



KIRGIZISTAN-TÜRKİYE MANAS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ SAĞLIK
HARCAMALARI ÜZERİNE ETKİSİ:
YÜKSEK GELİRLİ ÜLKE DENEYİMLERİ

İRİMA DORBONOVA

DOKTORA TEZİ

EYLÜL 2024

KIRGIZİSTAN-TÜRKİYE MANAS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ SAĞLIK
HARCAMALARI ÜZERİNE ETKİSİ:
YÜKSEK GELİRLİ ÜLKE DENEYİMLERİ

HAZIRLAYAN
İRAİMA DORBONOVA

DANIŞMAN
PROF. DR. İBRAHİM HALİL SUGÖZÜ

DOKTORA TEZİ

EYLÜL- 2024

KABUL VE ONAY

Prof. Dr. İbrahim Halil SUGÖZÜ danışmanlığında İraima DORBONOVA tarafından hazırlanan “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sağlık Harcamaları Üzerine Etkisi: Yüksek Gelirli Ülke Deneyimleri” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Kırgızistan – Türkiye Manas Üniversitesi Lisansüstü Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalında Doktora tezi olarak OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞU ile kabul edilmiştir.

Jüri	Unvanı, Adı Soyadı	Kurumu	Onay	İmza
Başkan				
Üye (Danışman)				
Üye				
Üye				
Üye				

ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

Prof. Dr. Kadir ARDIÇ
Lisansüstü Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde elde edildiği, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun olarak sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, yararlanılan eserlere eksiksiz atıf yapıldığını, tezde yer alan verilerin hiçbir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını ve tez yazım kurallarına uygun hazırlandığını beyan ederim.

İraima DORBONOVA

ÖNSÖZ

Doktora tez çalışmamın yürütülmesi esnasında, çalışmalarına yön veren, takıldığım noktalarda yol gösteren, yardım ve desteğini esirgemeyen, sağladığı bilimsel katkılar sayesinde tezin ortaya çıkmasında büyük emeği geçen danışmanım sayın Prof. Dr. İbrahim Halil SUGÖZÜ'ne en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, hayatımın her döneminde desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve bu stresli dönemde bana her konuda yardım eden, beni yönlendiren eşime, yoğun çalışmalarım dolayısıyla yeterince ilgilenemediğim çocuklarıma sevgi ve şükranlarımı sunarım.

İraima DORBONOVA

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	iv
TABLOLAR LİSTESİ	vi
ÖZET.....	1
КЫСКАЧА МАЗМУНУ	3
АННОТАЦИЯ.....	33
SUMMARY	36
GİRİŞ	39
BİRİNCİ BÖLÜM.....	42
ENERJİ KAVRAMI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ TEŞVİK POLİTİKALARI.....	42
1.1. Enerji Kavramı	42
1.2. Enerji Kaynakları	42
1.2.1. Fosil Enerji Kaynakları	43
1.2.2. Nükleer Enerji Kaynakları	59
1.2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	65
1.3. Enerji Politikaları	83
1.3.1. Küresel Enerji Trendi	83
1.3.2. Yüksek Gelirli Ülkelerde Yenilenebilir Enerji Teşvik Politikaları	86
İKİNCİ BÖLÜM.....	93
ENERJİ KAYNAKLARI İLE HAVA, ÇEVRE VE SAĞLIK HARCAMALARI İLİŞKİSİ .	93
2.1. Enerji Kaynaklarının Hava ve Çevre Kirliliğine Etkisi	93
2.1.1. Enerji Kaynakları ve Hava Kirliliği	94
2.1.2. Enerji Tüketiminin Çevresel Etkileri	96
2.2. Hava ve Çevre Kirliliğine Karşı Mücadele Politikaları	99

2.2.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)	101
2.2.2. Kyoto Protokolü	103
2.2.3. Karbon Piyasaları Uygulaması.....	111
2.2.4. Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi.....	114
2.3. Hava ve Çevre Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerinde Etkileri	115
2.3.1 Sağlık Kavramı ve Sağlığı Etkileyen Faktörler.....	120
2.3.2 Özel ve Kamusal Sağlık Harcamaları	132
2.3.3 Sağlık Harcamalarını Belirleyen Faktörler	136
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	140
EKONOMETRİK METODOLOJİ VE AMPİRİK UYGULAMA.....	140
3.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	140
3.2. Literatür Taraması	141
3.3. Veri Seti ve Model	161
3.4. Ekonometrik Metodoloji ve Ampirik Bulgular	169
3.4.1. Panel Veri Analizi	170
3.4.2. Hausman (1978) Spesifikasyon Testi.....	175
3.4.3. Panel Verilerde Değişen Varyans (Heteroscedasticity) Sorunu.....	179
3.4.4. Panel Verilerde Otokorelasyon Sorunu ve Test Sonuçları.....	181
3.4.5. Panel Verilerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Test Sonuçları.....	184
3.4.6. Panel Birim Kök Sınamaları	189
3.4.7. Driscoll-Kraay Tahmincisi ile Panel Regresyon Tahmini	193
3.4.8. Dumitrescu Hurlin (2012) Panel Granger Nedensellik	194
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	201
KAYNAKLAR.....	209
ÖZGEÇMİŞ	233

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF	: Augmented Dickey–Fuller
ARDL	: Autoregressive Distributed Lag
ASEAN	: Association of Southeast Asian Nations
AUU	: Assigned Amount Unit
B&RI	: Belt and Road Initiative
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BP	: British Petroleum
BRICS-T	: Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye
C ₂ H ₆	: Etan
C ₃ H ₈	: Propan
C ₄ H ₁₀	: Bütan
CADF	: Cross Sectionnly Augmented Dickey-Fuller
CCX	: Chicago Climate Exchange
CD	: Cross section dependence
CDM	: Clean Development Mechanism
CER	: Certification Emissions Reduction
CH ₄	: Metan
CNG	: Compressed Natural Gas
CO ₂	: Karbondioksit
COP	: Conference of the Parties
CS-ARDL	: Cross-Sectionally Augmented. Autoregressive Distributed Lag
DOLS	: Dynamic Ordinary Least Square
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
EKK	: En Küçük Kareler
ERU	: Emission Reduction Unit
ET	: Emissions Trading
EU ETS	: European Union Emission Trading Scheme
FAS	: Fetal Alkol Sendromu
FMOLS	: Fully Modified Ordinary Least Square

GMM	: Generalized Method of Moments
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HES	: Hidroelektrik Santraldir
HFC	: Hidroflorokarbon
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
JI	: Joint Implementation
LM	: Lagrange Multiplier
LNG	: Liquefied Natural Gas
LPG	: Liquefied Petroleum Gas
LSDV	: En Küçük Kareler Kukla Değişken
N2	: Azot
NARDL	: Nonlinear Autoregressive Distributed Lag
NO2	: Nitrojen Dioksit
OECD	: Organization for Economic Cooperation and Development
PEGSÜ	: Piyasa Ekonomisine Geçiş Sürecindeki Ülkelerdir
PFC	: Perfluorokarbonlar
PM	: Partikül Madde
PV	: Fotovoltaik
PVAR	: Panel Vektör Oto Regresyon
QR	: Kuantil Regresyon
REM	: Rassal Etkiler Modeli
RMU	: Removal Unit
SEM	: Sabit Etkiler Modeli
SF6	: Sülfür Heksaflorid
SLS	: Semiparametric Least Squares
UNEP	: United Nations Environment Programme
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change
VECM	: Vector Error Correction Mechanism
WB	: World Bank
WHO	: World Health Organisation
WMO	: World Meteorological Organization

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Kömür Rezervlerinin Coğrafi Dağılımı (2020)	46
Tablo 1.2. Kömür Rezervlerinin Ülkelere Göre Dağılımı (2020).....	46
Tablo 1.3. Ülke Bazında Kömür Tüketimi, exajoule (2021-2022)	47
Tablo 1.4. Dünyada Kömür Tüketimi, exajoule.....	48
Tablo 1.5. Ülke Bazında Petrol Üretimi, milyon ton (2017-2018)	51
Tablo 1.6. Dünyada Petrol Üretimi, milyon ton (2010-2022).....	52
Tablo 1.7. Dünyada Petrol Tüketimi, exajoule (2010-2022)	53
Tablo 1.8. Doğalgaz Rezervlerinin Ülke Bazında Dağılımı (2020).....	56
Tablo 1.9. Dünyada Doğal Gaz Tüketimi, exajoule (2010-2022).....	57
Tablo 1.10. Dünyada Doğal Gaz Üretimi, milyon ton (2010-2022)	58
Tablo 1.11. En Büyük Doğal Gaz Üreticileri, milyon ton (2020).....	59
Tablo 1.12. Dünyada Nükleer Enerji Üretimi, terawatt-saat (2010-2022).....	62
Tablo 1.13. En Büyük Nükleer Enerji Üreticileri (2022).....	63
Tablo 1.14. Yıllara Göre Nükleer Enerji Üretimi, terawatt-saat (2010-2022)	63
Tablo 1.15. Dünyada Nükleer Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022)	64
Tablo 1.16. En Büyük Güneş Enerji Üreticileri, terawatt- saat (2022).....	67
Tablo 1.17. Dünyada Güneş Enerji Üretimi, terawatt- saat (2010-2022)	68
Tablo 1.18. Dünyada Güneş Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022).....	69
Tablo 1.19. Dünyada Hidroelektrik Üretimi, terawatt- saat (2010-2022).....	71
Tablo 1.20. En Büyük Hidroelektrik Üreticileri, terawatt- saat (2022)	72
Tablo 1.21. Dünyada Hidroelektrik Üretimi, exajoul (2010-2022)	73
Tablo 1.22. Dünyada Rüzgâr Enerji Üretimi, terawatt- saat (2010-2022).....	76
Tablo 1.23. Dünyada Rüzgâr Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022)	77
Tablo 1.24. Dünyada Jeotermal, Biyokütle ve Diğer Enerji Üretimi, terawatt- saat (2010-2022).....	81
Tablo 1.25. Dünyada Jeotermal, Biyokütle ve Diğer Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022)..	82
Tablo 1.26. Dünyada Birincil Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022).....	83
Tablo 1.27. Dünyada CO ₂ Emisyonları, milyon ton (2010-2022)	84
Tablo 1.28. Dünyada Yenilenebilir Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022).....	85
Tablo 2.1. BMİDÇS Kapsamında Ülkelerin Sınıflandırılması	102
Tablo 2.2. BMİDÇS Taraflarının Yükümlülükleri.....	103
Tablo 2.3. Kyoto Protokolü Ek-B Ülke Listesi ve Emisyon Hedefleri.....	105
Tablo 2.4. Kyoto Protokolü Ek- A Sera Gazı Emisyonuna Neden Olan Altı Ana Sera Gazı	106
Tablo 2.5. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü Kapsamı	108

Tablo 2.6. Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları.....	109
Tablo 2.7. Karbon Piyasaları Kaynakları	113
Tablo 2.8. Zararlı Maddeler ve Sağlık Riskleri.....	118
Tablo 2.9. Hava Kirliliğinin Sağlığa Etkileri	118
Tablo 3.1. Literatür Özeti, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Sağlık Harcamaları.....	149
Tablo 3.2. Literatür Özeti, Sera Gazı Emisyonları ve Sağlık Harcamaları	158
Tablo 3.3. Analizde Kullanılan Değişkenlerle İlgili Açıklamalar	163
Tablo 3.4. Analizde Kullanılan Değişkenlerin Tanımları	165
Tablo 3.5. Örneklemde Yer Alan Ülkelerin Listesi	166
Tablo 3.6. Dünya Bankası Yüksek Gelirli Ülkeler Listesi.....	167
Tablo 3.7. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler	168
Tablo 3.8. Hausman Test Sonuçları	178
Tablo 3.9. Değişen Varyans için Modifiye Wald Testi Sonuçları	180
Tablo 3.10. Sabit Etkiler Modelinde Otokorolasyon Test Sonuçları	184
Tablo 3.11. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları	189
Tablo 3.12. CADF Birim Kök Test Sonuçları	192
Tablo 3.13. Driscoll-Kraay Standart Hata Düzeltme Modeli Sabit Etkiler Regresyon Tahmin Sonuçları.....	194
Tablo 3.14. Dumitrescu ve Hurlin Panel Granger Nedensellik Test Sonuçları	199

ÖZET

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ SAĞLIK HARCAMALARI ÜZERİNE ETKİSİ: YÜKSEK GELİRLİ ÜLKE DENEYİMLERİ

Enerjiye olan ihtiyaç sürekli artarken, ülkeler yeni enerji kaynak arayışlarına yönelmektedir. Ayrıca hem fosil yakıtların tükeniyor olması hem de atmosferdeki kirliliği yavaşlatmak adına yenilenebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Fosil yakıt kullanımı sonucu atmosfere salgılanan aşırı karbondioksit ve diğer gazlar, küresel iklim değişikliğine, hava kirliliğine neden olmakta ve küresel çapta çevre ve sağlık açısından endişe yaratmaktadır. Dolayısıyla sürdürülebilir büyüme adına ve gelecek nesillere temiz yaşanacak dünya bırakma adına fosil yakıtların yenilenebilir enerji ile ikame edilmesi tüm ülkelerin öncül hedeflerinin biri haline gelmiştir. Fosil yakıtları yerine yenilenebilir enerjinin kullanılması, hava ve çevre kirliliğini azaltacaktır bu da hava kirliliği sonucu oluşan sağlık problemlerini dolayısıyla sağlık harcamalarının azaltacaktır. Bu anlayıştan hareketle gerçekleştirilen bu çalışmanın temel amacı yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık harcamaları üzerindeki etkisini incelemektir. Bu doğrultuda çalışmada Dünya Bankasının milli gelire göre sınıflandırdığı yüksek gelirli 48 ülke için 2000-2020 dönemi yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık harcamaları üzerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca sağlık harcamalarını etkileyen ve yenilenebilir enerji tüketimi ile doğrudan ilişkili olduğu varsayılan ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu, nüfus ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi da analize dahil edilmiş ve sağlık harcamaları ile ilişkileri araştırılmıştır.

Analizin ilk aşamasında panel veri Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler modeli tahmin edilmiştir. Daha sonra Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler panel veri modelleri arasında hangisinin tercih edileceğini belirlemek için Hausman spesifikasyon testi uygulanmıştır. Sabit Etkiler regresyon modelinde grup bazında değişen varyans sorununu test etmek için modifiye Wald testi kullanılmıştır. Çalışmada Sabit Etkiler modelinde otokorelasyon sorununu test etmek için Bhargava vd. Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleri ve yatay kesit bağımlılığı sınaması için Breusch-Pagan (1980) LM testi, Pesaran scaled LM, Bias-corrected scaled LM (Sapması Düzeltilmiş LM Testi) ve Pesaran CD testlerinden faydalanılmıştır. Panel verilerde yatay kesit bağımlılığının olup olmaması, uygulanacak birim kök testlerin belirlenmesi açısından önemlidir. Bu açıdan yatay kesit bağımlılığını gözetken Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF (Cross-sectional Augmented Dickey Fuller) ikinci nesil birim kök testi uygulanmıştır. Ayrıca tahmin edilen modelde yatay kesit bağımlılığı, değişen varyans ve otokorelasyon sorunları mevcutsa bu sorunlara

karşı dirençli parametreler üreten Driscoll-Kraay tahmin yöntemi parametre tahminlerinde tercih edilmiştir. Son olarak, tezin konusunu oluşturan sağlık harcamaları ve yenilenebilir enerji tüketimi, CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme, nüfus ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi nedensellik ilişkisi Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik yöntemi ile analiz edilmiştir.

Ampirik bulgulara göre, Hausman spesifikasyon testi sonucu doğrultusunda uygun modelin Sabit Etkiler modeli olduğuna karar verilmiştir. Sabit Etkiler regresyon modelinde grup bazında değişen varyans sorununun varlığı belirlenmiştir. Ayrıca otokorolasyon sorunu yani hata terimleri arasında ardışık ilişki ve panel veri analizindeki yatay kesit birimleri arasında güçlü bir karşılıklı bağımlılık tespit edilmiştir. Analize konu olan serilerin yatay kesit bağımlılığına sahip olma nedeniyle, serilerdeki durağanlığın incelenmesinde yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil birim kök testi uygulanmıştır. Test sonucu tüm değişkenlerin düzeyde birim kök içerdikleri ve durağan olmadıkları ancak birinci farkında durağan olup, aynı dereceden I(1) entegre oldukları belirlenmiştir. Sabit Etkiler modeli Driscoll-Kraay Standart Hatalar tahmin yöntemi sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ile sağlık harcamaları arasında negatif ve istatistiki olarak anlamlı, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ile sağlık harcamaları arasında pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Son olarak, Y2008 küresel kriz kukla değişkeni ile sağlık harcamaları arasında ilişki negatif ve anlamlı, Covid 19 dönemi krizi kukla değişkeni Y2020 ile sağlık harcamaları arasında pozitif ve anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

Son olarak, nedensellik test sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile sağlık harcamaları arasında tek yönlü, ekonomik büyüme ile sağlık harcamaları arasında tek yönlü, CO₂ emisyonları ile sağlık harcamaları arasında tek yönlü, nüfus ile sağlık harcamaları arasında çift yönlü, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ile sağlık harcamaları arasında çift yönlü ilişki tespit edilmiştir. Özetle, yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu, nüfus ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi sağlık harcamalarının nedenidir. Ancak sağlık harcamaları, yenilenebilir enerji tüketiminin, ekonomik büyümenin, CO₂ emisyonlarının nedeni değildir ve sağlık harcamaları nüfus ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresinin nedenidir.

Anahtar kelimeler: yüksek gelirli ülkeler, yenilenebilir enerji tüketimi, CO₂ emisyonu, sağlık harcamaları, panel veri analizi.

КЫСКАЧА МАЗМУНУ

КАЙРА ЖАРАЛУУЧУ БУЛАКТАРДАН ӨНДҮРҮЛГӨН ЭНЕРГИЯНЫН ДЕН-СООЛУК ЧЫГЫМДАРЫНА ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ: ЖОГОРКУ КИРЕШЕЛҮҮ ӨЛКӨЛӨРДҮН ТАЖРЫЙБАСЫ

Акыркы жылдары, жашоо сапатынын жакшырышы, индустриялаштыруунун жайылышы жана дүйнө калкынын тез өнүгүүсү менен казылып алынган отун керектөө кескин өсүп жатат. Фосилдик отунду керектөөнүн көбөйүшү казылып алынган калдыктардын запастарынын азайышына гана себеп болбостон, глобалдык климаттын өзгөрүү коркунучун жаратат жана ден соолук коркунучун жогорулатат (Farhad vd., 2008:1). Бүгүнкү күндө казылып алынган отун дүйнө жүзү боюнча эң маанилүү энергия булагы болуп саналат. Энергияга болгон муктаждык тынымсыз өсүп жатканына байланыштуу, өлкөлөр жаңы энергия булактарын издей башташты. Бул контекстте кайра жаралуучу энергия булактары, казылып алынган отундарды жок кылуу үчүн да, атмосферанын булганышын басаңдатуу үчүн да керек. Кайра жаралуучу энергия булактарына инфраструктуралык инвестицияларды көбөйтүү жана казылып алынган отун колдонуудан альтернативдик энергия булактарына өтүү бардык өлкөлөрдүн негизги максаттарынын бири болуп саналат (Cosmi vd. 2003, 443). Дүйнөнүн көптөгөн өлкөлөрү казылып алынган отун энергия булактарына көз каранды. Энергия баасынын өсүшү, дүйнөлүк запастардын азайышы, энергия импортунун көбөйүшү жана абанын булганышынан улам келип чыккан экологиялык жана ден соолук көйгөйлөрү өлкөлөрдү жаңы энергия булактарын издөөгө мажбур кылды. Ошондуктан, бардык дүйнөлүк экономикалар күйүүчү майларга көз карандылыкты азайтуу жана кайра жаралуучу энергиянын ата мекендик өндүрүшүн көбөйтүү үчүн кайра жаралуучу энергетика саясатын иштеп чыгууда. Башкача айтканда, кайра жаралуучу энергия булактарына багытталган изилдөө жана өнүктүрүү иштери уланууда. Фосилдик отун ресурстарынын запастары чектелген, кайра жаралуучу энергия ресурстары жаратылышта бар, чексиз өндүрүштүк кубаттуулукка ээ жана өнөр жайда, турак жайда жана транспортто колдонууга ылайыктуу (Popp vd. 2011, 648-649). Башка жагынан алганда, дүйнө калкынын көбөйүшү энергияга болгон суроо-талапты арттырса, жашоо деңгээлинин жакшырышы энергияга болгон суроо-талаптын көбөйүшүн күчөтүүдө. Энергияга болгон муктаждыктын чоң

бөлүгү казылып алынган отундар менен камсыздалып, натыйжада абага парник газдары бөлүнүп чыгат. Парник газдарынын эмиссиясынын көбөйүшү; Бул глобалдык жылуулукка, деңиз деңгээлинин жогорулашына, тропикалык аймактарда кургакчылыкка, бороон-чапкындардын, торнадолордун жана суу ташкындарынын көбөйүшүнө жана көптөгөн ден соолук көйгөйлөрүнө алып келет (Zobaa and Bose 2011, 1). Solangi vd. (2011) айтышы боюнча, дүйнөдө энергияга болгон суроо-талап 2002-жылдан 2030-жылга чейин болжол менен 60% га өсөт, орточо жылдык өсүү 1,7%. Башка жагынан алганда, казылып алынган отундарды колдонуу энергия өндүрүүдө үстөмдүк кылууну улантууда (Solangi vd. 2011, 2150). Кайра жаралуучу энергияны керектөө аркылуу энергия булактарын декарбонизациялоо туруктуу өнүгүү максаттарына жетүү үчүн абдан маанилүү. Акыркы жылдары, кайра жаралуучу энергия көмүр кычкыл газын (CO_2) чыгарууну азайтуу жана экологиялык туруктуулукту илгерилетүү үчүн ишенимдүү жолу катары каралып келет (Dossou vd. 2023, 1). Салттуу энергия булактарынын ордуна альтернативалуу энергия булактарына өтүү мамлекеттердин туруктуу өсүү максаттарына жетишүүсүнө салым кошот жана келечек муундар үчүн таза жана жашоого ылайыктуу чөйрөнү камсыздайт.

Бул изилдөөнүн максаты калыбына келүүчү энергияны керектөөнүн саламаттыкты сактоо чыгымдарына тийгизген таасирин кеңири алкакта карап чыгуу жана саламаттыкты сактоо чыгымдары менен CO_2 эмиссиясынын, экономикалык өнүгүүнүн, калктын жана орточо жашоо узактыгынын ортосундагы байланышты изилдөө. Үч бөлүктөн турган бул изилдөөнүн биринчи бөлүгүндө энергия булактарынын классификациясы, казылып алынган жана кайра жаралуучу энергия булактарынын түрлөрү концептуалдык алкакта талкууланат. Андан кийин дүйнөлүк энергетика тенденциясы; Энергияны биринчи керектөө, CO_2 эмиссиясы жана кайра жаралуучу энергияны керектөө боюнча учурдагы маалыматтар талданат.

Экинчи бөлүктө парник газдарынын эмиссиясынын көбөйүшү менен күрөшүүдө жана эл аралык кызматташтыкка ылайык жасалган кадамдар, кабыл алынган чечимдер жана ишке ашырылып жаткан механизмдер тууралуу маалымат берилет. Ушул эле бөлүмдүн экинчи бөлүгүндө ден соолук түшүнүгү жана ден соолукка таасир этүүчү факторлор жөнүндө ар кандай аныктамалар камтылган. Андан соң

абанын жана айлана-чөйрөнүн булганышынын адамдын ден соолугуна тийгизген таасири тууралуу маалымат берилет.

Үчүнчү бөлүк эмпирикалык адабияттарды карап чыгуу жана эконометрикалык методология бөлүмдөрүнөн турат. Адабият бөлүмүндө кайра жаралуучу энергияны керектөө жана саламаттыкты сактоо чыгымдары, парник газдарынын эмиссиясы жана саламаттыкты сактоо чыгымдары боюнча колдонмо изилдөөлөр жана бул изилдөөлөрдүн жыйынтыктары каралды. Түшүнүүнү жеңилдетүү үчүн, адабияттарды кароодо талкууланган изилдөөлөр таблица түрүндө берилет жана жалпыланат. Үчүнчү бөлүмдүн экинчи бөлүгүндө диссертацияны эмпирикалык талдоодо колдонула турган эконометрикалык методология жөнүндө кеңири маалымат берилет. Буга байланыштуу биринчи кезекте панелдик маалыматтардын аныктамасы жана панелдик маалыматтарды колдонуунун артыкчылыктары жана чектөөлөрү талкууланат. Андан кийин, диссертациянын колдонмо бөлүгүндө колдонулган эконометрикалык ыкмалардын жана тесттердин теориялык негиздери кеңири түшүндүрүлөт.

Кайра жаралуучу энергияны керектөө менен саламаттыкты сактоо чыгымдарынын ортосундагы себеп- байланышты аныктоо үчүн 2000-2020 мезгили үчүн дүйнөлүк банктын 2022-жылга карата дүң улуттук кирешесине (ИДУ) ылайык классификацияланган жогорку кирешелүү 48 өлкө үчүн панелдик маалыматтар моделдери бааланат. Анализдин биринчи этабында панелдик маалыматтар Fixed Effects жана Random Effects модели бааланат. Андан кийин, Fixed Effects жана Random Effects панелдик маалымат моделдеринин кайсынысына артыкчылык берилгенин аныктоо үчүн Hausman спецификация тести колдонулат. Модификацияланган Wald тести гетероскедастика проблемасын туруктуу эффективдүү регрессия моделинде топтук негизде текшерүү үчүн колдонулат. Изилдөөдө, Bhargava vd. Durbin-Watson жана Baltagi-Wu LBI тесттери колдонулат. Андан кийин, кесилишиндеги көз карандылык тести үчүн; Breusch-Pagan (1980) LM тести, Pesaran масштабдуу LM, Bias-түзөтүлгөн масштабдуу LM жана Pesaran CD тести колдонулат. Панелдик маалыматтарда кесилишинен көз карандылык барбы же жокпу, колдонула турган бирдик тамыр тесттерин аныктоодо маанилүү. Бул жагынан алганда, CADF (Cross-sectional Augmented Dickey Fuller) экинчи муундагы бирдик тамыр тести ыкмасы колдонулат, ал кесилишинен көз карандылыкты эске алат. Кошумчалай кетсек, эгер болжолдонгон моделде

кесилишинен көз карандылык, гетероскедастика жана автокорреляция көйгөйлөрү бар болсо, бул көйгөйлөргө туруштук берген параметрлерди чыгарган Driscoll-Kraay баалоо ыкмасы артыкчылыкка ээ болот жана параметрдик баалоолорго карата баалоо жүргүзүлөт. Акырында, диссертациянын предмети болгон саламаттыкты сактоо чыгашалары менен энергиянын кайра жаралуучу булактарын керектөө, CO₂ эмиссиясы, экономикалык өнүгүү, калктын жана орточо жашоо узактыгы ортосундагы себептүүлүк байланыш Dumitrescu-Hurlin (2012) панелдик себептүүлүк ыкмасы менен текшерилет.

БИРИНЧИ БӨЛҮМ

ЭНЕРГИЯ КОНЦЕПЦИЯСЫ ЖАНА КАЙРА ЖАРАЛУУЧУ БУЛАКТАРДАН ӨНДҮРҮЛГӨН ЭНЕРГИЯНЫ СТИМУЛДАШТЫРУУ САЯСАТЫ

Энергетика түшүнүгү жана энергия булактарынын классификациясы

Энергия биздин күнүмдүк жашообузга ар кандай жолдор менен кирет. Биз жеген тамактардагы энергия дененин температурасын кармап турат жана басууга, сүйлөшүүгө, көтөрүүгө жана кыймылдоого мүмкүндүк берет. Тамак-ашта энергияны колдонуу бул планетадагы бардык адамзаттын жана жаныбарлардын жашоосун камсыз кылуу үчүн абдан маанилүү. Энергия анын азык-түлүк түрүндө эле эмес техникалык коомдун иштеши үчүн да маанилүү. Эбегейсиз көлөмдөгү энергия ошондой эле унааларды иштетүүгө, үйлөрдү жылытууга, продукция өндүрүүгө, электр энергиясын өндүрүүгө жана башка ар кандай иштерди аткарууга жумшалат. Коомдордун азыркы тартибинде иштеши үчүн көмүр, жаратылыш газы жана мунай сыяктуу көп сандагы казылып алынган энергия булактары колдонулат. Ошо сыяктуу эле ГЭСтерден, атомдук реакторлордон, электр шамал генераторлорунан, геотермалдык электр станцияларынан, күндөн жана башка альтернативдик энергия булактарынан энергия өндүрүлүп, адамзат күнүмдүк жашоосун бул энергиялардан пайдалануу менен улантууда. Фосилдик отундар, көмүр, жаратылыш газы жана мунай, жүздөгөн миллион жыл мурун өсүмдүк жана жаныбарлар заты бузулуп, жер бетинде жогорку температура жана басым шарттарында бүгүнкү күндө казылып алынган отун деп атаган углеводор бирикмелерине айланганда пайда болгон (Jeffery 2022, 1-2). Дүйнөлүк энергияга

болгон керектөө жаратылышта бар энергия булактарынын эсебинен камсыздалат. Табигый энергия булактары төмөнкүдөй классификацияланат:

1. Фоссилдик отундар; көмүр, чийки мунай жана жаратылыш газы
2. Ядролук отундар; уран жана торий
3. Энергиянын кайра жаралуучу түрлөрү; күн, шамал, биомасса, геотермалдык жана гидравликалык энергия.

Биринчи эки категориядагы энергиянын түрлөрү, биринчи кезекте, бир нече миң жыл мурун пайда болгон минералдар. Түзүлүү процесстери өтө узак убакыт аралыгында (геологиялык мезгилдерде) жүрөт. Бул минералдарды жакынкы келечекте табигый жол менен калыбына келтирүү мүмкүн болбогондуктан, алар келечекте кандайдыр бир учурда түгөнүп калат. Үчүнчү категория энергиянын кайра жаралуучу жана түгөнгүс түрлөрүн билдирет. Энергиянын бул түрлөрү алыскы келечекте адамдарды энергия менен камсыз кылууну уланта алат (Michaelides 2012, 13).

Энергия конвертациялуулугу боюнча биринчилик, экинчилик жана үчүнчү энергия булактары болуп бөлүнөт:

1. Биринчи энергия; Бул эч кандай кайра иштетүүгө дуушар болбостон, табиятта бар эле керектелген энергиянын бир түрү. Көмүрдүн, чийки мунайдын, жаратылыш газынын, гидравликалык энергиянын жана пассивдүү күн энергиясынын ар кандай түрлөрү негизги энергия катары классификацияланат.
2. Экинчи энергия; Бул керектөөчүлөр тарабынан тазаланган, иштетилген түрдө колдонулган энергиянын бир түрү. Бензин, дизелдик отун жана керосин сыяктуу чийки мунайдан алынган суюк мунай продуктулары; биомассадан отун; биодизель; күн коллекторунун энергиясы; жана жылуулук геотермалдык экинчи энергия түрлөрү.
3. Үчүнчү энергия: бир же бир нече энергиянын өзгөрүшүн камтыйт. Электр энергиясы кандайча өндүрүлгөнүнө карабастан, энергиянын үчүнчү түрүн түзөт. Өзөктүк энергия, шамал энергиясы жана башка кайра жаралуучу энергия булактары электр энергиясын өндүрүү үчүн колдонулганда үчүнчү энергиянын бир түрүн түзөт (Michaelides 2012, 14).

Экинчи жана үчүнчү энергия биринчи энергия булактарынан өндүрүлөт. Биринчи энергия булактарынын классификациясы:

- а) көмүрдүн түрлөрү (антрацит, битум, лигнит, торф)

- б) чийки мунай/мунай
- в) жаратылыш газы
- г) ядролук
- д) гидроэлектр же суу энергиясы
- е) биомасса жана калдыктар
- ж) башка кайра жаралуучу энергия булактары; күн, шамал жана геотермалдык

Фосилдик күйүүчү майлар

Фосилдик отун деп аталган кайра жаралбаган энергия булактары күйүү аркылуу энергия өндүрүү үчүн колдонулганда атмосферага көмүр кычкыл газын жана башка булгоочу газдарды бөлүп чыгарары белгилүү. Энергиянын кайра жаралбаган булактары көбүнчө көмүр суутектерден жана башка кошулмалардан турат, алар энергетикалык ресурстар боюнча кир болуп эсептелет (Mansoori, Enayati Agyarko 2015, 6-7). «Фосил» латын тилинен алынган сөз жана «ачуу, казуу, табуу» дегенди билдирет. Фосилдик күйүүчү майлар жер астында жана деңиз түбүндө кездешет жана өлгөн өсүмдүктөр менен жаныбарлардын калдыктары болуп саналат. Көмүр, мунай жана жаратылыш газ кендери дагы эле бар, бирок бара-бара азайып баратат (Horn 2010, 6).

Жаратылышта жети белгилүү казылып алынган отун булагы бар. Алар суюктугуна жараша берилет; жаратылыш газы, газ конденсаты (ошондой эле NGL деп аталат, табигый газ суюктугу дегенди билдирет), жеңил чийки мунай, орто чийки мунай, оор мунай, чайыр кумдары жана битумдук мунай. Булардын бардыгы ар кандай молекулалык түзүлүштөгү жана өлчөмдөгү углеводороддордун жана башка органикалык жана органикалык эмес кошулмалардын жаратылышта пайда болгон татаал аралашмалары. Көмүр, мунай, жаратылыш газ жана башка кайра жаралбаган энергия ресурстарын пайдалануу технологиялары акыркы эки кылымда бир топ өнүккөн (Mansoori 2015, 6-7).

Көмүр

Көмүр көбүнчө отун катары түздөн-түз күйөт же жылытуу жолу менен экинчи отунга айланат. Көмүрдүн курамында көмүртек көп болгондуктан, ал башка казылып алынган отундарга караганда көбүрөөк CO₂ эмиссиясына себеп болот (Torçu, Özçelik, Tutar 2019, 13). Кытай, АКШ жана Индия дүйнө жүзү боюнча CO₂

эмиссиясынын көрсөткүчтөрү боюнча өзгөчөлөнгөн өлкөлөрдүн катарына кирет (Kavaz 2019, 22). Көмүр айлана-чөйрө жана адам ден соолугуна кээ бир терс көрүнүштөрдү жаратса да, жогорку резервдик потенциалы, өндүрүштүк чыгымдарынын башка казылып алынган отундарга салыштырмалуу аздыгы жана колдонуунун жеңилдиги менен кеңири тандалып алынган энергия булагы болуп саналат.

Энергия булактарынын ичинен көмүр отундан кийинки эң байыркы казылып алынган отун булагы болуп саналат. Буга чейин 19-кылымда Улуу Британияда үйлөрдү жылытуу үчүн колдонулган деп болжолдонууда. Көмүрдүн интенсивдүү колдонулушу 18-кылымдын экинчи жарымына туура келет. Айрыкча өнүгүп келе жаткан өнөр жай көмүрдү пайдаланууну көбөйтүп, көмүр маанилүү кенге айланды. Көмүр темир жана болот өнөр жайында чийки зат катары жана буу кыймылдаткычтарында отун катары колдонулган (Acaroğlu 2013, 24-26).

Көмүр 90% көмүртектен турат жана өсүмдүк жана жаныбарлардын калдыктары чирип, жер астындагы нымдуу саздарга көмүлгөндө пайда болот жана убакыттын өтүшү менен ысыкка жана басымга дуушар болгон чөкмөлөр 4000-100000 жылдан кийин тоо текке айланат. Убакыттын өтүшү менен жер астындагы органикалык чөкмөлөр көбүрөөк топтолуп, тоо текке айланат. Көмүрдүн түрлөрү температурага, басымга жана физикалык-химиялык факторлорго жараша өзгөрөт (Moore 2012, 36-81). Көмүрдүн курамындагы көмүртектин көлөмү көмүрдүн сапаты жана энергия өндүрүүнүн көлөмү жөнүндө маалымат берет. «Көмүрдүн курамындагы көмүртектин өлчөмү 60% же андан аз болсо, «торф», 70%дын тегерегинде болсо, «лигнит», 80-90% арасында болсо, «таш көмүр» катары, ал эми 90%дан ашса, «антрацит» катары классификацияланат. Бул контекстте, антрацит энергиянын эң жогорку тыгыздыгына ээ болсо, эң төмөнкү деңгээл көмүртектин жана энергия деңгээли төмөн болгон чым көмүр болуп саналат. Рейтинг көтөрүлгөн сайын, көмүртектин мазмуну жогорулап, энергия деңгээли жогорулайт. Таш көмүр дүйнө жүзү боюнча кеңири таралган жана катуу отундардын арасында маанилүү орунду ээлейт. Көмүрдүн дагы бир түрү болгон лигнит дүйнөдөгү көмүр запастарынын үчтөн бирин түзөт жана анын курамында азыраак көмүртек бар болгондуктан, оор өнөр жайда эмес, көбүнчө электр энергиясын өндүрүүдө колдонулат (Torşu, Özçelik жана Tutar 2019, 9-10; Kavaz 2019, 9). Антрациттер – нымдуулугун жана учуучу заттардын көп бөлүгүн жоготкон көмүр. Демек, көмүртектүүлүгү жана

калориялуулугу менен көмүр катары эң жогорку экономикалык баалуулукка ээ (Doğanay and Coşkun 2017, 16-17).

Мунай

Энергия булактарынын ичинен салттуу энергия булагы болгон мунай чийки зат, товар, энергия булагы жана унаа булагы катары эң көп колдонулган энергия булагы болуп саналат. Бүгүнкү күндө альтернативалык энергия булактарын өнүктүрүү, өндүрүү жана керектөө темпи өсүп жатканына байланыштуу, транспорт тармагында мунайдын пайдалануу темпи абдан жогору жана ал эң көп колдонулган энергия бойдон калууда (Solak2012, 117; Çoban 2009, 20).

Заманбап мунай биринчи жолу үйлөрдү жарыктандыруу үчүн керосин катары колдонулган жана анын биринчи өндүрүшү 1860-жылдары Пенсильванияда болгон. Бирок кийинки жылдары бензин жана дизелдик кыймылдаткычтар ойлоп табылганда мунай чоң мааниге ээ болгон. Мындан тышкары, мунай электр энергиясын өндүрүүдө, имараттарды жылытууда жана өзгөчө мунай химиялык өнөр жайында кеңири колдонулат. Мунай деңиз-темир-жол-аба транспорт системалары үчүн маанилүү отун булагы болуп саналат. Мунай кубаттуу жылуулук булагы болуп саналат жана электр энергиясын өндүрүү аркылуу заводдордо жана турак жайларды жылытууда, машина системаларын иштетүү үчүн колдонулат. Мындан тышкары, мунай маанилүү өнөр жай чийки заты жана мунай химиялык өнөр жайында түрдүү заттарды өндүрүүдө колдонулат (Doğanay Coşkun, 2017:87, 91).

Петро сөзү латын тилинен которгондо таш дегенди билдирген "petra" жана латынча мунай дегенди билдирген "oleum" деген эки латын сөзүнүн биригишинен түзүлгөн терминология (Kablamacı 2011, 3; Doğanay Coşkun 2017, 92). Нефть миллиондогон жылдар бою жер кыртышында жогорку жылуулук жана басым астында өзгөрүүгө дуушар болгон өсүмдүк жана жаныбарлардын калдыктарынын катмарларынын ортосунда табигый түрдө топтолгон углеводороддор менен суутектин жыйындысынан турат. Бул углеводороддор газ, суюк жана катуу абалда болот. Катуу формадагылары асфальт, битумдуу сланец, суюк формадагылары чийки нефти, газ абалындагылары метан, этан жана пропан деп аталат. Нефть жана жаратылыш газ кошулмаларын битумдуу сланецти дистиляциялоо жолу менен алууга болот (Doğanay Coşkun, 2017, 92; Choban 2009, 20).

Табигый газ

Көмүр, мунай жана жаратылыш газ сыяктуу казылып алынган энергетикалык ресурстарга суроо-талап дүйнө жүзү боюнча абдан жогору жана дагы эле дүйнөлүк энергетика рыногунда өзүнүн үстөмдүгүн сактап турат. British Petroleum (2021) отчетуна ылайык, мунай 31,2% менен биринчи, көмүр 27,2% менен экинчи, жаратылыш газы 24,7% менен үчүнчү орунда турат.

Жаратылыш газы – өсүмдүктөрдүн жана жаныбарлардын калдыктары жер астындагы температуранын жана басымдын таасири астында миллиондогон жылдар бою физикалык-химиялык бузулуунун натыйжасында пайда болгон углеводороддун негизиндеги энергия булагы. Жаныбарлардын жана өсүмдүктөрдүн калдыктары убакыттын өтүшү менен жер кыртышынын астына калып, барган сайын тереңдеп көмүлөт. Табигый процесстердин натыйжасында көлдөрдүн жана океандардын түбүнө чөгүп, ылай жана кум менен капталган табигый заттар бара-бара тоо тектерине, ал эми басымдын жана басымдын таасири астында мунай, көмүр, жаратылыш газы сыяктуу заттар пайда болот. Табигый газ; бул түссүз, жытсыз жана жеңил газ, тешиктүү тектердин көндөйүндө камалып калган жана көбүнчө мунай кендеринде кездешет (Macmillan Encyclopedia of Energy 2001, 820). Жылуулуктун жана басымдын аз өлчөмдөрүндө биринчи газ пайда болот. Жылуулуктун жана температуранын жогорулашынан пайда болгон газ химиялык реакциялар аркылуу мунай компоненттерине айланат. Көбүрөөк жылуулук жана басымга дуушар болгон бул углеводород молекулалары талкаланып, кайрадан жаратылыш газын пайда кылат. Органикалык заттардын келип чыгышы изилденгенде, океандагы микроскопиялык жандыктар мунайдын пайда болушун, ал эми кургактыктагы өсүмдүктөр жаратылыш газынын пайда болушун камсыздай турганы байкалган (Бешергил 2009, 137).

Суу сактагычтан алынган жаратылыш газы чийки жаратылыш газы деп аталат. Анын курамында түрдүү өлчөмдөгү оор углеводороддор, суу буулары, күкүрт кошулмалары жана углеводород эмес газдар бар. Жаратылыш газы метан (CH_4), этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}), көмүр кычкыл газы (CO_2) жана азот (N_2) сыяктуу углеводороддук бирикмелерден турат жана күйүүчү газ аралашмасы болуп саналат. Метан газы жаратылыш газынын негизги компонентин түзөт (Beşergil, 2009:134; Yılmaz, 2005:5). Табигый газ жер астындагы кендерден технологиянын жардамы менен чыгарылат жана курамындагы суюктуктарды жана

катуу заттарды бөлүп алуу үчүн кээ бир химиялык процесстерден өтөт (Баугаф 2018, 14). Эки түрү бар: суюлтулган жаратылыш газы (LNG) жана кысылган жаратылыш газы (CNG). LNG- бул жытсыз, түссүз, уулуу эмес отун түрү, ал табигый газды өтө жогорку температурада суюк фазага конденсациялоодон пайда болот. LNG жаратылыш газын көлөмүн 600 эсеге азайтып, суюк абалда сактайт, бул газ түтүктөрү аркылуу ташуу мүмкүн болбогондуктан жана инфраструктуралык инвестициялардын кечигишинен улам танкерлер менен ташылышын талап кылат. Бирок LNG жаратылыш газын ташууда газды суюк фазада кармоо үчүн атайын муздатуу системалары колдонулат. Бул процесс түтүктөргө караганда кымбатыраак.

CNG- суюлтулган жаратылыш газын жогорку басымда кысуу аркылуу сактоо. CNG тибиндеги жаратылыш газы унаалар жана автобустар сыяктуу унааларда кеңири колдонулат жана ал LNG сыяктуу жытсыз, түссүз, уулуу эмес отун газы болуп саналат (Баугаф 2018, 14-15).

Атомдук энергия

Ядролук энергия- атомдук ядролордон алынган энергия. Атомдук энергия (ядролук энергия)- атомду түзгөн ядронун (нейтрондордун жана протондордун) же алардын айкалышынын ыдыралышынын натыйжасында пайда болгон энергия. Өзөктүк энергетикалык технологияларды өнүктүрүүнүн аркасында атомдук энергия атомдук реакторлор же атомдук электр станциялары деп аталган объекттерде атом ядролорунун бөлүнүшү же биригүү жолу менен алынат. Атом ядросунун эки массага бөлүнүү процесси, б.а. атом ядросунун бөлүнүү процесси бөлүнүү деп аталат жана ядронун бөлүнүшү учурунда көп сандагы энергия бөлүнүп чыгат. Fusion - бул эки же андан көп атомдук ядролордун жаңы атомдук ядрону түзүү процесси. Бул процесстерде чоң көлөмдөгү энергия өндүрүлөт. Кыскача айтканда, атомдук энергия же ядролук энергия бирден ашык атом ядросунун бөлүнүшү же биригүүсүнөн алынган энергиянын түрү (Doğanay Coşkun 2007, 263-264).

Атомдук электр станцияларынын кыртыштын булганышы жана радиация сыяктуу айлана-чөйрөгө тийгизген терс таасири мунай, көмүр жана жаратылыш газы сыяктуу казылып алынган отундарга салыштырмалуу азыраак; Кайра жаралуучу энергия булактарынан жогору деп айтууга болот. Фосилдик отундарды колдонуудан келип чыккан парник газдарынын эмиссиясы айлана-чөйрөнү жана

абаны булгаса, атомдук электр станциялары кыртыштын булганышы жана радиациянын чыгышы сыяктуу терс таасирлерди жаратат. Натыйжада, ядролук энергия казылып алынган отунга караганда салыштырмалуу азыраак терс таасирлерге ээ (Lee, Hee Lee, Bae Oh 2007, 399).

Кайра жаралуучу энергия булактары

Кайра жаралуучу энергия дүйнө жүзү боюнча тез өсүп жаткан энергия булагы болуп калды. «Кайра жаралуучу энергия» термини күн нуру, шамал, аккан суу, жердин ички жылуулугу, айыл чарба өнөр жай жана шаар калдыктары, өсүмдүктөрдүн биомассасы сыяктуу көптөгөн булактардан алынган өзүн-өзү жаңылоочу энергия. Кайра жаралуучу энергиянын негизги булактары болуп гидроэлектр, шамал, күн, биомасса жана геотермалдык энергия саналат. Геотермалдык буу жылытуу жана тамак бышыруу үчүн, биомасса жана күн энергиясы сууну жана мейкиндикти жылытуу үчүн, ал эми этанол жана биодизель ташуу үчүн колдонулат. Гидроэнергетика дүйнө жүзү боюнча кайра жаралуучу энергиянын эң ири булагы жана шамал энергиясы булагы гидроэнергетикадан кийин экинчи орунда турат жана тез өнүгүп жатат (Center for Climate Energy Solution 2022).

Кайра жаралуучу энергия булактарынын түрлөрү

Изилдөөдө бүгүнкү күндө эң көп колдонулган кайра жаралуучу энергия түрлөрү болгон күн энергиясы, гидротехникалык энергия, шамал энергиясы, геотермалдык энергия жана биомасса энергиясы тууралуу кененирээк маалымат берилет.

Күн энергиясы

Күн дүйнө үчүн энергиянын негизги булагы болуп саналат. Күндүн өзөгүндөгү суутек газдары биригип, гелий ядролорун пайда кылат жана химиялык реакциянын натыйжасында күн энергиясы бөлүнүп чыгат (Kaya and Koç 2015, 41). Күн нурлары күн коллекторлору, күн электр станциялары жана күн батареялары (фотовольтаикалык элементтер) аркылуу технология аркылуу энергияга айландырылат. Жерге жеткен күн энергиясы табигый жана жасалма трансформациялар аркылуу колдонулат. Күн энергиясынын табигый трансформацияларынын бири суунун бууланышына алып келет жана бул буулануу дүйнөдөгү суунун айлануусун камсыз кылат. Адамдын

кийлигишүүсүз пайда болгон дагы бир табигый өзгөрүү – фотосинтез. Өсүмдүктөр күн энергиясын колдонуу менен фотосинтез жасашат, ал эми фотосинтез тирүү жандыктар үчүн жашоону билдирет. Басым айырмачылыктарынан келип чыккан күн энергиясынын дагы бир туундусу шамал жана деңиз толкундары (Öztürk 2008, 51).

Күн нурлары жылуулук жана электр энергиясын өндүрүү үчүн колдонулат. Биринчиден, жылуулук энергиясы жылуулук максатында күн нурунан алынат. Бул контекстте имараттарды жылытуу жана турак жай, өнөр жай жана айыл чарбасында төмөнкү температурада ар кандай жылуулук талаптарын канааттандыруу үчүн колдонулса, жогорку температурада буу өндүрүү жана минералдык эритүү үчүн колдонулат (Ташова 2018, 11; Öztürk 2008, 53).

Photovoltaic (PV) системалары күндүн нурунан электр энергиясын өндүрүү үчүн колдонулат (Rüstemli and Avcil 2018, 147). Грек тилинен которгондо фото жарык дегенди билдирет жана вольттук чыңалуу маанисинде колдонулат, электр тогун иштеп чыгуучу машинаны ойлоп чыгарган илимпоз Алессандра Волттун (Öztürk 2008, 98) шыктандыруусу менен бул система фотоэлектрдик элементтер же күн деп да аталат. Бул аппараттар күн батареяларынын бетине келген күн нурун башкаруу үчүн колдонулат, ал алып келген энергияны түздөн-түз электр энергиясына айлантаат (Yaman vd.. 2019, 245; İşler and Salihmuhsin 2019, 98).

Гидротехникалык энергия

Гидравликалык энергиянын булагы суу болуп саналат. Суу энергиясынан алынган энергия гидроэлектр энергиясы катары аныкталат (Doğan vd.. 2017, 544). Суунун күчү менен электр энергиясын өндүрүү үчүн колдонулган механизм ГЭС болуп саналат. Гидроэлектростанциялар (ГЭС) белгилүү бир ылдамдыкта аккан суунун күчүн электр энергиясына айландырышат (Yaman vd. 2019, 247). Дарыяларга дамбаларды куруу менен суу сактагычта суу топтолот жана топтолгон суунун потенциалын пайдалануу менен электр энергиясы өндүрүлөт (Kaya and Koç 2015, 40; Sharma and Singh 2013, 210- 213).

Гидроэнергияны өндүрүү эки жол менен ишке ашырылат:

1. Дамбанын түрү
2. Агым түрү

Дамбалар – суудан электр энергиясын өндүрүү үчүн өрөөндөрдү жабуу менен сууну сактоо үчүн 15 метрден бийик курулган курулуштар. Дамба тибиндеги электростанциялар негизинен жогорку кубаттуулуктагы суу сактагычтарга ээ. Дамбада чогулган суу белгилүү бир бийиктиктен дарбазаларды ачып турбиналарга берилип, механикалык энергияны жаратып, генератордун жардамы менен электр энергиясына айландырат (Kocaman 2017,129; Yaman vd. 2019, 247). Суу сактагычтары же кампалары бар ГЭСтер дамба электр станциялары деп да аталат (Anaza vd. 2017, 5-12; Jawahar vd. 2017, 882-887; Toprak vd. 2018, 62).

Агым тибиндеги электр станцияларында сууну сактоо мүмкүн эмес, дамбасыз же кампасыз агып жаткан суу тездетилип, каналдын же туннелдин жардамы менен турбинага берилет; турбинага түшкөн суу генератордун жардамы менен электр энергиясына айланат. Дарыя тибиндеги ГЭСтер негизинен чакан энергия өндүрүүчү ишканалар болуп саналат. Бул дарыя тибиндеги ГЭСтерди колдонуу менен, өзгөчө айылдарда жана тоолуу жана аскалуу аймактарда энергия өндүрүүнү камсыз кылат. Чакан ГЭСтерде дамба куруунун зарылдыгы жок болгондуктан, алар чоң ГЭСтерге салыштырмалуу арзаныраак жана курулуш убактысы боюнча артыкчылыктарга ээ. Мындан тышкары, бул электр станциялары сууну сактабагандыктан, эффективдүү пайдалануу жана орнотуу камсыз кылынса, алардын айлана-чөйрөгө тийгизген таасири анча деле чоң эмес (Dalcılı vd. 2012, 130-135; Zeb vd. 2019, 1).

Шамал энергиясы

Шамал – атмосферадагы абанын табигый кыймылы. Шамал энергиясы кыймылда абадан пайда болгон энергияны билдирет. Шамалдын агымынын ылдамдыгы бороон-чапкындардын, торнадолордун жана суу толкундарынын пайда болушуна алып келет. Күн энергиясынын болжол менен 2% шамал энергиясына, ал эми олуттуу бөлүгү өсүмдүктөр тарабынан биомасса энергиясына айланат. Жердеги температура жана андан пайда болгон басым айырмачылыктары абанын кыймылын, башкача айтканда, шамалдын пайда болушун шарттайт (Öztürk 2008, 157; Acaroğlu 2013, 231).

Шамал энергиясын пайдалануунун артыкчылыктары анын кайра жаралуучу жана атмосферада эркин жана мол болушунда. Шамал турбиналары жана шамал электр станциялары шамал энергиясынан электр энергиясын өндүрүү үчүн колдонулат

(Şenel and Koç 2015, 47). Шамал энергиясынан энергия өндүрүү шамалдын ылдамдыгына жараша өзгөрөт. Шамал энергиясынан канча электр энергиясы өндүрүлөөрү электр станциялары курула турган жерге жараша өзгөрөт. Шамалдын эң жогорку ылдамдыгы тоолордо жана адырларда, ачык деңиздерде жана жээктерде болот. Шамалдын күчү жогору болгон аймактарда күчтүү болгондуктан, шамал турбиналары мунаранын чокуларына жайгаштырылат (Çukurçayır 2008, 263-264). Акыркы жылдарда шамал турбинасы технологиясында жаңыланма энергияны өндүрүү боюнча көптөгөн өнүккөн жана өнүгүп келе жаткан мамлекеттердин артынан түшкөн өкмөттүн саясатынын жана стимулдарынын натыйжасында өнүгүүлөр жасалды. Технологиялык прогресс жана энергия өндүрүү үчүн колдонулган стимулдаштыруу саясаты шамал энергиясын өндүрүүнү көбөйттү жана энергия өндүрүүгө кеткен чыгымдардын төмөндөшүнө алып келди.

Геотермалдык энергия

Геотермалдык терминдин түз мааниси гео-жер жана геотермалдык-жер жылуулук деген мааниде колдонулат (Danışman 2011, 1). Уянын борборун көздөй жылган сайын жердин температурасы жогорулайт. Жер кыртышындагы жаракалар жана тешиктерден жер астынан агып чыккан суу али муздай элек магма массасына же вулканга аралашып, ысып, жер астындагы минералдар менен биригип, конденсацияланган формада тешикчелер аркылуу кайра өйдө карай чыпкаланат. консистенциясы жана жылуулук ресурстарын түзөт. Бул ысытылган суюктуктардын же газдардын бардыгы геотермалдык суюктуктар деп аталат (DTP 1992,). Жер астындагы геотермалдык суюктук бургулоонун жардамы менен жер бетине чыгарылып, технологиянын жардамы менен энергияга айландырылат (Zaim and Çavşı 2018, 47). Геотермалдык суюктуктардан алынган энергия «геотермалдык энергия» деп аталат (Danışman 2011, 1).

Геотермалдык энергия жер кыртышынын астында чогулган жылуулуктун натыйжасында пайда болгон жана жер үстүндөгү сууга салыштырмалуу көбүрөөк минералдарды жана түрдүү туздарды жана газдарды камтыган суюктуктун бир түрү (ысык суу же буу) катары аныкталат (Koç and Kaya 2015, 41). Жер кыртышынын астындагы суюктуктун бул түрүнүн температурасы көбүнчө цельсий боюнча 20 градустан жогору (DTP 1992, 1).

Геотермалдык суюктук жылуулук булагынын температурасына жараша 3 топко бөлүнөт.

1. Температурасы төмөн аймактар (20-70° C)
2. Орто температуралуу аймактар (70-150° C)
3. Температурасы жогору аймактар (150° C жогору)

Жогорку энтальпиялык суюктук электр энергиясын өндүрүүдө колдонулса, орто жана төмөн энтальпиялык суюктук жылытууда (теплицада, имаратта, айыл чарбада), өнөр жайда (тамак-аш кургатуу, жыгач даярдоо, тери иштетүү) жана химиялык заттарды өндүрүүдө (бор кислотасы, аммоний бикарбонаты) колдонулат.

Биомасса энергиясы

Кайра жаралуучу энергия булагы болгон биомасса өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдө жана бүткүл дүйнөдө энергия өндүрүүдө кеңири колдонулат. Дүйнөдөгү энергия өндүрүшүнүн болжол менен 15% жана өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдө өндүрүштүн болжол менен 43% бул булактан камсыздалат. Биомассаны күйгүзүү аркылуу жылуулук менен жарыкты алуу адамзат колдонгон эң байыркы биомассаны энергияга айландыруу процесси. Биомассаны энергияга айландыруу үчүн колдонулган процесстердин арасында күйүү дагы эле эң көп колдонулган ыкмалардын бири болуп саналат. Бүгүнкү күндө колдонулган жалпы биомасса энергиясынын 95% дан ашыгы биомассаны түз күйгүзүү аркылуу алынат (Atagün and Acar 2016, 280- 281).

Биомасса өсүмдүктөрдүн жана тирүү организмдердин келип чыгышы катары пайда болгон жана жалпысынан фотосинтез аркылуу күн энергиясын сактоочу вегетативдик организмдер деп аталат. Демек, биомасса энергиянын түгөнгүс булагы болуп саналат, анткени өсүмдүктөр күн бар болгонго чейин өсө берет (Öztürk 2008, 257). Биомасса- биологиялык келип чыккан бардык табигый заттардын массасы. Өсүмдүк жана жаныбарлардан алынган бардык табигый заттар биомассалык энергия булагы болуп саналат. Биомасса ресурстарынан алынган энергия биомасса энергиясы деп аталат (Acaroğlu 2013,91; Kendirli and Çakmak 2010, 101).

Негизги өсүмдүк жана жаныбарлардын биомасса энергия булактары төмөндө берилген (Ersöz vd. 2015, 2; Avcioğlu vd. 2011, 25-92).

- Кант, май жана крахмалдуу өсүмдүктөр жана айыл чарба калдыктары (кант кызылчасы, таттуу сорго, рапс, күн карама, соя, картошка, буудай, жүгөрү, саман, сабагы, тамыры, кабыгы, бутактары ж.б.у.с.)
- Жыгач, жыгач бөлүкчөлөрү жана токой кошумча продуктылары (тал, терек, эвкалипт)
- Жаныбарлардын калдыктары (жаныбарлардын суюк катуу кыктары)
- Кагаз өнөр жайынын калдыктары, саркынды суулар, кагаз, өнөр жай жана тамак-аш өнөр жайынын калдыктары, өнөр жай жана тиричилик катуу калдыктары, тамак-аш өнөр жайынын калдыктары.

ЭКИНЧИ БӨЛҮМ

ЭНЕРГИЯ РЕСУРСТАРЫ МЕНЕН АБА, АЙЛАНА КОРГОО ЖАНА ДЕН СООЛУК ЧЫГЫМДАРЫНЫН БАЙЛАНЫШЫ

Парник газдарынын эмиссиясынын көбөйүшүнө каршы күрөшүү жана эл аралык кызматташтык

1970-жылдардан бери эл аралык уюмдар негизинен климаттын өзгөрүшү жана абанын булганышы тынчсыздануусу менен алек болуп, бир дагы өлкө бул көйгөйдү өз алдынча чече албайт деп ырастап, ошондуктан өлкөлөрдү глобалдык күч-аракет жана жоопкерчилик сезими менен иш-аракет кылууга чакырып келишет. Бул максаттарга карай жасалган маанилүү эл аралык кадамдар төмөндө кыскача айтылган.

1972-жылы Стокгольмдо Бириккен Улуттар Уюмунун жетекчилиги астында адам айлана-чөйрөсү боюнча конференция болуп, эл аралык деңгээлде сүйлөшүүлөр башталган. Айлана-чөйрөнүн булганышы глобалдык масштабдагы көйгөйлөрдү эл аралык кызматташуу аркылуу гана чечүүгө болот деген ой баса белгиленип, чукул чараларды көрүү керектиги баса белгиленди (Апкан 2003, 3). Кийинчерээк 1979-жылы Женевада Бүткүл дүйнөлүк метеорология уюму тарабынан уюштурулган «Биринчи дүйнөлүк климат конференциясында» адам ишмердүүлүгү терс таасирин тийгизген климаттын өзгөрүшүнө жол бербөө чакырыгы жасалган. Бул конференцияга көптөгөн өлкөлөрдөн илимпоздор катышып, жыйында бир пикирге келишти, эгерде күйүүчү майларга узак мөөнөттүү көз карандылык улана берсе, атмосферада СО₂дин топтолушу көбөйүшү мүмкүн жана узак мөөнөттө

атмосферада чогулган көмүр кычкыл газы кесепеттерге себеп болмокчу. Бул кадамдар биринчи эл аралык аң-сезимдин түзүлүшүнө салым кошкон (Çetintaş and Türköz 2017, 150). Бул конференциядан кийин, 1985-жылы Виллачта өткөрүлгөн жыйында бардык парник газдарын глобалдык жылуулуктун баалоосуна киргизүү чечими кабыл алынган (Godrej 2003, 89-90).

Бириккен Улуттар Уюмунун Башкы Ассамблеясы климаттын өзгөрүшүн “адамзаттын жалпы түйшүгү” катары баалап глобалдык чечим издөөгө чакырды. Күрөштүн кийинки кадамы 1988-жылы Дүйнөлүк Метеорологиялык Уюмдун жана Бириккен Улуттар Уюмунун айлана-чөйрөнү коргоо программасынын (UNEP) колдоосу менен «Климаттын өзгөрүшү боюнча өкмөттөр аралык комиссиянын» (IPCC) түзүлүшү болду. Бул топту түзүүнүн максаты- климаттын адам фактору менен өзгөрүшү жана анын мүмкүн болуучу кесепеттери жөнүндө илимий, техникалык жана социалдык-экономикалык маалыматтарды баалоо жана зарыл чараларды аныктоо. Ошондой эле көйгөйлөрдү чечүү жолдорун табуу жана чечимге багытталган саясатты ишке ашыруу дегенди билдирет. Климаттын өзгөрүшү жана абанын булганышы көйгөйлөрү каралып, улуттук гана эмес, эл аралык деңгээлде стратегиялар иштелип чыгышы керектиги баса белгиленип, бул маселе боюнча кысымдар, чакырыктар айтылды (Özçağ 2004, 55). Күрөштүн алкагында ташталган дагы бир кадам 1990-жылдын 29-октябрынан 7-ноябрына чейин Женевада өткөрүлгөн «Экинчи Дүйнөлүк Климат Конференциясы». климаттын өзгөрүшү жана парник газдары болгон жана Биринчи Дүйнөлүк Конференцияда аныкталган көйгөйлөрдү чечүү үчүн чоң мааниге ээ (DPT 2000, 12-13; Arı 2010, 12).

1994-жылы күчүнө кирген Бириккен Улуттар Уюмунун Климаттын өзгөрүшү боюнча алкактык конвенциясы (UNFCCC) дагы бир маанилүү эл аралык кадам болуп саналат жана парник газдарын белгилүү бир деңгээлде кармап туруу максаттарын камтыйт жана бардык тараптардан адам тарабынан пайда болгон факторлорду көзөмөлдөөнү жана азайтууну талап кылат. Конвенциянын түпкү максаты атмосферадагы парник газдарынын топтолушун климаттык системага адам тарабынан келтирилген кооптуу таасиринин алдын ала турган деңгээлде кармап туруу болуп аныкталган. 194 тарапты камтыган келишим туруктуу өнүгүүнүн институционалдык негизин түзгөн эң маанилүү компоненттердин бири болуп саналат (Karakaya and Özçağ 2004, 3; Ulueren 2001, 39; Arıkan 2006, 5).

UNFCCC эки тиркемеден турат жана өлкөлөр ар кандай критерийлер боюнча эки топко бөлүнөт. Конвенциянын 1-тиркемесинде рынок экономикасына өтүү процессинде турган мурдагы социалисттик өлкөлөр жана OECDге мүчө өлкөлөр кирет. 1-тиркеме тизмегиндеги өлкөлөр 2000-жылы парник газдарынын эмиссиясын 1990-жылдагы деңгээлде бекитүүгө милдеттүү жана бул өлкөлөр климаттын өзгөрүшүнө алып келген парник газдарынын эмиссиясын азайтуу боюнча саясатты иштеп чыгышы керек жана бул саясаттар боюнча отчет берүүгө жооптуу. Өнүккөн өлкөлөр 2-тиркеменин тизмесине киргизилген. Тиркеме 2 тизмесине кирген өлкөлөр 2000-жылга чейин парник газдарынын эмиссиясын 1990-жылдагы деңгээлге чейин кыскартууга милдеттүү жана Тиркеме 1 тизмесине кирген өлкөлөр да климаттын өзгөрүшүнө каршы аракеттерге каржылык колдоо көрсөтүүгө милдеттүү. UNFCCC тараптардын конференциясын уюштурууну карайт, анда келишимге катышкан өлкөлөр жылына бир жолу жолугушат. Тараптардын конференциясынын максаты ишке ашырыла турган саясаттарды аныктоо жана зарыл болгон иш-чараларды жүргүзүү болуп саналат. Биринчи конференция 1995-жылы Берлинде, экинчиси 1996-жылы Женевада өткөн (CSDA 2002, 10). Булар биринчи эки тараптардын конференциясы 1997-жылы боло турган тараптардын үчүнчү конференциясынын негизин түзөт жана климаттын өзгөрүшүнө жол бербөө үчүн маанилүү эл аралык кадам болуп саналат. UNFCCC негизинде 1997-жылы Япониянын Киото шаарында өткөн тараптардын 3-конференциясында (COP 3) Киото протоколу деп аталган укуктук документ тараптардын милдеттенмелерин аныктаган. Киото протоколу бир гана милдеттенменин фазасын камтыса да, 2005-жылдын 11-декабрында Монреалда өткөн тараптардын конференциясында “өнүккөн өлкөлөрдүн 2012-жылдан кийинки мезгилге келечектеги милдеттенмелерин талкуулоо үчүн” жаңы жумушчу топ түзүү чечими кабыл алынган. Кошумчалай кетсек, 2007-жылдын 3-14-декабрында Балиде өткөн Бириккен Улуттар Уюмунун климаттын өзгөрүшү боюнча конференциясында климаттын өзгөрүшүнө каршы күрөшүүнүн жол картасы аныкталган. Бул жолугушууда Киотодон кийин башка маселелер менен катар дүйнө жүзү боюнча парник газдарынын эмиссиясын азайтуу боюнча жаңы сүйлөшүү процесси демилгеленген (Bataller Pardo 2008, 122). 2012-жылы Дохада өткөн БУУнун FCCC (COP18) тараптарынын 18-конференциясында Киото протоколунун 2-милдеттенме мөөнөтү 2013-жылдын 1-январында башталып, 2020-

жылдын 31-декабрында аяктайт деп чечим кабыл алынган. Япония, Канада, Орусия жана Жаңы Зеландия сыяктуу өлкөлөр экинчи милдеттенме мөөнөтүнө катышпай турганын билдиришкен (Narin 2013, 945).

Ден соолук концепциясы

1946-жылы бүткүл дүйнөлүк саламаттыкты сактоо уюму ден соолукту «оорунун же алсыздыктын жоктугу эмес, толук физикалык, психикалык жана социалдык жыргалчылыктын абалы» деп аныктаган. Бул аныктамада көрсөтүлгөн физикалык ден соолук, психикалык ден соолук- адамдын дем алуу, тамактануу, бөлүп чыгаруу жана кыймыл сыяктуу муктаждыктарын толук канааттандыра алуусу; коомдук ден соолук инсандын ички жана экологиялык гармониясын камтыйт; ал кабыл алуу, таандык болуу сезими жана коомдук мамилелерди түзө билүү сыяктуу мүнөздөмөлөрдү камтыйт. Аныктамага ылайык, бүткүл дүйнөлүк саламаттыкты сактоо уюму толук дени сак болуу абалын билдирет (WHO 2020, 1).

Ден соолукка таасир этүүчү факторлор

1970-жылдардын башында экологиялык теориянын мамилеси ден соолукту жана аны аныктоочу факторлорду түшүнүүгө көп кырдуу көз карашты алып келди. 1981-жылы жарык көргөн изилдөөсүндө Хенрик Л. Блум ден соолук абалынын детерминанттарын төрт негизги факторго топтогон: айлана-чөйрө, жашоо образы, тукум куучулук (генетика) жана саламаттыкты сактоо кызматтары. Блумдун айтымында, ден-соолукка таасир этүүчү факторлордун арасында айлана-чөйрө биринчи орунда турат, андан кийин жашоо образы, тукум куучулук жана саламаттыкты сактоо кызматтары турат. Бул төрт негизги факторго экономикалык жана саясий системалар, калктын структурасы, маданий айырмачылыктар жана өлкөлөр ортосундагы экологиялык тең салмактуулук сыяктуу көптөгөн факторлор таасир этет (Blum 1981, xv-462). Бирок, Блум социалдык факторлорго кайрылган эмес.

Башка жумушчу топ; Northern Rivers Health Equity Working Group (NRHEWG) ден соолук абалынын детерминанттарын кененирээк изилдеп, адамдардын ден соолук абалын аныктоочу факторлорду аныктады; балдардын эрте өнүгүүсүнүн детерминанттары, биологиялык детерминанттар, психосоциалдык детерминанттар, жашоо образынын детерминанттары, экологиялык факторлор,

социалдык-экономикалык факторлор, мамлекеттик саясаттар жана глобалдык факторлор (Newell vd. 2003, 28).

ҮЧҮНЧҮ БӨЛҮМ

ЭКОНОМЕТРИЯЛЫК МЕТОДОЛОГИЯ ЖАНА ЭМПИРИКАЛЫК ТАЛДОО

Экономикалык изилдөөлөрдө колдонулуучу маалыматтар абдан ар түрдүү жана бул көп түрдүүлүктүн аркасында эмпирикалык анализдер алардын структураларына ылайыктуу ар кандай моделдер менен жүргүзүлүшү мүмкүн. Бул маалымат түрлөрү; Кайчылаш кесилиштер – бул убакыт сериялары жана бириккен же панелдик маалыматтар, алар кесилишиндеги маалыматтар менен убакыт серияларынын айкалышы болуп саналат.

Изилдөөнүн бул бөлүгүндө алгач панелдик маалыматтар моделдери айтылып, андан кийин панелдик маалыматтар моделдери, Fixed Effects жана Random Effects баалоо ыкмалары жана Hausman спецификация тести түшүндүрүлөт. Андан кийин панелдик маалыматтарда гетероскедастика, автокорреляция жана кесилишинен көз карандылык маселелери каралат. Кийинки бөлүмдөрдө панелдик маалыматтар моделдеринде бирдик тамыр анализи, Driscoll- Kraay баалоо модели жана акырында панелдик маалыматтар себептүүлүк тесттери камтылган.

ЖЫЙЫНТЫКТАР ЖАНА БААЛОО

Абанын булганышы менен шартталган ден соолук көйгөйлөрү өсүп, глобалдык масштабда олуттуу көйгөй жаратууда. Ошондуктан, кайра жаралуучу энергия менен казылып алынган отундарды алмаштыруу туруктуу өсүү жана келечек муундарга таза дүйнөнү калтыруу үчүн бардык өлкөлөрдүн негизги максаттарынын бири болуп калды. Фоссилдик отундун ордуна кайра жаралуучу энергияны колдонуу абанын жана айлана-чөйрөнүн булганышын азайтат, бул абанын булганышынан келип чыккан ден соолук көйгөйлөрүн, демек, саламаттыкты сактоого кеткен чыгымдарды азайтат деп болжолдонууда. Бул түшүнүккө таянып, бул изилдөөнүн негизги максаты кайра жаралуучу энергияны керектөөнүн саламаттыкты сактоо чыгымдарына тийгизген таасирин изилдөө болуп саналат. Адабиятта казылып алынган отундардын жана CO₂ эмиссиясынын ден соолук көйгөйлөрүнө тийгизген таасирин изилдеген көптөгөн изилдөөлөр бар,

бирок кайра жаралуучу энергия менен ден соолуктун ортосундагы байланышты изилдеген изилдөөлөрдүн саны өтө аз. Бул жагынан алганда, адабиятка салым кошуу максатында, изилдөө улуттук киреше боюнча Дүйнөлүк банк тарабынан классификацияланган жогорку кирешелүү 48 өлкөнүн 2000-2020-жылдар аралыгында калыбына келүүчү энергияны керектөөнүн саламаттыкты сактоо чыгымдарына тийгизген таасири изилденген. Мындан тышкары, саламаттыкты сактоо чыгашаларына таасир этүүчү жана кайра жаралуучу энергияны керектөө менен түздөн-түз байланыштуу деп болжолдонгон экономикалык өнүгүү, CO₂ эмиссиясы, калктын жана орточо жашоо узактыгы да анализге киргизилген жана алардын саламаттыкты сактоого чыгашалары менен байланыштары изилденген.

Берилиштер топтому жана модели

2000-2020-жылдар аралыгындагы кирешеси жогору, өнүккөн 48 өлкөнүн жылдык маалыматтары энергиянын кайра жаралуучу булактарын керектөө менен саламаттыкты сактоо чыгымдарынын ортосундагы себептүүлүк байланышты аныктоо үчүн колдонулган. Жогорку кирешелүү, өнүккөн өлкөлөрдү топтоо Дүйнөлүк банктын Атлас ыкмасы менен эсептелген, 2022-жылга карата калктын дүн улуттук кирешеси (ИДУ) боюнча алардын классификациясына негизделген. Дүйнөлүк банктын өлкөлөрү: кирешеси аз, 1135 доллар же андан аз; төмөнкү орточо киреше, \$1,136- \$4,465; жогорку орто киреше 4,466-13,845 доллар кирешеси бар өлкөлөр жана 13,846 доллар же андан көп кирешеси бар өлкөлөр катары классификацияланат. Изилдөө 13 846 доллар же андан көп кирешеси бар өнүккөн өлкөлөрдү камтыйт, бирок кээ бир өлкөлөр маалымат топтомдорунун жетишсиздигинен анализге киргизилген эмес.

Үлгү катары кирешеси жогору өнүккөн өлкөлөрдү тандоонун себеби; Өнүккөн өлкөлөр энергияны эң көп колдонуучулар жана кайра жаралуучу энергия өндүрүүдө пионер болуп эсептелет. Кирешеси жогору өнүккөн өлкөлөр туруктуу өсүү үчүн энергиянын кайра жаралуучу булактарын керектөөгө негизделген саясатты жайылтышат жана кайра жаралуучу энергияны өндүрүүгө инвестициялоо үчүн финансылык күчкө ээ. Өнүккөн өлкөлөр энергияны эң ири колдонуучулардан тышкары, CO₂ эмиссиясынын өнүгүү да олуттуу үлүшкө ээ. Ошондуктан, өнүккөн өлкөлөрдө кайра жаралуучу энергияны керектөөнүн, CO₂ эмиссиясынын жана

экономикалык өнүгүү саламаттыкты сактоо чыгымдарына тийгизген таасирин изилдөө абдан маанилүү.

Эмпирикалык моделдин жабык түрү саламаттыкты сактоого чыгашалардын (HEX), энергиянын кайра жаралуучу булактарын керектөөнүн (REN), көмүр кычкыл газынын эмиссиясынын (CO₂), GDP'нын (GDP), калктын (PPL) жана күтүлгөн жашоо узактыгынын (LIFE) функциясы катары аныкталат. (Y2008) жана (Y2020) деп аталган жасалма өзгөрмөлөр 2008-жылдагы глобалдык кризистин жана 2020-жылдагы Ковид-19 кризисинин саламаттыкты сактоо чыгымдарына тийгизген таасирин көзөмөлдөө үчүн колдонулган. Думмий өзгөрмө глобалдык соккулардын саламаттыкты сактоого кеткен чыгымдарына таасирин көзөмөлдөө үчүн колдонулган. Covid 19 кризиси 2019-жылдын аягында башталганына карабастан, анын экономикага тийгизген таасири 2020-жылы айкын болду. Ошондуктан, у2020 жасалма өзгөрмө Covid-19 кризисинин саламаттыкты сактоо чыгымдарына орточо таасирин көзөмөлдөө үчүн колдонулган. 1 мааниси кризистер күчүнө кирген 2008 жана 2020-жылдардагы мезгилдерге, ал эми башка мезгилдерге 0 мааниси ыйгарылган:

$$HEX = f(REN, CO_2, GDP, PPL, LIFE, Y2008, Y2020)$$

$$HEX_{it} = \beta_0 + \beta_1 REN_{it} + \beta_2 CO_{2it} + \beta_3 GDP_{it} + \beta_4 PPL_{it} + \beta_5 LIFE_{it} \\ + \beta_6 Y2008_{it} + \beta_7 Y2020_{it} + \mu_{it} \\ i = 1, \dots, N \text{ ve } t = 1, \dots, T$$

Эмпирикалык табылгалар

Туруктуу эффекттер жана кокустук эффекттер панелдик маалымат моделдеринин ичинен кайсынысына артыкчылык берерин аныктоо үчүн Hausman тести колдонулган. Hausman тестинин статистикасынын негизинде регрессия модели туруктуу болобу же кокустук болобу чечилет. Hausman тестинин статистикасынын гипотезалары төмөнкүдөй.

H₀: Кокус эффекттер модели ылайыктуу.

H₁: Туруктуу эффекттер модели ылайыктуу.

3.8-таблицада берилген баалоо натыйжаларына ылайык, Hausman тестинин статистикасынын ыктымалдык мааниси 0,0000 болуп табылган. Демек, кокус

эффекттердин модели ылайыктуу деген нөл гипотеза бардык маанилик деңгээлдеринде катуу четке кагылган. Жыйынтыгында анализдин жыйынтыгында ылайыктуу модель туруктуу эффектилер модели экени аныкталды.

Гетероскедастикалык тесттин натыйжалары

Модификацияланган Wald тести гетероскедастика маселесин туруктуу эффективдүү регрессия моделинде топтук негизде текшерүү үчүн колдонулган. 3.9-таблицадагы тыянактарга ылайык, гетероскедастик проблемасы жок деген нөл гипотеза (Гомоскедастика) бардык маанилик деңгээлдеринде катуу четке кагылган. Нөлдүк гипотезаны четке кагуу моделдеги ката терминдеринин дисперсиясы туруктуу эмес экенин (гетероскедастиктер) жана гетероскедастиктер маселеси бар экендигин көрсөтөт.

Автокорреляция тестинин жыйынтыгы

Изилдөөдө, Bhargava vd. Durbin-Watson жана Baltagi-Wu LBI тесттери колдонулган. 3.10-таблицадагы тыянактарга ылайык, Bhargava vd. жана Baltagi-Wu LBI тестинин жыйынтыгы боюнча, эсептелген тесттик статистикалык маанилер 2ден аз болгондуктан, автокорреляция жок деген нөл гипотеза бардык маанилик деңгээлдеринде катуу четке кагылган. Натыйжада, туруктуу эффекттер моделинде автокорреляция маселеси бар жана ката терминдеринин ортосунда ырааттуу байланыш бар.

Кесилишиндеги көз карандылык тестинин натыйжалары

Өлкөлөрдүн жана финансы институттарынын экономикалык жана финансылык интеграциясынын күчөшү кайсы бир өлкөдө болгон шок башка өлкөлөргө да таасирин сөзсүз түрдө тийгизет. Бул панелдик маалыматтарды талдоо кесилиштериндеги бирдиктердин ортосундагы күчтүү өз ара көз карандылыкты көрсөтүп турат. Тагыраак айтканда, кесилишинен көз карандылык панелдик маалыматтардын бир бөлүмүндө болгон шок башка бөлүмдөргө да таасирин тийгизген жагдайды түшүндүрөт. Бул изилдөөдө, кесилишиндеги көз карандылыкты текшерүү үчүн; Breusch-Pagan (1980) LM тести, Pesaran масштабдуу LM, Bias-түзөтүлгөн масштабдуу LM жана Pesaran CD тести сыяктуу ыкмалар колдонулган. 3.11-таблицада берилген кесилишиндеги көз карандылыкты

тестирлөөнүн натыйжаларына ылайык, моделде кесилишинен көз карандылык жок деген нөл гипотеза 1% маанилүүлүк деңгээлинде катуу четке кагылган, анткени бардык төрт тесттин ыктымалдык маанилери колдонулган. Демек, нөлдүк гипотезаны четке кагуу менен катар кесилишинен көз карандылыкка ээ деген тыянак чыгарылган. Бул белгилүү бир өлкөдө болгон соккулар убакыттын өтүшү менен башка өлкөлөргө да таасирин тийгизет дегенди билдирет.

Панел стационардуулук тест натыйжалары

Панелдик маалыматтарда кесилишинен көз карандылык барбы же жокпу, колдонула турган бирдик тамыр тесттерин аныктоодо маанилүү. Эгерде катарда кесилишинен көз карандылык жок болсо, биринчи муундагы бирдик тамыр тесттери, ал эми кесилишинен көз карандылык бар болсо, экинчи муундагы бирдик тамыр тесттери колдонулат. Анализге алынган катар кесилишинен көз каранды болгондуктан, катардагы стационардуулукту текшерүү үчүн кесилиш көз карандылыгын эске алган экинчи муундагы бирдик тамыр тесттери колдонулушу керек. Бул изилдөөдө Pesaran (2007) тарабынан иштелип чыккан CADF (Cross-sectional Augmented Dickey Fuller) экинчи муундагы бирдик тамыр тести колдонулган жана Akaike маалымат критерийине ылайык лаг узундугу аныкталган. Өзгөрмөлөр үчүн панелдик бирдик тамыр тестинин натыйжалары 3.12-таблицада берилген.

