

**SEÇİLMİŞ OECD ÜLKELERİNDE KİŐ BAŞI CO2 EMİSYONU
VE TOPLAM ENERJİ TÜKETİMLERİ YAKINSAMA
KULÜPLERİ ANALİZİ**

**Pamukkale Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İktisat Anabilim Dalı**

Burak AYAZOĞLU

Danışman: Prof. Dr. Reşat CEYLAN

**Haziran 2022
DENİZLİ**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

İmza
Burak AYAZOĞLU

ÖNSÖZ

Kendisiyle çalışma hakkına sahip olduğum, beni her anlamda sürekli destekleyen ve zor zamanlarımda dahi ilgisini, hoşgörüsünü ve desteğini benden esirgemeyen çok değerli danışmanım Prof. Dr. Reşat CEYLAN hocama sonsuz teşekkür ediyorum.

Bu çalışmamı değerlerini sözcüklerle ifade edemeyeceğim annem Fatma AYAZOĞLU ve babam Gürgen AYAZOĞLU'na ithaf ediyorum.

Burak AYAZOĞLU

ÖZET

SEÇİLMİŞ OECD ÜLKELERİNDE KİŞİ BAŞINA DÜŞEN CO2 EMİSYONU VE TOPLAM ENERJİ TÜKETİMLERİ YAKINSAMA KULÜPLERİ ANALİZİ

AYAZOĞLU, Burak

Yüksek Lisans Tezi

İktisat Ana Bilim Dalı

İktisat Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Reşat CEYLAN

Haziran 2022, VIII+ 58 Sayfa

Sanayi devrimi ile birlikte bu rüzgârı arkasına alan ülkeler çok hızlı bir şekilde tüketmeye ve kalkınmaya başlamıştır. Bu kalkınma ekonomik büyümeyi beraberinde getirmiştir. Bunun sonucu olarak ülke toplumlarının refahı artmıştır. Bu refah artışı iştahları arttırmış ve ülkeleri daha fazla tüketmeye, daha fazla büyümeye daha refah bir toplum yaratmaya sevk etmiştir. Bu arzunun sonucu olarak ülkeler tarafından daha fazla enerji tüketilmiş ve tüketilen fosil enerji kaynakları sonucunda daha fazla karbondioksit emisyonu meydana gelmiştir.

Bu çalışmanın amacı, Philips-Sul Yakınsama Hipotezini seçilmiş 33 OECD ülkesinin kişi başına düşen karbondioksit emisyonu ve kişi başına düşen enerji tüketimi verileri üzerinde test etmektir. Çalışmada 1965-2020 yılları arasındaki kişi başına düşen karbon emisyonu ve kişi başına düşen toplam enerji tüketimi verileri kullanılmıştır. Bu veriler BP İstatistik ve Oslo Üniversitesi CICERO Uluslararası İklim Araştırmaları Merkezi veri tabanından elde edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre araştırmaya konu olan ülkeler arasında tam bir yakınsama söz konusu değildir. Ülkeler kendi aralarından kulüpler oluşturmuş ve kulüp ülkeleri arasında yakınsama olduğu tespit edilmiştir. Kişi başına düşen karbon emisyonu testinde 6 alt kulüp, kişi başına düşen toplam enerji tüketimi testinde ise 7 alt kulüp oluşmuştur. Kulüpleri oluşturan ülkelerin sanayi, enerji, karbon emisyonu vd. politikaları incelendiğinde sonuçlar anlamlıdır.

Anahtar Kelimeler: Karbon Emisyonu, Toplam Enerji Tüketimi, Yakınsama, Kulüp Yakınsaması, Philips-Sul Yakınsama Testi

ABSTRACT**CONVERSION CLUBS ANALYSIS OF CO₂ EMISSIONS AND TOTAL ENERGY CONSUMPTIONS PER CAPITA IN SELECTED OECD COUNTRIES**

AYAZOĞLU, Burak

Master Thesis

Economics Department

Economics Programme

Adviser of Thesis: Prof. Dr. Reşat CEYLAN

June, 2022, VIII+ 58 Pages

With in the Industrial Revolutions countries which had the wind at their back started too fast to consume and develop. This development bring with economical growth, as a conclusion of this occurrence countries welfare increased. This increase of the welfare made nations consume more and increase in size more not only those but also despatch them create a society which is much more welfare. With that will countries consumed much more energy and as a result of the consumed fossil fuel resources it occur that the carbon dioxide emissions increased.

Purpose of this work, 33 OECD county that has choosen Convergence Test by Philips-Sul carbon dioxide emission per person and energy that has been consumed per person to test it upon the data. At this work in years of 1965-2020 we see the carbon dioxide emissions of per person and usage of energy per person. These datas were thaken from BP Statistic and Oslo Univesty CICERO Center for International Climate Research.

As a result of this analyses there is no convergence in question for the countries that were subjected. Countries formed club between themselves and it was immobilised that there was a intamicy between the club countries. Carbon dioxide emission that was tested per prson created 6 subgroup, and in over-all energy consumption that was tested per person created 7 subgroup. If we ezamine the policy of the industial, energy, carbon emission, etc. clubs that were created by countries outcome is significant.

Keywords : Carbon Emission, Total Energy Consumption, Convergence, Club Convergence, Philips-Sul Convergence Test

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
GRAFİKLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİN	vii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ TÜKETİMİ

1.1 Enerji Kaynakları	7
1.1.1 Yenilenemez Enerji Kaynakları	7
1.1.1.1 Petrol	7
1.1.1.2 Doğalgaz	9
1.1.1.3 Kömür	11
1.1.1.4 Nükleer Enerji	12
1.1.2 Yenilenebilir Enerji Kaynakları	13
1.1.2.1 Hidrolik Enerji	13
1.1.2.2 Güneş ve Rüzgar Enerjisi.....	14
1.1.2.3 Jeotermal Enerji	15
1.1.2.4 Biyokütle Enerji.....	15

İKİNCİ BÖLÜM

KARBONDİOKSİT EMİSYONU

2.1 Roma Kulübü	18
2.2 Kyoto Protokolü	19
2.3 Paris İklim Anlaşması	21

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEORİK MODEL

3.1 Literatür.....	25
--------------------	----

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
VERİ, YÖNTEM, SONUÇ

4.1 Sonuç.....	46
KAYNAKÇA.....	53
RAPORLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	58

GRAFİKLER DİZİNİ

Sayfa

Grafik 1. Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Standart Sapma Grafiği.....	33
Grafik 2. Kişi Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Standart Sapma Grafiği.....	33
Grafik 3. Seçilmiş 33 OECD Ülkesi Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	34
Grafik 4. Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 1 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	35
Grafik 5. Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 2 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	35
Grafik 6. Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 3 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	36
Grafik 7. Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 4 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	36
Grafik 8. Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 5 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	37
Grafik 9. Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 6 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	37
Grafik 10. Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 7 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	38
Grafik 11. Seçilmiş 33 OECD Ülkesi Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	38
Grafik 12. Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 1 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	39
Grafik 13. Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 2 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	39
Grafik 14. Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 3 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	40
Grafik 15. Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 4 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	40
Grafik 16. Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 5 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	41
Grafik 17. Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 6 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	41
Grafik 18: Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 7 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği.....	42

TABLolar DİZİNİN

Tablo 1. Philips ve Sul (2007) Yakınsama Tekniğinin Kullanıldığı Çalışmalar.....	25
Tablo 2. Diğer Yakınsama Tekniklerinin Kullanıldığı Çalışmalar.....	28
Tablo 3. Phillips ve Sul (2007) Kişi Başına Düşen Karbon Emisyonu Testi Sonuçları...	35
Tablo 4. Phillips ve Sul (2007) Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Testi Sonuçları.....	35

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
APEC	Asya-Pasifik İş Birliği
ASEAN	Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği
BM	Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BP	British Petroleum
CAI	Climate Accountability Institute
CNG	Compressed Natural Gas
EIA	Energy Information Administration
GAZBİR	Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği
GSYH	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
HES	Hidroelektrik Santrali
IAEA	Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu
LNG	Liquified Natural Gas
LPG	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
N11	Gelecek On Bir
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü
OPEC	Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
WEC	World Energy Council
WWF	World Wide Fund for Nature

GİRİŞ

Birleşmiş Milletler İnsani Gelişme Endeksi'ne göre ülkeler; az gelişmiş, orta gelişmiş, yüksek gelişmiş ve çok yüksek gelişmiş ülkeler olarak 4 grupta incelenmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ve enerji tüketimleri arasında çok yakın bir bağıntı vardır. Gelişmişlik seviyesi arttıkça, sermaye yoğun üretim benimsenmekte, aynı zamanda ünlü ekonomist Robert Solow'a göre dışsal bir faktör niteliğinde cennetten düşen elma olan teknolojiyle birlikte kalkınan sanayinin ihtiyaçları doğrultusunda iş gücünün yerini alan sermayeyi beslemek için daha fazla enerji ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler bu artan enerji ihtiyaçlarını doğrudan 20. yüzyılın favori enerji kaynağı olan fosil yakıtlardan sağlamaktadırlar. Petrol, kömür ve doğal gaz bu enerji tüketimlerinin başını çekmektedir. Dünyada tüketilen enerjinin %33'ü petrol, %27'si kömür, %24'ü doğal gaz olmak üzere toplam %84'ü karbon bakımından zengin bu kaynaklardan sağlanmaktadır (BP İstatistik Raporu (2020)). Hidrokarbon olarak çok zengin olan bu cevherler sanıldıkları kadar masum değillerdir. Enerji elde edinimi sırasında yakılan bu kaynaklar sera gazı salınımına neden olmaktadır. Dünyada gerçekleşen karbon emisyonu miktarının %42'si kömür, %34'ü petrol ve %22'si doğal gaz toplamda ise %98'i enerji kaynakları tarafından gerçekleşmektedir (IEA (2020)). Bu kaynaklar, sadece ülkelerin büyümelerine katkı sağlamaz, aynı zamanda çevreye de kalıcı hasarlar vermektedir. Bu durum uzunca bir süre göz ardı edilmiştir. Artan enerji tüketimleri ile orantılı olarak ülkelerin hem çıktıları hem de karbon salınımları artmıştır. Bu durumun sonucu olarak dünyada sürdürülebilir olmayan çevre kirlilikleri baş göstermeye başlamıştır.

1970'li yıllara gelindiğinde ise bu modelin sürdürülebilir olup olmadığı sorusu sorulmuştur. 1972 yılında Roma Kulübü'nün yayınladığı "Büyümenin Sınırları" raporu tartışmayı başlatmıştır. Bu rapora göre; ekonomik büyümenin 21. yüzyıl itibarıyla sınırlarına ulaşacağı ve kontrol edilemeyen bir ekonomik düşüşün meydana geleceği öngörülüyordu. Büyüme ile ilgili bir model değişikliği önerilmiş ve "Yeşil Ekonomi" kavramı işaret edilmiştir. Yeşil Ekonomi, çevresel riskleri azaltmayı hedefleyen ve çevreyi bozmadan sürdürülebilir bir kalkınma hedefleyen bir modeldir.

1973 yılında meydana gelen petrol krizi ve bu krizin sonucu olan 1980'li yıllara kadar süre gelen yüksek enflasyon ve durgunluk, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri sancılı süreçlere itmiştir. Bu dönem ülkelerin fosil kaynaklara olan bağımlılıklarını ortaya

çıkarmış ve alternatifsiz olduklarını ortaya koymuştur. Bu durum sonuç olarak ülkeleri alternatif enerji kaynaklarını araştırmaya, geliştirmeye ve tüketmeye yöneltmiştir.

Doksanlı yılların başlarında Roma Kulübü'nün öngörülleri kamuoyu tarafından yavaş yavaş benimsenmeye başlanmıştır. İlk olarak 1992 yılında "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)" ile uluslararası boyutta iklim değişikliği, karbon salınımı gibi konular üzerinde durulmuş ve çözüm önerileri hazırlanmıştır. 1997 yılında ise ilk adım atılmış ve küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadeleyi sağlamaya yönelik ilk ve tek çerçeve olan "Kyoto Protokolü" 160 ülke tarafından imzalanmıştır. Bu protokolle birlikte atmosfere salınan sera gazı miktarı %5'e çekilecek, endüstride ve günlük yaşamda karbon salınımını azaltıcı tedbirler alınacak, yenilenebilir ve karbon ayak izi sıfır olan enerjilere yatırımlar teşvik edilecektir.

2015 yılına gelindiğinde ise daha somut bir adım atılmış ve BMİDÇS kapsamında "Paris İklim Anlaşması" imzalanmıştır. Bu anlaşma iklim değişikliğinin azaltılması ve taraf olan ülkelere finansman sağlanması konularında 2016 yılında yürürlüğe giren bir anlaşmadır. Paris Anlaşması'nın hedefi, uzun vadede taraf olan her ülkenin karbon emisyonunu azaltarak küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi döneme göre 2 °C ile sınırlı tutmaktır.

Günümüze geldiğimizde ise gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerin Paris Anlaşması uyarınca hareket ettiği açıkça görülmektedir. Bu doğrultuda petrol ve doğal gaz kaynaklarınca çok zengin olan Norveç 2025 yılı itibarıyla fosil yakıt tüketen araçların kullanımını yasaklayacağını açıklamıştır. Dünyanın en büyük 2. büyük petrol rezervlerine sahip ve ihracatının büyük bir kısmını petrol ve yan ürünleri ile gerçekleştiren Suudi Arabistan 2060 yılında karbon salınımını sıfırlamayı planladığını açıklamıştır. Yer altı kaynakları olarak kısır bir coğrafyada bulunan gelişmiş ülke statüsündeki Güney Kore 2050 yılı itibarıyla sıfır karbon salınımı hedeflediğini açıklamıştır. Ülkemiz Türkiye 2053 yılında net sıfır emisyon hedefi belirlemiş ve bu konuda çalışmalarına devam etmektedir.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı, Paris Anlaşması'na taraf olan seçilmiş OECD ülkelerinin kişi başına düşen karbon salınımı ve kişi başına düşen toplam enerji tüketimi verileri üzerinden Philips ve Sul Kulüp Yakınsama Teorisi'ni test etmektir. Kulüp yakınsama hipotezi, başlangıçta benzer koşul ve konumlara sahip olan ülkelerin, uzun dönemde özdeş durağan durum dengesine ulaşarak yakınsama kulüplerini oluşturacağı ve kulüpleri oluşturan ülkeler arasındaki eşitsizliğin azalarak benzer

seviyelere geleceklerini ileri sürmektedir (Yazgan ve Ceylan (2021)). Hipotezin önerisi doğrultusunda seçilmiş ülkelerin tamamının genel bir yakınsama içinde mi olacağı yoksa benzer özellikler taşıyan ülkelerin farklı yakınsama kulüpleri mi oluşturacağı sorusundan yola çıkılarak bu çalışmaya başlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, enerji tüketimi ve enerji kaynakları için tanımlamalar yapılmıştır. Kişi başına düşen toplam enerji tüketimi açıklanmış ve bu değerlerin temel enerji emtialarındaki dağılımından bahsedilmiştir. En hassas ve kırılgan piyasaların başında gelen enerji piyasalarını etkileyen olaylardan söz edilmiş ve dünya üzerinde kıt kaynaklardan elde edilen bu girdiye dışa bağımlı ülkeleri ne denli zor durumlara sürüklediğinden bahsedilmiştir. Ardından sırasıyla yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarından; petrol, doğal gaz ve kömürden söz edilmiş ve güncel ampirik değerler ile coğrafi rezerv dağılımları, üretim miktarı ve tüketim miktarlarının bilgisi verilmiştir. Son olarak yenilenebilir ve karbon emisyonu görece olarak az ve/veya sıfır olan enerji kaynaklarından bahsedilmiş ve dünya üzerindeki sayısal değerleri verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, hepimizi yakından ilgilendiren ve küresel ısınmanın başlangıcı olan karbon emisyonundan bahsedilmiştir. Karbon emisyonu hakkında tanımlamalar yapılmıştır. Karbon emisyonunun nedenleri açıklanmış ve olası çözüm yolları aranmıştır. Daha sonra bu sürdürülebilir olmayan büyümeye dikkat çeken Roma Kulübü'nün "Büyümenin Sınırları" raporundan bahsedilmiş ve raporun çıkarımları anlatılmıştır. Raporun dünya kamuoyunda edindiği yere dikkat çekilmiştir. Raporun ardından dünya ülkelerinin Birleşmiş Milletler çerçevesinde daha fazla söz konusu sorunları yok saymayarak sırasıyla gerçekleştirdiği önemli hamlelerden bahsedilmiştir. Bu hamleler Kyoto Protokolü ve Paris İklim Anlaşması'dır. Birbirilerinin benzeri olan ve devamı niteliği olan bu hamlelerin sonucunda dünyada bir farkındalık başlamış ve sürdürülebilir olmayan, dünyanın kıt kaynaklarının tüketimine dayalı büyüme modelinden, Yeşil Büyüme Modeli'ne doğru adımlar atılmaya başlanmıştır. Bu hamlelerin taahhütleri, varsayımları ve planları incelenmiştir.

Üçüncü ve son bölümde ise, çalışmada kullanılan yakınsama hipotezinin tanımı yapılmış ve kaynakları ele alınmıştır. Konu ile ilgili literatür taraması yapılmış ve kulüp yakınsama teorisi ile ilgili çalışmalar tablolştırılmıştır. Kulüp yakınsama hipotezinde kullanılan yaklaşımlar açıklanmıştır. Ayrıca benzer konuları içeren fakat farklı teorileri ele alan çalışmalar da incelenmiş ve tablolştırılmıştır. Seçilmiş 33 OECD ülkesindeki

1965-2020 yıllarını kapsayan kişi başına düşen toplam enerji tüketimi ve kişi başına düşen toplam karbon emisyonu verileri Philips ve Sul Kulüp Yakınsama Testi ile incelenmiştir. Ele alınan ülkeler; ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Çekya, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, Japonya, İzlanda, Kanada, Kolombiya, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Şili, Türkiye, Yeni Zelanda, Yunanistan'dır. Geçmiş dönem verilerine ulaşamayan Baltık ülkeleri olan Estonya, Letonya ve Litvanya analizden çıkarılmıştır.

Çalışmanın sonucunda, seçilmiş OECD ülkelerinde kişi başına düşen karbon emisyonu ve kişi başına düşen toplam enerji tüketimleri arasında tam bir yakınsama görülmemiştir. Karbon emisyonu testinde 6 farklı yakınsama kulübü oluşurken 1 iraksama kulübü ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde enerji tüketimi testinde ise 7 farklı yakınsama kulübü oluşmuştur. Bulgular sonucunda karşımıza beklentiler dahilinde kulüpler çıkarken bazı kulüp ülkelerinin birbirleri ile ilginç bağıntıları dikkat çekmektedir. Ele alınan ülkelerin bir kısmı Avrupa Birliği üyesi olduğundan devlet üstü mercilerin ortak kararları, üye ülkelerin benzer kulüpler içerisinde yer almasında etkili olmuştur. Ülkelerin coğrafi etkileşimleri, benzer iklim koşulları, ortak kültür mirasları ve ortak tarihleri politika yapıcılarını etkilemiştir. Test sonucunda Türkiye ve Güney Kore hem kişi başına düşen karbon emisyonu hem de kişi başına düşen toplam enerji tüketiminde aynı kulüpte yer almıştır. Benzer şekilde Şili, Kolombiya, Portekiz ve İzlanda kişi başına düşen karbon emisyonu testinde ve kişi başına düşen toplam enerji tüketimi testinde aynı kulüpte yer almaktadır.

Yapılan analiz sonucunda çevreyi geri dönüşü olmayacak şekilde kirletip karbon temelli enerji kaynaklarını tüketerek büyümek sürdürülebilir değildir. Çalışmaya konu olan seçilmiş ülkelerin taraf olduğu Kyoto Protokolü ve Paris İklim Anlaşması vaatleri kati suretle yerine getirilmelidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşmasıyla birlikte karbon emisyonu azalacak ve ülkeler sıfır karbon hedeflerine ulaşabileceklerdir. Böylelikle hem çevre için sürdürülebilirlik hem de ülke ekonomileri için sürdürülebilir yeşil bir büyüme söz konusu olabilecektir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ TÜKETİMİ

Ekonomik büyüme, reel gayrisafi yurt içi hasıladaki (GSYH) artış oranıdır. Ekonomik büyümenin gerçekleşebilmesi için bir ülkedeki mal ve hizmet üretiminde ve/veya piyasalarda para yaratımında bir artış olması gerekmektedir. Ülkelerin ekonomik büyüme hedefleri, bu dinamiklerin artışına odaklıdır. GSYH’de meydana gelen bir artış doğrudan toplumdaki refahı ve tüketimi etkilemektedir. Ülkeler daha fazla çıktı elde etmek için sanayi alanları kurmakta, AR-GE yatırımları yapmaktadır. Ayrıca uygun coğrafi konum veya kültürel birikime sahip ülkeler bu doğrultuda turizm odaklı yatırımlar yapmaktadırlar. Bu yatırımların temellerinin atılmasıyla başlayan ve kullanım ömürlerinin sonuna kadar sürecek bir enerji ihtiyacı vardır.

İş yapma kapasitesi olarak da tanımlanan enerjiye, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin tamamının ihtiyacı vardır. Ülkelerin bu muhtaç oldukları girdiye karşı verimliliğini arttırmak ve yoğunluğunu azaltmak gibi hedefleri de vardır. Enerji verimliliğinin artırılması, daha az enerji ile aynı çıktının alınması hedefidir. Bu bağlamda konularda yeni nesil ısı yalıtımlarının kullanılması, sanayide ise güncel ve daha verimli makineleşmelerin gerçekleştirilmesi ve bunların hükümetler tarafından teşvik edilmesi örnek gösterilebilir. Enerji yoğunluğu, 1 Amerikan doları kadar GSYH üretebilmek için tüketilen enerji miktarı şeklinde tanımlanmıştır. (Avrupa Çevre Ajansı Raporu (2010)). Ülkelerin güncel enerji politikaları bu kavramlar üzerine şekillenmiştir. Ülkeler kişi başına düşen daha fazla enerji tüketerek büyümek yerine, enerjiyi en verimli şekilde kullanacak, üretecek, iletecek ve eğer mümkünse yenileyebilecek sistemler ve yapılar kurmayı hedeflemektedirler.

