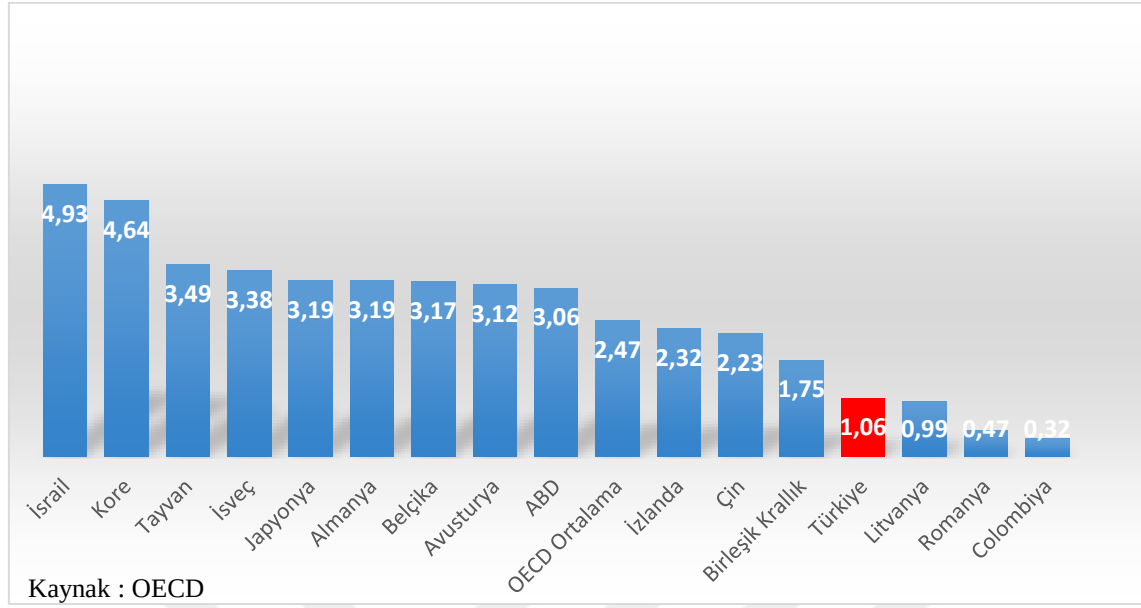
1.1.3. Doğal Kaynaklar

Doğal kaynaklar üretim için kullanıldıklarında ekonomik büyümeyi etkileyen unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu doğal kaynakları doğalgaz, petrol, iklim koşulları, çeşitli madenler, ormanlar gibi sıralamak mümkündür. İnsanın elinde olmayan bütün bu kaynaklar ülkelerin coğrafi mevkilerine göre farklılık göstermektedir. Doğal kaynaklar doğrultusunda baraj, tarım arazilerinin verimli kullanımı ve yeraltı madenleri çıkararak ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır (Mahrioğulları, 2009, s. 5). Doğal kaynak zenginliği ülkeler için avantaj sağlamaktadır ancak doğal kaynağı zengin olan ülkelere gelişmiş ülke sıfatı vermek doğru olmamaktadır. Bunun en büyük örneği olan Afrika ülkelerinde doğal kaynak zenginliği çok olmasına rağmen az gelişmiş ülkeler arasında yer alıp, Japonya'nın ise daha kısıtlı doğal kaynaklar IMF'in 2022 yılında yayınladığı rapora göre dünya ekonomilerinin ilk 5. Sırasında yer almaktadır (Türkiye Strateji ve Bütçe Başkanlığı, "Dünya Ekonomisinde Son Gelişmeler Bülteni 2022", Erişim 10 Ocak 2023).

1.1.4. Teknolojik Gelişmeler

Teknoloji çağı olarak da söylememizin mümkün olduğu 21.yy'da üretim faktörlerinde arasında olan teknoloji kavramı, ekonomik büyümeye diğer faktörlerden daha fazla katkı sağlamaktadır. Teknolojiyi üretime entegre ederek iki ana şekilde faydalanmaktayız. Birincisi, aynı üretim faktörleriyle teknoloji sayesinde daha fazla üretim sağlanabilir. İkincisi ise aynı üretim miktarını daha az üretim faktörü kullanarak sağlayabiliriz (Hepaktan, 2016, s.111). Teknoloji seviyesinin yüksek olması daha yüksek katma değerli ürünlerin üretilmesine olanak sağlar. Gelişmeye yeni başlayan ülkelerde teknoloji daha çok yabancı yatırımcılardan gelecek yatırımlar ile birlikte öğrenilmektedir. Know-how ve yabancı sermaye ile teknoloji gelişimi artırılır. Bununla birlikte ülkeler teknoloji seviyesini artırmak için ar-ge çalışmalarının üzerinde durmalı ve yatırımlar yapmalıdır.

Tablo 1: Ülkelerin Ar-Ge Çalışmalarının GSYH İçindeki Payları %, 2019



Tablo 1’de görüldüğü üzere gelişmiş ülkelerin teknoloji üzerinde doğrudan etkisi olan ar-ge çalışmalarına GSYH’nin yaklaşık %2 oranında ayrılığını görmekteyiz. Türkiye ise sadece %1’ini ayırabilmektedir. Teknoloji yatırımları aslında sermaye ile iç içedir. Yani sermaye yatırımı yaparken yeni teknolojiye uygun yatırımlar yapmak gerekmektedir. Böylelikle üretilen ürünler rekabete karşı güçlü ve piyasada tercih edilen ürünler olur.

Üç ana faktör yanında aslında arka planda kalan girişimci, hükümet ve uyguladıkları dış politikalar, coğrafi konum ve gelenek-göreneklerimiz de ekonomik büyümeyi etkilemektedir. Üç ana unsur ortamı müsait olsa bile girişimci olmadan üretim ve ekonomik büyüme sınırlı kalır. Üretim faktörlerini alıp en verimli şekilde kullanması için girişimcilerin önü açılmalı ve eğitimin kalitesi artırılarak yeni girişimciler yetiştirilmelidir. Ayrıca hükümetin uyguladıkları dış ticaret politikaları, vergi istisnaları ve indirimleri, üreticiye verdikleri destekleri ve ekonomik istikrarı sağlaması hem yeni gelecek üretici açısından hem de ülke içindeki üreticinin daha çok üretime katkı sağlamasını ve ekonomik büyümeyi artırmasında büyük önem arz etmektedir. Ekonomik büyüme, bütün faktörlerin istikrarlı ve dengeli bir şekilde artması halinde gerçekleşmektedir.

1.2. Ekonomik Büyüme Modelleri

Geçmiş tarihten bu güne kadar her iktisat okulu kendi yöntemleriyle, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyüme faktörlerini ve kullanılan faktörlerin neye göre arttığını veya azaldığını araştırmış ve matematiksel bir yöntemle bunları formül hale getirmeye çalışmıştır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ise ekonomik büyümeyi sağlamak için bu analizleri politika hedefleri haline getirmişlerdir. Farklı iktisat okullarının, ekonomik büyüme kavramını farklı şekilde tanımlanmış ve bu tanımlar günümüze kadar gelmiştir. İlk olarak ekonomik büyümeyi nicelik artışı olarak tanımlayan iktisatçılar günümüze geldiğinde niceliğin yanında niteliğinde ekonomik büyümeye eklemişlerdir. Özellikle “sanayi devrimi” dönemi boyunca yalnızca üretim miktarındaki artışa bakılmakta, buna bağlı olarak üretimi artırmak için sadece üretim faktörlerindeki iş gücü, sermayeyi artırmaya yönelik politikalar kullanılmaktaydı. Günümüzde geçerliliği devam eden politikalarda ise, ekonomik büyümeyle birlikte artık ekonomik refahı artıracak gelir dağılımı, adalet eşitliği, sağlık, eğitim, sendikacılık, insan hakları gibi konulardaki eşitliği sağlamak için politikalar kullanılmaktadır (Berber, 2006, s. 6). Farklı dönemlerde yapılan ekonomik büyüme tanımlarını aşağıdaki tablodaki gibi özetlememiz mümkündür.

Tablo 2: Başlıca Büyüme Teorileri

Büyüme Teorileri	Büyüme Kaynakları	Büyümenin Özellikleri
Klasik Büyüme Teorileri Adam Smith (1776) David Ricardo (1817) Thomas R. Malthus (1799)	İşbölümü Artık Değerin yatırıma dönüşmesi Artık Değerin yatırıma dönüşmesi	Sınırlı büyüme, Tarımda AVK nedeniyle sınırlı büyüme, Nüfus kanunu nedeniyle sınırlı büyüme.
John M.Keynes (1930)	Talep ve tüketim ağırlıklı model oluşturmuştur.	Beşeri sermayeyi ve teknolojiyi modelinde ihmal etmiştir. Eksik istihdamda ekonomik dengeye gelineceğini belirtmiştir.
Karl Marks (1867)	Sermaye Birikimi	Kapitalist süreçte kâr oranlarının düşmesi nedeniyle sınırlı büyüme.
Joseph A.Schumpeter(1911- 1939)	Yenilikler	Kararsız büyüme, Kararsız denge.

Post-Keynezyen Büyüme Mod. Roy F. Harrod (1939) Evsey Domar (1946)	Tasarruf ve yatırımlar	Kararsız Denge.
Neoklasik Büyüme Modeli (Dışsal Büyüme Modeli) Robert Solow (1956)	Dışsal olduğu kabul edilen nüfus ve teknolojik gelişme	Teknolojik gelişmenin yokluğu nedeniyle geçici büyüme.
Roma Kulübü Modelleri Dennis Meadows (1972)	Doğal Kaynaklar ve Çevre Korunması	Nüfus patlaması, çevre kirliliği ve enerji tüketimi nedeniyle sorunlu büyüme.
Yeni Büyüme Teorileri (İçsel Büyüme Teorileri) Paul Romer (1986) Robert Lucas (1998) Robert Barro (1990)	Fiziki sermaye, beşeri sermaye, teknoloji, kamu sermayesi ve mali araçlar	Büyümenin içsel olması, devletin yenilenmesi ve tarihsel gelişimin dikkate alınması.
Sanayi Bölgeleri Modeli Giacomo Becattini (1991)	Sınaî ve mahalli örgütlenme şekli	Büyümenin bölgesel dengesizliğinin açıklanması.

Kaynak: Berber,2006, s.52 direk olarak alınmıştır.

1.2.1. Merkantilist Ekonomik Büyüme Modeli

Merkantilizm 1450-1750 yılları arasında gerek devlet işleyiş biçimi olarak gerek ise ekonomik politikalar olarak geçerli olan düşünce akımına verilen addır. Bu akıma katkı sağlayan önemli merkantilistler Adam Smith, Montaigne, Petty, Colbert gibi isimlerdir. Batı Avrupa’da çıkan bu düşünce paraya verdikleri önemle tanınmaktadırlar. İhracatı artırarak, ithalatı mümkün olduğunda kısırarak ülke içine altın girişini artırmayı amaçlayan bir anlayış biçimidir. Maliyet düşürerek üretimin artırılması ve buna bağlı olarak ihracatın artması, sömürgeciliğin geliştirilmesi gibi nedenlerden dolayı nüfus artışı istemişlerdir.

Merkantilist düşüncüyü aşağıdaki gibi özetlememiz mümkündür (Aksu, 2013, s.19-20);

- Ülkeler ekonomik güçlerini stoklarındaki altın, gümüş gibi değerli madenlerle ölçmüşlerdir. Bu nedenle ülke içindeki değerli maden stokunu artırmak için dış ticarete belli ambargolar koymuşlardır. İhracatı maksimum seviyede tutup, ithalatı olabildiğinde en düşük seviyede tutmuşlardır.
- Üretim maliyeti olan emeğin fiyatını azaltmak için nüfus artışını istemişlerdir, çalışma zorunluluğu getirmişler hatta çocuk iş gücünden faydalanmışlardır.
- Yatırım için gerekli olan tasarruflar içinde yaptırımlar getirmiş ve ülke içi tasarrufları artırmaya çalışmışlardır.

- d. Sömürgecilik politikası kullanılmışlar ve ilk defa kolonileşme ve sömürgecilik meydana gelmiştir.
- e. Merkantilist görüşe göre tüccarların hedefi, sanayi ve ticareti zenginleştirmek, devlete göre hedef ise nüfus artışı ve ticaret için gerekli koşulları sağlamakla görevlendirilmiştir.
- f. İlk defa dünyadaki el işçiliği ile üretilen ürünlerin yerini fabrikasyona dönüştürerek seri üretimin ilk izlerini vermişlerdir. Serbest piyasa gelişmeye başlayıp ve devlet ikinci planda kalmıştır.
- g. Merkantilizmi bitiren ekonomik kriz Enflasyon 'dur. Fizyokrasi görüşünün de oluşmasını sağlamışlardır.

1.2.2. Fizyokrasi

Fransa'da merkantilist yaklaşıma tepki olarak çıkan bu akım ülke zenginliğinin yapılan ticaret ve para yerine, tarımı ön plana çıkarmış ve tarımdaki üretimi artırmaya çalışmışlardır. Merkantilizm akımı kapitalizm 'in ve gelişen mutlak monarşilerin ekonomik düşünce sisteminin örneği olmaktaydı. Fizyokrasi akımı ile ise, girişimci çiftçiyi, büyük ölçüde üretim yapacak tarımsal üreticiyi, ön plana çıkarmak isteyen, Fransız reformcularının öğretisi olmuştur (Karakayalı ve Dilber, 2013, s. 62). Liberalizmin öncüsü olan bu düşünce akımını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

- a. 1750'de meydana gelen bu düşünce akımının öncü iktisatçıları Roussev, ean Cladue Marie Vincent de Gournay, Dr. F. Quesnay gibi isimlerdir.
- b. Devletin tarafsızlığını savunup, iktisat bilimi için iz bırakan“ bırakınız yapsınlar, bırakınız geçsinler ” ilkesini savunmuşlardır (Dinler, 2009, s.317).
- c. Sadece dolaysız olarak vergi ve sadece tarım sektörünün vergilendirilmesini, diğer sektörler vergilendirirken daha masraflı olacağını düşünüp sanayi ve imalat gibi sektörlerden vergi almamışlardır (Bocutcuoğlu, 2012, s.35).
- d. Tarımın tek büyüme kaynağı olan sektör olduğunu düşünmüşler ve tarım ürünlerinin dış ticarete ucuza satılmasından dolayı tarım ürünlerinin dış ticarete daha değerli olmasını savunmuşlardır (Özgüven, 1988, s.3).
- e. Dr. F. Quesnay meydana getirdiği “ ekonomik tablo” sayesinde toplumu üç bölüme ayırdı. Birinci kısım toprak sahipleri, bu kısım toprak mülkiyeti sahip olan kısımdır. İkinci bölüm ise tarımda kiracı olan kişiler, bu kişiler asıl ekonomik katkıyı sağlayan ve üretim yapan bu sayede ülke ihtiyaçlarını karşılarlar. Son bölümde ise kısır sınıflar,

bunlar ise iki bölümün dışında kalan imalat ve sanayicilerden oluşmaktadırlar (Aksu, 2014, s. 355).

- f. Fayda kavramının üzerinde durmuşlardır ve faydayı ölçülebileceğini savunup toplam fayda sıfır ile marjinal faydanın maksimum olduğuna dair çalışmalar yapmışlardır.
- g. Klasik dönemden önceye kadar olan bu kısımda kısmen büyüme oranlarını yakalamış olsalar da hem istikrar hem de ülke içinde gelir eşitsizliği, sosyal refah gibi sorunların çözümlerini bulamamışlardır.

1.2.3. Klasik Büyüme Modeli

Merkantilist ve Fizyokrasi gibi düşünce okullarının büyümek için uyguladıkları politikalar olmasına rağmen bir model kurmamışlardır. 19. Yüzyıldan sonra buhar makinelerinin bulunması sonrası sanayi devrimi gerçekleşmiş ve seri üretim gibi kavramlar ortaya çıkmıştır. Adam Smith, David Richardo, Alfred Marshall gibi önemli iktisatçıların katkılarıyla artık daha modelli olarak ortaya çıkan ekonomik büyüme modeller kullanılmaya çalışılmıştır. Klasik ekonomi teorisi, ekonominin arz yönüne ağırlık vermiş bundan dolayı genel yaklaşımını arz yönlü öneriler çerçevesinde oluşturmuştur. (Eğilmez, 2004, s. 23). Klasik iktisadi yaklaşımda büyümeyi inceleyen ve iş bölümü gibi kavramlara dikkat çeken ilk iktisatçı Adam Smith olmuştur. Ülkede iş bölümü kavramını etkili olarak kullanarak ve her ülke kendi uzmanlık alanı olan ürünün üretiminde yoğunlaşarak büyüme oranlarını yükselteceğini savunmuştur (Bocutcuoğlu, 2012, s.65). Adam Smith hem verimliliğin artmasında hem de sermayenin artmasında iş bölümünün etkisi olduğunu söylemiştir. İş bölümü sayesinde verimliliğin artması, verimliliğin ise milli gelirdeki artışa sebep olması, milli gelirdeki artışın ise toplumdaki tüketim ve refah seviyesini artıracaklarını savunmuştur. Adam Smith'in iktisadi büyüme sürecini şu şekilde belirtmek mümkündür:

Fazla Kaynak → Düşük Sermaye Stoku → Yüksek Kâr Oranı → Sermaye Stoku Artışı → İşgücü Talebi Artışı → Ücret Hadleri Artışı → Sermaye Stoku ve Nüfusun Maksimuma Ulaşması → İKTİSADİ BÜYÜME (Berber, 2006, s. 58).

Bunların yanında ise devlet biraz daha piyasaya az müdahale etmektedir. Devletin iki görevi bulunduğu Smith büyüme modelinde, ilk görevi insanların genel ihtiyaçlarını karşılamak (güvenlik, sağlık, eğitim vs..) ve iş bölümünü uzmanlaştıran kamu yatırımları yapmaktır. Bir yandan da Adam Smith, dış ticarete de tam uzmanlaşmayı söylemektedir. Bu şekilde her ülke kendi ürünlerini ihracat edip, uzman olmadığı ürünleri dışarıdan ithal etmek zorunda olduğu “

Mutlak Üstünlük Teorisi” geçerli olduğunu görüşündedir. Ancak günümüzde gerek iç ve dış piyasalardaki koşulların, mutlak üstünlük teorisinin geçerli olduğu bir durum günümüzde mümkün olmamaktadır. Geçerliliği olmamasına rağmen Adam Smith bu modeliyle ilk kez ekonomik büyüme kavramını incelemiş ve ele almıştır (Acar, 2002, s.66).

1.2.3.1. Thomas R. Malthus İktisadi Büyüme Modeli

Malthus büyüme modelinde, büyümeyi iki ana faktörün arasındaki bağlantıyla tanımlamıştır. Bu faktörler gıda ürünleri ve nüfus artışıdır. Bu modelde, iki kavram arasındaki dengeyi sağlamağı amaçlamaktadır. Bu büyüme modelini 1798 yılında çıkardığı “Nüfusun İlkeleri Üzerine Bir Makele” ile bahsetmiştir (T.R.Malthus, An Essay on the Principles of Population, J.Johnson in St. Paul’s Church Yard, 1798). Ekonomik büyümenin gerçekleşebilmesi için nüfusun kontrol altına alınması, aksi taktirde nüfus artış oranının geometrik olarak arttığını, gıda ürünlerinin ise azalan verimler yasası neticesinde aritmetik olarak arttığını söylemiştir (Keller, 2010, s.415). Malthus kurduğu modelini nüfus üzerinde yorumlayarak milli gelirdeki artışın, sosyal refahtaki artışın nüfus oranlarını etkilediğini söylemiştir. İleriki yıllarda da gıda ürünlerinin nüfus sayısına yetmeyip açlık ve sefilliğin geleceğini savunmuştur. Geçen zaman ile birlikte Malthus’un tezinin doğruluğunun yitirmeye başladığını, hatta tam tersinin ortaya çıktığı görülmüştür. Ekonomiler hızlı bir şekilde büyüdü, yeni tarımsal alanların faaliyete geçti, gıda üretiminde yeni ve gelişmiş teknolojilerin kullanıldı ve tarımsal ürünler daha fazla üretildi. Tarımda ve sanayide yapılan buluşlarla, teknolojik gelişmelerin kullanıma geçmesiyle gıda ürünleri miktarında sağlanan artışın insan nüfusu artışını fazlasıyla geçtiği görüldü. Böylelikle Malthus ve teorisi tarihe karamsar olarak ismini yazdırmış oldu.(Eğilmez, 2018).

1.2.3.2. David Richardo Büyüme Modeli

David Richardo ekonomik büyümeyi açıklarken rant, kar ve ücretler üzerinde yoğunlaşmıştır (Kapucu, vd, 2010). Rant toprak sahiplerinin kazandıkları kazançlara verilen tanımdır. Rant, ücret ve karlar toplumlara ve durumlara göre farklılıklar göstermektedir. Azalan verimler yasasına dayanan bu modelde ilk başta toprağın verimliliğin daha fazla olacağı, dönemler geçtikte topraktaki verimin azalacağı hem de dönemler ilerledikçe bir topraktaki iş gücü sayısının artıp, gizli işsizlik de denilen durum meydana gelmesine sebep olmaktadır. Tarımda geçerli olan azalan verimler yasası nedeniyle artan nüfus ile birlikte doğal kaynakların kıt olmasından dolayı daha az verimli toprak miktarı olacağından piyasadaki fiyatlar yükselir ve rant karı artmaktadır (Divitçioğlu, 1982, s.66.) Ücretler ise kısa dönemde emeğin arz ve talebine

göre belirlenmekte uzun dönemde ise en az geçim düzeyinde sabit kalmaktadır. Bundan dolayı kısa dönem ücretlerine “Piyasa Ücreti”, uzun dönem ücretlerine ise “Doğal Ücret” denilmektedir. Ricardo’ya (Ricardo, 1997, s. 85-97) göre, ücretler, doğal düzeyine uyma eğilimindedir. Sermayedeki artış, emek talebinin yükselmesi doğrultusunda bir etki ediyor ise ve sermaye artışı artan ve devamlıysa, o zaman emeğe olan talep, insanların çoğalması için sürekli bir durum oluşturarak, nüfus artışı işçi miktarını artırarak piyasada gerçekleşen ücretlerin doğal seviyesine düşmesine neden olacaktır. Piyasa ücretleri uzun süre doğal ücretlerin üzerinde kaldığında, uzun dönemde, nüfus artacak ve artan işgücü arzı ücretlerin asgari düzeye inmesine yol açacaktır. Ücretleri arz talep mekanizması belirleyecektir. Eğer herhangi bir anda işgücü talebi işgücü arzından daha büyük olursa, ücretler asgari geçim düzeyinin üzerine çıkacaktır (Öztürk, 2010, s.5).

Karlar ise süreli azalan bir yapıdadır. Ekonomide ücretler ve rant gelirleri sürekli artar bir durumda olduğundan dolayı kar sürekli azalmaktadır. Richardo, artan rant ve ücretler karşısında bir süre sonra sifıra ineceğini ve ekonominin durgunluğa gideceğini söylemektedir (Richardo, 1997, s.100). Richardo modelinin geçerli olması için aşağıdaki durumlar geçerli olmalıdır (Özgüven, 1988, s.12).

- a. Ekonomi tam istihdam ve tam rekabet içinde olmalıdır.
- b. Tarımda azalan verimler yasası, sanayide ise artan verimler yasası geçerli olmalıdır.
- c. Ekonomi, toprak sahipleri, girişimciler ve işçiler olmak üzere üç sınıftan oluşmaktadır.
- d. Ücretler kısa dönemde fiyatların da belirlendiği gibi emeğin arz ve talebine göre, uzun dönemde ise en az geçim kaynağı olacak şekilde belirlenmektedir.
- e. Karlar artık bir değere sahip olup, yatırımlarla doğru orantılıdır.
- f. Ekonomide devlet müdahalesinin olmaması gerekmektedir.

Ricardo teoriminde üretim faktörü kavramı yoktur. Ricardo teorisindeki temel kavram sınıflar ve iktisadi artıktır. Bu yüzden de fiyatların oluşumuna hep bölüşüm yönlü incelemiştir. Marjinal ve yeni toprakların tarıma açılmasıyla, emeğin verimi düşmekte, toplumsal olarak verilmiş ücret sabit kalırken, ekonomideki genel kar haddini düşürmekte ve dolayısıyla rantın yükselmesine neden olmaktadır (Divitçioğlu, 1982, s. 66). Richardo ekonominin durağın olacağını söylemesine rağmen kötümser olarak nitelendirilse de yaptığı bu analiz sonrasında bir sonraki iktisat bilimin gelişmesinde önemli rol sahibi olmuştur.

1.2.3.3. Marxist Büyüme Modeli

Kapital Marxist ekonomik büyüme modelini geliştiren Karl Marx, bu modeli artık değer ve emek teorisiyle açıklamaktadır. Bu modele göre toplum, işçiler ve kapitalist olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Orta tabaka olan kısmın da giderek işçi sınıfına dönüşeceğini savunmuştur. Emek değer teorisi kısaca, bir ürünün üretim maliyetinin harcanan emeğe eşit olduğunu söylemiştir. Yani ürün için emek miktarı ne kadar az olursa üretim maliyetinin de az olup ürünün fiyatının düşük olacağını, emek miktarı ne kadar fazla olursa ise üretim maliyetinin artıp ürünün fiyatının yüksek olacağını söylemektedir. Artı değer ise emeğin sürekli verimliliğin artması ve üretime katkı bulunarak artı değer oluşturmalarıdır (Öztürk, 2010, s.10-11). Eğer bir işçi ve ailesi için gerekli gelir örneğin 5 saatlik çalışma süresine eşit ise, kapitalist, işçiye yalnızca 5 saatlik üretim değerine eşit ücret verecek, oysa bu işçinin 8 saat çalıştırılması ile elde edilen 3 saatlik değer fazlası kapitalist karı olacaktır (Karakayalı ve Dilber, 2013, s. 49). Buradaki 3 saatlik kar ise işçi kısmının artı değeri olarak açıklanır. Marxist büyüme modeli, ekonomik büyümeyi gerçekleştirmek için sermaye birikimi en önemli etkidir. Kapitalist sistemde ise sermayenin büyümesi için artık değerinde artması gerekmektedir. İşverenler artık değeri artırmak için ilk olarak ücretleri düşürmeyi ikinci olarak çalışma saatlerini artırmayı son olarak da emek verimliliğini artırma yollarını tercih etmektedirler. Kapitalist olarak artık değer artırılmasındaki orana Sömürülme oranı denilmektedir. Gelen sermaye birikimi ise yeni yatırımlara ve üretimlere yol açıp ekonomik büyümeyi gerçekleştireceğini söylemektedir. Gelişen sermaye ve yeni üretim teknikleri sayesinde emeğin verimi artar.

