

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ SİSTEMİNDEKİ ÇOK DÜZEYLİ DEĞİŞİM ÇERÇEVESİNDE
TOPLUM - POLİTİKA GERİBİLDİRİM DÖNGÜLERİNİN
TASARLANMASI

AYŞE VELİOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı

Bölge Planlama Programı

Danışman

Prof. Dr. Buket Ayşegül ÖZBAKIR

Temmuz, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ SİSTEMİNDEKİ ÇOK-DÜZEYLİ DEĞİŞİM ÇERÇEVESİNDE
TOPLUM - POLİTİKA GERİBİLDİRİM DÖNGÜLERİNİN
TASARLANMASI

Ayşe VELİOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması 19.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Bölge Planlama Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Buket Ayşegül ÖZBAKIR

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Buket Ayşegül ÖZBAKIR, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Yiğit EVREN, Jüri Üyesi

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Adem Erdem ERBAŞ, Jüri Üyesi

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Buket Ayşegül ÖZBAKIR sorumluluğunda tarafımda hazırlanan Enerji Sistemindeki Çok Düzeyli Değişim Çerçevesinde Toplum-Politika Geri Bildirim Döngülerinin Tasarlanması başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim

Ayşe VELİOĞLU

İmza



Bu alışma, JPI-Urban Europe, Era-NET co-fund Smart Cities and Communities kapsamında olup TÜBİTAK Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı (1001), 116K011 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Annelerin annesi

Zehra VELİOĞLU'na...



TEŞEKKÜR

Bir bilim-kurgu okuru olarak, planlama disiplini ile distopik evrenler arasındaki benzer öngörüler, beni her zaman heyecanlandırmıştır. Birbirini besleyerek büyüttüğüne inandığım bu iki alanın kesiştiği en güzel örneklerden biri, Philip Reeve'nin, doğal seçim teorisinden ilham alarak kurguladığı evren ve geliştirdiği 'Kentsel Darwinizm' kavramıdır. Dünya çapındaki büyük bir yıkım sonrasında hayatta kalmanın tek yolu olarak görülen yürüyen kentler; birbirlerini kovalayarak avlamakta, avladıkları küçük kentlerin yakıt ve insan kaynağından beslenerek ayakta kalmaktadırlar. Enerji kaynaklarının kısıtlı olduğu evrendeki büyük ve gelişmiş sistemlerin, görece küçük ve az gelişmiş sistemlerin kaynaklarından beslenerek hayatta kalması fikri, günümüz dünyasına dair ironik ve eleştirel bir bakış açısı sunmaktadır.

Tez çalışmamda, bu eleştirel yaklaşımın çıkış noktası olan iklim değişikliği ve enerji kaynaklarının azalması sorunlarına yönelik bir çözüm önerisi geliştirmeyi amaçladım. Toplumun değişimi ile başlayan her devrim hikayesindeki gibi bu çalışmada da enerji değişiminin toplumsal dönüşüm ile gerçekleşeceğine inandım. Böylece, araştırmam boyunca aradığım yanıtlardan çok daha fazla soru ile karşılaştım ve sevgili Ursula Le Guin'in "*... yaşam bir yanıt değil, bir sorudur...*" sözüyle motive oldum.

Bu yorucu ve bir o kadar da güzel süreç boyunca değerli görüşleri ve geniş vizyonuyla bana destek olan, tez danışmanım ve sevgili hocam Prof. Dr. Ayşegül ÖZBAKIR'a ve kıymetli tecrübeleriyle yol gösteren Prof. Dr. Zeynep ENLİL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Maddi ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen sevgilimi aileme, bütün kuzenlerime, yol arkadaşlarım Aslıhan ÇITLAK ile Şeyma EROĞLU'na ve çalışma arkadaşım Rumeysa CEYLAN'a da teşekkürlerimi sunarım.

Ayşe VELİOĞLU

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ.....	X
KISALTMA LİSTESİ	XI
ŞEKİL LİSTESİ.....	XII
TABLO LİSTESİ.....	XIV
ÖZET	XV
ABSTRACT.....	XVII
1 GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	3
1.3 Hipotez.....	3
1.4 Kapsam ve Yöntem	4
2 KÜRESEL ENERJİ SİSTEMİNE GENEL BAKIŞ.....	5
2.1 Bölüm Girişi.....	5
2.2 Yenilenemeyen Enerji Kaynaklarının Durumu.....	6
2.3 Üretimden Nihai Tüketime Küresel Enerji Sistemi.....	7
2.4 Enerji Sisteminde Değişim: Yenilenebilir Enerjiye Geçiş	10
2.5 Bölüm Sonucu.....	16
3 KÜRESEL ENERJİ SİSTEMİNDEKİ ÇOK-DÜZEYLİ DEĞİŞİM	17
3.1 Bölüm Girişi.....	17
3.2 Küresel Enerji Peyzajı.....	21
3.2.1 Ekolojik Değişim: İklim Değişikliği.....	21
3.2.2 Politik Faktörler.....	24
3.2.3 Ekonomik Faktörler	33

3.3	Değişimin İki Aktörü: Mevcut Arz ve Talep	37
3.3.1	Kurumsal Karbon Kilitlenmesi ve Değişimin Yerel Aktörleri	39
3.3.2	Davranışsal Karbon Kilitlenmesi ve Yeni Ağ Toplumu.....	40
3.4	Enerji Değişimini Tetikleyen Yenilikçi Girişimler	46
3.4.1	Yenilenebilir Enerji Teknolojileri	47
3.5	Bölüm Sonucu.....	48
4	KÜRESEL ENERJİ DEĞİŞİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN İLİŞKİ ANALİZİ	49
4.1	Bölüm Girişi.....	49
4.2	Araştırma Örneklemine Belirlenmesi.....	50
4.3	Verilerin Toplanması.....	51
4.4	Regresyon Analizi	55
4.5	Bulgular.....	57
4.5.1	Yenilenebilir Enerji Arzının Ekolojik Faktörlere göre Değişimi	57
4.5.2	Yenilenebilir Enerji Arzının Ekonomik Faktörlere göre Değişimi	62
4.5.3	Yenilenebilir Enerji Arzının Kurumsal Faktörlere göre Değişimi	66
4.5.4	Yenilenebilir Enerji Arzının Toplumsal Faktörlere göre Değişimi	69
4.5.5	Yenilenebilir Enerji Arzının Teknolojik Faktörlere göre Değişimi	73
4.6	Bölüm Sonucu.....	75
5	ENERJİ DEĞİŞİMİNDE TOPLUM-POLİTİKA GERİBİLDİRİM DÖNGÜLERİ	76
5.1	Bölüm Girişi.....	77
5.2	Birey-Toplum-Politika Geri Bildirim Döngüleri.....	79
5.3	Kadıköy Belediyesi İklim Değişikliği Eylem Planı Çerçevesinde Yerel Enerji Değişim Politikaları	84
5.4	Birey-Toplum Döngülerinin Politika ile Entegrasyonuna Yönelik Atölye Çalışmaları.....	86
5.5	Bölüm Sonucu.....	92

6 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	93
Kaynakça.....	97
Tezden Üretilmiş Yayınlar	108



SİMGE LİSTESİ

y	Bağımlı değişken: Yenilenebilir enerji arzı
α	Sabit değer
β	Regresyon katsayısı
x	Bağımsız değişkenler
j	Bağımsız değişkenler kategorisi: Ekolojik faktör
k	Bağımsız değişkenler kategorisi: Ekonomik faktör
l	Bağımsız değişkenler kategorisi: Kurumsal faktör
m	Bağımsız değişkenler kategorisi: Toplumsal faktör
n	Bağımsız değişkenler kategorisi: Teknolojik faktör
ε	hata payı
MW	Mega Watt
kWh	Kilo Watt Saat
Mtoe	Milyon Ton Petrol Eşdeğeri

KISALTMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BEDAŞ	Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.
BM	Birleşmiş Milletler
ÇEDBİK	Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
EÇEM	Enerji Çevre ve Ekonomi Merkezi
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HES	Hidro Elektrik Santrali
IBM	International Business Machines
ICLEI	Local Governments for Sustainability
IEA	International Energy Agency
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRENA	International Renewable Energy Agency
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İETT	İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri
İGDAŞ	İstanbul Gaz Dağıtım A.Ş.
İSBAK	İstanbul Bilişim ve Akıllı Kent Teknolojileri
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
KOBİ	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OPEC	Organization of Petroleum Exporting Countries
STK	Sivil Toplum Kuruluşları
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Enerji Sisteminde Süreç ve Aktörler	8
Şekil 2.2	Dünya enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı	10
Şekil 2.3	Küresel Enerji Üretimindeki Kaynaklara göre Yıllık Değişim Artışı	11
Şekil 2.4	Dünya Toplam Birincil Enerji Arzı, 1973-2015 Yılları Arası	12
Şekil 2.5	Dünya Toplam Nihai Enerji Tüketimi, 1973-2015 Yılları Arası	13
Şekil 2.6	Sektörlerin Nihai Enerji Tüketim Paylarının Değişimi.....	14
Şekil 2.7	Sektörlerin Nihai Enerji Tüketiminde Kaynak Tercihinin Değişimi, 1973-2016 Yılları Arası	14
Şekil 2.8	Türkiye’de Birincil Enerji Talebinin Gelişimi	15
Şekil 2.9	Türkiye’de Kaynak Bazlı Elektrik Enerjisi Üretimi.....	16
Şekil 3.1	Enerji Değişimin Çok-Düzeyle Yapısı ve Faktörleri.....	20
Şekil 3.2	Ekolojik Faktörlerdeki Değişim.....	24
Şekil 3.3	Türkiye’deki Politika Üretim Hiyerarşisi ve Geri Bildirimler.....	28
Şekil 3.4	Ekonomik Faktörlerdeki Değişim.....	35
Şekil 3.5	Yenilenebilir Enerji Sektöründeki İstihdam Değişimi	36
Şekil 3.6	Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Kurulu Güç Gelişimi Ve Toplam Kurulu Güç İçindeki Payı.....	36
Şekil 3.7	Kurumsal Yapının Değişimi	40
Şekil 3.8	Toplumsal Yapının Değişimi.....	42
Şekil 3.9	Ağ Toplumunun Gelişimi	43
Şekil 3.10	Teknolojik Değişim.....	47
Şekil 4.1	Küresel Enerji Değişimine Etki Eden Faktörlerin İlişki Analizine Dair Yöntem Şeması.....	50
Şekil 4.2	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Kişi Başı CO ₂ Emisyonu Arasındaki İlişki.....	60
Şekil 4.3	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Enerji Kaynaklarındaki Azalma Arasındaki İlişki.....	61
Şekil 4.4	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Yenilemeyen Enerji Üretimi Arasındaki İlişki.....	62
Şekil 4.5	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile GINI Endeksi Arasındaki İlişki .	64
Şekil 4.6	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Enerji Yoğunluğu Arasındaki İlişki.....	65

Şekil 4.7	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Yenilenemeyen Enerji İthalatı Arasındaki İlişki.....	66
Şekil 4.8	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Kırılgan İstihdam Oranı Arasındaki İlişki.....	68
Şekil 4.9	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Ar-Ge Harcamaları Arasındaki İlişki.....	69
Şekil 4.10	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Bireysel İnternet Kullanım Oranı Arasındaki İlişki.....	71
Şekil 4.11	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Sağlık Harcamaları Arasındaki İlişki.....	72
Şekil 4.12	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile E-Katılım Oranları Arasındaki İlişki	73
Şekil 4.13	Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Yemek Pişirmek için Temiz Yakıt ve Teknolojilere Erişimi Arasındaki İlişki	75
Şekil 5.1	Birey-Toplum-Politika Geri Bildirim Döngülerinin Küresel Enerji Değişiminin Düzeyleri ile İlişisine Dair Yöntem Şeması	79
Şekil 5.2	CODALoop Web Platform Giriş Sayfası	81
Şekil 5.3	CODALoop Web Platform Enerji Tüketim Hesabı Sayfası	81
Şekil 5.4	CODALoop Türkiye Web Sayfası.....	82
Şekil 5.5	CODALoop Türkiye Instagram ve Facebook Hesapları.....	82
Şekil 5.6	Birey-Toplum-Politika Geri Bildirim Döngüleri	83
Şekil 5.7	Enerji Farkındalığı Atölyesi Davet Metni.....	87
Şekil 5.8	Bireysel Enerji Farkındalığı Atölyesindeki CODALoop Evi ve Haydi Sıralayalım! Oyunları, 19 Ocak 2019.....	88
Şekil 5.9	Bireysel Enerji Farkındalığı Atölyesindeki Ulaşım Oyunu, 19 Ocak 2019	89
Şekil 5.10	Enerji Politikaları Atölyesi Davet Metni	90
Şekil 5.11	Enerji Politikaları Atölyesi, 24 Ocak 2019.....	91

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	Enerji Sektörü ile İlgili Kuruluşların Gelecek Senaryoları	22
Tablo 3.2	Türkiye’de Enerji Değişimine Yönelik Kanun, Yönetmelik ve Kararlar.	28
Tablo 3.3	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nin Kapsamı..	30
Tablo 3.4	ICLEI Sürdürülebilir Kalkınma Stratejileri.....	32
Tablo 3.5	Türkiye ve Almanya’da Enerji Uygulamalarına Yönelik change.org’da Başlatılan İmza Kampanyaları, Nisan 2019	44
Tablo 4.1	Seçilmiş Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Göre Dağılımı	51
Tablo 4.2	Enerji Değişim Faktörleri Veri Seti	52
Tablo 4.3	Veri setinin Normallik Analizi.....	53
Tablo 4.4	Alt Modellerin Geçerlilik Testleri.....	55
Tablo 4.5	Regresyon Model Özeti	56
Tablo 4.6	Ana Modelin Aşamaları	57
Tablo 4.7	Ekolojik Faktörler Alt Modelindeki Değişkenlerin Yenilenebilir Enerji Arzına Etkisi.....	58
Tablo 4.8	Yenilenebilir Enerji Arzının Ekolojik Faktörler ile Korelasyonu.....	58
Tablo 4.9	Ekonomik Faktörler Alt Modelindeki Değişkenlerin Yenilenebilir Enerji Arzına Etkisi.....	63
Tablo 4.10	Yenilenebilir Enerji Arzının Ekonomik Faktörler ile Korelasyonu	63
Tablo 4.11	Kurumsal Faktörler Alt Modelindeki Değişkenlerin Yenilenebilir Enerji Arzına Etkisi.....	67
Tablo 4.12	Yenilenebilir Enerji Arzının Kurumsal Faktörler ile Korelasyonu	67
Tablo 4.13	Toplumsal Faktörler Alt Modelindeki Değişkenlerin Yenilenebilir Enerji Arzına Etkisi.....	70
Tablo 4.14	Yenilenebilir Enerji Arzının Toplumsal Faktörler ile Korelasyonu	70
Tablo 4.15	Teknolojik Faktörler Alt Modelindeki Değişkenlerin Yenilenebilir Enerji Arzına Etkisi).....	74
Tablo 4.16	Yenilenebilir Enerji Arzının Toplumsal Faktörler ile Korelasyonu	74
Tablo 5.1	Kadıköy Belediyesi Projelerinin Değerlendirilmesi	85

Enerji Sistemindeki Çok Düzeyli Değişim Çerçevesinde Toplum - Politika Geri Bildirim Döngülerinin Tasarlanması

Ayşe VELİOĞLU

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Buket Ayşegül ÖZBAKIR

Enerji konusu; bireyin yaşamını, toplumsal işleyişi, kurumsal yapıyı ve uluslararası ve ulusal politikaları değiştiren, yönlendiren hayati meselelerden birisidir. İçinde bulunduğumuz yüzyıl ile birlikte kaynakların tükenmesi, çevresel kirlilik ve iklim değişikliği gibi küresel sorunlar ile karşı karşıya bulunulmakta, geleneksel kaynak kullanımına dair bir değişim, tartışmasız bir öncelik haline gelmektedir. Amaçlanan bu değişim doğrultusunda, ilk kapsamlı adım 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (*United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC) atılmıştır. Böylece iklim değişikliğine dair ülkelerin ortak sorumlulukları belirlenmiştir.

İklim değişikliği ile mücadele çerçevesinde geliştirilen enerji değişimi kavramı; mevcuttaki ekolojik, politik, ekonomik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik sistemlerin yeni bir kaynak kullanımı doğrultusunda revize edildiği süreç olarak açıklanabilmektedir. Enerji değişiminin nasıl gerçekleştirileceği, yönetileceği ve değişimin kentsel sisteme nasıl yansıtılacağı ise güncel olarak tartışılmaya devam edilen, hakkında uluslararası birçok kuruluşun ve farklı disiplinlerin yayınlar ürettiği bir konudur. Ancak enerji sistemlerinin karmaşık yapısı nedeniyle değişimin tek disiplin açısından değil, çok-düzeyli bir bakış açısı ile ele alınması gerekmektedir. Tezin kavramsal çerçevesinde; enerji değişimi sosyo-teknik geçiş teorisi ve çok-düzeyli perspektif doğrultusunda; 'Küresel enerji peyzajı', 'Mevcut arz-talep yapısı' ve 'Yenilikçi girişimler' olmak üzere üç düzeyde, ekolojik, politik, ekonomik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik faktörlere dayalı olarak açıklanmaktadır.

Türkiye'deki enerji değişim sürecinde; artan enerji talebi beraberinde yenilenemeyen enerji kaynak kullanımını da artış göstermeye devam etmekte ve enerji değişimine dair Paris Anlaşması'nda verilen taahhütlerin altında kalınmaktadır. Türkiye'nin ulusal enerji politikaları ve yerel eylem planları incelendiğinde, ulusal ve yerel ölçekli planların farklı vizyonlar çerçevesinde enerji politika ve planları geliştirildikleri görülmektedir. Ulusal politikalar Türkiye'deki hiyerarşik politika üretim süreçleri gereği yerel enerji politikalarının genel çerçevesini oluştururken yerel politikalardan geri bildirim almamaktadır. Bu nedenle mevcuttaki enerji değişim politikaları enerji sisteminin arz ve talep taraflarını oluşturan kurumsal ve toplumsal yapıdaki değişimi gerçekleştirememektedir. Dolayısıyla başarılı enerji değişim politikaları için yenilikçi girişimler düzeyinden başlayan ve geri bildirim döngüleri ile üst düzeylerdeki toplum kurum ve politikaları değiştiren bir mekanizmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu tez metodolojisi iki aşama içermektedir. İlk aşamada kavramsal çerçevede açıklanan enerji değişiminin faktörleri, nicel analizler ile incelenmektedir. Çoklu-regresyon analizleri ile ekolojik, ekonomik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik faktörlerin yenilenebilir enerji arzına etkisi; 54 ülke 36 değişken bağlamında ölçülmektedir. Analiz sonuçlarına göre tezin ilk hipotezini doğrular nitelikte enerji değişimi ekolojik, politik, ekonomik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik faktörlere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Kurumsal ve toplumsal faktörlerin enerji değişimindeki etki ağırlığının düşük çıktığı analizde, yenilenebilir enerji arzı düşük olan ülkelerdeki kurumsal ve toplumsal kapasitenin de düşük olduğu görülmektedir.

İkinci aşamada, enerji değişiminin başladığı yer olarak görülen 'Yenilikçi girişimler' düzeyinde toplum ve politika arasındaki bir geri bildirim döngüsü kurgulanmaktadır. JPI-Urban/ERA-NET "Akıllı Şehirler ve Toplumlar" projesi doğrultusunda üretilen ve TÜBİTAK tarafından desteklenen "Enerji Verimli Kentsel Yaşam Biçimleri için Toplumsal Veri Döngüleri (CODALoop)" projesi kapsamında bireyden başlayarak sırasıyla toplum ve politikaların enerji değişimini sağlayacak bir geri bildirim döngüsünün oluşturulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda İstanbul'un Kadıköy ilçesindeki yaşayan vatandaşlar ve Kadıköy Belediyesi'nin başta olduğu kamu-özel sektör kuruluşlarıyla 'Enerji Farkındalığı' ve 'Enerji Politikaları' başlıklı iki ayrı atölye düzenlenmiştir. Atölye sonuçlarına göre bireylerin enerji değişimine dair bilinçli olmakla birlikte motivasyon ve teknik altyapı yetersizliğine sahip oldukları görülürken; yerel ölçekli kamu-özel kurumlarının enerji değişime dair görev ve sorumluluklarının bilincinde olduğu ancak toplumun taleplerini ve enerji tüketim tercihlerini arka planını anlamada yetersiz kaldıkları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: enerji değişimi, sosyo-teknik değişim, çok-düzeyleli perspektif, geri bildirim döngüleri

Designing Community - Policy Feedback Loops in the Framework of Multi Level Transition in Energy System

Ayşe VELİOĞLU

Department of City and Regional Planning

MSc. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Buket Ayşegül ÖZBAKIR

The energy issue is an important topic which is changing and affecting the individual life, community, institutional structure, and national policies. In this century, with many global problems are faced such as the depletion of resources, environmental pollution, and climate change, alteration of the traditional resources is becoming a reality indisputably. In the direction of this aim, the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) has been held in Rio, 1992 as the first step.

The energy transition that is developed in the frame of the challenge with climate change can be explained as a process which includes revisions of the existing ecologic, politic, economic, institutional, social and technological systems toward a new resource usage. The methods, management, and reflections of the energy transition are arguing lately in the academic area. Also, many disciplinary is producing publications about energy transition in their perspectives. However, the energy transition can not only be discussed in one disciplinary perspective. It is required a multi-level perspective because of the complex structure of energy systems. In the conceptual framework of the thesis, the energy transition is explained in three levels (global energy landscape, current supply-demand, and innovative initiatives) and six factors (ecological, political, economic, institutional, social and technological) with socio-technical transition theory and multi-level perspective.

At the energy transition process in Turkey, demand keeps going to increase together with non-renewable energy usage and the indicators of the country are falling behind of Paris Agreement commitments. When the national and local policies of Turkey have been examined, it can be observed that those policies which are different scales developed different plans in the frame of their energy transition

visions. National policies are not taking feedbacks from other scale policies while they are setting the general framework of the energy transition policies for the local level. Therefore the existing policies are not successful since they cannot change institutional and social structures which are the supply-demand sides of the energy system. So, a mechanism which is starting from innovative initiatives level and changing the upper levels with feedback loops is needed for the successful energy transition.

The methodology of this thesis includes two stages. In the first stage, energy transitions factors which are explained in the conceptual framework are examined with quantitative analyses. The effects of six factors to the renewable energy supply are measured with multi-regression analysis in 54 countries, via 36 variables. According to corroborative results of the analysis, renewable energy supply changes depending on six factors: ecologic, political, economic, institutional, social and technological. Also, low renewable energy supply shows parallelism with insufficient capacities of institutional and social factors in the sample.

At the second stage of methodology, a feedback loop which is between community and policy has been designed in the innovative initiative level of the energy transition. In the scope of the CODALoop project which is developed in the direction of the JPI-Urban/ERA-NET 'Smart Cities and Communities' Project and supported by TÜBİTAK, constructing a feedback loop which starts from the individual level and affects the community and policy levels is aimed. Thus, two workshops (Energy awareness workshop and Energy policies workshop) were organized with citizens and public-private institutions in İstanbul, Kadikoy. According to the results of the workshops, individuals have not sufficient infrastructure in their district although they are conscious of the energy transition for changing their consumption habits. In response to this, it can be observed that institutions and local governments are aware of their responsibilities, but they are falling behind to understanding the demands of the community and their energy consumption choices.

Keywords: energy transition, socio-technical transition, multi-level perspective, feedback loops

1.1 Literatür Özeti

Enerji konusu; birey yaşamını, toplumsal işleyişi, kurumsal yapıyı ve ulus politikalarını değiştiren, yönlendiren hayati meselelerden birisidir. İçinde bulunduğumuz yüzyıl ile birlikte kaynakların tükenmesi, çevresel kirlilik ve iklim değişikliği gibi evrensel sorunlar ile karşı karşıya bulunulmakta, geleneksel kaynak kullanımına dair küresel ölçekte bir değişim, tartışmasız bir öncelik haline gelmektedir [1]–[3]. Amaçlanan bu değişim doğrultusunda, ilk adım 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (*United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*) atılmıştır. Her yıl taraflar toplantısının düzenlendiği ve ülkelerin iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik kat ettikleri yolun tartışıldığı bu uluslararası sözleşme, her ne kadar hedefleri açısından önem arz etse de ülkelerin yıllık sonuçları hedeflerin altında kalmaktadır [4], [5].

Enerji değişiminin (*energy transition*) nasıl yönetileceğine dair politikacılara rehber niteliğinde birçok çalışma bulunmaktadır [6]–[8]. Ancak enerji sisteminin kompleks yapısı ve enerji değişiminin devam eden bir süreç olması nedeniyle enerji değişimini belirli bir çerçevede tarif edebilmek mümkün değildir. Bu soruna yönelik olarak enerji değişiminin düzey ve faktörlerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar ortak olarak sürdürülebilir bir enerji değişiminin yerel ölçekte politika-toplum geri bildirim döngüsü içerisinde başlaması gerektiğine işaret etmektedir [9]–[14]. Paris Anlaşması'nda ve daha birçok araştırmada da vurgulandığı gibi iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik enerji değişimi sürecinde; her ölçekten aktörün rolü bulunması gerekmektedir. Enerji değişiminin en etkili şekilde yerel ölçekteki kurumsal ve toplumsal yapıyı değiştirecek aşağıdan-yukarı çalışmalar ile sağlanmaktadır [15]–[21].

Türkiye, yüksek enerji talebine sahip, gelişmekte olan bir OECD ülkesi olarak 2004'den beri küresel enerji değişiminin bir parçasıdır. Taraf olduğu İklim

Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin hedefleri doğrultusunda ulusal politikalar üretmekte ve yürürlüğe koymaktadır. Bununla birlikte yerel yönetimleri iklim değişikliğine dair çeşitli eylem planları geliştirmektedir. Yine de, ulusal düzeydeki politikaların çıktıları, alt ölçek politikalar için sadece tek yönlü olarak ana çerçeveyi oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, Türkiye'nin enerji değişime yönelik nasıl politikalar üretmesi gerektiğine dair sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, küresel ölçekte ve Türkiye özelinde enerji değişiminin çoklu-düzeyleri ve bunları tetikleyen yerel dinamikler geniş ve katmanlı bir bakış açısı ile tarif edilmelidir.

Çalışmanın ikinci bölümünde; küresel enerji sistemine genel bir bakış niteliğinde, üç konudan bahsedilmektedir. İlk olarak mevcut yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenmesi riskiyle ilgili literatürdeki tartışmalara yer verilmekte, ardından bu kaynakların ekonomik geleceği ile ilgili varsayımlardan bahsedilmektedir. Beraberinde fosil tabanlı bu kaynakların olumsuz çevresel etkileri açıklanmaktadır. İkinci olarak, enerji sisteminin ağ yapısı ve ölçeğinin anlaşılması adına; üretimden nihai tüketime, güncel sayılarla birlikte enerji sistemi tarif edilmekte ve sürecin aktörleri açıklanmaktadır. Son olarak, 1973'den 2016 yılına kadar birincil enerji arzı ve nihai tüketimlerindeki kaynak çeşitlerinin değişimi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yükselen artışı göstergeler ile birlikte ortaya konulmaktadır.

Çalışmanın üçüncü bölümü tezin kavramsal çerçevesini oluşturmaktadır. Enerji değişiminin düzeyleri ve bu düzeyleri etkileyen faktörlerin incelendiği bu bölümde; küresel enerji değişiminin düzeyleri, sosyo-teknik geçiş teorilerinde kullanılan çok-düzeyleli perspektif (*multi-level perspective*) yaklaşımı ile ele alınmaktadır. İlk ve en üst düzey olan 'Küresel Enerji Peyzajı' düzeyinde; küresel enerji sistemindeki ekolojik, politik ve ekonomik faktörler incelenmektedir. İkinci ve ara düzey olan 'Mevcut Arz-Talep' düzeyinde; enerji değişimine iki aktörü olan kurumlar ve toplumlar karbon kilitlenmesi kavramı çerçevesinde ele alınmaktadır. Sonuncu ve en alt düzey olan 'Yenilikçi Girişimler' düzeyinde ise teknolojik faktörler ve yerel ölçekli projeler ele alınmaktadır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, küresel enerji değişiminin faktörlerinin yenilenebilir enerji arzına etkisi, 54 ülkede 36 değişken ile analiz edilmektedir.

Ayrıca, analiz edilen faktörler doğrultusunda Türkiye'nin enerji değişimindeki durumu diğer ülkeler ile karşılaştırmalı olarak ele alınmaktadır. Analizlerde çoklu-doğrusal regresyon analizleri, korelasyon analizleri ve scatterplot grafikleri kullanılmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde küresel enerji değişimini tetikleyecek bir yöntem denemesi yapılmaktadır. Enerji Verimli Yaşam Stili ve Toplumsal Veri Döngüleri (*Community and Data Loops for Energy Efficient Urban Lifestyles - CODALoop*) projesi kapsamında tasarlanan birey-toplum-politika geri bildirim mekanizması, enerji değişimini tetikleyecek yenilikçi girişim olarak kullanılmaktadır. Bu doğrultudaki çalışma, Kadıköy ilçesindeki 100 gönüllü kullanıcı ve Kadıköy Belediyesinin işbirliği ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın sonuç bölümünde, kentsel enerji politika sistemleri için tez kapsamında tasarlanan birey-toplum-politika geri bildirimlerinin enerji değişiminin düzeyleri ile paralelliği literatür karşılaştırmaları ve bulgular ile açıklanmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Bu tezin ilk amacı enerji değişiminin düzeylerini ve faktörlerini açıklayıp, enerji değişimi üzerine etkilerini analiz etmektir. İkinci amacı ise; başarılı bir enerji değişimi için Türkiye'nin enerji değişim politikaları ile toplumsal yapısı arasında bir geri bildirim döngüsü oluşturmaktır.

1.3 Hipotez

Enerji değişimi birçok araştırmacı tarafından ekolojik [22], [23], politik [24], [25], ekonomik [3], [26], [27], kurumsal [28], [29], toplumsal [30], [31] ve teknolojik [32] gibi çeşitli düzeyleri ile tartışılmaktadır. Bu tez kapsamında enerji değişimine yönelik şu soruların cevabı aranmaktadır; i) enerji değişimi hangi faktörlere bağlı olarak, hangi düzeylerde gerçekleşmektedir, ii) başarılı bir enerji değişim süreci hangi düzeyde nasıl başlamaktadır. Tezin birinci hipotezine göre enerji değişimi; küresel enerji peyzajı, mevcut arz-talep yapısı ve yenilikçi girişimler olmak üzere üç düzeyde; ekolojik, ekonomik, politik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik faktörlere bağlı olarak gerçekleşmektedir (H_1). Tezin ikinci hipotezine göre ise; başarılı bir enerji değişimi toplum ve politika arasında kurulan geri bildirim döngüleri ile

tetiklenerek, yenilikçi girişimler düzeyindeki yerel ölçekli aktörlerle başlamaktadır (H₂).

1.4 Kapsam ve Yöntem

Literatürde enerji değişimini farklı boyutlarıyla ele alan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu tezin amacı doğrultusunda, enerji değişiminin ele alındığı düzey ve faktörler, çalışmanın genel kurgusunu oluşturmaktadır. Literatürdeki sosyo-tekniik geçiş teorisinin politik ve ekonomik faktörleri, çok-düzeyle perspektif yaklaşımının rejim seviyesinde tartışılmaktadır. Bu çalışmada ise enerji sisteminin küresel yapısında makro ölçekli politika ve ekonomi dinamiklerini içermesinden dolayı, politik ve ekonomik faktörler 'küresel enerji peyzajı' olarak adlandırılan peyzaj seviyesinde ele alınmıştır. Ayrıca, yöntem denemesi olarak sunulan birey-toplum-politika geri bildirim döngülerinde, enerji verimli yaşam stiline sahip birey-toplum döngüsün nasıl oluşturulduğu, tez kapsamında enerji değişiminin düzey ve faktörlerine odaklanıldığından detaylandırılmamıştır.

Tezin iki hipotezi doğrultusunda iki aşamalı yöntem çerçevesi sunulmaktadır:

- i. İlk olarak kavramsal çerçevede enerji değişim faktörleri olarak belirlenen ekolojik, ekonomik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik faktörlerin yenilenebilir enerji arzına etkisi ölçülmektedir. Bu analizde, politik faktörlere dair nicel verilere ulaşamadığından regresyon analizine dahil edilmemiş, tez kapsamında konuya dair yalnızca literatür incelemesi yapılmıştır. Nicel yöntemlerin kullanıldığı bu analizde, Excel ve SPSS ortamında 54 ülke bağlamında, 36 değişkenle, çoklu-regresyon ile analiz edilmektedir. Analiz bir ana model ve beş alt modelden oluşmaktadır ve enerji değişiminin düzeyleri ve faktörleri arasındaki ilişkiyi küresel ölçekte incelenmektedir.
- ii. Tezin ikinci hipotezi doğrultusunda, enerji değişiminin tetiklendiği aşama olarak görülen yerel ölçekteki yenilikçi girişimler düzeyinde, küresel enerji peyzajını değiştirmeye yönelik, yerel ölçekte toplum-politika geri bildirim döngülerini kurulmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda, JPI-Urban Europe ERA-Net kapsamında ve TÜBİTAK tarafından desteklenen CODALoop projesi altında, Kadıköy ilçesinde yaşayan gönüllüler ve başta Kadıköy Belediyesi

olmak üzere, İstanbul'daki çeşitli kamu-özel sektör ve STK katılımcıları ile iki ayrı atölye çalışması düzenlenmiştir.



2

KÜRESEL ENERJİ SİSTEMİNE GENEL BAKIŞ

2.1 Bölüm Girişi

Bu bölümde küresel enerji sistemindeki genel durum, üretim-tüketim değerleri aktörler ve enerji kaynakları açıklanmaktadır. Öncelikle yenilenemeyen enerji kaynaklarının rezerv durumuna değinilerek, bu kaynakların; birincil enerji üretimi, birincil ve ikincil enerji arzı ve nihai enerji tüketimindeki genel dağılımları, ardından

enerji üretim ve tüketim süreçlerinin aşama ve aktörleri ve son olarak 1973-2015 yılı karşılaştırmalı olarak kaynak tercihlerinin değişimi incelenmektedir.

2.2 Yenilenemeyen Enerji Kaynaklarının Durumu

Güncel literatürde yenilenemeyen enerji kaynaklarının geleceği üç ana başlık ekseninde tartışılmaktadır. Bunlar; kaynakların tükenmesi, kaynakların ekonomik geleceği ve çevresel sorunlardır. Bilindiği üzere sanayi devrimine kadar dünyada yaygın enerji kaynağı kömürdü. Ancak üretim sisteminin değişmesi ile birlikte yaşanan arz ve talep farklılaşması daha verimli ve daha geniş kullanım alanına sahip bir enerji kaynağı ihtiyacını doğurdu. Bu ihtiyaca cevap olarak yükselişe geçen petrol enerjisi üretimi 19. yy'den beri dünyadaki birincil enerji üretiminin en büyük parçasını oluşturmaktadır [24].

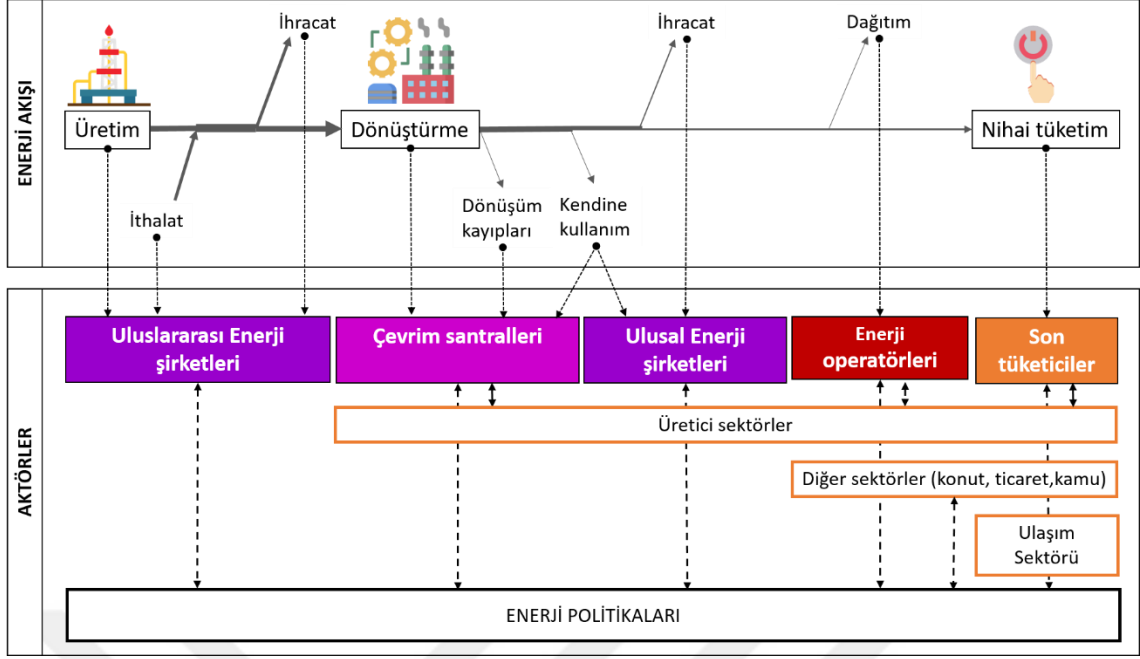
Ancak bu yüzyıl itibariyle; geleneksel petrol üretim teknikleriyle elde edilen birincil enerji kaynağındaki kalite düşüşü, yeni kaynak rezervlerinin bulunmasındaki güçlük, kaynak çıkarılmasının gittikçe maliyetli hale gelmesi ve piyasa fiyatlarındaki dengesizlikler, kaynaklar üzerinde yaşanan siyasi çatışmalar gibi sorunlar enerji sektörünü yeni yol arayışlarına yöneltmektedir [3], [24], [33]. Jeolojist M. King Hubbert 1956 yılında gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında yenilenemeyen enerji üretim kapasitesinin yılda %7.9 artırılması ile birincil enerji üretiminin yaklaşık 9 yılda o günkü üretilen miktarın 2 katına çıkacağını ve 2000'li yıllarda yenilenemeyen bu kaynakların tükeneceğini öngörmektedir. Hubbert çalışmasında 1970'de petrolün pik yaparak bu yıldan itibaren başta Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olmak üzere tüm dünyada düşüşe geçeceğini iddia etmektedir [34]. Ancak Campbell'in 1997'de yayınladığı çalışmasında öne sürdüğü gibi her petrol sahasının rezerv kalitesi, çıkarım tekniği gibi birçok faktöre bağlı olarak farklı pik zamanlarına sahip olduğu görülmektedir. Dolayısı ile Campbell, daha ucuz bir kaynak alternatifi olmadığı müddetçe yenilenemeyen kaynak arzının azalarak da olsa devam edeceğini öngörmektedir (Aktaran: [3]). Buradan hareketle enerji arzının pik noktaya ulaşmasının, yenilenemeyen kaynaklarda yaşanacak krizin başlangıcı olarak görüldüğü söylenebilmektedir. Ancak daha verimli ve ucuz alternatiflerin artırılması ve uygulanabilir olması takdirinde yenilenemeyen enerji kaynaklarına

yönelik bir talep doygunluğunun yaşanması ve talebin farklı kaynaklara yönelmesi de mümkündür [3].

Öte yandan içinde bulunduğumuz yüzyıl itibari ile gittikçe yükselen bir başka tartışma olarak iklim değişikliği meselesi ve beraberinde getirdiği kirlilik, küresel ısınma vb. sorunlar bulunmaktadır. Bilimsel çalışmalar [24] ve kurum raporları [22] iklim değişikliğinin kaçınılmaz gerçekliğini ve tahmin edilen tüm sonuçlarını açıkça ortaya koymaktadır. Dolayısı ile yenilenemeyen kaynakların kullanımının azaltılarak küresel ısınmanın 1.5 °C altında tutulması su ve besin kıtlığı, sel, taşkın, ısıya bağlı ölümler, hastalıklar, çatışma ve ekonomik düzensizlik gibi birçok krizi önlemek adına hayati önem taşımaktadır [22], [24], [33], [35]. Bu konu ilerleyen başlıklarda küresel enerji değişimin düzeyleri tariflerinken detaylı olarak ele alınacaktır.

2.3 Üretimden Nihai Tüketime Küresel Enerji Sistemi

Enerjinin üretiminden tüketimine kadar olan süreç; enerji akışı ve aktörler olmak üzere iki grupta tarif edilebilir. Ham enerji kaynağının çıkarılmasından, işlenmesine, dağıtımından, tüketimine kadar olan işlemler enerji akışını tariflerken, bu işlemleri gerçekleştiren ve bu işlemlerin sonuçlarından etkilenen aktörler bulunmaktadır. Enerji akışı ile aktörlerin bağlayıcı çerçevesini ise yasa, yönetmelik, plan bütünündeki hükümet politikaları oluşturmaktadır.