Toplam Enerji Tüketimi: Girişimlerin nihai, çevrim süreci ve enerji dışı olarak tükettikleri enerji kaynaklarının miktarıdır. Sanayi, Ulaştırma, Hizmetler ve Meskenler, Tarım ve Hayvancılık ve Enerji Dışı tüketim toplamlarıdır (T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Raporu (2018)). Bu tüketimin ülke nüfusuna bölünmesiyle kişi başına düşen toplam enerji tüketimi bulunur. Bu çalışmada Gigajoule cinsinden kişi başına düşen toplam enerji tüketimi değerleri kullanılmıştır.

Petrol, kömür ve doğal gaz enerji üretiminde en büyük paya sahip olan kaynaklardır. Dünya üzerindeki enerji ihtiyacının %87'si karbon bakımından zengin bu tükenbilir enerji kaynakları tarafından sağlanmaktadır. Geriye kalan %13'lük kısım ise petrol, kömür ve doğal gaz gibi tükenbilir olan ancak karbon emisyonu olmayan nükleer enerji ve güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi vb. yenilenebilir enerji kaynakları tarafından sağlanmaktadır (BP İstatistik Raporu (2021)). Ancak Paris İklim Zirvesi ile başlayan ve ülkelerin sıfır karbon hedeflerini sırayla açıklamasıyla birlikte yakın gelecekte dünyada bir dönüşüm beklentisi meydana gelmiştir. Yenilenebilir olmayan bu enerji kaynakları yerine yeşil enerjiye yönelimin başlaması gelecek için önemli bir hamledir. Ayrıca kıt kaynaklara bağlı olan enerji piyasasında meydana gelebilecek bir ekonomik darboğazın ülkelerin ekonomik büyümelerine çok sert darbe vurabileceği aşikârdır. Bu kırılgan piyasa daha önce Körfez Sorunları ve OPEC ülkelerinin hamleleri ile defalarca manipüle edilmiştir. Son olarak Kovid-19 Pandemi Dönemi ve ardından meydana gelen ve şu anda devam etmekte olan Rusya-Ukrayna Savaşı bu piyasaların ne denli kırılgan olduğunu tekrar gözler önüne sermiştir. Yenilenebilir, dışa bağımlılık gerektirmeyen ve verimli bir enerji sistemi hem çevre için sürdürülebilir bir ortam yaratacak hem de toplumsal refahını yükseltmek isteyen ülkelerin ihtiyaçlarını karşılayacaktır.

Bu nedenle enerji kaynaklarını yakından incelemek gerekir. Karbon bazlı enerji kaynakları kendi içerisinde, yeşil enerji hareketinin temeli olan yenilenebilir enerji kaynakları ise kendi içerisinde değerlendirilmelidir. Fosil yakıtlar her ne kadar kıt kaynaklar olup belirli coğrafyadaki ülkelere cömert davransalar da yenilenebilir enerji kaynakları doğru yatırım ve AR-GE sonucunda ilerleyen dönemlerde sonsuz olmayan bu fosil yakıtların yerini doldurması beklenmektedir. Enerji kaynakları ile karbon emisyonu arasında bir bağlantı vardır. Enerji kaynaklarının tüketimi sonucu karbon gazı doğaya salınmaktadır. Ülkelerin, büyüme hedefleri doğrultusunda acımasız tüketimi sonucu karbon emisyonu çevreye geri dönüşü mümkün olmayan zararlar vermektedir.

1.1 Enerji Kaynakları

Enerji kaynaklarını iki farklı ana başlık altında ayırmak mümkündür. Bunlar tüketilebilirliklerine göre enerji kaynakları ve dönüştürülüşlerine göre enerji kaynaklarıdır (Koç, 2014). Bu çalışmada toplam enerji tüketimi verisi incelenmiştir. Bu doğrultuda tüketilebilirliklerine göre enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olmak üzere iki ana başlığa ayrılmaktadır.

1.1.1 Yenilenemez Enerji Kaynakları

Yeniden oluşturulamayan, tüketim ihtiyacını karşılayabilecek ölçekte üretim veya yeniden kullanım imkânı bulunmayan doğal kaynaklardan elde edilen enerjiye yenilenemez enerji denir. Yenilenemez enerjilerin kaynakları kısıtlıdır ve dünya üzerinde bu kaynaklar bir gün tükenecektir (Koç, 2014). Yenilenemeyen enerji kaynaklarının oluşması için doğada milyonlarca yıl geçmesi gerekirken, tüketimi ise doğada oluşmasına kıyasla çok daha kısa sürmektedir. Fosil yakıtların bu döngü nedeniyle dünya üzerinde kısıtlı olduğu ve bir gün tamamen tükenebileceği söylenebilir.

Yenilenemez enerji kaynakları; fosil yakıtları ve nükleer enerjidir. Fosil yakıtları yapılarında bolca karbon bulunduran doğal kaynaklardır. Milyonlarca yıl önceki canlı kalıntılarından meydana gelen bu yakıtlar petrol, doğal gaz ve kömürdür. Nükleer enerji ise maddenin temel yapı taşı olan atom çekirdeğinin parçalanması sonucu ortaya çıkan enerji ile elde edilir.

1.1.1.1 Petrol

Petrol, tortul kayaçlardaki yer altı rezervlerinde doğal olarak oluşan, hidrojen ve karbon içeren kimyasal bileşiklerden ve sıvı hidrokarbonlardan oluşan karmaşık bir karışımdır. Dünya enerji piyasalarına arz edilen petrol ve petrol yan ürünlerinin neredeyse tamamı ham petrolün gerekli altyapı ve ekipmana sahip rafineriler tarafından birtakım kimyasal ve fiziksel işlemler ile damıtılmasıyla elde edilir. Rafineri macerasına ham petrol olarak başlayan karışım belirli süreç ve işlemler sonrasında sırasıyla zift, fuel-oil, dizel, petrol kimyasalları (nafta, kerosen vb.), benzin, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) vb. ürünler elde edilebilmektedir. Bu ürünlerin arzına, piyasadaki ürüne olan talep ve katlanması gereken üretim maliyetleri çerçevesinde karar verilmektedir. Emtia

piyasalarında bu kaynak varil brent petrol olarak fiyatlandırılarak satılmaktadır. 1 varil brent petrol 159 litredir (Sermaye Piyasası Kurulu (2010)).

Petrol, son yüzyılda devletlerin dış politikalarını etkileyen konuların başında gelmektedir. British Petrol (BP) 2020 yılı raporunda yerküredeki petrol rezervi yaklaşık 1,8 trilyon varil olarak hesaplanmıştır. Bu sayı dünyadaki tüketim hızı düşünüldüğünde sadece önümüzdeki 50 yıllık ihtiyacı karşılayacak kadardır. Dünyada keşfedilmiş olan petrol rezervlerindeki en büyük pay sırasıyla, 17 milyar varil ile Venezuela ve 15 milyar varil ile Suudi Arabistan'a aittir. Bu iki ülkenin toplam rezervi dünya üzerinde keşfedilmiş olan toplam rezervin yaklaşık olarak üçte birine eşittir. Ayrıca Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) üyesi olan devletler, dünya petrol rezervlerinin yaklaşık %72'sini topraklarında barındırırlar. Keşfedilmiş mevcut petrol rezervlerinin bölgesel dağılımına bakıldığında Orta Doğu'nun %48 oranında rezerve sahip olduğu görülmektedir. Bu durum Orta Doğu'nun dünya petrol rezervlerinin yarısına yakınına sahip olduğunu göstermektedir. İkinci sırada %33'lük rezerv miktarı ile Amerika kıtası gelmektedir. Geriye kalan petrol rezervlerinin dağılımı ise Afrika kıtası %7; Avrasya kıtası %8; Asya-Pasifik %3 ve Avrupa %1 şeklindedir. (BP İstatistik Raporu (2020)).

Büyüyen ekonomilerle birlikte küresel petrol tüketimi 2020 yılı BP raporu doğrultusunda günlük 98,3 milyon varile kadar yükselmiştir. Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (OECD) dışında kalan gelişmekte olan ülkeler bu tüketimin artmasında rol oynamıştır. Söz konusu raporda sırasıyla Çin, Suudi Arabistan, Hindistan ve Brezilya petrol tüketimlerini en çok arttıran ülkeler konumundadır. Petrol tüketiminin azaldığı ülkeler ise sırasıyla Japonya, İtalya, Meksika ve Fransa olmuştur. Söz konusu olan ülkelerde meydana gelen bu tüketim düşüşü 2020 yılı içerisindeki Kovid-19 krizi, birtakım tasarruf önlemleri ve/veya alternatif enerji kaynaklarına yönelimin ilk adımları olarak da değerlendirilebilir. (BP İstatistik Raporu (2020)).

Petrol ticaretinin bölgeler arasındaki verileri incelendiğinde; Avrupa kıtası en çok ham petrol ithal eden bölge iken, ham petrolün ihracatındaki birinci sırayı ise Suudi Arabistan almıştır. İthalatçı Avrupa en çok satın almayı Rusya'dan gerçekleştirirken ihracatçı Suudi Arabistan ham petrolünü en çok Çin'e satmıştır. Günümüzde Çin, ABD'nin yerini alarak dünyanın en büyük ham petrol ithalatı yapan ülkesi konumuna gelmiştir. Mevcut sanayilerin doğal gaz, güneş enerjisi vb. alternatif enerji kaynaklarına yönelmesi sebebiyle günümüzde petrol; taşıma ve ulaşım sektöründen talep görmektedir.

Sonraki dönemlerde güneş enerjisi vb. yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi ve daha yoğun olarak kullanılmaya başlanmasıyla birlikte ulaşım ve taşımada kullanılan petrol enerjisi miktarında düşüş yaşanması da beklenmektedir. (BP İstatistik Raporu (2020)), EIA (2020)).

Petrolün doğrudan kullanıldığı alanlar kısıtlıdır. Petrol, rafinelerilerde belirli işlemler sonucunda ayrıştırılır ve ortaya çıkan ürünlerin tamamı farklı alanlarda kullanılır. Rafineri işlemi sonucu benzin, dizel, zift gibi bilindik ürünler elde edilir. Ham petrolün çıkarılışı, rafine edilişi ve rafine sonrasında ortaya çıkan ürünlerin tüketilmesi esnasında karbon salınımı gerçekleştirilir. Dünyanın en büyük petrol ve enerji şirketleri 1965-2020 yılları arasında 480 milyar ton karbondioksit eş değer sera gazı üretmiştir. Bu değer söz konusu dönemdeki toplam karbon emisyonunun %35'ine karşılık gelmektedir (CAI (2020)).

1.1.1.2 Doğal gaz

Doğal gaz, ana bileşeni metan gazı olan, sahip olduğu özgül kütlesi havadan az olan, yanma özelliğine sahip, renksiz ve kokusuz gaz karışımıdır. Cevher halindeki doğal gaz yer altında petrol ile aynı derinliklerde bulunur. Doğal gaz ihtiyaçlar doğrultusunda tankerler ve boru hatları ile taşınabilir. Dünyada; sanayide, meskenlerde, enerji santrallerinde ısı, elektrik ve mekanik enerjilerinin üretiminde doğal gaz yaygın olarak kullanılmaktadır.

Doğal gazın bir diğer özelliği ise düşük sıcaklık ve belirli basınç şartları altında sıvılaştırılabilmesidir. Bu işlemler ileri teknoloji, altyapı ve yatırım gerektirmektedir. Sıvı fazdaki doğal gaz LNG (Liquified Natural Gas) ve sıkıştırılmış doğal gaz da CNG (Compressed natural gas) olarak adlandırılmaktadır. Uluslararası emtia piyasalarında LNG ve CNG olarak fiyatlandırılması yapılmaktadır (BP İstatistik Raporu (2020)).

Dünyada enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla petrolden sonra doğal gaz kullanımını ikinci sırada gelmekte ve kullanımını gittikçe artmaktadır. 2019 yılında, dünyadaki keşfedilmiş doğal gaz rezervi 198,8 trilyon m³ olarak ilan edilmiştir. Yeryüzündeki keşfedilmiş doğal gaz rezervlerinin yaklaşık %38'i Orta Doğu'da, %32'si Avrasya'da, %9'u Asya-Pasifik'te, %8'i Afrika'da, %11'i Amerika kıtasında ve %2'si Avrupa'da olacak şekilde dağılmıştır. OECD üye ülkelerinin sahip olduğu rezerv 20

trilyon m³ olup, dünyadaki toplam doğal gaz rezervinin yaklaşık %10'unu oluşturur (BP İstatistik Raporu (2020)).

2020 yılı verilerine bakıldığında dünyadaki doğal gaz üretimi yıllık yaklaşık 4 trilyon metreküpe ulaşmıştır. Mevcut dünya üzerinde keşfedilen rezervler göz önüne alındığında ve mevcut üretim miktarının sabit kaldığı varsayıldığında dünyada yaklaşık 49 yıllık doğal gaz rezervi mevcuttur. 1994 yılından itibaren günümüze kadar OECD üyesi olmayan ülkelerin dünyadaki yıllık doğal gaz üretimindeki payı %20'den %40'a yükselmiştir. 2010 yılından itibaren ise bu ülkelerin doğal gaz üretimleri OECD üye ülkelerinden yıllık 100 milyon metreküp daha fazladır. Sahip oldukları toprak altındaki rezervlerine bakıldığında ise sırasıyla İran, Rusya ve Katar en büyük doğal gaz üreticisi ülkeler konumundadır. Bu üç ülkede bulunan toplam rezerv dünyadaki rezervin yaklaşık üçte birine tekabül etmektedir (BP İstatistik Raporu (2020)), EIA (2020)). Dünyadaki doğal gaz tüketim verileri incelendiğinde ise sırasıyla ABD, Rusya, Çin, İran, Japonya, Suudi Arabistan, Kanada, Almanya, İtalya ve Hindistan en çok doğal gaz tüketen ülkelerdir. (BP İstatistik Raporu (2020)).

Dünyada doğal gaz talebinde küçük bir düşüş yaşanmasına rağmen talep arzla aynı seviyede, yıllık 4 trilyon metreküp civarındadır. OECD üyesi ülkelerde elektrik üretimi amacıyla ithal edilen doğal gaz miktarında düşüş görülmektedir. Bu düşüşün en önemli nedeni yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik üretiminin artmasıdır. Ayrıca şu anda devam etmekte olan Rusya-Ukrayna Savaşı sonucu Avrupa Birliği ve ABD'nin Rusya'ya karşı uygulayacakları ambargolar doğal gazdaki talebin küresel ölçekte daha da düşeceğine işaret etmektedir. Bunun yanı sıra gelişmekte olan ülkeler tarafında ise artan elektrik ihtiyacı neticesiyle doğal gaz talebi artmaktadır. (EIA (2020)).

Doğal gaz kömür ve petrol ile kıyaslandığında şu ana kadar elde edilen veriler ışığında en temiz fosil yakıttır. Örneğin 2016 yılı Türkiye verileri ele alındığında elektrik üretiminde sadece kömür kullanılması durumunda yaklaşık 59 milyon ton karbon salınımı gerçekleşmesi ön görülmüştür. Diğer fosil yakıtlara kıyasla avantajlı olan doğal gazın yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş ve rüzgâr enerjisine yatırımı ve geçişi yavaşlattığı söylenebilir. Sıfır karbon emisyonu hedefleyen dünya ülkeleri önünde açılması gereken bir engeldir. (CAI (2020)).

1.1.1.3 Kömür

Kömür; selülozik bitki parçacıklarından oluşan, tabakalar halinde bulunan, bünyesinde yüksek miktarda karbon, düşük miktarlarda azot, kükürt, oksijen ve hidrojen içeren, organik olmayan maddelerin de bulunduğu, heterojen yapıya sahip, çoğunlukla siyah renklerde, katı fosil yakıttır. Sanayi Devrimi'nden itibaren geçen süreçte en yaygın kullanılan fosil kaynaklardan biridir. Diğer fosil kaynakları ile kıyaslandığında ise kömür ucuz ve kolay elde edilebilir bir seçenektir. Kömürün en önemli dezavantajı ise tıpkı petrol ve petrol ürünleri gibi geri döndürülemez şekilde çevre kirleticidir.

Dünyada kömür üretimi 1999 ve 2014 yılları arasında 15 yıl boyunca sürekli artmıştır. 2013 yılı en yüksek üretim miktarı olan yaklaşık 8,3 milyon ton seviyesine ulaşmıştır. 2016 yılına kadar düşüş trendine girmiş ve 7,5 milyon ton seviyelerine düşmüştür. Daha sonraki yıllarda kömür üretimi artmış ve 2018 yılında 8 milyon ton seviyesine yükselmiştir. Kömür tüketimi 2016 yılına kadar düşüş trendine girmiş ve geçmiş 10 yıla göre yaklaşık %30 oranında bir düşüş göstermiştir. Günümüzde ise dünya kömür tüketimi, geçtiğimiz yıla kıyasla %0,8 artarak 7,7 milyon ton olmuştur. Ancak bu oran 1998 yılından bu yana en küçük büyüme oranıdır. 2020 yılı verileri ışığında dünya kömür üretiminin yaklaşık %50'sini tek başına Çin gerçekleştirmiştir. İkinci sırada ise dünya kömür üretiminde %10'luk paya sahip olan Hindistan gelmektedir. Endonezya'nın payı ise %7,3 ve ABD'nin payı %6,2 oranındadır. 2007 yılından beri ABD'nin kömür üretimi giderek azalmaktadır. 2007 yılından 2020 yılına kadar geçen süreçte kömür üretimi %47 oranında azalmıştır (BP İstatistik Raporu (2020)).

2020 yılı dünya kömür tüketiminin yaklaşık %52'si Çin tarafından gerçekleştirilmiştir. Söz konusu yılda Çin'in kömür tüketimi yaklaşık 2 milyar ton olmuştur. Çin'den sonraki sıralama; Hindistan 445 milyon ton, ABD 270 milyon ton, şeklindedir (BP İstatistik Raporu (2020)). Sera gazı salınımı üretiminde ve tüketiminde oldukça yüksek olan kömürün, çevreci baskılar ve imzalanan anlaşmalar nedeniyle üretiminin ve tüketiminin baskılanacağı beklentisi söz konusudur. Ancak kendi toprakları içerisinde kömür madeni potansiyeli bulunan ülkeler, enerji piyasalarından ellerindekinden daha ucuz enerji kaynakları bulamadıkları sürece kendi öz kaynaklarını değerlendirmeye devam edecektir (WEC (2020)).

Kömür, fosil yakıtlar arasında açık ara en yüksek karbon salınımı değerlerine sahip olan kaynaktır. Daha geniş coğrafyalara yayılmış olması ve görece ucuz olması nedeniyle tercih edilen kömür, sürdürülebilirlik önünde önemli bir engeldir. Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) 2020 yılı verileri ışığında dünyada sadece kömür yakıtlı termik santrallerden yaklaşık 10 milyar ton karbon salınımı gerçekleştirmiştir. Bu santraller ayrıca kirletici partiküller ve zehirli gazlar ile çevreyi geri döndürülemeyecek şekilde kirletmektedir. Bu kaygılar nedeniyle AB ülkeleri ve ABD, kömür tüketimini 2016 yılından beri azaltma trendindedir. Bu duruma zıt bir şekilde Hindistan ve Pakistan gibi gelişmekte olan ülkeler kömür tüketimini artırma trendindedirler (IEA (2020)).

1.1.1.4 Nükleer Enerji

Atom çekirdeklerinin parçalanması sonucunda ortaya büyük bir enerji açığa çıkmaktadır. Ağır atom çekirdeklerinin nötronlarla bombardımanı sonucunda bu çekirdeklerin parçalanması sağlanabilir; bu tepkimeye fisyon adı verilmektedir. Her bir parçalanma tepkimesi sonucunda açığa fisyon ürünleri, enerji ve 2-3 adet de nötron çıkmaktadır. Uygun şekilde tasarlanan bir nükleer reaktör sisteminde tepkime sonucu açığa çıkan nötronlar da kullanılarak parçalanma tepkimesinin sürekliliği sağlanarak zincirleme tepkime meydana getirilir ve nükleer enerji elde edilir. Ayrıca hafif atom çekirdeklerinin birleşme tepkimeleri sonucu büyük bir nükleer enerjinin açığa çıkmasına sebep olmaktadır ve bu tepkimeye füzyon denir (Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (2005)).

Nükleer santraller sürdürülebilir, erişilebilir, güvenilebilir ve ucuz bir enerji kaynağıdır. Hava koşulu ve iklim şartlarından bağımsız olarak 7 gün 24 saat durmaksızın çalışabilirler. İkincil enerji kaynağı olan elektriğin birim maliyet fiyatlandırmasında nükleer yakıt maliyeti diğer enerji kaynakları ile kıyaslandığında oldukça düşüktür. En önemli özelliği ise karbon sıfır olmasıdır. Bu da, enerji üretimi esnasında atmosfere sera gazı salınımının mümkün olmayacağı anlamına gelmektedir. Bu nedenle küresel ısınmaya karşı önemli ve sürdürülebilir bir seçenektir. Fakat nükleer enerji de en az fosil yakıtlar kadar masum değildir. Nükleer santraller de tepkimeler sonucunda çok tehlikeli atıklar oluşturmaktadır. Bu atıkların taşınması, depolanması ve bertaraf edilmesi ciddiye gerektirmektedir. Nükleer santrallerde meydana gelebilecek olası kazaların sonuçları hem insanoğlu hem de doğa için geri döndürülemez ve yıkıcıdır.

Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) verilerine göre, dünya üzerinde toplamda 30 ülkede aktif olarak çalışan 449 reaktör bulunmaktadır. 15 ülkede 56 yeni nükleer reaktörün yapımı devam etmektedir. Dünyadaki enerji ihtiyacının yaklaşık yüzde 11'i nükleer enerjiden sağlanırken, 12 ülke ise enerji ihtiyacının yaklaşık yüzde 30'unu kurulu nükleer santrallerden karşılamaktadır. (Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (2020)).

Nükleer enerji karbon emisyonu sıfırdır. Bu sürdürülebilirlik ve çevre için son derece önemli bir enerji kaynağı olacağına işaretler. Dünya üzerinde kurulu bulunan nükleer santraller yaklaşık 2,5 milyar ton karbon salınımına engel olmaktadır (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (2020)).