Karl Marx'ın ekonomik büyümeyi hesaplayabilmesi için 3 oran vardır. Kar oranı, Artı değer oranı ve Sermayenin Organik bileşimi oranı. Artık değer oranını kapitalist gücün emek üzerinden elde ettiği toplam artı değer (s) ile işçilere ödenen değişken sermaye (v) arasındaki oran olarak tanımlanır (Gürak, 2006, s.79).

Kar oranı (r), kapitalistlerin üretim yapmak için kullandıkları tüm sabit sermaye ile (c) emeğe yapılan ücret kısaca tüm değişken sermaye (v) arasındaki ilişkinin oranıdır(Aksu, 2014, s.361).

$k = s / c + v$ olarak hesaplanmaktadır.

Sermayenin organik bileşimi oranı (b), sabit sermayenin değişken sermayeye oranı olarak tanımlanır. Ayrıca bu oran makineleşme oranını da temsil etmektedir.

$b = c / v$ olarak hesaplanır.

Artı-değer oranı sabit olarak alındığı durumda, süreç içerisindeki teknolojik gelişmeler ve yeniliklerden kaynaklanan sermayenin organik bileşimi (c/v) ve kâr oranının düşmesine sebep olacaktır. Kâr oranı sıfır ulaştığında ise yeni yatırımlar yapılmayacak ve ekonomik buhran kaçınılmaz olacaktır (Gürak, 2006, s. 80). Artı değer oranı ile kar oranı arasında doğru, sermayenin bileşik oranı ile kar oranı arasında ters yönlü bir ilişki vardır.

1.2.3.4. Keynes Büyüme Modeli

Keynes'in bu modeli çıkartmasındaki amaç direkt olarak ekonomik büyüme olmamakta, Büyük Buhran (1929) ile ekonomik durgunluk içerisindeki sorunlarını çözmek üzerine çıkartmıştır(Özsağır, 2008, s.6). Keynes'e göre artık devletin müdahalesinin gerekli olduğunu savunmuştur. Modellerinde talep yönlü analizler gerçekleştirmiş, arz koşullarının talep ile birlikte artacağını söylemiştir. İlk olarak 1936 yılında “ Para, faiz ve istihdamın genel teorisi” adlı eserinde bahsettiği ekonomik modeli aşağıdaki gibi özetleyebiliriz (Gürak, 2006, s. 85-86).

1. Ekonomide istihdam ve gelir konularını etkileyen faktörlerin arz ile ilgi olmadığını ve talep ile ilgili olduğunu ve araştırmalarını talep koşulları üzerine analizler yapmıştır. Her talep kendi arzını oluşturur. Durgunluktan kurtulmak için de talebin genişlemesini ve bu yönde ekonomik politikalar yapılması gerektiğini savunmuştur.
2. Devlet müdahalesinin gerekli olduğunu savunmuştur. Devlet müdahalesiz ekonomi istikrarsız olacağını ileri sürmüştür. Ayrıca Keynes daha çok makroekonomik kavramlar üzerinde durmuş ve gelir, istihdam, dış ticaret gibi sorunlar üzerinde çalışmalar yapmıştır(Aksu, 2014, s. 363).
3. Tam istihdamın mümkün olmadığını savunur ancak istihdamın devlet müdahaleleriyle dengede durması gerektiğini söylemiştir.
4. Keynes'in modelinde, ne teknolojik yatırımlara ve getirdiği yeteneklere, ne de nitelikli beşeri sermayeye yer verilmiştir. Keynes için, kısa ve uzun dönem dengesi pek önem arz etmemekle birlikte, kısa dönemde de veri girdilerle yani veri teknoloji ve emekle eksik istihdamda durumunda ortaya çıkan dengeden, bu girdilerle tam istihdam durumunda ekonominin nasıl dengeye ulaşılacağını inceler.

Keynes ekonomik sorun üzerine yayınladığı ve kurduğu modeli aşağıdaki gibi şema oluşturabiliriz.



Keynes, kısa dönem ve statik olarak incelediği bu model Harrod- Dumar, Solow gibi ekonomistlerin öncüsü olmuştur.

1.2.3.5. Schumpeter Büyüme Modeli

Schumpeter yaptığı ekonomik modelde büyümenin temel etkenlerini girişimci ve yenilikçilik olduğunu söylemiştir. Schumpeter' in bu yaklaşımı günümüz yüzyılında da geçerliliğini koruduğunu söylememiz mümkündür. Teknolojinin hızla gelişmesiyle yeni üretim kombinasyonları ve yenilikçi ürünler zamanla piyasanın sahibi olmaktadırlar. Rekabetçi bir konumda olmak için de yenilik kavramına önem vermeniz gerektiğini söyleyen Schumpeter, ekonomik büyümeyi şu ana kadar yapılan büyüme modellerinden farklı bir bakış açısıyla incelemiştir (Schumpeter, 1970, s. 83).

Schumpeter yeniliği, üretimde kullanılmak üzere yeni üretim kombinasyonlarının bulunması ya da ekonomide var olan üretim faktörlerinin kullanımda olandan daha farklı olarak kullanılması olarak tanımlanabilir. Bu farklılıklar yapılırken, yeni kombinasyonların gereksinim duyduğu üretim faktörlerinin daha önce mevcut olan ve kullanıldığı üretim alanlarından kaldırılması gerekir. Unutmamak gerekir ki; Schumpeter, girişimcilerin yenilik işlevini tanımlarken sadece yaptıkları yeniliklerle ekonomik yapıda radikal değişimleri açığa çıkaran öncü girişimcileri kapsamaktadır (Schumpeter, 1997, s. 100-101; Demir, 1995, s. 163). Sosyal refahın ve ekonomik büyümenin en önemli etkeni olan yenilikçi kavramını doğru şekilde kullanarak rekabet koşullarına ayak uydurmak gerekmektedir. Yenilikçi ürünler bir an önce ekonomiye kazandırılmalı ve ülke ekonomisine katkı sağlamalıdır. Bundan dolayı icatlar ve bunları bulan bilim insanları yenilikçi veya girişimci olamamaktadırlar. Schumpeter yenilik türlerini şu şekilde sıralamaktadır (Dilber, 2013, s. 76):

- 1- Piyasaya yeni veya türü geliştirilmiş bir ürünün sunulması,
- 2- Emek veya sermayeden tasarruf sağlayan yeni bir üretim yönteminin kullanılması
- 3- Yeni bir hammadde veya yarı ürünün bulunması

- 4- Yeni bir pazarın açılması
- 5- Sanayi kesiminin yeniden örgütlenmesi.

Üretime yoğunlaşan önceki modellerden farklı olarak para, banka ve kredi gibi etkenlerin uzun dönemde ekonomik büyümeyi etkilediğini söylemiştir (Aksu, 2014, s.365). Girişimcilerin para ihtiyaçlarını bu finansman kaynakları sayesinde sağlanıp, sadece bir proje olarak fikirlerin bulunması yeterli olmaktadır. Schumpeter' e göre yeni yatırımların yapılması tam istihdam haline olan eski üretim alanlarından çekilerek mümkün olacaktır. Bunun sonucunda oluşan durumda ekonomik dengesizlikler ortaya çıkacaktır. Bunun sonucunda ekonomideki mevcut denge durumu bozulmakta ve genişleyici dinamik bir dönem başlamaktadır. Schumpeter' e göre bu süreç bir süre sonra yeni bir dengenin oluşması ile sonlanmaktadır (Kromphardt, 2013, s. 47,48). Bu sürece yaratıcı yıkım süreci denilmekte ve yeni üretim alanlarının eskinin yerini almasıyla bu süreç tamamlanmaktadır. Yaratıcı yıkım süreci olarak isimlendirilen bu süreçte, verimlilik kazançlarını etkinleştirilmesi ve ekonomi için sadece kantitatif değil kalitatif kazanımları da içermesi nedeniyle ekonomik gelişmenin başlıca etkenlerinden birini oluşturmaktadır. Bu nedenle, rekabet gücünü kaybeden iş modellerinin kamusal politikalarla desteklenerek ayakta tutulmaya çalışılması yoluyla, yaratıcı yıkım sürecinin işleyişinin engellenmesi şeklindeki uygulamaların, uzun vadede ekonomik büyümeye zarar dahi verebileceğini düşünerek davranmak gerekmektedir (Körner, 2009: 524). Sistemdeki sürekli değişimlerin net sonucu, kapitalizmin yerini yavaş yavaş bir başka sistemin almasıdır. Schumpeter, kapitalizmin, Sosyalizm ve Demokrasi (1942) isimli kitabında bu süreci canlı bir şekilde anlatmakta ve kapitalizmin yerini bir çeşit sosyalizmin alacağını söylemektedir. (Dilber, 2013, s.78).

1.2.4. Dışsal Ekonomik Büyüme Modelleri

Yukarıdaki ekonomik teorileri sonradan geliştirilen modellere öncülük sağlamaktadır. Ancak klasik büyüme modellerinde bir dinamik yapı söz konusu olmamaktadır. Dışsal ekonomik modellerle birlikte artık daha dinamik bir yapıya sahip olan modelleri incelemek mümkündür. Dışsal ekonomik modeller Harrod-Domar ve Solow olmak üzere iki çalışma mevcuttur. Dışsal modellerde ekonomik büyümeyi emek ve sermayedeki artışa bağlayarak bu sistemin dışında otomatikman belirlenen ve dışsal olarak nitelendirilen teknolojik gelişmeyi bu artışlara bağlamıştır. Bir diğer ifade ile teknolojik gelişmeler tüm iş gücü ve sermayeler üzerinde aynı etkiyi göstermektedir.

1.2.4.1. Harrod – Domar Büyüme Modeli

Keynes'in kısa dönem ve statik olarak incelediği modelinden yardımıla ekonomide uzun dönem ve dinamik büyüme sorunlarıyla ilgilenmişlerdir. İki farklı kişi tarafından incelenen bu modelde farklı kavramlar ile birlikte ekonomik kalkınma ve büyüme açıklansa da birbirlerini tamamlamaktadırlar. Domar'a göre üretimin kapasitesinin maksimum olması için ne kadar ülkeye ne kadar yatırım girişi olmalı sorusunun cevabını ararken Harrod ise gelir ile tasarruf arasındaki ilişkiyi incelemiştir (Kaynak, 2009, s.66). Ekonomi uzun dönemde tam istihdama ulaşip ulaşılmayacağını bulmaya çalışmaktadırlar. Bu modellerin birbirinden ayıran çarpan ve hızlandıran katsayılar olmaktadır. Domar modelinde çarpan mekanizması adı verilen harcamalardaki bir değişikliğin GSMH üzerindeki etkisinin ne kadar olacağını ölçerek modelinde kullanmıştır. Harrod ise hızlandıran katsayı sayesinde tüketim harcamalarındaki dönemsel ilişkiyi inceleyip, yatırım mallarına nasıl etki edeceğini belirleyip modelinde kullanmıştır. Modelin varsayımları aşağıdaki gibidir (Kaynak, 2009, s.71-72).

- Ekonomide tek mal mevcuttur.
- Ekonomide teknoloji gelişme yoktur.
- Ekonomide kamu harcamaları yok sayılmaktadır.
- Dışa kapalı ekonomi söz konusudur.
- Piyasada fiyatlar sabittir. Fiyatlar genel seviyesinde değişme söz konusu değildir.
- Girdiler arası ikame mevcut değildir yani birbirlerinin tamamlayıcıları olmaktadır.
- Ekonomide ölçeğe göre sabit getiri vardır.

Bu modelde büyüme oranını sermaye hasıla katsayısı ve tasarruf oranları ile büyüme oranı belirlenmektedir (Berber, 2006, s.52). Ekonomik büyüme, sermaye hasıla katsayısı ile negatif, tasarruf oranıyla pozitif ilişki içinde olmaktadır. Bundan dolayı ekonomik büyüme için mutlaka tasarruf yapılmalı ve bu tasarrufların yatırımlara dönüşmesi şarttır. Domar- Harrod 'a göre ekonomik büyümeyi yatırımlar etkilediği görüşünde yani tasarruf katsayısının büyük olması ekonomik büyümenin de hızlanacağını savunmuştur. Bu çalışmalar yapıldıktan sonra birkaç yıl içinde eleştirilere maruz kalmıştır ve bu eleştirilerin bazılarını aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Berber, 2006, s.136-137; Aksu, 2014, s.368-369).

- Bu modellerde açıklanan tasarruf eğilimi, sermaye hasıla oranı gibi kavramların hesaplanması ve doğruluğunu eleştirilmiş ve güvenilirliğin kesinliği söz konusu olmuştur.

- Bu modellerde büyümenin artışı sağlayan etken sadece sermaye olarak kabul edilmiştir. Emek ve teknolojik gelişmeler bu hesaplamaların dışında bırakılmıştır.
- Hesaplamalar yapılırken kaynak aktarımının sıfır olduğu sabit sermaye hasıla oranı yanlış bir varsayım olmaktadır. Oysaki gerçek hayatta emek ile sermaye arasında bir kaynak aktarımı gerçekleşebilmektedir.
- Modelin en etkili eleştirisi ise gelişmiş ekonomilerin büyümesini açıklamakta yetersiz kalmasıdır.
- Son olarak ise modelde büyüme hesaplanırken sektörel bir ayırım söz konusu olmamaktadır. Bundan dolayı hesaplamalar yanlış çıkabilmektedir.

1.2.4.2. Solow Büyüme Modeli

1956 yılında Robert Solow tarafından geliştirilmiştir. Ayrıca bu model neo-klasik büyüme modeli olarak da adlandırılmaktadır. Neo-klasik modelde, sistemin kararlı denge haline nasıl ulaşacağını Solow'un modelinden yararlanarak açıklayabiliriz (Karakayalı, Dilber, 2013, s.92). Modeli oluşturan iki kısım vardır. İlk kısım hane halkından oluşmaktadır ve emeği temsil etmektedirler. İkinci kısımda ise firmalar vardır. Solow büyüme, bir işçi başına düşen sermayeyle elde edilen hasıla olarak tanımlanır. Firmalar da ekonomide sermaye girdisini temsil etmektedir. Bu modelin temel varsayımları aşağıdakiler gibidir (Kibritçioğlu, 1998, s.215; Jones, 2001, s.18-19; Berber, 2006, s.142-143).

- Sermaye ve emek arasında ikame vardır ve sermaye faktöründe azalan verimler yasası geçerli olmaktadır.
- Ekonomide başlangıçta teknolojik gelişmenin olmadığı, ilerleyen dönemlerde de teknoloji faktörünün dışsal olarak kabul edip, teknolojiden herkesin aynı derecede fayda sağladığını söylemektedir.
- Modelde, nüfus ile işgücü doğru orantılıdır. Yani nüfus arttıkça işgücü de artmaktadır.
- Ölçeğe göre sabit getiri söz konusudur.
- Modelde ekonomide tek mal üretildiği ve dış ticaret ve devlet harcamaları sıfır olarak kabul edilmektedir.
- Tek sektörlü bir ekonomiyi ele alır.
- Tasarruf sahibi ve yatırımcılar aynı kişilerden oluşmaktadır.
- Devletin müdahalesini kısıtlı tutmak istemişlerdir.

Bu modelde direk olarak üretim fonksiyonu kullanmak yerine iş gücü başına düşen üretim fonksiyonu kullanılmaktadır. Bu bağlamda sermaye ve iş gücü arasında farklı bir bağlantı kurulmuştur ve aşağıdaki gibi gösterilmektedir. Solow üretim fonksiyonunu 4 temel değişken ile aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır (Solow, 1957, s.312).

$$Y(t) = F [K(t), A(t), L(t)]$$

t=Zaman

Y= Gelir

L = Emek

K= Sermaye

A= İşgücü

Ekonomi başlangıçta büyümeye başladığında, bir yere kadar istikrarlı bir şekilde büyür ve durur. Ekonomideki kişi başına sermaye ne kadar hızlı büyürse, ekonomik büyüme ve kişi başına gelir de kadar hızlı şekilde büyüme gösterecektir (Parasız, 2003, s.131). Durma noktasından sonra ekonomi durağan büyüme noktasına girer. Bu durağan büyüme noktası da aslında ekonomide uzun dönem dengesini ifade etmiş olur. Durağan bir ekonomide ise iş gücü başına sermaye sıfır olmaktadır. Kısaca Solow modelinde işçi başına düşen sermaye miktarlarının üretimi artıracaklarını ve ekonomiyi büyüteceğini söylemiştir. Ekonomik büyüme hesaplanırken, sermaye ve işgücü artışlarından milli gelirin büyümesi çıkarılır. Geri kalan kısmı teknolojik gelişmeler sayesinde gerçekleştiğini söyler ve buna da toplam faktör verimliliği adı verilir. Eğer çıktıda meydana gelen artışın girdi de meydana gelen artış ise açıklanamayan bölümü varsa buna “Solow Artığı” denilmektedir. Solow’ un asıl amacı ise işçi başına düşen sermaye miktarındaki artıştan, ne kadarının teknolojik gelişmeden kaynaklandığını belirleyecek uygun bir yöntem bulmaktır (Karakayalı, Dilber, 2013, s.103).

1.2.5. İçsel Ekonomik Büyüme Modelleri

Temelini Lucas ve Romerin oluşturduğu içsel ekonomik büyüme modelleri, dışsal ekonomik modellerinden farklı olarak teknolojik gelişmeler, bilgi, Ar-Ge çalışmaları gibi etkenlerin istikrarlı bir büyümede önemli rol oynadığını görülmektedir. 1980’lerde etkisini gösteren içsel büyüme modelleriyle artık azalan verimler yasasının değil artan verimler yasasının geçerli olduğu savunulmaktadır. Zaman ilerledikçe iyi bir eğitim ve bilginin öğretilmesi ve araştırılması ekonomik büyüme ve kalkınmayı hızlandıracağını ve ekonomik büyümede istikrarı sağlayacağını söylemişlerdir. Bilgi, herkes tarafından kullanılan ve azalan getiriye

sahip olmayan sermayeye denilmektedir. İçsel büyüme kuramlarının temel varsayımları aşağıdaki gibidir (Karakayalı, Dilber,2013, s.106):

- Sermayenin artan getirisi vardır.
- Tam Rekabet Piyasası koşullarına karşılık Eksik Rekabet Piyasası koşulları geçerlidir.
- Teknoloji içsel bir değişkendir.
- Sosyal sermaye önemli bir büyüme etkenidir.
- Sosyal sermaye kavramı; bilgi ve insanı da içine alır.
- Ekonomide yaratılan dışsallıklar verimliliği artırır.

Üretimi artıran sermaye ve iş gücü dışındaki en önem etken olan kullanılan bilgi ve becerilere sosyal sermaye kavramıdır(Aksu,2014, s.375). Bu modelde sosyal sermayeyi artırarak, eğitimin işgücüne katılmasını sağlamaktır. Böylelikle üretimde verimli iş gücü seviyesini artırarak büyüme ve kalkınmayı sağlamaktadır. Lucas’a göre üretim fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$Y = f(K, u, h, N)$$

Burada Y ekonomide üretim düzeyini, K fiziksel sermayeyi, u işçinin üretimde harcadığı zamanı, h çalışanların ortalama bilgi ve beceri düzeyini ve N ise ülkedeki iş gücü arzını ifade etmektedir.

Sosyal sermaye kavramının artırılmasında devlet önemli rol oynamaktadır. Çalışma saatlerinin düzenlenmesi, bilgi ve beceriye ayrılan zamanın fazlalığı veya verimliliğin artırılması için gerekli koşulları sağlamalıdır. Lucas dışında içsel ekonomik büyüme modellerine birçok ekonomist de katkı sağlamıştır. Bunlardan birisi olan Romer, Ar-ge kavramı üzerinde durmuştur. Romer’e göre “ sermayeyi bilgi ve beceri ile birleştirilirse ekonomide azalan verimler yasası etkinliğini kaybeder “ görüşünü söylemiştir (Romer, 1990, s.72).

Ar-ge ile üretilen her yeni teknoloji veya üretim faktörünü olumlu etkileyen gelişme, zaman geçtikçe diğer sektörler tarafından bedava olarak kullanılacak ve ekonomik büyüme hızını artıracaktır. Ar-Ge modelleri aslında rekabetçi olmayan büyüme modelleri olarak da adlandırılmaktadır. Çünkü Ar-Ge, rekabetçi bir ortamda sürdürülebilirlik sağlayamamaktadır. Bir diğer Ar-Ge büyüme modelini ise 1992’de Aghion ve Howitt yapmıştır. Ar-Ge ürünlerinin büyümeyi olumlu etkilediğini söylemiş ayrıca modelinde ürün niteliği yaklaşımını kullanmıştır. Ürün niteliği yaklaşımı, yeni çıkan ürünlerin eski ürünlerin yerini alacağını ve yenilik süreçleri daha kaliteli olacağını söylemiştir (Aghion ve Howitt, 1992, s.323-351).

Bir diğerk çalışmada ise Arrow, 1962 yılında yaptığı bir gözlemde üretimin firma içinde gittikçe birim maliyetlerinin düştüğünü, üretilen ürünün kalitesinin arttığını ve üretim hızının arttığını gözlemlemiş ve bunu ar-ge çalışmalarından kaynaklanmadığını gözlemlemiştir. Bu artışın firmaların sadece ürün değil ayrıca bilgi ve tecrübe gibi üretimi artıcı faktörlerinde üretilip kullanıldığını söylemektedir. Üretilen bu tecrübe ve bilginin sadece o firma içinde kalmayacağını ve bilginin yayıldığını söylemiştir. Arrow bilgi üzerinde durmuş ve bilgiyi özel niteliklere ayırmıştır. Bunlar (Karakayalı, Dilber, 2013, s. 108):

- Üretilen bilginin diğerk insanlardan korunması zordur.
- Bilgiyi diğerk inşalarla paylaşmanın maliyeti yoktur.
- Bilgi kamusal bir mal niteliğindedir.

İçsel büyüme modellerinde bilgi önemli yere sahiptir ancak büyümeyi etkileyen önemli değişkenlerden birisi de iş gücüdür. Etken iş gücü ise bilgi ve iş gücünün bir arada olması durumudur. Etken işgücünü artırmak için nüfus ve bilginin yayılıp artmasıdır. Yani insan sermayesinin artmasıdır. İnsan sermayesi yoğun olan ülkeler diğerk ülkelere göre daha hızlı ekonomik büyüme sağlamıştır (Parasız,2003, s.175-185). İnsan sermayesinin artması da eğitimle birlikte gerçekleşmektedir. Nelson ve Phelps' de bu kavramlar üzerine yoğunlaşarak, insan sermayesinin çok olduğu ekonomilerde adapte hızı yüksek olup yeni teknolojilere uyum sağladığını söylemişlerdir (Nelson ve Phelps, 1966, s.69-75).

Dışsal modellerde kapalı ekonomi varsayımı geçerli olmaktadır. Ancak bu günümüzde geçerliliğini yitirmektedir. İçsel ekonomik büyüme modelleri, açık ekonomi ve dış ticaretin büyüme üzerindeki etkilerini ele almışlardır. Ve dinamik karşılaştırmalı üstünlükler kuramını ileri sürmüşlerdir. Dinamik karşılaştırmalı üstünlükler kısaca bir malı diğerk üreticiden daha ucuza üretmesi olarak tanımlanmaktadır. Ucuza üretmenin sebebini ise o üründe ilk olmanın ve yeni bilgilerle teknoloji kullanmada uzmanlaşmış sermaye birimine sahip olma durumudur. İçsel modellerde ülkelerin dışa açılmasının sebebi, yatırımlarla birlikte bilgi ve teknoloji aktarımını sağlamak ve azgelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelere faydalanmasını sağlamaktır (Berber, 2006, s.17-183). Kısaca dışa açık olmanın büyüme oranını artıracığını savunmuşlardır.

İçsel modelde devlete önemli rol yüklenmektedir. Hükümet doğru politikalar uygulamalı ve gerekli altyapı ve desteği sağlamalıdır. Devletin ekonomideki rolü aşağıdaki gibi sıralanır (Karakayalı, Dilber, 2013 s. 112):

- Devlet uygulayacağı etkin makroekonomik politikalarla yurt içi piyasalarda istikrar ve güvenirlik sağlamalı
- Politik, hukuki ve ekonomik kurumları iyileştirmeli
- Ulaşım ve iletişim gibi altyapı yatırımlarını gerçekleştirmeli
- Yabancı sermaye için güvenilir bir ortam yaratmalı
- Dış ticareti yurtiçi firmaların faydası yönünde yapılandırmalı
- Transfer edilecek teknolojinin yurtiçinde uygulanabilmesi ve geliştirilebilmesi için gereken eğitim ve yatırımlara öncelik vermeli
- Sağlık hizmetlerini en iyi şekilde sağlamalı
- Üniversiteler ve Ar-Ge kurumlarında gerçekleştirilecek çalışmalarla ithal edilen teknolojik bilginin geliştirilmesi için teşvikler yaratmalıdır.

Bölüm II

Enerji, Karbondioksit Tanımı Ve Karbondioksit Emisyonu Anlaşmaları

2. Enerji Tanımı, Yenilenebilir ve Yenilemez Enerji Kaynakları

Enerji, geçmişten günümüze kadar gelen öncü yenilik ve değişikliklerin temelini atmakla birlikte günümüzde de uluslararası rekabet açısından ülkelerin gelişmişlik, ekonomik büyüme ve sosyal refah unsurlarını belirleyici unsuru olmaktadır. Enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilemez enerji kaynakları olmak üzere iki ana başlığa ayrılmıştır bununla birlikte enerji kavramı madenler gibi birçok kavramı içinde kapsamaktadır (Albayrak, 2022, s.25). Enerji rezervi bulunan ve bu enerjiyi üreten teknolojiye sahip olan ülkeler, uluslararası piyasalarda söz sahibi olmakta ve ekonomik gelişmişlik açısından ileri düzeyde olmaktadır. Ekonomik gelişmişte belli bir seviyeye ulaşmış ülkelerde ise artık küresel sorunlardan birisi olan iklim değişikliği önemine yer verilmekte, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırarak çevre dostu üretim yapmayı destekleyen politikalar ve anlaşmalar imzalamaktadır. Enerji tanımı çok geniş ve fiziksel bir tanım olmakta, bundan dolayı tam kapsamlı tanımı yapılamamaktadır. İktisadi olarak enerji kavramını, bir işi yapmayı sağlayan ve içinde fiziksel enerji barındıran tüm kaynaklar veya mallar olarak tanımlanabilir (Sweeney, 2002). Hem fiziksel hem de iktisadi olarak enerji kavramı aslında bir iş için gerekli olan vazgeçilmez kaynağımızdır.