Анализге киргизилген өзгөрмөлөрдүн стационардык деңгээлдерин аныктоо үчүн туруктуу модель жана туруктуу тренд модели колдонулган. CADF/CIPS бирдик тамырынын стационардык тестинин натыйжаларына ылайык; HEX, REN, GDP, CO₂ жана PPL өзгөрмөлөрүнүн туруктуу моделдин ыктымалдык маанилери деңгээлде статистикалык мааниге ээ эмес, ошондуктан бирдик тамырдын бар экендигин билдирген нөл гипотезаны деңгээлде четке кагууга болбойт. Кошумчалай кетсек, туруктуу жана тренд моделинде LIFE өзгөрмөсү ыктымалдуулук деңгээлинде статистикалык мааниге ээ эмес жана бирдик тамырды камтыйт. Бул бардык өзгөрмөлөр деңгээлинде бирдик тамырларды камтыйт жана алар стационардык эмес дегенди билдирет. Бирок, алынган CIPS статистикалык тыянактары HEX, REN, GDP, CO₂ жана PPL сериялары туруктуу моделдеги биринчи айырмачылыктарында 1% статистикалык маанилүүлүк деңгээлинде маанилүү деп табылган, ал эми LIFE сериялары туруктуу тренд моделиндеги

биринчи айырмачылыктардагы 1% статистикалык маанилүүлүк деңгээли, нөлдүк гипотеза четке кагылды. Демек, бардык өзгөрмөлөр биринчи айырмачылыкта стационардуу жана $I(1)$ бирдей тартипте интеграцияланган деп айтууга болот.

Driscoll-Kraay стандарттык катаны оңдоо моделин баалоо натыйжалары

Hoechle (2007) болжолдонгон моделде кесилишинин көз карандылыгы, гетероскедастика жана автокорреляция көйгөйлөрү бар болсо, бул көйгөйлөргө туруштук берүүчү параметрлерди чыгарган Driscoll-Kraay ыкмасына артыкчылык берүү керек деп сунуштады.

Туруктуу эффекттер моделинин Driscoll-Kraay стандарттык каталарын баалоо ыкмасынын натыйжалары 3.13-таблицада берилген. F статистикасынын ыктымалдык мааниси 0,000 жана моделге киргизилген бардык өзгөрмөлөр жалпысынан маанилүү экени байкалган. Башка жагынан алганда, R^2 мааниси (0,4118) деп табылды жана көз карандысыз өзгөрмөлөр болжол менен 42% менен түшүндүрүп жатканы көрүнүп турат. башка өзгөрмөлөр туруктуу болсо, негизги түшүндүрүүчү өзгөрмө болуп, кайра жаралуучу энергияны керектөөнүн 1% өсүүсү саналат өзгөрүлмө 0,011 катары эсептелет, ал эми саламаттыкты сактоого кеткен чыгашалар менен энергиянын кайра жаралуучу булактарын керектөөнүн ортосундагы бул байланыш 1% маанилүүлүк деңгээлинде GDP менен саламаттыкты сактоого чыгашалар ортосунда терс жана статистикалык маанилүү байланыш табылган GDP'нын % өсүүсү саламаттыкты сактоого кеткен чыгымдарды 153% кыскартат. Бул жашоонун күтүлгөн узактыгынын 1% га (төрөлгөндөн баштап) өсүшү саламаттыкты сактоого кеткен чыгымдарды 3,7%ке жогорулатат дегенди билдирет. Акыр-аягы, Y2008 глобалдык кризис жасалма өзгөрмө жана саламаттык сактоо чыгашаларынын ортосундагы байланыш терс жана 10% деңгээлинде олуттуу болуп саналат. Дагы бир Covid 19 кризистик өзгөрмө Y2020 менен саламаттыкты сактоо чыгымдарынын ортосунда оң байланыш бар жана 1% деңгээлинде маанилүү.

Dumitrescu & Hurlin (2012) Панелдик Себептүүлүк Методу Натыйжалары

Дүйнөлүк банктын классификациясына ылайык, кирешеси жогору өнүккөн өлкөлөр үчүн HEX, REN, CO₂, GDP, PPL жана LIFE өзгөрмөлөрүнүн ортосундагы себептик байланыш Dumitrescu-Hurlin (2012) панелдик себептүүлүк методу менен сыналган. Dumitrescu & Hurlin (2012) өнүккөн өлкөлөр үчүн себептүүлүк тестинин натыйжалары 3.14-таблицада берилген. Таблицадагы маалыматтарга ылайык, 1% маанилүүлүк деңгээлинде кайра жаралуучу энергияны керектөөдөн саламаттыкты сактоо чыгымдарына чейин себептүүлүк байланышы бар болсо да, саламаттыкты сактоого кеткен чыгашалардан кайра жаралуучу энергияны керектөөгө чейин себептүүлүк байланышты аныктоо мүмкүн эмес. Бул учурда саламаттыкты сактоого кеткен чыгымдар менен энергиянын кайра жаралуучу булактарын керектөөнүн ортосунда бир тараптуу себептүүлүк бар. Экономикалык өнүгүү көрсөткүчү болгон GDP'нын өзгөрмөлүүлүгү саламаттыкты сактоого чыгашалардын себеби болсо, күтүүлөргө ылайык, саламаттыкты сактоо чыгашалары экономикалык өнүгүүнүн себеби эмес.

Эмпирикалык натыйжалар экономикалык өнүгүү саламаттыкты сактоо чыгымдарынын себеби экенин көрсөтүп турат. Бирок саламаттыкты сактоого кеткен чыгашалардан экономикалык өнүгүүгө чейин себептүү байланыш аныкталган эмес. Ошо сыяктуу эле, күтүүлөргө ылайык, CO₂ эмиссиясы саламаттыкты сактоо чыгымдарынын себеби болуп саналат, ал эми саламаттык сактоо чыгымдары CO₂ эмиссиясынын себеби эмес. Бул эмпирикалык натыйжаларга ылайык, экономикалык өнүгүү жана CO₂ эмиссиясынан саламаттыкты сактоого чыгашаларга чейин бир багыттуу байланыш табылган.

Башка өзгөрмөлөр, калктын жана саламаттыкты сактоого кеткен чыгашалар, орточо жашоо узактыгы жана ден-соолукка чыгашалар ортосунда эки багыттуу байланыш бар. Башкача айтканда, калктын жана күтүлгөн өмүрдүн узактыгы күтүлгөндөй саламаттыкты сактоо чыгашаларынын себеби болуп саналат, ошондой эле саламаттык сактоо чыгашалары күтүлгөн жашоонун жана калктын себеби болуп саналат.

Башка жагынан алганда, экономикалык өнүгүү кайра жаралуучу энергияны керектөөгө чейин бир багыттуу себептүүлүк жана CO₂ эмиссиясынан кайра жаралуучу энергияны керектөөгө чейин эки багыттуу себептүүлүк аныкталган. Кошумчалай кетсек, калктын жана жашоо узактыгынын өзгөрмөлөрүнөн кайра

жаралуучу энергияга чейин эки багыттуу себептүүлүк табылган. Дагы бир өзгөрмө CO₂ эмиссиясы; экономикалык өнүгүү, калк, орточо жашоо узактыгы жана энергиянын кайра жаралуучу булактарын керектөө өзгөрмөлөрүнүн ортосунда эки багыттуу байланыш бар. Акырында, калк менен CO₂ эмиссиясынын ортосундагы эки багыттуу байланыш жана орточо жашоо узактыгы менен CO₂ эмиссиясынын ортосундагы бир багыттуу байланыш аныкталды. Бул эмпирикалык натыйжаларга ылайык, калктын CO₂ эмиссиясына күтүүлөргө ылайык таасир тийгизүүдөн тышкары, CO₂ эмиссиясы да калк үчүн чечүүчү ролду ойнойт.

Корутунду

Колдонмонун биринчи этабында панелдик маалыматтар Туруктуу эффекттер жана кокустук эффекттер моделдери бааланган. Туруктуу эффекттер жана кокустук эффекттер Hausman тести панелдик маалымат моделдеринин ичинен кайсынысына артыкчылык берерин аныктоо үчүн колдонулган. Hausman тестинин статистикасынын негизинде, ылайыктуу модель туруктуу эффекттер модели деп чечим кабыл алынды. Андан соң, гетероскедастикалык проблеманы туруктуу эффективдүү регрессия моделинде топтук негизде текшерүү үчүн модификацияланган Wald тести колдонулуп, анализдин натыйжасында моделдеги ката терминдеринин дисперсиясы туруктуу эмес экендиги (гетероскедастика) жана гетероскедастикалык көйгөй бар экени аныкталган. Изилдөөдө, Bhargava vd. Durbin-Watson жана Baltagi-Wu LBI тесттери колдонулган. Bhargava vd. Durbin-Watson жана Baltagi-Wu LBI тест жыйынтыгы боюнча, автокорреляциянын жок деген нөл гипотезасы бардык маанилик деңгээлдеринде катуу четке кагылган жана автокорреляция маселесинин бар болушу менен белгиленген ката терминдеринин ортосунда ырааттуу байланыш бар экени аныкталган. Кийинки кесилишинин көз карандылык тести үчүн; Breusch-Pagan (1980) LM тести, Pesaran масштабдуу LM, Bias-түзөтүлгөн масштабдуу LM жана Pesaran CD тести сыяктуу ыкмалар колдонулган. Керектүү көз карандылык тестинин жыйынтыгы боюнча, нөл гипотезаны четке кагуу менен катар кесилиштүү көз карандылыкка ээ деген тыянак чыгарылды. Бул белгилүү бир өлкөдө болгон соккулар убакыттын өтүшү менен башка өлкөлөргө да таасирин тийгизет дегенди билдирет.

Панелдик маалыматтарда кесилишинен көз карандылык барбы же жокпу, колдонула турган бирдик тамыр тесттерин аныктоодо маанилүү. Анализге алынган сериялар кесилишинен көз каранды болгондуктан, стационардуулукту текшерүү үчүн кесилишинен көз карандылыкты эске алган жана Pesaran (2007) тарабынан иштелип чыккан CADF (Cross-Sectional Augmented Dickey Fuller) экинчи муундун бирдик тамыр тести колдонулган. Анализдин натыйжасында бардык өзгөрмөлөр деңгээлинде бирдик тамырлары бар жана стационардуу эмес, бирок бардык өзгөрмөлөр биринчи айырмада стационарлуу жана $I(1)$ тартиптеги интеграцияланганы аныкталган.

Кесилиштүү көз карандылыкка, гетероскедастикке жана автокорреляциялык көйгөйлөргө туруктуу баалоо параметрлерин чыгарган Driscoll-Kraay методу менен туруктуу эффекттер модели бааланган. Driscoll-Kraay стандарттык каталарды баалоо ыкмасынын натыйжалары боюнча, негизги түшүндүрмө өзгөрмө энергиянын керектөө жана саламаттык сактоо чыгымдарынын ортосунда терс байланыш табылган, ал эми орточо жашоо узактыгы менен ден соолук чыгымдарынын ортосунда оң жана олуттуу байланыш табылган.

Акыр-аягы, Dumitrescu-Hurlin (2012) панелдик себептүүлүк ыкмасы өзгөрмөлөр ортосундагы себептүүлүк байланыш үчүн колдонулган. Себептүүлүк тестинин жыйынтыгына ылайык, энергиянын кайра жаралуучу булактарын керектөө менен саламаттыкты сактоо чыгымдарынын ортосунда бир тараптуу, экономикалык өнүгүү менен саламаттыкты сактоо чыгымдарынын ортосунда бир тараптуу, CO_2 эмиссиясы менен саламаттыкты сактоо чыгымдарынын ортосунда бир тараптуу, калк менен саламаттыкты сактоо чыгымдарынын ортосунда эки тараптуу байланыш бар, орточо жашоо узактыгы менен ден соолук чыгымдарынын ортосундагы эки тараптуу байланыш аныкталган. Жыйынтыктап айтканда, энергиянын кайра жаралуучу булактарын керектөө, экономикалык өнүгүү, CO_2 эмиссиясы, калк жана орточо жашоо узактыгы саламаттыкты сактоого чыгашалардын себептери болуп саналат. Бирок, саламаттыкты сактоого чыгашалар кайра жаралуучу энергияны керектөөнүн себеби эмес, экономикалык өнүгүү, CO_2 эмиссиясы, ал эми саламаттыкты сактоо чыгымдары калктын жана күтүлгөн өмүрдүн узактыгынын себеби болуп саналат.

Эмпирикалык анализдин жыйынтыктарына баа бергенибизде, өнүккөн өлкөлөрдө кайра жаралуучу энергияны керектөө саламаттыкты сактоо чыгымдарынын себеби

болуп саналат. Ошондуктан өнүккөн өлкөлөр энергиянын кайра жаралуучу булактарын өндүрүү технологияларына инвестицияларды кубаттап, кайра жаралуучу энергиянын технологияларын өнүктүрүү долбоорлорун колдоп, кайра жаралуучу энергия өндүрүү булактарын географиялык жана климаттык шарттарга ылайык диверсификациялоосу керек. Мындан тышкары, кайра жаралуучу энергетика тармагына чет элдик түз инвестицияны тартуу үчүн өлкөлөр инфраструктурасын жакшыртып, коопсуздукту камсыздап, саясий туруктуулукту камсыз кылышы керек. Инвестициялык саясатты кайра жаралуучу энергия стратегиялары менен айкалыштыруу кайра жаралуучу энергетика чет өлкөлүк түз инвестицияларды тартуу жана туруктуу өнүгүүгө жетишүү үчүн өтө маанилүү. Өкмөттөр үчүн бюрократиялык тоскоолдуктарды минималдаштыруу жана кайра жаралуучу энергетикага инвестицияларды тартуу үчүн коррупцияга каршы мыйзамдарды ишке ашыруу маанилүү.

Дагы бир маанилүү жыйынтык CO₂ эмиссиясы өнүккөн өлкөлөрдө саламаттыкты сактоого чыгашалардын себеби болуп саналат, демек, CO₂ эмиссиясы саламаттыкты сактоо чыгымдарына таасирин тийгизет. Фосилдик ресурстарды пайдалануу CO₂ чыгарууну көбөйтөт жана айлана-чөйрөгө жана адамдардын ден соолугуна терс таасирин тийгизет. Фосилдик ресурстардын ордуна кайра жаралуучу энергия булактарын алмаштыруу жана кайра жаралуучу энергия ресурстарын колдонууну көбөйтүү абанын булганышына байланыштуу көйгөйлөрдү азайтат. Энергияга байланыштуу CO₂ эмиссиясын азайтуу үчүн өкмөттөр ар кандай энергетикалык салыктарды ишке ашырышы керек жана казылып алынган отундарды колдонууну токтотуу үчүн жогорку ставкадагы көмүртек салыгы сыяктуу катуу саясатты карманышы керек.

Изилдөөлөргө ылайык, өнүккөн өлкөлөрдө жашоонун узактыгына жана экономикалык өнүгүүгө саламаттыкты сактоого кеткен чыгымдар себеп болууда. Инсандын жана коомдун саламаттыгы өлкөнүн экономикалык өнүгүүсүн камсыз кылуу менен өндүрүмдүүлүктү жана өндүрүштү жогорулатат. Изилдөөдө саламаттыкты сактоого кеткен чыгашалар менен жашоонун узактыгынын ортосунда себептик байланыштын бар болушу, өлкөлөрдүн саламаттыкты сактоого чыгашаларынын көбөйүшү жашоонун узактыгын жогорулатат дегенди билдирет. Жеке адамдардын ден соолугу жана узак өмүрү мамлекеттер адамдык капиталдан узак убакытка пайда ала алат дегенди билдирет. Адамдык капиталдын

өндүрүмдүүлүгүн жогорулатуу экономикалык өнүгүүнү колдойт жана өлкөлөрдүн жыргалчылыгын жогорулатат. Күтүүлөргө ылайык, экономикалык өнүгүүнү кайра жаралуучу энергияны керектөөнүн, саламаттыкты сактоого чыгашалардын, күтүлгөн өмүрдүн узактыгынын жана CO₂ эмиссиясынын себеби болуп саналат. Демек, экономикалык өнүгүү кайра жаралуучу энергияга болгон инвестицияларды жана керектөөнү көбөйтөт. Ошол эле учурда экономикалык өнүгүү керектөөнү жана массалык өндүрүштү козгойт жана өндүрүштө кайра жаралуучу булактардан алынган энергиянын жетишсиздигинин натыйжасында казылып алынган отунга негизделген энергия колдонулат. Фоссилдик ресурстарды пайдалануу CO₂ эмиссиясын, ал эми абанын булганышы ден соолук көйгөйлөрүн алып келет. Бул ырайымсыз цикл өкмөттөр күйүүчү отунду пайдаланууну кайра жаралуучу энергия булактары менен алмаштырмайынча улана берет.

Ачкыч сөздөр: жогорку кирешелүү өлкөлөр, энергиянын кайра жаралуучу булактары, CO₂ эмиссиясы, саламаттыкты сактоо чыгымдары, панелдик маалыматтарды талдоо.

АННОТАЦИЯ

ВЛИЯНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА РАСХОДЫ НА ЗДРАВООХРАНЕНИЕ: ОПЫТ СТРАН С ВЫСОКИМ ДОХОДОМ

Хотя потребность в энергии постоянно растет, страны обращаются к поиску новых источников энергии. Кроме того, возобновляемые источники энергии необходимы как потому, что запасы ископаемого топлива истощаются, так и для замедления загрязнения атмосферы. Чрезмерное количество углекислого газа и других газов, выбрасываемых в атмосферу в результате использования ископаемого топлива, вызывает глобальное изменение климата, загрязнение воздуха и создает озабоченность по поводу окружающей среды и здоровья в глобальном масштабе. Поэтому замена ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии стала одной из основных целей всех стран во имя устойчивого роста и для того, чтобы оставить чистый мир для будущих поколений. Использование возобновляемых источников энергии вместо ископаемого топлива уменьшит загрязнение воздуха и окружающей среды, что уменьшит проблемы со здоровьем, вызванные загрязнением воздуха и, следовательно, расходы на здравоохранение. Исходя из этого понимания, основная цель данного исследования — изучить влияние потребления возобновляемой энергии на расходы на здравоохранение. В этом направлении в исследовании изучалось влияние потребления возобновляемой энергии на расходы на здравоохранение за период 2000-2020 годов для 48 стран с высоким уровнем дохода, классифицированных Всемирным банком по национальному доходу. Кроме того, в анализ были также включены экономический рост, выбросы CO₂, численность населения и средняя продолжительность жизни, которые влияют на расходы на здравоохранение и, как предполагается, напрямую связаны с потреблением возобновляемой энергии, и была исследована их взаимосвязь с расходами на здравоохранение.

На первом этапе анализа оценивалась панельная модель фиксированных эффектов и случайных эффектов. Затем был применен тест спецификации Хаусмана, чтобы определить, какая модель данных панели с фиксированными эффектами и случайными эффектами будет предпочтительнее. Модифицированный тест Вальда использовался для проверки проблемы гетероскедастичности на групповой основе

в модели регрессии с фиксированным эффектом. В исследовании Бхаргава и др. для проверки проблемы автокорреляции в модели с фиксированными эффектами. Для проверки перекрестной зависимости использовались тесты Дурбина-Уотсона и Балтаги- LBI, а также тест LM Бреуша-Пагана (1980), масштабированный LM Песарана, масштабированный LM с коррекцией смещения и тест Песарана CD. Наличие или отсутствие межсекционной зависимости в панельных данных важно для определения применяемых тестов единичного корня. В этом отношении были применены тест модульного корня второго поколения CADF (Cross-Sectional Augmented Dickey Fuller). Кроме того, если в оцениваемой модели присутствуют проблемы перекрестной зависимости, гетероскедастичности и автокорреляции, при оценке параметров предпочтение отдается методу оценки Дрисколла-Краая, который создает параметры, устойчивые к этим проблемам. Наконец, причинно-следственная связь между расходами на здравоохранение и потреблением возобновляемой энергии, выбросами CO₂, экономическим ростом, населением и средней продолжительностью жизни, которые являются предметом диссертации, была проанализирована с помощью панельного метода причинности Думитреску-Хурлина (2012).

На основании эмпирических данных было решено, что подходящей моделью является модель с фиксированными эффектами в соответствии с результатами теста спецификации Хаусмана. Существование проблемы гетероскедастичности на групповой основе определялось в регрессионной модели с фиксированными эффектами. Кроме того, была обнаружена проблема автокорреляции, то есть последовательной связи между членами ошибок и сильной взаимозависимости между единицами сечения при анализе панельных данных. Поскольку анализируемые ряды имеют поперечную зависимость, для проверки стационарности ряда был применен тест единичного корня второго поколения, который учитывает поперечную зависимость. В результате проверки установлено, что все переменные содержат единичные корни на уровне и не являются стационарными, но стационарны по первой разности и интегрированы одного порядка I(1). По результатам метода оценки стандартных ошибок Дрисколла-Краая модели фиксированных эффектов была обнаружена отрицательная и статистически значимая связь между потреблением возобновляемой энергии, экономическим ростом и расходами на здравоохранение, а также положительная и

статистически значимая связь между ожидаемой продолжительностью жизни (от рождения) и расходы на здравоохранение. Наконец, была обнаружена отрицательная и значимая связь между фиктивной переменной глобального кризиса 2008 года и расходами на здравоохранение, а также положительная и значимая связь между фиктивной переменной кризиса Covid-19 2020 года и расходами на здравоохранение.

Наконец, согласно результатам теста на причинно-следственную связь, существует односторонняя связь между потреблением возобновляемой энергии и расходами на здравоохранение, односторонняя связь между экономическим ростом и расходами на здравоохранение, односторонняя связь между выбросами CO₂ и расходами на здравоохранение, двусторонняя связь между населением и расходы на здравоохранение, ожидаемая продолжительность жизни (с рождения) Установлена двусторонняя связь между продолжительностью жизни и расходами на здравоохранение. Таким образом, движущими факторами расходов на здравоохранение являются потребление возобновляемой энергии, экономический рост, выбросы CO₂, численность населения и ожидаемая продолжительность жизни (с момента рождения). Однако расходы на здравоохранение не являются причиной потребления возобновляемой энергии, экономического роста, выбросов CO₂, а расходы на здравоохранение являются причиной численности населения и продолжительности жизни (с рождения).

Ключевые слова: страны с высоким доходом, потребление возобновляемой энергии, выбросы CO₂, расходы на здравоохранение, анализ панельных данных.

SUMMARY
THE IMPACT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES ON HEALTH
EXPENDITURES: THE EXPERIENCE OF HIGH-INCOME COUNTRIES

There has been a notable surge in fossil fuel usage attributed to improvements in living standards, industrial expansion, and the rapid global population growth. This escalating consumption not only diminishes fossil fuel reserves but also exacerbates the risks associated with global climate change and health. Presently, fossil fuels remain the predominant global energy source, prompting nations to actively explore alternative energy sources in response to the escalating energy demand. Renewable energy sources are essential due to the depletion of fossil fuels and to mitigate atmospheric pollution. The excessive release of carbon dioxide and other gases from fossil fuel combustion contributes to global climate change, air pollution, and poses significant environmental and health concerns worldwide. Therefore, transitioning from fossil fuels to renewable energy has become a primary objective for all countries to achieve sustainable growth and ensure a cleaner world for future generations. Utilizing renewable energy in place of fossil fuels will decrease air and environmental pollution, subsequently reducing health issues linked to air pollution and lowering health care costs. With this perspective, the main aim of this study is to investigate the impact of renewable energy consumption on health expenditures. In this context, the study analyzed the impact of renewable energy consumption on health expenditures from 2000 to 2020 for 48 high-income countries as classified by the World Bank based on national income. Additionally, the analysis included economic growth, CO₂ emissions, population, and life expectancy at birth—factors that influence health expenditures and are assumed to be directly related to renewable energy consumption—to investigate their relationships with health expenditures.

In the initial phase of the analysis, both the Fixed Effects and Random Effects panel data models were estimated. Subsequently, the Hausman specification test was conducted to decide between the Fixed Effects and Random Effects models. The modified Wald test was then employed to examine the issue of heteroscedasticity on a group basis within the fixed effects regression model. In the study, Bhargava *vd.* Durbin-Watson and Baltagi-Wu LBI tests were used to test the autocorrelation problem in the Fixed Effects model. Additionally, the Breusch-Pagan LM test, Pesaran scaled LM, Bias-corrected scaled LM, and Pesaran (CD) tests were employed to assess cross-sectional dependence. The

presence of cross-sectional dependence in panel data is crucial for determining the appropriate unit root tests. Accordingly, the CADF (Cross-sectional Augmented Dickey Fuller) second generation unit root test which account for cross-sectional dependence, were applied. Moreover, due to the cross-sectional dependency, heteroskedasticity, and autocorrelation problems, the Driscoll-Kraay estimation method was utilized for parameter estimation because it is robust to these problems. Finally, the causal relationships between health expenditures and renewable energy consumption, CO₂ emissions, economic growth, population, and life expectancy at birth, which are central to the thesis, were analyzed using the Dumitrescu-Hurlin (2012) panel causality method.

According to the empirical findings, it was decided that the appropriate model was the Fixed Effects model in line with the Hausman specification test result. The existence of the problem of heteroscedasticity on a group basis was determined in the Fixed Effects regression model. In addition, the autocorrelation problem, that is, the sequential relationship between the error terms and a strong interdependence between the cross-section units in the panel data analysis, was determined. Since the series subject to analysis had cross-section dependence, the second generation unit root test, which takes into account the cross-section dependence, was applied in examining the stationarity in the series. As a result of the test, it was determined that all variables contained a unit root at the level and were not stationary, but were stationary in the first difference and integrated at the same degree $I(1)$. According to the results of the Fixed Effects model Driscoll-Kraay Standard Errors estimation method, a negative and statistically significant relationship was found between renewable energy consumption, economic growth and health expenditures, and a positive and statistically significant relationship was found between life expectancy (from birth) and health expenditures. Finally, a negative and significant relationship was found between the Y2008 global crisis dummy variable and health expenditures, and a positive and significant relationship was found between the Covid 19 period crisis dummy variable Y2020 and health expenditures. Finally, according to the causality test results, a one-way relationship was found between renewable energy consumption and health expenditures, a one-way relationship between economic growth and health expenditures, a one-way relationship between CO₂ emissions and health expenditures, a two-way relationship between population and health expenditures, and a two-way relationship between life expectancy (from birth) and health expenditures. In summary, renewable energy consumption, economic growth, CO₂

emissions, population, and life expectancy (from birth) are the causes of health expenditures. However, health expenditures are not the causes of renewable energy consumption, economic growth, CO₂ emissions, and health expenditures are the causes of population and life expectancy (from birth).

Keywords: high income countries, renewable energy consumption, CO₂ emissions, health expenditures, panel data analysis.



GİRİŞ

Son yıllarda, yaşam kalitesindeki iyileşmeler, sanayileşmenin yaygınlaşması ve dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte fosil yakıt tüketimi çarpıcı bir şekilde artmaktadır. Her geçen gün artan fosil yakıt tüketimi, yalnızca fosil rezervlerinin azalmasına neden olmayıp, bunun yanı sıra küresel iklim değişikliği tehdidine yol açmakta ve sağlık risklerini artmaktadır (Farhad vd. 2008, 1). Günümüzde tüm dünyada, fosil yakıtlar en önemli enerji kaynağını temsil etmektedir. Enerjiye olan ihtiyaç sürekli artarken, ülkeler yeni enerji kaynak arayışlarına girmiştir. Bu çerçevede hem fosil yakıtların tükeniyor olması hem de atmosferdeki kirliliği yavaşlatmak için yenilenebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik altyapı yatırımlarını arttırmak ve fosil yakıt kullanımından alternatif enerji kaynaklarına yönelmek tüm ülkelerin öncül hedefleri arasında yer almaktadır (Cosmi vd. 2003, 443). Fosil yakıt kullanımı sonucu atmosfere salgılanan aşırı karbondioksit ve diğer gazlar, küresel iklim değişikliğine ve hava kirliliğine neden olmakta ve küresel çapta çevresel endişe yaratmaktadır. Ancak, güneş, rüzgâr ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji atmosfere herhangi bir karbondioksit emisyonuna neden olamamakla birlikte çevre dostu enerji kaynakları olarak kabul görmektedirler (Bull 2001, 1216-1217).

Dünyada çok sayıda ülke fosil yakıt enerji kaynaklarına bağımlıdır. Artan enerji fiyatları, azalan dünya rezervi, enerji ithalatındaki artış ve hava kirliliği kaynaklı çevre ve sağlık problemleri ülkeleri yeni enerji kaynakları arayışına sokmuştur. Bu nedenle, tüm dünya ekonomileri fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak ve yerli yenilenebilir enerji üretimini artırmak için yenilenebilir enerji politikaları geliştirmektedir. Başka bir ifadeyle, yenilenebilir enerji kaynaklarına odaklanan araştırma ve geliştirme faaliyetleri devam etmektedir. Fosil yakıt kaynak rezervleri sınırlı ve tükenebilir iken, yenilenebilir enerji kaynakları doğada kendiliğinden var olup, sınırsız üretim kapasitesine sahiptir ve endüstri, konut ve ulaşım alanlarında kullanıma uygundur (Popp vd. 2011, 648-649).

Öte yandan dünya nüfustaki artış enerjiye olan talebi arttırırken, yaşam standartlarındaki gelişme enerji talebindeki artışı şiddetlendirmektedir. Enerji talebinin büyük bir kısmı fosil yakıtlardan karşılanmakta, bunun sonucunda havaya sera gazı emisyonu salgılanmaktadır. Sera gazı emisyonundaki artış; küresel ısınmaya, deniz seviyelerinde artışa, tropik bölgelerde kuraklığa, kasırga-fırtına, hortum ve sel felaketlerinin artmasına, birçok sağlık problemlerine sebep olmaktadır (Zobaa and Bose

2011, 1). Solangi ve arkadaşlarına göre (2011), dünyada birincil enerji talebi yıllık ortalama %1,7'lik bir artış ile 2002'den 2030'a kadar yaklaşık %60 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Öte yandan, enerji üretiminde fosil yakıt kullanımı hâkim olmaya devam etmektedir (Solangi vd. 2011, 2150). Yenilenebilir enerji tüketiminin teşvik edilmesi yoluyla enerji kaynaklarının karbondan arındırılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için kritik öneme sahiptir. Son yıllarda yenilenebilir enerji, karbon dioksit (CO₂) emisyonlarını azaltmanın ve çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmenin en kesin yolu olarak görülmektedir (Dossou vd. 2023, 1). Geleneksel enerji kaynakları yerine alternatif enerji kaynaklarına yönelmek ülkelerin sürdürülebilir büyüme hedeflerine ulaşmada katkı sağlayacak ve hem gelecek nesillere temiz ve yaşanabilir çevre imkânı sunacaktır.

Bu çalışmanın amacı, yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık harcamaları üzerindeki etkisini geniş bir çerçevede ele almak, sağlık harcamaları ile CO₂ emisyonları, ekonomik büyüme, nüfus ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ilişkilerini incelemektir. Üç bölümden oluşan bu çalışmanın birinci bölümünde, enerji kaynaklarının sınıflandırılması, fosil ve yenilenebilir enerji kaynak çeşitleri kavramsal çerçevede ele alınacaktır. Daha sonra küresel enerji trendi; birincil enerji tüketimi, CO₂ emisyonları ve yenilenebilir enerji tüketimi güncel verileri analiz edilecektir.

İkinci bölümde ise sera gazı emisyonundaki artışa karşı mücadele ve uluslararası iş birliği doğrultusunda atılan adımlar, alınan kararlar ve uygulanan mekanizmalar hakkında bilgi verilecektir. Aynı bölümün ikinci kısmında sağlık kavramı ile ilgili çeşitli tanımlamalara ve sağlığı etkileyen faktörlere yer verilmiştir. Daha sonra hava ve çevre kirliliğinin insan sağlığı üzerinde etkileri ile ilgili bilgi verilecektir.

Üçüncü bölüm ampirik literatür taraması ve ekonometrik metodoloji kısımlarından oluşmaktadır. Literatür kısmında yenilenebilir enerji tüketimi ve sağlık harcamaları, sera gazı emisyonları ve sağlık harcamaları üzerine yapılan uygulamalı çalışmalar ve bu çalışmaların bulguları incelenecektir. Anlaşılması açısından kolaylık sağlaması amacıyla literatür taramasında ele alınan çalışmalar tablolaştırılarak özet halinde sunulacaktır. Üçüncü bölümün ikinci kısmında, tezin ampirik analizinde kullanılacak ekonometrik metodoloji ile ilgili kapsamlı bilgi verilecektir. Daha sonra ise, tezin uygulama kısmında kullanılan ekonometrik yöntem ve testlerin teorik temelleri oldukça ayrıntılı bir şekilde açıklanacaktır.

Son olarak, ampirik analiz bulguları ve değerlendirmelerine yer verilecektir. Yenilenebilir enerji tüketimi ile sağlık harcamaları arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek üzere Dünya Bankası kişi başı 2022 gayri safi milli gelirine (GNI) göre sınıflandırılan 48 tane yüksek gelirli, gelişmiş ülkelere ilişkin 2000- 2020 dönemi için panel veri modelleri tahmin edilecektir. Analizin ilk aşamasında panel veri Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler modeli tahmin edilecektir. Daha sonra Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler panel veri modelleri arasında hangisinin tercih edileceğini belirlemek için Hausman spesifikasyon testi uygulanacaktır. Sabit Etkiler regresyon modelinde grup bazında değişen varyans sorununu test etmek için modifiye Wald testi uygulanacaktır. Çalışmada Sabit Etkiler modelinde otokorelasyon sorununu test etmek için Bhargava vd. Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleri kullanılacaktır. Ardından yatay kesit bağımlılığı sınaması için; Breusch-Pagan (1980) LM testi, Pesaran scaled LM, Bias-corrected scaled LM (Sapması Düzeltilmiş LM Testi) ve Pesaran CD testi kullanılacaktır. Panel verilerde yatay kesit bağımlılığının olup olmaması, uygulanacak birim kök testlerin belirlenmesi açısından önemlidir. Bu açıdan yatay kesit bağımlılığını gözetken Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF (Cross-sectional Augmented Dickey Fuller) ikinci nesil birim kök testi uygulanacaktır. Ayrıca tahmin edilen modelde yatay kesit bağımlılığı, değişen varyans ve otokorelasyon sorunları mevcutsa bu sorunlara karşı dirençli parametreler üreten Driscoll-Kraay tahmin yöntemi tercih edilecek ve parametre tahminlerine ilişkin değerlendirmeler yapılacaktır. Son olarak, tezin konusunu oluşturan sağlık harcamaları ve yenilenebilir enerji tüketimi, CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme, nüfus ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi nedensellik ilişkisi Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik yöntemi ile test edilecektir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAVRAMI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ TEŞVİK POLİTİKALARI

1.1. Enerji Kavramı

Enerji günlük hayatımıza birçok farklı şekilde yer almaktadır. Yediğimiz gıdalardaki enerji vücut ısımızı korur ve yürümemizi, konuşmamızı, bir şeyleri kaldırmamızı ve hareket etmemizi sağlar. Gıdalardaki enerjinin kullanımı, bu gezegendeki tüm insanlığın ve hayvanların varlığını sürdürmede hayati önem taşımaktadır. Gıda dışı formundaki enerji de teknik bir toplumun işleyişi için önem arz etmektedir. Otomobilleri çalıştırmak, evleri ısıtmak, ürün imal etmek, elektrik üretmek ve diğer çeşitli görevleri yerine getirmek için de muazzam miktarlarda enerji kullanılmaktadır. Toplumların mevcut düzeninde işleyebilmesi için büyük miktarlarda kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil enerji kaynakları kullanılmaktadır. Aynı şekilde, hidroelektrik santrallerinden, nükleer reaktörlerden, elektrikli rüzgâr jeneratörlerinden, jeotermal santrallerden, güneşten ve diğer alternatif enerji kaynaklarından da enerji üretilmekte ve insanlık bu enerjilerden faydalanarak günlük hayatlarına devam etmektedir. Fosil yakıtlar, kömür, doğal gaz ve petrol, yüz milyonlarca yıl önce bitki ve hayvan maddelerinin ayrışması ve dünya yüzeyinin altındaki yüksek sıcaklık ve basınç koşulları altında bugün fosil yakıtlar olarak adlandırdığımız hidrokarbon bileşiklerine dönüşmesiyle ortaya çıkmıştır (Ristinen, Kraushaar ve Brack 2022, 1-2).

1.2. Enerji Kaynakları

Dünya enerji talebi doğada var olan enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Doğal enerji kaynakları aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

1. Fosil yakıtlar; kömür, ham petrol ve doğalgaz
2. Nükleer yakıtlar; uranyum ve toryum
3. Yenilenebilir enerji türleri; güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal ve hidrolik enerji.

İlk iki kategorideki enerji türü, esasen birkaç bin yıl önce oluşan minerallerdir. Oluşum süreçleri çok uzun zaman dilimlerinde (jeolojik dönemler) gerçekleşmektedir. Bu mineraller öngörülebilir gelecekte doğal olarak yeniden üretilmeyeceğinden, gelecekte bir noktada tükeneceklerdir. Üçüncü kategori, yeniden üretilen ve tükenmeyen yenilenebilir enerji formlarını temsil etmektedir. Bu enerji formları uzak gelecekte insanlara enerji sağlamaya devam edebilecektir.

Toplumlar elektrik, ulaşım yakıtları, doğal gaz vb. gibi farklı biçimlerde enerji talep etmektedirler. Dönüştürülebilme durumlarına göre birincil, ikincil ve üçüncül enerji kaynakları olarak da sınıflandırılmaktadır:

Birincil enerji; herhangi bir işleme tabi tutulmadan, doğada bulunduğu şekliyle tüketilen enerji türüdür. Kömürün çeşitli formları, ham petrol, doğal gaz, hidrolik enerji ve pasif güneş enerjisi birincil enerji olarak sınıflandırılmaktadır.

İkincil enerji; tüketiciler tarafından rafine edilmiş, işlenmiş bir biçimde kullanılan enerji türüdür. Benzin, mazot ve kerosin gibi ham petrolden elde edilen sıvı petrol ürünleri; biyokütleden yakıt, biyodizel; güneş kolektörü enerjisi ve termal jeotermal ikincil enerji türlerini oluşturmaktadır.

Üçüncül enerji: bir veya daha fazla enerji dönüşümünü içermektedir. Elektrik enerjisi, hangi şekilde üretilirse üretilsin, üçüncül bir enerji formunu oluşturmaktadır. Nükleer enerji, rüzgâr enerjisi ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının çoğu, elektrik üretmek için kullanıldıklarında üçüncül enerji türünü oluşturmaktadır (Michaelides 2012, 13-14). İkincil ve üçüncül enerji, birincil enerji kaynaklarından üretilmektedir. Birincil enerji kaynakları sınıflandırılması:

- a) Kömürün türleri (antrasit, bitümlü, linyit, turba)
- b) Ham petrol/petrol
- c) Doğal gaz
- d) Nükleer
- e) Hidroelektrik veya su enerjisi
- f) Biyokütle ve atık
- g) Diğer yenilenebilir enerjiler; güneş, rüzgâr ve jeotermal

1.2.1. Fosil Enerji Kaynakları

Fosil yakıtlar olarak bilinen yenilenemeyen enerji kaynakları, yakma yoluyla enerji üretimi için kullanıldığında atmosfere karbondioksit ve diğer kirletici gazlar saldı ve tükenme eğiliminde olduğu bilinmektedir. Yenilenemeyen enerji kaynakları çoğunlukla hidrokarbonlardan ve enerji kaynakları açısından safsızlık olarak kabul edilen diğer bileşiklerden oluşmaktadır (Mansoori, Enayati ve Agyarko 2015, 6-7). “Fossil” latin kökenli bir kelime olup, “ortaya çıkarmak, kazmak, bulmak” anlamına gelmektedir. Fosil yakıtlar yer altında ve denizin altında bulunmaktadır ve uzun zaman önce ölmüş bitki ve hayvanların kalıntılarıdır. Kömür, petrol ve doğal gaz yatakları hâlâ mevcut olup, ancak git gide azalmaktadır (Horn 2010, 6).

Doğada bilinen yedi fosil yakıt kaynağı vardır. Akışkanlık kıvamına göre sırasıyla verilmiştir; doğal gaz, gaz kondensatı (doğal gaz sıvısı anlamına gelen NGL olarak da bilinir), hafif ham petrol, ara ham petrol, ağır petrol, katran kumu ve bitümlü şist. Bunların hepsi, çeşitli moleküler yapılara ve boyutlara sahip hidrokarbonlardan ve diğer organik ve inorganik bileşiklerden oluşan, doğal olarak oluşan karmaşık karışımlardır. Kömür, petrol, doğal gaz ve diğer yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanım teknolojileri son iki yüzyıl boyunca oldukça gelişmiştir (Mansoori, Enayati ve Agyarko 2015, 6-7).

Kömür

Küreselleşme, ülkelerarası serbest ticaretin artması, sanayileşmedeki gelişmeler, artan dünya nüfusu, tüketimdeki artış ve teknolojik ilerleme gibi faktörler enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün kaçınılmaz bir şekilde arttırmaktadır. Tüm fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz) içinde kömür dünyada en yaygın kullanılan enerji kaynağıdır (Acaroğlu 2013, 24-28). Kömür çoğunlukla ya yakıt olarak doğrudan yakılmakta ya da ısıtılarak ikincil yakıtlara dönüştürülmektedir. Kömür yüksek miktarda karbon içermesi nedeniyle diğer fosil yakıtlara göre daha fazla CO₂ emisyonuna sebep olmaktadır (Topçu, Özçelik ve Tutar 2019, 9-13). Dünya genelinde CO₂ emisyon oranlarında öne çıkan ülkeler arasında Çin, ABD ve Hindistan ülkeleri yer almaktadır (Kavaz 2019, 22). Kömür çevre ve insan sağlığı açısından birtakım olumsuzluklara yol açmasına rağmen rezerv potansiyelinin yüksekliği, üretim maliyetlerinin diğer fosil yakıtlara göre düşüklüğü ve kullanımının kolaylığı nedeniyle yaygın olarak tercih edilen bir enerji kaynağıdır.

Kömür, enerji kaynakları arasında, odundan sonra kullanım tarihi en eski fosil yakıt kaynağıdır. Daha IX. yüzyılda, Büyük Britanya'da konutların ısıtılmasında kullanıldığı tahmin edilmektedir. Buna rağmen kömürün, bir enerji kaynağı olarak önem kazanmaya başlaması XVIII. yüzyılın sonlarına rastlamaktadır. Batı ülkelerinde kömürün demir cevherini eritmekte kullanılmaya başlaması, zamanla Sanayi Devrimi sürecinin gerçekleşmesine yol açmıştır (Doğanay ve Coşkun 2017, 9). Kömürün yoğun olarak kullanımı XVIII. yüzyılın ikinci yarısına denk gelmektedir. Özellikle gelişen sanayi ve endüstri kömür kullanımını arttırmış kömür önemli bir mineral haline gelmiştir. Kömür demir çelik sanayinin hammaddesi olarak, buharlı motorlarda yakıt olarak kullanılmıştır (Acaroğlu 2013, 24-26).

Kömür %90 karbondan oluşmaktadır, bitki ve hayvan kalıntıları çürüyerek yer altı nem bataklarına gömülmesiyle zamanla ısı ve basınca maruz kalan tortular 4000-100000 yıllar boyu kayaya dönüşmesiyle oluşmaktadır. Zamanla yer altındaki organik tortular daha konsantre hale gelmekte ve sertleşerek kayaya dönüşmektedir. Sıcaklık, basınç ve fizyokimyasal etkenlere göre kömürün türleri değişmektedir (T. Moore 2012, 36-81). Kömürün içerdiği karbon miktarı kömürün kalitesi ve enerji üretim miktarı konusunda bilgi vermektedir. Kömür içeriğinde karbon miktarı %60 ve daha az ise “turba”, %70 civarında ise “linyit”, %80-90 arasında ise “taş kömürü” ve %90’dan fazla ise “antrasit” olarak sınıflandırılmaktadır. Bu bağlamda antrasit en fazla enerji yoğunluğuna sahipken, en alt seviye turba kömür türü olup daha düşük karbon içeriğine sahip ve enerji seviyesi de daha düşüktür. Sıralama yukarıya doğru çıktıkça karbon içeriği artmakta ve enerji seviyesi de yüksek olmaktadır. Taş kömürü dünya genelinde yaygın biçimde bulunmaktadır ve katı yakıtlar arasında önemli bir yere sahiptir. Bir diğer kömür çeşidi olan linyit dünya kömür rezervinin üçte birini oluşturmakta ve daha düşük karbon miktarı içerdiğinden ağır sanayi yerine daha çok elektrik üretiminde kullanılmaktadır (Topçu, Özçelik ve Tutar 2019, 9-19), (Kavaz 2019, 9) . Antrasitler, nem ve uçucu maddelerini büyük ölçüde yitirmiş kömürlerdir. Dolayısıyla karbon oranı ve ısı değeri en yüksek olması nedeniyle ekonomik değeri en yüksek kömür durumundadır (Doğanay ve Coşkun 2017, 16-17).

Tablo 1.1. Kömür Rezervlerinin Coğrafi Dağılımı (2020)

Kıta	Antrasit ve Bitümlü Kömür (Milyon ton)	Alt Bitümlü ve Linyit Kömürü (Milyon ton)	Toplam (Milyon ton)	Toplamın %' si
Pasifik Asya	345.313	114.437	459.750	42,80%
Kuzey Amerika	224.444	32.290	256.734	23,90%
Bağımsız Devletler Topluluğu	100.208	90.447	190.655	17,80%
Avrupa	59.084	78.156	137.240	12,80%
Ortadoğu ve Afrika	15.974	66	16.040	1,50%
Orta ve Güney Amerika	8.616	5.073	13.689	1,30%
Toplam Dünya	753.639	320.469	1074.108	100,00%

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy 2021

Dünya kömür rezervlerinin ülkelere göre dağılımı gerek kıtalar ve gerekse ülkelere göre eşit değildir. Tablo 1.1’de British Petroleum’un (2021) yayınladığı rapora göre, 2020 yıl sonu itibarıyla dünya genelindeki kanıtlanmış kömür rezervlerinin toplam miktarı yaklaşık 1,07 trilyon ton olarak hesaplanmıştır. Bu miktarın 753 milyar tonu antrasit ve bitümlü kömür, 320 milyar tonu ise alt bitümlü ve linyit kömürü olarak sınıflandırılmaktadır. Kanıtlanmış kömür rezervinin en büyük bölümü %42,80’si Pasifik Asya kıtasında, daha sonra Kuzey Amerika kıtasında %23,90 ve Bağımsız Devletler Topluluğu coğrafyasında %17,80 bulunmaktadır.

Tablo 1.2. Kömür Rezervlerinin Ülkelere Göre Dağılımı (2020)

	Ülke	Toplam (milyon ton)	Toplamın %' si
1	Amerika Birleşik Devletleri	248.941	23,2%
2	Rusya Federasyonu	162.166	15,1%
3	Avustralya	150.227	14,0%
4	Çin Halk Cumhuriyeti	143.197	10,3%
5	Hindistan	111.052	6,7%
6	Almanya	35.900	3,3%
7	Ukrayna	34.375	3,2%
8	Endonezya	34.869	3,2%
9	Polonya	28.395	2,6%
10	Kazakistan	25.605	2,4%

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy 2021

Tablo 1.2.'de kanıtlanmış kömür rezervleri ülke bazında incelendiğimizde ilk sırada yaklaşık 250 milyar ton ile Amerika Birleşik Devletleri yer almaktadır. Rusya Federasyonu, dünya toplam rezervlerinden aldığı %15,1'lik payla yaklaşık 162 milyar ton ile sıralamada ikinci rezerve sahip ülkedir. Sonrasında ise sırasıyla 150 milyar ton ile Avustralya, 143 milyar ton ile Çin ve 111 milyar ton ile Hindistan ülkeleri gelmektedir. Sıralamadaki ilk üç ülke; Amerika Birleşik Devletleri, Rusya Federasyonu ve Çin Halk Cumhuriyeti tüm rezervlerin yarısından fazlasına sahiptir.

Tablo 1.3. Ülke Bazında Kömür Tüketimi, exajoule (2021-2022)

	Ülke	2021	2022
1	Çin Halk Cumhuriyeti	87.54	88.41
2	Hindistan	19.30	20.09
3	Amerika Birleşik Devletleri	10.57	9.87
4	Japonya	4.93	4.92
5	Endonezya	2.75	4.38
6	Güney Afrika	3.51	3.31
7	Rusya	3.43	3.19
8	Güney Kore	3.04	2.87
9	Almanya	2.24	2.33
10	Vietnam	2.16	2.05

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Öte yandan rezerv potansiyellerinde geçerli olan sıralama üretim ve tüketim miktarları açısından farklılık göstermektedir. Örneğin Tablo 1.3'te Çin Halk Cumhuriyeti kanıtlanmış kömür rezerv miktarı bakımından dünya dördüncüsü iken küresel üretim ve tüketim miktarı açısından ilk sırada yer almaktadır. Öte yandan Amerika Birleşik Devletleri dünyada en fazla kömür rezervine sahip ülke iken küresel üretim ve tüketim bakımından 2022 yılı verilerine göre ikinci sırada gelmektedir. Ayrıca çevreye daha duyarlı enerji üretimine öncelik veren Avrupa ülkelerinde kömür kullanımı giderek azalmaktadır.

Tablo 1.4. Dünyada Kömür Tüketimi, exajoule

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	22.45	1.17	15.33	10.45	5.29	0.41	4.20	102.13	150.97
2011	21.25	1.25	15.95	10.75	5.57	0.42	4.13	109.45	158.03
2012	18.84	1.31	16.33	10.70	5.84	0.50	4.03	111.63	158.48
2013	19.48	1.44	15.82	10.50	5.52	0.44	4.07	114.04	160.81
2014	19.39	1.51	14.86	10.00	5.39	0.44	4.26	115.64	161.49
2015	16.94	1.48	14.24	9.98	5.17	0.42	4.03	114.93	157.21
2016	15.55	1.43	13.74	9.58	5.25	0.38	4.27	113.16	153.77
2017	15.30	1.40	13.28	9.46	5.16	0.38	4.27	115.48	155.27
2018	14.50	1.37	12.96	9.06	5.38	0.37	4.19	118.88	157.66
2019	12.50	1.39	11.05	7.30	5.23	0.38	4.43	121.75	156.72
2020	9.98	1.29	9.55	6.02	4.88	0.37	4.24	121.73	152.04
2021	11.27	1.41	10.39	6.84	5.05	0.36	4.18	127.78	160.43
2022	10.51	1.19	10.07	6.98	4.87	0.37	3.97	130.50	161.47
2022 yılı büyüme oranı (%)	-6,8%	-15,9%	-3,1%	2,0%	-3,6%	3,9%	-4,8%	2,1%	0,6%
2012-2022 10 yıllık değişim oranı (%)	-5,6%	-1,0%	-4,7%	-4,2%	-1,8%	-2,8%	-0,1%	1,6%	0,2%
2022 yılındaki payı	6,5%	0,7%	6,2%	4,3%	3,0%	0,2%	2,5%	80,8%	100 %
Yalnızca ticari katı yakıtlar, yani bitümlü kömür ve antrasit (taş kömürü) ve linyit ve kahverengi (alt bitümlü) kömür ve diğer ticari katı yakıtlar. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.4'te kömür tüketiminin coğrafya bazında 2010-2022 verileri sunulmuştur. Bu veriler doğrultusunda, 2022 yılında kömür tüketimi açısından ilk sırada Pasifik Asya ülkeleri 130.50 exajoul, ikinci sırada Kuzey Amerika ülkeleri 10.51 exajoul, üçüncü sırada ise Avrupa ülkeleri yer almaktadır. Ayrıca 2012-2022 dönemi için 10 yıllık kömür tüketim değişim oranlarını incelediğimizde Pasifik Asya coğrafyası dışında diğer coğrafyalarda kömür tüketimi azalmıştır. En çok azalma Kuzey Amerika coğrafyasındaki

lkelerde, daha sonra Avrupa coğrafyasındaki ülkelerde gerçekleşmiştir. Pasifik Asya lkelerinde ise 2012-2022 dönemi 10 yıllık süre zarfında kömür tüketimi %1,6 artmıştır. Dünya genelinde kömür tüketim miktarı verileri analiz edildiğinde, söz konusu veriler göstermektedir ki kömür tüketimlerini artıran ülkelerin yanında geleneksel kaynakların alternatifi yenilenebilir enerji kullanımının artmasıyla enerji üretim alışkanlıklarını değiştiren aktörler de bulunmaktadır.

Petrol

Enerji kaynakları arasında geleneksel enerji kaynağı olan petrol hammadde, ara malı, güç kaynağı ve taşıt kaynağı olması bakımından en fazla kullanılan enerji kaynağıdır. Günümüzde alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, üretimi ve tüketim oranı artıyor olsa da petrolün ulaştırma sektöründe kullanım oranı çok yüksek olup en çok kullanılan enerji özelliğini korumaktadır ve yenilenemeyen geleneksel enerji kaynağı petrolün bir alternatifi bulunamamaktadır (Solak 2012, 117).

Çağdaş petrol ilk olarak evleri aydınlatmada gazyağı olarak kullanılmış ve ilk üretimi 1860'lı yıllarda Pensilvanya'da gerçekleştirilmiştir. Ancak ilerleyen yıllarda benzinli ve dizel motorlar icat edilince petrol büyük önem kazanmıştır. Ayrıca petrol, elektrik enerjisi üretimi, binaların ısıtılması ve özellikle petrokimya endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Petrol önemli bir yakıttır; deniz- demiryolu- karayolu-havayolu ulaştırma sistemleri için önemli bir yakıt kaynağıdır. Petrol güçlü bir ısı kaynağı olup ve elektrik enerjisi üretmek suretiyle, fabrikalarda makine sistemlerini çalıştırılması ve konutların ısıtılmasında kullanılmaktadır. Ayrıca petrol önemli bir sanayi hammaddesidir ve petrokimya endüstrisinde çeşitli maddelerin üretiminde kullanılmaktadır (Doğanay ve Coşkun 2017, 87-91). Günümüzde imalat sanayisinde üretim faktörleri arasında petrol oldukça önemli paya sahiptir. Petrol endüstrisinde en büyük hacme sahip ürünlerin başında mazot ve benzin gelmektedir. İlaveten petrol ilaç sanayisinde, gübre ve plastik gibi birçok kimyasal ürünler içinde hammadde olarak kullanılmaktadır (Elmas, 2019, 30-31).

Petro kelimesi Latince iki kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş bir termindir ve "petra" Latince de ta, "oleum" ise yağ anlamına gelmektedir (Kablamacı 2011, 3, Doğanay ve Coşkun, Enerji kaynakları 2017, 92). Petrol milyonlarca yıllık zaman dilimleri içerisinde bitki ve hayvan artıklarının yerkabuğu içinde yüksek ısı ve basınç

altında değişime uğrayarak, katmanlar arasında doğal olarak toplanmış olan karbon ve hidrojen birleşimi hidrokarbondan oluşmaktadır. Bu hidrokarbonlar gaz, sıvı ve katı kıvamda olmaktadır. Katı halde bulunanlara asfalt, bitümlü şist, sıvı halde bulunanlara ham petrol, gaz halinde bulunanlara metan, etan, propan denilmektedir. Bitümlü şist damıtılarak petrol, doğal gaz bileşikleri elde edilebilmektedir (Doğanay ve Coşkun, Enerji kaynakları 2017, 92, Çoban 2009, 20).

Petrol değerinin tayin edilmesinde ve ticaretinde, petrolün akışkanlık derecesi buna gravite denmektedir, önemli rol oynamaktadır. Gravitesi yüksek olan petrolün, petrol nakli borusunda akışı güç olmakta ve taşınması zor olmaktadır. Öte yandan, bu grup petrollerde asfalt oranı yüksek olduğu için ayrıştırma işlemi sırasında fazla fire vermektedir. Gravitesi düşük olan petrolerin nakli kolaydır ve fire oranı daha azdır. Petrol nakliyesi karadan özel vagonlarla demiryolu vasıtasıyla ve uluslararası taşımacılığı ise tankerlerle deniz yolu ve petrol boru hatları ile yapılmaktadır (Doğanay ve Coşkun, Enerji kaynakları 2017, 93-94, Stevens 2001, 11). Petrol değerini etkileyen diğer bir etken, petrol yataklarına sızan suyun petrol ile karışması bu olaya ise petrolün emülsiyona uğraması denmektedir (Doğanay ve Coşkun, Enerji kaynakları 2017, 93-94).

Dünya petrol rezervleri ve ölkelere göre üretim dağılımı eşit olmayıp, kimi ölkeler geniş petrol yataklarına sahipken, kimi ölkeler petrol kaynağı açısından bağımlı konumdadır. Ayrıca petrol ve ürünlerinin tüketim dağılımı da heterojen bir özelliğe sahiptir, Ortadoğu bölgesi kanıtlanmış petrol rezervlerinin büyük bir payına sahipken, söz konusu ölkeler küresel tüketimin küçük bir oranını oluşturmaktadır.

Petrol üretiminin 2017-2022 yılları arası ölkelere göre dağılımı Tablo 1.5'te yer almaktadır. Tablo 1.5'te göröldüğü üzere ölkelere göre petrol üretimi dikkate alındığında, 2022 yılı verilerine göre dünya toplam petrol üretiminin %17,2'si ABD ölkesi tarafından, %12,4'ü Rusya tarafından gerçekteştirilmiştir, dolayısıyla ABD ve Rusya en büyük petrol üreticileridir. Rusya'yı sırasıyla Suudi Arabistan (%13), Kanada (%6,2), Irak (%5), Çin (%4,6), Birleşik Arap Emirlikleri (%4,1), İran (%4), Brezilya (%3,7) ve Kuveyt (%3,3) ölkeleri takip etmektedir.

Tablo 1.5. Ülke Bazında Petrol Üretimi, milyon ton (2017-2018)

Ülke	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 yılında dünyadaki payı
Amerika Birleşik Devletleri	574.3	669.7	751.2	713.3	715.2	759.5	17,2%
Rusya Federasyonu	558.5	567.9	573.4	524.4	538.8	548.5	12,4%
Suudi Arabistan	559.3	576.8	556.6	519.6	515.0	573.1	13,0%
Kanada	236.6	257.7	263.5	252.0	266.6	274.0	6,2%
Irak	222.4	227.0	234.2	202.0	200.8	221.3	5,0%
Çin Halk Cumhuriyeti	191.5	189.3	191.6	194.8	198.9	204.7	4,6%
Birleşik Arap Emirlikleri	174.9	176.0	179.9	165.9	163.4	181.1	4,1%
İran	231.9	219.6	158.6	144.4	168.8	176.5	4,0%
Brezilya	142.6	140.6	151.2	159.3	156.9	163.1	3,7%
Kuveyt	145.0	146.8	143.4	131.2	129.9	145.7	3,3%
OECD	1138.1	1246.7	1328.1	1282.1	1289.5	1331.8	30,2%
OECD dışı ülkeler	3246.8	3240.9	3151.0	2893.4	2940.2	3075.4	69,8%
OPEC	1766.8	1755.9	1653.2	1460.8	1494.8	1605.3	36,4%
OPEC dışı ülkeler	2618.2	2731.7	2826.0	2714.7	2734.9	2801.9	63,6%
Avrupa Birliği	22.7	21.9	20.2	19.2	18.0	16.7	0,4%

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.6’da coğrafya bazında petrol üretimini incelediğimizde dünya genelinde, 2012-2022 on yıllık dönemde %0,7 kadar artmıştır, petrol üretim artışı en çok sırasıyla Kuzey Amerika, Orta Doğu ve Bağımsız Devletler Topluluğunda gerçekleşmiştir. Söz konusu 10 yıllık dönemde petrol üretiminde azalma %5 olarak AB üyesi ülkelerinde görülmektedir.

Tablo 1.7’de sunulan verilere göre, 2012-2022 döneminde petrol tüketimindeki artış en çok Orta Doğu ülkelerinde %39,9, ikinci sırada Bağımsız Devletler Topluluğunda %34,1, üçüncü sırada ise Pasifik Asya ülkesinde %20,5 olarak belirtilmiştir.

Tablo 1.6. Dünyada Petrol Üretimi, milyon ton (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	639.4	379.0	200.0	30.5	660.3	1209.2	486.9	403.3	3978.1
2011	661.1	381.8	182.5	29.2	662.7	1319.3	405.9	395.5	4008.8
2012	722.1	379.0	167.7	28.0	666.8	1342.1	442.3	400.5	4120.5
2013	786.2	379.6	159.0	27.4	675.2	1322.8	409.9	393.4	4126.1
2014	871.8	393.1	159.8	27.0	678.2	1334.8	390.8	394.4	4222.9
2015	911.0	410.7	166.7	26.1	683.8	1406.9	386.4	399.4	4364.8
2016	883.1	391.2	167.9	23.1	695.5	1495.0	360.7	383.5	4377.0
2017	920.5	373.7	165.1	22.7	701.5	1470.2	385.5	368.6	4384.9
2018	1029.8	341.9	163.4	21.9	714.7	1484.4	392.6	360.7	4487.6
2019	1109.6	323.9	159.5	20.2	719.1	1408.3	397.3	361.5	4479.2
2020	1060.4	305.9	167.9	19.2	660.2	1296.5	331.1	353.4	4175.5
2021	1078.3	304.6	160.5	18.0	676.4	1315.9	345.3	348.7	4229.8
2022	1131.1	326.5	147.6	16.7	682.6	1441.6	332.3	345.6	4407.2
2022 yılı büyüme oranı (%)	4,9%	7,2%	-8,1%	-7,1%	0,9%	9,5%	-3,8%	-0,9%	4,2%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	4,6%	-1,5%	-1,3%	-5,0%	0,2%	0,7%	-2,8%	-1,5%	0,7%
2022 yılındaki payı	25,7%	7,4%	3,3%	0,4%	15,5%	32,7%	7,5%	7,8%	100 %
Ham petrol, kaya petrolü, petrol kumları, kondensatlar (kırıntı kondensatı veya daha fazla rafinasyon gerektiren gaz kondensatları) ve NGL'leri (doğal gaz sıvıları- doğal gaz üretiminden ayrılan etan, LPG ve nafta) içerir. Biyoyakıtlar ve kömür ve doğal gazın sentetik türevleri gibi diğer kaynaklardan elde edilen sıvı yakıtlar hariçtir. Bu aynı zamanda rafineri işleme kazancı gibi sıvı yakıt ayarlama faktörlerini de hariç tutar. Katı halde çıkarılan petrol şeylleri/kerojen hariçtir. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.7. Dünyada Petrol Tüketimi, exajoule (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	3.22	1.24	3.86	3.45	0.01	♦	0.07	2.15	10.55
2011	3.63	1.24	4.55	4.05	0.01	0.01	0.08	2.61	12.11
2012	3.94	1.33	5.30	4.70	0.01	0.01	0.08	3.13	13.79
2013	4.44	1.53	5.81	5.03	0.01	0.01	0.09	3.88	15.77
2014	4.78	1.76	6.23	5.32	0.01	0.02	0.13	4.66	17.59
2015	5.18	2.07	6.99	5.85	0.01	0.02	0.20	5.44	19.91
2016	5.85	2.18	7.10	5.88	0.02	0.04	0.23	6.61	22.04
2017	6.35	2.36	7.89	6.44	0.02	0.05	0.28	8.33	25.29
2018	6.67	2.66	8.32	6.62	0.03	0.08	0.31	10.40	28.46
2019	7.09	2.95	9.09	7.17	0.04	0.12	0.38	12.01	31.68
2020	7.64	3.02	9.90	7.71	0.08	0.17	0.41	13.66	34.87
2021	8.50	3.28	10.12	7.88	0.11	0.21	0.47	17.27	39.97
2022	9.46	3.53	11.06	8.63	0.14	0.26	0.49	20.24	45.18
2022 yılı büyüme oranı (%)	11,3%	7,4%	9,4%	9,5%	28,7%	19,8%	3,6%	17,2%	13,0%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	9,2%	10,3%	7,6%	6,3%	34,1%	39,9%	19,5%	20,5%	12,6%
2022 yılındaki payı	20,9%	7,8%	24,5%	19,1%	0,3%	0,6%	1,1%	44,8%	100 %
Brüt üretime dayanmaktadır ve sınır ötesi elektrik arzını hesaba katmamaktadır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Doğal Gaz

Fosil enerji kaynaklarının tükenme eğiliminde olması ülkeleri alternatif enerji arayışına yönlendirmesine rağmen dünyadaki enerji ihtiyacının çok ciddi bir kısmı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Bu nedenle, kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil enerji kaynağına olan talep dünya genelinde çok yüksek olup, dünya enerji piyasasındaki hâkimiyetini halen

korumaktadır. British petroleum (2021) raporuna göre, ilk sırada %31,2 petrol, ikinci sırada % 27,2 kömür ve üçüncü sırada %24,7 doğal gaz gelmektedir.

Doğal gaz, bitki ve hayvan atıklarının yeraltı sıcaklık ve basınca maruz kalmasıyla milyonlarca yıllık bir zaman süreci içinde fiziksel-kimyasal bozulmalar sonucu oluşmuş hidrokarbon kökenli enerji kaynağıdır. Hayvan ve bitki artıkları zamanla yeryüzü kabuğunun altına çökmekte ve giderek daha da derine gömülmektedir. Doğal süreçler sonucu göl ve okyanus dibine çökerek çamur ve kumla kaplanan doğal maddeler giderek kaya formunu almakta ve basınç, sıcaklık etkisiyle petrol, kömür ve doğal gaz gibi maddeler oluşmaktadır. Doğalgaz; gözenekli kayaçların boşluklarına sıkışmış olarak veya serbest halde bulunan renksiz, kokusuz ve hafif bir gazdır ve genellikle petrol sahalarında bulunmaktadır (Zumerchik 2001, 820). Az miktardaki ısı ve basınçta önce gaz oluşmakta; ısı ve sıcaklığın artmasıyla meydana gelen gaz kimyasal reaksiyonlarla petrol bileşenlerine dönüşmekte; daha fazla ısı ve basınç altında kalan bu hidrokarbon molekülleri parçalanarak tekrar doğal gazı meydana getirmektedir. Organik maddelerin kökeni incelendiğinde, okyanus kökenli mikroskobik canlıların petrol oluşumunu, kara kökenli bitkilerin ise daha çok doğal gaz oluşumunu sağladığı görülmüştür (Beşergil 2009, 137).

Rezervuardan çıkarıldığı haldeki doğal gaza ham doğal gaz denmektedir; çeşitli miktarlarda ağır hidrokarbonlar, su buharı, sülfür birleşikleri ve hidrokarbon olmayan gazlar içermektedir. Ham doğal gaz çoğunlukla olduğu gibi kullanılmamaktadır. Doğal gaz Metan (CH_4), Etan (C_2H_6), Propan (C_3H_8), Bütan (C_4H_{10}), Karbondioksit (CO_2) ve Azot (N_2) hidrokarbon bileşimlerinden oluşmakta ve yanıcı bir gaz karışımıdır. Doğal gazın ana bileşenini Metan gazı oluşturmaktadır (Beşergil 2009, 134, Yılmaz 2005, 5). Doğal gaz teknoloji kullanımıyla yer altı yataklarından çıkartılmakta ve içerdiği sıvı ve katıların ayrıştırılması için bazı kimyasal işlemlerden geçmektedir. Sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG: Liquified Natural Gas) ve sıkıştırılmış doğal gaz (CNG: Compressed Natural Gas) şeklinde iki türü vardır. LNG, doğal gazın çok yüksek soğukluk derecede yoğunlaşarak sıvı faza geçmesiyle oluşan kokusuz, renksiz, zehirli olmayan yakıt çeşididir. LNG, doğal gazını hacim olarak 600 kat küçülterek sıvı halinde saklayarak, boru hatları ile taşımacılığın sağlanamadığı ve altyapı yatırımlarındaki gecikmeler nedeniyle tankerlerle taşınmasını gerektirmektedir. Ancak LNG doğal gazı taşımacılığında gazın sıvı fazda kala bilmesi için özel soğutma sistemleri kullanılmaktadır. Bu işlem boru hatlarına göre daha maliyetlidir. CNG, sıvılaştırılmış olan doğal gazın yüksek basınç altında

sıkıştırılarak depolanmasına denilmektedir. CNG türü doğal gaz otomobil, otobüs gibi taşıt araçlarında yaygın kullanılmakta ve LNG gibi kokusuz renksiz, zehirli olmayan yakıt gazıdır (Bayraç 2018, 14-15).

Doğalgaz diğer fosil yakıtlar kömür ve petrole kıyasla çevre ve sağlık için daha az zararlı enerji kaynağıdır. Diğer fosil yakıtlara göre doğal gazın karbon monoksit ve karbondioksit gibi atmosfere zararlı gazlar yayılımı düşüktür, insan sağlığına daha az tehlike yaratmaktadır ve çevre üzerinde kirletici etkisi yok denecek kadar azdır. Doğalgaz enerji kaynağının en önemli dezavantajı ise saklanması, depolanması ve taşınması maliyetli olup kanıtlanmış rezervlerin çıkarılması için yüksek miktarda yatırımlara gereksinim duyulmaktadır. Ancak uzun yıllardır ana enerji kaynağı olarak kullanılan doğalgaz rezervlerin tükeniyor olması yenilenebilir enerji kaynak arayışını tetiklemektedir. 3000 yıl önce Çin’de tuz üretim sahalarında doğal gaz kullanımı başlamış ve 17.yüzyıldan itibaren Avrupa’da doğal gaz kullanımı yaygınlaşmıştır. Kömürü damlatarak doğal gaz üreten teknoloji ilk olarak İngiltere’de geliştirilmiş ve 1800’lü yıllarda Avrupa’nın pek çok ülkesinde sanayi ve konutların ısıtılmasında kullanılmıştır (Gültekin ve Örgün 1993, 37). Doğal gaz, sanayi hammaddesi olması yanında, temiz bir yakıt ve elektrik enerjisi kaynağı olarak da büyük bir önem kazanmıştır. Geliştirilen güvenli taşıma ve depolama yöntemleri doğal gazın evler, iş yerleri, sanayi, elektrik üretimi gibi alanlarda kullanımının gelişmesine ve hızla yayılmasına sebep olmuştur (Beşergil 2009, 134). Petro- kimya sanayisi geliştikçe, doğal gazın bir sanayi hammaddesi olarak kullanım alanları da zamanla gelişmektedir. 1930’lardan sonra hızla gelişen sentetik polimer ürünler endüstrisinde, ham petrol ya da selüloz, doğal gaz hammaddeleri büyük önem kazanmıştır. Üretilen sentetik polimer ürünleri plastik maddeler, sentetik kauçuk, PVC ve benzeri ürünlerdir (Doğanay ve Coşkun 2017, 182).

Doğalgaz tüketicilere boru hatlarıyla ve/veya tankerlerle taşınmakta ve enerji köprüsü konumunda olan, altyapı geçişlerine ev sahipliliği yapan ülkeler jeopolitik-jeostratejik açıdan önemli konumdadır. British Petroleum 2021 dünya enerji raporuna göre, 2020 yılı sonu kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin ülkelere göre dağılımı dikkate alındığında, Tablo 1.8’de yer alan verilere göre en fazla kaynağın %19,9 payla Rusya, sonrasında %17,1 payla İran ve üçüncü olarak da %13,1 payla Katar’da bulunduğu tespit edilmiştir.

Bu ülkelerden sonra en fazla kaynağa sahip ülke %7,2 payla Türkmenistan'dır daha sonra da %6,7 payla Amerika Birleşik Devletleri izlemektedir.

Tablo 1.8. Doğalgaz Rezervlerinin Ülke Bazında Dağılımı (2020)

	Ülke	2022	Toplamın %' si
1	Rusya Federasyonu	37.4	19,9%
2	İran	32.1	17,1%
3	Katar	24.7	13,1%
4	Türkmenistan	13.6	7,2%
5	Amerika Birleşik Devletleri	12.6	6,7%
6	Venezuela	6.3	3,3%
7	Çin Cumhuriyeti	8.4	4,5%
8	Suudi Arabistan	6	3,2%
9	Birleşik Arap Emirliği	5.9	3,2%
10	Nijerya	5.5	2,9%

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy 2021

Tablo 1.9'da ve Tablo 1.10'da 2010-2022 dönemine ait bölge bazında doğal gaz tüketim ve üretim verileri sunulmuştur. Söz konusu 10 yıllık dönemde Avrupa ülkelerinde doğal gaz tüketimi %1,3 kadar azalmış Kuzey Amerika %2,5, Bağımsız Devletler Topluluğunda %0,2, Orta Doğu ülkelerinde %3,2, Afrika ülkelerinde %3,5, Pasifik Asya ülkelerinde %3,2 kadar artmıştır. 2012-2022 döneminde doğal gaz üretimindeki artış %4,6 kadar en çok Kuzey Amerika ülkelerinde daha sonra Orta Doğu ülkelerinde %0,7 ve Bağımsız Devletler Topluluğunda %0,2 olarak gerçekleşmiştir. Güney ve Orta Amerika, Avrupa, Afrika ve Asya ülkelerinde doğal gaz üretimi söz konusu dönemde azalmıştır.

Tablo 1.9. Dünyada Doğal Gaz Tüketimi, exajoule (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	29.01	5.30	22.44	15.24	19.05	13.70	3.53	20.71	113.74
2011	29.86	5.48	20.91	14.02	19.70	14.35	3.82	22.33	116.46
2012	31.00	5.82	20.38	13.78	19.55	14.80	4.13	23.84	119.53
2013	32.05	6.02	19.97	13.50	19.26	15.24	4.21	24.71	121.47
2014	32.79	6.21	18.01	11.94	19.43	16.11	4.33	25.43	122.32
2015	33.65	6.40	18.33	12.48	19.02	17.26	4.78	25.80	125.24
2016	33.74	6.27	19.36	13.27	19.37	18.04	4.94	26.41	128.13
2017	33.69	6.34	20.14	13.89	19.84	18.42	5.22	27.82	131.48
2018	37.02	6.08	19.73	13.63	20.88	18.89	5.56	29.91	138.08
2019	38.21	5.86	19.99	14.13	20.62	19.36	5.59	30.98	140.61
2020	37.48	5.31	19.50	13.68	19.98	19.80	5.53	31.38	138.97
2021	37.80	6.04	20.63	14.29	22.21	20.23	6.06	33.43	146.41
2022	39.58	5.82	17.96	12.36	19.84	20.18	5.85	32.65	141.89
2022 yılı büyüme oranı (%)	4,7%	-3,7%	-13,0%	-13,5%	-10,6%	-0,3%	-3,5%	-2,3%	-3,1%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	2,5%	♦	-1,3%	-1,1%	0,2%	3,2%	3,5%	3,2%	1,7%
2022 yılındaki payı	27,9%	4,1%	12,7%	8,7%	14,0%	14,2%	4,1%	23,0%	100 %
Sıvı yakıtlara dönüştürülen doğal gaz hariçtir ancak kömür türevleri ve Gazdan Sıvıya dönüşümde tüketilen doğal gazı içerir. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.10. Dünyada Doğal Gaz Üretimi, milyon ton (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Asya Pasifik Ülkeleri	Dünya
2010	639.4	379.0	200.0	30.5	660.3	1209.2	486.9	403.3	3978.1
2011	661.1	381.8	182.5	29.2	662.7	1319.3	405.9	395.5	4008.8
2012	722.1	379.0	167.7	28.0	666.8	1342.1	442.3	400.5	4120.5
2013	786.2	379.6	159.0	27.4	675.2	1322.8	409.9	393.4	4126.1
2014	871.8	393.1	159.8	27.0	678.2	1334.8	390.8	394.4	4222.9
2015	911.0	410.7	166.7	26.1	683.8	1406.9	386.4	399.4	4364.8
2016	883.1	391.2	167.9	23.1	695.5	1495.0	360.7	383.5	4377.0
2017	920.5	373.7	165.1	22.7	701.5	1470.2	385.5	368.6	4384.9
2018	1029.8	341.9	163.4	21.9	714.7	1484.4	392.6	360.7	4487.6
2019	1109.6	323.9	159.5	20.2	719.1	1408.3	397.3	361.5	4479.2
2020	1060.4	305.9	167.9	19.2	660.2	1296.5	331.1	353.4	4175.5
2021	1078.3	304.6	160.5	18.0	676.4	1315.9	345.3	348.7	4229.8
2022	1131.1	326.5	147.6	16.7	682.6	1441.6	332.3	345.6	4407.2
2022 yılı büyüme oranı (%)	4,9%	7,2%	-8,1%	-7,1%	0,9%	9,5%	-3,8%	-0,9%	4,2%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	4,6%	-1,5%	-1,3%	-5,0%	0,2%	0,7%	-2,8%	-1,5%	0,7%
2022 yılındaki payı	25,7%	7,4%	3,3%	0,4%	15,5%	32,7%	7,5%	7,8%	100 %
Ham petrol, kaya petrolü, petrol kumları, kondensatlar (kara kondensatı veya daha fazla rafinasyon gerektiren gaz kondensatları) ve NGL'leri (doğal gaz sıvıları- doğal gaz üretiminden ayrılan etan, LPG ve nafta) içerir. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.11'de 2022 yılında en çok doğal gaz üretimi gerçekleştiren ilk on ülke yer almaktadır. 2022 verilerine göre dünyada doğal gaz üretiminde ilk sırada ABD yer almaktadır, daha sonra sırasıyla Suudi Arabistan, Rusya Federasyonu, Kanada, Irak, Çin Cumhuriyeti, Birleşik Arap Emirliği, İran, Brezilya ve Kuveyt ülkeleri takip etmektedir.

Tablo 1.11. En Büyük Doğal Gaz Üreticileri, milyon ton (2020)

	Ülke	2022	Toplamın %' si
1	Amerika Birleşik Devletleri	759.5	17,2%
2	Suudi Arabistan	573.1	13,0%
3	Rusya Federasyonu	548.5	12,4%
4	Kanada	274.0	6,2%
5	Irak	221.3	5,0%
6	Çin Cumhuriyeti	204.7	4,6%
7	Birleşik Arap Emirliği	181.1	4,1%
8	İran	176.5	4,0%
9	Brezilya	163.1	3,7%
10	Kuveyt	145.7	3,3%

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

1.2.2. Nükleer Enerji Kaynakları

Nükleer enerji, atom çekirdeğinden elde edilen bir enerjidir. Atom enerji (nükleer enerji veya çekirdek enerji), atomu oluşturan (nötron ve protonlar) çekirdek kısmının parçalanması, ya da bunların birleştirilmesi sonucu ortaya çıkan enerjiye denmektedir. Gelişen nükleer enerji teknolojileri sayesinde, atom reaktörleri veya nükleer santraller denilen tesislerde, atom çekirdeklerinin parçalanması (fission) veya birleştirilmesi (fusion) yöntemi ile nükleer enerji elde edilmektedir. Atom çekirdeğinin iki kütleyle ayrılması işlemlerine, yani atom çekirdeğinin bölünmesine fission (fizyon) denilmektedir ve çekirdeğin parçalanması esnasında büyük ölçüde enerji açığa çıkmaktadır. Fusion (füzyon) ise, yeni bir atom çekirdeği oluşturmak üzere, iki veya daha fazla atom çekirdeğinin birleştirilmesi işlemidir. Bu işlemler esnasında büyük miktarda enerji oluşmaktadır. Özetle, atom enerjisi veya nükleer enerji, atom çekirdeğinin parçalanması (fission), ya da birden fazla atom çekirdeğinin birleştirilmesi (fusion) yöntemleri ile elde edilen enerji türüdür (Doğanay ve Coşkun 2017, 263-264).

Nükleer santrallerin toprak kirliliği ve radyasyon gibi çevreye olumsuz etkilerinin petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtlarına göre nispeten daha az; yenilenebilir enerji kaynaklarına göre ise daha fazla olduğu söylenebilir. Fosil yakıt kullanımı sonucu ortaya çıkan sera gazı emisyonları çevre ve hava kirliliğine sebep olurken, nükleer santraller toprak kirliliği, radyasyon yayılması gibi olumsuz etkiler yaratmaktadır. Sonuç olarak,

nükleer enerji yan etkileri fosil yakıtlara göre nispeten daha az; yenilenebilir enerji kaynaklarına göre ise daha fazla olduğu görülmektedir (Lee, Lee ve Oh 2007, 399). Kyoto Protokolünün kabulüyle anlaşmaya dahil ülkelerin CO₂ emisyonu azaltma hedefleri doğrultusunda nükleer enerji kullanımı daha da önem kazanmıştır. Nükleer enerji neredeyse hiç CO₂ emisyonuna sebep olmayan enerji kaynaklarından biri olduğuna inanılmakta ve küresel ısınma ile mücadelede çözüm olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla artan fosil yakıt fiyatlarına ilişkin ciddi endişeler, enerji güvenliği ve sera gazı emisyonları enerji tartışmalarında nükleer enerji önemini ön saflara taşımıştır. Nükleer Enerji Ajansı raporuna göre, 2002 yılında OECD ülkelerinde nükleer enerji kullanımı sonucu CO₂ emisyonu üçte bir azalmış ve yıllık 1.200 milyon ton CO₂ emisyonunda azalma olmuştur (Wolde-Rufael ve Menyah 2010, 551).

Nükleer enerjinin hammadde kaynakları, uranyum ve toryum metalleridir. Uranyum ve toryum arasındaki temel fark, nükleer enerji üretimi için uranyum daha az teknolojik işleminden geçmektedir. Toryum ise, birtakım teknolojik işlemlerden sonra parçalanıp, uranium durumuna getirildikten sonra bu amaçla kullanılabilir. Dolayısıyla toryumdan nükleer enerji elde etmek daha zor ve pahalıdır (Doğanay ve Coşkun 2017, 267).