Şekil 2.1 Enerji Sisteminde Süreç ve Aktörler ([36] Kaynağından faydalanılarak bu tez kapsamında üretilmiştir.)

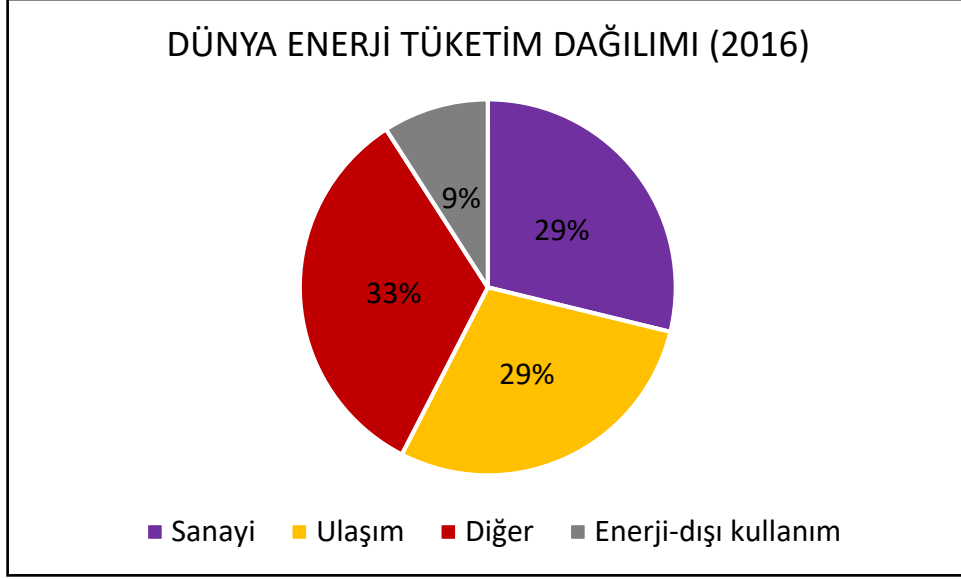
Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından enerji akışı temel olarak üç aşamada açıklanmaktadır (Şekil 2.1). Bunlar; üretim, dönüşüm ve tüketimdir. Bu aşamalara ek olarak eş zamanlı gerçekleşen; enerji kaynaklarının ithalat ve ihracatı, dönüşüm kayıpları, kendine kullanımlar ve dağıtım (arz) gibi yan aşamalar da bulunmaktadır. Dönüşüm kayıpları birincil enerjiden ikincil enerji elde edilirken yaşanmakta olup, kendine kullanımlar da bu çevrim esnasında santrallerin kendi enerji ihtiyacını karşılaması durumudur [37].

Birinci aşamadaki enerji üretimi farklı ölçeklerdeki çok uluslu enerji şirketleri (Shell, BP, Exxon Mobile) veya devletlerin tekelindeki kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu aktörler aynı zamanda uluslararası enerji ticaretinde de aktif rol oynamaktadır. 2016 yılı itibari ile dünya toplam 131.763,99 Mtoe enerji üretilmiştir. Üretilen enerji ülkelerin kendi enerji ihtiyacını karşılamasının yanı sıra diğer ülkelere de ihraç edilmektedir. 2016 yılında 5.505,50 Mtoe enerji ithal edilmiş ve 5.616,91 Mtoe enerji ihraç edilmiştir. İthalat ve ihracatın birbirine eşit olmaması, ülkelerin enerji piyasasındaki fiyat farklılıkları, uluslararası anlaşmalar gibi sebeplere bağlı olarak enerji ihraç ederken aynı zamanda enerji ithalatı da yapıyor

olmalarından kaynaklanmaktadır. Dolayısı ile ihraç edilen kadar enerji miktarının başka ülkeler tarafından ithal edildiğini kabul etmek eksik bir varsayım olacaktır.

İkinci aşamada ise enerji kaynakları kullanım alanlarına göre dönüştürülmekte ve arz edilmektedir. Bu aşama her enerji türü için geçerli olmamakla birlikte birincil enerji kaynaklarının hepsini kapsamaktadır. Enerji dönüşümünün aktörleri ise birincil enerji kaynaklarından ikincil enerji kaynaklarının üretimini gerçekleştiren çevrim santralleridir (kömürden elektrik enerjisi elde eden termik santraller gibi). Özel ya da kamuya ait olmakla birlikte bu santraller enerji akışının hem üretim hem tüketim tarafında bulunmaktadır. Ayrıca çevrimi yapılan ikincil enerji ile birlikte, ülke sınırları içerisindeki birincil ve ikincil enerji arzı, enerji operatörü (Enerjisa, İGDAŞ, BEDAŞ gibi) olarak adlandırılan kamu/özel enerji tedarik (dağıtım) firmaları tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu firmalar satın aldıkları enerjiyi yerleşim alanlarına arz etmekte ve tüketimi faturalandırmaktadır. 2016 yılında, üretilen toplam enerjinin 3.158,70 Mtoe 'si çevrim santralleri tarafından ikincil enerji kaynağına çevrilerek toplam 13.761,45 Mtoe enerji arz edilmiştir. Enerji çevrimleri esnasında ikincil enerji üretim sistemi gereği enerji kayıpları yaşanabilmektedir. Bu nedenle ikincil enerji üretiminde 224,84 Mtoe enerji kaybı yaşanmış olup çevrilen elektrik enerjisinin 822,61 Mtoe 'si ikincil enerji üretimini yapan çevrim santrallerinin kendi enerji ihtiyacını karşılamıştır.

Üçüncü ve son aşama ise enerjinin nihai tüketimidir. Bu tüketim Uluslararası enerji Ajansı tarafından; üretici sektörler (sanayi), ulaşım sektörü, diğer sektörler (konut, ofis, ticaret, kamu binaları vb.) ve enerji dışı kullanımlar olarak sınıflandırılmıştır. Enerji dışı kullanımlar kaynağın enerji olarak değil hammadde olarak kullanıldığı durumları kapsamaktadır. 2016 itibari ile dünya üzerindeki toplam enerji tüketimi 9.555,32 Mtoe'dir. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi bunun 3.185,21 Mtoe'sini (%33) diğer sektörler olarak adlandırılan 2.752,60 Mtoe'sini (%29) sanayi (üretim) sektörü, 2.747,87 Mtoe'sini (%29) ulaşım sektörü ve 869,64 Mtoe'sini (%9) enerji kullanım amacı dışındaki tüketimler oluşturmaktadır. Toplam arz miktarı ile nihai tüketim arasındaki fark da enerji dağıtım esnasında yaşanan enerji kayıpları ve ikincil enerji kaynaklarının da ihraç ediliyor olması gibi sebeplerden kaynaklanmaktadır.



Şekil 2.2 Dünya enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı¹ ([37] Kaynağından faydalanılarak bu tez kapsamında üretilmiştir.)

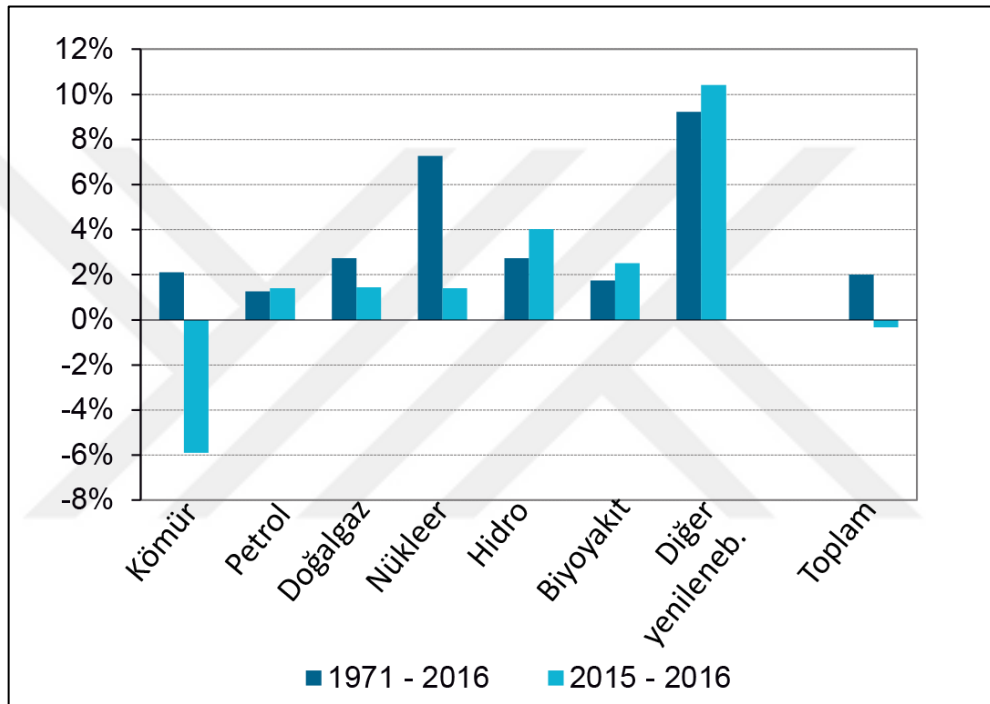
2.4 Enerji Sisteminde Değişim: Yenilenebilir Enerjiye Geçiş

Bir önceki başlıkta küresel enerji sisteminin güncel durumu ortaya konulmuş olup enerji üretim ve tüketim süreçlerinin nasıl gerçekleştiği, hangi aktörlerin sürecin hangi aşamasında dahil oldukları açıklanmıştır. Ancak 2016 kesiti tek başına yeterli bir açıklama değildir. Enerji kaynakların dağılımı, yıllara göre kaynak tercihlerinin değişimi, hangi sektörün hangi enerji kaynağı tercih ettiği enerji değişimini ortaya koymak açısından önemlidir.

Kapsayıcılığı ve nitelikli analizleri bakımından enerji sektörünün en güvenilir .< biri olan IEA, enerji üretiminin kaynaklara göre değişimini Şekil 2.3'teki gibi sınıflandırmaktadır. Bunlar; petrol enerjisi, hidro-enerji, biyoyakıt enerjisi ve diğer yenilenebilir kaynaklar olarak kategorilendirilen; güneş, su ve rüzgâr enerjileridir. Enerji üretiminin yıllık büyüme oranı 2015-2016 yılları arasında, 1971-2016 yılları arasındaki orana göre, daha fazladır. Son bir yıl içinde hidro enerji biyoyakıt ve diğer yenilenebilir kaynakların üretim payı yaklaşık %2 artmıştır. Bunun yanı sıra, toplam enerji üretiminde de 2015-2016 yılları arasında, 1971-2016 yılları arasındaki değişime göre düşüş yaşandığı ve üretimin azaldığı görülmektedir. Buradan

¹ Diğer kategorisi üçüncül binalardaki (konut, ofis, ticaret vb.) enerji tüketimini temsil etmektedir.

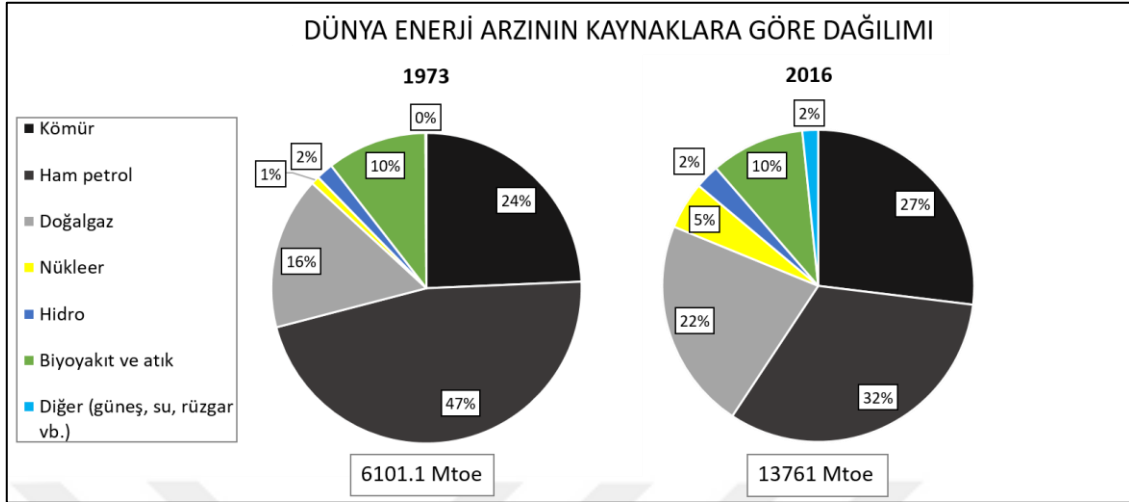
hareketle önceki yılların verileri ile karşılaştırıldığında küresel anlamda yenilenebilir enerji üretimine olan eğilimin arttığı söylenebilmektedir. Ayrıca kaynaklara göre üretim dağılımlarına bakıldığında kömürde en büyük üretim payının Çin'e, petrolde en büyük üretim payının OPEC (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü - Organization of Petroleum Exporting Countries) ülkelerine, doğalgazda en büyük üretim payının ABD ve Rusya Federasyonu'na, nükleerde en büyük üretim payının ABD'ye ve hidro enerjide en büyük üretim payının Çin'e ait olduğu görülmektedir [38].



Şekil 2.3 Küresel Enerji Üretimindeki Kaynaklara göre Yıllık Değişim Artışı ([38], s.8)

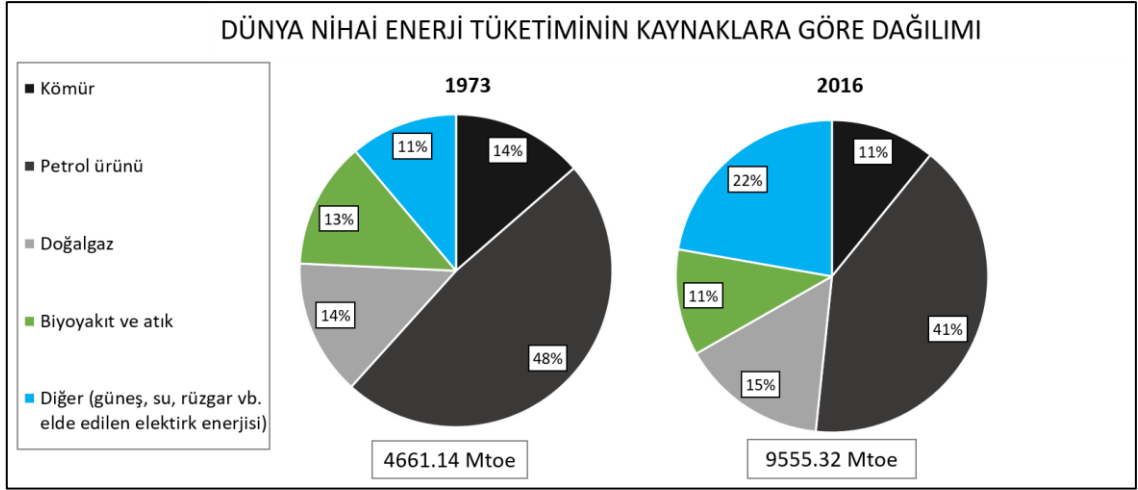
Birincil enerji kaynak arzının 1973-2016 yılları arasındaki değişimi incelendiğinde, Şekil 2.4'te görüldüğü gibi toplam birincil enerji arzının 43 yılda 13.761 Mtoe ile iki katının üzerine çıktığı görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynak payı 1973'de toplam %12 iken 2016 yılında %2 daha büyüyerek %14'lük bir paya ulaşmıştır. 1973'den 2016'ya petrolün birincil enerji arzındaki payı daralırken doğalgazın payının arttığı da görülmektedir. Buna ek olarak nükleer enerji arzı ve biyoyakıt ile atık enerjisinin payları da artmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte kaynak arzında

çeşitliliğinin arttığı görülmektedir ancak yenilenebilir enerji arzının payı hala düşüktür.



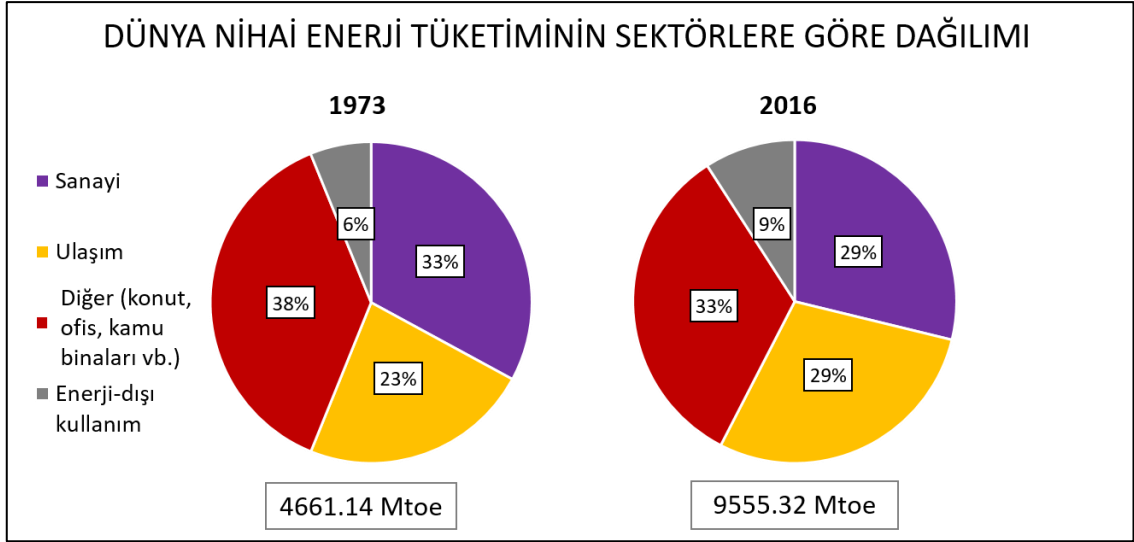
Şekil 2.4 Dünya Toplam Birincil Enerji Arzı, 1973-2015 Yılları Arası ([37] Kaynağından faydalanılarak bu tez kapsamında üretilmiştir.)

2016 yılı nihai enerji tüketimi, Şekil 2.5'te görüldüğü gibi nihai enerji tüketimi 1973 yılı değerlerinin iki katı üzerine çıkarak 9.555,32 Mtoe'ye ulaşmıştır. Yenilenebilir enerji kaynak payının ise yaklaşık %10 artarak, 2015'te %33'lük bir paya ulaştığı görülmektedir. Bunun yanı sıra; güneş, su, rüzgâr vb. yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketim payı da iki katına çıkarken kömür ve petrol kaynaklarının tüketim payı yaklaşık %10 daraldığı görülmektedir. Ham petrol tüketiminin payı %1'in altında olduğundan dahil edilmemiştir.

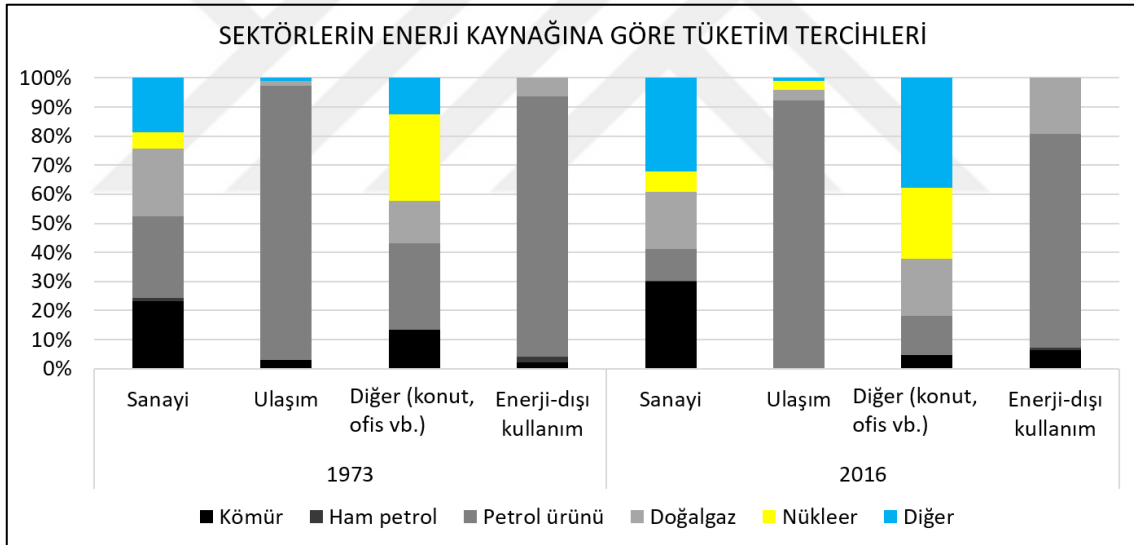


Şekil 2.5 Dünya Toplam Nihai Enerji Tüketimi, 1973-2015 Yılları Arası ([37] Kaynağından faydalanılarak bu tez kapsamında üretilmiştir.)

Nihai enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımının 1973-2016 yılları arasındaki değişimi Şekil 2.6'da ve sektörlerin kaynak tercihlerinin değişimi Şekil 2.7'de görülmektedir. Enerji dışı kullanımlar enerji tüketim amaçlı olmayan kullanımlar olduğu için tez kapsamında değerlendirilmeye alınmamış olup yalnızca göstergelere dâhil edilmiştir. Sanayi sektörü 1973'teki toplam nihai enerji tüketiminde %33'lük bir paya sahip olmakla birlikte, kaynak tercihlerine bakıldığında ağırlıklı olarak kömür, petrol ve doğalgaz kaynaklarının kullanıldığı görülmektedir. 2016 yılına gelindiğinde ise sanayi sektörünün toplam enerji tüketimindeki payı daralarak %29 olmuş ve ağırlıklı kaynak tercihlerinden olan kömürün kaynak kullanımındaki payı artarmıştır. Ayrıca 2016 yılı sanayi sektörünün diğer (güneş, su, rüzgâr vb. elde edilen elektrik enerjisi) kaynak kullanımları %10 artış göstererek doğalgaz ile petrolün yerini almıştır. Buradan hareketle sanayide elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynak payının arttığı söylenebilmektedir.



Şekil 2.6 Sektörlerin Nihai Enerji Tüketim Paylarının Değişimi ²([37] Kaynağından faydalanılarak bu tez kapsamında üretilmiştir.)



Şekil 2.7 Sektörlerin Nihai Enerji Tüketiminde Kaynak Tercihinin Değişimi, 1973-2016 Yılları Arası³ ([37] Kaynağından faydalanılarak bu tez kapsamında üretilmiştir.)

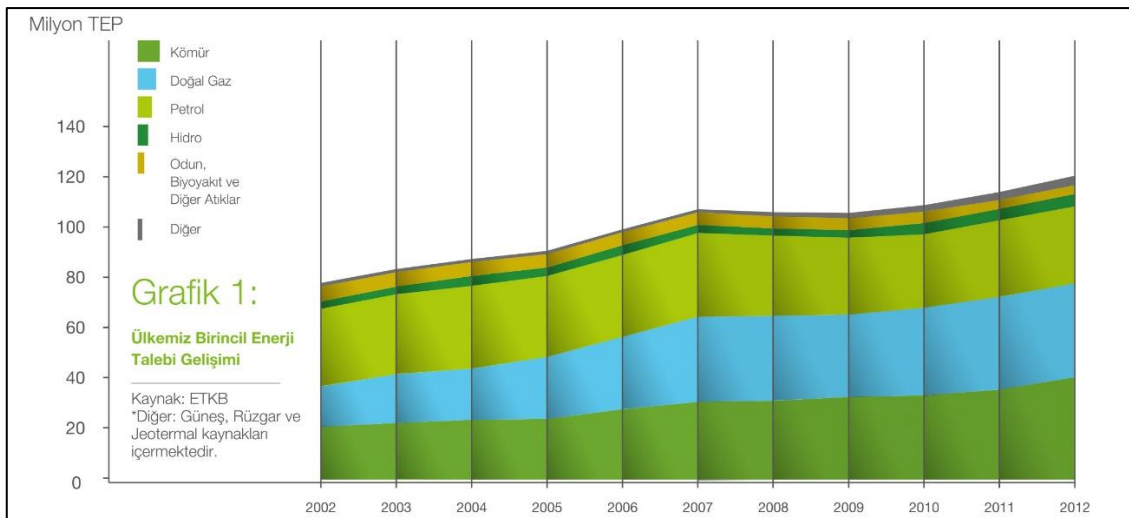
² Diğer kategorisi üçüncül binalardaki (Konut, ofis, ticaret, kamu vb.) enerji tüketimini temsil etmektedir.

³ Diğer kategorisi su, güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını temsil etmektedir.

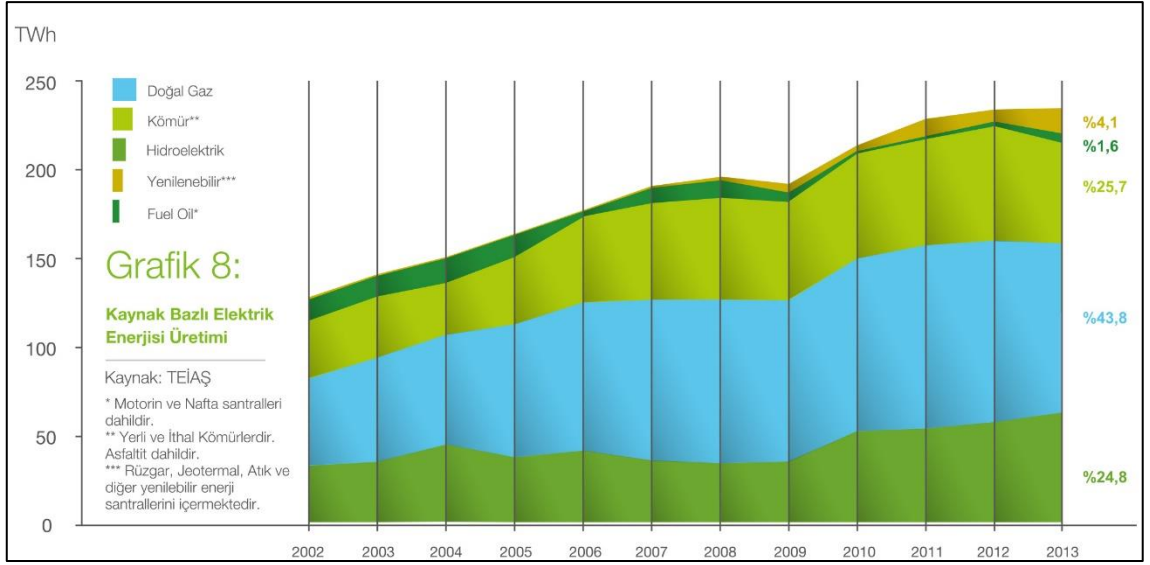
Ulaşım sektörünün 1973 yılında toplam enerji tüketiminden aldığı pay %23 olmakla birlikte %90'a yakın oranda petrol kaynağının kullanıldığı görülmektedir. 2016 yılında ulaşım sektörünün payı %29'a genişlemiştir. Kaynak tercihlerinde ise kayda değer bir farklılık meydana gelmemiştir. Yalnızca 1973 yıllarında az oranda kullanılan kömürün 2016 yılında yerini nükleer ve diğer enerji kaynaklarına bıraktığı söylenebilmektedir (Şekil 2.6 ve 2.7).

Konut, ofis, kamu binaları vb. enerji tüketimlerini kapsayan diğer sektörlerin 1973'te enerji tüketimindeki payı %38 olmakla birlikte toplam içerisindeki en yüksek paydır. Bu sektör grubunun 1973'teki kaynak tercihlerinin ağırlıklı olarak petrol ve nükleer enerjisinden oluştuğu görülmektedir. 2016 yılında toplam enerji tüketimindeki payı daralarak %33'e gerilemiştir. Ağırlıklı kaynak tercihleri olan petrol ve nükleer enerjileri ise yerini yenilenebilir kaynaklara bıraktığı görülmektedir (Şekil 6 ve 7).

Türkiye'deki birincil enerji arzının kaynaklara göre değişimine bakıldığında ise, 2000'li yıllardan itibaren artış ivmesine sahip olan kaynak talebinde doğalgaz ve hidro-enerji payının giderek artmış olduğu görülmektedir. Bununla birlikte 2007 itibari ile diğer olarak kategorilendirilen yenilenebilir kaynak kullanımında arttığı görülmektedir (Şekil 2.8). Yine kaynak bazlı elektrik enerji üretiminde de yenilenebilir kaynak payının artarak toplam elektrik üretiminden %4,82lik bir pay aldığı görülmektedir (Şekil 2.9).



Şekil 2.8 Türkiye'de Birincil Enerji Talebinin Gelişimi ([39], s.27)



Şekil 2.9 Türkiye’de Kaynak Bazlı Elektrik Enerjisi Üretimi ([39], s.35)

2.5 Bölüm Sonucu

1973’ten bu yana küresel enerji sisteminde; fosil tabanlı yenilenemeyen enerji kaynakların tükendiği ve yenilenebilir enerji üretim ve tüketim paylarının artış gösterdiği açık biçimde görülmektedir. Sanayi ve konut, ofis, kamu binaları vb. enerji tüketimlerini kapsayan diğer grubu yenilenebilir enerji kullanım payını artırma potansiyelleri yüksek sektörler olarak görülürken, ulaşım sektöründe yenilenebilir enerji kaynak payının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Başta ulaşım sektörü olmak üzere diğer tüm sektörlerde alternatif yakıt teknolojilerinin henüz yüksek bir paya sahip değildir. Bununla birlikte kömür ve petrol kullanımlarının dünya genelinde azalırken, yenilenebilir enerji kaynak kullanımının giderek arttığı görülmüştür. Bu göstergeler dünya genelinde enerji kaynak tercihlerinde bir değişiminin yaşandığını göstermesine rağmen değişimin hangi yapılarda ve nelere bağlı olarak gerçekleştiğini açıklamak için yetersizdir. Enerji değişiminin hangi düzeyden başlayarak sırasıyla hangi düzeyleri etkilediği, nasıl gerçekleştiği ve nelerle bağlı olarak gerçekleştiğini açıklanması gereken hususlardır.

KÜRESEL ENERJİ SİSTEMİNDEKİ ÇOK- DÜZEYLİ DEĞİŞİM

3.1 Bölüm Girişi

“Dünya değişiyor bunu suda hissediyorum, toprakta hissediyorum. Kokusunu alıyorum. Eskilerden pek bir şey kalmadı, zira hatırlayanlardan yaşayan yok artık. ...”

- J. R. R. Tolkien

Tolkien’in başyapıtının ilk satırlarını oluşturan bu cümleler Orta Dünya’da başlayan büyük bir değişimi tarif eder. Toprak ve su eskisi gibi değildir; daha çok güç için daha çok üretim, daha çok üretim için ise daha çok yakıt gerekmektedir. Ve Orta Dünya şafağı olmayan bir sona doğru ilerlerken, güç arzusunda teslim olmuş varlıklar ile güce yenik düşmeyenlerin savaşına sahne olmaktadır.

Benzer şekilde günümüz dünyası değişimin eşiğindedir ve mevcut enerji sistemine dair kesin olan iki şey vardır; yenilenemeyen enerji kaynakları limitlidir ve kullanımlarına bağlı doğal çevrede olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Bu iki durum, küresel enerji değişiminin tetikleyicileri olmaktadır (bkz. Bölüm 2).

Literatürde ‘energy transition’ olarak tartışılan kavram, bu çalışma kapsamında enerji değişimi olarak karşılık bulmaktadır. Oxford sözlüğünde *transition* kavramı; bir durum ya da koşuldan diğer birine olan değişim süreç ya da periyodu [40] olarak ifade edilirken, Cambridge sözlüğünde; bir form ya da tipten ötekine olan bir değişim [41] olarak ifade edilmektedir. Buradan hareketle enerji değişimi; mevcuttaki ekolojik, politik, ekonomik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik sistemlerin yeni bir kaynak kullanımı doğrultusunda sistemlerini revize ettikleri değişim olarak açıklanabilmektedir [6], [42]–[44]. Mevcut kaynakların kullanımına bağlı yaşanan karbon emisyonu sorununun çözümüne dair literatürde iki temel yol bulunmaktadır; karbon temelli enerji kaynaklarının kullanımını azaltmak [45]–[47] ve mevcut enerji kaynaklarındaki karbon yoğunluğunu azaltmak [48]–[50]. Karbon

temelli kaynakların kullanımını azaltmaya yönelik literatür taramasında bulunan eski iki çalışma Wallance ve Sawhill vd.'lerine aittir ve mevcut enerji kaynaklarının sebep olduğu çevresel sorunlara yönelik olarak enerji değişimin bir sistem olarak ele alınması ve yönetilmesi gerektiği vurgulanmaktadır [6], [51].

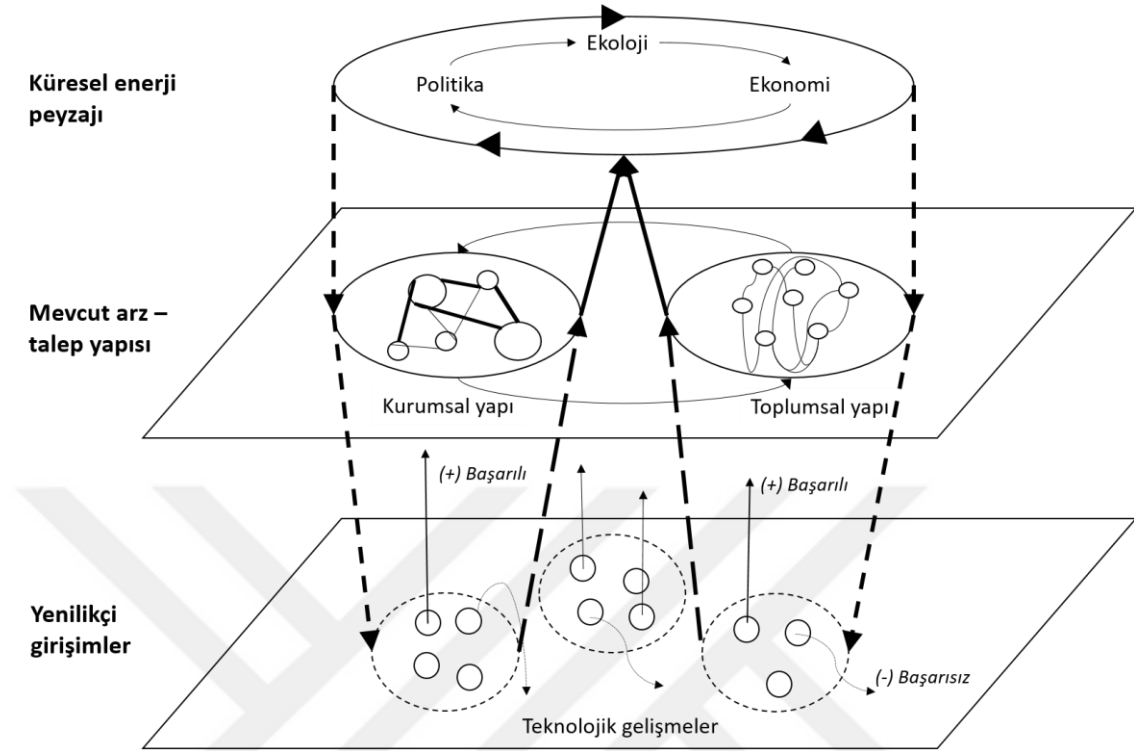
Sanayi devrimi başlangıcında enerji üretiminde yaygın olarak kullanılan kömür, sanayi devriminin sonraki aşamalarında, seri üretim sonucu yerini daha verimli bir yakıt olan petrole bırakmıştır [3]. Üretim biçiminde yaşanan bu büyük değişim yalnızca enerji üretiminde kaynak tercihlerini değil; kentleşmeyi, kentsel mekânı, sosyal yapıyı, kültürel yapıyı, ulaşımı, lojistiği, ekonomiyi ve politikaları da derinden etkilemiştir. Bu durum enerji sektörünün çok-düzeyle karmaşık yapısını ortaya koymakta ve günümüzde enerji kaynak tercihlerinde yaşanacak yeni bir değişimin yalnızca tek bir boyutta ele alınamayacağını göstermektedir (bkz. Bölüm 2). Ayrıca, günümüzdeki enerji değişiminin arkasında yatan niyet ve bilinç, endüstriyel dönüşümden farklıdır. Bu değişim, sürdürülebilirlik gayreti ve iklim değişikliği ile mücadelenin gereği olarak ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla bu değişim yalnızca üretim biçimlerindeki devrim sonucu gerçekleşmemekte; birçok düzey ve faktöre bağlı olarak, her ölçekten aktörün ortak hareketi ile mümkün olmaktadır [44]. Bu doğrultuda enerji değişimine yönelik iki temel soru ortaya çıkmaktadır: 1) enerji değişimini etkileyen faktörler nelerdir ve 2) enerji değişimi hangi seviyelerde nasıl gerçekleşmektedir?

Enerji sistemindeki değişiminin karmaşık yapısını ve onu etkileyen faktörleri analiz edebilmek için bu tez kapsamında sosyo-teknik değişim (*socio-technical transition*) teorisinden faydalanılmıştır. Teorinin temelleri Trist ve Bamforth tarafından İngiltere'de kömür madenciliği sanayii teknolojisinin değişmesi üzerine yaptıkları araştırmalarda atılmıştır [52], [53]. Daha sonra Van den Ende ve Kemp'in yapmış oldukları çalışmada teknolojik dönüşümler yalnızca teknolojinin değişimi olarak ele alınmamış; üreticilerin, tüketicilerin, teknik ağ ve altyapıların ve hatta algının değişimi olarak incelenmiştir [54]. Dönüşümlerin nasıl gerçekleştiği ve belirli bir sürece sahip olup olmadığı tartışmasıyla birlikte değişimi yapılandıran diğer bileşenler açıklanmaya çalışılmıştır. Teknolojik yapıların kökleşmiş birçok bileşeni olması sebebi ile değişim hızlı ve keskin bir biçimde gerçekleşmesi mümkün

değildir. Yeni teknolojiler değişimi sağlayabilmek için öncelikle mevcut teknolojilerin bileşenlerini ve onların rutinleşmiş davranışlarının değiştirmelidir [55]. Bu noktada Geels, evrimci ekonomi teorilerin evrime yönelik iki ana görüşten beslenerek [56], [57]; teknolojik değişimler üzerine bütünleştirici bir evrimsel çok düzeyli bakış açısı geliştirmiştir [58]. Çok düzeyli perspektif (*Multi-Level Perspective*) olarak adlandırılan bu düzeyler değişimin katmanlarını tariflemektedir. Geels'e göre sosyo-teknik değişimler üç düzeyde yaşanan baskı sonucunda gerçekleşir: 1) Peyzaj seviyesi (*landscape level*); makro seviye olup dışsal faktörlerden etkilenen düzeydir. Demografik yapı, ekolojik yapı, makro-politik ekonomi, kültür gibi değişimi zor ve değişimin etkilerinin uzun vadede görüldüğü bileşenleri içerir. 2) Rejim seviyesi (*regime level*); değişime karşı mevcut düzenini korumaya eğilimli olan seviyedir. Mevcuttaki teknolojik altyapı, ulus politikaları, enerji sektörü ve çok uluslu firmalar gibi rutinlerine bağlı bileşenlerden oluşur. 3) Niş seviyesi (*niche level*) ise; değişimin en alt katmanını oluşturan kuluçka seviyesidir. Tüm radikal yenilik girişimleri bu seviyede gerçekleşir ve başarılı olanlar bir üst seviyeye geçerek mevcut düzeni değiştirebilir [8], [11], [58]–[61]. Rejim seviyesi değişimin sıfır noktasıdır. Sürekli olarak niş seviyesi tarafından tetiklenirken peyzaj seviyesi tarafından da baskılanmaktadır. Dolayısı ile rejim seviyesi mevcut yörüngesini korumak adına en çok kilitlenmenin görüldüğü seviyedir.

Bu bölümde enerji sisteminde yaşanan küresel değişim; sosyo-teknik geçiş teorileri doğrultusunda geliştirilen çok düzeyli perspektif yaklaşımı ile açıklanmaya çalışılmıştır [58], [59]. Tez kapsamında enerji değişiminin en uzun vadede etkisini göstereceği düşünülen ve değişimin son aşaması olarak görülen düzey, 'Küresel Enerji Peyzajı' olarak adlandırılmıştır. Küresel enerji peyzajını etkileyen faktörler olarak ise ekolojik, politik ve ekonomik sistemlerin değişimi incelenmiştir. Enerji değişimine en çok zorlanan ve direnç gösteren düzey ise 'Mevcut Arz-Talep' olarak adlandırılmış olup kurumsal ve toplumsal yapılar bu düzeyin değişim faktörleri olarak incelenmiştir. 'Yenilikçi Girişimler' olarak adlandırılan ve bu tez kapsamında enerji değişimine yönelik yerelden küresel ölçeğe etkileyici bir yol önerisi olarak incelenen düzeyde ise; teknolojik girişimler incelenmekle birlikte, yerel

yönetimlerin enerji değişimindeki rolü ve önemi, aşağıdan-yukarı tasarlanan politikalar ve toplum-politika geri bildirim döngüleri ele alınmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Enerji Değişimin Çok-Düzeyle Yapısı ve Faktörleri ([59] [37] Kaynağından faydalanılarak bu tez kapsamında üretilmiştir.)