1.1.2 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Rüzgâr, güneş ışığı, jeotermal ısı, dalgalar ve gelgitler vb. gibi karbon sıfır doğal kaynaklardan doğrudan ve/veya dolaylı şekilde elde edilebilen ve insan zaman ölçeğindeki süreçte kendiliğinden yenilenen kaynaklardan elde edilebilen enerjiye yenilenebilir enerji denir. Yenilenebilir enerji kaynakları; rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, hidrolik enerji, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji olarak kabul edilmektedir. Bu enerji kaynakları, yenilenmekte olduklarından dolayı hızla tükenen fosil enerji kaynaklarının tam tersi niteliğe sahiptir. Ayrıca bu enerji kaynaklarının tüketimi sırasında karbon salınımı, yenilenemez enerji kaynakları ile kıyaslandığında yok denecek kadar azdır. Sürdürülebilirliğin temelini oluşturan ve çevre kirliliğinin önüne geçecek olan yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde ülkelerin karbon salınımları azalacak ve küresel ısınmanın önüne geçilebilecektir.

1.1.2.1 Hidrolik Enerji

Yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri hidrolik enerjidir. Bu enerjinin en yaygın kullanım şekli, nehirler üzerine barajlar inşa ederek suyu rezervuarda biriktirmek, biriken suyun potansiyel enerjisinden yararlanarak türbinde elektrik enerjisi üretmektir. Bu amaçla hidroelektrik santrallerden (HES) yararlanılmaktadır (Koç, 2014).

Yaklaşık 370 GW kurulu hidroelektrik kapasitesine sahip olan Çin dünyada hidroelektrik enerjisi ile elektrik üretiminde birinci sıradadır. Çin’le birlikte 109GW ile Brezilya, 102 GW ile Amerika, 82 GW ile Kanada ve 50 GW ile Hindistan ilk beşi oluşturmaktadır. Ardından sırasıyla 49GW ile Japonya ve Rusya, 33GW ile Norveç ve 31 GW ile Türkiye gelmektedir. Bu veriler göz önüne alındığında hidroelektrik üretiminin dünyadaki elektrik tüketiminin yaklaşık %7’lik kısmını karşıladığı söylenebilir. (WEC (2020)).

1.1.2.2 Güneş ve Rüzgâr Enerjisi

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde bulunan hidrojen gazını helyuma dönüştüren füzyon reaksiyonu sonucu ortaya çıkan çok güçlü bir enerjidir. Güneş ışınları vasıtasıyla dünyaya gelen güneş enerjisinden yararlanmak için güneş pilleri, güneş santralleri vb. teknolojik sistemler geliştirilmiştir. Yeryüzüne gelen güneş enerjisi, geliştirilen sistemler vasıtasıyla dolaylı olarak elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılabilir. Rüzgâr enerjisi, güneş radyasyonunun yer yüzeylerini farklı ısıtmasından kaynaklanmaktadır. Denizlerin ve havanın farklı miktarda ısınması bir basınç farkı oluşturmakta ve bu basınç farkı ise yüksek basınçtan alçak basınca doğru bir hava hareketine neden olmaktadır. Oluşan bu hava hareketi rüzgâr olarak bilinmektedir. Rüzgâr enerjisinden mekanik enerji ve/veya elektrik enerjisi üretmek amacıyla yararlanılmaktadır. Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretmek amacıyla rüzgâr türbinlerinden yararlanılmaktadır. (Koç, 2014)

2020 yılı verileri doğrultusunda güneş enerjisi üretiminde dünyada 254 GW ile Çin lider konumda bulunmaktadır. ABD 75 GW ile ikinci sırada yer almaktadır. Benzer şekilde 282 GW ve 118 GW rüzgâr enerjisi üretimi ile Çin ve ABD ilk iki sırada yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgâr ve güneş enerjisinin kullanılarak elektrik enerjisinin üretilmesi insanlık ve çevre için çok büyük önem taşımaktadır. Karbon nötr olan bu enerji kaynaklarının verimliliği ve kullanımını arttıkça küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin tüm dünya üzerindeki yıkıcı etkilerinin önüne geçilebilecektir. (WEC (2020)).

1.1.2.3 Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkürenin doğal ısısı olup, yer kabuğunun derinliklerinde birikmiş olan yüksek basınç altındaki sıcak su buharı ve sıcak kuru kayaların içerdiği termal enerji olarak tanımlanmaktadır. Bu enerji, elektrik enerjisi üretimi ya da ısı enerjisi üretimi amacıyla kullanılmaktadır.

Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 15 GW düzeyindedir. Ülkelerin sahip olduğu kurulu jeotermal enerji santrali güçleri ele alındığında ABD 4GW ile açık ara farkla lider konumdadır. Filipinler ve Endonezya 2GW ile coğrafi avantaj olan bu enerji kaynağından yararlanmaktadır (WEC (2020)).

1.1.2.4 Biyokütle Enerji

Biyokütle enerjisi karbon bileşiklerini içerisinde barındıran hayvansal ve bitkisel temelli tamamen doğal maddelerden elde edilen enerji kaynağıdır. Biyokütle enerji kaynakları belirli işlemlerden geçirilerek biyoetanol, biyodizel ve biyogaz gibi yakıtlar elde edilebilmektedir. Bitki artıkları ve hayvansal yağlar ile biyoetanol ve biyodizel elde edilirken şehir ve endüstrinin organik atıklarının oksijensiz ortamda bakteriler yardımıyla fermantasyonu ile metan ve karbondioksit gazı içeren biyogaz elde edilir.

2018 yılı verileri ışığında dünyada biyokütle kaynakları ile elektrik enerjisi üretimi yaklaşık %7 oranında artmıştır. Bu artışla birlikte yaklaşık 600 TW elektrik üretimi söz konusudur. Bu üretimin içerisinde en büyük pay %70 ile biyoyakıtlardır. Söz konusu dönem içerisinde elektrik üretiminin %17'si Çin tarafından gerçekleştirilmiştir. Çin'i sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya takip etmektedir (WEC (2020)).

Dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş, rüzgâr, jeotermal, hidroelektrik, biyokütle enerjilerine yapılan yatırımlar gün geçtikçe artmaktadır. Bu bağlamda kişi başına %6,3'lük bir büyüme ile en büyük yakıt büyümesi yenilenebilir enerji kaynaklarında görülmektedir. Bu yatırımlar doğrultusunda dünya enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı giderek artmaktadır. İlerleyen yıllar içerisinde dünya elektrik enerjisinin üretiminin büyük bir bölümünde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılacağı ön görülmektedir. (WEC (2020)).

Yenilenebilir enerji kaynakları karbon nötr olduklarından sürdürülebilirlik açısından çok önemlidir. Şu andaki dünya tüketim verileri ışığında %100 yenilenebilir enerjili bir dünya için 3,8 milyon rüzgâr türbini, 90 bin güneş santrali, 490 bin gelgit türbini, 5.350 jeotermal tesisatı ve 900 hidroelektrik santrali gereklidir (Jacobson, (2017)). Fakat burada karşımıza farklı olgular çıkmaktadır. Güneşlenme sürecinin olmadığı durumlarda güneş enerji santrallerinden enerji elde edilemez. Rüzgârın olmadığı bir hava durumunda rüzgâr türbinleri enerji üretmezler. Bu durum ülkelerin sürekli artan enerji ihtiyaçları için ve dolaylı olarak ekonomik büyümeleri için yeterli olmayabilir. Bir diğer değinilmesi gereken noktada maliyetlerdir. Özellikle elektrik üretiminde geleneksel yöntemlere göre yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi oldukça pahalıdır (Robert Bryce (2022)). Bu noktada gelişmiş ülkelerin atacağı adımlar ve gelişmekte olan ülke hükümetlerinin teşvik politikaları çok büyük önem taşımaktadır. Tüm dünya ülkelerinin ortak karar alıp birlikte hareket etmeleri bu sorunu ortadan kaldıracak ve sürdürülebilir büyümenin önünü açacaktır.

İKİNCİ BÖLÜM

KARBONDİOKSİT EMİSYONU

Karbon emisyonu, doğada kendiliğinden oluşan veya insanoğlunun üretim ve büyüme arzuları sonucu meydana gelen ihtiyaçlarının bir çıktısı olan karbonun atmosfere salınmasını ifade eder. 19. yüzyıldan itibaren Sanayi Devrimi'nin bir sonucu olarak kömürle çalışan sanayi araçlarının kullanılmasıyla birlikte, atmosferdeki sera gazı yoğunluğu artış göstermeye başlamıştır. Atmosfere salınan bu gazlar, dünyanın ortalama sıcaklığının artmasına sebep olmaktadır. Sera gazlarının atmosferin iç yüzeyini kaplayıp, güneşten gelen ışınların geri yansımalarını engelleyerek dünya üzerindeki sıcaklığı artırması, geri dönüşü olmayan büyük bir iklim krizine neden olmaktadır. Sıcaklığın artışıyla doğru orantılı olarak yeryüzünün en büyük tatlı su kaynağı olan buzullar her geçen gün daha fazla erimeye ve deniz seviyesi her geçen gün daha fazla yükselmeye devam etmektedir. Artan ortalama sıcaklık nedeniyle yerkürede gözlemlenen bölgesel hava akımları olumsuz yönde etkilenmektedir ve son yıllarda tüm dünya devletlerinin yakından gözlemlediği ve doğrudan etkilendiği aşırı hava olayları yaşanmaktadır. Karbon emisyonunun dünyada artmasının başlıca nedenleri şunlardır (WWF Paris İklim Anlaşması Raporu (2021)):

- Nüfus artışı,
- Sürekli artan enerji talebi,
- Sanayileşme,
- Azalan yeşil alanlar,
- Artan şehirleşme,
- Meydana gelen sera gazlarının doğrudan doğaya salınımı.

Bu dünyadaki yıkıcı kirliliğe neden olan ülkeler sırasıyla Çin, ABD, Avrupa Birliği ülkeleri, Hindistan, Rusya, Japonya, Almanya, İran, Güney Kore ve Kanada'dır. 2020 yılı verileri doğrultusunda bu 10 kirletici ülkenin atmosfere verdikleri karbondioksit emisyonlarının toplamı tüm dünyadaki karbondioksit emisyonunun %64'üne denk gelmektedir (WEC, Küresel Atmosfer Emisyonları Araştırmaları Veri Tabanı (2020)). Gelişmiş ve gelişmekte olan bu ülkelerin sahip oldukları sanayi yatırımları ve mevcut kalabalık nüfusları sürdürülebilir olmayan büyüme ve yıkıcı karbondioksit salınımına neden olmaktadır.

Ülkelerin 2019 ve 2020 verileri incelendiğinde; 2019 yılında 11,5 milyar ton karbon salınımı yapan ve en kirletici ülke olan Çin, 2020 yılında bu salınımı arttırarak 11,7 milyar tona yükseltmiş ve bu salınımı arttıran tek ülke olmuştur. 5 milyar ton olan 2019 karbon salınımını 4,5 milyar tona indiren ve en geç 2050 yılına kadar karbon sıfır hedefi belirleyen ABD ikinci kirletici ülkedir. Listede üçüncü sırada ise Avrupa Birliği gelmektedir. Üye ülkelerinin tamamının karbon salınımı 2019 yılında 2,9 milyar ton iken 2020 yılında ise 2,6 milyar ton seviyesine gerilemiştir. Benzer şekilde Avrupa Birliği ülkeleri ilk 9 yıl içinde %31 oranında karbon salınımını azaltmayı hedeflerken, en geç 2050 yılında karbon sıfır hedefine ulaşmak istediğini bildirmiştir (Carbon Brief Raporu (2020)). Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli 2020 yılı raporuna göre sera gazı salınımına önlem alınmadığı takdirde 21. yüzyılda yerkürenin 2 dereceden daha fazla ısınacağını ve bunun sonucunda dünyadaki tarım arazilerinin verimliliğinin azalacağını, su kıtlığının baş göstereceğini bu sonuçların aynı zamanda yeni doğal afetlere zemin hazırlayabileceği öngörülmektedir.

2.1 Roma Kulübü

Dünyada sürdürülebilirlik kavramı 1970’li yılların ortalarından itibaren kamuoyu tarafından dillendirilmeye başlamıştır. Sanayi Devrimi sonrası sonu yokmuşçasına sömürülen doğal kaynakların yok edilişi ve arkada bırakılan enkaz bu zamana kadar dünya devletlerinin ilgisini çekmemiştir. Bu sanayi ve sömürge yarışındaki ülkelerin yeryüzüne ve çevreye verdiği zararın miktarı net bir şekilde ortaya konulamamıştır. Bu geçen zaman içerisinde artan dünya nüfusuna karşılık var olan mevcut doğal kaynakların yeterli olduğu düşüncesi hakimdir. Fakat Solow’un cennetten düşen meyvesi teknoloji; gelişip endüstriler büyüdükçe, mevcut ürün çeşitliliği ve tüketim arttıkça doğal kaynakların geri dönüşümü olmayan tüketimi hız kazanmıştır. 1960’lı yılların ortalarından itibaren çevre ile ilgili sorunlar baş göstermeye başlamış, sorunlar hakkında kaygılar artmaya başlamış ve yüksek sesle söylenir hale gelmiştir. Birleşmiş Milletler Çevre Konferansında ilk kez sürdürülebilirlik konusu kapsamlı bir şekilde gündeme getirilmiştir. Stockholm’de 5 Haziran 1972 tarihinde düzenlenen konferansta dünya üzerinde mevcut doğal kaynakların kullanımına ve gelecek kuşakların bu kaynaklar üzerindeki haklarına dikkat çekilmiştir. Bu çerçevede sürdürülebilirliğe dikkat çeken bir başka oluşum, 1968 yılında, bilim insanlarının bir araya gelerek kurduğu Roma Kulübü olmuştur. Roma Kulübünün 1972 yılında hazırlayıp sunduğu “Büyümenin Sınırları” başlıklı rapor çarpıcı gerçekleri de gözler önüne sermiş ve bugüne kadar bu çığlığa göz

yuman dünya devletlerine bu büyümenin sürdürülebilir olmadığını somut delillerle sunmuştur. Bu rapor yayınlandığı sırada küresel ısınma kavramı daha ortaya konmamıştı.

Roma Kulübünün hazırladığı raporda mevcut 5 değişkeni temel alarak bir soru sorulmaktadır. Hızlı nüfus artışı, gıda üretimi, sanayileşme hızı, çevre kirliliği düzeyi ve doğal kaynakların tükenme hızı bu seviyede ilerlemeye devam ederse önümüzdeki yüzyıl içinde ekonomiyi nasıl bir gelecek bekliyor? Araştırma sonucu olarak dünya nüfusunda, sanayileşmede, çevre kirlenmesinde, gıda üretiminde ve doğal kaynakların tüketilmesinde büyüme eğilimi bugünkü gibi devam ederse dünyadaki ekonomik büyümenin 100 yıl içinde ulaşabileceği en üst sınıra dayanacağı ve bu büyüme sonrasında ise kontrol altına alınamayan bir düşüş yaşanmaya başlanacağı belirtilmektedir (Club of Rome (1972)).

Roma Kulübü bu çalışmada öneri olarak da üçüncü dünya ülkelerinin sanayileşme ve kalkınmasının dünya doğal ve ekonomik kaynak potansiyeli tarafından karşılanmayacağını belirtilerek “sıfır büyüme” teklifini sunmaktadır. Burada işaret edilen gelişmemiş ülkelerdeki açlık ve yoksulluğa olan dayanıklılığa işaret ederek büyümeye sınır getirilmesi planlanmaktadır. Bu alınan önlemler neticesinde dünyada var olan çevrenin korunacağı ve böylelikle kirliliğin önüne geçilebileceği varsayılmaktadır (Club of Rome (1972)). Bu öneri bir noktada da ciddi tartışmaların fitilini ateşlemiştir. Çünkü rapor gelişmiş ülkeler lehine sonuçlar vermektedir fakat bu tablonun oluşmasında en büyük pay yine bu gelişmiş ülkelere aittir. Her ne kadar raporun önerisi tartışılmaya açık olsa da Roma Kulübünün bu çalışması çevre meselesine tüm otoritelerin dikkatini çekmeyi başarmıştır.

2.2 Kyoto Protokolü

Roma Kulübü, “Büyümenin Sınırları Raporu”nu yayınladığı sırada daha petrol krizi patlak vermemiştir. 1973 yılında meydana gelen petrol krizi doğal kaynakların sonsuz olmadığını kamuoyuna gösteren çarpıcı bir kanıt olmuştur. Rapor sonucunda ortaya çıkan tabloda var olan çılgın tüketim devam ederse kaynakların 21. yüzyılda tükeneceğinin altı çizilmiştir. Bir olası senaryoda yeni kaynaklar keşfinin mümkün olduğunu ama bu keşfin sadece mutlak sonu erteleyecek geçici bir süreç meydana getirdiğini, bu sürecin tamamlanmasının ardından durdurulamayan daha büyük bir çöküşün meydana geleceği varsayımı yapılmıştır.

Raporun ortaya sunduğu model her defasında kanıtlanmıştır. Raporun yayınlanmasının ardından 20 yıl sonra ise tüm dünya devletleri tarafından ilk adım atılmıştır. Birleşmiş Milletler (BM) üye ülkelerinin katılımıyla 1992 yılında Rio'da "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)" imzalanmıştır. Küresel ısınmaya karşı hükümetler arası ilk çevre sözleşmesidir. Sözleşme; insanlığın neden olduğu çevresel kirliliklerin dünya ve iklim üzerinde sürdürülebilir olmayan ve kalıcı etkileri olduğunu kabul ederek atmosferde bulunan mevcut sera gazı miktarını azaltmayı ve bu gazların çevreye olan olumsuz etkilerini en aza indirerek belli bir seviyede tutmayı amaçlamaktadır. 1994 yılında yürürlüğe giren bu sözleşmenin yaptırım gücü zayıftır, fakat dünya devletlerinin, sürdürülebilir olmayan bu durumun farkına vardığı ve imzaladığı ilk sözleşme özelliğini taşımaktadır.

1997 yılına gelindiğinde ise BMİDÇS kapsamında daha güçlü ve sert bir adım atılarak BM katılımcıları tarafından imzalanan Kyoto Protokolü 2005 yılında resmi olarak yürürlüğe girmiştir. İmzalanan protokol; küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleyi sağlamaya yönelik uluslararası tek çerçeve olma niteliği taşımaktadır. Kyoto Protokolündeki temel amaç, atmosferde bulunan sera gazı yoğunluğunun, iklime ve çevreye tehlikeli etki oluşturmayacak sürdürülebilir seviyelerde dengede kalmasını sağlamaktır. Taraf ülkeler karbondioksit ve sera etkisine sebep olan gazların salınımını azaltmayı eğer belirlenen kotayı tamamlayamama durumu söz konusu olursa karbon ticareti yoluyla haklarını arttırmayı protokol kapsamında taahhüt etmişlerdir. Kyoto Protokolü, BMİDÇS'ye göre oldukça sıkı ve maliyetli tedbirler ve yatırımlar içermektedir (BM İklim Değişikliği Kyoto Protokolü (2011)). Protokole göre;

- Anlaşmaya taraf ülkeler atmosfere salınan sera gazı miktarı %5'e çekilecek,
- Motorlu taşıtlardan, ısıtmadan ve endüstriden kaynaklanan sera gazı miktarını azaltmaya yönelik mevzuatlar yeniden düzenlenecek,
- Mevcutta kullanılan ısınma, ulaşım, taşıma vb. teknolojilerin enerji verimliliği daha yüksek olan yeni teknolojiler ile değiştirilecek, çöpün bertaraf edilmesinde temel ilke çevrecilik olacak ve maliyetlerine bakılmaksızın özendirilecek,
- Atmosfere salınan sera gazı oranının düşürülmesi için alternatif enerji kaynaklarına yönlenecek,
- Fosil yakıtlar yerine örneğin biyodizel yakıt kullanılacak,
- Çimento, demir-çelik ve kireç fabrikaları gibi yüksek enerji tüketen işletmelerde atık bertaraf işlemleri yeniden düzenlenecek,

- Termik santrallerde daha az karbon çıkartan sistemler, teknolojiler devreye sokulacak,
- Güneş enerjisi teşvik edilecek, karbon sıfır özelliğe sahip nükleer enerji daha fazla ön plana çıkarılacak,
- Fazla yakıt tüketen ve fazla karbon üreten ülkelerden daha fazla vergi alınacaktır.

Kyoto Protokolü gönüllülük esasında bir araya getirilmiştir. Taraf olmayan veya taraf olup taahhütlerini yerine getirmeyen ülkelere herhangi uluslararası yaptırım söz konusu değildir. Anlaşmaya en kirletici ülkeler konumundaki ABD, Çin, Hindistan başlangıçta taraf olmamıştır. İkinci taahhüt dönemi 2012 yılına kadar gelişmiş devlet statüsündeki devletler taahhütlerini yerine getirmemişlerdir. Protokolün 2020 yılına kadar uzatılma kararının alındığı 2012 yılında taraf ülkelerden Kanada, Yeni Zelanda, Japonya ve Rusya protokolden çekildiklerini bildirmişlerdir. Protokole taraf olarak kalan ülkelerin atmosfere yaydığı toplam karbon emisyonu oranının %15 olduğu bilinmektedir. Bu durum karbon emisyonunun azaltılmasının istenilen oranda gerçekleşemeyeceğini göstermektedir (WEC (2020)).

2.3 Paris İklim Anlaşması

Kyoto Protokolü sonrası iklim değişikliği ile mücadeleye başlanmıştır. Fakat belirli bir seviyeye getirilen bu mücadele, refahını arttırmak isteyen gelişmekte olan, gelişmemiş ülkelerin ve sahip olduğu refahı korumakta kararlı olan gelişmiş ülkelerin durdurulamayan büyüme istekleri karşısında yeterli olamamıştır. Kyoto Protokolü ile ilk adım atılmış ve sürecin yeni bir safhasına daha geçilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Paris İklim Anlaşması, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) kapsamında, iklim değişikliğinin azaltılması, adaptasyonu ve bu süreçlerin finansmanı hakkında taraf ülkeler tarafından 2015 yılında imzalanan, 2016 yılında yürürlüğe giren iklim anlaşmasıdır. Paris İklim Anlaşması, küresel çapta iklim değişikliğine karşı verilen mücadelede tarihi bir mihenk taşı olarak kabul edilmektedir. Bunun nedeni; alınan kararların karbon emisyonu hakkında olan çalışmalarını temel alması, dinamik ve tutarlı olması neticesinde içinde bulunduğumuz 21. yüzyılın ikinci yarısına gelindiğinde anlaşmaya taraf olan ülkelerin sera gazı emisyonlarını sıfırlamayı hedefliyor olmasıdır.