Nükleer enerji, 1896 yılında Fransız fizikçi Henri Becquerel tarafından tesadüfen karanlıkta yayılan X-Ray ışınlarının fark edilmesi ile keşfedilmiştir (Kaya 2012, 72). Nükleer enerji, 2. Dünya Savaşı esnasında Japonya'nın Hiroşima (6 Ağustos 1945) ve Nagazaki (9 Ağustos 1945) kentlerine atılan atom bombalarıyla gündeme oturmuş ve halk tarafından bilinir hale gelmiştir (Doğanay, Enerji Kaynakları, 1998, 464). Aslında nükleer enerji kullanımı 1930'lu yıllara dayanmasına karşılık deneysel anlamda ilk reaktör 1942 yılında Enrico Fermi tarafından Chicago Üniversitesi bahçesindeki tesiste gerçekleştirilmiştir. Nükleer enerji kaynaklarından ilk enerji üreten ülkeler 1955 yılı sonlarında ABD ve eski Sovyetler Birliği olmuştur. 1970'li yıllarda yaşanan petrol şokları ülkeleri enerjide kaynak çeşitliliğine sevk etmiş ve nükleer enerji yatırımlarının stratejik önemini gözler önüne sermiştir. Bu nedenle nükleer enerjinin dünya elektrik üretimindeki payı devamlı olarak artmıştır (Köksal ve Civan 2010, 120).

Nükleer enerji kullanım avantajları; potansiyel rezervleri yüksektir ve hammadde hacmine göre çok yüksek miktarda enerji sağlamaktadır. Enerji üretiminde çok az miktarda hammadde kullanılmaktadır ve hammadde maliyet fiyatları çok düşüktür. Nükleer santraller diğer santrallere göre daha az yer kaplamaktadır ve nükleer enerjide

yakıt 10 yıl depolanabilmektedir, bu da dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Ayrıca, nükleer enerji kullanımı sonucu fosil yakıt kullanımı azalacaktır, bu da çevre kirliliğinde azalmaya neden olacaktır. Nükleer santrallerde hem elektrik hem de ısı enerjisi eşzamanlı olarak üretilmektedir. Nükleer enerji teknolojisinin kullanımı ve bu alandaki yatırımlar ülkenin bilimsel ve teknolojik açıdan ilerlemesine katkıda bulunmaktadır. Son olarak, nükleer santrallerinin kurulumu ve işletilmesi iş imkanları yaratarak istihdamı arttırmaktadır (Suzan ve Polat 2012, 37-38).

Nükleer enerji kullanım dezavantajları; nükleer santrallerinin kurulum maliyetleri yüksektir ve enerji üretim tesislerinin yatırım maliyetlerinin çok yüksek olması nedeniyle devlet teşviki olmadan gerçekleşmesi son derece zordur (Andreev 2011, 8). Nükleer enerji santrallerinin önemli sorunlarından biri de nükleer atıklardır, enerji üretimi sonunda ortaya çıkan atıkların radyoaktif olmaktadır ve radyoaktif maddeler insan vücuduna çok zararlıdır. Kişilerin yüksek miktarda radyasyona maruz kalması deri kanserinden katarakta, akciğer ve göğüs kanserinden üreme sorunlarına kadar birçok hastalığa yol açabilmektedir. Uranyum madeni hacimce hafif olmasına karşılık, yer altından çıkarma esnasında çok fazla arazi işlenmekte ve çok fazla atık madde ortaya çıkmaktadır. Nükleer enerji santralleri, belirli coğrafi özelliklere sahip bölgelerde kurulmaktadır ve kurulacak bölgenin seçiminde bölgenin soğutma suyuna yakın olması dikkate alınmaktadır. Santraller soğutma suyuna yakın olan konumlarda kurulması gerektiğinden deniz ve göl kıyıları, haliçler, büyük akarsu kıyıları uygun coğrafi mekanlardır. Nükleer enerji santrallerinin en temel dezavantajı, yaşanabilecek bir kaza nedeniyle ortaya çıkabilecek muhtemel felaketlerdir. Nükleer santrallerde kaza riskleri yüksektir ve doğal afetler söz konusu olduğunda risk daha da artmaktadır. Deprem, heyelanlar, çığ düşmeleri gibi doğal afetler santrallerin kurulumuna başlamadan önce dikkate alınması gerekmektedir. Dolayısıyla, nükleer santrallerin deprem bölgesi, zemin sivilaşması, zemin çökmesi, yüzey faylanması, artçı şoklar ve tsunami gibi etmenlerin var olduğu yerlerde kurulmaması gerekmektedir. Nükleer güç insanlık için çok büyük tehlikedir. Atom, hidrojen, nitrojen bombaları, nükleer güç ile üretilen ve insanlığın geleceğini tehlikeye sokma ihtimali bulunan faaliyetlerdir (Kocaman 2017, 104, Önder ve Gündüz 2019, 24).

Tablo 1.12’de yıllara göre nükleer enerji üretimi bölgeler bazında verilmiştir. Dünya geneline baktığımızda 2010 yılında dünya bazında toplam nükleer enerji üretimi 2768 terawatt/saat, 2020 yılında 2689 terawatt/saat, 2022 yılında ise 2679 terawatt/saat olarak

belirtilmiştir. Genel olarak dünya genelinde nükleer enerji üretiminde çok büyük artış gözlemlenmemiş aksine azalma olduğu görülmektedir. Nükleer enerji üretimi bölge bazında incelendiğinde ise en büyük üretici Kuzey Amerika bölgesidir. İkinci büyük üretici Avrupa bölgesi daha sonra Pasifik Asya bölgesi takip etmektedir. Avrupa dışındaki diğer bölgeler nükleer enerji üretimlerini arttırırken Avrupa bölgesinde son 10 yılda giderek azalan bir nükleer enerji üretimi gözlemlenmektedir.

Tablo 1.12. Dünyada Nükleer Enerji Üretimi, terawatt-saat (2010-2022)

Ülke	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Kuzey Amerika	945.3	951.8	959.4	958.8	963.1	963.7	940.1	924.6	909.6
Güney & Orta Amerika	21.7	21.8	24.1	21.8	22.5	24.6	24.1	24.9	22.0
Avrupa	1031.8	968.0	941.9	935.9	935.8	929.7	833.0	882.3	741.5
Bağımsız Devletler Topluluğu	172.9	198.3	199.0	205.8	206.7	211.2	219.0	230.2	231.2
Orta Doğu		3.5	6.5	7.0	6.9	6.4	8.0	14.1	26.7
Afrika	13.5	12.2	15.0	14.2	11.6	13.3	9.9	12.4	10.1
Pasifik Asya	582.9	419.7	467.7	493.6	553.6	646.9	655.0	714.1	737.9
Dünya	2768.3	2575.3	2613.7	2637.0	2700.2	2795.8	2689.0	2802.5	2679.0
OECD	2302.1	1974.5	1973.0	1959.6	1969.7	1994.1	1872.0	1912.2	1789.3
OECD dışı ülkeler	466.2	600.9	640.7	677.4	730.5	801.6	817.0	890.4	889.7
Avrupa Birliği*	854.0	786.8	767.9	759.5	761.9	765.3	683.5	731.7	608.6
*1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Hırvatistan ve Slovenya dahil değildir.									

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy

Tablo 1.13'te 2022 yılında en çok nükleer enerji üretimi gerçekleştiren ilk beş ülke yer almaktadır. Nükleer enerjiden en çok elektrik üretimi gerçekleştiren ülke Amerika Birleşik Devletleridir, ikinci sırada Fransa, üçüncü sırada Çin Halk Cumhuriyeti, dördüncü sırada Rusya Federasyonu ve beşinci sırada ise Güney Kore yer almaktadır.

Tablo 1.13. En Büyük Nükleer Enerji Üreticileri (2022)

	Ülke	Üretim (BkWh)	Ulusal Bazda Nükleer Enerjiden Elektrik Üretim Payı (%)	Dünya Bazında Nükleer Enerjiden Elektrik Üretim Payı (%)
1	Amerika Birleşik Devletleri	789.88	19,5	29,9
2	Fransa	379.5	68,5	14,4
3	Çin Halk Cumhuriyeti	366.3	4,8	13,9
4	Rusya Federasyonu	215.75	21	8,2
5	Güney Kore	152.33	27,7	5,9

Kaynak: EIA 2022**Tablo 1.14. Yıllara Göre Nükleer Enerji Üretimi, terawatt-saat (2010-2022)**

	ABD	Fransa	Almanya	İspanya	Ukrayna	Rusya	Çin	Hindistan	G. Kore
2000	794	415.2	169.6	62.2	77.3	130.7	16.7	15.8	109
2001	809	421.1	171.3	63.7	76.2	136.9	17.5	18.9	112.1
2002	821	436.8	164.8	63	78	141.6	25.1	19.4	119.1
2003	804	441.1	165.1	61.9	81.4	150.3	43.3	18.1	129.7
2004	830	448.2	167.1	63.6	87	144.7	50.5	21.3	130.7
2005	823	451.5	163	57.5	88.8	149.4	53.1	17.7	146.8
2006	829	450.2	167.4	60.1	90.2	156.4	54.8	17.6	148.7
2007	849	439.7	140.5	55.1	92.5	160.1	62.1	17.8	142.9
2008	849	439.4	148.8	59	89.8	163.1	68.4	15.2	151
2009	841	409.7	134.9	52.8	82.9	163.6	70.1	16.8	147.8
2010	849	428.5	140.6	61.6	89.2	170.4	74.7	23.1	148.6
2011	832	442.4	108	57.7	90.2	172.9	87.2	32.2	154.7
2012	810	425.4	99.5	61.5	90.1	177.5	98.3	33.1	150.3
2013	831	423.7	97.3	56.7	83.2	172.5	111.5	33.3	138.8
2014	839	436.5	97.1	57.3	88.4	180.8	133.2	34.7	156.4
2015	839	437.4	91.8	57.3	87.6	195.5	171.4	38.3	164.8
2016	848	403.2	84.6	58.6	81	196.6	213.2	37.9	162
2017	847	398.4	76.3	58.1	85.6	203.1	248.1	37.4	148.4
2018	850	412.9	76	55.8	84.4	204.6	295	39.1	133.5
2019	852	399	75.1	58.3	83	209	348.7	45.2	145.9
2020	832	353.8	64.4	58.2	76.2	215.9	366.2	44.6	160.2

Kaynak: BP 2022

Tablo 1.14'te yüksek seviyede nükleer enerji üretim yapan ülkelerin 2000-2020 yılları arası nükleer enerji üretim verileri verilmiştir. Nükleer enerjinin dünya genelinde gelişimini incelediğimizde ABD, Rusya, Çin Halk Cumhuriyeti ve Güney Kore ülkeleri yıllar itibariyle nükleer enerji üretimlerini arttırırken, aksine Avrupa ülkelerinden Fransa, Almanya ve İspanya ülkeleri yıllar itibariyle üretimlerini azalttıkları görülmektedir.

Tablo 1.15'te yer alan verilere göre, 2012-2022 döneminde nükleer enerji tüketimi Orta Doğu ülkelerinde %33,1, Pasifik Asya ülkelerinde %7,4 ve Bağımsız Devletler Topluluğunda % 2,0 artmıştır.

Tablo 1.15. Dünyada Nükleer Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler *	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	9.06	0.21	9.89	8.19	1.66	♦	0.13	5.59	26.54
2011	8.91	0.21	9.76	7.98	1.67	♦	0.12	4.60	25.28
2012	8.65	0.21	9.45	7.69	1.70	0.01	0.12	3.25	23.40
2013	8.90	0.20	9.29	7.59	1.65	0.04	0.13	3.24	23.45
2014	8.94	0.20	9.29	7.60	1.71	0.04	0.13	3.48	23.78
2015	8.85	0.20	9.01	7.32	1.84	0.03	0.11	3.90	23.96
2016	8.87	0.22	8.71	7.10	1.84	0.06	0.14	4.33	24.17
2017	8.81	0.20	8.60	6.98	1.89	0.06	0.13	4.54	24.24
2018	8.80	0.21	8.55	6.96	1.89	0.06	0.11	5.06	24.68
2019	8.78	0.22	8.47	6.97	1.92	0.06	0.12	5.89	25.46
2020	8.53	0.22	7.56	6.20	1.99	0.07	0.09	5.94	24.40
2021	8.36	0.22	7.98	6.61	2.08	0.13	0.11	6.46	25.33
2022	8.19	0.20	6.68	5.48	2.08	0.24	0.09	6.65	24.13
2022 yılı büyüme oranı (%)	-1,976%	-11,8%	-16,3%	-17,1%	0,1%	88,7%	-18,5%	2,9%	-4,8%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	-0,5%	-0,7%	-3,4%	-3,3%	2,0%	33,1%	-3,0%	7,4%	0,3%
2022 yılındaki payı	34,0%	0,8%	27,7%	22,7%	8,6%	1,0%	0,4%	27,5%	100 %
Brüt üretim baz alınmıştır ve sınır ötesi elektrik arzı hesaba katılmamıştır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

1.2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji dünya çapında hızla büyüyen bir enerji kaynağı haline gelmiştir. “Yenilenebilir enerji” terimi, güneş ışığı, rüzgâr, akan su, yerkürenin iç ısı, tarımsal endüstriyel ve kentsel atık, bitki biyokütlesi gibi geniş bir kaynak yelpazesinden elde edilen ve kendini yenileyen enerjidir. Yenilenebilir enerjinin birincil kaynakları hidroelektrik, rüzgâr, güneş, biyokütle ve jeotermaldir. Jeotermal buharı ısıtma ve pişirme için, biyokütle ve güneş enerjisi suyu ve alanı ısıtmak için, etanol ve biyodizel ise taşımacılıkta kullanılmaktadır. Hidroelektrik dünya çapında en büyük yenilenebilir enerji kaynağıdır ve hidroelektrikten sonra rüzgâr enerji kaynağı ikinci sırada gelmekte ve hızla gelişmektedir (Center for Climate and Energy Solution 2022). Çalışmada günümüzde en çok kullanılan yenilenebilir enerji türlerinden güneş enerjisi, hidrolik enerji, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerjisi ve biokütle enerjileri ile ilgili sırasıyla daha detaylı bilgiler verilecektir.

Güneş Enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi temiz, kaynak açısından bol ve sürdürülebilir enerji kaynağıdır. Dolayısıyla güneş enerjisinden enerji üretiminde kullanılan teknolojilerin gelişimi ve yatırımı artan enerji talebini karşılamada önemli etkindir. Dünya, güneş ve çevresindeki gezegenlerden oluşan güneş sistemi içerisinde yer almaktadır. Güneş dünya için temel bir enerji kaynağıdır. Dünya kendi ve güneş çevresinde dönmektedir. Dünyanın kendi çevresinde dönmesi sonucu gece ve gündüz ayrımı oluşurken, güneş çevresinde dönmesi nedeniyle mevsimsel farklar ortaya çıkmaktadır (Öztürk 2008, 24). Dolayısıyla güneş enerjisi ile dünyamız aydınlanmakta, mevsimsel döngüler sağlanmakta ve en önemlisi fotosentez sayesinde canlı organizmalar yaşamını sürdürmektedir. Yoğun sıcak gazlar içeren güneş yeryüzünden yaklaşık olarak 150 milyon km uzaklıkta ve 1.39×10^9 m çapındadır. Dünyaya bir günde gelen güneş enerjisi toplam güneş enerjisinin milyarda biri kadardır ve bu 130 trilyon ton kömüre eşdeğerdir. Güneşten dünyaya gelen yıllık toplam enerji 1.5 katrilyon ($1,5 \times 10^{15}$) MW/h’tir, bu miktar ise dünyada insanların bir yılda tükettiği enerjinin tam 28.000 katına eşdeğerdir (Acaroğlu 2013, 39-42).

Güneşin çekirdeğinde bulunan hidrojen gazları kaynaşarak helyum çekirdekleri oluşmakta ve kimyasal reaksiyon sonucu ortaya güneş enerjisi çıkmaktadır (Koç ve Kaya, Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu 2015, 41). Güneş ışınları güneş kolektörleri, güneş santralleri ve güneş pilleri (fotovoltaik piller) kullanılarak teknoloji

vasıtasıyla enerjiye dönüştürülmektedir. Yeryüzüne ulaşan güneş enerjisi doğal ve yapay dönüşümlerle kullanılmaktadır. Güneş enerjisinin doğal dönüşümlerinden biri suyun buharlaşmasına neden olması ve bu buharlaşma dünyadaki su döngüsünü sağlamaktadır. İnsanoğlunun herhangi bir müdahalesi olmaksızın gelişen diğer bir doğal dönüşüm ise fotosentez olayıdır. Bitkiler güneş enerjisini kullanarak fotosentez yaparlar ve fotosentez canlılar için yaşam demektir. Basınç farklılıklarından kaynaklanan güneş enerjisinin diğer bir türevi de rüzgâr ve deniz dalgalarıdır (Öztürk 2008, 51).

Güneş ışınları ısı ve elektrik üretim amaçlı kullanılmaktadır. Öncelikle ısı amaçlı kullanımda güneş ışınlarından ısı enerjisi elde edilmektedir. Bu bağlamda düşük sıcaklıktaki uygulamalarda yapıların ısınması, konut, sanayi ve tarımda çeşitli ısı gereksinimlerini karşılanması amaçlı kullanılırken, yüksek sıcaklıktaki uygulamalarda buhar üretimi, maden eritmek için kullanılmaktadır (Taşova 2018, 11, Öztürk, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı 2008, 53).

Güneş ışınından ısı amaçlı kullanımında düzlem toplaç, vakum borulu güneş toplayıcı ve ısı borulu güneş toplayıcı aygıtlarından yararlanılmaktadır. Düzlem toplaç cihazları güneş enerjisini toplayan ve bir akışkana ısı olarak aktaran çeşitli aygıtlardır. Düzlem toplaçlar, genellikle konutlarda sıcak su ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Ulaştıkları sıcaklık 70⁰ civarındadır. Düzlem toplaç sistemleri konutların yanında, yüzme havuz sularının ısıtılmasında kullanılmaktadır. Vakum borulu toplaçlar ise daha yüksek sıcaklık sağlayan ve güneşi izlemesi gerekmeyen güneş ışın toplayıcı aygıtlardır. Bu aygıtlarla daha yüksek dereceli sıcaklık üretimi sağlanmaktadır ve düzlem toplaçlardan daha geniş kullanım alanına sahiptir. Vakum borulu toplaçlar ile yaz ve kış aylarında güneş ışınından faydalanmak olanaklıdır çünkü bu aygıtlar güneş enerjisini depolama özelliğine sahiptir. Isı borulu güneş toplayıcıları ise daha gelişmiş teknolojik güneş ışınından ısı üretimi için kullanılan aygıtlardır (Öztürk, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı 2008, 53-59). Güneş ışınlarından elektrik üretiminde fotovoltaik (PV) sistemler kullanılmaktadır (Rüstemli, ve diğerleri 2013, 147). Yunancada photo ışık anlamına gelmektedir, voltaic ise elektrik akımını geliştiren makinayı tasarlayan Alessandra Volt bilim adamından esinlenerek gerilim anlamında kullanılmaktadır (Öztürk, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı 2008, 98) ve bu sistem aynı zamanda fotovoltaik piller veya güneş pilleri olarak da adlandırılmaktadır, bu cihazlar güneş panelleri yüzeyine gelen güneş ışığının taşıdığı enerjiyi doğrudan elektriğe dönüştürmektedir.

Güneş enerjisinden elektrik üretiminin avantajları; güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için herhangi bir yakıt kullanımı gerekmemektedir. Dolayısıyla hava ve çevre kirliliğine neden olmayan temiz bir enerji kaynağıdır ve hammadde olarak doğal güneş ışını kullanılmaktadır. Güneş bol ve tükenmeyen bir doğal kaynak olması sebebiyle hammadde açısından ekonomik dışa bağımlılık yoktur.

Güneş enerjisinden elektrik üretiminin dezavantajları; Güneş Enerji Santralleri (GES) kurulumu arazi alanlarını kaplamaktadır ve tarıma elverişli arazinin alanını azaltmaktadır. Elektrik üretiminde kullanılan güneş kuleleri kuşlar için bir risk oluşturmaktadır. Güneş ışığı sürekli olmadığından depolanması gerekmektedir ve güneş ışığını enerjiye dönüştürmede kullanılan sistem yatırım maliyetleri yüksektir (Yaman, Yakın ve Behçet 2019, 245, İşler ve Salihmuhsin 2019, 98).

Tablo 1.16. En Büyük Güneş Enerji Üreticileri, terawatt- saat (2022)

	Ülke	2022	Toplamın %' si
1	Çin Cumhuriyeti	427.7	32,3%
2	Amerika Birleşik Devletleri	206.2	15,6%
3	Japonya	102.4	7,7%
4	Hindistan	95.2	7,2%
5	Almanya	60.8	4,6%
6	Avustralya	38.8	2,9%
7	İspanya	33.8	2,6%
8	Brezilya	30.1	2,3%
9	Güney Kore	27.0	2,0%
10	Vietnam	26.4	2,0%

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.16’da 2022 yılında en çok güneş üretimi gerçekleştiren ilk 10 ülke yer almaktadır. Güneş enerjiden en çok elektrik üretimi gerçekleştiren ülke Çin Cumhuriyeti, ikinci sırada Amerika Birleşik Devletleridir, üçüncü sırada Japonya, dördüncü Hindistan ve beşinci sırada Almanya, daha sonra sırasıyla Avustralya, İspanya, Brezilya, Güney Kore ve Vietnam yer almaktadır.

Tablo 1.17. Dünyada Güneş Enerji Üretimi, terawatt- saat (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	3.3	0.1	23.5	23.3	♦	0.1	0.2	6.7	33.9
2011	5.4	0.1	47.2	46.7	♦	0.2	0.6	12.2	65.6
2012	10.0	0.3	72.2	70.2	♦	0.4	1.0	17.6	101.5
2013	17.6	0.5	86.5	83.4	♦	0.7	0.8	32.4	138.6
2014	31.6	1.1	98.2	92.8	0.2	1.3	1.9	63.0	197.3
2015	42.5	2.9	109.1	99.7	0.4	1.8	3.6	95.6	256.0
2016	59.7	4.9	113.3	100.0	0.6	2.8	5.3	141.7	328.4
2017	82.8	7.6	123.6	106.7	0.8	3.9	7.0	219.8	445.5
2018	101.3	12.8	137.1	113.4	1.0	5.9	8.4	309.4	575.8
2019	122.0	18.8	151.2	124.1	1.7	10.0	11.1	390.4	705.2
2020	152.2	25.5	176.5	144.4	3.4	14.6	15.3	466.9	854.4
2021	191.4	36.6	198.7	163.1	4.4	19.2	17.9	591.0	1059.3
2022	231.5	54.8	246.4	207.2	4.9	23.7	18.2	743.2	1322.6
2022 yılı büyüme oranı (%)	20,9%	49,8%	24,0%	27,1%	11,1%	23,2%	1,5%	25,7%	24,9%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	36,9%	66,3%	13,1%	11,4%	94,4%	49,3%	33,7%	45,4%	29,3%
2022 yılındaki payı	17,5%	4,1%	18,6%	15,7%	0,4%	1,8%	1,4%	56,2%	100 %
Brüt üretime dayanmaktadır ve sınır ötesi elektrik arzını hesaba katmamaktadır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.17’de verilen 2022 güneş enerji üretim verilerine göre, dünyada güneş enerjisi elektrik üretiminde ilk sırada Pasifik Asya coğrafyasındaki ülkeler yer almaktadır ve toplam üretimin %56,9’unu gerçekleştirmektedirler. İkinci sırada Avrupa ülkeleri yer almaktadır ve toplam üretimin %18,6’sını gerçekleştirmektedir, üçüncü sırada ise Kuzey Amerika ülkeleri yer almaktadır ve toplam üretimin %17,5’ni gerçekleştirmektedir.

Tablo 1.18’de yer alan 2022 güneş enerji tüketim verilerine göre, dünyada güneş enerjisi elektrik tüketiminde ilk sırada Pasifik Asya coğrafyasındaki ülkeler toplam tüketimin %56,9’unu, ikinci sırada Avrupa ülkeleri toplam tüketimin %18,6’sını, üçüncü sırada ise Kuzey Amerika ülkeleri ve Güney, Orta Amerika ülkeleri toplam tüketimin %17,5’ini gerçekleştirmektedir.

Tablo 1.18. Dünyada Güneş Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	0.03	0.03	0.23	0.23	♦	♦	♦	0.07	0.34
2011	0.05	0.05	0.47	0.46	♦	♦	0.01	0.12	0.65
2012	0.10	0.10	0.71	0.69	♦	♦	0.01	0.17	1.00
2013	0.17	0.17	0.85	0.82	♦	0.01	0.01	0.32	1.36
2014	0.31	0.31	0.96	0.91	♦	0.01	0.02	0.61	1.92
2015	0.41	0.41	1.06	0.97	♦	0.02	0.04	0.93	2.48
2016	0.58	0.58	1.09	0.96	0.01	0.03	0.05	1.37	3.17
2017	0.79	0.79	1.18	1.02	0.01	0.04	0.07	2.11	4.27
2018	0.97	0.97	1.31	1.08	0.01	0.06	0.08	2.95	5.48
2019	1.16	1.16	1.43	1.18	0.02	0.10	0.11	3.70	6.69
2020	1.44	1.44	1.67	1.37	0.03	0.14	0.14	4.41	8.08
2021	1.80	1.80	1.87	1.54	0.04	0.18	0.17	5.57	9.98
2022	2.17	2.17	2.31	1.95	0.05	0.22	0.17	6.98	12.41
2022 yılı büyüme oranı (%)	20,5%	20,5%	23,6%	26,6%	10,7%	22,7%	1,2%	25,3%	24,4%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	36,2%	36,2%	12,5%	10,9%	93,4%	48,5%	33,1%	44,7%	28,6%
2022 yılındaki payı	17,5%	17,5%	18,6%	15,7%	0,4%	1,8%	1,4%	56,2%	100 %
Brüt üretim baz alınmıştır ve sınır ötesi elektrik arzı hesaba katılmamıştır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Hidroelektrik Enerji

Hidrolik enerjinin kaynağı sudur. Su gücünden elde edilen enerji hidroelektrik enerji olarak tanımlanmaktadır. Suyun gücünden elektrik enerjisi üretebilmek için kullanılan mekanizma Hidroelektrik Santraldir (HES). Hidroelektrik Santraller (HES), belli bir hızda akan suyun gücünü elektrik enerjisine dönüştürürler (Yaman, Yakın ve Behçet 2019, 247). Nehirler üzerine barajlar inşa edilerek suyun rezervuarda biriktirilmesi sağlanmakta ve biriken suyun potansiyelinden yararlanılarak elektrik enerjisi

üretilmektedir (Koç ve Kaya, Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu 2015, 40, Sharma ve Singh 2013, 210-213).

Hidroelektrik enerji üretimi iki şekilde gerçekleştirilmektedir:

1. Baraj tipi

2. Akarsu tipi

Baraj, sudan elektrik üretimi için vadilerin kapatılmasıyla 15 metreden yüksek olarak inşa edilen ve su depolamak için yapılan yapılardır. Baraj tipi santrallerde genellikle yüksek kapasite su rezervuarları bulunmaktadır. Barajda biriktirilen su, kapakların açılmasıyla belli bir yükseklikten bırakılarak türbinlere aktarılır ve mekanik bir enerji oluşturulur ve jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülür (Kocaman 2017, 129, Yaman, Yakın ve Behçet 2019, 247). Rezervuarlı veya depolamalı hidroelektrik santraller, barajlı santraller olarak da isimlendirilmektedir (Sikiru, ve diğerleri 2017, 5-12, Jawahar ve Michael 2017, 882-887).

Akarsu tipi santrallerde suyun depolanması söz konusu değildir, baraj veya depolama olmaksızın akan su bir kanal ya da tünel yardımıyla hız kazandırılarak türbinlere aktarılır. Türbin üzerine düşürülen su jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Akarsu tipi HES'ler, genelde küçük ölçekli enerji üretim santralleridir. Özellikle kırsal ve konum olarak dağlık, engebeli bölgelerde akarsu tipi hidroelektrik santraller kullanılarak enerji üretimi sağlamaktadır. Küçük HES'lerde ise baraj inşa etmek gibi bir durum söz konusu olmadığından büyük HES'lere nazaran daha düşük maliyet ve inşaat zamanı avantajı bulunmaktadır. Ayrıca bu santrallerde suyu depolama durumu olmadığından etkin kullanım ve kurulumu sağlanabilirse çevreye etkisi yok denecek kadar düşüktür (Dalcı, Çelik ve Arslan 2012, 130-135, Zeb, ve diğerleri 2019, 1). Ülkelerin bulunduğu coğrafi konumu hidroelektrik enerji üretimi için önemli etkene sahiptir. Ülke sınırlarında sulak bölgelerin bolluğu, çevresinin deniz ve okyanus gibi su rezervleriyle donatılmış olması enerji üretim potansiyelini arttırmaktadır (Karagöl ve Kavaz 2017, 13).

Tablo 1.19'da 2010-2022 dönemine ait bölge bazında hidroelektrik üretim verileri yer almaktadır. 2022 yılı verilerine göre, dünyada en büyük hidroelektrik üretiminin %44,1'i Pasifik Asya ülkeleri tarafından, % 17,2'si Güney ve Orta Amerika ülkeleri tarafından, %16'sı Kuzey Amerika ülkeleri tarafından gerçekleştirilmektedir. %13,1'i ise Avrupa ülkeleri tarafından gerçekleştirilmektedir.

Tablo 1.19. Dünyada Hidroelektrik Üretimi, terawatt- saat (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	645.8	694.0	650.8	373.9	216.8	17.4	107.7	1097.6	3430.1
2011	728.1	735.4	569.7	307.2	212.7	18.3	110.7	1117.8	3492.7
2012	686.2	722.5	625.6	330.7	213.0	21.4	111.2	1261.9	3641.8
2013	686.4	699.8	661.7	366.7	229.4	23.5	117.5	1369.9	3788.1
2014	677.1	679.2	644.0	368.8	221.1	19.9	124.2	1523.4	3889.0
2015	659.5	663.2	637.4	335.0	215.4	16.8	120.3	1566.8	3879.5
2016	679.9	679.4	653.5	344.8	235.9	20.2	116.8	1628.7	4014.4
2017	723.2	701.2	586.7	293.3	240.3	20.6	125.3	1673.8	4071.2
2018	707.9	717.3	646.5	342.7	244.3	12.8	133.8	1727.2	4189.8
2019	690.8	705.5	628.3	317.2	248.5	40.6	138.4	1791.2	4243.3
2020	696.3	696.9	661.0	345.9	263.2	29.2	147.9	1864.6	4359.0
2021	666.6	668.7	654.5	347.3	265.0	19.9	152.4	1861.7	4288.8
2022	692.7	746.2	566.9	276.9	247.8	12.4	156.7	1911.5	4334.2
2022 yılı büyüme oranı (%)	3,9%	11,6%	-13,4%	-20,3%	-6,5%	-37,6%	2,9%	2,7%	1,1%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	0,1%	0,3%	-1,0%	-1,8%	1,5%	-5,3%	3,5%	4,2%	1,8%
2022 yılındaki payı	16,0%	17,2%	13,1%	6,4%	5,7%	0,3%	3,6%	44,1%	100 %
Brüt birincil hidroelektrik üretimine dayanmaktadır ve sınır ötesi elektrik arzını hesaba katmamaktadır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.20'de 2022 yılında en çok hidroelektrik üretimi gerçekleştiren ilk 10 ülke yer almaktadır. Hidroelektrik üretiminde ilk sırada Çin Cumhuriyeti (%30,1), ikinci sırada Brezilya (%9,9), üçüncü sırada Kanada (%9,2), dördüncü sırada Amerika Birleşik Devletleri (%6,0), beşinci sırada Rusya (%4,6) daha sonra sırasıyla Hindistan (%4,0), Norveç (%2,9), Vietnam (%2,2), İsveç (%1,6) ve Türkiye (%1,6) yer almaktadır.

Tablo 1.20. En Büyük Hidroelektrik Üreticileri, terawat- saat (2022)

Üreticiler	2022	Toplam üretimin %
Çin	1303.1	30,1%
Brezilya	427.1	9,9%
Kanada	398.4	9,2%
ABD	258.6	6,0%
Rusya	197.7	4,6%
Hindistan	174.9	4,0%
Norveç	127.6	2,9%
Vietnam	96.0	2,2%
İsveç	69.8	1,6%
Türkiye	67.2	1,6%

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Hidroelektrik üretimi coğrafik dağılımına baktığımızda, Tablo 1.21’de 2012-2022 döneminde Afrika ülkelerinde %3,0 ve Pasifik Asya ülkelerinde %3,7, Bağımsız Devletler Topluluğunda %1 kadar artış gerçekleşmiş, öte yandan diğer Kuzey, Güney ve Orta Amerika ülkelerinde hidroelektrik üretimi söz konusu dönemde azalmıştır. Aynı şekilde Avrupa ülkeleri ve Orta Doğu ülkelerinde de azalma gözlemlenmektedir.

Hidroelektrik enerjisi kullanım avantajları; bunlardan birincisi, kaynak açısından güvenilir ve etkindir. İkincisi, elektrik üretimi için hammadde olarak suyu kullanmakta ancak enerji üretirken su tüketimi gerektirmemektedir. Üçüncüsü, enerji üretiminde kullanılan suyun içme ve sulama amaçlı kullanılabilmesidir. Dördüncüsü, diğer yenilenebilir enerji üretimlerine kıyasla daha az sermaye yoğun bir yatırım gerektirmektedir. Beşincisi, hidroelektrik üretim tesisatların inşası doğrudan ve dolaylı istihdam fırsatları yaratmaktadır. Altıncısı, CO₂ emisyonuna sebep olmadan enerji üretimi olanağı sağlamaktadır (Ummalla ve Samal 2018). Ayrıca su depolamalı baraj tipi hidroelektrik santraller su taşkınlarını önlemektedir, tarımsal sulama işlerini kolaylaştırmaktadır ve balıkçılık sektörünün gelişmesine katkı sağlamaktadır (Oral, Behçet ve Aykut 2017, 30).

Tablo 1.21. Dünyada Hidroelektrik Üretimi, exajoul (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	6.45	6.93	6.50	3.74	2.17	0.17	1.08	10.97	34.27
2011	7.23	7.30	5.66	3.05	2.11	0.18	1.10	11.10	34.69
2012	6.77	7.13	6.18	3.26	2.10	0.21	1.10	12.46	35.95
2013	6.73	6.87	6.49	3.60	2.25	0.23	1.15	13.44	37.17
2014	6.60	6.62	6.28	3.60	2.16	0.19	1.21	14.86	37.93
2015	6.39	6.43	6.18	3.25	2.09	0.16	1.17	15.19	37.61
2016	6.55	6.55	6.30	3.32	2.27	0.19	1.13	15.70	38.69
2017	6.93	6.72	5.62	2.81	2.30	0.20	1.20	16.04	39.00
2018	6.74	6.83	6.16	3.26	2.33	0.12	1.27	16.45	39.91
2019	6.56	6.70	5.96	3.01	2.36	0.39	1.31	17.00	40.27
2020	6.58	6.59	6.25	3.27	2.49	0.28	1.40	17.63	41.21
2021	6.28	6.30	6.17	3.27	2.50	0.19	1.44	17.54	40.40
2022	6.5	7.0	5.3	2.60	2.3	0.1	1.47	17.94	40.68
2022 yılı büyüme oranı (%)	3,5%	11,2%	-13,7%	-20,6%	-6,8%	-37,9%	2,5%	2,3%	0,7%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	-0,4%	-0,2%	-1,5%	-2,3%	1,0%	-5,8%	3,0%	3,7%	1,2%
2022 yılındaki payı	16,0%	17,2%	13,1%	6,4%	5,7%	0,3%	3,6%	44,1%	100 %
Brüt üretim baz alınmıştır ve sınır ötesi elektrik arzı hesaba katılmamıştır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Hidroelektrik enerjisi kullanımının dezavantajları ise su depolamalı, büyük ölçekli HES'lerin kurulum maliyeti çok yüksektir ve inşaat süresi uzun zaman dilimini almaktadır. Yağışların az olması durumunda depodaki suyun azalması sonucu olumsuz etkilenmekte ve elektrik üretimi azalmaktadır. Çevresel açıdan değerlendirildiğinde ise yerleşim alanları, büyük tarım alanları sular altında bırakılmaktadır. Ayrıca akarsuların doğal akışını değiştirdiğinden ötürü suda yaşayan birçok organizmaların yaşamını olumsuz etkilemektedir. Buna ek olarak barajlarda birikmiş sularda parazitler

oluşabilmekte ve sulama vasıtasıyla toprağa geçerek sulama kaynaklı hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır (Yaman, Yakın ve Behçet 2019, 247).

Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, sonsuz potansiyele sahip olduğundan pek çok ülkenin dikkatini çekmektedir ve dünyada rüzgâr enerjisi kullanımı her geçen gün artmaktadır. Ayrıca rüzgârdan enerji üretimi atmosfere zararlı CO₂ ve nitrojen gazları salınımına neden olmaz ve dolayısıyla hava kirliliği kaynaklı sağlık problemleri söz konusu değildir.

Rüzgâr, atmosferdeki havanın doğal hareketidir. “Rüzgâr enerjisi hareket halindeki havanın oluşturduğu enerjiyi ifade etmektedir. Rüzgâr akım hızının şiddeti fırtına, hortum ve su dalgalarının meydana gelmesine sebep olmaktadır”. Güneş enerjisinin yaklaşık %2’si rüzgâr enerjisine, önemli bir bölümü de bitkiler tarafından biyokütle enerjisine dönüştürülmektedir. Yerkürede ortaya çıkan sıcaklık ve buna bağlı olarak basınç farklılıkları, havanın hareketine yani rüzgârın oluşmasına neden olmaktadır (Öztürk, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı 2008, 157, Acaroğlu 2013, 231). Rüzgâr gücünden elektrik üretimi için rüzgâr türbinleri ve rüzgâr santralleri kullanılmaktadır (Koç ve Şenel 2015). Rüzgâr gücünden enerji üretimi rüzgârın esme hızına göre değişiklik göstermektedir. Rüzgâr gücünden ne kadar elektrik üretileceği, santrallerin kurulacağı konuma göre değişmektedir. En büyük rüzgâr hızı dağ ve tepelerde, açık deniz ve sahil boylarında meydana gelmektedir. Rüzgâr gücü yüksek alanlarda güçlü olduğu için rüzgâr türbinleri kule tepelerine yerleştirilmektedir (Çukurçayır ve Sağır 2008, 263-264).

Rüzgâr enerjisi insanoğlu tarafından çok uzun yıllardır kullanılan bir kaynaktır (Koç ve Apaydın 2020, 600). Yüz yıllarca rüzgâr enerjisi yel değirmenleri aracılığıyla su pompalama ve tane öğütme işlemlerinde kullanılmıştır. Rüzgâr değirmenlerinin bugünkü modern karşılığı elektrik enerjisi üretmek amacıyla kullanılan rüzgâr türbinleridir. Rüzgâr elektrik üretim sistemlerinin inşası 1900’lerden önce başlamış ve en büyük rüzgâr türbini Vermont’da inşa edilmiştir. 1920 ve 1930’lu yıllarda elektrik şebekelerin gelişimine kadar küçük ölçekli türbinler yaygın kullanılmıştır. 1950 ve 1960’lı yıllarda özellikle ABD ve Danimarka’da rüzgâr endüstrisine yönelik çalışmalar artmıştır. 1970’li yıllarda yaşanan enerji krizi, Avrupa ve ABD’de enerji teknolojileri alanında AR-GE faaliyetlerinin önemli boyutlara ulaşmasına neden olmuştur. Danimarka’da başlayan küçük rüzgâr türbin piyasası, 1980’lerin başında ABD’de ciddi vergi teşviklerinin de etkisiyle rüzgâr enerjisi alanında önemli bir büyüme yaşanmış ve 80’ler boyunca rüzgâr

enerji sektörü gelişmeye devam etmiştir. 1990'ların başında Çernobil olayı ve asit yağmuru krizinden sonra rüzgâr enerjisine ilgi daha da artmaya başlamıştır. Almanya, Danimarka ve İspanya gibi ülkelerde rüzgâr endüstri gelişimine yönelik çeşitli teşvik ve destek politikaları etkili olmuştur. Bu düzenleme ve teşvik politikaları henüz olgunlaşmakta olan rüzgâr endüstrinin maliyet avantajı ve rekabet üstünlüğü kazanmasını sağlamış ve rüzgâr enerjisi sürekliliği konusunda kendini kanıtlamıştır. 1999'lerden sonra birincil olarak rüzgâr enerjisi endüstrisinin geliştiği Almanya, Danimarka ve İspanya ülkelerinde rüzgârın zararlı karbon emisyonuna yol açmaması nedeniyle ciddi bir enerji potansiyel olduğu önem kazanmaya başlamıştır. Bu durum büyük şirketlerin de ilgi odağı olmuş ve rüzgâr enerji araştırma- geliştirme faaliyet ve yatırımları artmıştır. İzleyen yıllarda ortak girişimler, korumacı pazar politikaları ve kalkınma finansmanı destekleriyle rüzgâr endüstri gelişimi Çin ekonomisi başta olmak üzere alternatif enerji kaynaklarında önemli konuma gelmiştir (McDowall, ve diğerleri 2013, 166-167).

Son 20 yılda rüzgâr enerjisi maliyetleri önemli ölçüde azalırken, bu maliyet düşüşü, esas olarak türbin tasarımındaki teknolojik ilerlemelerden kaynaklanmaktadır, çünkü daha büyük, daha verimli rüzgâr türbinleri rüzgâr enerjisi maliyetleri üzerinde aşağı yönlü baskı yaratmaktadır (Koç ve Apaydın 2020, 600).

Rüzgâr Enerjisinin Üstünlükleri; rüzgâr enerjisi fosil yakıtlara alternatif ve kaynak tüketimine neden olmayan sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisi üretiminde hammadde olarak doğada serbest bulunan hava kullanılmakta ve maliyet olarak sadece rüzgâr gücünü elektriğe dönüştürecek teknoloji yatırımı gerekmektedir. Çevre dostu temiz bir enerji kaynağıdır. Rüzgârdan elektrik üretimi için kullanılan rüzgâr türbinlerinin kurulumu ve işletmesinde kaza olasılığının çok düşük olması avantajdır. Rüzgâr türbinleri tarımsal alanlara zarar vermemekte ve kurulumu da çok yer kaplamamaktadır. Türbinler arası alanlar kullanıma olanaklıdır. Rüzgâr türbinlerinin bakımı kolay, kurulum ve yer değiştirme maliyetleri düşüktür. Ömrü dolan rüzgâr türbinleri kolayca kaldırılıp arazi yeniden kullanılabilir. Ayrıca, enerji tüketiminde ülkenin dışa bağımlılığını azaltmaktadır ve elektrik üretiminde kullanılan diğer santrallere göre kurulumu daha az zaman almaktadır. Rüzgâr santral kurulumu 3- 4 ay, Hidroelektrik santral kurulumu 3-10 yıl sürmektedir (Kocaman 2017, 197, Öztürk, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı 2008, 163).

Rüzgâr enerjisinin dezavantajları; rüzgâr enerji türbinleri gürültüye sebep olmaktadır ve habitat ve doğal yaşama bazı etkileri bulunmaktadır (kuşların rüzgâr türbinlerine

sürüklenerek zarar görmesi). Rüzgâr hızının her konumda aynı olmamasından kaynaklı her istenilen bölgeye rüzgâr santral kurulumu yapılamamaktadır. Rüzgâr esintisi öngörülemede ve rüzgâr hızı değişkendir.

Tablo 1.22. Dünyada Rüzgâr Enerji Üretimi, terawatt- saat (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Asya Pasifik Ülkeleri	Dünya
2010	105.6	3.4	153.4	139.2	♦	0.2	2.3	81.5	346.4
2011	133.2	4.3	187.0	164.8	♦	0.2	2.4	113.6	440.7
2012	157.2	7.7	215.0	187.4	♦	0.3	2.5	147.7	530.5
2013	184.9	10.2	248.1	209.5	♦	0.2	3.6	188.5	635.5
2014	202.7	18.6	264.8	220.8	0.1	0.3	5.1	214.3	705.9
2015	228.4	31.5	319.0	263.1	0.3	0.3	8.9	243.1	831.4
2016	270.6	45.2	322.8	266.8	0.5	0.6	11.2	311.2	962.1
2017	299.0	56.2	384.2	312.2	0.6	0.8	13.6	387.2	1141.5
2018	321.3	65.7	403.3	320.5	0.8	1.5	14.8	462.1	1269.5
2019	348.5	78.8	459.4	364.4	1.4	1.7	19.3	511.6	1420.6
2020	396.8	85.3	513.0	397.4	2.5	2.7	19.1	574.5	1594.0
2021	437.8	106.2	500.4	386.3	4.7	2.9	22.8	779.2	1854.1
2022	497.0	118.4	554.5	420.5	7.1	3.0	23.9	900.9	2104.8
2022 yılı büyüme oranı (%)	13,5%	11,4%	10,8%	8,8%	51,7%	3,3%	4,9%	15,6%	13,5%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	12,2%	31,5%	9,9%	8,4%	81,7%	26,0%	25,2%	19,8%	14,8%
2022 yılındaki payı	23,6%	5,6%	26,3%	20,0%	0,3%	0,1%	1,1%	42,8%	100 %
Brüt üretime dayanmaktadır ve sınır ötesi elektrik arzını hesaba katmamaktadır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.22’de 2010-2022 dönemine ait rüzgâr enerji üretiminin coğrafik dağılımı verilmiştir. 2012-2022 dönemi verilerini incelediğimizde rüzgârdan enerji üretimi dünya genelinde arttığı gözlemlenmektedir. 10 yıllık dönemde en çok üretim artışı Bağımsız Devletler Topluluğunda % 81,7 olarak kaydedilmiştir.

Tablo 1.23. Dünyada Rüzgâr Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	1.05	0.03	1.53	1.39	♦	♦	0.02	0.81	3.46
2011	1.32	0.04	1.86	1.64	♦	♦	0.02	1.13	4.38
2012	1.55	0.08	2.12	1.85	♦	♦	0.02	1.46	5.24
2013	1.81	0.10	2.43	2.06	♦	♦	0.04	1.85	6.24
2014	1.98	0.18	2.58	2.15	♦	♦	0.05	2.09	6.88
2015	2.21	0.31	3.09	2.55	♦	♦	0.09	2.36	8.06
2016	2.61	0.44	3.11	2.57	0.01	0.01	0.11	3.00	9.27
2017	2.86	0.54	3.68	2.99	0.01	0.01	0.13	3.71	10.94
2018	3.06	0.63	3.84	3.05	0.01	0.01	0.14	4.40	12.09
2019	3.31	0.75	4.36	3.46	0.01	0.02	0.18	4.85	13.48
2020	3.75	0.81	4.85	3.76	0.02	0.03	0.18	5.43	15.07
2021	4.12	1.00	4.71	3.64	0.04	0.03	0.21	7.34	17.47
2022	4.67	1.11	5.20	3.95	0.07	0.03	0.22	8.46	19.76
2022 yılı büyüme oranı (%)	13,1%	11,0%	10,4%	8,4%	51,1%	3,0%	4,5%	15,2%	13,1%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	11,6%	30,8%	9,4%	7,9%	80,8%	25,4%	24,6%	19,2%	14,2%
2022 yılındaki payı	23,6%	5,6%	26,3%	20,0%	0,3%	0,1%	1,1%	42,8%	100 %
Brüt üretim baz alınmıştır ve sınır ötesi elektrik arzı hesaba katılmamıştır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.23'te verilen 2010-2022 dönemine ait rüzgâr enerji tüketimi verilene göre, Bağımsız Devletler Topluluğu %80,8 ile en çok tüketici konumundadır, daha sonra sırasıyla Güney ve Orta Amerika ülkeleri (%30,8), Orta Doğu ülkeleri (%25,4), Afrika ülkeleri (%24,6), Pasifik Asya ülkeleri (%19,2), Kuzey Amerika ülkeleri (%11,6) ve Avrupa ülkeleri (%9,4) yer almaktadır.

Jeotermal Enerji

Jeotermal teriminin kelime anlamı, jeo- yer ve termal- ısı dolayısıyla jeotermal- yer ısısı anlamında kullanılmaktadır (Danışman 2011, 4). Yer yuvarının merkezine doğru gidildikçe

yerin ısısı artmaktadır. Yerkabuğunun kırık, çatlak ve deliklerinden yeraltına sızan sular henüz soğumamış magma kütlesi veya volkan ile karışarak ısınmakta ve yeraltındaki minerallerle birleşerek yoğunlaşmış kıvam şeklinde geri gözeneklerden yukarı doğru süzülmekte ve termal kaynakları oluşturmaktadır. Bu ısınmış sıvı ya da gazların hepsine birden jeotermal akışkan denmektedir. Yeryüzü altındaki jeotermal akışkan sondaj yardımlarıyla yüzeye çıkartılarak teknoloji kullanımıyla enerjiye dönüştürülmektedir (DPT 1992, 3, Zaim ve Çavşı 2018, 47). Jeotermal akışkanlardan elde edilen enerjiye “jeotermal enerji” denmektedir (Danışman 2011, 4). Jeotermal enerji, yerkabuğunun altında birikmiş ısıların oluşturduğu ve yerüstü sularına kıyasla daha fazla mineral ve çeşitli tuzlar, gazlar içeren akışkan (sıcak su veya buhar) türü şeklinde tanımlanmaktadır (Koç ve Kaya 2015, 41). Yerkabuğunun altındaki bu tür akışkanın sıcaklığı genelde 20° C derecesinin üstündedir (DPT 1992). Isı kaynağı sıcaklığına göre jeotermal akışkanı 3 gruba sınıflandırılmaktadır:

1. Düşük Sıcaklıklı Sahalar (20-70° C)
2. Orta Sıcaklıklı Sahalar (70-150° C)
3. Yüksek Sıcaklıklı Sahalar (150° C- üstü)

Yüksek entalpili akışkan elektrik üretiminde kullanılırken, orta ve düşük entalpili akışkan ısınma (sera, bina, zirai kullanımlar) amaçlı, endüstride (yiyeceklerin kurutulması, kerestecilik, dericilikte), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat) kullanılmaktadır. İtalya ülkesinde ilk olarak jeotermal akışkanından 1904 yılında elektrik enerjisi üretilmiştir. Isınma amaçlı ise ilk Yeni Zelanda’da 1930’larda kullanılmıştır, 1949 yılında Yeni Zelanda’da turistik otelde sıcak su temini için yeraltı derinliklerindeki sıcak su kaynağı kullanılmıştır. 1960’larda ABD’de, 1966 yılında Japonya’da elektrik üretimi amaçlı jeotermal santralleri kurulmuştur (DPT 1996, 3). Teknolojik gelişmeye bağlı olarak jeotermal enerjinin kullanım alanı her geçen gün artmaktadır.

Jeotermal akışkanını oluşturan sular, yağışlara bağlı olduklarından bu kaynakların tükenmesi mümkün değildir. Yağmur ve kar halindeki akışkanlar yer kabuğundaki çatlaklardan aşağı doğru sızarak magmanın ısıttığı kayalara ulaşırlar.

Jeotermal enerjinin üstünlükleri; yerli kaynak olması nedeniyle döviz tasarrufu sağlamaktadır ve fosil yakıtlara göre temiz enerji kaynağıdır.

Jeotermal enerji dezavantajları; jeolojik sorun ihtimali vardır, ısı kaynağı çoğunlukla volkanik aktiviteye yakındır. Santral kurulumundaki en küçük hata zehirli gazın dışarıya sızmasına neden olmaktadır. Derin sondaj ve enerji yakalama için ileri teknolojiler

gerekmektedir. Toprak yüzeyini delerek inşa edilen santrallerin kurulum maliyetleri oldukça yüksektir (Kocaman 2017, 271).

Biokütle Enerji

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biyokütle geliştirmekte olan ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır ve dünyada enerji üretiminin yaklaşık olarak %15'i, geliştirmekte olan ülkelerde ise enerji üretiminin yaklaşık %43'ü bu kaynaktan sağlanmaktadır. Biyokütleyi yakarak ısı ve ışık elde etmek, insanoğlu tarafından kullanılan en eski biyokütle enerji dönüşüm sürecidir. Biyokütleyi enerjiye dönüştürmek için uygulanan yöntemler arasında yakma hala en çok kullanılan yöntemlerdendir. Günümüzde kullanılan toplam biyokütle enerjisinin %95'inden fazlası, biyokütlenin doğrudan yakılması sonucunda elde edilmektedir (Atagün ve Acar 2016, 280-281).

Biyokütle bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkmış ve geniş anlamda fotosentez yoluyla güneş enerjisini depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılmaktadır. Dolayısıyla güneş var olduğu sürece bitkilerin varlığı devam edeceğinden biyokütle tükenmez bir enerji kaynağıdır (Öztürk 2008, 257). Biyokütle, biyolojik kökenli tüm doğal maddeler kütesidir. Bitkisel ve hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağını oluşturmaktadır. Biyokütle kaynaklarından elde edilen enerjiye ise biyokütle enerjisi denmektedir (Acaroğlu 2013, 91, Kendirli ve Çakmak 2010, 101). Başlıca bitkisel ve hayvansal biyokütle enerji kaynakları aşağıda listelenmiştir (Ersöz, Türkoğlu Elitaş ve Ersöz 2015, 2):

- Şekerli, yağlı tohumlu ve nişastalı bitkileri ve tarımsal atıklar (şeker pancarı, tatlı sorgum, kanola, ayçiçek, soya, patates, buğday, mısır, saman, sap, kök, kabuk, dal v.b.)
- Odun, odun parçacıkları ve orman yan ürünleri (söğüt, kavak, okaliptus)
- Hayvansal atıklar (hayvan sıvı katı gübreleri)
- Kâğıt sanayi atıkları, kanalizasyon çamurları, kâğıt, sanayi ve gıda sanayi atıkları, endüstriyel ve evsel katı atıklar, gıda endüstrisi atıkları

Yenilenebilir enerji kaynağı biyokütleden sentezlenen biyoyakıt çeşitleri: **biyodizel, biyoetanol, biyogaz (biyometan), biyohidrojen ve biyometanol** şeklinde katı, sıvı ve gaz yakıtlar elde edilmektedir. Biyodizel, biyoetanol ve biyogaz en önemli biyoyakıtlar olarak bilinmektedir (Karayılmazlar, ve diğerleri 2011, 65).

Biyodizel, kimyasal reaksiyon sonucu hayvansal veya bitkisel yağlardan elde edilen, alternatif dizel yakıtlara eşdeğer bir enerji kaynağıdır. Hammadde olarak bitkisel yağlar, hayvansal yağlar ve bu yağların atıkları kullanılmaktadır. Kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir, palm, jatropha, pamuk, mısır, keten gibi yağlı tohum bitkileri, kullanılmış kızartma yağları veya hayvansal yağların bir katalizör eşliğinde bir alkol ile esterleşme reaksiyonu sonucunda üretilmektedir. Biyodizel saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizel yakıtlarla karıştırılarak dizel motorlu taşıtlarda kullanılabilir (Keskin 2016, 188, Day ve Kolsarıcı 2016, 104). Biyodizel kavramının kelime anlamı ‘bio’ kelimesi biyolojik esaslı manasında, ‘dizel’ kelimesi ise dizel yakıt manasını ifade etmektedir. Biyodizel doğada biyolojik olarak hızlı ve kolay çözüldüğü için birikerek toksik etki yaratmamaktadır (Ayan, ve diğerleri 2016, 156).

Biyogaz ise organik maddelerin (gübre, bitkiler, çöp, yemek artığı, kimyasal atıklar) tanklar içinde anaerobik (oksijensiz) koşullarda biyokimyasal fermentasyon sonucu parçalanması ile elde edilen doğal gaz benzeyen yanıcı bir gazdır. Bütün ölü organik maddeler bakteri olarak adlandırılan organizmalar tarafından bozunmakta veya ayrışmaktadır. Bozuşmayı havalı ortamda gerçekleştiren bakterilere aerobik bakteri, havasız ortamdaki bakteriye anaerobik bakteri denmektedir.

- Biyogaz, kırsal kesimlerde kolay ulaşılabilir bir alternatif enerji kaynağıdır. LPG ve motorin gibi ticari yakıtların yerine kullanılabilir. Ayrıca odun ve kurutulmuş gübre şeklinde yakıt olarak kullanılabilir.

- Anaerobik fermentasyondan sonra geri kalan atık organik gübre olarak kullanılabilir ve bitki gelişimini hızlandırmaktadır (Avcıoğlu 2011, 43-248).

Biyootanol hammaddesi şeker pancarı, mısır, buğday, şeker kamışı, tatlı sorgum, patates, odun, çalı, saman, nişasta ve selüloz özlü tarımsal ürünlerin fermentasyonu ile elde edilen ve benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılan alternatif bir biyoyakıt çeşididir. Üretimi nişastanın önce şekere, daha sonra da şekerin doğrudan fermente edilmesiyle biyootanole dönüştürülmesi ile sağlanır (Canan, Ceyhan ve Ağırnaslıgil 2016, 28).

Tablo 1.24. Dünyada Jeotermal, Biyokütle ve Diğer Enerji Üretimi, terawatt- saat (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	92.8	46.7	137.1	117.5	0.6	0.1	3.8	97.7	378.8
2011	93.4	48.8	146.3	125.3	0.7	0.1	4.0	104.4	397.6
2012	94.7	54.8	162.6	139.1	0.6	0.1	4.2	113.3	430.3
2013	99.0	62.1	172.8	145.0	0.6	0.1	4.6	125.2	464.4
2014	101.0	67.9	184.5	151.0	0.7	0.2	5.6	143.0	502.9
2015	101.4	71.8	197.5	156.5	0.7	0.2	7.2	165.4	544.1
2016	101.7	74.5	202.5	158.0	0.6	0.3	7.3	166.1	553.0
2017	102.1	77.0	209.6	160.9	0.7	0.3	7.8	191.4	588.8
2018	99.8	80.8	217.3	162.8	0.7	0.3	8.3	228.9	636.2
2019	94.3	81.9	226.4	166.6	0.8	0.3	8.5	255.5	667.6
2020	90.8	86.2	232.9	168.6	1.2	0.3	8.1	283.4	703.0
2021	89.8	83.5	243.7	176.0	1.2	0.3	8.1	324.6	751.2
2022	89.3	79.6	239.2	174.0	1.3	0.3	8.7	358.5	776.9
2022 yılı büyüme oranı (%)	-0,5%	-4,6%	-1,9%	-1,2%	4,9%	2,3%	7,1%	10,4%	3,4%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	-0,6%	3,8%	3,9%	2,3%	7,9%	10,4%	7,6%	12,2%	6,1%
2022 yılındaki payı	11,5%	10,3%	30,8%	22,4%	0,2%	♦	1,1%	46,1%	100 %
Brüt üretime dayanmaktadır ve sınır ötesi elektrik arzını hesaba katmamaktadır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.24'te verilen 2010-2022 dönemine ait jeotermal, biyokütle ve diğer enerji üretimi verilerine göre, Kuzey Amerika ülkelerinde 10 yıllık 2012-2022 döneminde %0,6 kadar azalma görülmektedir. Söz konusu 10 yıllık dönemde en çok üretim artışı Pasifik Asya ülkelerinde (%12,2), daha sonra sırasıyla Orta Doğu ülkelerinde (%10,4), Bağımsız Devletler Topluluğu'nda (%7,9), Avrupa ülkelerinde (%3,9), Güney ve Orta Amerika ülkelerinde (%3,8) olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 1.25. Dünyada Jeotermal, Biyokütle ve Diğer Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	1.02	0.53	1.55	117.5	0.01	♦	0.04	1.07	4.23
2011	1.03	0.55	1.66	125.3	0.01	♦	0.04	1.14	4.44
2012	1.04	0.62	1.84	139.1	0.01	♦	0.05	1.24	4.81
2013	1.09	0.70	1.96	145.0	0.01	♦	0.05	1.38	5.19
2014	1.11	0.77	2.09	151.0	0.01	♦	0.06	1.58	5.62
2015	1.11	0.82	2.24	156.5	0.01	♦	0.07	1.83	6.08
2016	1.12	0.85	2.29	158.0	0.01	♦	0.07	1.84	6.17
2017	1.12	0.88	2.37	160.9	0.01	♦	0.08	2.12	6.57
2018	1.09	0.92	2.45	162.8	0.01	♦	0.08	2.55	7.11
2019	1.03	0.93	2.55	166.6	0.01	♦	0.08	2.85	7.46
2020	0.99	0.98	2.62	168.6	0.01	♦	0.08	3.17	7.86
2021	0.98	0.95	2.74	176.0	0.01	♦	0.08	3.64	8.41
2022	0.97	0.90	2.69	174.0	0.01	♦	0.09	4.02	8.69
2022 yılı büyüme oranı (%)	-0,9%	-4,7%	-1,9%	-1,2%	4,8%	2,3%	6,5%	10,5%	3,4%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	-0,7%	3,8%	3,8%	2,3%	8,6%	10,4%	6,7%	12,5%	6,1%
2022 yılındaki payı	11,2%	10,4%	31,0%	22,4%	0,2%	♦	1,0%	46,3%	100 %
Brüt üretim baz alınmıştır ve sınır ötesi elektrik arzı hesaba katılmamıştır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.25'te yer alan bilgilere göre, 2012-2022 dönemi jeotermal, biyokütle ve diğer enerji türleri kullanımı açısından ilk sırada Pasifik Asya ülkeleri (12,5%), daha sonra Orta Doğu ülkeleri (10,4%) ve üçüncü sırada Afrika ülkeleri (6,7%) yer almaktadır.

1.3. Enerji Politikaları

1.3.1. Küresel Enerji Trendi

Küreselleşme, ülkelerarası serbest ticaretin artması, sanayileşmedeki gelişmeler, artan dünya nüfusu, tüketimdeki artış ve teknolojik ilerleme gibi faktörler enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün kaçınılmaz bir şekilde arttırmaktadır. Dünya birincil enerji tüketimi 2010-2022 dönemine ait veriler Tablo 1.26’da yer almaktadır.

Tablo 1.26. Dünyada Birincil Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	114.58	26.83	89.58	65.88	35.41	29.34	16.02	197.01	508.77
2011	114.62	27.74	87.51	63.91	36.95	30.53	16.15	206.97	520.48
2012	112.30	28.63	87.34	63.27	37.42	31.75	16.80	213.72	527.96
2013	115.09	29.26	86.51	62.76	36.84	32.68	17.27	219.55	537.19
2014	116.03	29.57	83.28	60.59	37.19	33.89	17.74	225.17	542.87
2015	115.14	29.53	84.10	61.39	36.32	34.96	18.18	229.17	547.39
2016	115.04	29.24	85.20	62.06	37.11	36.20	18.66	232.54	553.98
2017	115.76	29.52	86.17	62.95	37.57	36.77	19.14	240.67	565.60
2018	119.18	29.29	86.21	62.88	39.08	36.91	19.56	250.82	581.05
2019	118.32	29.01	84.93	61.86	38.88	37.25	20.02	258.98	587.39
2020	109.71	26.81	79.24	57.25	37.72	36.26	18.96	257.78	566.49
2021	115.23	28.93	82.98	60.28	40.70	37.52	20.20	271.84	597.41
2022	118.78	30.11	79.81	58.18	38.36	39.13	20.26	277.60	604.04
2022 yılı büyüme oranı	3,1%	4,1%	-3,8%	-3,5%	-5,8%	4,3%	0,3%	2,1%	1,1%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı	0,6%	0,5%	-0,9%	-0,8%	0,2%	2,1%	1,9%	2,6%	1,4%
2022 yılındaki payı	19,7%	5,0%	13,2%	9,6%	6,4%	6,5%	3,4%	46,0%	100 %
*1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.26’da görüldüğü üzere, 2022 yılı verilerine göre toplam birincil enerji tüketiminin %46,0’sı Pasifik Asya ülkeleri tarafından tüketilmektedir. %19,7’si Kuzey Amerika ülkeleri, %13,2’si Avrupa ülkeleri, %6,5’i Orta Doğu ülkeleri, %6,4’ü Bağımsız

Devletler Topluluğu, %5,0'i Güney ve Orta Amerika ülkeleri ve %,4'ü Afrika ülkeleri tarafından tüketilmektedir.

Tablo 1.27. Dünyada CO₂ Emisyonları, milyon ton (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	6498.2	1187.6	4678.3	3389.3	1941.4	1693.1	1094.4	13940.0	31032.9
2011	6375.3	1227.8	4597.7	3301.8	2047.1	1749.3	1099.7	14774.5	31871.2
2012	6134.1	1289.1	4540.0	3221.5	2085.2	1826.3	1136.8	15208.3	32219.8
2013	6302.6	1342.4	4433.4	3148.2	2046.4	1892.0	1167.4	15492.6	32676.8
2014	6299.0	1366.6	4203.5	2984.4	2063.2	1945.8	1196.4	15704.7	32779.0
2015	6182.7	1356.7	4212.1	3046.0	1995.1	2012.7	1210.3	15804.2	32773.7
2016	6075.0	1320.9	4256.3	3073.9	2022.9	2084.2	1244.5	15814.3	32818.0
2017	6043.6	1310.0	4304.0	3118.6	2026.9	2101.2	1268.1	16252.5	33306.2
2018	6193.7	1272.3	4249.1	3070.0	2112.3	2108.5	1278.5	16799.4	34013.9
2019	6020.4	1244.3	4077.5	2930.7	2092.1	2103.0	1308.2	17198.5	34044.0
2020	5380.6	1108.6	3621.3	2569.0	1986.0	2027.1	1237.0	16924.3	32284.9
2021	5728.4	1247.5	3845.2	2742.8	2142.0	2101.3	1306.3	17681.5	34052.2
2022	5851.4	1257.9	3769.8	2725.4	2033.0	2200.0	1306.7	17955.4	34374.1
2022 yılı büyüme oranı	2,1%	0,8%	-2,0%	-0,6%	-5,1%	4,7%	◆	1,5%	0,9%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı	-0,5%	-0,2%	-1,8%	-1,7%	-0,3%	1,9%	1,4%	1,7%	0,6%
2022 yılındaki payı	17,0%	3,7%	11,0%	7,9%	5,9%	6,4%	3,8%	52,2%	100 %
Petrol, gaz ve kömür tüketiminden kaynaklanan karbon dioksit emisyonlarıdır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ◆ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.27'de CO₂ emisyonları 2010-2022 dönemine ait veriler yer almaktadır. Tablo 1.27'de görüldüğü üzere, 2022 yılı verilerine göre toplam CO₂ emisyonlarının %52,2'si Pasifik Asya ülkeleri tarafından salgılanmaktadır. %17,0'si Kuzey Amerika ülkeleri, %11,0'i Avrupa ülkeleri, %6,4'ü Orta Doğu ülkeleri, %5,9'u Bağımsız Devletler Topluluğu, %3,8'i Afrika ülkeleri ve %3,7'si Orta ve Güney Amerika ülkeleri tarafından

salgılanmaktadır. 2012-2022 dönemi içinde Kuzey Amerika Ülkeleri, Güney ve Orta Amerika ülkeleri, Avrupa ülkeleri ve Bağımsız Devletler Toplulukları CO₂ emisyonlarında azalma gözlemlenmektedir. Öte yandan bu 10 yıllık dönemde Orta Doğu ülkeleri, Afrika ülkeleri ve Pasifik Asya ülkelerinde CO₂ emisyonları artmıştır.

Tablo 1.28. Dünyada Yenilenebilir Enerji Tüketimi, exajoul (2010-2022)

Yıl	Kuzey Amerika Ülkeleri	Güney ve Orta Amerika Ülkeleri	Avrupa Ülkeleri	AB Üyesi Ülkeler*	Bağımsız Devletler Topluluğu	Orta Doğu Ülkeleri	Afrika Ülkeleri	Pasifik Asya Ülkeleri	Dünya
2010	3.22	1.24	3.86	3.45	0.01	♦	0.07	2.15	10.55
2011	3.63	1.24	4.55	4.05	0.01	0.01	0.08	2.61	12.11
2012	3.94	1.33	5.30	4.70	0.01	0.01	0.08	3.13	13.79
2013	4.44	1.53	5.81	5.03	0.01	0.01	0.09	3.88	15.77
2014	4.78	1.76	6.23	5.32	0.01	0.02	0.13	4.66	17.59
2015	5.18	2.07	6.99	5.85	0.01	0.02	0.20	5.44	19.91
2016	5.85	2.18	7.10	5.88	0.02	0.04	0.23	6.61	22.04
2017	6.35	2.36	7.89	6.44	0.02	0.05	0.28	8.33	25.29
2018	6.67	2.66	8.32	6.62	0.03	0.08	0.31	10.40	28.46
2019	7.09	2.95	9.09	7.17	0.04	0.12	0.38	12.01	31.68
2020	7.64	3.02	9.90	7.71	0.08	0.17	0.41	13.66	34.87
2021	8.50	3.28	10.12	7.88	0.11	0.21	0.47	17.27	39.97
2022	9.46	3.53	11.06	8.63	0.14	0.26	0.49	20.24	45.18
2022 yılı büyüme oranı (%)	11,3%	7,4%	9,4%	9,5%	28,7%	19,8%	3,6%	17,2%	13,0%
2012-2022 10 yıllık büyüme oranı (%)	9,2%	10,3%	7,6%	6,3%	34,1%	39,9%	19,5%	20,5%	12,6%
2022 yılındaki payı	20,9%	7,8%	24,5%	19,1%	0,3%	0,6%	1,1%	44,8%	100 %
Brüt üretime dayanmaktadır ve sınır ötesi elektrik arzını hesaba katmamaktadır. *1985'ten önceki Estonya, Letonya ve Litvanya ile 1990'dan önceki Slovenya dahil değildir. ♦ 0.05%'dan az.									

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 72nd Edition, 2023

Tablo 1.28’de dünyada yenilenebilir enerji tüketimi 2010-2022 dönemine ait verileri sunulmuştur. 2022 yılı verilerine göre toplam yenilenebilir enerji tüketiminin % 44,8’i Pasifik Asya ülkeleri tarafından, 24,5’i Avrupa ülkeleri tarafından, %20,9’u Kuzey

Amerika ülkeleri tarafından, %7,8'i Orta ve Güney Amerika ülkeleri tarafından, % 1,1'i Afrika ülkeleri tarafından, %0,6'sı Orta Doğu ülkeleri ve %0,3'ü Bağımsız Devletler Topluluğu tarafından gerçekleştirilmektedir.

1.3.2. Yüksek Gelirli Ülkelerde Yenilenebilir Enerji Teşvik Politikaları

Hükümetler, kuruluşlar ve bireyler sürdürülebilir enerji kaynaklarının önemini kavradıkça, yenilenebilir enerji dünya genelinde önemli bir ivme kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin benimsenmesini teşvik etmek amacıyla, dünya çapındaki hükümetler çeşitli politikalar ve teşvikler uygulamaktadır. Bu önlemler, temiz enerji üretimini artırmayı, sera gazı emisyonlarını azaltmayı ve iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmeyi hedeflemektedir. Birçok ülke, yenilenebilir enerji üretimini desteklemek için tarife garantileri, yeşil sertifika ticareti ve kota yükümlülükleri, ihaleler ve vergi muafiyetleri gibi farklı araçlar kullanmaktadır. Bu destek programlarının temel amacı, enerji üretimini daha sürdürülebilir hale getirirken yenilenebilir enerji projelerinin yatırım kararlarını hızlandırmaktır.

Yenilenebilir Portföy Standardı veya Kota Mekanizması (RPS)

Kota mekanizması (ABD'de Yenilenebilir Portföy Standardı olarak bilinir), büyük ölçekli pazara yakın yenilenebilir enerji elektrik kaynaklarının dağıtımını desteklemek için kullanılan araçtan biri haline gelmiştir. Birleşik Krallık, Belçika ve Polonya gibi AB Üye Devletlerinin önemli bir azınlığında RPS'nin desteklenmesi için tercih edilen merkezi mekanizmadır, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde popülerdir ve eyaletlerin en az yarısı bu mekanizmayı bir şekilde uygulamaktadır.

Mekanizmanın temel şekli genellikle enerji tedarik şirketlerine belirli bir miktarda yenilenebilir enerji satın alma zorunluluğu getirmektedir. Bu yükümlülük, belirli bir enerji miktarı ya da sabit bir dönemde kamu hizmeti tarafından sağlanan enerjinin belirli bir yüzdesi olabilir. Bu oran sabit kalabileceği gibi, zamanla artacak şekilde de ayarlanabilir. Tüm kayıtlı yenilenebilir enerji üreticileri, üretilen her bir enerji birimi için sertifikalar alır. Yükümlü taraflar, bu sertifikaları uygun gözetim organına sunarak uyumluluğu gösterirler. Yükümlü taraflar (i) yenilenebilir elektrik üretimi yapan veya lisanslı yenilenebilir enerji üreticilerinden doğrudan satın alma, (ii) Üçüncü bir taraftan, örneğin bir sertifika konsolidatörü veya başka bir tüccardan satın alma yoluyla sertifika edinmektedirler (Connor, ve diğerleri 2013).

Yenilenebilir Enerji Sertifikaları (Renewable Energy Certificates, REC)

Yenilenebilir Enerji Sertifikaları, bir yenilenebilir enerji biriminin çevresel niteliklerinin temel elektrikten ayrıştırılmasıyla oluşturulan emtiayı temsil eden alınıp satılabilir birimlerdir. Bir yenilenebilir enerji sertifikası, yenilenebilir bir üretim kaynağından elde edilen bir MWh elektriğin çevresel niteliklerine eşdeğerdir. REC'ler megavat-saat (MWh) cinsinden ölçülmekte ve satılan her bir MWh yenilenebilir enerjiyi temsil eden ve üretim kaynağı (örneğin rüzgâr, güneş, jeotermal), MWh'nin ne zaman üretildiği (örneğin hangi yıl) ve jeneratörün yeri hakkında bilgi sağlayan numaralı, kâğıt sertifikalardır. REC, Yeşil etiketler, Yenilenebilir Enerji Kredileri veya Yenilenebilir Elektrik Sertifikaları olarak da bilinmektedir (Zhu, ve diğerleri 2022).

Sertifika kavramının temelinde, yenilenebilir enerjinin 'çevresel niteliklerinin' enerjinin kendisinden 'ayrıştırılabileceği' ve bağımsız olarak alınıp satılabileceği fikri yatmaktadır. Sertifikalar, yenilenebilir enerjinin 'yeşil' niteliklerinin ayrı olarak ele alınmasına izin vererek, elektrik tedarikçilerinin başka bir yerde üretilen elektriğin sadece niteliklerini satın almasına olanak tanımaktadır. Tedarikçi portföy gereksinimlerinin bir kısmını ya da tamamını sertifika satın alarak karşılayabilir. Bu şekilde sertifikalar piyasanın verimliliğini ve likiditesini artırmaktadır.

Tarife Garantisi (Feed-in Tariffs, FiTs)

Tarife garantileri üretime dayalı, fiyat odaklı teşviklerdir. Bir kamu hizmeti kuruluşunun, tedarikçinin ya da şebeke operatörünün üreticilerinden elde edilen bir birim elektrik için yasal olarak ödemekle yükümlü olduğu fiyat sistem tarafından belirlenir. Böylece hükümet tarife oranını düzenler. Daha çok, güneş veya rüzgâr enerjisi gibi küçük ölçekli enerji üreticilerine, şebekeye sundukları yenilenebilir elektrik için piyasa fiyatlarının üzerinde bir garanti vererek enerji piyasasında oluşabilecek risklerden korumakta ve yenilenebilir enerji yatırımlarını girişimciler için cazip hale getirmektedir (Resch, ve diğerleri 2007).

Tarife garantileri (FIT'ler), yatırımcının uzun bir süre boyunca (örneğin 15-20 yıl) sabit veya değişken bir ücret aldığı, uzun vadeli sözleşmelere sahip fiyat temelli programlardır. Couture ve Gagnon'a (2010) göre, alım garantili politikalar bu nedenle iki grupta sınıflandırılabilir. Birincisi, piyasadan bağımsız FIT'ler, enerji piyasası fiyatına bağlı olmayan ücretler ödeyen uzun vadeli sözleşmelerdir. Bu feed-in politikaları, yatırımcıları fiyat riskinden korudukları ve böylece sermaye maliyetini düşürdükleri için küçük ölçekli

projeleri veya daha az olgunlaşmış teknolojileri desteklemek için uygundur. İkinci grup, yatırımcıların enerji piyasası fiyatı üzerinden sabit veya değişken bir prim aldığı piyasaya bağlı FIT'ler veya alım garantili primlerdir (Barbosa, ve diğerleri 2020).

ABD, tarife garantisi konusunda öncü bir rol oynamıştır. İlk olarak 1978 yılında Carter yönetimi tarafından, 1970'lerde yaşanan ve benzin pompalarında uzun kuyruklara neden olan enerji krizine yanıt olarak uygulanmıştır. Ulusal Enerji Yasası olarak bilinen bu uygulama, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerjilerin geliştirilmesinin yanı sıra enerji tasarrufunu da teşvik etmeyi amaçlamaktadır. O zamandan beri FIT'ler uluslararası alanda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Japonya, Almanya ve Çin, son on yıl içinde bu tarifeleri başarılı bir şekilde uygulamış ve toplamda birçok ülke yenilenebilir enerjinin gelişimini desteklemek amacıyla bu tarifeleri bir dereceye kadar kullanmıştır. Küresel güneş enerjisinin yaklaşık dörtte üçünün tarife garantisine bağlı olduğu tahmin edilmektedir (Kenton ve Estevez 2024).

Yatırım Vergi Kredileri (Investment Tax Credits, ITC)

Yatırım vergi kredileri, satın alınan bir varlığın fiyatının bir yüzdesi olarak belirlenen vergi yükümlülüklerindeki indirimlerdir. Yeni temiz teknoloji (CT) mülklerinin benimsenmesi ve işletilmesi için yapılan sermaye yatırımlarına yönelik geri alınabilir bir vergi kredileridir. Vergi kredileri, vergi yükümlülüğünde bir indirim sağlayarak belirli tüketici davranışlarını teşvik etmek amacıyla tasarlanmıştır. Vergi teşvikleri, enerji sektöründe yeni teknolojilerin benimsenmesini desteklemek için uzun yıllardır kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojileri söz konusu olduğunda, vergi teşvikleri genellikle ya tüketici maliyetlerini azaltmak ya da yenilenebilir enerji üretiminin değerini artırarak bir projenin mali fizibilitesini güçlendirmek için tasarlanmıştır.

Vergi teşvikleri genellikle kişisel gelir vergisi teşvikleri, kurumlar vergisi teşvikleri, satış vergisi teşvikleri ve emlak vergisi teşvikleri olarak sınıflandırılmaktadır. Kişisel ve kurumsal gelir kategorilerindeki teşvikler, yatırım teşvikleri veya üretim teşvikleri şeklinde olabilir. Yatırım teşvikleri, yapılan ilk yatırımın büyüklüğüne dayalı bir destek sağlarken, üretim teşvikleri üretilen enerji miktarına dayalı olarak teşvik sunmaktadır (Beck ve Martinot 2004, Lantz ve Doris 2009).

Kişisel gelir vergisi teşvikleri, kişisel gelir vergisi yükümlülüğünü vergi indirimi (vergilendirilebilir gelirin azaltılması) veya vergi kredisi (ödenmesi gereken gerçek vergilerin azaltılması) şeklinde uygulanmaktadır. Bu teşvikler, tüm yenilenebilir enerji

teknolojilerine uygulanmaktadır ve genellikle yatırım bazlı teşviklerdir ve bireyler, sistem maliyetinin belirli bir yüzdesine dayalı olarak vergi indirimi veya kredisi alabilirler.

Kurumlar vergisi teşvikleri, kurumsal veya ticari vergi yükümlülüğünü karşılar ve vergi indirimi veya vergi kredisi şeklinde olabilmektedir. Bu teşvikler, enerjinin üretildiği ve kullanıldığı yerlerde sınırlı olabilir veya elektrik üretimi amacıyla büyük ölçekli yenilenebilir enerji santrallerini kapsamaktadır. Kurumlar vergisi teşvikleri yatırım bazlı veya üretim bazlı olmaktadır.

Satış vergisi teşvikleri, yenilenebilir enerji projeleri için satın alınan mallardan alınan satış vergilerini azaltır veya muafiyet sağlar. Bu teşvikler, belirli bir ürün üzerindeki satış vergisini azaltabileceği gibi, yenilenebilir enerji projelerinin inşasında ve işletilmesinde kullanılan malların tümünden satış vergisi muafiyeti sağlayabilir. Satış vergisi muafiyeti, bireyler veya işletmeler için tasarlanabilir.

Emlak vergisi teşvikleri, yenilenebilir enerji projeleri sonucu yapılan mülk iyileştirmelerine uygulanan vergi miktarını azaltır veya sınırlar. Emlak vergisi teşvikleri, büyük ölçekli yatırımlardan bireysel uygulamalara kadar çeşitli şekillerde yapılandırılmaktadır.

Yatırım bazlı vergi teşvikleri, yenilenebilir enerji sistemlerinin maliyetine dayalı vergi kredileri veya indirimler sağlar. Yüksek başlangıç maliyetli teknolojiler için sıkça kullanılmaktadır ve yatırım maliyetlerini düşürmeyi amaçlar.

Üretim bazlı vergi teşvikleri, üretilen enerji birimlerine dayalı vergi kredileri veya indirimler sağlamaktadır. Bu teşvikler genellikle çok yıllık bir vergi avantajı sağlar ve enerji üretimini maksimize etmeyi teşvik etmektedir.