2.1. Enerji Türleri

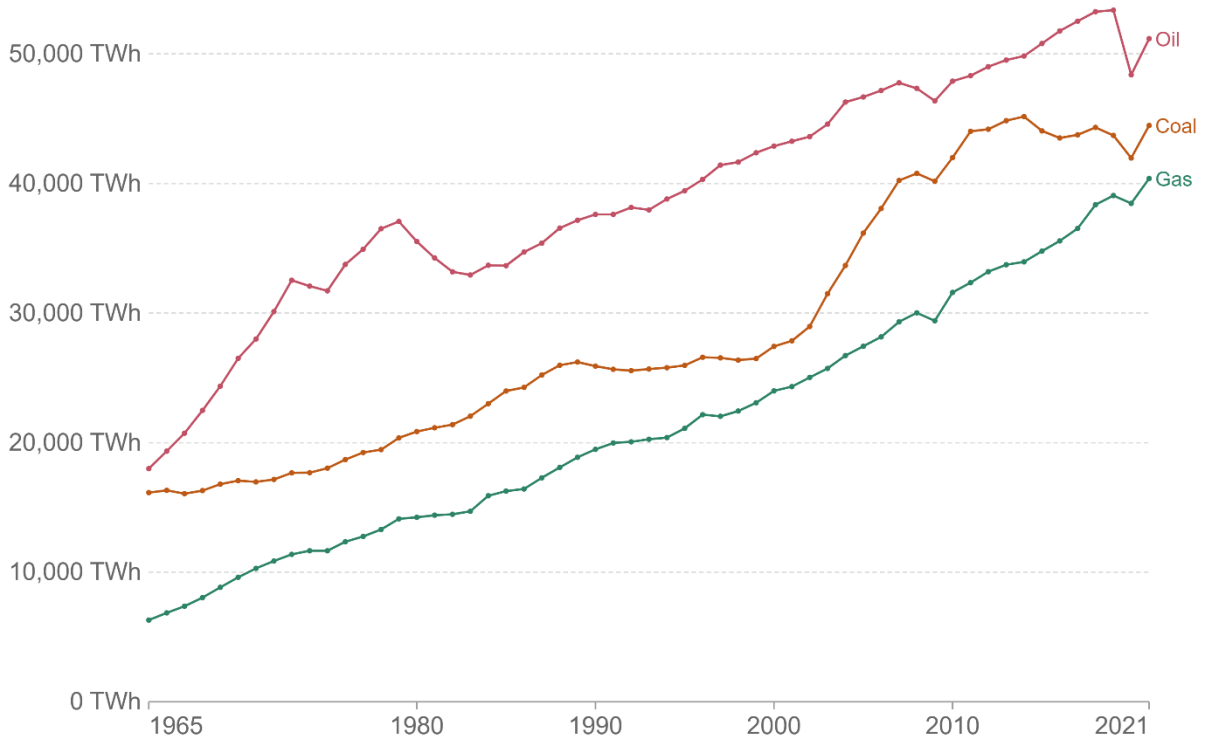
Enerjiyi elde etmenin birçok yöntemi vardır. Bu yöntemler iki başlık altında toplanmaktadır. Bunlar yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarıdır. İsminden de anlaşılacağı üzere yenilenebilir enerji kaynakları, doğal kaynaklardan elde edilen ve kullandıktan sonra doğada tekrardan doğal olarak oluşan enerji türleridir. Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, okyanus enerjisi ve hidroelektrik enerjisidir. Bu kaynakların tüketiminden sonra doğaya herhangi bir zararı dokunmayıp tamamen doğa dostu enerji olarak bilinmektedir. Dünyada yenilenebilir enerji kaynakların kullanımı giderek artmaktadır. Diğer ana başlığımız ise yenilenemez enerji kaynaklarıdır. Yenilenemez enerji kaynaklar ise doğada sınırlı miktarda bulunan, fosil yakıtların yakılmasıyla elde edilen ve yakım sonrası çevreye Co2 bırakan enerji türleridir. Kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji yenilenemez enerji kaynağı olmaktadır (Kılıç ve Aslan, 2016, s.1). Yenilenemez enerji kaynakları, yenilenebilir enerji kaynaklarına nazaran biraz daha ilksel yöntem ile elde edilmektedir. Bundan dolayı, yenilenemez enerji kaynakları üretimi sırasında çevresel zarar meydana gelmektedir. Yapılan anlaşmalarla ülkeler

yenilenemez enerji kaynak üretimi ve tüketimini minimum seviye indirmeye hedeflemekte ve çevresel zararın önüne geçmeye çalışmaktadırlar.

2.2. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Dünya’da giderek artan nüfus ve gelişen sanayileşme ile birlikte enerji tüketimi hızla artmaktadır. Dünya enerji talebinin büyük miktarı yenilenemez enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Enerji talebini karşılamak için daha fazla fosil yakıtların yakılmasıyla ortaya çıkan karbondioksit miktarı iklim değişikliğine ve küresel ısınmanın artmasına neden olmaktadır. Yenilenemez enerji kaynakları, sadece bir kere kullanıldıktan sonra bir daha kullanılamayan veya yeniden oluşması uzun zaman alan doğal kaynaklara yenilenemez doğal kaynaklar denilmektedir (Yakıncı ve Kök, 2017, s.45). Yenilemez enerji kaynakları fosil yakıt ve nükleer enerji olarak de ikiye ayrılabilir. Fosil yakıtlar, kullanıldıkları zaman yüksek oranda doğaya karbondioksit ortaya çıkaran doğal kaynaklardır. Yenilenemez enerji kaynakları olarak petrol, kömür, doğalgazdır. Şekil 1’de de gözüktüğü üzere dünya üzerinde en fazla kullanılan fosil yakıt kaynağı petroldür. Bunun nedeni petrolün birçok farklı kullanım çeşidi ve kullanıldığı birçok sektör bulunmaktadır. Bunun arkasından kömür gelmektedir. Kömür en ilkel kaynaklardan birisidir ve yerini giderek doğalgaz’a bırakmaktadır.

Şekil 1: Dünyadaki Gaz, Kömür ve Petrol Tüketimleri, 1965-2021



Kaynak: BP Statistical Review of Global Energy

2.2.1. Petrol

Dünya’da günümüzde en önemli enerji kaynağı olarak kabul edilen petrol, milyonlarca yıl öncesinden kalan canlıların fosilleri tarafından oluşmaktadır. Petrolü önemli yapan aslında ham petrol değildir. Petrol bileşenleri ayrılınca birçok farklı kullanım alanları mevcuttur. Petrolü bileşenlerine ayıran sanayi kolu petrokimyadır. Bu sanayi kolu sayesinde petrolden çok çeşitli yan maddeler elde edilmektedir. Bu yan maddelerin birkaçı; benzin, gaz yağı, motor yağı, mazot, metan ve jette kullanılan yakıtlardır (Doğanay ve Coşkun, 2017, s. 4). Dünyada petrol, ulaşım ve endüstri sektörleri açısından olmazsa olmazdır. Petrol fiyatları sürekli dalgalandığından dolayı yukarı yönlü fiyatlamalar özellikle petrole bağımlı üretim yapan ülkelerin ekonomilerini olumsuz yönde etkilemektedir. (Gündoğan ve Tok, 2019, s. 132). Keşfedildiği günden bu güne kadar en önemli enerji kaynağı konumunda olan petrol ilk 1859 yılında çıkarılmış ve bu tarihten sonra petrolün önemi hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır (Smith, 1994, s. 127). Dünyada petrol miktarı sınırlı sayıdadır. Aşağıda 2020’nin güncel verilerini Tablo 3’de göstermektedir.

Tablo 3: Petrol Rezervleri, 2020

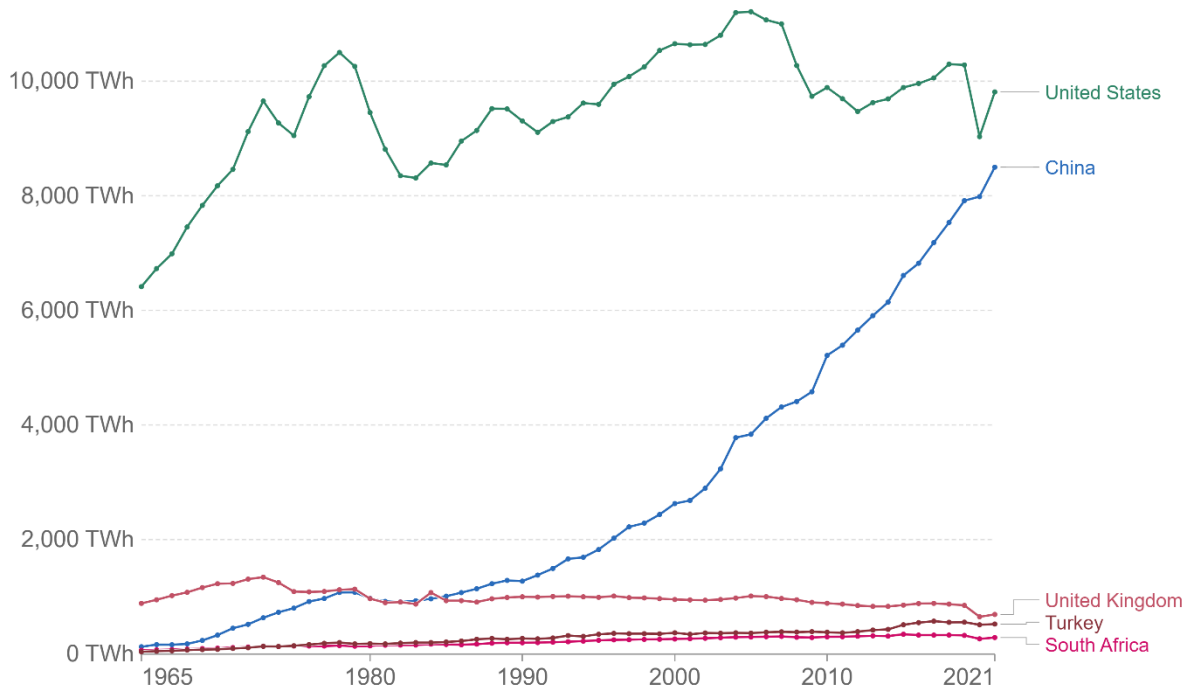
Sıra	Ülke İsmi	2020 Rezervi (Milyon Varil)	Dünyadaki Payı
1	Venezuela	303.806	17,07
2	Suudi Arabistan	258.600	14,53
3	İran	208.600	11,72
4	Kanada	170.300	9,57
5	Irak	145.019	8,15
6	Kuveyt	101.500	5,7
7	Birleşik Arap Emirlikleri	97.800	5,5
8	Rusya	80.000	4,5
	Türkiye	340	0,02

Kaynak: Enerji Atlası

Suudi Arabistan son günlere kadar dünyanın en fazla petrol rezervi bulunan ülkesi konumundaydı ancak son günlerde Venezuela’da bulunan petrol rezervi Suudi Arabistan’ ı listenin ikinci sırasına geriletmiştir. 2020 yılı sayılara göre Venezuela’da toplam 303.806 milyon varil petrol bulundurmaktadır. Bu dünyadaki petrol miktarının %17 ‘sini oluşturmaktadır. Ancak dünyadaki petrol rezervlerinin beşte birinin Suudi Arabistan’da bulunduğu tahmin edilmektedir. Suudi Arabistan ilerleyen yıllarda petrol arama faaliyetlerini artırması sonucunda listenin tekrardan birinci sıraya yükselmesi beklenmektedir. Listenin

üçüncü sırasında İran bulunsu da nükleer alanlarda dünyayı tehdit ettiği için ihraç etmekte zorlanmaktadır. Listenin dördüncü sırasında Kanada bulunmaktadır. Kanada için de petrolünün neredeyse hepsini ABD'ye ihraç etmektedir. Listenin geri kalanı ise Irak, Küveyt, BAE, Rusya olarak devam etmektedir. Türkiye ise petrol olarak 304 milyon varil olarak sınırlı miktarda kalmaktadır. Ancak yapılan yatırımlarla ve gerçekleştirilen yeni keşiflerle ilerleyen yıllarda Türkiye'nin daha fazla petrol rezervi olacağını söylememiz yanlış bir ifade olmaz. Aşağıdaki Şekil 2 'de de dünyadaki hangi ülkelerin ne kadar petrol tükettiğini gösterilmektedir.

Şekil 2: Ülkelerin Yıllık Petrol Tüketimleri, 1965-2021



Kaynak: BP Enerji Raporu, 2022

Petrol Tüketimi şekil 2'de görüldüğü üzere ABD ve Çin en başta gelmektedir. Bunun sebebi gerek ekonomik açıdan gerek ise nüfus olarak diğer ülkelerden fazla değere sahip olmalarıdır.

Son yıllarda gerçekleşen Covid-19 ile petrol tüketimi düşüş gerçekleştirmiştir. BP 2021 raporuna göre petrol tüketimi %9.3'lük bir düşüş gerçekleştirmiştir. En çok talebin azaldığı ülke Amerika (-2,3 Milyon Varil/Gün), Avrupa Birliği(-1,5 Milyon Varil/Gün) olarak kayıtlara geçmiştir. 2021 yıl raporuna göre en çok petrol talebi artan ülke Çin olarak (220.000 Varil/gün) bu dönemde tek artış sağlan ülke konumundadır. (Statistical Review of World Energy 2021, BP).

Dünya'ya petrol ihraç eden ülkeler (OPEC) covid-19 krizinden etkilendiğinden dolayı petrol fiyatları da olumsuz ölçüde etkilenmiştir. Yaşanan kriz sebebiyle, turizm 'in yasaklanması, sanayileşmenin ve yatırımların yavaşlamasıyla petrol arz ve talep dengesizliğini meydana getirmiştir. Covid-19 krizi bitmeden yaşanan Rusya- Ukrayna savaşından sonra ise ABD, Almanya gibi büyük ekonomilerde bile enerji yüzünden dengesizlikler ve artan petrol fiyatları sebebiyle enflasyon oranları artmıştır. Günümüzde yaşanan büyük ölçüde petrol fiyatlarının oluşturduğu ekonomik sıkıntılar petrol' un ne kadar önemli bir enerji kaynağı olduğunu tekrar kanıtlamıştır.

2.2.2. Kömür

En eski enerji kaynaklarından birisi olan kömürün kullanımı günümüzde de yaygındır. Sanayi devrimiyle buharlı makinelerin icat edilmesi ve sanayileşme ile birlikte kömüre olan talep artarak devam etmektedir. Günümüzde ise hala endüstri ve hane halkı tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.

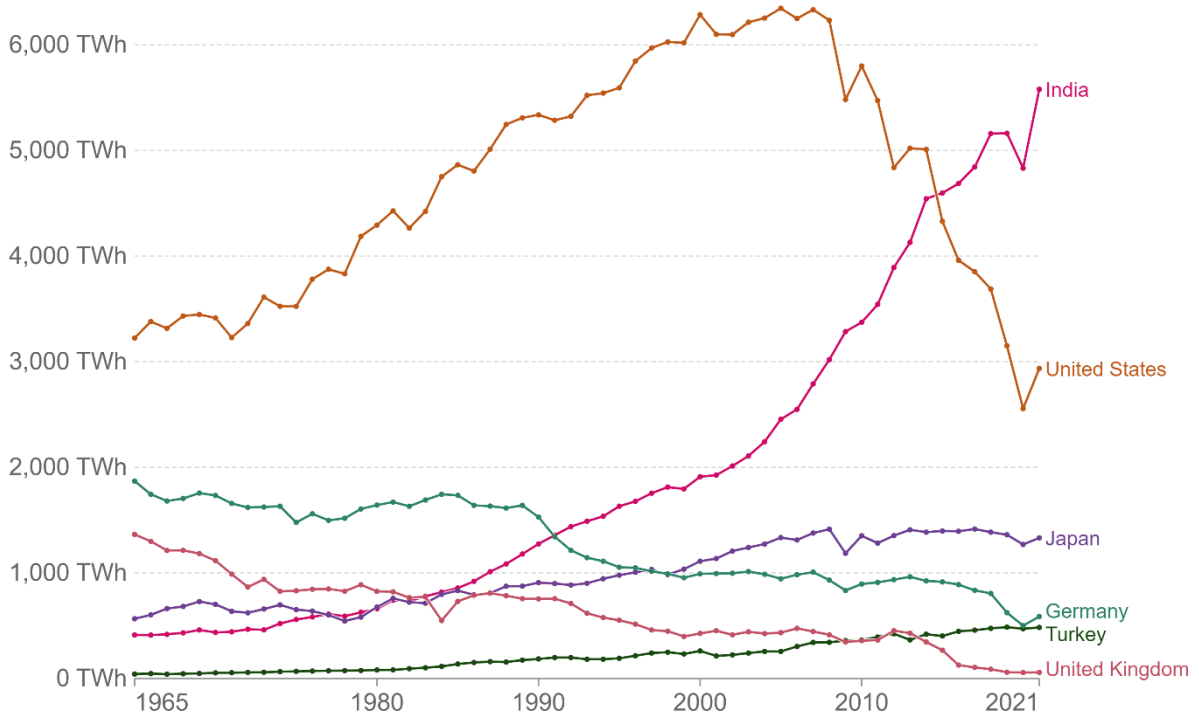
Tablo 4: Kömür Rezervleri, 2021

Sıra	Ülke İsmi	2021 Rezervi (Milyar Ton)
1	ABD	248.941
2	Rusya	162.166
3	Avusturalya	150.227
4	Çin	143.197
5	Hindistan	111.052
6	Almanya	35.900
7	Endonezya	34.869
8	Ukrayna	34.375
	Türkiye	11.525

Kaynak: enerji.gov.tr

Tablo 4'de kömür rezervlerinin güncel miktarları yer almaktadır. Dünyada toplam 1,07 Trilyon ton kömür bulunduğu bilinmektedir. Bunun 248.941 milyar tonu ABD'de, 162.166 milyar tonu Rusya'da bulunmaktadır. Türkiye ise 11.525 milyar ton kömür bulunmaktadır. Kömür BP 2022 verilerine göre, birincil enerji tüketiminde %26,9'luk payı ile petrolden sonra ikinci sırada yerini almıştır. Dünya elektrik üretimi kullanımında ise %35,9 'lük payı ile ilk sırada yerini almıştır. Aşağıdaki şekil 3'de ise ülkelerin kömür tüketimini Terawatt saat olarak sıralanmaktadır.

Şekil 3: Ülkelerin Kömür Tüketimi, 1965-2021

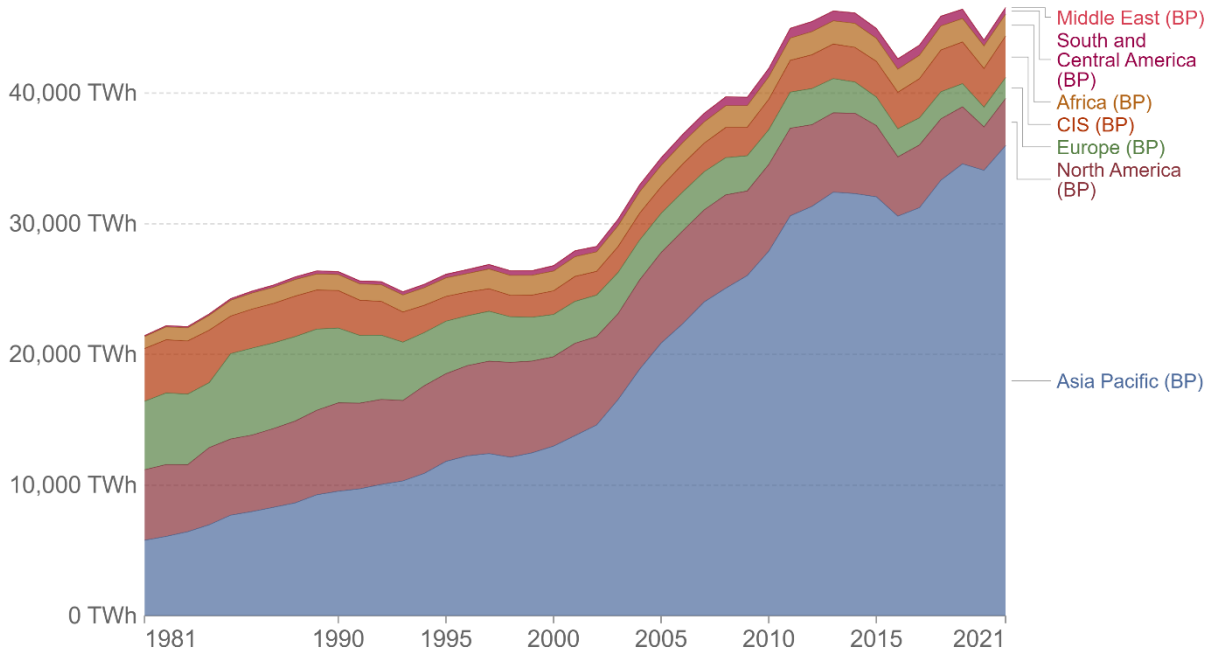


Kaynak: BP 2022 - Statistical Review of World Energy

Şekil 3 'de gözüktüğü üzere en fazla kömür tüketimi Hindistan'da gerçekleşmektedir. Bunun başlıca sebepleri dünyanın en kalabalık ülkesi olmasına rağmen ekonomik gelişmemiş ülke konumu olması sebebiyle en ilkel olan kömürü kullanarak enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Kömür genellikle her yerde az miktar da bulunmasına rağmen BP 2022 raporuna göre 2020 sonu itibariyle kömür rezervinin en fazla bulunduğu ülkeler BDT(Bağımsız Devletler Topluluğu)'dur. Bu ülkelerde toplamda yaklaşık 190.6 milyar ton kömür bulunmaktadır. Türkiye'de ise yaklaşık 11.5 milyar ton kömür rezervi bulunmaktadır (enerji.gov.tr. "Kömür". Erişim: 04.04.2023).

Kömür kimyasal madde içermesi sebebi nedeniyle yüksek seviyede çevresel kirliliğe sebep olmaktadır. Bugün dünyada çevre hassasiyeti nedeniyle sözde "vazgeçilen" kaynak olarak konumlandırılan kömür, son dönem yaşanan enerji krizleri sebebiyle başta Avrupa ülkeleri tarafından tekrardan önemli bir enerji kaynağı olarak gündeme gelmektedir (Albayrak, 2022 s. 71). Kömür diğer enerji kaynaklarına kıyasla tükenme yılı olarak daha uzun ömürlü olmaktadır. Madencilik ile daha az maliyetli olarak kullanılan kömür, ekonomide enerji talebini karşılamada önemli yere sahiptir. Dünyada ise 50'den fazla ülke kömür üretimi yapmaktadır(BP, 2022).

Şekil 4: Bölgelerin Kömür Üretimi, 1981-2021



Kaynak: BP 2022 - Statistical Review of World Energy

Şekil 4'e baktığımızda bölgesel olarak kömür üretiminin dağılımını görmekteyiz. Buna göre Japonya, Hong-Kong gibi ülkelerin içinde bulunduğu Asya- Pasifik bölgesi başta gelmekte, ardından kuzey Amerika ülkeleri ve Avrupa gelmektedir.

Elektrik üretimi için kullanılan kömür ve petrol, kullanımı sonrası çevreye çıkarttıkları karbon miktarı yüksek olması sebebiyle çevre düşmanı en fazla olan enerji kaynaklarıdır. Kömür ve petrol birim başına yaklaşık 1000g karbondioksit meydana çıkartmakta, doğalgaz ise ortalama 500g karbondioksit salınımı yapmaktadırlar. Diğer kaynakları kullanarak elektrik üretimi yaparken bu rakam 100g'lara kadar düşmektedir. Bundan dolayı kömür, petrol ve doğalgaz kullanımı yaydığı sera gazı sebebiyle iklim değişikliğine en fazla etki eden enerji kaynağı olmaktadır (Rüşen ve Koç,2019 s.1482).

2.2.3. Doğalgaz

Petrol ve kömür' ün oluşmasına benzer bir yapıda olan doğalgaz, aslında petrol'un bir çeşit türevidir. Doğalgaz aslında havada belli bir miktar bulunmaktadır. Renksiz ve kokusuz yapıdadır ve insan sağlığını kötü etkilememektedir. Ancak bizim kullandığımız doğalgaz, bazı kimyasal maddelerle karıştırılır bundan dolayı hem kokusunu alabilmemiz mümkün olmaktadır hem de insan sağlığını tehdit etmektedir. Dünya'nın neredeyse her bölgesinde bulunan doğalgaz, en büyük üreticisi Rusya, ABD, Katar gibi ülkelerdir. Her coğrafi bölgede dağınık

ve farklılık gösterdiklerinden dolayı her ülke doğalgazı kendi üretememektedir. Bp enerji verilerine göre (BP Statistical Review of World Energy) 2020 yılına göre ülkelerin sahip oldukları doğalgaz rezervleri aşağıdaki gibidir.