Enerji değişimine yönelik çalışmaların çoğu kurumsal, toplumsal ve teknolojik faktörlerdeki değişimi anı sistematik bir çalışma yürütülemediğinden göz ardı etmektedir. Her bir düzeyin faktörlerine yönelik şu soruların cevabı aranmaktadır; 1) genel durum / yapı ne? 2) geçmişten günümüze süreç içindeki değişim nasıl? 3) Türkiye’de bu faktörlerin enerji değişimine etkisi ne? Küresel enerji peyzajı düzeyindeki ekolojik, politik ve ekonomik faktörler iklim değişikliği çerçevesinde; mevcut arz-talep düzeyindeki kurumsal ve toplumsal faktörler karbon kilitlenmesi çerçevesinde ve yenilikçi girişimler düzeyindeki teknolojik faktörler yenilikçilik ve karbon kilitlenmesi teorileri doğrultusunda incelenmiştir. Zaman-seri analizlerinde, her faktörün süreç içerisindeki değişimi basit indeks ile hesaplanmıştır.

3.2 Küresel Enerji Peyzajı

Bu çalışma doğrultusunda küresel enerji peyzajı değişiminin; ekolojik, politik ve ekonomik düzeylerde yaşandığı savunulmaktadır. Ancak bu değişim tek yönlü değildir. Küresel enerji değişiminden etkileyen her düzey aynı zamanda birbirinden etkilenerek de küresel enerji sisteminden döngüsel olarak etkilenmektedir. Ekonomik yapıda yaşanacak olan herhangi bir değişim politik yapıyı, politik yapıda yaşanan bir değişim ise ekolojik yapıyı etkileyebilmektedir. Dolayısı ile aşağıda enerji değişiminin etkilediği düzeyler olarak ele alınan başlıklar aynı zamanda enerji değişimini tetikleyen ya da kısıtlayan unsurları da içerebilmektedir. Bu nedenle küresel enerji peyzajındaki değişim tamamlanması en uzun süren ve tamamlandığında kalıcı (yeni peyzaj) hale gelen aşamadır.

3.2.1 Ekolojik Değişim: İklim Değişikliği

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenme riskine önceki başlıklarda değinilmiş ve enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynak payının giderek büyümesine karşılık artan enerji talebini henüz karşılayamadığından bahsedilmiştir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenmesi ekolojik anlamda yaşanan değişimin yalnızca bir parçasıdır. Artan emisyon miktarı, kentlerdeki hava kirliliği ve orman alanlarının kaybı gibi birçok sorun ekolojik değişimin olumsuz yönde gerçekleştiğinin en önemli göstergeleridir.

İklim değişikliğine dair güvenilir kuruluşlardan biri olan Uluslararası İklim Değişikliği Panelinin (*International Panel of Climate Change – IPCC*) 2019'da hazırlanmış olduğu raporda 1.5°C'nin üstündeki küresel ısınmanın etkilerine dair sonuçları ortaya koymuştur. Raporda küresel ısınmanın kademeli olarak 2°C'e çıkması halinde birincil etkilenecek grubun; mercan yatakları ve buzullar olarak sıralanan tehdit altındaki sistemler olacağı görülmektedir. Ayrıca; kıyı taşkınları, yoğun yağmurlar, salgın hastalıklar ve kuraklık gibi doğa afetlerinde de artış yaşanacağı belirtilmektedir [62].

Bunun paralelinde, uluslararası birçok kuruluş da mevcut verilerden hareketle kendi senaryolarını üretmekte ve yıllık olarak yayınlamaktadır. Senaryolar genel itibari ile %100 yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmadığı bir gelecekte;

enerji talebindeki dramatik artış, kent nüfusunun giderek yoğunlaşması ve de artan emisyon miktarları sebebiyle küresel ısınmanın 2°C'nin altında tutulamayacağını göstermektedir. Tablo 3.1'de de görüldüğü üzere; kurumların beklenti ve eğilimlerine göre yorum farklılıkları olsa da, varılan ortak nokta yüksek enerji talebine sahip ülkelerde geliştirilecek yenilenebilir enerjiye geçiş politikalarının önemidir [63]–[69].

Tablo 3.1 Enerji Sektörü ile İlgili Kuruluşların Gelecek Senaryoları ([43], [45], [47], [48] Kaynaklarından faydalanılarak bu tez kapsamında üretilmiştir.)

Kurum	Senaryo-1	Senaryo-2	Senaryo-3
Uluslararası Enerji Ajansı - IEA (2040)	Fosil yakıt kullanımı %80'den %75'e gerilerken yenilenebilir enerji kullanımının %20'den %25'e çıkması	Enerji talebinde topla %37 artış, Çin-Hindistan'da artan nüfus doğrultusunda talebin karşılanamaması Petrol fiyatlarında 106\$'dan 112\$'a artış	Enerji verimliliğinde artış, 2°C'nin altında kalma politikalarının 1/3'ü tamamlanması
Exxon Mobile (2040)	Petrol ve doğalgaz toplam tüketimin %60'ını kapsamaması	Elektrik talebinde %90 artış, Ekonomide %130 büyüme, yüksek nüfus artışı Talepte ortalama en az %35 artış ve verimlilikle dengelenmesi	CO ₂ emisyonları, 2030'lu yıllarda pik yapması ve 2040-2050 arasında düşüşe geçmesi,

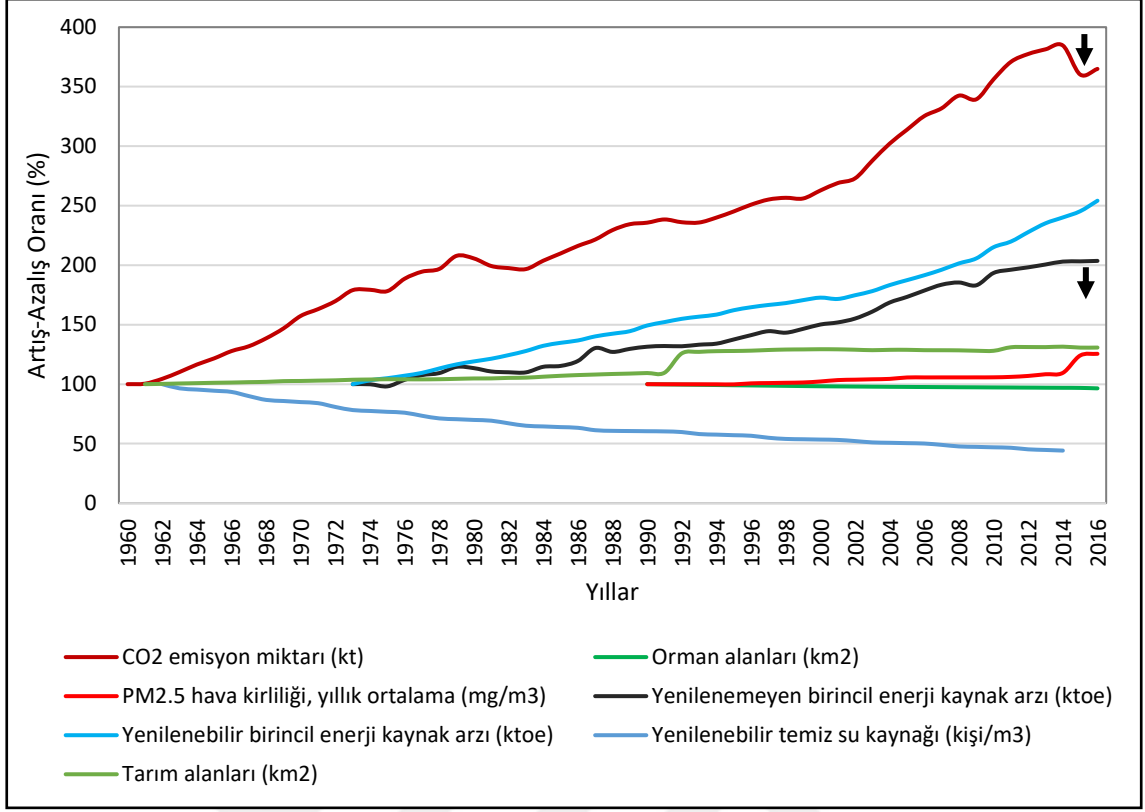
Tablo 3.1 Enerji Sektörü ile İlgili Kuruluşların Gelecek Senaryoları (devam) ([43], [45], [47], [48] Kaynaklarından faydalanılarak bu tez kapsamında üretilmiştir.)

Kurum	Senaryo-1	Senaryo-2	Senaryo-3
-------	-----------	-----------	-----------

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı - IRENA (2050)	Elektrik üretiminde yaklaşık 22 TWh'den 37 TWh'a artış	Kentlerde artan nüfus yoğunluğu Enerji kullanımında dramatik artış	Gelişen teknolojiyle birlikte yenilenebilir kaynaklara kayan talep, Küresel sıcaklık artışını 2°C'nin altında tutabilmek Fosil yakıt tercihi beklenen emisyon oranı 498 g/kWh, belirlenen sınır 450 g/kWh, yenilenebilir enerji ile tahmin edilen 349 g/kWh
Shell (2100)	Yakıtı karşı gıda politikalarının düzenlenmesi gerekliliği, Yenilenebilir enerji payının %60-70'e ulaşması	2030'a kadar su, gıda ve enerji ihtiyacında %40 artış, Hindistan ve Nijerya topraklarına sığmayan nüfus	Emisyon değerlerinin 2025'te pik yapması

Geçmişten günümüze ekolojik yapının değişimi incelendiğinde, dünyada yüksek hızda artış gösteren yenilenemeyen birincil enerji arzının paralelinde emisyon ve hava kirliliği miktarlarında da artış yaşandığı görülmektedir. Buna karşın, orman alanları, tarım alanları ve kişi başına düşen yenilenebilir temiz su miktarı ise yıllar içerisinde gittikçe azalmaktadır. 2010 yılı sonrasında yenilenebilir enerji üretiminin artması ile birlikte emisyon miktarı ve hava kirliliği artış hızındaki yavaşlamada net biçimde görülmektedir (Şekil 3.2).

Türkiye özelinde ise emisyon değerlerindeki artış hızı dünya genelindeki artış hızının oldukça üzerinde olup 1960 yılından beri yaklaşık 20 kat artmıştır. Orman ve tarım alanları ile kişi başı yenilenebilir su kaynakları miktarı ise dünya genelindeki azalış hızının altında seyir etmektedir [36], [70].



Şekil 3.2 Ekolojik Faktörlerdeki Değişim⁴ ([36], [70] Kaynaklarından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

3.2.2 Politik Faktörler

Gelişen ve değişen dünya normları ile birlikte politika üretim süreçleri de farklılaşmaktadır. Enerji politikalarına dair değişimi tetikleyen ekonomik ve ekolojik kaygılı tüm senaryolar göstermektedir ki; yenilenemeyen enerji kaynakları tükenmekte ve ardında pek de parlak olmayan bir gelecek tablosu bırakmaktadır. Buna yönelik olarak uluslararası ölçekte; iklim değişikliği, emisyon salınımı, doğal kaynak krizi ve çevresel kirlilik konuları doğrultusunda yapılan araştırmalar ve geliştirilen politikalar yenilenebilir enerjiye geçişi dolaylı ve doğrudan yollarla gündeme getirmektedir.

Enerji politikalarında yaşanan değişim ulusal ve yerel girişimler olmak üzere iki faktörden etkilenmektedir. Uluslararası sözleşmeler doğrultusunda alınan ortak

⁴ Zaman seri analizi basit endeksli hesaplama ile gerçekleştirilmiştir. Hava kirliliği ve yenilenebilir temiz su kaynağı değişkenlerindeki eksik verilere ağırlıklı ortalama göre veri ataması yapılmıştır.

karar ve sorumluluklar, sıfır karbon hedefleri, iklim değışikliği ile mücadele gibi konular ülkelerin enerji politikalarına yönelik ulusal faktörleri oluştururken; enerji değışimi taahhütleri doğrultusunda kentlerde geliştirilen plan ve projeler, paydaşların sürece katılımına yönelik uygulamalar yerel faktörleri oluşturmaktadır.

3.2.2.1 Enerji Değişim Politikalarında Genel Yapı

Bir kurum ya da siyasi yapının çeşitli durum ve olaylar karşısında geliştirdiği ilke ve kurallar bütünü olarak adlandırılabilen politikalar; enerji değışimindeki en önemli adımlardan birini oluşturmaktadır. Pamir'in de kitabında bahsetmiş olduğu gibi enerji politikaları söz konusu olduğunda incelenmesi gereken başlıca aktörler şöyledir [71], s.161-162:

- a) Büyük üreticiler / ihracatçılar (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (*Organization of Petroleum Exporting Countries - OPEC*), Suudi Arabistan vd.),
- b) Büyük tüketiciler / ithalatçılar (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (*Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD*) ülkeleri, Çin, Hindistan vd.),
- c) Büyük devlet, kuruluş ve birlikler (Amerika Birleşik Devletleri, Rusya Federasyonu ve Almanya gibi),
- d) Ulusal ve uluslararası enerji şirketleri (IEA, Exxon Mobile, Shell vd.),
- e) Uluslararası borsalar,
- f) Enerji konusuna odaklanmış yazılı ve görsel yayınlar, web sayfaları ve portallar (bilgi erişimi için)

Enerji talebi söz konusu olduğunda en yüksek paya sahip ülkelerden biri olan ABD, dünya rezervlerinin %30'ini kendi başına tüketmekte ve her yıl ivmelenerek artış gösteren bir enerji talebini yönetmektedir [72]. Obama döneminde ilk kez hazırlanan 'İklim Eylem Planı' ile yenilenebilir enerjiye yönelik 2013 yılı hedefi konulmuş ve bu hedefe ulaşılmıştır. Halen ABD'nin iklim değışikliği ile ilgili politikalarının dayanağını oluşturan bu plan altı ana başlığa değinmektedir: karbon kirliliğini durdurmak; temiz enerji ekonomisini yaygınlaştırmak; iklim değışikliğine yönelik küresel çabaları sürdürmek; iklimi, havayı ve suyu korumak; enerji israfını durdurmak; doğal kaynak hazinesini korumak [73], [74]. Mevcut hedeflere göre 2020 yılında, yenilenebilir enerji kullanımının, 2012 yılı kullanımlarının iki katına

çıkması gerekmektedir. Bu hedeflerin gerçekleşmesinde etkili olan bazı vergi indirimleri ve teşvikler söz konusudur. Bunlar; yenilenebilir enerji yatırımı vergi indirimi, yenilenebilir enerji üretiminde vergi indirimi, kamu arazilerinde yenilenebilir enerji projelerinin oluşturulabilmesi için arazi izinleri ve hükümet desteği, hükümet binalarında sıcak su ve elektrik temininin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması, konutlarda bireysel vergi indirimi ile yenilenebilir enerji teknolojilerini teşvik için kWh bazında indirimler şeklinde sıralanabilir [71], [73]–[75].

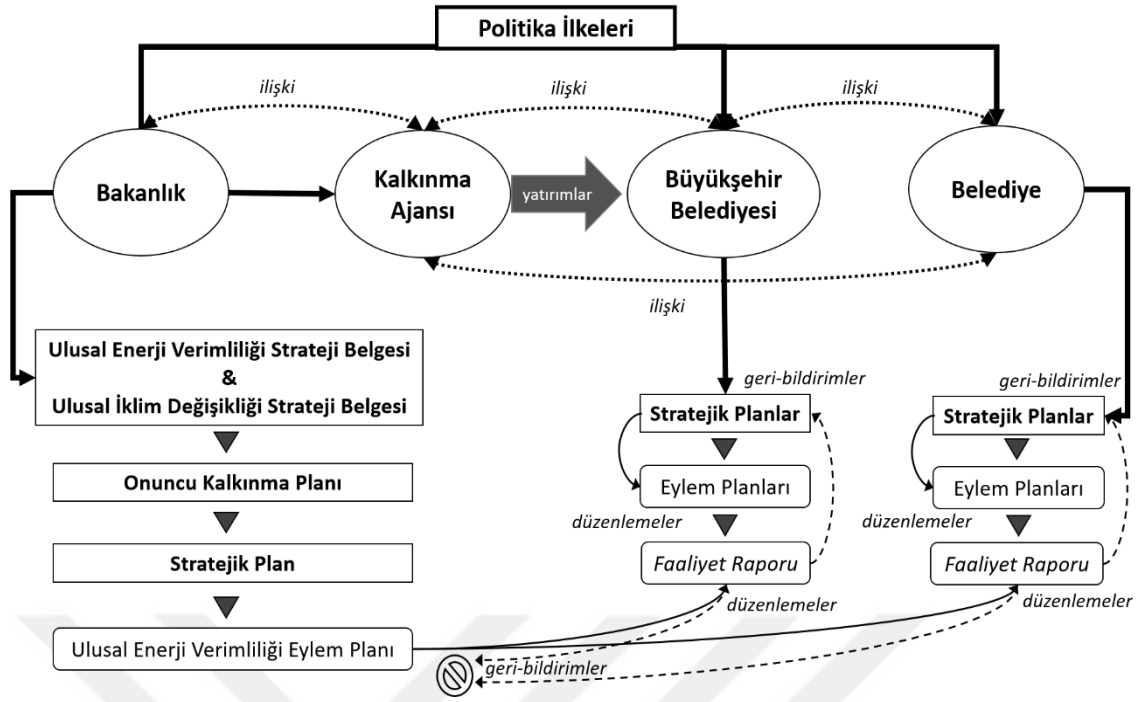
Enerji kaynak rezervi açısından en zengin ülkelerden biri olan Rusya ise, enerji piyasasının önemli doğalgaz tedarikçilerinden biridir. Enerji politikaları ağırlıklı olarak enerji ihracat piyasasındaki payını arttırmaya yönelik olan ülke, yenilenebilir enerji üretimi ve emisyon azaltımına dair sınırlı politikalara sahiptir. 2020 hedeflerine bakıldığında yenilenebilir enerji üretim payının %4,5 arttırmak ve emisyon miktarını 323 Mtoe azaltmak için projeler geliştirdiği görülmektedir [76].

Enerji talebi yüksek olup, yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımını azaltmaya yönelik örnek çalışmalar yapan bir ülke olarak Almanya, Avrupa Birliği (AB) Sözleşmeleri, Avrupa Enerji Birliği ve Ulusal Düzenleyici Kurumlar ile oluşturulan yeni işbirlikleri doğrultusunda enerji politikalarına yön vermektedir. Bunun yanı sıra Almanya kendi ülkesini ve AB genel ortalamasını bir üst seviyeye taşıyan yenilenebilir enerji stratejilerine sahiptir. AB'nin 2020'e yönelik olarak emisyon azaltımı, yenilenebilir kaynak payı artışı ve enerji tüketiminin azaltımı konularında koyduğu %20 hedefine ek olarak Almanya'da; mevcut binaların yenileme hızını %2'e çıkararak verimli hale getirme, geliştirilen teşvik paketlerinin kademeli olarak azaltılması, elektrik enerjisi fazlasının araç yakıtına dönüşümü, enerji depolama tesislerinin yaygınlaştırılması gibi ulus politikaları bulunmaktadır [7], [77], [78].

Enerji talebinde hızlı artışına sahip bir OECD ülkesi olarak Türkiye, 2000'li yıllardan itibaren enerji bağımlılığını azaltmaya yönelik politikalar üretmektedir. Enerji değişim politikaları; enerji verimliliği ve iklim değişikliği ile mücadele çerçevelerinde ele alınmaktadır. Enerji verimliliğine dair ilk eylem planı olan 'Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023)' doğrultusunda; enerji tüketiminin 2023 yılına kadar, 2011 yılının enerji tüketimine göre %20 verimli hale getirilmesi

hedeflenmektedir. Bu kapsamda altı sektörde (yatay konular, bina ve hizmetler sektörü, sanayi ve teknoloji sektörü, enerji sektörü, ulaştırma sektörü ve tarım sektörü) planlanan elli beş strateji ile 2023 hedeflerine ulaşılmaya çalışılmaktadır. Şekil 3.3’de görüldüğü gibi Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan eylem planının belirli dayanakları bulunmaktadır. Bunlar; Paris anlaşması doğrultusunda üretilen ‘Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi’ ve ‘Enerji Verimliliği Strateji Belgesi’, Onuncu Kalkınma Planı ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın hazırlamış olduğu Stratejik Plan’dır. Yine Şekil 3.3’de görüldüğü gibi enerji değişim politikaları arasında hiyerarşik bir ilişki bulunmamaktadır. Aynı zamanda, ulusal ölçekli enerji değişim politikaları yerel ölçekte hazırlanan enerji değişim plan / politikalarına yönelik ilkeleri tanımlarken; bu ölçeklerden elde edilen geri bildirimleri kullanmamaktadır. Dolayısı ile Türkiye’deki enerji değişim politikalarının ağırlıklı olarak yukarıdan-aşağı (*top to bottom*) politikalar olduğu söylenebilmektedir [39], [79]–[82].

Türkiye’deki enerji değişimine yönelik eylem planlarına dair yasal dayanaklar Tablo 3.2’de açıklanmıştır. Yasalar enerji verimliliğine dair kısıtlama ve düzenlemeler içermekle birlikte yenilenebilir enerji üretimini teşvik eden uygulamalara da imkân tanımaktadır.



Şekil 3.3 Türkiye’deki Politika Üretim Hiyerarşisi ve Geri Bildirimler (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Tablo 3.2 Türkiye’de Enerji Değişimine Yönelik Kanun, Yönetmelik ve Kararlar ([83]-[87] Kaynaklarından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

Kanun/Yönetmelik/Karar	Amaç
Enerji Verimliliği Kanunu	Enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun	Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesi

Tablo 3.2 Türkiye’de Enerji Değişimine Yönelik Kanun, Yönetmelik ve Kararlar (devam) ([83]–[87] Kaynaklarından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

Kanun/Yönetmelik/Karar	Amaç
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Dayalı Üretim Faaliyeti Gösteren Tesisler İçin Uygulanacak Fiyat Ve Süreler İle Yerli Katkı İlavetine İlişkin Kararda Değişiklik Yapılması Hakkında Karar	İlgili işletmelerin ve meskenlerin, kurulu gücü bağlantı anlaşması sözleşme gücü ile sınırlı olmak üzere, mesken aboneleri için 10 kW’a kadar, ticarethane, sanayi, tarımsal sulama ve aydınlatma aboneleri için ise 1000 kW’a kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı çatı ve cephe uygulamaları elektrik enerjisi üretebilmesi ve satabilmesi
Ürünlerin Enerji Ve Diğer Kaynak Tüketimlerinin Etiketleme Ve Standart Ürün Bilgileri Yoluyla Gösterilmesi Hakkında Yönetmelik	Etiketleme ve standart ürün bilgileri yoluyla enerji ile ilgili ürünlerin kullanım sırasındaki enerji ve diğer temel kaynak tüketimleri konusunda nihai kullanıcıların bilgilendirilmesini ve bu şekilde daha verimli ürünleri tercih etmelerini sağlamak
Enerji İle İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik	Enerji ile ilgili ürünlerin piyasaya arz edilebilmesi veya hizmete sunulabilmesi için, bu ürünlerin tasarımında uyulması zorunlu olan şartların çerçevesini belirlemek suretiyle enerji verimliliğini, çevre koruma düzeyini ve enerji arz güvenliğini artırarak sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmak

Bu bölümde Türkiye’nin genel politika üretim hiyerarşisi ve politika ölçekleri arası ilişkiler ve yasal dayanaklar gösterilmiştir. İlerleyen başlıklarda Türkiye’nin uluslararası iklim değişikliği sözleşmelerindeki yeri ve yerel yönetimlerinin enerji değişimine dair girişimleri detaylı olarak açıklanacaktır.

3.2.2.2 Yeni Yol Arayışları: Uluslararası Sözleşmeler

1972 yılı da Stockholm Bildirisi ile uluslararası olarak gündeme gelen çevresel kaygılar doğrultusunda ‘insanın gelecek kuşaklar için çevreyi korumak ve geliştirmek konusunda ciddi bir sorumluluğu olduğu’ vurgusundan hareketle hayati kaynakların sürdürülebilirliğinin gerekliliği belirtilmiştir. Ardından gelen Viyana Sözleşmesi, Brundtland Raporu, Montreal Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Basel Sözleşmesi ile çevresel kirlilik artışı, ozon tabakasının delinmesi, tehlikeli atıklar ve sürdürülebilir kalkınma konuları gündeme gelmeye devam etmiştir. İklim değişikliğine dair ilk özellikli adım ise 1992 yılındaki Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile atılarak, neredeyse tüm ülkeler tarafından imzalanmıştır [88]–[92].

Türkiye 26 Ağustos 2009 tarihinden itibaren de Kyoto Protokolünün taraf ülkelerinden biri olmakla birlikte, Kyoto Protokolü doğrultusunda, ozon tabakasını incelten maddelerin kullanımını sınırlandıran ve üretimini önleyen 07/04/2017 tarihli ve 23490 sayılı 'Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik'i yürürlüğe sokmuştur [93]. Öte yandan, 24 Mayıs 2004 tarihinden beri resmi olarak UNFCCC'nin resmi taraf ülkesi olan Türkiye, 2020 emisyon azaltım hedeflerine yönelik olarak imzaya açılan Paris Anlaşması'nı 22 Nisan 2016 tarihinde imzalamıştır. 5 Kasım 2016'da yürürlüğe giren Paris Anlaşması, iklim değişikliğinin küresel bir kriz olduğunu ve tüm ülkelerin eşit derecede ve eş zamanlı etkileneceğini belirtmekte, sera gazı emisyonlarının canlı hayatlarının olumsuz yönde etkilenmesini önleyecek politikalar geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda her ölçekte atılması öngörülen adımlar dört ana başlıkta toplanmıştır; azaltım, uyum, finans ve teknoloji [94].

Tablo 3.3 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin Kapsamı
([94], s.14)

Alan	Çalışmalar
Azaltım politikaları	<p>Model ve projeksiyonların ışığında, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak, küresel ulusal yerel ve sektörel hedeflerin (hangi sera gazının, hangi yıl, hangi yıldaki düzeye göre ne oranda azaltılacağı) belirlenmesi</p> <p>Sera gazı emisyonunun azaltılmasını sağlayacak politika önerilerinin ve araçlarının, düşük karbonlu gelişme stratejilerinin, yol haritalarının ve eylem planlarının geliştirilmesi</p> <p>Fosil yakıtların kullanımından vazgeçilmesine yönelik politikaların geliştirilmesi</p> <p>Yerel yönetimlerin, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak için izlemeleri gereken yerel politikaların belirlenmesi, düşük karbonlu kent politikaları</p> <p>Ormanlar, okyanuslar ve toprak gibi yutakların korunması ve geliştirilmesi</p>

Tablo 3.3 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin Kapsamı
(devam) ([94], s.14)

Alan	Çalışmalar
------	------------

Uyum politikaları	<p>İklim değişikliğinden kaynaklanan risklerin ve kırılganlıkların belirlenmesi</p> <p>Ekosistemlerin ve toplumların iklim değişikliğinin etkilerine karşı direnç ve esnekliklerinin artırılması</p> <p>İklim değişikliğinin önlenemeyen etkilerine uyum sağlamak amacıyla su kaynaklarının, toprağın, tohumların, sucul yaşamın ve tüm diğer ekosistemlerin korunması; ekonomik sistemin, tarımsal üretimin, hayvancılığın ve balıkçılığın sürdürülebilir kılınması</p> <p>Gelişmekte olan ülkelerin iklim felaketlerinin etkilerinden dolayı karşılaştıkları kayıp ve zararların telafisi için mekanizmaların kurulması</p>
Teknoloji politikaları	<p>Sera gazı emisyonuna neden olan uygulamaların durdurulması, azaltılması ya da karbonsuz alternatifleriyle değiştirilmesini sağlayacak işlemler için uygun teknolojilerin geliştirilmesinin desteklenmesi teşvik edilmesi ve bu amaçla işbirliği yapılması</p> <p>Karbon yakalama ve gömme teknolojilerinin geliştirilmesi ve iklim mühendisliği</p> <p>Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere azaltım ve uyum için gerekli teknoloji transferi</p>
Finans politikaları	<p>Azaltımı kolaylaştıracak ekonomik ve finansal araçların belirlenmesi, değerlendirilmesi ve uygulanması</p> <p>Karbon fiyatlaması çalışmaları</p> <p>Esnek mekanizmaları ve yeni piyasa mekanizmaları</p> <p>Azaltım ve uyum konusunda uygulamaları gereken politikalar için az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere finansal yardım yapılması</p> <p>İklim değişikliğine karşı alınan önlemlerin gelişmekte olan ülkelere yönelik olası olumsuz etkilerinin azaltılması için politika geliştirilmesi</p>

Tablo 3.3'den de anlaşılacağı üzere, iklim değişikliğiyle mücadele sera gazı emisyonlarının düşürülmesi ile mümkün görülmekte ve taraf ülkelerden sıfır karbon hedefi için yenilenebilir enerjiye geçişin altyapısının oluşturulması beklenmektedir. Bu altyapı yalnızca yenilenebilir enerjideki teknolojik gelişimleri ve fizibiliteleri kapsamamakta, talep tarafının sosyal altyapısının geliştirilmesi, sektörel yapının değişime uyumunun sağlanması, ekonomik yapının yenilenebilir enerji piyasasına uygun hale getirilmesi gibi birçok konuyu içinde barındırmaktadır. Dolayısı ile uluslararası olarak belirlenen taahhütlerin yansırı her ulusun kendi bağlamı doğrultusunda üretmesi gereken yerel politikalara da ihtiyaç duyulmaktadır. Sözleşmede de belirtildiği gibi; iklim değişikliği küresel bir sorundur ancak çözüm için yerelden küresel ölçeğe kadar tüm aşamalarda bütünleşik çalışılması ve ortak hareket edilmesi gerekmektedir [92].

3.2.2.3 Enerji Değişim Politikalarında Kilit Oyuncu: Yerel Yönetimler

Paris anlaşması ile birlikte iklim değişikliğindeki rolü yeniden gündeme gelen yerel yönetimler kurumsal ve toplumsal yapıyı destekleyerek enerji değişimini tetikleyen en etkili yönetim düzeyi olarak görülmektedir. Özellikle aşağıdan-yukarıya politikaların geçerlilik kazanmaya başladığı bu yıllarda sürdürülebilir enerji değişimine yönelik birçok kuruluş yerel yönetimlere finansal ve stratejik destek sağlamakta, politika üretim süreçlerinde yol haritası çıkarmaktadır.

1990 yılında Birleşmiş Milletler' in (BM) New York'ta gerçekleştirmiş olduğu 'Sürdürülebilir gelecek için Yerel Yönetimler Kongresi (*World Congress of Local Governments for a Sustainable Future*)' yerel yönetimlerin sürdürülebilir kalkınmadaki rolünü tartışmakla birlikte 'Uluslararası Yerel Çevre Girişimleri Konseyi (*International Council for Local Environmental Initiatives - ICLEI*)' kuruluşunun da öncüsü olmuştur. Yerelden başlayarak her ölçekte sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen ICLEI, kentsel çevreyi değiştirmeye yönelik olarak üye yönetimlerinin politikalarını şekillendirmekte ve kentlerdeki çevresel dönüşüm için kurumsal/toplumsal eylemleri teşvik etmektedir. Sürdürülebilir bir dünyanın anahtarının sürdürülebilir kentsel gelişimler olduğu vizyonu ile taahhütler, yaklaşımlar ve politikalar geliştirmişlerdir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4 ICLEI Sürdürülebilir Kalkınma Stratejileri ([95] Kaynağından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

Taahhütler	Gelişme Yolları	Politika Yaklaşımları
Sürdürülebilir şehirler ve bölgelerin ölçeğini genişletmek,	Düşük karbon emisyonlu gelişim (<i>low-carbon development</i>),	Sürdürülebilir Yönetişim ve İdare: Sürdürülebilir gelişime kolektif bir çaba olarak yaklaşmak,
Sürdürülebilirliği yerel ve küresel gelişmenin temel parçası yapmak,	Döngüsel gelişim (<i>circular development</i>),	Yenilik ve Bilim: Herkes için birlikte çalışmak,

Vatandaşların uzun vadedeki çıkarlarını korumak için acil meselelere odaklanmak,	Doğa-temelli gelişim (<i>nature-based development</i>),	Finans: Yenilikçi bir yaklaşım ile yeni ekonomik modeller geliştirmek,
Tüm sektör ve yönetim düzeylerinde küresel değişim için kolektif çaba göstermek	Dayanıklı gelişim (<i>resilient development</i>),	
	Adil ve insan-merkezli gelişim (<i>equitable and people-centered development</i>)	

Gelişme yolları yerel yönetimler tarafından üretilecek bütüncül çözümlere yönelik bir çerçeve olarak tasarlanmıştır. İnsan-çevre-kent üçgenindeki dengeyi gözeten bu gelişme yolları içerisinde birçok düzeyi barındırmakta ve sayısız stratejiyi içermektedir [95], [96]. Türkiye’den sekiz üye belediyesinin bulunduğu kuruluş tüm üyelerine finansal ve stratejik destek sunmaktadır.⁵

ICLEI’nin de kurucularından olduğu bir diğer yerel yönetim odaklı kuruluş ise, AB komisyonu altındaki bir girişim olan ‘İklim ve Enerji için Başkanlar Sözleşmesi (Covenant of Mayors for Climate & Energy)’ yerel ve bölgesel ölçekte 7000’i aşkın otoriteyi içermektedir. Başkanlar Sözleşmesi’ne üye olan yönetimler, AB’nin enerji değişimi hedefleri doğrultusunda; enerji verimliliğini arttırmak ve sera gazı emisyonunu düşürmek için eylem planları üretmektedir. Başkanlar Sözleşmesi tarafından kabul edilen eylem planları uygulamaya geçirilmekte ve izleme raporları ile denetlenmektedir. Türkiye’den 16 üye yerel yönetim bulunmakta olup 11’nin eylem planları kabul edilmiştir.⁶

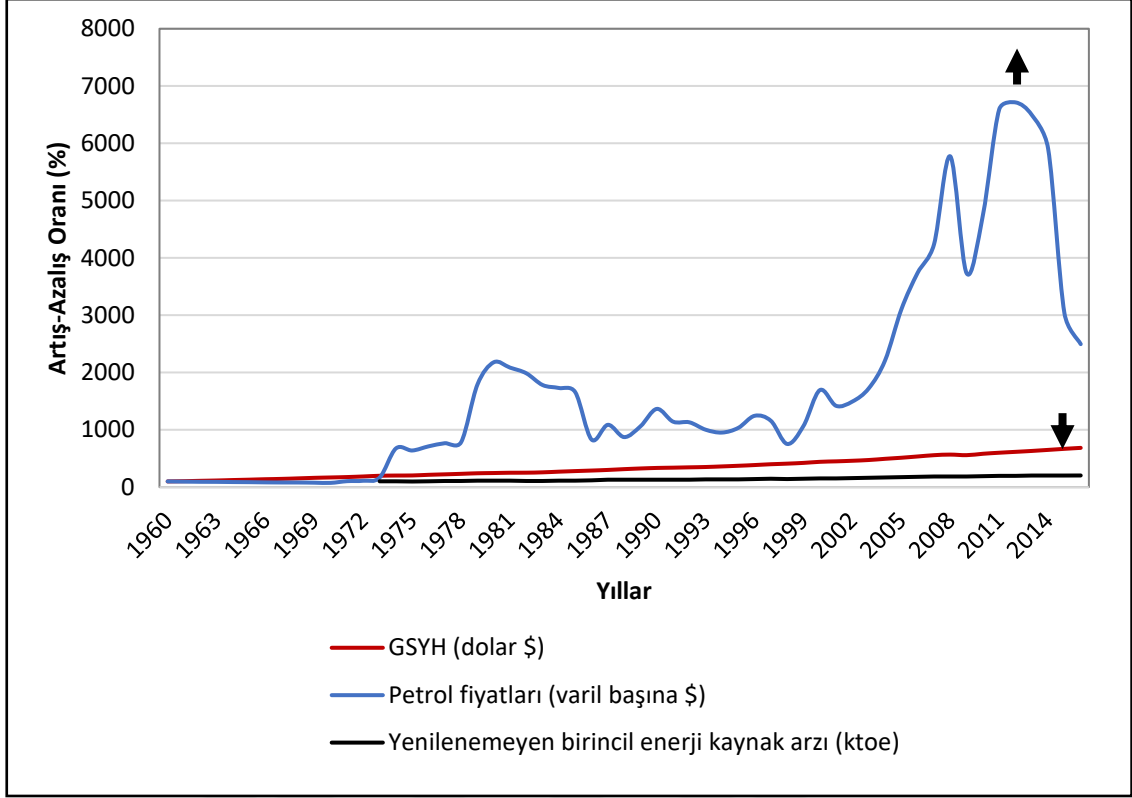
3.2.3 Ekonomik Faktörler

Enerji piyasası küresel ekonominin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Ülkelerin gelişmişliği üretim gücü, üretim gücü de enerji tüketimi ile özdeşleştirildiğinden;

⁵ Tepebaşı Belediyesi, Kartal Belediyesi, Seferihisar Belediyesi, Seydikemer Belediyesi, Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, Konya Büyükşehir Belediyesi, Şişli Belediyesi, Kadıköy Belediyesi

⁶ Adaptasyonu tamamlananlar: Bayındır Belediyesi, Bağcılar Belediyesi, Bursa Büyükşehir Belediyesi, Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, Nilüfer Belediyesi ve Pendik Belediyesi, Şişli Belediyesi. Adaptasyon süreci devam edenler: Antalya Büyükşehir Belediyesi, Bornova Belediyesi, Eskişehir Tepebaşı Belediyesi, Kadıköy Belediyesi, Karşıyaka Belediyesi, Maltepe Belediyesi, Seferihisar Belediyesi, Çankaya Belediyesi ve İzmir Büyükşehir Belediyesi.

gayrisafi yurtiçi hâsıla (GSYH) ile enerji tüketim miktarları arasındaki doğru orantı gelişmenin daimi parametresi olarak kabul edilmiştir. Ancak, 2000’li yıllardan itibaren ortaya çıkan tablo ülkelerin gelişme düzeyi ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin değiştiğini göstermektedir (Şekil 3.4). Bu değişimin en önemli sebeplerinden biri elbette ki dünyanın karşı karşıya olduğu iklim değişikliği sorunudur. İklim değişikliği ile mücadele doğrultusunda başlatılan enerji değişimi süreci ve yenilenebilir enerji üretim teknolojilerinin uygun hale gelmesiyle birlikte enerji kullanımındaki yenilenebilir kaynak payı da artmaktadır. Öte yandan, Carmalt’ın da çalışmasında belirttiği üzere çıkarılan petrolün işlenmesi, termodinamik yasaları gereğince her seferinde daha az çıktı elde edilmesi anlamına gelmektedir [3]. Yani yenilenemeyen bu kaynaklar tükenmekte ve sonlu olması sebebi ile enerji arzında kaçınılmaz bir fiyat artışına sebep olmaktadır. Bu durum ülke ekonomilerinin, mevcut enerji kaynaklarının tüketimiyle gelişmeye devam edemeyeceğinin göstergesidir. Şekil 3.4’te görüldüğü gibi, 2008 yılı itibari ile GSYH ile yenilenemeyen enerji kaynaklarının üretimi arasındaki büyüme farkı giderek açılmıştır.