Net Ölçüm Sistemi (Net Energy Metering, NEM)

Net faturalandırma olarak da bilinen net ölçüm sistemi, kendi elektriğini üreten tüketicilerin bu elektriği, üretildiği anda yerine istedikleri zaman kullanabilmelerine olanak sağlayan bir elektrik faturalandırma mekanizmasıdır. Net Enerji Ölçümü (NEM), elektrik şebekesinden sağlanan elektrik ile müşterinin tesislerinde üretilen ve elektrik şebekesine geri verilen elektrik veya hizmet noktasında kaydedilen net enerji arasındaki farkı ölçmektedir (LADWP 2021). Evinizde veya iş yerinizde yenilenebilir bir yakıt kaynağı kullanan bir elektrik üretim sisteminiz varsa ve sistem(ler)iniz kullandığınızdan daha fazla enerji üretiyorsa, sistemden elektrik şebekesine akan fazla güç için fatura

kredisi kazanılmaktadır. Bu alış-veriş Net Enerji Ölçümü veya NEM olarak adlandırılmaktadır (Rahman 2018).

Örneğin, bir konut müşterisinin çatısında bir PV (fotovoltaik) sistemi varsa, bu sistem gündüz saatlerinde evin kullandığından daha fazla elektrik üretmektedir. Güneş enerjisi sistemi ihtiyaç olandan daha fazla elektrik üretirse, fazladan elektrik şebekeye geri gönderilmektedir. Net ölçüm sistemi bu aşamada devreye girer; evde net sayaç varsa, elektrik sayacı gece veya fazla tüketim dönemlerinde geri çalışarak kredi sağlamaktadır. Şebekeden alınan elektrik için ödenen perakende fiyat üzerinden şebekeye geri verilen elektrik için kredi kazanılmaktadır ve şebekeye verilen enerji, şebeke tarafından başka bir eve verilmekte ve böylece enerji ihtiyacının karşılanmasına yardımcı olmaktadır (Rahman 2018). Ortalama olarak, bir güneş enerjisi sisteminin çıktısının yalnızca %20-40'ı şebekeye gider ve bu ihraç edilen güneş enerjisi yakındaki müşterilerin yüklerine hizmet etmektedir. Net ölçüm sistemi, müşterilere kendi elektriklerini temiz ve verimli bir şekilde üretmelerine olanak tanımaktadır. Gün boyunca, çoğu güneş enerjisi müşterisi tükettiklerinden daha fazla elektrik üretir; net ölçüm sistemi, bu gücü şebekeye ihraç etmelerine ve gelecekteki elektrik faturalarını azaltmalarına olanak tanımaktadır (SEIA 2023).

Karbon Fiyatlandırması

Karbon fiyatlandırması, fosil yakıtların karbon içeriğine veya yakıldıklarında ortaya çıkan emisyonlarına göre ücretlendirilmesidir. Karbon fiyatlandırması, sera gazı emisyonlarıyla ilişkili dışsal maliyetleri içselleştirmek için tasarlanmış bir politika aracıdır. Enerji tüketimini azaltmak ve düşük karbonlu yakıtlara geçmek için geniş bir yelpazede davranış değişikliklerini teşvik ederek emisyon azaltımlarını yönlendirir. Teorik olarak karbon fiyatlandırması, iklim değişikliğinin zararlarını ödeme sorumluluğunu kamudan sera gazı emisyonu üreticilerine kaydırır, ancak bazı maliyetler yine de tüketicilere yansıtılır. Karbon fiyatlandırması, emisyonu neden olanlar için ekonomik bir gösterge görevi görerek, emisyonları azaltmak için uygulamalarını değiştirmek veya ilgili maliyetlere katlanarak salım üreten faaliyetlerine devam etmek arasında seçim yapma özerkliği sağlar. Karbon fiyatlandırması, teknolojik değişimi daha temiz mallara ve üretim yöntemlerine yönlendirmeyi amaçlayan bir politika paketinin önemli bir unsuru olduğunu göstermektedir (Berahab 2024).

Karbon fiyatlandırması, karbon vergileri veya emisyon ticaret sistemleri (ETS'ler) şeklinde olabilir. Karbon vergileri genellikle fosil yakıt arzının karbon içeriği üzerinden alınan bir vergi yoluyla uygulanır. ETS'ler, firmaların emisyonları veya yakıt tedariklerinin karbon içeriği için tahsisat almalarını gerektirir; hükümet tahsisat arzını kontrol eder ve tahsisatlarını piyasa ticareti emisyon fiyatını belirlemektedir (Parry, Black ve Zhunussova 2022). ETS hakkında detaylı bilgi ikinci bölümde verileceğinden burada anlatılmayacaktır.

Yenilenebilir Enerji İhaleleri

Yenilenebilir enerji ihaleleri aynı zamanda ‘talep ihaleleri’ veya ‘tedarik ihaleleri’ olarak da bilinmektedir. Bu ihalelerde hükümet, belirli bir kapasiteyi veya yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretimini satın almak üzere ihale çağrısında bulunur. Proje geliştiriciler, açık artırmaya katılarak projeyi gerçekleştirebilecekleri elektrik birimi başına bir fiyat teklif ederler. Açık artırma düzenleyicisi, teklifleri fiyat ve diğer kriterlere göre değerlendirir ve yenilenebilir enerji proje sözleşmesi imzalanır (IRENA 2015).

Yenilenebilir enerji ihaleleri, politika yapıcıların temiz enerjiyi piyasa fiyatlarını yansıtan fiyatlarla temin etmelerini sağlayan şeffaf ve rekabetçi mekanizmalardır. Müzakere yoluyla yapılan alımlar veya geri ödeme tarifeleri (FIT'ler) ile kıyaslandığında, ihaleler fiyat keşfi sağlama, enerji üreticileri için olağanüstü karları azaltma ve maddi sıkıntı çeken enerji şirketleri ile tüketicilere daha düşük elektrik fiyatları sunma potansiyeline sahiptir; çünkü şirketleri fiyat üzerinden birbirleriyle rekabet etmeye zorlar. Ayrıca, ihaleler hükümetlerin yenilenebilir enerji kapasitelerinin zaman ve yer açısından daha hassas bir şekilde yönlendirilmesini sağlar ve özel yatırımları teşvik etmek için de yatırımcılara enerji projelerinin adil sözleşme uygulamalarıyla verileceği konusunda güven vermektedir (USAID 2019).

Kamu-Özel Sektör Ortaklığı (Public-Private Partnerships, PPPs)

Kamu-özel sektör ortaklığı terimi, altyapı ve diğer hizmetler bağlamında kamu ve özel kuruluşlar arasındaki bir dizi olası ilişkiyi tanımlamaktadır. Bu tür faaliyetler için kullanılan diğer terimler arasında özel sektör katılımı ve özelleştirme bulunmaktadır. Kamu-Özel Sektör Ortaklıkları (KÖÖ), gelişmekte olan ülkelerde fiziksel ve sosyal altyapının geliştirilmesi için bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Son zamanlarda sürdürülebilir kalkınma için fosil yakıtlara alternatifler geliştirmeye daha fazla önem verilmiş ve bu durum yenilenebilir enerji kaynaklarını ön plana çıkarmıştır. Yenilenebilir

enerji kaynakları genellikle gelişmiş ekonomilerde geliştirilmiş olup, gelişmekte olan piyasalar bu alanda geride kalmıştır. Bunun olası nedenlerinden biri, son yıllarda yenilenebilir enerji üretim maliyetindeki hızlı düşüşe rağmen, bu maliyetlerin kömür ve doğal gaz gibi geleneksel enerji kaynaklarının maliyetinden daha yüksek olmasıdır. Özel sektörün KÖO yoluyla sektöre katılımının artması, birçok gelişmiş ülkede olduğu gibi gelişmekte olan piyasalarda da teknolojilerin iyileştirilmesine ve maliyetlerin düşürülmesine yardımcı olmaktadır (Rajpurkar 2015).

Çoğu durumda, hükümet harcamaları ve yatırımları, kırsal alanlarda yenilenebilir enerjiye erişimi artırmak için yeterli olmamaktadır ve sermaye yetersizliği sorunu, yenilenebilir enerji sektöründeki özel yatırımlarla aşılabılır. Ancak, tamamen özel sektör yatırımlarına dayanmak, temiz enerji sektöründe özel bir tekel oluşumuna neden olabilir, bu nedenle, KÖO yatırımları, sıfır-net emisyon hedeflerine ulaşmak için yenilenebilir enerji üretim kapasitesini artırmanın temel unsurlarından biridir. Birleşmiş Milletlere göre, KÖO yatırımları hem devlet hem de devlet dışı çeşitli taraflar arasında, tüm tarafların ortak bir amaca veya belirli bir göreve ulaşmak için birlikte çalıştığı ve riskleri, sorumlulukları, kaynakları ve faydaları paylaştığı gönüllü bir iş birliği ilişkisidir. Kamu ve özel yatırımlar arasındaki bu iş birliği ve risk paylaşımı, temiz enerji sektöründeki sermaye birikiminin artmasına yol açmaktadır. Devletin tek başına bu sermaye yoğun projeleri finanse etmesi mümkün olmadığından, başarılı projelerin çoğu KÖO aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (Greve ve Hodge 2011, Cheng, ve diğerleri 2021).

İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAYNAKLARI İLE HAVA, ÇEVRE VE SAĞLIK HARCAMALARI İLİŞKİSİ

2.1. Enerji Kaynaklarının Hava ve Çevre Kirliliğine Etkisi

Çevre, biyotik (canlı organizmalar ve mikroorganizmalar) ve abiyotik (hidrosfer, litosfer ve atmosfer) unsurların bir birleşimidir. Kirlilik ise, insanlar ve diğer canlı organizmalar için zararlı olan maddelerin çevreye yayılması olarak tanımlanmaktadır. Yani çevre, insanların, hayvanların, mikroorganizmaların ve bitkilerin yaşadığı ortamı ifade etmektedir ve atmosfer, su ve toprak unsurlarından oluşmaktadır. Kirleticiler veya kirli maddeler ise, çevreye normalden daha yüksek konsantrasyonlarda salınan kimyasal bileşenlerdir. Katı, sıvı veya gaz formundaki zehirli maddeler, insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkmakta ve içtiğimiz suyu, soluduğumuz havayı kirleterek çevre üzerinde genel olarak olumsuz etkiler yaratmaktadır (Edo, ve diğerleri 2024).

Çevresel kirleticilerin çoğunun endüstriyel makineler, enerji üretim istasyonları, yanmalı motorlar ve otomobil kullanımı gibi büyük ölçekli insan faaliyetleri yoluyla yayıldığı bilinmektedir. Hava kirleticilerinin sınıflandırılması, esas olarak kirliliği üreten kaynaklara dayanmaktadır ve Manisalidis ve arkadaşları (2020) çalışmasında dört ana kaynaktan bahsetmektedir: Ana kaynaklar, Alan kaynakları, Mobil kaynaklar ve Doğal kaynaklar (Manisalidis, Stavropoulou, ve diğerleri 2020).

Ana kaynaklar arasında elektrik santrallerinden, rafinerilerden ve petrokimyasallardan, kimya ve gübre endüstrilerinden, metalürji ve diğer sanayi tesislerinden ve son olarak belediye yakma tesislerinden kaynaklanan kirletici emisyonları yer almaktadır. Kapalı alan kaynakları arasında evsel temizlik faaliyetleri, kuru temizleyiciler, matbaalar ve benzin istasyonları yer almaktadır. Mobil kaynaklar arasında otomobiller, arabalar, demiryolları, hava yolları ve diğer araç türleri yer almaktadır. Son olarak, doğal kaynaklar, orman yangını, volkanik erozyon, toz fırtınaları ve tarımsal yanma gibi fiziksel felaketleri içermektedir.

Bir diğer sınıflandırma türü ise kirliliğin alıcısına göre yapılan gruplandırmadır:

Hava kirliliği, kirleticilerin havada uzun süreler boyunca büyük miktarlarda bulunması olarak belirlenir. Hava kirleticileri dağılmış partiküller, hidrokarbonlar, CO, CO₂, NO, NO₂, SO₃ vb.dir.

Su kirliliği, su kalitesini etkileyen yüksek seviyelerdeki organik ve inorganik yük ve biyolojik yüküdür.

Toprak kirliliği, ağır metaller, hidrokarbonlar ve pestisitler gibi kimyasalların salınması veya atıkların bertaraf edilmesi yoluyla meydana gelmektedir.

2.1.1. Enerji Kaynakları ve Hava Kirliliği

Kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıt kaynakları uzun bir süredir enerji üretiminde ana enerji kaynakları olmuştur. Doğal gazın payı artarken, kömür ve petrolün payı giderek azalmaktadır. Öte yandan, yenilenebilir enerji kaynakları jeotermal, biyokütle ve hidro 1965 yılından bu yana enerji üretiminde kullanılmaktadır. Son zamanlarda rüzgâr, hidro ve güneş kaynakları enerji üretiminde en çok kullanılan kaynaklar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, enerji üretimi çevresel bozulmanın en önemli nedenlerinden biridir, Çin ve Hindistan gibi bazı ülkelerde fosil yakıt kaynaklarının (özellikle kömür ve petrol) toplam enerji üretiminde hala önemli bir paya sahip olması ve önemli miktarda karbondioksit (CO₂) emisyonuna neden olması nedeniyle çevresel bozulma hızlanmaktadır. Enerji tüketimi ve çevresel bozulma arasındaki ilişki iki farklı perspektiften incelenmektedir. Enerji tüketimi özellikle fosil yakıt enerjisi kullanımı ciddi çevresel bozulmayı teşvik ederken, yenilenebilir enerji tüketimindeki artış çevresel bozulmanın azaltılmasına olumlu katkıda bulunmaktadır (Depren, ve diğerleri 2022).

Enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerindeki etkisi birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir ve enerji tüketiminin çevre kirliliğini artırdığına dair pek çok kanıt bulunmaktadır. Yıllar boyunca uzmanlar, küresel olarak sera gazı emisyonlarını azaltmak için gereken politika ve yönetim fırsatlarını belirlemekle uğraşmışlardır. CO₂ emisyonlarının, fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan küresel sera gazı emisyonlarının yüzde 80'inden fazlasını oluşturduğu göz önüne alındığında, bu konuda daha fazla araştırma yapılması hayati önem taşımaktadır. Artan CO₂ emisyonlarının doğrudan nedenlerini belirlemek için, çeşitli çalışmalar enerji kullanımını (yenilenebilir ve yenilenemez) ayırıştırarak incelemiştir. Bu çalışmalar, yenilenebilir enerji kullanımının çevresel kaliteyi artırırken, yenilenemez enerji yani fosil yakıtların tüketiminin çevre kirliliğine neden olduğunu doğrulamaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından rapor edilen başlıca hava kirlleticileri arasında; partikül kirliliği, yer yüzeyindeki ozon, karbon monoksit, azot oksitleri ve kükürt oksit yer almaktadır. Adı geçen hava kirleticilerin ana kaynağı fosil yakıtlar olup, her biri hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

Partikül Madde (PM)

Partikül madde (PM) genellikle atmosferde farklı kirleticiler arasındaki kimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşur. Havadaki gaz olmayan tüm maddeleri ifade etmektedir ve soluduğumuz havada asılı duran sülfat, nitrat, amonyak, sodyum klorür, siyah karbon, mineral toz ve su gibi çok küçük parçacıklardır partiküllerin penetrasyonu, boyutlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. PM çapı 10 mikrometre (μm) veya daha küçük olan partikülleri PM_{10} ve çapı 2.5 mikrometre (μm) $\text{PM}_{2.5}$ ve daha küçük olan son derece ince partikülleri içerir. Bu partiküller son derece incedir: 2,5 mikrometre, bir insan saçının çapının yaklaşık otuzda birine eşdeğerdir. Partikül madde, solunum yoluyla ciddi sağlık etkilerine yol açabilecek küçük sıvı veya katı damlacıklar içermektedir. Çapı 10 mikrometreden (μm) küçük olan partiküller (PM_{10}) solunduktan sonra akciğerlere nüfuz ederek ve kan dolaşımına karışma riski bulunmaktadır. İnce partiküller olan $\text{PM}_{2.5}$ ise sağlık açısından daha büyük bir risk oluşturmaktadır (Roser 2021, Cheung, ve diğerleri 2011, Zhang, ve diğerleri 2019).

Ozonun Atmosferdeki Etkisi

Troposferdik veya yer seviyesindeki ozon, doğrudan havaya salınmaz, ancak azot oksitleri (NO_x) ve uçucu organik bileşenler (VOC) arasındaki kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır. Bu durum, otomobiller, elektrik santralleri, endüstriyel kazanlar, rafineriler, kimya tesisleri ve diğer kaynaklar tarafından salınan kirleticilerin güneş ışığı altında kimyasal olarak reaksiyona girmesiyle gerçekleşmektedir. Bu süreç, fotokimyasal duman olarak bilinmektedir (United States Environmental Protection Agency 2024).

Karbon Monoksit (CO)

Karbon monoksit (CO) yakıtların tam olarak yanmaması sonucu oluşan kokusuz, renksiz bir gazdır. İnsanlar CO gazına maruz kaldıklarında, CO molekülleri vücutlarındaki oksijenin yerini alarak zehirlenmeye yol açmaktadır.

Azot (Nitrojen) Oksit (NO_2)

Azot dioksit (NO_2), azot ve oksijenden oluşan bir gaz halindeki hava kirleticisidir ve azot oksitleri olarak bilinen bir gaz grubunun parçasıdır. Azot dioksit, kömür, petrol, metan gazı (doğal gaz), dizel veya biyokütle hayvan atıkları gibi fosil yakıtların yüksek sıcaklıklarda yakılmasıyla oluşmaktadır. Azot oksit, araç egzozlarından çıkan dumandan kaynaklandığı için trafik kaynaklı bir kirletici madde olarak kabul edilmektedir. NO_2

emisyonlarının en büyük kaynakları kamyonlar, otobüsler ve otomobiller olup, bunları dizel motorlu karayolu dışı ekipmanlar, petrol ve gaz üretimi gibi endüstriyel süreçler, endüstriyel kazanlar ve diğer hareketli motorlar ve kömürle çalışan elektrik santralleri takip etmektedir (American Lung Association 2023, Song, ve diğerleri 2021).

Kükürt Dioksit (SO₂)

Kükürt dioksit, esas olarak fosil yakıt tüketimi veya endüstriyel faaliyetlerden yayılan zararlı bir gazdır. SO₂ emisyonu, ısınma ve enerji üretimi için fosil yakıtların yanması sonucu gerçekleşmektedir. Petrol işleme, metal eritme, odun hamuru üretimi gibi çeşitli sanayi faaliyetleri de önemli miktarda kükürt dioksiti ve diğer kükürt bileşenlerinin salınımına yol açmaktadır. Kükürt oksit gazları, kömür ve petrol gibi kükürt içeren yakıtlar yakıldığında ve benzin petrolden benzin veya metaller cevherlerinden çıkarıldığında oluşmaktadır. SO₂ su buharında çözünerek asit oluşturur ve havadaki diğer gazlar ve partiküllerle etkileşime girerek sülfatlar ve insan sağlığı ile çevre için zararlı olabilecek diğer ürünleri meydana getirmektedir. ABD Çevre Koruma Ajansı'na göre, havaya salınan SO₂'nin %65'inden fazlası, yani yılda 13 milyon tondan fazla, atmosferdeki en büyük SO₂ kaynağı, elektrik santralleri ve metalik cevher, kömür ve ham petrol gibi hammaddelerden ürünlerini elde eden veya proses ısısı üretmek için kömür ya da petrol yakan diğer sanayi tesisleridir. Bunlar petrol rafinerileri, çimento üretim tesisleri ve metal işleme tesisleridir. Ayrıca, lokomotifler, büyük gemiler ve bazı karayolu dışı dizel ekipmanlar yüksek kükürt içeren yakıtları yakarak büyük miktarlarda SO₂ emisyonları salmaktadır. Aynı şekilde, iç mekanlarda ısınma ve pişirme amaçlı kömür yakılması, özellikle bazı gelişmekte olan ülkelerde, kentsel havadaki SO₂ seviyesini önemli ölçüde arttırmaktadır (Pan 2019).

2.1.2. Enerji Tüketiminin Çevresel Etkileri

Yapılan araştırmalara göre, literatürde fosil enerji tüketiminin olumsuz etkilerini inceleyen birçok araştırma bulunmaktadır. Agbede ve arkadaşları (2021), MINT ülkelerinde birincil enerji tüketimindeki artış, uzun vadede çevresel bozulmada artışa yol açtığını tespit etmişlerdir, Chen vd. (2023) araştırmasında, fosil enerji kaynaklarının sera gazı emisyonlarına önemli ölçüde katkıda bulunduğunu ve bunun sonucunda iklim değişikliği, habitat tahribatı ve üretkenlikte azalma gibi olumsuz etkilerin ortaya çıktığını göstermiştir. Bulgular, yenilenebilir enerjinin hava kirliliğinin azalmasına katkıda bulunurken, yenilenemeyen enerji kaynaklarının artmasına neden olduğu tek yönlü bir

bağlantıyı ortaya koymaktadır. Aynı şekilde, Huang ve arkadaşları (2022), toplam enerji tüketiminin gelişmekte olan ülkelerde karbon emisyonlarını artırırken, gelişmiş ülkelerde karbon emisyonlarını azalttığını ortaya koymaktadır. Yani fosil yakıt enerjisi doğrudan karbon emisyonlarını artırırken, yenilenebilir enerji tüketimi karbon emisyonlarını azaltmaktadır (Agbede, ve diğerleri 2021, Chen, ve diğerleri 2023, Huang, ve diğerleri 2022).

Alola ve arkadaşları (2019), AB ülkeleri üzerine yaptığı incelemesinde fosil enerji tüketiminin çevresel kaliteyi düşürmedeki rolünü doğrularken, yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel sürdürülebilirliği artırdığını ortaya konmuştur. Shen ve diğerleri (2020), 2011-2017 dönemi için Çin'deki hava kirliliğinin önemli bir mekansal yayılma etkisi olduğunu ve yenilenebilir enerjiye yönelik yeşil inovasyonun hem yerel hava kirliliğini hem de çevre bölgelerdeki hava kirliliğini engellediğini ortaya koymuştur. Fosil enerji tüketimi ise yerel hava kirliliğini önemli ölçüde artırırken, çevre bölgelerde kükürt dioksit ve is kirliliği etkisi belirgin olmadığını ileri sürmüştür. Ayrıca, Ahmad ve arkadaşları (2020) çalışmasında, 1995-2014 döneminde Çin'in beş Kuzeybatı eyaletinde yenilenebilir enerji kullanımındaki artışın bu eyaletlerde CO₂ emisyonlarını artırdığını tespit etmiştir. Ancak, yenilenebilir enerji tüketimindeki azalma CO₂ emisyonlarını artırmaktadır ve yenilenemeyen enerji, GSYİH ve ulaşımdaki artışlar, bu illerde hem kısa vadede hem de uzun vadede çevre kirliliği ile ilişkili olduğu belirlemiştir. Öte yandan Li ve diğerleri (2024) çalışmasında, BRICS ülkelerinde, yenilenebilir enerji ve yeşil vergilerin emisyonları azaltmaya katkıda bulunduğunu tespit etmiştir (Alola, Bekun ve Sarkodie 2019, Shen, ve diğerleri 2020, Ahmad, ve diğerleri 2020, Li, Liu ve Li 2024). Bekhet ve ekibi, 1980-2011 yılları arasında Körfez İş birliği Konseyi (GCC) ülkelerinde, Birleşik Arap Emirlikleri (BAE) hariç tüm GCC ülkelerinde karbon emisyonları, finansal gelişim, GSYİH ve enerji kullanımı arasında uzun vadeli ve nedensel ilişkiler olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, Suudi Arabistan, BAE ve Katar'da karbon emisyonlarından enerji kullanımına doğru tek yönlü uzun vadeli bir nedensellik ilişkisinin bulunduğunu ve BAE, Umman ve Kuveyt'te ise finansal gelişimden karbon emisyonlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu gözlemlemiştir (Bekhet, Matar ve Yasmin 2017). Shahzad vd. (2017) ise, 1971-2011 döneminde Pakistan'da, karbon emisyonları ile enerji tüketimi arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu, enerji tüketimi, ticaret açıklığı ve finansal gelişimden karbon emisyonlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi ve enerji tüketimi ile finansal gelişim arasında çift yönlü bir nedensel ilişki olduğu sonucuna

ulaşmıştır. Esso ve Keho (2016), 12 seçilmiş Sahra Altı Afrika ülkesi için 1971-2010 dönemini kapsayan çalışmasında uzun vadede, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme çoğu ülkede atmosferik kirliliği arttırdığını tespit etmiştir. Benin, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Gana, Nijerya ve Senegal'de ekonomik büyümenin kısa vadede CO₂ emisyonlarına neden olduğunu göstermektedir. Gabon, Nijerya ve Togo'da ise CO₂ emisyonlarının ekonomik büyümeye ters nedensellik etkisi yaptığı bulunmuştur; bu, hava kirliliğini azaltmayı amaçlayan çevresel politikaların ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Ayrıca, Nijerya'da kısa vadeli ve Kongo ile Gabon'da uzun vadeli ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonları arasında çift yönlü nedensellik bulunmuştur. Uzun vadede, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme Benin, Fildişi Kıyısı, Nijerya, Senegal, Güney Afrika ve Togo'da CO₂ emisyonlarına neden olmaktadır (Bekhet, Matar ve Yasmin 2017, Shahzad, ve diğerleri 2017, Esso ve Keho 2016).

Pata (2020), ABD ülkesi 1980-2016 dönemini incelediği çalışmasında, ekonomik karmaşıklık ile çevresel kirlilik arasındaki ters U şeklindeki EKC ilişkisinin ABD için geçerli olduğunu göstermiş. Ayrıca, küreselleşme ve yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel kirliliği azaltmada belirleyici bir rol oynadığı, buna karşın yenilenemez enerji tüketiminin çevresel baskılara katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde Owosu ve arkadaşları (2016), 1992-2018 yılları arasında BRICS ekonomilerinde küreselleşme ve biyokütle enerjisi kullanımının çevresel bozulmayı azalttığını, ekonomik büyüme, doğal kaynaklar ve gayri safi sermaye oluşumunun ise çevresel bozulmayı iyileştirdiğini göstermiştir. Wang vd. (2016), Çin hükümeti 2012 dönemi enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları arasında nedensellik ilişkilerini belirlemiştir; ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişki ve enerji tüketiminden CO₂ emisyonlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişki tespit edilmiştir (Pata 2021, Owusu ve Sarkodie 2016, Wang, ve diğerleri 2016).

Bu çalışmalardan elde edilen genel bulgularda, enerji tüketiminin çevresel etkileri ve ekonomik faktörlerle olan ilişkileri hakkında önemli bilgiler sunulmaktadır. Ancak, burada sadece bazı örnekler ele alınmıştır ve bu alanda çok sayıda çalışma mevcuttur. Fosil yakıtların neden olduğu sera gazı emisyonlarını azaltmak, hava kirliliği ve karbon emisyonlarını kontrol altına almak için yenilenebilir enerji teknolojilerine yatırım yapmak, çevresel etkileri azaltmak ve sürdürülebilir enerji sistemleri oluşturmak kritik öneme sahiptir. Enerji politikaları ve yeşil vergiler gibi düzenlemeler, emisyonları

azaltmak ve çevresel kaliteyi artırmak için gereklidir. Bu tür politikalar, enerji tüketiminin çevresel etkilerini dengelemeye yardımcı olacaktır.

2.2. Hava ve Çevre Kirliliğine Karşı Mücadele Politikaları

1970'lerden bu yana, uluslararası kuruluşlar iklim değişikliği ve hava kirliliği endişesiyle büyük ölçüde meşgul olmakta ve bu sorunu tek bir ülkenin kendi başına çözemeyeceğini, bu nedenle ülkeleri küresel bir çaba ve sorumluluk bilinciyle hareket etmeye çağırmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda atılan önemli uluslararası adımlardan aşağıda kısaca bahsedilmiştir.

1972 yılında Stockholm'de Birleşmiş Milletler'in önderliğinde düzenlenen İnsan Çevresi Konferansı ile uluslararası müzakereler başlamıştır. Küresel çevre kirliliği sorunlarının yalnızca uluslararası iş birliğiyle çözülebileceği fikrine vurgu yapılmış ve acil önlemlerin alınması gerektiği belirlenmiştir. Daha sonra 1979'da Cenevre'de, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından düzenlenen "Dünya Birinci İklim Konferansı" insan faaliyetlerinin olumsuz etkilediği iklim değişikliğinin önlenmesi konusunda bir çağrıda bulunmuştur. Bu konferansa birçok ülkeden bilim insanı katılmış ve toplantıda, fosil yakıtlara olan uzun vadeli bağımlılığın devam etmesi durumunda atmosferdeki CO₂ birikiminin artabileceği ve uzun vadede atmosferde biriken CO₂ önlenemez sonuçlara yol açabileceği konusunda bir uzlaşma sağlanmıştır. Bu adımlar ilk uluslararası farkındalığın oluşmasına katkıda bulunmuştur (Çetintaş ve Türköz 2017, 150). Bu konferansın ardından 1985 yılında Villah'ta düzenlenen toplantıda tüm sera gazlarının küresel ısınma değerlendirmelerine katılması kararı alınmıştır (Godrej 2003, 89-90).

Birleşmiş Milletler Genel Kurulu iklim değişikliğinin bir "insanlığın ortak kaygısı" olarak nitelendirmiş ve küresel bir çözüm arayışına çağrıda bulunmuştur. Mücadelenin bir sonraki adımı 1988 yılında, Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın (UNEP) desteğiyle "Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli" (IPCC) kurulmuştur. Bu panelin kuruluş amacı, insan kaynaklı iklim değişikliği ve olası etkileri hakkında bilimsel, teknik ve sosyo-ekonomik bilgileri değerlendirmek ve gerekli önlemleri belirlemektir. Ayrıca, problemlere çözüm bulmak ve çözüm odaklı politikaları hayata geçirmektir. İklim değişimi ve hava kirliliği probleminin, sadece ulusal değil uluslararası düzeyde ele alınması ve stratejiler geliştirilmesi gerektiği vurgulanmış ve bu konuda baskı ve çağrılar yapılmıştır. Mücadele çerçevesinde atılan bir başka adım, 1990 yılında 29 Ekim- 7 Kasım tarihleri arasında Cenevre'de gerçekleştirilen "Dünya İkinci

İklim Konferansı'dır". Bu konferansta, Dünya İkinci İklim Konferansı Bakanlar Deklarasyonu, 137 ülke tarafından kabul edilmiştir. Konferansın odak noktası iklim değişikliği ve sera gazları olup, Birinci Dünya Konferansında belirlenen sorunların çözümü için somut adımların atılması açısından büyük önem taşımaktadır (DPT 2000, 12-13). Daha sonra, 1992 yılında Rio Zirvesi'nde gündeme gelen ve "Rio Sözleşmeleri" olarak anılan Biyolojik Çeşitlilik ve Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi imzalanmıştır. Diğer bir önemli uluslararası adımlardan biri olan, 1994 yılında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), sera gazlarını belli bir düzeyde tutmaya yönelik hedefler içermekte ve ulusal ve bölgesel farklılıkları gözetenek tüm taraflara çevreyi olumsuz etkileyen insan kaynaklı etkenleri kontrol altına alınması ve azaltılması konusunda çeşitli sorumluluklar getirmiştir. Sözleşme'nin nihai hedefi, atmosferdeki sera gazı birikimlerini, insan kaynaklı etkilerin iklim sistemine tehlikeli düzeyde etkisini engelleyecek bir seviyede tutmayı başarmak olarak belirlenmiştir. 194 tarafı bulunan sözleşme, sürdürülebilir kalkınmanın kurumsal çerçevesini oluşturan en önemli bileşenlerden biridir (Karakaya ve Özçağ 2004, 3, Ulueren 2001, 39).

BMİDÇS iki ekten oluşmakta ve ülkeler çeşitli kriterlere göre iki gruba ayrılmaktadır. Sözleşmenin EK1 listesinde, pazar ekonomisine geçiş sürecinde olan eski sosyalist ülkeler ve OECD üyesi ülkeleri bulunmaktadır. EK1 listesinde bulunan ülkeler, sera gazı emisyonlarını 2000 yılında 1990 seviyesinde sabitlemekle yükümlüdürler ve bu ülkeler, iklim değişikliğine sebep olan sera gazı emisyonunu azaltıcı politikalar geliştirmeli ve bu politikaları bildirmekle sorumludurlar. EK2 listesinde ise gelişmiş ülkeler yer almaktadır. EK2 listesindeki ülkeler, sera gazı emisyonlarını 2000 yılına kadar 1990 seviyesine çekmekle yükümlüdürler ve ayrıca EK1 listesindeki ülkelerin iklim değişikliği çabalarına maddi destek sağlama sorumlulukları bulunmaktadır. BMİDÇS, sözleşmeye taraf olan ülkelerin yılda bir kez toplanacağı Taraflar Konferansı'nın düzenlenmesini öngörmüştür. Taraflar Konferansı'nın amacı uygulanacak politikaları belirlemek ve gerekli düzenlemeleri yapmaktır. Konferansın ilki 1995 yılında Berlin'de gerçekleşmiş, ikincisi ise 1996 yılında Cenevre'de düzenlenmiştir (CSDA 2002, 10). Bu ilk iki Taraflar Konferansı, 1997 yılında gerçekleşecek olan ve iklim değişikliğini önleme yolunda uluslararası alanda önemli bir adım olan üçüncü Taraflar Konferansı için bir zemin oluşturmaktadır. BMİDÇS'ne dayanarak 1997'de Japonya'nın Kyoto kentinde düzenlenen 3. Taraflar Konferansı'nda (COP 3), tarafların yükümlülüklerini belirleyen ve Kyoto Protokolü olarak adlandırılan hukuki nitelikte bir belge düzenlenmiştir. Kyoto

Protokolü, yalnızca tek bir taahhüt aşamasını içermesine rağmen, 11 Aralık 2005'te Montreal'de düzenlenen Taraflar Sözleşmesi Konferansı'nda, "2012 sonrası dönem için gelişmiş ülkelerin gelecek taahhütlerini tartışmak üzere" yeni bir çalışma grubunun kurulmasına karar verilmiştir. Ayrıca, 3-14 Aralık 2007 tarihleri arasında Bali'de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı'nda, iklim değişikliğiyle mücadele için bir yol haritası belirlenmiştir. Bu toplantıda, diğer konuların yanı sıra, dünya çapında sera gazı emisyonlarını azaltmak için Kyoto'dan sonraki yeni bir müzakere süreci başlatılmıştır (Bataller ve Pardo 2008, 122). 2012'de Doha'da gerçekleştirilen BMİDÇS 18. Taraflar Konferansı'nda (COP18), Kyoto Protokolü'nün 2. taahhüt döneminin 1 Ocak 2013'te başlayıp 31 Aralık 2020'de sona ereceği kararı alınmıştır. Japonya, Kanada, Rusya ve Yeni Zelanda gibi ülkeler, ikinci taahhüt döneminde yer almayacaklarını belirtmişlerdir (Narin 2013, 945).

2.2.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)

1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen Dünya Zirvesi'nde, atmosferde hapsolan ve küresel ısınmaya neden olan karbon dioksit, metan ve azot oksit gibi "sera gazlarının" kontrol altına alınması amacıyla BMİDÇS (UNFCCC) imzaya açılmıştır. Son yüzyılda endüstrileşmedeki gelişmeler ve fosil yakıt kullanımı, atmosferdeki karbon dioksit miktarını ve küresel sıcaklığı artırmıştır. İnsan kaynaklı emisyonlar, dünya ikliminde önemli değişikliklere neden olmaktadır. Bu sebeple, BMİDÇS' nin hedefi, söz konusu gazları kontrol altına alarak belirli bir seviyede dengelemek ve iklim değişikliğinin ekolojik ve sosyo-ekonomik etkilerini önlemektir (Lovett 2005, 94). Günümüzde BMİDÇS, 188 ülke ve Avrupa Birliği (AB) tarafından kabul edilmiş ve en yaygın desteklenen uluslararası çevre anlaşmalarından biridir. BMİDÇS, ülkeleri taahhütlerine göre üç temel gruba ayırmıştır.

Ek-I listesindeki ülkeler, 1992'de OECD'ye üye olan gelişmiş ülkeler ve serbest piyasa ekonomisine geçiş sürecindeki ülkelerdir (PEGSÜ). Ek-II listesinde ise, AB dışındaki OECD üyesi ülkeler yer almaktadır. Sözleşmeye göre, Ek I ülkelerinin ana sorumluluğu, sera gazı emisyonlarını kontrol altına almak ve 2000 yılına kadar bu emisyonları 1990 seviyelerine indirmektir. Ek II ülkeleri, Ek I' deki yükümlülöklere ek olarak, gelişmekte olan diğer ölkeler için sera gazı emisyonlarını azaltma faaliyetlerine mali destek sağlamak ve çevre dostu teknoloji geliştirmek ve bu teknolojileri geliştirmekte olan ve AB dışındaki ölkelere aktarmakla sorumludur. Ek I dışındaki ölkeler, genellikle Hindistan gibi

gelişmekte olan ülkeleri içerir. Bazıları ise son derece az gelişmiş ülkelerdir ve özellikle iklim değişikliğinin etkilerine duyarlı olan ülkeler BMİDÇS kapsamında özel önem taşımaktadır (Dutt ve Gaioli 2007, 4242).

Tablo 2.1. BMİDÇS Kapsamında Ülkelerin Sınıflandırılması

EK-I Ülkeleri (40+ AB) Sanayileşmiş Ülkeler (26+ AB)+ PEGSÜ(14)	EK-II Ülkeleri (23+ AB)
<u>Sanayileşmiş Ülkeler:</u> Almanya, ABD, AB, Avustralya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, İngiltere, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Lüksemburg, Kanada, Norveç, Portekiz, Yeni Zelanda, Yunanistan, Türkiye, Lihtenştayn, Monako <u>Pazar Ekonomisine Geçiş Sürecinde Olan Ülkeler (PEGSÜ):</u> Beyaz Rusya, Bulgaristan, Estonya, Letonya, Litvanya, Macaristan, Polonya, Romanya, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Çek Cumhuriyeti, Slovenya, Slovakya, Hırvatistan	<u>Sanayileşmiş Ülkeler:</u> Almanya, ABD, AB, Avustralya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, İngiltere, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Lüksemburg, Kanada, Norveç, Portekiz, Yeni Zelanda, Yunanistan

Kaynak: BMİDÇS, 2002

Tablo 2.1’de BMİDÇS sözleşme kapsamında ülkelerin sınıflandırılması verilmiştir. BMİDÇS'nin Eki Tarafları arasında Avustralya, Avusturya, Beyaz Rusya, Belçika, Bulgaristan, Kanada, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Avrupa Birliği, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İzlanda, İrlanda, İtalya, Japonya, Letonya, Lihtenştayn, Litvanya, Lüksemburg, Monako, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya Federasyonu, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye, Ukrayna, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri yer almaktadır. BMİDÇS' nin en üst düzey karar alma organı Taraflar Konferansıdır (COP). Sözleşmede belirtilen yükümlülüklerin gerçekleştirilmesi ve geliştirilmesi amacıyla, Taraflar Konferansı'nın (COP) yılda bir kez düzenlenmesi kararlaştırılmıştır. 1997 yılında Japonya'nın Kyoto kentinde gerçekleşen 3. Taraflar Konferansı (COP3) önemli bir anlaşmaya imza atarak bu anlaşma Kyoto Protokolü olarak bilinir hale gelmiştir (Dutt ve

Gaioli 2007, 4242). Tablo 2.2’de BMİDÇS taraflarının yükümlülükleri maddeler halinde sunulmuştur.

Tablo 2.2. BMİDÇS Taraflarının Yükümlülükleri

Ülkelerin Tanımı	Yükümlülükler
Tüm Taraflar (Madde 4.1)	- İklim değişikliği ile mücadele ve etkilere uyum konusunda programlar geliştirmek - Teknoloji transferi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı, araştırma ve eğitim alanlarında iş birliği yapmak
EK-II Ülkeleri (Madde 4.3, 4.5)	- Gelişmekte olan ülkelere mücadele ve uyum konularında mali ve teknik destek sağlamak
EK- I Ülkeleri (Madde 4.2)	- Sera gazları envanterlerini her yıl ve daha ayrıntılı verilerle düzenli olarak sunmak - Ulusal politikalar hakkında bilgi ve izlenen politika ve önlemlerin etkisini değerlendiren Ulusal Bildirim raporlarını daha sık ve ayrıntılı olarak sunmak - İklim değişikliği ve mücadelede izlenecek politika ve önlemler için öncü rol oynamak - Sera gazlarını, gönüllülük temelinde, "bireysel ya da ortak olarak" 2000 yılı itibari ile 1990 düzeyine çekmek
EK-I Dışı (Madde 4.6, 4.10)	- Ulusal Bildirimlerini, Taraf olmalarını izleyen ilk 3 yıl içinde, daha sonra uygun olduklarında sunmak, - Sağlanan desteklerle paralel olarak mücadele ve uyum konusunda çaba göstermek

Kaynak: Çevre ve Orman Bakanlığı 2008

2.2.2. Kyoto Protokolü

BMİDÇS'de belirtilen hükümlerin uygulamada yetersiz kalması sebebiyle, BMİDÇS'nin uzantısı niteliğinde bir Protokol hazırlanmıştır. 1997'de Kyoto kentinde gerçekleştirilen BMİDÇS'nin 3. Taraflar Konferansı'nda, emisyon azaltım hedefleri ve zaman planını içeren Kyoto Protokolü kabul edilmiştir. Kyoto Protokolü'nün amacı, uygulanabilir mekanizmalarla sera gazı seviyelerini kontrol altında tutarak iklimi korumaktır. Kyoto Protokolü, yürürlüğe girebilmesi için iki ana koşulun yerine getirilmesinden 90 gün sonra hayata geçirilmiştir. Birinci koşul, Protokolün en az 55 ülke tarafından onaylanmasıdır. İkinci koşul ise, 1990 yılındaki toplam emisyonun en az %55'inden sorumlu olan gelişmiş ülkelerin Protokolü imzalaması gerekliliğidir. İlk koşul, 31 Mayıs 2002'de Avrupa Birliği'nin 15 üye ülkesinin aynı anda onaylanmasıyla karşılanırken, ikinci koşul 18 Kasım 2004'te Rusya'nın onayıyla sağlanmıştır. Bu sayede, Kyoto Protokolü 16 Şubat 2005'te yürürlüğe girmiştir (Lovett 2005, 94).

Kyoto Protokolü, gelişmiş ülkeleri sera gazı emisyonlarını azaltma konusunda "ortak ancak farklılaştırılmış sorumluluklar" ilkesi altında taahhütlerde bulunmaya çağırılmaktadır. Ülkelerin emisyon azaltma hedeflerini daha düşük maliyetle gerçekleştirebilmelerini sağlamak için emisyon ticareti ve diğer "esnek mekanizmalar" gibi çeşitli esnek yaklaşımlar sunmaktadır. Protokol, gelişmekte olan ülkelere, emisyonlarını azaltmak için özel bir yükümlülük kabul etmelerini gerektirmeyen, aynı zamanda bu ülkelerin emisyon taahhütlerini gönüllü olarak kabul etmeleri için herhangi bir mekanizma önermeyen bir yaklaşım benimsemektedir (Aldy, Barrett ve Stavins 2003, 380). Kyoto Protokolü, iki Ek'ten oluşmaktadır: Ek-A ve Ek-B. Ek-A listesi, sera gazı emisyonuna neden olan altı ana sera gazı ile bunların kaynaklandığı sektörleri içerirken, Ek-B listesi ise uygulanmakta olan ülkeleri ve bu ülkelerin sera gazı emisyon hedeflerini içermektedir. Kyoto Protokolüne göre, EK1 listesindeki ülkeler, 2008-2012 dönemi için, Protokolün EK-A listesinde yer alan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), azot oksitleri (N₂O), hidroflorokarbonlar (HFC'ler), perfluorokarbonlar (PFC'ler) ve sülfür heksaflorid (SF₆) gibi sera gazı emisyonlarını 1990 yılına kıyasla en az %5,2 oranında azaltmak zorundadırlar (Dutt ve Gaioli 2007, 4242-4243).

Tablo 2.3'te Kyoto Protokolü EK-B ülkeleri emisyon hedefleri belirtilmiştir. Protokole taraf olan ülkeler, 2008-2012 döneminde emisyon hacmini, belirtilen yüzdelerle 1990 yılına göre azaltmak zorundadırlar. Tablo 2.3'te pozitif olan yüzdeler de bulunmaktadır, bunun anlamı bazı ülkelere (Norveç, Avustralya, İspanya) CO₂ emisyon salımını artırmalarına izin verilmiştir, diğer ülkelerin ise CO₂ emisyonlarını azaltma yükümlülüğünde oldukları anlamına gelmektedir. Tablo 2.4'te ise Kyoto Protokolü Ek-A sera gazı emisyonuna neden olan altı ana sera gazı listesi yer almaktadır.

Tablo 2.3. Kyoto Protokolü Ek-B Ülke Listesi ve Emisyon Hedefleri

Ülkeler	Hedef
İzlanda	10%
Amerika Birleşik Devletleri	-7%
Kanada, Macaristan, Japonya, Polonya	-6%
Hırvatistan	-5%
Yeni Zelanda, Rusya Federasyonu, Ukrayna	0%
Norveç	1%
Avustralya	8%
Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Letonya, Lihtenşteyn, Litvanya	-8%
Monako, Romanya, Slovakya, Slovenya, İsviçre	-8%
Avrupa Birliği	-8%
Almanya	-21%
Avusturya	-13%
Belçika	-8%
Danimarka	-21%
İspanya	15%
Fransa, Finlandiya	0%
Kıbrıs	25%
Hollanda	-6%
İrlanda	13%
İtalya	-6,5%
Lüksemburg	-28%
Portekiz	27%
Birleşik Krallık	-12,5%
İsveç	4%

Kaynak: Bataller ve Pardo 2008, 122

Kyoto Protokolü, imzalandıktan yedi yıl sonra yürürlüğe girmiş ve şu anda hâlâ yürürlükte olmasına rağmen, küresel sera gazı emisyonlarına önemli katkısı olan Amerika Birleşik Devletleri hâlâ Protokolü onaylamamıştır. Vurgulanması gereken husus, en yüksek sera gazı emisyonunun kaynağı olan Amerika Birleşik Devletleri tarafından yayılan emisyonun, toplam emisyonların %25'ine ve gelişmiş ülkelerin emisyonlarının %40'ına eşdeğer olduğudur (Bataller ve Pardo 2008, 121).

Tablo 2.4. Kyoto Protokolü Ek- A Sera Gazı Emisyonuna Neden Olan Altı Ana Sera Gazı

GHG Gazları, CO ₂ Eşdeğerleri ve Kaynakları			
Sembol	İsim	CO ₂ Eşdeğeri (CO _{2E})	Ana Kaynak
CO ₂	Karbondioksit	1	Fosil yakıtların yanması, Orman Yangınları, Çimento Üretimi
CH ₄	Metan	21	Landfill sahaları, Petrol ve doğal gazın üretimi ve dağıtımı, Çiftlik hayvanlarının sindirim sistemlerinden fermantasyonla gelen
N ₂ O	Nitroksin	310	Fosil yakıtların yanması, Gübreler, Naylon Üretimi
HFCs	Hidroflorokarbonlar	140~11.700	Buzdolabı gazları, Alüminyum eritme, Yarı iletken üretimi
PFCs	Perflorokarbonlar	6.500~9.200	Alüminyum üretimi, Yarı iletken üretimi
SF ₆	Sülfür Heksaflorit	23.9	Elektrik iletim ve dağıtım sistemleri, Magnezyum üretimi

Kaynak: Çevre ve Orman Bakanlığı 2008,7

1997'de Birleşik Devletler Senatosu'na Byrd-Hagel önergesi Kyoto Protokolü ile ilgili iki temel itiraz sunmuştur. İlk itiraz "ortak ama farklılaştırılmış sorumluluklar" üzerinedir, Ek I listesindeki gelişmiş ülkelerin sera gazlarını azaltma sorumluluğunu üstlenmesi ve gelişmekte olan ülkelerin aynı sorumluluğu taşımamasıdır. İkinci itiraz ise, Protokolün ABD ekonomisine ciddi zarar vereceği endişesidir (Lovett 2005, 95). Harvard Üniversitesi'nden Profesör Sunstein, iklim değişikliği ve hava kirliliğinin toplam emisyonlardan kaynaklandığını ve Kyoto Protokolü'nün emisyon azaltma hedeflerinin toplam emisyonların çok küçük bir kısmını kapsadığını iddia etmektedir. Sunstein, Kyoto Protokolü'nü üç ana noktada eleştirmektedir. İlk olarak, Çin, Hindistan ve diğer gelişmekte olan ülkeler günümüzde önemli ölçüde sera gazı emisyonlarına neden olmaktadır ancak herhangi bir anlaşmaya dahil değiller ve yakın gelecekte daha fazla

emisyona salımına neden olmaları beklenmektedir. Diğer bir nokta ise, daha önce salınan sera gazı emisyonlarının etkisinin gelecekte de devam edeceği ve gelecekteki emisyon azaltım hedeflerinin bu sorunu çözmeyeceğidir. Üçüncü olarak, Kyoto Protokolüne göre, tarafların sera gazı emisyonlarında büyük bir azalma sağlamak yerine, sadece 1990 yılı emisyon seviyesinin biraz altına düşürülmesi gerektiği yükümlülüğü bulunmaktadır. Bu nedenle, Kyoto Protokolü uygulamasının iklim değişikliği ve hava kirliliği mücadelesinde çok sınırlı kalacağı öngörülmektedir (Sunstein 2006, 26).

Tablo 2.5. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü kapsamı maddeler halinde özetlenmiştir. BMİDÇS'nin yürürlüğe girmesi için 50 ülkenin taraf olması yeterli. Kyoto Protokolünün yürürlüğe girmesi için, 55 ülkenin taraf olması ve bu ülkelerin toplam salımlarının da Ek-I ülkelerinin toplam salımlarının %55'ini aşması gereklidir. BMİDÇS'de sera gazları tanımlanmazken, Kyoto Protokolünde, anlaşma kapsamında azaltılması hedeflenen gazlar (CO₂, CH₄, N₂O, PFC, HFC, SF₆) Ek-A listesinde belirtilmiştir. BMİDÇS'de sadece ana sektörler (enerji, sanayi, ulaştırma, tarım, atık, ormancılık) belirlenmiştir. Kyoto protokolünde ise, salımların sınırlandırılması kapsamında ele alınacak alt sektörler tanımlanmıştır. BMİDÇS'de Ek-I ülkeleri için sadece 2000 yılı hedefi (niyet düzeyinde) vardır, Kyoto Protokolünde ise 1. Dönemde (2008-2012), her bir Ek-I ülkesinin sayısal sera gazı emisyon azaltım hedefi Ek-B Listesinde belirtilmiştir. BMİDÇS'de listelerin oluşumu için sadece OECD üyeliği ve sanayileşme derecesi esas alınırken, Kyoto Protokolünde müzakereler sonucunda, Ek-I Listesindeki her ülke, Ek-B listesinde kendisi için farklı bir yükümlülük belirlemiştir, ayrıca BMİDÇS'de yaptırım gücü zayıftır. Kyoto Protokolünde ise hedeflerin tutmaması halinde sonraki dönemler için yükümlülükler ağırlaştırılmaktadır. Son olarak, BMİDÇS'de esneklik kuralları sadece belli ülkeler (geçiş ekonomisi ülkeleri) için geçerli iken, Kyoto Protokolünde tüm taraf ülkeler, kurallarına uymak kaydıyla, esneklik mekanizmalarına (CDM, JI, ET) katılabilmektedirler.

Tablo 2.5. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü Kapsamı

BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'nün karşılaştırılması	
BMİDÇS	KYOTO PROTOKOLÜ
Tüm iklim görüşmelerinin temel metni.	Sadece 1. Dönemi (2008-2012) için yükümlülükler tanımlı. 2005 yılından itibaren 2012-sonrası dönem için (süre, yükümlülük oranları, ülkeler) yeni görüşmeler başlayacak, bu amaçla yeni ittifaklar kurulabilecektir.
Yürürlüğe girmesi için 50 ülkenin taraf olması yeterli.	Yürürlüğe girmesi için 55 ülkenin taraf olması ve bu ülkelerin toplam salımlarının da, Ek-I ülkelerinin toplam salımlarının %55'ini aşması gerekli
Sera gazları tanımlanmamaktadır.	Protokol kapsamında azaltılması hedeflenen gazlar (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFC, HFC, SF ₆) Ek-A listesinde belirtilmiştir.
Sadece ana sektörler (enerji, sanayi, ulaştırma, tarım, atık, ormancılık) belirlenmiştir.	Salımların sınırlandırılması kapsamında ele alınacak alt sektörler tanımlanmıştır. (Ek-A) Dolayısıyla bazı alt sektörler kapsam dışına alınmıştır. (Örn. Uluslararası sivil havacılıktan kaynaklanan salımlar)
Ek-I Ülkeleri için sadece 2000 yılı hedefi (niyet düzeyinde) var.	1. Dönemde (2008-2012), her bir Ek-I ülkesinin sayısal sera gazı emisyon azaltım hedefi Ek-B listesinde belirtilmiştir.
Listelerin oluşumu için sadece OECD üyeliği ve sanayileşme derecesi esas alınıyor	Müzakereler sonucunda, Ek-I listesindeki her ülke, Ek-B listesinde kendisi için farklı bir yükümlülük belirlemiştir.
Yaptırım gücü zayıf.	Hedeflerin tutmaması halinde sonraki dönemler için yükümlülükler ağırlaştırılıyor.
Esneklik kuralları sadece belli ülkeler (Geçiş Ekonomisi Ülkeleri) için geçerli.	Tüm taraf ülkeler, kurallarına uymak kaydıyla, Esneklik Mekanizmalarına (CDM, JI, ET) katılabilir.
Taraflar Konferansı'nda kabul edilen bir değişiklik, ülkeler 6 ay içerisinde itiraz etmezse yürürlüğe girer.	Değişikliğin yürürlüğe girebilmesi için taraf ülkelerin 3/4'ünün onay belgeleri gerekir.
Uyum konusu sınırlı da olsa dile getirilir.	Uyum konusu, CDM gelirleriyle oluşturulacak bir fon dışında, ele alınmaz.
Ek- I dışı ülkelerin yükümlülükleri tanımlanır.	Ek-I dışı ülkeler için yeni hiçbir yükümlülük getirmez, onlara CDM projelerine ev sahipliği hakkı tanır.
Karar alma ve uygulama organları var.	Ek olarak, yaptırım gücüne sahip Uygunluk Komitesi var.

Kaynak: Çevre ve Orman Bakanlığı 2008, 9

Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları

Ülkelerin emisyon azaltma hedeflerini daha düşük maliyetle gerçekleştirebilmelerini sağlamak için geliştirilen “esneklik mekanizmaları” aşağıdaki gibidir:

1. Ortak Yürütme (Joint Implementation-JI),
2. Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mechanism-CDM) ve
3. Emisyon Ticareti (Emissions Trading-ET)’nden oluşmaktadır.

Tablo 2.6. Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları

Mekanizma Türü	İlgili Kyoto Protokolü Maddesi	Katılımcı Ülkeler		Geçerli Karbon Birimi
		Yatırımcı (Karbon Alıcı)	Ev Sahibi (Karbon Satıcı)	
Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM)	12. Madde	Ek-B Ülkeleri	Ek-1 Dışı Ülkeler	Sertifikalandırılmış Emisyon (Salım) Azaltımı (CER)
Ortak Yürütme (JI)	6. Madde	Ek-B Ülkeleri		Emisyon Azaltım Birimi (ERU)
Emisyon Ticareti (ET)	17.Madde	Ek-B Ülkeleri		Tahsislendirilmiş Miktar Birimi (AAU)

*Giderme Birimi (Removal Unit-RMU): Arazi kullanım, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık (LULUCF) temelli faaliyetler (örneğin, ağaçlandırma) sonucu elde edilenler,

*Emisyon Azaltım Birimi (Emission Reduction Unit-ERU): Bir ortak yürütme (joint implementation) projesinden elde edilenler,

*Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltım Brimi (Certification Emissions Reduction-CER): Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM) faaliyetleri sonucunda elde edilenlerdir (UNFCCC, 2010).

*Kyoto Protokolü kapsamında Ek-B ‘de yer alan taraflar emisyonlarını azaltmayı veya sınırlandırmayı kabul etmişler ve bu kapsamda da izin verilen emisyon miktarları belirlenmiştir.

*İzin verilen emisyonlar ise “Tahsislendirilmiş Miktar Birimi (AUU- Assigned Amount Unit)”

Kaynak: Çetintaş ve Türköz 2017, 158

Tablo 2.6’da Kyoto Protokolü esneklik mekanizmaları özetlenmiştir. Kyoto Protokolü, Emisyon Ticareti ve Ortak Yürütme Mekanizması Ek-I listesindeki ülkeleri kapsarken, Temiz Kalkınma Mekanizması ise gelişmekte olan ülkeleri kapsamaktadır (Lecocq ve Ambrosi 2007, 135). Ortak Yürütme Mekanizması, sanayileşmiş ülkelerin diğer gelişmiş ülkelerle birlikte ortak projeler yürütmesine olanak tanırken, Temiz Kalkınma Mekanizması gelişmiş ülkelerin emisyonları azaltan sürdürülebilir kalkınma projelerine yatırım yapmasını ve finansal desteğini içermektedir. Uluslararası emisyon ticaret mekanizması, Ek B ülkelerinin tahsis edilen miktarların (hedeflenen emisyonlar) bir kısmın birbiriyle ticaret yapmasına izin veren, ortak uygulama mekanizması aynı

Ülkelerin projeler üzerinde iş birliği yapmasına ve bu tür projeler bazında emisyon ödeneklerini transfer etmesine olanak tanımaktadır (Aldy, Barrett ve Stavins 2003, 380). Kyoto Protokolünde, sanayileşmiş ve geçiş ekonomileri için – bu lkeler EK B lkeleri olarak adlandırılmakta ve 2008-2012 taahhüt süresince sera gazı emisyon hedeflerinin dışına çıkmamaları üzerine ağrı yapılmıştır. Türkiye dışında, EK B lkeleri Ek I lkeleriyle aynı kategoride yer alırken, Türkiye Ek I lke listesinde yer alsa da Ek B lke listesinde yer almamaktadır. EK B lkeleri, yerel politika ve önlemlere ek olarak, hedeflerini yerine getirmek için üç esnek mekanizmayı kullanabilmektedirler:

- a) Diğer EK B lkelerinden Uluslararası Emisyon Ticareti kapsamında, Tahsisli Tutar Birimleri (Assigned Amount Units- AAU) satın alabilmektedirler
- b) Kyoto Protokolü 6. maddesine göre, diğer EK B ülkelerine emisyon azaltıcı proje yatırımları yapabilirler ve Ortak Uygulama (Joint Implementation -JI) yoluyla ‘‘Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı (Certified Emission Reduction -CER)’’ kredisi kazanabilmektedirler
- c) Kyoto Protokolü 12. maddesine göre, Temiz Kalkınma Mekanizması kapsamında EK B dışı lkelere emisyon azaltıcı proje yatırımlarına destekçi olabilmektedirler (Lecocq and Ambrosi 2007, 135).

Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM)

Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM), Kyoto Protokolü'nn bir parçası olarak BMİDÇS altında yer alan üç esneklik mekanizmasından biridir ve CDM uygulamasına ilişkin bilgiler, Protokolün 12. maddesinde belirtilmiştir. Protokol, gelişmiş Ek-I lkelerinin, yerel emisyonlarını kontrol altında tutmak için gelişmekte olan Ek-I dışı ülkelerde sera gazı emisyonunu azaltan veya emisyonu dengeleyen projeleri üstlenmelerine imkân sağlamaktadır. Her CDM projesi, yatırımcı ülke için Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı (CER) kredisi kazandırmakta ve böylece projeyi uygulayan Ek-I lkesi kazandığı CER miktarı kadar ilave emisyon hakkı elde etmektedir; burada bir CER, bir ton CO₂ veya diğer sera gazlarına eşdeğerdir (Talberg ve Nielson 2009, 1). Buna göre, emisyon sınırlama yükümlülükleri olan sanayileşmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkelerde faaliyette bulunarak bu yükümlülüklerini yerine getirmelerine yardımcı olmak için tasarlanmış bir ‘‘esneklik mekanizması’’dır. Aynı zamanda, bu mekanizmalar aracılığıyla, gelişmekte olan lkelere ‘‘sürdürülebilir kalkınmayı sağlamada’’ yardımcı olma

amaçlanmaktadır ve projeye ev sahipliği yapan ülke yabancı sermaye yatırımları ve teknoloji transferinden yararlanmaktadır (Rowlands 2001, 796).

Ortak Yürütme Mekanizması (JI)

Ortak Yürütme mekanizması Kyoto Protokolünün 6.maddesinde tanımlanmış olup, gelişmiş EK 1 ülkeleri arası uygulanan bir mekanizmadır. Bu mekanizmaya göre protokol gereğince, sanayileşmiş ve emisyon hedefi belirlemiş EK 1 ülkesi, diğer sanayileşmiş EK 1 ülkelerine, emisyon azaltıcı (veya giderim) projelerine yatırım yapabilir. Ortak yürütme projeleri yoluyla emisyon azaltımı sağlayan proje sahibi EK-I tarafı ülke, Emisyon Azaltım Birimi (Emission Reduction Units- ERU) kredisi kazanır (Warbrick, McGoldrick ve Davies 1998, 456). Proje sahibi EK-I ülkesinin kazandığı krediler, emisyon haklarını artırırken, projeye ev sahipliği yapan ülkenin toplam emisyon haklarını azaltmaktadır (UNFCCC 2007, 31).

Emisyon Ticareti (ET)

Kyoto Protokolü, madde 17'de açıklanan Emisyon Ticareti (ET), piyasa odaklı bir esneklik mekanizması olarak tanımlanmaktadır. EK1 listesinde yer alan gelişmiş ülkeler taahhüt ettikleri emisyon azaltım miktarının artan kısmını diğer EK1 tarafı ülkelere satarak kendi aralarında emisyon ticareti yapabilmelerine imkân tanımaktadır. Emisyon Ticareti kapsamında, belirlenen sera gazı emisyon limitini dolduran bir taraf, ek emisyon haklarına sahip olan bir başka tarafa başvurarak, limitini artırmasına olanak sağlanmaktadır. Emisyon kotasını doldurmamış ve kendi kullanımından artan emisyon miktarını satan ülke, kendi için tahsis edilmiş azaltım biriminden (Assigned Amount Unit- AAU) sattığı birim kadar düşmesi gerekmektedir (Çetintaş ve Türköz 2017, 157).

2.2.3. Karbon Piyasaları Uygulaması

Sera gazı emisyonlarının artışını azaltmayı amaçlayan çeşitli küresel uygulama ve çalışmalar bulunmaktadır. Bu çerçevede elde edilen karbon kredileri veya karbon sertifikalarının alınıp satıldığı piyasalar, karbon piyasaları olarak bilinmektedir. Literatürde her ne kadar terim olarak karbon piyasaları kavramı kullanılsa da geniş manada karbon tüm sera gazlarını temsil etmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı 2008, 11). Belirlenmiş limitten daha fazla sera gazı emisyonu salımı yapmak isteyen taraflar, ek kota satın alabilmektedir, kendine tahsis edilen limite ulaşamayıp fazla olan hakkını satan taraf ise ek bir gelir elde etmiş olmaktadır. Bu sebepten dolayı şirketler, daha az

sera gazı salımı yapan çevreci teknolojileri kullanmaya teşvik edilmektedir (Narin 2013, 946). Bu şekilde, Kyoto Protokolü'nün esneklik mekanizmalarıyla azaltılan sera gazı emisyonlarına karşılık işletmeler karbon kredileri elde etmektedir ve bu kredilerin işlem gördüğü piyasalar “karbon piyasaları” olarak tanımlanmaktadır (Öker ve Adıgüzel 2013, 20). Karbon kredi piyasalarındaki artış 2021 verilerine göre %48'dir. Uluslararası, yerli ve bağımsız¹ kurum ve kuruluşların karbon kredi işlem hacmi 327 milyondan 478 milyona yükselmiştir, 2012 yılında bu yana gerçekleşmiş en yüksek artış olarak kayda geçmiştir. 2007 yılında beri yayınlanan kredi hacmi 4.7 milyar CO₂ oluşturmaktadır (World Bank 2022, 33). Küresel karbon kredisi piyasaları, çeşitli kaynaklardan gelen arz ve talep cephesi ticaret çerçevelerini içermektedir. Arz cephesi kredilendirme mekanizmaları:

1. Uluslararası sözleşmeler kapsamında kurulan uluslararası kredilendirme mekanizmaları-Kyoto Protokolü (Temiz Kalkınma Mekanizması [CDM] dahil) ve Paris Anlaşması

2. Bölgesel, ulusal veya yerel idare tarafından işlem gören- yerel kredilendirme mekanizmaları: Kaliforniya Uyumluluk Dengeleme Programı (California Compliance Offset Program) ve Avustralya Emisyon Azaltma Fonu (Australia Emissions Reduction Fund) gibi kuruluşlar

3. Bağımsız kredilendirme mekanizmaları, Verra ve Gold Standard gibi bağımsız, sivil toplum kuruluşları tarafından yönetilen kredilendirme mekanizmalarını içerir.

Talep cephesi, uluslararası anlaşmaların, ulusal yasaların ve şirketlerin, hükümetlerin ve diğer kuruluşların benimsediği gönüllü taahhütleri kapsayan çeşitli yükümlülüklerden oluşmaktadır (World Bank 2022, 35). Tablo 2.7'de emisyon ticaret mekanizma türleri, Kyoto Protokolündeki ilgili maddeleri ve bu mekanizmaların uygulandığı ülkeler özet halinde sunulmuştur.

¹ Bağımsız kurum ve kuruluşlar listesi: American Carbon Registry, Climate Action Reserve, Gold Standard, Verified Carbon Standard from Verra, Plan Vivo, and the Global Carbon Council.

Tablo 2.7. Karbon Piyasaları Kaynakları

Emisyon Ticareti Mekanizmaları					
	Mekanizma	İlgili KP Maddesi	Proje Bazlı	Ürün Sertifikası	Uygulandığı Ülkeler
Kyoto Protokolü Kapsamındaki Zorunlu Mekanizmalar	Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM)	12.Madde	X	CER	Ek-B alıcı Ek-1 dışı ülkeler satıcı
	Ortak Uygulama (JI)	6.Madde	X	ERU	Ek-B ülkeleri
	ETS	Uluslararası Emisyon Ticareti Sistemi (IETS)	17.Madde	AAU	Ek-B ülkeleri
		AB- ETS	17.Madde	EUA	Avrupa Birliği
		Karbon Fiyat Mekanizması	17.Madde	CU	Avustralya
Ülke ve Eyalet Mekanizmaları	Avustralya Karbon Denkleştirme Programı		X	AACU	Avustralya
	Küresel Isınma Çözümleri Kanunu			CCA	Kaliforniya
	Hindistan İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı (NAPCC)			REC	Hindistan
	Bölgesel Sera Gazı Oluşumu			RGGI	ABD
Gönüllü Mekanizmalar	Tezgahüstü Gönüllü Karbon Piyasaları		X	VER	Muhtelif

Kaynak: Narin 2013, 946

Karbon Piyasalarının Sınıflandırılması

Karbon piyasaları, zorunlu ve gönüllü olmak üzere iki kategoride incelenmektedir. Ayrıca karbon piyasaları mücadele şekli açısından da proje temelli ve piyasa temelli olarak ayrılmaktadır.

Zorunlu Karbon Piyasaları Proje Temelli

- Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM)
- Ortak Uygulama (JI)

Zorunlu Karbon Piyasaları Piyasa Temelli

- Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi (EU ETS)
- Uluslararası Emisyon Ticareti Sistemi

Gönüllü Karbon Piyasaları Proje Temelli

- Gönüllü Karbon Piyasaları

Gönüllü Karbon Piyasaları Piyasa Temelli

- Chicago İklim Borsası (Chicago Climate Exchange (CCX))

Gönüllü Karbon Piyasaları

Gönüllü karbon piyasaları, Kyoto Protokolü'nde yer almayan ve EK-1 listesi dışında kalan ülkeleri içermektedir. Buna göre, hükümetlerin, işletmelerin, bireylerin, kurumların ve sivil toplum örgütlerinin hiçbir yükümlülüğü olmaksızın kendi tercihlerine bağlı olarak sera gazı emisyonlarını gönüllü olarak azaltmak için karbon kredilerinin alınıp satıldığı piyasalar, Gönüllü Karbon Piyasaları olarak adlandırılmaktadır (Azari 2014, 4).

Zorunlu Karbon Piyasaları

Zorunlu karbon piyasaları, ülkelerin sera gazı azaltımı taahhütlerini Kyoto Protokolü'nün esneklik mekanizmaları aracılığıyla en az maliyetle yerine getirmelerine olanak tanımaktadır. Zorunlu Karbon Piyasaları, proje bazlı ve piyasa bazlı olarak faaliyet göstermektedir. Ortak Uygulama (JI) ve Temiz Kalkınma Mekanizmaları (CDM) ile elde edilen karbon kredileri proje bazlı iken, Emisyon Ticareti (ET) Mekanizması ile elde edilen karbon kredileri piyasa bazlı olarak sınıflandırılmaktadır.

2.2.4. Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi

Kyoto Protokolü kapsamında, AB ülkeleri 2008-2012 döneminde sera gazı emisyonlarını 1990 seviyesine göre %8 oranında azaltmak zorundadır. 1999'da AB ülkeleri, sera gazı azaltım hedeflerinin ülke içinde ve ülke bazında nasıl dağıtılacağı konusunda anlaşmışlardır. 2003 yılında AB ülkeleri, Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi (European Union Emission Trading Scheme- EU ETS) olarak bilinen uluslararası bir emisyon ticaret planını hayata geçirmiştir. “Sınırla ve ticaret yap” (cap-and-trade) sistemiyle işleyen EU ETS, 2003 yılında başlatılan en büyük emisyon ticaret piyasasıdır (Bayer ve Aklın 2020, 2). EU ETS, CO₂ emisyonlarını azaltmaya odaklanan ilk bölgesel emisyon ticaret planı olarak tasarlanmıştır (Çevre ve Orman Bakanlığı 2008, 25). EU ETS uygulamasına göre, her ülkenin emisyon azaltımını belirlemek için Ulusal Tahsis Planları'nı (National Allocation Plans) hazırlaması ve uygulama tesislerini listelemesi gerekmektedir. Bu planların Avrupa Komisyonu tarafından onaylanmasının ardından,

tesislerin emisyon ticaretine izin verilmektedir. EU ETS, aşamalar halinde uygulanmıştır; ilk aşama 2005'ten 2007'ye kadar olan dönemde bir pilot uygulama olarak gerçekleşmiştir. İkinci aşama, 2008-2012 dönemini kapsayan Kyoto Protokolü taahhüt dönemidir ve üçüncü aşama ise 2013-2020 dönemini kapsamaktadır. Uluslararası karbon piyasaları, karbon emisyonlarını düzenlemenin popüler araçlarındandır. EU ETS, 2008-2016 döneminde, karbon piyasalarının olmadığı ülkelere kıyasla, toplam emisyonun %3,8'ine denk gelen 1.2 milyar ton CO₂ tasarrufu sağlamıştır. Bu miktar, AB'nin Kyoto Protokolü emisyon azaltım hedefinin yarısına eşdeğerdir (Bayer ve Aclin 2020, 8805).

2.3. Hava ve Çevre Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerinde Etkileri

Hava kirliliğinin sağlık üzerindeki zararlı etkileri, küresel ölçekte endişe yaratmaktadır ve günümüzde hava kirliliği en büyük sağlık tehditlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Hava kirliliğinin birçok hastalık ve sağlık sorununa neden olduğu, birçok araştırmacı tarafından kanıtlanmış ve hastalık ve ölüm oranlarındaki artışın hava kirliliği ile doğrudan ilişkili olduğu birçok çalışma ile teyit edilmiştir. Fosil yakıt kullanımı hava kirliliğinin ana kaynağını oluşturmaktadır ve hava kirliliğinin yol açtığı sağlık problemleri küresel bir sorun haline gelmiştir. Fosil yakıt kullanımı sonucu havaya parçacıklı madde, nitrojen dioksit, kükürt dioksit, cıva ve diğer tehlikeli hava kirleticileri dahil olmak üzere birçok çeşitli zararlı kirleticiler salımı gerçekleşmektedir.

Hava kirliliğine maruz kalma, çeşitli hastalıkların gelişme riskini artırmaktadır. Bu hastalıklar üç ana kategoriye ayrılmaktadır: kardiyovasküler hastalıklar, solunum hastalıkları ve kanser. Bu hastalıkları 'önlenebilir ölümler' olarak değerlendirmek mümkündür; zira hava kirliliğinin, bu ölümcül hastalıkların riskini artırmayacak seviyelere düşürülmesi durumunda önlenebilecek ölümler olarak belirlenmektedir. Küresel Hastalık Yüğü araştırmasına göre, her yıl 6,7 milyon ölüm meydana gelmektedir ve bu ölümler doğal hava kirliliği ve insanların faaliyetleri sonucu oluşan hava kirliliğinden kaynaklanan hem iç ortam hem de dış ortam kirliliğinden kaynaklanmaktadır. Dış ortam hava kirliliğinin antropojenik kaynakları, çeşitli insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır: elektrik üretimi (özellikle kömürle çalışan termik santrallerde); milyarlarca düşük gelirli hane halkında yemek pişirmek ve ısınmak için kullanılan katı yakıtlar (odun, odun kömürü, kömür, tarımsal atıklar ve tezek); tarım; sanayi; ve karayolu taşımacılığı (Roser 2021). Sanayi devrimi, çeşitli hizmetlerin sağlanması, teknoloji ve toplumsal modernleşme açısından olağanüstü bir başarı

kaydetmiş, ancak havaya yayılan kirleticilerin insan sağlığı ve çevre üzerinde zararlı etkilere yol açtığı bir seri üretimin başlangıcı olmuştur. Çağımızda, sanayileşme ve kentleşme, insan kaynaklı hava kirliliğinin başlıca halk sağlığı tehlikelerinden biri olmasıyla birlikte, küresel olarak eşi benzeri görülmemiş ve rahatsız edici boyutlara ulaşmaktadır. Sanayileşme dünyanın doğal kaynaklarının daha agresif bir şekilde kullanılmasına yol açmış ve bu durum, çevresel bir risk olarak tanınan kirliliğin, hava, su ve genel çevreye büyük miktarlarda zararlı maddelerin; inorganik, organik, organo-metalik bileşenler, gazlar, nanopartiküller, patojenler ve radyoaktif izotoplar gibi kirleticilerin üretilip salınmasına yol açmıştır ve bu durum insan sağlığı açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır (Edo, ve diğerleri 2024).

Kirli havanın solunması, akciğer fonksiyonlarında bozulmaya, astıma, kalp-damar hastalıklarına, erken doğuma ve erken doğan bebeklerde ölüm oranlarının artmasına neden olmaktadır. Özellikle çocuklar, astım ve akciğer fonksiyon bozukluğu gelişimi açısından daha duyarlıdır. Fosil yakıt kullanımından kaynaklanan hava kirliliği, dünya genelinde (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresini yaklaşık 3 yıl kısaltmıştır. CO₂ ve PM₁₀ gibi hava kirleticilerdeki %1'lik bir artışın, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresinde %1,1- %2,5 arasında bir azalmaya ve bebek ölümlerinde %5,4'lük bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir (Lelieveld, ve diğerleri 2020, 1, Fotourehchi ve Çalışkan 2018, 233).

Birçok epidemiyolojik çalışma dünya genelinde hava kirliliği ile nüfus sağlığı arasında olumsuz bir ilişki bulmuştur. Hava kirliliği, beyin damar hastalıklarını tetiklemekte veya iskemik kalp hastalıklarının şiddetlenmesine yol açmaktadır. Hava kirliliği ayrıca sinir sistemi, sindirim sistemi ve üriner sistemi üzerinde de olumsuz etkilere sahiptir. Uzun süre maruz kalınması, tüm nedenlere bağlı ölüm riskini artırmaktadır. Hava kirliliği, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (COPD), astım ve akciğer kanseri gibi birçok solunum yolu hastalığının nedenidir ve hastalığı tetikleyen bir faktördür (Jiang, Mei ve Feng 2016, e32). Mesela, dış ortam hava kirleticileri olan PM, NO₂ ve SO₂'nin ölüm oranlarını artırdığı, uzun süreli PM maruziyetinin kalp damar hastalıklarını tetiklediği ve O₃'ün ise apandisit riskini artırdığı belirlenmiştir (Kaplan, ve diğerleri 2013, 939-942, Carey, ve diğerleri 2013, 1226-1233, Gill , ve diğerleri 2011, 353-360, Peters, ve diğerleri 2001, 2810-2815).

2015 yılında dünya genelinde hava kirliliğine bağlı olarak yaklaşık 6.4 milyon kişi hayatını kaybetmiştir. Aynı yıl 7 milyon kişi sigaradan, 1.2 milyon kişi AIDS'ten, 1.1

milyon kişi tüberkülozdan ve 0.7 milyon kişi sıtmadan vefat etmiştir. Hava kirliliğini kontrol altına almak için gerekli önlemler alınmazsa, 2060'lı yıllarda yıllık ölüm sayısının 6 ila 9 milyon arasında olması beklenmektedir (Landrigan, ve diğeri 2018, 1). Carré ve diğeri araştırmacılar (2017), hava kirliliğı ile insan sağığı arasında nedensel bir ilişki olduğunu öne sürmektedir. Avrupa ülkelerinde, partikül madde (PM_{2.5}) ve yüzey seviyesindeki O₃ gibi kirleticiler ile benzo (a), piren (BaP) ve NO₂ gibi maddeler, insan sağığına zarar veren en önemli kirleticiler olarak kabul edilmektedir. Bu kirleticilerin temel kaynağı, ulaşımda ve endüstride kullanılan enerjidir. Hava kirliliğı, kardiyovasküler hastalıkları, akciğeri kanseri, astım gibi solunum problemleri ve atopik dermatit gibi deri hastalıklarını tetiklemektedir. Ayrıca, gebelik sırasında polisiklik aromatik hidrokarbonlara (PAH'ler), NO₂ ve partikül maddeye maruz kalmanın, çocukların nöropsikolojik gelişimini olumsuz etkilediğı kanıtlanmıştır. Sidney'de yapılan bir araştırmada, PM_{2.5} içeriğindeki %10'luk bir azalmanın, 10 yıl boyunca yaklaşık 650 prematür bebek ölümünü önleyebileceğı öne sürülmüştür (Carré, ve diğeri 2017, 1). Tablo 2.8'de fosil yakıt kullanım sonucu atmosferde bulunan zararlı maddelerin yol açtığı sağık riskleri özet olarak sunulmuştur.

Çevre kirliliğı özellikle kronik akciğeri hastalığı olanlara daha çok zarar vermektedir Amerikan Thoracic Derneğı'nin sağık üzerindeki olumsuz etkilerini gösteren bir kılavuz tablosu bulunmaktadır. Tablo 2.9'dan da anlaşılacağı gibi, hava kirliliğı solunum hastalıklarıyla yakından ilişkilidir.

Dünya sağık örgütü (2015) verilerine göre, küresel olarak yaklaşık 2.8 milyar birey neredeyse dünya nüfusunun %41'i günlük enerji ihtiyacını katı yakıt enerji kaynağından karşılamaktadır. Dünya sağık örgütü aynı yıl raporuna göre, yaklaşık 1.4 milyon insan tüberküloz hastalığından hayatını kaybetmiş ve 1.6 milyar insan akciğeri kanserine yakalanmıştır. Daha endişe verici olanı ise her yıl yaklaşık 3 milyon insanın obstrüktif akciğeri hastalıklarından vefat etmekte ve bu sayının giderek artması beklenmektedir.