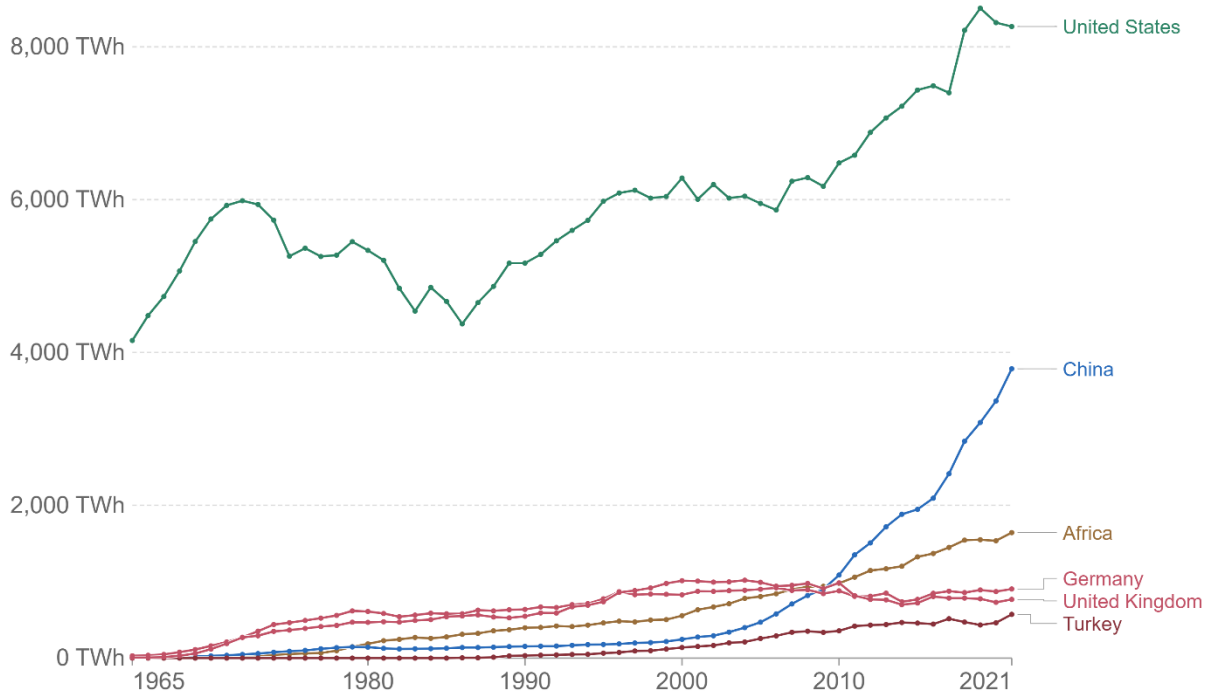
Tablo 5: Doğalgaz Rezervleri, 2020

Sıra	Ülke İsmi	2020 Rezervi (Milyar m3)	Dünyadaki Payı
1	Rusya	48.938	23,68
2	İran	34.077	16,49
3	Katar	23.831	11,53
4	Türkmenistan	15.365	7,43
5	Amerika	12.958	6,27
6	Suudi Arabistan	8.438	4,08
7	Birleşik Arap Emirlikleri	7.726	3,74
8	Nijerya	5.750	2,78
	Türkiye	543	0,26

Kaynak: OPEC, Enerji Atlası

Petrol ile birlikte çıktığından dolayı doğalgaz rezervleri olan ülkeler aslında petrol bakımından da zengin olmakta ve doğalgaz ve petrol kaynağı olan ülkeler dünya enerji piyasasına yön veren ülke konumunda olmaktadır. Doğalgaz ve petrol taşımacılığı ise boru hatlarıyla gerçekleşmektedir ve özellikle ikinci dünya savaşı sonrası hızla yeni boru hatları döşenmeye başlanmıştır. Aşağıdaki Şekil 5’de dünya üzerindeki ülkelerin doğalgaz tüketimleri gösterilmektedir.

Şekil 5: Ülkelerin Doğalgaz Tüketimi, 1965-2021



Kaynak: BP Statistical Review of Global Energy

Şekil 5’de ülkelerin doğalgaz tüketimleri TW-h olarak ölçümleri görülmektedir. Buna göre ABD ve Çin dünyada en fazla doğalgaz tüketen ülkeler arasındadır. Daha önceki göstergelerde olduğu gibi ABD ve Çin dünyadaki diğer ülkelere nazaran daha fazla doğal gaz tüketmektedirler.

Doğalgaz kullanımı 2021 yılı verilerine göre giderek artmakta ve kullanımı sektör bazlı incelendiğinde ise dönüşüm/çevrim sektörü, enerji sektörü, ulaşım sektörü ve sanayi sektörü olarak devam etmektedir (EPDK, 2021).

2.2.4. Nükleer Enerji

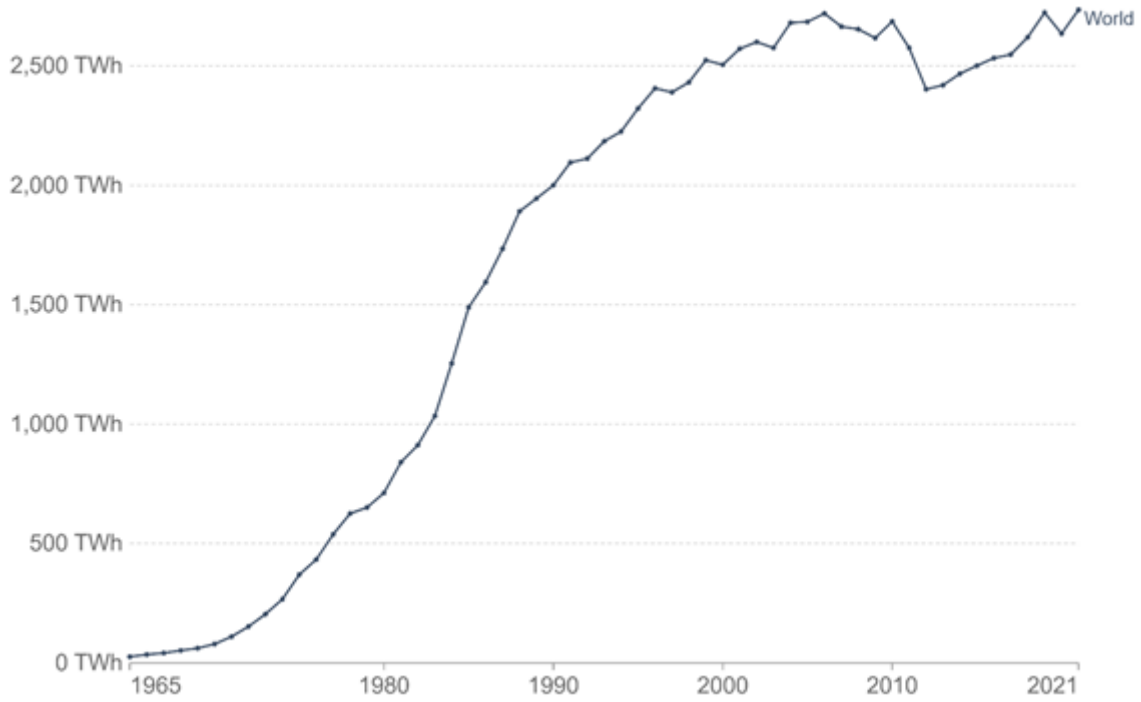
Son yenilenemez enerji kaynağımız nükleer enerjidir. Teknolojinin gelişmesiyle giderek yaygınlaşan bu nükleer enerji kaynağı, belli fiziksel bilimsel yöntemlerle uranyum elementinin füzyon ve fisyon yöntemleriyle atomlarına ayırarak çekirdeğindeki çıkan enerjinin suyu ısıtması ve ısıyan suyun ise tribünleri çevirerek elektrik üretmesi olarak tanımlanmaktadır (Ergün ve Polat, 2012, s.36). Nükleer santraller çok fazla enerji üretmekle birlikte aslında güvenlik tedbirleri sıkı uygulanırsa çevre dostudurlar. Ancak yeteri kadar tedbir alınmaz ise oluşacak bir kaza sonrası Çernobil faciası gibi felaket sonuçlara neden olabilir. Nükleer Enerjinin farklı kullanım alanları da mevcuttur. Elektrik üretimi dışında hastanelerde belli

cihazlarda, NASA gibi uzay araçlarının enerji üretimi veya bazı tarımsal ilaçlamalarda, tıpta, sanayi gibi çeşitli sektörlerde de kullanılmaktadır (Temurçin ve Ağaoğlu 2003, s. 27). Bundan dolayı enerji üretirken diğer nükleer enerji ihtiyaç duyan sektörlerle de imkân sağlamış oluyor ve nükleer enerji verimliliğini maksimuma çıkartmış olmaktadır.

1970’lerde ortaya çıkan petrol krizinden sonra nükleer enerji daha da önem kazanmış, nükleer enerji santrallerin yapımına olan ilgi ve talep artmıştır (Kum, 2009, s.208). Ancak yaşanan bazı nükleer facialar sonrası bazı ülkeler nükleer enerji santrallerini tehlikeli bulmaktadır. İtalya bu sebepten dolayı aktif olan nükleer santralini kapatmış ve kullanmamayı tercih etmektedir. Ancak son yaşanan Rusya’nın Ukrayna’ya açtığı savaş sonrasında Avrupa ve diğer ülkelerin Rusya’ya uyguladıkları ambargolar sonucunda artık enerjisini daha çok nükleer alanda yatırım yaparak kendi üreteceğini söylemiştir. Özellikle Avrupa ülkeleri, 2020 yılı boyunca Rusya’dan %47 kömür, %38 gaz gibi enerji ihtiyaçlarının neredeyse yarısını alırken bu talebi özellikle nükleer alanda karşılamaya başladıklarını açıklamışlardır (Eurostat, 2020).

Enerji atlasının yayınladığı 2020 ilk aylarının verilerine göre dünyadaki kurulu nükleer enerji santralleri sıralamasında ilk sırada ABD, 96 aktif nükleer santral gelmektedir. İkinci sırada Fransa ikinci sırada ve 58 aktif nükleer santral bulunmaktadır. Yüksek ekonomik büyüme rakamlarını yakalayan Çin de enerjisinin birçoğunu nükleer santrallerden karşıladığını görmekteyiz. Çin’de 50 kurulu santral ve yaklaşık 9 tane daha inşaat halinde olan nükleer santrali bulunmaktadır. Türkiye’de ise Akkuyu ile inşaat başlanmış bir adet nükleer enerji santrali ve iki tane daha proje halinde olan nükleer enerji santrali bulunmaktadır (Enerji Atlası, 2020). Aşağıdaki şekil 6 ‘da dünya nükleer enerji kullanımı yıllık olarak gözükmektedir.

Şekil 6: Dünya Nükleer Enerji Üretimi, 1965-2021



Kaynak: BP raporu, ourworldindata.com, Ember

Dünya’da sürekli tartışma halinde olan nükleer enerji santrallerinin avantajları ve dezavantajlarına bakarsak, verimliliği %90’ın üzerinde olmaktadır ve 7 / 24 elektrik üretim kapasitesine sahiptir. Diğer enerji türlerine göre çok daha fazla verimli ve istikrarlı enerji üretmektedir. Üretim aşamasında çevresel olan nükleer enerji santrallerinin sadece atıkları radyoaktiftir ve doğaya zararlıdır. Nükleer santrallerin ömrü kullandıkları teknolojiyle değişiklik gösterse de 25 yılda bir kendini yenilemesi gerekmektedir (Temurçin ve Ağaoğlu 2003, s. 27).

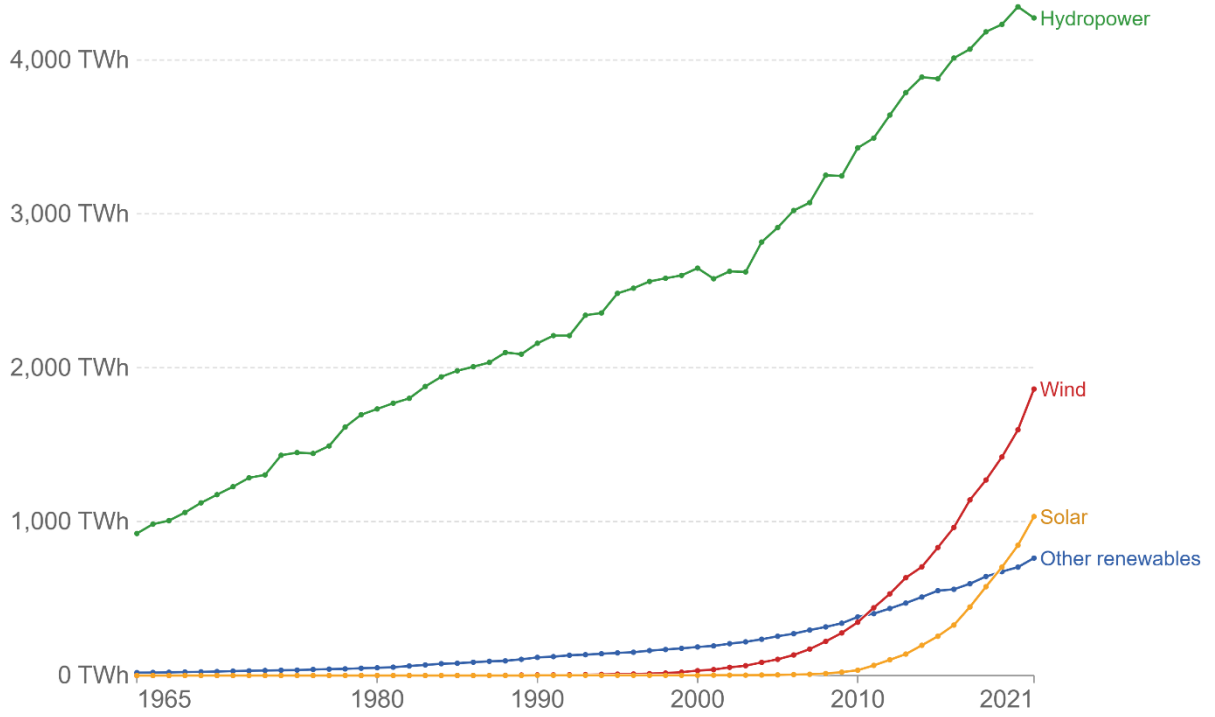
Hızla artan nüfus ve enerji talebi yüzünden dolayı nükleer enerji ile elektrik üretimi kaçınılmazdır. Nükleer enerji santrallerin inşa edilecek yerinin önemi hem de alınan güvenlik tedbirleri ön planda olmaktadır. Şekil 6’da görüldüğü üzere sürekli artarak devam eden nükleer enerji üretimi, 2010 yılında nükleer enerji üretiminden kaçınılsa da bu başarısız olmuş ve 2010 yılından sonra tekrar nükleer enerjiden yararlanılmaya başlanmış ve artarak devam etmiştir.

2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenemez enerji kaynakları kullanımı günümüzde daha yaygın olsa da, yenilenemez enerji kaynaklarını elde etmek için hem çevre dostu olmayan fosil yakıtların kullanılması hem de bu fosil yakıtların doğada sınırlı olması nedeniyle ilerleyen zamanlarda yenilenebilir enerji

kaynakları daha fazla tercih edilecektir. Yenilenebilir enerji kaynakları, sürdürülebilir olarak kullanılan ve doğada limiti olmayan enerji kaynaklarıdır. Herhangi bir stoğa bağlı olmadıklarından dolayı tükenme riskleri de yoktur (Carrow, 1999, s. 5-6). Tamamen çevre dostu olan yenilebilir enerji kaynakları, güneş, okyanus, jeotermal, biokütle, hidroelektriktir.

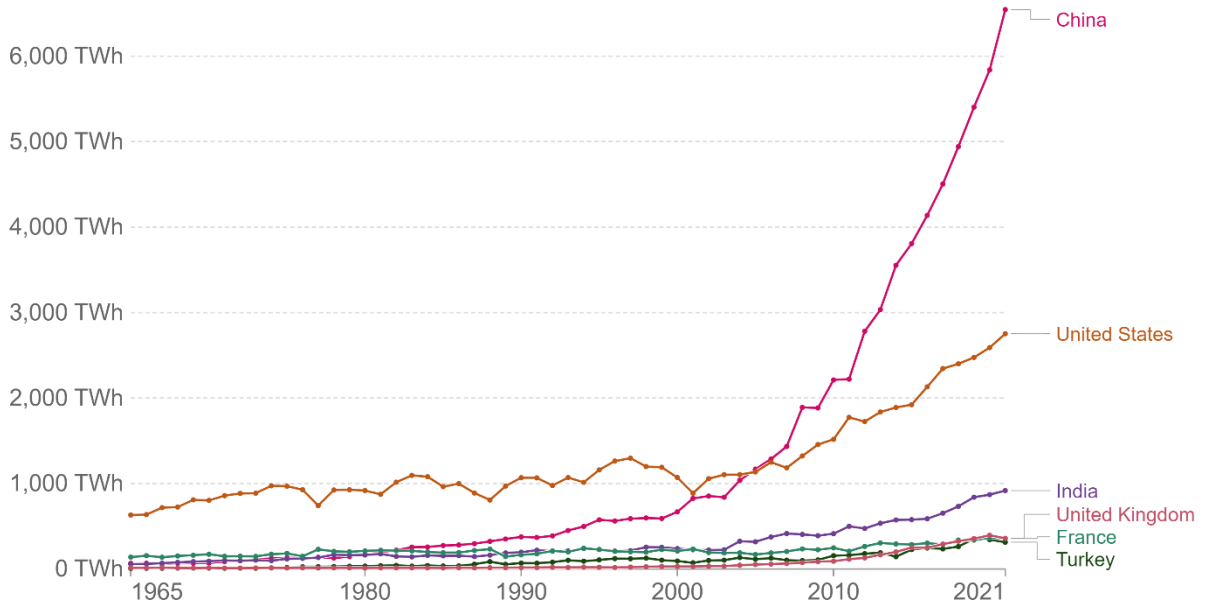
Şekil 7: Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Üretimi, 1965-2021



Kaynak: Statiscal Review of World Energy – BP 2022

Şekil 7’de görüldüğü üzere geçmiş tarihlerde de kullanılan ilk yenilenebilir enerji kaynağımız hidroelektrik kaynağıdır. Sonrasında rüzgar ve güneş enerji kaynakları gelmektedir. Maliyet ve kuruluş açısından rüzgar ve güneş enerji kaynaklarından daha az kullanılan diğer yenilebilir enerji kaynakları ise atık, dalga, biokütle gibi günümüzde daha az elektrik ürettiğimiz yenilenebilir enerji kaynak türleridir. Şekil 8’de ise hangi ülkelerin birincil kaynak olarak ne kadar yenilebilir enerji kaynaklarını kullandıklarını göstermektedir.

Şekil 8: Ülkelerin Birincil Olarak Yenilebilir Enerji Kullanımı, 1965-2021



Kaynak: Ourworldindata.com, BP Statistical Review of World Energy

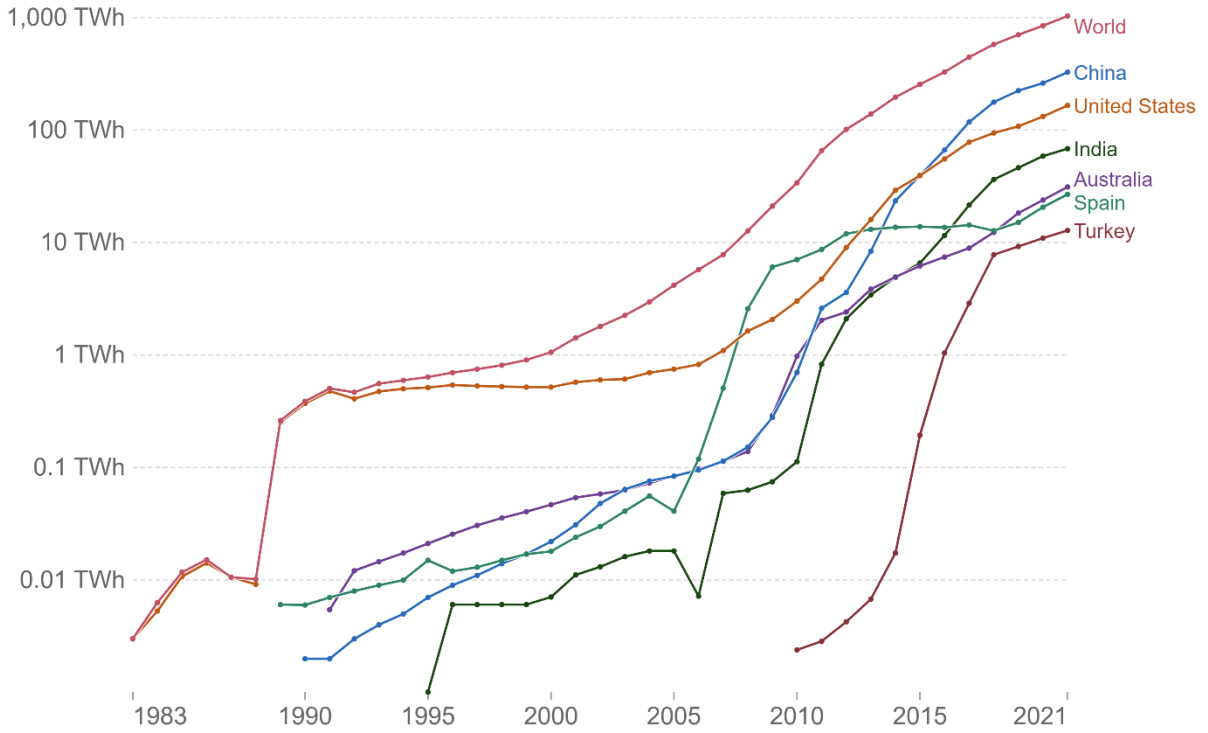
Şekil 8’de açıklanan verilerde birincil olarak kullanılan enerji kaynakları güneş, hidroelektrik, rüzgar, dalga ve gelgit, jeotermal ve biyoenerji olarak seçilmiştir. Buna göre yüksek büyüme oranlarına sahip olan Çin ne kadar yenilenemez enerji kaynakları kullansa da çevre dostu olmak için yenilenebilir kaynaklara da önem verdiğini görmekteyiz.

2.3.1. Güneş Enerjisi

İlk yenilenebilir enerji kaynağımız güneş enerjisidir. İsminden de anlaşıldığı üzere kaynağı güneşten gelen ışınlardır. Güneşten gelen ışınları belli teknolojiler kullanarak elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Özellikle 1970’lerden sonra gelişen güneş enerjisi teknolojisiyle ve azalan maliyetlerle birincil yenilenebilir enerji kaynağı kabul edilmiştir.

Güneş enerjisi her yerde kullanılabilir ancak verimliliği sadece %20’lerde kalmakta ve hava koşullarına göre farklılık göstermektedir (Albayrak, 2022, s.64). Gün geçtikçe azalan maliyetlerle birlikte artık hane halkı tarafından su ısıtma gibi sistemlerde de tercih edilmektedir. Çevre dostu ve sınırsız oluşundan bu enerji kaynağı gelecekte önem vaat etmektedir.

Şekil 9: Ülkelerin Güneş Enerji Üretimi, 1983-2021



Kaynak: ourworldindata.com, BP Statistical Review of World Energy, Ember

Şekil 9’da dünyada giderek artan güneş enerjisinin kullanımını görmekteyiz. 2021 de dünyada güneş enerjisinden 1.023 TWh elektrik üretimi söz konusu olmaktadır. Bunların başında ülke olarak gene Çin’i görmekteyiz. Çin 2021’de 330 TWh elektrik üretirken, ABD 163 TWh elektrik üretmektedir. Türkiye ise güneş enerjisini kullanmaya 2014 yılında başlamış ve 2021’de ise sadece 12,97 TWh elektrik üretmektedir. Türkiye aslında güneş alan ülkeler arasında gelmektedir ancak yeterli yatırımı olmadığından dolayı güneş enerjisini aktif olarak kullanamamaktadır. Gelecek yıllardan itibaren daha fazla kullanılacağı öngörülmektedir.

2.3.2. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik yenilenebilir enerji (HES) kaynakları arasında birincil konumdadır. Barajlar kurularak suyun akışını kullanılarak üretilen hidroelektrik enerji giderek daha çok tercih edilmektedir. Günümüze baktığımızda ise elektrik üretiminin en az maliyetli yolu suyun gücünü kullanarak üretilenidir. Dünya üzerindeki ülkeler açısından elektrik üretiminin en çok kullanılan yöntemi olarak da yine su gücü ön plana çıkmaktadır (IRENA, 2018).

Akan suyun gücüne göre üretilen enerji miktarı değişiklik gösterir. Nehirden akan su ne kadar yüksekten dökülüyorsa üretilen enerji miktarı da o kadar fazla olur. Su aynı zamanda kanal

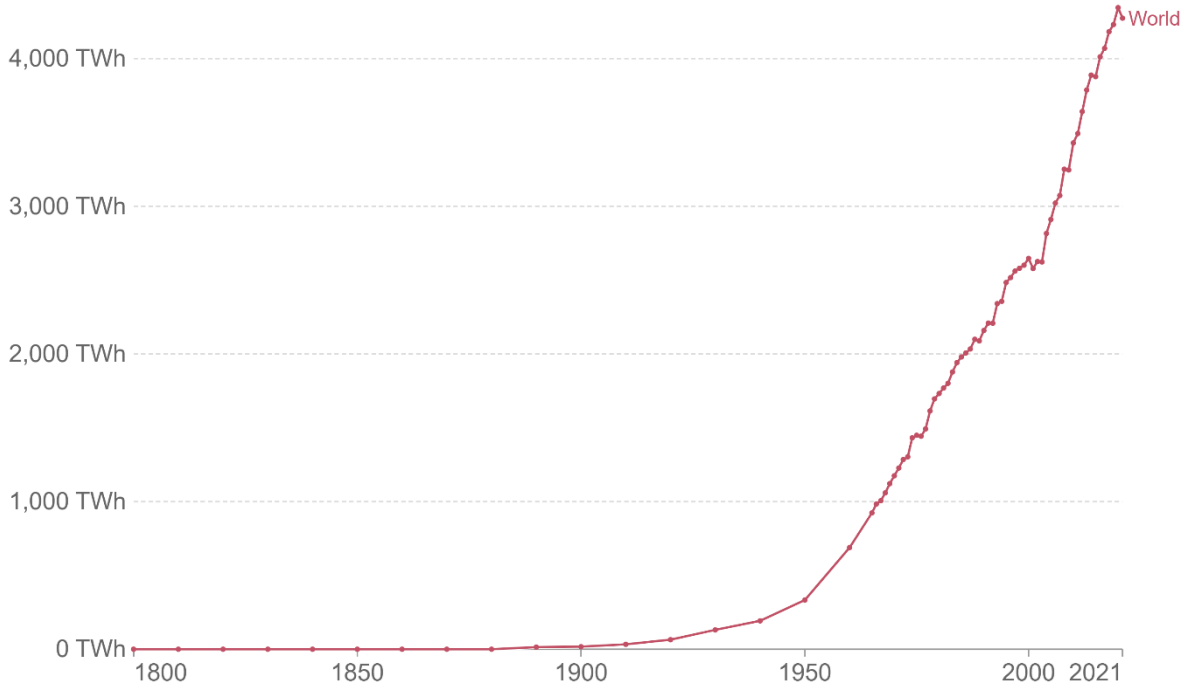
veya borularla türbinlere yönlendirilir. Türbinlere yönelen su ile türbinler dönerek elektrik üretilir. Dönen pervaneler sayesinde açığa çıkan mekanik enerji elektrik enerjisine çevrilir. Böylece hidroelektrik enerji üretilmiş olur (dsi.gov.tr, “Baraj Nedir?”, Erişim Tarihi 9 Mayıs 2023).

