

YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİNDE KAMU POLİTİKALARININ ÖNEMİ: G7 ÜLKELERİ ÖRNEĞİ¹

Başak ÖZARSLAN DOĞAN, Dr. Öğr. Üyesi
İstanbul Gelişim Üniversitesi, Ekonomi ve Finans Bölümü,
ORCID: 0000-0002-5126-7077

bozarslan@gelisim.edu.tr

Muharrem AŞAR, Prof. Dr.
Anadolu Üniversitesi, İktisat Bölümü,
ORCID: 0000-0002-4071-9330
mafsar@anadolu.edu.tr

ÖZET

Yenilenebilir enerji üretimine yönelik çeşitli politika ve teşviklerin, düşük karbon ekonomisi amacına ulaşma ve bu konuda toplumsal mutabakatın sağlanması anlamında önemli etkilerinin olduğu kabul edilmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, yenilenebilir enerji üretiminde kamu politikalarının etkisini 2000-2017 dönemi için analitik olarak ortaya koymaktır. Bu kapsamda ilk olarak; yenilenebilir enerji üretimine verilen destek ve teşviklerin göreceli önemini elde etmek için, G-7 ülkeleri bazında “Temel Bileşenler Analizi” yöntemi kullanılarak politika endeksi oluşturulmuştur. Ardından; politika endeksi, karbon emisyonları, GSYİH, fosil yakıt tüketimi ve enflasyon değişkenlerinin yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkileri “Han ve Phillips (2010) metodolojisi” yardımıyla analiz edilmiştir. Sonuçlar kamu politikalarının yenilenebilir enerji üretimi ve artışında önemli etkilere sahip olduğuna dair kanıtlar içermektedir. Bu bulguya ilave olarak analizde; GSYİH’nın yenilenebilir enerji üretimine pozitif, karbon emisyonları ve fosil yakıt tüketiminin ise negatif etkileri olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte; enflasyon değişkeninin yenilenebilir enerji üretimini pozitif etkilemekle beraber, katsayısının istatistiki olarak anlamsız olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: YENİLENEBİLİR ENERJİ, KAMU POLİTİKALARI, TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ, PANEL VERİ ANALİZİ, G-7 ÜLKELERİ

Jel Sınıflandırması: Q28, Q42, Q48

¹ Bu çalışma, 13-15 Mayıs tarihinde düzenlenen ‘EconAnadolu 2022’ konferansında sunulan bildirinin genişletilmiş ve düzenlenmiş halidir.

THE IMPORTANCE OF PUBLIC POLICIES IN RENEWABLE ENERGY GENERATION: THE CASE OF G-7 COUNTRIES

ABSTRACT

It is accepted that various policies and incentives for renewable energy production have important effects in terms of achieving the goal of low carbon economy and ensuring social consensus on this issue. In this context, the main purpose of the study is to analytically reveal the effect of public policies in renewable energy production for the period of 2000-2017. Firstly; In order to obtain the relative importance of the support and incentives given to renewable energy production, a policy index was created on the basis of the G-7 countries by using the "Principal Components Analysis" method. Next; The effects of policy index, carbon emissions, GDP, fossil fuel consumption and inflation variables on renewable energy production were analyzed with the help of the "Han and Phillips (2010) methodology". The results contain evidence that public policies have significant effects on renewable energy production and growth. In addition to this finding, in the analysis; It has been determined that GDP has positive effects on renewable energy production, while carbon emissions and fossil fuel consumption have negative effects. With this; Although the inflation variable has a positive effect on renewable energy production, its coefficient was found to be statistically insignificant.