Tablo 2.8. Zararlı Maddeler ve Sağlık Riskleri

Zararlı Maddeler	Hastalıklar	Ölüm Sayısı
Partikül Madde (Particulate matter)	Kardiyovasküler hastalık, solunum sorunları, akciğer kanseri ve olumsuz doğum sonuçları	Yıllık 45 000 ölüm
Ozon (Ozone)	Erken ölüm, rızpatasyon sorunu, astım	Dünya çapında bir milyondan fazla ölüm
Kömür Yakmak (Coal-burning)	Solunum yolu hastalığı, kanser, kardiyovasküler hastalık, böbrek hastalığı, olumsuz doğum sonucu, akıl sağlığı sorunları ve ölümler	Her yıl 3000'den fazla ölüm
Petrol ve Gaz İşlemleri (Oil and gas operation)	Erken ölüm, düşük kilolu bebek doğumu ve erken doğumlar	2000 prematür ölüm
Ulaşım (Transportation)	Solunum sorunları, kardiyovasküler, bağışıklık sistemi sorunları, kanser ve erken ölüm	

Kaynak: American Thoracic Society 2000

Tablo 2.9. Hava Kirliliğinin Sağlığa Etkileri

Ölüm oranlarında artış

Kanser vakalarında artış

Semptomatik astım ataklarının sıklığında artış

Alt solunum yolu enfeksiyonlarında artış

Kronik kardiyopulmoner veya diğer hastalık ataklarında artış

Hırıltı prevalansında artış

Göğüs sıkışması prevalansında veya vakalarında artış

Tıbbi müdahale gerektiren öksürük/balgam üretiminin yaygınlığı veya vakalarında artış

Akut üst solunum yolu enfeksiyonları vakalarında artış

Normal aktiviteyi etkilemeyen akut üst solunum yolu enfeksiyonları

Normal aktiviteyi engelleyebilecek göz, burun ve boğaz tahrişi

Kaynak: (Jiang, Mei ve Feng 2016, e34)

Dünya sağlık örgütü (2019), yaklaşık 65 milyon bireyin kronik obstrüktif akciğer hastalığıyla mücadele ettiğini, yaklaşık 1.6 milyon insanın akciğer kanseri olduğunu ve bu istatistiğin hızla büyüdüğünü rapor etmiştir. Ayrıca, literatürde birçok çalışma, sera gazı emisyonu kaynaklı çevresel sorunların insan sağlığını sinirsel, solunum ve akciğer

hastalıkları gibi olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir (Khan, ve diğerleri 2020, 5, Beatty ve Shimshack 2014, 39-57, Brunekreef ve Holgate 2002, 1233-1242). Kuşkusuz, fosil ve katı yakıt kullanımı sadece enerji ihtiyacını karşılamakla kalmaz, aynı zamanda fosil yakıtların kullanımı sonucunda ortaya çıkan yüksek düzeydeki CO₂ emisyonları ve diğer sera gazı emisyonları, doğal çevreye zarar vererek akciğer kanseri, kalp ve damar hastalıkları, solunum yolu hastalıkları gibi sağlık risklerini artırmaktadır (Bailis, Ezzati ve Kammen 2005, 98-103, Barnes 2014, 4607-4618). Genellikle petrol ve kömür gibi geleneksel enerji kaynakları, hava kirliliğine neden olmakta ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bunun yanı sıra, uzun vadede küresel sıcaklığın artmasına da neden olmaktadır. Her yıl hava kirliliğine bağlı olarak küresel çapta yaklaşık 3.4 milyon ölüm gerçekleşmekte ve bu endişe verici durumun üçte ikisi Asya bölgesinden rapor edilmektedir (WHO 2019).

Yenilenebilir enerji kullanımı, daha az sera gazı (CO₂, SO₂, NO_x) ve partikül madde emisyonuna sebep olmakta ve dolayısıyla sağlık açısından daha güvenlidir. Yenilenebilir enerji tüketimi, solunan havanın kalitesini artırırken erken ölüm, kalp krizi, astım ve kalp-damar hastalıklarında azalmaya neden olmaktadır (Buonocore vd. 2016, 100-105). Ülkelerin enerji talebinin güneş, rüzgâr, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması, geleneksel enerji kaynaklarının yol açtığı çevre problemlerinin minimize edilmesinde önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kullanımı insan sağlığında pozitif etki oluşturarak sağlık harcamalarının azalmasına yardımcı olacaktır (Aldakhil, ve diğerleri 2018, 861-868, Treyer, Bauer ve Simons 2014, 31-44). Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynakları sera gazı emisyonlarının ve fosil yakıt kullanımının azalmasına katkı sağlayarak, hava kirliliğini önlemekte ve çevre ile sağlık üzerindeki olumsuz etkilerin azalmasına yardımcı olmaktadır (Owusu ve Sarkodie 2016, 9).

Litertürde yenilenebilir enerji, CO₂ emisyonu ve sağlık sorunları arasındaki ilişkiyi inceleyen pek çok araştırmalar mevcuttur². Sadorsky (2009), Menegaki (2011) ve Salim ile Rafiq'in (2012) araştırmaları, yenilenebilir enerjinin fosil yakıtların yerini almasıyla CO₂ emisyonlarında bir azalma olacağını göstermektedir. Landrigan ve ekibi (2018), Lelieveld ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan bir incelemede, hava kirliliğinin birçok hastalığı tetiklediği ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresinde azalmaya neden

² Literatür listesi için Nasrin (2022) çalışmasından esinlenmiştir.

olduğu sonucuna varmışlardır. Chen ve ekibi (2013), Luechinger (2014), Janke (2014), Jiang ve diğerleri (2020), Khomenko ve ekibi (2020), Baloch ve arkadaşları (2020), Vu ve diğerleri (2021) gibi diğer çalışmalar da PM_{2.5} partikül maddesinin yaşam üzerindeki etkilerini incelemiştir. Apergis ve ekibi (2018), yenilenebilir enerji tüketiminin uzun vadede CO₂ emisyonlarında azalmaya yol açtığını ve yenilenebilir enerji kullanımı ile insan sağlığı arasında güçlü bir ilişkinin varlığını kanıtlamıştır. Daha az CO₂ emisyonunun salınması, insanların daha temiz hava solumasına ve sağlık koşullarının iyileşmesine neden olacaktır. Yazarın belirttiğine göre, Sahra Altı Afrika ülkelerinde yenilenebilir enerji üretimine daha fazla yatırım yapılması ve fosil yakıtların kullanımının azaltılması durumunda hava kalitesi artacak ve sonuç olarak insanların sağlığı iyileşecektir. Chen ve diğerleri (2013) tarafından yapılan araştırmaya göre, kentlerdeki partikül hava kirliliğinin daha yüksek olması, yetişkinlerde ve çocuklarda ölüm oranlarının artmasına neden olmaktadır. Dockery vd. (1993) ile Pope vd. (1995) çalışmaları, kentlerdeki kirlilik seviyelerinin artmasıyla ölüm oranlarının arttığı sonucuna varmıştır. Beatty ve Shimshack (2014) çalışması, hava kirliliği ile çocuk solunum hastalıkları arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Wang ve ekibinin (2019) araştırması da solunum hastalıkları ile kirli gazlar arasında anlamlı bir ilişki bulmuştur. Dockery vd. (1989) ile Brunekreef ve Holgate'in (2002) çalışmaları, uzun süreli PM_{2.5} maruz kalma çocuklarda astım hastalığına neden olduğunu göstermiştir. Dockery vd. (1993) ile Pope vd. (1995) çalışmaları ise yetişkinlerde kardiyopulmoner ölümleri artırdığını rapor etmiştir.

2.3.1 Sağlık Kavramı ve Sağlığı Etkileyen Faktörler

Sağlık kavramı, genel olarak bilinen ve büyük önem taşıyan bir kavramdır; dolayısıyla farklı insanlar tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmış ve sıkça kullanılmıştır. Sağlık hakkında farklı tanımlamalar bulunmakta olup, literatürde sağlık pek çok farklı bakış açısıyla ele alınmaktadır. Sağlık kavramının tanımı, yaşanan döneme, kültüre ve bireylerin ekonomik durumuna göre değişiklik göstermektedir. Hastalıkla ilgili algılar ve tepkiler, yaşa, cinsiyete, kültüre, sosyal statüye, mevcut duruma ve hatta mutluluk düzeyine bağlı olarak çeşitlilik arz etmektedir.

İlk çağlarda insanlar, hastalıkların kötü ruhlar ve cinler tarafından kaynaklandığına inanıyor ve genellikle büyü ve sihir gibi yöntemleri tedavi olarak kullanıyorlardı. Ancak bilim ve teknolojinin ilerlemesi, tıp biliminin gelişmesi, mikroorganizmaların keşfi ve

yeni tedavi yöntemlerinin ortaya çıkması gibi faktörler, konunun çeşitli yönlerinin keşfedilmesine yol açmıştır. Sağlık kavramı üzerine yapılan tanımlar incelendiğinde, Hygieia sağlığı disiplinli bir yaşam sürme olarak tanımlarken, Aesculap hastalıkları yenme sanatı olarak tanımlamıştır. Aggleton ise sağlık tanımlarını resmi ve resmi olmayan şeklinde sınıflandırmıştır. Sağlık profesyonelleri tarafından yapılan tanımlar resmi olarak kabul edilirken, sağlık profesyoneli olmayan bireylerin sağlık algılamaları resmi olmayan tanımlar olarak kabul edilmektedir (Tatar 2012, 3-4).

Goldsmith makalesinde Sigerist'e göre sağlık tanımını şu şekilde tanımlamaktadır; sağlık, sadece hastalığın olmayışı değil, yaşama karşı içten bir tutum, yaşamın bireylere yüklediği sorumluluklara karşı istekli olma durumu olarak belirtmektedir. Aynı yazar başka bir eserinde sağlığı, bozulmamış bir ritim olarak nitelendirmekte; insanların doğa, kültür ve alışkanlıklar tarafından belirlenen bir ritimde yaşadığını ifade etmektedir. Ayrıca, sağlığı “Gündüz ve gece birbirini takip eder, insanlar uyanır, işe gider, dinlenir ve tekrar uyur; sağlık ise aralıksız bir ritimdir. Hastalık ise bu düzene ani bir müdahaledir” şeklinde yorumlamıştır (Goldsmith 1972, 213). Wylie'ye göre sağlık, vücudun sürekli olarak çevreye mükemmel şekilde uyum sağlamasıdır. Bunun aksine, hastalık, bu uyumun kesintiye uğramasıdır (Wylie 1970, 103). Başka bir tanıma göre sağlık; tam, verimli ve yaratıcı bir yaşam için en uygun kişisel zindelikdir (Hoyman 1962, 253). Dünya Sağlık Örgütü, 1946 yılında sağlığı pozitif bir şekilde “sadece hastalık veya sakatlığın yokluğu değil, fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik hali” olarak çok yönlü bir şekilde tanımlamaktadır. Bu tanımda ifade edilen fiziksel sağlık; kişinin solunum, beslenme, boşaltım, hareket gibi ihtiyaçlarını tam olarak karşılayabilmesini, ruhsal sağlık ise; bireyin hem içsel hem de çevresel uyumunu, sosyal sağlık ise; kişinin kabul görme, aidiyet duygusu ve sosyal ilişkiler kurabilme gibi özellikleri içermektedir. Tanıma göre, Dünya Sağlık Örgütü insanın tümüyle sağlıklı olma durumunu ifade etmektedir (WHO, The Solid Facts: Social Determinants of Health 1998, 1).

Sağlığı Etkileyen Faktörler

1970'lerin başında, ekolojik teori yaklaşımı sağlık anlayışına ve sağlık belirleyicilerine çok yönlü bir bakış açısı getirmiştir. Henrik L. Blum, 1981'de yayınladığı çalışmasında, sağlık durumunu belirleyicilerini çevre, yaşam tarzı, kalıtım (genetik) ve sağlık hizmetleri gibi temel dört faktör altında toplamıştır. Blum'a göre sağlığı etkileyen faktörler arasında çevre öncelikli olup, ardından yaşam tarzı, kalıtım ve sağlık hizmetleri gelmektedir. Bu

dört temel faktör, ülkeler arasındaki ekonomik ve politik sistemlerden, nüfus yapısından, kültürel farklılıklardan ve ekolojik denge gibi birçok etkenden etkilenmektedir (Blum 1981, xv-462). Ancak Blum, sosyal faktörlere atıfta bulunmamıştır.

Diğer bir çalışma grubu; Northern Rivers Health Equity Working Group (NRHEWG) sağlık durumu belirleyicilerini daha detaylı incelemiş ve bireylerin sağlık durumunu belirleyen faktörleri; erken çocuk gelişimi belirleyicileri (early child development determinants), biyolojik etkenler (biological determinants), psikososyal etkenler (psychosocial determinants), yaşam tarzı etkenleri (lifestyle determinants), çevresel etkenler, sosyoekonomik etkenler, hükümet politikaları ve küresel etkenler olarak belirlemiştir (Newell, ve diğerleri 2003, 28).

Bireylerin sağlık durumunu etkileyen faktörler arasında ilk katmanda çocukluk gelişimindeki erken deneyimler yer almaktadır çünkü bu deneyimler diğer tüm sağlık belirleyicilerine aracılık etmektedir (Newell, ve diğerleri 2003, 28). Beyin gelişimi sürecindeki tecrübeler ve okula hazır bulunuşluk daha sonraki yaşta sağlığı etkileyen güçlü etkenler olduğu tespit edilmiştir (McCain ve Mustard 1999, 21-68). Küçük çocukların ve bebeklerin, sevgiye, güvene, zararlı etkenlerden korunmaya, sosyalleşmeye ve ahlaki rehberliğe olan ihtiyaçları kadar, uygun bir öğrenme ortamında keşif yapma fırsatına da ihtiyaçları vardır. Bu ihtiyaçlar karşılandığında, çocukların hem fiziksel hem de zihinsel sağlıklı yetişkinler olma olasılığı artar ve bu bireyler topluma olumlu katkılar sağlayacaktır. Bireyin sağlıklı gelişimi, erken çocukluk döneminde olumlu veya olumsuz davranışları öğrenmesiyle başlamaktadır. Çocukluk, son derece kritik ve hassas bir dönemdir ve yetişkinlerin sağlık ve refahı için çocukluk deneyimlerinin etkisi büyük önem taşımaktadır (Al-Yaman, Bryant ve Sargeant 2002, 253).

Erken Çocuk Gelişimi Belirleyicileri (Early Child Development Determinants)

Düşük doğum kilo faktörü, ebeveynlik ve aile yapısı gibi faktörler erken çocukluk gelişiminin etkenleridir ve sağlığın esas belirleyicilerini oluşturmaktadır.

Düşük Doğum Kilo Faktörü

Düşük doğum kilosu sonraki yaşamında sağlık açısından kalıcı bir etkiye sahip olabilir, bu etki yaşam boyu devam edebilir. Düşük kiloyla doğan bebekler üzerine yapılan araştırmalar, düşük doğum kilosu (2500 gramdan az) ile daha sonraki yaşam döneminde gebelik süresi arasında bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Düşük kiloyla doğmuş

bebeklerde, hastaneye yatma ve neonatal ölüm riski, fiziksel ve nörolojik komplikasyonlara maruz kalma olasılığı, normal kiloyla doğan bebeklere göre daha yüksektir. Ayrıca, ilerleyen dönemlerde yüksek tansiyon, tip 2 diyabet, bozulmuş glukoz toleransı ve düşük bağışıklık olasılıkları daha yüksektir. Çok düşük kiloyla doğmuş bebeklerde (doğum ağırlığı 1000 gramdan az olanlar), psikososyal sorunların ortaya çıkma olasılığı yüksektir ve okulda zorluklar yaşayabilirler; ergenlik döneminde akademik başarıları daha azdır. Araştırmalar, düşük doğum kilosuyla kalp hastalığı, yüksek tansiyon, kronik akciğer hastalığı, kalp-damar hastalıkları ve felç gibi hastalıklarla ilişkili olduğunu göstermektedir (Young 2002, 68-69, Al-Yaman, Bryant ve Sargeant 2002, 271).

Ebeveynlik (Parenting) ve Ailevi Yapı

Ebeveynler, çocuklarının sağlığından birinci derecede sorumludur. Çocukların beslenmesi, fiziksel aktiviteleri, duygusal destek ve doğum öncesi ve sonrası yaşadıkları çevrenin kalitesi, ebeveynlerin kontrolü altındadır. Bu seçimler, ebeveynlerin finansal durumu, sağlıkla ilgili bilgi ve uygulamaları, kendi sağlık ve davranışları ve yaşadıkları toplumun özellikleri gibi faktörlerden etkilenmektedir (Case ve Paxson 2002, 164-178). Ebeveynler arasındaki çatışmaların, çocukların refahı ve davranışları ile ilişkilendirildiği belirtilmiştir. Ebeveyn çatışmalarına maruz kalan çocuklar daha öfkeli ve korkak olabilirler ve genellikle stres yaşarlar, bu da ilişkilerinde saldırganlık belirtileri göstermelerine neden olabilir. Avustralya'da yapılan bir çalışmaya göre, gerilim ve çatışmanın olduğu ailelerde yaşayan çocukların astım semptomları, diğer astımlı çocuklara kıyasla daha yoğun olarak ortaya çıkmaktadır (Al-Yaman, Bryant ve Sargeant 2002, 262). Bir bireyin ebeveynlik tarzını etkileyen faktörler arasında, kendi yetiştirilme tarzı, yaşadığı travmalar, stres düzeyi, başa çıkma becerileri ve ebeveynlerinin zihinsel, duygusal ve fiziksel sağlığı gibi kişisel özellikler bulunmaktadır. Eşler ve diğer aile üyeleri ile ilişkilerin kalitesi, aile ve toplumun destek seviyesi, ebeveynlerin sosyal ve ekonomik durumu gibi faktörler, ebeveynlik davranışlarını etkileyebilir. Örneğin, aile ve arkadaş desteği, gelir düzeyi, yaşanılan ev ve iş gibi kaynaklar, ebeveynlik tarzını belirlemektedir (Karoly, ve diğerleri 1998, 68-70). Kanıtlar, aile içinde mutlu bir ortamda büyüyen çocukların zihinsel, fiziksel, eğitimsel ve sosyal açıdan önemli ölçüde sağlıklı olduğunu göstermektedir. Ebeveynler arasındaki çatışma, aile içi stres ve boşanma gibi faktörler ise depresyon, içe kapanma, iletişim sorunları, sosyal becerilerde eksiklik, sağlık

sorunları ve akademik başarısızlık gibi riskleri artırabilir. Ebeynler arasındaki ilişki sorunları ve boşanma durumları, çocukları uzun vadede olumsuz etkileyebilir; boşanmış ebeveynlerin yetişkin çocuklarında psikolojik sorunlar ve boşanma olasılığı daha yüksektir (Halford 2000, 5-6).

Biyolojik Etkenler (Biological Determinants)

Genetik bileşim ve cinsiyet sağlığı etkileyen biyolojik faktörlerin örneklerindendir. İnsan bedeninin temel biyolojisi ve organik yapısı, sağlığın esas belirleyicilerini oluşturmaktadır.

Genetik Yapı

Kalıtım veya genetik yapının, yani kişinin temel doğası, hastalığa yatkınlığı ve hastalığın kalıtımını etkileyen başlıca faktör olduğu genel olarak kabul edilmektedir. Genetik yapı, çevresel ve davranışsal etkenlerle etkileşmektedir. Kültürel yargılar, etnik veya ırksal eğilimler, eş seçimini kısıtlayabilir ve bu da gelecek nesillerin genetik potansiyelini ve belirli hastalıklara yatkınlıklarını etkilemektedir. Mesela, orak hücre anemi (sickle cell anemia) hastalığı genellikle sadece siyahiler arasında görülmektedir. Ancak, bu hastalık bireysel davranışlar ve sağlık hizmetleri yoluyla tanı ve tedavi edilebilmektedir. Günümüzde, genetik kökenli sorunlar taramalar (screening), genetik danışmanlık ve genetik mühendislik aracılığıyla yönetilebilmektedir (Schulz ve Johnson 2003, 19-20).

Cinsiyet (Gender)

Her cinsiyetin kendine özgü sağlık sorunları vardır veya aynı sorunlar farklı cinsiyetleri farklı şekillerde etkileyebilir. Cinsiyet, diğer tüm sağlık belirleyicileri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve bireyin yaşamındaki fırsatları ve deneyimleri şekillendirir. Erkekler ve kadınlar farklı biyolojik sağlık risklerine, risk alma davranışlarına, zihinsel ve sosyal etkilere maruz kalırlar. Genel olarak, kadınlarda hastalık oranı ölüm oranlarına göre yüksek olup; ergenlik ve erken çocukluk döneminde ölüm oranları daha yüksektir. Genelde kadınların (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi erkeklere göre daha uzundur, kadınlarda işgücü piyasasına katılım oranının artmasına rağmen, kadınlar işgücü piyasasında ve dışında farklı konumlarda yer alırlar. Ev işlerine ve çocuklara, diğer aile üyelerine bakma sorumluluğu genellikle erkeklerden ziyade kadınlara aittir. Kadınlarda özellikle depresyon ve anksiyeteye bağlı zayıf ruh sağlığı hastalıkları daha yaygındır. Kadınlarda görülen depresyon, stres, beslenme bozuklukları ve aşırı sakinleştirici

kullanımı oranı erkeklerinkinin iki katıdır, ancak erkeklerdeki yaralanma kaynaklı ölüm oranları daha yüksektir (Zheng, ve diğerleri 2023, 369-378, Stewart, Ashraf ve Munce 2006, 343-349).

Psikososyal Etkenler (Psychosocial Determinants)

Nörobilim ve davranış tıbbındaki gelişmeler, zihinsel ve davranışsal bozuklukların birçok fiziksel hastalık gibi biyolojik, psikolojik ve sosyal faktörler arasındaki karmaşık etkileşimin bir sonucu olduğunu göstermiştir. Ruh sağlığı, bireyin öznel refahı, algılanan yetkinlik, özgürlük, yeterlilik, kuşaklar arası ilişkiler ve kişinin bilişsel ve duygusal potansiyelinin gerçekleştirilmesini kapsamaktadır. Mental sağlık, toplumların ve ülkelerin genel refahı için fiziksel sağlık kadar önemlidir. Yaşam ve çalışma şartları, sosyal etkileşim seviyesi, stres ve kişisel kontrol gibi psikososyal etmenler, hastalığın seyrini belirlemede tıbbi müdahaleden veya risk faktörlerinden daha fazla öneme sahiptir. Ruh sağlığını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında yaş, cinsiyet, aile yapısı, bireysel psikolojik özellikler, kentleşme, ekonomik durum, teknolojik gelişmeler, izolasyon, ulaşım sorunları, iletişim eksikliği ve sınırlı eğitim ve ekonomik fırsatlar yer almaktadır. Bu faktörlerin tümü, zihinsel ve davranışsal bozuklukların ortaya çıkışıyla ilişkilendirilmiştir (WHO 2001, 1-13).

Yoksulluk, işsizlik, düşük eğitim seviyeleri, yoksunluk ve evsizlik gibi durumlar, zihinsel ve davranışsal bozuklukların yaygınlığını etkileyebilir. Aynı şekilde, olumsuz yaşam ve çalışma koşulları, günlük stresler, güvensizlik hissi ve destekleyici ortamların eksikliği, sağlıksız çevre ve davranışlar da sağlık durumunu büyük ölçüde etkilemektedir (Raphael 2001, 1-2). Anksiyete, stres, utanç, güvensizlik, sosyal izolasyon, depresyon, düşük benlik saygısı ve iş veya ev yaşamında kişisel kontrol eksikliği gibi faktörler, zihinsel ve fiziksel sağlığın kötüleşme riskini artırabilir ve erken yaşta hastalıklara ve ölümlere yol açabilir (WHO 1998, 10). Gündelik yaşamda uzun süreli kaygı, düşük gelir ve olumsuz sosyal koşullar ile psikolojik zorluklar, biyolojik stresi artırır ve kardiyovasküler ve bağışıklık sistemleri etkilemektedir (Ken ve Paterson 2001, 6). Yoğun stres seviyeleri, kontrol eksikliğini gösterir ve uzun süre devam etmesi durumunda kaygı, güvensizlik, artan depresyon, enfeksiyon riski, diyabet, yüksek tansiyon, yüksek kolesterol ve kalp krizi riskinde artış gibi sorunlara yol açmaktadır. Kalp atış hızındaki azalma, kaygı ve ani ölüm riskinin artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Depresyon, aşırı glukokortizoid üretimiyle bağlantılıdır ve kalp hastalıklarının bir işaretidir (Brunner 1997, 1473-1474).

Yaşam Tarzı Etkenleri (Lifestyle Determinants)

Sağlığı etkileyen diğer faktör ise bireylerin davranış ve tutumlarıdır. Sigara içmek, alkol tüketmek, tehlikeli bir şekilde araç kullanmak, aşırı yeme alışkanlıkları, zararlı madde kullanmak, kişisel hijyen konusunda özensizlik göstermek ve gerekli tedaviyi zamanında almayı reddetmek gibi bireysel davranışlar ve alışkanlıklar insan sağlığı ve refahını ciddi şekilde etkilemektedir (Schulz ve Johnson 2003, 19). Beslenme alışkanlıkları, sigara ve diğer bağımlılık yaratan alışkanlıklar, alkol tüketimi, fiziksel aktivite düzeyi, cinsel davranışlar ve stres gibi faktörler, bireylerin sağlık durumuna ciddi bir şekilde zarar vermektedir (AIHW 2002, 98-101, Ng, ve diğerleri 2020, 2-4). Sağlıklı bir yaşam tarzı, kıymetli bir varlık olup sağlık sorunlarının sıklığını ve etkisini azaltır, hastalığın şifa bulmasına destek olur, yaşam stresleriyle baş etme yeteneğini artırır ve genel olarak yaşam kalitesini iyileştirmektedir (Lyons ve Langille 2000, 118).

Beslenme, Obezite ve Gıda Güvenliği

Beslenme sağlığın temel bir bileşenidir. Aşırı yeme ve sağlıksız beslenme gibi beslenme sorunları hastalıklara yol açmaktadır (Schulz ve Johnson 2003, 19). Sağlıklı bir beslenme ve yeterli besin alımı, sağlık ve refahın artırılması için hayati öneme sahiptir. Sağlık eğitiminden ziyade uygun fiyatlı ve besleyici gıdaların bulunabilirliği, insanlar için daha faydalı olacağı iddia edilmiştir (Wilkinson ve Marmot 2003, 26). Yetersiz gıda ve gıda kıtlığı, beslenme eksikliği hastalıklara yol açabilirken, aşırı gıda tüketimi, obezite de dahil olmak üzere çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır; bunlar arasında koroner kalp hastalığı, yüksek tansiyon, kanser, tip 2 diyabet, osteoporoz, diş çürüğü ve safra kesesi hastalıkları bulunmaktadır. Sağlıklı beslenme, genel fiziksel ve zihinsel sağlığı ve yaşam kalitesini etkileyen önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (NPHP, 2001, 1-53).

Toplumsal ve ekonomik durumlar, aile geliri sağlıklı beslenmeyi etkilemekte ve beslenme alışkanlıklarını belirlemektedir (AIHW 2002, 206). Düşük gelirli bireyler sağlıklı beslenememekte ve genellikle taze gıdalar yerine daha ucuz işlenmiş gıdalara yönelmektedirler (Wilkinson ve Marmot 2003, 24-25). Gıda fiyatları, özellikle sağlıklı gıdaların kırsal bölgelerde daha az bulunduğu ve kentsel alanlara göre daha pahalı olduğu durumlarda gıda seçimlerini belirlemede önemli bir faktördür (NATSIHC 2003, 9). Toplumda aşırı kilo ve obezitenin yaygınlığı, önemli bir sağlık sorunudur; hipertansiyon, kalp damar hastalıkları, tip 2 diyabet, solunum problemleri, uyku apnesi, gebelik komplikasyonları, eklem iltihabı ve sırt ağrısı gibi sağlık sorunlarına yol açmaktadır

(NSW Department of Health 2002, 35). Çocukluk döneminde dengeli ve sağlıklı bir beslenme, gelişmeye önemli bir katkı sağlar ve optimum sağlığın korunmasına yardımcı olur. Beslenme alışkanlıkları çocuklukta başladığı ve ömür boyu devam ettiği için sağlıklı bir beslenme alışkanlığı çocuklukta geliştirildiğinde, yetişkinlikte de sağlıklı beslenmeyi teşvik etmektedir (Al-Yaman, Bryant ve Sargeant 2002, 272).

Tütün, Alkol ve Uyuşturucu Kullanımı

Alkol bağımlılığı, yasal ve yasa dışı uyuşturucu kullanımı ve sigara tüketimi, sosyal ve ekonomik zorluklarla yakından ilişkilidir ve fiziksel, sosyal ve duygusal sağlık sorunlarının kaynağıdır. Araştırmalar, gebelik sürecinde sigara içmenin yeni doğan için ciddi sağlık sorunlarına yol açtığını göstermektedir. Ayrıca, hamilelik döneminde sigara içmenin, ilerleyen yaşlarda davranışsal ve zihinsel sorunlara, düşük zekâ düzeyi ve dikkat eksikliği, hiperaktivite bozukluğu gibi problemlere neden olduğu belirlenmiştir. Çalışmalar, anneleri sigara içen küçük çocukların hırıltılı solunum olasılığının daha yüksek olduğunu ve ilerleyen yaşlarda astım ve kronik bronşite yatkınlık riskinin arttığını göstermektedir. Bu çocukların akciğer fonksiyonlarında bozulma olasılığı da daha fazladır. Alkol kullanımı ise, depresyon, intihar, saldırganlık ve diğer riskli davranışlar gibi bir dizi sağlık ve sosyal soruna yol açmaktadır (NSW Department of Health 2002, 52-53). Hamilelik sırasında alkol tüketimi, fetal alkol sendromuna (FAS) yol açma ihtimali yüksek olup; bu durum düşük doğum kilosu, küçük baş çevresi, nörogelişimsel ve yüz anomalileri ile ilişkilendirilmekte ve ilerleyen yaşlarda zihinsel, sosyal ve davranışsal sorunlara neden olmaktadır (Case ve Paxson 2002, 164-171).

Fiziksel Aktivite

Bilimsel literatürde, düşük fiziksel aktivitenin kolon kanseri, diyabet ve özellikle kalp-damar hastalıkları gibi kronik hastalıklarla bağlantılı olduğuna dair artan kanıtlar bulunmaktadır. Düzenli egzersiz hastalıklardan korunmaya yardımcı olur ve bireylerin kendilerini iyi hissetmelerini destekler. Aktif bir yaşam tarzı sürdüren yetişkinlerin yaşlılık döneminde daha iyi bir yaşam kalitesine, daha iyi zihinsel sağlığa ve daha az işlevsel bozukluk riskine sahip oldukları bulunmuştur. Ayrıca, fiziksel aktivite, yaşlı bireyleri depresyondan korumaktadır (Lynch, ve diğerleri 2001, 9-11).

Çocuklarda düzenli fiziksel aktivite, sağlıklı yaşam için temel bir unsurdur ve sosyal etkileşimde önemli bir rol oynar. Fiziksel becerilerin gelişimi, obezite riskini azaltarak aşırı kilo alımını engellemektedir (Waters, Goldfeld ve Hopkins 2002, 49-50). Sağlığın

korunması ve geliştirilmesi için dinlenme ve eğlence tesislerine uygun ve güvenilir erişim sağlamak önemlidir. Ancak sosyoekonomik olarak dezavantajlı gruplar, gençler, engelliler, yaşlılar bu tesislere sınırlı erişimle karşılaşabilmektedirler. Bu nedenle, halka açık parklar, yüzme havuzları, halka açık salonlar, spor sahaları, yürüyüş ve bisiklet yolları gibi alanlar, dinlenme ve eğlence tesislerine erişimi olmayanlara fiziksel aktivite için önemli bir fırsat sunmaktadır (National Advisory Committee 1998, 10-18).

Çevresel Etkiler

Çevre, insan sağlığını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen dış faktörlerin tamamını temsil eder ve insanın sağlığı ile çevresel koşullar arasında yakın bir ilişki vardır. Başka bir deyişle, çevre, insanı çevreleyen ve onu etkileyen tüm durumları, etkileri ve olayları kapsayan geniş bir kavramdır (Ünsal 2017, 16). İnsanların yaşadıkları ve çalıştıkları ortam ile değişen çevresel koşullar arasındaki etkileşim sağlık açısından hayati öneme sahiptir. Hava, su, gıda ve toprak gibi çevresel faktörlerdeki kirlenmeler, kanser, doğum kusurları, solunum rahatsızlıkları ve sindirim problemleri gibi çeşitli sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Manisalidis, Stavropoulou, ve diğerleri 2020, 8-14).

Çevre de kendi içinde; biyolojik, fiziki ve sosyal çevre olarak sınıflandırılmaktadır. Biyolojik çevre, insanın evrende dış doğa ortamındaki konumunu kapsayan en geniş anlamda değerlendirilmektedir. Biyolojik çevre, beden dışı ve beden içi olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Beden dışı biyolojik çevre, mikroorganizmalar, vektörler, bitkiler ve hayvanlar ile hayvansal ve bitkisel besinleri kapsamaktadır. Mikroorganizmalar, binlerce türü olan ve kolera, tüberküloz, çocuk felci, AIDS gibi hastalıklara yol açabilen organizmalardır. Vektörler ise, hastalığa sebep olan mikroorganizmaları taşıyan ve insan vücuduna ulaşmalarını sağlayan; sivrisinek, karasinek, tahtakurusu, pire, kene gibi canlılardır. Bitki ve hayvanlar grubunda, insan sağlığına doğrudan zarar veren yılanlar, akrepler, zehirli örümcekler ve zehirli mantarlar gibi canlılar bulunmaktadır. Hayvansal ve bitkisel besinler ise, mikroorganizmaların bulaşması sonucu insanlarda besin zehirlenmesine neden olan ve sağlık sorunlarına yol açabilen besinlerdir (Tuncel, ve diğerleri 1996, 235-245, Somunoğlu 2012, 7).

Beden içi biyolojik çevre, insanın büyüme, gelişme gibi biyolojik süreçlerini, yaş, cinsiyet, ırk, kalıtım ve zekâ gibi bireysel özelliklerini, kişisel davranış ve alışkanlıklarını kapsamaktadır. Örneğin, yaşlı insanlarda sıkça görülen kemik erimesi hastalığı, yaşla ilişkilidir ve beden içi biyolojik çevrenin bir örneğidir (Ünsal 2017, 17). Fiziksel çevre,

sağlık durumunu doğrudan etkileyen unsurları içerir ve iklim değişikliği, hava kirliliği, gürültü kirliliği, atık kirliliği gibi faktörler dünya genelinde toplum sağlığı açısından önemli bir sorun haline gelmiştir (Somunoğlu 2012, 7). Sosyal çevre, bireyin toplumsallaşma sürecini etkileyen ve insanın yakın (aile), geniş (grup, toplum) ve evrensel (ülke, dünya, uzay) çevresiyle olan etkileşime dayalı bir ortamdır (Sabuncu, ve diğerleri 1993, 4).

Barınma

Sağlık açısından kaliteli konut veya yaşam alanının önemi büyüktür: Güvenli, sıcak, iyi havalandırılmış ve nemden arındırılmış mekanlar yaşam için temel bir gerekliliktir. Öte yandan, soğuk, nemli, kalabalık, bakımı yapılmamış veya güvenli olmayan mahallelerde bulunan konutlar doğrudan hastalığa veya sakatlığa yol açmaktadır. Evdeki kötü yaşam koşulları sosyoekonomik faktörlerden bağımsız olarak astım gibi alerjik ve iltihaplı akciğer hastalıklarının yaygın olmasına neden olabilir. Birçok aile için, barınma masrafları en büyük harcama kalemini oluşturmaktadır. Düşük gelirli aileler, gelirlerinin büyük bir kısmını barınma giderlerine harcamaktadır. Yüksek barınma maliyetlerinden dolayı geriye sağlık harcamaları için aile bütçesinden daha az para ayrılmaktadır. Ev, sadece bir konut değil, aynı zamanda insanların güvende hissettiği, kişisel eşyalarını sakladığı ve kimliklerini geliştirdikleri bir yerdir; bu da sağlığı destekleyen unsurlardır. Sürekli yer değiştirmek zorunda kalan bireyler, genellikle topluma daha az entegre olma eğilimindedir ve bu durum, psikolojik sağlıklarını olumsuz etkileyerek sosyal izolasyona yol açmaktadır (Schanzenbach, ve diğerleri 2016, 1, Wimalasena, ve diğerleri 2021, 1).

Toplu Ulaşım

Çok şeritli otoyol ve demiryolu sistemleri gibi ulaşım ağları, yoğun trafik, artan hava ve gürültü kirliliğine ve trafik kazalarına neden olmaktadır. Toplu taşıma, bisiklet kullanımı ve yürüyüş gibi alternatif ulaşım yöntemleri, fiziksel aktivitenin artmasına, ölümcül araba kazalarının azalmasına, sosyal etkileşimin artmasına ve hava kirliliğindeki azalmaya katkıda bulunarak toplumun genel sağlığını olumlu etkilemektedir. İyi planlanmış kentsel altyapı, karayolu trafiğinden bisiklet ve yaya yollarını ayırarak, bisiklet ve yürüyüş güvenliğini artırarak fiziksel aktiviteyi teşvik etmekte ve sosyal etkileşimi desteklemektedir (Ari ve Nazelle 2012, 121-131, Forsyth ve Krizek 2010, 430).

Sosyoekonomik Etkenler

Sosyoekonomik statü, bireylerin veya grupların toplumdaki sosyal ve ekonomik konumlarını belirleyen bir faktördür. Bu konum, hane geliri, eğitim seviyesi, mesleki durum, mal varlıklarına erişim ve ikamet yeri gibi bir dizi farklı göstergelerle ölçülmektedir (Mackenbach and Schepers 1997, 360). Araştırmalar, gelir ve sosyal sıralamadaki her adımda bireylerin sağlık durumlarının iyileştiğini göstermiştir. Üst sosyoekonomik düzeydeki bireyler, alt sosyoekonomik gruplara kıyasla daha sağlıklıdır, ölüm oranları daha düşüktür ve daha uzun (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresine ve gelişmiş yaşam kalitesine sahiptirler (Turrell 2002, 47-49).

Gelir Düzeyi

Gelir, temel ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan barınma, beslenme ve ısınma gibi maddi değerlere ulaşma sürecini kolaylaştırmaktadır (Judge and Paterson 2001, 6). Araştırmalar, gelir eşitsizliği ile çocuk sağlığı arasında güçlü ve istikrarlı bir ilişki olduğunu göstermektedir, gelir eşitsizliğinin yüksek olması, bebek ölüm oranlarının, 1-14 yaş arası çocuk ölüm oranlarının ve düşük kiloyla doğmuş bebek oranlarının yüksek olması ile bağlantılıdır (Lynch, ve diğerleri 2001, 198). Erken çocukluk dönemindeki sosyoekonomik koşullar ve gelir ilerleyen yaşlarda sağlık ve davranışlar üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Saraçoğlu ve Karaoğlu 2017, 3-6).

İstihdam, Meslek Türü ve Çalışma Koşulları

İstihdam, gelişmiş ülkelerde sadece bir statü sembolü ve gelir kaynağı olmanın ötesinde bir rol oynamaktadır; aynı zamanda bireylerin özgüvenini artırır, toplumla etkileşimde bulunarak sosyalleşmelerine ve düzenli olarak aktif olmalarına olanak tanımaktadır (Antonisse ve Garfield 2018, 1-8). Araştırmalar, işlerinde kontrol sahibi olan ve iş yerinde daha az stres yaşayan bireylerin, işlerinde kontrolü olmayan ve yüksek stres seviyelerine maruz kalanlara kıyasla daha sağlıklı olduğunu ortaya koymuştur. Düşük iş güvencesi; kaygı, depresyon, kalp hastalığı ve ilgili risk faktörlerinin artmasına neden olmakta ve bazı durumlarda, aşırı mesai ve sağlıksız iş ortamı da sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Wong, Chan ve Ngan 2019).

İşsizlik hem fiziksel hem de zihinsel sağlığı etkilemekte ve artan intihar oranlarına, yüksek ölüm riskine neden olmaktadır (Linn, Sandifer ve Stein 1985, 502-506). Schofield (1996) tarafından Avustralya'da yapılan bir çalışmada, alkol tüketim seviyesinin işsiz insanlar için, haftada 39 saatten az çalışanlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Sigara içme vakaları da işsiz insanlarda yüksek olduğu tespit edilmiştir. İşsizlik belli bir dönem sonra, yoksulluğa, sıkıntıya ve izolasyona yol açmaktadır (Schofield 1996, 22-24, Gallie, Paugam ve Jacobs 2003, 2). Öte yandan bazı iş türlerinde hastalanma ve iş kazaları nedeniyle yaralanma riski yüksektir (Abdalla, ve diğerleri 2017, 8). İngiliz araştırmalarına göre, mavi yakalı işçilerde ölüm oranları, diğer işçilere kıyasla daha yüksektir (Delamothe 1991, 1046). Avustralya Ulusal Sağlık Araştırması (1997), 25-54 yaş arasındaki erkekler arasında, profesyonel, teknik veya idari pozisyonlarda çalışanlarda ölüm oranları 100.000'de 156, ticaret, ulaşım ve işçilik gibi alanlarda çalışanlarda 100.000'de 248 olarak tespit etmiştir (Australian Bureau of Statistics, ABS 1997). Ayrıca sağlıksız çalışma koşulları, çalışma ortamında önlemlerin alınmaması ve yeterli denetimin sağlanmaması; fiziksel ve zihinsel sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. İşyeri koşullarının iyileştirilmesi; güvenli çalışma uygulamalarının oluşturulması, çalışanların ve ailelerinin gereksinimlerinin dikkate alınması, çalışanların karar alma süreçlerine katılımını teşvik etmek, doğum izni politikaları, esnek çalışma saatleri düzenlemeleri ve çocuk bakımı için uygun koşulların sağlanması hem çalışanlar hem de işverenler için daha verimli bir ortamın oluşmasına katkıda bulunacaktır (Acheson 2001, 29).

Hükümet Politikaları ve Küresel Etkenler

Kişiler davranışlarını seçerken kısmen ekonomik, tarihsel ve politik etkenlerin etkisi altındadır, ancak yine de kendi tercihlerini yapma özgürlüğüne sahiptirler. Küreselleşme, ticaret anlaşmaları ve iklim değişikliği gibi çevresel faktörler ile doğal afetler ve insan kaynaklı felaketler, sağlık üzerinde doğrudan etkileri olan faktörlerdir. Ekonomik küreselleşme, kalkınma ve sağlık arasındaki güçlü ilişki vardır. Ekonomik gelişme ile birlikte harcanabilir gelir artacak, bu da daha sağlıklı beslenme, daha iyi eğitim ve sağlık hizmetlerine daha kolay erişim gibi imkanlar sağlayacaktır. Bu da emek verimliliğinin artmasına ve dolayısıyla ekonomik büyümeye ve kalkınmaya katkı sağlayacaktır. Bu döngü devam ederek ülkenin sağlık durumunu olumlu yönde etkileyecektir (Ashrafuzzaman ve Furini 2019, 405-407, Kelley 2004, 156-158, Eurohealth 2002, 16-19). Devlet politikalarının hedeflerinden biri yoksulluğu azaltmak ve kişi başına düşen geliri artırmak, tam istihdamı sağlamak, gelir dağılımındaki eşitsizliği en aza indirmek ve bu sayede ülke genelinde sağlık durumunu iyileştirmektir (Greer, ve diğerleri 2023, 18).

Küreselleşme, ekonomik entegrasyonla birlikte, insanlar ve uluslar arasındaki bağlantılar, iletişim ve kültürel etkileşim, toplumlara birçok fayda sağlarken, sağlık açısından bir dizi riski de beraberinde getirmektedir. Küreselleşmenin bir sonucu olarak yeni bilgi ve teknolojinin yayılması, hastalıkların kontrolü, tedavisi ve önlenmesine yardımcı olmaktadır. Ancak, küreselleşme aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerde salgın hastalıklarla ilişkilendirilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün tahminlerine göre, dünya genelindeki hastalıkların yaklaşık %25'i, sıtma ölümlerinin ve genel yaralanmaların %90'ı küreselleşmenin bir sonucu olarak çevresel kirliliğe dayandırılmaktadır. Küreselleşme, ticari ilişkilerin artmasıyla sağlıkta iyileşmeye yol açacağı düşüncesine dayanmaktadır. Uluslararası ticaret, ekonomik kalkınmayı teşvik edecek, gelir artışına ve yoksulluğun azalmasına neden olacak, bu da sağlığı olumlu yönde etkileyecektir. Ancak, artan ticaret fosil yakıt kullanımının ve doğal kaynakların aşırı sömürülmesine ve hava kirliliğinin artmasına yol açmaktadır (Labonte 2003, 1-7).

2.3.2 Özel ve Kamusal Sağlık Harcamaları

Sağlık harcaması, sağlığı iyileştirmek, geliştirmek ve korumak amacıyla kullanılan bir kaynağın tüketimidir. Ulusal veya toplam sağlık harcaması, belirli bir yıl içinde sağlık sistemi tarafından kullanılan kaynakların toplam parasal değeridir. Yukarıdakilerden de anlaşılacağı üzere, sağlık harcaması olarak sayılabilmesi için iki kriterin yerine getirilmesi gerekmektedir: Birincisi, bir kaynağın nihai tüketimi olmalı ve ikincisi, kaynağın tüketiminin birincil amacı sağlığı geliştirmek, iyileştirmek ve korumak olmalıdır. Örneğin, hastaneye yatışlar, ayakta tedavi ziyaretleri, bu süreçlerle ilişkili tüm tanı testleri, ilaçlar ve cerrahi müdahaleler açıkça sağlık harcamaları olarak nitelendirilir. Alternatif veya tamamlayıcı tıp ve halk sağlığı hizmetleri de bu kapsama dahildir (Torres Edejer, ve diğerleri 2008).

Sağlık hizmetlerinin finansmanı, finansman düzenlemeleri (sağlık hizmetlerinin ödeme ve alım şekilleri, örneğin sosyal sağlık sigortası), finansman aktörleri (finansman düzenlemelerini yöneten kuruluşlar, örneğin sosyal sigorta kurumu) ve gelir türleri (örneğin sosyal sigorta primleri) açısından analiz edilmektedir (OECD 2017).

Sağlık hizmetlerinin finansmanının temel amacı, tüm bireyler için adil bir kaynak kullanımını sağlamaktır. Sağlık hizmetlerinin finansmanında en çok tercih edilen yöntemler iki ana kategori altında toplanmaktadır:

a) Özel Finansman Kaynakları: Bu kategori, özel sağlık sigortaları, cepten ödemeler ve tıbbi tasarruf hesapları gibi yöntemlerini içermektedir.

b) Kamusal Finansman Kaynakları: Bu grupta, sosyal sağlık sigortaları ve vergilerle finansman gibi kaynaklar yer almaktadır.

Günümüzde, hemen her ülkede sağlık finansman sisteminde kamu ve özel sektör unsurları bir arada bulunmaktadır (Orhaner 2017).

Özel Finansman Kaynakları

Özel Sağlık Sigortası ile Finansman

Sağlık sigortası, hastalıkla ilişkili öngörülemeyen ve potansiyel olarak yıkıcı mali kayıplardan kişileri korumayı amaçlar. Sağlık sigortası kamu veya özel sektör tarafından finanse edilebilir ve düzenlenebilir. Neoklasik ekonomistler, fiyatları arz ve talep etkileşimi yoluyla belirleyen pazarın, kaynakları tahsis etmenin en iyi mekanizması olduğunu savunmaktadır. Ancak, sağlık hizmetleri piyasası mükemmel rekabet modellerine uymamaktadır; bunun başlıca nedeni sağlayıcılar ile tüketiciler arasındaki bilgi asimetrisidir. Bilgi asimetrisi nedeniyle, sağlayıcı tüketicinin temsilcisi olarak hareket eder ve tam bilgiye sahip olanın uygun gördüğü hizmetleri sunar. Sağlık sigortası piyasaları ayrıca aşağıdaki durumlarda verimsiz olabilir:

- Hastalanma olasılığı yüksek veya kesindir, örneğin yaşlılar veya halihazırda hastalığı bulunan kişiler için;
- Gelecekteki taleplerin olasılığını tahmin etmek zordur;
- Kişiler sigortacılarıdan önemli bilgileri gizleyebilir (ters seçim);
- Sigortalı olmak, kişilerin – hastalar veya sağlayıcılar – sağlık hizmetleri ihtiyacını veya sağlık hizmetleri maliyetlerini etkileyen şekilde davranmalarına yol açabilir (ahlaki tehlike).

Bu başarısızlıkların bazıları düzenlemelerle düzeltililebilir olsa da, özel sağlık sigortası sıklıkla yetersiz bir şekilde düzenlenmiştir (WHO 2004).

Cepten Ödeme Yoluyla Finansman

Elden ödemeler üç farklı şekilde gerçekleşmektedir:

Doğrudan ödemeler, özel hekim muayeneleri, estetik ameliyatlar, sosyal güvence kapsamı dışında kalan ilaç masrafları, özel laboratuvarlarda gerçekleştirilen tetkikler gibi harcamaları içermektedir. Özellikle sağlık hizmetlerine erişimin güç olduğu durumlarda ve sosyal güvence kapsamı dışında kalan sağlık hizmetlerinden yararlanmak gerektiğinde, doğrudan ödemelere başvurulmaktadır.

Maliyet paylaşımı ise Avrupa ülkelerinde en yaygın olarak ilaç ve diş bakımı için uygulanmaktadır, ancak aynı zamanda bazı ülkelerde ayaktan ve yatarak tedavi de maliyet paylaşımı söz konusudur. Maliyet paylaşımının türü ve düzeyi ülkeler arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Maliyet paylaşımı uygulamasının amacı: birincisi, sağlık sigortası tarafından kolaylaştırılan sağlık hizmetlerinin aşırı kullanımını azaltarak verimliliği artırmak ve sağlık harcamalarındaki genel giderleri kontrol altına almaktır. İkincisi ise, özellikle kamu bütçelerinin baskı altında olduğu veya sağlık finansmanının diğer yollarının siyasi olarak hassas olduğu ülkelerde sağlık sistemine gelir sağlamaktır.

Kayıt dışı ödemeler, hastalar ve hasta yakınlarının sosyal güvence kapsamında bulunan hizmetler için anlaşmalar doğrultusunda yaptıkları ödemeler veya hizmet karşılığı verdikleri hediyeler gibi, miktarı tespit edilemeyen veya ölçülmesi zor olan harcamaları ifade etmektedir (WHO 2004).

Tıbbi Tasarruf Hesabı Yoluyla Finansman

İlk kez Singapur'da uygulamaya konulan ve 1996 yılında çıkarılan yasa ile ABD'de de sınırlı olarak uygulanan Tıbbi Tasarruf Hesabı, Bismarck ve Beveridge modelleri arasında bir ara yol olarak değerlendirilmektedir. Bu finansman yönteminde, bireylerin genç ve sağlıklı oldukları dönemlerde zorunlu olarak ücretlerinin belirli bir yüzdesini ayırarak kişisel hesaplar açmaları gerekmektedir. Hesapta biriken fonlar, sadece hesap sahibinin yatan hasta hizmetleri için kullanılmaktadır. Her birey için ayrı ayrı tutulan bu hesaplar, sadece ilgili birey tarafından kullanılabilir. Tıbbi Tasarruf Hesabı'nın en önemli avantajı, hastaların fiyatlara duyarlı olmaları ve gereksiz sağlık hizmeti taleplerini azaltmalarıdır. Ancak, toplumsal ölçekte bir risk havuzlaması bulunmadığı için, hesapta biriken fonlar, yüksek maliyetli hastalıkların bakımına karşı yeterli koruma sağlamakta yetersiz kalmaktadır (Orhaner 2017, 403).

Kamusal Finansman Kaynakları

Vergi ile Finansman Yöntemi

Devlet bütçesinin oluşumunda önemli bir paya sahip olan vergiler, kamu hizmetlerinin finanse edilmesi amacıyla vatandaşlardan hukuki zorunluluk çerçevesinde alınan ekonomik değerlerdir. Vergilerle sağlık harcamalarının finansmanı, özellikle Beveridge Modeli çerçevesinde uygulanan en önemli finansman yöntemidir. Beveridge Sistemi, ilk olarak Birleşik Krallık'ta hayata geçirilen ve vergilerle finanse edilen Ulusal Sağlık Sistemi (Beveridge Modeli), 1942 yılında William Henry Beveridge'in İngiliz Parlamentosu'na sunduğu kapsamlı rapordan adını almıştır. Bu rapor, sosyal sigorta sisteminin entegrasyonu, genel bir sağlık hizmetinin oluşturulması (iş kazası sigortası dahil), aile yardımları, yüksek ve istikrarlı istihdam oranının korunması ve kitlesel işsizlik karşısında korunma gibi konularda somut öneriler içermektedir. Beveridge Sistemi:

- Tüm nüfusu kapsamaktadır;
- Öncelikli olarak devlet bütçesi aracılığıyla finanse edilmektedir;
- Tek tip, sabit katkı paylarını öngörmektedir.

Bismarck Sistemi yaşam standartlarını sağlamayı hedeflerken, Beveridge Sistemi geçim seviyesinin güvence altına alınmasına odaklanmaktadır (WHO 2004).

Sosyal Sağlık Sigortası ile Finansman

Bismarck sistemi olarak adlandırılan model, esas olarak sosyal sigorta primlerine dayanmaktadır; diğer bir sistem olan Beveridge sistemi ise vergilerle finanse edilmektedir. Bismarck Sistemi, aşağıdaki üç temel özellik ile tanımlanmaktadır:

- Sigortalı kişiler çalışan veya gelir elde eden bireylerdir;
- Finansman, gelir düzeyine göre kademeli olarak belirlenen katkı payları aracılığıyla sağlanır;
- Ödenecek katkı payları, maaş veya ücretlere dayanmaktadır (Cichon ve Normand 1994, CESifo DICE Report 4 2008).

Devletin halk sağlığına yönelik harcamalarının rolü, yüksek gelirli ve üst-orta gelirli ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Yüksek gelirli ülkelerde, devletin kamu sağlığı için yaptığı harcamalar genellikle daha yüksektir ve 1990'dan 2019'a kadar GSYH'nin yaklaşık %5,33'üne denk gelmektedir. Bu daha yüksek yatırım düzeyi, daha kapsamlı sağlık hizmetleri sunumunu, gelişmiş altyapıyı ve ileri düzeyde tıbbi teknolojileri

sağlayarak sağlık sonuçlarını ve yaşam standartlarını iyileştirmektedir. Diğer taraftan, üst-orta gelirli ülkelerde kamu sağlık harcamaları genellikle daha düşüktür ve aynı dönemde GSYH'nin ortalama olarak %2,89'u seviyesindedir. Bu düşük yatırım düzeyi, sınırlı sağlık hizmeti erişimi, yetersiz altyapı ve tüm nüfus kesimlerine yeterli sağlık hizmeti sunma zorluklarına neden olmaktadır. Ancak bu ülkeler ekonomik olarak ilerledikçe, bu zorlukları aşmak ve genel sağlık sonuçlarını iyileştirmek için kamu sağlık harcamalarının artırılma potansiyeli bulunmaktadır (Jayadevan ve Hoang 2024).

2.3.3 Sağlık Harcamalarını Belirleyen Faktörler

Sağlık harcamaları ile bu harcamaların belirleyicileri arasındaki ilişki politika yapıcıları için büyük önem taşımaktadır. Zira sağlık harcamaları, ülkelerin kalkınma stratejilerinin bir parçasıdır. Sağlık faktörü, sağlık sektörünün ötesine geçerek iş gücü verimliliğini, ortalama yaşam beklentisini ve genel refahı artırmak suretiyle genel ekonomiyi etkilemektedir (Barkat, Sbia ve Maouchi 2019, 79).

Yüksek kaliteli sağlık hizmeti, bireylerin hakkıdır. Bir nüfusun sağlığının iyi olması, üretkenliği artırarak kalkınmaya katkıda bulunur ve ekonomik büyümeyi teşvik eder. İnsan refahına yönelik yapılan yatırımlar, ortalama yaşam süresinin uzamasına, yaşam kalitesinin yükselmesine, bebek ölüm oranlarının azalmasına ve sonuç olarak kişi başına düşen GSYİH'nin artmasına yol açar (Jayadevan ve Hoang 2024). Sağlık hizmetlerine yapılan yatırımlar hem kısa vadeli hem de uzun vadeli faydalar açısından büyük önem taşımaktadır. Sağlıklı olmak, insan sermayesinin önemli bir unsurudur ve uzun vadeli sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın ön koşullarından biri olarak kabul edilir. Neoklasik büyüme modeli, sağlıklı ve eğitilmiş bir insan gücünün, bireylerin ve ailelerinin kişi başına düşen gelirini artırarak insan yaşam değerini yükselttiğini öne sürmektedir. Sağlık harcamalarındaki artış, daha iyi sağlık olanakları ve fırsatları sağlayarak, daha yüksek verimlilik ve ekonomik performans ile sonuçlanabilmektedir (Anwar, Hyder ve Nor, ve diğerleri 2023, 1).

Ekonomik Büyüme ve Gelir Düzeyi

Toplam sağlık harcamalarının belirleyicilerini inceleyen araştırmalar, ekonomik büyüme ile ulusal sağlık harcamaları arasında güçlü ve pozitif bir korelasyon olduğunu tespit etmiştir. Bu durumu örnekleyen çalışmalar arasında Kleiman (1974), Newhouse (1977, 1987), Cullis ve West (1979), Parkin ve diğerleri (1987), Culyer (1990), Milne ve Molana (1991), Gerdtham ve Jonssön (1991a), Gerdtham ve Jonssön (1991b) ve Hitiris ve Posnett

(1992) yer almaktadır (Kleiman 1974, J. Newhouse 1977, J. Newhouse 1987, Cullis ve West 1979, Parkin, McGuire ve Yule 1987, Culyer 1989, Milne ve Molana 1991, Gerdtham ve Jönsson 1991).

Ekonomik büyüme, insanların daha iyi ve daha uzun yaşamalarına ve sağlıklı olmalarına olanak tanımaktadır. Öncelikle, ekonomik büyüme, kişi başına düşen gelirin artmasını ifade eder ve bu artan gelirin bir kısmı, daha yüksek miktarda ve daha kaliteli besleyici gıdaların tüketimine olanak sağlar (K.-M. Wang 2011, 1537). Dolayısıyla, ekonomik büyümenin sağlık harcamaları üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Ekonomiler geliştikçe, hükümetler ve bireyler artan talebi karşılamak ve bireylerin sağlık düzeyini iyileştirmek için sağlık hizmetlerine daha fazla kaynak ayırma eğilimindedirler. Literatürdeki pek çok çalışma, ekonomik büyümenin göstergesi GSYİH'nin ve gelir düzeyinin sağlık harcamalarının en önemli belirleyicisi olduğunu açıkça ortaya koymuştur. Hall ve Jones (2007), hane halkının veya ekonominin artan gelirinin, diğer mal ve hizmetlerden ziyade sağlık hizmetlerinden elde edilen artan marjinal fayda nedeniyle sağlık hizmetlerine olan talebi artırdığını vurgulamaktadır (Hall ve Jones 2007). Bir ülkedeki sağlık durumu, çeşitli yollarla ekonomik büyümeyi etkiler. Nüfusun genel sağlığındaki iyileşmeler, ülkenin mevcut beceri, fiziksel sermaye ve teknolojik bilgi kombinasyonlarıyla daha fazla çıktı üretmesini sağlar (K.-M. Wang 2011).

Beklenen Yaşam Süresi

Kişi başına sağlık harcamaları genellikle yaşla birlikte artış göstermekte olup, ileri yaş gruplarında çok yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Bu durum, yaşlı bireylerin sağlık hizmetlerinden genç bireylere kıyasla daha sık ve yoğun bir şekilde yararlanmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, yaşla birlikte kronik hastalıkların prevalansı da artmakta ve bu durum daha maliyetli, uzun vadeli bakım gerektirmektedir. Sağlık harcamaları, genellikle ölüm öncesi dönemde zirve yapmaktadır. Araştırmalar, yaşam süresindeki artış sağlık harcamalarındaki artışın sadece sınırlı bir kısmını açıkladığını ve ekonomik büyüme ile teknolojiye bağlı tedavi uygulamaları gibi diğer etkenlerin daha büyük bir rol oynadığını göstermektedir (Rao, et al. 2024). Bunun yanı sıra bireyler yaşlandıkça, Alzheimer, kalp krizi, kardiyovasküler komplikasyonlar, diyabet, yüksek tansiyon, kırıklarla ilgili hastalıklar ve osteoporoz gibi kronik hastalıkların görülme sıklığı artmaktadır. Ayrıca, yaşlılık döneminde kronik hastalıkların fonksiyonel yetersizliklere dönüşme olasılığı da mevcuttur. Bu gelişmeler, huzurevleri, evde sağlık hizmetleri,

kişisel bakım, yetişkin gündüz bakımı ve doktor ile hastane ziyaretleri gibi sağlık harcamalarının artmasını zorunlu kılmaktadır (Murthy ve Okunade 2016).

Kentleşme

Teorik olarak ve genel kaniya göre, şehirleşme; eğitim, istihdam, çeşitli hizmet olanakları ve kültürel zenginleşme gibi fırsatlar sunarak daha iyi sağlık hizmetlerine ulaşım olanakları sağlar. Ancak gerçekte, bu fırsatlar umulduğu kadar eşit derecede vaatkar olmayabilmektedir. Bir yandan, şehirlerde çocuk ölüm oranları, sağlık hizmetlerine daha iyi erişim nedeniyle kırsal bölgelere göre daha düşüktür. Öte yandan, hızlı ve genellikle plansız kentleşme, gelişmekte olan ülkelerdeki şehirlerin karşılaştığı birçok çevresel tehlikenin kaynağıdır. Artan hava ve su kirliliği, yetersiz sanitasyon hizmetleri, atık bertarafı ve arıtımı, motorlu taşıt trafiği gibi problemler sağlığı olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda, şehir çevresindeki yoksul kesimler arasında işsizlik de yaygınlaşmaktadır. Kent yoksulluğu, özellikle gelişmekte olan ülkelerde hızlı kentleşme ile ilişkili temel bir sorundur (Moore, Gould and Keary 2003, 270).

Kentleşmenin diğer bir faktörü, kalabalık ortamların artması ve insanların birbirine yakın mesafede bulunmasıdır. Örneğin birden fazla ailenin başka bir seçenekleri olmadığı için aynı küçük alanda yaşamak zorunda kalması durumunda, insanların soluduğu hava ve dokunduğu yüzeylerle teması artmaktadır. Solunum ve ağız yoluyla bulaşan hastalıklar, örneğin tüberküloz, kalabalık ortamlarda daha sık görülmektedir (Antunes ve Waldman 2001, 1071-1072). Hava kirliliği, başlıca hastalık ve ölüm nedenlerinden biridir ve etkileri en çok hava kirliliğinin en yoğun olduğu şehirlerde hissedilmektedir. Astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, kurşun ve berilyum zehirlenmesi artan hava kirliliği ile ilişkilidir (Tong, Schirnding ve Prapamontol 2000, 1068-1067).

Teknolojik Gelişme

Newhouse'un (1977) çeyrek yüzyıl önce ortaya attığı, kişi başına düşen gelir veya GSYİH'nin sağlık harcamalarının 'ana' belirleyicisi olduğu hipotezi, sağlık ekonomistleri ve politika araştırmacılarının dikkatini çekmeye devam etmektedir. Belki de bundan az önemli olmayan, Newhouse'un (1992) daha yakın tarihli tahmini, teknolojik ilerlemelerin sağlık harcamalarındaki artışın %75'ine kadar varan bir kısmını oluşturduğunu öne sürmesidir. Ayrıca, bilgisayarlı tomografi (BT) tarayıcıları, manyetik rezonans görüntüleme (MRI) sistemleri ve pozitron emisyon tomografisi (PET) gibi yeni

teknolojilerin artan erişilebilirliği ve kullanımı, beklenen yaşam süresini uzamasını sağlamıştır. Bu nedenle, Newhouse hipotezi, sağlık harcamaları ile tıbbi bakım teknolojisindeki ilerlemeler arasında güçlü bir pozitif ilişki öngörmektedir (Okunade ve Murthy 2002). Bilimin ilerlemesi ve tıbbi teknolojik gelişim; manyetik rezonans görüntüleme, koroner arter bypass grefti, böbrek diyalizi, organ nakli, yapay eklemler, endoskopi, monoklonal antikorlar ve akıl hastalıkları için kullanılan ilaçlar, teknolojik değişimin mutlaka harcamaları arttırdığı vurgulamaktadır; ancak eğer harcamaları azaltıcı bir dengeye sahipse, bazen iddia edildiği gibi harcamalardaki artışı açıklamak her zamankinden daha zor hale gelmektedir (J. Newhouse 1992, 11).

Eğitim Seviyesi ve Sağlık Bilinci

Toplumu oluşturan bireylerin eğitim seviyelerinin yükselmesiyle birlikte sağlık bilinci de gelişmektedir. Sağlık bilincinin arttığı bir toplumda, sağlık hizmetlerine yönelik talep de artış göstermektedir. Eğitim, bireylerin geniş bir yetenek ve özellik yelpazesi (bilişsel ve problem çözme yetenekleri, öğrenilmiş etkililik ve kişisel kontrol dahil) geliştirmelerini sağlar ve bu da onların sağlık sonuçlarını iyileştirmelerine zemin hazırlamaktadır. Sonuç olarak, bu durum insan sermayesine katkıda bulunmaktadır. Eğitim, sağlıklı yaşam tarzını ve sağlıklı olumlu etkileyen seçimleri tercih etmelerini teşvik etmekte ve sürdürülebilir olmasını sağlayarak bireysel, ailevi ve toplumsal refahı artırmaktadır. Ancak, eğitimin bazı olumsuz etkileri de vardır. Eğitim, uzun vadede faydalı olmakla birlikte, kısa vadede sağlık harcamalarını artıran önleyici bakıma daha fazla önem verilmesine yol açmaktadır (Raghupathi ve Raghupathi 2020).

Araştırmalar, eğitim ve sağlık arasındaki ilişkinin üç genel kategoriye atfedilebileceğini öne sürmüştür: ekonomik; sosyal- psikolojik ve davranışsal sağlık (Ross ve Wu 1995). Gelir ve meslek gibi ekonomik değişkenler, akut ve önleyici tıbbi bakıma erişimi kontrol ederek eğitim ve sağlık arasındaki ilişkiye aracılık etmektedir. Sosyal ve psikolojik kaynaklar, farklı eğitim düzeylerine sahip bireylerin stres gibi sağlık sorunlarının sonuçlarıyla başa çıkmak için problem çözme ve bilişsel yeteneklere erişimini sağlamaktadır. Sağlıklı davranışlar ise, eğitilmiş bireylerin hastalık belirtilerini zamanında fark etmelerini ve uygun tıbbi yardımı aramalarını sağlamaktadır (Andersen ve Newman 1973, R. Andersen 1995, Landerman, ve diğerleri 1994, Zajacova ve Lawrence 2018).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

EKONOMETRİK METODOLOJİ VE AMPİRİK UYGULAMA

Araştırmanın son bölümünde yüksek gelirli ülke örnekleme için yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık harcamaları üzerindeki etkisi ile ilgili bir dizi analiz sonuçları incelenecektir. Ampirik uygulamada panel veri analiz tekniği kullanılmıştır. Bu bölümde ilk olarak, çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında bilgi verilecek, daha sonra kapsamlı literatür taramasına yer verilecektir. Akabinde ampirik analizde kullanılan veri setlerine ve modele ilişkin ayrıntılı bilgiler sunulacaktır. Devamında, ekonometrik metodoloji ayrıntılı bir şekilde ele alınacak ve ampirik analiz sonuçları sunulacaktır. Son olarak ampirik analiz sonucu ulaşılan bulgular değerlendirilecektir.

3.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Enerjiye olan ihtiyaç sürekli artarken, ülkeler yeni enerji kaynak arayışlarına yönelmektedir. Ayrıca hem fosil yakıtların tükeniyor olması hem de atmosferdeki kirliliği yavaşlatmak adına yenilenebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik altyapı yatırımlarını arttırmak ve fosil yakıt kullanımından yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek tüm ülkelerin öncül hedefleri arasında yer almaktadır (Cosmi, ve diğerleri 2003, 443). Öte yandan fosil yakıt kullanımı sonucu atmosfere salgılanan aşırı karbondioksit ve diğer gazlar, küresel iklim değişikliğine, hava kirliliğine neden olmakta ve küresel çapta çevresel endişe yaratmaktadır (Bull 2001, 1216-1217). Hava kirliliği kaynaklı sağlık problemlerinin giderek artmakta ve çok ciddi küresel ölçekte sorun teşkil etmektedir. Dolayısıyla sürdürülebilir büyüme adına ve gelecek nesillere temiz yaşanacak dünya bırakma adına fosil yakıtların yenilenebilir enerji ile ikame edilmesi tüm ülkelerin öncül hedeflerinin biri haline gelmiştir. Fosil yakıtları yerine yenilenebilir enerjinin kullanılması, hava ve çevre kirliliğini azaltacaktır bu da hava kirliliği sonucu oluşan sağlık problemlerini dolayısıyla sağlık harcamalarının azalacağı varsayılmaktadır. Bu anlayıştan hareketle gerçekleştirilen bu çalışmanın temel amacı yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık harcamaları üzerindeki etkisini incelemektir. Literatürde fosil yakıtların ve CO₂ emisyonunun sağlık sorunları üzerine etkisini inceleyen pek çok çalışma mevcut olup ancak yenilenebilir enerji ve sağlık ilişkisini inceleyen araştırmalar çok sınırlı sayıda bulunmaktadır. Bu doğrultuda literatüre katkı sağlayacağı maksadıyla çalışmada Dünya Bankasının milli gelire göre sınıflandırdığı yüksek gelirli 48 ülke için 2000-2020 dönemi yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık

harcamaları üzerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca sağlık harcamalarını etkileyen ve yenilenebilir enerji tüketimi ile doğrudan ilişkili olduğu varsayılan ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu, nüfus ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi da analize dahil edilmiş ve sağlık harcamaları ile ilişkileri araştırılmıştır.

3.2. Literatür Taraması

Çalışmanın bu bölümünde literatürde yer alan yenilenebilir enerji tüketimi ve sağlık harcamaları üzerine yapılan güncel çalışmalar, daha sonra CO₂ emisyonu ve sağlık harcamaları ilişkisi incelenmiştir.

Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Sağlık Harcamaları

Akar, Sarıtaş ve G. Akar'ın (2023), çalışmasında 13 AB ülkesinde 2001-2019 dönemi için yenilenebilir enerji tüketimi ile sağlık harcamaları arasındaki ilişki incelenmiştir. Panel veri tahmininde genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin tercih edilme sebebi, heteroskedastisite ve otokorelasyon problemleri bulunsa bile tutarlı sonuçlar elde edilmesidir. Yerel genel kamu sağlık harcamaları bağımlı değişkenken, yenilenebilir enerji tüketimi ve GSYH ekonomik büyümeyi temsil eden değişkenler bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır. Elde edilen ampirik sonuçlara göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile sağlık harcamaları arasında negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiş, ekonomik büyüme ile sağlık harcamaları arasında ise pozitif yönlü bir ilişki belirlenmiştir. Bu doğrultuda, yenilenebilir enerji tüketiminin artmasıyla sağlık harcamalarının azaldığı, ancak yenilenebilir enerji tüketiminin azalmasıyla sağlık harcamalarının arttığı sonucuna varılmıştır (Akar, Sarıtaş ve Akar 2023).

Caruso, Colantonio ve Gattone (2020), 12 enerji ithalatçı Avrupa ülkesi için yenilenebilir enerjiye dayalı bir ekonomiye geçiş sürecinde sosyo-teknik faktörlerin rolünü araştırmışlardır ve bu amaçla, 1990'dan 2015'e kadar olan yıllık verileri kullanmışlardır. Ampirik uygulama için Panel Vektör Oto Regresyon (PVAR) tekniğini uygulamışlardır. PVAR metodolojisi, sistemdeki tüm değişkenlerin içsel olduğu geleneksel VAR yaklaşımını, yatay kesit bağımlılığı ve çift yönlü etkilere olanak tanıyan panel veri yaklaşımıyla birleştirmektedir. Çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenebilir enerji ekonomisine geçişin derecesini göstermektedir. EPS (Çevresel Politika Sıklık Endeksi), hükümet politikasını temsil etmektedir. Kişi başına GSYİH, CO₂ emisyonları, petrol, gaz, kömür ve nükleer kaynaklardan elektrik üretimi, enerji ithalatı ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi gibi değişkenler kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına

göre, daha sıkı bir çevre politikasının uygulanması yenilenebilir enerji tüketimini olumlu yönde etkilemektedir. Aksine, petrol, gaz, kömür ve nükleer kaynaklardan elektrik üretiminin azalması yenilenebilir enerji tüketimini artırmamaktadır. Ayrıca, daha sıkı bir çevre politikasının uygulanması petrol, gaz, kömür ve nükleer kaynaklardan elektrik üretiminin azalmasına ve dolayısıyla CO₂ emisyonlarının azalmasına neden olmaktadır. Bir diğer bulgu da GSYH ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif çift yönlü bir nedensel ilişkinin varlığıdır. Bununla birlikte, daha düşük CO₂ emisyonu seviyelerinin daha yüksek yenilenebilir enerji tüketimi ile ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmış ve CO₂ emisyonu ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında negatif bir nedensel ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Son olarak, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresinin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde önemli bir doğrudan etkiye sahip olduğu ve yenilenebilir enerji tüketimini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır (Caruso, Colantonio ve Gattone 2020). Mahmood vd. (2022), makalesinde yenilenebilir enerji tüketimi, eğitimin harcamaları ve CO₂ emisyonlarının seçilmiş Güney Asya ülkelerindeki 1990-2018 dönemi sağlık harcamaları üzerindeki etkisini irdelemişlerdir. Sağlık harcamalarının bağımsız değişken, GSYH, CO₂ emisyonu, yenilenebilir enerji tüketimi, ortaöğretimi tamamlamış eğitim göstergesi ve 25 yaş üstü nüfus göstergelerinin bağımsız değişken olduğu regresyon tahmini için FMOLS (Tamamen Değiştirilmiş En Küçük Kareler) ve DOLS (dinamik en küçük kareler) panel veri tahmin yöntemleri kullanılmıştır. DOLS ve FMOLS uzun dönem tahmin sonuçlarına göre, GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi ve eğitim harcamaları ile sağlık harcamaları arasında negatif bir ilişki mevcuttur. Ayrıca CO₂ emisyonu ve sağlık harcamaları arasında ise pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir (Mahmood, ve diğerleri 2022).

Ullah, Rehman, Khan, Shah ve Khan (2020), çalışmasında 1998-2017 dönemine ait zaman serisi verileri kullanarak Pakistan ülkesi için sağlık harcamaları, yenilenebilir enerji tüketimi, CO₂ emisyonu, kişi başı GSYH ve ticari açıklık arasındaki bağlantıyı incelemişlerdir. Ampirik analiz için iki aşamalı (2SLS) ve üç aşamalı (3SLS) yöntemleri kullanan bir eşzamanlı denklem modelleme yaklaşımı uygulanmıştır. Yapılandırılmış modeller üç denkleme sahiptir; ilk denklemde sağlık harcamaları bağımlı değişken olarak kullanılırken, yenilenebilir enerji tüketimi bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. İkinci denklemde, yenilenebilir enerji tüketimi bağımlı değişken olarak ve CO₂ emisyonu bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Üçüncü denklemde CO₂ emisyonu bağımlı değişken, ticaret ve kişi başı GSYH ise bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Ampirik

bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ile sağlık harcamaları negatif bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir; bu da ülkede yenilenebilir enerji tüketiminin benimsenmesi sonucunda sağlık harcamalarının azaldığını doğrulamaktadır. İkinci denklem, CO₂ emisyonu yenilenebilir enerji üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu ve yenilenebilir enerji tüketimi seçeneklerinden yararlanmanın ülkedeki CO₂ emisyonlarını azaltabileceğini göstermektedir. Üçüncü denklemin sonuçları, ticaretin CO₂ üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir ki bu da ekonomide daha yüksek CO₂ emisyonu seviyelerine yol açmaktadır. Genel olarak sonuçlar, ticaretin CO₂ emisyonları için ana kanal olduğunu ve bunun da Pakistan'da daha yüksek bir sağlık harcamaları seviyesine yol açtığını göstermektedir. Sağlık harcamaları ve kişi başı GSYH arasında çift yönlü bir nedensellik vardır; bu da sağlık harcamalarının ülkenin verimliliğinde önemli bir rolü olduğunu ve sağlık harcamalarının gerekli bir koşul olduğunu göstermektedir (Ullah, ve diğerleri 2020).

Karamıklı ve Şaşmaz (2021), araştırmasında 1995-2015 dönemi için Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve sağlık harcamaları arasındaki nedensellik ilişkisi Toda- Yamamoto yöntemiyle test etmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yenilenebilir enerji tüketiminden sağlık harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Dolayısıyla, Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketiminin artması sağlık harcamalarında azalmaya neden olacağı belirtilmiştir (Karamıklı ve Mahmut Unsal 2021).

Apergis, Jebli ve Youssef (2018), makalesinde 1995-2011 dönemini kapsayan 42 Sahra-altı Afrika ülkesi için kişi başı CO₂ emisyonları, kişi başı reel GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi ve sağlık harcamaları arasındaki bağlantıyı araştırmak üzere panel metodolojik yaklaşımları kullanmışlardır. Ampirik analizde, uzun dönem esneklikleri hem FMOLS hem de DOLS metodolojileri kullanılarak hesaplanmıştır. Tahmin sonuçlarına göre, reel GSYH karbon emisyonlarının neden olduğu artan kirlilik seviyeleri ile pozitif ilişkiliyken, yenilenebilir enerji tüketimi ve sağlık harcamaları uzun vadede daha düşük emisyon seviyelerine neden olmaktadır. FMOLS uzun dönem tahminleri, reel GSYH'deki artış karbon emisyonlarında bir artışa yol açarken, yenilenebilir enerji tüketimi ve sağlık harcamalarındaki artış karbon emisyonlarını azalttığı tespit edilmiştir. Granger nedensellik sonuçlarına göre, kısa vadede karbon emisyonları ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik vardır. Ayrıca reel GSYH'den CO₂ emisyonlarına, sağlık harcamalarına ve yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü

nedensellik belirlenmiştir. Uzun dönemde, karbon emisyonları ve sağlık harcamaları denklemleri için hata düzeltme terimleri %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır ve bu iki değişken arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak, i) ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketiminden CO₂ emisyonlarına; ii) ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketiminden sağlık harcamalarına doğru uzun dönemli tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir (Apergis, Jebli ve Youssef 2018).

Çetin (2018), yaptığı çalışmada BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) ülkeleri ve 2000-2015 dönemi için kişi başı sağlık harcamaları, kişi başı GSYH, kişi başı CO₂ emisyonu ve kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki uzun dönem ilişkisiyi incelemiştir. Uzun dönem esneklikleri panel ARDL yöntemi ile tahmin edilmiştir. Reel gelir, kişi başı sağlık harcaması üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkiye sahiptir. Ayrıca, uzun dönem tahminleri kişi başı CO₂ emisyonlarının sağlık harcamalarında artışa neden olduğunu ortaya koymuştur. Öte yandan, kişi başı yenilenebilir enerji tüketimindeki artış, kişi başı sağlık harcamalarında azalmaya neden olmaktadır. Ancak, uzun dönem katsayıları hala CO₂ emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki artırıcı etkisinin yenilenebilir enerjinin azaltıcı etkisinden daha büyük olduğunu göstermiştir (Çetin 2018).

Liu ve Zhong (2022), makalesinde Çin'de sağlık harcamalarının ve yenilenebilir enerjinin (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi üzerindeki etkisini ampirik olarak analiz etmiştir. 2000- 2020 dönemi zaman serisi verilerini kullanarak VECM (Vector Error Correction Model) yöntemi ile tahmin etmiştir. Modelde (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi bağımlı değişken, sağlık harcamaları, GSYH, nüfus ve yenilenebilir enerji tüketimi bağımsız değişkenlerdir. Çalışma sonucunda sağlık harcamaları, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit etmiştir. Sağlık harcamalarındaki artış (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresini iyileştirirken, yenilenebilir enerji tüketimi Çin'deki (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresini olumlu yönde etkilemektedir. Granger nedensellik test sonuçlarına göre, GSYH, sağlık harcamaları ve yenilenebilir enerji tüketimi (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresinin nedenidir (Liu ve Zhong 2022).

Badulescu vd. (2019), 2000-2014 dönemi AB ülkeleri için ekonomik büyüme, çevre kirliliği ve bulaşıcı olmayan hastalıkların sağlık harcamaları üzerindeki rolü ve etkilerini araştırmıştır. Uzun ve kısa dönemli ilişkiyi araştırmak için ARDL yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda, bulaşıcı olmayan hastalıkların göstergesi olarak 3

model tahmin edilmiştir: (1) solunum sistemi hastalıkları (RESP), (2) dolaşım sistemi hastalıkları (CARDIO) ve (3) başlıca bulaşıcı olmayan hastalıklar olarak kabul edilen kötü huylu neoplazmalar (CANCER). Elde edilen sonuçlara göre, kişi başı GSYH sonuçları, her üç modelde de 28 AB ülkesinde kişi başına düşen sağlık harcamaları üzerinde anlamlı ve pozitif bir uzun dönem etkisi olduğunu göstermektedir. Kişi başı CO₂ emisyonları her üç modelde de uzun dönemde sağlık harcamalarında artışa neden olduğunu ortaya koymuştur. Yenilenebilir enerjinin sağlık harcamaları üzerindeki etkisi incelendiğinde, kişi başı yenilenebilir enerji tüketiminde artış sağlık harcamalarında uzun vadede düşüşe neden olmaktadır (Badulescu, ve diğerleri 2019).