Bu enerji türünün birkaç önemli avantajı vardır. Birincisi, amacına uygun kullanıldığı durumunda çevresel açıdan güvenilir ve verimli olmaktadır. İkincisi, hidroelektrik, suyu yakıt olarak kullanır, ancak enerji üretirken su tüketmez. Üçüncüsü, enerji ürettikten sonra içme suyunun yanı sıra sulama suyu için kaynak sağlar. Dördüncüsü, diğer enerjinin aksine, düşük sermaye ile yoğun bir enerjidir. Beşincisi, hidroelektrik tesisatları doğrudan ve dolaylı istihdam fırsatları oluşturmaktadır. Altıncısı, kömür ve petrol gibi diğer enerji kaynaklarına göre karbon yoğunluğu çok azdır. Her şeyden önce, hidroelektrik enerjisi tüketimi bir yandan CO2 emisyon oranını azaltabilirken, diğer yandan artan enerji talebini karşılamaktadır (Ummalla ve Samal, 2018 - Yurtkuran, 2021).

Her ne kadar yenilenebilir bir enerji kaynağı olup çevre dostu olsa da yanlış kullanımı sonucunda çevreye zarar da vermektedir. HES’lerin bulunduğu bölgelerde hem bitki hem de hayvan çeşitliliği azalmakta, kimi zaman da yok olmaktadır. HES’ler çevredeki su kaynaklarını kullandıkları için akarsular kesilmekte, erozyon meydana gelmekte ve sonucunda insanların o bölgeden göç etmelerine sebep olabilmektedirler (Koç ve Kaya, 2015, s. 39-40).

Şekil 10’da 1900’lerden sonra hidroelektrik tüketiminin giderek arttığını göstermektedir. 1900’lerde yaklaşık 50 Terawatt olarak kullanım yıl geçtikçe hızlıca hem yeni hidroelektrik santrallerin kurulup üretilmesiyle 2019 yılında 4 bin Terawatt kullanım rakamını geçtiğini görmekteyiz.

Şekil 10: Ülkelerin Hidroelektrik Tüketimi, 1900-2021

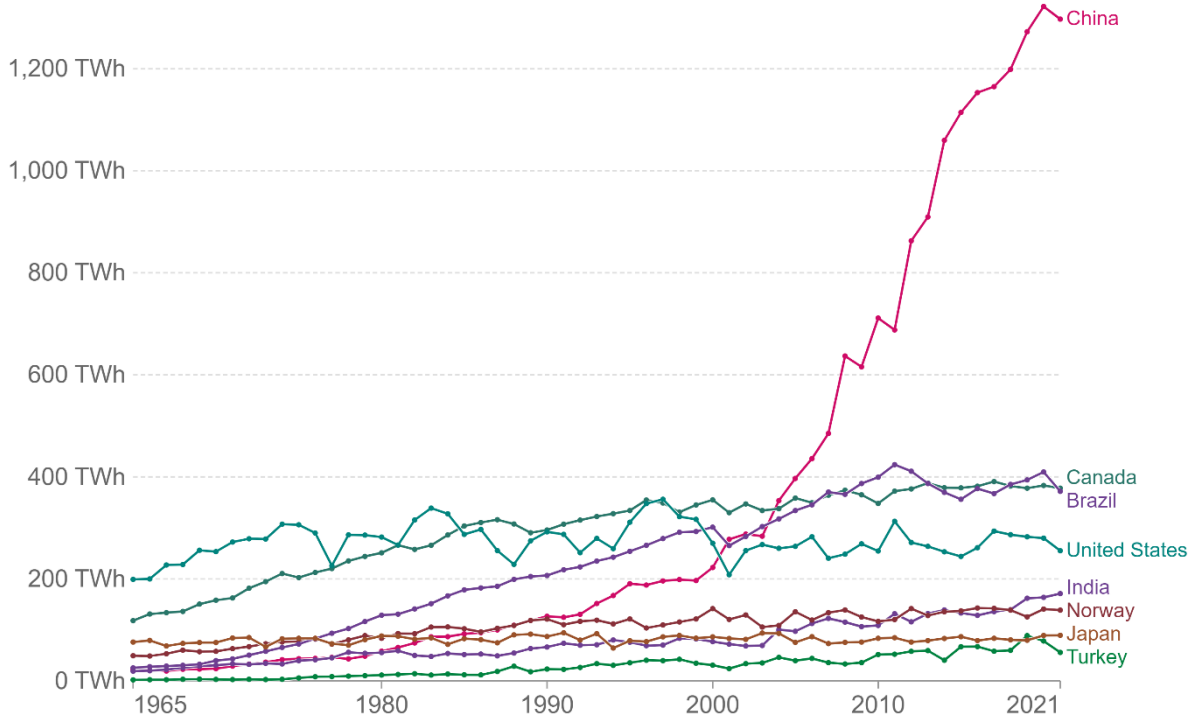


Kaynak: ourworldindata.com, Smill 2017, BP Statistical Review

Dünyada hidroelektrik üretimi ve tüketimi giderek artmaktadır. 1900’lardan sonra kayıtlı bir veri olmamasına rağmen hidroelektrik kullanımı Yunanlıların ilk zamanlarına kadar gitmektedir. İlk Yunanlıların buğday üretirken tekerlekleri döndürmek için su gücünü kullandıkları bilinmektedir (IRENA, 2018).

Hidroelektrik enerji üretimi ülkelerin konumlarına göre farklılık göstermektedir. Türkiye için birçok akarsu ve deniz kaynakların bulunması gelecekte ülkemizde hidroelektrik enerjinin kullanımını artıracığının öncüsü olmaktadır. Norveç’te elektrik üretimi %99 oranında su gücünden yani hidroelektrik enerjisi kullanarak karşılanmaktadır (Behçet ve Aykut, 2017, s.30).

Şekil 11: Ülkelerin Hidroelektrik Üretimi, 1965-2021



Kaynak: ourdatainworld.com, Bp Statistical Review of World of Energy, Ember

Şekil 11’de de görüldüğü üzere dünya hidroelektrik üretiminde sürekli rekor kırmaktadır. Ülke olarak ele aldığımızda ise hidroelektrik üretiminde Çin ilk sırada gelmektedir. Su gücüyle elektrik enerjisi üretimi hidroelektrik santrallerde yapılmaktadır ve Dünya’daki en büyük hidroelektrik santrali 22,5 gigawatt üretim kapasitesi ile Çin’de bulunan Üç Gorges Barajı’dır (IRENA, 2018). Çin hem artan enerji talebiyle hidroelektrik yatırımını da artırmaktadır. Çin, 370 GW’ın üzerinde kurulu toplam hidroelektrik kurulu kapasitesi açısından dünya lideri olmaya devam etmektedir. Brezilya (109 GW), ABD (102 GW), Kanada (82 GW) ve Hindistan (50 GW) ilk beş sırada bulunmaktadır. Japonya ve Rusya Hindistan’dan sonra gelmekte, onu Norveç (33 GW) ve Türkiye (31 GW) takip etmektedir (Hydropower Status Report, 2021). Fosil yakıtların yerine geçebilecek birincil enerji kaynağı olan hidroelektrik yatırımları giderek artmakta ve hem ekonomik açıdan hem de çevre dostu olması açısından giderek önemli bir hale gelmektedir.

2.3.3. Rüzgar Enerjisi

Soğuk ve sıcak havanın yer değiştirmesiyle havanın sahip olduğu kinetik enerjiyi rüzgar tribünleriyle elektriğe dönüştürmesi ve elektrik üretmesine verilen isimdir. Kısaca, güneş ışınlarının gelişleriyle oluşan hava akımlarını depolama işlemidir. Rüzgâr, güneş kaynaklı

radasyunun yer yüzeyini farklı ısıtmasından kaynaklanır. Yer yüzeyinin farklı ısınması, havanın sıcaklığının, neminin ve basıncının farklı olmasına, bu farklı basınç da havanın hareketine neden olur. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin yaklaşık %2'si kadarı rüzgâr enerjisine dönüşür (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Rüzgar”, Erişim 3 Mayıs 2023).

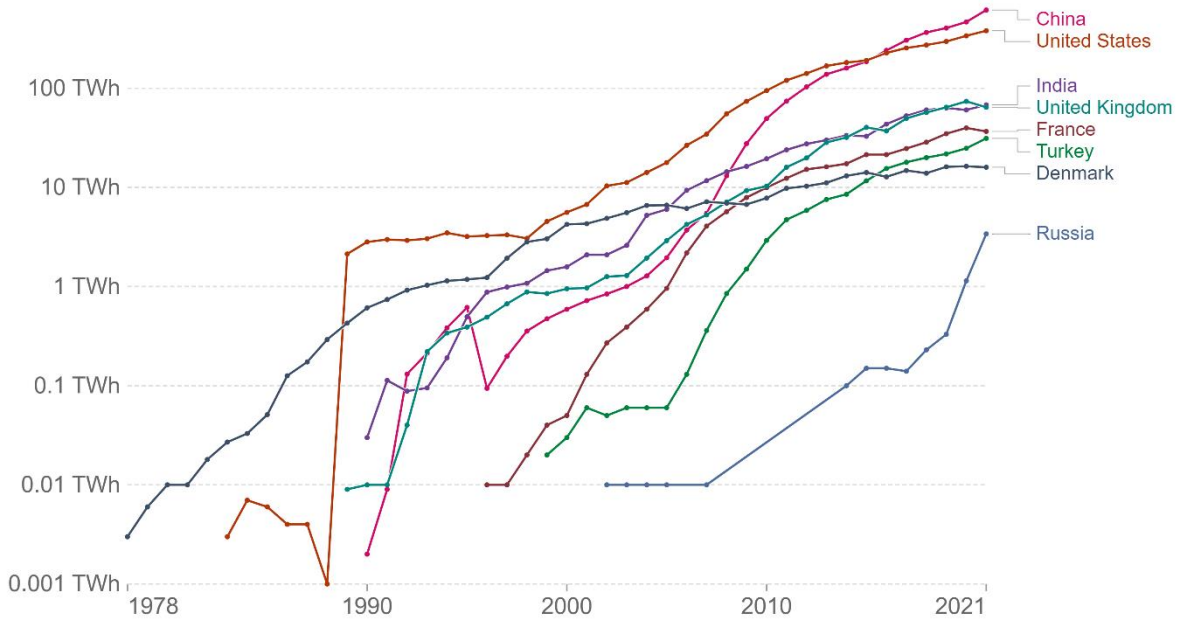
Rüzgar tribünleri ile elektriği üretilip depolayan bu teknoloji yaklaşık 8 bin parçadan oluşmaktadır (Albayrak, 2022, s.60). 1990-2000’li yıllarda teknolojinin gelişince rüzgar tribünlerinin önemi artmış ve yatırım almaya başlamıştır. Teknolojik gelişmeler süratli, kısa sürelerde devreye alınabildiği gibi yine kısa sürede sökülebilen, elektrik üretim birim maliyetlerinin giderek azalmıştır. Bu nedenle en fazla gelişim gösteren ve yatırım yapılan enerji kaynağı konumuna gelmiştir (Koçaslan, 2010, s. 54).

Rüzgâr enerjisi kaynaklı elektrik üretim uygulamalarının ilk yatırım maliyetinin yüksek, kapasite faktörlerinin düşük oluşu ve değişken enerji üretimi gibi dezavantajları yanında üstünlükleri genel olarak şöyle sıralanabilir; (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Rüzgar”, Erişim 3 Mayıs 2023).

- Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır, çevre dostudur.
- Tükenme ve zamanla fiyatının artma riski yoktur.
- Maliyeti günümüz güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeye gelmiştir.
- Bakım ve işletme maliyetleri düşüktür.
- Teknolojisinin tesisi ve işletilmesi göreceli olarak basittir.
- İşletmeye alınması kısa bir sürede gerçekleştirilebilir.

Rüzgar türbinleri 1830’lu yıllarda, elektrik üreten jeneratörlerin ardından ortaya çıkmıştır. O dönemde mühendisler elektrik enerjisi üretmek için rüzgardan yararlanmaya başladılar. Rüzgar enerjisini elektrik enerjisine çevirme 1887 yılında İngiltere’de, 1888 yılında ise Amerika’da gerçekleşmiştir (IRENA, 2019). Şekil 12’de ülkelerin rüzgar enerjisi kurulu gücüne sahip olan ve üreten ülkeler incelenmektedir.

Şekil 12: Yıllara Göre Ülkelerin Rüzgar Enerjisi Üretimi, 1978- 2021



Kaynak: ourworldindata.com, Ember Global electricity review 2022, Ember European Electricity Review 2022

Şekil 12’de görüldüğü üzere 1990’dan sonra gelişen teknoloji yavaş yavaş rüzgarda enerjiye dönüşmesine sebep olmuştur. Şekil 12’ye göre 2021 yılında, Çin 614 Terawatt üretimiyle dünyada lider konumdadır. Arkasından ABD, 379 Terawatt üretimiyle Çin’i takip etmektedir. Türkiye ve diğer Avrupa ülkeleri ise 30 – 40 Terawatt üretiminde kalmaktadır.

Rüzgar tribünleri karada olduğu üzere denizde de kurulmaktadır. Açık denizlerden rüzgâr enerjisi üretimi de son yıllarda büyüme kaydetmiştir. Açık denizlerde karasal alanlardan daha fazla enerji sağlanır. Çünkü rüzgâr potansiyeli karadaki rüzgâr alanlarına göre daha yüksektir. 2017 yılı IEA (Energy Information Administration) verilerine göre, dünyadaki açık denizlerden yaklaşık, 55 TWh’ye kadar rüzgâr enerjisi üretilebileceği tahmin edilmektedir. Açık deniz rüzgâr enerji kapasitesi 2017 yılında 18 GW’dır. Bu rakamın 2023 yılında 52 GW’ye yükselmesi beklenmektedir (Kalyoncu, 2019, s. 51).

Türkiye’de rüzgar tribünleri açısından yatırım almaktadır. 2005’de YEK (Yenilenebilir Enerji Kanunu) ile birlikte rüzgar tribünlerinin sayısı giderek artmaktadır. 2022 Haziran ayı itibarıyla Türkiye’de rüzgar enerjisiyle üretilen elektrik gücü 10.976 MW olmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Rüzgar”, Erişim 5 Mayıs 2023).

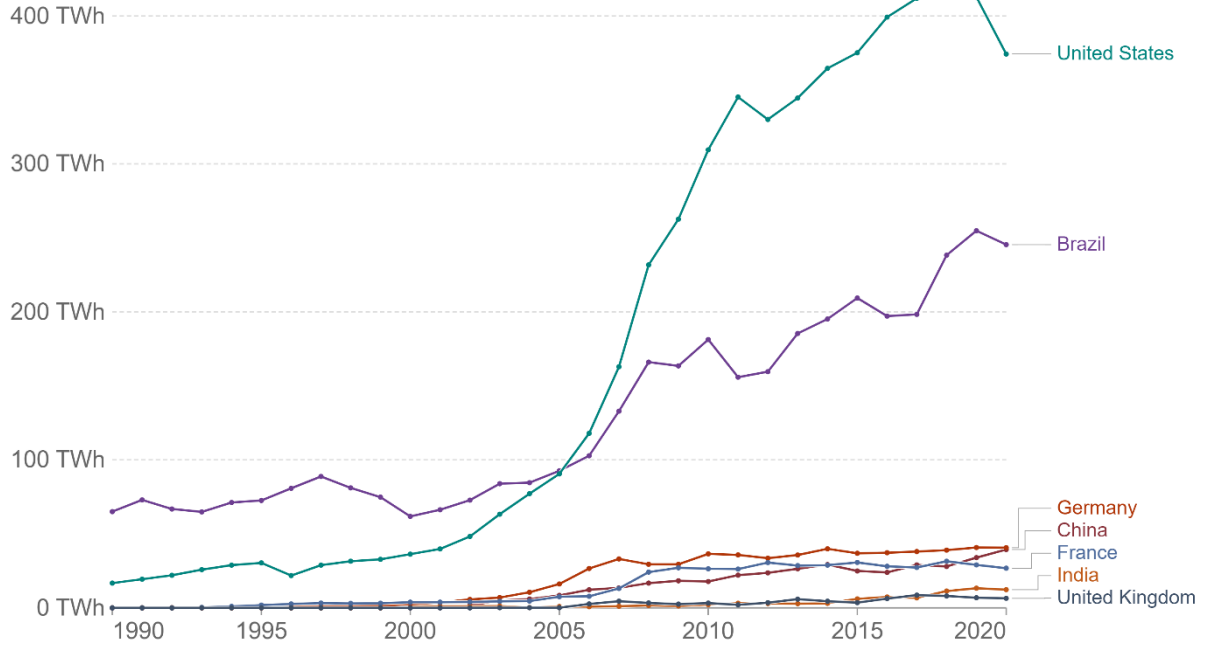
2.3.4. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle günümüzde yaşayan veya yaşayıp daha fosilleşmemiş olan tüm kalıntılara verilen addır. Bunlar genellikle su bitkileri, gübreler, endüstri atıkları veya ev atıkları gibi birçok maddeleri kapsamaktadır. Biyokütle enerjisinin kullanımı bakımından birçok çeşidi bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan türler, biyogaz, biyodizel ve biyoetanoldür. Yaygın olmayan diğer türleri ise biyogaz, biyodimetiler, biyomentanol, biyoyağdır (Yılmaz, 2012, s.34).

Biyokütle, rüzgar veya güneş enerjileri gibi duruma bağlı olmadığı için sürekli enerji üretim sağlamaktadır. Ayrıca hem endüstri hem de evsel atıkları hammadde olarak kullanmasından dolayı çevreci olarak giderek dünyada önem kazanmaya başlamıştır. Biyoenerji, geleneksel ve modern olarak iki sınıfa ayrılıp incelenmektedir (IRENA, 2018). Odun, kömür, hayvan atığı gibi türlerdeki maddelerin yakılıp biyoenerji elde edilmesi geleneksel kategoride ele alınırken; bitki kalıntıları, biyogaz rafineleri yoluyla biyoenerji elde edilmesi ise modern kategoride ele alınmaktadır (IRENA, 2018). Biyokütle enerjisinin üretimi artmakla birlikte biyoyakıt araçların kullanımı da hızla artmaktadır. Ve ülkeye kurulan biyokütle enerji birçok fayda sağlamaktadır. Bunlardan ilki bu tesislerin genellikle kırlar bölgelerde olup oradaki istihdamı sağlaması ve göçü engellemesidir. Biyoenerji sürdürülebilir ve çevre dostu olması yararları olarak sıralanabilir. Dezavantajı olarak da maddeleri dönüştürürken verimliliğin az olması ve enerji dönüşümü sırasında tesislerde bol miktarda su kullanılması olarak sıralamamız mümkün olmaktadır (Türe, 2001, s.1-3).

Çalışma prensibi olarak yakıtları bir kazana atıldıktan sonra yakım işlemine geçilir. Üretilen organik maddelerin yakılması sonucu ortaya çıkan karbondioksit ise, daha önce bu maddelerin oluşması sırasında atmosferden alınmış olduğundan, biyokütleden enerji elde edilmesi sırasında çevre, karbondioksit salınımı açısından korunmuş olacaktır (Tügiad, 2004). Yakılan atıklar bir kazandaki suyu ısıtır ve ısınan su sonrası yüksek buhar meydana gelmektedir. Bu buharlar ise jeneratöre bağlı türbinleri çevirmeye başlar ve türbinler elektrik üretimi sağlamış olur. Bir tesis 1000 MW'a kadar elektrik üretme gücüne sahip olabilmektedir. Biyokütle enerji, dünyada elektrik üretiminden ziyade daha çok yakıt olarak gündeme gelmektedir. Şekil 13'de ise dünyada biyodizel ve biyoethanol üreten ülkeleri göstermektedir.

Şekil 13: Yıllara Göre Ülkelerin Biyokütle Enerjisi Üretimi, 1990-2020



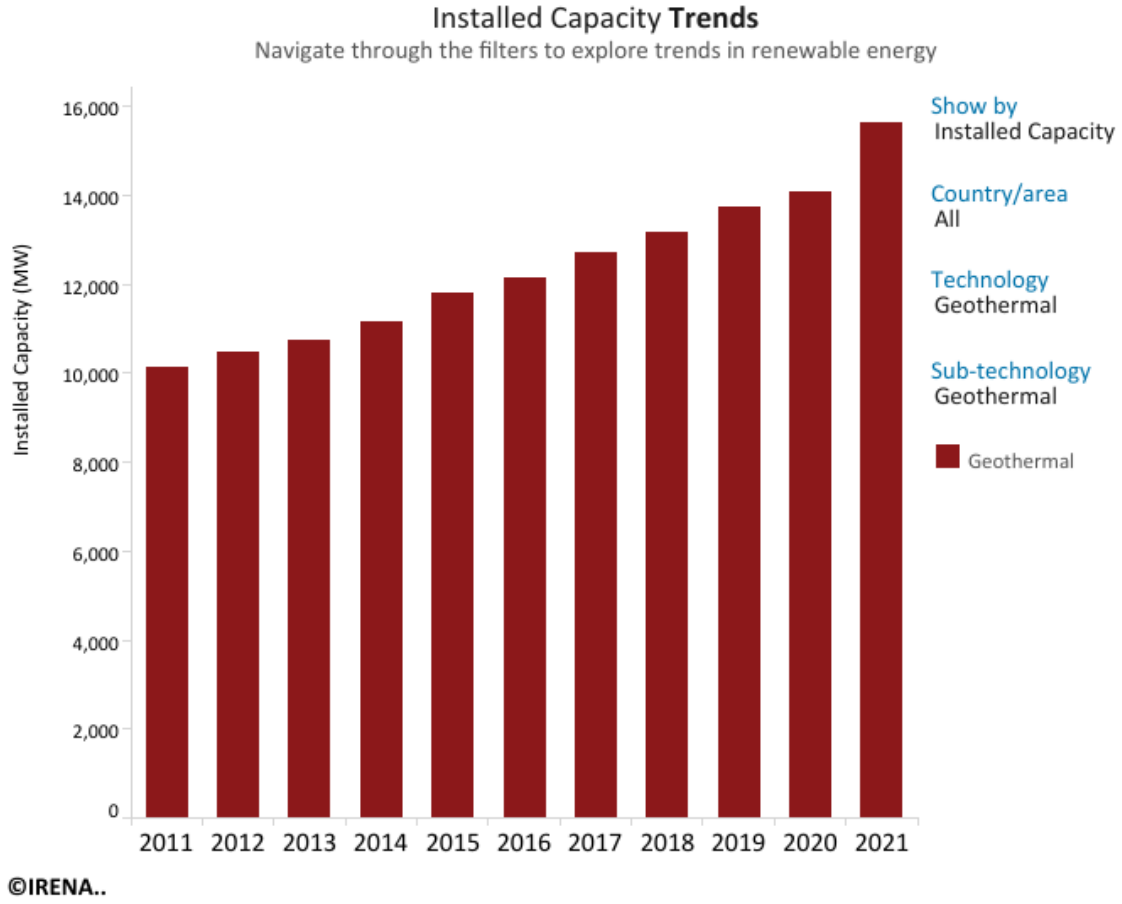
Kaynak: ourworldindata.com – BP Statistical Review of World Of Energy

Şekil 13’ de göre biyoyakıt olarak en fazla üretim yapan ülke 374 TWh ile ABD’dir. 275 TWh ile Brezilya ikinci sırada yer almaktadır. Brezilya’nın bu enerji kaynağında öncü olmasının sebebini yağmur ormanları gibi ekolojik üstünlüğe sahip olduğunu söyleyebiliriz. Diğer Avrupa ülkeleri ise 10 ila 50 TWh üretim ile sıralanmaktadırlar.

2.3.5. Jeotermal Enerji Kaynağı

Jeotermal enerji kaynağını yeryüzünün belli yer ve derinliklerinde oluşmuş tüm sıcak su, gaz ve buharlardır (Koç ve Kaya, 2015, s.40). Yerkabuğunun belli katmanlarında biriken suların ısınarak yüksek basınç meydana getirmesi ve ardından da doğal veya insan yoluyla o su ve basınçların yeryüzüne çıkması ve kullanılması ve tekrardan bu suların yerkabuğuna geri gönderilmesidir. Jeotermal enerji kaynaklarına ulaşmak faylı yani kırılmış yerkabuklarında yeryüzüne çıkması daha kolaydır. Jeotermal enerji kaynağını doğru kullanmak çok önemlidir. Eğer kullanılan yeraltı suları geri gönderilmese jeotermal enerji kaynağı o bölgedeki tarımsal arazilere zarar vererek verimi azaltmakta yani çevreye zarar vermektedir. Jeotermal enerjinin ilk kullanım amacı olarak ısınma ve hamam gibi şekillerde kullanılsa da jeotermal gün geçtikçe elektrik ve kimyasal madde elde edimi kadar geniş bir kapsam haline gelmektedir. Elektrik enerjisi üretmek için sıcaklığın minimum 130 °C olması gerekmektedir. 35 ila 45°C sıcaklık olan bölgelerde ise kaplıcalar kullanılmaktadır.

Şekil 14: Dünyadaki Toplam Kurulu Jeotermal Kapasitesi, 2011-2021



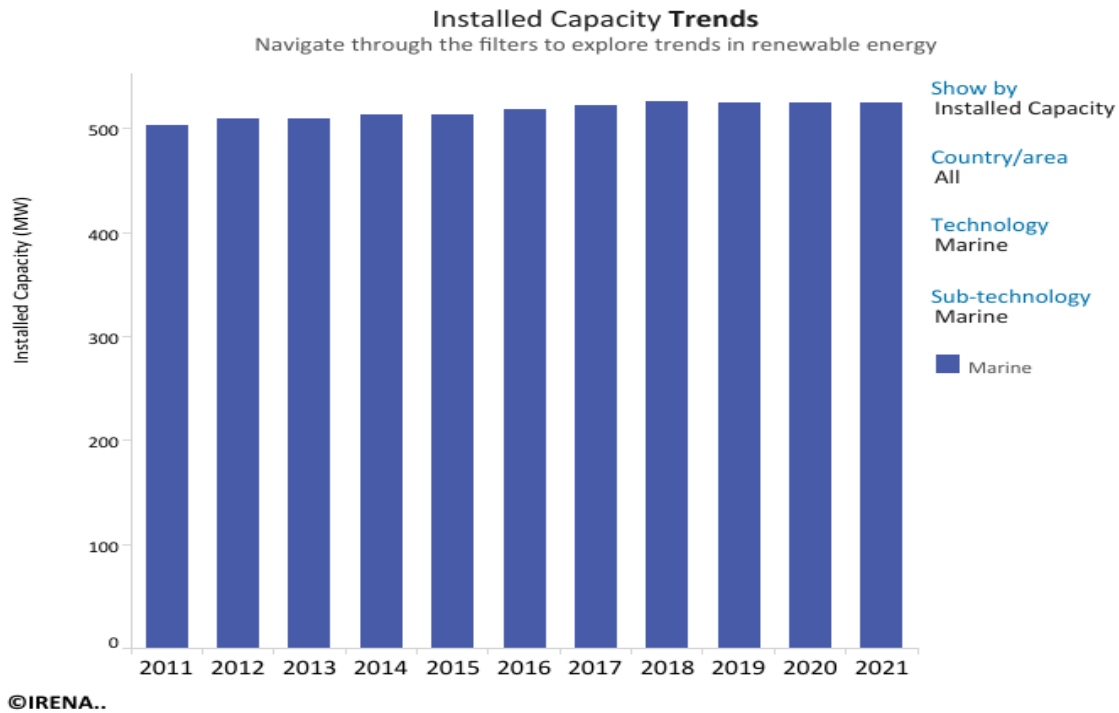
Kaynak: irena.org

Kurulu jeotermal kapasitesine baktığımız zaman giderek artan bir kaynak olarak görmekteyiz. Ülkeler olarak baktığımızda ABD, Endonezya, Filipinler, Türkiye ve Yeni Zelanda'yı ilk beş ülke olarak sıralanmaktadır. Türkiye sıralamada 4. sırada bulunmaktadır. Ülkemizin jeotermal potansiyeli oldukça yüksek olup potansiyel oluşturan alanların %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesi'nde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır (enerji.gov.tr). Jeotermal kaynak olarak bol olan jeotermal üretimi Türkiye de 2008 yılında yaklaşık 30 MW olarak üretilirken bu rakam 2021 yılında 1,676 MW olarak kullanılmaktadır. Ancak bu rakam hala istenilen hedefte olmamaktadır. Bundan sonra da yeterli yatırımlar alarak bu kaynağın daha verimli kullanılması gerekmektedir.