Keywords: RENEWABLE ENERGY, PUBLIC POLICIES, PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS, PANEL DATA ANALYSIS, G-7 COUNTRIES

Jel Classifications: Q28, Q42, Q48

1. GİRİŞ

Enerji ekonomik işleyişin vazgeçilmez bir unsurudur. Gelişen ekonomik faaliyetler ve dünya nüfusunun artışı ile birlikte, enerjiye olan ihtiyaç sürekli arttırmaktadır. Enerji kaynaklarının rezervlerle sınırlı olması, dışa bağımlılık yaratması ve çevresel deformasyona sebep olması son yıllarda dünya ülkelerinde yüksek verimliliğe sahip, temiz ve düşük maliyetli enerji üretimi, ekonomik ve sosyal hayatın konuları arasındadır. Bu bağlamda enerjinin verimli kullanımı ve üretiminin geleneksel yöntemler yerine alternatif kaynaklardan karşılanması, alternatif kaynak potansiyellerinin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, enerji talebindeki artışla beraber, enerjinin hangi kaynaktan elde edildiği de yine son yıllarda tartışılan konular arasındadır. Artan talebi karşılamak için üretilen enerjinin kaynağına bakıldığında; dünyada ilk sırayı fosil kökenli enerji kaynakları almaktadır. Fosil kökenli enerji kaynaklarının kullanımı ise; enerji arz güvenliğini sağlamadaki sorunlar, gelecekteki rezerv sıkıntıları, ucuz ve verimli enerjiye ulaşımındaki güçlükler gibi birtakım problemleri beraberinde getirmektedir. Bunun yanı sıra, birincil enerji kaynağı olarak fosil yakıtların kullanılması, küresel ölçekte ciddi enerji krizlerine ve çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu ve benzeri problemlerin varlığı, son yıllarda dikkatleri daha çok yenilenebilir enerji kaynaklarına çekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, küresel ısınmanın nedeni olarak gösterilen sera gazı salınımı yaymayan veya çok düşük düzeyde yayan temiz enerji kaynakları olarak bilinmektedir. Ayrıca söz konusu enerji kaynakları, tamamen yerli enerji kaynaklarıdır. Bu çerçevede ülke ekonomisine de çeşitli katkılar yapmaktadır. Örneğin; Türkiye gibi çoğu gelişmekte olan ülkenin en önemli ekonomik sorunlarından biri olan cari açık sorununun başında, enerji ithalatı gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkili kullanımı cari açık problemi yaşayan birçok ülkede bu problemin çözülmesine katkı sağlamaktadır. Öte yandan, yenilenebilir enerji kaynakları yeni istihdam olanakları yaratmakta ve yerli sanayinin de güçlendirilmesine katkı sağlayarak, bölgesel ve kırsal kalkınmanın desteklenmesine

yardımcı olmaktadır. Yukarıda sıralanan nedenlere bağlı olarak, yenilenebilir enerji kaynakları dünya ülkelerinin gelecek enerji politikası hedefleri arasında yerini almaktadır. Bu kapsamda söz konusu enerji kaynakları yatırımlarının gerçekleştirilmesinde hem özel sektör hem de kamunun desteği büyük önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerjiye yönelik dünyada, birçok ülke hükümet politikası olarak bu alana kaynak ayırmakta ve hatta çeşitli mali ve finansal teşvikler sunmaktadır.

Çalışmada ilk olarak yenilenebilir enerjide kamu politikalarının önemi ve kamusal teşviklerin rolüne değinilmiştir. Adından bu alanda yapılmış çalışmalardan oluşan literatür taraması ortaya konulmuştur. Son olarak da yenilenebilir enerjide kamu teşviklerinin rolü, G-7 ülkeleri için analiz edilmiştir.

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİNDE KAMU POLİTİKALARININ ÖNEMİ

Yenilenebilir enerji teknolojileri; ilk kurulum maliyeti yüksek olan, büyük oranda telekomünikasyon ve dijitalleşme gerektiren, yapılmak istenen bölgeye göre halkın desteğine muhtaç olan ve uzun vadeli finansman ihtiyacına sahip bir teknoloji türüdür. Bunun yanında, yenilenebilir enerji sermaye yoğun bir sektördür. Böyle olması bir yandan finansal varlık gelişimine katkı sağlarken, diğer yandan birtakım riskleri de barındırmaktadır. Günümüzde yatırımcılar, bir yandan yenilenebilir enerji projelerine daha fazla yatırım yapmaya başlarken, diğer yandan, yatırımlardaki belirsizlik ve risk unsurlarına daha fazla önem vermektedir (Liu ve Zeng, 2017).