Shahzad, Jianqiu, Hashim, Nazam ve Wang (2020), araştırmasında Pakistan'ın 1995-2017 döneminden elde edilen zaman serisi verileri ile sağlık harcamaları, ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu, bilgi ve iletişim teknolojisi ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki dinamik bağlantıları incelemişlerdir. ARDL tahmin tekniğinin sonuçlarına göre, uzun vadede CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme ile sağlık harcamaları üzerinde önemli bir pozitif etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ampirik sonuçlara dayanarak, bilgi ve iletişim teknolojisi %1 anlamlılık düzeyinde sağlık harcamaları üzerinde önemli bir negatif etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma bulguları, yenilenebilir enerji tüketimi sağlık harcamalarını olumsuz etkilediğini göstermiştir. Son olarak, kısa dönem sonuçları, CO₂ emisyonu ile sağlık harcamaları arasında pozitif bir ilişkinin varlığını tespit etmiştir. Ayrıca bu çalışmada, ADRL tahmin sonuçların güvenilirliği ve geçerliliğini teyit etmek için Kanonik Eş-Bütünleşik Regresyon (CCR), DOLS ve FMOLS gibi üç yöntem daha kullanılmıştır. Bu sonuçlara göre, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme sağlık harcamaları üzerinde önemli bir pozitif etkiye sahipken, bilgi ve iletişim teknolojisi ve yenilenebilir enerji tüketimi sağlık harcamaları üzerinde önemli bir negatif etkiye sahiptir. VECM nedenselliğinin sonuçlarına göre, sağlık harcamaları ve CO₂ emisyonu arasında uzun dönemli çift yönlü bir nedensellik olduğu belirlenmiştir; bu da düşük CO₂ emisyonun daha iyi hava kalitesine yol açtığını ve sağlık üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü uzun dönemli nedensellik doğrulanmıştır; bu da sağlık harcamalarının insanların gelirine bağlı olduğunu, örneğin bir kişinin geliri artarsa sağlığına daha fazla harcama yapabileceğini belirtmektedir. Son olarak, bu çalışma yenilenebilir enerji tüketiminden CO₂ emisyonu, sağlık harcamaları, ekonomik büyüme ve bilgi ve iletişim teknolojisine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu ortaya

koymuştur. Bu sonuç, yenilenebilir enerji tkretiminin sağlık sektöründe kritik bir rol oynadığını, örneğin sağlık sektöründe yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanılmasının sağlık hizmetlerinin kalitesini artırabileceğini ve sağlık harcamalarını azaltabileceğini göstermiştir. Bu çalışmanın kısa dönem nedenselliğe ilişkin sonuçları, tek yönlü nedenselliğin yenilenebilir enerji tkretiminden sağlık harcamalarına doğru ilerlediğini doğrulamıştır (Shahzad , ve diğerleri 2020).

Triki, Kahouli, Tissaoui ve Tlili (2023), çalışmasında 1980-2020 dönemi için Suudi Arabistan'da ekolojik ayak izi, yenilenebilir enerji tüketimi, yeşil enerji yatırımı, teknolojik yenilik ve kamu sağlık harcamaları arasındaki ilişkiyi analiz etmeyi amaçlamışlardır. Söz konusu değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkileri değerlendirmek için öncelikle zaman serisi ARDL yöntemi kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki asimetrik bağı analiz etmek için Doğrusal Olmayan Otoregresif Dağıtılmış Gecikme (NARDL) analizi dikkate alınmıştır. Bulgular, yenilenebilir enerji tkretiminin ekolojik ayak izi üzerinde hem kısa hem de uzun vadede olumsuz ve anlamlı etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Kamu sağlık harcamaları ekolojik ayak izi üzerinde negatif ve anlamlı kısa ve uzun vadeli etkiye sahiptir. Öte yandan, teknolojik yenilik ve yeşil enerji finansmanın ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi kısa vadede anlamlı ve pozitifdir (uzun vadede anlamsızdır). NARDL modeli tahmin sonuçlarına göre, teknolojik yenilik, kamu sağlık harcamaları ve yeşil enerji finansmanı evre kalitesi üzerinde uzun vadede pozitif ve anlamlı etkiye sahiptir. Ayrıca, NARDL tahmini yenilenebilir enerji tüketimi, teknolojik yenilik, kamu sağlık harcamaları ve yeşil enerji finansmanın pozitif ve negatif şokları kısa vadede ekolojik ayak izi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Triki , ve diğerleri 2023).

Wang, Wang ve Li (2023), makalesinde 121 ülke ve 2002-2018 zaman periyodu için (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi, yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başi GSYH, sağlık harcamaları, sanayileşme, kentleşme ve CO₂ emisyonları değişkenleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Sabit etkiler modeli, yenilenebilir enerji tüketimi ile (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi arasında negatif bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Eşik modeli, yenilenebilir enerji tüketimi ile (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi arasında U şeklinde bir ilişki olduğunu göstermektedir. Kişi başi GSYH ilk eşiği aştığında, yenilenebilir enerji tkretiminin (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi üzerindeki etkisi negatiften pozitive dönmektedir. Dolayısıyla, yenilenebilir enerji tkretimindeki artış (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresinin uzamasında etkili

olacaktır. Durum, farklı gelir grupları arasında farklılık göstermektedir. Yüksek gelir grubunda yenilenebilir enerji tüketimi (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi üzerinde önemli bir etkiye sahipken, üst-orta gelir grubu ve alt-orta gelir grubunda bu ikisi arasındaki ilişki anlamlı değildir. Bu durum, yenilenebilir enerjinin daha iyi gelişmiş ülkelerde (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresine daha fazla katkıda bulunduğunu göstermektedir. Yüksek gelirli ülke grupları için, yenilenebilir enerji tüketiminin (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi üzerindeki etkisi de U şeklinde bir ilişki göstermektedir. Kentleşme, gelir grubundan bağımsız olarak (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresini etkilemektedir (Wang, Wang ve Li 2023).

Nica vd. (2023), 1990 ve 2021 dönemi Doğu Avrupa ülkeleri için enerji tüketimi, sağlık harcamaları, kirlilik, kurumsal kalite endeksi (IQI), finansal kalkınma arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir ve kesitsel otoregresif dağılımlı gecikme (CS-ARDL) panel yöntemi kullanılmıştır. Sağlamlığı kontrol etmek için Kuantil Regresyon (QR) yöntemi de uygulanmıştır. Sağlık harcamaları ile (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. Ancak, uzun dönem tahmin sonuçları anlamlı iken, kısa dönem tahmin sonuçları anlamsızdır. CO₂ emisyonları ile ortalama yaşam süresi arasında kısa ve uzun vadede negatif bir ilişki vardır ve sadece uzun dönem katsayısı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. IQI ile (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi arasında uzun veya kısa vadeli bir korelasyon vardır. IQI'deki artış (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresini hem uzun vadede hem kısa vadede arttırmaktadır. ARDL sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi arasında uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı ve olumlu bir ilişki vardır. Öte yandan, fosil yakıt tüketimi ile sağlık harcamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki vardır. Elde edilen bulgular, QR yöntemi tahmin sonuçları ile tutarlıdır (Nica, ve diğerleri 2023).

Khan vd. (2020), 1995-2016 yıllarını kapsayan ve B&RI ülkelerinden oluşan panel çalışmasında gelir, doğrudan yabancı yatırım, sağlık harcamaları ve yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliği (CO₂) üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir. Ampirik analiz için iki aşamalı genelleştirilmiş momentler yöntemi (GMM), FMOLS, simetrik ve asimetrik nedensellik testleri uygulanmıştır. GMM tahmin sonuçları, çevre kirliliği ile gelirdeki artış negatif ilişkili olduğunu doğrulamıştır. DYY artışın literatürün aksine çevre kirliliğini arttırmadığı, ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin çevreyi olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Sağlık harcamalarındaki artış, B&RI ülkeleri genelinde

evre kirliliğini artırmıştır. GMM yöntemi ile FMOLS tahmin sonuçları tutarlı çıkmıştır, tek tek ülkeler için bu sonuçlar çeşitli aşamalarda farklılık göstermektedir (Khan, ve diğerleri 2020).



Tablo 3.1. Literatür Özeti, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Sağlık Harcamaları

Yazarlar	Örneklem	Dönem	Yöntem	Temel Bulgular
Akar, Sarıtaş, T., ve Gökhan, Akar (2023).	13 AB ülkesi	2001-2019	Panel Genelleştirilmiş EKK	Yenilenebilir enerji tüketimini ile sağlık harcamaları arasında negatif yönlü ve ekonomik büyüme ile sağlık harcamaları arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.
Caruso, G., Colantonio, E., ve Gattone, S. A. (2020)	12 enerji ithalatçı Avrupa ülkesi	1990-2015	PVAR	Daha sıkı bir çevre politikasının uygulanması yenilenebilir enerji tüketimini olumlu etkilemektedir. Aksine, petrol, gaz, kömür ve nükleer kaynaklardan elektrik üretiminin azalması yenilenebilir enerji tüketimini arttırmamaktadır. Ayrıca daha sıkı bir çevre politikasının uygulanması petrol, gaz, kömür ve nükleer kaynaklardan elektrik üretiminin azalmasına dolayısıyla CO ₂ emisyonlarının azalmasına neden olmaktadır. CO ₂ ile REC arasında negatif nedensel ilişki, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ve REC arasında pozitif ilişki saptanmıştır.
Mehmood, U., Agyekum, E. B., Kamel, S., Shahinzadeh, H., ve Moshayedi, A. J. (2022)	5 tane Güney Asya ülkeleri	1990-2018	Panel DOLS ve FMOLS	DOLS ve FMOLS uzun dönem tahmin sonuçlarına göre, GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi ve eğitim harcamaları ile sağlık harcamaları arasında negatif bir ilişki mevcuttur. Ayrıca CO ₂ emisyonu ve sağlık harcamaları arasında ise pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir.
Ullah, Rehman, Khan, Shah ve Khan (2020)	Pakistan	1998-2017	Zaman Serisi, iki aşamalı (2SLS) ve üç aşamalı (3SLS) eşanlı denklem	İlk denklemde bağımlı değişken olarak HE ve bağımsız değişken rolünde RE kullanılmıştır. Hem 2SLS hem de 3SLS tahminlerinde anlamlı bir negatif katsayı gözlemlenmiştir. İkinci denklemde RE bağımlı değişken, CO ₂ ise bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Sonuçlar, CO ₂ 'nin hem 2SLS hem de 3SLS tahminlerinde RE üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Son denklemde CO ₂ bağımlı değişken olarak kullanılırken, ticaret ve kişi başına düşen GSYH bağımsız değişkenler olarak işlev görmektedir. Üçüncü denklemin sonuçları hem 2SLS hem de 3SLS tahminlerinde ticaretin CO ₂ üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.
Karamıklı ve Şaşmaz (2021)	Türkiye	1995-2015	Toda- Yamamoto Nedensellik Testi	Elde edilen sonuçlara göre, yenilenebilir enerji tüketiminden sağlık harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Dolayısıyla, Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminin artması sağlık harcamalarında azalmaya neden olacağı belirtilmiştir.
Apergis, Jebli ve Youssef (2018)	42 Sahra-altı Afrika ülkesi	1995-2011	Panel DOLS ve FMOLS, Granger Nedensellik	FMOLS uzun dönem tahminleri, reel GSYH’deki artış CO ₂ emisyonlarında artışa yol açarken, yenilenebilir enerji tüketimi ve sağlık harcamalarındaki artışın CO ₂ emisyonlarını azalttığı hesaplanmıştır. Granger nedensellik sonuçlarına göre, kısa vadede CO ₂ emisyonları ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik vardır. Ayrıca reel GSYH’den CO ₂ emisyonlarına, sağlık harcamalarına ve yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellikler belirlenmiştir.
Çetin (2018)	BRIC-T	2000-2015	Panel ARDL	Reel gelir, kişi başı sağlık harcaması üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkiye sahiptir. Ayrıca, uzun dönem tahminleri kişi başı CO ₂ emisyonlarının sağlık harcamalarında artışa neden olduğunu ortaya koymuştur. Öte yandan, kişi başı yenilenebilir enerji tüketimindeki artış, kişi başı sağlık harcamalarında azalmaya neden olmaktadır. Ancak, uzun dönem katsayıları hala CO ₂ emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki artırıcı etkisinin yenilenebilir enerjinin azaltıcı etkisinden daha büyük olduğunu göstermektedir.
Liu ve Zhong (2022)	Çin	2000-2020	VECM	Çalışma sonucunda sağlık harcamaları, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Sağlık harcamalarındaki artış (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresini iyileştirirken, yenilenebilir enerji tüketimi de Çin’deki (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresini olumlu yönde etkilemektedir. Granger nedensellik test sonuçlarına göre, GSYH, sağlık harcamaları ve yenilenebilir enerji tüketimi (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresinin nedenidir.

Tablo 3.1. (Devamı) Literatür Özeti, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Sağlık Harcamaları

Yazarlar	Örneklem	Dönem	Yöntem	Temel Bulgular
Shahzad, Jianqiu, Hashim, Nazam ve Wang (2020)	Pakistan	1995-2017	ARDL, Kanonik Eş-Bütünleşik Regresyon (CCR), DOLS, FMOLS, VECM	ARDL tahmin sonuçları, uzun vadede CO ₂ emisyonu ve ekonomik büyüme ile sağlık harcamaları arasında önemli bir pozitif ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Ampirik sonuçlara dayanarak, bilgi ve iletişim teknolojisi %1 anlamlılık düzeyinde sağlık harcamaları üzerinde önemli bir negatif etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma bulguları, yenilenebilir enerji tüketimi sağlık harcamalarını olumsuz etkilediğini göstermiştir. Son olarak, kısa dönem sonuçları, CO ₂ emisyonu ile HE arasında pozitif ilişkinin varlığı belirlenmiştir.
Triki, Kahouli, Tissaoui ve Tlili (2023)	Suudi Arabistan	1980-2020	Zaman serisi ARDL, Doğrusal Olmayan Otoregresif Dağıtılmış Gecikme (NARDL)	NARDL analizi, yenilenebilir enerji tüketiminin ekolojik ayak izi üzerinde hem kısa hem de uzun vadeli olumsuz ve anlamlı etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Kamu sağlık harcamalarının ekolojik ayak izi üzerinde negatif ve anlamlı kısa ve uzun vadeli etkiye sahiptir. Öte yandan, teknolojik yenilik ve yeşil enerji finansmanı ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi kısa vadede anlamlı ve pozitif (uzun vadede anlamsızdır). Doğrusal olmayan ARDL modeli tahmin sonuçlarına göre, teknolojik yenilik, kamu sağlık harcamaları ve yeşil enerji finansmanı çevre kalitesi üzerinde uzun vadede pozitif ve anlamlı etkiye sahiptir. Ayrıca, NARDL tahmini yenilenebilir enerji tüketimi, teknolojik yenilik, kamu sağlık harcamaları ve yeşil enerji finansmanın pozitif ve negatif şokları kısa vadede ekolojik ayak izi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.
Wang ve Wang (2023)	121 ülke	2002-2018	Panel Sabit Etkiler Modeli	Sabit etkiler modeli, yenilenebilir enerji tüketimi ile (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi arasında negatif bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Farklı gelir grupları arasında farklılık göstermektedir. Yüksek gelir grubunda yenilenebilir enerji tüketimi (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi üzerinde önemli bir etkiye sahipken, üst-orta gelir grubu ve alt-orta gelir grubunda bu ikisi arasındaki ilişki anlamlı değildir.
Badulescu, D., Simut, R., Badulescu, A., ve Badulescu, A. V. (2019)	28 AB Ülkesi	2000-2014	ARDL	Kişi başı GSYH, her üç modelde de 28 AB ülkeleri sağlık harcamaları üzerinde anlamlı ve pozitif bir uzun dönem etkisi olduğunu göstermektedir. Kişi başı CO ₂ emisyonları her üç modelde de uzun dönemde sağlık harcamalarında artışa neden olduğunu ortaya koymuştur. Yenilenebilir enerjinin sağlık harcamaları üzerindeki etkisi incelendiğinde, kişi başı yenilenebilir enerji tüketimindeki artış sağlık harcamalarında uzun vadede düşüşe neden olmaktadır.
Nica, E., Poliakova, A., Popescu, G. H., Valaskova, K., Burcea, S. G., ve Constantin, A. L. D. (2023).	Doğu Avrupa	1990-2021	ARDL, QR	Artan sağlık harcamaları, yenilenebilir enerji tüketimi ve IQI'nin Doğu Avrupa ülkelerinde sağlık sonuçlarını iyileştirdiğini göstermiştir. Finansal gelişme (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresini olumlu etkilese de istatistiksel olarak anlamlı değildir. Öte yandan, CO ₂ emisyonlarının ve fosil yakıt tüketiminin (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresini azalttığını da göstermektedir. Elde edilen bulgular, QR yöntemi tahmin sonuçları ile tutarlıdır.
Khan, A., Hussain, J., Bano, S., & Chenggang, Y. (2020).	B&RI ülkeleri	1995-2016	FMOLS, GMM	Çevre kirliliği ile gelirdeki artış negatif ilişkili olduğunu doğrulamıştır. DYY artışın literatürün aksine çevre kirliliğini arttırmadığı, ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin çevreyi olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Sağlık harcamalarındaki artış, B&RI ülkeleri genelinde çevre kirliliğini artırmıştır. GMM yöntemi ile FMOLS tahmin sonuçları tutarlı çıkmıştır, tek tek ülkeler için bu sonuçlar çeşitli aşamalarda farklılık göstermektedir.

Sera Gazı Emisyonları ve Sağlık Harcamaları

Hao, Liu, Huang ve Zhao (2018), 1998-2015 dönemi için Çin Halk Cumhuriyeti 30 ilinde sağlık hizmetleri, çevre koruma, ekonomik kalkınma ve kamu hizmetleri de dahil olmak üzere temel ekonomik ve sosyal koşulları yansıtan bir dizi değişkene ilişkin panel verileri kullanarak çevre kirliliğinin halk sağlığı harcamaları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bağımlı değişken kişi başı sağlık harcamaları ve temel açıklayıcı değişkenler çevre kirliliği seviyesini ölçen çevresel kirlenici- kükürt dioksit (SO₂) ve kurum değişkenleri kullanılmıştır. Eğitim düzeyi, kamu hizmeti ve bazı ilgili ekonomik ve sosyal değişkenler ile sanitasyon değişkenleri kontrol değişkenleri olarak analize dahil edilmiştir. Birinci dereceden fark GMM tahmin sonuçlarına göre, ekonomik kalkınmanın mevcut aşamasında, çevre kirliliği seviyesi ile sağlık harcamaları arasında pozitif bir ilişki vardır. Kişi başı kamu sağlık harcaması ile kişi başı GSYH arasında ters-U şeklinde bir ilişki saptanmıştır. Somut olarak, ekonomik kalkınma ve kişi başı GSYH'deki sürekli artışla birlikte, kişi başı kamu sağlık harcaması önce artmakta ve zirveye ulaşıldıktan sonra azalmaktadır (Hao, ve diğerleri 2018).

Haseeb, Kot ve Jermisittiparsert (2019), çalışmasında 2009 -2018 dönemi için ASEAN ülkelerinin ekonomik büyüme, çevre kirliliği ve enerji tüketiminin sağlık ve Ar-Ge harcamaları üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkilerini analiz etmişlerdir. Bağımlı değişkenlerin hem kısa vadeli hem de uzun vadeli etkilerini analiz etmek için iki ayrı ekonometrik model geliştirilmiştir ve "sağlık harcamaları" ve "Ar-Ge harcamaları" bağımlı değişkenler olarak kullanılmıştır. Hem kısa hem de uzun vadede sağlık harcamaları ve Ar-Ge harcamalarının belirleyicileri olarak; çevre kirliliği, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme kullanılmıştır. Çevre kirliliği CO₂ emisyonları kullanılarak ölçülürken, kişi başı enerji kullanımı enerji tüketimini ölçmek için bir vekil olarak hesaplanmıştır. GSYH ise ekonomik büyümeyi temsil etmektedir. Ampirik analiz için ARDL yöntemi kullanılmış ve kısa dönemli ilişkisinin yanısıra uzun dönemli ilişki de değerlendirilmiştir. Bulgular, çevre kirliliği, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin uzun vadede ASEAN ülkelerinin sağlık harcamalarının yanı sıra Ar-Ge harcamaları üzerinde de önemli bir pozitif etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bununla beraber çevre kirliliği ve ekonomik büyümenin kısa vadede Ar-Ge harcamaları üzerinde önemli bir etkisi olduğunu; ancak enerji tüketiminin kısa vadede Ar-Ge harcamaları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği gibi bağımsız değişkenlerin hiçbirinin kısa vadede sağlık

harcamaları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Haseeb, ve diğerleri 2019).

Chaabouni ve Saidi (2017), 1995-2013 yıllık dönemini kapsayan 51 ülke (üç ülke grubuna ayrılmıştır: düşük gelirli ülkeler; alt ve üst orta gelirli ülkeler grubu; orta gelirli ülkeler grubu) için CO₂ emisyonları, sağlık harcamaları ve GSYH'deki artış arasındaki nedensel ilişkiyi araştırmıştır. Değişkenler arası ilişki analizi için dinamik eşzamanlı denklem modelleri ve GMM kullanılmıştır. Tahmin sonuçları, her üç panel için CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme arasında ve kişi başı GSYH ile sağlık harcamaları arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. Alt ve üst orta gelirli ülkeler grubu ve orta gelirli ülkeler grubu için CO₂ emisyonları ile sağlık harcamaları arasında tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Düşük gelir grubu ülkeleri için ise CO₂ emisyonlarından sağlık harcamalarına doğru çift yönlü bir nedensellik bulunmuştur. Ayrıca, CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme arasında ve sağlık harcamaları ile kişi başı GSYH arasında pozitif çift yönlü bir nedensellik saptanmıştır (Chaabouni ve Saidi 2017). Zaidi ve Saidi (2018), 1990-2015 dönemindeki yıllık verileri kullanarak Sahra Altı Afrika ülkelerinde sağlık harcamaları HE, Çevre kirliliği (CO₂) emisyonları; Azot oksit emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Uzun dönem ve kısa dönemi ilişki analizi için ARDL tahmin yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca, nedenselliğin yönünü kontrol etmek için VECM Granger nedensellik testi kullanılmıştır. İlk olarak, ARDL tahmin sonuçlarına göre, ekonomik büyüme sağlık harcamaları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu, CO₂ emisyonları ve azot oksit emisyonları ise uzun vadede sağlık harcamaları üzerinde negatif etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar, kişi başı GSYH'deki artışın sağlık harcamalarında artışa yol açtığını, ancak CO₂ emisyonlarındaki ve azot oksit emisyonlarındaki artış sağlık harcamalarını artırdığı belirlenmiştir. Öte yandan, VECM Granger nedensellik sonuçları, sağlık harcamalarından kişi başı GSYH'ye doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca, CO₂ emisyonları ile kişi başı GSYH arasında ve sağlık harcamaları ile CO₂ emisyonları arasında çift yönlü bir nedensellik ilişki bulunmuştur (Zaidi ve Saidi 2018). Wang, Asghar, Zaidi ve Wang (2019), 1995-2017 yılları arasındaki yıllık verileri kullanarak Pakistan ülkesi için CO₂ emisyonu, sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ARDL tahmin yöntemi ile incelemiştir. Ampirik sonuçlara göre, sağlık harcamaları, CO₂ emisyonları ve ekonomik büyüme arasında hem uzun vadede hem de kısa vadede önemli bir nedensel ilişki belirlenmiştir. Sağlık harcamaları ile CO₂

emisyonları arasında ve sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. CO₂ emisyonlarından sağlık harcamalarına doğru kısa dönemli tek yönlü ilişki söz konusudur. CO₂ emisyonları ve ekonomik büyüme, sabit sermaye oluşumu ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensel ilişki belirlenmiştir (Wang, ve diğerleri 2019).

Ganda 2021, çalışmasında BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika) ülkeleri 2000-2017 dönemi sağlık harcamalarının CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Ampirik analiz için FMOLS, VECM Granger nedensellik ve Dumitrescu-Hurlin nedensellik testleri kullanılmıştır. Sağlık harcamalarının BRICS ekonomileri için karbon emisyonları ile negatif ilişkili ve anlamlı olduğu, toplam cari sağlık harcamalarındaki artış, emisyonları önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Ülke bazlı sonuçlara göre, Hindistan, Çin ve Güney Afrika ülkelerinde sağlık harcamaları ile CO₂ emisyonları negatif ve anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu, ancak Rusya ve Brezilya ülkelerinde ise ilişkinin anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca nüfusun CO₂ emisyonları ile pozitif ve anlamlı bir şekilde bağlantılı olduğu ve nüfustaki artış CO₂ emisyonlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Ekonomik büyümedeki artış CO₂ emisyonlarda bir artışa neden olmaktadır. Panel sonuçları araştırma ve geliştirmedeki bir artışın emisyonları artırdığını göstermektedir. Granger nedensellik sonuçlarına göre, nüfus ve sağlık harcamaları arasında çift yönlü nedensel bir ilişki, CO₂ emisyonlarından sağlık harcamalarına doğru tek yönlü uzun dönemli nedensel bir ilişki vardır. Ayrıca, CO₂ emisyonlarından nüfusa doğru tek yönlü nedensel uzun dönemli bir ilişki bulunmuştur. Nüfus ile ekonomik büyüme, nüfus ile araştırma ve geliştirme, sağlık harcamaları ile araştırma ve geliştirme, sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü ve uzun dönemli nedensel bağlantılar olduğu belirlenmiştir (Ganda 2021).

Anwar, Hyder, Bennett ve Younis (2022), gelişmekte olan ülkelerde çevresel faktörlerin sağlık harcamaları üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Otuz üç gelişmekte olan ülkede çevresel kalite (hava kirliliği ve sıcaklık) ve sağlık harcamaları arasındaki ilişkiyi analiz etmek için, çalışmada 2000-2017 yılları arasındaki verileri sistem GMM ile tahmin etmiştir. Sonuçlar, incelenen ülkelerde hava kirliliğinin sağlık harcamaları üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. PM_{2.5}'teki artışın kamu sağlık harcamalarını, özel sağlık harcamalarını ve toplam sağlık harcamalarını arttırdığını göstermektedir. Ortalama sıcaklıktaki artış kamu sağlık harcamalarını, özel sağlık harcamalarını ve toplam sağlık harcamalarını arttırdığını doğrulamaktadır. Ortaöğretim eğitimindeki artış

kamu, özel ve toplam sağlık harcamalarını arttırırken, gelirdeki artış kamu, özel ve toplam sağlık harcamalarını arttırmaktadır. Ancak kamu sağlık harcamaları ve nüfus artış oranında negatif yönlü, özel ve toplam sağlık harcamaları arasında pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Yazarlar incelenen ülkeleri yüksek gelirli ve düşük gelirli ülkeler olarak gruplandırmış ve düşük gelirli ülkelere kıyasla yüksek gelirli ülkelerde PM_{2.5} ve ortalama sıcaklığın devlet sağlık harcamaları üzerindeki etkisinin daha fazla olduğunu gösterirken, özel sağlık harcamaları söz konusu olduğunda, sonuçlar yüksek gelirli ülkeler için PM_{2.5} ve ortalama sıcaklığın daha yüksek bir etkisi olduğu belirlenmiştir (Anwar, Hyder ve Bennett, ve diğerleri 2022).

Nasreen (2021), Asya'da sağlık harcamaları, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi hem panel hem de ülke düzeyinde incelemiştir. Çalışma 20 Asya ekonomisini ve 1995'ten 2017'ye kadar olan zaman dilimini kapsamaktadır ve analizde seviye kırılmalı panel eş bütünleşme testleri, ortak ilişkili etkiler ortalama grubu ve heterojen panel nedensellik testi kullanılmıştır. Sonuçlar, ekonomik büyüme ve çevre kirliliğinin tüm ülkelerde toplam sağlık harcamalarının yanı sıra kamu ve özel sağlık harcamaları ile pozitif ilişkili olduğunu açıklamaktadır. Nedensellik sonuçları, Asya ekonomilerinde sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ve çevre kirliliğinden sağlık harcamalarına doğru tek yönlü nedenselliğin varlığını göstermektedir (Nasreen 2021).

Apergis, Bhattacharya ve Hadhri (2020), çalışmasında dört küresel gelir grubu için sağlık harcamaları ve çevre kirliliği arasındaki uzun dönemli dinamikleri araştırmıştır. Analizde 178 ülke ve 1995-2017 dönemini kapsayan veriler kullanılmıştır. Bulgular, sağlık harcamalarının tüm alt gruplar için bir gereklilik olduğunu belgelemektedir. Milli gelirdeki artışın sağlık harcamalarını tüm örneklemde düşük, düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelir gruplarında artırdığını, aynı şekilde CO₂ emisyonlarındaki artışın ise sağlık harcamalarını tüm örneklemde artırdığı tespit edilmiştir. Panel GMM test sonuçlarına göre, kişi başı gelir tüm ülke örneklerinde karbon emisyonları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Enerji yoğunluğu da CO₂ emisyonları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olup bu etki tüm gelir grupları arasında geçerlidir (Apergis, Bhattacharya ve Hadhri 2020).

Zeeshan, Han, Rehman, Ullah ve Afridi (2021), Çin ülkesi için 1990-2019 dönemi CO₂ emisyonları, çevre kirliliği ve hane halkı sağlık harcamaları arasındaki asimetrik dinamik ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışmada asimetrik ilişki tahmini için NARDL ve Granger

nedensellik tanısal testleri kullanılmıştır. Ampirik sonuçlar, CO₂ emisyonları, çevre kirliliği ve hane halkı sağlık harcamaları arasındaki asimetrik bağı doğrulamaktadır. Analiz sonuçlarına göre, kısa ve uzun vadede CO₂ emisyonları ve çevre kirliliğindeki pozitif şokların sağlık harcamalarını olumlu yönde etkilediğini, negatif şokların ise sağlık harcamalarını azalttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, hane halkı sağlık harcamaları, CO₂ emisyonları ve çevre kirliliği arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir (Zeeshan, ve diğerleri 2021).

An ve Heshmati (2019), çalışmasında hava kirleticileri (hava kalitesi endeksi veya AQI olarak temsil edilmektedir) ile sağlık harcamaları arasındaki ilişkiyi analiz etmektedir. Sağlık harcamaları, hava kirletici konsantrasyonu ve bölgesel özellikler hakkında bilgi sağlayan dengeli aylık panel verileri kullanılmıştır ve panel veri seti Ocak 2010- Eylül 2017 dönemi Güney Kore'deki 16 şehir ve il değişkenlerinden oluşmaktadır. Hava kirliliği ve sağlık harcamaları arasındaki ilişkiyi tahmin etmek için sabit etkiler modeli ve rassal etkiler modeli kullanılmıştır. Hangi yöntemin daha uygun olduğunu belirlemek için Hausman testini de gerçekleştiren bu çalışma, uzun dönemli ilişkileri değerlendirmek için Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG) tahmin yöntemini de uygulamaktadır. Analizde sağlık harcamaları belirleyicileri olarak beş hava kirletici kalite endeksi belirlenmiştir ve bunlar kişisel gelir, yaşlı ve genç nüfus oranı, kişi başına kayıtlı ve kullanılan otomobil sayısı, sanayi sayısı ve atmosferik faktörlerdir. Sonuçlar, hava kirleticileri NO₂, O₃ ve PM₁₀'un sağlık harcamaları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (An ve Heshmati 2019).

Usman, Ma, Zafar, Haseeb ve Ashraf (2019), araştırmasında CO₂ emisyonları ve çevre endeksinin yanı sıra GSYH artışı, doğrudan yabancı yatırım, nüfus yaşlanması ve orta öğretim gibi ekonomik ve ekonomik olmayan faktörlerin 13 gelişmekte olan ekonomide kişi başı kamu ve özel sağlık harcamaları üzerindeki etkilerini 1994-2017 dönemi için analiz etmiştir. Panel eş bütünleşme testi için Lagrange Çarpanı (LM) bootstrap yaklaşımı uygulanmış ve değişkenler arasında eş bütünleşmenin varlığı teyit edilmiştir. Uzun dönem analizi için, sürekli güncellenen-tamamen değiştirilmiş (CUP-FM) ve sürekli güncellenen-yanlılığı düzeltilmiş (CUP-BC) yöntemleri kullanılmıştır. Uzun dönem tahmin sonuçları, hava kirliliği göstergelerinin, yani CO₂ emisyonları ve çevre endeksinin, devletin sağlık harcamaları üzerinde olumlu ve anlamlı etkiye sahip olduğunu, buna karşılık her iki faktörün de gelişmekte olan ekonomilerde özel sağlık harcamalarını olumsuz etkilediğini belgelemiştir. GSYH artışı gibi ekonomik faktörler

hem devlet hem de özel sağlık harcamaları üzerinde sürekli olarak pozitif bir etki gösterirken, doğrudan yabancı yatırım kamu ve özel sağlık harcamaları üzerinde sırasıyla negatif, pozitif ve anlamlı etki sergilemektedir. Ayrıca, CO₂ emisyonları, çevre endeksi, GSYH artışı, doğrudan yabancı yatırım ve orta öğretim eğitimi kamu ve özel sağlık harcamaları tek yönlü nedensellik ilişkisine sahip olduğu belirtilmiştir. Nüfusun yaşlanması ile devlet sağlık harcamaları arasında çift yönlü, özel sağlık harcamaları arasında ise tek yönlü güçlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır (Usman, ve diğerleri 2019).

Alimi, Ajide ve Isola (2020), 1995-2014 dönemini kapsayan panel analizinde ECOWAS ülkeleri için çevresel kalite ile sağlık harcamaları arasındaki nedensel bağlantıyı araştırmıştır. Ampirik kanıtlar sırasıyla havuzlanmış OLS, sabit etkiler ve sistem GMM olmak üzere üç tahminciye dayanmaktadır. Daha spesifik politika hedefleri için, sağlık harcamaları sırasıyla toplam (ulusal), kamu ve özel olarak ayrıştırılmıştır. Ampirik bulgulara göre, CO₂ emisyonunun bir yandan hem kamu hem de ulusal sağlık harcamaları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir etkisi bulunurken, diğer yandan çevre kirliliği ile özel sağlık harcamaları arasında herhangi bir ilişki olmadığı görülmüştür. Kişi başına gelir değişkenine ilişkin katsayılar pozitif, anlamlı ve teorik beklentiyle tutarlı bulunmuştur, Kişi başı resmi kalkınma yardımı sağlık harcamaları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. (Doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresine ilişkin katsayılar hem ulusal hem de kamu sağlık harcamaları için pozitif, özel sağlık harcamaları için negatif ilişki tespit edilmiştir (Alimi, Ajide ve Isola 2020).

Ibukun ve Osinubi (2020), 47 Afrika ülkesinde çevresel kalite, ekonomik büyüme ve sağlık harcamaları arasındaki ilişkiyi hem statik (havuzlanmış OLS ve sabit/rastgele etki) hem de dinamik (sistem GMM) tahmin yöntemlerini kullanarak incelemişlerdir. 2000-2018 dönemini kapsayan veriler kullanılmıştır ve çevresel kaliteyi temsilen, CO₂, azot oksit ve metan emisyonu değişkenleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, ekonomik büyüme sağlık harcamaları arasında pozitif ve anlamlı ilişki, kirli çevre ile sağlık harcamaları arasında ise pozitif ve anlamlı ilişki vardır. Ampirik bulguları, üç çevresel kalite göstergesi arasında CO₂ emisyonunun sağlık harcamaları üzerinde en yüksek etkiye sahip olduğunu, ekonomik büyümenin ise beş Afrika bölgesinde (Kuzey Afrika, Doğu Afrika, Orta Afrika, Batı Afrika ve Güney Afrika) sağlık harcamalarını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir (Ibukun ve Osinubi 2020).

Taghizadeh, Rasoulenezhad, Yoshino, Chang vd. (2021), 1991-2018 dönemini kapsayan 18 Asya ülkesinden (hem düşük hem de orta gelirli) elde edilen veriler için GMM yöntemi

tahmin tekniğini kullanarak enerji tüketimi ile sağlık sorunları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Sağlık sorunları olarak trakeal, bronşiyal ve akciğer kanseri, solunum yolu hastalıkları, yetersiz beslenme yaygınlığı hem dış mekân hem de ev içi hava kirliliğine maruz kalmaya bağlı ölüm oranı incelenmiştir. Düşük ve orta gelirli Asya ülkelerinde kişi başı CO₂ emisyonlarının, akciğer ve solunum yolu hastalıklarının pozitif prevalansı ile sonuçlandığı tespit edilmiştir. Fosil yakıt tüketimi akciğer ve solunum yolu hastalıkları riskini artırdığını göstermektedir. Ayrıca, CO₂ emisyonları ve fosil yakıt tüketiminin yetersiz beslenme ve ölüm oranı üzerindeki önemli etkisini ortaya koymuştur. Kişi başı GSYH ve sağlık harcamalarındaki artış yetersiz beslenme ve ölüm oranını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır (Taghizadeh Hesary, ve diğerleri 2021).

Li, Chang, Wang ve Zhou (2022), çalışmasında sağlık harcamaları, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. BRICS ülkeleri 2000 – 2019 dönemi verileri Fourier ARDL yöntemi ile tahmin edilmiştir. Kısa vadeli nedensellik sonuçlara göre, Brezilya ülkesinde ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonları ve sağlık harcamaları arasında pozitif bir nedensellik ilişkisi, CO₂ emisyonları ile sağlık harcamaları arasında ters bir nedensellik ilişkisi vardır. Hindistan ülkesinde ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonları arasında pozitif bir nedensellik ilişkisi ve CO₂ emisyonları ile sağlık harcamaları arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır. Harcamalar ters nedenselliğe sahiptir; Güney Afrika ülkesi için ekonomik büyüme ile sağlık harcamalar arasında pozitif bir nedensellik mevcut olup ve diğer ülkelerde belirgin bir nedensellik saptanmamıştır (Li, ve diğerleri 2022).

Tablo 3.2. Literatür Özeti, Sera Gazı Emisyonları ve Sağlık Harcamaları

Yazarlar	Örneklem	Dönem	Yöntem	Temel Bulgular
Hao, Y., Liu, S., Lu, Z. N., Huang, J., ve Zhao, M. (2018)	Çin Halk umhuriyeti, 30 il	1998-2015	Panel GMM	Çevre kirliliği seviyesi ile sağlık harcamaları arasında pozitif bir ilişki vardır. Kişi başı kamu sağlık harcaması ile kişi başı GSYH arasında ters-U şeklinde bir ilişki saptanmıştır. Somut olarak, ekonomik kalkınma ve kişi başı GSYH'deki sürekli artışla birlikte, kişi başı kamu sağlık harcaması önce artmakta ve zirveye ulaşıldıktan sonra azalmaktadır.
Haseeb, M., Kot, S., Hussain, H. I., ve Jermisittiparsert, K. (2019)	ASEAN	2009 - 2018	ARDL	Çevre kirliliği, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin uzun vadede ASEAN ülkelerinin sağlık harcamalarının yanı sıra Ar-Ge harcamaları üzerinde de önemli bir pozitif etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bununla beraber çevre kirliliği ve ekonomik büyümenin kısa vadede Ar-Ge harcamaları üzerinde önemli bir etkisi olduğunu; ancak enerji tüketiminin kısa vadede Ar-Ge harcamaları üzerinde önemli bir etkisi olmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği gibi bağımsız değişkenlerin hiçbirinin kısa vadede sağlık harcamaları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
Chaabouni, S., ve Saidi, K. (2017)	51 ülke (üç ülke grubuna ayrılmıştır: düşük gelirli, alt ve üst orta gelirli, orta gelirli ülkeler grubu)	1995-2013	GMM	Her üç panel için CO2 emisyonları ile ekonomik büyüme arasında ve kişi başı GSYH ile sağlık harcamaları arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. Alt ve üst orta gelirli ülkeler grubu ve orta gelirli ülkeler grubu için CO2 emisyonları ile sağlık harcamaları arasında tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Düşük gelirli ülkeleri için ise CO2 emisyonlarından sağlık harcamalarına doğru çift yönlü bir nedensellik bulunmuştur. Ayrıca, CO2 emisyonları ile ekonomik büyüme arasında ve sağlık harcamaları ile kişi başı GSYH arasında pozitif çift yönlü bir nedensellik saptanmıştır.
Zaidi, S., ve Saidi, K. (2018)	Sahra Altı Afrika Ülkeleri	1990-2015	ARDL, VECM Granger Nedensellik	ARDL tahmin sonuçlarına göre, ekonomik büyüme sağlık harcamaları üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu, CO2 emisyonları ve azot oksit emisyonları ise uzun vadede sağlık harcamaları üzerinde negatif etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar, kişi başı GSYH'deki artışın sağlık harcamalarında artışa yol açtığını, ayrıca CO2 emisyonlarındaki ve azot oksit emisyonlarındaki artış sağlık harcamalarını artırdığı belirlenmiştir. Öte yandan, VECM Granger nedensellik sonuçlarına göre, sağlık harcamalarından kişi başı GSYH'ye doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca, CO2 emisyonları ile kişi başı GSYH arasında ve sağlık harcamaları ile CO2 emisyonları arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Wang, Z., Asghar, M. M., Zaidi, S. A. H., ve Wang, B. (2019).	Pakistan	1995-2017	ARDL	Sağlık harcamaları, CO2 emisyonları ve ekonomik büyüme arasında hem uzun vadede hem de kısa vadede önemli bir nedensel ilişki belirlenmiştir. Sağlık harcamaları ile CO2 emisyonları arasında ve sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. CO2 emisyonlarından sağlık harcamalarına doğru kısa dönemli tek yönlü ilişki söz konusudur. CO2 emisyonları ve ekonomik büyüme, sabit sermaye oluşumu ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensel ilişki belirlenmiştir.

Tablo 3.2. (Devamı) Literatür Özeti, Sera Gazı Emisyonları ve Sağlık Harcamaları

Yazarlar	Örneklem	Dönem	Yöntem	Temel Bulgular
Ganda, F. (2021)	BRICS	2000-2017	FM-OLS, VECM, Granger Nedensellik, Dumitrescu-Hurlin Nedensellik	Sağlık harcamalarının BRICS ekonomileri için karbon emisyonları ile negatif ilişkili ve anlamlı olduğu, toplam cari sağlık harcamalarındaki bir artış, emisyonları önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca nüfusun CO ₂ emisyonları ile pozitif ve anlamlı bir şekilde bağlantılı olduğu ve nüfustaki artış CO ₂ emisyonlarını arttırdığı belirlenmiştir. Ekonomik büyümedeki bir artış emisyonlarda artışa neden olmaktadır. Aynı şekilde, araştırma ve geliştirmedeki artışın emisyonları artırdığı belirlenmiştir. Granger nedensellik sonuçlarına göre, nüfus ve sağlık harcamaları arasında çift yönlü nedensel bir ilişki, CO ₂ emisyonlarından sağlık harcamalarına doğru tek yönlü uzun dönemli nedensel bir ilişki vardır. Ayrıca, CO ₂ emisyonlarından nüfusa doğru tek yönlü nedensel uzun dönemli bir ilişki bulunmuştur. Nüfus ile ekonomik büyüme, nüfus ile araştırma ve geliştirme, sağlık harcamaları ile araştırma ve geliştirme, sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü ve uzun dönemli nedensel bağlantılar olduğu belirlenmiştir.
Anwar, A., Hyder, S., Bennett, R., ve Younis, M. (2022)	33 Gelişmekte Olan Ülkeler	2000-2017	Panel GMM	Hava kirliliğinin sağlık harcamaları üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. PM _{2.5} ve kamu, özel ve toplam sağlık harcamaları arasında pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde ortalama sıcaklıktaki artış kamu, özel ve toplam sağlık harcamalarını arttırdığı doğrulanmıştır. Orta öğretim eğitimi, gelir ve kamu, özel ve toplam sağlık harcamaları arasında da pozitif ilişki söz konusudur. Ancak kamu sağlık harcamaları ve nüfus artış oranında negatif yönlü, özel ve toplam sağlık harcamaları arasında pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Yazarlar incelenen ülkeleri yüksek gelirli ve düşük gelirli ülkeler olarak gruplandırmış ve düşük gelirli ülkelere kıyasla yüksek gelirli ülkelerde PM _{2.5} ve ortalama sıcaklığın kamu sağlık harcamaları üzerindeki etkisinin daha fazla olduğunu gösterirken, özel sağlık harcamaları söz konusu olduğunda, sonuçlar yüksek gelirli ülkeler için PM _{2.5} ve ortalama sıcaklığın daha yüksek bir etkisi olduğunu belirlenmiştir.
Nasreen, S. (2021).	20 Asya ülkesi	1995-2017	Nedensellik, Ortak-ilişkili etkiler ortalama grubu (CEMG) ve artırılmış ortalama grubu (AMG)	Ekonomik büyüme ve çevre kirliliğinin tüm ülkelerde toplam sağlık harcamalarının yanı sıra kamu ve özel sağlık harcamaları ile pozitif ilişkili olduğunu açıklamaktadır. Nedensellik sonuçları, Asya ekonomilerinde sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ve çevre kirliliğinden sağlık harcamalarına doğru tek yönlü nedenselliğin varlığını göstermektedir.
Apergis, N., Bhattacharya, M., & Hadhri, W. (2020).	178 Ülke	1995-2017	Panel GMM	Milli gelirdeki ve CO ₂ emisyonlarındaki artış sağlık harcamalarında tüm örneklemde arttırmaktadır. Panel GMM test sonuçlarına göre, kişi başı gelir tüm ülke örneklerinde CO ₂ emisyonları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Enerji yoğunluğu da CO ₂ emisyonları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olup bu etki tüm gelir gruplarında geçerlidir.

Tablo 3.2. (Devamı) Literatür Özeti, Sera Gazı Emisyonları ve Sağlık Harcamaları

Yazarlar	Örneklem	Dönem	Yöntem	Temel Bulgular
Zeeshan, M., Han, J., Rehman, A., Ullah, I., ve Afridi, F. E. A. (2021).	Çin Halk Cumhuriyeti	1990-2019	Doğrusal olmayan otoregresif dağıtılmış gecikme (NARDL)	CO ₂ emisyonları, çevre kirliliği ve hane halkı sağlık harcamaları arasındaki asimetric bağı doğrulanmaktadır. Kısa ve uzun vadede CO ₂ emisyonları ve çevre kirliliğindeki pozitif şokların sağlık harcamalarını olumlu yönde etkilediğini, negatif şokların ise sağlık harcamalarını azalttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, hane halkı sağlık harcamaları, CO ₂ emisyonları ve çevre kirliliği arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir
An, J., ve Heshmati, A. (2019).	Güney Kore'deki 16 şehir ve il	Ocak 2010- Eylül 2017	Sabit Etkiler modeli, Rastgele Etkiler modeli, Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG)	Sağlık harcamaları belirleyicileri olarak beş hava kirleticisi kalite endeksi belirlenmiştir ve bunlar kişisel gelir, yaşlı ve genç nüfus oranı, kişi başına kayıtlı ve kullanılan otomobil sayısı, sanayi sayısı ve atmosferik faktörlerdir. Sonuçlar, hava kirleticileri NO ₂ , O ₃ ve PM ₁₀ 'un sağlık harcamaları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.
Usman, M., Ma, Z., Wasif Zafar, M., Haseeb, A., ve Ashraf, R. U. (2019).	13 gelişmekte olan ülkeler	1994-2017	CUP-FM, CUP-BC	CO ₂ emisyonları ve çevre endeksinin, kamu sağlık harcamaları üzerinde olumlu ve anlamlı etkiye sahip olduğunu, buna karşılık her iki faktörün de gelişmekte olan ekonomilerde özel sağlık harcamalarını olumsuz etkilediğini belgelemiştir. GSYH artışı gibi ekonomik faktörler hem kamu hem de özel sağlık harcamaları üzerinde sürekli olarak pozitif bir etki gösterirken, doğrudan yabancı yatırım kamu ve özel sağlık harcamaları üzerinde sırasıyla negatif, pozitif ve anlamlı etki sergilemektedir. Ayrıca, CO ₂ emisyonları, çevre endeksi, GSYH artışı, doğrudan yabancı yatırım ve orta öğretim eğitimi kamu ve özel sağlık harcamaları ile tek yönlü nedensellik ilişkisine sahip olduğu belirtilmiştir. Nüfusun yaşlanması ile kamu sağlık harcamaları arasında çift yönlü, özel sağlık harcamaları arasında ise tek yönlü güçlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır.
Alimi, O. Y., Ajide, K. B., & Isola, W. A. (2020).	ECOWAS	1995-2014	Havuzlanmış OLS, Sabit Etkiler ve Sistem GMM	CO ₂ emisyonunun bir yandan hem kamu hem de ulusal sağlık harcamaları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir etkisi bulunurken, diğer yandan çevre kirliliği ile özel sağlık harcamaları arasında herhangi bir ilişki olmadığı görülmüştür. Kişi başı gelir değişkenine ilişkin katsayılar pozitif, anlamlı ve teorik beklentiyle tutarlı bulunmuştur, Kişi başı resmi kalkınma yardımı sağlık harcamaları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. (Doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresine ilişkin katsayılar hem ulusal hem de kamu sağlık harcamaları için pozitif, özel sağlık harcamaları için negatif ilişki tespit edilmiştir.
Ibukun, C. O., ve Osinubi, T. T. (2020).	47 Afrika Ülkesi	2000-2018	Havuzlanmış OLS, Sabit Etkiler, Sistem GMM	Ekonomik büyüme sağlık harcamaları arasında pozitif ve anlamlı ilişki, kirliliği çevre ile sağlık harcamaları arasında da pozitif ve anlamlı ilişki vardır. Üç çevresel kalite göstergesi arasında CO ₂ emisyonunun sağlık harcamaları üzerinde en yüksek etkiye sahip olduğunu, ekonomik büyümenin ise beş Afrika bölgesinde (Kuzey Afrika, Doğu Afrika, Orta Afrika, Batı Afrika ve Güney Afrika) sağlık harcamalarını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.
Taghizadeh-Hesary, F., Rasoulinezhad, E., Yoshino, N., Chang, Y., Taghizadeh-Hesary, F., ve Morgan, P. J. (2021).	18 Asya Ülkesi	1991-2018	GMM	Düşük ve orta gelirli Asya ülkelerinde kişi başı CO ₂ emisyonlarının, akciğer ve solunum yolu hastalıklarının pozitif prevalansı ile sonuçlandığı tespit edilmiştir. Fosil yakıt tüketimi akciğer ve solunum yolu hastalıkları riskini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, CO ₂ emisyonları ve fosil yakıt tüketiminin yetersiz beslenme ve ölüm oranı üzerindeki önemli etkisini ortaya koymuştur. Kişi başı GSYH ve sağlık harcamalarındaki artış yetersiz beslenme ve ölüm oranını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.
Li, F., Chang, T., Wang, M. C., ve Zhou, J. (2022).	BRICS	2000 – 2019	Fourier ARDL	Brezilya için ekonomik büyüme ile CO ₂ emisyonları ve sağlık harcamaları arasında pozitif bir nedensellik ilişkisi, CO ₂ emisyonları ile sağlık harcamaları arasında ters bir nedensellik ilişkisi vardır. Hindistan ülkesi ekonomik büyüme ile CO ₂ emisyonları arasında pozitif bir nedensellik ilişkisi ve CO ₂ emisyonları ile sağlık harcamaları arasında pozitif bir ilişki olduğunu saptanmıştır. Harcamalar ters nedenselliğe sahiptir; Güney Afrika ülkesi için ekonomik büyüme ile sağlık harcamaları arasında pozitif bir nedensellik mevcut olup ve diğer ülkelerde belirgin bir nedensellik saptanmamıştır.

3.3. Veri Seti ve Model

Yenilenebilir enerji tüketimi ile sağlık harcamaları arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek üzere 48 yüksek gelirli ülkelere ilişkin 2000- 2020 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Yüksek gelirli ülkeler, Dünya Bankası Atlas yöntemi kullanılarak hesaplanan kişi başı 2022 gayri safi milli gelirine (GNI) göre sınıflandırması baz alınmıştır. Dünya bankası ülkeleri: düşük gelir, 1.135 dolar veya daha az; alt orta gelir, 1.136- 4.465 dolar; üst orta gelir, 4.466-13.845 dolar ve yüksek gelir, 13.846 dolar veya daha fazla gelire sahip ülkeler olarak sınıflandırmıştır. Çalışmada, yüksek gelirli ülkeler 13.846 dolar veya daha fazla gelire sahip ülkeler yer almaktadır ancak bazı ülkelerin veri setlerinde eksiklik olması nedeniyle analize dahil edilmemiştir.

Örnekleme olarak yüksek gelirli ülkelerin seçilmesinin nedeni; gelişmiş ülkeler en büyük enerji kullanıcılarıdır ve yeşil enerji üretiminde öncüler olarak kabul edilmektedir. Yüksek gelirli ülkeler, sürdürülebilir büyüme için yenilenebilir enerji tüketimine dayalı politikaları teşvik etmekte ve yenilenebilir enerji üretimi yatırımları için finansal güce sahiptirler. Gelişmiş ülkelerin en büyük enerji kullanıcıları olmalarının yanı sıra CO₂ emisyon artışında da önemli payları vardır. Dolayısıyla yüksek gelirli ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin, CO₂ emisyonlarının ve ekonomik büyümenin sağlık harcamaları üzerindeki etkisini araştırmak kritik önem taşımaktadır.

Ampirik analizde, bağımlı değişken sağlık harcamalarıdır ve sağlık harcamalarını temsilen Dünya Bankası, Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI, 2024) veri tabanından elde edilen cari sağlık harcamaları (gayri safi yurtiçi hasılanın yüzdesi) serisi kullanılmıştır. Bu seri ampirik literatürdeki (Ken ve Iain 2001), (Yetim, ve diğerleri 2021), (Zhou, ve diğerleri 2020), (Nghiem ve Connolly 2017) ve (Barkat, Sbia ve Maouchi 2019) gibi çalışmaları takiben tercih edilmiştir.

Açıklayıcı ve ana bağımsız değişken yenilenebilir enerji tüketimini temsilen Dünya Bankası, Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI, 2024) veri tabanından elde edilen yenilenebilir enerji tüketimi (toplam enerji tüketimi içindeki yüzdesi) serisi kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji tüketiminin ana açıklayıcı değişken olarak kullanılmasının nedeni, fosil yakıt kullanımı CO₂ emisyonlarına ve bireylerde sağlık problemlerine sebep olduğu için yenilenebilir enerji kullanımı hava kirliliğine neden olmayacaktır dolayısıyla hava kirliliği kaynaklı sağlık problemlerinin azalması beklenmektedir. Bu seri ampirik literatürdeki (Akar, Sarıtaş ve Akar 2023), (Ullah, ve

diğerleri 2020), (Karamıklı ve Mahmut Unsal 2021), (Apergis, Jebli ve Youssef 2018), (Çetin 2018), (Liu ve Zhong 2022), (Badulescu, ve diğerleri 2019), (Shahzad , ve diğerleri 2020), (Triki , ve diğerleri 2023), (Wang, Wang ve Li 2023) ve (Nica, ve diğerleri 2023) gibi çalışmaları takiben tercih edilmiştir.

Yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık harcamaları analizinde kullanılan kontrol değişken, çevre kirliliğinin göstergesi CO₂ emisyonlarıdır. Çevre kirliliği ve sağlık harcamaları arasındaki ilişki kapsamlı bir şekilde son yıllarda çok fazla araştırmacı; (Hao, ve diğerleri 2018), (Haseeb, ve diğerleri 2019), (Chaabouni ve Saidi 2017), (Zaidi ve Saidi 2018), (Wang, ve diğerleri 2019), (Ganda 2021), (Anwar, Hyder ve Bennett, ve diğerleri 2022), (Nasreen 2021), (Apergis, Bhattacharya ve Hadhri 2020), (Zeeshan, ve diğerleri 2021), Zeeshan vd. (2021), (An ve Heshmati 2019), (Usman, ve diğerleri 2019), (Alimi, Ajide ve Isola 2020), (Ibukun ve Osinubi 2020), (Taghizadeh Hesary, ve diğerleri 2021), (Li, ve diğerleri 2022) tarafından incelenmiştir. CO₂ emisyonları değişkeni Dünya Bankası, Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI, 2024) veri tabanı ve toplam sera gazı emisyonları (kt CO₂ eşdeğeri) serisinden elde edilmiştir.

Sağlık harcamaları üzerine yapılan araştırmaların çoğu analizlerinde kontrol değişken olarak ekonomik büyümeyi kullanmışlardır. Ekonomik büyüme göstergesi olan GSYH, Dünya Bankası, Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI, 2024) veri tabanından elde edilen GSYH (sabit 2015 ABD doları) serisidir. Literatürde (Lago-Peñas , Prieto ve Fernández 2013), (Zaman, ve diğerleri 2017), (Stepovic 2019), (Jakovljevic ve Ogura 2016), (Rao, ve diğerleri 2014), (Abdullah, Siddiqua ve Huque 2017) (Sengupta 2022) ve (Rana, Alam ve Gow 2020) çalışmalarında sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisini analiz etmişlerdir.

Ayrıca, (Liu ve Zhong 2022), sağlık harcamaları üzerine yaptığı çalışmasında, nüfus değişkenini kontrol değişken olarak dahil etmiştir. Bu çalışmayı takiben, nüfus değişkeni sağlık harcamaları model tahminlerinde kullanılmıştır ve veriler WDI (2024) veri tabanından sağlanan nüfus (toplam) serisinden elde edilmiştir.

Bununla birlikte, yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık harcamaları üzerine etkisinin test edildiği analizde kullanılan diğer bir kontrol değişken ortalama beklenen yaşam süresidir. Literatürdeki (Shaw, Horrace ve Vogel 2005), (Jaba, Balan ve Robu 2014), (Linden ve Ray 2017), (Breyer ve Felder 2006), (Sango-Coker ve Bein 2018), (Nkemgha , Tékam ve Belek 2021) ve (Bayar, ve diğerleri 2021) gibi çalışmaları takiben, (doğuştan itibaren)

beklenen yaşam süresinin ölçütü olarak WDI (2024) veri tabanından elde edilen doğumda beklenen yaşam süresi (toplam) serisi tercih edilmiştir.

Son olarak, 2008 küresel kriz ve 2020 Covid-19 dönemi krizinin sağlık harcamaları üzerindeki etkisini kontrol altına almak amaçlı y2008 ve y2020 şeklinde ifade edilen kukla değişkenleri kullanılmıştır. Kukla değişkeni küresel şokların sağlık harcamaları üzerinde etkisini kontrol etmek amaçlı kullanılmıştır. Covid-19 krizi 2019 yılının sonunda başlamış olsa da ekonomi üzerindeki etkileri 2020 yılında belirginleşmiştir. Bu nedenle Covid-19 krizinin sağlık harcamaları üzerindeki ortalama etkisini kontrol etmek için y2020 kukla değişkeni kullanılmıştır. Krizlerin etkili olduğu 2008 ve 2020 dönemlerine 1, diğer dönemlere ise 0 değeri atanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan değişkenlerle ilişkin açıklamalara Tablo 3.3'te ve Tablo 3.4'te ise değişkenlerin tanımına yer verilmiştir. Analizde ele alınan CO₂ emisyonu, GSYH ve nüfus serilerinin logaritmik dönüşümü yapılarak modele dâhil edilmiştir. Bununla beraber, 48 gelişmiş ülke için 2000-2020 dönemini kapsayan boşluksuz veriler kullanılarak, dengeli bir panel veri tahmini gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, analizde incelenen 48 yüksek gelir grubundaki gelişmiş ülkeler listesi Tablo 3.5'te sunulmuştur.

Tablo 3.3. Analizde Kullanılan Değişkenlerle İlgili Açıklamalar

Değişkenler	Tanımlama	Ölçüm Birimi	Veri Kaynağı
HEX	Cari sağlık harcamaları	GSYH'nin %'si	Dünya Bankası- Dünya Kalkınma Göstergeleri
REN	Yenilenebilir Enerji Tüketimi	Toplam nihai enerji tüketiminin %'si	
CO ₂	Toplam sera gazı emisyonları	kt CO ₂ eşdeğeri	
GDP	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	sabit 2015 ABD Doları	
PPL	Nüfus	Toplam	
LIFE	(Doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi	Toplam, Yıl	
Y2008	2008 Küresel Kriz Kukla Değişken	2008 yılı için 1, diğer yıllar 0	
Y2020	Covid 19 Dönemi Krizi Kukla Değişken	2020 yılı için 1, diğer yıllar 0	

Ampirik modelin kapalı formu, sağlık harcamaları (HEX), yenilenebilir enerji tükemi (REN), karbondioksit emisyonu (CO₂), GSYH (GDP), nüfus (PPL) ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresinin (LIFE) bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır:

$$HEX = f(REN, CO_2, GDP, PPL, LIFE, Y2008, Y2020) \quad (3.1)$$

Buna göre kapalı fonksiyonun tahmin edilen panel regresyonu aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$HEX_{it} = \beta_0 + \beta_1 REN_{it} + \beta_2 CO_{2it} + \beta_3 GDP_{it} + \beta_4 PPL_{it} + \beta_5 LIFE_{it} + \beta_6 Y2008_{it} + \beta_7 Y2020_{it} + \mu_{it} \quad (3.2)$$

$$i = 1, \dots, N \quad ve \quad t = 1, \dots, T$$

i ve t indisleri sırasıyla kesit boyutunu (gelişmiş ülkeler için $N=48$) ve zaman boyutunu ($T=21$) ifade etmektedir. β_0 modele ilişkin sabit terimi, μ_{it} hata terimini ve $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ parametreleri modelde yer verilen bağımsız değişkenlerin elastikiyet tahminlerini işaret etmektedir.

Tablo 3.4. Analizde Kullanılan Değişkenlerin Tanımları

Değişken	Tanımı
HEX	Cari sağlık harcamaları tahminleri, her yıl tüketilen sağlık mal ve hizmetlerini içerir. Bu gösterge, binalar, makineler ve acil durumlar veya salgınlar için aşı stokları gibi sermaye sağlık harcamalarını içermez.
REN	Yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam nihai enerji tüketimindeki payıdır.
CO ₂	Kt CO ₂ eşdeğeri cinsinden toplam sera gazı emisyonları, ancak diğer biyokütle yanmaları (orman yangınları, yanma sonrası çürüme, turba yangınları ve drene edilmiş turbalıkların çürümesi gibi), tüm antropojenik CH ₄ kaynakları, N ₂ O kaynakları ve F-gazları (HFC'ler, PFC'ler ve SF ₆), kısa döngülü biyokütle yakma (tarımsal atık yakma ve savan yakma gibi) hariç CO ₂ toplamlarından oluşmaktadır.
GDP	Alıcı fiyatlarıyla GSYH, ekonomideki tüm yerleşik üreticilerin brüt katma değeri artı ürün vergileri ve eksi ürünlerin değerine dahil edilmeyen sübvansiyonların toplamıdır. Üretilen varlıkların amortismanı veya doğal kaynakların tükenmesi ve bozulması için kesinti yapılmadan hesaplanır. Veriler sabit 2015 fiyatlarıyla ABD doları cinsinden ifade edilmiştir. GSYH için dolar rakamları, 2015 resmi döviz kurları kullanılarak yerel para birimlerinden dönüştürülmüştür. Resmi döviz kurunun fiili döviz işlemlerinde etkin olarak uygulanan kuru yansıtmadığı birkaç ülke için alternatif bir dönüştürme faktörü kullanılmıştır.
PPL	Toplam nüfus, yasal statü veya vatandaşlığa bakılmaksızın tüm yerleşiklerin sayıldığı fiili nüfus tanımına dayanmaktadır. Gösterilen değerler yıl ortası tahminleridir.
LIFE	(Doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi, yeni doğan bir bebeğin doğduğu andaki ölüm oranlarının yaşamı boyunca aynı kalması durumunda kaç yıl yaşayacağını gösterir.

Kaynak: Dünya Bankası, Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI, 2024)

Tablo 3.5. Örneklemede Yer Alan Ülkelerin Listesi

Yüksek Gelirli Ülkeler Listesi			
1	Birleşik Arap Emirlikleri	25	İsrail
2	Avustralya	26	İtalya
3	Avusturya	27	Japonya
4	Belçika	28	Kitts ve Nevis
5	Bahamalar,	29	Kore Cumhuriyeti
6	Barbados	30	Litvanya
7	Kanada	31	Lüksemburg
8	İsviçre	32	Letonya
9	Şili	33	Hollanda
10	Kıbrıs	34	Norveç
11	Çekya	35	Yeni Zelanda
12	Almanya	36	Panama
13	Danimarka	37	Polonya
14	İspanya	38	Portekiz
15	Estonya	39	Katar
16	Finlandiya	40	Romanya
17	Fransa	41	Singapur
18	Birleşik Krallık	42	Slovak Cumhuriyeti
19	Yunanistan	43	Slovenya
20	Guyana	44	İsveç
21	Hırvatistan	45	Seyşeller
22	Macaristan	46	Trinidad ve Tobago
23	İrlanda	47	Uruguay
24	İzlanda	48	Amerika Birleşik Devletleri

Not: DB tarafından sınıflandırılan yüksek gelirli ülkeler (13.846 \$ ve üzeri) dikkate alınmış, eksik veriye sahip ülkeler listeden çıkarılmıştır. Ekonomiler, Dünya Bankası Atlas yöntemi kullanılarak hesaplanan kişi başına 2022 gayri safi milli gelirine (GNI) göre gelir gruplarına ayrılmıştır.

Tablo 3.6. Dünya Bankası Yüksek Gelirli Ülkeler Listesi

Dünya Bankası'nın kişi başı 2022 gayri safi milli gelirine (GNI) göre sınıflandırdığı yüksek gelirli ülkeler listesi (kişi başı GSMH \$13,846 ve üzeri)					
1	Aruba	29	Birleşik Krallık	57	Hollanda
2	Andorra	30	Cebelitarık	58	Norveç
3	Birleşik Arap Emirlikleri	31	Yunanistan	59	Nauru
4	Amerikan Samoası	32	Grönland	60	Yeni Zelanda
5	Antigua ve Barbuda	33	Guam	61	Umman
6	Avustralya	34	Guyana	62	Panama
7	Avusturya	35	Hong Kong Özel İdari Bölgesi, Çin	63	Polonya
8	Belçika	36	Hırvatistan	64	Porto Riko
9	Bahreyn	37	Macaristan	65	Portekiz
10	Bahamalar	38	Man Adası	66	Fransız Polinezyası
11	Bermuda	39	İrlanda	67	Katar
12	Barbados	40	İzlanda	68	Romanya
13	Brunei Darüsselam	41	İsrail	69	Suudi Arabistan
14	Kanada	42	İtalya	70	Singapur
15	İsviçre	43	Japonya	71	San Marino
16	Kanal Adaları	44	Kitts ve Nevis	72	Slovak Cumhuriyeti
17	Şili	45	Kore Cumhuriyeti	73	Slovenya
18	Curaçao	46	Kuveyt	74	İsveç
19	Cayman Adaları	47	Lihtenştayn	75	Sint Maarten (Hollanda kısmı)
20	Kıbrıs	48	Litvanya	76	Seyşeller
21	Çekya	49	Lüksemburg	77	Turks ve Caicos Adaları
22	Almanya	50	Letonya	78	Trinidad ve Tobago
23	Danimarka	51	Macao SAR, Çin	79	Tayvan, Çin
24	İspanya	52	Martin (Fransız bölümü)	80	Uruguay
25	Estonya	53	Monako	81	Amerika Birleşik Devletleri
26	Finlandiya	54	Malta	82	Britanya Virjin Adaları
27	Fransa	55	Kuzey Mariana Adaları	83	Virgin Adaları (ABD)
28	Faroe Adaları	56	Yeni Kaledonya		

Dünya bankası ülkeleri kişi başı 2022 gayri safi milli gelirine (GNI) göre: düşük gelir, 1.135 dolar veya daha az; alt orta gelir, 1.136- 4.465 dolar; üst orta gelir, 4.466-13.845 dolar ve yüksek gelir, 13.846 dolar veya daha fazla gelire sahip ülkeler olarak sınıflandırmıştır. Tablo 3.2’de yer alan, Dünya bankasının yüksek gelirli ülkeler listesinde toplamda 83 ülke bulunmaktadır. Çalışmada, yüksek gelirli ülkeler 13.846 dolar veya daha fazla gelire sahip ülkeler yer almaktadır. Ancak bazı ülkelerin veri setlerinde

eksiklik olması nedeniyle analize dahil edilmemiştir. Listedeki çıkarılan ülkeler listesi: Aruba, Andorra, Amerikan Samoası, Antigua ve Barbuda, Bahreyn, Bermuda, Brunei Darüsselam, Şili, Curaçao, Cayman Adaları, Faroe Adaları, Grönland, Guam, Guyana, Hong Kong Özel İdari Bölgesi, Man Adası, Kuveyt, Lihtenştayn, Macao SAR, Martin (Fransız bölümü), Monako, Malta, Kuzey Mariana Adaları, Yeni Kaledonya, Nauru, Umman, Porto Riko, Fransız Polinezyası, Suudi Arabistan, San Marino, Sint Maarten (Hollanda kısmı), Turks ve Caicos Adaları, Tayvan, Britanya Virjin Adaları, Virgin Adaları (ABD).

Tablo 3.7. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	REN	GDP	CO2	PPL	LIFE	HEX
Ortalama	17.23698	11.18824	4.776084	6.746811	78.11881	7.639278
Standart Hata	16.34478	0.906673	0.84435	0.797634	3.782408	2.495531
Minimum	0	8.801889	2.429621	4.657639	64.483	1.599962
Maksimum	82.79	13.29948	6.833004	8.520499	84.56	18.81583
Çarpıklık	1.381917	-0.354893	-0.38952	-0.322545	-0.867122	0.411432
Basıklık	4.98593	3.04204	3.46965	3.08164	3.39266	4.08658
Jarque-Bera	486.4730	21.23371	34.75398	17.75789	132.7948	78.02563
J-B. Olasılık	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tablo 3.7’de tanımlayıcı istatistikler, bireysel değişkenler hakkında ortalama, standart sapma, minimum, maksimum, çarpıklık ve basıklık gibi genel istatistiksel bilgileri yer almaktadır. Yüksek gelirli ülkelere ait tüm değişkenlerin verileri 1008 gözlem sayısına sahiptir. REN, GSYİH, CO2, PPL, LIFE, HEX verileri sırasıyla yüzde 17.23, 11.19, 4.78, 6.75, 78.11 ve 7.64 üzerinde merkezlenmiştir. REN, GSYİH, CO2, PPL, LIFE ve HEX veri setinin ortalamasına göre yayılımını veya dağılımını ölçen standart sapma istatistiği sırasıyla 16.34, 0.91, 0.84, 0.79, 3.73 ve 2.49’dur.

Örnekleme dönemi için GSYİH’la ilişkin en küçük ve en büyük değerler sırasıyla 8.80 ve 13.29 dolar olarak hesaplanmıştır. Söz konusu değişken 0.90 standart sapma ile 11.19 ortalama değere sahiptir. Enerji tüketiminden kaynaklanan CO₂ emisyonuna ilişkin en küçük ve en büyük değerler sırasıyla 2.42 ve 6.83 milyon metrik tondur. Bununla birlikte, 0.84 standart sapma ile CO₂ değişkeninin ortalaması 4.78 milyon metrik ton olarak hesaplanmıştır. Toplam nüfusu ifade eden PPL değişkeninin en küçük değeri 4.65, en büyük değeri ise 8.52’dir. Ortalaması 6.75, standart sapması ise 0.79 olarak

hesaplanmıştır. Doğuştan itibaren beklenen yaşam süresini ifade eden LIFE değişkenin en küçük değeri 64.48 ve en büyük değeri 84.56 olarak hesaplanmıştır. Bu değişkenin ortalaması 78.11 ve standart sapması 3.78 olarak belirlenmiştir. Toplam enerji tüketimi içinde yenilenebilir enerji tüketimin payını gösteren REN değişkenine ait en küçük değer 0 iken, en büyük değer 82.79 olarak hesaplanmıştır. Son olarak, cari toplam sağlık harcamalarını gösteren HEX değişkenine ait en küçük değer 1.59 ve en büyük değer 18.81 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca değişkenin ortalaması 7.63 ve standart sapması 2.49'dur.

Çarpıklık (asimetri) ve basıklık katsayıları, serilerin normal dağılıma sahip olup olmadığını belirlemek için kullanılan parametrelerdir. Çarpıklık, bir değişkenin dağılımının asimetrisinin bir ölçüsüdür. Normal bir dağılımın çarpıklık değeri sıfırdır ve genellikle simetrik dağılımı ifade eder. Bu nedenle, dağılımın sağ/sol tarafı, çarpıklığın pozitif/negatif değerlerine göre uzun bir kuyruğa sahip olabilir. Pozitif bir çarpıklık değeri, dağılımın sağ tarafındaki kuyruk kısmının sol taraftan daha uzun olduğunu ve değerlerin büyük kısmının ortalamadan solunda olduğunu gösterir. Tam tersine, negatif bir çarpıklık değeri, dağılımın sol tarafındaki kuyruk kısmının sağ taraftan daha uzun olduğunu ve değerlerin büyük kısmının ortalamadan sağında olduğunu gösterir. Bununla birlikte, Hair vd. (2010) çarpıklığın -2 ile +2 arasında ve basıklığın -7 ile +7 arasında olması durumunda verilerin normal olarak kabul edileceğini savunmaktadır (Kim 2013, Hair, ve diğerleri 2013). Bu bilgiler doğrultusunda, Tablo 3.7'de bulunan çarpıklık ve basıklık katsayıları incelendiğinde, çalışmada kullanılan değişkenlerin normal dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Jarque-Bera testinin olasılığı, 2000'den 2020'ye kadar olan tüm veri setlerinde normal dağılımın varlığını doğrulamaktadır.

3.4. Ekonometrik Metodoloji ve Ampirik Bulgular

Ekonomik çalışmalarda kullanılan veriler oldukça çeşitlilik göstermekte ve bu çeşitlilikleri sebebiyle ampirik analizler yapılarına uygun farklı modellerle gerçekleştirilebilmektedir. Bu veri türleri; yatay kesit verileri, zaman serileri ve yatay kesit verileri ile zaman serilerinin birleşiminden oluşan havuzlanmış veya panel verileridir. Çalışmanın bu bölümünde ilk olarak panel veri modellerinden ardından sırasıyla panel veri modelleri Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler tahmin yöntemleri ve Hausman spesifikasyon testi bahsedilecektir. Daha sonra sırasıyla panel verilerde değişen varyans, otokorolasyon ve yatay kesit bağımlılığı sorunu incelenecektir. İlerleyen

bölümlerde panel veri modellerinde birim kök analizi, Driscoll- Kraay tahmin modeli, eş bütünleşme testleri ve son olarak da panel veri nedensellik testlerine yer verilmektedir.

3.4.1. Panel Veri Analizi

Havuzlanmış veya birleştirilmiş verilerde hem zaman serisi hem de yatay kesit verilerinin unsurları bulunur. Zaman serisi verilerinde, bir veya daha fazla değişkenin değerleri belirli bir süre boyunca gözlemlenir (örneğin, birkaç çeyrek veya yıl boyunca GSYH). Kesit verilerde, bir veya daha fazla değişkenin değerleri, zaman içinde aynı noktada birkaç örnek birimi veya denek için gözlemlenir (örneğin, belirli bir yıl için Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 50 eyalet için suç oranları). Panel verilerde aynı kesit birimi (örneğin bir aile, bir firma ya da bir devlet) zaman içinde incelenir. Kısacası, panel veriler zaman boyutunun yanı sıra mekân boyutuna da sahiptir. Panel verisi, aynı kesit biriminin (örneğin, bir aile veya bir firma) zaman içinde gözlemlendiği özel bir havuzlanmış veri türüdür (Gujarati ve Porter 2009, 591). "Panel veri" terimi, hane halkları, ülkeler, firmalar vb. kesitlerine ilişkin gözlemlerin çeşitli zaman dilimlerinde bir araya getirilmesini ifade etmektedir, yani panel veri, yatay kesit verilerinin çeşitli zaman dilimlerindeki değerleridir (B. Baltagi 2005, 1). Panel verisine havuzlanmış veri (zaman serisi ve kesit gözlemlerinin havuzlanması), zaman serisi ve kesit verilerinin kombinasyonu, mikro panel verisi, boylamsal veri (bir değişken veya denek grubunun zaman içindeki çalışması), olay geçmişi analizi (deneklerin zaman içinde birbirini izleyen durumlar veya koşullar boyunca hareketini incelemek) ve kohort analizi (örneğin, bir işletme okulunun 1965 mezunlarının kariyer yolunu takip etmek) denmektedir (Gujarati ve Porter 2009, 593).

Panel veri setinde her bir denek (ülke, firma, bireyler, vb.) aynı sayıda gözleme sahipse, "dengeli panel", gözlem sayıları eşit değilse "dengesiz panel" olarak nitelendirilmektedir. Panel veri literatüründe, yatay kesit sayısı, N , zaman periyodundan, T , büyükse kısa panel olarak adlandırılır ($N > T$). T , zaman periyodu yatay kesit sayısından N , büyükse ($T > N$) uzun panel denilmektedir. Uzun panel ve kısa panel ayrımı tahmin metotlarının seçiminde önemlidir (B. Baltagi 2005, 4-5, Gujarati ve Porter 2009, 592-596):

Panel Veri Analizi Genel Modelleme Çerçevesi

Panel veri seti kullanımının yatay kesite göre üstünlüğü, araştırmacıya bireyler arasındaki davranış farklılıklarını modellemede büyük bir esneklik sağlamasıdır. Panel veri regresyon modeli notasyonları aşağıda tanımlanmıştır (Johnston ve Dinardo 1997, 388-389):

$$y_i = \begin{bmatrix} y_{i1} \\ y_{i2} \\ \vdots \\ y_{iT} \end{bmatrix} \quad X_i = \begin{bmatrix} X_{i1}^1 & X_{i1}^2 & \dots & X_{i1}^K \\ X_{i2}^1 & X_{i2}^2 & \dots & X_{i2}^K \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{iT}^1 & X_{iT}^2 & \dots & X_{iT}^K \end{bmatrix} \quad \varepsilon_i = \begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i2} \\ \vdots \\ \varepsilon_{iT} \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

y_{it} = t zamanındaki i yatay kesit birimi için bağımlı değişken değeri, burada

$i = 1, \dots, n$ ve $t = 1, \dots, T$

X_{it}^j = t zamanındaki i birimin j.ci açıklayıcı değişkeninin değeri. K kadar açıklayıcı değişken bulunmaktadır, $j = 1, \dots, K$

ε_i , t zamanındaki i. birim hata terimini ifade etmektedir. Denklemin genel modellemesi aşağıdaki tanımlanmıştır:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad X_i = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \quad \varepsilon_i = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

Burada y ise $nT \times 1$, X ise $nT \times k$ ve ε ise $nT \times 1$ dir. Standard doğrusal model aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (3.5)$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}$$

Panel veri regresyon modeli genel olarak şu şekilde ifade edilmektedir:

$$\begin{aligned} y_{it} &= x'_{it}\beta + z'_i\alpha + \varepsilon_{it} \\ &= x'_{it}\beta + c_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (3.6)$$

x_{it} , hata terimi dışında K kadar açıklayıcı değişken içermektedir. $z_i'\alpha$ ise heterojenliği veya bireysel etkiyi ifade etmektedir, z_i hata terimleri ve gözlemlenebilen ve gözlemlenemeyen bir dizi bireysel veya gruba özgü değişkenlerden oluşmaktadır. Örneğin, ırk, cinsiyet, mekân gibi gözlemlenebilen değişkenler ve aileye özgü karakter, bireysel beceri gibi gözlemlenemeyen ve zamanla değişmeyen değişkenler vardır.

i kesit veri boyutunu ($i=1, \dots, N$), t ise zaman boyutunu ($t=1, \dots, T$) göstermektedir. Eğer z_i tüm bireyler için gözlemlenebiliyorsa, o zaman tüm model sıradan bir doğrusal model olarak ele alınır ve en küçük kareler tahmin yöntemi uygulanır. Ancak, c_i gözlemlenemediğinde komplikasyonlar ortaya çıkmaktadır. Panel veriler için çeşitli model yapıları bulunmaktadır. Genel olarak aşağıda panel veri model yapıları incelenmiştir (Greene 2012, 385-386):

Havuzlanmış Regresyon:

Eğer z_i sadece sabit bir terim içeriyorsa, sıradan en küçük kareler ortak α ve eğim vektörü β için tutarlı ve etkin tahminler sağlar.

Sabit Etkiler:

Eğer z_i gözlemlenemiyor ancak x_{it} ile ilişkili ise, β 'nin en küçük kareler tahmincisi ihmal edilmiş değişken dolayısıyla tutarsız olacaktır. Bu durumda, model şu şekilde yazılabilir: $y_{it} = x_{it}'\beta + \alpha_i + \varepsilon_{it}$, $\alpha_i = z_i'\alpha$, tüm gözlemlenebilir etkileri içerir ve tahmin edilebilir bir koşullu ortalamayı belirtir. Sabit etkiler yaklaşımı, α_i 'yi regresyon modelinde gruba özgü bir sabit terim olarak kabul etmektedir. "sabit" terimi c_i ve x_{it} arasındaki korelasyonu belirtmektedir.

Rassal Etkiler:

Rassal etkiler modellerinde, bireylerdeki veya bireyler ve zamandaki değişiklikler hata teriminin bir bileşeni olarak modele dahil edilmektedir.

Özetle, panel veri modellerindeki temel fark sabit terim ve açıklayıcı değişken eğim katsayılarından kaynaklanmaktadır. Sabit katsayılar modelinde ve havuzlanmış regresyon modelinde sabit terim değişmemektedir. Sabit etkiler modeline, her bir kesit için ayrı sabit terim mevcuttur, ancak eğim katsayıları sabittir. Rassal etkiler modelinde ise birimlere ait farklılıklar hata terimi içerisinde modellenmektedir.