2.3.6. Okyanus Enerjisi

Son enerji kaynağımız okyanus enerjisidir. Bu enerji kaynağı okyanuslardaki dalgaların ve gelgitlerin itme gücünden yararlanarak elektrik üretmesidir (IRENA, 2020). Ancak bu enerji kaynağı yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bunun sebebi ise denizlerde çıkan fırtınalar sonucu kurulu olan tribünleri yıkması ve zarar vermesidir. En bilindik örneği ise Norveç'te bulunan bir okyanus tribününün çıkan fırtına sonrası parçalanmasıdır. Okyanus enerjisi teknolojisi hale bir araştırma içerisinde ve teknoloji bakımından diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından karışık bir haldedir. Bu teknolojiler okyanustan üç farklı şekilde yararlanmayı amaçlamış ve gelecek için umut vaat etmektedir. İlki okyanuslardaki dalgaları kullanarak elektrik üretmesidir. İkincisi, denizlerde oluşan gelgitler sayesinde alçak ve yüksek gelgitler arasında baraj kullanılarak elektrik üretme şeklidir. Son olan ise denizlerdeki tuzlu suyu kullanmaktır. Tatlı ve tuzlu olan suyu tanklar sayesinde belli fiziksel ayrışmalar sayesinde çıkan enerjiyi depolama şeklinde olmaktadır. Bu üç kullanım hala tam tamamlanamamıştır.

Şekil 15: Dünyadaki Kurulu Okyanus Enerjisi Kapasitesi, 2011-2021



Kaynak: Irena, 2022

2.4. Türkiye Enerji Yapısı, Emisyon Kavramı ve İklim Sözleşmelerindeki Konumu

Türkiye gibi aktif olarak bir maden veya petrol ihracatı yapmayan gelişmekte olan ülkelerin birincil sorunu olan enerji sorunu, cari denge ve enerjide dışa bağımlılık gibi nedenlerden dolayı ülke gelişimleri kısıtlı kalmaktadır. Türkiye de cari açığın Şubat ayı 2022 tarihinde bir önceki yılın şubat tarihine göre 2.707 milyon ABD doları artarak 5.154 milyon ABD doları olmuşken, altın ve enerji kalemlerini çıkarttığımızda aslında geçen yılın şubat ayıyla kıyasla bu şubat ayında 624 milyon ABD doları artarak 2.167 milyon ABD doları fazla verdiğini görmekteyiz (TCMB). Türkiye, enerjinin cari dengeyi önemli şekilde etkilediğini ve çözüme yönelik enerji politikalarını aşağıdaki temel üç hedef üzerine kurmuştur (Albayrak, 2022, s.32).

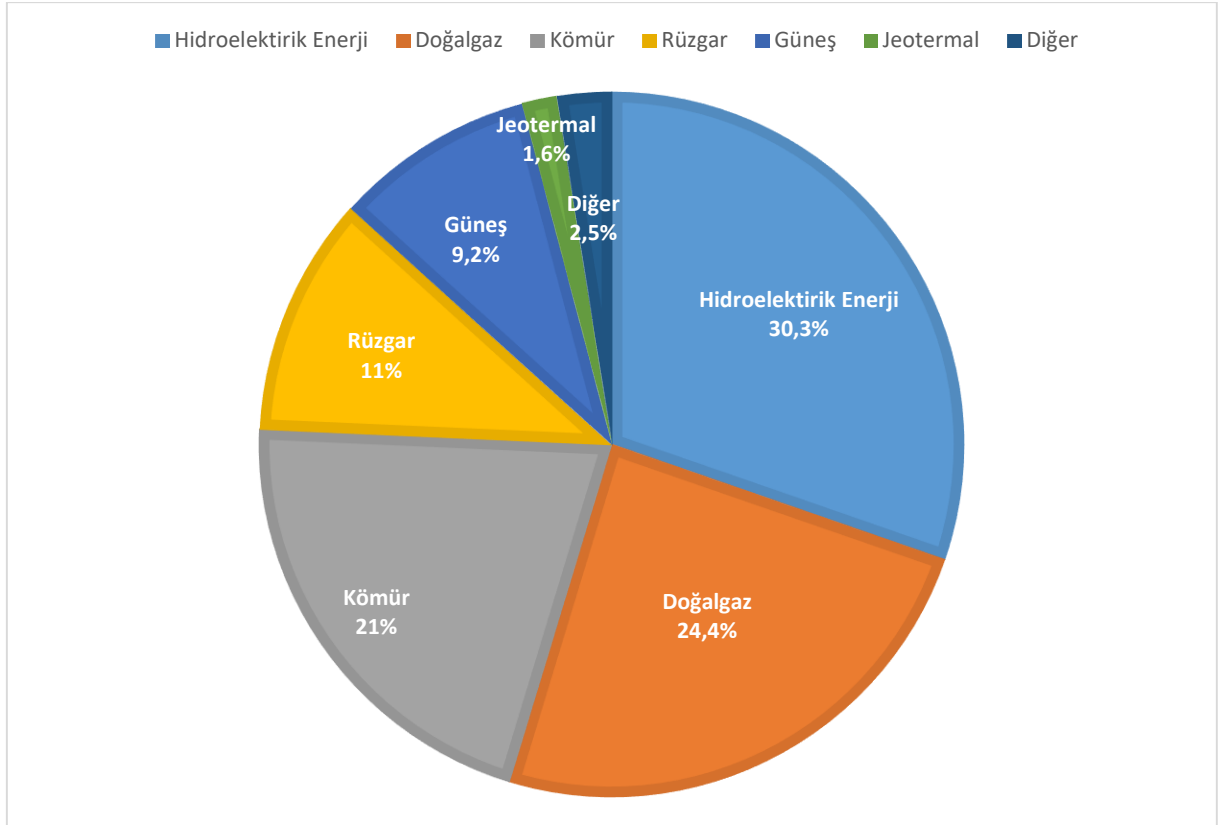
- 1) Enerji Arz Güvenliği
- 2) Enerji ve doğal kaynaklarda öngörülebilir piyasalar
- 3) Yerlileştirme

Arz güvenliği, ülke vatandaşlarının kesintisiz ve istikrarlı bir şekilde enerjiye ulaşmalarını sağlamayı amaçlamış ve bu yönde tek bir enerji kaynağına bağlı kalmadan oluşacak durumlardan diğer enerji kaynakları kullanarak vatandaşları enerjisiz bırakmamayı ve bunları sağlarken en düşük maliyetle gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Bu kapsamda ülke içinde enerji çeşitlendirilmesi de önemli bir yere sahip olduğunu belirtmemiz gerekmektedir. Enerji piyasasında güvenliği sağlamak amacıyla ikinci hedef ile birlikte “ Ulusal Maden Kaynak ve Rezerv Raporlama Komisyonu” gibi kuruluşlar sayesinde enerjide yatırımları daha iyileştirme seviyesine getirerek piyasalardaki dengeyi sağlamayı amaçlamaktadırlar. En son olan ve en önemli hedef diyebileceğimiz yerlileştirme kavramıdır. Kaynakların sizde, o kaynakları değere ve enerjiye dönüştüren teknolojilerin ise dışarıda olduğu bir iklim asla sürdürülebilir olmaz (Albayrak, 2022, s.36). Türkiye enerji çeşitliliği açısından da verimli bir coğrafi yapıda olmakla birlikte enerji yatırımcıları açısından tercih edilen yer olmaktadır. Bu yatırımlarla hızlıca gelişen enerji teknolojisini yakalamayı hedeflemiş bununla birlikte yapılacak enerji ihalelerine belli şartlar getirerek (yerli mühendis çalıştırmak, gelen yatırımlar ile birlikte ar-ge yapılarını da ülkemize getirme vs..) Türkiye’yi hem enerji teknolojileri hem de ileride yerli firmaların bu teknolojiye sahip olabilmelerini hedeflemiştir. 2021 son çeyreğinde gelen yatırımlarla birlikte özellikle rüzgar ve güneş enerji santralleri sayılarını artırmıştır. Genel olarak YEKA adındaki proje sayesinde yenilenebilir enerjiyi kullanmaya teşvik edilmiştir. Mayıs 2022’de İklim ve enerji alanlarındaki çalışmalarla bilinen Ember’in yayınladığı raporlara göre, 12 ayda üretilen rüzgar ve güneş enerjileri sayesinde ülkedeki fosil yakıt ithalatının 7 milyar dolar azalttığını ve

önümüzdeki aylarda da bir aksi durum yaşanmaması halinde her ay 700 milyar dolar tasarruf sağlayacağını söylemektedir.

Türkiye enerji konusundan dışa bağımlı bir ülke halindedir. Ancak yapılan yatırımlar artmakta ve enerji bakımından giderek daha az dışa bağımlı hale gelmekteyiz.

Tablo 6: Türkiye’nin Kurulu Elektrik Enerji Kaynakları, 2023

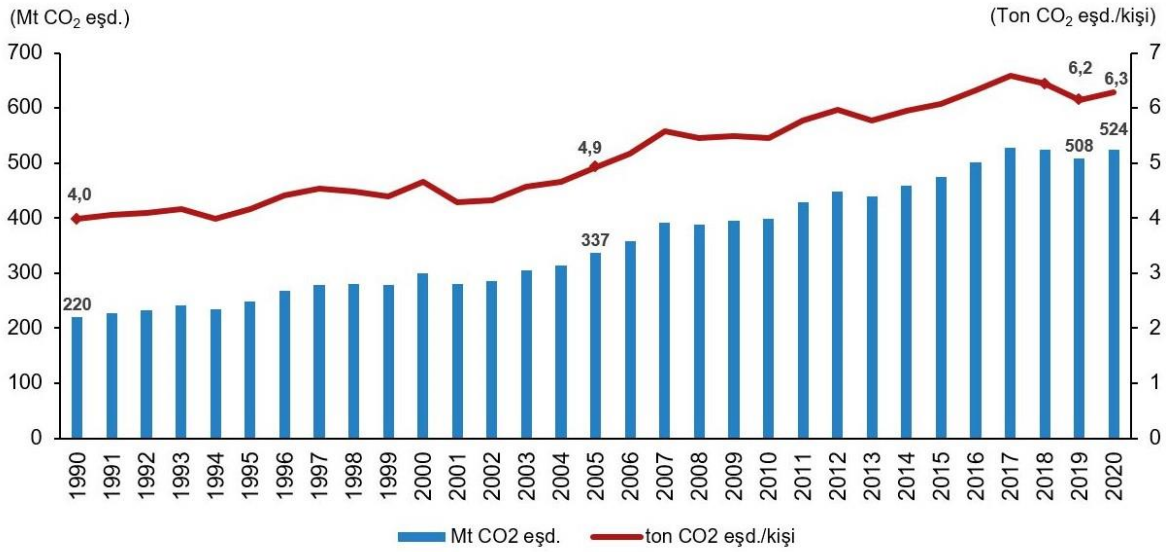


Kaynak: enerji.gov.tr

Tablo 6’da da belirtildiği üzere Türkiye elektrik enerji ihtiyacının büyük kısmını hidroelektrik, doğalgaz ve kömür ile karşılamaktadır.

Türkiye 2023 Ocak ayı sonu itibarıyla yaklaşık 104.038 MW kurulu güç sahibidir. Ayrıca Ülkemizde elektrik enerjisi üretim santrali sayısı, 2022 yılı Nisan ayı sonu itibarıyla 10.629’a (Lisanssız santraller dahil) yükselmiştir. Mevcut santrallerin 748 adedi hidroelektrik, 67 adedi kömür, 355 adedi rüzgar, 63 adedi jeotermal, 345 adedi doğal gaz, 9.56 adedi güneş, 491 adedi ise diğer kaynaklı santrallerdir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Elektrik”, Erişim 5 Ocak 2023).

Şekil 16: Toplam ve Kişi Başı Sera Gazı Emisyonu, 1990-2020



Kaynak: tuik.gov.tr

Şekil 16'daki istatistikler sonucu 2019'da 508 milyon ton olan co2 salınımı 2020'de artarak 524 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Kişi başına düşen Co2 miktarı ise 2005'de 4,9 ton, 2019'da 6,2 ve 2020 yılında ise 6,3 ton olarak hesaplanmıştır. Toplam sera gazı emisyonlarında 2020 yılında CO₂ eşd. olarak en büyük payı %70,2 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken bunu sırasıyla %14 ile tarım, %12,7 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı ve %3,1 ile atık sektörü takip etti (Tuik, 2022).

1980'lerin sonlarına doğru ortaya çıkan iklim sorunu için Türkiye çevre dostu bir yaklaşım göstermiş ve şu ana kadar çıkan neredeyse tüm uluslararası iklim sözleşmelerine imza atmıştır. İklim değişikliği çerçeve sözleşmesi, Kyoto protokolü ve en son 2015'deki Paris Anlaşmasına uymuş ve üye ülke olmuştur.

Birçok uzmanın üzerinde mutabık kaldığı gibi 19.yüzyıl bir kömür yılıydı. 20.yüzyıl petrol, içerisinde bulunduğumuz yüzyıl da doğalgaz yüzyılı olarak adlandırılıyor (Albayrak, 2022, s.83). Türkiye'de ne kadar kendi doğalgazını ithal edemiyor olsa bile bulunduğu coğrafi açıdan önemli bir konumdadır. Orta doğu ülkeleri genellikle petrol ve doğalgaz zengini ülkelerdir. Çıkan bu doğalgazı ise Avrupa pazarına satmak için tek yol Türkiye'dir. Türkiye bu stratejik durumdan yararlanmak için yatırımlar yapmaktadır bunların en büyüğü ise TANAP (Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı)'dır. Bu proje 1.850 km'lik bir doğalgaz boru hattıdır ve Azerbaycan gazının Avrupa pazarlarına taşımaktadır. Bu hat sayesinde ülkelere alternatif olmuş ve diğer gaz ihracatı yapan ülkelerin de dikkatini çekmiştir. TANAP'ın haricinde de Türkiye'de

doğalgaz boru hatları anlaşmaları da mevcuttur. Bunlar Rusya, İran, Bakü ve Yunanistan gibi ülkelerle anlaşmamız vardır. Türkiye, bölgenin en uzun siyasi istikrara sahip ülkesi olarak; Akdeniz'den Karadeniz'e, Ortadoğu'dan Orta Asya'ya dünyada hidrokarbon rezervlerinin yarısından fazlasının bulunduğu bir coğrafyanın merkezindeki konumunda olması nedeniyle, güçlü enerji altyapısıyla 7 doğalgaz ve 2 petrol uluslararası boru hattı, LNG, FSRU ve Gaz Depolama kapasitesiyle, doğal kaynakların tüketim noktalarına ve pazar ülkelere yakınlığıyla, dünyadaki en önemli ve en güvenilir iş ortağı konumunda bulunuyor (Albayrak, 2022, s.113).

2.5. Karbondioksit Emisyon Kavramı Ve Yapılan Anlaşmalar

Karbon salınımı, doğada karbon içeren maddelerin yakılması sonucunda ortaya çıkan karbondioksit gazının atmosfere yayılmasıdır. Karbondioksit normalde doğada bulunmaktadır ancak biz insanoğlunun müdahalesi sonucunda artış gösteren karbondioksit gazı atmosfere zarar vermektedir. Avrupa'da gerçekleşen Sanayi Devrimi sonrasında sanayileşme giderek enerji talebinde artış meydana getirmiş, bu enerji ihtiyacını karşılamak için de yakılan fosil yakıtlar karbondioksit miktarlarını artırmıştır. Yakılan bu fosil yakıtlar dünyadaki sera gaz yoğunluğunu etkileyip, dünya üzerinde sıcaklıkların artmasına, buzulların erimesine ve mevsimsel sıcaklıkların değişmesine sebep olmuştur. İklim değişikliği olarak da adlandırılan bu dünya krizini günümüzde ülkeler tarafından dikkat edilmekte ve önemler alınmaktadır. İnsanoğlunun doğaya verdiği zararı sera gazı ölçüsünden hesaplamaya da karbon ayak izi adı verilmektedir.

Karbon emisyonunun son yıllarda artış göstermesinin temel sebeplerini şu maddelerle özetleyebiliriz (www.garantibbva.com.tr/tr/blog/karbon-emisyonu.page, 20.03.2023):

- Kontrolsüz sanayileşmenin artması
- Devamlı artan enerji talebi
- Kontrolsüz ve yükselişe geçen şehirleşme
- Ormanlık alanların azalması
- Yoğun hayvancılık faaliyetlerinin artması
- Kontrolsüz sera gazı salımının artması

BM tarafından Ekim 2015'te yayımlanan, "İklim Bağlantılı Doğal Afetlerin İnsani Maliyeti" isimli raporda, 20 yılda kayıtlara geçen küresel olarak toplam 6,457 doğal afetin %90'ı sel, fırtına, sıcak hava dalgası, kuraklık ve diğer aşırı iklim hareketlerinden kaynaklandığı; 1995 yılından bu yana aşırı iklim hareketleri kaynaklı afetler nedeniyle 606 bin kişinin yaşamını

yitirdiği, 4,1 milyar insanın ise etkilendiği belirtilmektedir (www.mfa.gov.tr/iklim-degisikligiyle-mucadelenin-onemi.tr.mfa, 25.03. 2023).

1850 yılından itibaren, şuan ki 10 yıllık süreç boyunca gerçekleşen sıcaklık geçmiş dönemin 10 yılında gerçekleşen sıcaklıktan daha yüksek olmuştur. 21. Yüzyılın ilk yirmi yılında (2001-2020) küresel yüzey sıcaklığı, 1850-1900'dan 0,99°C daha yüksek olmuştur. Küresel yüzey sıcaklığı da 2011-2020'de 1850-1900'dan 1,09°C daha yüksek olmuştur. 1850-1900'dan 2010-219 yıllarına kadar insan kaynaklı toplam yüzey sıcaklığı da 0,8°C ile 1,3°C arasında artış göstermiştir. (IPCC, 2021, s.5-6). IPCC verilerine göre iklim değişikliği ve sıcaklık sürekli artarak devam eden bir küresel kriz olduğunu, en önemli etkenin de insan olduğunu söylememiz mümkündür.

Çevredeki düzenin bozulduğunu ve küresel ısınmanın önemini geçmişte de dünya ülkeleri fark etmiş ve gerek bölgesel gerek de küresel çapta anlaşmalar, konferanslar düzenlenmişlerdir. Düzenlenen bu küresel iklim buluşmaları ve anlaşmalar Birleşmiş Milletler ev sahipliği yapmıştır. Aşağıda bu anlaşmalar ve konferanslar hakkında bilgiler verilmektedir.

2.5.1. Stockholm Konferansı

İnsan ve çevre konferansı olarak da bilinen bu konferans ilk küresel anlamda yapılan çevre konferansı olarak önem taşımaktadır. 5 Haziran 1972' de gerçekleştirilen bu konferans sonrasında 5 Haziran dünya çevre günü olarak ilan edilmiştir. Stockholm beyannameleri 26 ilke içermekte, çevresel sorunlara ön plana çıkartmış ve endüstrileşmiş ve gelişmekte olan ülkeler için ekonomik büyüme, hava kirliliği, su, okyanus ve insan refahı konularıyla çevre arasındaki ilişki arasında bir bağlantı kurmuştur. Stockholm beyannamesi üç ana kategoriyi içermektedir: a) Küresel Çevresel Değerlendirme Programı (izleme planı); b) Çevre yönetim faaliyetleri; (c) Ulusal ve uluslararası düzeylerde yürütülen değerlendirme ve yönetim faaliyetlerini desteklemek için uluslararası önlemler. Ayrıca, bu kategoriler 109 öneriye bölünmüştür (United Nations, "Stockholm 1972"). Stockholm Deklarasyonu ile birlikte (Stockholm, 1972),

- Çevrenin korunması ve geliştirilmesi ekonomik gelişmenin temel ögesi olarak tanımlanmış,
- Madde 2'de bunun tüm hükümetlerin görevi olduğu dile getirmiş ve bu bağlamda, 24. Maddenin konusu olan Uluslararası işbirliği ve dayanışmanın önemi vurgulanmıştır.

Stockholm Konferansı'nın "Bir tek dünyamız var" sloganı, konferansta ortak kabul gören, tek olan dünyadan yararlanmanın eşit hak ve sorumluluklar doğurduğu anlayışını özetlemektedir. Bu bağlamda küresel düzeyde, tüm canlıların ve insanın varlığını sürdürebileceği, ekolojik

açından dengeli koşullara sahip bir çevreyi oluşturmak, korumak ve daha iyi hale getirmek de tüm insanlığın ortak sorumluluğu olarak kabul edilmiştir (Youth For Habitat, 2006). Stockholm konferansını önemli yapan sonuçlardan birisi ise bu konferans sonrasında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) kurulmuştur ve kuruluşun merkezini Nijerya'nın başkenti olan Nairobi olarak belirlemişlerdir.

2.5.2. Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü

Sırasıyla 1985 ve 1987 yıllarında yapılan bu anlaşmaların temel konusu ozon tabakası olmaktadır. Viyana anlaşması sonucunda ozon tabakasını incelten maddelerin kullanımının azaltılması ve bu maddelerin kullanımının takip edilmesi amaçlanmıştır. Viyana sözleşmesinin herhangi bir yasal birleştiriciliği bulunmamakla birlikte Montreal Protokolünün başlangıcı niteliğinde gerçekleşmiştir. 1985’de ozon tabakasının delindiğini fark edilince hükümetler 1987’de Ozon Tabakası İncelten Maddeler İlişkin Montreal Protokolü kabul edilmiştir. 196 ülkenin taraf olduğu bu anlaşma çevre konusunda en başarılı anlaşma olarak kabul edilmektedir. Montreal Protokolü, periyodik olarak yapılan bilimsel ve teknolojik değerlendirmeleri temel alarak azaltım takviminin revize edilebileceği şekilde oluşturulmuştur. Bu teknik ve bilimsel değerlendirmeleri takiben, söz konusu Protokole ait takvimdeki azaltımın hızlandırılması için 1990’da (Londra),1992’de (Kopenhag), 1995’de (Viyana), 1997’de (Montreal), 1999’da (Pekin) ve 2007’de (Montreal) tekrar düzenlenmiştir. Ayrıca bu düzenlemeler, yeni kontrol maddelerinin ve yeni önlemlerin de anlaşmaya dâhil edilmesine neden olmuştur. Ayrıca bu anlaşma ile birlikte 1990 yılında gelişmiş ülkeler öncülüğünde “ Çok Taraflı Fon “ kurulmuş ve bu fon sayesinde gelişmekte olan ülkeler için ozon tabakasına zarar veren maddelerin azaltılması için yeni projeler, teknolojik gelişmeler ve yeni ve çevreci üretim faktörleri için kullanılmaktadır (Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı, “Montreal Protokolü”, Erişim 1 Mayıs 2023).

Türkiye’de bu protokole 1991 yılında katılmış ve ilgili bakanlıklar ile birlikte ozon tabakasını azaltmaya yönelik yeni kanunlar ve yönetmelikler yayınlamış ve süreci başarılı şekilde yönetmektedir.

2.5.3. Rio De Janeiro Konferansı

3-14 Haziran 1992 yıllarında Brezilya'nın Rio De Janeiro kentinde düzenlenmiştir. 1972'de İsveç'in Stockholm kentinde düzenlenen ilk İnsan Çevre Konferansının 20. Yıldönümü vesilesiyle düzenlenen bu küresel konferans, insanların sosyo-ekonomik faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkisine odaklanmak için 179 ülkeden siyasi liderleri, diplomatları, bilim adamlarını, medya temsilcilerini ve sivil toplum kuruluşlarını bir araya getirdi (United Nations, "Rio1992" Erişim 1 Mayıs 2023). Yeryüzü Zirvesi de olarak tanınan bu zirvede eylem planı olarak Gündem 21 sunulmuştur. Geniş bir kapsama sahip olan Gündem 21 önerileri kısaca yeni eğitim programlarından, doğal kaynakların korunmasına ve sürdürülebilir bir ekonominin yeni yollarına kadar uzanıyordu.

Gündem 21'de yer alan çevreye ilişkin yükümlülükler aşağıda sıralanmıştır(Çamur, Vaizoğlu, 2007 & Algan, 2005):

2000 yılına kadar;

- Kirliliğin bertaraf edilmesi için tümleşik programlar geliştirilmesi,
- Kirliliğin kontrolü için istatistiksel bilgiler toplanması,
- Ormanla ilgili ulusal kurumlar güçlendirilmesi,
- Sürdürülebilir tarım için programlar geliştirilmesi,
- Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanılabilir hale sokulması,
- Kentlerde günlük kişi başına 40 litre güvenli suya ulaşılması,
- Niceliksel ve niteliksel atık standartları geliştirilmesi,
- Kentsel alanlardaki katı atık toplanmalı ve güvenli bir yolla bertaraf edilmesi,
- Etkin atık çevrimi ve tekrar kullanımı için ulusal programlar yapılması (gelişmekte olan ülkelerde 2010 yılına kadar), Pissu, atık su ve katı atıkların %50'si uygun olarak arıtılması (sanayileşmiş ülkelerde 1995'e kadar),

2025 yılına kadar;

- Tüm pissu, atık su ve katı atıklar uygun biçimde bertaraf edilmesi,
- Kentsel nüfusa yeterli atık hizmeti sağlanması hedeflenmiştir.