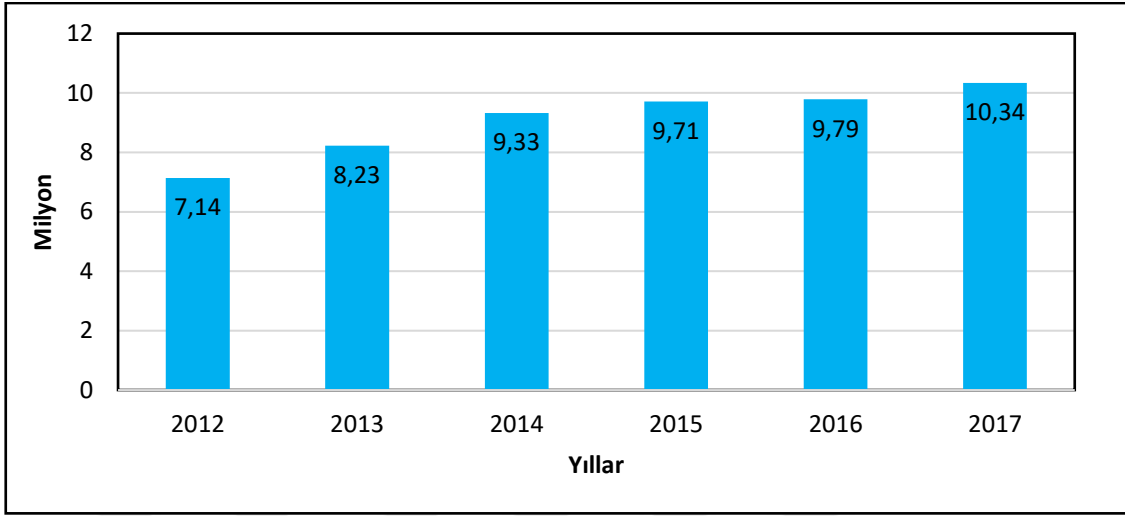


Şekil 3.4 Ekonomik Faktörlerdeki Değişim⁷ ([36], [70], [97] Kaynaklarından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

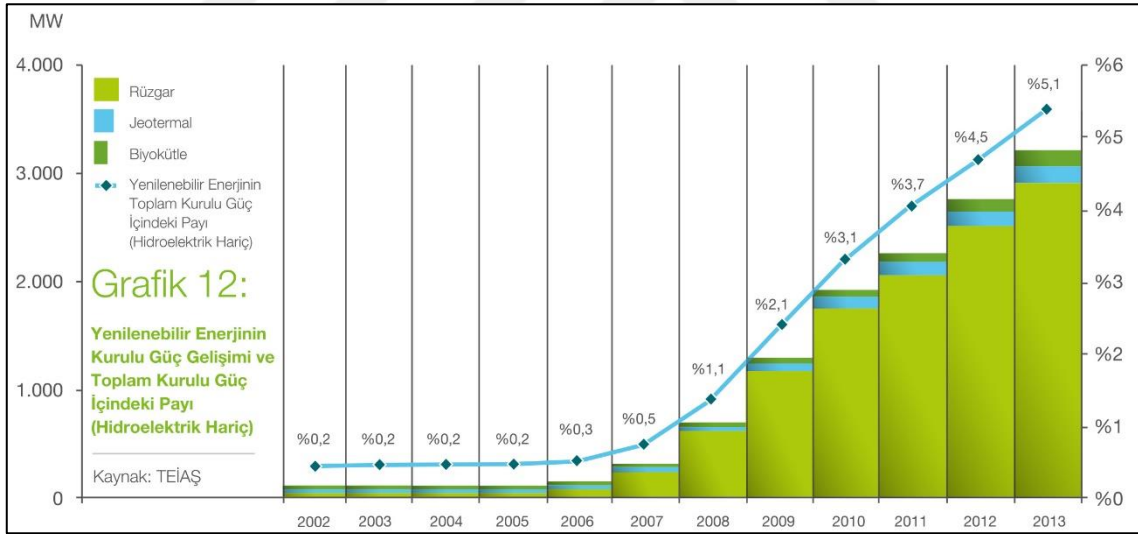
Fosil tabanlı enerji kaynaklarındaki fiyat artışı ve hâlihazırdaki iklim değişikliği endişeleri, ekonomik sisteme dair yeni yaklaşımları gündeme getirmektedir. Özellikle yenilenebilir enerji teknolojilerinde yaşanan gelişmelerle birlikte sektörün yaratacağı yeşil istihdam (*green job*), ekonominin önemli araştırmalarından biri haline gelmektedir. Enerji değişimi çerçevesinde tartışılmakta olan ‘yeşil üretim’, ‘yeşil kümelenme’ ve ‘yeşil ekonomi’ gibi kavramlar enerjinin daha temiz ve verimli yollardan üretildiği sistemlerin yaratacağı yeni meslek ve istihdamı incelemektedir [52], [60], [98], [99]. Bu kavramlar yalnızca yeni istihdam potansiyellerini incelememekte, politika üreticiler için yeni ekonomik sisteme dair yol önerileri de sunmaktadır [100]–[103]. Yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde ekonomik ve politik olarak yol gösterici çalışmalar yapan kurumlardan biri olan IRENA, yenilenebilir enerjiye geçişin yatırım güvenilirliği, sabit fiyat ve enerji verimliliği artışı doğrultusunda GSYH’deki büyümeye 2050’e kadar %1-1,5 arasında katkı

⁷ Zaman seri analizi basit endeksli hesaplama ile gerçekleştirilmiştir.

sağlayacağını öngörmektedir. Şekil 3.5'te de görüldüğü 2012 yılından günümüze gittikçe artmakta olan yenilenebilir enerji sektöründeki istihdam oranının 2050 yılına kadar %28'lere ulaşması beklenmektedir [104].



Şekil 3.5 Yenilenebilir Enerji Sektöründeki İstihdam Değişimi ([105] Kaynağından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)



Şekil 3.6 Türkiye'de Yenilenebilir Enerjinin Kurulu Güç Gelişimi Ve Toplam Kurulu Güç İçindeki Payı ([39], s.37)

Türkiye enerjide dışa bağımlılığını azaltmak ve tarafı olduğu iklim değişikliği sözleşmesinin taahhütlerini yerine getirebilmek için yenilenebilir enerji yatırımları yapmaktadır. Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığının hazırlamış olduğu strateji planında 'Optimum Kaynak Çeşitliliği' amacına yönelik, yenilenebilir kaynaklara

dayalı elektrik enerji üretim payını arttırmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda yenilenebilir enerji yatırımları için finansal teşvik paketleri hazırlanmaktadır. Plan doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynaklarından ticari ısı eldesine yapılan yatırımlar ile 2013 yılında %2 olan bu pay 2017 itibari ile %7'e çıkarılmıştır [39]. Şekil 3.6'da görüldüğü gibi 2007 yılı itibari ile yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik enerjisi üretimi artarak 2013'te yaklaşık 3000 MW'a ulaşmıştır. Bu üretimin yaklaşık %90'ını rüzgâr enerjisi oluşturmaktadır.

3.3 Değişimin İki Aktörü: Mevcut Arz ve Talep

Mevcut arz talep yapısı, enerji değişiminin denge noktasıdır. Bu düzey alttan gelen radikal yenilik ve teknolojiler ile tetiklenirken; küresel enerji peyzajındaki kararlar ile de baskılanmaktadır. Bu doğrultuda iki düzey arasındaki dengenin sağlanabilmesi için enerji arz talep yapısının sabit olması gerekmektedir.

Enerji değişimi daha temiz bir kaynağa geçiş süreci olmanın ötesinde; enerjinin üretimi, dağıtımı ve tüketimi aşamalarının herhangi birinde yer alan kurumsal ve toplumsal yapının da dâhil olduğu canlı ve karmaşık bir sistemdir. Dolayısıyla enerji sisteminde gerçekleştirilecek bir değişim, birçok yapıyı aynı anda harekete geçirmektedir. Geleneksel üretim-dağıtım-tüketim yollarına sahip olan yapılar, değişimi risk olarak görüp mevcut yörüngelerine bağlı kalmayı tercih edebilmektedirler. Bu nedenle mevcut arz-talep yapısı, enerji değişimine yönelik en çok çaba sarf edilen aşamadır, çünkü bu aşamada değişime karşı bir direnç söz konusudur.

Değişime karşı, sistemlerin büyüme yörüngelerine bağlılıktaki (*path-dependency*) ısrarı, bu tezin bir diğer teorisini oluşturmaktadır. Üretici sektörlerdeki karar alım mekanizmalarını inceleyen teorilerden biri olan evrimci ekonomiye göre kurumların kararları bir takım rutinlerine bağlıdır. Enerji üretim süreçleri de içerisinde kamu-özel sektör şartlanmalarını ve sosyal bağlamları barındırmaktadır. Dolayısıyla mevcut sistemde yaşanacak enerji değişiminde sistem aktörleri rutinlerini koruyarak kilitlenme yaşayabilmektedirler. Mevcut sistemlerin oluşan yeni durum ve koşullara yönelik geçmişte aldığı kararlar doğrultusunda benzer kararlar üretmesi ve benzer seçimleri yapma durumu olarak açıklanan kavram,

sistemin yeni koşullara adapte olmayarak büyümeyi engellediği kilitlenme (*lock-in*) durumları olarak tarif edilmektedir [106]–[108]. Karbon kilitlenmesi (*carbon lock-in*) kavramı ise; evrimci ekonomi teorisinin kilitlenme (*lock-in*) kavramından hareketle [109], [110], mevcut arz-talep yapılarının enerji değişimine karşı kendi yörüngelerine kilitlenme durumlarını ifade etmek amaçlı geliştirilmiştir [111]. Unruh karbon kilitlenmesinin üç düzeyde gerçekleştiğini ileri sürmektedir: 1) Teknik altyapı ve teknolojiye karbon kilitlenmesi (*infrastructural & technological lock-in*); mevcut fiziksel altyapıda üretilen ve geliştirilen teknolojiler karbon temelli kaynaklara dayandığından değişim zor ve maliyetlidir. Bunun yanı sıra politikalar ve enerji talebi, enerji değişimine zemin hazırlamadığı için teknolojiye dolaylı olarak kilitlenme yaşanmaktadır. 2) Kurumsal kilitlenme (*institutional lock-in*); kurumların siyasi ve ekonomik çıkarları doğrultusunda mevcut üretim yollarının sürekliliğine yönelik tutumlarıdır. Bu kilitlenme türü bilinçli bir çabanın ürünü olmakla birlikte, teknolojik kilitlenmenin en büyük baskılayıcısıdır. 3) Son kilitlenme biçimi olarak davranışsal kilitlenme (*behavioral lock-in*); iklim değişikliğine yönelik insan davranışına ve onun değişmeyen tüketim kalıplarına değinmektedir [112]. Bunun yanı sıra değişime karşı gösterilen direnç literatürde dayanıklılık kavramı ile de karşılık bulmaktadır. Dayanıklılık (*resilience*); karşılaşılan şok ve krizler karşısında kurumların ekonomik yapılarında ve sosyo-kurumsal düzenlerinde değişiklik yaparak uyum sağlayabilme veya kendi gelişme yörüngelerini iyileştirme becerisi olarak tanımlanmaktadır [113]–[115]. Martin ve Sunley kurumların dayanıklılık şekillerini üç grupta toplamaktadır; şok sonrası denge durumuna geri dönmek (*bounce-back*), şok süresi boyunca ve sonrasında özyapıyı değiştirmeden kalabilmek (*ability to absorb*) ve şokla birlikte temel yapı ve fonksiyonları koruyarak değişime izin vermek (*adaptive*).

Elbette karbon kilitlenmesi madalyonun yalnızca bir yüzüdür. Mevcut düzenini korumaya meyilli olan kurumsal/toplumsal yapıların yanı sıra, değişimi bir fırsat olarak görüp değişim sürecine adapte olarak gelişen kurumsal yapılar ve değişim için birleşen yeni toplum yapıları da bulunmaktadır. Bu yapıların enerji değişimine etkisi ise adaptif dayanıklılık teorileri (*adaptive resilience*), küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ - *SMEs*) değişimdeki rolü ve ağ toplumu teorileri üzerinden açıklanmaktadır.

Bu kısımda karbon kilitlenmesi teorisi doğrultusunda ele alınan kurumsal ve toplumsal yapıların enerji değişimine dair genel durumu, geçmişten günümüze yaşadıkları kapasite gelişimi açıklanmaktadır. Teknolojik kilitlenme literatürde dolaylı bir kilitlenme olarak kabul edildiğinden değişimin aktörleri olan arz-talep yapısının dışında bırakılmıştır.

3.3.1 Kurumsal Karbon Kilitlenmesi ve Değişimin Yerel Aktörleri

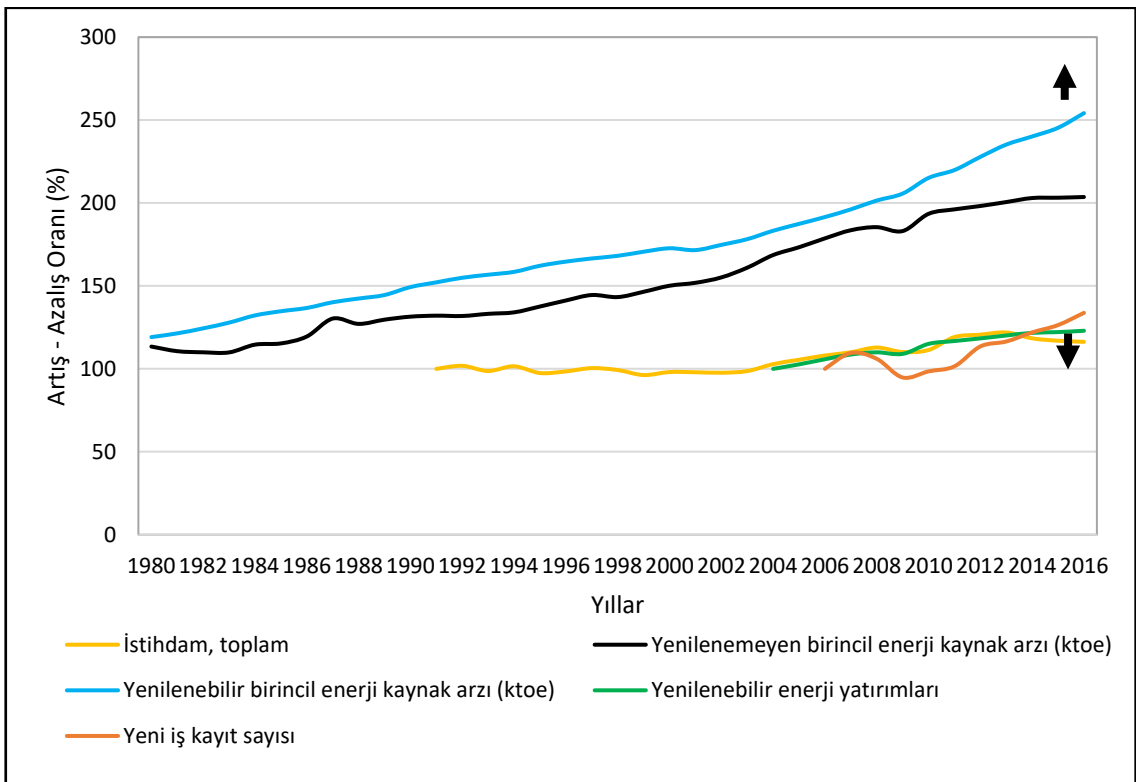
Paris anlaşması doğrultusunda, emisyon azaltım hedeflerine yönelik enerji sektörünün doğrudan ve dolaylı aktörlerinde de değişimler yaşanmaktadır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin entegrasyonu ve üretim / tüketimde enerji verimliliği gibi konuları da kapsayan bu anlaşma çerçevesinde ülkeler kendi sektörlerine yönelik envanter ve azaltım çalışmalarında bulunmaktadır. Bu çalışmalar doğrultusunda, içinde bulunduğu sektöre ya da kurumsal yapıya bakılmaksızın her aktörün enerji değişimine yönelik sergilediği gidişat farklılaşmakla birlikte bu kurumlar için değişime yönelik genellikle iki yol bulunmaktadır; ya adaptasyon ya da direnç.

Enerji değişimi kurumlar açısından bir şok olarak kabul edildiğinde, yörünge bağımlılıklarında sapsamak istemeyen kurumlar kilitlenme durumu sergilerken[112], enerji değişimini fırsat olarak gören yenilikçi kurumlar ise adaptif bir yapı sergileyerek değişime ayak uydurmakta ve değişen ekonomik ve politik dinamiklerle birlikte kendilerini yenilemektedirler [114].

Kurumsal karbon kilitlenmesi; kurumların fosil tabanlı enerji sistemlerine olan kilitlenme durumunu tarif etmekte ve bu durum alternatif kaynakların kullanım teknolojilerinin gelişim ve rekabetini önlemektedir. Kurumlar gerek siyasi gerek ekonomik çıkarları doğrultusunda mevcut büyüme yörüngesine bağlı kalarak bilinçli bir şekilde ve doğrudan değişime karşı kilitlenme yaşamaktadır. Dolayısıyla bu kurumlar mevcut fosil enerji altyapılarının sürekliliği ve imkânlarının genişletilmesi için politikacılara ve bürokratlara baskı yapabilmekte ve ülkelerin enerji değişim politikalarının önünde engel oluşturabilmektedir [112], [116], [117].

Değişim kökleşmiş ve büyük ölçekli yapılarda daha zor gerçekleşmektedir. Bu nedenle, enerji değişim politikalarını destekleyecek yerel aktörlere ihtiyaç

duyulmaktadır. Kurumsal teoriler altında tartışılmakta olan ve yeniliğin katalizörleri olarak görülen yerel işletmeler ve yeşil girişimciler enerji değişimi süreci için bir fırsat niteliğindedir [118]–[120]. Özellikle küçük ölçekli olmaları ve yeni koşullara uyum kapasitelerinin yüksek olması sebebiyle; olası kriz ve şoklardan hızlı şekilde toparlanarak çıkmaktadırlar. Şekil 3.7’de görüldüğü gibi 2008 krizi sonrasında sabit artış hızını kaybeden istihdam oranlarına rağmen krizden aynı oranda etkilenen yeni iş yeri kayıt sayıları küresel ekonomik kriz sonrasında hızlı şekilde toplanarak artamaya devam etmektedir. Bu durum yerel ölçekli işletmelerin kriz ve değişen ekonomik şartlara daha hızlı uyum sağladığının göstergesidir.



Şekil 3.7 Kurumsal Yapının Değişimi⁸ ([36], [70], [121] Kaynaklarından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

3.3.2 Davranışsal Karbon Kilitlenmesi ve Yeni Ağ Toplumu

Tarih öncesi dönemlerden bu yana, üretim biçimindeki ve araçlarındaki değişim, toplulukların yapısını doğrudan etkilemiştir. Yerleşik hayata geçiş ile birlikte

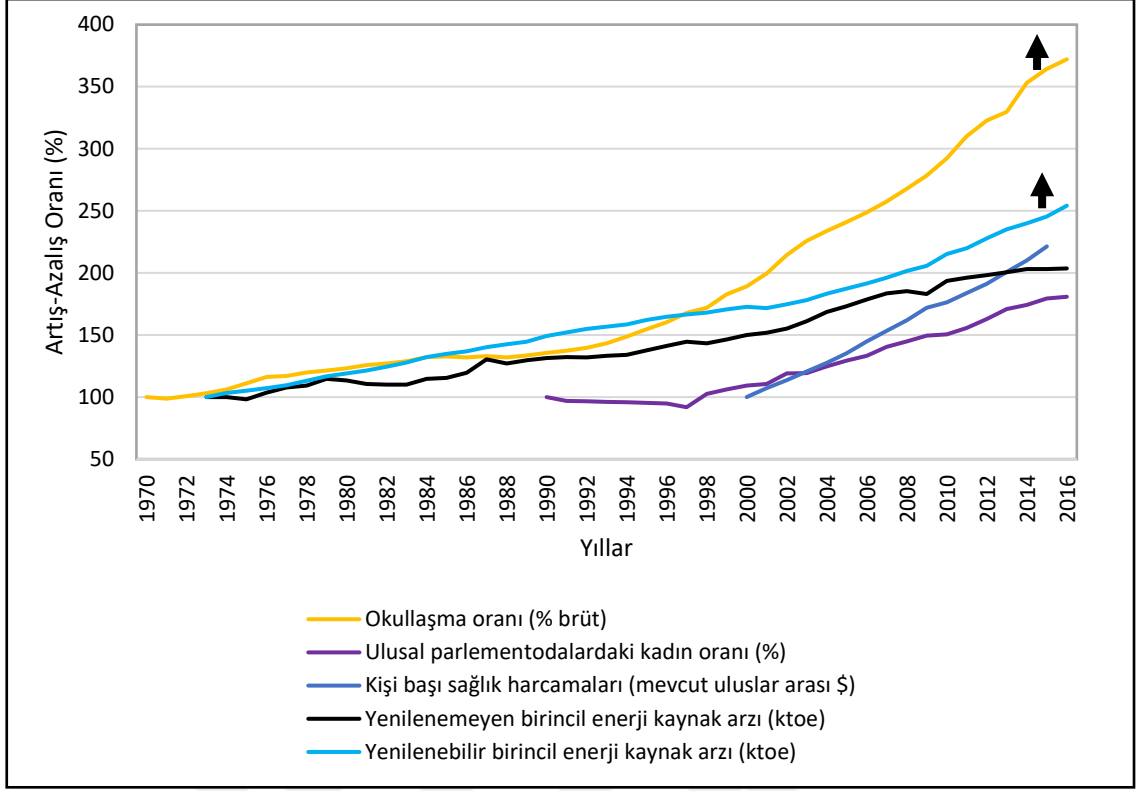
⁸ Zaman seri analizi basit endeksli hesaplama ile gerçekleştirilmiştir. Kamu-özel işbirlikleri: BİT yatırımları değişkenindeki eksik verilere ağırlıklı ortalamaya göre veri ataması yapılmıştır.

başlayan tarım devrimi, buharlı makinaların icadı ile doğan sanayi devrimi ve günümüz dünyasında internetin yaygınlaşması ile birlikte yükselen bilgi çağı insanlığın üretim ve tüketim alışkanlıklarını değiştirmiştir. Her ne kadar üretim devrimleri ve ekonomik kırılmalar ile birlikte toplumsal değişimler yaşansa da bu değişim tek yönlü kalmamakta, toplumsal yapı da küresel sistemi talebi yönünde etkileyebilmektedir [122].

Fordizm'in yükselişiyle birlikte, seri üretim ve tüketim ekonomik sistemde yeni hegemonya haline gelirken; üretimin katı kuralları vardı, işgücü yüksek bir organizasyon yapısına sahipti ve rutinlere dayanıyordu. Bu sistem arz arttığı sürece talebin de artmaya devam edeceğini öne süren Keynesçi teorilere dayanmaktaydı [123]. Ancak bu fikir Post-fordizm ile birlikte çökmüştür. Her ne kadar seri üretim istikrarla devam etse de, küreselleşme, yeni teknolojiler, ürüne ulaşım kolaylığı gibi birçok sebeple, talep arzdan farklı bir eğilim göstermeye başlamıştır. Fordist dönemde toplum standart ürün tüketiminde doygunluğuna ulaşmış ve *siyah dışında farklı bir renk* istemeye⁹ başlamıştır. Böylece Keynesçi politikalar yerini Schumpeterci yaklaşımlara bırakmıştır. Fordizm sonrası daha esnek bir üretim türüne sahip olan bu yaklaşımla birlikte; kurumlar, ürünlerini yeni talebe cevap verebilecek şekilde çeşitlendirmeye başlamıştır [124], [125].

Toplumun kendi arzını oluşturmasına yönelik önemli bir örnek olan bu durum, yalnızca toplumun tüketim doygunluğuna ulaşmasının sonucunda gerçekleşmemektedir. Sosyal altyapının geliştirilmesi ile birlikte artan toplum refahı farklı taleplerin oluşmasını sağlamaktadır. Şekil 3.8'de de görüldüğü gibi küresel ölçekte toplumların okullaşma oranının artması, sağlık sektörüne yapılan yatırımlar, kadınların siyasette rolünün artmasının beraberinde toplumsal refah da artmakta ve toplumun enerji talepleri değişmektedir.

⁹ Upton Sinclair'in Sanayi Kralı adlı romanında da bahsettiği üzere; bant üretim sistemin yaratıcısı olarak anılan Henry Ford; üretimi sürecini kısalttığı gerekçesi ile yaklaşık on yıl boyunca yalnızca siyah araba üretmiştir. Talebin yapısını göz ardı eden bu dominant görüş, seri üretimde yaşanan teknolojik gelişmelerle yıkılmış ve talep doğrultusunda, siyah dışında farklı renklerde de araba üretimine başlanmıştır.

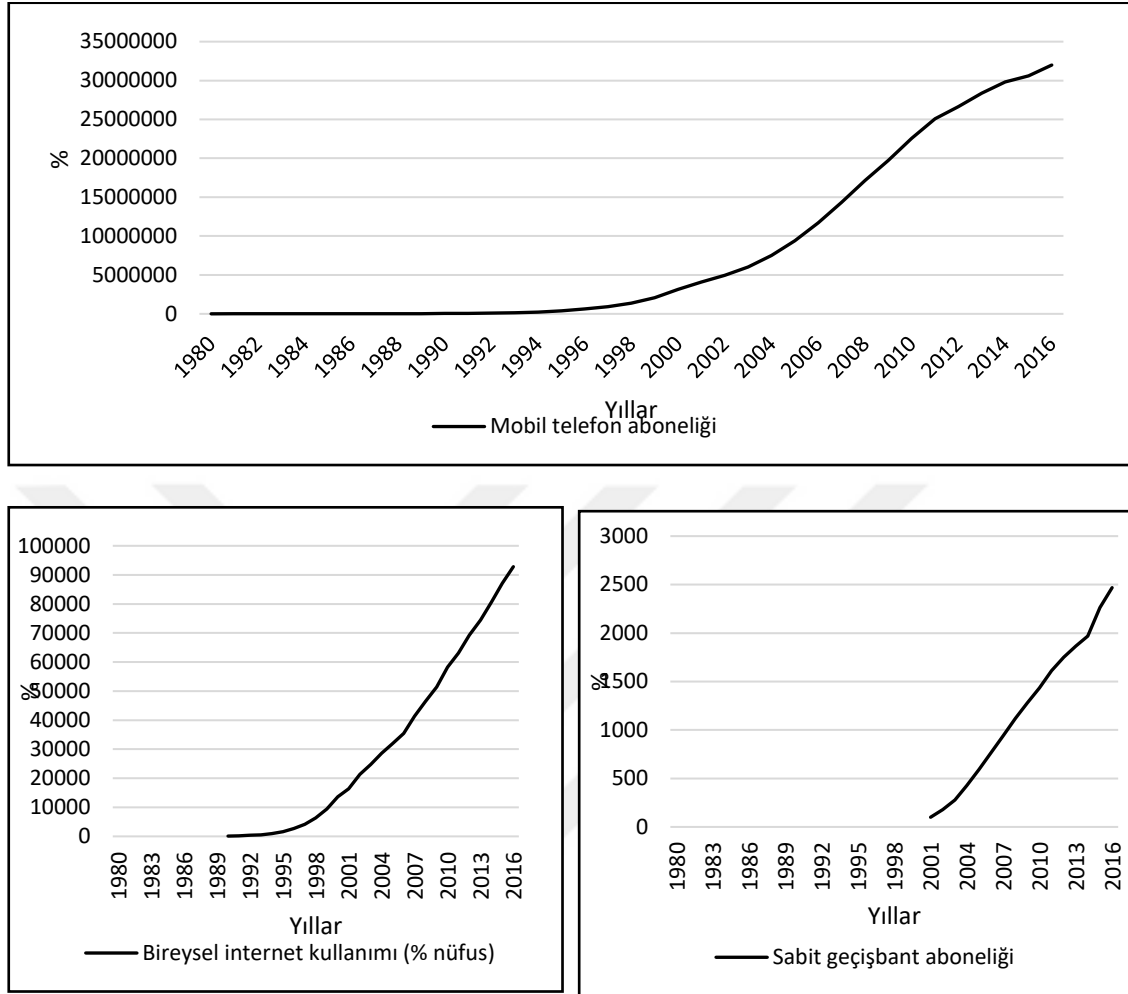


Şekil 3.8 Toplumsal Yapının Değişimi¹⁰ ([36], [70] Kaynaklarından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

Günümüzde bilgi çağı ile birlikte, gelişen teknoloji ve küreselleşen dünya beraberinde yeni bir toplum yapısını getirmiştir. Ağ toplumu (*network society*), akıllı vatandaş (*smart citizen*) gibi kavramlarla tartışılan yeni toplum; sürdürülebilir şehirler (*sustainable cities*), akıllı şehirler (*smart cities*) ve akıllı büyüme (*smart growth*) gibi yaklaşımlar çerçevesinde geleceğin kentlerinin fiziksel ve sosyal yapısını daha iyi hale getirmeyi amaçlamaktadır [126]–[128]. Sürdürülebilir gelişme hedefleri doğrultusunda kentlerin aktif aktörleri olarak tanımlanan bu toplumlar [129], [130] yeni bir talep yolu ve ortamına sahiptir: sosyal medya ve dijital dünya. Dijital dünya aracılığı ile bireyler; yüz yüze ilişkilerin yanı sıra, sanal düzeyde ilişkiler ağı oluşturarak birbiri ile etkileşime geçmekte ve birbirinden etkilenmektedir [127], [131]. Teknolojinin bireyin gündelik hayatına entegrasyonu ile birlikte tartışılmaya başlanan ağ toplumunun 2000’li yılların başından itibaren

¹⁰ Zaman seri analizi basit endeksli hesaplama ile gerçekleştirilmiştir. Bireysel internet kullanımı ve ulusal parlamentolardaki kadın oranı değişkenlerindeki eksik verilere ağırlıklı ortalamaya göre veri ataması yapılmıştır.

gelişimi Şekil 3.9'daki gibidir. Bu toplum yapısı bu yeni sosyal ağın kolektif gücü yakın zamanda yaşanan birçok toplumsal eylemle birlikte kanıtlanmıştır.



Şekil 3.9 Ağ Toplumunun Gelişimi¹¹ ([70] Kaynağından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

Özellikle son yıllarda artan çevresel eylemler ve uluslararası politikalarda yaşanan enerjiye bağlı krizler, toplumun yenilenemeyen enerjiye karşı tepkisini arttırmaktadır. Kasım 2018'de başlayan 'Sarı Yelekliler Krizi' Fransa'daki akaryakıt zamlarını protesto eden sivil halkın baskısı ile Fransa hükümetinin geri adım atmasını sağlamıştı. Akaryakıt zamlarına yönelik ilk toplumsal eylem olmasa da, bu

¹¹ Zaman seri analizi basit endeksli hesaplama ile gerçekleştirilmiştir.

krizin farklı bir özelliği bulunmaktaydı; kendini sarı yelekli olarak adlandıran eylemcilerden hiçbiri herhangi bir sendika ya da kuruluşa üye değillerdi. Sosyal medya (Twitter, Facebook) üzerinden harekete geçen bu oluşum yapılan anketlere göre de toplumun %70'i tarafından da desteklenmekteydi [132].

Türkiye'de benzer eylem ve değişimleri başlatan en yaygın sosyal medya platformlarından biri de 'change.org'dur. Toplumun değişimini talep ettiği olaylarla ilgili kamuoyu farkındalığı yaratmasını sağlayan site, sarı yelekliler krizindekine benzer şekilde, yanlış ya da yetersiz uygulamalara yönelik toplumun ve yetkililerin harekete geçmesini sağlamakta ve değişimi başarmaktadır. Amerika menşeli olan platform Türkiye'de yaygın olarak kullanılmakta olup, kullanım oranına göre dünya sıralamasında göre beşinci sıradadır. İmza kampanyalarının %18'nin hayvan hakları, %13'ünün insan hakları ve %12'sinin ekonomik adalet ve %11'inin çevre ile ilgili konulardan oluştuğu platformdaki enerji ilgili kampanyalar, Tablo 3.5'te Türkiye ve Almanya örnekleri üzerinden incelenmiştir. Önceki başlıklarda da belirtildiği üzere Almanya AB ülkeleri arasında yenilenebilir enerjiye geçiş üzerine başarılı politikalar üreten bir ülkedir ve yenilemeyen enerji kaynaklarında Türkiye gibi dışa bağımlıdır [133], [134]. Toplam nüfusları birbirine yakın olan bu iki ülkeden Türkiye kampanya sayısı yaklaşık 6 kat daha fazla olmasına rağmen destekçi sayısı açısından Almanya ile aralarında yaklaşık 100.000 kişilik fark olduğu görülmektedir. Bu durumun, bireysel internet kullanım oranları göz önünde bulundurulduğunda Almanya'daki kamuoyu farkındalığının daha yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilmektedir.

Tablo 3.5 Türkiye ve Almanya'da Enerji Uygulamalarına Yönelik change.org'da Başlatılan İmza Kampanyaları, Nisan 2019 ([70], [133] Kaynaklarından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

İmza Kampanyasının Konusu	İlgili Kampanya Sayısı		Toplanan İmza Sayısı	
	Türkiye	Almanya	Türkiye	Almanya

Termik santraller / <i>Thermisch</i>	58	1	355.611	7.481
Hidro-elektrik santralleri (HES) / <i>Hydroelektrisch</i>	28	0	277.802	0
Kömür santralleri / <i>Kohlekraftwerke</i>	20	8	24.712	384.156
Nükleer santraller / <i>Atomenergie, Atomkraftwerk</i>	32	9	6.609	339.556
Yenilenebilir enerji / <i>Erneuerbaren energiequellen, Erneuerbare energie</i>	22	8	166.456	2.747
Güneş enerjisi / <i>Sonnenenergie</i>	18	2	8.336	480
Rüzgâr enerjisi / <i>Windenergie</i>	7	5	5.849	4.982
Jeotermal enerji / <i>Geothermische energie, Geothermie</i>	18	0	18.294	0
TOPLAM	203	33	863.669	739.402
2019 Toplam Nüfusları: Türkiye; 80 milyon, Almanya; 82 milyon				
2019 Bireysel İnternet Kullanım Oranları: Türkiye; %64, Almanya; 584				

Öte yandan, Change.org Türkiye'nin 2017-2018 yılına dair hazırlamış olduğu raporda, Türkiye'deki toplumun geçmiş yıllara nazaran değişimi daha çok istediği belirtilmekte ve Türkiye toplumunun kamuoyunun gücüne olan inancının arttığına işaret etmektedir. Çevre konularında başlatılan kampanyaların 2017 yılına göre kampanya sayısı ve destek sayıları azalırken, başarı oranının %380 artış ile yükseldiği görülmektedir. Bu durum imza sayısının kampanyanın başarılı olmasındaki tek etken olmadığını göstermektedir [135]. İmza kampanyalarına başarılı örneklerden birisi olan 'Hevsel Bahçelerindeki HES Projesinin İptali' 21 Mayıs 2014 tarihinde başlatılmıştır. Dicle Nehri üzerine yapılacak olan üç HES projesinin Diyarbakır'daki Hevsel Bahçelerinde yol açacağı tahribata karşı 35.000 imza toplanmış ve yetkililer geri adım atmıştır [136].

Görüldüğü gibi günümüzde enerji sisteminde yaşanacak bir değişimin, toplumun isteklerini göz ardı edebilmesi mümkün değildir. Değişim yerel ölçekteki yapılardan başlamadığı müddetçe sürdürülebilir olması da mümkün değildir. Bu durum enerji

değişim politikaların yalnızca yasal uygulamalar ve taahhütlerden oluşmadığının en bariz göstergesidir.

Elbette toplumsal talebin değişimi her zaman yenilenebilir enerjiye geçiş paralelinde olmayabilir. Bireyler bilinçli ya da bilinçsiz enerji tüketimi konusunda bir karbon kilitlenmesi yaşayabilmektedir. Davranışsal karbon kilitlenmesi olarak ifade edilen bu durum, merkezine bireyin tüketim davranışlarını almaktadır. Her ne kadar iklim değişikliğine yönelik sorunlar teknoloji ve politikalar ile çözülmeye çalışılsa da sorunun temelinde gelenekleşmiş insan davranışları yatabilmektedir (ulaşım tercihleri, mal-hizmet tüketimleri gibi). Çevreye dair artan duyarlılığa rağmen enerji tüketimindeki artış devam etmekte ve bireyler mevcut tüketim yollarından vazgeçmemektedir. Bu noktada toplumun çevre ile ilgili bilincini arttırarak tüketim alışkanlarındaki değişimi tetikleyecek projelerin geliştirilmesi gerekmektedir [137], [138].

Türkiye'deki yaygın sosyal medya kullanımı ve yerel yönetimlerin enerji değişimine yönelik girişimleri bu toplum ve politika arasındaki geri bildirim mekanizmasının kurulabilmesi için önemli bir potansiyele sahiptir. Bu konudaki güzel örneklerden birisi Eylül 2018'de gerçekleşmiştir. Dünya'nın çeşitli yerlerinde iklim değişikliğine dikkat çekmek üzere hazırlanan 'İklim için Ses Ver (*Rise for Climate*)' etkinlikleri, Türkiye'de; Ankara, Adana, Balıkesir, Çanakkale, Ayvalık, Eskişehir, Kırklareli, Antalya, Sarıyer ve Kadıköy Belediyelerinin ev sahipliğinde çeşitli sivil toplum kuruluşları ve halkın katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Toplumun ve yerel yönetimlerin işbirliğine dair güzel bir örnek olan bu çalışma Bölüm 5'te açıklanan geri bildirim döngülerinin de temelini oluşturmaktadır [139], [140].

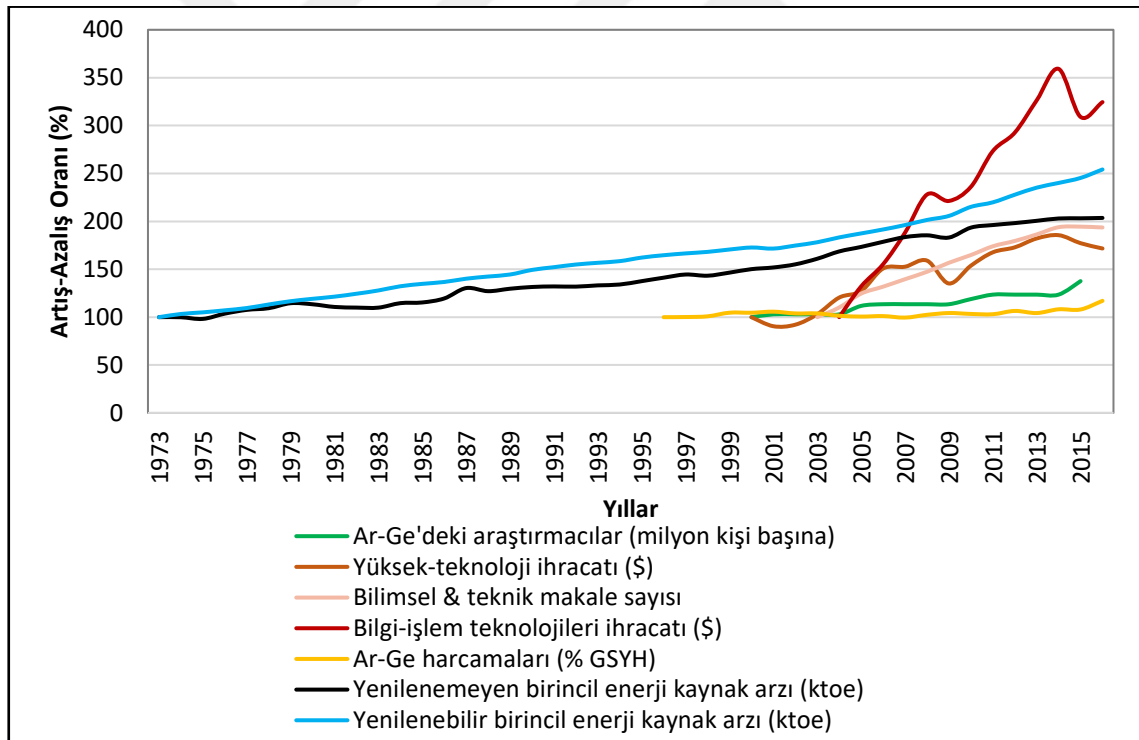
3.4 Enerji Değişimini Tetikleyen Yenilikçi Girişimler

Enerji değişimi tetikleyen düzey olarak adlandırılan ve değişimin motorunu oluşturan bu kısım, yenilikçi fikirlerin, teknolojilerin ve uygulamaların kuluçkasıdır. Bu düzeyde radikal birçok yenilik ve teknoloji geliştirilmekte olup küçük ölçekli uygulamalarla denenmeye fırsat bulmaktadır. Başarılı olan girişimler bir üst düzey olan enerji sistemine entegre olup sistemi değiştirirken, başarısız olan girişimler ise

yeniden başlamaktadır. Bu dinamik yapı çerçevesinde enerji değişimini tetikleyen girişimler olarak yenilenebilir enerji teknolojileri ele alınmaktadır.

3.4.1 Yenilenebilir Enerji Teknolojileri

Alternatif enerji teknolojileri enerji değişiminin önemli bir parçası olmakla birlikte enerji değişimi tartışmaları ile ortaya çıkmış bir teknoloji değildir. Yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi bundan çok daha öncesine dayanmakta olup, yüksek teknolojik maliyetleri ve altyapıdaki uyum problemleri nedeniyle, geliştirilmesi gerekmektedir. Teknolojinin gelişmesi ve üretim sistemlerinin birbirine entegrasyonun sağlanabilmesi ile birlikte yenilenebilir enerji teknolojilerinin kurulum maliyetleri düşmüş ve geleneksel enerji üretim sistemlerinin yerine tercih edilebilecek uygunluğa gelmiştir. Şekil 3.10'da da görüldüğü gibi dünya genelinde Ar-Ge'ye yapılan harcamalar, teknoloji ihracatı ve bilimsel çalışmalarının artışı ile birlikte yenilenebilir enerji üretim miktarı da artmıştır.