Havuzlanmış EKK Regresyonu veya Sabit Katsayılar Modeli

Havuzlanmış EKK Regresyonu veya Sabit Katsayılar Modeli en basit model denklemi şu şekilde yazılabilir:

$$\begin{aligned}
y_{it} &= \alpha + X'_{it}\beta + \varepsilon_{it}, i = 1, \dots, n, t = 1, \dots, T_i \\
E[\varepsilon_{i1} \mid X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iT_i}] &= 0, \\
\text{var}[\varepsilon_{i1} \mid X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iT_i}] &= \sigma_\varepsilon^2, \\
\text{Cov}[\varepsilon_{it}, \varepsilon_{js} \mid X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iT_i}] &= 0 \text{ if } i \neq j \text{ or } t \neq s.
\end{aligned} \tag{3. 7}$$

Açıklayıcı değişken X_{it} , kesinlikle dışsal olduğu varsayılmaktadır. Bir değişken, hata terimi ε 'nin mevcut, geçmiş ve gelecek değerlerine bağlı değilse, kesinlikle dışsal olduğu söylenir. Hata terimi $\varepsilon_{it} \sim iid(0, \sigma^2)$, beklenen değeri sıfırdır, sabit varyansa sahip olup, bağımsız ve özdeş olarak dağılmaktadır. Hata terimi modele dahil edilen diğer açıklayıcı değişkenlerle ilişkili ise tahmin sonuçları tutarsız olacaktır. Dolayısıyla, doğrusal regresyon modeli varsayımları altında EKK tahmin sonuçları tutarlıdır (Gujarati ve Porter 2009, 594, Greene 2012, 389).

Havayolu şirketi doğrusal maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibi düzenlenmiş olsun:

$$C_{it} = \beta_1 + \beta_2 Q_{it} + \beta_3 PF_{it} + \beta_4 LF_{it} + \varepsilon_{it} \tag{3. 8}$$

C (toplam maliyeti), Q (çıkıtıyı), PF (petrol fiyatlarını), ve LF (yükleme çarpanını) ifade etmektedir. Burada i, deneği ve t, daha önce tanımladığımız değişkenler için zaman periyodudur. β_1 , regresyon sabit katsayılarının tüm havayolları için aynı olduğu varsayılmaktadır.

Denklem 3.8'deki maliyet fonksiyonu, 1970-1984 yılları arasındaki verileri kullanarak her bir havayolu için ayrı bir maliyet fonksiyonu, yani bir zaman serisi regresyonu EKK yöntemi ile tahmin edebilir. Ancak bu durumda aynı faaliyette bulunan diğer havayolları hakkındaki bilgiler ihmal edilmiş olacaktır. Ayrıca yatay kesit maliyet fonksiyonu da tahmin edilebilir, her yıl için bir tane olmak üzere toplam 15 kesit regresyonu oluşturulabilir. Ancak bu mevcut bağlamda pek anlamlı olmayacaktır, çünkü sabit katsayı dışında her yıl için sadece altı gözlem ve üç açıklayıcı değişken bulunmaktadır; anlamlı bir analiz yapmak için çok az serbestlik derecesine sahiptir (Gujarati ve Porter 2009, 593).

Havuzlanmış Regresyon Modelinin EKK Yöntemi ile Tahmin Edilmesi

Panel veri setinde denekler farklılık gösteriyorsa, heterojenlik söz konusudur, bireysel özelliklerin hata terimi içinde yer alması durumunda hata teriminin modele dahil edilen bazı açıklayıcı değişkenler ile ilişkili olması oldukça olasıdır. Sonuç olarak, tahmin edilen katsayılar tutarsız olabilir (Gujarati ve Porter 2009, 595). Hata terimi ve açıklayıcı değişken arasındaki ilişkiyi Profesör Moshe Kim ve William Greene örneklerle açıklamışlardır. Panel veri seti altı havayolu şirketinin 1970-1984 dönemine ait maliyetlerini analiz etmektedir ve 90 gözlemden oluşmaktadır.

$$C_{it} = \beta_1 + \beta_2 PF_{it} + \beta_3 LF_{it} + \beta_4 M_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.9)$$

C: toplam maliyeti, PF: petrol fiyatını ve LF: yük faktörünü, filonun ortalama kapasite kullanımını ve M: yönetim kalitesini göstermektedir. Regresyona dahil edilen açıklayıcı değişkenlerden M zamanla değişmemektedir (time-invariant) ve M değişkeni doğrudan gözlemlenebilir değildir ve bu nedenle maliyet fonksiyonuna katkısını ölçülememektedir. Denklem 3.9'un aşağıdaki gibi yeniden düzenlenmesi durumunda dolaylı olarak ölçülebilmektedir:

$$C_{it} = \beta_1 + \beta_2 PF_{it} + \beta_3 LF_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (3.10)$$

α_i , gözlemlenemeyen, heterojenliği ve maliyetin M üzerindeki etkisinin yansıtır. α_i , direk gözlemlenemediği için rassal olduğu varsayılır ve hata terimine dahil edilir. Bileşik hata terimi şu şekilde yazılabilir $v_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$, ve denklem 3.10'u yeniden düzenlersek:

$$C_{it} = \beta_1 + \beta_2 PF_{it} + \beta_3 LF_{it} + v_{it} \quad (3.11)$$

Ancak v_{it} , hata terimine dahil edilen α_i , açıklayıcı değişkenlerle ilişkili olduğundan, doğrusal regresyon modelinin temel varsayımlarından biri, yani hata teriminin açıklayıcı değişkenlerle ilişkili olmadığı varsayımı ihlal edilmektedir. Bu durumda, EKK tahminleri sadece sapmalı değil aynı zamanda tutarsız olacaktır (Gujarati ve Porter 2009, 595).

3.4.2. Hausman (1978) Spesifikasyon Testi

Panel verilerin ekonometrik model tahmin yöntemlerinde iki temel yaklaşım uygulanmaktadır: Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler tahmin edicileri. Sabit Etkiler yaklaşımında, her bir gözlem birimi için zamanla değişmeyen, gözlemlenemeyen faktörler ya kukla değişkenler tarafından açıklanır ya da zamandan arındırma yoluyla ortadan kaldırılmaktadır. Buna karşılık, bu zamanla değişmeyen gözlemlenemeyen değişkenler, Rassal Etkiler modelinde hata terimlerinin bir parçası olarak ele alınır ve böylece regresörlerle korelasyonlarının sıfır olduğu varsayılmaktadır. Bu varsayımın karşılanması durumunda, Rassal Etkiler tahmincisi Sabit Etkiler tahmincisine göre daha iyi tahmin avantajı sağlar. Ancak varsayımın ihlali, sapmalı tahmin sonuçlarını vermektedir.

Panel Veri Sabit Etkiler Modeli (The Fixed Effects Model, FEM)

Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler panel veri model tahminlerinde kukla değişkenler kullanılmaktadır. Sabit Etkili En Küçük Kareler Kukla Değişken (LSDV) modeli, denklem 3.10'da gösterildiği gibi, her bir deneklere göre sabit katsayısının değiştiği varsayılmaktadır. Yani, Sabit Etkiler Modeli (SEM) her bir yatay kesit birimi için farklı bir sabit değer oluşturmaktadır.

$$C_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 Q_{it} + \beta_3 PF_{it} + \beta_4 LF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.12)$$

β_{1i} , başlangıç katsayısı veya sabit terim her bir havayolu şirketi için faaliyet gösterdiği pazar türüne, yönetim tarzı ve felsefesine göre değişmektedir. Ekonometrik literatürde bu model Sabit Etkiler Regresyon Modeli (Fixed Effects regression model, FEM) olarak adlandırılmaktadır. "Sabit etkiler" terimi, kesim noktasının veya sabit terimin denekler (burada altı havayolu şirketi) arasında farklılık gösterebilmesine rağmen, her bir kuruluşun sabit teriminin zaman içinde değişmemesinden, yani zamanla değişmez (time-invariant) olmasından kaynaklanmaktadır. Dikkat edilirse, eğer sabit katsayı (intercept) β_{1it} olarak yazılsaydı, her bir kurumun veya bireyin sabit teriminin zamanla değiştiği anlamına gelirdi. Denklem (3.12)'de verilen SEM 'in, açıklayıcı değişken eğim (slope) katsayılarının bireyler arasında veya zaman içinde değişmediğini varsaymaktadır (Gujarati ve Porter 2009, 595).

Panel Veri Rassal Etkiler Modeli (The Random Effects Model, REM)

Rassal etkiler modellerinde, bireylerdeki veya bireyler ve zamandaki değişiklikler hata teriminin bir bileşeni olarak modele dahil edilmektedir. Bunun temel nedeni, sabit etkili modellerdeki serbestlik derecesi kaybından kaçınmaktır.

$$C_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 Q_{it} + \beta_3 PF_{it} + \beta_4 LF_{it} + u_{it} \quad (3.13)$$

Denklem 3.13'te sabit terim β_{1i} , yerine ortalama değeri β_1 olan rastgele bir değişken olduğunu varsayılmakta (burada i alt simgesi yok). Sabit terimi yerine:

$$\beta_{1i} = \beta_1 + \varepsilon_i \quad (3.14)$$

denklemini yazılır ve tesadüfi hata teriminin ε_i , beklenen değeri sıfırdır ve varyansı σ_ε^2 dir. Sabit terimden kaynaklanan farklılıklar hata terimi içinde yansıtılmaktadır. Denklem 3.13 baştan düzenlenirse:

$$C_{it} = \beta_1 + \beta_2 Q_{it} + \beta_3 PF_{it} + \beta_4 LF_{it} + \varepsilon_i + u_{it} \quad (3.15)$$

$$= \beta_1 + \beta_2 Q_{it} + \beta_3 PF_{it} + \beta_4 LF_{it} + \varepsilon_{it} + w_{it} \text{ ve}$$

$$w_{it} = \varepsilon_i + u_{it} \quad (3.16)$$

Bileşik hata terimi w_{it} iki tane bileşenden oluşmaktadır: ε_i , yatay-kesit, bireysel “spesifik” hata bileşeni ve u_{it} , birleşik zaman serisi ve yatay kesit hata bileşenidir ve Hata Bileşeni Modeli (Error Components Model) olarak adlandırılmaktadır. Hata bileşeni model varsayımları:

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (3.17)$$

$$u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2)$$

$$E(\varepsilon_i u_{it}) = 0; E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0 \quad (i \neq j)$$

$$E(u_{it} u_{is}) = E(u_{ij} u_{ij}) = E(u_{it} u_{js}) = 0 \quad (i \neq j; t \neq s)$$

Hata bileşenleri birbiriyle ilişkili değildir ve hem yatay kesit hem zaman serisi birimleri otokorelasyon içermez. w_{it} , regresyondaki hiçbir açıklayıcı değişkenle ilişkili değildir. ε_i , yatay kesit hata bileşeni, w_{it} 'nin bir bileşeni olması nedeniyle sonraki

açıklayıcı değişkenlerle ilişkili olması muhtemeldir. Bu durumda, HBM tahmin sonuçları tutarsız olacaktır (Gujarati ve Porter 2009, 647-649).

SEM ve REM arasındaki temel farkları kısaca özetlemek gerekirse (Gujarati ve Porter 2009, 606-607);

- ✓ SEM'de her kesit birimini ayrı sabit terime sahiptir ve N kesit birimi için N tane sabit değer vardır. HBM'de $w_{it} = \varepsilon_i + u_{it}$,
- ✓ REM'de ise sabit değer tüm kesit birimlere ait sabit terimlerin ortalamasıdır β_1 , ve hata terimi bireysel sabit değerlerin bu ortalama değerden (rastgele) sapmasını temsil etmektedir.
- ✓ T (zaman serisi veri sayısı) büyük ve N (yatay kesit birim sayısı) küçükse, SEM ve REM tarafından tahmin edilen parametre değerleri arasında çok az fark olması muhtemeldir. Dolayısıyla buradaki seçim hesaplama kolaylığına dayanmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, SEM tercih edilebilir.
- ✓ $N > T$ durumunda, iki tahmin sonucu arasında belirgin farklılık beklenmektedir. HBM'de $\beta_{1i} = \beta_1 + \varepsilon_i$, ε_i yatay kesit Rassal bileşenken, SEM'de β_{1i} rassal değil sabit olduğu varsayılmaktaydı. Bu durumda kesit birimlerinin büyük örneklemden rassal olarak çekildiğine inanılıyorsa REM, değilse SEM daha uygun model olarak değerlendirilmektedir.
- ✓ Bireysel hata bileşeni ε_i ile açıklayıcı değişkenler arası ilişki varsa, REM tahmincileri sapmalı olup, SEM tercih edilmektedir.

Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler modellerinden hangisinin tercih edileceğine karar vermek için Hausman'ın (1978) spesifikasyon testi yaygın olarak kullanılmaktadır. Sabit Etkiler tahmininden elde edilen katsayı tahminleri- bir grup olarak ele alındığında- gözlemlenemeyen, birim etkilerin ve regresörlerin ortogonal olduğu boş hipotezi altında Rassal Etkiler tahmini yoluyla elde edilen sonuçlardan sistematik olarak farklı olmaması gerektiği fikrine dayanmaktadır (Fronzel ve Vance 2010, 327-328). Başka bir ifadeyle, Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler arasındaki temel fark, birim etkilerinin bağımsız değişkenlerle korelasyonlu olup olmamasıdır. Eğer aralarında ilişki söz konusu değilse Rassal Etkiler modelinin etkin olduğu sonucuna varılmakta ve Rassal Etkiler modeli tercih edilmektedir.

Hausman sıfır hipotezi, “açıklayıcı değişkenler ile birim etkiler arasında korelasyon yoktur” şeklindedir, bu durumda Rassal Etkiler modeli etkindir. Sıfır hipotezinin

reddedilmesi durumunda, “açıklayıcı değişkenler ile birim etkiler arasında korelasyon vardır” şeklindeki alternatif hipotez kabul edilir, bu da sabit etkiler modelinin etkin olduğunu ifade etmektedir (Tatoğlu 2012, 180).

$H_0: E(\alpha_i / X_i) = 0$, açıklayıcı değişkenler ile birim etkiler arasında korelasyon yoktur, Rassal Etkiler modeli etkindir.

$H_1: E(\alpha_i / X_i) \neq 0$, açıklayıcı değişkenler ile birim etkiler arasında korelasyon vardır, Sabit Etkiler modeli etkindir.

Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler Panel veri modelleri arasında hangisinin tercih edileceğini belirlemek için Hausman Testi uygulanmıştır. Hausman testi istatistiklerine dayanarak, regresyon modelinin sabit mi yoksa rassal mı olacağına karar verilmektedir. Hausman testi istatistiğinin hipotezleri aşağıdaki gibidir.

H_0 : Rassal Etkiler modeli uygundur.

H_1 : Sabit Etkiler modeli uygundur.

Tablo 3.8’de sunulan tahmin sonuçlarına göre, Hausman test istatistiği olasılık değeri 0.0000 olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, Rassal Etkiler modelinin uygun olduğunu belirten sıfır hipotezi tüm anlamlılık düzeylerinde güçlü bir şekilde reddedilmektedir. Sonuç olarak, analizler sonucunda uygun modelin Sabit Etkiler modeli olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 3.8. Hausman Test Sonuçları

	Katsayı		(b-B) Fark	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.H.
	(b) fe	(B) re		
REN	-0.0207769	-0.0047039	-0.016073	0.0036388
GDP	-1.53846	-0.7734427	-0.7650172	0.2140878
CO ₂	-0.7892147	-0.0878736	-0.7013412	0.3187614
PPL	0.8629451	1.428502	-0.5655569	0.2163124
LIFE	0.3746455	0.3099221	0.0647234	0.010359
Y2008	-0.1080624	-0.1283809	0.0203186	-
Y2020	1.1314	1.092751	.0386484	-
chi2(5)			(b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)	
			38.45	
Prob>chi2			0.0000	
H ₀ : katsayılardaki fark sistematik değildir				

3.4.3. Panel Verilerde Değişen Varyans (Heteroscedasticity) Sorunu

Doğrusal regresyon modellerinin varsayımlarından biri ana kütle regresyon hata terimlerinin sabit varyansa (homoscedasticity) sahip olmasıdır. Homoscedasticity varsayımına göre, u_i hata teriminin varyansı, bağımsız değişkenlerdeki değişime göre değişmez ve σ^2 , sabit bir sayıdır. Bu varsayımdan sapması durumunda değişen varyans (heteroscedasticity) problemi ortaya çıkmaktadır. Sabit varyans şu şekilde gösterilmektedir:

$$var(u_i) = E[u_i - E(u)]^2 = E(u_i^2) = \sigma^2 \quad (3.18)$$

Burada, hata terimi varyansı ile açıklayıcı değişkenler arasında ilişki yoktur. Değişen varyans (heteroscedasticity) durumunda hata terimleri sabit değildir ve açıklayıcı değişkenlerle beraber değişmektedir. Değişen varyanslı bir modelde, hata terimi (u_i)'nın, varyansı (σ_i^2) ile, normal dağıldığı varsayılmaktadır. Değişen varyans sorunu aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$var(u_i) = E[u_i - E(u)]^2 = E(u_i^2) = \sigma_i^2 \quad (3.19)$$

Burada, i indisi hata terimi varyanslarının sabit olmadığını ve değiştiğini belirtmektedir. Değişen varyans sorununun nedenlerinden biri önemli açıklayıcı değişkenin modele dahil edilmemesidir. Değişen varyanslı modellerde EKK tahmin yönteminin uygulanması sonucu, elde edilen sonuçlar sapmasız ve tutarlıdır ancak etkin, minimum varyanslı değildir ve istatistiksel testler ve güven aralık tahminleri hatalı kararlara neden olmaktadır. Değişen varyans durumunda, EKK tahmin edicisi sapmasız ve tutarlı özelliklerini korumakla beraber etkinlik özelliği sağlanmamaktadır. Bu durumda, genelleştirilmiş en küçük kareler (GLS) denklemleri çerçevesinde asimptotik testlere başvurulmaktadır. GLS yöntemleri heteroscedasticity varsayımı altında BLUE özelliklerine sahip tahmin sonuçları vermektedir. Panel verilerde gruplar arası (tüketiciler, aileler, firmalar, endüstriler, ülkeler, şehirler) farklılıklar sonucu değişen varyans sorunu ile karşılaşilmektedir. Dolayısıyla panel verilerde sıkça heteroscedasticity problemini gözetten testlerden yararlanılmaktadır.

Değişen varyans testleri iki türlü yapılmaktadır. Bunlar sistematik olmayan (grafiksel) ve sistematik testlerdir. Sistematik olmayan (grafiksel) testler, regresyon hata terimlerinin

dağılımını bir diyagram halinde incelenmesine dayanmaktadır. Sistematiik testler ise, parametre tahminlerine dayanan ve istatistik sonuçlarına bakılarak incelenen testlerdir (İşyar 1999, 151-156, Akın 2002, 393-400).

Panel Veri Değişen Varyans (Heteroscedasticity) Durumunda Modifiye Wald Testi
Regresyon modelinde değişen varyans (heteroscedasticity) sorunu varsa hata terimleri sabit değildir ve açıklayıcı değişkenlerle beraber değişmektedir. Panel veri modellerinde değişen varyans sorunun tespiti için modifiye Wald testi uygulanmaktadır. Wald testi sıfır hipotezi değişen varyans sorunu yoktur, hata terimleri varyansı sabit olduğu yönündedir.

$$H_0: \sigma_i^2 = \sigma^2$$

$$H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma^2$$

Modifiye edilmiş Wald istatistiği:

$$W = \sum_{i=1}^N \frac{(\hat{\sigma}_i^2 - \sigma^2)^2}{V_i} \quad (3.20)$$

Burada, $\hat{\sigma}_i^2$, i. Yatay kesit biriminin hata terimi varyansının tahmin edicisidir ve aşağıda verilen denklemlerle hesaplanmaktadır:

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{1}{T_i} \sum_{t=1}^{T_i} v_{it}^2 \quad (3.21)$$

$$V_i = \frac{(T_i - 1)}{T_i} \sum_{t=1}^{T_i} (v_{it}^2 - \hat{\sigma}_i^2)^2$$

Wald test istatistiği, N serbestlik derecesinde χ^2 asimptotik olarak dağılmıştır (Tatoğlu 2012, 208-209).

Tablo 3.9. Değişen Varyans için Modifiye Wald Testi Sonuçları

H ₀ : sigma(i)^2 = sigma^2 tüm i için	
chi2 (48)	5582.18
Prob>chi2	0.0000

Sabit Etkiler regresyon modelinde grup bazında değişen varyans sorununu test etmek için modifiye Wald testi uygulanmıştır. Tablo 3.9’da elde edilen bulgulara göre, değişen varyans sorunun olmadığı (Homoskedastisite) boş hipotezi tüm anlamlılık düzeylerinde

güçlü bir şekilde reddedilmektedir. Sıfır hipotezin reddedilmesi modelde hata terimleri varyansının sabit olmadığını (heteroskedastisite), değişen varyans sorununun varlığını belirtmektedir.

3.4.4. Panel Verilerde Otokorelasyon Sorunu ve Test Sonuçları

Doğrusal regresyon modelinin varsayımlarından biri, ana kütle hata terimleri arasında serisel korelasyon bulunmaması veya hata teriminin birbirini izleyen dönemler arası değerlerinin ilişkisiz olmasıdır.

$$E(\varepsilon_t) = 0, \text{var}(\varepsilon_t) = \sigma^2, \text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t+s}) = 0 \quad s \neq 0 \quad (3.22)$$

Otokorelasyon terimi “belirli bir zamanda veya zamana karşı sıralanmış gözlem serilerinin elemanları arasındaki ilişki” olarak tanımlanmaktadır. Daha basit bir ifadeyle, herhangi bir gözleme ait hata teriminin diğer bir gözleme ait hata terimleri arasında ilişkili olmasıdır. Otokorelasyon sorunu sembolik olarak şu şekilde ifade edilmektedir:

$$\text{Cov}(u_{it}u_{jt}) = E(u_{it}u_{jt}) \neq 0 \text{ ve } i \neq j \quad (3.23)$$

$$u_{it} = \rho u_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad -1 < \rho < 1$$

Burada, ρ otokovaryans katsayısı ve ε_{it} stokastik hata terimidir. Hata terimi arasındaki ilişkiler üç farklı biçimde olabilmektedir, bunlar sırasıyla; Otoregresif süreç (AR), Hareketli ortalamalar süreci (MA) ve Otoregresif ve Hareketli ortalamalar sürecidir.

Otoregresif Süreç, AR: Hata terimleri birinci dereceden otoregresif bir süreç izlemekteyse aşağıdaki gibi gösterilir ve buna AR(1) denir ve u_{it} 'nin kendinden bir önceki döneme bağlı olduğunu gösterir.

$$u_{it} = \rho u_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (3.24)$$

Hata terimleri arasında ikinci dereceden otokorelasyon varsa, u_{it} kendinden iki dönem önceki hata terimi ile ilişkili ise AR(2) denir ve aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$u_{it} = \rho_1 u_{it-1} + \rho_2 u_{it-2} + \varepsilon_{it} \quad (3.25)$$

Aynı şekilde, hata terimleri arasında üçüncü, dördüncü dereceden ilişkiler bulunabilmektedir.

Hareketli Ortalamalar Süreci, MA: birinci dereceden ve n'inci dereceden hareketli ortalamalar süreci denklemleri sırasıyla aşağıda gibi yazılabilir:

$$MA_1 = u_{it} = \varepsilon_{it} + \alpha_1 \varepsilon_{it-1} \quad (3.26)$$

$$MA_n = u_{it} = \varepsilon_{it} + \alpha_1 \varepsilon_{it-1} + \dots + \alpha_n \varepsilon_{it-n} \quad (3.27)$$

Otoregresif ve Hareketli Ortalamalar Süreci, ARMA: bu süreç denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$ARMA_{kn} = u_{it} = p_1 u_{it-1} + \dots + p_k u_{it-k} + \varepsilon_{it} + \alpha_1 \varepsilon_{it-1} + \dots + \alpha_n \varepsilon_{it-n} \quad (3.28)$$

Otokorelasyon sorunu, önemli açıklayıcı değişkenlerin model dışında bırakılması, modeldeki değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan matematiksel biçiminin yanlış seçilmesi ve analizde kullanılan verilerin işlenmesi sebep olmaktadır. Panel verilerde otokorelasyon sorunu varsa EKK parametre tahmin sonuçları sapmasız ve tutarlıdır ancak etkin değildir, sonuç olarak tahmin edilen parametreler BLUE özelliğine sahip değildir. Bu durumda parametre tahmini için GLS yöntemi uygulanmaktadır (Akın 2002, 443-454, Tarı 2012, 191-195).

Panel Veride Otokorelasyon Durumunda Baltagi- Wu (1999) LBI Testi

Panel veri modellerinde herhangi bir gözleme ait hata teriminin diğer bir gözleme ait hata terimleri arasında ilişkili olması otokorelasyon sorununa neden olmaktadır ve etkin olmayan regresyon parametre tahmin sonuçları elde edilmektedir. Bu durumda, panel veri otokorelasyon sorunun tespiti için Baltagi- Wu (1999) tarafından geliştirilen Yerel En İyi Değişmez (LBI) testine başvurulmaktadır. Baltagi- Wu (1999) LBI testi sıfır hipotezi hata terimleri arası otokorelasyon yoktur sınavını, alternatif hipotezine karşı test etmektedir (Baltagi ve Wu 1999).

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0 \text{ veya } \rho > 0, \rho < 0$$

LBI test istatistiği aşağıdaki gibi elde edilmektedir (Tatoğlu 2012, 211-212):

$$d = \frac{z' A_0 z}{z' z} \quad (3.29)$$

Burada,

$$A_0 = \left\{ \frac{\partial \Omega_{\bar{u}}^{-1}(\rho)}{\partial \rho} \right\} \Big|_{\rho=0} = - \left\{ \frac{\partial \Omega_{\bar{u}}(\rho)}{\partial \rho} \right\} \Big|_{\rho=0} \quad (3.30)$$

Panel Veride Otokorolasyon Durumunda Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın (1982) Durbin- Watson Testi

Panel veri regresyon modelinde hata terimleri birbirini izleyen dönemler arası ilişkili ise otokorelasyon sorununa neden olmaktadır ve bu sorunun tespiti için kullanılan yöntemlerden biri Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın (1982) Durbin- Watson testidir. Bu yöntemde, hata terimleri birinci dereceden otoregresif bir süreç izlediği yani u_{it} 'nin kendinden bir önceki döneme bağlı olduğunu gösteren AR(1) modeli kullanılmıştır. Hata terimleri arası ilişkinin olmadığı sıfır hipotezi alternatif hipoteze karşı test edilmektedir (Bhargava , Franzini ve Narendran 1982).

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: |\rho| < 0$$

Test istatistiği hesaplanması aşağıda denklemde verilmiştir (Tatoğlu 2012, 213):

$$d = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{n_i} [\tilde{z}_{i,t_{i,j}} - \tilde{z}_{i,t_{j-1}} I(t_{i,j} - t_{i,j-1} = 1)]^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{n_i} \tilde{z}_{i,t_{i,j}}^2} \quad (3.31)$$

$$\text{Burada, } \tilde{z} = \text{diag}(B_i B_i') (Y - X \tilde{\beta})$$

Çalışmada Sabit Etkiler modelinde otokorelasyon sorununu test etmek için Bhargava vd. Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleri kullanılmıştır ve test sonuçları Tablo 3.10'da sunulmuştur. Bhargava vd. ile Baltagi-Wu LBI testi sonuçlarına göre, test istatistik değerleri sırasıyla 0.39961546 ve 0. 5983165 olarak bulunmuştur. Hesaplanan test istatistik değerleri 2'den küçük olduğu için otokorelasyonun olmadığını belirten sıfır hipotezi tüm anlamlılık düzeylerinde güçlü bir şekilde reddedilmiştir. Sonuç olarak, sabit etkiler modelinde otokorolasyon sorunu bulunmaktadır ve hata terimleri arasında ardışık ilişki vardır.

Tablo 3.10. Sabit Etkiler Modelinde Otokorolasyon Test Sonuçları

H ₀ : $\sigma(u_i)^2 = \sigma^2$ tüm i için	
F test that all $u_i=0$: F (47,905)	11.61
Prob > F	0.0000
Modified Bhargava vd. Durbin-Watson	0.31129166
Baltagi-Wu LBI	0.48942428

3.4.5. Panel Verilerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Test Sonuçları

Son birkaç on yılda küreselleşmeyle beraber ülkelerin ve finansal kuruluşların giderek artan ekonomik ve finansal entegrasyonu nedeniyle herhangi bir ülkede yaşanan şoklardan diğer ülkelerin etkilenmesi kaçınılmaz olmuştur. Bu da panel veri yatay kesit birimleri arasında güçlü karşılıklı bağımlılıklar anlamına gelmektedir. Yatay kesit bağımlılığı, panel verideki kesitlerden birinde meydana gelen şoktan diğer kesitlerin de etkilendiği durumunu ifade etmektedir. Kesitler arası bağıntının boyutu, yatay kesit bağımlılığının doğası gibi faktörler tahmin sonuçlarını etkiler ve parametre tahminlerinin sapmalı olmasına neden olur (Hoyos ve Sarafidis 2006, 482). Daha net bir ifade ile, yatay kesit bağımlılığı, panel verilerde bir kesitte meydana gelen bir şokun diğer kesitleri de etkilediği durumu açıklamaktadır. Yatay kesit bağımlılığı, panel veriyi oluşturan yatay kesit birimlerine ait hata terimleri arasında bir korelasyonun varlığını ifade etmektedir. Yatay kesit bağımlılığı; $cov(u_{it}, u_{jt}) \neq 0, i \neq j$ şeklinde gösterilmektedir. Standart panel veri modeli aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta' x_{it} + u_{it} \quad (3.32)$$

$i = 1, \dots, N$ ve $t = 1, \dots, T$ olmak üzere, sırasıyla, yatay kesit birimleri ve zaman boyutunu göstermektedir. y_{it} , bağımlı değişkeni, x_{it} , $K \times 1$ boyutunda bağımsız değişken vektörüdür, β , $K \times 1$ boyutunda tahmin edilecek parametre vektörüdür ve α ise zamanla değişmeyen gürültü (nuisance) parametrelerdir. Yatay kesit bağımlılığı testi için hata terimi korelasyon katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\rho_{ij} = \rho_{ji} = \frac{\sum_{t=1}^T u_{it} u_{jt}}{(\sum_{t=1}^T u_{it}^2)^{1/2} (\sum_{t=1}^T u_{jt}^2)^{1/2}} \quad (3.33)$$

Burada ρ_{ij} ve ρ_{ji} , i ve j birimlerinin hata terimlerinden elde edilen ikili (pairwise) korelasyon katsayısını ifade etmektedir. Buna göre, H_0 hipotezi, u_{it} 'nin dönemler arası ve yatay kesit birimleri arası bağımsız ve özdeş dağıldığını varsaymaktadır. H_1 alternatif hipotezi, u_{it} 'nin yatay kesit birimleri arası korelasyon ve dönemler arası bağımlı olduğunu varsaymaktadır.

$$H_0: \rho_{ij} = \rho_{ji} = \text{cor}(u_{it}, u_{jt}) = 0 \text{ for } i \neq j$$

(Birimler arası korelasyon yoktur. Yatay kesit bağımlılığı yoktur)

$$H_1: \rho_{ij} = \rho_{ji} \neq 0 \text{ for some } i \neq j$$

(Birimler arası korelasyon vardır. Yatay kesit bağımlılığı vardır)

Panel veri analizi yatay kesit bağımlılığı tespiti için Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen LM (Lagrange Multiplier) testi, Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD (Cross Section Dependence) testi ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen sapması düzeltilmiş LM testleri kullanılmaktadır. Kesit boyutunun N sabit, zaman boyutu $T \rightarrow \infty$ durumunda Breusch Pagan LM testi kullanılmaktadır ve $\frac{n(n-1)}{2}$ serbestlik derecesinde χ^2 asimptotik olarak dağılmıştır. Ancak Breusch Pagan LM testi, $N \rightarrow \infty$ durumunda kullanıma uygun değildir ve tutarsız sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla, Pesaran (2004) LM testinin ölçeklendirilmiş (scaled) biçimini $N \rightarrow \infty$ ve $T \rightarrow \infty$ durumu için geliştirmiştir ve CD_{LM} olarak gösterilmektedir. CD_{LM} testi N kesit birimi arttıkça büyük boyut bozulmalarına sebep olmakta ve sonlu T için sıfırın etrafında doğru dağılım sergilememektedir. Bu problemin çözümü için Pesaran (2004), büyük kesit durumunda geçerli örneklem korelasyonlarının ortalamasına dayanan diagnostik testi önermiştir ve CD olarak ifade edilmektedir. Ayrıca, Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) heterojen panel modeli bağlamında sonlu örneklem yaklaşımlarını kullanarak sapması düzeltilmiş LM testi geliştirmişlerdir (Baltagi, Feng ve Kao 2012, 2).

Breusch ve Pagan (1980) Lagrange Çarpanı Testi

Breusch ve Pagan (1980), yatay kesit bağımlılığı testi için SURE model tahmini kapsamında Lagrange çarpanı (LM) testini önermiştir. LM istatistiği, N sabit ve $T \rightarrow \infty$ iken $N(N-1)/2$ serbestlik derecesinde χ^2 asimptotik olarak dağılmıştır, boş hipotez yatay kesit bağımlılığı yoktur şeklindedir (Pesaran, General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels Cambridge Working Papers 2004, 4, De Hoyos ve Sarafidis 2006, 485). Breusch ve Pagan LM testi ($N < T$) durumunda uygulanmaktadır ve yatay kesit birim

sayısı N arttıkça testin gücü azalmakta ve hacim çarpıklığı sorunu ortaya çıkmaktadır. Yatay kesit bağımlılığı Breusch ve Pagan (1980) LM test istatistiği aşağıdaki gibi verilmiştir:

$$CD_{LM} = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \sim \chi_{\frac{N(N-1)}{2}}^2 \quad (3.34)$$

$\hat{\rho}_{ij}$, kalıntılar arası korelasyon katsayısını göstermektedir ve aşağıdaki formülle elde edilmektedir:

$$\hat{\rho}_{ij} = \hat{\rho}_{ji} = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{u}_{it} \hat{u}_{jt}}{(\sum_{t=1}^T \hat{u}_{it}^2)^{1/2} (\sum_{t=1}^T \hat{u}_{jt}^2)^{1/2}} \quad (3.35)$$

Breusch ve Pagan (1980) LM test hipotezi:

$$Cov(u_{it}, u_{jt}) = 0, for i \neq j, \quad (3.36)$$

Pesaran (2004) CD Testi

CD_{LM} testi, N'nin küçük ve T'nin büyük olduğu durumlarda geçerli olup, N'nin T'ye yakınsadığı $N \rightarrow \infty$ durumlarda ortaya çıkan boyut bozulmaları (size distortion) nedeniyle uygulanamamaktadır. Pesaran (2004), $N \rightarrow \infty$ ve büyük T, durumları için alternatif bir test geliştirmiştir. Dengeli panel veri seti yatay kesit bağımsızlığı testi için uygulanan Pesaran (2004) test istatistiği aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (3.37)$$

H_0 : birimler arası korelasyon yoktur, yani yatay kesit bağımsızlığı hipotezi altında $N \rightarrow \infty$ ve büyük T zaman boyutu için CD, asimptotik standart normal dağılım göstermektedir;

$$CD \xrightarrow{d} N(0, 1).$$

Dengesiz panel veri seti yatay kesit bağımsızlık testi için Pesaran (2004) denklem (3.37)'i yeniden düzenlenmesi durumunda:

$$CD = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \sqrt{T_{ij}} \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (3.38)$$

Burada, $T_{ij} = \#(T_i \cap T_j)$

$$\hat{\rho}_{ij} = \hat{\rho}_{ji} = \frac{\sum_{t \in T_i \cap T_j} (\hat{u}_{it} - \bar{\hat{u}}_i)(\hat{u}_{jt} - \bar{\hat{u}}_j)}{\left\{ \sum_{t \in T_i \cap T_j} (\hat{u}_{it} - \bar{\hat{u}}_i)^2 \right\}^{1/2} \left\{ \sum_{t \in T_i \cap T_j} (\hat{u}_{jt} - \bar{\hat{u}}_j)^2 \right\}^{1/2}} \quad (3.39)$$

$$\bar{\hat{u}}_i = \frac{\sum_{t \in T_i \cap T_j} \hat{u}_{it}}{\#(T_i \cap T_j)} \quad (3.40)$$

Değiştirilmiş istatistik, t'nin alt kümeleri için hata terimlerinin ortalamasının mutlaka sıfır olmadığı gerçeğini hesaba katmaktadır (Hoyos ve Sarafidis 2006, 482).

Sapması Düzeltilmiş LM Testi (A Bias-Adjusted LM Test)

LM testi, kalıntıların ikili korelasyon katsayılarının karelerinin ortalamasına dayanır ve kesit boyutunun (N) zaman boyutuna (T) göre küçük olduğu ve Zellner'in (1962) görünüşte ilişkisiz regresyon denklemi (SURE) yönteminin kullanılabildiği panel veri modelleri durumunda uygulanabilmektedir. Ancak LM testi, ampirik uygulamalarda sıklıkla karşılaşılan bir durum olan N'nin T'ye göre büyük olduğu durumlarda önemli bir boyut bozulması sergilemektedir. Pesaran (2004) CD istatistiğinin, LM test istatistiğinin aksine, y_{it} ve x_{it} 'nin koşulsuz ortalamaları zamanla değişmediği, eğim katsayılarında ve hata varyanslarında çoklu kırılmalara maruz kalan heterojen dinamik modeller de dahil olmak üzere T ve N'nin sabit değerleri için tam olarak sıfır ortalamaya sahip olduğunu göstermektedir. Ancak CD testinin sınırlaması, bireysel popülasyon ikili korelasyonlarının sıfır olmamasına rağmen popülasyon ortalaması ikili korelasyonlarının sıfır olduğu bazı durumlarda gücü yetersiz kalmaktadır. Başka bir ifadeyle CD testi, grup ortalaması sıfır fakat bireysel ortalama sıfırdan farklı olduğu durumlarda test sonuçlarının sapmalı olmasına neden olmaktadır. Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008), bu sapmayı LM testinin ortalama ve varyansını kullanarak geliştirmişlerdir. Sapması düzeltilmiş LM testi, regresörlerin kesinlikle dışsal olduğu ve hataların normal dağıldığı panel modelleri için Breusch ve Pagan (1980) LM test istatistiğinin sapması düzeltilmiş versiyonudur. Sapması düzeltilmiş LM testi, Ullah (2004)'teki sonuçları kullanılarak elde edilmiştir, böylece LM istatistiğinin merkezlenmesi sabit T ve N için geçerlidir.

Modelin Kurulumu

Aşağıdaki gibi panel veri modeli verilmiş olsun:

$$y_{it} = \beta_i' x_{it} + u_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (3.41)$$

i , yatay kesit ve t zaman serisi boyut endeksini göstermektedir.

x_{it} , dışsal bağımsız değişkenler $k \times 1$ vektörüdür

β_i , katsayıları i 'ler arası değişmekte ve her bir i için yatay kesit bağımlılığı durumunda dahi $u_{it} \sim IIDN(0, \sigma_{ui}^2)$ 'dir.

Ullah (2004) ekonometrik tahmincilerin ve test istatistiklerinin tam ve yaklaşık momentlerini elde etmek için tekdüzen teknikler geliştirmiştir. LM istatistiğinin küçük örneklem sapmasını düzeltmek için bu yaklaşımdan yararlanılmıştır. Sapması düzeltilmiş LM test istatistiği için aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır:

Varsayım 2.1: Her bir i için, u_{it} seri olarak bağımsızdır ve sıfır ortalama ve $0 < \sigma_i^2 < \infty$ varyansa sahiptir.

Varsayım 2.2: Sıfır hipotezi, $H_0: u_{it} = \sigma_i \varepsilon_{it}$, $\varepsilon_{it} \sim IIDN(0,1)$ tüm i ve t için.

Varsayım 2.3: Bağımsız değişkenler, x_{it} dışsal olup, $E(u_{it} | X_i) = 0$, tüm i ve t için burada $X_i = (x_{i1}, \dots, x_{iT})'$, ve $X_i' X_i$ pozitif sonlu matristir.

Panel veri denklemi 3.41 için varsayım 2.1-2.3 geçerli olması durumunda, sapması düzeltilmiş LM test istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{v_{Tij}} \quad (3.42)$$

$$H_0: cov(u_{it}, u_{jt}) = 0, \text{ tüm } i \text{ ve } t \text{ için, } i \neq j \quad (3.43)$$

$T \rightarrow \infty$ ve $N \rightarrow \infty$ durumunda,

$$LM_{adj} \rightarrow_d N(0,1)$$

Bu çalışmada, yatay kesit bağımlılığı sınaması için; Breusch-Pagan (1980) LM testi, Pesaran scaled LM, Bias-corrected scaled LM (Sapması Düzeltilmiş LM Testi) ve Pesaran CD testi gibi yöntemler uygulanmıştır. Tablo 3.11'de sunulan yatay kesit bağımlılığı test sonuçlarına göre, serilerin tamamında uygulanan dört testin de olasılık

değerleri 0.01 değerinin altında olduğu için modelde kesitler arası bağımlılık olmadığını belirten boş hipotez %1 anlamlılık düzeyinde güçlü bir şekilde reddedilmektedir. Dolayısıyla, sıfır hipotezinin reddedilmesiyle serilerin yatay kesit bağımlılığına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun anlamı, belirli bir ülkede meydana gelen şokların zamanla diğer ülkeleri de etkileyeceğini ifade etmektedir.

Tablo 3.11. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Değişkenler	Breusch-Pagan LM		Pesaran Scaled LM		Bias-Corrected Scaled LM		Pesaran CD	
	Stat.	Prob.	Stat.	Prob.	Stat.	Prob.	Stat.	Prob.
HEX	9892.900	0.000	183.5239	0.000	182.3239	0.000	76.27879	0.000
REN	12893.51	0.000	246.6982	0.000	245.4982	0.000	56.59839	0.000
GDP	17188.16	0.000	337.1167	0.000	335.9167	0.000	119.6608	0.000
CO ₂	10457.78	0.000	195.4167	0.000	194.2167	0.000	20.07711	0.000
PPL	18122.20	0.000	356.7820	0.000	355.5820	0.000	56.89687	0.000
LIFE	20098.91	0.000	398.3992	0.000	397.1992	0.000	140.2214	0.000
MODEL	5102.925	0.000	82.67669	0.000	81.47669	0.000	29.90262	0.000

3.4.6. Panel Birim Kök Sınamaları

Panel veri analizlerinde durağan olmayan serilerin kullanılması sahte regresyon (spurious regression) problemine yol açmaktadır. Serilerin durağan olup olmadığını test etmek için birçok panel birim kök testi geliştirilmiştir. Kesitler arası yatay kesit bağımlılığı varsa, korelasyonu dikkate alan ikinci kuşak panel birim kök testlerinin kullanılması gerekmektedir. Birinci nesil birim kök testleri ise yatay kesitler arası bağımlılığının olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Serilerde yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği için bu durumu dikkate alan Pesaran (2007) tarafından geliştirilen, “Yatay Kesit Genelleştirilmiş Dickey Fuller (CADF)” yöntemi kullanılmıştır.

Pesaran (2007) CADF Panel Birim Kök Testi

Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF (Cross Sectionlly Augmented Dickey-Fuller) testi, standart ADF testine alternatif olarak sunulmuştur. Standart ADF regresyonun, gecikmeli seviyelerin yatay kesit ortalamaları ve bireysel serilerin birinci farkları dikkate alınarak genişletilmesiyle elde edilmektedir.

Standart panel birim kök testleri artık bireysel kesitsel olarak genişletilmiş ADF istatistiklerinin (CADF ile gösterilir) basit ortalamalarına veya ilgili reddetme olasılıklarının uygun dönüşümlerine dayanmaktadır. Bireysel CADF istatistikleri veya reddetme olasılıkları daha sonra Im ve diğerleri (IPS) tarafından önerilen t-bar testinin, Maddala ve Wu (1999) tarafından önerilen ters ki-kare testinin (veya P testinin) ve Choi (2001) tarafından önerilen ters normal testinin (veya Z testinin) değiştirilmiş versiyonlarını geliştirmek için kullanılabilir.

Hem bireysel yatay kesit bağımlılığı ADF (CADF) istatistikleri hem de bunların basit ortalamaları (Cross-Sectionally Augmented IPS, CIPS) için yeni asimptotik sonuçlar elde edilmektedir.

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (3.44)$$

Bireysel $CADF_i$ 'nin asimptotik dağılımı ve CIPS istatistiği, $N \rightarrow \infty$ ve $T \rightarrow \infty$, $\frac{N}{T} \rightarrow k$ (k: sonlu sabit, sıfırdan farklı pozitif değerdir) durumu için incelenmektedir. $CADF_i$ istatistiklerinin asimptotik olarak benzer olduğu ve faktör yüklerine bağlı olmadığı gösterilmiştir. Ancak ortak faktöre olan bağımlılıkları nedeniyle asimptotik olarak ilişkilidirler. Sonuç olarak, standart merkez limit teoremleri CIPS istatistiğine uygulanamamaktadır. Bununla birlikte, CIPS istatistiğinin kesilmiş versiyonunun limit dağılımı $CIPS^*$ ile gösterilmiştir. CIPS ve $CIPS^*$ istatistiklerinin kritik değerleri, deterministiklerin üç ana spesifikasyonu için, sabitsiz veya trend içermeyen modeller, bireye özgü sabitli modeller ve trendli modeller için tablolastırılmıştır. Önerilen testlerin küçük örneklem çeşitli modelleri için Monte Carlo deneyleri ile incelenmiştir. Simülasyonlar, kesitsel olarak artırılmış panel birim kök testlerinin, N ve T'nin nispeten küçük değerleri için bile tatmin edici boyut ve güce sahip olduğunu göstermektedir (Pesaran 2007).

$$y_{it} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i y_{i,t-1} + u_{it}, i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (3.45)$$

Burada başlangıç değeri, y_{i0} , sonlu ortalama ve varyansa sahip belirli bir yoğunluk fonksiyonuna sahiptir ve hata terimi, u_{it} , tek faktörlü yapıya sahiptir:

$$u_{it} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (3.46)$$

Burada f_t gözlenemeyen ortak etki ve ε_{it} bireye özgü (idiosyncratic) hatadır. (3.45) ve (3.46) denklemlerini kullanılarak aşağıdaki gibi yazılır:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \gamma_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (3.47)$$

Burada $\alpha_i = (1 - \phi_i)\mu_i$, $\beta_i = -(1 - \phi_i)$ ve $\Delta y_{it} = y_{it} - y_{i,t-1}$

Sabit birim kök hipotezi, $\phi_i = 1$, aşağıda tanımlanmıştır:

$$H_0: \beta_i = 0 \text{ tüm } i\text{'ler için} \quad (3.48)$$

Muhtemel heterojen alternatiflere karşı,

$$H_1: \beta_i < 0, i = 1, 2, \dots, N_1, : \beta_i = 0, i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N \quad (3.49)$$

$\frac{N_1}{N}$, durağan birim süreci sıfır değildir ancak δ sabit değerine yakınsadığı varsayılmaktadır, $0 < \delta \leq 1$, $N \rightarrow \infty$. Im ve diğerlerinde (2003) belirtildiği gibi bu koşul panel birim kök testlerinin tutarlılığı için gereklidir. Ayrıca aşağıdaki varsayımları da yapılmaktadır:

Varsayım 1: Kendine özgü şoklar, ε_{it} , $i = 1, 2, \dots, N$, $t = 1, 2, \dots, T$ hem i hem de t boyunca bağımsız olarak dağılır, ortalaması sıfır, varyansı σ_i^2 ve sonlu dördüncü dereceden momente sahiptir.

Varsayım 2: Ortak faktör, f_t , ortalaması sıfır, sabit varyansı σ_f^2 ve sonlu dördüncü dereceden momenti ile seri olarak ilişkisizdir. Genellik kaybı olmaksızın σ_f^2 birliğe eşit olarak ayarlanacaktır.

Varsayım 3: ε_{it} , f_t ve γ_i , tüm i için bağımsız olarak dağılmıştır.

Panel verilerde yatay kesit bağımlılığının olup olmaması, uygulanacak birim kök testlerin belirlenmesi açısından önemlidir. Serilerde yatay kesit bağımlılığının olmaması durumunda birinci nesil birim kök testleri, yatay kesit bağımlılığı varsa ikinci nesil birim kök testleri uygulanmaktadır. Analize konu olan serilerin yatay kesit bağımlılığına sahip olması nedeniyle, serilerdeki durağanlığın incelenmesinde yatay kesit bağımlılığını

dikkate alan ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu çalışmada, Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF (Cross-sectional Augmented Dickey Fuller) ikinci nesil birim kök testi uygulanmıştır, gecikme uzunlukları Akaike Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir. Tablo 3.12’de değişkenlere ilişkin panel birim kök testi sonuçları verilmiştir.

Analizde yer alan değişkenlerin durağanlık seviyelerinin tespit edilmesi amacıyla sabitli model ve sabitli trendli model kullanılmıştır. CADF/CIPS birim kök durağanlık test sonuçlarına göre; HEX, REN, GDP, CO₂ ve PPL değişkenlerin sabitli model olasılık değerleri düzeyde istatistiki olarak anlamlı değildir ve bu nedenle birim kökün varlığını ifade eden sıfır hipotezi düzeyde reddedilememektedir. Ayrıca, sabit ve trendli modelde ise LIFE değişkeni olasılık değeri düzeyde istatistiki olarak anlamlı değildir ve birim kök içermektedir. Bunun anlamı tüm değişkenler düzeyde birim kök içermektedir ve durağan olmadıkları sonucuna varılmaktadır. Ancak elde edilen CIPS istatistik bulguları, HEX, REN, GDP, CO₂ ve PPL serilerin sabitli modelde birinci farklarında %1 istatistiki anlamlılık düzeyinde anlamlı bulundukları, LIFE serisinin ise sabitli trendli modelde birinci farklarında %1 istatistiki anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu görülmüştür ve birim kökün varlığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla tüm değişkenler birinci farkında durağan olup, aynı dereceden I(1) entegre olduğu söylenebilir.

Tablo 3.12. CADF Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	Düzeyde			Birinci Farkında			
	Gecikme	Sabit/ Trend	CIPS istatistiği	Gecikme	Sabit/ Trend	CIPS istatistiği	
HEX	3	0	-1.675	3	0	-2.706***	
REN	3	0	-1.968	3	0	-3.675***	
GDP	3	0	-1.898	3	0	-2.419***	
CO ₂	3	0	-1.364	3	0	-3.587***	
PPL	2	0	-1.683	3	0	-2.438***	
LIFE	4	1	-1.938	4	1	-2.937***	
Critical values of the individual cross-sectional extended Dickey–Fuller distribution averages:							
Intercept (0)	%1	%5	%10	Trend (1)	%1	%5	%10
N:48 T:21	-2.25	-2.11	-2.03	N:48 T:21	- 2.76	- 2.62	- 2.54

Not: İstatistiksel değerler Akaike Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir. Maksimum 3 gecikme verilmiştir. Sonuçlar 1000 bootstrap döngü sayısına göre elde edilmiştir. *** sembolü istatistiksel değerin %1’de anlamlı olduğunu gösterir.

3.4.7. Driscoll-Kraay Tahmincisi ile Panel Regresyon Tahmini

Hoechle (2007), tahmin edilen modelde yatay kesit bağımlılığı, değişen varyans ve otokorelasyon sorunları mevcutsa bu sorunlara karşı dirençli parametreler üreten Driscoll-Kraay tahmin yöntemi tercih edilmesini önermiştir. Driscoll ve Kraay (1998) yaklaşımında düzeltilmiş standart hatalar yatay kesit boyutuna bağlı olmaksızın tutarlı sonuçlar vermektedir. Ayrıca sabit etkiler panel modelinde değişen varyans, mekânsal ve seri bağımlılığının tespit edilmesi durumunda Driscoll ve Kraay tarafından geliştirilen tahmincinin kullanılması vurgulamaktadır (Hoechle 2007, Driscoll ve Kraay 1998).

Tablo 3.13'te sabit etkiler modeli Driscoll-Kraay Standart Hatalar tahmin yöntemi sonuçları sunulmuştur. F istatistiğine ait olasılık değeri 0.000 olup, modele dahil edilen tüm değişkenlerin bütün olarak anlamlı olduğu gözlemlenmiştir. Öte yandan R^2 değeri 0.4118 bulunmuş ve bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkeni yaklaşık %42 oranında açıkladığı görülmektedir. Tabloda 3.13'te yer alan katsayılar, diğer değişkenler sabitken bağımsız değişkenlerdeki değişimin sağlık harcamaları üzerindeki etkisini göstermektedir. Temel açıklayıcı değişken yenilenebilir enerji tüketiminde %1'lik bir artış meydana geldiğinde örnekleme yer alan yüksek gelirli ülkelerdeki sağlık harcamaları yaklaşık %2,1 azaltmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketimi değişkenine ait olasılık değeri 0.011 olarak hesaplanmış ve sağlık harcamaları ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki bu ilişki %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Kontrol değişken ekonomik büyümenin göstergesi GDP ile sağlık harcamaları HEX arasında negatif ve istatistik olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. GDP oranındaki %1'lik bir artış sağlık harcamalarını %153 kadar azaltmaktadır. Bir diğer kontrol değişken (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi LIFE değişkeni ile sağlık harcamaları arasında pozitif ve %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bunun anlamı, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresindeki %1'lik bir artış sağlık harcamalarını %3,7 kadar arttırmaktadır. Son olarak, Y2008 küresel kriz kukla değişkeni ile sağlık harcamaları arasında ilişki negatif olup %10 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Diğer bir Covid 19 dönemi krizi kukla değişkeni Y2020 ile sağlık harcamaları arasında pozitif ilişki mevcut olup ve %1 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 3.13. Driscoll-Kraay Standart Hata Düzeltme Modeli Sabit Etkiler Regresyon Tahmin Sonuçları

Metod: Sabit Etkiler Regresyon Modeli						
Bağımlı Değişken: HEX		Katsayı	Driscoll-Kraay Std. Hata	t değeri	[95% Güven Aralığı]	
Bağımsız Değişkenler	REN	-0.02077698**	0.0078614	-2.64	-0.036592	-0.0049618
	GDP	-1.53846***	0.4456607	-3.45	-2.435014	-0.6419062
	CO2	-0.7892147	1.136645	-1.42	-3.075849	1.497419
	PPL	0.8629451	0.5420561	1.59	-0.2275311	1.953421
	LIFE	0.377596***	0.0269528	14.01	0.323374	0.431818
	Y2008	-0.1080624*	0.0573689	-1.88	-0.2234738	0.0073491
	Y2020	1.1314***	0.0488578	23.16	1.033111	1.229689
	_cons	-6.158298	5.459866	-1.13	-17.14213	4.825537
F (7, 47) = 7140.18, Prob > F = 0.0000				R ² : 0.4118		

***, **, * sembolleri istatistiksel değerlerin sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir

3.4.8. Dumitrescu Hurlin (2012) Panel Granger Nedensellik

Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından önerilen DH panel nedensellik testi, yatay kesit bağımlılığı hesaba katılarak bootstrap yöntemi ile ampirik modellerde yer verilen değişkenler arasındaki nedensellik ilişkileri incelenmektedir. Doğrusal otoregresif veri üreten bir süreç çerçevesinde, standart nedensellik testlerinin panel verilere genişletilmesiyle, modelin katsayıları üzerindeki kesitsel doğrusal kısıtlamalar test edilmiştir. Dumitrescu ve Hurlin (2012), Granger (1969) nedensellik testinin bir uzantısıdır. Panel nedensellik testi, dengesiz panel veri setlerini analiz etmedeki etkinliği, hem kısa panelde ($N > T$) hem de uzun panelde ($N < T$) uygulanabilmesi ve panelde yer alan ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığına izin vermesi gibi çeşitli avantajlar sunmaktadır. Prosedürün uygulanmasında, testte kullanılan serilerin durağan olması esastır.

Modelin Kurulumu

N yatay kesit birimi ve T zaman boyutu için x ve y gözlemlenen iki tane durağan değişkeni ifade etmektedir. Her bir $i = 1, \dots, N$ ve $t = 1, \dots, T$ için aşağıdaki doğrusal model verilmiş olsun:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^{(k)} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^{(k)} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.69)$$

Burada $K \in \mathbb{N}^*$ ve $\beta_i = (\beta_i^{(1)}, \dots, \beta_i^{(K)})'$. Basitlik açısından, α_i birim etkilerinin zaman boyutunda sabit olduğu varsayılmaktadır. Her iki $y_{i,t}$ ve $x_{i,t}$ birim süreçlerinin başlangıç koşulları $(y_{i,-K}, \dots, y_{i,0})$ ve $(x_{i,-K}, \dots, x_{i,0})$ verilmiştir ve gözlemlenebilmektedir. Paneldeki tüm yatay kesit birimlerinin gecikme düzeyi K 'nın özdeş ve dengeli panel olduğu varsayılmaktadır. Ayrıca, $\gamma_i^{(k)}$ otoregresif parametre ve $\beta_i^{(k)}$ regresyon katsayı eğimleri gruplar arasında farklılık göstermektedir. Ancak, $\gamma_i^{(k)}$ ve $\beta_i^{(k)}$ zaman içinde sabittir. Model sabit birim etkileri olan sabit katsayı modelidir. Devamında, aşağıdaki varsayımlar yapılmaktadır:

Varsayım 1: Her bir yatay kesit birimi $i = 1, \dots, N$ için birim artıkları $\varepsilon_{i,t}$, $\forall t = 1, \dots, T$ bağımsız ve normal dağılmıştır, $E(\varepsilon_{i,t}) = 0$ ve sonlu heterojen varyansı $E(\varepsilon_{i,t}^2) = \sigma_{\varepsilon,i}^2$ 'dır.

Varsayım 2: Birim artıkları $\varepsilon_i = (\varepsilon_{i,1}, \dots, \varepsilon_{i,T})'$, gruplar arası bağımsız dağılmıştır. Dolayısıyla, $E(\varepsilon_{i,t} \varepsilon_{j,s}) = 0$, $\forall i \neq j$ ve $\forall (t, s)$.

Varsayım 3: Her iki birim değişkenler $x_i = (x_{i,1}, \dots, x_{i,T})'$ ve $y_i = (y_{i,1}, \dots, y_{i,T})'$, $E(y_{i,t}^2) < \infty$ ve $E(x_{i,t}^2) < \infty$ ile kovaryans durağandır. Ayrıca, t 'nin bağımsız $E(x_{i,t})$ ve $E(y_{i,t})$ iken, $E(x_{i,t} x_{j,z})$, $E(y_{i,t} y_{j,z})$ ve $E(y_{i,t} x_{j,z})$ sadece $t-z$ farkının fonksiyonlarıdır.

İki değişkenli basit model, panel veri bağlamında Granger nedenselliğini incelemek için temel çerçeveyi oluşturmaktadır. Bir zaman serisi bağlamında, standart nedensellik testleri β_i vektörleri üzerindeki doğrusal kısıtlamaların test edilmesinden oluşmaktadır, bir panel veri modelinde birimler arasındaki heterojenlik varsa uygun tahmin modelleri seçilmelidir. Heterojenliğin ilk sebebi standarttır ve α_i birim etkilerden kaynaklanmaktadır. İkinci önemli nedeni ise β_i parametrelerinin heterojenliği ile ilgilidir. Bu tür heterojenlik, temsili paradigmayı ve nedensellik ilişkileri ile ilgili sonuçları doğrudan etkiler, otoregresif β_i parametre tahminleri hipotez altında sapmalı sonuçlara yol açacaktır.

Yukarıda belirtilen varsayımlar altında hem regresyon modelinin hem de nedensel ilişkinin heterojenliğini gözeten Homojen Nedensizlik (HNC, Homogenous Non Causality) hipotezi test edilmektedir. HNC'nin boş hipotezi şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$H_0: \beta_i = 0 \quad \forall i = 1, \dots, N$$

Burada $\beta_i = (\beta_i^{(1)}, \dots, \beta_i^{(K)})'$. Ayrıca, β_i gruplar arası farklılık gösterebilir (heterojen model), β_i bazı birimler için 0'a eşit olaması durumunda nedensellik yoktur sonucuna varılmaktadır. Dumitrescu ve Hurlin nedensellik testi tüm birimlerde homojen Granger nedensellik ilişkisinin olmadığı boş hipotezini, en az bir birimde nedensellik ilişkisinin olduğu karşı hipotezi ile sınamaktadır:

$$H_1: \beta_i = 0 \quad \forall i = 1, \dots, N_1$$

$$\beta_i \neq 0 \quad \forall i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N$$

Burada N_1 belirsizdir ancak $0 \leq N_1/N < 1$ koşulunu sağlamaktadır. N_1/N oranı zorunlu olarak birden küçüktür, çünkü $N_1 = N$ durumunda paneldeki birimler arası nedensellik yoktur, bu da HNC boş hipotezine eşdeğerdir. Tersisi durumunda, $N_1 = 0$ olduğunda örneklemdaki tüm birimlerde nedensellik vardır. Bu bağlamda, eğer sıfır hipotezi kabul edilirse, x değişkeni panelin tüm birimleri için y değişkeninin Granger nedeni değildir. Buna karşın, HNC'nin reddedildiği ve $N_1 = 0$ olduğu varsayılırsa, x 'in paneldeki tüm birimler için y 'nin Granger nedeni olduğu tespit edilmektedir: bu durumda, nedensellik söz konusu olduğunda homojen bir sonuç elde edilmektedir. Aslında, ele alınan regresyon modeli homojen olmayabilir, yani parametrelerin tahmin edicileri gruplar arasında farklılık gösterebilir, ancak nedensellik ilişkileri tüm bireyler için gözlemlenebilmektedir. Aksine, $N_1 > 0$ ise, nedensellik ilişkisi heterojendir: regresyon modeli ve nedensellik ilişkileri örneklemdaki bir birimden diğerine farklıdır.

Nedensellik hipotez testi $i = 1, \dots, N$ birimleri için birim Wald istatistiklerinin ortalaması kullanılmaktadır. Boş Homojen Nedensizlik (HNC) hipoteziyle ilişkili $W_{N,T}^{Hnc}$ ortalama istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$W_{N,T}^{Hnc} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,T} \quad (3.70)$$

Burada $W_{i,T}$, $H_0: \beta_i = 0$ birim testine karşılık gelen i .ci kesit birimi için bireysel Wald istatistiklerini belirtmektedir. Nedenselliğin olmadığı boş hipotezi altında, her bir Wald istatistiği K serbestlik derecesinde χ^2 dağılımına yakınsamaktadır:

$$W_{i,T} \xrightarrow[T \rightarrow \infty]{d} \chi^2(K), \forall i = 1, \dots, N \quad (3.71)$$

T sonsuza giderken, birim istatistikler $\{W_{i,T}\}_{i=1}^N$ özdeş dağılmıştır.

$$Z_{N,T}^{Hnc} = \sqrt{\frac{N}{2K}} (W_{N,T}^{Hnc} - K) \xrightarrow[T, N \rightarrow \infty]{d} N(0,1) \quad (3.72)$$

Burada $W_{N,T}^{Hnc} = (\frac{1}{N}) \sum_{i=1}^N W_{i,T}$, $T, N \rightarrow \infty$. Büyük N ve T örnekleri için, standartlaştırılmış istatistik $Z_{N,T}^{Hnc}$ 'nin gerçekleşmesi, belirli bir risk düzeyi için karşılık gelen normal kritik değerden büyükse, homojen nedensizlik (HNC) hipotezi reddedilmektedir (Dumitrescu ve Hurlin 2012).

Dünya bankası sınıflandırılmasına göre, yüksek gelire sahip gelişmiş ülkeler için HEX, REN, CO₂, GDP, PPL ve LIFE değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisi Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik yöntemi ile test edilmiştir. Tablo 3.14'te gelişmiş ülkeler için Dumitrescu & Hurlin (2012) nedensellik test sonuçları sunulmuştur. Tablo 3.14'teki verilere göre yenilenebilir enerji tüketiminden sağlık harcamalarına doğru %1 anlamlılık düzeyinde nedensellik ilişkisi olmasına rağmen sağlık harcamalarından yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Bu durumda, sağlık harcamaları ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında tek yönlü nedensellik mevcuttur. Ekonomik büyüme göstergesi olan GDP değişkeni sağlık harcamalarının nedeni iken, beklentiler doğrultusunda sağlık harcamaları ekonomik büyümenin nedeni değildir.

Ampirik sonuçlar, ekonomik büyümenin sağlık harcamalarının nedeni olduğunu göstermektedir. Ancak, sağlık harcamalarından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi saptanmamıştır. Aynı şekilde beklentiler doğrultusunda CO₂ emisyonları sağlık harcamalarının nedeni iken, sağlık harcamaları CO₂ emisyonlarının nedeni değildir. Bu

ampirik sonuçlara göre, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonlarından sağlık harcamalarına doğru tek yönlü ilişki bulunmuştur.

Diğer değişkenler, nüfus ve sağlık harcamaları, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ve sağlık harcamaları arasında karşılıklı çift yönlü ilişki söz konusudur. Yani, nüfus ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi beklentiler doğrultusunda sağlık harcamalarının nedenidir, aynı şekilde sağlık harcamaları (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ve nüfusun nedenidir. Öte yandan, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü, CO₂ emisyonlarından yenilenebilir enerji tüketimine doğru karşılıklı çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Ayrıca, nüfus ve ortalama yaşam değişkeninden yenilenebilir enerjiye doğru çift yönlü nedensellik bulunmuştur. Diğer bir değişken CO₂ emisyonu; ekonomik büyüme, nüfus, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri arasında çift yönlü ilişki söz konudur. Son olarak, nüfus ve CO₂ emisyonu arasında karşılıklı çift yönlü, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ile CO₂ emisyonu arasında tek yönlü ilişki belirlenmiştir. Bu ampirik sonuçlara göre, beklentiler doğrultusunda nüfusun CO₂ emisyonu üzerinde etkilere sahip olmasının yanı sıra CO₂ emisyonu da nüfus üzerinde belirleyici bir rol oynayacağı görülmektedir.

Tablo 3.14. Dumitrescu ve Hurlin Panel Granger Nedensellik Test Sonuçları

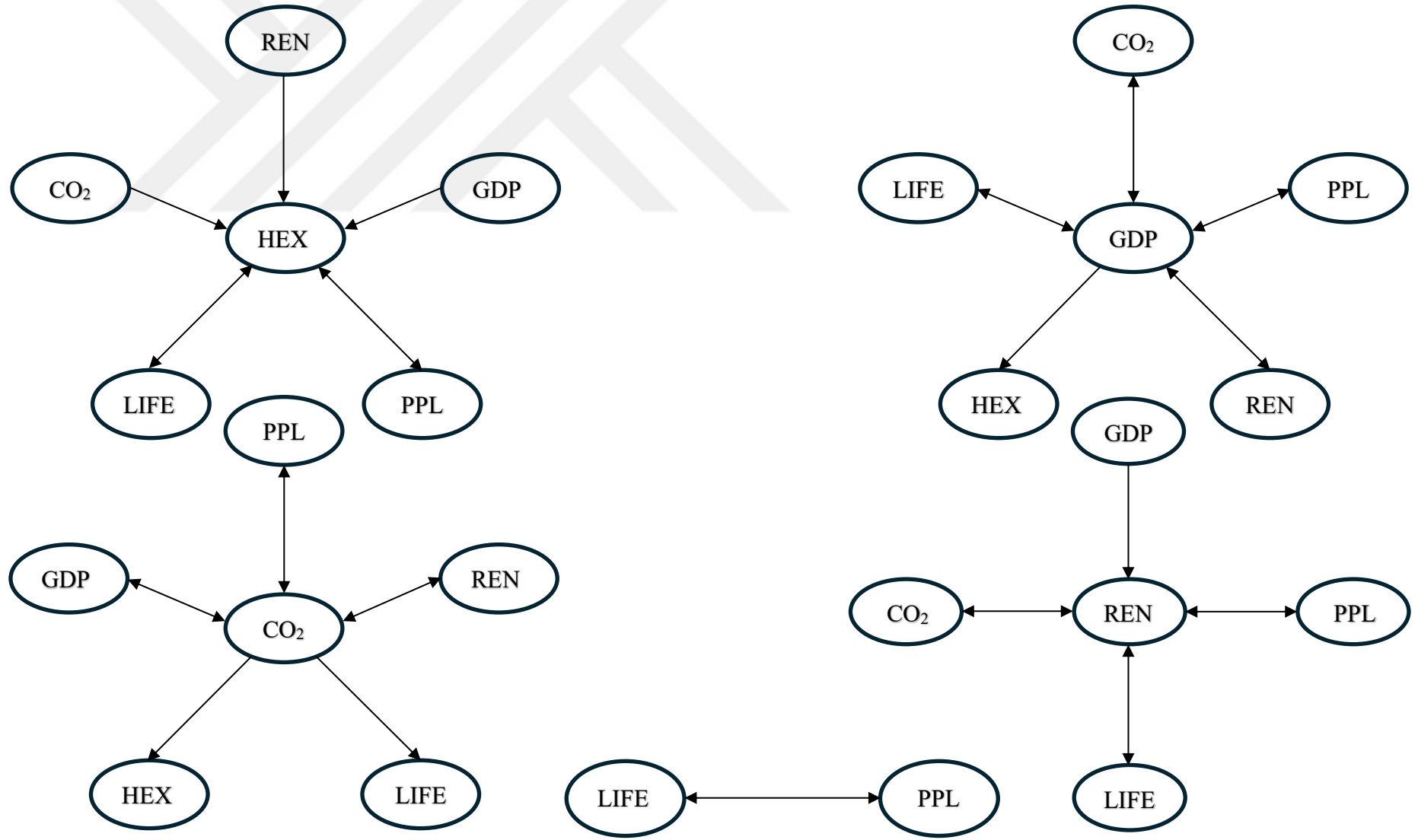
Causality			Panel Z_N	Bootstrap cv (%1)	Bootstrap cv (%5)	Bootstrap cv (%10)	Sonuç
REN	►	HEX	5.967 ***	3.119	2.001	1.546	Var
GDP	►	HEX	7.882 ***	3.389	2.179	1.608	Var
CO2	►	HEX	6.156 ***	3.383	2.253	1.688	Var
PPL	►	HEX	4.905 ***	3.128	1.970	1.567	Var
LIFE	►	HEX	4.417 ***	3.056	2.109	1.684	Var
HEX	►	REN	1.505	4.782	3.344	2.647	Yok
GDP	►	REN	1.970 *	3.229	2.158	1.681	Var
CO2	►	REN	3.389 ***	3.084	2.009	1.472	Var
PPL	►	REN	6.808 ***	3.282	2.194	1.559	Var
LIFE	►	REN	2.282 **	3.103	2.191	1.718	Var
HEX	►	GDP	1.262	3.311	2.174	1.579	Yok
REN	►	GDP	1.142	3.647	2.233	1.743	Yok
CO2	►	GDP	7.128 ***	3.362	2.191	1.635	Var
PPL	►	GDP	6.998 ***	3.553	2.213	1.638	Var
LIFE	►	GDP	14.787 ***	3.114	2.225	1.692	Var
HEX	►	CO2	0.313	3.012	2.043	1.647	Yok
REN	►	CO2	2.865 **	2.985	2.155	1.600	Var
GDP	►	CO2	2.431 **	3.415	2.201	1.588	Var
PPL	►	CO2	3.188 ***	3.028	2.195	1.704	Var
LIFE	►	CO2	-0.305	2.681	1.929	1.498	Yok
HEX	►	PPL	7.379 ***	3.687	2.244	1.723	Var
REN	►	PPL	4.399 ***	3.038	2.129	1.538	Var
GDP	►	PPL	22.417 ***	3.510	2.413	1.645	Var
CO2	►	PPL	7.042 ***	3.241	2.157	1.609	Var
LIFE	►	PPL	12.028 ***	3.524	2.108	1.573	Var
HEX	►	LIFE	3.121 **	3.388	2.085	1.633	Var
REN	►	LIFE	7.408 ***	3.257	2.238	1.563	Var
GDP	►	LIFE	3.450 ***	3.349	2.124	1.699	Var
CO2	►	LIFE	2.966 **	3.384	2.249	1.769	Var
PPL	►	LIFE	5.794 ***	2.992	2.081	1.634	Var

***, **, * sembolleri istatistiksel değerlerin sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Not: Analiz 1000 bootstrap tekrarı, 1 gecikme, 1 entegrasyon ve Akaike bilgi kriterine göre yapılmıştır.

Dumitrescu & Hurlin Panel Nedensellik Testi için yarı asemptomatik dağılımın N>T kritik değerleri alınmıştır.

Şekil 1: Dumitrescu ve Hurlin Panel Granger Nedensellik Test Sonuçları



SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Küreselleşme, ülkelerarası serbest ticaretteki artış, sanayileşmedeki gelişmeler, artan dünya nüfusu, modern hayatın getirdiği yenilikler, tüketimdeki artış ve teknolojik ilerleme gibi faktörler enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün kaçınılmaz bir şekilde arttırmaktadır. Enerji, günümüzün ve geleceğin tartışmasız en önemli ihtiyacı olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji hem gelişmiş hem gelişmekte olan ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişimi için vazgeçilmez bir etkidir. Ancak fosil kökenli yakıtların tükenme eğilimi göstermesi ve neden olduğu çevre kirliliği, hava ve su kirliliğinin yol açtığı sağlık sorunları ülkeleri alternatif enerji kaynak arayışına yönlendirmiştir. Fosil yakıtlarının çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini azaltmak için günümüz bilim insanları çevreye duyarlı, temiz, ekonomik enerji kaynakları üzerinde çalışmaktadırlar. Günümüzde ülkelerin öncü politikalarından biri, yenilenebilir kendini sınırsız tekrarlayan ve hammadde kullanımı gerektirmeyen yeni kaynaklar bulmak ve diğer yandan mevcut enerji kaynaklarını verimli şekilde kullanmaktır. Bu doğrultuda, dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynakları önem kazanmış ve bu kaynakların geliştirilmesi, daha verimli şekilde kullanımı araştırma konusu olmaya devam etmektedir. Yenilenebilir enerji, ülkelerin enerji ihtiyacının yerli kaynaklardan karşılanması ve çevre kirliliğinin azaltılması açısından son derece önemlidir. Dolayısıyla, yenilenebilir enerji üretiminde kullanılan teknolojilerin geliştirilmesi, kapasite artırımı, etkin kullanımı açısından araştırmalar teşvik edilmekte ve bu doğrultuda çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Ayrıca, karbon emisyonlarını azaltıcı farklı politikalar uygulanmaktadır ve vergi politikaları gibi destekleyici mekanizmalar kullanılmaktadır. Fosil yakıtların çevre ve hava kirliliğine sebep olan olumsuz etkilerini azaltmak ve kömür, petrol gibi sera gazı emisyonlarına neden olan kaynakların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak her geçen gün daha da önemli hale gelmektedir. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim ve tüketim oranı artıyor olsa da fosil yakıtlarından elde edilen enerji kullanım oranı çok yüksek olmaya devam etmektedir. Bunun sebepleri de yenilenebilir enerji üretimi için yüksek maliyetli ilk kurulum altyapı yatırımlarına ihtiyaç duyulması, yenilenebilir enerji üretimi için coğrafi ve iklimsel şartların elverişli olmaması ve üretilen enerjinin depolanması gibi etkenlerdir.

Fosil yakıt kullanımı sonucu oluşan hava kirliliğinin sağlık üzerindeki zararlı etkileri, küresel ölçekte endişe yaratmaktadır ve günümüzde hava kirliliği en büyük sağlık

tehditlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Hava kirliliğinin birçok hastalık ve sağlık sorununa neden olduğu, birçok araştırmacı tarafından kanıtlanmış ve hastalık ve ölüm oranlarındaki artışın hava kirliliği ile doğrudan ilişkili olduğu birçok çalışma ile teyit edilmiştir. Fosil yakıt kullanımı sonucu havaya parçacıklı madde, ozon, nitrojen dioksit, kükürt dioksit, cıva ve diğer tehlikeli hava kirleticileri dahil olmak üzere birçok çeşitli zararlı kirleticiler salımı gerçekleşmektedir. Kirli havanın solunması, akciğer fonksiyonlarında bozulmaya, astıma, kalp-damar hastalıklarına, erken doğuma ve erken doğan bebeklerde ölüm oranlarının artmasına neden olmaktadır. Özellikle çocuklar, astım ve akciğer fonksiyon bozukluğu gelişimi açısından daha duyarlıdır.

Fosil yakıtlarının çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini azaltmak için 1970'lerden bu yana, uluslararası kuruluşlar iklim değişikliği ve hava kirliliği endişesiyle büyük ölçüde meşgul olmakta ve bu sorunu tek bir ülkenin kendi başına çözemeyeceğini, bu nedenle ülkeleri küresel bir çaba ve sorumluluk bilinciyle hareket etmeye çağırmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda önemli uluslararası düzeyde müzakereler başlatılmıştır. Küresel ölçekteki çevre kirliliği sorunlarının yalnızca uluslararası iş birliğiyle çözülebileceği fikri üzerinde durulmuş ve acil önlemlerin alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Fosil yakıtlara olan uzun vadeli bağımlılığın devam etmesi durumunda atmosferdeki CO₂ birikiminin artabileceği ve uzun vadede atmosferde biriken CO₂ önlenemez sonuçlara yol açabileceği konusunda bir uzlaşma sağlanmıştır. Bu adımlar doğrultusunda uluslararası farkındalık oluşturularak dünya genelinde çalışmalar başlatılmış ve sera gazlarını belli bir düzeyde tutmaya yönelik hedefler belirlenerek ve ulusal ve bölgesel farklılıkları gözeticilerle çevreyi olumsuz etkileyen insan kaynaklı etkenleri kontrol altına alınması ve azaltılması konusunda çeşitli sorumluluklar getirilmiştir. Dolayısıyla sürdürülebilir büyüme adına ve gelecek nesillere temiz yaşanacak dünya bırakma adına fosil yakıtların yenilenebilir enerji ile ikame edilmesi tüm ülkelerin öncül hedeflerinin biri haline gelmiştir. Fosil yakıtları yerine yenilenebilir enerjinin kullanılması, hava ve çevre kirliliğini azaltacaktır bu da hava kirliliği sonucu oluşan sağlık problemlerini dolayısıyla sağlık harcamalarının azalacağı varsayılmaktadır. Bu anlayıştan hareketle çalışmada, gelişmiş ülke örnekleme için yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık harcamaları üzerindeki etkisi panel veri analizi ile incelenmiştir.

Ampirik analizde Dünya Bankasının milli gelire göre sınıflandırdığı yüksek gelirli 48 ülkeye ait 2000-2020 dönemi verileri kullanılmıştır. Ayrıca sağlık harcamalarını

etkileyen ve yenilenebilir enerji tüketimi ile doğrudan ilişkili olduğu varsayılan ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu, nüfus ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi da analize dahil edilmiş ve sağlık harcamaları ile ilişkileri araştırılmıştır. Örneklem olarak yüksek gelirli ülkelerin seçilmesinin nedeni; bu ülkeler en büyük enerji kullanıcıları arasında yer almaktadır ve yeşil enerji üretiminde öncüler olarak kabul edilmektedir. Yüksek gelirli ülkeler, sürdürülebilir büyüme için yenilenebilir enerji tüketimine dayalı politikaları teşvik etmekte ve yenilenebilir enerji üretimi yatırımları için finansal güce sahiptirler. Yüksek gelirli ülkelerin en büyük enerji kullanıcıları olmalarının yanı sıra CO₂ emisyon artışında da önemli payları vardır. Dolayısıyla yüksek gelirli ülkelere yenilenebilir enerji tüketiminin, CO₂ emisyonlarının ve ekonomik büyümenin sağlık harcamaları üzerindeki etkisini araştırmak kritik önem taşımaktadır.

Uygulamanın ilk aşamasında panel veri Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler modeli tahmini yapılmıştır. Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler panel veri modelleri arasında hangisinin tercih edileceğini belirlemek için Hausman testi uygulanmıştır. Hausman testi istatistiklerine dayanarak, uygun modelin Sabit Etkiler modeli olduğuna karar verilmiştir. Daha sonra Sabit Etkiler regresyon modelinde grup bazında değişen varyans sorununu test etmek için modifiye Wald testi uygulanmıştır ve analiz sonucu modelde hata terimleri varyansının sabit olmadığını (heteroskedastisite), değişen varyans sorununun varlığı tespit edilmiştir. Çalışmada Sabit Etkiler modelinde otokorelasyon sorununu test etmek için Bhargava vd. Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleri kullanılmıştır. Bhargava vd. ile Baltagi-Wu LBI testi sonuçlarına göre, otokorelasyonun olmadığını belirten sıfır hipotezi tüm anlamlılık düzeylerinde güçlü bir şekilde reddedilerek, Sabit Etkiler modelinde otokorelasyon sorununun varlığı ve hata terimleri arasında ardışık ilişki olduğu belirlenmiştir. Ardından yatay kesit bağımlılığı sınaması için; Breusch-Pagan (1980) LM testi, Pesaran scaled LM, Bias-corrected scaled LM (Sapması Düzeltilmiş LM Testi) ve Pesaran CD testi gibi yöntemler uygulanmıştır. Yatay kesit bağımlılığı test sonuçlarına göre, sıfır hipotezinin reddedilmesiyle serilerin yatay kesit bağımlılığına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun anlamı, belirli bir ülkede meydana gelen şokların zamanla diğer ülkeleri de etkileyeceğini ifade etmektedir.