Paris İklim Anlaşması'nın uzun vadeli hedefi, Sanayi Devrimi'nden günümüze kadar hâlihazırda 1 santigrat derece yükselmiş olan küresel sıcaklığın, endüstriyelleşme öncesi döneme kıyasla mevcut küresel sıcaklık artışının 2 santigrat derecenin olabildiğince altında, mümkünse 1,5 santigrat derece seviyesinde tutmaktır. Anlaşma ayrıca, tarafların iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı uyum sağlama yeteneklerini geliştirmeyi ve düşük sera gazı emisyonları ve iklime dirençli kalkınma yolunda tutarlı bir finansman akışı sağlamayı hedeflemektedir. Anlaşma Kyoto Protokolünden farklı olarak, söz konusu anlaşmaya taraf ülkelerin ulusal katkı beyanlarını sunarak, karbon emisyonunu azaltma ve sınırlama hedeflerini belirlemeli, planlamalı ve düzenli olarak raporlaması istenmektedir. Ulusal katkı beyanları, taraf ülkelerin ulusal koşulları çerçevesinde kendileri tarafından belirlenen bağlayıcı olmayan gönüllü hedeflerinden oluşmaktadır. Bu nedenle hiçbir şekilde anlaşmaya taraf olan ülkeler belirli bir tarihe kadar belirli bir emisyon hedefi koymaya zorlanamaz, ancak ülkeler tarafından belirlenen her yeni hedefin önceden belirlenmiş hedeflerin ötesine geçmesi gerekmektedir (BM İklim Değişikliği Paris Anlaşması (2015)). Anlaşmaya göre;

- Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin farklılıkları gözetilerek bu farklılıklara göre belirlenen düzeylerde karbon emisyonunun azaltılmasına yönelik yükümlülükleri belirlenmiş ve ülkelerce kabul edilmiştir. 2050 yılı sonrası için ise öncelikle gelişmiş ülkelerin sıfır emisyon sağlayacak konuma gelmeleri istenmektedir.
- Gelişmiş ülkeler gelişmekte olan ülkelere, iklime dirençli ve düşük karbonlu kalkınmayı sağlayacak dönüşümü gerçekleştirmeleri için gerekli olan iklim finansmanı, teknoloji ve kapasite geliştirme desteği sağlamaları gerekmektedir. 2020 yılına kadar gelişmiş ülkelerin, gelişmekte olan ülkelere 100 milyar dolar iklim finansmanı sağlamaları ve 2025 sonrası için bu rakamın taban olarak esas alınıp daha fazla finansman sağlaması istenmektedir.
- Ülkelerin karbon emisyonu azaltma hedefleri ve bunun için geliştirdikleri politikalar ile hedefe ulaşma konusundaki ilerleme durumları, şeffaf ve hesaplanabilir bir yöntemle yapılmalıdır.
- Bilimin öngördüğü yeni bulgular da esas alınarak her beş yılda bir ülkelerin düzenli olarak daha fazla karbon emisyonu azaltma yükümlülüğü almaları istenmektedir.

- İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı uyum sağlanması konusunu güçlü bir şekilde vurgulamakta ve özellikle bundan en fazla etkilenecek savunmasız az gelişmiş ülkelerin desteklenmesi konusunda taahhütlerde bulunmaktadır.

Paris İklim Anlaşması, Kyoto Protokolüne benzer şekilde gönüllülük esaslıdır. Kyoto Protokolünden farklı olarak Paris İklim Anlaşması 5 başlık ile öne çıkmaktadır. Bunların ilki emisyonların kesin olarak azaltılması ve en geç 2050 yılında karbon sıfır politikasına geçilmesidir. Taraf ülkeler bu konuda çok net adımlar atmaktadır. İkinci başlıkta ise ülkelerin emisyon değerlerini hesaplar ve ilan ederken şeffaf davranmasını denetleme mekanizması ile zorunlu kılmış ve bu durum ülkelere sorumluluklar yüklemiştir. Üçüncü olarak ülkelerin değişen iklim koşullarına uyum sağlaması ve bu yönde politikaların izlenmesi hedeflenmiştir. Bu başlıktan hareketle iklim değişikliğinin ülkelere neden olduğu zararların giderilmesi gerekliliği ve bu zararlara karşı destek verilmesi gerekliliği belirtilmiştir. Şu an hukuki süreç yolu açık olup işleyecek mekanizma henüz belli değildir. Son olarak ise emisyonların düşürüldüğü bir gelecek için ülkelere her türlü desteğin sağlanması gerekliliğine dikkat çekilmiştir. Yeşil İklim Fonu ile söz konusu destekler ve yardımlar finanse edilecektir (Yanardağ (2017)). Paris İklim Anlaşması hakkında genel bir kanıya varmak şu an oldukça zordur. 2025 yılı itibarıyla somut analiz sonuçlarıyla taraf ülkelerin adımları hakkında ve anlaşmanın verimliliği hakkında bir sonuca varılabilecektir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEORİK MODEL

Yakınsama testleri gelir yakınsamasını test etmek amacıyla Barro ve Sala-i Martin (1992)'in çalışmasından sonra dikkat çekip yaygınlaşmaya başlamış olsa da aslında Solow (1956) tarafından geliştirilmiş olan Neo Klasik Büyüme Modeli'nin temel çıkarımıdır. Neo Klasik Büyüme Teorisi, sermayenin azalan marjinal verime sahip olduğu varsayımı altında, ülkelerin uzun dönemde belli bir durağan duruma yakınsayacağını savunmaktadır (Atalay, 2007: 4). Solow Modeli, yoksul ülkelerdeki kişi başına düşen gelirin, o ülkelere kıyasla daha zengin ülkelerdeki gelir ile yakınsayacağını öngörmektedir (Apergis vd., 2015: 2). Teorik olarak yakınsama hipotezi, Solow Modelinde ölçeğe göre sabit getirili Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonunda sermaye faktörü için azalan getirinin bir sonucu olarak elde edilmektedir. Bu hipoteze göre, zengin ülkelerde görece olarak bol olan sermayenin marjinal ürünü düşük, fakir ülkelerde ise görece olarak kıt olan sermayenin marjinal ürünü yüksektir. Dolayısıyla bu durum, fakir ülkelerin zengin ülkelere göre daha yüksek bir büyüme hızına sahip olmaları sonucunu yaratmaktadır. Fakir ülkelerin, zengin ülkelere göre daha yüksek bir büyüme hızına sahip olmaları onlara doğru bir yakınsama sürecinin oluşacağını ima etmektedir (Dinler, 2014:39-40).

Yakınsama hipotezi ile ilgili üç temel hipotez literatürde bulunmaktadır (Galor, 1996:1056):

- 1) Mutlak Yakınsama Hipotezi: Ülkelerin kişi başına geliri, uzun vadede başlangıç koşullarından bağımsız olarak birbirlerine yakınsamaktadır.
- 2) Koşullu Yakınsama Hipotezi: Tüketici tercihleri, teknolojileri, nüfus artış hızları, hükümet politikaları vb. gibi yapısal özellikleri benzer olan ülkelerin kişi başına geliri uzun vadede başlangıç koşullarından bağımsız olarak birbirlerine yakınsamaktadır.
- 3) Kulüp Yakınsama Hipotezi: Başlangıç koşullarının aynı olması şartıyla yapısal özellikleri benzer olan ülkelerin kişi başına düşen gelirleri uzun vadede birbirine yakınsamaktadır.

Bu üç hipotezine incelendiğinde, mutlak yakınsama hipotezinde, tüm ekonomilerin yaklaştığı tek bir denge bulunmaktayken, koşullu yakınsama hipotezinde denge farklılaşmakta ve her bir ülkenin ekonomisi kendi özel dengesine sahip olmaktadır.

Kulüp yakınsama hipotezinde ise çoklu denge üreten modeller bulunmakta ve ekonomilerin bu farklı dengelerden hangisine ulaşacağı başlangıç koşullarına bağlı olarak belirlenmektedir (Ceylan,2010:56-57).

Kulüp yakınsamasının temelleri Baumol (1986) tarafından atılmıştır. Kulüp Yakınsama Hipotezine göre ekonomiler bir bütün olarak yakınsamasalar bile başlangıç koşulları, benzer yapısal özellikleri çerçevesinde aynı durağan durum grupları içerisinde bulunabilirler (Li vd., 2018: 1). Kulüp yakınsama hipotezine göre, başlangıçta özdeş/benzer koşul ve konumlara sahip olan ülkelerin, uzun dönemde özdeş durağan dengelere ulaşarak yakınsama kulüplerini oluşturacağı ve kulübü oluşturan ülkeler arasında eşitsizliğin azalacağı ileri sürülmektedir. Bu yönüyle kulüp yakınsamasının çoklu durağan-durum dengeleri ve sabit/artan verimler dikkate alan içsel büyüme teorisine dayandığı ifade edilebilmektedir (Azariadis ve Drazen, 1990; Romer, 1990; Grosman ve Helpman,1991).

Kulüp Yakınsama Hipotezinin kabul gören ilk formülasyonu, Durlauf ve Johnson (1995) ve Galor (1996) tarafından gerçekleştirilmiştir. İlerleyen yıllarda Phillips ve Sul (2007,2009) tarafından geliştirilen yöntemle birlikte kulüp yakınsama hipotezini inceleyen çalışmaların sayısının arttığı görülmektedir (Yazgan ve Ceylan, (2021)). İlgili formülasyon bu çalışmada kullanılmıştır.

3.1 Literatür

Literatürde genel olarak karbondioksit emisyonu ve toplam enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkisi incelenirken bu emisyon ve tüketim değerlerinin çevreye ve yakınsamaya etkisi araştırılmıştır. Diğer bir deyişle literatürdeki çalışmalar kişi başına düşen karbon emisyonunun ve/veya kişi başına düşen enerji tüketiminin yakınsamaya neden olup olmadığını araştırmıştır. Ayrıca literatürde enerji verimliliği ve çevre kirliliğinin yakınsamaya etkisine bakılmıştır. Ülkeler, bölgeler ve sektörlerin ele alındığı çalışmalar mevcuttur. Yakınsama hipotezlerinin test edilmesi amacıyla çoğunlukla Philips ve Sul (2007) ve Panel Birim Kök testleri kullanılmıştır. Literatür Philip ve Sul (2007) testleri Tablo 1’de, Panel Birim Kök, Fourier Durağanlık, LM Birim Kök ve β Yakınsama testi Tablo2’de olmak üzere yöntemlerine göre ikiye ayrılmıştır. Tablolarda kısaca veri seti ve çalışmanın sonuçları hakkında bilgiler verilmiştir.

Tablo 1’de Philips ve Sul (2007) kulüp yakınsama tekniğinin kullanıldığı enerji tüketimi ve/veya karbon emisyonu ile ilgili çalışmalar özetlenmiştir.

Çalışma	Yöntem	Veri	Sonuç
Panopoulou, E., & Pantelidis, T. (2009). Karbon Dioksit Emisyonlarında Kulüp Yakınsaması.	Phillips and Sul (Econometrica, 2007)	1960-2003 yılları arasında 128 ülke ele alınmaktadır. Ülkeler gelişmemiş, gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler olarak ayrılmış durumdadır.	Kişi başına düşen karbon emisyonu fazla olan ve az olan ülkelerin birbirine yakınsadığı 2 kulüp ortaya çıkmıştır. Fakat 2 kulüpte birbirine yakınsama eğilimindedirler.
Apergis, N. ve Christou, C. (2015). Enerji Verimliliği Yakınsaması: Kulüp Yakınsamasından Yeni Kanıtlar.	Phillips and Sul (Econometrica, 2007)	1972-2012 yılları arasında 31 ülke ele alınmaktadır.	6 kulüp yakınsama ortaya çıkarken, beklenenin aksine enerji verimliliği açısından tam yakınsama ortaya çıkmamıştır.
Apergis, N., & Payne, J. E. (2017). Sektöre ve Fosil Yakıt Kaynağına Göre ABD Eyaletlerinde Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu	Phillips and Sul (Econometrica, 2007)	1980-2013 yılları arasında ABD’nin 50 eyaleti ele alınmaktadır. Enerji tüketimleri petrol, doğal gaz, kömür olarak ayrı ayrı testlerde incelenmiştir.	Petrol kaynaklı karbon emisyonunda tüm eyaletler arasında tam yakınsama varken, doğal gaz ve kömür kaynaklı emisyonlarda 6 farklı kulüp oluşmuştur.
Dr. Öğr. Üyesi R. Ulucak (2018) Çevre Kalitesi Açısından Yakınsama Hipotezine Yeni Bir Bakış	Phillips and Sul (Econometrica, 2007)	120 ülkenin 1961-2009 yılları arasında kişi başına düşen ekolojik ayak izi verileri ile gerçekleştirilmiştir.	Analiz sonucunda tam bir yakınsama söz konusu değildir. 8 farklı kulüp oluşmuştur.
K.Ivanovski vd. (2018) Avustralya Bölgeleri ve Sektörlerinde Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimine İlişkin Bir Kulüp Yakınsama Analizi	Phillips and Sul (Econometrica, 2007)	1990-2016 döneminde Avustralya’daki dokuz sektör ve yedi eyaletteki kişi başına düşen enerji tüketimindeki yakınsama incelenmiştir.	Enerji tüketimi alanlarına göre gruplandırılmış ve eyaletler her grupta farklı yakınsama kulüpleri oluşturmuştur.

<p>M.J. Herreriassa vd. (2016) Konut Enerji Tüketimi: Çin Bölgelerinde Yakınsama Analizi</p>	<p>Phillips and Sul (Econometrica, 2007)</p>	<p>1995-2011 yılları arasında Çin'deki 29 eyaletin kömür, elektrik ve doğal gaz tüketimindeki yakınsama incelenmiştir.</p>	<p>Tüketilen enerji çeşitlerine göre eyaletler arasında en az 2 en fazla 4 yakınsama kulübü oluşmuştur.</p>
<p>Y.Wang vd.(2014) Çin'de Karbondioksit Emisyonlarının Yakınsama Davranışı</p>	<p>Phillips and Sul (Econometrica, 2007)</p>	<p>1995-2011 yılları arasında Çin'deki eyaletlerin karbondioksit emisyonlarının yakınsamaları incelenmiştir.</p>	<p>3 farklı yakınsama kulübü oluşmuştur. Bu kulüplerin ortak politikalar sonucunda, tam yakınsamaya gidebileceğine dikkat çekilmiştir.</p>

Tablo 1: Philips ve Sul (2007) Yakınsama Tekniğinin Kullanıldığı Çalışmalar

Panopoulou ve Pantelidis (2009), karbondioksit emisyonu üzerinde kulüp yakınsama teorisini Philips ve Sul (2007) tekniği ile test etmişlerdir. Çalışmada 1960-2009 dönemi 128 ülke için ele alınmıştır. Çalışma oldukça dikkat çekici ve net sonuçlar ortaya koymaktadır. Birleşmiş Milletler'e üye olan dünya üzerindeki 206 ülkenin 128'nin ele alındığı geniş kapsamlı bu analizde, ülkelerin kişi başına düşen karbondioksit emisyon miktarları arasındaki ilişki test edilmiştir. Testin sonucunda iki yakınsama kulübü ortaya çıkmıştır. Analizde dikkat çeken bir diğer nokta ise iki kulübün de birbirlerine yakınsama eğiliminde olduğudur. Bu analiz sonucu kulüpler arasında ilerleyen dönemlerde ülkelerin yer değiştirebileceği sinyali vermektedir.

Apergis ve Christou (2015), 1972-2012 yılları arasında seçilmiş 31 ülkenin enerji verimliliğinin kulüp yakınsamasını ortaya koymaktadır. Analiz Philips ve Sul (2007) ile test edilmiştir. Bu çalışmada Panopoulou ve Pantelidis (2009)'dan bağımsız olarak karbondioksit emisyonu incelenmemiş, enerji verimliliği ele alınmıştır. Analiz öncesi enerji verimliliği ile alakalı tam bir yakınsama beklentisi vardır. Sonuç olarak 6 farklı yakınsama kulübü ortaya çıkmıştır.

Apergis ve Payne (2017), 1980-2013 yılları arasında ABD'nin 50 eyaletindeki kişi başına düşen karbon emisyonu ve enerji tüketimleri arasındaki ilişkiyi Philips ve Sul (2007) testi ile incelemektedir. Çalışmada farklı olarak toplam enerji tüketimi verisi kullanılmamıştır. Bunun yerine enerji tüketimleri petrol, doğal gaz ve kömür olmak üzere üçe ayrılmıştır. Eyaletler arasında petrol kaynaklı karbon salınımında tam yakınsama ortaya çıkarken, kömür ve doğal gaz kaynaklı karbon salınımlarında 6 farklı yakınsama kulübü ortaya çıkmıştır.

R.Ulucak (2018), 1961-2009 dönemini ve 120 ülkeyi kapsayan kişi başına düşen ekolojik ayak izi verileri ile bu ülkeler arasında bir yakınsama olup olmadığını literatürdeki diğer çalışmalara benzer şekilde Philips ve Sul (2007) testi ile incelemiştir. Bu çalışmada Panopoulou ve Pantelidis (2009) ve Apergis ve Payne (2017)'den farklı olarak sadece karbondioksit emisyonu verisi ele alınmamıştır. Ekolojik ayak izi verisi içerisinde; yapılaşmış alan ayak izi, orman ayak izi, tarım arazisi ayak izi, otlak ayak izi, balıkçılık sahası ayak izi, karbon tutma ayak izi verilerini barındıran bir hesaplama çıktısıdır. Analiz sonucunda 8 farklı yakınsama kulübü ortaya çıkmış ve kulüpler arasında sosyoekonomik olarak çok farklı ülkeler olduğu görülmüştür. Bu sonuç, çevresel sorunlarla ilgili ortak politikalar yerine yakınsayan kulüp ülkelerinin benzer politikalar belirlemesinin daha başarılı olacağını işaret etmektedir.

K.Ivanovski vd. (2018), 1990-2016 yılları arasında Avustralya kıtasının kişi başına düşen enerji tüketimi yakınsamasını Philips ve Sul (2007) testiyle incelemiştir. Toplam enerji tüketimi ve sektörlere göre enerji tüketimi verileri ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu çalışma Avustralya kıtası ile sınırlı fakat enerji tüketiminin sektörel dağılımlarını inceleyerek literatürde farklı çıkarımların elde edilmesine fayda sağlamıştır. Analiz sonucunda enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik uygulanacak programlarda bölgenin ekonomik yapısının ve tüketimin yapıldığı sektörün de dikkate alınması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır. R.Ulucak (2018) sonuçlarına benzer olarak bu çalışma, tüm kıtada ortak politika yerine yakınsayan söz konusu kulüp bölgelerine yönelik farklı politikaların izlenmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

M.J. Herrerasa vd. (2016), 1995-2011 döneminde Çin'deki 29 eyaletteki konutlardaki kişi başı kömür, elektrik ve doğal gaz tüketiminin yakınsamasını Philips ve Sul (2007) testiyle incelemiştir. Apergis ve Payne (2017) çalışmasına benzer şekilde toplam enerji tüketimi verisi kullanılmamıştır. Bu çalışmada petrol tüketimi kullanılmamış farklı olarak ikincil enerji kaynağı olan elektrik enerjisi ele alınmıştır. Oluşan kulüpler sonucunda, kömür tüketiminde dört kulübün, elektrik ve doğal gaz tüketiminde ise ikişer kulübün oluşması ortak enerji politikalarının kısıtlı bir etki meydana getireceğini işaret etmektedir.

Y.Wang vd. (2014), literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak 1995-2011 döneminde Çin'de, eyaletlerdeki kişi başına düşen karbondioksit emisyonu yerine karbon yoğunluğu verisini kullanmaktadır. Bu analiz doğrultusunda 3 farklı yakınsama

kulübü ortaya çıkmıştır. Bu kulüplerin oluşmasında enerji yoğunluğunun, enerji tüketiminin ve kamu yatırımlarının rol oynadığı ortaya çıkarken, endüstri yapısının ise bu faktörlere nazaran etkisiz kaldığı gözlemlenmiştir.

Tablo 2’de diğer yakınsama tekniklerinin kullanıldığı enerji tüketimi veya karbon emisyonu ile ilgili çalışmalar özetlenmiştir.

Çalışma	Yöntem	Veri	Sonuç
Y.Cai vd.(2019) Temiz Enerji Tüketimi Paneli Birim Kök Testinin Yakınsaması	Birim Panel Kök Testi	1965-2014 dönemini kapsayan 33 ülkedeki yeşil enerji tüketimini ele almaktadır.	35 ülkeden 22’sinin birbirine yakınsadığı sonucu ortaya çıkmıştır.
E.Karakaya vd.(2020) Gelişmekte Olan Ülkeler Perspektifinden Enerji Tüketiminde Sektörel Yakınsama: Türkiye	Birim Panel Kök Testi	1970-2016 yılları arasında Türkiye’deki sektörlerin enerji tüketimi yakınsamasını incelemektedir.	Sanayi ve ulaşım sektörlerinin birbirine yakınsamadığı görünmektedir.
K.E. Kounetas (2017) Avrupa Birliği Üye Ülkelerinde Enerji Tüketimi ve CO ₂ Emisyonları Yakınsaması.	B Yakınsama Quah (1993)	1970-2010 döneminde 23 AB üyesinin enerji tüketimi ve karbon emisyonu yakınsaması incelenmiştir.	Tüm değişkenler için yakınsama olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.
S.Yurtkuran (2020) N11 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yakınsaması: Fourier Durağanlık Testinden Yeni Kanıtlar	Fourier Durağanlık Testi	1971-2016 döneminde N11 ülkeleri karbon ayak izi yakınsaması ele alınmıştır.	Kırılımlara göre farklı yakınsamalar tespit edilmiştir.
M.Meng vd. (2012) OECD Ülkeleri Arasında Kişi Başına Düşen Enerji Kullanımında Yakınsama	LM Birim Kök Testi	1960-2010 döneminde 25 OECD ülkesinin kişi başına düşen enerji tüketimi yakınsaması incelenmiştir.	OECD ülkeleri arasında yakınsama gözlemlenmiştir.
V.Mishra ve R.Smyth(2014) ASEAN Ülkeleri Arasında Kişi Başına Düşen Enerji Tüketiminde Yakınsama	Panel Birim Kök Testi	1971-2011 yılları arasında ASEAN ülkelerindeki kişi başına düşen enerji tüketimi yakınsaması incelenmiştir.	ASEAN ülkeleri arasında yakınsama gözlemlenmiştir.