Şekil 3.10 Teknolojik Değişim¹² ([36], [70] Kaynaklarından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

¹² Zaman seri analizi basit endeksli hesaplama ile gerçekleştirilmiştir.

Yenilenebilir enerji teknolojisindeki gelişmelerde geline noktanın iklim değişikliği ile mücadele için yeterli olup olamayacağı ise süre gelen bir tartışma konusudur [32], [141]. IRENA'nın 2050 senaryolarında mevcut enerji üretim sisteminin devam ettirildiği veya yenilenebilir enerji üretim teknolojilerine geçişin sağlandığı iki ihtimal karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir. Senaryoya göre hâlihazırdaki enerji politikalar ve teknolojilerle devam edilmesi takdirinde 2050 yılında enerji arzının günümüz arzının %50 üzerinde çakacağı ve bu arzın yalnızca %20'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşacağı düşünülmektedir. Öte yandan yenilenebilir enerji teknolojilerine geçiş adımlarının uygulanması takdirinde enerji arzının 2050 yılına kadar %27 azalabileceği ve bu arzın %65'ni yenilenebilir enerji kaynaklarının oluşturabileceği öngörülmektedir [142].

Enerji değişimine yönelik geliştirilen yenilenebilir enerji teknolojilerin kullanımı ile ilgili bazı handikaplar da bulunmaktadır. İktisat literatüründe de genişçe yer bulan Jevons Paradoksu'na göre teknolojik gelişmeler kaynakların verimli kullanımı sağlamakla birlikte kaynağa olan talebi de arttırmakta ve kaynağın bir noktadan sonra yeniden verimsiz şekilde tüketilmesine yol açmaktadır [143], [144]. Bunun en belirgin örneklerinden birisi HES projeleridir. Yenilenebilir enerji üretim yöntemlerinden biri olarak sayılan HES'ler, yapım ve işletim süreçlerinde çevreye zarar vermekte ve su kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır [145]. Buradan hareketle enerji değişiminde yenilenebilir enerji teknolojilerindeki gelişimin tek başına yeterli olmadığı, yenilenebilir enerjiye geçişin sağlanması durumunda bile enerji talebinin doğru uygulamalar ve politikalarla yönetilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

3.5 Bölüm Sonucu

Bölüm boyunca açıklandığı üzere enerji değişim süreçleri içerisinde üç ana düzeyi barındırmaktadır. Bunlar; küresel enerji peyzajı, mevcut arz-talep ve yenilikçi girişimlerdir. Yapılan literatür incelemelerine göre enerji değişimi en alt düzey olan yenilikçi girişimlerden başlayarak sırası ile mevcut arz-talep yapısını ve küresel enerji peyzajını değiştirmektedir. Düzeylerde yaşanan bu değişimi etkileyen bazı faktörler bulunmaktadır. Bunlar; ekolojik, politik, ekonomik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik faktörlerdir. Bu faktörlerin her biri diğerine bağlı olarak

gelişebilmekte ve birbirlerindeki değişimden etkilenebilmektedir. Örneklendirilirse; doğalgazın çıkarılmasında işlenmesine kadarki süreci bir ülke/firma gerçekleştirirken, doğalgazın döşenen boru hatları ile taşınması uluslararası bir altyapı ağı ve farklı aktörleri gerektirmektedir. Taşınan doğalgazın satın alınan ülke/firma tarafından çevrim santrallerine dönüştürülmesi ve arz edilmesi ise yine tamamıyla farklı kurum ve teknolojileri sürece dâhil etmekte, doğalgazın nihai kullanımını ise bireyin tercihlerine bağlı olarak değişmektedir. Buradan hareketle, enerji değişim faktörlerinin yenilenebilir enerjiye geçiş sürecini nasıl etkiledikleri ve ülkelere göre farklılık gösterip göstermediğinin incelenmesi gereken bir konu olduğu görülmektedir.

4

KÜRESEL ENERJİ DEĞİŞİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN İLİŞKİ ANALİZİ

4.1 Bölüm Girişi

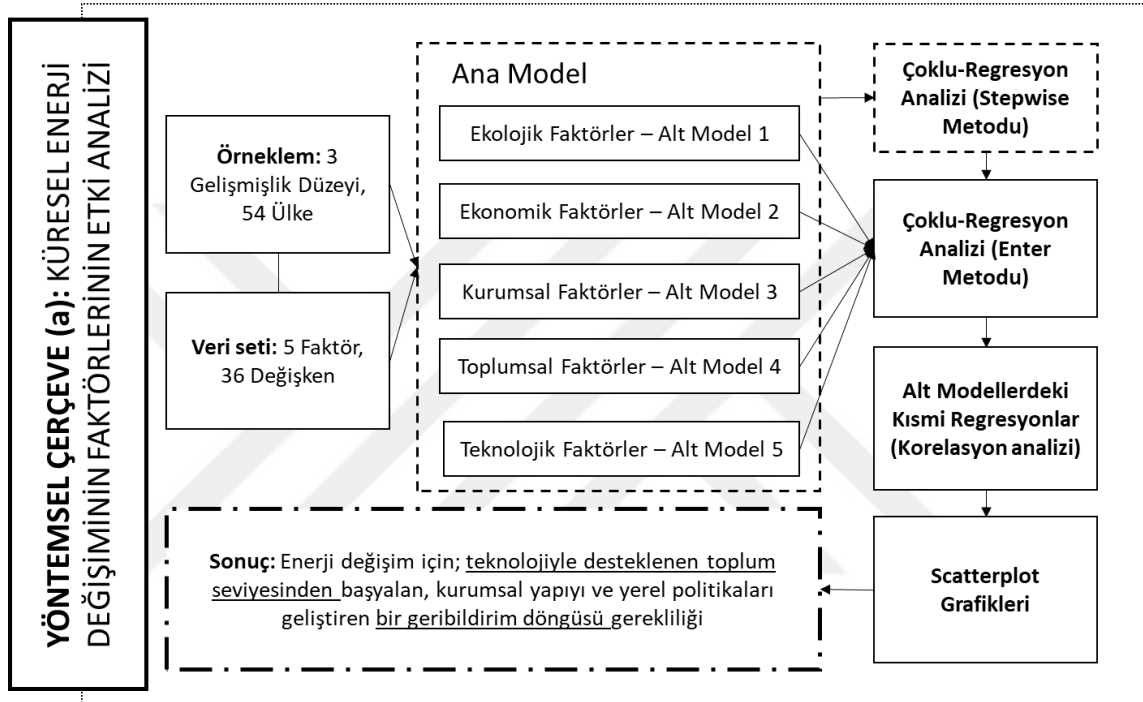
“Günümüz toplumunda hâkim etken değişim, sürekli değişim, kaçınılmaz değişimdir. Dünyayı sadece olduğu gibi değil, gelecekte olacağı gibi de ele almadığımız sürece artık makul kararlar vermek mümkün değildir...”- Isaac Asimov

Tez kapsamında enerji değişiminin ekolojik, politik, ekonomik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik faktörlere bağlı olarak gerçekleştiği iddia edilmektedir (H₁). Yapılan literatür araştırması sonucunda enerji değişiminin faktörlerinin süreci nasıl etkiledikleri ve ülkelere göre nasıl değiştiğine dair nicel bir çalışma bulunamamıştır (bkz. Bölüm 3). Tezin yöntemsel çerçevesi iki bölümden oluşmaktadır;

Bu bölümde, enerji değişimine katkısı olduğu öngörülen bu faktörlerin etkisi nicel yöntemlerle ölçülmektedir.¹³ Enerji sektöründeki işlem büyüklüklerine göre seçilmiş olan 54 ülke üzerinde 36 değişken ile Çoklu-Regresyon Analizleri

¹³ Politik faktörlere dair nicel ölçüm yapılamadığı için analize dâhil edilmemiştir. Kavramsal çerçevede literatür taraması ile incelenmiştir.

yapılmıştır. Bir ana model ve beş alt modelden oluşan regresyon analizlerinde bağımlı değişken (y) yenilenebilir enerji arzı olarak kabul edilmiştir. Ana modelde stepwise metodu ile çoklu-regresyon analizi yapılırken, alt modellerde enter metodu kullanılmıştır. Ek olarak, alt modellerde yenilenebilir enerji arzı ile yüksek ilişki gösteren kısmi regresyonlar belirlenip, scatterplot grafikleri ile Türkiye ve diğer ülkelerin enerji değişimine yönelik eğilimleri analiz edilmiştir. Analizler, IBM SPSS Statistics 25 programı aracılığıyla yapılmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Küresel Enerji Değişimine Etki Eden Faktörlerin İlişki Analizine Dair Yöntem Şeması (Yazar tarafından üretilmiştir.)

4.2 Araştırma Örnekleminin Belirlenmesi

Yenilenebilir enerji arzının ekolojik, ekonomik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik faktörlere göre değişiminin analiz edildiği bu çalışmada, 65 ülkeden oluşan araştırma grubu; enerji üretimi, tüketimi, ithalatı ve ihracatındaki büyüklüklerine göre seçilmiştir [146]. Seçilen bu ülkelerden 11'i veri toplama safhasında büyük ölçüde eksik veri ile karşılaştığı için örneklemden çıkarılmıştır. Tablo 4.1'de nihai 54 ülkenin gelişmişlik düzeylerine göre dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 4.1 Seçilmiş Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Göre Dağılımı ([147]
kaynağından faydalanılarak yazar tarafından üretilmiştir.)

Gelişmiş Ülkeler	Gelişmekte Olan Ülkeler	Az Gelişmiş Ülkeler
Avustralya, Kanada, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, İzlanda, İrlanda, İtalya, Japonya, Güney Kore, Kuveyt, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Polonya, Katar, Suudi Arabistan, Singapur, İspanya, İsveç, İsviçre, Birleşik Arap Emirlikleri, İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri	Cezayir, Beyaz Rusya, Brezilya, Çin, Kolombiya, İran, Kazakistan, Malezya, Meksika, Paraguay, Rusya, Güney Afrika, Tayland, Türkiye, Venezuela	Angola, Bangladeş, Etiyopya, Hindistan, Endonezya, Kenya, Moğolistan, Mozambik, Nepal, Nijerya, Pakistan, Tanzanya, Ukrayna, Zambiya

4.3 Verilerin Toplanması

Araştırmada kullanılan değişkenler ve veri kaynakları Tablo 4.2’de sunulmuştur. Veriler 2017 yılına ait olup güncel veri bulunmayan değişkenlerde kestirim ile hesaplanmıştır. Kayıp veri analizinde, eksik verilerin anlamlı biçimde farklılaşmadığı tespit edilmiş olup ($p>0,05$) ilgili değişkenlere kayıp veri ataması yapılmıştır. Veri setinde yapılan normallik analizinin (Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro Wilk testleri) Tablo 4.3’teki sonuçlarına göre verilerin normal dağılmadığı tespit edilmiştir ($p<0,005$). Bu doğrultuda parametrik analizlerin (çoklu-regresyon) yapılabilmesi için normal dağılmayan veriler normalize edilmiştir.

Tablo 4.2 Enerji Değişim Faktörleri Veri Seti (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Faktörler	Veri Kaynağı	
	Dünya Bankası Veri tabanı (World Bank Database), [70]	Uluslararası Enerji Ajansı (IEA Statistics), [36], [146]
Ekolojik	Orman alanları (km ²), Tarım alanları (km ²), Yenilenebilir su miktarı (m ³), Enerji kaynaklarındaki azalma (\$), PM2.5 hava kirliliği (m ³ /mgr), Yıllık temiz su kullanımının artışı (%)	Yenilenemeyen enerji üretimi (Mtoe), Kişi başı CO ₂ emisyon miktarı (kt)
Ekonomik	İstihdam oranı (%), GINI endeksi ¹⁴ , Kişi başı GSYH, GSYH'deki büyüme (%), Enerji yoğunluğu (toe/\$)	Yenilenemeyen enerji ihracatı (Mtoe), Yenilenemeyen enerji ithalatı (Mtoe)
Kurumsal	Özel sektör enerji yatırımları (\$), Yeni iş yeri kayıt sayısı, İleri düzey eğitilmiş işgücü oranı (%), İşletmeler için elektrik fiyatları (kWh başına), Kırılgan istihdam oranı (%), ¹⁵ İşsiz ileri düzey eğitilmiş nüfus (%), Ar-Ge harcamaları (\$), İstihdam oranı (%)	-
Toplumsal	Bireysel internet kullanımı (%), Evde bilgisayar kullanımı (%), Sağlık harcamaları (\$), E-katılım oranları (%), İleri düzey eğitimde okullaşma oranı (%)	-
Teknolojik	Ar-Ge harcamaları (\$), Bilimsel yayın sayısı, Yüksek teknoloji ihracatı (\$), Ar-Ge'deki araştırmacı sayısı, Ar-Ge'deki teknisyen sayısı, Patent sayısı, Kamu-özel enerji yatırımları (\$), Yemek pişirmek için temiz yakıtlara ve teknolojilere erişim (%), Orta ve ileri teknoloji ihracatı (%), Teknik işbirliği hibeleri (%)	-

¹⁴ Ülkelerin gelir dağılımının tamamen eşit bir dağılımdan sapma derecesini ölçmektedir.

¹⁵ Kırılgan istihdam Dünya Bankası meta veri açıklamalarında; 3-5 kişilik çalışana sahip küçük ölçekli işletmeler olarak açıklanmaktadır.

Tablo 4.3 Veri setinin Normallik Analizi (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Normallik Testi						
Değişkenler	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk		Çarpıklık	Basıklık
	İstatistik	Anlamlılık	İstatistik	Anlamlılık		
Kişi başı CO ₂ emisyon miktarı toplam (kt)	0.150	0.007	0.863	0.000	1.560	3.069
Tarım alanları (km ²)	0.314	0.000	0.540	0.000	3.167	10.898
Yenilenebilir su miktarı (m ³)	0.175	0.001	0.893	0.000	1.034	0.264
Enerji kaynaklarındaki azalma (\$)	0.317	0.000	0.657	0.000	1.923	2.729
PM2.5 hava kirliliği (m ³ /mgr)	0.160	0.003	0.869	0.000	1.604	3.555
Yıllık temiz su kullanımının artışı (%)	0.228	0.000	0.726	0.000	2.470	6.919
Yenilenemeyen enerji üretimi (Mtoe)	0.441	0.000	0.181	0.000	6.935	48.645
Orman alanları (km ²)	0.207	0.000	0.735	0.000	2.110	12.538
İstihdam oranı (%)	0.529	0.000	0.329	0.000	3.284	9.691
GINI endeksi	0.109	0.200	0.927	0.006	1.053	1.292
Kişi başı GSYH	0.437	0.000	0.323	0.000	4.779	25.205
GSYH'deki büyüme	0.195	0.000	0.791	0.000	1.899	11.064
Enerji yoğunluğu (toe/\$)	0.168	0.002	0.845	0.000	1.628	2.830
Yenilenemeyen enerji ihracatı (Mtoe)	0.256	0.000	0.672	0.000	2.644	8.757
Yenilenemeyen enerji ithalatı (Mtoe)	0.271	0.000	0.644	0.000	2.220	4.329
Özel sektör enerji yatırımları (\$)	0.360	0.000	0.559	0.000	2.846	7.982
Yeni iş yeri kayıt sayısı	0.360	0.000	0.559	0.000	2.846	7.982

Tablo 4.3 Veri setinin Normallik Analizi (devam) (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Normallik Testi						
Değişkenler	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk		Çarpıklık	Basıklık
	İstatistik	Anlamlılık	İstatistik	Anlamlılık		
İleri düzey eğitilmiş işgücü oranı (%)	0.388	0.000	0.611	0.000	-1.647	0.928
İşletmeler için elektrik fiyatları (kWh başına)	0.194	0.010	0.905	0.017	-1.111	1.253
Kırılgan istihdam	0.257	0.000	0.758	0.000	2.051	4.606
İşsiz ileri düzey eğitilmiş nüfus (%)	0.204	0.005	0.889	0.007	1.101	1
Ar-Ge harcamaları (\$)	0.232	0.001	0.874	0.004	0	-1.193
İstihdam oranı (%)	0.122	0.200	0.979	0.831	-0.077	0
Bireysel internet kullanımı (%)	0.161	0.004	0.872	0.000	-0.818	-0.562
Evde bilgisayar kullanımı (%)	0.201	0.000	0.841	0.000	-0.943	-0.496
Sağlık harcamaları (\$)	0.108	0.200	0.960	0.107	0.481	0.007
E-katılım oranları (%)	0.186	0.000	0.858	0.000	-1.074	0.394
İleri düzey eğitimde okullaşma oranı (%)	0.128	0.054	0.936	0.012	-0.051	-1.091
Ar-Ge harcamaları (\$)	0.492	0.000	0.496	0.000	2.449	6.000
Bilimsel yayın sayısı	0.389	0.005	0.638	0.001	2.320	5.495
Yüksek teknoloji ihracatı (\$)	0.278	0.161	0.814	0.078	0.703	-1.835
Ar-Ge'deki araştırmacı sayısı	0.174	0.200	0.940	0.655	0.484	-0.264
Ar-Ge'deki teknisyen sayısı	0.259	0.200	0.845	0.144	0.934	-0.997
Patent sayısı	0.366	0.012	0.670	0.003	2.251	5.218

Tablo 4.3 Veri setinin Normallik Analizi (devam) (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Normallik Testi						
Değişkenler	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk		Çarpıklık	Basıklık
	İstatistik	Anlamlılık	İstatistik	Anlamlılık		
Kamu-özel enerji yatırımları (\$)	0.357	0.016	0.718	0.010	2.099	4.638
Yemek pişirmek için temiz yakıtlara ve teknolojilere erişim (nüfusun%)	0.163	0.200	0.963	0.840	0.098	-1.309
Orta ve ileri teknoloji ihracatı (%)	0.202	0.200	0.886	0.297	0.145	-1.874
Teknik işbirliği hibeleri (%)	0.245	0.200	0.875	0.247	-0.675	-1.669

Enerji değişim faktörlerine göre oluşturulan alt modellerin geçerlilik analizleri KMO ve Bartlett Testleri ile yapılmıştır. Tablo 4.4'tede görüldüğü gibi tüm alt modeller geçerlilik alt sınırının üzerinde olup ($KMO \geq 0.50$), regresyon analizi için uygun oldukları tespit edilmiştir [148].

Tablo 4.4 Alt Modellerin Geçerlilik Testleri (Yazar tarafından üretilmiştir.)

KMO ve Bartlett Testleri						
		Alt Modeller				
		1	2	3	4	5
		Ekolojik	Ekonomik	Kurumsal	Toplumsal	Teknolojik
Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterliliğinin Ölçümü		0.539	0.509	0.547	0.680	0.527
Bartlett'in Küresellik Testi	Yaklaşık Chi-Kare	82.708	43.506	41.208	92.987	82.379
	df	28	28	28	10	36
	Anlamlılık	0.000	0.031	0.051	0.000	0.000

4.4 Regresyon Analizi

Tezin H_1 hipotezine göre enerji değişiminin beş faktöre bağlı olarak gerçekleştiği öngörülmektedir. Bu doğrultuda beş alt modele sahip olan bir regresyon modeli tasarlanmıştır (4.1).

$$y = \alpha + \sum_{j=1}^8 (\beta_j x_j) + \sum_{k=1}^7 (\beta_k x_k) + \sum_{l=1}^8 (\beta_l x_l) + \sum_{m=1}^5 (\beta_m x_m) + \sum_{n=1}^{10} (\beta_n x_n) + \varepsilon \quad (4.1)$$

y: Bağımlı değişken: Yenilenebilir enerji arzı

α : Sabit değer

β : Regresyon katsayısı

x: Bağımsız değişkenler

j: Bağımsız değişkenler kategorisi: Ekolojik faktör

k: Bağımsız değişkenler kategorisi: Ekonomik faktör

l: Bağımsız değişkenler kategorisi: Kurumsal faktör

m: Bağımsız değişkenler kategorisi: Toplumsal faktör

n: Bağımsız değişkenler kategorisi: Teknolojik faktör

ε : hata payı

Bu doğrultuda gerçekleştirilmiş olan çoklu regresyon analizlerinin ana ve alt model özetleri Tablo 4.5'teki gibidir. Alt modellerde "enter" metodu kullanılırken, ana modelde eş doğrusallığı önlemek için "stepwise" metodu kullanılmıştır. Ana modelin aşamaları Tablo 4.6'da verilmiştir. Ülkelerin yenilenebilir enerji arzındaki değişimi; ekolojik faktörler %62 ($R^2=0,620$; $p<0,001$), ekonomik faktörler %49 ($R^2=0,496$; $p<0,001$), kurumsal faktörler %30 ($R^2=0,304$; $p<0,01$), toplumsal faktörler %38 ($R^2=0,383$; $p<0,001$) ve teknolojik faktörler %58 ($R^2=0,583$; $p<0,01$) açıklamaktadır. Ana model ise yenilenebilir enerji arzındaki değişimi %90 oranında açıklamaktadır ($R^2=0,901$; $p<0,05$).

Tablo 4.5 Regresyon Model Özeti (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Model Özeti ^a									
Alt Model-ler	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Tahmini Standart Hatası	Değişim İstatistikleri				
					R Kare Değişim	F Değişim	df 1	df 2	Anlamlılık F Değişim

1	,82 3	0.677	0.620	0.16731	0.677	11.794	8	45	0.000
2	,75 0	0.562	0.496	0.19265	0.562	8.444	7	46	0.000
3	,64 1	0.411	0.304	0.22220	0.411	3.842	8	44	0.002
4	,66 5	0.442	0.383	0.20928	0.442	7.450	5	47	0.000
5	,87 0	0.757	0.583	0.17158	0.757	4.350	10	14	0.006
Ana Model	,96 2	,0,92 5	0,901	0,08139	0,021	5,206	1	19	0,034
a. Bağımlı Değişken: Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)									

Tablo 4.6 Ana Modelin Aşamaları (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Dâhil edilen / Çıkarılan Değişkenler		
Aşamalar	Dâhil edilenler	Çıkarılanlar
1	Teknik işbirliği hibeleri (%)	-
2	GINI endeksi	-
3	Yenilenemeyen enerji ithalatı (Mtoe)	-
4	Yemek pişirmek için temiz yakıtlara ve teknolojilere erişim (nüfusun%)	-
5	Orman alanları (km2)	-
6	-	Teknik işbirliği hibeleri (%)
7	Yüksek teknoloji ihracatı (\$)	-
8	GSYH'deki büyüme	-
Metot: Stepwise(Kriterler: F-'nin girme olasılığı <=, 050, F-'nin kaldırılma olasılığı >=, 100).		
a. Bağımlı Değişken: Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)		

4.5 Bulgular

4.5.1 Yenilenebilir Enerji Arzının Ekolojik Faktörlere göre Değişimi

Yapılan analizler sonucunda yenilenebilir enerji arzının ekolojik faktörlere bağlı olarak %62 oranında değiştiği saptanmıştır ($R^2=0,620$; $p<0,001$). Ekolojik faktörler alt modelinde kullanılan değişkenlerin modele anlamlı etkileri Tablo 4.7'de

gösterilmiştir. Kişi başı CO₂ emisyon miktarındaki değişim yenilenebilir enerji arzı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını negatif yönde etkilemektedir (Beta=-0,711; p<0,001). Yine enerji kaynaklarındaki azalma değişimi yenilenebilir enerji arzı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını negatif yönde etkilemektedir (Beta=-0,912; p<0,001). Son olarak yenilenemeyen enerji üretimindeki değişim, yenilenebilir enerji arzı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını pozitif yönde etkilemektedir (Beta=1,107; p<0,001).

Türkiye'nin ve diğer ülkelerin yenilenebilir enerji arzına dair eğilimleri; CO₂ emisyonu miktarı, enerji kaynaklarındaki azalma ve yenilenemeyen enerji üretimine göre değerlendirilmiştir. Pearson korelasyonunun kullanıldığı bu analizler scatterplot grafikleri ile açıklanmıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4.7 Ekolojik Faktörler Alt Modelindeki Değişkenlerin Yenilenebilir Enerji Arzına Etkisi (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Katsayılar ^a					
Alt Model – 1 Ekolojik Faktör Değişkenleri	Standartlanmamış Katsayılar	Standart Hata	Standartlaştırılmış Katsayılar	t	Anlamlılık
	B		Beta		
(Sabit)	1.102	0.130		8.456	0.000
Kişi başı CO ₂ emisyon miktarı toplam (kt)	-0.968	0.152	-0.711	-6.350	0.000
Orman alanları (km ²)	-0.039	0.129	-0.031	-0.300	0.765
Tarım alanları (km ²)	-0.001	0.002	-0.046	-0.521	0.605
Yenilenebilir su miktarı (m ³)	0.000	0.002	0.026	0.294	0.770

Tablo 4.7 Ekolojik Faktörler Alt Modelindeki Değişkenlerin Yenilenebilir Enerji Arzına Etkisi (devam) (Yazar tarafından üretilmiştir)

Katsayılar ^a					
Alt Model – 1 Ekolojik Faktör Değişkenleri	Standartlanmamış Katsayılar	Standart Hata	Standartlaştırılmış Katsayılar	t	Anlamlılık
	B		Beta		
(Sabit)	1.102	0.130		8.456	0.000
Enerji kaynaklarındaki azalma (\$)	-0.961	0.131	-0.912	-7.352	0.000

PM2.5 hava kirliliği (m3/mgr)	-0.112	0.117	-0.091	-0.956	0.344
Yıllık temiz su kullanımının artışı (%)	-0.097	0.104	-0.089	-0.941	0.352
Yenilenemeyen enerji üretimi (Mtoe)	1.142	0.139	1.107	8.187	0.000
a. Bağımlı Değişken: Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)					

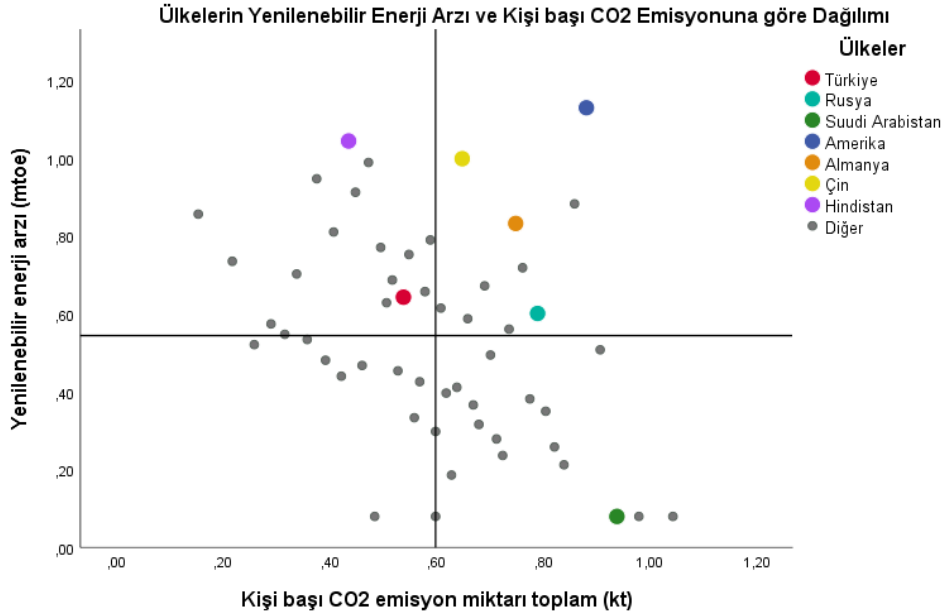
Tablo 4.8 Yenilenebilir Enerji Arzının Ekolojik Faktörler ile Korelasyonu (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Korelasyonlar (N=54)					
		Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)	Kişi başı CO ₂ emisyon miktarı (kt)	Enerji kaynaklarındaki azalma (\$)	Yenilenemeyen enerji üretimi (Mtoe)
Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)	Pearson Korelasyonu	1	-,366**	-0.247	0.154
	Anlamlılık (2-uçlu)		0.006	0.072	0.267
Kişi başı CO ₂ emisyon miktarı toplam (kt)	Pearson Korelasyonu	-,366**	1	0.131	,415**
	Anlamlılık (2-uçlu)	0.006		0.345	0.002
Enerji kaynaklarındaki azalma (\$)	Pearson Korelasyonu	-0.247	0.131	1	,705**
	Anlamlılık (2-uçlu)	0.072	0.345		0.000
Yenilenemeyen enerji üretimi (Mtoe)	Pearson Korelasyonu	0.154	,415**	,705**	1
	Anlamlılık (2-uçlu)	0.267	0.002	0.000	

** . Yüksek korelasyon p<0,01

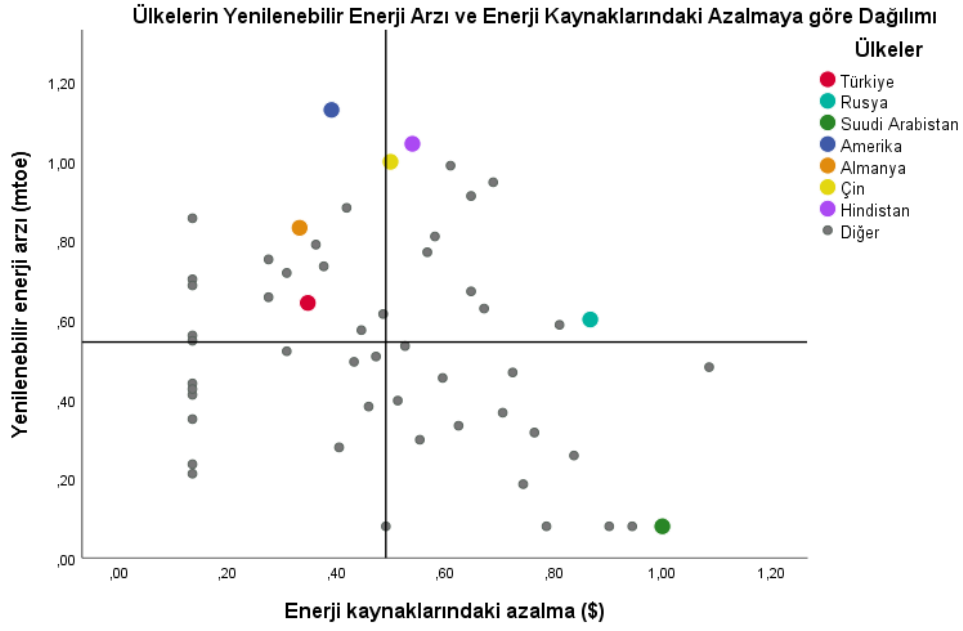
İlk olarak, Tablo 4.8'de görüldüğü gibi, yenilenebilir enerji arzı ile kişi başı CO₂ emisyon miktarı arasında yüksek negatif ilişki bulunmaktadır ($R^2=-0,366$; $p<0,01$). Yani, yenilenebilir enerji arzı miktarı arttıkça kişi başı emisyon miktarı azalmaktadır. Bunun yanı sıra, kişi başı emisyonun en yüksek olduğu Amerika, Rusya ve Suudi Arabistan yenilenebilir enerji arzında farklı dağılımlar göstermekte olup yenilenebilir enerji arzı en yüksek olan ülke Amerika'dır. Türkiye'nin ise yenilenebilir enerji arzı Suudi Arabistan ve Rusya gibi ülkelere göre ortalamanın

üzerindeyken, kişi başı CO₂ emisyon miktarının da ortalamasının altında olduğu görülmektedir (Şekil 4.2).



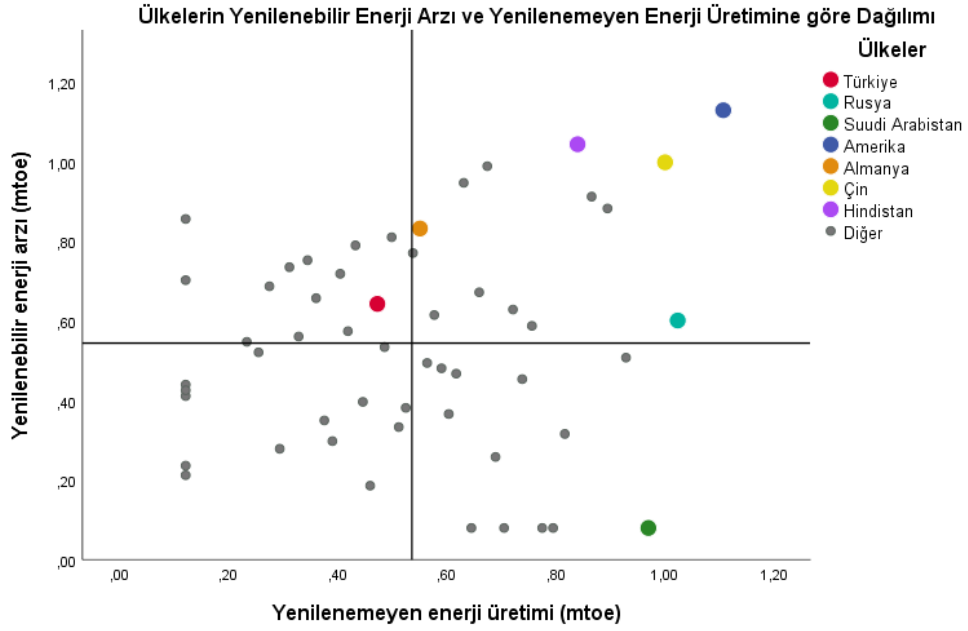
Şekil 4.2 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Kişi Başı CO₂ Emisyonu Arasındaki İlişki (Yazar tarafından üretilmiştir.)

İkinci olarak, yenilenebilir enerji arzı ile enerji kaynaklarındaki azalma arasındaki ilişki Tablo 4.8’de gösterilmiştir. Yenilenebilir enerji arzı ile korelasyon ilişkisi bulunmayan enerji kaynaklarındaki azalmanın, yenilenemeyen enerji üretimi ile yüksek korelasyonu bulunmaktadır ($R^2=0,415$; $p<0,01$). Bu yenilenemeyen enerji üretimi arttıkça enerji kaynaklarının tükendiğine işaret etmektedir. Şekil 4.3’te görüldüğü gibi, enerji kaynaklarındaki azalmanın en yüksek olduğu ülkeler yenilenemeyen enerji üretiminde yüksek paya sahip olan Suudi Arabistan-Rusya ve de Hindistan’dır. Hindistan’ın enerji kaynaklarındaki azalmaya karşılık yenilenebilir enerji arzının yüksek olduğu görülürken, Suudi Arabistan ve Rusya için böyle bir durum söz konusu değildir. Türkiye’de ise enerji kaynaklarındaki azalmanın Almanya ve Amerika ile aynı seviyede olup bu ülkelere göre yenilenebilir enerji arzının daha düşük olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 4.3 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Enerji Kaynaklarındaki Azalma Arasındaki İlişki (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Son olarak, yenilenebilir enerji arzı ile yenilenemeyen enerji üretiminin ülkelere göre dağılımı ise Şekil 4.4'te görülmektedir. Amerika, Rusya, Çin ve Suudi Arabistan gibi ülkelerde yenilenemeyen enerji üretiminin yüksek olduğu görülmektedir. Aynı zamanda bu ülkelerdeki emisyon miktarları da fazladır. Yenilenebilir enerji arzındaki dağılıma bakıldığında ise yenilenemeyen enerji üretiminde en yüksek paya sahip Amerika'nın yenilenebilir enerji arzının da yüksek olduğu ve onu sırası ile Hindistan, Çin ve Almanya'nın izlediği görülmektedir. Türkiye ise yenilenemeyen enerji üretiminde dışa bağımlı bir ülke olarak yenilenebilir enerji arzı ortalamasının biraz üzerindedir.



Şekil 4.4 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Yenilenemeyen Enerji Üretimi Arasındaki İlişki (Yazar tarafından üretilmiştir.)

4.5.2 Yenilenebilir Enerji Arzının Ekonomik Faktörlere göre Değişimi

Yapılan analizler sonucunda yenilenebilir enerji arzının ekonomik faktörlere bağlı olarak %49 oranında değiştiği saptanmıştır ($R^2=0,496$; $p<0,001$). Ekonomik faktörler alt modelinde kullanılan değişkenlerin modele anlamlı etkileri Tablo 4.9'da gösterilmiştir. GINI endeksi yenilenebilir enerji arzı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını pozitif yönde etkilemektedir (Beta=-0,402; $p<0,001$). Enerji yoğunluğu değişimi de yenilenebilir enerji arzında anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını pozitif yönde etkilemektedir (Beta=0,247; $p<0,05$). Son olarak yenilenemeyen enerji ihracatındaki değişim, yenilenebilir enerji arzı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını pozitif yönde etkilemektedir (Beta=0,619; $p<0,001$). Bu doğrultuda Türkiye'nin ve diğer ülkelerin yenilenebilir enerji arzına dair eğilimleri; GINI endeksi, enerji yoğunluğu ve yenilenemeyen enerji ithalatına göre değerlendirilmiştir. Pearson korelasyonunun kullanıldığı bu analizler scatterplot grafikleri ile açıklanmıştır.

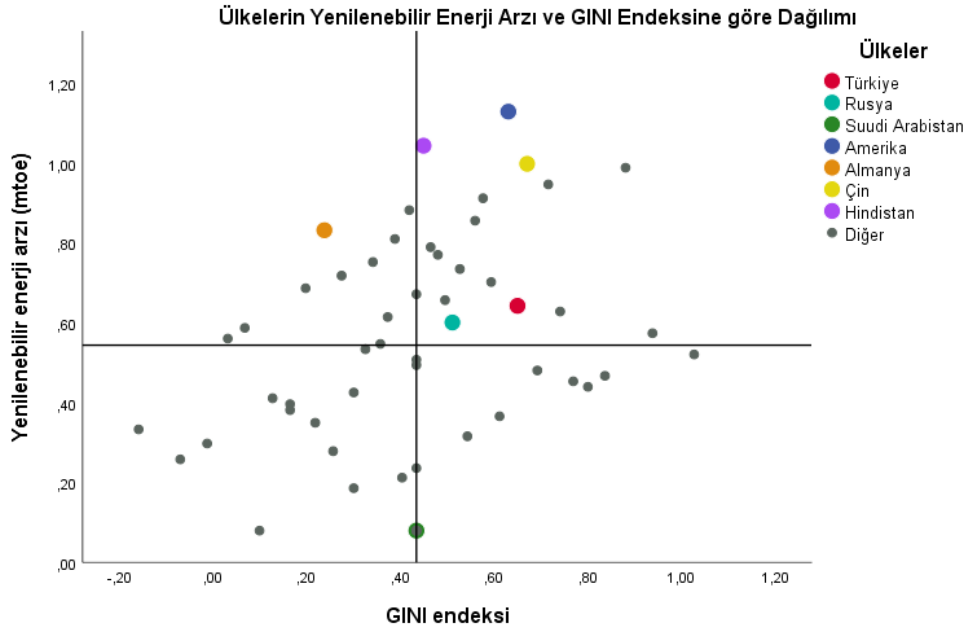
Tablo 4.9 Ekonomik Faktörler Alt Modelindeki Değişkenlerin Yenilenebilir Enerji Arzına Etkisi (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Katsayılar ^a					
Model	Standartlanmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
(Sabit)	0.014	0.164		0.083	0.934
İstihdam oranı (%)	-0.140	0.128	-0.118	-1.092	0.281
GINI endeksi	0.428	0.112	0.402	3.813	0.000
Kişi başı GSYH	-0.213	0.098	-0.215	-2.177	0.035
GSYH'deki büyüme	0.165	0.107	0.170	1.544	0.129
Enerji yoğunluğu (toe/\$)	0.241	0.100	0.247	2.418	0.020
Yenilenemeyen enerji ihracatı (Mtoe)	-0.252	0.116	-0.228	-2.170	0.035
Yenilenemeyen enerji ithalatı (Mtoe)	0.762	0.140	0.619	5.427	0.000
a. Bağımlı Değişken: Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)					

Tablo 4.10 Yenilenebilir Enerji Arzının Ekonomik Faktörler ile Korelasyonu (Yazar tarafından üretilmiştir.)