Panel verilerde yatay kesit bağımlılığının olup olmaması, uygulanacak birim kök testlerin belirlenmesi açısından önemlidir. Analize konu olan serilerin yatay kesit bağımlılığına sahip olması nedeniyle, serilerdeki durağanlığın incelenmesinde yatay kesit bağımlılığını

dikkate alan ve Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF (Cross-Sectional Augmented Dickey Fuller) ikinci nesil birim kök testi uygulanmıştır. Analiz sonucu, tüm değişkenlerin düzeyde birim kök içerdiği ve durağan olmadıkları, ancak tüm değişkenler birinci farkında durağan olup, aynı dereceden $I(1)$ entegre olduğu belirlenmiştir. Daha sonra yatay kesit bağımlılığı, değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarına karşı dirençli tahmin parametreleri üreten Driscoll-Kraay yöntemi kullanılarak Sabit Etkiler modeli tahmin edilmiştir. Driscoll-Kraay Standart Hatalar tahmin yöntemi sonucuna göre, temel açıklayıcı değişken yenilenebilir enerji tüketimi ile sağlık harcamaları arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, hava kirliliğini azaltma potansiyeline sahiptir. Fosil yakıtların (kömür, petrol, doğalgaz) yakılması, hava kirliliğine neden olan zararlı emisyonları (karbondioksit, azot oksitleri, kükürt dioksit gibi) atmosfere salmakta ve bu emisyonlar, solunum yolu hastalıkları, kalp hastalıkları ve diğer sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle) enerji üretirken hava kirliliğine neden olmamaktadır. Hava kalitesinin artması, astım, bronşit, kalp hastalıkları gibi sağlık sorunlarını azaltmaktadır. Hava kirliliği ile ilişkili sağlık problemlerinin azalması, insanların hastalanma oranını düşürmektedir. Sağlık sorunlarının azalması, hastane ziyaretleri, ilaç kullanımı ve tedavi masraflarının düşmesine neden olmakta ve bu nedenle sağlık harcamaları zamanla azalmaktadır.

Ekonomik büyüme göstergesi GDP ile sağlık harcamaları arasındaki ilişki negatif olarak tespit edilmiştir. Ülkeler geliştikçe bireylerin gelir seviyesi artmaktadır ve daha kaliteli ve çeşitli gıdalara erişimleri sağlamaktadır. Daha iyi beslenme, genel sağlık durumunu iyileştirmekte, bağışıklık sisteminin güçlenmesine ve genel sağlık durumunun iyileşmesine katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla kronik hastalıklar (şeker hastalığı, kalp hastalıkları, hipertansiyon gibi) riski azaltmaktadır. Diğer taraftan bir ülkenin ekonomik büyümesi ile birlikte sağlık eğitimi ve bilgisi daha erişilebilir hale gelmektedir. İnsanlar daha sağlıklı yaşam alışkanlıkları geliştirebilir ve hastalıkları önleyici davranışlar sergileyebilir, bu da sağlık harcamalarını azaltmaktadır. Ekonomik büyüme eğitim olanaklarının artmasına ve bireylerin sağlık hizmetlerini nasıl kullanacakları ve sağlıklı yaşam alışkanlıklarını benimseme konusunda daha bilinçli olmalarını sağlamaktadır. Bu da hastalıkların önlenmesine ve sağlık harcamalarının dolaylı olarak azalmasına neden olmaktadır.

Son olarak daha iyi yaşam koşulları ve sağlık hizmetlerine erişim, kronik hastalıkların önlenmesine yardımcı olmaktadır. Kronik hastalıkların azalması, sağlık harcamalarının uzun vadede azalmasına yol açmaktadır. Ekonomik büyüme ve gelir artışı, bireylerin düzenli sağlık kontrolleri ve önleyici bakım hizmetlerine erişimini artırmakta. Bu, hastalıkların erken teşhis edilmesini ve sağlık harcamalarının kontrol altına alınmasını sağlamaktadır.

Ayrıca, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ile sağlık harcamaları arasında pozitif ve anlamlı ilişki belirlenmiştir. Uzun ömürlü bireyler, daha uzun süre sağlık hizmetlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu, yaşlılıkta sağlık sorunlarının artması ve sürekli sağlık bakımı gereksinimlerinin bir sonucudur. Yaşam süresinin uzaması, yaşla birlikte gelen kronik hastalıkların (kalp hastalıkları, diyabet, hipertansiyon gibi) artmasına neden olmaktadır. Bu hastalıklar düzenli tıbbi bakım, tedavi ve ilaç kullanımı gerektirmekte ve hem kişisel hem de kamusal sağlık harcamalarını artırmaktadır. Uzun ömürlü bireyler genellikle daha uzun süre sağlık sigortası ve sağlık hizmetlerinden faydalanmaktadır.

Son olarak, 2008 küresel kriz sağlık harcamaları üzerindeki etkisini ölçme amaçlı 2008 yılı kukla değişkeni sağlık harcamaları beklentiler doğrultusunda negatif ilişkilidir. Ekonomik kriz dönemlerinde, devletler kamu sağlık harcamalarında kesintilere gitmek zorunda kalmaktadır ve bireyler de özel sağlık harcamalarını kısıtlamaktadır. İnsanlar, sağlık hizmetlerine olan harcamalarını azaltarak, temel ihtiyaçlarına öncelik vermektedir. Ayrıca kriz döneminde işsizlik oranları artmakta ve gelir kaybına yol açmaktadır sonuç olarak sağlık harcamalarının azalmaktadır.

Diğer bir kukla değişken, Covid-19 krizi 2019 yılının sonunda başlamış olsa da ekonomi üzerindeki etkileri 2020 yılında belirginleşmesi nedeniyle sağlık harcamaları üzerindeki ortalama etkisini kontrol etmek için y2020 kukla değişkeni kullanılmış ve sağlık harcamaları arasında beklentiler doğrultusunda pozitif ilişki tespit edilmiştir. COVID-19'a karşı aşı geliştirilmesi ve dağıtılması, büyük ölçekli aşı kampanyaları ve tedavi protokolleri harcamaları artmıştır. Hastaneler, yoğun bakım üniteleri ve ekipman gibi altyapı yatırımları artmış ve sağlık çalışanları ve hastalar için maske, eldiven, tulum gibi kişisel koruyucu ekipman alımı, önemli bir mali yük oluşturmuştur.

Son olarak, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi için Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik yöntemi uygulanmıştır. Nedensellik test sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile sağlık harcamaları arasında tek yönlü, ekonomik büyüme ile sağlık

harcamaları arasında tek yönlü, CO₂ emisyonları ile sağlık harcamaları arasında tek yönlü, nüfus ile sağlık harcamaları arasında çift yönlü, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ile sağlık harcamaları arasında çift yönlü ilişki tespit edilmiştir. Özetle, yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu, nüfus ve ortalama yaşam beklentisi sağlık harcamalarının nedenidir. Ancak sağlık harcamaları, yenilenebilir enerji tüketiminin, ekonomik büyümenin, CO₂ emisyonlarının nedeni değildir ve sağlık harcamaları nüfus ve (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresinin nedenidir.

Ampirik analiz bulgularını değerlendirdiğimizde, gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi sağlık harcamalarının nedenidir, yani yenilenebilir enerji tüketimi sağlık harcamalarını etkilemektedir. Bu bulgular, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketiminin yalnızca sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmakla kalmayıp aynı zamanda sağlık harcamalarını azalttığını ve nüfusun refahını artırarak (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresinde artışa yol açtığını göstermektedir. Dolayısıyla, elde edilen sonuçlar Shahzad vd. (2020), Apergis vd. (2018), Sasmaz vd. (2021), Nawab vd. (2021) ve Yang vd. (2022) tarafından yapılan araştırmalar tarafından desteklenmektedir. Yukarıdaki sonuçlar göz önüne alındığında, bu çalışma önemli politika çıkarımları sunmaktadır. Gelişmiş ülkeler yenilenebilir enerji üretim teknolojilerine olan yatırımları teşvik etmeli, yenilenebilir enerji teknoloji gelişim projelerini desteklemeli ve coğrafi ve iklimsel koşullarına göre yenilenebilir enerji üretim kaynak çeşitliliğine gidilmelidir. Ayrıca yenilenebilir enerji sektörüne doğrudan yabancı yatırım çekebilmek için ülkelerin altyapılarını iyileştirmesi, güvenliği sağlaması ve siyasi istikrarı temin etmesi gerekmektedir. Yatırım politikalarının yenilenebilir enerji stratejileriyle birleştirilmesi yeşil doğrudan yabancı yatırımı çekmek ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için çok önemlidir.

Diğer önemli bulgu gelişmiş ülkelerde CO₂ emisyonları sağlık harcamalarının nedenidir, buna göre CO₂ emisyonları sağlık harcamalarını etkilemektedir. Fosil kaynak kullanımı CO₂ emisyonlarını arttırmakta ve çevre, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Fosil kaynakların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının ikame edilmesi, yenilenebilir enerji kaynak kullanımının yaygınlaşması hava kirliliği kaynaklı sorunları azaltacaktır. Enerji kaynaklı CO₂ emisyonlarını azaltmak için hükümetler fosil yakıt kullanımını caydıracak yüksek oranlı karbon vergisi gibi çeşitli enerji vergileri uygulamalı ve sıkı politikalar takip etmelidir.

Bulgulara göre, gelişmiş ülkelerde sağlık harcamaları (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi ve ekonomik büyümenin nedenidir. Bireylerin ve toplumun sağlıklı olması verimliliği ve üretimi arttırarak ülkelerin ekonomik olarak kalkınmasını sağlamaktadır. Çalışmada, sağlık harcamaları ile (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresi nedensellik ilişkisinin varlığı, ülkelerin sağlık harcamalarındaki artış (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresini arttırdığı anlamına gelmektedir. Bireylerin sağlıklı ve uzun ömürlü olmaları ülkelerin beşerî sermayeden uzun süre faydalanabileceğini ifade etmektedir. Beşerî sermayedeki verimlilik artışı ekonomik büyümeyi destekleyecek ve ülkelerin refah düzeyini arttıracaktır. Beklentiler doğrultusunda, ekonomik büyüme ise yenilenebilir enerji tüketiminin, sağlık harcamalarının, (doğuştan itibaren) beklenen yaşam süresinin ve CO₂ emisyonlarının nedenidir. Buna göre ekonomik büyüme yenilenebilir enerji yatırımlarını ve tüketimini arttırmaktadır. Aynı zamanda ekonomik büyüme tüketimi ve kitlesel üretimi tetiklemekte ve üretimde yenilenebilir enerji kaynaklardan sağlanan enerji yetersiz kalması sonucu fosil yakıt kaynaklı enerji kullanılmaktadır. Fosil kaynak kullanımı CO₂ emisyonlarına neden olmakta ve hava kirliliği sağlık sorunlarını beraberinde getirmektedir. Hükümetler fosil yakıt kullanımını yenilenebilir enerji kaynaklarına ikame etmediği sürece bu kısır döngü bu şekilde devam etmektedir. Son olarak, yüksek gelirli ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık harcamaları üzerindeki etkisini inceleyen bu çalışmamızda 2000-2020 dönemine ait bu alandaki önemli bulgular sunmasına rağmen, bazı önemli sınırlamalarla karşı karşıyadır. Özellikle 2020 sonrası verilere ulaşamaması, bu analizlerin kapsamını önemli ölçüde kısıtlamaktadır. Bu sınırlamalar gelecekteki araştırmalar için bir temel oluşturmaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık harcamaları üzerindeki etkilerinden ziyade, bu kaynakların solunum hastalıkları üzerindeki belirgin etkilerini derinlemesine incelemek, insan sağlığı ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki karmaşık ilişkileri daha iyi anlamamıza olanak tanıyabilir. Ayrıca, solunum hastalıklarıyla ilgili veri sınırlamaları ve eksiklikler nedeniyle, bu önemli sağlık sorununu doğrudan incelemek yerine sağlık harcamaları değişkeni kullanılmıştır. Bu yaklaşım, dolaylı yoldan da olsa, toplum sağlığı üzerindeki etkileri değerlendirmemize olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kullanımıyla azalan hava kirliliği ve bunun sonucunda solunum yolu hastalıklarının görülme sıklığındaki azalma gibi önemli hususlar, daha sağlıklı bir toplum yaratma yolundaki potansiyeli ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, bu alanda yapılacak araştırmalar,

bireylerin yaşam kalitesini artıracak ve toplum sağığını koruyacak stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Gelecek çalışmaların bu verilerin toplanması ve analiz edilmesi konusunda çaba göstermesi, bu alandaki bilgi eksikliğini gidermeye yardımcı olacaktır.



KAYNAKLAR

Abdalla, Safa, Spenser S. Apramian, Linda F. Cantley, Mark R. Cullen, Charles N. Mock, R. Nugent, O. Kobusingye, and K. R. Smith. 2017. "Occupation and Risk for Injuries." *Injury Prevention and Environmental Health*. 3rd ed. *The International Bank for Reconstruction and Development*, <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0522->.

Abdullah, S. M. , Salina Siddiqua, and Rumana Huque. 2017. "Is Health Care a Necessary or Luxury Product for Asian Countries? An Answer Using Panel Approach." *Health Economics Review* 7, 1-12. doi:https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0522-6_ch6.

Acaroğlu, Mustafa. 2013. *Alternatif Enerji Kaynakları: Güneş Enerjisi, Rüzgâr Enerjisi*. Nobel.

Acheson, Donald. 2001. *Independent Inquiry Into Inequalities in Health Report*. London: The Stationery Office.

Agbede, Esther Abdul , Yasmin Bani, W. N. W Azman Saini, and N. A. M Naseem. 2021. "The Impact of Energy Consumption On Environmental Quality: Empirical Evidence From The MINT Countries." *Environmental Science and Pollution Research* 28, 54117–54136. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-021-14407-2>.

Ahmad, Fayyaz , Muhammad Umar Draz, Ilhan Ozturk, Lijuan Su, and Abdul Rauf. 2020. "Looking For Asymmetries And Nonlinearities: The Nexus Between Renewable Energy and Environmental Degradation in the Northwestern Provinces of China." *Journal of Cleaner Production* 266, 121714. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121714>.

AIHW. 2002. *Chronic Diseases and Associated Risk Factors in Australia, 2001*. Australian Institute of Health and Welfare.

Akar, Tuba , Tufan Sarıtaş, and Gökhan Akar. 2023. "Yenilenebilir Enerji ve Sağlık Harcamaları İlişkisi: AB Ülkelerinden Kanıtlar." *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi* 12, 43 - 48. doi:<https://doi.org/10.55589/bsbd.1302569>.

Akın, Fahamet. 2002. *Ekonometri*. Ekin.

Al-Yaman, Fadwa, Meredith Bryant, and Hilary Sargeant. 2002. *Australia's Children: Their Health and Wellbeing*. Australian Institute of Health and Welfare.

Aldakhil, Abdullah Mohammed , Abdelmohsen A. Nassani, Usama Awan, Muhammad Moinuddin Qazi Abro, and Khalid Zaman . 2018. "Determinants of Green Logistics in BRICS Countries: An Integrated Supply Chain Model for Green Business." *Journal of Cleaner Production* 195, 861-868. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.248>.

Aldy, Joseph E, Scott Barrett, and Robert N. Stavins. 2003. "Thirteen Plus One: A Comparison of Global Climate Policy Architectures." *Climate Policy* 3, 373-397. doi:<https://doi.org/10.1016/j.clipol.2003.09.004>.

Alimi, Olorunfemi Yasiru , Kazeem Bello Ajide, and Wakeel Atanda Isola. 2020. "Environmental Quality and Health Expenditure in ECOWAS." *Environment*,

Development and Sustainability 22, 5105–5127. doi:<https://doi.org/10.1007/s10668-019-00416-2>.

Alola, Andrew Adewale, Festus Victor Bekun, and Samuel Asumadu Sarkodie . 2019. "Dynamic Impact of Trade Policy, Economic Growth, Fertility Rate, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on Ecological Footprint in Europe." *Science of The Total Environment* 685, 702-709.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.139>.

American Lung Association. 2023. *What Is Nitrogen Dioxide?* Accessed Eylül 2024.
<https://www.lung.org/clean-air/outdoors/what-makes-air-unhealthy/nitrogen-dioxide#:~:text=Nitrogen%20dioxide%2C%20or%20NO2,are%20burned%20at%20high%20temperatures>.

An, Jiyeon, and Almas Heshmati. 2019. "The Relationship Between Air Pollutants and Healthcare Expenditure: Empirical Evidence from South Korea." *Environmental Science and Pollution Research* 26, 31730-31751. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-019-06145-3>.

Andersen , Ronald , and John F Newman. 1973. "Societal and Individual Determinants of Medical Care Utilization in the United States." *Health and Society*, 95–124.
doi:<https://doi.org/10.1111%2Fj.1468-0009.2005.00428.x>.

Andersen, Ronald M. . 1995. "Revisiting the Behavioral Model and Access to Medical Care: Does it Matter?" *Journal of Health and Social Behavior*, 1-10.
doi:<https://doi.org/10.2307/2137284>.

Andreev, Leonid. 2011. *The Economics of the Russian Nuclear Power Industry*. The Bellona Foundation.

Antonisse, Larisa, and Rachel Garfield. 2018. *The Relationship Between Work and Health: Findings From a Literature Review*. " California: . California: Henry J Kaiser Family Foundation.

Antunes, Jose' Leopoldo Ferreira , and Eliseu Alves Waldman. 2001. "The impact of AIDS, Immigration and Housing Overcrowding On Tuberculosis Deaths in Sao Paulo, Brazil, 1994-1998." *Social Science & Medicine*, 1071–1080.
doi:[https://doi.org/10.1016/s0277-9536\(00\)00214-8](https://doi.org/10.1016/s0277-9536(00)00214-8).

Anwar, Asim , Shabir Hyder, Norashidah Mohamed Nor, and Mustafa Younis. 2023. "Government Health Expenditures and Health Outcome Nexus: A Study on OECD Countries." *Frontiers in Public Health*, 1-7.
doi:<https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1123759>.

Anwar, Asim , Shabir Hyder, Russell Bennett, and Mustafa Younis. 2022. "Impact of Environmental Quality on Healthcare Expenditures in Developing Countries: A Panel Data Approach." *Healthcare* 10, 1608. doi:<https://doi.org/10.3390/healthcare10091608>.

Apergis, Nicholas , Mehdi Ben Jebli, and Slim Ben Youssef . 2018. "Does Renewable Energy Consumption and Health Expenditures Decrease Carbon Dioxide Emissions?"

- Evidence For Sub-Saharan Africa Countries." *Renewable Energy* 127, 1011-1016.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.05.043>.
- Apergis, Nicholas , Mita Bhattacharya, and Walid Hadhri. 2020. "Health Care Expenditure and Environmental Pollution: A Cross-Country Comparison Across Different Income Groups." *Environmental Science and Pollution Research*, 8142-8156.
doi:doi.org/10.1007/s11356-019-07457-0.
- Ari, Rabl, and Audrey De Nazelle. 2012. "Benefits of Shift From Car to Active Transport." *Transport Policy* 19, 121-131.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.09.008>.
- Ashrafuzzaman, Md , and Gustavo Luis Furini. 2019. "Climate Change and Human Health Linkages In the Context of Globalization: An Overview from Global to Southwestern Coastal Region of Bangladesh." *Environment International* 127, 402-411.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.020>.
- Asian Development Bank. Unknown. *Public-Private Partnership Handbook*. Asian Development Bank.
- Atagün, Gülhan, and Mustafa Acar. 2016. "Biyokütle Enerjisi ve Tarımsal Atıklar." *Ulusal Biyoyakıt Sempozyumu*. Samsun: Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. 277-285.
- Australian Bureau of Statistics, ABS. 1997. "1995 National Health Survey." ABS catalogue #4364.0, Canberra.
- Avcıoğlu, Ayten Onurbaş. 2011. *Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler: Biyoyakıtlar*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Awosusi, Abraham Ayobamiji , Tomiwa Sunday Adebayo, Mehmet Altuntaş, Ephraim Bonah Agyekum, Hossam M. Zawbaa, and Salah Kamel. 2022. "The Dynamic Impact of Biomass And Natural Resources On Ecological Footprint In BRICS Economies: A Quantile Regression Evidence." *Energy Reports* 8, 1979-1994.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.01.022>.
- Ayan, Ali Kemal, Selim Aytaç, Mustafa Acar, and Şahin Gizlenci. 2016. "Tütün Tohumlarının Biyodizel Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması." 2. *Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu*. Samsun: Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü . 155-165.
- Azari, Habib Yousef. 2014. "Karbon Emisyon Piyasaları." 1-19.
- Badulescu, Daniel , Ramona Simut, Alina Badulescu, and Andrei-Vlad Badulescu. 2019. "The Relative Effects of Economic Growth, Environmental Pollution and Non-Communicable Diseases on Health Expenditures in European Union Countries." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16, 5115.
doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph16245115>.

- Bailis, Robert , Majid Ezzati, and Daniel M. Kammen. 2005. "Mortality and Greenhouse Gas Impacts of Biomass and Petroleum Energy." *Science* 308, 98-103. doi:<http://dx.doi.org/10.1126/science.1106881>.
- Baltagi, Badi H. 2005. *Econometric Analysis of Panel Data*. 3rd edition. Chichester, England: , Southern Gate. doi:<https://doi.org/10.1017/S0266466699156020>.
- Baltagi, Badi H., and Ping X. Wu. 1999. "Unequally Spaced Panel Data Regressions with AR(1) Disturbances." *Econometric Theory* 15, 814-823. doi:<https://doi.org/10.1017/S0266466699156020>.
- Baltagi, Badi H., Qu Feng, and Chihwa Kao. 2012. "A Lagrange Multiplier Test for Cross Sectional Dependence in a Fixed Effects Panel Data Model." *Journal of Econometrics* 170, 164-177. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2012.04.004>.
- Barbieri, Laura. 2008. "Panel Cointegration Tests: A Survey." *Rivista Internazionale di Scienze Sociali* 116, 3-36. doi:<https://doi.org/10.2307/41625199>.
- Barbosa, Luciana , Cláudia Nunes, Artur Rodrigues, and Alberto Sardinha. 2020. "Feed-in Tariffcontract Schemes and Regulatory Uncertainty." *European Journal of Operational Research* 287, 331–347. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.04.054>.
- Barkat, Karim , Raschid Sbia, and Youcef Maouchi. 2019. "Empirical Evidence On The Long and Short Run Determinants of Health Expenditure In The Arab World." *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 78-87. doi:<https://doi.org/10.1016/j.qref.2018.11.009>.
- Barkat, Karim , Raschid Sbia, and Youcef Maouchi. 2019. "Empirical Evidence On The Long and Short Run Determinants of Health Expenditure In The Arab World." *Quarterly Review of Economics and Finance* 73, 78-87. doi:<https://doi.org/10.1016/j.qref.2018.11.009>.
- Barnes, Brendon R. 2014. "Behavioural Change, Indoor Air Pollution and Child Respiratory Health in Developing Countries: A Review." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11, 4607–4618. doi:<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph110504607>.
- Bataller, Mansanet Maria, and Ángel Pardo. 2008. "What You Should Know About Carbon Markets." *Energies* 1, 120-153. doi:<https://doi.org/10.3390/en1030120>.
- Bayar, Yilmaz , Marius Dan Gavriltea, Mirela Oana Pintea, and Ioana Cristina Sechel. 2021. "Impact of Environment, Life Expectancy and Real GDP per Capita on Health Expenditures: Evidence from the EU Member States." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18, 13176. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph182413176>.
- Bayer, Patrick, and Michaël Aklin. 2020. "The European Union Emissions Trading System Reduced CO2 Emissions Despite Low Prices." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117, 8804-8812. doi:<https://doi.org/10.1073/pnas.1918128117>.

- Bayraç, Hüseyin Naci. 2018. "Uluslararası Doğalgaz Piyasasının Ekonomik Yapısı ve Uygulanan Politikalar." *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 13, 13-36. doi:<https://doi.org/10.17153/oguibf.405932>.
- Beatty, Timothy K.M. , and Jay P. Shimshack. 2014. "Air Pollution and Children's Respiratory Health: A Cohort Analysis." *Journal of Environmental Economics and Management* 67, 39-57. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jeem.2013.10.002>.
- Beck, Fredric, and Eric Martinot. 2004. "Renewable Energy Policies and Barriers." *Encyclopedia of Energy* , 365-383.
- Bekhet, Hussain Ali, Ali Matar, and Tahira Yasmin. 2017. "CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, And Financial Development in GCC Countries: Dynamic Simultaneous Equation Models." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 70, 117-132. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.089>.
- Berahab, Rim . 2024. *From Theory to Practice: Making Carbon Pricing Work*. Policy Paper, Policy Center for the New South.
- Beşergil, Bilsen. 2009. *Petrol, petrol kimyası*. Ege Üniversitesi.
- Bhargava , Alok, Luisa Franzini, and Wiji Narendran. 1982. "Serial Correlation and the Fixed Effects Model." *The Review of Economic Studies* 49, 533-549. doi:<https://doi.org/10.2307/2297285>.
- Bildirici, Melike E. , Rui Alexandre Castanho, Gualter Couto, and Sema Yılmaz. 2023. "Refugees, Traditional Energy Consumption, Environmental Pollution, and Deforestation: Fourier BARDL Method." *Energy Strategy Reviews* 48, 101109. doi:<https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101109>.
- Blum, Henrik L. 1981. *Planning for Health: Generics for the Eighties*. New York: Human Science Press.
- Breyer, Friedrich, and Stefan Felder. 2006. "Life Expectancy and Health Care Expenditures: A New Calculation for Germany Using the Costs of Dying." *Health Policy* 75, 178-186. doi:<https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2005.03.011>.
- Brunekreef, Bert , and Stephen T Holgate. 2002. "Air Pollution and Health." *Lancet* 360, 1233-42. doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11274-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11274-8).
- Brunner, Eric. 1997. "Socioeconomic Determinants of Health: Stress and the Biology of Inequality." *BMJ: British Medical Journal* 314, 1472. doi:<https://doi.org/10.1136/bmj.314.7092.1472>.
- Bull, Stanley R. . 2001. "Renewable Energy Today and Tomorrow." *Proceedings of the IEEE* 89, 216-1226. doi:<https://doi.org/10.1109/5.940290>.
- Canan, Selime , Vedat Ceyhan, and Turgut Ağırnaslıgil. 2016. "Türkiye’de Biyokütle Fiyatındaki Değişimin Biyoetanol Maliyeti Üzerine Etkileri." 2. *Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu*. Samsun: Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü . 27-37.
- Carey, Iain M , Richard W Atkinson, Andrew J Kent, Tjeerd van Staa, Derek G Cook, and H Ross Anderson. 2013. "Mortality Associations with Long-Term Exposure to

Outdoor Air Pollution In a National English Cohort." *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 187, 1226-1233. doi:doi: 10.1164/rccm.201210-1758O.

Carré, Julie , Nicolas Gatimel, Jessika Moreau , Jean Parinaud, and Roger Léandri . 2017. "Does Air Pollution Play a Role In Infertility?: A Systematic Review." *Environmental Health* 16, 1-16. doi:doi: 10.1186/s12940-017-0291-8.

Caruso, Giulia, Emiliano Colantonio, and Stefano Antonio Gattone. 2020. "Relationships Between Renewable Energy Consumption, Social Factors, and Health: A Panel Vector Auto Regression Analysis of a Cluster of 12 EU Countries." *Sustainability* 12, no. 7, 2915. doi:https://doi.org/10.3390/su12072915.

Case, Anne, and Christina Paxson. 2002. "Parental Behavior and Child Health." *Health Affairs* 21, 164-178. doi:https://doi.org/10.1377/hlthaff.21.2.164.

Center for Climate and Energy Solution. 2022. *Center for Climate and Energy Solution*. <https://www.c2es.org/content/renewableenergy/#:~:>.

CESifo DICE Report 4. 2008. "Bismarck versus Beveridge: A Comparison of Social Insurance Systems in Europe."

Çetin, Mümin Atalay. 2018. "The Long Run Relationship between Health Expenditure and Renewable Energy Consumption in BRICS-T Countries: Panel ARDL Evidence." *5rd International Congress on Political, Economic and Social Studies (ICPESS)*. 337.

Çetintaş, Hakan, and Kumru Türköz. 2017. "İklim Değişikliği ile Mücadelede Karbon Piyasalarının Rolü." *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 20, 147-168. doi:https://doi.org/10.31795/baunsobed.645182.

Çevre ve Orman Bakanlığı . 2008. *Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmalar ve Diğer Uluslararası Emisyon Ticareti Sistemleri*. Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara: Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.

Chaabouni, Sami , and Kais Saidi . 2017. "The Dynamic Links Between Carbon Dioxide (CO2) Emissions, Health Spending and GDP Growth: A Case Study for 51 Countries." *Environmental Research* 158, 137-144. doi:https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.05.041.

Chen, Xihui Haviour, Kienpin Tee, Marwa Elnahass, and Rizwan Ahmed. 2023. "Assessing the Environmental Impacts of Renewable Energy Sources: A Case Study On Air Pollution and Carbon Emissions in China." *Journal of Environmental Management* 345, 118525. doi:https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118525.

Cheng, Gang , Changjuan Zhao, Najaf Iqbal, Özge Gülmez, Hayriye Işık, and Dervis Kirikkaleli. 2021. "Does Energy Productivity and Public-Private Investment in Energy Achieve Carbon Neutrality Target of China?" *Journal of Environmental Management* 298, 113464. doi:https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113464.

Cheung, Kalam, Nancy Daher, Winnie Kam, Martin M. Shafer, Zhi Ning, James J. Schauer, and Constantinos Sioutas. 2011. "Spatial and Temporal Variation of Chemical Composition and Mass Closure of Ambient Coarse Particulate Matter (PM 10–2.5) In

The Los Angeles Area." *Atmospheric Environment* 45, 2651-2662.
doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.02.066.

Cichon, Michael, and Charles Normand. 1994. "Between Beveridge and Bismarck-Options for Health Care Financing in Central and Eastern Europe." *World Health Forum* 15, 323-328.

Çoban, M. Kaya. 2009. *Düinden Bugüne Türkiye Cumhuriyeti'nde Petrol Aramaları ve Dünyadaki Yönelimler*. Aydoğdu Ofset.

Connor, Peter, Veit Bürger, Luuk Beurskens, Karin Ericsson, and Christiane Egger. 2013. "Devising Renewable Heat Policy: Overview of Support Options,." *Energy Policy* 59, 3-16. doi:DOI: 10.1016/j.enpol.2012.09.052.

Cosmi, Carmelina , Maria Macchiato, L. Mangiamele, G. Marmo, F. Pietrapertosaa, and M. Salvia. 2003. "Environmental and Economic Effects of Renewable Energy Sources Use On a Local Case Study." *Energy Policy* 31, 443-457.
doi:https://doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00073-3.

CSDA. 2002. *Establishing National Authorities for the CDM, A Guide for Developing Countries*. Washington: Center for Sustainable Development in the Americas.

Çukurçayır, M. Akif, and Hayriye Sağır. 2008. "Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları." *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 257 - 278.

Cullis, John G., and Peter A. West. 1979. *Economics of Health: An Introduction*. New York University Press.

Culyer, Anthony John . 1989. "Cost Containment In Europe, In: OECD." *Health Care Financing Review*, 21-32.

Dalcalı, Adem, Emre Çelik, and Serdal Arslan. 2012. "Mikro ve Mini Hidroelektrik Santralleri için Mikrodenetleyici Tabanlı Bir Elektronik Governor Sisteminin Tasarımı." *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi* 28, 130-135.

Danışman, Mehmet Ali. 2011. "Jeotermal Nedir Ne Değildir." *Jeofizik Bülteni* 68 4-9.

Day, Sibel, and Özer Kolsarıcı. 2016. "Biyokütle Enerjisinin Önemi ve Yan Ürünlerin Değerlendirmesi." 2. *Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu*. Samsun: Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü . 101-107.

De Hoyos, Rafael E, and Vasilis Sarafidis. 2006. "Testing for cross-Sectional Dependence in Panel Data Models." *The Stata Journal* 6, 482- 496.
doi:https://doi.org/10.1177/1536867X0600600403.

Delamothe, Tony. 1991. "Social inequalities in Health." *BMJ: British Medical Journal* 303. doi:https://doi.org/10.1136/bmj.303.6809.1046.

Deloitte. 2014. "Biyokütlenin altın çağı."

Depren, Serpil Kılıç , Mustafa Tevfik Kartal, Neşe Çoban Çelikdemir, and Özer Depren. 2022. "Energy Consumption And Environmental Degradation Nexus: A Systematic Review And Meta-Analysis Of Fossil Fuel and Renewable Energy

- Consumption." *Ecological Informatics* 70, 101747.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101747>.
- Doğanay, Hayati, and Ogün Coşkun. 2017. *Enerji kaynakları*. 3. Ankara: Pegem Akademi.
- Doğanay, Hayati. 1998. *Enerji Kaynakları*,. 2. Erzurum: Şafak Yayınevi.
- DPT. 1992. *Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Sektörü, Jeotermal Enerji*. Alt Komisyon Raporu, Özel İhtisas Komisyonu.
- DPT. 1996. *Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Sektörü, Jeotermal Enerji*. Çalışma Grubu Raporu, Özel İhtisas Komisyonu,.
- DPT. 2000. "Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı,." İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT:2532, ÖİK:548, Ankara.
- Driscoll, John C, and Aart C. Kraay. 1998. "Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Panel Data." *Review of Economics and Statistics* 80, 549-560.
doi:<https://doi.org/10.1162/003465398557825>.
- Dumitrescu, Elena-Ivon, and Christophe Hurlin. 2012. "Testing for Granger Non-causality in Heterogeneous Panels." *Economic Modelling* 29, 1450-1460.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.014>.
- Dutt, Gautam, and Fabian Gaioli. 2007. "Coping with Climate Change." *Economic and Political Weekly*, 239-4250. doi:<http://dx.doi.org/10.2307/40276576>.
- Edo, Great Iruoghene , Lilian Oghenenyoreme Itoje-akpokiniovo, Promise Obasohan, Victor Ovie Ikpekoru, Princess Oghenekeno Samue, and Agatha Ngukuran Jikah. 2024. "Impact of Environmental Pollution From Human Activities on Water, Air Quality and Climate Change." *Ecological Frontiers*.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecofro.2024.02.014>.
- Elmas, , Makbule. 2019. "Petrol Endüstrileri ve Petrol İhraç Eden Ülkeler." *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 1 (3): 29-41.
- Ersöz, Taner, Medine Türkoğlu Elitaş, and Filiz Ersöz. 2015. "OECD Ülkelerinde Biyokütle Enerji Üretiminin Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi ile İncelenmesi." *TÜBAV Bilim Dergisi* 8, 1-11.
- Esso, Loesse Jacques , and Yaya Kehu. 2016. "Energy Consumption, Economic Growth And Carbon Emissions: Cointegration And Causality Evidence From Selected African Countries." *Energy* 114, 492-497. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.08.010>.
- Eurohealth. 2002. "Tackling Inequalities in Health: Mind the Health and Wealth Gap." London.
- Forsyth, Ann, and Kevin J. Krizek. 2010. "Promoting Walking and Bicycling: Assessing the Evidence to Assist Planners." *Built Environment* 36, 429-446.
doi:<http://dx.doi.org/10.2148/benv.36.4.429>.

Fotourehchi, Zahra, and Zafer Çalışkan. 2018. "Is it Possible to Describe a Kuznets Curve for Health Outcomes? An Empirical Investigation." *Panoeconomicus* 65, 227-238.

Frondel, Manuel, and Colin Vance. 2010. "Fixed, Random, or Something in Between? A Variant of Hausman's Specification Test for Panel Data Estimators." *Economics Letters* 107, 327-329. doi:<http://dx.doi.org/10.17877/DE290R-12782>.

Gallie, Duncan, Serge Paugam, and Sheila Jacobs. 2003. "Unemployment, Poverty and Social Isolation: Is There a Vicious Circle of Social Exclusion?" 1-32. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/1461669032000057668>.

Ganda, Fortune. 2021. "The Impact of Health Expenditure On Environmental Quality: The Case of BRICS." *Development Studies Research* 8, 199-217. doi:<https://doi.org/10.1080/21665095.2021.1955720>.

Gerdtham, Ulf-G. , and Bengt Jönsson. 1991. "Price and Quantity In International Comparisons of Health Care Expenditure." *Applied Economics*, 1519-1528.

Gill , Edward A , Cynthia L Curl, Sara D Adar, Ryan W Allen, Amy H Auchincloss,, Marie S O'Neill, Sung Kyun Park, Victor C Van Hee, Ana V Diez Roux, and Joel D Kaufman. 2011. "Air pollution and cardiovascular disease in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis." *Progress in Cardiovascular Diseases* 53, 353-360. doi:<https://doi.org/10.1016/j.pcad.2011.02.001>.

Godrej, Dinyar. 2003. *Küresel İklim Değişimi*. 1. Translated by Ohannes Kılıçdağı. İstanbul: Metis Yayınları.

Goldsmith, Seth B. 1972. "The Status of Health Status Indicators." *Health Services Reports* 87. doi:<https://doi.org/10.2307/4594470>.

Greene, William H. 2012. *Econometric Analysis*. 7th edition. International edition, . New Jersey: Prentice Hall.

Greer, Scott L., Michelle Falkenbach, Luigi Siciliani, Martin McKee, Matthias Wismar, Praneetha Vissapragada, Marie C. Montás, Janamarie Perroud, Olivia Rockwell, and Josep Figueras. 2023. *Making Health for All Policies: Harnessing the Co-benefits of Health*. Copenhagen: World Health Organization.

Greve, Carsten, and Graeme Hodge. 2011. "Theorizing Public-Private Partnership Success A Market-Based Alternative to Government." *Public Management Research Conference at Syracuse University*. New York.

Gujarati, Damodar N, and Dawn C. Porter. 2009. *Basic Econometrics*. McGraw-hill.

Gültekin, A. Haydar, and Yüksel Örgün. 1993. "Doğalgaz ve Çevre." *Çevre Dergisi* 9, 37-41.

Guo, Qing , and Jiayi Liu. 2024. "Study on the Impact of Air pollution on Residents' Health Expenditures in Guangdong, Hong Kong, and Macao Greater Bay Area." *Ecotoxicology and Environmental Safety*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116896>.

- Hair, Joseph, Rolph Anderson, Barry Babin, and William Black. 2013. *Multivariate Data Analysis*. New Jersey: Pearson Educational International. .
- Halford, W. Kim. 2000. "Australian Couples in Millennium Three." *Canberra: Department of Family and Community Service*.
- Hall, Robert E., and Charles I. Jones. 2007. "The Value of Life and The Rise In Health Spending." *The Quarterly Journal of Economics*, 39-72.
- Hao, Yu, Zhi-Nan Lu, Junbing Huang, and Shuang Liu. 2018. "The Impact of Environmental Pollution on Public Health Expenditure: Dynamic Panel Analysis Based on Chinese Provincial Data." *Environmental Science and Pollution Research* 25, 18853-18865. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2095-y>.
- Haseeb, Muhammad , Sebastian Kot, Hafezali Iqbal Hussain, and Kittisak Jermisittiparsert. 2019. "Impact of Economic Growth, Environmental Pollution and Energy Consumption on Health Expenditure and R&D Expenditure of ASEAN Countries." *Energies* 17, 2879. doi:DOI:10.3390/en17122879.
- Hitiris , Theo , and John Posnett. 1992. "The Determinants and Effects of Health Expenditure In Developed Countries." *Journal of Health Economics*, 173-181. doi:[https://doi.org/10.1016/0167-6296\(92\)90033-W](https://doi.org/10.1016/0167-6296(92)90033-W).
- Hoechle, Daniel. 2007. "Robust Standard Errors for Panel Regressions with Cross-Sectional Dependence." *The Stata Journal* 7, 281-312. doi:<http://dx.doi.org/10.1177/1536867X0700700301>.
- Horn, Geoffrey M. 2010. *Coal, Oil, and Natural Gas*. Infobase Publishing.
- Hoyman, Howard S. 1962. "Our Modern Concept of Health." *Journal of School Health* 32, 253-264. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.1962.tb00361.x>.
- Hoyos, Rafael E. De , and Vasilis Sarafidis. 2006. "Testing for Cross-Sectional Dependence in Panel Data Models." *The Stata Journal* 6, 482- 496. doi:<https://doi.org/10.1177/1536867X0600600403>.
- Huang, Yongming , Zebo Kuldasheva, Shakhrukh Bobojanov, Bekhzod Djalilov, Raufhon Salahodjaev, and Shah Abbas. 2022. "Exploring The Links Between Fossil Fuel Energy Consumption, Industrial Value-Added, and Carbon Emissions In G20 Countries." *Environmental Science and Pollution Research*. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-022-22605-9>.
- Ibukun, Cleopatra Oluseye , and Tolulope Temilola Osinubi. 2020. "Environmental Quality, Economic Growth, and Health Expenditure: Empirical Evidence from a Panel of African Countries." *African Journal of Economic Review* 8, 119-140.
- IRENA. 2015. "Renewable Energy Auctions A Guide to Design."
- İşler, Yavuz Selim, and Metin Salihmuhsin. 2019. "Güneş Enerjisi Santrallerinde Şehpa Seçiminin Performansa Etkisinin Analiz Edilmesi Ve Sıcaklık Etkisi." *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi* 6, 97-107. doi:<https://doi.org/10.31202/ecjse.459080>.
- İşyar, Yüksel. 1999. *Ekonometrik Modeller*. Vipaş.

- Jaba, Elisabeta , Christiana Brigitte Balan, and Ioan-Bogdan Robu. 2014. "The Relationship Between Life Expectancy at Birth and Health Expenditures Estimated by a Cross-Country and Time-Series Analysis." *Procedia Economics and Finance* 15, 108-114. doi:[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00454-7](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00454-7).
- Jakovljevic, Mihajlo, and Seiritsu Ogura. 2016. "Health Economics at the Crossroads of Centuries—from the Past to the Future." *Frontiers in Public Health* 4, 115. doi:<https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00115>.
- Jawahar, C.P., and Prawin Angel Michael. 2017. "A review on turbines for micro hydro power plant." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 72, 882-887. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.133>.
- Jayadevan, C. M. , and Nam Trung Hoang . 2024. "Healthcare Spending In High-Income and Upper-Middle-Income Countries: A Cross-Country Analysis." *Discover Health Systems* 3. doi:<https://doi.org/10.1007/s44250-024-00099-1>.
- Jiang, Xu-Qin, Xiao-Dong Mei, and Di Feng. 2016. "Air Pollution and Chronic Airway Diseases: What Should People Know and Do." *Journal of Thoracic Disease* 8, E31–E40. doi:<https://doi.org/10.3978%2Fj.issn.2072-1439.2015.11.50>.
- Johnston, Jack, and John Dinardo. 1997. *Econometric Methods*. New York: McGraw-Hill.
- Judge, Ken, and Iain Paterson. 2001. *Poverty, Income Inequality and Health*. New Zealand: New Zealand Treasury Working Paper, No. 01/29.
- Kablamacı, Barış. 2011. *Petrol ve Ekonomi*. "Yayın Numarası 49, , (2011). İstanbul: Derin Yayınları.
- Kaplan, Gilaad G., Divine Tanyingoh, Elijah Dixon, Markey Johnson, Amanda J. Wheeler, Robert P. Myers, Stefania Bertazzon, et al. 2013. "Ambient Ozone Concentrations and the Risk of Perforated and Nonperforated Appendicitis: A Multicity Case-Crossover Study." *Environ Health Perspect* 121, 939–943. doi:<https://doi.org/10.1289%2Fehp.1206085>.
- Karagöl, Erdal Tanas, and İsmail Kavaz. 2017. "Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji." *Seta Analiz*.
- Karakaya, Etem, and Mustafa Özçağ. 2004. "Sürdürülebilir Kalkınma ve İklim Değişikliği: Uygulanabilecek İktisadi Araçların Analizi." *Birinci Maliye Konferansı*. Bışkek.
- Karamıklı, Aysun , and Sasmaz Mahmut Unsal . 2021. "Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme ve Sağlık Harcamaları Üzerindeki Etkisi." *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 46, 293-304. doi:<http://dx.doi.org/10.30794/pausbed.846221>.
- Karayılmazlar, Selman, Nedim Saraçoğlu, Yıldız Çabuk, and Rıfat Kurt. 2011. "Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi." *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 13, 63-75.

- Karoly, Lynn, A., Peter W. Greenwood, Susan S. Everingham, Jill Houbé, M. Rebecca Kilburn, C. Peter Rydell, Matthew Sanders, and James Chiesa. 1998. *Investing In Our Children: What We know and Don't Know About the Costs and Benefits of Early Childhood Interventions*. Rand Corporation.
- Kavaz, İsmail. 2019. "Yerli ve Milli Enerji Politikaları Ekseninde Kömür." *Seta Analiz* 7-27.
- Kaya, İslam Safa. 2012. "Nükleer Enerji Dünyasında Çevre ve İnsan." *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 12, 71-90.
doi:<https://doi.org/10.11616/AbantSbe.286>.
- Kelley, Lee. 2004. "Globalisation: What is it and How Does it Affect Health?" *Medical Journal of Australia* 180, 156-158. doi:<https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2004.tb05855.x>.
- Ken, Judge, and Iain Paterson. 2001. *Poverty, Income Inequality and Health in Canada*. Canada: CSJ Foundation for Research and Education.
- Ken, Judge, and Paterson Iain. 2001. *Poverty, Income Inequality and Health*. Wellington: New Zealand Treasury Working Paper, No. 01/29.
<https://hdl.handle.net/10419/205470>.
- Kendirli, Berna, and Belgin Çakmak. 2010. "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sera Isıtmasında Kullanımı." *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi* 2, 95-103.
doi:https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000029.
- Kenton, Will, and Eric Estevez. 2024. *Feed-In Tariff (FIT): Explanation, History, and Uses*. Accessed September 2024. <https://www.investopedia.com/terms/f/feed-in-tariff.asp>.
- Keskin, Ahmet. 2016. "Etlik Piliç Kesimhanesi Rendering Yağından Metil Ester Üretimi ve Eurodizelle Karışımlarının Yakıt Özelliklerinin İncelenmesi." *2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu*. Samsun: Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. 187-197.
- Khan, Anwar , Jamal Hussain, Sadia Bano, and Yang Chenggang. 2020. "The Repercussions Of Foreign Direct Investment, Renewable Energy and Health Expenditure On Environmental Decay? An Econometric Analysis of B&RI Countries." *Journal of Environmental Planning and Management* 63, 1965-1986.
doi:<https://doi.org/10.1080/09640568.2019.1692796>.
- Kim, Hae-Young . 2013. "Statistical Notes for Clinical Researchers: Assessing Normal Distribution (2) Using Skewness and Kurtosis." *Restorative Dentistry & Endodontics* 38, 52-54. doi:<https://doi.org/10.5395%2Frde.2013.38.1.52>.
- Kleiman, Ephraim. 1974. "The Determinants of National Outlay on Health." *The Economics of Health and Medical Care: Proceedings of a Conference Held by the International Economic Association at Tokyo*. Tokyo: Palgrave Macmillan. 66-88.

- Koç, Erdem, and Kadir Kaya. 2015. "Enerji Kaynakları- Yenilenebilir Enerji Durumu." *Mühendis ve Makina* 56, 36-47.
- Koç, Erdem, and Kadir Kaya. 2015. "Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu." *Mühendis ve Makina*, 56, 36-47.
- Koç, Erdem, and Mahmut Can Şenel. 2015. "Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu Genel Değerlendirme." *Mühendis ve Makina* 56, 36-47.
- Koç, Ümit, and Şükrü Apaydın. 2020. "İktisadi Büyüme ve Rüzgâr Enerjisi: Seçilmiş G-20 Ülkeleri İçin Bir Analiz." *Fiscaoeconomia* 4, 595-612.
doi:<http://dx.doi.org/10.25295/fsecon.765376>.
- Kocaman, Behçet. 2017. *Elektrik Enerjisi Üretimi*. İstanbul: Birsan Yayınevi.
- Köksal, Bülent , and Abdulkadir Civan. 2010. "Factors that Affect the Decision of Having Nuclear Energy and Predictions for Turkey." *Uluslararası İlişkiler (International Relations)* 6, 117-140.
- Labonte, Ronald N. 2003. *Dying for Trade: Why Globalization Can Be Bad For Our Health*. Toronto: CSJ Foundation for Research and Education.
- LADWP. 2021. *Net Energy Metering Guidelines*. Los Angeles Department of Water and Power.
- Lago-Peñas , Santiago, David Cantarero Prieto , and Carla Blázquez Fernández. 2013. "On the Relationship Between GDP and Health Care Expenditure: A new look." *Economic Modelling* 32, 124-129. doi:<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.01.021>.
- Landerman, Lawrence R., Barbara J. Burns, Marvin S. Swartz, and H. Ryan Wagner. 1994. "The Relationship Between Insurance Coverage and Psychiatric Disorder in Predicting Use of Mental Health Services." *The American journal of psychiatry*, 1785-1790. doi:<https://doi.org/10.1176/ajp.151.12.1785>.
- Landrigan, Philip J , Richard Fuller, Nereus J R Acosta , Olusoji Adeyi, Robert Arnold, Niladri Nil Basu, Abdoulaye Bibi Baldé, Roberto Bertollini, and et al. 2018. "The Lancet Commission on Pollution and Health." *The Lancet* 391, 462-512.
doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0).
- Lantz, Eric , and Elizabeth Doris. 2009. *State Clean Energy Policies Analysis (SCEPA): State Tax Incentives*. Colorado: National Renewable Energy Laboratory.
- Lecocq, Franck, and Philippe Ambrosi. 2007. "The Clean Development Mechanism: History, Status, And Prospects." *Review of Environmental Economics and Policy*, 134-151. doi:<http://dx.doi.org/10.1093/reep/rem004>.
- Lee, Tae Joon, Kyung Hee Lee, and Keun-Bae Oh. 2007. "Strategic environments for nuclear energy innovation in the next half century." *Progress in Nuclear Energy* 49, 397-408. doi:<https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2007.05.002>.
- Lelieveld, Jos , Andrea Pozzer, Ulrich Pöschl, Mohammed Fnais, Andy Haines, and Thomas Münzel. 2020. "Loss Of Life Expectancy from Air Pollution Compared to

- Other Risk Factors: A Worldwide Perspective." *Cardiovascular Research* 116, 1910-1917. doi:<https://doi.org/10.1093/cvr/cvaa025>.
- Li, Fangjhy, Tsangyao Chang, Mei-Chih Wang, and Jun Zhou. 2022. "The Relationship Between Health Expenditure, CO2 Emissions, and Economic Growth in the BRICS Countries—Based on the Fourier ARDL Model." *Environmental Science and Pollution Research*, 1-20. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17900-w>.
- Li, Yanfeng , Jingru Liu, and Yanlei Li. 2024. "Exploring the Impact of Renewable Energy, Green Taxes and Trade Openness on Carbon Neutrality: New insights from BRICS Countries." *Heliyon*, e36984. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36984>.
- Linden, Mikael, and Deb Ray. 2017. "Life Expectancy Effects of Public and Private Health Expenditures in OECD Countries 1970–2012: Panel Time Series Approach." *Economic Analysis and Policy* 56, 101-113. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eap.2017.06.005>.
- Linn, Margaret W, Richard Sandifer, and Shayna Stein. 1985. "Effects of Unemployment on Mental and Physical Health." *American Journal of Public Health* 75, 502-506.
- Liu, Hui, and Kaiyang Zhong. 2022. "Relationship Between Health Spending, Life Expectancy and Renewable Energy in China: A New Evidence from the VECM Approach." *Frontiers in Public Health* 10. doi:<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.993546>.
- Liu, Hui, and Kaiyang Zhong. 2022. "Relationship Between Health Spending, Life Expectancy and Renewable Energy in China: A New Evidence from the VECM Approach." *Frontiers in Public Health* 10, 993546. doi:<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.993546>.
- Lovett, Jon C. 2005. "1997 Kyoto Protocol." *Journal of African Law* 49, 94–96. doi:DOI:10.2307/27607935.
- Lynch, John, George Davey Smith, Marianne Hillemeier, Mary Shaw, Trivellore Raghunathan, and George Kaplan. 2001. "Income Inequality, The Psychosocial Environment and Health: Comparisons of Wealthy Nations." *The Lancet* 358, 194-200. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(01\)05407-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(01)05407-1).
- Lyons, Renee, and Lynn Langille. 2000. "Healthy Lifestyle: Strengthening the Effectiveness of Lifestyle Approaches to Improve Health." *Edmonton (AB): Health Canada*, 112-123.
- Mackenbach, Johan P, and Louise J. Gunning Schepers. 1997. "How Should Interventions to Reduce Inequalities in Health Be Evaluated?" *Journal of Epidemiology & Community Health* 51, 359-364. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/jech.51.4.359>.
- Manisalidis, Ioannis, Elisavet Stavropoulou, Agathangelos Stavropoulos, and Eugenia Bezirtzoglou. 2020. "Environmental and Health." *Frontiers in Public Health* 8. doi:<https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>.

- Manisalidis, Ioannis, Elisavet Stavropoulou, Agathangelos Stavropoulos, and Eugenia Bezirtzoglou. 2020. "Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review." *Frontiers in Public Health* 8. doi:<https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>.
- Mansoori, G. Ali, Nader Enayati, and L. Barnie Agyarko. 2015. *Energy: Sources, Utilization*. World Scientific.
- McCain, Margaret N, and Fraser Mustard. 1999. *Reversing the Real Brain Drain: Early Years Study Final Report*. Toronto: Ontario. Ministry of Children and Youth Services.
- McDowall, Will , Paul Ekins, Slavo Radošević, and Le-yin Zhang. 2013. "The development of wind power in China, Europe and the USA: how have policies and innovation system activities co-evolved?" *Technology Analysis & Strategic Management* 25, 163-185. doi:<https://doi.org/10.1080/09537325.2012.759204>.
- Mehmood, Usman, Ephraim Bonah Agyekum, Salah Kamel, Hossein Shahinzadeh, and Ata Jahangir Moshayedi. 2022. "Exploring the Roles of Renewable Energy, Education Spending, and CO2 Emissions Towards Health Spending in South Asian Countries." *Sustainability* 14, 3549. doi:<https://doi.org/10.3390/su14063549>.
- Michaelides, Efstathios E. Stathis. 2012. *Alternative Energy Sources*. Springer Science.
- Milne, R., and H. Molana. 1991. "On The Effect Of Income and Relative Price On Demand for Health Care: EC Evidence." *Applied Economics*, 1221-1226. doi:<https://doi.org/10.1080/00036849100000160>.
- Moore, Melinda , Philip Gould, and Barbara S. Keary. 2003. "Global Urbanisation and Impact on Health." *Journal of Hygiene and Environmental Health*, 269-278. doi:<http://dx.doi.org/10.1078/1438-4639-00223>.
- Moore, Tim A. 2012. "Coalbed Methane: A review." *International Journal of Coal Geology* 101 36-81. doi:<https://doi.org/10.1016/j.coal.2012.05.011>.
- Murthy, Vasudeva N.R. , and Albert A. Okunade. 2016. "Determinants of U.S. Health Expenditure: Evidence from Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Approach to Cointegration." *Economic Modelling*, 67-73. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2016.07.001>.
- Narin, Müslüme . 2013. "Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizması: Emisyon Ticareti." *SESSION 4D: Çevre*, 941-952.
- Nasreen, Samia. 2021. "Association Between Health Expenditures, Economic Growth And Environmental Pollution: Long-Run and Causality Analysis from Asian Economies." *The International Journal of Health Planning and Management*, 925-944. doi:<https://doi.org/10.1002/hpm.3132>.
- National Advisory Committee. 1998. *The Social, Cultural and Economic Determinants of Health in New Zealand: Action to Improve Health*. Wellington: National Advisory Committee on Health and Disability.

- NATSIHC. 2003. *National Strategic Framework for Aboriginal and Torres Strait Islander Health: Context*. Canberra: National Aboriginal & Torres Strait Islander Health Council.
- Newell, Sallie, Donna Lloyd, Therese Dunn, and Uta C. Dietrich. 2003. *Northern Rivers Equity Profile (Phase 1)*. Health Equity Working Group, Northern Rivers Area Health Service.
- Newhouse, Joseph P. . 1977. "Medical-Care Expenditure: A Cross-National Survey." *The Journal of Human Resources*, 115-125. doi:<https://doi.org/10.2307/145602>.
- Newhouse, Joseph P. . 1992. "Medical Care Costs: How Much Welfare Loss?" *Journal of Economic Perspectives*, 3-21. doi:<https://doi.org/10.1257/jep.6.3.3>.
- Newhouse, Joseph. 1987. "Cross National Differences In Health Spending What Do They Mean?" *Journal of Health Economics*, 159-162. doi:[https://doi.org/10.1016/0167-6296\(87\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0167-6296(87)90005-1).
- Ng, Ryan, Rinku Sutradhar, Zhan Yao , Walter P Wodchis, and Laura C Rosella. 2020. "Smoking, Drinking, Diet and Physical Activity-Modifiable Lifestyle Risk Factors and Their Associations with Age to First Chronic Disease." 113-130. doi:<https://doi.org/10.1093/ije/dyz078>.
- Nghiem, Son Hong , and Luke Brian Connelly . 2017. "Convergence and determinants of health expenditures in OECD countries." *Health Economics Review volume 7*, 1-11. doi:<https://doi.org/10.1186/s13561-017-0164-4>.
- Nica, Elvira , Adela Poliakova, Gheorghe H. Popescu, Katarina Valaskova, Stefan Gabriel Burcea, and Andreea-Ligia Drugau Constantin. 2023. "The Impact Of Financial Development, Health Expenditure, CO2 Emissions, Institutional Quality, and Energy Mix On life Expectancy In Eastern Europe: CS-ARDL and Quantile Regression Approaches." *Heliyon 9*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21084>.
- Nkemgha , Guivis, Honoré Oumbé Tékam, and Alim Belek. 2021. "Healthcare Expenditure and Life Expectancy in Cameroon." *Journal of Public Health 29*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10389-019-01181-2>.
- NPHP,, National Public Health Partnership. 2001. *Preventing Chronic Disease: A Strategic Framework Background Paper*. Melbourne: National Public Health Partnership Secretariat.
- NSW Department of Health. 2002. *The health of the people of New South Wales*. Sydney: State Health Publication.
- OECD. 2017. *Financing of Health Care in Health at a Glance 2017: OECD Indicators*. OECD Publishing,. doi:https://doi.org/10.1787/health_glance-2017-46-en.
- Öker, Figen, and Hümeýra Adıgüzel. 2013. "Karbon Kredilerinin Uluslararası Muhasebe Standartları Kapsamında Muhasebeleştirilmesi." *Mali Çözüm 23*, 17-38.
- Okunade, Albert A., and Vasudeva N.R. Murthy. 2002. "Technology As a 'Major Driver' of Health Care Costs: A Cointegration Analysis of the Newhouse Conjecture."

Journal of Health Economics, 147–159. doi:[https://doi.org/10.1016/s0167-6296\(01\)00122-9](https://doi.org/10.1016/s0167-6296(01)00122-9).

Önder, Hüseyin, and İbrahim Gündüz. 2019. "Nükleer Enerji Tüketiminin Makro Ekonomik Belirleyicileri: Seçilmiş OECD Ülkeleri Üzerine Panel Veri Analizi." *Öneri Dergisi* 14, 18-37. doi:<https://doi.org/10.14783/maruoneri.vi.522036>.

Oral, Faruk, Rasim Behçet, and Kadir Aykut. 2017. "Hidroelektrik Santral Rezervuar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesi." *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 6, 29-38. doi:<http://dx.doi.org/10.17798/bitlisfen.308545>.

Orhaner, Emine . 2017. "Sağlık Harcamalarının Finansmanında Özel Sağlık Sigortalarının Rölü." *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi* 3, 398-412.

Owusu, Phebe Asantewaa , and Samuel Asumadu Sarkodie. 2016. "A Review of Renewable Energy Sources, Sustainability Issues and Climate Change Mitigation." *Cogent Engineering* 3, 1167990. doi:<https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1167990>.

Öztürk, Hüseyin. 2008. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı*. Ankara: Teknik Yayınevi.

Öztürk, Hüseyin. 2008. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı*. Teknik Yayınevi.

Pan, Xiaochuan . 2019. "Sulfur Oxides." *Encyclopedia of Environmental Health*, 823-829. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11333-8>.

Parkin, David , Alistair McGuire, and Brian Yule. 1987. "Aggregate Health Care Expenditures and National Income. Is Health Care a Luxury Good." *Journal of Health Economics*, 109-127. doi:[https://doi.org/10.1016/0167-6296\(87\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0167-6296(87)90002-6).

Parry, Ian , Simon Black, and Karlygash Zhunussova . 2022. *Carbon Taxes or Emissions Trading Systems? Instrument Choice and Design*. IMF.

Pata, Ugur Korkut . 2021. "Renewable and Non-Renewable Energy Consumption, Economic Complexity, CO2 Emissions, and Ecological Footprint In the USA: Testing the EKC Hypothesis With A Structural Break." *Environmental Science and Pollution Research* 28, 846–861.

Pesaran, M. Hashem. 2004. "General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels Cambridge Working Papers." *Economics* 1240, 1.

Pesaran, M. Hashem. 2007. "A Simple Panel Unit Root Test in The Presence of Cross-Section Dependence." *Journal Of Applied Econometrics* 22, 265-312. doi:<https://doi.org/10.1002/jae.951>.

Peters, Annette , Douglas W. Dockery, James E. Muller, and Murray A. Mittleman. 2001. "Increased Particulate Air Pollution and the Triggering of Myocardial Infarction." *Circulation* 103, 2810-2815. doi:<https://doi.org/10.1161/01.CIR.103.23.2810>.

Raghupathi, Viju , and Wullianallur Raghupathi . 2020. "The Influence of Education On Health: An Empirical Assessment of OECD Countries For The Period 1995–2015." *Archives of Public Health*, 1-18.

- Rahman , I.U. 2018. "Smart Net Energy Metering System." *Journal of Electrical & Electronic Systems* 7, 285. doi:doi: 10.4172/2332-0796.1000285.
- Rajpurkar, Ninad . 2015. "Identifying Best Practices in Public-Private Partnerships in Renewable Energy." Massachusetts Institute of Technology.
- Rana, Rezwanul Hasan, Khorshed Alam, and Jeff Gow. 2020. "Health Expenditure And Gross Domestic Product: Causality Analysis By Income Level." *International Journal of Health Economics and Management* 20, 55-77. doi:https://doi.org/10.1007/s10754-019-09270-1.
- Rao, Krishna D , Varduhi Petrosyan, Edson Correia Araujo, and Diane McIntyre. 2014. "Progress Towards Universal Health Coverage in BRICS: Translating Economic Growth Into Better Health." *Bulletin of the World Health Organization* 92, 429-435. doi:http://dx.doi.org/10.2471/BLT.13.127951.
- Rao, Krishna D. , Timothy Robertson , Andres I. Vecino_Ortiz, Caitlin M. Noonan, Angelica Lopez Hernandez, Claudio A. Mora-Garcia, Andrea M. Prado, et al. 2024. "Future Health Expenditures and Its Determinants in Latin America and the Caribbean: A Multi-Country Projection Study." *The Lancet Regional Health - Americas*. doi:https://doi.org/10.1016/j.lana.2024.100781.
- Raphael, Dennis. 2001. *Inequality is bad for our hearts: Why Low Income and Social Exclusion are Major Causes of Heart Disease in Canada*. North York Heart Health Network.
- Resch, Gustav , Mario Ragwitz, Anne Held, and Thomas Faber. 2007. "Feed-in Tariffs and Quotas for Renewable Energy in Europe." CESifo DICE Report.
- Ristinen, Robert A, Jack J Kraushaar, and Jeffrey T. Brack. 2022. *Energy and the*. John Wiley & Sons.
- Roser, Max . 2021. *OurWorldInData.org*. Accessed 09 11, 2024. <https://ourworldindata.org/data-review-air-pollution-deaths>.
- Ross, Catherine E. , and Chia-ling Wu. 1995. "The Links Between Education and Health." *American Sociological Review*, 719-745.
- Rowlands, Ian H. 2001. "The Kyoto Protocol's' Clean Development Mechanism: A Sustainability Assessment." *Third World Quarterly* 22, 795-811. doi:https://doi.org/10.1080/01436590120084601.
- Rüstemli, Sabır, Furkan Dinçer, Murat Çelik, and M. Sait Cengiz. 2013. "Fotovoltaik Paneller: Güneş Takip Sistemleri ve İklimlendirme Sistemleri." *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2, 141-147.
- Sabuncu, Necmiye, Kamerya Babadağ, Gülsün Taşocak, and Türkinaz Atabek. 1993. *Hemşirelik Esasları*. Eskişehir: Açıköğretim Fakültesi Yayınları No: 225.
- Sango-Coker, Elizabeth Yinka , and Murad A. Bein. 2018. "The Impact of Healthcare spending on Life Expectancy: Evidence from Selected West African Countries." *African*

Journal of Reproductive Health 22, 64-71.

doi:<http://dx.doi.org/10.29063/ajrh2018/v22i4.7>.

Saraçoğlu, Dürdane Şirin, and Deniz Karaoğlu. 2017. "Early Childhood Education And Investment in Human Capital Formation: The Case of Turkey in Global Perspective." *Early Child Development and Care* 189, 569-582.

doi:<https://doi.org/10.1080/03004430.2017.1332055>.

Schanzenbach, Diane Whitmore, Ryan Nunn, Lauren Bauer, and Megan Mumford. 2016. *Where Des All the Money Go: Shifts in Household Spending Over the Past 30 Years*. Brookings Institution, The Hamilton Project 31.

Schofield, Deborah . 1996. *The Impact of Employment and Hours of Work on Health Status and Health Service Use*. Canberra: NATSEM, National Centre for Social and Economic Modelling.

Schulz, Rockwell , and Alton Cornelius Johnson. 2003. *Management of Hospitals and Health Services: Strategic Issues and Performance*. Beard Books.

SEIA. 2023. *Net Metering*. Accessed 2024. <https://seia.org/net-metering/>.

Sengupta, Swapnanil. 2022. "Empirical Evidence to the Nonmonotonic Relationship Between Public Health Expenditure and Economic Growth." *Theoretical and Applied Economics* 29 , 49-62.

Shahzad , Khuram , Zeng Jianqiu, Muhammad Hashim, Muhammad Nazam, and Lei Wang . 2020. "Impact Of Using Information and Communication Technology and Renewable Energy On Health Expenditure: A Case Study from Pakistan." *Energy* 204. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117956>.

Shahzad, Syed Jawad Hussain , Ronald Ravinesh Kumar, Muhammad Zakaria, and Maryam Hurr. 2017. "Carbon Emission, Energy Consumption, Trade Openness And Financial Development In Pakistan: A revisit." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 70, 185-192. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.042>.

Sharma, Hemant, and Jasvir Singh. 2013. "Run off River Plant: Status and Prospects." *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering* 3, 210-213.

Shaw, James W, William C. Horrace, and Ronald J. Vogel. 2005. "The Determinants of Life Expectancy: An Analysis of the OECD Health Data." *Southern Economic Journal* 71, 768-783. doi:<http://dx.doi.org/10.2307/20062079>.

Shen, Neng , Yifan Wang, Hui Peng, and Zhiping Hou. 2020. "Renewable Energy Green Innovation, Fossil Energy Consumption, and Air Pollution—Spatial Empirical Analysis Based on China." *Sustainability* 12, 6397. doi:<https://doi.org/10.3390/su12166397>.

Sikiru, Anaza Ozovehe , M.S. Abdulazeez, Y. A. Yisah, Y. O. Yusuf, B. U. Salawu, and S. U. Momoh. 2017. "Micro Hydro-Electric Energy Generation- An Overview." *American Journal of Engineering Research (AJER)* 6, 05-12.

- Solak, Ali Osman. 2012. "Petrol Fiyatlarını Belirleyici Faktörler." *Uluslararası Alanya İşletme* (no. 2): 117-124.
- Somunoğlu, Sinem. 2012. "Sağlık-Sağlık Hizmetleri ve Türk Sağlık Sistemi." *Sağlık Kurumları Yöntemi I*, 2-25.
- Song, Wei , Xue-Yan Liu, Chao-Chen Hu, Guan-Yi Chen, Xue-Jun Liu, Wendell W. Walters, Greg Michalski, and Cong-Qiang Liu. 2021. "Important Contributions of Non-Fossil Fuel Nitrogen Oxides Emissions." *Nature Communications* 12. doi:https://doi.org/10.1038/s41467-020-20356-0.
- Stepovic, Milos. 2019. "GDP Growth and Health Care Expenditures Worldwide." *The Open Pharmacoeconomics & Health Economics Journal* 7. doi:http://dx.doi.org/10.2174/1874129001907010009.
- Stevens, Paul. 2001. "The Economics of Energy 2." 3-45.
- Stewart, Donna, I.J. Ashraf, and S.E. Munce. 2006. "Women's mental health: a silent cause of mortality and morbidity." *International Journal of Gynecology & Obstetrics* 94, 343-349. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2006.04.025.
- Sunstein, Cass R. . 2006. "Montreal versus K ersus Kyoto: A Tale of T ale of Two Protocols." *John M. Olin Program in Law and Economics Working Paper No. 302*.
- Suzan, Ergün, and Melike Atay Polat. 2012. "Nükleer Enerji ve Türkiye'ye Yansımaları." *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi* 1, 35-58.
- Taghizadeh Hesary, Farhad, Ehsan Rasoulenezhad, Naoyuki Yoshino, Youngho Chang, Farzad Taghizadeh-Hesary, and Morgan Peter J. . 2021. "The Energy–Pollution–Health Nexus: A Panel Data Analysis of Low-and Middle-Income Asian Countries." *The Singapore Economic Review* 66, 435-455. doi:https://doi.org/10.1142/S0217590820430043.
- Talberg , Anita , and Leslie Nielson . 2009. *The Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism*. Parliament of Australia Department of Parliamentary Services.
- Tarı, Recep. 2012. *Ekonometri*. 8. Umuttepe Yayınları.
- Taşova, Muhammed. 2018. "Türkiye'nin Güneş Enerjisi Parametre Değerleri ve Güneş Enerjisinden Faydalanma Olanakları." *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi* 7, 10-17.
- Tatar, Mehtap. 2012. *Sağlık Kurumları Yönetimi I*. TC Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Tatoğlu, Ferda Yerdelen. 2012. *Panel Veri Ekonometrisi*. Beta Yayınevi .
- Tong, Shilu , Yasmin E. von Schirnding, and Tippawan Prapamontol. 2000. "Environmental Lead Exposure: A Public Health Problem of Global Dimensions." *Bulletin of the World Health Organization*, 1068-1077.
- Topçu, Gülcan Demiroğlu, Engin Özçelik, and Tuğba Tutar. 2019. "Küresel Isınmanın Enerji, Fosil Yakıtlar ve Tarımsal Üretimdeki Olası Etkileri." *Mühendislik ve Multidisipliner Yaklaşımlar*. Güven Plus Grup Danışmanlık A.Ş. Yayınları.

- Torres Edejer, Tessa Tan, Charu C. Garg, Patricia Hernande, Nathalie Van de Maele, and Chandika Indikadahena . 2008. "Health Care Costs, Structures and Trends." *International Encyclopedia of Public Health*, 153-160.
doi:<https://doi.org/10.1016/B978-012373960-5.00163-5>.
- Treyer, Karin , Christian Bauer, and Andrew Simons. 2014. "Human Health Impacts in the Life Cycle of Future European Electricity Generation." *Energy Policy* 74, S31-S44.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.03.034>.
- Triki , Rabab , Bassem Kahouli, Kais Tissaoui , and Haykel Tlili. 2023. "Assessing the Link between Environmental Quality, Green Finance, Health Expenditure, Renewable Energy, and Technology Innovation." *Sustainability* 15, 4286.
doi:<https://doi.org/10.3390/su15054286>.
- Tuncel, Nur, Türkan Şanlı, Müeyyet Perk, and Naci Güçhan. 1996. *Halk Sağlığı Hemşireliği*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi.
- Turrell, Gavin. 2002. "Reducing Socioeconomic Health Inequalities: Issues of Relevance for Policy." *New South Wales Public Health Bulletin* 13, 47-49.
- Ullah, Irfan , Alam Rehman, Farman Ullah Khan, Muhammad Haroon Shah, and Faridoon Khan. 2020. "Nexus Between Trade, CO2 Emissions, Renewable Energy, and Health Expenditure In Pakistan." *The International Journal of Health Planning and Management* 35, 818-831. doi:<https://doi.org/10.1002/hpm.2912>.
- Ulueren, Melih. 2001. "Küresel Isınma BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü." *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi, Dış İşleri Bakanlığı Yayınları* 3, 38-48.
- Ummalla, Mallesh , and Asharani Samal. 2018. "The impact of hydropower energy consumption on economic growth and CO2 emissions in China." *Environmental Science and Pollution Research* 25, 25:35725–35737.
doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-018-3525-6>.
- UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. 2007. *A Guide to the Climate Change Convention and the Kyoto Protocol*. Bonn: Climate Change Secretariat.
- United States Environmental Protection Agency. 2024. *Ground-level Ozone Basics*. Accessed Eylül 2024. <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics#formation>.
- Ünsal, Ayla. 2017. "Hemşireliğin Dört Temel Kavramı: İnsan, Çevre, Sağlık & Hastalık, Hemşirelik." *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 1, 11-28.
- USAID. 2019. *Designing Renewable Energy Auctions: A Policymaker's Guide*. Scaling Up Renewable Energy Project, USAID.
- Usman, Muhammad , Zhiqiang Ma, Muhammad Wasif Zafar, Abdul Haseeb, and Rana Umair Ashraf. 2019. "Are Air Pollution, Economic and Non-Economic Factors

- Associated with Per Capita Health Expenditures? Evidence from Emerging Economies." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16, 1967. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph16111967>.
- Wang, Kuan-Min. 2011. "Health Care Expenditure and Economic Growth: Quantile Panel-Type Analysis." *Economic Modelling*, 1536-1549. doi:<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2011.02.008>.
- Wang, Qiang , Lili Wang , and Rongrong Li . 2023. "Does Renewable Energy Help Increase Life Expectancy? Insight From The Linking Renewable Energy, Economic Growth, and Life Expectancy In 121 Countries." *Energy Strategy Reviews* 50, 101185. doi:<https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101185>.
- Wang, Shaojian , Qiuying Li, Chuangling Lin Fang, and Chunshan Zhou. 2016. "The Relationship Between Economic Growth, Energy Consumption, And CO2 Emissions: Empirical Evidence From China." *Science of The Total Environment* 542, 360-371. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.027>.
- Wang, Zhaohua, Muhammad Mansoor Asghar , Syed Anees Haider Zaidi , and Bo Wang. 2019. "Dynamic Linkages Among CO2 Emissions, Health Expenditures, and Economic Growth: Empirical Evidence From Pakistan." *Environmental Science and Pollution Research* 26, 15285-15299. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-019-04876-x>.
- Warbrick, Colin , Dominic McGoldrick, and Peter G. G. Davies. 1998. "I. Global Warming and the Kyoto Protocol." *International & Comparative Law Quarterly* 47, 446-461. doi: <https://doi.org/10.1017/S0020589300061947>.
- Waters, Elizabeth, Sharon Goldfeld, and Susie Hopkins. 2002. *Indicators for Child Health Development and Wellbeing*. Melbourne: entre for Community Child Health-Royal Children's Hospital, Department of Paediatrics-University of Melbourne.
- Westerlund, Joakim, and David L. Edgerton. 2007. "A panel Bootstrap Cointegration Test." *Economics Letters* 97, 185-190. doi:<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2007.03.003>.
- Westerlund, Joakim. 2007. "Testing for Error Correction in Panel Data." *Oxford Bulletin of Economics and statistics* 69, 709-748. doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>.
- WHO. 1998. *The Solid Facts: Social Determinants of Health*. Copenhagen: World Health Organization.
- WHO. 2001. *The World Health Report. Mental Health: New Understanding, New Hope.*, Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2004. *What Are the Equity, Efficiency, Cost Containment and Choice Implications of Private Health-Care*. Copenhagen: Publications WHO Regional Office for Europe .
- WHO. 2019. *Household Air Pollution and Health Fact Sheet Number*. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en/>.

- Wilkinson, Richard, and Michael Marmot. 2003. *Social Determinants of Health: The Solid Facts*. World Health Organization.
- Wimalasena, Nipuni Nilakshini, Alice Chang Richards, Kevin I-Kai Wang, and Kim N. Dirks. 2021. "Housing Risk Factors Associated with Respiratory Disease: A Systematic Review." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18. doi:<https://doi.org/10.3390%2Fijerph18062815>.
- Wolde-Rufael, Yemane, and Kojo Menyah. 2010. "Nuclear energy consumption and economic growth in nine developed countries." *Energy Economics* 32, 550-556. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.01.004>.
- Wong, Kapo, Alan HS Chan, and S. C. Ngan. 2019. "The Effect of Long Working Hours and Overtime on Occupational Health: A Meta-Analysis of Evidence from 1998 to 2018." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16. doi:<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16122102>.
- World Bank. 2022. "State and Trends of Carbon Pricing 2022." Washington.
- Wylie, Charles M. 1970. "The Definition and Measurement of Health and Disease." *Public Health Reports* 85. doi:<https://doi.org/10.2307/4593800>.
- Yaman, Abuzer, Ahmet Yakın, and Rasim Behçet. 2019. "Van İli Güneş ve Hidroelektrik Enerji Potansiyelleri ve İl Ekonomisine Katkıları." *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi* 8, 243-250. doi:<https://doi.org/10.17798/bitlisfen.456554>.
- Yetim, Birol , Gülnur İlgün, Yasin Çilhoroz, and Şenol Demirci. 2021. "The Socioeconomic Determinants of Health Expenditure in OECD: An Examination on Panel Data." *International Journal of Healthcare Management* 14, 1265–1269. doi:<https://doi.org/10.1080/20479700.2020.1756112>.
- Yılmaz, Necip Fazıl. 2005. "Petrol ve Doğal Gaz Boru Hatları Üzerine Genel Bir Üzerine Genel Bir Değerlendirme." *Tesisat Mühendisliği Dergisi* 87, 4-14.
- Young, Mary Eming. 2002. *From Early Child Development to Human Development*. Washington: World Bank.
- Zaidi, Saida , and Kais Saidi. 2018. "Environmental Pollution, Health Expenditure and Economic Growth In the Sub-Saharan Africa Countries: Panel ARDL Approach." *Sustainable Cities and Society* 41, 833-840. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.04.034>.
- Zaim, Arda, and Hande Çavşı. 2018. "Türkiye'deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Durumu." *Mühendis ve Makina* 59, 45-58.
- Zajacova, Anna , and Elizabeth M. Lawrence. 2018. "The Relationship Between Education and Health: Reducing Disparities Through a Contextual Approach." *Annual review of public health*, 273-289. doi:<https://doi.org/10.1146%2Fannurev-publhealth-031816-044628>.
- Zaman, Sojib Bin, Naznin Hossain, Varshil Mehta, Shuchita Sharmin, and Ahmed Ibne Mahmood Shakeel. 2017. "An Association of Total Health Expenditure with GDP and

Life Expectancy." *Journal of Medical Research and Innovation*", AU7-AU12.
doi:<http://dx.doi.org/10.15419/jmri.72>.

Zeb, Saran , Ali Mazhar, Asad Mujeeb, and Hameed Ullah. 2019. "Cost efficient Mini hydro plant with low water head whirlpool design methodology for rural areas (Micro Hydro Whirlpool power plant)." *2nd IEEE International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technology (iCoMET2019)*. Pakistan.
doi:<http://dx.doi.org/10.1109/ICOMET.2019.8673481>.

Zeeshan, Muhammad, Jiabin Han, Alam Rehman, Irfan Ullah, and Fakhr E Alam Afridi. 2021. "Exploring Asymmetric Nexus Between CO2 Emissions, Environmental Pollution, and Household Health Expenditure in China." *Risk Manag Healthc Policy*, 527–539. doi:<https://doi.org/10.2147%2FRMHP.S281729>.

Zhang, Lingli , Yin Yang , Yanhong Li , Zhengmin Min Qian, Wanli Xiao, Xiaojie Wang, Craig A Rolling, et al. 2019. "Short-Term and Long-Term Effects of PM2.5 On Acute Nasopharyngitis In 10 Communities of Guangdong, China." *Science of the Total Environment* 688, 136–42. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.470>.

Zheng, Ziwei , Wenqing Zhao, Qing Zhou, Yang Yang , Shuangyi Chen, Jun Hu , Wenhui Jiang, Weibo Zhang , Jun Cai, and Jianyin Qiu. 2023. *Sex Differences in Depression, Anxiety and Health-Promoting Lifestyles Among Community Residents: A Network Approach*. Journal of Affective Disorders.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.07.107>.

Zhou, Lulin , Sabina Ampon Wireko, Henry Asante Antwi, Xinglong Xu, Muhammad Salman , Maxwell Opuni Antwi, and Tordzro Mary Norvienyo Afua . 2020. "An Empirical Study on the Determinants of Health Care Expenses in Emerging Economies." *BMC Health Services Research* 1.
doi:<https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-020-05414-z>.

Zhu, Qingyuan , Xifan Chen, Malin Song, Xingchen Li, and Zhiyang Shen. 2022. "Impacts of Renewable Electricity Standard and Renewable Energy Certificates on Renewable Energy Investments and Carbon Emissions." *Journal of Environmental Management* 306, 114495. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114495>.

Zumerchik, John. 2001. "Macmillan Encyclopedia of Energy." Elsevier Science.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: İraima DORBONOVA
Uyruğu: Kırgız
Doğum Tarihi ve Yeri: 02.08.1986 Kırgızistan
Tel: +996 770 104 864
Email: 1850d03001@manas.edu.kg

EĞİTİM

Lisans: İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, Haziran-2008

Yüksek Lisans: Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, Haziran-2011

YABANCI DİL

İngilizce: Çok iyi
Türkçe: Çok iyi
Rusça: Çok iyi

YAYINLAR

1. Sugözü, İbrahim Halil ve İraima Dorbonova “Analyzing The Relationship Between Health Expenditure, Renewable Energy and Life Expectancy: Evidence From Asian Countries”, ESAM Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt: 5 Sayı: 1, (2024), 111 – 134. <https://doi.org/10.53662/esamdergisi.1459607>
2. Sugözü, İbrahim Halil ve İraima Dorbonova “Do FDI and Trade Openness Affect Economic Growth Differently Across Income Groups? Case Studies from Asian Countries”, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi, Cilt: 24 Sayı: 1, (2024), 308 – 320. <https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.144620>