V.Mishra ve R.Smyth(2016) Avustralya'nın Sektör Düzeyinde Enerji Tüketiminde Koşullu Yakınsama	LM-RALS LM Birim Kök Testi	1973-2014 yılları arasında Avustralya kıtasındaki sektör düzeyinde kişi başına düşen enerji tüketimi incelenmiştir.	Avustralya'daki yedi sektörden altısı için kişi başına düşen enerji tüketimi yakınsaması bulunmuştur.
--	----------------------------	---	---

Tablo 2: Diğer Yakınsama Tekniklerinin Kullanıldığı Çalışmalar

Y.Cai ve A.N.Menegaki (2019), 1965- 2014 yıllarını kapsayan bu çalışmada birim panel kök testi kullanılmıştır. Çalışma içerisindeki OECD ülkelerinde daha keskin kırılmalar dikkat çekmektedir. Analizde meydana gelen 5 keskin 20 yumuşak kırılma sonucunda 22 ülkenin yakınsadığı gözlemlenmiştir.

E.Karakaya vd. (2020), Türkiye'deki 5 sektörün (sanayi, ulaşım, konut, tarım ve diğerleri) 1970-2016 yılları arasındaki enerji tüketimi yakınsamasını incelemiştir. Y.Cai ve A.N.Menegaki (2019) ile benzer şekilde birim kök testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda Türkiye'de kişi başına düşen enerji tüketiminde daha yüksek paya sahip olan sektörlerin, ülkenin enerji sistemini esas olarak şekillendireceğini ortaya koymuştur. Bunlar ulaşım ve konut sektörleri olarak öne çıkmaktadır. Mevcut politikalarda bu iki sektördeki eğilimler dikkate alınmazsa ilerleyen dönemlerde ciddi sıkıntıların baş gösterebileceği vurgusu yapılmıştır.

K.E. Kounetas (2017), Seçilmiş 23 Avrupa Birliği ülkesi için 1970-2010 yılları arasındaki toplam enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu arasındaki yakınsamayı Quah (1993) testi ile incelemiştir. Çalışmada özellikle 40 yıllık döneme vurgu yapılmıştır. Analiz sonucunda seçilmiş Avrupa ülkeleri arasında bir yakınsamaya rastlanmamıştır.

S.Yurtkuran (2020), 1970-2016 yılları arasında Gelecek On Bir (N11) ülkelerinin ele alındığı bu çalışmada Fourier Durağanlık Testi kullanılmıştır. Analiz çıktısı olarak, meydana gelebilecek şoklarda telafisi mümkün olmayan sonuçların meydana gelebileceği gözlenmiştir. Dünyanın en büyük ekonomileri olma potansiyeli taşıyan bu ülkelerin R.Ulucak (2018)'ın çalışmasındaki sonucuna paralel şekilde ekolojik ayak izlerine yönelik benzer ülkelerde benzer politikalar izlenmelidir. N11 ülkeleri için doğru politikalar uygulanmalı ve bu doğrultuda uygun adımlar atılmalıdır.

M.Meng vd. (2012), 1960-2010 yılları arasında 25 OECD ülkesinin kişi başına düşen enerji tüketiminin incelendiği bu analizde, yapısal kırılmalar dünya enerji piyasasını etkileyen küresel olaylardan sonraki 5 yıl içerisinde meydana gelmektedir. Bu kırılmaların sonucu olarak OECD ülkeleri enerji verimliliklerini artırma ve yeni teknolojileri benimsemeye başlamıştır. OECD ülkeleri arasındaki bu yakınsama, kişi başına düşen enerji kullanımındaki farklılıkların azalmasına, enerji verimliliğindeki artışa, enerji yoğunluğunun azalmasına, küresel enerji sorunları hakkında daha fazla kamuoyu bilincine ve karbondioksit emisyonunu azaltma arzusuna bağlanabilir.

V.Mishra ve R.Smyth (2014), 1971-2011 yılları arasında ASEAN ülkelerindeki kişi başına düşen enerji tüketimi yakınsaması incelemiştir. Bu analiz sonucunda, ASEAN ülkeleri birbirlerine yakınsamaktadır. Bu durumun benzeri M.Meng vd. (2012) çalışmasında da karşımıza çıkmıştır. OECD ülkeleri birbirine yakınsarken, bu çalışmada ise ASEAN ülkeleri kişi başına düşen enerji tüketimi verilerinde analiz sonucu olarak yakınsama içerisindeydir. Asya-Pasifik İş Birliği (APEC) bu ülkelerin enerji politikaları üzerinde belirleyicidir.

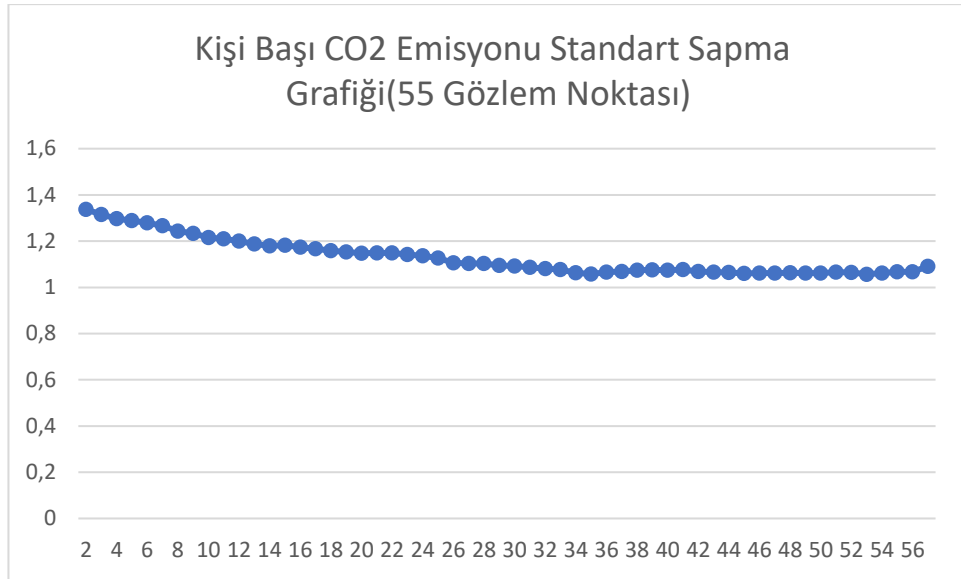
V.Mishra ve R.Smyth (2016), 1973-2014 döneminde Avustralya'daki sektörel bazda kişi başına düşen enerji tüketimi yakınsamasını ele almıştır. Bu deney sonucunda, elektrik şebekesi, ulaşım, maden, üretim, konut, ticari faaliyet ve diğer olmak üzere ele alınan 7 sektör arasında ulaşım dışında kalan 6 sektör arasında koşullu yakınsama çıktısı alınmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

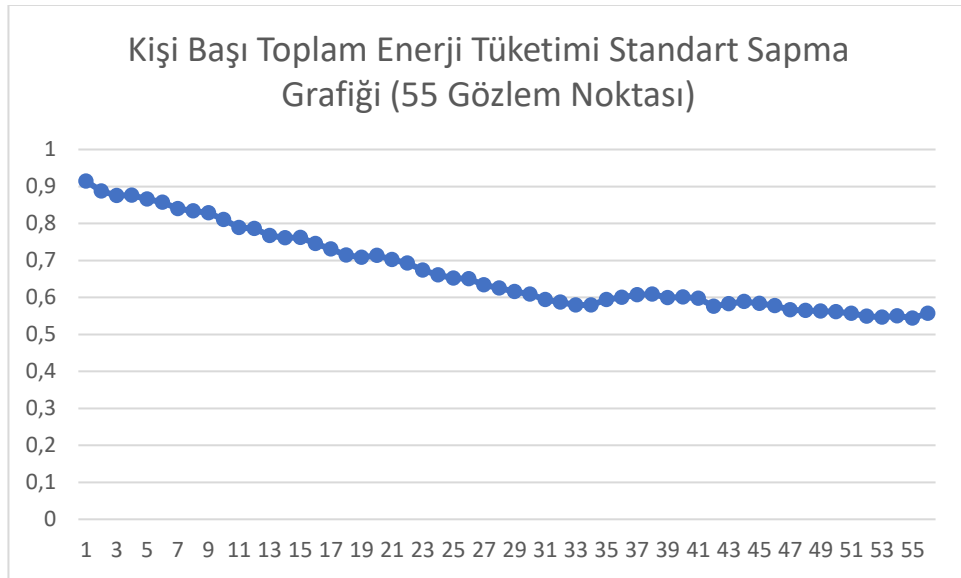
VERİ, YÖNTEM VE SONUÇ

Kulüp Yakınsama Analizi, 33 OECD ülkesi için 1965-2020 yıllarını kapsayan yıllık kişi başına düşen karbon emisyonu ve yıllık kişi başına düşen enerji tüketimi verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılan toplam kişi başına düşen enerji tüketimi verileri BP İstatistik 2021 yılı raporundan ve toplam kişi başına düşen karbon emisyonu verileri Oslo Üniversitesi CICERO Uluslararası İklim Araştırmaları Merkezi veri tabanından elde edilmiştir.

Gelir düzeyi ve büyüme oranlarındaki yakınsama terimleri β yakınsaması olarak adlandırılmaktadır (Sala-i Martin, 1996b). Bu tip bir yakınsama, sermaye fakiri bir ülkede, sermayenin marjinal verimliliğinin azalan getiriler nedeniyle yüksek olacağını göstermektedir. Benzer tasarruf oranları ile fakir ülkeler hızla büyüyecektir. Bu durumda, başlangıç gelir düzeyi ve takip eden büyüme oranları arasında negatif ilişki olması gerekir. Bu olgu büyüme oranı başlangıç regresyonları olarak bilinen, yakınsama araştırmaları metodolojisinin popüler olmasına yol açmıştır. Bu regresyonlarda başlangıç gelir düzeyi katsayısının, negatif işaretli olduğu varsayılmaktadır. Yakınsama, β -yakınsaması olarak bilinen β katsayısı tarafından tahmin edilmektedir. Bununla beraber, Quah (1993) ve Friedman (1992)'nin vurguladığına göre yakınsama, gelir dağılımının çapraz-kesit saçılımına ilişkin bir önermedir ve büyüme başlangıç regresyonundan elde edilen negatif β , bu saçılmayı azaltmak için zorunlu değildir. Bu görüşe göre yakınsamanın, β 'nın işareti vasıtasıyla tahmin edilmesi yanlış olabilir, onun yerine ülkeler arası büyüme oranlarına bakılarak ve/veya gelir düzeyleri arasındaki saçılmanın dinamiklerine bakılarak yakınsama tahmin edilebilir. Bu durum, σ - yakınsaması biçimini ortaya koymaktadır. Burada σ ya bölgeler arası gelir saçılımının ya da büyüme oranlarının standart hatasıdır (Ceylan,2010:56-57).



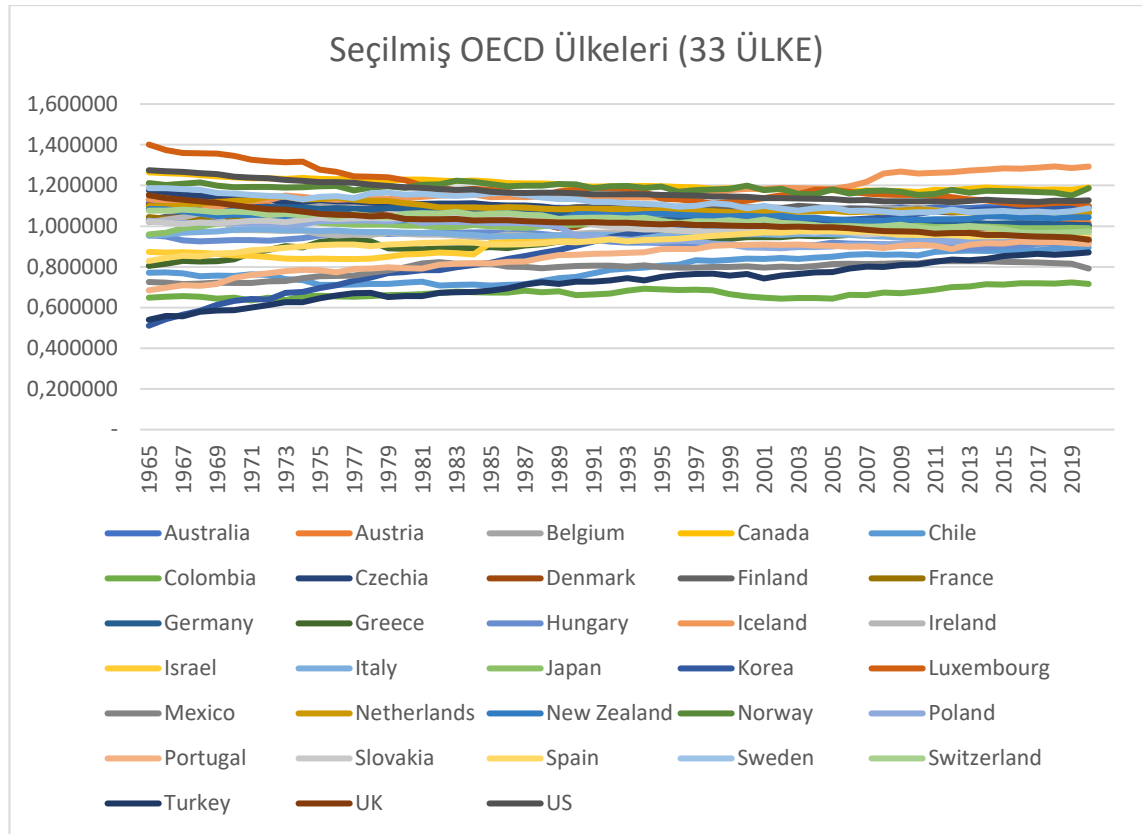
Grafik 1: Kişi Başına Düşen CO2 Emisyonu Standart Sapma Grafiği



Grafik 2: Kişi Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Standart Sapma Grafiği

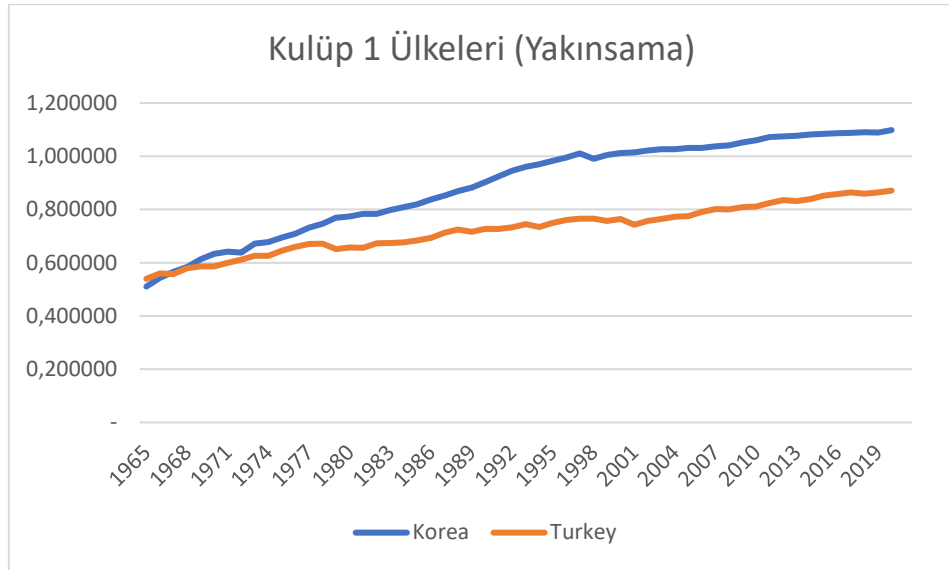
Araştırmaya konu olan seçilmiş ülkelerin kişi başına düşen karbondioksit emisyonu ve kişi başına düşen toplam enerji tüketimi verilerinin her bir yıl için logaritması alınmıştır. Daha sonra 1965-2020 yılları arasında her bir yıl gözlem noktası olacak şekilde tüm ülkelerin değerlerinin standart sapmaları hesaplanmıştır. Bu işlem sonucunda iki farklı veri setinde de 55 gözlem noktası oluşmuştur. Bu noktaların grafiği çizdirilmiş ve yukarıda kişi başına düşen karbon emisyonu standart sapması Grafik-1’de, kişi başına düşen toplam enerji tüketimi standart sapması Grafik-2’de gösterilmiştir. Grafiklerden de görüldüğü üzere negatif bir eğim söz konusudur. Bu durumda σ yakınsaması vardır denilebilir.

Ayrıca kişi başına düşen karbondioksit emisyonu grafiği incelendiğinde daha yatay bir seyirde olduğu gözlenmektedir. Bu, ülkeler arası karbon salınımları arasındaki farkın geçen zamana rağmen aynı kaldığını işaret etmektedir. Kişi başına düşen toplam enerji tüketimi grafiği ise daha negatif eğimlidir. Bu eğim ülkeler arası toplam enerji tüketiminin zamanla yakınsama eğiliminde olduğunu işaret etmektedir.



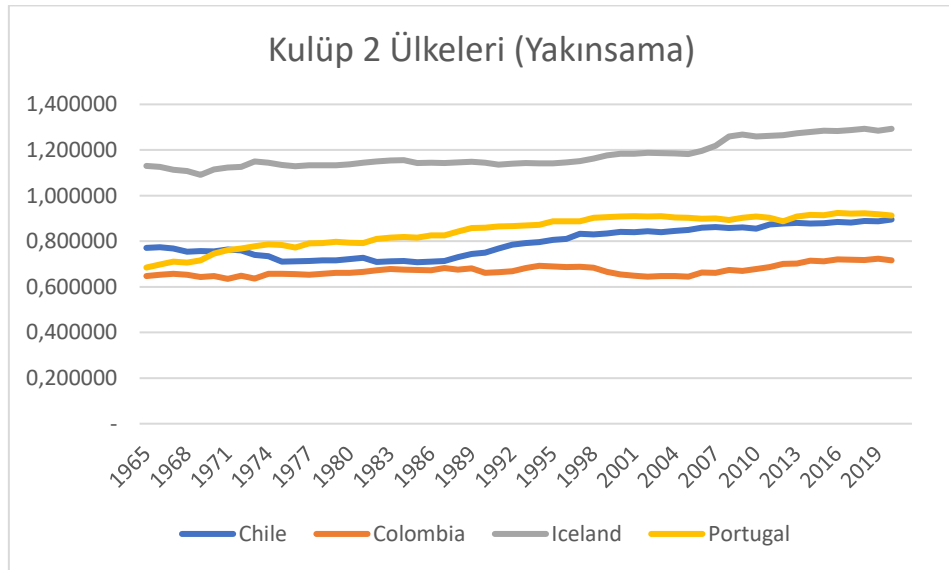
Grafik 3: Seçilmiş 33 OECD Ülkesi Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Görelî Geçiş Yolu Grafiği

Çalışmaya konu olan 33 OECD ülkesinin kişi başına düşen enerji tüketimleri verilerine göre göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde tam bir yakınsama görülmemektedir.