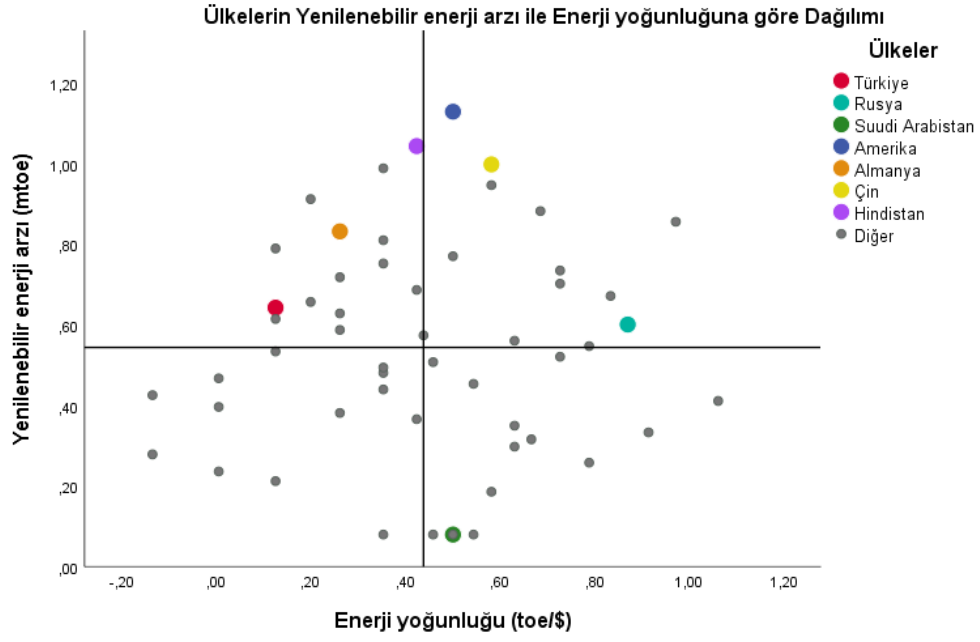
Korelasyonlar (N=54)					
		Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)	GINI endeksi	Enerji yoğunluğu (toe/\$)	Yenilenemeyen enerji ithalatı (Mtoe)
Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)	Pearson Korelasyonu	1	,334*	0.052	,469**
	Anlamlılık (2-uçlu)		0.013	0.706	0.000
GINI endeksi	Pearson Korelasyonu	,334*	1	-0.075	-0.125
	Anlamlılık (2-uçlu)	0.013		0.589	0.368
Enerji yoğunluğu (toe/\$)	Pearson Korelasyonu	0.052	-0.075	1	-,271*
	Anlamlılık (2-uçlu)	0.706	0.589		0.048
Yenilenemeyen enerji ithalatı (Mtoe)	Pearson Korelasyonu	,469**	-0.125	-,271*	1
	Anlamlılık (2-uçlu)	0.000	0.368	0.048	
*. Düşük korelasyon p<0,05					

İlk olarak, Tablo 4.10'da görüldüğü gibi, yenilenebilir enerji arzı ile GINI endeksi arasında düşük pozitif ilişki bulunmaktadır ($R^2=0,334$; $p<0,05$). Yani mevcut durumda, ülkelerdeki gelir düzeyi farkı arttıkça yenilenebilir enerji arzı da artmaktadır. GINI endeksinde en yüksek oranlara sahip ülkelerden olan Türkiye ve Rusya'nın yenilenebilir enerji arzı düşükken, Amerika ve Çin gibi GINI endeksi yüksek olan ülkelerin yenilenebilir enerji arzının da yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.5).



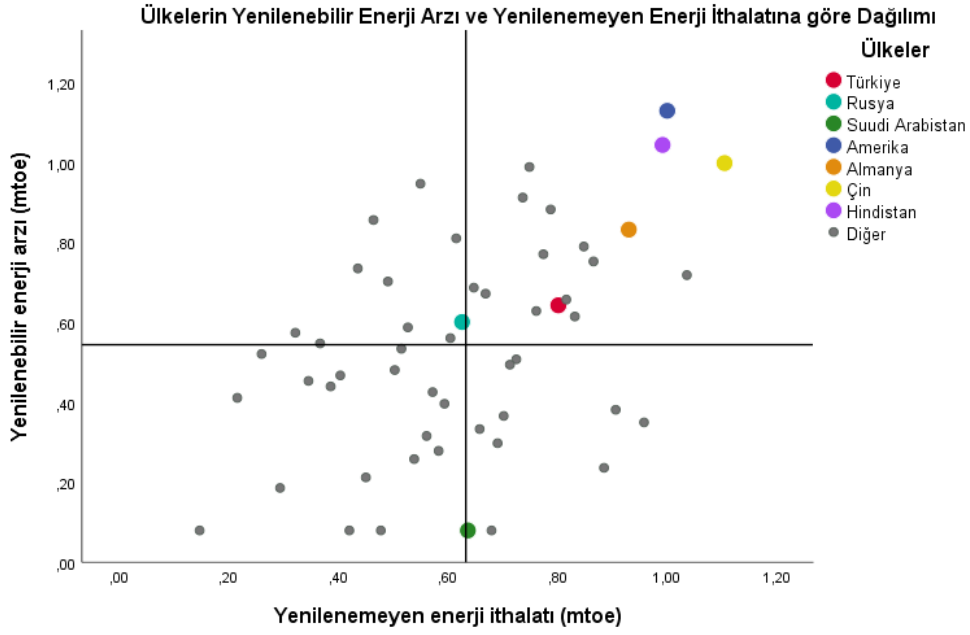
Şekil 4.5 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile GINI Endeksi Arasındaki İlişki
(Yazar tarafından üretilmiştir.)

İkinci olarak, enerji yoğunluğunun değişiminin yenilenebilir enerji arzı ile ilişkisi olmamakla birlikte, yenilenemeyen enerji ithalatı ile düşük negatif korelasyona sahiptir ($R^2=-0,271$; $p<0,05$). Enerji yoğunluğunda yüksek oranlara sahip olan Rusya ve Suudi Arabistan yenilenebilir enerji arzında düşük oranlara sahipken, Amerika ve Çin yenilenebilir enerji arzında yüksek oranlara sahiptir. Türkiye ise düşük enerji yoğunluğuna sahip olarak kendisine en yakın seviyede olan Almanya'ya göre yenilenebilir enerji arzı da düşüktür (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Enerji Yoğunluğu Arasındaki İlişki
(Yazar tarafından üretilmiştir.)

Yine Tablo 4.10'da görüldüğü üzere yenilenebilir enerji arzı ile yenilenemeyen enerji ithalatı arasında yüksek pozitif ilişki bulunmaktadır ($R^2=0,469$; $p<0,001$). Bununla birlikte, Amerika, Çin ve Hindistan gibi yenilenemeyen enerji ithalatı yüksek olan ülkelerin yenilenebilir enerji arzının da yüksek olduğu görülmektedir. Türkiye'nin yenilenemeyen enerji ithalatında ortalamanın üzerinde olmasına rağmen yenilenebilir enerji arzı düşüktür (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Yenilenemeyen Enerji İthalatı Arasındaki İlişki (Yazar tarafından üretilmiştir.)

4.5.3 Yenilenebilir Enerji Arzının Kurumsal Faktörlere göre Değişimi

Yapılan analizler sonucunda yenilenebilir enerji arzının kurumsal faktörlere bağlı olarak %30 oranında değiştiği saptanmıştır ($R^2=0,304$; $p<0,01$). Kurumsal faktörler alt modelinde kullanılan değişkenlerin modele anlamlı etkileri Tablo 4.11’de gösterilmiştir. Kırılgan istihdam yenilenebilir enerji arzı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını pozitif yönde etkilemektedir (Beta=0,561; $p<0,001$). Ar-Ge harcamalarındaki değişim de, yenilenebilir enerji arzı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını pozitif yönde etkilemektedir (Beta=0,347; $p<0,05$). Bu doğrultuda Türkiye’nin ve diğer ülkelerin yenilenebilir enerji arzına dair eğilimleri; kırılgan istihdam oranı ve Ar-Ge harcamalarına göre değerlendirilmiştir. Pearson korelasyonunun kullanıldığı bu analizler scatterplot grafikleri ile açıklanmıştır (Tablo 2.12).

Tablo 4.11 Kurumsal Faktörler Alt Modelindeki Değişkenlerin Yenilenebilir Enerji Arzına Etkisi (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Katsayılar ^a					
Model	Standartlanmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
(Sabit)	-0.246	0.213		-1.157	0.253
Özel sektör enerji yatırımları (\$)	0.532	0.241	0.282	2.207	0.033
Yeni iş yeri kayıt sayısı	0.200	0.144	0.172	1.387	0.172
İleri düzey eğitilmiş işgücü oranı (%)	-0.087	0.170	-0.065	-0.513	0.610
İşletmeler için elektrik fiyatları (kWh başına)	0.065	0.144	0.058	0.449	0.656
Kırılgan istihdam	0.819	0.202	0.561	4.049	0.000
İşsiz ileri düzey eğitilmiş nüfus (%)	-0.097	0.161	-0.074	-0.602	0.550
Ar-Ge harcamaları (\$)	0.348	0.140	0.347	2.492	0.017
İstihdam oranı (%)	-0.224	0.140	-0.194	-1.608	0.115

a. Bağımlı Değişken: Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)

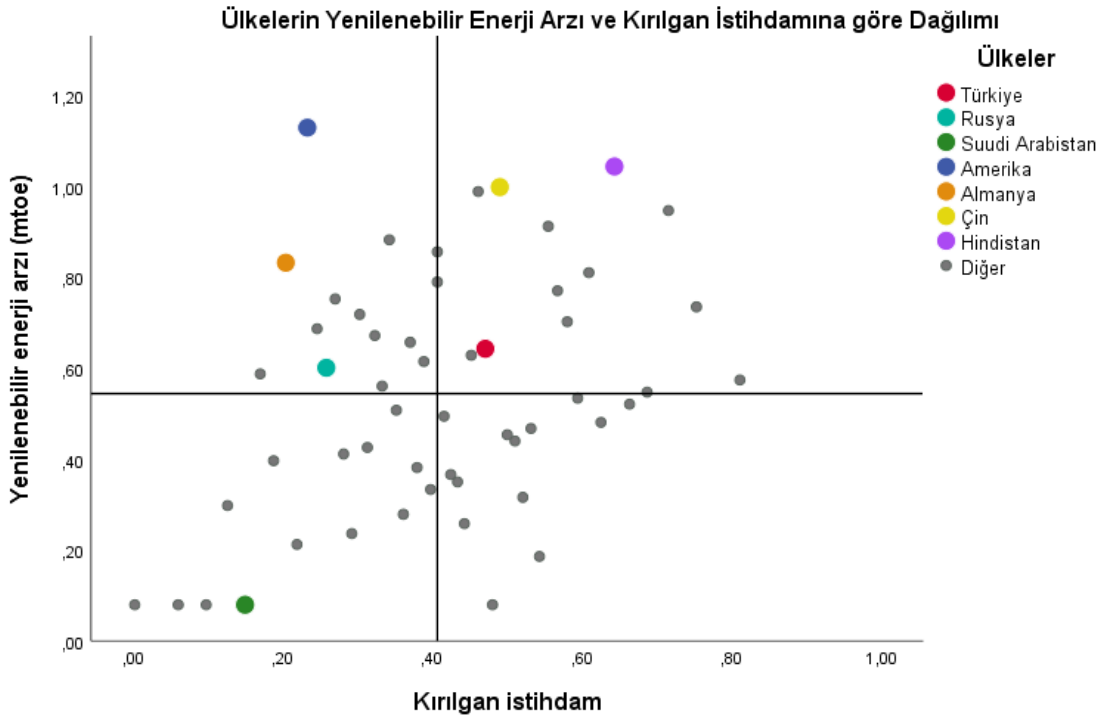
Tablo 4.12 Yenilenebilir Enerji Arzının Kurumsal Faktörler ile Korelasyonu (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Korelasyonlar (N=54)				
		Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)	Kırılgan istihdam	Ar-Ge harcamaları (\$)
Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)	Pearson Korelasyonu	1	,368**	0.164
	Anlamlılık (2-uçlu)		0.006	0.237
Kırılgan istihdam	Pearson Korelasyonu	,368**	1	-,495**
	Anlamlılık (2-uçlu)	0.006		0.000
Ar-Ge harcamaları (\$)	Pearson Korelasyonu	0.164	-,495**	1
	Anlamlılık (2-uçlu)	0.237	0.000	

*. Düşük korelasyon $p < 0,05$

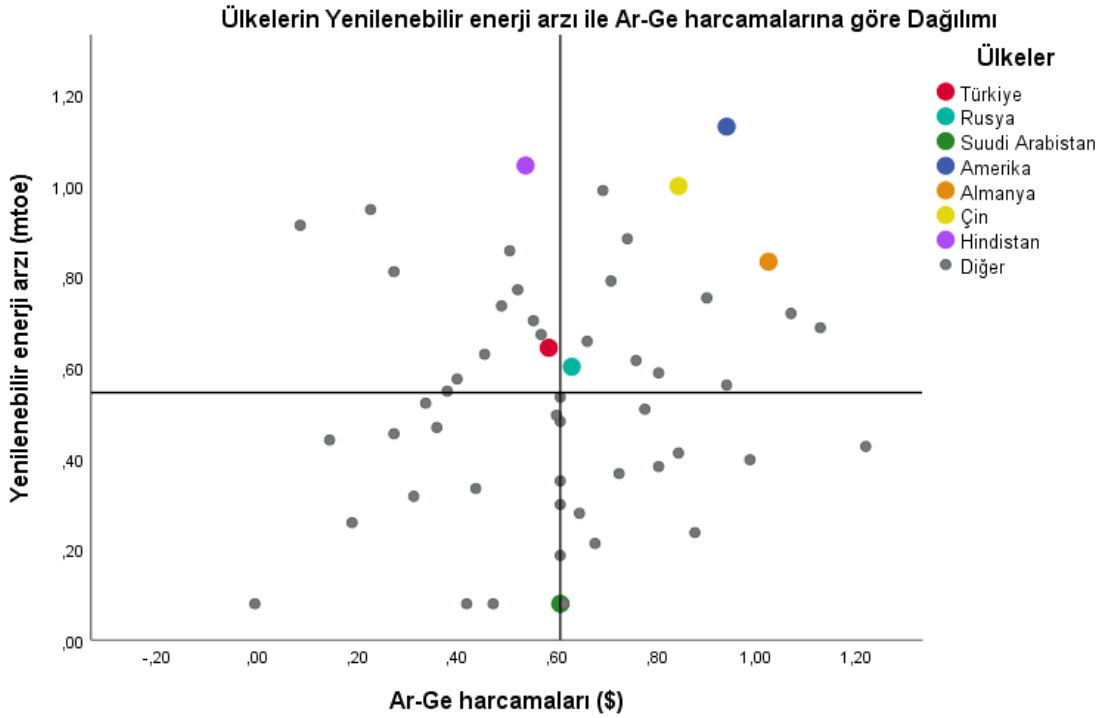
** . Yüksek korelasyon $p < 0,01$

Tablo 4.12’de görüldüğü gibi, yenilenebilir enerji arzı ile kırılğan istihdam oranı arasında yüksek pozitif ilişki bulunmaktadır ($R^2=0,368$; $p<0,01$). Yani küçük işletme sayısı arttıkça yenilenebilir enerji arzı da artmaktadır. Şekil 4.8’de Hindistan ve Çin gibi gelişmekte olan ülkelerin kırılğan istihdam oranı ve yenilenebilir enerji arzı yüksek iken, Amerika ve Almanya gibi gelişmiş ekonomilerin ise kırılğan istihdam oranının düşük ve yenilenebilir enerji arzının yüksek olduğu görülmektedir. Türkiye’nin gelişmekte olan bir ekonomi olarak Çin’e yakın oranda kırılğan istihdama sahip olmasına rağmen, yenilenebilir enerji arzının daha düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.8 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Kırılğan İstihdam Oranı Arasındaki İlişki (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Yenilenebilir enerji arzı ile Ar-Ge harcamaları arasında dağılım Şekil 4.9’da gösterilmiştir. Ar-Ge harcamaları yüksek olan Amerika, Çin ve Almanya’nın yenilenebilir enerji arzının da yüksek olduğu görülmektedir. Türkiye’deki Ar-Ge harcamaları ise Rusya ve Hindistan ile benzer seviyelerde olup, Yenilenebilir enerji arzı Hindistan’a göre düşük, Rusya’ya göre ise biraz yüksektir.



Şekil 4.9 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Ar-Ge Harcamaları Arasındaki İlişki
(Yazar tarafından üretilmiştir.)

4.5.4 Yenilenebilir Enerji Arzının Toplumsal Faktörlere göre Değişimi

Yapılan analizler sonucunda yenilenebilir enerji arzının toplumsal faktörlere bağlı olarak %38 oranında değiştiği saptanmıştır ($R^2=0,383$; $p<0,001$). Toplumsal faktörler alt modelinde kullanılan değişkenlerin modele anlamlı etkileri Tablo 4.13'te gösterilmiştir. Bireysel internet kullanımı yenilenebilir enerji arzı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını negatif yönde etkilemektedir (Beta=-0,632; $p<0,01$). Sağlık harcamalarındaki değişim ise, yenilenebilir enerji arzı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını pozitif yönde etkilemektedir (Beta=0,358; $p<0,01$). Son E-katılım oranlarındaki değişim, yenilenebilir enerji arzı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını pozitif yönde etkilemektedir (Beta=0,521; $p<0,01$). Bu doğrultuda Türkiye'nin ve diğer ülkelerin yenilenebilir enerji arzına dair eğilimleri; bireysel internet kullanımı, sağlık harcamaları ve e-katılım oranları üzerinden değerlendirilmektedir. Pearson korelasyonunun kullanıldığı bu analizler scatterplot grafikleri ile açıklanmıştır.

Tablo 4.13 Toplumsal Faktörler Alt Modelindeki Değişkenlerin Yenilenebilir Enerji Arzına Etkisi (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Katsayılar ^a					
Model	Standartlanmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
(Sabit)	0.586	0.115		5.073	0.000
Bireysel internet kullanımı (%)	-0.803	0.240	-0.632	-3.342	0.002
Evde bilgisayar kullanımı (%)	-0.150	0.242	-0.117	-0.620	0.539
Sağlık harcamaları (\$)	0.346	0.109	0.358	3.190	0.003
E-katılım oranları (%)	0.528	0.157	0.521	3.358	0.002
İleri düzey eğitimde okullaşma oranı (%)	0.023	0.143	0.020	0.160	0.874

a. Bağımlı Değişken: Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)

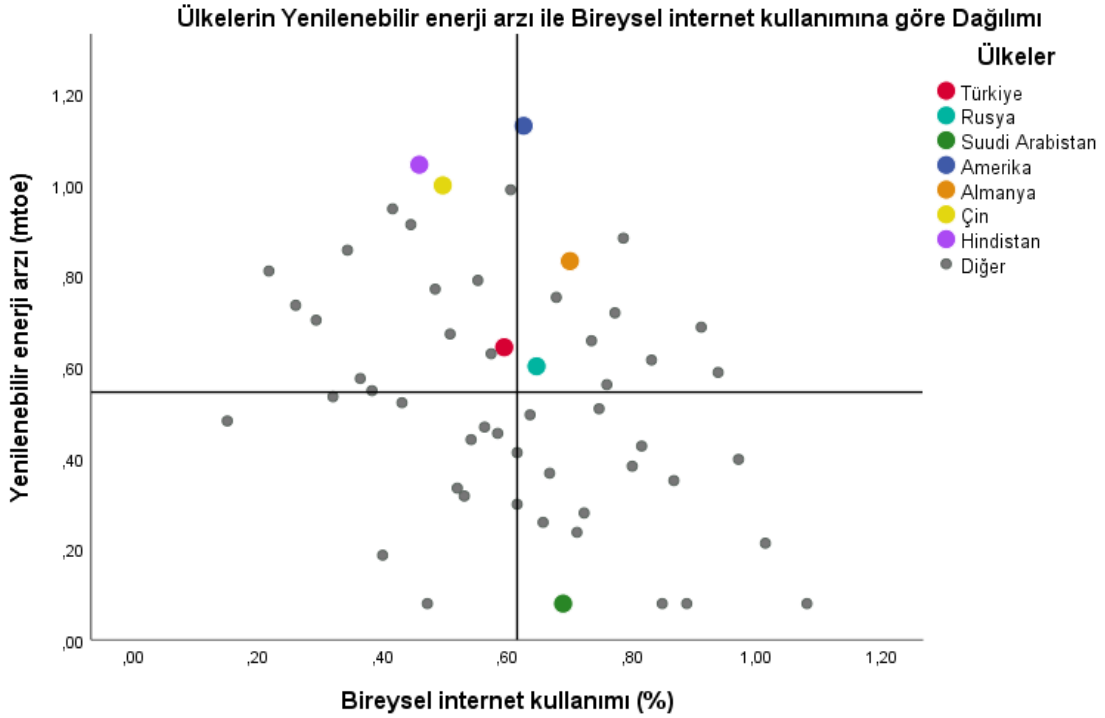
Tablo 4.14 Yenilenebilir Enerji Arzının Toplumsal Faktörler ile Korelasyonu (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Korelasyonlar (N=54)					
		Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)	Bireysel internet kullanımı (%)	Sağlık harcamaları (\$)	E-katılım oranları (%)
Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)	Pearson Korelasyonu	1	-,356**	,361**	0.110
	Anlamlılık (2-uçlu)		0.008	0.007	0.430
Bireysel internet kullanımı (%)	Pearson Korelasyonu	-,356**	1	0.107	,627**
	Anlamlılık (2-uçlu)	0.008		0.443	0.000
Sağlık harcamaları (\$)	Pearson Korelasyonu	,361**	0.107	1	0.143
	Anlamlılık (2-uçlu)	0.007	0.443		0.303
E-katılım oranları (%)	Pearson Korelasyonu	0.110	,627**	0.143	1
	Anlamlılık (2-uçlu)	0.430	0.000	0.303	

** Yüksek korelasyon p<0,01

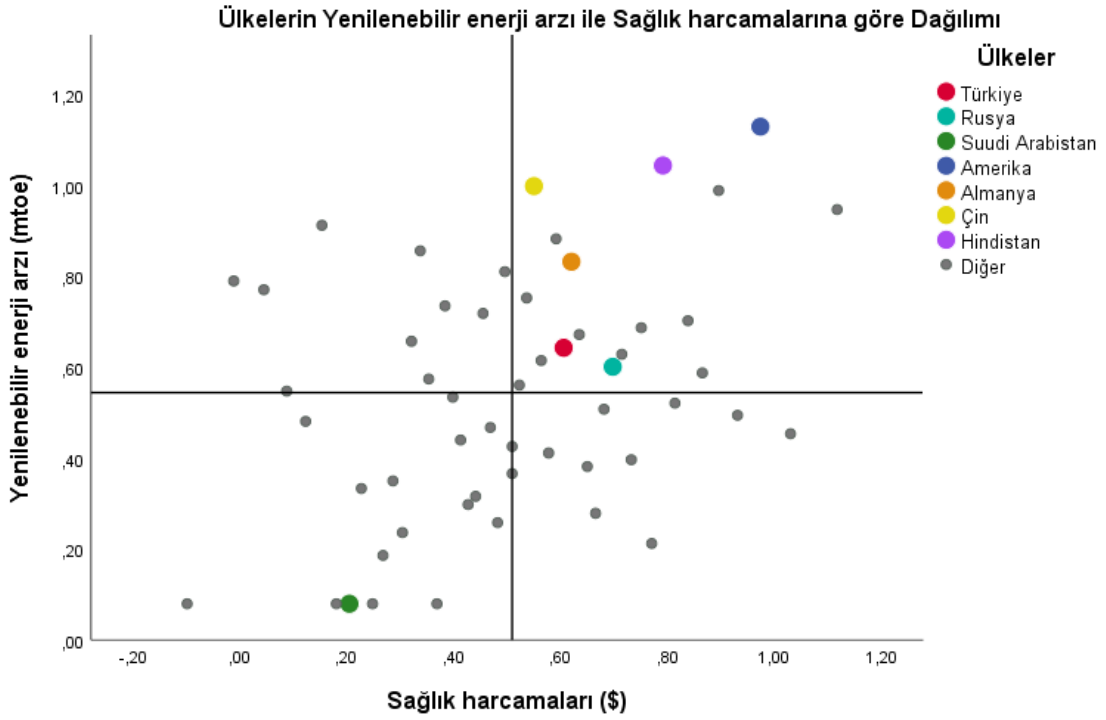
Yenilenebilir enerji arzı ile bireysel internet kullanımı arasındaki negatif yüksek korelasyon ilişkisi Tablo 4.14'te gösterilmiştir ($R^2=-0,356$; $p<0,01$). Yani, bireysel

internet kullanımı arttıkça yenilenemeyen enerji kullanımının da artmakta olduğu söylenebilmektedir. Bireysel internet kullanımının yüksek olduğu Amerika, Almanya ve Rusya gibi ülkelerde yenilenebilir enerji arzının farklılaştığı görülmektedir. Türkiye’de ise bireysel internet kullanımı Amerika ve Rusya’ya göre ortalamanın biraz altında olup yenilenebilir enerji arzı Rusya’dan yüksek Amerika’dan düşüktür (Şekil 4.10).



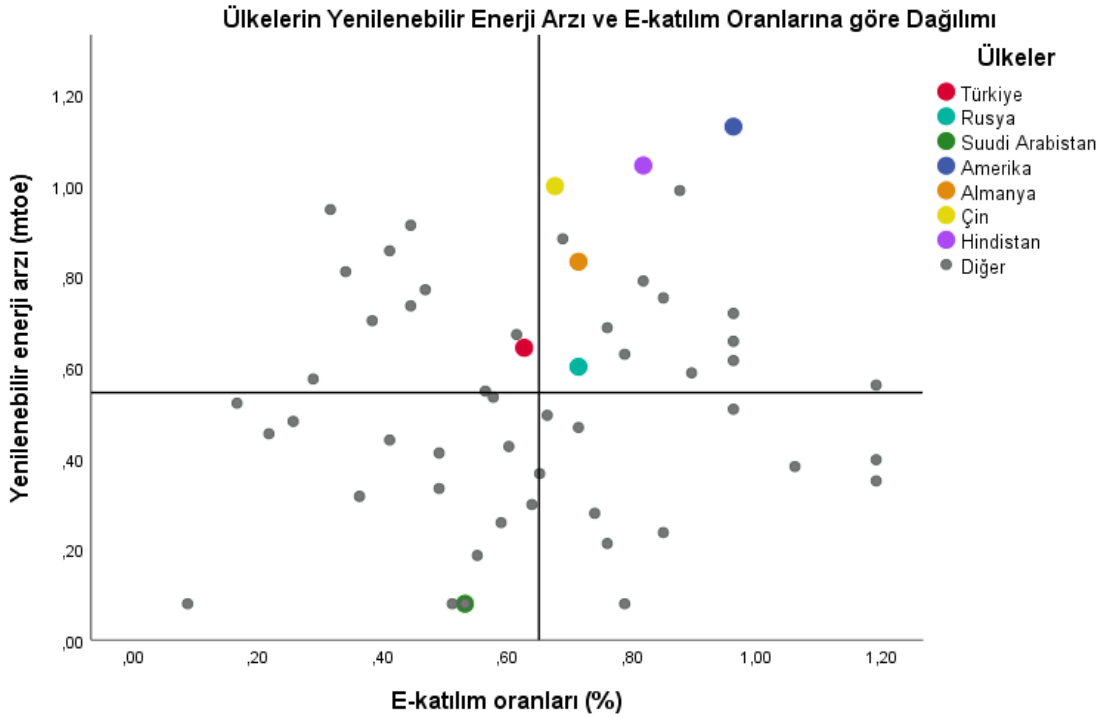
Şekil 4.10 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Bireysel İnternet Kullanım Oranı Arasındaki İlişki (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Yenilenebilir enerji arzı ile sağlık harcamaları arasındaki pozitif yüksek korelasyon ilişkisi Tablo 4.14’te gösterilmiştir ($R^2=0,361$; $p<0,01$). Yenilenebilir enerji arzı arttıkça ülkelerin sağlık harcamaları da artmaktadır. Sağlık harcamalarının yüksek olduğu Amerika ve Hindistan gibi ülkelerde yenilenebilir enerji arzının da yüksek olduğu görülmektedir. Türkiye’de ise sağlık harcamaları Almanya ve Rusya ile yakın seviyelerde olup yenilenebilir enerji arzı Rusya’dan yüksek Almanya’dan düşüktür (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Sağlık Harcamaları Arasındaki İlişki (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Yenilenebilir enerji arzı ile e-katılım oranları arasında birebir ilişki bulunmamaktadır. Ancak yenilenebilir enerji arzıyla yüksek korelasyona sahip olan bireysel internet kullanımı, e-katılım oranları ile de yüksek pozitif korelasyona sahiptir ($R^2=0,627$; $p<0,001$). Yani bireysel internet kullanımının yüksek olduğu ülkelerde e-katılım oranları da yüksektir. Şekil 4.12’de görüldüğü gibi e-katılımın yüksek olduğu Amerika ve Hindistan gibi ülkelerde yenilenebilir enerji arzı da yüksektir. Türkiye’de e-katılım oranı düşük olup, yenilenebilir enerji arzı da e-katılım oranı ortalamanın üzerinde olan ülkelere göre düşüktür.



Şekil 4.12 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile E-Katılım Oranları Arasındaki İlişki (Yazar tarafından üretilmiştir.)

4.5.5 Yenilenebilir Enerji Arzının Teknolojik Faktörlere göre Değişimi

Yapılan analizler sonucunda yenilenebilir enerji arzının teknolojik faktörlere bağlı olarak %38 oranında değiştiği saptanmıştır ($R^2=0,583$; $p<0,01$). Teknolojik faktörler alt modelinde kullanılan değişkenlerin modele anlamlı etkileri Tablo 4.15'te gösterilmiştir. Yemek pişirmek için temiz yakıtlara ve teknolojilere erişim yenilenebilir enerji arzı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup, yenilenebilir enerji arzını negatif yönde etkilemektedir ($Beta=-0,641$; $p<0,01$). Bu doğrultuda Türkiye'nin ve diğer ülkelerin yenilenebilir enerji arzına dair eğilimleri; Yemek pişirmek için temiz yakıtlara ve teknolojilere erişim değişkeni üzerinden değerlendirilmektedir. Pearson korelasyonunun kullanıldığı bu analizler scatterplot grafikleri ile açıklanmıştır.

Tablo 4.15 Teknolojik Faktörler Alt Modelindeki Değişkenlerin Yenilenebilir Enerji Arzına Etkisi (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Katsayılar ^a					
Model	Standartlanmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
(Sabit)	0.107	0.303		0.352	0.730
Ar-Ge harcamaları (\$)	-0.070	0.240	-0.051	-0.290	0.776
Bilimsel yayın sayısı	0.260	0.408	0.179	0.638	0.534
Yüksek teknoloji ihracatı (\$)	0.319	0.375	0.204	0.851	0.409
Ar-Ge'deki araştırmacı sayısı	0.031	0.498	0.011	0.062	0.951
Ar-Ge'deki teknisyen sayısı	-0.020	0.423	-0.012	-0.048	0.962
Patent sayısı	0.257	0.226	0.197	1.136	0.275
Kamu-özel enerji yatırımları (\$)	0.425	0.273	0.314	1.557	0.142
Yemek pişirmek için temiz yakıtlara ve teknolojilere erişim (nüfusun%)		0.377	-0.641	-2.659	0.019
Orta ve ileri teknoloji ihracatı (%)	0.096	0.247	0.082	0.390	0.702
Teknik işbirliği hibeleri (%)	0.241	0.230	0.253	1.051	0.311

a. Bağımlı Değişken: Yenilenebilir enerji üretimi (Mtoe)

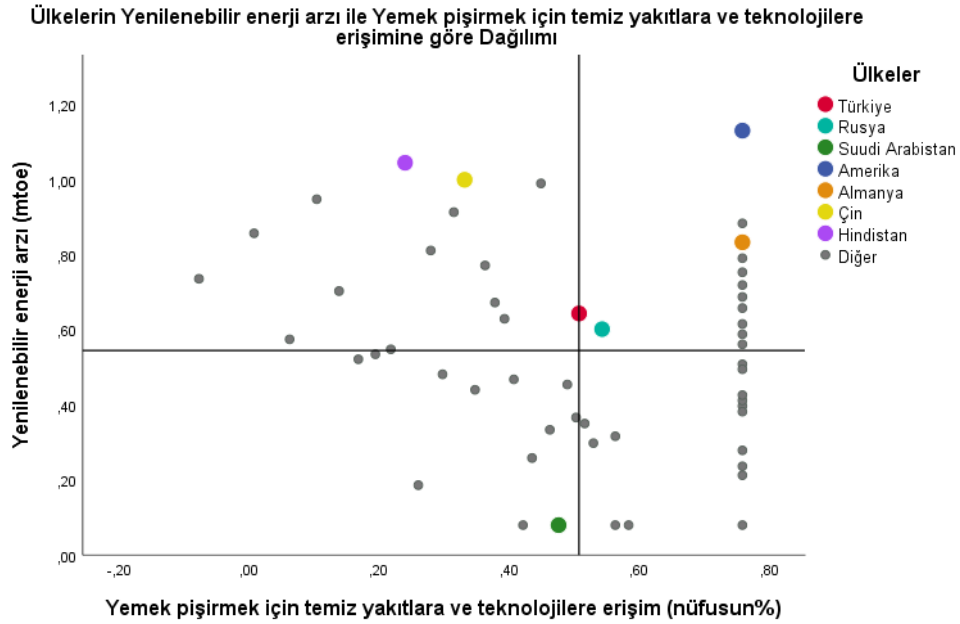
Tablo 4.16 Yenilenebilir Enerji Arzının Toplumsal Faktörler ile Korelasyonu (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Korelasyonlar (N=54)			
		Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)	Yemek pişirmek için temiz yakıtlara ve teknolojilere erişim (nüfusun%)
Yenilenebilir enerji arzı (Mtoe)	Pearson Korelasyonu	1	-,326*
	Anlamlılık (2-üçlü)		0.017
Yemek pişirmek için temiz yakıtlara ve teknolojilere erişim (nüfusun%)	Pearson Korelasyonu	-,326*	1
	Anlamlılık (2-üçlü)	0.017	

*. Düşük korelasyon $p < 0,05$

Yenilenebilir enerji arzı ile Yemek pişirmek için temiz yakıtlara ve teknolojilere erişimi arasındaki negatif düşük korelasyon ilişkisi Tablo 4.16'da gösterilmiştir

($R^2=-0,326$; $p<0,05$). Buradan temiz yakıtlarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Yemek pişirmek için temiz yakıtlara ve teknolojilere erişiminin yüksek olduğu Amerika ve Almanya’da yenilenebilir enerji arzı da yüksektir. Türkiye’de ise yemek pişirmek için temiz yakıtlara ve teknolojilere erişim diğer ülkelere göre ortalama seviyede olup, yakın seviyede olduğu Rusya’ya göre yenilenebilir enerji arzı yüksektir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Arzı ile Yemek Pişirmek için Temiz Yakıt ve Teknolojilere Erişimi Arasındaki İlişki (Yazar tarafından üretilmiştir.)

4.6 Bölüm Sonucu

Bu araştırmada yenilenebilir enerji arzının ekolojik, ekonomik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik faktörlere göre değişimi analiz edilmiş ve tüm faktörlerin belirli oranlarda enerji değişimine etkisi olduğu görülmüştür. Mevcut durumdaki resmi ortaya koymuş olan bu çalışmada, yenilenebilir enerji arzının sırası ile en çok ekolojik, teknolojik, ekonomik, toplumsal ve kurumsal faktörlerden etkilendiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda Bölüm 2 ve 3’te de değinildiği gibi, enerji değişimini tetikleyen temel sorunların CO₂ emisyonu ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenmesi olduğu söylenebilmektedir.

Analizlerin sonucunda, güncel yenilenebilir enerji arzının ekonomik, toplumsal ve kurumsal alt modellerdeki; GINI endeksi, yenilenemeyen enerji ithalatı, sağlık

harcamaları ve kırılğan istihdamına bağlı olarak artış gösterdiği görölmüştür. Öte yandan, ekolojik ve toplumsal alt modellerdeki; bireysel internet kullanımı ve CO₂ emisyonu arttıkça yenilenebilir enerji arzının da azaldığı görölmüştür. Bu durum mevcuttaki yenilenebilir enerji üretimlerinin; kurumsal kapasite ve toplumsal yapıdan bağımsız olarak arttığını göstermektedir.

Türkiye'nin belirlenen faktörler doğrultusundaki yenilenebilir enerji arzı değişimine bakıldığında ortalamanın üzerinde oluşu görölmüştür. Bununla birlikte yenilenemeyen enerji üretiminde dışa bağlı olmasından kaynaklı olarak, ekolojik faktörler yenilenebilir enerji arzını diğer ülkelere göre daha az etkilemektedir. Türkiye'nin ulusal enerji politikalarından da hatırlanabileceği gibi yenilenebilir enerji arzına yönelik politikalar genellikle ekonomik faktörler çerçevesinde üretilmektedir (bkz. Bölüm 3). Ayrıca yapılan analizlerde dijitalleşmiş toplumsal kapasitenin Türkiye'de yenilenebilir enerji arzını etkilemediği görölmüştür.

Önceki bölümlerle de değinildiği üzere mevcuttaki enerji tüketim tercihlerinin devam ettirildiği projeksiyonlarda CO₂ emisyon miktarında beklenen hedefe ulaşamayacağı gibi emisyonun katlanarak artacağı öngörülmektedir (bkz. Bölüm 3). Dolayısıyla enerji değişim süreçleri; teknolojiyle desteklenen toplum seviyesinden başlayarak, kurumsal yapıyı ve yerel politikaları geliştiren bir geri bildirim döngüsüne ihtiyaç duymaktadır. Arz ve talepte yaşanacak bu değişim küresel enerji peyzajındaki ekolojik, politik ve ekonomik yapıyı da doğal olarak etkileyecektir.

5

ENERJİ DEĐİŐİŐİMİNDE TOPLUM-POLİTİKA GERİBİLDİRİM DÖNGÜLERİ

5.1 Bölüm Girişi

“Bir problemi onu yaratan aynı düşünce sürecini kullanarak çözemezsiniz.” – Albert Einstein

Tezin önceki bölümlerinde enerji değişiminin yalnızca politikalarla gerçekleşmediği ve sürdürülebilir bir değişim için sürecin içerisinde toplumsal ve kurumsal faktörlerinde bulunması gerektiğine değinilmiştir (Bölüm 3). Özellikle aşağıdan-yukarı politikalar ve yeni toplum algısı çerçevesindeki talebin değişimi göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye’de gerçek bir enerji değişiminin mevcuttaki enerji politikalarından farklı bir yol izlemesi gerektiği ortaya çıkmıştır (Bölüm 4). Bu doğrultuda değişimi bireyden topluma, toplumdan politikaya ve politikadan tekrar bireye taşıyan bir geri bildirim mekanizmasının gerekliliği görülmektedir.

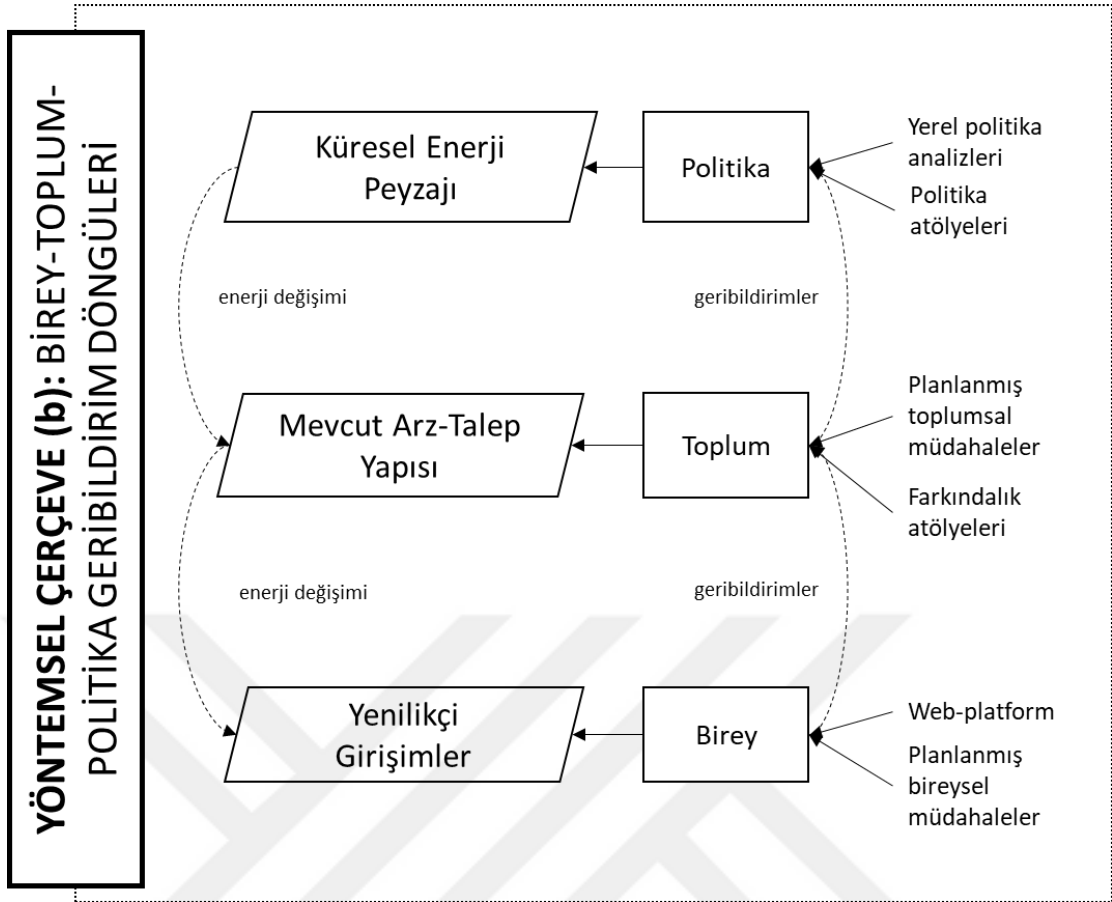
Geri bildirim döngüleri bir üretim, sistem veya politikanın, nihai kullanımına kadar süreç dâhilindeki tüm aktörlerinden aldığı tepkiye göre çıktı sürecini değiştirmesi olarak açıklanabilir [149]. Enerji politikalarındaki ağırlıklı yukarıdan-aşağı (*top-down*) politika yapısı, enerji değişiminin sürdürülebilirliği açısından tartışmalı bir konudur. Paris Anlaşması doğrultusunda ülkelerin 2020’ye kadar enerji tüketimini azaltma taahhütlerine rağmen, enerjiye olan talep her geçen gün artmakta ve mevcuttaki enerji politikaları bu talebi yönetememektedir. Bu nedenle birçok çalışma enerji değişiminde yerel yönetimlerin (*local government*) adaptasyonu [15], [21], [150] ile aşağıdan yukarı (*bottom-up*) politikaların önemine dikkat çekmektedir [6], [8], [151].