Yenilenebilir enerjinin; sürdürülebilirlikte ve çevre kirliliğinin azaltılmasında, enerji güvenliğinin artırılması ve yeni işlerin yaratılması gibi pek çok alanda oldukça önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Ancak bu tür enerji projelerinin finansmanı ve bağlantılı risklerin yönetimi oldukça zordur. Bu nedenle etkin bir finans ve risk yönetiminin gereği, bu alandaki enerji projelerinin başarılı bir şekilde geliştirilmesinde temel unsurlar olarak kabul edilmektedir (Lee ve Zhong, 2015: 779). Bunun yanında; sosyal kabulün sağlanması, siber güvenlik sisteminde açıkların olması gibi pek çok

sosyal ve teknolojik boyutun bir arada değerlendirilmesi, engellerin aşılması anlamında önemlidir.

Yenilenebilir enerji üretiminin önündeki en önemli engeller; finansman engeli, talep ve fiyat engeli, mevzuata bağlı engeller, teknolojik engeller, siber güvenlik engeli ve sosyal kabul engeli olarak 6 ana başlıkta ele alınabilir.

Bugün fosil enerji ağırlıklı bir ekonomik yapıda enerji dönüşümünün gerçekleşmesi, yenilenebilir enerji sektörüne önemli yatırımlar yapılmadıkça mümkün görünmemektedir (Jacobsson ve Jacobsson, 2012; Aksu, 2019:117). Bu bağlamda, uzun vadeli finansman olanaklarının olmadığı bir ortamda, söz konusu sektöre yapılacak yatırımların ertelenme ve yatırımdan vazgeçme riski bulunmaktadır. Bu riski en aza indirmek için finansman araçlarının çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Bu da ancak finansal gelişme ile sağlanabilmektedir.

Yenilenebilir enerji sektöründe faaliyet gösteren firmaların etkilendiği engellerden biri de piyasa engeli, yani fiyat engelidir. Çünkü enerji sektöründe fiyatlar, aydan aya, mevsimden mevsime ve hatta günden güne oynaklık gösterdiğinden, sektörü yakından ilgilendiren engellerin başında fiyat engeli gelmektedir (EIA, 2002: 3; Aslan ve Baykal, 2009: 97).

Yenilenebilir enerji üretiminin önündeki bir diğer engel ise mevzuata bağlı engellerdir. Yenilenebilir enerji programları nispeten daha yakın tarihli programlar oldukları için bu alanda üretimde bulunmak isteyen yatırımcıların farklı mevzuatsal ve düzenleyici davranışlarla ilgili bilgi edinebilecekleri çok az deneyimin olmasına neden olmaktadır (Holburn, 2012: 664). Yenilenebilir enerji üretimine ilişkin projelerde mevzuatsal denetim ve risk analizlerinin yapılması, söz konusu projelerin sağlıklı bir şekilde ilerleyebilmesi için önemli unsurlardan birisidir. Bu kapsamda; izin, onay ve mevzuatsal süreçler içindeki uzayan evrak yönetimi ve bu evrakların mevzuatsal açıdan değerlendirilip risklerin minimize edilmesi gerekmektedir.

Gelişen teknolojiyle beraber yenilenebilir enerji üretiminin önündeki engellerin diğerini de teknoloji engeli oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji sektörlerinin

herhangi birinde yaşanan teknolojik gelişmeler söz konusu sektörün hem kendisini hem de ona bağlı alt sektörleri yakından etkilemektedir. Bu bağlamda söz konusu sektörlerin teknolojik gelişmelere yetişememesi büyük bir engel oluşturmaktadır. Bu nedenle gelişen teknolojiyi yakından takip etmek büyük önem arz etmektedir.