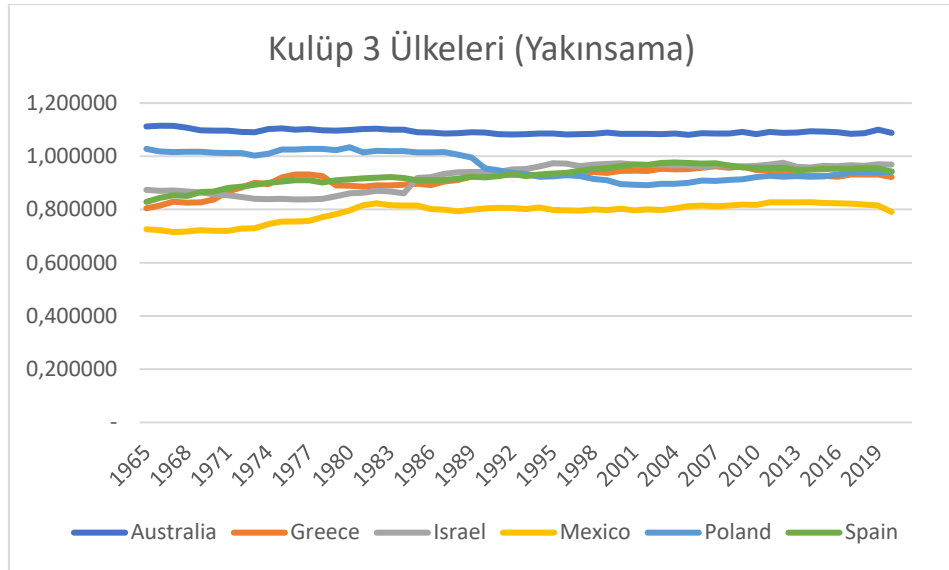
Grafik 4: Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 1 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 2” ülkeleri için kişi başına düşen enerji tüketimi verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



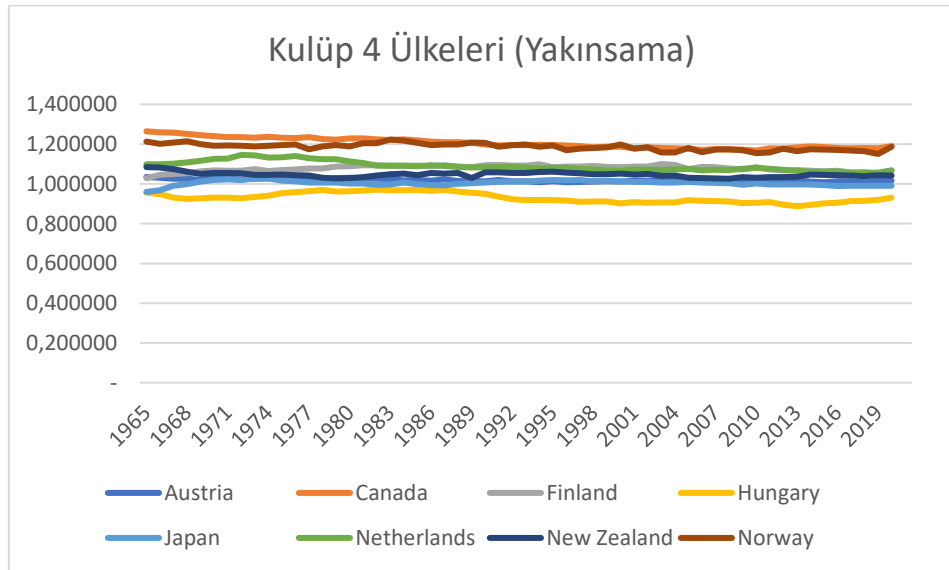
Grafik 5: Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 2 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 3” ülkeleri için kişi başına düşen enerji tüketimi verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



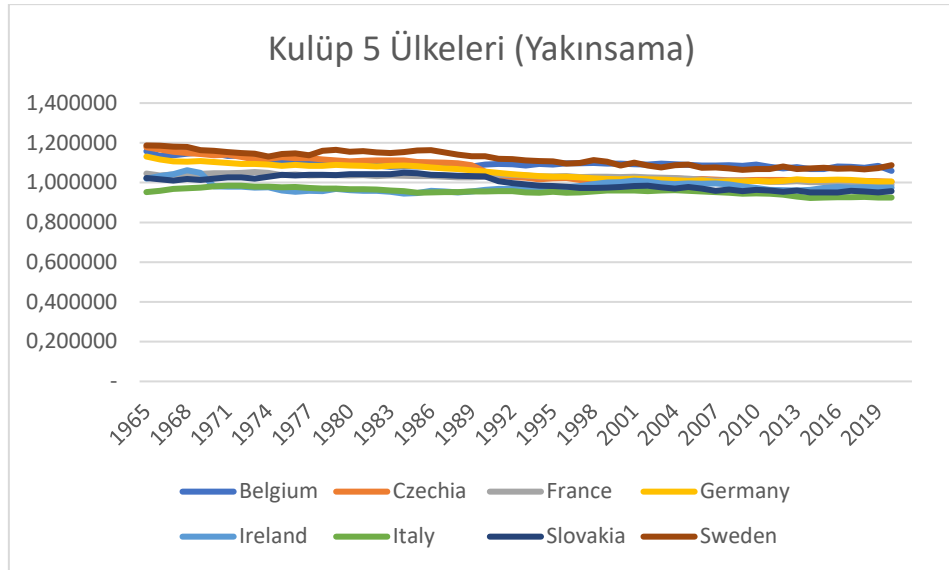
Grafik 6: Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 3 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 3” ülkeleri için kişi başına düşen enerji tüketimi verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



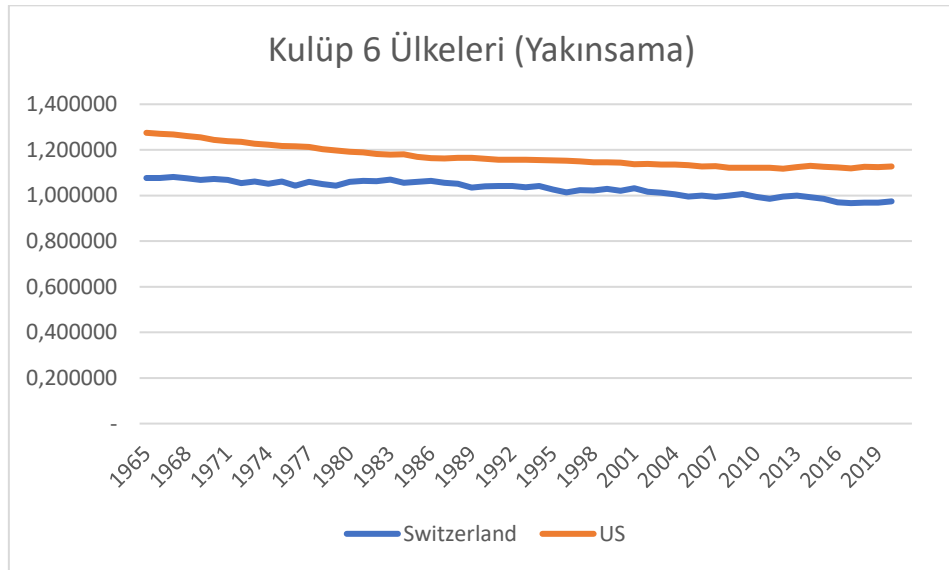
Grafik 7: Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 4 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 4” ülkeleri için kişi başına düşen enerji tüketimi verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



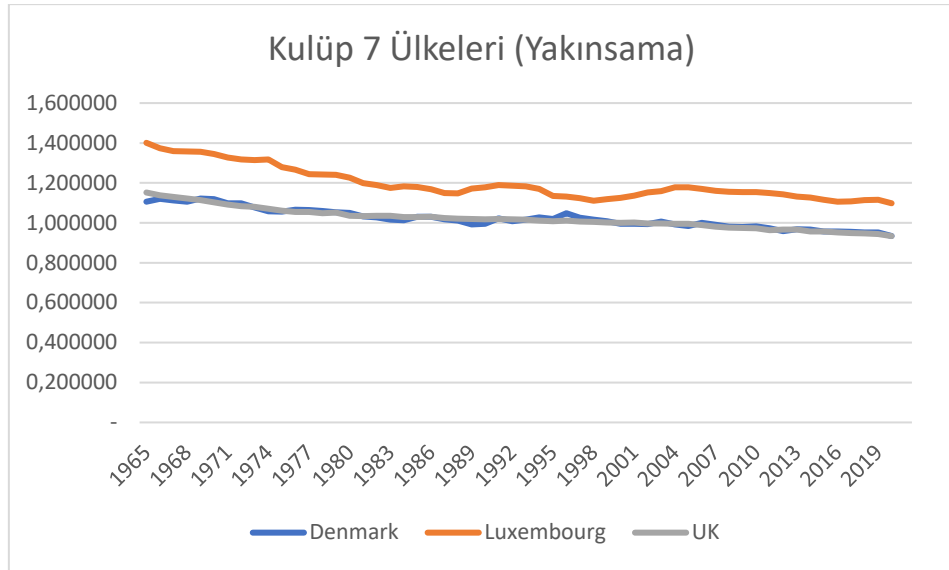
Grafik 8: Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 5 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 5” ülkeleri için kişi başına düşen enerji tüketimi verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



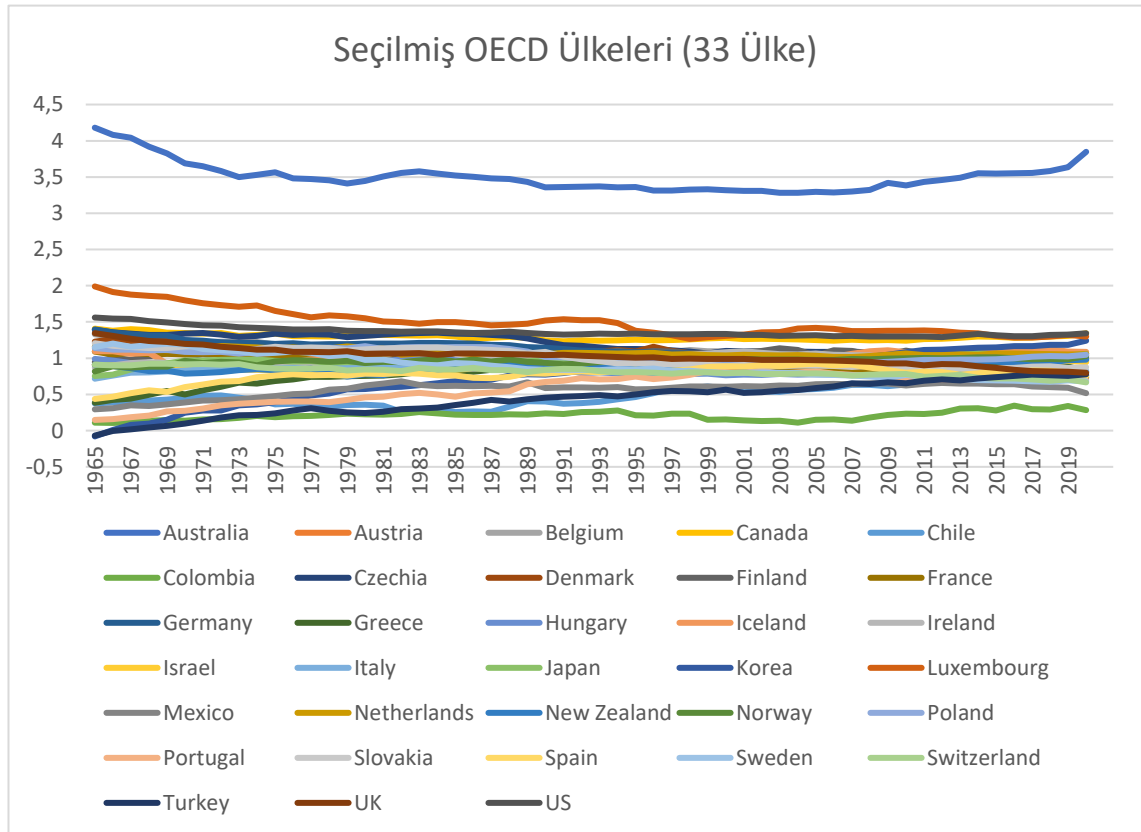
Grafik 9: Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 6 Ülkeleri Görelî Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 6” ülkeleri için kişi başına düşen enerji tüketimi verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



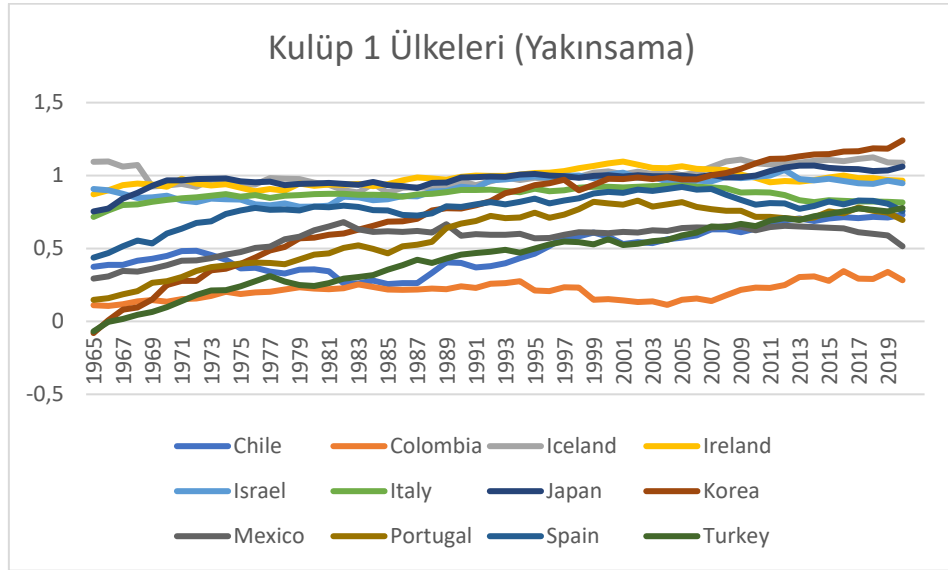
Grafik 10: Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 7 Ülkeleri Göreli Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 7” ülkeleri için kişi başına düşen enerji tüketimi verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



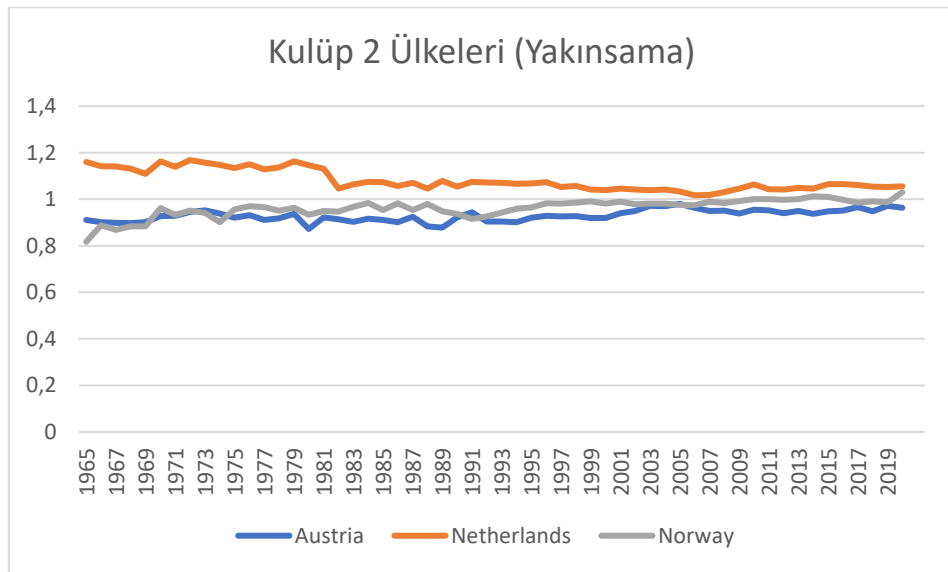
Grafik 11: Seçilmiş 33 OECD Ülkesi Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Göreli Geçiş Yolu Grafiği

Çalışmaya konu olan 33 OECD ülkesinin kişi başına düşen karbondioksit emisyonu verilerine göre göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde tam bir yakınsama görülmektedir.



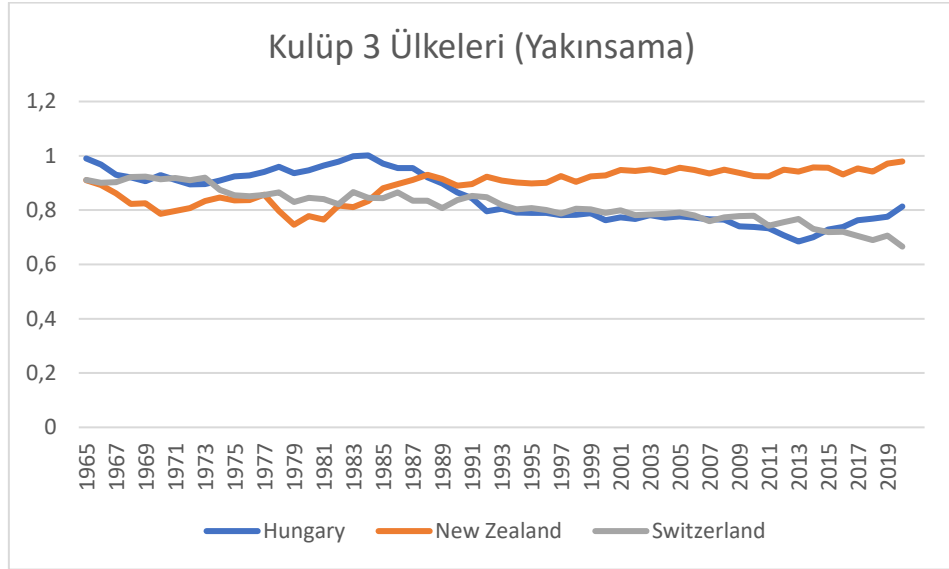
Grafik 12: Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 1 Ülkeleri Göreceli Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 1” ülkeleri için kişi başına düşen karbondioksit emisyonu verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



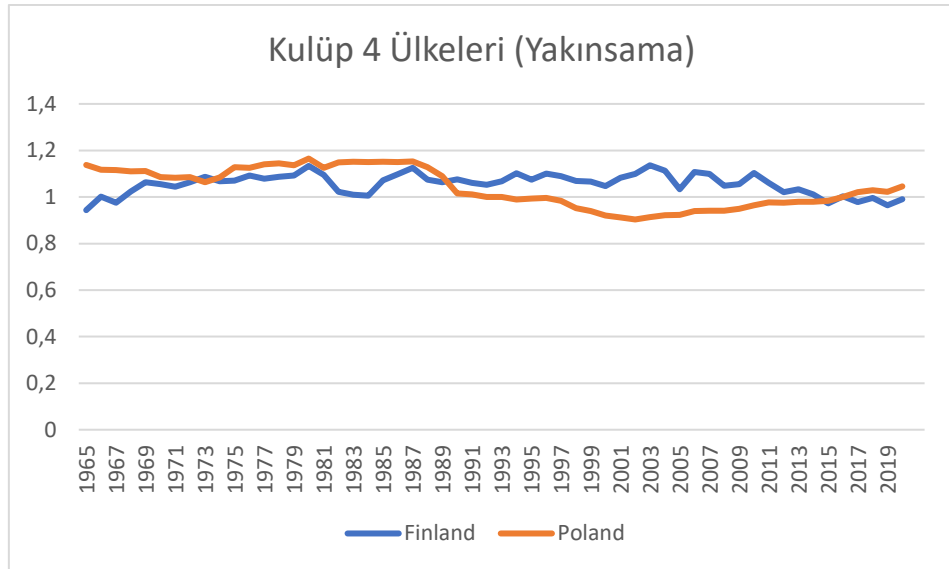
Grafik 13: Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 2 Ülkeleri Göreceli Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 2” ülkeleri için kişi başına düşen karbondioksit emisyonu verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



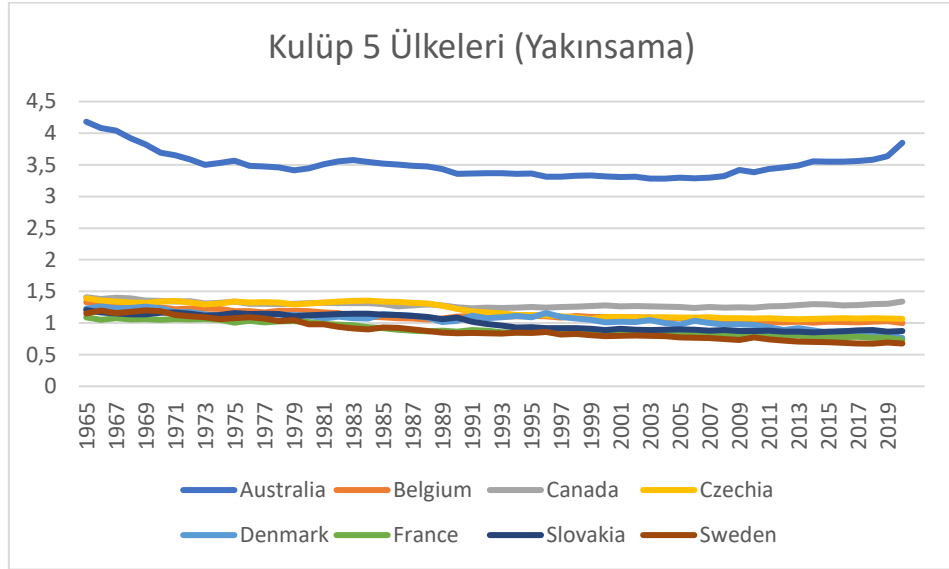
Grafik 14: Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 3 Ülkeleri Göreceli Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 3” ülkeleri için kişi başına düşen karbondioksit emisyonu verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



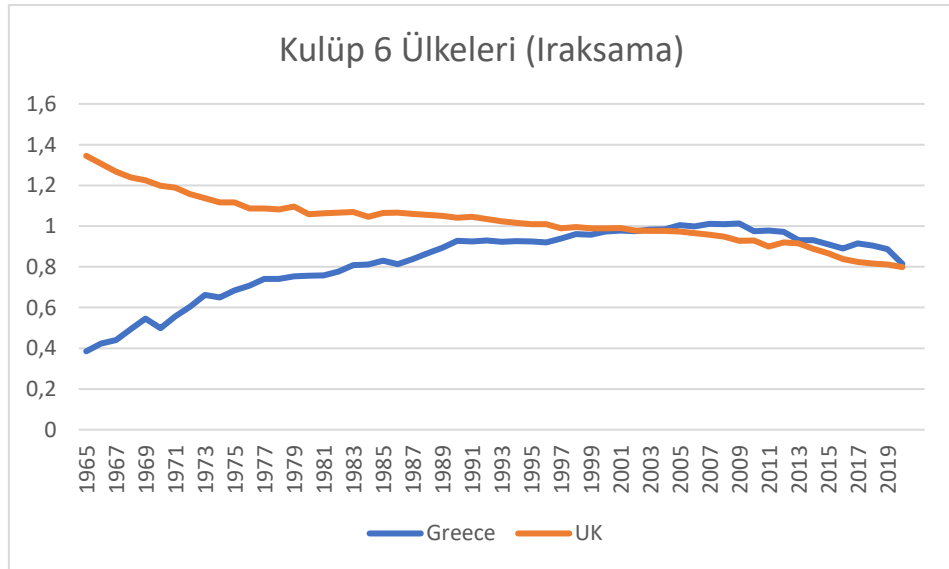
Grafik 15: Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 4 Ülkeleri Göreceli Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 4” ülkeleri için kişi başına düşen karbondioksit emisyonu verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



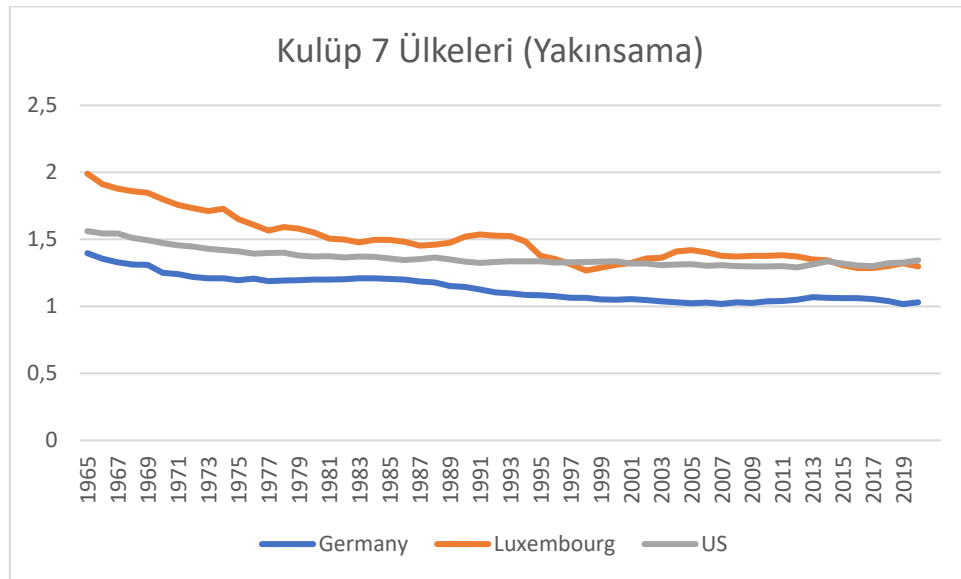
Grafik 16: Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 5 Ülkeleri Göreceli Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 5” ülkeleri için kişi başına düşen karbondioksit emisyonu verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.