Birey-toplum-politika geri bildirim mekanizması literatürdeki yaygın geri bildirim döngüleri (*feedback loop*) temelli bir kavramdır. Bireyin farkındalığının artması ve enerji değişimi sürecine adapte olmasıyla başlayan bu geri bildirim döngüleri; bireylerin adaptasyonu sonucu enerji farkındalığının toplumsal bir norm haline gelmesi ve bu yeni toplumsal normun politikacılardan ve kurumlardan enerji değişimini talep etmesini kurgulamaktadır. Böylece, sürdürülebilir küresel enerji değişiminin kent ölçeğinde yerel dinamikler ile başlaması sağlanmaktadır.

Derinden başlayan bu kökten değişimde; bireyden topluma geri bildirim döngüleri veri-güdümlü öğrenme (*data-driven learning*), davranış temelli stratejiler

(*behaviour-based startegies*) ve yüz-yüze etkinlikler (*face-to-face events*) ile kurgulanırken, toplumdan politikaya geri bildirim döngüleri atölye çalışmaları, odak grup toplantıları vb. aracılığı ile toplumun enerji tüketim davranışlarının ve enerji değişim taleplerinin anlaşılmasıyla oluşturulmaktadır. Bu iki döngünün birbirine entegrasyonu ise düzenlenen organizasyonlarda, toplumsal talep ve enerji tüketim davranışlarının; politikacılar, enerji ile ilgili kamu-özel kuruluşları ve STK'lar ile paylaşılması ile sağlanmaktadır.

CODALoop bu gereklilik yönünde geliştirilmiş bir Avrupa Birliği projesi olup, kentsel yaşamdaki bireysel enerji tüketiminin değişimini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda yöntem olarak canlı laboratuvar (*living lab*) metodu kullanılmıştır. Altı aylık bir deney süreci içerisinde (Ekim 2018 – Nisan 2019) İstanbul, Kadıköy ilçesinde test edilmek üzere birey-toplum-politika geri bildirim döngüleri tasarlanmıştır. Projede araç olarak, veri-güdümlü öğrenmeye dayalı, öğrenme destek sistemleri kullanılmıştır (web-platform, planlı müdahaleler ve atölyeler) (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Birey-Toplum-Politika Geri Bildirim Döngülerinin Küresel Enerji Değişiminin Düzeyleri ile İlişkinine Dair Yöntem Şeması (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Bu bölümde öncelikle birey-toplum-politika geri bildirim mekanizmalarının tasarım süreci ve destek sistemleri açıklanmakta, ardından çalışma alanı olarak seçilmiş olan Kadıköy Belediye'sinin enerji değişimine yönelik mevcut politika ve uygulamaları; teknolojinin rolü, verinin rolü, temel amaç, bireyin rolü ve ana aktörler bağlamında incelenmektedir. Bölümün son kısmında ise değişen toplumsal talebin, politika üreticileri ve enerjiyle ilgili kuruluşlara aktarımına yönelik iki atölye çalışmasından bahsedilmektedir.

5.2 Birey-Toplum-Politika Geri Bildirim Döngüleri

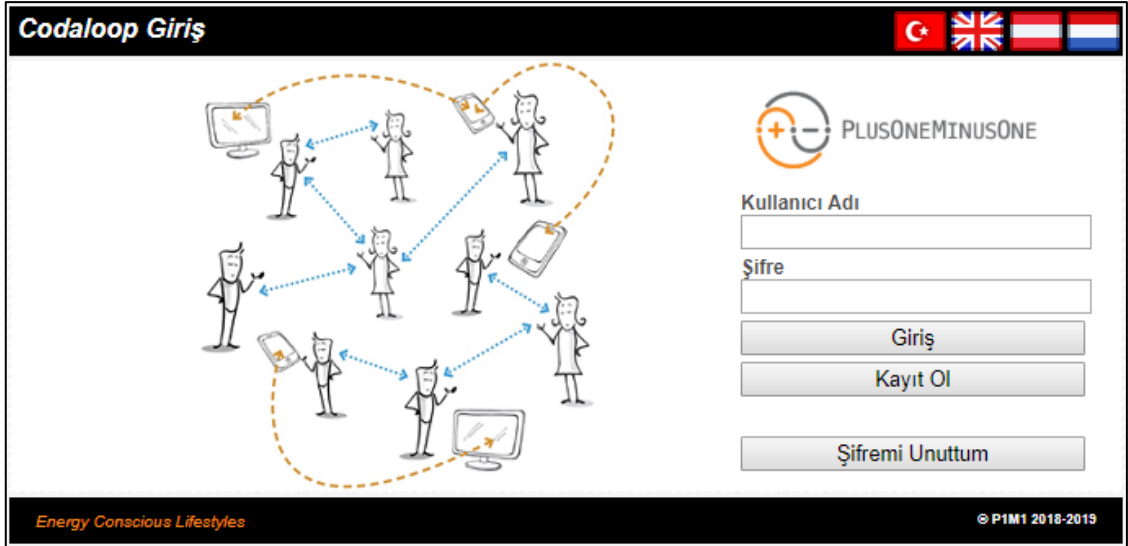
CODALoop, enerji değişiminin bireysel ölçekte tüketim davranışlarındaki değişim ile başlayacağından hareketle, vatandaşlar için veri-güdümlü öğrenme ile enerji

farkındalığı oluşturmayı ve bireylerin oluşturduğu bu toplumsal farkındalığı politika ölçeğine genişletmeyi amaçlamaktadır. Enerji değişimi küresel düzeyde eskiden beri tartışılan ve üzerine stratejiler geliştirilen bir kavram olsa da, Türkiye’de pratiğe dönüşmeye yakın zamanda başlamıştır (bkz. Bölüm 3 ve 4).

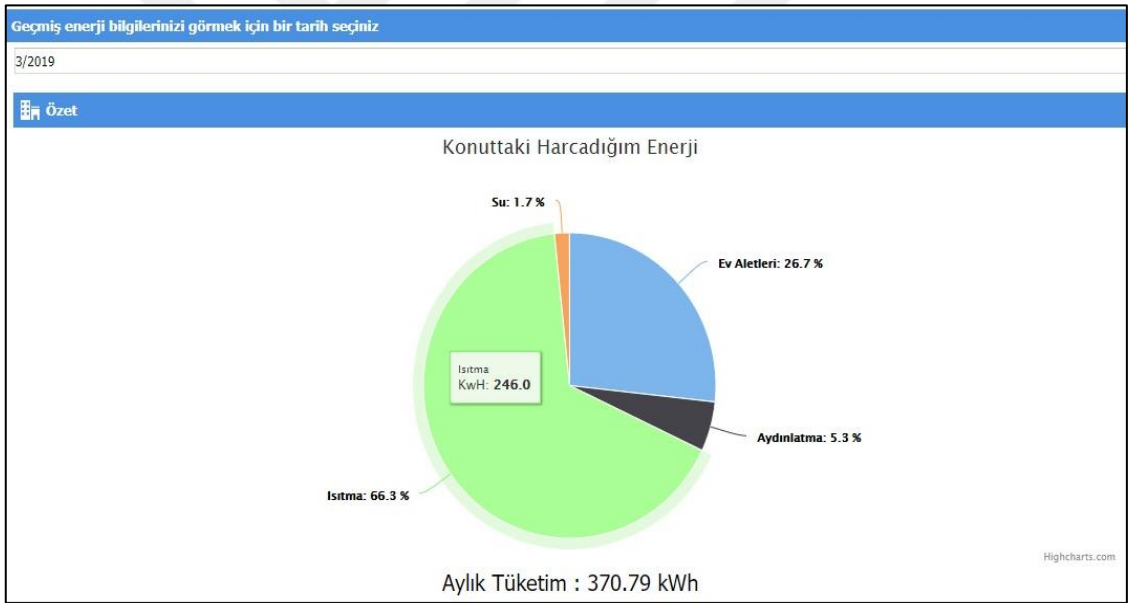
Bu doğrultuda çalışma alanı olarak Türkiye’nin en çok elektrik enerjisi tüketen şehri İstanbul’un, Kadıköy ilçesi seçilmiştir [152]. 2010’dan beri iklim değişikliği ve enerji verimliliğine yönelik, sürecin tüm paydaşları ile birlikte çalışmalar yürüten Kadıköy Belediyesi ilçenin emisyon miktarını azaltmak için örnek niteliğinde uygulamalar geliştirmektedir. Aynı zamanda belediye çeşitli mahalli kuruluşlar ve gönüllü grupları ile güçlü ilişkilere sahiptir. Proje bu altyapıdan faydalanarak Kadıköy ilçesinde yaşayan 100 gönüllü vatandaş ile 6 aylık bir deney gerçekleştirilmiştir.

Deneyin ilk aşaması olarak, geri bildirim döngülerinin oluşturulması için veri-güdümlü öğrenmeye dayalı, web tabanlı bir öğrenme destek sistemi geliştirilmiştir [153]. Web-platförm; kullanıcının evdeki ve kent içi ulaşımındaki aylık enerji tüketimini hesaplamakta, kullanıcının mevcut tüketimini diğer kullanıcılarla ve kullanıcının eski tüketimleri ile karşılaştırmakta, kullanıcıya enerji tasarruf önerileri sunmakta ve kullanıcıya özel enerji tasarruf potansiyelini hesaplamakta ve de kullanıcıların birbiri ile platform üzerinden iletişime geçmesine olanak tanımaktadır (Şekil 5.2 ve Şekil 5.3).

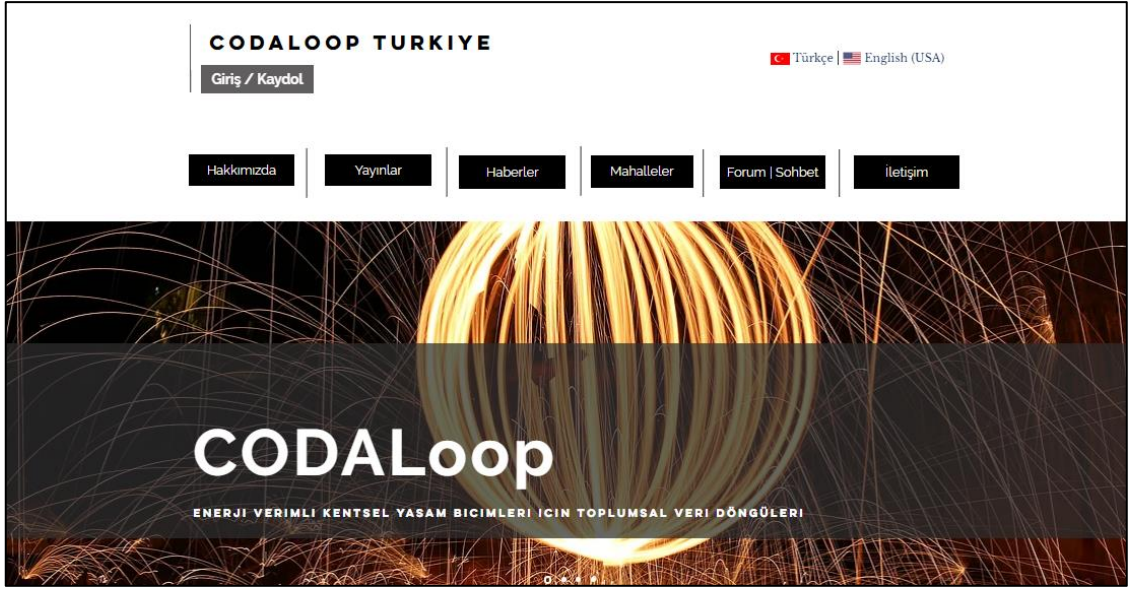
Altı aylık deney süreci içerisinde üç dönemde enerji tüketim verileri alınan gönüllüler, enerji farkındalığı gelişmiş bir toplum yaratma amacı doğrultusunda; enerji değişimi, yenilenebilir enerji teknolojileri, enerji politikaları gibi konulara dair projenin web sitesi [154] ve sosyal medya hesapları (Facebook ve Instagram) üzerinden düzenli olarak bilgilendirilmiştir (Şekil 5.4 ve Şekil 5.5).



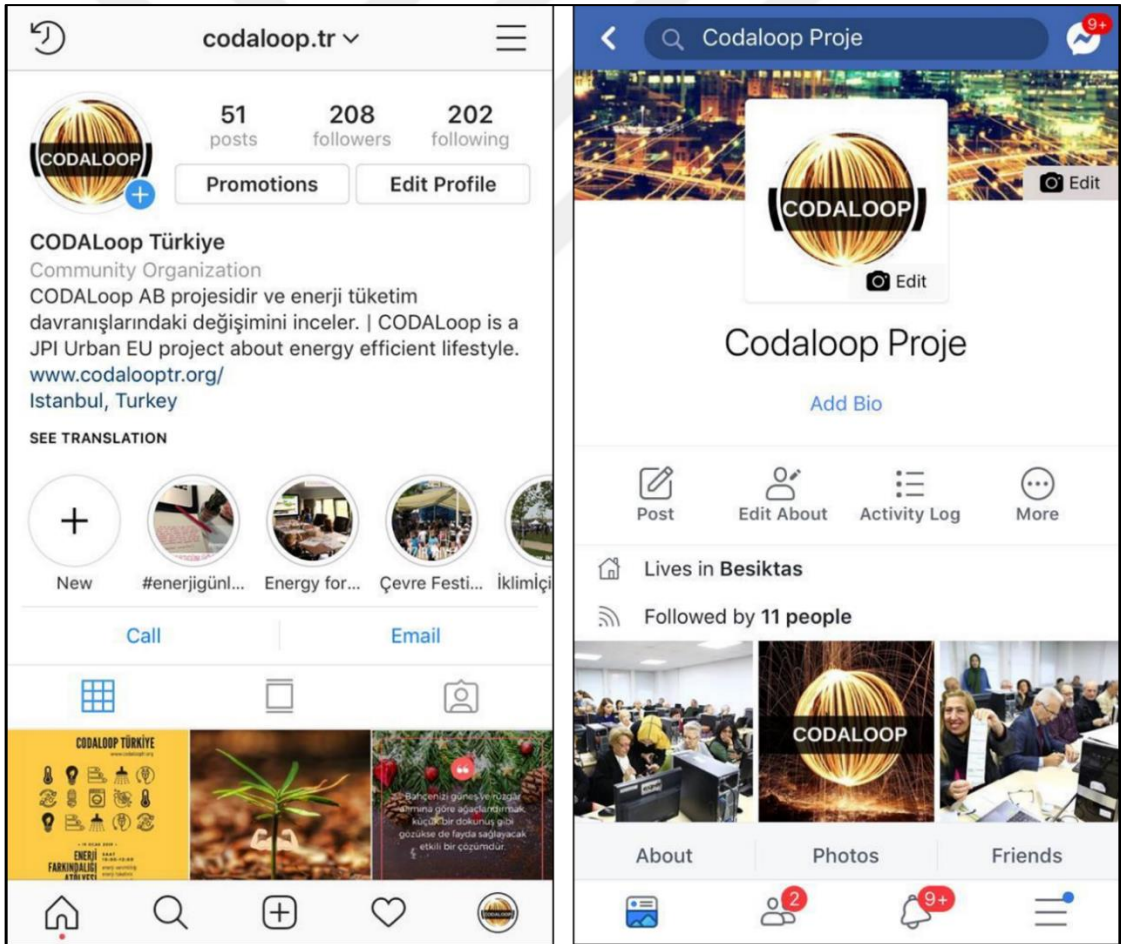
Şekil 5.2 CODALoop Web Platform Giriş Sayfası



Şekil 5.3 CODALoop Web Platform Enerji Tüketim Hesabı Sayfası

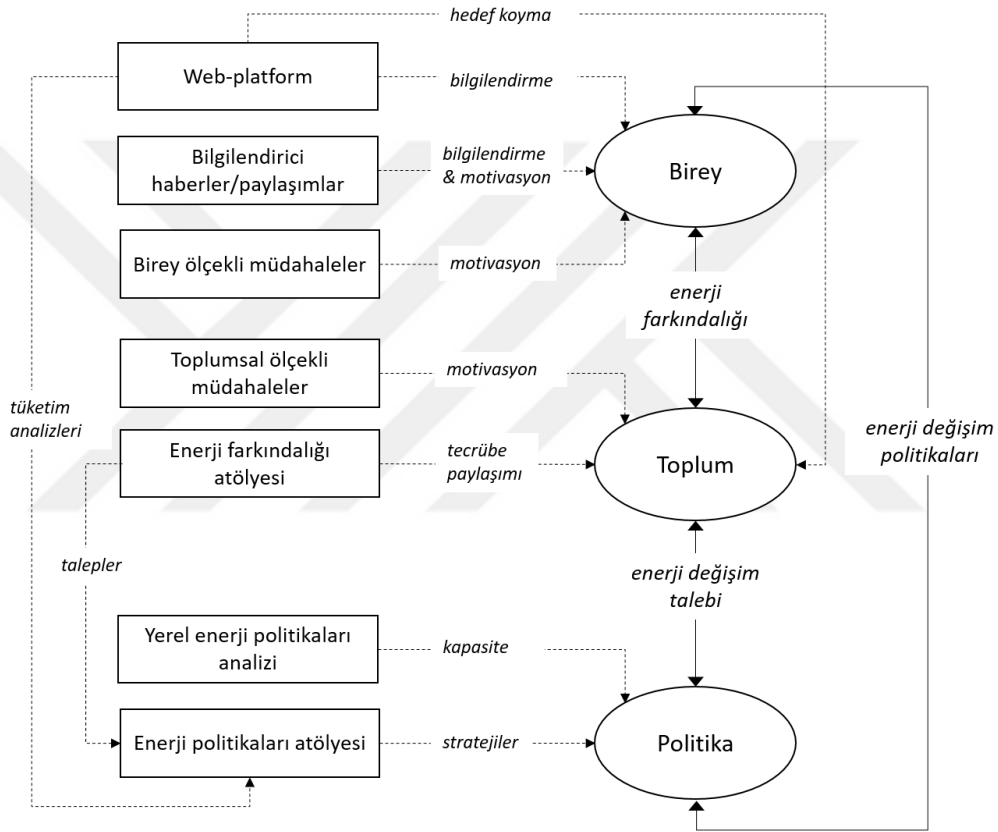


Şekil 5.4 CODALoop Türkiye Web Sayfası



Şekil 5.5 CODALoop Türkiye Instagram ve Facebook Hesapları

İlk aşama sonunda, enerji değişimine dair farkındalıkları artan gönüllüler müdahale olarak adlandırılan planlı etkinlikler aracılığıyla kazandıkları deneyimleri birbirleriyle web-platform üzerinden ve yüz yüze görüşmelerde paylaşarak bireysel farkındalığın toplumsal bir farkındalık haline gelmesini sağlamaktadırlar. Böylece veri-güdümlü öğrenme, müdahale olarak adlandırılan destek sistemleriyle birlikte geri bildirim döngüsü haline gelmektedir. Bu süreçte elde edilen bireysel enerji tüketim davranış verileri ve toplumsal beklentiler toplum-politika döngülerinin oluşturulabilmesi için girdi olarak kullanılmaktadır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 Birey-Toplum-Politika Geri Bildirim Döngüleri (Yazar tarafından üretilmiştir.)

Son aşamada, Şekil 5.6'de görüldüğü gibi, birey-toplum arasında kurgulanan geri bildirim döngüsünün politika düzeyine entegrasyonu ile somut stratejilere olanak sağlanmaktadır. Bu doğrultuda öncelikle Kadıköy ilçesindeki yerel politikaların enerji değişimini destekleyen uygulamaları analiz edilmektedir. Daha sonra, birey-toplum döngüleri ile toplum-politika döngüleri arasındaki bağlantının oluşturulması için iki atölye çalışması tasarlanmıştır. Bu atölyeler aracılığıyla

bireysel enerji tüketim davranışları, tüketim miktarlarındaki değişim ve politika üreticilerden beklentileri, enerji politikalarının paydaşlarına aktarılmaktadır.

5.3 Kadıköy Belediyesi İklim Değişikliği Eylem Planı Çerçevesinde Yerel Enerji Değişim Politikaları

Türkiye gelişmekte olan bir OECD ülkesidir. Tarafı olduğu uluslararası sözleşmeler doğrultusunda enerji verimliliği politikaları üretmektedir. Uluslararası sözleşmelerde vermiş olduğu taahhütleri Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planının ve Stratejik Planların hedeflerini oluşturmaktadır [39], [81]. Bölüm 3'te Türkiye'deki enerji politika üretim süreçlerinin hiyerarşik yapısına değinilmiş (Şekil 3.3), özellikle sürdürülebilirlik tartışmaları çerçevesinde enerji değişiminin birey ve toplumun da dâhil olduğu bütünleşik bir süreç olması gerektiğine işaret edilmiştir.

Kadıköy Belediyesi 2012 yılından beri Başkanlar Sözleşmesi'nin tarafı olup, ilçesindeki emisyon miktarlarının 2020 yılına kadar azaltmak için politikalar geliştirmektedir. İlçedeki enerji tüketiminin %62'sinden ve emisyon salınımının %64'ünden binalar sorumludur. Bunun yanı sıra ilçenin büyük çoğunluğu kentsel dönüşüm alanı ilan edilmiş ve 2020'e kadar eski yapılaşmaların yenilenmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda ilçedeki yapı stokunun %37'si (10.659 yapı) yenilenmiştir [155]. Bu yenilenme alanları ilçe belediyesinin yenilikçi ve enerji verimli uygulamaları için de imkân sağlamıştır. 2014 yılında Başkanlar Sözleşmesi ve ICLEI doğrultusunda ilk Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı'nı yayınlayan belediye, 2017 yılı itibari ile 'Bütüncül ve Katılımcı İklim Eylem Planı'nı hazırlamaya başlamıştır. Geliştirilen eylem planının her aşamasında düzenlenen çalıştaylarla birlikte paydaşların (bireyler, STK'lar, kamu-özel sektör temsilcileri) fikir ve görüşleri ile enerji değişim politikalarının üretim sürecine katkıda bulunmaları sağlanmaktadır. Paydaşlarla yapılan çalıştaylar ve özel görüşmelerin ardından yeni plan beş ana amaç çerçevesinde geliştirilmiştir. Bunlar; sürdürülebilir kent dokusunun geliştirilmesi, sürdürülebilir kentsel ulaşım ağlarının tasarlanması, enerji üretimi ile ilgili yerel ve yenilikçi çözümlerin geliştirilmesi, katılımcı sosyal farkındalık projeleri ve davranışsal değişim çalışmalarının hazırlanması, ve de emisyon azaltım çalışmalarının sürekliliğinin sağlanmasıdır. Bu amaçlara yönelik geliştirilen uygulamalar genel olarak; enerji verimli sistemlerin kente entegrasyonu,

binalarda yalıtımların sağlanması, yeşil kentsel dönüşüm, kamu binalarında yenilenebilir enerjinin kullanımı ve toplu taşımalarda düşük karbonlu uygulamalar olarak sıralanabilmektedir [156], [157].

Bu çalışmada Kadıköy Belediyesi'nin enerji değişimi ile ilgili gerçekleştirdiği uygulamalar; teknolojinin rolü, verinin rolü, temel amacı, bireylerin uygulamadaki rolü ve uygulamanın ana aktörleri çerçevesinde incelenmiştir. Tablo 5.1'de görüldüğü gibi, uygulamaların çoğunda teknoloji ve veriden destek alınmaktadır. Farkındalık projelerinde bireylerin aktif katılımı olmakla birlikte, bu uygulamalarda teknoloji ve veri kullanılmamaktadır.

Tablo 5.1 Kadıköy Belediyesi Projelerinin Değerlendirilmesi ([156]–[159] Kaynaklarından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

Uygulama Adı	Teknolojinin Rolü	Verinin Rolü	Temel Amaç	Bireyin Rolü	Ana Aktörler
Kamu binalarında yenilenebilir enerji üretimi ve kullanımı	Araç	Destek	Enerji verimliliği	Pasif	Kadıköy Belediyesi
Üçüncül binalarda yalıtım	Araç	Destek	Emisyon azaltımı	Pasif	Kadıköy Belediyesi
Enerji verimli kentsel yenileme	Araç	Destek	Enerji verimliliği	Aktif	Belediye özel sektör paydaşları
Konut binalarında yalıtım	Araç	Destek	Emisyon azaltımı	Pasif	Kadıköy Belediyesi
Yeşil alanlarda yenilenebilir enerji kullanımı	Araç	Destek	Emisyon azaltımı	Pasif	Kadıköy Belediyesi

Tablo 5.1 Kadıköy Belediyesi Projelerinin Değerlendirilmesi (devam) ([156]–[159] Kaynaklarından faydalanılarak tez kapsamında üretilmiştir.)

Uygulama Adı	Teknolojinin Rolü	Verinin Rolü	Temel Amaç	Bireyin Rolü	Ana Aktörler
--------------	-------------------	--------------	------------	--------------	--------------

Kamu araçlarında yenilenebilir enerji kullanımı	Araç	Destek	Emisyon azaltımı	Pasif	Kadıköy Belediyesi
Sosyal farkındalık organizasyonları	-	-	Farkındalık	Aktif	Kadıköy Belediyesi
Enerji verimli ev aletlerinin yaygınlaştırılması	Araç	-	Farkındalık	Aktif	Kadıköy Belediyesi
Plastik torbaya hayır projesi	-	-	Farkındalık	Aktif	Kadıköy Belediyesi

Kamu binalarında yenilenebilir enerji projesi 2010 yılında başlatılmış olup projenin teknik kısımları ile ilgili yerel işletmelerden destek alınmıştır. Proje sonuçlarına göre yıllık yaklaşık 59,15 ton emisyon azaltımı sağlanmıştır. Bir diğer örnek olarak enerji verimli kentsel yenileme uygulamaları doğrultusunda 'Enerji Duyarlı Sürdürülebilir Yerleşke Kriterlerinin Belirlenmesi' projesi geliştirilmiştir. Başta dönüşüm bölgeleri olmak üzere yenilik yapılacak olan tüm yapılaşmalar için 'yeşil planlama ölçütleri' belirlenmiş ve bu kriterler kılavuz haline getirilmiştir. Bu kılavuz düzenlenen 'Yeşil Bina, Yeşil Mahalle Sürdürülebilir Kentsel Yaşam Konferanslarında yerel paydaşlarla (inşaat sektörü temsilcileri, müteahhitler, proje ekipleri, dernek ve meslek odaları) paylaşılmıştır. Belediye meclis kararı ile onaylanan bu proje daha sonra sırasıyla önce İstanbul Büyük Şehir Belediyesi Meclis Kararı ile onaylanmış, sonra Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Fikirtepe Dönüşüm Bölgesi ile ilgili plan notlarında tavsiye olarak yerini almıştır [159]. Bu süreç, Türkiye'deki üst ölçek politikaların hiyerarşik baskısı ve yerel ölçekli yenilikçi uygulamaların üst ölçeklerde karşılık bulamamasına dair güzel bir örnektir.

5.4 Birey-Toplum Döngülerinin Politika ile Entegrasyonuna Yönelik Atölye Çalışmaları

Enerji değişiminin birey ölçeğinde başlayarak sırasıyla toplum ve politikayı değiştirmesinin amaçlandığı çalışmada, birey-toplum geri bildirim döngüsündeki öğrenmeyi desteklemek ve politikalarla arasındaki bağlantının kurulması için iki atölye çalışması tasarlanmıştır. 'Enerji Farkındalığı' olarak adlandırılan ilk atölye,

Kadıköy Tasarım Atölyesi'nde 19 Ocak 2019'da gerçekleştirilmiştir. İki saat süren atölye çalışmasında, atölyeye katılacak olan CODALoop gönüllüleri; enerji tüketim değerleri ve sosyal medyadan etkileşime geçme oranlarına göre seçilmiştir. Gönüllüler atölyeye e-mail yoluyla davet edilmiştir (Şekil 5.7).

ENERJİ FARKINDALIĞI ATOLYESİ

CODALOOPTÜRKİYE
www.codaloopturkiye.org

19 OCAK 2019 | TAK, KADIKÖY | 10:00 - 12:00
Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölüm, Yıldız Kampüsü, Yıldız-Beyliktepe/ STANBUL

www.codaloopturkiye.org

GENEL BİLGİLER

116K011 nolu, JPI-Urban Europe, Era-NET co-fund Smart Cities and Communities kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenen CODALoop (Enerji Verimli Kentsel Yaşam Biçimleri için Toplumsal Veri Döngüleri – Community Data Loops for Energy Efficient Urban Lifestyles) projesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü'nde Prof. Dr. Zeynep Enil yürütücülüğünde çalışılmaktadır. Codaloopturkiye projesinin temel amacı ise bireylerin kentsel yaşamdaki enerji verimli yaşam biçimlerini araştırmak ve bireylerin enerji tüketim davranışlarındaki değişimi incelemektir. Proje hakkında daha detaylı bilgi almak için web sitemizi ziyaret edebilirsiniz: www.codaloopturkiye.org.

CODALoop projesi kapsamında, Kadıköy'de yaşayan bireylerden seçilen yüz kişilik bir grubun mevcut enerji tüketim davranışları analiz edilmiş ve kentsel yaşamındaki enerji verimliliğini artırmaya yönelik eğilimleri araştırılmıştır.

Bu atölyenin temel amacı, bireylerin, konutlarındaki ve kent içi hareketliliklerindeki enerji tüketim seviyelerini enerji tüketim bilgi ve tecrübelerini diğer CODALoop gönüllüleri ile paylaşması ve gönüllülerin birbirlerine sağladıkları geri-bildirimler sayesinde karşılıklı öğrenmenin yaşanmasıdır.

Atölyede belirlenen üç tema (enerji farkındalığı, enerji tüketimi ve enerji tasarrufu) doğrultusunda kullanıcıların görüşleri alınacaktır.

ENERJİMİ VERİMLİ KULLANIYORUM

CODALOOPTÜRKİYE EKİBİ

PROF. DR. ZEYNEP ENİL
 PROF. DR. AHŞEĞÜL ÖZBAKIR
 RUMELİSA CEŞLİAN
 AYŞE VELİTOĞLU
 İSRA HATİPOĞLU
 (DANIŞMAN: PROF. DR. İCLAL DİNÇER)

Şekil 5.7 Enerji Farkındalığı Atölyesi Davet Metni (CODALoop projesi kapsamında hazırlanmıştır.)

Bireylerin enerji farkındalığını keşfetmek, katılımcılar arasındaki etkileşimi arttırmak, konut-kent içi ulaşım alanlarındaki enerji tüketim davranışlarını anlamak ve politikacılardan beklentilerini öğrenmek amacıyla organize edilen atölye; gönüllülerin tecrübelerini ve bilgi birikimlerini paylaştıkları destekleyici bir ortam oluşturmuştur. Atölye kapsamında üç öğretici oyun oynanmıştır:

- 1) CODALoop Evi – Gönüllerden; dört kişilik bir aile evinin kış sezonundaki en çok ve en az enerji tüketen üç ögesini, ev planı üzerine göstermeleri istenen evdeki enerji tüketim bilincine yönelik bir oyundur (Şekil 5.8).
- 2) Haydi Sıralayalım! – Konutta enerji tasarrufuna dair altı önerinin en etkili olandan daha az etkili olana doğru sıralanması istenen enerji tasarruf yollarına dair bilginin ölçüldüğü oyundur (Şekil 5.8).
- 3) Ulaşım Oyunu – Katılımcıların evlerinden seçtikleri ulaşım yolu ve modları ile Kadıköy Rıhtım'a ulaşmaya çalıştıkları oyunda, tercihlerinin enerji tüketim miktarı ve fiyat karşılaştırmaları yapılarak kent içi ulaşımdaki enerji tüketim tercihleri incelenmiştir (Şekil 5.9).



Şekil 5.8 Bireysel Enerji Farkındalığı Atölyesindeki CODALoop Evi ve Haydi Sıralayalım! Oyunları, 19 Ocak 2019



Şekil 5.9 Bireysel Enerji Farkındalığı Atölyesindeki Ulaşım Oyunu, 19 Ocak 2019

'Bireysel Enerji Farkındalığı' atölyesinin sonuçlarına göre;

- Bireylerin, kent içi ulaşımdan ziyade konuttaki enerji tasarruf yollarına dair bilgi sahibi oldukları (özellikle ısınma, yalıtım vs.),
- Bireylerin alternatif enerji kaynakları ve kullanımlarına dair yeterli bilgiye sahip oldukları,
- Kadıköy ilçesinde yaşayan bireylerin, daha hızlı olduğu için verimsiz ulaşım yollarını (minibüs, özel araç ve taksi gibi) tercih ettikleri,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına dair daha çok kamu hizmeti talep ettikleri,
- İlçe içerisinde güvenli ve sürekli bisiklet yolları istedikleri,
- Enerji verimliliğine yönelik kamu spotu ve teşvik çalışmalarının artmasını istedikleri görülmüştür.

İkinci çalışma olan 'Enerji Politikaları' atölyesi, İstanbul'un enerji ile ilgili çeşitli kamu-özel sektör kuruluşları, akademi ve STK'larından oluşan 20 kişilik grupta 24 Ocak 2019'da Yıldız Teknik Üniversitesi, Alpay Aşgun Salonu'nda gerçekleştirilmiştir. Atölye çalışmasına; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı - Akıllı Şehirler ve Coğrafi Teknolojiler Daire Başkanlığı, İBB - Deprem Risk yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, İBB - Ulaşım Daire Başkanlığı, İBB - Bilgi İşlem Daire

Başkanlığı, İETT – Ulaşım Teknolojileri Daire Başkanlığı, İSKİ – Araştırma Geliştirme ve Planlama Daire Başkanlığı, Metro İstanbul A.Ş. – Etüt Proje Müdürlüğü, İSBAK A.Ş. – Akıllı Şehir Strateji Geliştirme Müdürlüğü, Kadıköy Belediyesi – Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü, Kadıköy Belediyesi – Plan ve Proje Müdürlüğü, Kadıköy Belediyesi – Çevre ve Yenilenebilir Enerji Komisyonu, Güneş Enerjisi Sanayicileri Derneği, ÇEDBİK, Kadıköy Kent Konseyi, 350+ Türkiye, Enerjisa, EWE Enerji, Energon ve Özyeğin Üniversitesi – EÇEM’den olmak üzere 19 temsilci e-mail yoluyla davet edilmiştir (Şekil 5.10).

ENERJİ POLİTİKALARI ATÖLYESİ

CODALOOPTÜRKİYE
www.codalooptr.org

24 OCAK 2019 | ALPAY AŞKUN SALONU, YTU | 10:00 - 12:00
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, MİMARLIK FAKÜLTESİ ŞEHİR VE ÖLÇE PLANLAMA BÖLÜMÜ, YILDIZ BEKİREZİ / STANBUL

@codaloop.tr | Codaloop Proje | codalooptr.org | codaloopturkiye@codalooptr.org

GENEL BİLGİLER

Enerji Verimli Kentsel Yaşam Biçimleri için Toplumsal Veri Döngüleri (Community Data Loops for Energy Efficient Urban Lifestyles - CODALoop), JPI-Urban Europe, ERA-NET co-fund Smart Cities and Communities kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenen bir proje olup Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü'nde Prof. Dr. Zeynep Enilil yürütücülüğünde sürdürülmektedir. CODALoop projesinin temel amacı kentsel yaşamdaki enerji verimliliğini artırmaya yönelik olarak bireylerin yaşam biçimlerini araştırmak ve enerji tüketim davranışlarındaki değişimi incelemektir.

CODALoop projesi kapsamında, Kadıköy'de yaşayan bireylerden seçilen yüz kişilik bir grubun mevcut enerji tüketim davranışları analiz edilmiş ve kentsel yaşamlarındaki enerji verimliliğini artırmaya yönelik eğilimleri araştırılmıştır. Ayrıca, bölgedeyi etkileyen enerji verimliliği politikaları da incelenmiştir. Bu atölye çalışmasında; konu ile ilgili kurumları temsil eden katılacak uzmanlarla enerji politikalarının mevcut durumu, politika paydaşlarının üretim süreçlerine katkıları ve enerji politikalarının geleceği politika paydaşlarıyla birlikte tartışılacaktır.

DAVETLİLER

ÇŞB, Akıllı Şehirler ve Coğrafi Teknolojiler Daire Başkanlığı
İBB, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı
İBB, Ulaşım Daire Başkanlığı
İBB, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemi Müdürlüğü
İETT, Ulaşım Teknolojileri Daire Başkanlığı, Çevre ve Enerji Müdürlüğü
İSKİ, Araştırma Geliştirme ve Planlama Daire Başkanlığı
Metro İstanbul A.Ş., Etüt Proje Şefliği
İSBAK A.Ş., Akıllı Şehir Strateji Geliştirme Müdürlüğü
Kadıköy Belediyesi, Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü
Kadıköy Belediyesi, Plan ve Proje Müdürlüğü
Kadıköy Belediyesi, Çevre ve Yenilenebilir Enerji Komisyonu

Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği
Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
Kadıköy Kent Konseyi
350+ Türkiye

Enerjisa
EWE Enerji
Energon

Özyeğin Üniversitesi, EÇEM Enerji Çevre ve Ekonomi Merkezi

TARTIŞMA KONULARI

#1 TÜRKİYE'NİN
ENERJİ POLİTİKALARI

#2 ENERJİ VERİMLİ
POLİTİKALARDA
TEKNOLOJİ KULLANIMI

#3 ENERJİ
POLİTİKALARINDA
VATANDAŞLARIN
DENEYİMİ

#4 ENERJİ
POLİTİKALARININ
ENERJİ TÜKETİMİNE
ETKİSİ

CODALOOPTÜRKİYE EKİBİ

PROF. DR. ZEYNEP ENİLİL
PROF. DR. AHŞEĞÜL ÖZBAKIR
RUMELSA ÇELİKAN
AHŞE VELİOĞLU
İSRA HATİPOĞLU
[DANIŞMAN: PROF. DR. İLAL DİNÇER]

Şekil 5.10 Enerji Politikaları Atölyesi Davet Metni (CODALoop projesi kapsamında hazırlanmıştır.)

İki saat süren çalışmanın ilk oturumunda bireysel enerji tüketim davranışları ve bireylerin politika aktörlerinden beklentileri katılımcılara aktarılarak görüşleri alınmıştır (Şekil 5.11). Çalışmanın ikinci oturumunda dört tartışma sorusu çerçevesinde katılımcıların görüşleriyle katkı sağlamışlardır;

- 1) Türkiye'nin enerji politikaları hakkındaki düşünce ve beklentileriniz nelerdir?
- 2) Teknolojinin kullanımı, verinin üretilmesi ve yönetilmesi enerji verimli politikaları nasıl etkiler?
- 3) Vatandaşların kentsel yaşamdaki deneyim ve tecrübeleri, enerji politikalarına nasıl katkı sağlayabilir/bunlardan nasıl faydalanılabilir?
- 4) Enerji Politikaları bireylerin enerji tüketim biçimlerini doğrudan etkiler mi? Nasıl?



Şekil 5.11 Enerji Politikaları Atölyesi, 24 Ocak 2019

'Enerji Politikaları' atölyelerinin sonuçlarına göre katılımcılar;

- Politikanın oluşturulması için talebin alttan gelmesi gerektiği,
- Enerji verimliliği / tasarrufu ayırımının yapılması gerektiği,
- Enerji politikalarının sorumluluğunun toplum ve kurumlarla ortak paylaşılması gerektiği,
- Enerji değişiminin yönetimi için öncelikle bilmek ve ölçmek gerektiği,

- Enerji farkındalığı oluşturmak için reklam ve sosyal-medya araçlarının aktif kullanılması gerektiği,
- Bina otomasyon sistemlerinin geliştirilerek binalarda enerji verimliliğinin arttırılabileceği,
- Kısıtlı kaynak vurgusunun enerji değişim politikalarında etkili olabileceği konuları üzerinde durmuşlardır.