Öte yandan, yenilenebilir enerji üretiminin artış göstermesiyle beraber ilerleyen yıllarda yüksek oranda akıllı elektrik şebekelerine dayalı tesislerin artacağı öngörülmektedir. Bu ise söz konusu sistemlere yönelik siber saldırı ihtimalini arttırmaktadır. Küresel anlamda elektrifikasyonun artış göstermesi sonucu yaşanan bir elektrik kesintisi bile, stratejik bir silah olarak ortaya çıkması muhtemel bir durumdur. Bu noktada yenilenebilir enerji üretiminin önündeki engellerden birisini de siber güvenlik riski oluşturmaktadır.

Yenilenebilir enerji üretiminin önündeki başka bir engel ise sosyal kabul engelidir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının sosyal olarak kabul edilemezliği yasal ve düzenleyici süreçlere ilişkin maliyetlerle birlikte projelerde gecikmelere ve hatta iptallere neden olarak yatırım riskini oluşturmaktadır. Buna göre; sosyal kabul engelini ifade eden sosyal ve kurumsal faktörler, serbestleşen enerji piyasası koşullarında yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim kapasitesinin artırılması amacına ulaşılmasının önündeki engeller ve uygulama aşamasında ortaya çıkan problemler olarak ifade edilmektedir (Peker, 2014:665).

Yenilenebilir enerji üretimine yönelik söz konusu engeller, bu sektörün devlet tarafından desteklenmesine gereksinim doğurmaktadır. Bu bağlamda yenilenebilir enerjinin yaygınlaşması ve geliştirilmesinin önündeki güçlüklerin ve engellerin azaltılması ya da ortadan kaldırılmasında, hükümet politikaları ve kamu teşvikine olan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. Bugün artık dünyada yenilenebilir enerjiye yönelik eğilimin artmasıyla beraber, birçok ülke hükümet politikası olarak bu alana kaynak ayırmakta ve hatta çeşitli mali ve finansal teşvikler sunmaktadır.

Devletin yenilenebilir enerjiyi teşvik etmesinin ve desteklemesinin en önemli nedeni bu alandaki engellerin ortadan kalkmasına yardımcı olmaktır. Fakat bunun

haricinde devletin yenilenebilir enerji üretimini desteklemesinin üç temel nedeni daha bulunmaktadır. Bunlardan ilki; yenilenebilir enerjiye dayanan yüksek üretim teknolojisi ile ekonomik gelişmenin sağlanmasıdır. İkincisi, enerji arz güvenliğini artırmak ve üçüncüsü ise, iklim ve doğayı fosil yakıtların etkilerinden kurtarmaktır (IEA, 2011; Yıldırım, 2019: 333). Ayrıca; özel kesimin maliyetlerini hafifleterek, daha fazla yatırıma yöneltmek ve kamusal faaliyetleri ülke ekonomisi için daha kapsayıcı alanlara yönlendirmek de yenilenebilir enerji üretiminin teşvik edilmesinin nedenleri arasındadır (Güzel, 2015:54).Yenilenebilir enerji üretimi artışını teşvik etmek için birçok ülke farklı teşvik ve politikalar uygulamaktadır. Bu kapsamda; düzenleyici politikalar, düşük faizli kredi ve hibe gibi mali ve finansal teşvikler, kamusal yatırımlar ve lisanssız üretim hakkı gibi politikalar örnek olarak verilebilir.

Yenilenebilir enerji üretiminin artırılması hem hükümetlerin hem de vatandaşların bu alana olan talep ve bağlılığını gerektirmektedir. Politika yapıcılar ve düzenleyiciler, piyasanın isteklerine yanıt vermeli, hedeflere yönelik ilerlemeyi izlemeli, gözden geçirmeli ve başarılar ve başarısızlıklar ışığında bir yol haritası çizmelidir. Kamu teşvikleri yenilenebilir enerji üretiminin teşvik edilmesinde önemli itici unsurdur. Ancak, düzenleyici ve kurumsal faktörlerin büyük ölçüde ekonomik faktörlere bağlı olduğu da bir gerçektir. Daha yüksek gelir (GSYİH)'ın, yenilenebilir kaynakları teşvik etmek için düzenleyici maliyetleri desteklemesi beklenmektedir (Bamati ve Raoofi, 2020: 950).