Grafik 17: Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 6 Ülkeleri Göreceli Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 6” ülkeleri için kişi başına düşen karbondioksit emisyonu verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsamadıkları görülmektedir.



Grafik 18: Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu Verisi Phillips ve Sul (2007) Yakınsama Testi Sonucu Kulüp 7 Ülkeleri Göreceli Geçiş Yolu Grafiği

“Kulüp 7” ülkeleri için kişi başına düşen karbondioksit emisyonu verilerinin göreceli geçiş yolu grafikleri çizdirildiğinde grafiklerin yakınsama eğiliminde olduğu görülmektedir.

Phillips ve Sul kulüp yakınsama yaklaşımı kişi başına düşen karbon emisyonu ve kişi başına düşen toplam enerji tüketimi verisine uygulanmıştır. Kulüp yakınsamanın karşılaştırmalı avantajları vardır (Phillips ve Sul (2007)).

- 1) Mutlak düzeyde yakınsama kavramıyla çelişen kesitsel ortalamaların, göreceli yakınsamasını ölçer.
- 2) Kademeli olarak yakınsayan serileri durağan olmayan olarak sınıflandırabilen standart panel birim kök testlerinden daha iyi performans gösterir.
- 3) Panel eş bütünleşme testinde saptanamayacak yakınsama saptayabilir. (Eğer seriler doğrusal olmayan bir tarzda yavaş yavaş uzun dönemli bir eğilime yaklaşıyorsa, standart bir eş bütünleşme testi değişkenler arasında uzun dönemli istikrarlı bir ilişkiyi reddedebilir.)
- 4) Paneldeki durağan ve durağan olmayan serilerin bir karışımı, doğru tanımlanmadığında sonuçları saptırabilir. Phillips ve Sul (2007, 2009) test

prosedüründe paneldeki değişkenlerin test edilmesi birim köke veya eş bütünleşmeye dayanmaz.

Phillips ve Sul (2007), kümeleme yöntemiyle analize dâhil olan ülkeleri veri matrisindeki benzerliklere göre gruplandırarak ve her bir grup içerisinde yakınsama olup olmadığını test eden yeni bir kulüp yakınsama analizi önermiştir. “Log t” testi adı verilen bu analiz paneli oluşturan verilerin birim kök özelliklerine dayanmamaktadır (Apergis ve Payne, 2017, 367).

Panel veri formatındaki değişken y_{it} (1) numaralı denklemde olduğu gibi iki değişken ile gösterilmektedir. N ülke sayısını, T zaman boyutunu ($t=1, \dots, T$) göstermektedir. Hem δ_{it} hem de zamanla değişen μ_t (time-varying) bileşenlerdir. δ_{it} (idiosyncratic) kendine özgü bileşen, μ_t (common) ortak bileşendir.

$$y_{it} = \delta_{it} \mu_{it} \quad (1)$$

Yakınsama hipotezine göre, δ_{it} 'nin her ülke için belirli bir δ_i değerine yakınsayacağı ve bu ikisi arasındaki mesafenin $1/((\alpha) \log(t+1))$ oranında azalacağı (her ülke için $\alpha \geq 0$ ve $\delta_i = \delta$) varsayılmaktadır. Bu süreç, faktör yüklemelerinin, δ_{it} yakınsayıp yakınsamadığını tespitinde kullanılmaktadır. Sonraki aşamada (2) No.lu denklem ve yatay kesitlerin ortalamasıyla h_{it} geçiş yolu hesaplanır (Ulucak ve Apergis, 2018, 24). Yatay kesitlerin ortalaması kişi başına düşen değerlerin logaritmik değerleriyle hesaplanır.

$$h_{it} = \log y_{it} / \bar{\log t} \quad (2)$$

Yatay kesitlerin değişme oranı H_1/H_t ise denklem (3) yardımıyla hesaplanır.

$$H_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (h_{it} - 1)^2 \quad (3)$$

Denklem (3), her bir yatay kesitin varyansının hesaplanışını ve panelin ortak değere olan uzaklığını göstermektedir. Panel içindeki her bir kesitin ortak değere yakınsayıp yakınsamadığını test etmek için iki hipotezden faydalanılmaktadır.

$$.H_t : \delta_i = \delta_t \text{ ve } \alpha \geq 0$$

$$.H_t : \delta_i \neq \delta_t \text{ ve } \alpha < 0$$

Daha sonra 4 numaralı denklem ile gösterilen Log t regresyonu yardımıyla bu hipotezler istatistiki olarak test edilir.

$$\log\left(\frac{H_1}{H_t}\right) - 2 \log L(t) = \hat{c} + \hat{b} \log t + \hat{u}_t; t = [\tau t], [\tau T] + 1, \dots, T \text{ where } \tau > 0 \quad (4)$$

$L(t)=\log(t)$ 'yi ve τ ise örneklemden çıkarılan oranı ifade etmektedir. Phillips and Sul (2007), $\tau=0.3$ alınmasını önermektedir. Kalıntıların uzun dönem varyansının elde edilmesinde değişen varyans ve otokorelasyon dikkate alınmaktadır. Yakınsamayı belirlemek için t testi kullanılır ve yüzde 5 anlamlılık düzeyi için t testi $< -1,65$ durumunda boş hipotez reddedilir. Boş hipotez nispi/koşullu yakınsamayı ifade etmekte ve panel veri için σ^1 yakınsama ile benzerlik göstermektedir (Phillips and Sul 2007). Eğer panelin tamamı için yakınsama bulunamazsa alt gruplar veya kulüpler için bakılır. Bunun için Phillips and Sul (2007) kümeleme yöntemi kullanılmaktadır. Bunun için öncelikle kesitler veya ülkeler son gözlemlerine göre sıralanır. Sonra $N > k \geq 2$ koşulu altında (k seçilen kesit sayısı N toplam kesit sayısını ifade etmektedir) en yüksek kesitler alt grup için seçilir. Sonra log t testi bu alt grubun yakınsayıp yakınsamadığını test etmek için yeniden uygulanır ve alt grubun test istatistiğinin k üzerinden maksimizasyonu ile temel grup büyüklüğü belirlenir. Daha sonra dışarda kalan kesitler tek tek gruba dahil edilerek log t testi yeniden uygulanır ve bu durumda t istatistiği Phillips ve Sul'ün (2007) Monte Carlo çalışmaları ile oluşturdukları kritik değerler ile karşılaştırılır. t istatistiği önerilen kritik değerden büyük ise ilave edilen kesit gruba dahil edilir. Gruba dahil etmek veya etmemek için kalan diğer bütün kesitler için bu işlem gerçekleştirilir ve ilk yakınsayan kulüp oluşturulur. Daha sonra aynı işlemler ikinci, üçüncü (oluşabilecek maksimum kulüp sayısına kadar) kulüp için tekrar edilir (Ulucak (2017)).

Son olarak, kulüp yakınsama yaklaşımından önce, serilerin trend bileşenleri, trend ve sapmalardaki karesel değişiklikleri en aza indiren trendi tahmin eden Hodrick ve Prescott (1997) filtresi kullanılarak dizi filtrelenerek çıkarılır. Bu filtreleme tekniği, kısa vadeli düzensiz davranışları ortadan kaldırırken, verilerden uzun vadeli eğilimleri çıkarmak için çok uygundur.

$$\min_{y_t} \left\{ \sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(y_{t+1} - y_t) - (y_t - y_{t-1})]^2 \right\} \quad (5)$$

¹ Sala-i-Martin, "The Classical Approach to Convergence Analysis", Economic Journal, 1996, vol. 106, issue 437, 1020

Philip ve Sul (2007) tarafından önerilen bu yöntemin 33 ülkenin 1965-2020 yılları arasındaki kişi başına düşen toplam enerji tüketimi ve kişi başına düşen toplam karbon emisyonu verilerine uygulanmasıyla Tablo 2 ve Tablo 3'teki çıktılar elde edilmiştir. Başlangıçta analizdeki 33 ülkenin tamamının oluşturduğu panel için analiz yapılmış ve ülkeler arasında tam yakınsama olup olmadığı incelenmiştir.

Kategori	Ülkeler	b katsayısı	t istatistiği
Panelin Tümü	33 OECD Ülkesi	-0.645	-3.010
Kulüp 1	Şili, Kolombiya, İzlanda, İrlanda, İsrail, İtalya, Japonya, Güney Kore, Meksika, Portekiz, İspanya, Türkiye	0.134	1.087
Kulüp 2	Avusturya, Hollanda, Norveç	0.234	2.283
Kulüp 3	Macaristan, Yeni Zelanda, İsviçre	-0.587	-0.917
Kulüp 4	Finlandiya, Polonya	1.640	0.827
Kulüp 5	Avustralya, Belçika, Kanada, Çekya, Danimarka, Fransa, Slovakya, İsveç	0.029	0.096
Kulüp 6	Yunanistan, İngiltere	-1.197	-21.052
Kulüp 7	Almanya, Lüksemburg, ABD	0.701	5.877

Tablo 3: Phillips ve Sul (2007) Kişi Başına Düşen Karbon Emisyonu Testi Sonuçları

Tablo 3 ve Tablo 4'de gösterildiği gibi "Log t" test sonucuna göre, her iki panelin tümü için ayrı ayrı hesaplanan t-istatistiği -3.010 ve -3.199 kritik değer olan -1,65'ten küçük olduğu için boş hipotez reddedilmiş, dolayısıyla yakınsama tespit edilememiştir. Phillips ve Sul (2007) yöntemine göre iki panelin tümü için bir yakınsama bulunmamaktadır. Bununla birlikte panelin tümü için yakınsamanın bulunmaması alt gruplar veya kulüplerde yakınsama olmadığı anlamına gelmemektedir.

Kategori	Ülkeler	b katsayısı	t istatistiği
Panelin Tümü	33 OECD Ülkesi	-0.669	-3.199
Kulüp 1	Güney Kore, Türkiye	-0.088	-1.133
Kulüp 2	Şili, Kolombiya, İzlanda, Portekiz	-0.015	-0.166
Kulüp 3	Avustralya, Yunanistan, İsrail, Meksika, Polonya, İspanya	0.097	0.904
Kulüp 4	Avusturya, Kanada, Finlandiya, Macaristan, Japonya, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç	0.178	1.588
Kulüp 5	Belçika, Çekya, Fransa, Almanya, İrlanda, İtalya, Slovakya, İsveç	0.135	1.376
Kulüp 6	İsviçre, ABD	0.929	4.622
Kulüp 7	Danimarka, Lüksemburg, İngiltere	-0.037	-0.905

Tablo 4: Phillips ve Sul (2007) Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Testi Sonuçları

Phillips ve Sul (2007) metodolojisi her 2 dataya da ayrı ayrı uygulanarak kulüp yakınsama analizi gerçekleştirilmiş ve kümeleme mantığıyla 33 ülkenin toplam 7 alt kulüp oluşturduğu (her bir kulübün t-istatistik değeri kritik değer-1.65'ten büyük olduğu için) tespit edilmiştir.

Analiz sonucunda ortaya çıkan bu 7 alt kulüp ve içerdiği ülkeler Tablo 3 ve Tablo 4' te gösterilmiştir. Analiz sonucu ortaya çıkan alt kulübün tamamı yakınsama kulübü olarak kabul edilmemektedir. Kişi başına düşen karbon emisyonunun ele alındığı testte 6. kulüp iraksama kulübüdür.

Kulüpler incelendiğinde Avrupa Birliği üyesi olan ülkelerin beraber kulüpler oluşturduğu görülmektedir. Bunda devlet üstü karar mekanizmaların ve ortak politikaların etkisi çok büyüktür. Ayrıca Güney Kore-Türkiye, Şili-Kolombiya-İzlanda-Portekiz, İsrail-Meksika ve Belçika-Çekya-Fransa hem kişi başına düşen toplam enerji tüketimi analizinde hem de kişi başına düşen karbondioksit emisyonu analizinde aynı kulüpler içerisinde bulunmaktadır. Bu ülkelerin iş gücü dağılımları, iklimleri, coğrafi koşulları, enerji ve karbon emisyonu politikaları benzerdir. Bu benzerlikler ülkelerin aynı kulüp içerisinde yer almasını anlamlı kılmaktadır.

4.1 Sonuç

Bu çalışmada, 1965-2020 dönemi verileriyle seçilmiş 33 OECD ülkesi için kulüp yakınsama hipotezi, kişi başına düşen karbon emisyonu ve kişi başı düşen enerji tüketimi verileri çerçevesinde incelenmiştir. Phillips ve Sul (2007) analizine göre tüm ülkeler için genel bir yakınsama kulübünün bulunmadığı ve alt yakınsama kulüplerinin olduğu tespit edilmiştir. Seçilmiş ülkelerin tamamı hem kişi başına düşen toplam enerji tüketimi testinde hem de kişi başına düşen toplam karbon emisyonu testinde tek bir noktada yakınsamamış ve ülkeler arasında tam yakınsama olmadığı böylelikle tespit edilmiştir. Analizler sonucunda kişi başına düşen karbon emisyonu testinde yedi adet, kişi başına düşen toplam enerji tüketimi testinde yedi adet olmak üzere on dört yakınsama kulübü ortaya çıkmıştır. Kişi başına düşen karbon emisyonunun ele alındığı testte 6. kulüp iraksama kulübüdür. Bu kulübün analiz sonucu t istatistiklerinde kritik değer olan -1,65'ten küçük olduğu için boş hipotez reddedilir ve dolayısıyla kulüp ülkeleri arasında yakınsama tespit edilememiştir. Phillips ve Sul (2007) analizinin uygulandığı kişi başına düşen toplam karbon emisyonu testinde 6 alt kulüp, kişi başına düşen toplam enerji

tüketimi testinde 7 alt kulüp oluşmuştur. Analiz sonucunda kulüp ülkelerinin kendi arasında yakınsama olduğu tespit edilmiştir. Ele alınan tüm ülkelerin sanayi, enerji ve karbon emisyon politikaları aynı olamayacağından ayrıca ülkelere göre nüfus, istihdam seviyesi, istihdamın sektörlere göre dağılımı, coğrafi getirileri vb. beşerî özellikleri aynı ve benzer olamayacağından genel bir yakınsamanın olmadığı söylenebilir. Ancak yakınsayan kulüpler içerisinde ülkelerin benzer özellikleri, benzer politikaları, sanayi ve/veya karbon emisyon hamlelerinin de benzer olması mümkündür. Sektöre göre iş gücü dağılımları ve kulüp ülkelerinin iklim benzerlikleri dikkat çekmektedir. Ayrıca kulüp ülkelerinin kişi başına düşen GSYH dağılımları sanayi ve gelişmişlik düzeyleri de benzerlik göstermektedir.

Kişi başına düşen karbon emisyonu kulüpleri ele alındığında, “Kulüp 1”i oluşturan ülkeler arasında Japonya-Güney Kore ve Portekiz-İspanya dışında coğrafi bir komşuluk söz konusu değildir. Kulüp içerisindeki ülkelerde ağırlıklı olarak Akdeniz iklimi etkilidir. “Kulüp 1” ülkeleri incelendiğinde kulüp ülkelerinin istihdamda öne çıkan sektörü hizmet sektörüdür. Ülkelerdeki sektörel iş gücü dağılımının %50’den fazlasını hizmet sektörü oluşturmaktadır. Ayrıca Japonya ve İspanya 2050 yılına kadar karbon emisyonlarını sıfırlamayı taahhüt etmiştir. Benzer şekilde Güney Kore 2025 yılına kadar karbon sıfır toplum oluşturmak için çalışmaktadır. Portekiz 2030 yılı olan hedefini öne çekmiş ve 2023 yılı itibarıyla kömür tüketimini sıfırlayacağını açıklamıştır. Benzer şekilde AB üyesi Slovenya da 2033 yılı itibarıyla tamamen kömür tüketimini bitirmeyi planlamaktadır. “Kulüp 5” ülkeleri arasındaki Fransa-Belçika, Çekya-Slovakya ve Danimarka-İsveç arasında coğrafi komşuluk vardır ve geniş bir coğrafyada Avrupa kıtası ülkeleridir. Komşuluğu bulunan bu ülkelerin tamamı Avrupa Birliği üyesidir. Bilindiği üzere Avrupa Birliği, Roma Anlaşması’yla birlikte Avrupa Ekonomi Topluluğu olarak başlangıç temelleri atılmış daha sonra gümrük birliğinden tüm üye Avrupa ülkeleri ortak pazara doğru geçiş sağlamıştır. 1992 Maastricht Antlaşması Avrupa Birliği’nin ortak politikalar belirlemede belirleyici olmuştur. Enerji, araştırma, teknoloji, çevre korunması, vergi vb. alanlarda ortak politikalar izlenmesi öngörülmüştür. Bu bağlamda üye devlet üzeri yasama, yürütme ve yargı organları kurulmuştur. Bu nedenle Avrupa Birliği üye ülkelerinden oluşan bu kulüp ülkelerinin benzer ekonomik ve sanayi politikaları izledikleri bilinmektedir ve ortaya çıkan sonuç şaşırtıcı değildir. Avrupa Birliği’nin 2050 yılına kadar karbon nötr kıta olma hedefi vardır. Bu doğrultuda Fransa 2050 yılına kadar karbon emisyonunu sıfırlamayı hedeflediğini açıklamıştır. Birlik üyesi

Danimarka ise başkent Kopenhag'ı 2025 yılına kadar dünyanın ilk karbon nötr başkenti yapmayı planlamaktadır. Ancak AB içerisinde Polonya, Çekya ve Macaristan bu hedefin maliyetlerinin katlanılabılır olmadığı gerekçesiyle reddetmektedir. “Kulüp 2”, “Kulüp 3” ve “Kulüp 4” ülkeleri arasında ise hiçbir coğrafi komşuluk söz konusu değildir. Benzer şekilde “Kulüp 2” ülkeleri Norveç dışında Avrupa Birliği'ne üye ülkelerdir ve “Kulüp 5”te olduğu gibi ortak çatı altında ortak devlet üstü organlar tarafından politikaları belirlenmektedir. Norveç her ne kadar birliğe üye olmasa bile Avrupa Birliği ile yakın bir dirsek teması halindedir ve bu durum politikalarına yansımaktadır. Fakat bu kulüp içerisinde ortak politikaların yanı sıra farklı bir benzerlik daha göze çarpmaktadır. “Kulüp 2” ülkeleri olan Avusturya, Hollanda ve Norveç'in kişi başına düşen milli geliri ise 50.000\$'ın üzerindedir. Dünya ile kıyaslandığında bu muazzam bir miktardır. “Kulüp 2” ülkeleri kişi başına düşen milli gelir sıralamasında ilk on beş ülke içerisinde yer almaktadır. Karbon temelli petrol ve doğal gaz kaynaklarına sahip olan Norveç kişi başına düşen milli geliri 75.000\$ ile kulübün en yüksek refaha sahip ülkesidir. Norveç, 2025 yılı itibarıyla tamamen karbon emisyonunu sıfırlayacağını açıklamış ve bu doğrultuda 2025 yılına kadar ülke içerisinde kullanılacak tüm arabaların elektrikli olması zorunluluğunu getirmiştir. Hollanda ve Avustralya AB politikasına paralel şekilde 2050 yılına kadar karbon emisyonlarını sıfırlamayı hedeflemiştir. Ayrıca Hollanda yerel mahkemeleri ülke içerisinde faaliyet gösteren şirketlerin itirazlarını reddetmiş ve bu çerçevede hareket etmeleri gerektiğine hükmetmiştir. “Kulüp 3” ülkeleri olan Macaristan, Yeni Zelanda ve İsviçre de “Kulüp 1” ülkeleri gibi ekonomilerinde öne çıkan istihdam sektörleri hizmet sektörüdür. “Kulüp 3” ülkeleri arasında hiçbir coğrafi yakınlık bulunmamaktadır. Yeni Zelanda Güney Okyanusu üzerinde eski sömürge ada devletidir. Buna paralel olarak Macaristan şu anda Avrupa Birliği üyesi olsa da Balkanlar ve Avrupa arasına sıkışmış ve özellikle 2. Dünya Savaşı sırasında sömürge bir ülke gibi kullanılmıştır. Yeni Zelanda ve İsviçre 2020 yılı içerisinde meclislerinde 2050 yılına kadar sera gazı emisyonunu sıfırlamayı amaçlayan yasayı kabul etmiştir. “Kulüp 4” ülkelerinden Finlandiya ve Polonya yine benzer şekilde Avrupa Birliği üyesi ülkeler olup yakın tarihte olan 2. Dünya Savaşı gibi ortak geçmişleri vardır. Finlandiya 2035 yılında karbon emisyonuna son vereceğini açıklamıştır. Polonya, yeteri kadar AB desteği alması halinde AB'nin 2050 yılı karbon sıfır kıta yaratma projesi içerisinde yer alabileceğini bildirmiştir. Şu anda devam etmekte olan Rusya-Ukrayna Savaşı bu kulüp ülkeleri üzerinde hissedilir etki yapmaktadır. Politika yapıcıları olası bir Rus saldırısına karşı birlikte hareket etmektedirler. Son olarak “Kulüp 7” ülkeleri olan Almanya, Amerika Birleşik Devletleri

ve Lüksemburg yüksek refah seviyeleri ve yüksek kişi başına düşen milli gelirleri ile öne çıkmaktadır. Bu kulüp ülkelerinde işsizlik oranı %5 civarındadır. Sanılanın aksine Lüksemburg yaklaşık 2500 km² gibi bir yüz ölçümüne sahiptir ve mikro devlet değildir. Almanya 2045 yılında ABD ise 2050 yılında karbon emisyonunu sıfırlamayı hedefleyen yasayı onaylamıştır. Trump döneminde Paris İklim Anlaşması'ndan çekilen ABD, Biden döneminde anlaşmaya taraf olmuştur. Avrupa Birliği'nin lokomotifi Almanya ve ABD'nin sanayi, politika vb. alanlarda birlikte hareket ettiği bilinmektedir. ABD 2. Dünya Savaşı sonrası Nazi yönetiminin devrilmesiyle birlikte Almanya'nın yeniden inşasında aktif rol oynamıştır. Bu süreçte çok fazla Alman bilim insanı ve aydın ABD'ye yerleşerek ülke verimliliğine katkı sağlamıştır. Uluslararası arenada ise bu iki ülkenin genellikle ortak kararlar aldığı bilinen bir gerçektir. ABD ve Almanya dünyayı en çok kirleten ülkeler arasında Çin'in arkasından gelmektedir.