Gündem 21 dışında, Rio Bildirisi ile Orman İlkeleri de kabul edilmiştir. Ayrıca, Konferans sırasında, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi imzaya açılmıştır. Rio Konferansı'nda alınan kararlar doğrultusunda hazırlanan BM Çölleşme

ile Mücadele Sözleşmesi ise, 1994 yılında imzaya açılmıştır(mfa.gov.tr). Birçok lke gibi Türkiye’de bu sözleşmede yer almış ve imzalamıştır.

2.5.4. Kyoto Protokolü

1997 yılında Japonya’nın Kyoto şehrinde düzenlenen bu toplantının amacı sera gazının azaltılmasına ilişkin stratejileri ayrıntılı olarak belirlemektir. Bu anlaşma iki buçuk yıl sürmüş ve yürürlüğü 2005 yılında girmiştir. Güncel olarak ise Kyoto protokolüne uyan 192 taraf bulunmaktadır.

Kyoto protokolünün ilk amacı gelişmiş ve endüstrileşmiş Avrupa lkeleri için 2008-2012 beş yıllık süre boyunca 1990 yıllarındaki seviyelerine kıyasla ortalama %5 bir emisyon azaltımı sağlamayı amaçlamışlardır. Ancak karbon salınım oranları yüksek olan Amerika, Kanada, Japonya, Çin gibi ülkeler üretimlerini kısıtlayacağı gerekçesiyle bu anlaşmaya taraf olmak istememişlerdir. Avrupa lkeleri ve toplam 24 OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü-Organisation for Economic Co-operation and Development) lkesi anlaşmayı imzalayarak emisyon azaltma taahhüdünde bulunmuşlardır (Turan ve Güler, 2013,s 956-957).

Protokolün ikinci taahhüt dönemini oluşturan “Doha Değişikliği” ile Ek-B listesinde bulunan tarafların emisyonlarını ilk taahhüt döneminden farklı olarak 2020 yılında 1990 yılına göre en az %18 azaltması kararlaştırılmıştır. Yürürlüğü girebilmesi için, 144 taraf ülke tarafından kabul edilmesi gereken Kyoto Protokolü’ne getirilen Doha Değişikliği 10 Aralık 2019 tarihi itibarıyla, 135 ülke tarafından kabul edilmiş olup, yürürlüğü girmemiştir. ABD, Japonya, Rusya ve Yeni Zelanda ikinci taahhüt döneminde yer almamışlardır. Bu bağlamda, iklim değişikliğiyle mücadele, AB ile bazı küçük gelişmiş ülkelerin salım azaltımı konusundaki taahhütlerine bırakılmıştır (MFA, “Kyoto Protokolü”, Erişim 20 Aralık 2022).

Kyoto Protokolü’nn yürürlüğü girmesiyle (amur, Vaizoğlu, 2007);

- Endüstriden, motorlu taşıtlardan, ısıtmadan kaynaklanan sera gazı miktarını azaltmaya yönelik mevzuat değişikliğinin yapmak,
- Isınmada, taşımacılıkta, daha az enerji kullanmak,
- Endüstride daha az enerji tüketen teknolojileri kullanmak,
- İnsan faaliyetlerinde sürdürülebilir evre yaklaşımını temel ilke olarak benimsemek,
- Atmosfere salınan CH₄ ve CO₂ miktarının azaltılması için alternatif enerji kaynaklarına yönelmek,
- Fosil yakıtlar yerine biodizel gibi başka seçeneklere yönelmek,
- Sanayideki atık işlemlerini yeniden düzenlemek,

- Güneş enerjisinden yararlanmak,
- Orman alanlarını artırmaya yönelik çalışmalar yapmak,
- Fazla yakıt tüketen ve fazla karbon üreten daha fazla vergi almak gibi uygulamalar söz konusu olacaktır.

Kyoto Protokolünü imzalayan ülkeler anlaşmalara uyum sağlaması için yardımlar ve belli stratejiler tarafından izlenmektedir. Almanya'nın Bonn Şehrinde bulunan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Genel Sekreteri tarafından yapılan tüm üye ülkelerin işlemleri protokole uyup uymadığını anlamak için kayıt altında tutulmaktadır. Üye ülkeler tarafından da yılın belli aralıkları raporlar sunarak emisyon için aldığı önlemleri sunmaktadır. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum için tasarlanan bu protokolde üye ülkelerin bu olumsuzluklara en kısa uyum sağlaması için gerek teknolojik değişikliklerin geliştirilmesini ve yaygınlaştırılmasını kolaylaştırmaktadır.

2.5.5. Rio +20 Konferansı

1992 Rio konferansından sonra 20-22 Haziran 2012 yılında ilk Rio konferansında alınan kararların devamı niteliğinde tekrardan Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferans sonucu sürdürülebilir kalkınmanın uygulanması için gerekli adımları içeren “İstedğimiz Gelecek” isimli belgeyle sonuçlanmıştır.

Konferans ayrıca yeşil ekonomi politikalarına ilişkin yenilikçi yönergeleri kabul etti ve sürdürülebilir kalkınmayı finanse etmek için bir strateji uygulamaya koymuş ve Hükümetler sürdürülebilir tüketim ve üretim kalıplarına ilişkin 10 yıllık bir program çerçevesini benimsemiştir (United Nations, “Rio2012”, 9 Mayıs 2023).

Bu konferans dünyanın en büyük ekonomileri başta olmak üzere birçok kişinin dikkatini çekmiş ve sivil toplum kuruluşlarından iş adamlarına kadar binlerce katılım sağlamış ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak amacıyla birçok yeni ortaklıklara ev sahipliği yapmıştır.

2.5.6. COP21 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı

12 Aralık 2015 Paris’te düzenlenen ve Paris İklim Anlaşması olarak da bilinen bu anlaşma 196 ülke tarafından kabul edilip, Kasım 2016’da yürürlüğe girmiştir. Böylelikle Paris Anlaşması, düzenlenen tarihten sonra en kısa sürede yürürlüğe giren ilk anlaşma olmuştur. Türkiye Paris Anlaşmasını Nisan 2016’da New York’ta imzalayarak 196 ülke arasında yerini almaktadır. Anlaşma, sürdürülebilir kalkınma ve yoksulluğun ortadan kaldırılması bağlamında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nin uygulamasını geliştirmeyi hedeflemektedir. Anlaşmanın uzun dönemli hedefi, küresel ortalama sıcaklık artışının sanayileşme öncesi döneme göre 2°C altında tutulması; ilave olarak ise bu artışın 1,5°C’nin altında tutulmasına yönelik küresel çabaların sürdürülmesi olarak ifade etmektedir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı uyum kabiliyetinin ve iklim direncinin artırılması; düşük sera gazı emisyonlu kalkınmanın temin edilmesi ve bunlar gerçekleştirilirken, gıda üretiminin zarar görmemesi diğer bir temel hedef olarak belirtilmektedir. Son olarak, düşük emisyonlu ve iklim dirençli kalkınma yolunda finans akışının istikrarlı hale getirilmesi hedefler arasında yerini almaktadır(Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”, Erişim 2 Mayıs 2023).

BÖLÜM III

Literatür Taraması, Veri Seti, Yöntem ve Analiz

Literatür Taraması

Karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi bir çok kez araştırma konusu olan kavramlar olmuştur. Bundan dolayı literatürde çok sayıda kaynak bulunmaktadır. Bu araştırmada ise araştırma yöntemine en yakın olan makaleleri aşağıdaki tabloda sıralanmıştır.

Tablo 7: Ekonomik Büyüme, Emisyon ve Enerji Tüketimi İle İlgili Çalışmalar

Ekonomik Büyüme, Emisyon Ve Enerji Tüketimi ile ilgili Çalışmalar					
Yazar(lar)	Yayın Yılı	Ülke(ler)	Dönem	Çalışma Yöntemi	Sonuç
Paul, Bhattacharya	2004	Hindistan	1950-1996	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testi	Enerji Tüketimi <-> E.Büyüme
Soytaş, Sarı, Ewing	2006	Amerika	1960-2004	Granger Nedensellik Analizi	Co2 Emisyonu -> Enerji Tüketimi
Ang	2007	Fransa	1960-2007	Eş bütünleşme ve Hata düzeltme modeli	Co2-> E.Büyüme E.Büyüme-> Enerji Tüketimi
Zhang, Cheng	2009	Çin	1960-2007	Granger Nedensellik Analizi	E.Büyüme -> Enerji Tüketimi -> Co2 Emisyonu
Halıcıoğlu	2009	Türkiye	1960-2005	Granger Nedensellik Analizi	Co2 Emisyonu <-> E.büyüme
Acaravcı ve Öztürk	2010	Türkiye	1968-2005	ARDL ve Granger nedensellik testi	Veriler arasında bir ilişki bulunamamıştır.
Menyah, Rufael	2010	Güney Afrika	1965-2006	Granger Nedensellik Testi	Co2 Emisyonu-> E.Büyüme
Linh,Lin	2014	Vietnam	1980-2010	Granger Nedensellik Analizi	E.Büyüme -> Enerji Tüketimi -> Co2 Emisyonu
Yang ve Zhao	2014	Hindistan	1970-2008	Granger Nedensellik Analizi	Enerji Tüketimi -> Co2 Emisyonu, E.Büyüme E.Büyüme -> Co2 Emisyonu

Salahuddin ve Gow	2014	GCC	1980-2012	Panel Granger Nedensellik Analizi	Enerji Tüketimi <-> Co2 Emisyonu E.Büyüme -> Enerji Tüketimi
Alshehry ve Belloumi	2014	Arabistan	1971-2010	Eşbütünleşme ve VAR	Kısa dönem : Co Emisyonu -> Enerji Tüketimi, E.büyüme Uzun Dönem: Enerji Tüketimi -> E.Büyüme Enerji Tüketimi -> Co2 Emisyonu Co2 Emisyonu <-> E. Büyüme
Jammazi ve Aloui	2015	GCC	1980-2013	Çapraz Korelasyon	Enerji Tüketimi -> Co2 Emisyonu Enerji Tüketimi <-> E.Büyüme
Wang, Li, Fang, Zhou	2016	Çin	1990-2012	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testi	Enerji Tüketimi <-> E.Büyüme Enerji Tüketimi -> Co2 Emisyonu
Magazzino	2016	İtalya	1970-2006	Eşbütünleşme ve Toda-Yamamoto Nedensellik	Co2 Emisyonu <-> E.Büyüme Co2 Emisyonu <-> Enerji Tüketimi
Antonakakis, Chatziantoniou ve Filis	2017	106 Ülke	1971-2011	Panel Vektör Otoregresyonu	Aralarında nedenselliğin bulunduğu ve ülkelere göre çift yönlü ilişkiler değişmektedir.
Yenisu	2018	Türkiye	1960-2013	Granger Nedensellik Analizi	Enerji Tüketimi -> E.büyüme Co2 Emisyonu E.Büyüme -> Co2 Emisyonu
Çağrı	2019	Çin	1971-2019	Granger Nedensellik Analizi	E.Büyüme -> Enerji Tüketimi, Co2 Emisyonu Enerji Tüketimi -> Co2 emisyonu
Kazanasmaz	2019	Türkiye	1960-2017	Granger Nedensellik Analizi	Enerji Tüketimi -> Co2 Emisyonu, E.büyüme
Akdoğan	2019	G20	2007-2017	Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik testi	Yenilenebilir enerji tüketimi -> E.büyüme, Co2 Emisyonu
Nie, Li, Wang, Zhang	2019	Çin	1995-2004	PSTR Testi	Co2 Emisyonu -> E. Büyüme
Salari, Javid ve Noghanibehambari	2020	Amerika	1997-2016	Panel Veri Analizi	E.Büyüme -> Enerji Tüketimi -> Co2 Emisyonu

Wasti ve Zaidi	2020	Kuveyt	1971-2017	Gragner Nedensellik Analizi	Enerji Tüketimi -> Co2 Emisyonu
Han, Kutlu ve Pehlivan	2021	BRICS-T	1990-2018	Konya (2006) Panel Nedensellik	Ülkelere göre farklılık göstermiştir.

*Tablo'daki ">" ifadesi tek yönlü, "<>" ifadesi ise iki yönlü ilişki olduğunu belirtmektedir.

Veri Seti

Bu çalışmada Türkiye enerji tüketimi, CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme arasında bir nedensellik ilişkisinin olup, olmadığını araştırılmasıdır. Yapılan araştırmada Türkiye için 1990-2019 yıllarına ait zaman serileri kullanılmıştır. Bu veri setinin 1990-2019 yılından başlamasının sebebi Türkiye için veri yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Çalışmada kullanılan değişkenler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 8: Modeldeki Değişkenler

ET	Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi (Petrol Cinsinden)
CO2	Kişi Başına Düşen Karbondioksit Tüketimi (Metrik Ton)
Y	Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (Milyar \$)

Kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla büyümeyi temsil etmektedir. Değişkenlerin logaritması alındıktan sonra analiz yapılmıştır. Modelin analizinde E Views 10 programı kullanılmıştır. Verilerin kaynaklarını World Bank (Dünya Bankası), Eurostats ve TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) istatistiklerinden yararlanılmıştır.

Yöntem ve Ampirik Çalışma

Analizde kullanılacak verilerin en doğru sonuca ulaşması için ilk olarak durağanlığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Çünkü kullanılan birçok veride birim kök mevcuttur. Eğer bu verilerin birim köklerinin kontrolü yapılmazsa karşımıza sahte regresyon ve yapılan analizin yanlış sonuçlanmasına sebep olur. Bu araştırmada geleneksel birim kök analizlerinden en yaygın olarak kullanılan PP ve ADF tercih edilmektedir (İzillioğlu, 2019, s.11).

Dickey ve Fuller ilk olarak 1979'da çıkardığı bu birim kök testinde otokorelasyon problemini üstünde durmuşlardır. Ancak Dickey ve Fuller 1981 yılında yaptığı çalışmalarda birim kök testinde ise modelde bulunan hata terimlerinin otokorelasyonlu olduğunu kabul etmiş ve otokorelasyon problemini çözmek için denkleme bağımlı değişkenin gecikmeli terimleri

eklemiştir. Otokorelasyon problemini aşmak için ADF testi aşağıdaki denklemleri kurmuşlardır (İzillioğlu, 2019, s.12):

$$Y_t = Y_{t-1} + Z_t \quad t=2,3,\dots$$

$$Z_t = \theta_1 Z_{t-1} + \theta_2 Z_{t-2} + \dots + \theta_p Z_{t-p} + e_t$$

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p (\theta_i (Y_{t-i} - Y_{t-1-i}) + e_i$$

$$Y_t = \alpha + \beta[t - 1/2(n-p+1)] + \rho Y_{t-p-1} + \sum_{i=1}^p (\theta_i Z_{p+t-i} - e_{t+p})$$

Bu testlerin eksikliklerinden dolayı Phillips Perron yaptığı çalışmalarında daha doğru sonuç veren ve hata terimleri arasındaki otokorelasyonu düzenleyen model geliştirmiş ve geliştirdiği modelde aşağıdaki denklemleri kullanmıştır:

$$y_t = \hat{\mu} + \hat{\alpha} y_{t-1} + \hat{u}_t$$

$$y_t = \tilde{\mu} + \tilde{\beta}(t - 1/2 T) + \tilde{\alpha} y_{t-1} + \tilde{u}_t$$

Denklemlerde T gözlem sayısını, u_t hata terimini, $(\hat{\mu}, \hat{\alpha})$ ve $(\tilde{\mu}, \tilde{\beta}, \tilde{\alpha})$ en küçük kareler (EKK) regresyonu katsayılarını belirtmektedir. Yukarıdaki denklemlere sabit eklendiğinde modelimiz artık aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$y_t = \mu + \alpha y_{t-1} + u_t \quad (t=1,2,\dots)$$

Phillips ve Perron 1988 yılındaki yaptığı çalışmada, parametre bağımlılığı problemini çözmek için geleneksel test istatistiklerini dönüştürerek Z istatistiklerini kullanmıştır. Bu test DF testi ile aynı limit dağılımında olduğu için Z istatistikleri için DF kritik değerleri ve hipotezleri kullanılır.

H₀: $\rho = 1$ veya $\delta = 0$ (Seri durağan değildir ve birim kök vardır.)

H₁: $\rho < 1$ veya $\delta < 0$ (Seri durağandır ve birim kök yoktur.)

Bu testlerden sonra seriyi durağan hale getirip uygulamada sonraki aşamaya yani Granger Nedensellik analizine geçilmiştir. 1969 yılında Granger tarafından bulunan ve tanımlanan bu testin tanımı; eğer Y_t değişkeni, X_t değişkeninin geçmiş değerleri kullanıldığındaki durumda kullanılmadığı duruma göre daha doğru tahmin edilebiliyor ise X_t , Y_t 'nin Granger nedeni

olduğu söylenir. Granger nedensellik testi, verilerin F istatistik değerlerini hesaplayarak ve bu F istatistik değerlerinin karşılaştırılması üzerine kurulan bir modeldir. Granger Nedenselli Testinin denklemi aşağıdaki gibidir;

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{n=1}^i \beta_i Y_{t-i} + \sum_{n=1}^i \gamma_i X_{t-i} + \varepsilon$$

Yukarıdaki denklemlerin sonucunda RSS_r (hata karelerin toplamı) elde edilir. Elde edilen sonuçtan sonra modele X değişkeninin gecikmeli değerleri eklenerek aşağıdaki model oluşturulur ve çıkan sonuçtan RSS_u değeri elde edilir.

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{n=1}^i \beta_i Y_{t-i} + \sum_{n=1}^i \gamma_i X_{t-i} + \varepsilon$$

Granger nedensellik analiz sonuçlarına göre sıfır ve alternatif hipotezler aşağıdaki gibi oluşturulur;

$$H_0 = \sum_{n=1}^i \beta_i = 0 \text{ ise } X_i \text{ } Y_i \text{ 'ye neden olmamaktadır.}$$

$$H_1 = \sum_{n=1}^i \beta_i \neq 0 \text{ ise } X_i \text{ } Y_i \text{ 'ye neden olmaktadır.}$$

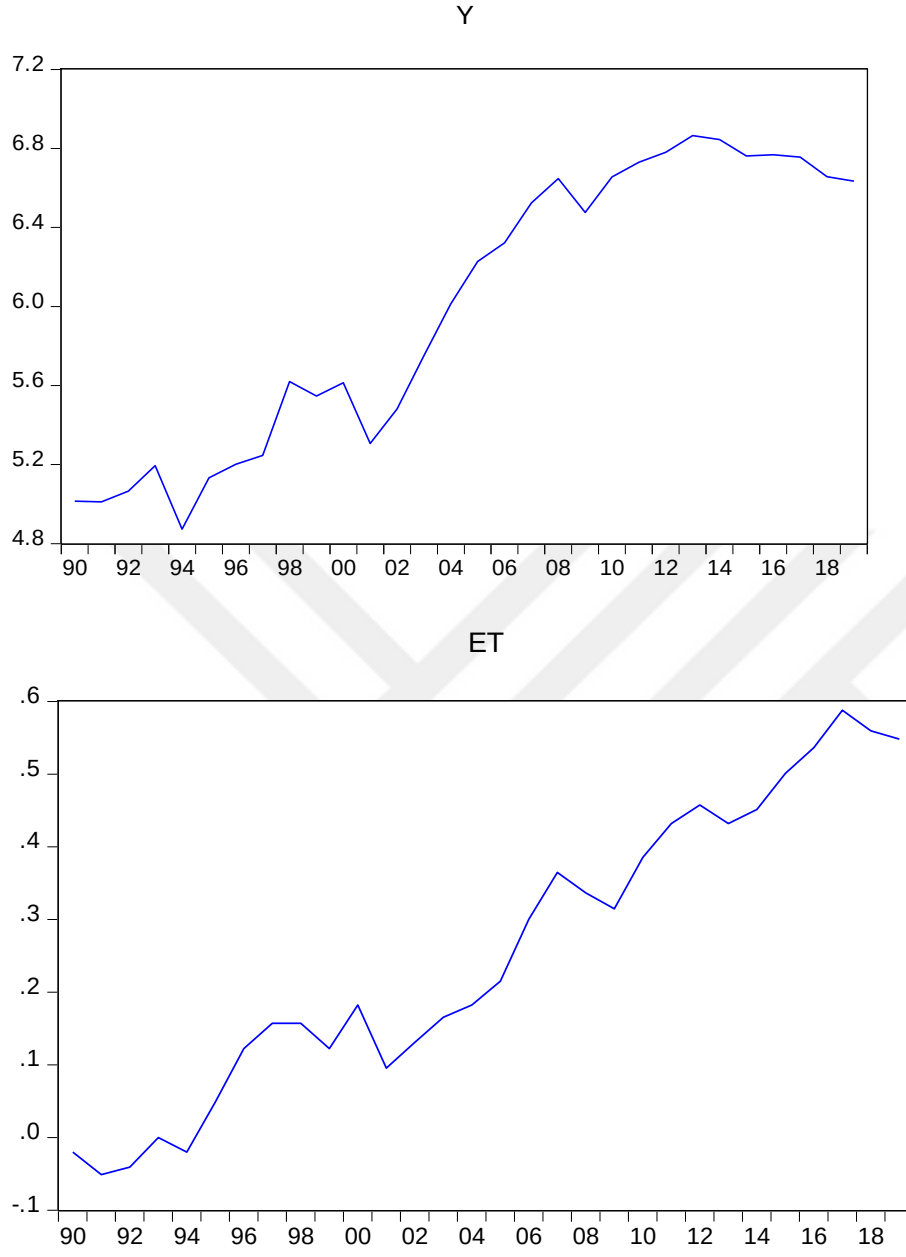
Bulunan RSS_r ve RSS_u değerleri sonucundan sonra F istatistik değerlerin karşılaştırılması için aşağıdaki denklem kullanılır.

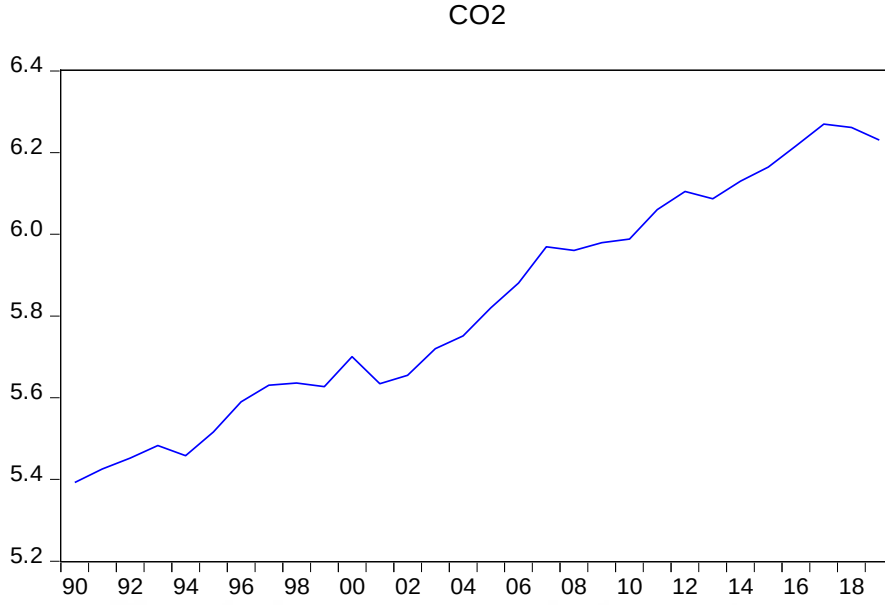
$$F_{\text{statistik}} = \frac{(RSS_r - RSS_u)/m}{RSS_u/(n-k)}$$

Hesaplanan F değeri, kritik değeri aştığı durumda sıfır hipotez ret edilir ve alternatif hipotez kabul edilir, tam tersi durumda ise durumlar sıfır hipotez kabul edilir.

Bu çalışmada analize geçmeden önce değişkenler hakkında bilgi edinmek için zaman yolu grafikleri incelenmiştir. Grafik 1 de değişkenlerin zaman grafikleri gösterilmektedir.

Tablo 9: Serilerin Zaman Yolu Grafikleri





Çalışmada kullanılan veriler Grafik 1 ‘de görüldüğü üzere sürekli artış içerdeler dolayısıyla ortalamaların da arttığından dolayı seriler arasında sahte bir regresyon olabileceği ifade edilebilir. Bu sahte regresyon anlamak için aralarında birim kök testleri analizleri uygulanmaları gerekmektedir.

Serilerin birim kök analizleri için geleneksel analiz testleri vardır. Bunlar ADF(Augmented Dickey Fuller) ve PP (Phillips-Perron), KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin), ERS (Elliott, Rothenberg ve Stock), Ng- Perron ve Point Optimal birim kök testleridir. Bu çalışmada ise bu testlerden ADF, PP Testleri uygulanmıştır.

Tablo 10: ADF ve PP Test Sonuçları

Phillips-Perron Test Sonuçları (PP)								
	At Level				At First Difference			
		LOGCO2	LOGET	LOGY		d(LOGCO2)	d(LOGET)	d(LOGY)
With Constant	t-Statistic	-0.5763	-0.0510	-1.0506	t-Statistic	-5.5187	-9.6047	-5.6238
	Prob.	0.8611	0.9459	0.7211	Prob.	0.0001	0.0000	0.0001
		n0	n0	n0		***	***	***
With Constant & Trend	t-Statistic	-2.6143	-3.1501	-1.4828	t-Statistic	-5.3173	-8.9802	-5.6607
	Prob.	0.2771	0.1142	0.8123	Prob.	0.0010	0.0000	0.0004
		n0	n0	n0		***	***	***
Without Constant & Trend	t-Statistic	6.8809	1.6575	1.8026	t-Statistic	-3.6102	-4.4370	-5.1067
	Prob.	1.0000	0.9733	0.9802	Prob.	0.0008	0.0001	0.0000
		n0	n0	n0		***	***	***

ADF Test Sonuçları								
	At Level				At First Difference			
		LOGCO2	LOGET	LOGY		d(LOGCO2)	d(LOGET)	d(LOGY)
With Constant	t-Statistic	-0.5888	-0.4327	-1.0561	t-Statistic	-5.2048	-5.4929	-5.6238
	Prob.	0.8583	0.8905	0.7191	Prob.	0.0002	0.0001	0.0001
		n0	n0	n0		***	***	***
With Constant & Trend	t-Statistic	-2.6227	-3.1245	-1.3532	t-Statistic	-5.0905	-5.3580	-5.6607
	Prob.	0.2737	0.1196	0.8533	Prob.	0.0017	0.0009	0.0004
		n0	n0	n0		***	***	***
Without Constant & Trend	t-Statistic	4.1126	1.6253	1.7151	t-Statistic	-3.5663	-4.4355	-5.0473
	Prob.	0.9999	0.9716	0.9763	Prob.	0.0009	0.0001	0.0000

Notes: (*)Significant at the 10%; (**)Significant at the 5%; (***) Significant at the 1%. and (no) Not Significant *MacKinnon (1996) one-sided p-values. Değişkenlerin önünde kullanılan “d” , birinci farkının alındığını ifade etmektedir.