5.5 Bölüm Sonucu

Bu bölümde toplum-politika geri bildirim döngülerinin enerji değişiminin düzeylerini nasıl etkilediği, Kadıköy belediyesinin enerji politikaları ve Kadıköy ilçesinde yaşayan bireyler ile enerji sektörüyle ilişkili çeşitli kurumlarla düzenlenen iki ayrı atölye çalışması aracılığıyla incelenmiştir. Enerji değişimini tetiklediği öngörülen birey-toplum-politika geri bildirim döngüleri doğrultusunda bireylerin enerji tüketimleri ve enerji farkındalıkları öğrenilmeye çalışılmış, mevcut enerji politikaları ile toplumsal talebin arasındaki bağlantıyı kurmak için çeşitli müdahaleler geliştirilmiştir.

Kadıköy Belediyesinin enerji değişimine dair politika ve uygulamalarında teknoloji destekleyici unsur olarak kullanılmakla beraber, bireyler politikada süreçlerinde aktif tüketici rolüyle yer almaktadır. Yapılan yerel politika analizinde; ürettiği karar ve politikalar ile üst ölçek politikaların gelişmesini sağlayan Kadıköy Belediyesi'nin, yerel yönetim olarak, Türkiye genelinin enerji değişim politikalarına nazaran (bkz. Bölüm 3) somut uygulamalar ile enerji değişimi politikalarını yürüttüğü görülmüştür.

Düzenlenen 'Enerji Farkındalığı' atölyesinden elde edilen sonuçlara göre bireylerin enerji değişimine dair bilinçli olmakla birlikte motivasyon ve teknik altyapı yetersizliğine sahip oldukları görülmüştür. Diğer taraftan enerji sektörü ile ilişkili kurum ve politikacıların katılım gösterdiği 'Enerji Politikaları' atölyesinden elde edilen sonuçlara göre katılımcıların; enerji değişime dair görev ve sorumluluklarının bilincinde olmakla birlikte, toplumun taleplerini ve enerji tüketim tercihlerini arka planını anlamada yetersiz kaldıkları görülmüştür.

Atölye sonuçlarından da anlaşılacağı gibi, toplum-politika geri bildirim mekanizmaları küresel enerji değişiminin düzeyleri ile paralellik göstermektedir. Birey seviyesindeki enerji tüketimi, teknolojik altyapı ile desteklenerek bireyin enerji tüketimine ve alternatif enerji tüketim yollarına dair bilinçlenmesi sağlanmaktadır. CODALoop projesindeki gibi yerel ölçekli yenilikçi bir girişim ile başlayan bu süreç planlanan müdahaleler ve yüz yüze görüşmeler ile toplumsal seviyedeki enerji tüketim tercihlerini etkilemekte ve mevcut enerji arz ve talep yapılarını değiştirmektedir. Enerji farkındalığı artan toplumların yeni enerji talebi ise geri bildirimlerle politikacılara aktarılmakta ve enerji değişimine dair en alt ölçekten küresel enerji peyzajına kadar bütüncül ve katılımcı çözümler üretilmesini sağlamaktadır. Bu aşamadan sonra gerçekleşecek olan değişimler ise yeni düzen haline gelecek olup sırasıyla mevcut arz - talep yapısını ve yenilikçi girişimler düzeyini etkileyecektir.

6

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Enerji değişimi iklim değişikliği ve kaynakların sürdürülebilirliği çerçevesinde tartışılmakta olan küresel bir meseledir. Enerji retim ve tüketim tercihlerinin daha verimli ve çevre dostu alternatifler ile değiştirilmesini açıklayan bu kavram günümüzde pek çok disiplin tarafından ekonomik, politik, jeolojik, ekolojik gibi farklı aırlarla ele alınmaktadır [7], [10], [35], [78], [96]. Bu tez kapsamında, enerji değişiminin düzeyleri ve faktörleri sosyo-teknik geçiş teorisinin çok-düzeyli perspektif yaklaşımıyla açıklanmıştır.

Tezin ilk hipotezine göre küresel enerji değişimi; küresel enerji peyzajı, mevcut arz-talep yapısı ve yenilikçi girişimler olmak üzere üç düzeyden oluşmakta olup bu düzeylerin içerisinde yer alan ekolojik, politik, ekonomik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik faktörlerden etkilenmektedir (Bölüm 3, Şekil 3.1).

Bu alışma kapsamında belirlenen enerji değişimi faktörlerinin, süreç üzerindeki etkisini ve ülkelere göre farklılaşmasını analiz etmek üzere, 54 ülke ve 36 değişken ile çoklu-regresyon analizleri yapılmıştır (Bölüm 4). Analizler sonucunda, tezin ilk hipotezini doğrular Şekilde, ana modeldeki enerji değişimini etkileyen faktörlerin sırasıyla; ekolojik, teknolojik, ekonomik, toplumsal ve kurumsal faktörler olduğu belirlenmiştir (Bölüm 4, Tablo 10). Yine analiz sonuçlarına göre yenilenebilir enerji kaynakları; emisyon artışı ve kaynakların tükenmesi gibi ekolojik kaygılar doğrultusunda artış göstermektedir. Ayrıca yenilenemeyen enerji ithalatı yüksek olan ülkelerin yenilenebilir enerji arzının da yüksek olduğu grlmştir. Bu sonuçlar, yenilenebilir enerji kullanımına yönelik geliştirilen yaklaşım ve politikaların mevcut enerji sistemini değiştirmeye yönelik olmadığını, yalnızca artmakta olan enerji talebini karşılamak için diğer enerji kaynaklarına alternatif olarak kullanıldığını göstermektedir.

Türkiye ve dünya genelindeki enerji politikaları göz önünde bulundurulduğunda, enerji arz ve talebinde radikal bir değişiklik yaşanmadığı sürece talebin giderek artacağı ve emisyon artışı ile birlikte küresel ısınmanın 2°C'nin üzerine çıkacağı bilinmektedir [5], [22], [69]. Türkiye'deki politik yapı çerçevesinde enerji değişimine bakıldığında ise, ulus ölçeğindeki enerji politika ve planlarının yerel ölçekli uygulamaların genel çerçevesini oluşurmada doğrudan etkisi olduğu grlmştir. Ancak bu durum yerel ölçekli uygulamaların ulus ölçekli plan ve

politikalara yansımada söz konusu değildir. Türkiye'nin hiyerarşik politika üretim yapısı doğrultusunda yerel yönetimlerde başlatılarak başarıya ulaşan uygulamaların ulusal ölçekte karşılık bulamadığı görülmüştür (Bölüm 3 ve 5). Bu durumun temel nedeni Türkiye'nin ulusal enerji politikalarının ağırlıklı olarak enerji arz güvenliği, dışa bağımlılığı azaltma, yerli kaynak kullanımı gibi amaçlar doğrultusunda şekillenmesidir [39], [71], [79], [81]. Türkiye'deki yerel yönetimlerin uygulamalarına bakıldığında ise, üst ölçeklerden bağımsız olarak uluslararası kuruluşların enerji değişim programlarına dahil oldukları (ICLEI, Covenant of Mayors vb.) ve enerji değişimine yönelik bütüncül-katılımcı eylem planları geliştirdikleri görülmektedir [156], [158]–[160]. Tezin çalışma alanı olarak belirlenen Kadıköy ilçesinde, belediyenin enerji değişimine dair politika ve uygulamalarında teknoloji destekleyici unsur olarak kullanılmakla beraber, bireyler politikada süreçlerinde aktif tüketici rolüyle yer almaktadır. Yapılan yerel politika analizinde; ürettiği karar ve politikalar ile üst ölçek politikaların gelişmesini sağlayan Kadıköy Belediyesi'nin, yerel yönetim olarak, Türkiye genelinin enerji değişim politikalarına nazaran (bkz. Bölüm 3) somut uygulamalar ile enerji değişimi politikalarını yürüttüğü görülmüştür. Ayrıca güncel faaliyet raporlarından da görüldüğü üzere 2014 yılında hazırlanmış olan eylem planının emisyon azaltım ve enerji verimliliği ile ilgili hedeflerine ulaştığı görülmüştür [161]. Bu durum yerel yönetimlerin merkezi otoritelere göre enerji değişimine çok daha hızlı adapte olabildiğinin göstergesidir. Benzer şekilde Bölüm 3 ve 4'te görüldüğü gibi, küçük ölçekli işletmeler de enerji değişimine daha hızlı adapte olan kurumsal yapılardır ve enerji değişiminde önemli role sahiptirler [29], [162]. Bu kurumların enerji değişimine nasıl adapte edileceği ise yine politika üreticilerin görevlerindedir [118].

Sosyo-teknik teori çerçevesinde tartışılan enerji değişimindeki toplumsal faktörler, analiz sonuçlarına göre yenilenebilir enerji arzı ile düşük ilişkiye sahiptir. Literatürde enerji değişiminde toplumsal faktörlerin önemine değinen çalışmalar, sürdürülebilir bir enerji değişimi için toplumsal faktörlerin göz ardı edilemeyeceğini savunmaktadır [10], [163]–[165]. Bu durum hâlihazırdaki enerji değişim çalışmalarının iklim değişikliği ile mücadele hedeflerini gerçekleştirmede neden yeterli olamadığını açıklamaktadır. Mevcuttaki enerji değişim politikaları

enerji sisteminin arz ve talep taraflarını oluşturan kurumsal ve toplumsal yapıdaki değişimi gerçekleştirememektir. Dolayısıyla başarılı enerji değişim politikaları için yenilikçi girişimler düzeyinden başlayan ve geri bildirim döngüleri ile üst düzeylerdeki toplum kurum ve politikaları değiştiren bir mekanizmaya ihtiyaç duyulmaktadır [12]–[14], [166], [167].

Tezin ikinci hipotezi doğrultusunda başarılı bir enerji değişiminin; toplum ve politika arasında kurulan geri bildirim döngüleri ile tetiklenerek, yenilikçi girişimler düzeyindeki yerel ölçekli aktörlerle başladığı öne sürülmektedir (H₂). Bu doğrultuda, CODALoop projesi kapsamında yaşayan laboratuvar yaklaşımıyla birey-toplum-politika geri bildirim döngüleri tasarlanmıştır. Çalışma alanı olarak seçilen Kadıköy ilçesinde, sosyal ve teknolojik altyapı ile desteklenen projede, bireylerde veri-güdümlü öğrenme ve planlı müdahalelerle farkındalık oluşturulmuş ve yüz yüze etkinlikler ile bu farkındalığın toplumsal boyuta taşınması sağlanmıştır. Birey ve toplum düzeyinde oluşturulan enerji farkındalığı, düzenlenen iki atölye çalışması ile birlikte politika düzeyine aktarılmaya çalışılmıştır. Kadıköy ilçesinde yaşayan ve bireysel enerji tüketimleri hakkında bilgi sahibi olan gönüllülerin katıldığı ‘Enerji Farkındalığı Atölyesi’ sonuçlarına göre bireylerin enerji değişimine dair bilinçli olmakla birlikte motivasyon ve teknik altyapı yetersizliğine sahip oldukları görülmüştür. Diğer taraftan enerji sektörü ile ilişkili kurum ve politikacıların katılım gösterdiği ‘Enerji Politikaları’ atölyesinden elde edilen sonuçlara göre katılımcıların; enerji değişime dair görev ve sorumluluklarının bilincinde olmakla birlikte, toplumun taleplerini ve enerji tüketim tercihlerini arka planını anlamada yetersiz kaldıkları görülmüştür.

Bu tez çalışması, Türkiye literatüründe enerji değişimini çok-düzeyleli perspektif çerçevesinde ele alan ilk çalışma olup, toplumdaki politikaya geliştirmiş olduğu geri bildirim döngüleri ile özgün nitelik taşımaktadır. Çalışmada küresel enerji değişiminin düzeyleri ve faktörleri tarif edilmiş ve bu faktörlerin etki analizleri yapılmıştır. Enerji değişiminde önemli role sahip olan kurumsal ve toplumsal faktörlerin enerji değişimine adaptasyonuna yönelik geri bildirim mekanizmaları tasarlanmıştır. Yenilikçi bir girişim olarak kabul edilen CODALoop projesinin web-tabanlı platform ve müdahaleler aracılığı ile birey bazında yarattığı enerji

farkındalığı, kavramsal çerçevede açıklanan yenilikçi girişimler düzeyinde gerçekleşmektedir. Enerji farkındalığı kazanan bireylerin düzenlenen atölyeler aracılığı ile mevcut arz-talep düzeyindeki toplumsal yapıda farkındalık oluşturulmasına olanak sağlamıştır. Son olarak birey ve toplum arasında oluşturulan geri bildirim döngüsünün küresel enerji peyzajı düzeyindeki politikaları değiştirebilmesi için bir bakış açısı sunan 'Enerji Politikaları Atölyesi' düzenlenmiştir. Bu atölye ile birlikte politikacıların ve enerji sektöründeki büyük ölçekli kuruluşların değişen toplumsal talebi anlaması sağlanmıştır. Bölüm 5, Şekil 5.1'de de görüldüğü üzere enerji değişiminde var olduğu öne sürülen çok-düzeyle yapı (H₁), yenilikçi projelerle, en alt düzeyden başlayarak enerji değişimini tetiklemekte ve sırasıyla toplum kurum ve politikaları değiştirmektedir (H₂).

Çalışma boyunca enerji değişiminin faktörlerine yönelik değişkenlerin bulunmasında yaşanan veri ve süre kısıtı nedeniyle politik faktörler nicel analizlere dahil edilememiştir. Ayrıca enerji değişiminin faktörlerine yönelik Türkiye özelinde yeterli veriye ulaşamadığından, enerji değişiminin nasıl farklılaştığı mekânsal olarak analiz edilememiştir. Bunun yanı sıra, Kadıköy ilçesindeki güçlü sosyal altyapıya rağmen proje gönüllülerinin düzenlenen atölye çalışmalarına katılımları düşük olmuştur. Böylece, bireylerine enerji tüketim verileri ile enerji değişimine dair bilinç düzeyi arasında ilişki kurulamamıştır. Türkiye'deki enerji değişimi üzerine yapılacak kapsamlı çalışmaların, Türkiye'deki enerji arz ve talebine dair bölgesel ve mekânsal farklılaşmayı analiz etmesi ve toplumun enerji tüketim davranışlarının hangi faktörlere bağlı olarak değiştiğini açıklayabilmesi literatüre önemli bir katkı sunacaktır.

Kaynakça

-
- [1] G. Walther *et al.*, "Ecological responses to recent climate change," *Nature*, vol. 416, no. 28, 2002.
 - [2] C. Parmesan and G. Yohe, "A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems," *Nature*, vol. 421, no. 2, 2003.
 - [3] S. W. Carmalt, *The Economics of Oil A Primer Including Geology, Energy, Economics, Politics*. Cham: Spinger, 2017.

- [4] E. Worrell, L. Price, N. Martin, J. Farla, and R. Schaeffer, "Energy intensity in the iron and steel industry: a comparison of physical and economic indicators," *Energy Policy*, vol. 25, no. 7–9, pp. 727–744, 1997.
- [5] Climate Action Tracker, "Warming Projections Global Update," 2018.
- [6] J. C. Sawhill, K. Oshima, and H. W. Maull, "Energy: Managing the transition," Washington, DC, 1978.
- [7] A. Dobbins, *Europe's Energy Transition: Insights for Policy Making*. Elsevier, 2017.
- [8] B. Elzen, F. W. Geels, and K. Green, "Managing The Transition to Sustainable Mobility," in *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, Massachusetts, USA: Edward Elgar Publishing, 2004.
- [9] F. W. Geels, "A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies," *J. Transp. Geogr.*, vol. 24, pp. 471–482, 2012.
- [10] J. Jantzen, M. Kristensen, and T. H. Christensen, "Sociotechnical transition to smart energy: The case of Samsø 1997–2030," *Energy*, vol. 162, pp. 20–34, 2018.
- [11] G. Verbong and F. Geels, "The ongoing energy transition: Lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960–2004)," *Energy Policy*, vol. 35, no. 2, pp. 1025–1037, 2007.
- [12] K. Buchanan, R. Russo, and B. Anderson, "Feeding back about eco-feedback: How do consumers use and respond to energy monitors?," *Energy Policy*, vol. 73, pp. 138–146, 2014.
- [13] K. Buchanan, R. Russo, and B. Anderson, "The question of energy reduction: The problem(s) with feedback," *Energy Policy*, vol. 77, pp. 89–96, 2015.
- [14] D. L. Edmondson, F. Kern, and K. S. Rogge, "The co-evolution of policy mixes and socio-technical systems : Towards a conceptual framework of policy mix feedback in sustainability transitions," *Res. Policy*, no. March, pp. 1–14, 2018.
- [15] K. C. Hillmer-Pegram, P. D. Howe, H. Greenberg, and B. Yarnal, "A geographic approach to facilitating local climate governance: From emissions inventories to mitigation planning," *Appl. Geogr.*, vol. 34, pp. 76–85, 2012.
- [16] T. Hoppe, A. Graf, B. Warbroek, I. Lammers, and I. Lepping, "Local Governments Supporting Local Energy Initiatives: Lessons from the Best Practices of Saerbeck (Germany) and Lochem (The Netherlands)," *Sustainability*, vol. 7, pp. 1900–1931, 2015.
- [17] G. S. Denis and P. Parker, "Community energy planning in Canada: The role of renewable energy," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 13, no. 8, pp. 2088–2095, 2009.
- [18] C. Brandoni and F. Polonara, "The role of municipal energy planning in the

- regional energy-planning process," *Energy*, vol. 48, no. 1, pp. 323–338, 2012.
- [19] United Nations, "Paris Agreement," Paris, 2015.
- [20] United Nations, "Adoption of the Paris Agreement," in *Paris Climate Change Conference - November 2015, COP 21*, 2015, vol. 21932, no. December, p. 32.
- [21] J. Viholainen, M. Luoranen, S. Väisänen, A. Niskanen, M. Horttanainen, and R. Soukka, "Regional level approach for increasing energy efficiency," *Appl. Energy*, vol. 163, pp. 295–303, 2016.
- [22] O. Hoegh-Guldberg *et al.*, "Impacts of 1.5°C of Global Warming on Natural and Human Systems," 2018.
- [23] A. Naess, "The shallow and the deep," *Inquiry*, vol. 16, no. 1, pp. 1–6, 1973.
- [24] M. Düren, *Understanding the Bigger Energy Picture DESERTEC and Beyond*. Cham: Springer, 2017.
- [25] P. Newell and D. L. Levy, "The Political Economy of the Firm in Global Environmental Governance. ," *Glob. Corp. Power*, vol. 34, no. International political economy yearbook; v. 15, pp. 157–180, 2006.
- [26] N. Stern, "The Economics of Climate Change Mitigation," *Econ. Clim. Chang. Mitig.*, 2009.
- [27] A. Otsuka, *Regional Energy Demand and Energy Efficiency in Japan: An Application of Economic Analysis*. Cham, Switzerland, 2017.
- [28] H. Joseph, "Towards Industrial Ecology: Sustainable Development as a Concept of Ecological Modernization," *Environ. Policy Plan.*, vol. 2, no. 4, pp. 269–285, 2005.
- [29] F. Iovino and G. Migliaccio, "Energy companies and sizes: An opportunity? Some empirical evidences," *Energy Policy*, vol. 128, no. January, pp. 431–439, 2019.
- [30] F. G. Kaiser, M. Ranney, T. Hartig, and P. A. Bowler, "Ecological Behavior, Environmental Attitude, and Feelings of Responsibility for the Environment," *Eur. Psychol.*, vol. 4, no. 2, pp. 59–74, 2003.
- [31] P. Scroll and D. For, "Mind the Gap : why do people act environmentally and what are the barriers to," *Environ. Educ. Res.*, no. 769432318, 2002.
- [32] R. Socolow and S. Pacala, "Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies," *Science (80-.)*, vol. 305, no. 5686, pp. 968–972, 2015.
- [33] N. M. Ahmed, *Failing States , Collapsing Systems : BioPhysical Triggers of Political Violence*. Springer, 2016.
- [34] M. K. Hubbert, *Nuclear Energy and The Fossil Fuels*. Houston, Texas: American Petroleum Institute, 1956.
- [35] T. Ahmed, *Modeling the Renewable Energy Transition in Canada*. 2016.
- [36] IEA, "IEA Sankey Diagram," 2019. [Online]. Available: <https://www.iea.org/sankey/>. [Accessed: 29-Dec-2018].

- [37] IEA, “Key World Energy Statistics 2018,” 2018.
- [38] IEA, “World Energy Balances 2018,” 2018.
- [39] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “2015-2019 Türkiye Stratejik Planı,” Ankara, 2014.
- [40] Oxford Dictionaries, “transition | Definition of transition in English,” 2019. [Online]. Available: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/transition>. [Accessed: 27-Mar-2019].
- [41] Cambridge Dictionary, “Transition | Cambridge İngilizce Sözlüğü’ndeki anlamı,” 2019. [Online]. Available: <https://dictionary.cambridge.org/tr/sözlük/ingilizce/transition>. [Accessed: 27-Mar-2019].
- [42] V. Petit, *The Energy Transition: An Overview of the True Challenge of the 21st Century*. Grenoble, 2017.
- [43] A. Rojey, *Energy & Climate: How to Achieve A Successful Energy Transition*. Rueil-Malmaison, 2009.
- [44] P. Droege, Ed., *Urban Energy Transition : An Introduction*. Elsevier, 2008.
- [45] A. G. Bumpus, “Accumulation by Decarbonization Offsets of Carbon and the Governance,” vol. 84, no. 2, pp. 127–155, 2015.
- [46] A. Grübler, N. Nakićenović, and D. G. Victor, “Dynamics of energy technologies and global change,” *Energy Policy*, vol. 27, no. 5, pp. 247–280, 1999.
- [47] E. Kriegler *et al.*, “The role of technology for achieving climate policy objectives: overview of the EMF 27 study on global technology and climate policy strategies,” *Clim. Change*, vol. 123, no. 3–4, pp. 353–367, 2014.
- [48] H. Yang *et al.*, “Progress in carbon dioxide separation and capture: A review,” *J. Environ. Sci.*, vol. 20, no. 1, pp. 14–27, 2008.
- [49] J. D. Figueroa, T. Fout, S. Plasynski, H. Mcllvried, and R. D. Srivastava, “Advances in CO2 capture technology-The U.S. Department of Energy’s Carbon Sequestration Program,” *Int. J. Greenh. Gas Control*, vol. 2, no. 1, pp. 9–20, 2008.
- [50] A. B. Rao and E. S. Rubin, “A technical, economic, and environmental assessment of amine-based CO2 capture technology for power plant greenhouse gas control,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 36, no. 20, pp. 4467–4475, 2002.
- [51] E. T. Wallace, “Our Energy Transition: The Next Twenty Years,” *Am. J. Agric. Econ.*, vol. 62, no. 5, pp. 957–964, 1980.
- [52] E. L. Trist and K. W. Bamforth, “Some Social and Psychological Consequences of the Longwall Method of Coal-Getting: An Examination of the Psychological Situation and Defences of a Work Group in Relation to the Social Structure and

- Technological Content of the Work System," *Hum. Relations*, vol. 4, no. 1, pp. 3–38, 1951.
- [53] B. Dönmez, "Sosyo-Teknik Sistem Modeli Açısından Türkiye'nin Eğitim Yönetiminde Değişme Çabaları ve Yöneticinin Konumu," 1998.
- [54] J. Van Den Ende and R. Kemp, "Technological transformations in history: How the computer regime grew out of existing computing regimes," *Res. Policy*, vol. 28, no. 8, pp. 833–851, 1999.
- [55] A. Rip and R. Kemp, "Technological change," in *Human Choice and Climate Change*, S. Rayner and E. L. Malone, Eds. Columbus, OH: Battelle Press, 1998, pp. 327–399.
- [56] Schumpeter, "Schumpeter, J.A., 1934 (2008), The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profit, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle, translated from The German by Redvers Opie News Brunswick (U.S.A) and London (U.K.): Transaction Publishers. A re," *J. Comp. Res. Anthropol. Sociol.*, vol. 3, no. 2, pp. 137–148, 1983.
- [57] R. R. Nelson, S. G. Winter, and T. H. E. B. Press, *Towards an Evolutionary Theory of Economic Change*. 1982.
- [58] F. W. Geels, "Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study," *Res. Policy*, vol. 31, no. 8–9, pp. 1257–1274, 2002.
- [59] I. F. W. Geels, "The dynamics of transitions in socio-technical systems: A multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860-1930)," *Technol. Anal. Strateg. Manag.*, vol. 17, no. 4, pp. 445–476, 2005.
- [60] S. M. McCauley and J. C. Stephens, "Green energy clusters and socio-technical transitions: Analysis of a sustainable energy cluster for regional economic development in Central Massachusetts, USA," *Sustain. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 213–225, 2012.
- [61] A. Smith, "Green niches in sustainable development: The case of organic food in the United Kingdom," *Environ. Plan. C Gov. Policy*, vol. 24, no. 3, pp. 439–458, 2006.
- [62] V. Masson-Delmotte *et al.*, "IPCC," Geneva, 2019.
- [63] EIA, "Annual Energy Outlook 2018 with projections to 2050 with Projections to 2050 U.S. Energy Information Administration," 2018.
- [64] BP, "BP Energy Outlook 2018," 2018.
- [65] Exxon Mobil, "2018 Outlook for Energy : A View to 2040," 2018.
- [66] REN21, "Renewables 2018 Global Status Report," 2018.
- [67] IRENA, "REthinking Energy," Abu Dhabi, 2017.
- [68] WWF, "The Energy Report 100% Renewable Energy by 2050," Gland, 2018.
- [69] IEA, "World Energy Outlook 2018: Executive Summary," Paris, 2018.

- [70] World Bank, "World Development Indicators | DataBank," 2019. [Online]. Available: <https://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=EG.FE.C.RNEW.ZS&country=#>. [Accessed: 20-Mar-2019].
- [71] N. Pamir, *Enerjinin İktidarı*. İstanbul: hayykitap, 2016.
- [72] International Energy Agency (IEA), "Statistics | United States - Total Final Consumption (TFC) by source (chart)," 2019. [Online]. Available: <https://www.iea.org/statistics/?country=USA&year=2016&category=Energy consumption&indicator=TFCbySource&mode=chart&dataTable=BALANCES>. [Accessed: 10-Apr-2019].
- [73] Executive Office of the President, *The President's Climate Action Plan*. Washington, DC, 2013.
- [74] B. Obama, "A Historic Commitment to Protecting the Environment and Addressing the Impacts of Climate Change," pp. 1-10, 2005.
- [75] IEA, "Energy Policies of the IEA Countries: United States," International Energy Agency, 2014.
- [76] IEA, "Energy Policies Beyond IEA Countries: Russia," 2015.
- [77] T. Unnerstall, *The German Energy Transition*. Berlin, Germany: Springer, 2017.
- [78] L. Gailing and T. Moss, Eds., *Conceptualizing Germany's Energy Transition*. Palgrave Macmillan, 2016.
- [79] T.C. Kalkınma Bakanlığı, *Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2014-2018)*. Ankara, 2014.
- [80] International Energy Agency, "Energy Policies of IEA Countries: Turkey," Paris, France, 2016.
- [81] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, "Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023," Ankara, 2017.
- [82] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, "2016 Yılı Faaliyet Raporu," Ankara, 2016.
- [83] T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, *Enerji ile İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik*. 2010.
- [84] T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, *Ürünlerin Enerji ve Diğer Kaynak Tüketimlerinin Etiketleme ve Standart Ürün Bilgileri Yoluyla Gösterilmesi Hakkında Yönetmelik*. 2011.
- [85] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Dayalı Üretim Faaliyeti Gösteren Tesisler İçin Uygulanacak Fiyat Ve Süreler İle Yerli Katkı İlavesine İlişkin Kararda Değişiklik Yapılması Hakkında Karar*. 2018.
- [86] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*. 2005.

- [87] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Enerji Verimliliği Kanunu*. Türkiye, 2007.
- [88] United Nations, "Report of The United Nations Conference on The Human Environment," United Nations Publication, Stockholm, 1972.
- [89] United Nations, "The Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer," United Nations Publication, Vienna, 1985.
- [90] World Commission on Environment and Development, "Our Common Future," 1987.
- [91] United Nations, "The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer," United Nations Publication, Montreal, 1988.
- [92] United Nations, "Rio Declaration on Environment and Development," United Nations Publication, Rio, 1992.
- [93] Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, *Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Yönetmelik*. Türkiye: www.mevzuat.gov.tr, 2017.
- [94] Ü. Şahin, "Türkiye'nin İklim Politikalarında Aktör Haritası," İstanbul, 2014.
- [95] How ICLEI Advances Global Frameworks, "How ICLEI Advances Global Frameworks," Bonn, 2018.
- [96] LSE Cities Research Team, "Going Green.: How cities are leading the next economy," 2013.
- [97] OPEC, "OPEC oil prices 1960-2018 | Statistic," 2018. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/262858/change-in-opec-crude-oil-prices-since-1960/>. [Accessed: 14-Apr-2019].
- [98] V. Jones, *The Green Collar Economy: How One Solution Can Fix Our Two Biggest Problems*. New York, 2008.
- [99] V. V. Vaitheeswaran, *Power to the People: How the Coming Energy Revolution Will Transform an Industry, Change Our Lives, and Maybe Even Save the Planet*. New York, 2003.
- [100] IRENA, "Synergies between renewable energy and energy efficiency," Abu Dhabi, 2015.
- [101] International Renewable Energy Agency (IRENA), "Accelerating the Energy Transition through Innovation," 2017.
- [102] IRENA, "Renewable Energy Innovation Policy: Success Criteria and Strategies," Bonn, 2013.
- [103] H. Scheer, *Energy Autonomy*. London: Earthscan, 2007.
- [104] IRENA, "Perspectives for the Energy Transition: Investment Needs for a Low-Carbon Energy System," Paris, 2017.
- [105] IRENA, "Renewable Energy and Jobs - Annual Review 2018, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi," Abu, 2018.

- [106] P. Pierson, "Increasing Returns , Path Dependence , and the Study of Politics," *Am. Polit. Sci. Assoc.*, vol. 94, no. 2, pp. 251–267, 2000.
- [107] P. Booth, "Culture , planning and path dependence : some reflections on the problems of," vol. 82, no. 1, pp. 13–28, 2019.
- [108] R. M. Bittick, "The Democratic Peace Phenomenon, Institutional Credibility, and Path Dependency," *SPAEF*, vol. 32, no. 3, pp. 367–392, 2008.
- [109] Ron A. Boschma and Jan G. Lambooy, "Evolutionary economics and economic geography," *J. Evol. Econ.*, vol. 9, no. 4, pp. 411–429, 1999.
- [110] K. Frenken and R. A. Boschma, "A theoretical framework for evolutionary economic geography: Industrial dynamics and urban growth as a branching process," *J. Econ. Geogr.*, vol. 7, no. 5, pp. 635–649, 2007.
- [111] G. C. Unruh and A. Einstein, "Understanding carbon lock-in," *Energy Policy*, vol. 28, no. 12, pp. 817–830, 2003.
- [112] K. C. Seto, S. J. Davis, R. Mitchell, E. C. Stokes, G. Unruh, and D. Ürge-Vorsatz, "Carbon Lock-In: Types, Causes, and Policy Implications," *Ssrn*, 2016.
- [113] J. Simmie and R. Martin, "The economic resilience of regions : towards an evolutionary approach," no. January, pp. 27–43, 2010.
- [114] R. Martin and P. Sunley, "On the notion of regional economic resilience : conceptualization and explanation," vol. 15, no. June 2014, pp. 1–42, 2015.
- [115] R. Evans, J. Karecha, R. Evans, and J. A. Y. Karecha, "Staying on Top : Why is Munich so Resilient and Successful ?," *Routledge*, vol. 4313, no. March, 2017.
- [116] G. C. Unruh, "Escaping carbon lock-in," *Energy Policy*, vol. 30, no. 4, pp. 317–325, 2002.
- [117] G. Unruh, "Escaping the carbon lock-in," *Energy Policy*, vol. 30, pp. 317–325, 2002.
- [118] M. A. Quintás, A. I. Martínez-Senra, and A. Sartal, "The role of SMEs' green business models in the transition to a low-carbon economy: Differences in their design and degree of adoption stemming from business size," *Sustain.*, vol. 10, no. 6, 2018.
- [119] T. Volery, "Ecopreneurship rationale , current issues and futures challenges," no. January, 2015.
- [120] M. Schaper, *Making Ecopreneurs: Developing Sustainable Entrepreneurship*. Gower Applied Research, 2010.
- [121] IRENA, "Investment Trends," 2018. [Online]. Available: <https://www.irena.org/ourwork/Knowledge-Data-Statistics/Data-Statistics/Finance-and-Investment/Investment-Trends>. [Accessed: 21-Mar-2019].
- [122] D. Harvey, *Consciousness and the Urban Experience*. Basil Blackwell, 1985.
- [123] A. Pike, A. Rodríguez-Pose, and J. Tomaney, *Local and Regional Development*. Oxon: Routledge, 2016.

- [124] A. Amin, "Post-Fordism : A reader," *Stud. urban Soc. Chang.*, pp. viii, 435, 1994.
- [125] D. Harvey, *The Condition of Postmodernity*, vol. 67, no. 2. Blackwell, 1991.
- [126] A. M. Townsend, *Smart Cities*. New York: W. W. Norton & Company, 2013.
- [127] J. Van Dijk, *The Network Society: Social Aspects of New Media*. 2006.
- [128] D. McLaren and J. Agyeman, *Sharing Cities*. London: The MIT Press, 2015.
- [129] United Nations, "The Sustainable Development Goals Report 2018," New York, 2018.
- [130] United Nations, "Sustainable cities: Why They Matter," New York, 2016.
- [131] IEA, "More Data, Less Energy: Making Network Standby More Efficient in Billions of Connected Devices," Paris, 2014.
- [132] J. Lichfield, "Just who are the gilets jaunes? | World news | The Guardian," 2019. [Online]. Available: <https://www.theguardian.com/world/2019/feb/09/who-really-are-the-gilets-jaunes>. [Accessed: 02-Mar-2019].
- [133] "Change.org[Gözet]," 2019. [Online]. Available: <https://www.change.org/>. [Accessed: 15-Feb-2019].
- [134] P. Erbaş, "Bir imzayla neler değişir!," 2014. [Online]. Available: <https://www.haberturk.com/yasam/haber/994668-bir-imzayla-neler-degisir>. [Accessed: 15-Apr-2019].
- [135] Change.org Türkiye, "2017-2018 Değişim Raporu," İstanbul, 2018.
- [136] Change.org, "Hewsel Bahçleri Katliamı 'Ekolojik bir yıkıma' neden olacak 'HES projeleri ile Dicle nehri yok olacak,'" 2014. [Online]. Available: <https://www.change.org/p/cevre-ve-sehircilik-bakanligi-hewsel-bahceleri-katliami-ekolojik-bir-yikima-neden-olacak-hes-projeleri-ile-dicle-nehri-yok-olacak>. [Accessed: 15-Apr-2019].
- [137] K. Maréchal, "An Evolutionary Perspective on the Economics of Energy Consumption: The Crucial Role of Habits," *J. Econ. Issues*, vol. 43, no. 1, pp. 69–88, 2009.
- [138] W. Barnes, M. Gartland, and M. Stack, "Old habits die hard: Path dependency and behavioral lock-in," *J. Econ. Issues*, vol. 38, no. 2, pp. 371–377, 2004.
- [139] Rise For Climate, "Rise For Climate," 2018. [Online]. Available: <https://riseforclimate.org/>. [Accessed: 03-May-2019].
- [140] İ. Haber, "İklim İçin Ses Vermeye Hazır mısınız?," 2018. [Online]. Available: <https://www.iklimhaber.org/iklim-icin-ses-vermeye-hazir-misiniz/>. [Accessed: 03-May-2019].
- [141] M. I. Hoffert *et al.*, "No Title," 2012.
- [142] IRENA, "Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050," Abu Dhabi, 2018.

- [143] S. S. Å, "Jevons ' Paradox revisited : The evidence for backfire from improved energy efficiency," vol. 37, pp. 1456–1469, 2009.
- [144] B. Alcott, "Jevons ' paradox," vol. 54, pp. 9–21, 2005.
- [145] M. A. J. Huijbregts, S. Hellweg, R. Frischknecht, K. Hungerbühler, and A. J. Hendriks, "Ecological footprint accounting in the life cycle assessment of products," vol. 4, 2007.
- [146] IEA, "IEA Statistics," 2019. [Online]. Available: <https://www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Energy supply&indicator=TPESbySource&mode=chart&dataTable=BALANCES>. [Accessed: 18-Apr-2019].
- [147] United Nations, "World Economic Situation and Prospects 2018," Geneva, 2018.
- [148] A. Field, *Discovering Statistics using SPSS for Windows*, no. January 2001. London: Sage Publications, 2000.
- [149] Cambridge Dictionary, "Feedback Loop | Cambridge İngilizce Sözlüğü'ndeki anlamı," 2019. [Online]. Available: <https://dictionary.cambridge.org/tr/sözlük/ingilizce/feedback-loop>. [Accessed: 22-Apr-2019].
- [150] N. C. Nagorny-Koring and T. Nochta, "Managing urban transitions in theory and practice - The case of the Pioneer Cities and Transition Cities projects," *J. Clean. Prod.*, vol. 175, pp. 60–69, 2018.
- [151] E. Shove and G. Walker, "Governing transitions in the sustainability of everyday life," *Res. Policy*, vol. 39, no. 4, pp. 471–476, 2010.
- [152] Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK), "Bölgesel İstatistikler," 2018. [Online]. Available: <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/sorguSayfa.do?target=degisken>. [Accessed: 23-Apr-2019].
- [153] CODALoop Türkiye, "CODALoop Web Platform," 2017. [Online]. Available: <http://codalooplloc.p1m1.net/Account/Login?ReturnUrl=%2F>. [Accessed: 03-May-2019].
- [154] Codal. Türkiye, "CODALoop Türkiye Web Sitesi," 2018. [Online]. Available: <https://www.codalooptr.org/>. [Accessed: 08-May-2019].
- [155] Kadıköy Belediyesi, "2018 Yılı Performans Programı," İstanbul, 2018.
- [156] Kadıköy Belediyesi; DemirEnerji, "Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı Taslak Raporu," İstanbul, 2018.
- [157] Kadıköy Belediyesi, "Kadıköy Belediyesi İklim Eylem Planı Taslak Raporu Özeti", 2018.
- [158] Kadıköy Belediyesi, *Kadıköy Belediyesi Stratejik Plan 2015-2019*. Türkiye, 2015.
- [159] Kadıköy Belediyesi, *Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı*. İstanbul, Türkiye, 2014.

- [160] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, "Stratejik Plan 2015-2019," İstanbul, 2014.
- [161] Kadıköy Belediyesi, "Faaliyet Raporu 2017," İstanbul, 2017.
- [162] P. Thollander *et al.*, "International study on energy end-use data among industrial SMEs (small and medium-sized enterprises) and energy end-use efficiency improvement opportunities," *J. Clean. Prod.*, vol. 104, pp. 282–296, 2015.
- [163] L. Timma, A. Blumberga, G. Bazbauers, and D. Blumberga, "Novel tools to study socio-technical transitions in energy systems," *Energy Procedia*, vol. 128, no. September, pp. 418–422, 2017.
- [164] T. M. Skjølvold, M. Ryghaug, and T. Berker, "A traveler's guide to smart grids and the social sciences," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 9, pp. 1–8, 2015.
- [165] Y. Strengers, *Smart Energy Technologies in Everyday Life: Smart Utopia?* Hampshire, England: Palgrave Macmillan, 2013.
- [166] R. Ceylan, A. Özbakır, and Z. Enlil, "Let's Be Smart And Reduce Our Energy Use!," in *53rd ISOCARP-QAPA Conference, 2017*, pp. 573–587.
- [167] H. Liu, J. Li, H. Long, Z. Li, and C. Le, "Promoting energy and environmental efficiency within a positive feedback loop: Insights from global value chain," *Energy Policy*, vol. 121, no. June, pp. 175–184, 2018.

Tezden Üretilmiş Yayınlar

İletişim Bilgisi: aysevelioglu@windowlive.com

Konferans Bildirileri

1. Velioglu A., Ceylan R., Özbakır B. A., Enlil, Z. (2019) 'Understanding the Gap between Energy Policies and Real-Life Practice'. Aesop Annual Congress, 9-13 July 2019, Venice. [Hazırlık aşamasındaki metin]

Projeler

1. JPI/ERA-NET 'Smart cities and communities' Project that fund by TÜBİTAK, coded as 116K011 and titled as 'Community Data Loops for Energy Efficient Urban Lifestyles (CODALoop)'.