Araştırmanın bir diğer analizi olan kişi başına düşen enerji tüketimi kulüpleri incelendiğinde ise, "Kulüp 1" ülkeleri Güney Kore ve Türkiye ilk olarak G20 ülkesi olarak ortak paydada buluşmaktadır. Ayrıca bu iki ülkenin ithalat kalemlerinde petrol, doğal gaz ve yarı mamul ürünlerin yüksek olması dikkat çekmektedir. Görüldüğü üzere kulüp ülkeleri ithalata dayalı bir ihracata mahkumdurlar. Enerjide dışa bağımlılıkları ile dikkat çekmektedirler. Bunun yanı sıra 1960'lı yıllara kadar paralel bir şekilde ilerleyen Güney Kore ve Türkiye arasında daha sonra fark giderek açılmıştır. Şu anda Güney Kore kişi başına düşen 32.000\$ milli gelir ile gelişmiş ülke statüsündedir ve Türkiye'ye nazaran yüksek teknolojili ürünler ihraç ederek enerji bağımlılığının doğurabileceği cari açığın önüne geçmekte ve toplum refahını yükseltmektedir. Ayrıca Güney Kore de en kirletici on ülkeden biridir ve bu kalkınmasını tüketmeye borçludur. Çalışmaya konu olan ülkeler gibi Güney Kore de sürdürülebilir yeşil büyümeye yönelik çalışmalar yapmakta ve bunları devreye almaktadır. Ayrıca bu iki ülkenin yakın tarihte meydana gelen Kore Savaşı neticesinde yakın ilişkileri olduğunu ve bu durumun ülke politikalarına da yansyabileceğini unutmamak gerekmektedir. "Kulüp 2" ülkeleri burada anlamlı sonuç vermektedir. Kişi başına düşen karbon emisyonu testinde aynı kulüpte olan Şili, Kolombiya, İzlanda ve Portekiz kişi başına düşen toplam enerji tüketimi testinde de aynı kulüptedirler. Kulüp ülkelerinden Şili, Kolombiya ve Portekiz geçmişe dayalı ve çok derin kültürel bağları bulunan ortak koloni tarihine sahip ülkelerdir. Bu ülkelerde konuşulan dil benzerdir ve benzer iklim ve coğrafi avantajlara sahiptirler. Kulüp ülkelerinden İzlanda ada ülkesi iken diğer ülkelerle birlikte en büyük benzerlikleri

okyanusa kıyıları olmasıdır. Ayrıca bu ülkelerde liman işletmeciliği ve tersanecilik gelişmiştir. “Kulüp 5”, ve “Kulüp 7” ülkelerinin tamamı Avrupa Birliği üyesi ülkelerdir. Birliğin devlet üstü organları neticesinde benzer ekonomik ve siyasi politikalar gütmektedirler. Her ne kadar İngiltere 2021 yılı itibarıyla AB üyeliğinden ayrılmış olsa da bu analizde kullanılan veriler 2020 yılı verileridir. Bu doğrultuda İngiltere AB üyesi kabul edilmiştir.

Analiz sonucu ortaya çıkan her iki tabloda aynı yakınsama kulüpleri içerisinde olan ülkeler de dikkat çekmektedir. Güney Kore ve Türkiye hem kişi başına düşen karbon emisyonu hem de kişi başına düşen enerji tüketimi yakınsama kulüplerinde aynı kulüptedirler. 80’li yılların ortalarına kadar birbirlerine denk olan bu iki ülkeden Güney Kore, geriden gelerek kısıtlı kaynaklarına rağmen doğru teknolojik hamleler ile 21. yüzyılda gelişmiş ülke statüsüne sahip olmuştur. İsrail ve Meksika da her iki analizde aynı kulüpler içerisinde. Birbirlerinden oldukça uzakta olan Orta Doğu bölgesi ve Güney Amerika kıtasında bulunan bu iki ülkede tarım, sanayi ve hizmetler sektöründeki GSYH’nin dağılımı birbirlerine oldukça benzerdir. 2020 yılı itibarıyla Meksika’nın GSYH’si 1 trilyon\$’ın üzerindedir. Ayrıca bu iki ülkenin siyasi otoritelerinde ve uluslararası ilişkilerinde problemler bulunmaktadır. Bir diğer ortak kulüp ülkeleri ise Avrupa Birliği üye ülkelerinden Belçika, Çekya ve Fransa’dır. Bu ülkeler arasında Fransa 2007-2020 yılları arasında sürekli cari açık vermektedir. Çekya ise 2014-2020 döneminden itibaren cari fazla vermektedir. Bu üç AB üyesi ülkenin kişi başına düşen milli gelirleri 20 bin \$’ın üzerindedir. Belçika ve Fransa’da kişi başına düşen milli gelir 40 bin \$ iken Çekya ise orta gelir tuzağından kurtulmuş ve 23 bin \$ bandında yukarı yönlü ilerlemektedir. Benzer olarak bu ortak kulüp ülkelerinin de GSYH’nin sektörel dağılımı birbirlerinin kopyası niteliğindedir. Ayrıca Almanya en büyük ihracat ortaklarıdır.

Son olarak analizin çıktılarında iraksama kulübünü ele alalım. Kişi başına düşen karbon emisyonu analizi tablosunu incelediğimizde “Kulüp 6” kritik değeri -1,65’ten küçük olduğu için yakınsama söz konusu değildir. Bu kulüp ülkelerinin birbirleriyle ve diğer seçilmiş ülkelerle arasında bir yakınsama mevcut değildir. Farklı noktalarda denge durumu oluşmaktadır. “Kulüp 6” Yunanistan ve İngiltere’den oluşmaktadır. Bu çalışmada 2020 yılı kişi başına düşen karbon emisyonu verileri işlendiği için bu dönemde ayrılma süreci içerisinde olan İngiltere ve Yunanistan Avrupa Birliği üyesi kabul edilmiştir. Yukarıdaki çoğu kulüp için önemli bir benzerlik ve ortak nokta olan bu özellik bu iki Avrupa ülkesi için yakınsamanın gerçekleşmesine yeterli olmamıştır. Gerek sosyal

yapısı gerek sanayi ve devlet politikaları olarak birbirlerinden oldukça farklı iki ülke olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Coğrafi konumu ve ülke iklimleri de benzerlik göstermemektedir. Bunun yanı sıra istihdamın sektör dağılımları da benzer değildir. İngiltere'nin kişi başına düşen milli geliri 42.000\$ seviyelerinde iken Yunanistan için ise bu rakam 19.000\$ dır.

Seçilmiş 33 ülke içerisindeki 21 ülke Avrupa Birliği üyesi olup Paris İklim Anlaşması uyarınca aldıkları karar çerçevesinde 2050 yılına kadar karbon emisyonlarını azaltmayı ve 2050 yılı itibarıyla karbon sıfır bir toplum oluşturmayı hedeflemektedirler. Birlik içerisinde ekonomik yönden görece zayıf olan Macaristan, Polonya ve Çekya istedikleri fonları aldıkları takdirde birliğin bu ortak kararını destekleyecekleri aşikârdır. Birlik üyesi olmayan fakat kıtaya yakın olan ada ülkesi İzlanda 2040 yılında karbon sıfır ülke olmayı hedeflemiş ve dünyanın en büyük karbondioksit yakalama tesisini faaliyete almıştır. Avrupa Birliği aday ülkelerinden Türkiye de 2050 yılına kadar karbon sıfır toplum oluşturmayı hedeflemektedir. Asya-Pasifik ülkelerinden Japonya, Güney Kore, Yeni Zelanda ve Avustralya da Paris İklim Anlaşması çerçevesinde 2050 yılına kadar karbon sıfır toplum yaratma hedefi belirlemişlerdir. Amerika kıtası ülkelerinden Şili, Kolombiya, Meksika, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri de benzer şekilde 2050 yılına kadar karbon emisyonunu sıfırlama sözü vermişlerdir. Bu alınan kararlar ve yapılan planlamalar ışığında Paris İklim Anlaşması'nın geleceğe yönelik olumlu sinyaller verdiği söylenebilir. Ancak bu uzun süreçte ülkelerin şeffaf bir şekilde hareket etmesi ve daha sonraki toplantılara bırakılan ve netleştirilmeyen teşvik ve yardım planları belirleyici olacaktır. Paris İklim Anlaşması'nın taraf ülkelerce aslına uygun şekilde uygulanması halinde yeşil büyümeye giden yolda önemli bir rehber olma niteliği mevcuttur.

Sonuçları ele aldığımızda kişi başına düşen karbon emisyonu ve kişi başına düşen enerji tüketimi açısından seçtiğimiz 33 OECD ülkesinden benzer özelliklere sahip olan ülkelerin birbirleri arasındaki gruplaşmaları anlamlı sonuçlar vermiştir.

Yapılan analiz ışığında çevreyi geri dönüşü olmayacak şekilde kirlüten, karbon temelli fosil enerji kaynaklarını tüketerek büyümek sürdürülebilir değildir. Bu bağlamda tüm dünya ülkelerinin daha sert ve sıkı tedbirler alması elzemdir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği inkâr edilemeyecek seviyeye gelmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelere nazaran bu tablonun oluşmasında etkisi daha düşüktür. Gelişmiş ülkeler tüketime dayalı büyüme politikaları ile çevreyi sömürmüştür. Geçmişte sanayileşme adı altında çevreyi bu tahribata sürükleyen gelişmiş ülkeler, bu yeşil büyümeye geçiş döneminde

kendi uyguladıkları emisyon ve enerji politikalarının yanı sıra samimi davranarak gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkelere örnek olmalı ve bu ülkelerin enerji ve emisyon politikalarına destek vermelidir. Gelişmekte olan ülkelerin sürekli olarak hedeflediği ve refahlarını arttırmak için ihtiyaçları olan ekonomik büyüme, enerji ihtiyaçları doğurmaktadır. Bu bağlamda yeşil enerji olan yenilenebilir ve karbon salınımına neden olmayan enerji kaynakları kullanılmalıdır. Bu hamlelerin gerçekleşmesi durumunda başlangıçta karbondioksit emisyonu azaltılarak, ilerleyen süreçte ise karbon nötr bir ülke haline gelerek ekonomik büyüme mümkündür.

Yenilenebilir enerji ve yeşil büyüme geleneksel yöntemlere kıyasla yeni altyapı yatırımları, teknolojiler vb. gerektirmektedir. Bu çalışmaların önündeki en büyük engel ise politikaların maliyetleridir. Kyoto Protokolü ve Paris İklim Anlaşması bu hususlarda gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkeler için çok büyük önem arz etmektedir. Gelişmiş ülkelerin desteği ile bu sorunların aşılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılarak karbon sıfır politikalarının gerçekleştirilmesi durumunda sürdürülebilir yeşil büyüme mümkün olacaktır.

Bu çalışmada kişi başına düşen toplam enerji tüketimi ve kişi başına düşen karbondioksit emisyonu verisi kullanılmıştır. Bir sürdürülebilirlik göstergesi olan ekolojik ayak izi verileri de kişi başına düşen karbondioksit emisyonu verisi yerine kullanılabilir. Böylece toplam enerji tüketimi ve karbon emisyonu ilişkisinin yanı sıra toplam enerji tüketimi ve bu tüketilen enerjinin söz konusu ülkeler üzerindeki diğer ekolojik etkileri ve bu etkiler sonucunda hangi ülkelerin birbirleri ile yakınsama eğilimi içerisinde olduğu belirlenebilir.

KAYNAKÇA

- Abramowitz, M. (1986). "Cathing Up, Forging Ahead, and Falling Behind", *Journal of Economic History*, 46(2): 385–406.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2017). "Per Capita Carbon Dioxide Emissions Across U.S. States by Sector and Fossil Fuel Source: Evidence from Club Convergence Tests". *Energy Economics*, 63: 365-372.
- Apergis, N.& Christina Christou. (2016). "Energy productivity convergence: new evidence from club converging", *Applied Economics Letters*, 23:2, 142-145, DOI: 10.1080/13504851.2015.1058899
- Azariadis, C., & Drazen, A. (1990). "Threshold Externalities in Economic Development". *Quarterly Journal of Economics*, 105(2),501-526.
- A. Karaaslan, H. Abar, S. Çamkaya. (2017). "CO2 Salınımı Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin Araştırılması: OECD Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Araştırma" *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(4): 1297-1310
- Barro, R. J. (1991). "Economic Growth in a Cross Section of Countries", *Quarterly Journal of Economics*, 106(2): 407–43.
- Barro, R. J., Sala-i Martin, X. (1992) "Convergence", *Journal of Political Economy*, 100:223–51.
- Barro, R. J. (1994). Economic Growth and Convergence", *International Center for Economic Growth*,
- Baumol, W. J. (1986). "Productivity Growth, Convergence and Welfare: What the LongRun Data Show?", *The American Economic Review*, 76 (5): 1072–85.
- Baumol, W. J., Wolff, E. N. (1988). "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: Reply", *The American Economic Review*, 78 (5): 1155–59.
- Ceylan, R. (2010). "Yakınsama Hipotezi: Teorik Tartışmalar". *Sosyoekonomi*, 1, 47-60.
- Club of Rome. (1972). *Limits the Growth*, Potomac Associates, US.
- Durlauf, S.N. (1996). "Controversy On The Convergence and Divergence of Growth Rates: An Introduction", *Economic Journal*, 106 (437): 1016–18.

- Durlauf, S. N., Johnson, P. A (1995). "Multiple Regimes and Cross-Country Growth Behavior", *Journal of Applied Econometrics*, 10(4): 365–84.
- Durlauf, S. N. (2003). "The Convergence Hypothesis After 10 Years", *University of Wisconsin at Madison*.
- Koç, E., Kaya, K. (2015). "Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu," *Mühendis ve Makina*, cilt 56, sayı 668, s. 36-47
- Galor, O. (1996). "Convergence? Inference from Theoretical Models", *Economic Journal*, 206: 1056–69.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). "Innovation and Growth in the Global Economy". *Cambridge MA: MIT Press*.
- Herrerias, M.J., Aller, C., Ordonez, J. (2016). "Residential energy consumption: A convergence analysis across Chinese regions". *Energy Economics*, (1-11)
- Hulusi Ekber Kaya. (2020). "Kyoto'dan Paris'e Küresel İklim Politikaları" *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi* Cilt: 4, Sayı: 10, Sayfa: 165-191 Issn: 2587-2206
- Islam, N. (1995). "Growth Empirics: A Panel Data Approach", *Quarterly Journal of Economics*, 110: 1127–70.
- Karakaya E. Adnan. (2015). "Paris İklim Anlaşması İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme" *Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2015, Cilt: 3, Sayı: 1 (Sf. 1-12)
- Karakaya E., Alataş S., Yılmaz B. (2020). "Sectoral convergence in energy consumption from developing country perspective: The case of Turkey."- *Energy Efficiency*.
- Kılıçarslan Z., Dedeoğlu, M. (2020). "OECD Ülkelerinde Ticari Açıklık Yakınsaması: Phillips-Sul Kulüp Yakınsama Analizi". *Turkish Studies - Economy*, 15(1), 277-288. <https://dx.doi.org/10.29228/TurkishStudies.40506>
- Koç, E., Kaya, K. (2015). "Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu". *Mühendis ve Makina*, cilt 56, sayı 668, s. 36-47.
- Kounetas K. E. (2018). "Energy consumption and CO2 emissions convergence in European Union member countries." *Energy Economics*, 69 111–127.

- Kris Ivanovski, Sefa Awaworyi Churchill, Russell Smyth. (2018). "A club convergence analysis of per capita energy consumption across Australian regions and sectors". *Eneeco* <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.10.035>
- M. Özgür Yanardağ, Kurtuluş Bozkurt. (2017). "Bedavacılık Sorununun Paris İklim Anlaşması Çerçevesinde Analizi" *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 53. Sayı
- Mark Z. Jacobson, Mark A. Delucchi, Zack A.F. Bauer, ..., Jingfan Wang, Eric Weiner, Alexander S. Yachanin. (2017). "100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World". *Joule* 1, 108–121.
- Menegaki A.N., Cai Y. (2019). "Convergence of clean energy consumption—panel unit root test with sharp and smooth breaks". *Environmental Science and Pollution Research*, 26:18790–18803.
- Mishra V., Smyth R. (2016). "Conditional convergence in Australia's energy consumption at the sector level". *Energy Economics*, (1-8).
- Mishra V., Smyth R. (2016). "Convergence in energy consumption per capita among ASEAN countries". *Energy Policy*, (180-186).
- Özata E. (2010). "Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Ekonometrik İncelemesi". *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (26).
- Payne J. E., Meng M., Lee J. (2013). "Convergence in per capita energy use among OECD countries". *Energy Economics*, 36 536–545.
- Phillips, P. C. B., and D. Sul. (2006). "Economic Transition and Growth." *Mimeo, University of Auckland, Auckland*.
- Phillips, P. C. B., & Sul, D. (2007). "Transition Modeling and Econometric Convergence Tests". *Econometrica*, 75(6),1771-1855.
- Phillips, P.C.B., & Sul, D. (2009). "Economic Transition and Growth". *Journal of Applied Econometrics*, 24 (7),1153–1185.
- Panopoulou, E., & Pantelidis, T. (2009). "Club Convergence in Carbon Dioxide Emissions". *Environmental and Resource Economics*, 44(1), 47–70.
- Romer, P. M. (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.

- Seren, S. Karşıyakalı, B. (2016). "Ülkeler Arası Gelir Yakınsaması Analizi: Ab Ülkeleri ve Türkiye". *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, (33) 237-257.
- Solarin S. A., Gil-Alana L. A., Al-Mulali. U. (2018). "Stochastic convergence of renewable energy consumption in OECD countries: a fractional integration approach". *Environmental Science and Pollution Research*.
- Solow, R.M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Tian, X., Zhang, X., Zhou, Y., & Yu, X. (2016). "Regional Income Inequality in China Revisited: A Perspective from Club Convergence." *Economic Modelling*, 56, 50-58.
- Ulucak, R. (2017). "Çevre Kalitesi Açısından Yakınsama Hipotezine Yeni Bir Bakış: Ekolojik Ayak İzi ve Kulüp Yakınsamaya Dayalı Ampirik Bir Analiz." *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(4): 29-38.
- Ulucak, R. and Apergis, N. (2018). "Does Convergence Really Matter for The Environment? An Application Based on Club Convergence and on The Ecological Footprint Concept for The EU Countries". *Environmental Science and Policy*, 80: 21-27.
- Yazgan, Ş., Ceylan, R. (2021). "Türkiye'de Düzey-2 Bölgeleri Arasında Kişi Başı Gelir Yakınsama Kulüpleri Var Mıdır?". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(4): Sayfa: 1497-1519, <https://doi.org/10.16951/atauniiibd.952620>
- Yılmaz, Ö, Saıfı, M.N, Akıncı, M. (2019). "G20 Ülkeleri ve Türkiye Arasında Yakınsama Hipotezinin Testi." *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23 (4), 1639-1656.
- Yurtkuran S. (2020). "N11 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yakınsaması: Fourier Durağanlık Testinden Yeni Kanıtlar." *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6 (2) 191-210
- Wang, Y., Zhang, P., Huang, D. and Cai, C. (2014). "Convergence Behavior of Carbon Dioxide Emissions in China". *Economic Modelling*, 43: 75-80.

RAPORLAR

- British Petroleum (BP), (2020). *BP Statistical Review of World Energy*. London, UK.
- British Petroleum (BP), (2021). *BP Statistical Review of World Energy*. London, UK.
- BOTAŞ, (2021). *Aylık Doğalgaz Satış Fiyat Raporları*. İstanbul.
- CarbonBrief, (2021). *Analysis: Which countries are historically responsible for climate change?*
- CICERO Center for International Climate Research, (Dr. Robbie Andrew). *Figures from the Global Carbon Budget 2020*. Oslo, Norway.
- Climate Accountability Institute, (2021). *Carbon Database*.
- European Environment Agency, (2021). *Petrol Consumption Report*.
- Eurostat Statistic Explained, (2021). *Energy Statistics - An Overview*.
- Emission Database for Global Atmospheric Research, (2021). *2019-2020 Report*.
- EPDK, (2021). *LNG ve CNG Fiyat Raporları*. İstanbul.
- Department of Energy, (2021). *Energy Sources*. US.
- Doğal Hayatı Koruma Vakfı, (2021). *İklim ve Enerji Raporu*.
- İNSAMER, (2016). *Dünyanın Enerji Görünümü Raporu*.
- MMO (Dr. Nejat TAMZOK), (2019). *Türkiye'nin Enerji Görünümü Raporu*.
- The International Hydropower Association (IHA), (2021). *Hydropower Status Report*.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2021). *2019-2020 Report*.
- Türkiye Petrolleri A.O, (2020). *Petrol ve Doğalgaz Sektörü Raporu*.
- U.S Energy Information Administration (EIA), (2021). *International Energy Outlook 2021*.
- U.S Energy Information Administration (EIA), (2021). *Global Energy Review 2021*.
- United Nations. (2008). *Kyoto Protokol Reference Manual*.
- United Nations. (2015). *Adoption of The Paris Agreement*.
- World Energy Council (WEC), (2022). *Küresel Enerji Raporu 2021*.

ÖZGEÇMİŞ