Yapılan ADF ve PP birim kök testleri birbirini destekler niteliktedir. Buna göre serilerin seviye düzeyinde herhangi anlamlılık düzeyinde birim kökleri mevcut olduğunu ve yapılan analizlerin tam doğru sonuç vermeyeceğini göstermektedir. Ancak alınan birinci farkları sonucunda serilerin bütün anlamlılık seviyelerinde birim köklerinin kalmadığını ve durağan olduğunu söylemektedir. Sonuçların tümünün gözükmesi adına tablo tüm sonuçları göstermektedir ancak serilerimiz seviye düzeyinde sabit ve trend sahip olmakta, farklarını alındığında trend’ in gideceğinden dolayı sadece sabitli model olmaktadır. Sonuçlar doğrultusunda bundan sonra serinin birinci farkı alınarak devam edilmektedir.

Tablo 11: Optimal Gecikme Uzunluğu Bulunması

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	1.216.545	NA*	1.51e-08	-9.492.363	-9.346097*	-9.451795*
1	1.310.289	1.574.887	1.48e-08*	-9.522309*	-8.937.249	-9.360.038
2	1.393.873	1.203.612	1.62e-08	-9.470.983	-8.447.127	-9.187.009
3	1.411.733	2.143.214	3.17e-08	-8.893.863	-7.431.212	-8.488.186
4	1.527.165	1.108.148	3.15e-08	-9.097.320	-7.195.874	-8.569.939

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

Tablo 2’de serinin optimum uzunluğun belirlenmesi için yapılan testin sonuçları gösterilmektedir. Tablodaki “Lag” gecikme uzunluğunu göstermektedir. Tabloya göre, sonuçların yanına bulunan “*” ifadesi yapılan testlerin uygunluğunu göstermektedir. En çok “*” ifadesi bulunan ilk satırdaki yani gecikme uzunluğu 0 olan olarak seçilmiştir.

Tablo 12: Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken: Co2 Emisyonu				
Excluded	Chi-sq	df	Prob.	Sonuç
DLOGET	6.248.440	2	0.0440	0.04<0.05 olduğundan dolayı Enerji Tüketimi Co2 emisyonunun nedenidir.
DLOGY	5.106.378	2	0.0778	0.07>0.05 olduğundan dolayı ekonomik büyüme Co2 Emisyonun nedeni değildir.
All	7.998.232	4	0.0916	
Bağımlı Değişken: Enerji Tüketimi				
Excluded	Chi-sq	df	Prob.	Sonuç
DLOGCO2	2.354.773	2	0.3081	0.30 > 0.05 olduğundan dolayı Co2 Emisyonu Enerji Tüketiminin Nedeni Değildir.

DLOGY	4.224.362	2	0.1210	0.12>0.05 olduğu için Ekonomik Büyüme Enerji Tüketiminin Nedeni Değildir.
All	5.355.447	4	0.2527	

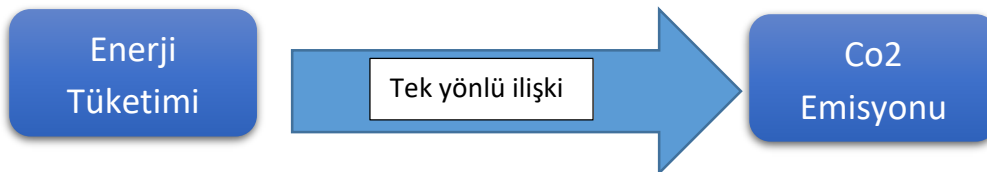
Bağımlı Değişken: Ekonomik Büyüme				
Excluded	Chi-sq	df	Prob.	Sonuç
DLOGCO2	0.256880	2	0.8795	0.8>0.05 olduğu için Co2 Emisyonu Ekonomik Büyümenin Nedeni Değildir.
DLOGET	0.246932	2	0.8839	0.8>0.05 olduğu için Enerji Tüketimi Ekonomik Büyümenin Nedeni Değildir.
All	0.274614	4	0.9914	

Gragner nedensellik analizimizde iki tane H hipotezimiz mevcuttur. Çıkan sonuçların p-olasılık değerine bakılarak eğer p-olasılık değeri 0.05'den büyük ise Ho hipotezi, 0.05'den küçük ise Ho hipotezi red edilip H1 hipotezi kabul edilmektedir.

Ho: X değişkeni Y değişkenine Gragner nedeni değildir.

H1: X değişkeni Y değişkenine Gragner nedenidir.

Bu kapsamda analizimizin sonucu aşağıdaki gibi özetlenmektedir.



Sonuç

Ekonomik büyüme hedefleri doğrultusunda ülkeler çeşitli politikalar uygulamaktadır. Üretim, istihdam ve ihracat politikalarını uygulayarak yabancı yatırımcının ilgisini çekmek ve yatırımcıyı ülkesine getirmek, ülkelerin ekonomik büyüme hedeflerine ulaşmak için önem arz etmektedir. Özellikle gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeler uyguladıkları politikalarla yatırımcıya daha cazip gözükme için bazı çevresel sorunları görmezden gelmektedir. Örneğin ucuz enerji için fosil yakıtların daha fazla kullanımına, emeğin fiyatının düşük olması için hızlı ve düzensiz nüfus artışı gibi sorunlara göz yummaktadır. Bu ihmaller doğrultusunda, enerji talebini karşılamak için yakılan fosil yakıtların artmasıyla doğada karbondioksit oranını artırarak çevre krizlerine neden olmaktadır.

Dünyanın hızlıca artan nüfusuyla, enerji ihtiyacı birer sorun haline gelmiştir. Son günlerde yaşanan Rusya- Ukrayna savaşı sonrasında Rusya'nın enerji ambargosu uygulamasıyla dünya genelinde bir enerji krizi meydana gelmiştir. Enerji, hem üretim için hem de hane halkı için vazgeçilmez bir ihtiyaç olduğundan dolayı ülkeler bu krizi atlattmak için daha fazla fosil yakıtlara yönelmiştir. Bu durum gelecekte yeni çevresel krizlerin oluşmasına neden olacağı tahmin edilmektedir.

1990-2019 yılları arasında Türkiye'nin karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında Granger nedensellik ilişkisinin araştırıldığı bu çalışmada, serilerin durağan hale getirdikten ve gecikme uzunluğunun bulunmasından sonra Granger nedensellik testi sonucunda sadece enerji tüketiminden, karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü granger nedensellik bulunmuştur. Ancak diğer kavramlar arasında herhangi bir Granger nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Literatürdekilerden farklı olarak bu analizde, enerji tüketimi TEP (Ton eşdeğer petrol) olarak alınmıştır. İlişkinin olmaması birçok nedenle birlikte, kullanılan enerji türünün petrol cinsinden olarak alınması olabilir. Nitekim Türkiye enerji kurulu gücü itibarıyla enerji ihtiyacının büyük kısmını hidroelektrik ve doğalgaz ile karşıladığı görülmektedir.

Türkiye sürekli büyüyen ve yatırım alan ülke konumundadır. Bu yatırımların çevre dostu yatırımlar olması için daha sıkı politikalar uygulanması gerekmektedir. Bunun yanında sürekli artarak devam eden orman yangınlarının dünya geleceği için risk taşımaktadır. Bunun için yanan ormanlar yerine hemen tekrardan ağaçların ekilmesi ve bu alanların daha sıkı korunması gerekmektedir. Enerji üretimi açısından, Türkiye'nin coğrafi konum neticesiyle birçok yenilenebilir enerji türüne elverişlidir. Özellikle hidroelektrik, rüzgar ve güneş enerjisine destekleri artırıcı politikalar uygulanmalı ve know-how yöntemiyle bu enerji türlerindeki

teknolojiyi ÷lkeye getirip yerlileştirme politikaları uygulaması önerilmektedir. Yenilenemez enerji kaynakları arasında ise, nükleer enerji sağladığı avantajları doğrultusunda vazgeçilmez bir gerçek olmaktadır. Türkiye de kurulacağı yer, sıkı tedbirlerle birlikte nükleer enerji kaynağına daha fazla yatırım yapılmalıdır. Gelecek nesiller ve yeni çevresel krizlerin önüne geçilmesi için uluslararası anlaşmaların tüm dünya tarafından koşulsuz ve şartsız olarak kabul edilip uygulanması gerekmektedir.



Kaynakça

- Acar, Yalçın (2002). İktisadi büyüme ve Büyüme Modelleri, Vipaş Yayınları, Bursa.
- Aghion, P. Ve Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction Econometrica, Vol: 60, No: 2, s. 323-351.
- Akdoğan, Tuğba. Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Co2 Emisyonu Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Seçilmiş G20 Ülkeleri. Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, 2019.
- Aksu, Levent. Türkiye’de İktisadi Büyümenin Kaynakları. Balıkesir Üniversitesi, 2013.
- Albayrak, Berat (2022). Burası Çok Önemli Türkiye. Turkuaz Haberleşme ve Yayıncılık, İstanbul.
- Algan, Nesrin ve Dündar, Ayşe Kaya (2006).” Türkiye’nin Çevre Konusunda Verdiği Sözler.” Türkiye Bilimler Akademisi Raporları, Sayı:8, Tübitak Matbaası, Ankara.
- Alshehry, S. Atef, Belloumi, Mounir (2015). Energy Consumption, Carbon Dioxide Emissions And Economic Growth: The Case Of Saudi Arabia. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41: 237–247.
- Antonakakis, Nikolaos, Chatziantoniou, Ioannis, Filis, George (2017). Energy Consumption, Co2 Emission, and Economic Growth: An Ethical Dilemma. Renewable and Sustainable Energy Reviews 68, 808–824.
- BERBER, Metin (2006). İktisadi Büyüme ve Kalkınma. Derya Kitapevi, Trabzon.
- Birleşmiş Milletler Zirveleri. “Youth For Habitat “, <http://www.youthforhab.org.tr/tr/kaynaklar/icerikler/bm/bm-04.html>, Erişim tarihi: 4 Nisan 2023.
- Bocutoğlu, Ersan, (2012), İktisadi Düşünceler Tarihi. Murathan Yayınevi, Birinci Basım, Trabzon.
- BP, “BP Statistical Review of World Energy 2020 | 69th edition”, Erişim 06 Nisan 2023, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>.
- Carrow, Robert (1999). “Energy Systems.” McGraw Hill Professional Book Group.
- Çamur, Derya ve Vaizoğlu, Songül (2007). “ Çevreye İlişkin Önemli Toplantı ve Belgeler.” TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni. Cilt: 6 Sayı: 4 s. 297-306.
- Demir, Ömer (1995). “Joseph A. Schumpeter: Hayatı, Eserler ve Katkıları”. Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, Cilt: 50, Sayı 1-2, s. 155-172.
- Dinler, Zeynel (2009). İktisada Giriş. Ekin Kitabevi, Onbeşinci Baskı, Bursa.

Divitçioğlu, Sencer (1982). Değer Üretim ve Bölüşüm. Ar Basım Yayım ve Dağıtım, İstanbul.

Doğanay, Hayati ve Çoşkun, Ogün (2017). Enerji Kaynakları. Ankara, Pegem Akademi
Durumu” Mühendis ve Makine. Cilt:56, Sayı 668 s. 36-47.

DSİ, Devlet Su İşleri. “Baraj Nedir ?”. Erişim 9 Mayıs 2023.
<https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/796>.

Eğilmez, Mahfi (10 Ocak 2018). “ Malthus’a Farklı Bir Bakış”, Erişim 2 Aralık 2022,
<https://www.mahfiegilmez.com/2018/01/malthusa-farkl-bir-baks.html>.

Eğilmez, Mahfi ve Kumru, Ercan (2004). Ekonomi Politikası Teori ve Türkiye Uygulaması.
Remzi Kitabevi, İstanbul.

Enerji Atlası, “ Ülkelere Göre Petrol Rezervleri 2015-2018” Erişim 14 Ağustos 2022,
<https://enerjiatlası.com/dunya-petrol-rezervi.html>.

Engellioğlu, Özgür, Meral, İsa Gürkan ve Genç, Kübra (2015). Türkiye için yapılan
nedensellik uygulamaları üzerine literatür araştırması. Social Sciences Research Journal,
Cilt:4, Sayı:2, s. 142-154.

Epdk, “Doğalgaz Piyasası 2021 Yılı Sektör Raporu” ,Erişim 04 Nisan 2023,
<https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-94/dogal-gazyillik-sektor-raporu>.

Ergün, S. , Polat, A. M. (2012). Nükleer Enerji Ve Türkiye Yansımaları. İnönü Üniversitesi
Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, Vol:1, No:2, s.34-58.

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 12 (1) , 1-12.

Garanti BBVA, “İklim değişikliğinin kilit noktası: Karbon (Co2) Emisyonu Nedir?” , Erişim
17 Şubat 2023, <https://www.garantibbva.com.tr/blog/karbon-emisyonu>.

Gelengül, Koçaslan (2010). “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Çerçevesinde Türkiye’nin
Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Yeri Ve Önemi”. Sosyal Bilimler Dergisi. Sayı:4 s.53-61.

Gündoğan, Hilal ve Tok, Dilek (2019). “Petrole Bağımlı Ülkelerde Petrol Fiyatlarının Sanayi
Üretimine Etkisi: Panel Nedensellik Çalışması”. Ege Academic Review, Cilt: 19, Sayı 1, s.
131-140.

Gürak, Hasan (2006). İktisadi Büyüme ve Küresel Ekonomi. Ekin Yayınları, Bursa.

Halıcioğlu, Ferda (2009). An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption,
Income And Foreign Trade in Turkey. Energy Policy 37, 1156–1164.

Han, Ayşegül, Kutlu, Ş. Şeyma, Pehlivan, Ceren (2021). Enerji tüketimi, karbon emisyonu ve
ekonomik büyüme ilişkisi: Panel nedensellik testi. Oltu Journal of Faculty of Humanities and
Social Sciences 2022, 3(1): 9-14.

Hepaktan, Erdem (2016). Uluslararası İktisat. Emek Matbaacılık ve Yayıncılık, Manisa.

Hüseyin, K. Ve İlkay, D. (2013). Ekonomik Büyüme Ve Kalkınma Teorileri. Emek Matbaacılık, Manisa.

IHA, “2021 Hydropower Status Report”, Erişim 27 Ocak 2023, <https://www.hydropower.org/publications/2021-hydropower-status-report>.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change , “Climate Change Synthesis Report 2007”, Erişim Tarihi: 29 Aralık 2022, <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>.

IPPC, Intergovernmental Panel on Climate Change , “Climate Change 2021” Erişim 6 Nisan 2023, www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf.

IRENA, The İnternational Renewable Energy Agency, “Renewable Energy Statistics 2018”, Erişim 27 Ocak 2023, <https://www.irena.org/publications/2018/Jul/Renewable-Energy-Statistics-2018>.

IRENA, The İnternational Renewable Energy Agency, “Yenilenebilir Enerji İstatistikleri”, Erişim 1 Ocak 2023, <https://www.irena.org/Statistics>.

İktisadi Büyüme Üzerindeki Etkisi: 28 OECD Ülkesi Üzerine Ampirik Bir Çalışma. İzillioğlu, Cemile (2019). Zaman Serisi Birim Kök Testleri ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, 2019.

Jammazi, Rania, Aloui, Chaker (2015). On The Interplay Between Energy Consumption, Economic Growth And CO2 Emission Nexus in the GCC Countries: Acomparative Analysis Through Wavelet Approaches. Renewable and Sustainable Energy Reviews 51, 1737–1751.

Kapucu, Hakan, Aydın, Murat, Şiriner, İsmail, Morady, Farhang ve Çetin, Ümit (2010). Politik İktisat ve Adam Smith, IJOPEC yayınları, Kocaeli.

Kaynak, Muhteşem (2009). Büyüme Teorileri Giriş, Gazi Kitabevi Yayınları, Ankara. Kazanasmaz, Elif. Ekonomik Büyüme, Elektrik Tüketimi Ve Karbondioksit Emisyonu İlişkisi: Türkiye Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yalova Üniversitesi, 2019.

Keller, R. David (2010). Environmental Ethics: The Big Questions, WileyBlackwell; 1. Edition.

Kılıç, Ramazan ve Aslan, Volkan (2017). Yenilenebilen ve Yenilenemeyen Enerjinin Kibritçioglu, Aykut, (1998), İktisadi büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri, Ank. Ü. SBF Dergisi, Cilt:53, No:1-4, s.207-230.

Koç, Erdem ve Kaya, Kadir (2015). Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji. Mühendis ve Makine, Cilt:56, Sayı:668.

Koçaslan, Gelengül (2010). “ Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Çerçevesinde Türkiye’nin Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Yeri Ve Önemi” Sosyal Bilimler Dergisi. Cilt:4, s. 53-61.

Kum, Hakan (2009).” Yenilenebilir enerji kaynakları: Dünya piyasalarındaki son gelişmeler ve politikalar”. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve idari bilimler fakültesi dergisi, Cilt:0, Sayı 33 s. 207-223.

- Linh, H. Dinh, Lin, Shih-Mo (2014). Co2 Emissions, Energy Consumption, Economic Growth And Fdi in Vietnam. *Managing Global Transitions* 12 (3): 219–232.
- Magazzino, Cosmio (2016). The Relationship Between Co2 Emissions, Energy Consumption And Economic Growth In Italy. *International Journal Of Sustainable Energy*, Volume 35, 9, 844-857.
- Mahrioğulları, Barbaros Hayrettin. İktisadi Büyümeye Etki Eden Faktörlerin Ekonometrik İncelenmesi Ve Türkiye Uygulaması. İstanbul Üniversitesi, 2009.
- Malthus, Thomas (1798). *An Essay on the Principle of Population*. London, J. Johnson in St. Paul's Church Yard.
- Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. Macmillan and co, limited st Martin's street, London(London: Macmillan and co. and New York 1890.) Cambridge: Printed by C.J. Clay, M.A. and boxes, at the university press.
- Menyah, Kojo, Wolde-Rufael, Yemane (2010). Energy Consumption, Pollutant Emissions And Economic Growth In South Africa. *Energy Economics* 32, 1374-1382.
- Nelson, R. and Phelps, E. (1966) Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth. *The American Economic Review*, 56, 69-75.
- Nie, Yongyou, Li, Qucheng, Wang, Enci, Zhang, Tsangyao (2019). Study of the Nonlinear Relations Between Economic Growth And Carbon Dioxide Emissions In The Eastern, Central And Western Regions of China. *Journal Of Cleaner Production* 219, 713-722.
- OECD, Organisation for Economic Co-Operation and Development, Erişim Tarihi: 03 Mart 2023, <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>.
- Oral, Faruk, Behçet, Rasim ve Aykut, Kadir (2017). “Hidroelektrik Santral Rezervuar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesi”. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. Cilt: 6, Sayı: 2 s. 29-38.
- Özgüven, Ali (1988). İktisadi Büyüme İktisadi Kalkınma Sosyal Kalkınma Planlama ve Japon Kalkınması, Filiz Yayınları, İstanbul.
- Özsağır, Arif (2008). Dünden Bugüne Büyümenin Dinamiği. *KMU İİBF Dergisi* 2008, 332-347.
- Öztürk, İlhan, Acaravcı, Ali (2010). Co2 Emissions, Energy Consmption And Economic Growth In Turkey. *Renewable And Sustainable Energy Reviews* 14, 3220-3225.
- Öztürk, Nazım (2010). Klasik ve Neoklasik İktisatta Gelir Bölüşümü. *Çalışma ve Toplum*, 1-24.
- Parasız, İlker (2003). İktisadi Büyüme Teorileri, Ezgi Yayınları, Bursa.

- Paul, Shyamal, Bhattacharya, N. Rabindra (2004). Causality Between Energy Consumption And Economic Growth In India: A Note On Conflicting Results. *Energy Economics* 2, 977-983.
- Romer, M. Paul (1990). Endogenous Technological Change, *The Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, ve The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise System,, 71-102.
- Ricardo, David (1997). *Ekonomi Politğin ve Vergilendirmenin İlkeleri*. Çeviren: Tayfun Ertan. Belge Yayınları, İstanbul.
- Rickards, James (2015). *Kur Savaşları*. Çeviren: Nusret Alhan ve Neşenur Domaniç. Scala Yayıncılık, İstanbul.
- Ruşen, E.N, Koç, M. (2019). Enerji Tüketim ve Co2 Salınım Değerlerinin Analizi; Bir Gıda Fabrikası Örneği. *BEU Fen bilimleri dergisi*, 8 (4), 1478-1488.
- Salahuddin, Mohammad, Gow, Jeff (2014). Economic Growth, Energy Consumption And Co2 Emissions In Gulf Cooperation Cuncil Countries. *Energy* 73, 44-58.
- Salari, Mahmoud, Javid, J. Roxana, Noghanibehambari, Hamid (2021). The Nexus Between Co2 Emissions, Energy Consumption And Economic Growth in the U.S. *Economic Analysis and Policy* 69, 182–194.
- Savaş, Vural Fuat, (1994). *Politik İktisat*, Beta Basım Yayın, 2.Baskı, Eylül, İstanbul.
- Schumpeter, A. Joseph (1970). *Capitalism, Socialism and Democracy*, Unwin University Books, London.
- Schumpeter, A. Joseph (1997). *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung: Eine Untersuchung über Unternehmengewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus*. Berlin, Duncker & Humblot.
- Solow, Robert M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function, *Review of Economics and Statistics*, No: 39-3, s.312-320.
- Soytaş, Uğur, Sarı, Ramazan, Ewing, T. Bradley (2007). Energy Consumption, Income, And Carbon Emissions In The United States. *Ecological Economics*, 482-489.
- Smith, Adam (1985). *Ulusların Zenginliği*. Çeviren Ayşe Yunus ve Mehmet Bakırcı. Alan yayıncılık, İstanbul.
- Smith, Z. A. (1994) *The Environmental Policy Paradox*, Prentice Hall, Second Edition, New Jersey.
- Sweeney, J. L. (2002) *Economics of Energy*,
<http://www.stanford.edu/~jsweeney/paper/Energy%20Economics.PDF> (Erişim Tarihi: 6 Haziran 2011)

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, “ Montreal Protokolü”, Erişim 1 Mayıs 2023, <https://iklim.gov.tr/montreal-protokolu-i-38>.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, “ Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”, Erişim 2 Mayıs 2023, <https://iklim.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-33>.

T.C. Dışişleri Bakanlığı, “ İklim Değişikliği İle Mücadelenin Önemi”, Erişim 15 Kasım 2022, <https://www.mfa.gov.tr/iklim-degisikligiyle-mucadelenin-onemi.tr.mfa>.

T.C. Dışişleri Bakanlığı, “Kyoto Protokolü”, Erişim 15 Aralık 2022, [mfa.gov.tr, mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa](https://mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa).

T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “ Rüzgar ”, Erişim, 5 Ocak 2022, <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik#:~:text=2023%20yılı%20Mart%20ayı%20sonu,i%20ise%20diğer%20kaynaklar%20şeklindedir>.

T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “ Rüzgar ”, Erişim, 3 Mayıs 2023, <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-ruzgar>.

T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “ Rüzgar ”, Erişim, 5 Mayıs 2023, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar>.

T.C. Strateji ve Bütçe Başkanlığı, “Dünya Ekonomisindeki Son Gelişmeler Bülteni”, Erişim 25 Mart 2023, <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/10/Dunya-Ekonomisinde-Son-Gelismeler-2022-Yili-2-Ceyrek.pdf>.

Temurçin, K, Ağaoğlu, A. (2003). Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye’de Nükleer Enerji Gerçeği. Coğrafi bilimler dergisi, 1(2), s.25-39.

Turan, Abdulmenaf ve Güler, Mahmut (2013). Türkiye’de Sürdürülebilir Çevre Politikaları: İklim Örneği. S. 953-960.

Turan, Türkan (2008), İktisadi Büyüme Teorisine Giriş, Yalın yayıncılık, İstanbul.

TÜGİAD (2004). Türkiye’ nin enerji sorunları ve çözüm önerileri. Ankara, Ajans-Türk Basın ve Basım A.Ş.

TÜRE, S. (2001). Biyokütle Enerjisi. Temiz Enerji Vakfı Yayınları, TÜBİTAK Matbaası, Ankara.

United Nations, “ What is the Kyoto Protocol ?”, Erişim 29 Aralık 2022, https://unfccc.int/kyoto_protocol.

United Nations, “United Nations Conference on the Human Environment, 5-16 June 1972, Stockholm”, Erişim 20 Aralık 2022, <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>.

Ülkü, Çağrı. Çin’de CO2 Emisyonu, Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi, 2021.

Ünsal, M. Erdal (2016). İktisadi Büyüme, BB101 yayınları, Ankara.

Wang, Shaojian, Li, Quiying, Fang, Chuanglin, Zhou, Chunshan (2016). The Relationship Between Economic Growth, Energy Consumption, And Co2 Emissions: Empirical Evidence From China. Science Of The Total Environment 542, 360-371.

Wasti, A. K. Syed, Zaidi, W. Shumaila (2019). An empirical investigation between CO2 emission, energy consumption, trade liberalization and economic growth: A case of Kuwait, Journal of Building Engineering, Volume 28, 101-104.

Yakıncı, D.Zehra ve Kök, Mediha (2017). Yenilenebilir Enerji ve Toplum Sağlığı. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi , 5 (1) , 43-55.

Yenisu, Ersin (2018). Enerji Tüketimi, Co2 Emisyonu Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği. Van YYÜ İİBF Dergisi, 3(5), 9-29.

Yılmaz, Mutlu (2012).” Türkiye’nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi”. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi. Cilt:4 Sayı: 2, s. 33-54.

Yang, Zihui, Zhao, Yongliang (2014). Energy Consumption, Carbon Emissions, And Economic Growth In India: Evidence From Directed Acyclic Graphs. Economic Modelling 38, 533-540.

Yurtkuran, Süleyman (2021). “ Seçilmiş E7 ülkelerinde hidroelektrik enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ”. Abant Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:21, Sayı: 2 s. 79-99.

Zhang, Xing-Ping, Cheng, Xiao-Mei (2009). Energy Consumption, Carbon Emissions, And Economic Growth In China. Ecological Economics 68, 2706-2712.