Dünyadaki yenilenebilir enerji potansiyeli hem çevresel deformasyonların giderilmesine hem de enerji arz piyasalarındaki çeşitliliğin arttırılmasına katkı sağlayacak boyuttadır. Ancak, bunun gerçekleşmesi enerji hizmetlerinin spesifik ihtiyaçlarının karşılanarak, ticari çekiciliğinin sağlanması, özellikle kırsal alanda yeni istihdam olanaklarının yaratılması ve daha çok yerel ekipmanlarla üretim fırsatlarının yaratılmasıyla yakından ilgilidir. Bununla birlikte, amaçların gerçekleştirilmesi, yenilenebilir enerji teknolojilerinin piyasaya girişindeki pek çok engelin üstesinden gelinmesine bağlı bulunmaktadır (Reddy ve Painuly, 2004:1446). Yenilenebilir enerji,

geleneksel enerjiden kaynaklı sorunların çözümünde kamu politikalarının desteğine ihtiyaç duymaktadır (Şanlı ve Armağan, 2017).

3. LİTERATÜR

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, daha çok yenilenebilir enerjinin tüketimini belirleyen faktörler üzerinde durulduğu görülmektedir. Bu bağlamda kamu politikaları ve yenilenebilir enerji üretimine ilişkin çalışmaların sınırlı sayıda olduğu gözlenmektedir. Çalışmanın arka planını oluşturan literatür ise, uygulanan kamu politikalarının yenilenebilir enerjiye etkisini içerecek şekilde oluşturulmuştur. Son yıllarda kamu politikaları ile yenilenebilir enerji ilişkisini inceleyen farklı çalışmalar yapılmıştır. Aşağıda bunlardan seçilen uluslararası ve ulusal çalışmalar, yöntem ve bulguları bağlamında ele alınmıştır.

Tablo 1. Kamu Politikaları ve Yenilenebilir Enerji İlişkisine Yönelik Literatür Özeti

| Yazarlar | Konu | Sonuç |
|---------------------------|--|--|
| Yıldırım (2019) | Net bugünkü değer (NBD) ve Geri ödeme süresi (GÖS) yaklaşımı kullanılarak YE yatırımlarının değerlendirilmesi | Teşvikler attıkça yatırım miktarlarının da artırmakta ve teşvikler azaldıkça yatırım miktarlarının ise azalmaktadır. |
| Kaya ve Bayraktar (2019) | Çin’de YE’nin yayılmasını teşvik etmek için en çok hangi teşviklerin verildiğinin incelenmesi | Çalışmada Çin’de YE yatırımlarının teşvikinde en çok kullanılan teşvik mekanizmalarını tarife garantisi sistemi, yenilenebilir enerji portfolyo sistemi, finansal sübvansiyonlar, vergi teşvikleri, kota uygulamaları ve yeşil sertifika sisteminin oluşturduğu ve bunun neticesinde ülkede YE yatırımları önemli ölçüde arttığı ifade edilmiştir. |
| Berksoy ve Akdoğan (2018) | Türkiye’de YE’nin teşvikinde kullanılan kamu politikalarının ampirik incelenmesi | Sabit fiyat garantisi, kota yükümlüğü, ihale sistemi ve vergisel teşviklerin dahil edilerek yapılan çalışma sonucunda, sadece sabit fiyat garantisi ve kota yükümlüğü teşvik mekanizmaları yenilenebilir enerji üzerinde anlamlı ve pozitif yönlü bir etkiye sahip olduğu sonucu bulunmuştur. |
| Ulusoy ve Daştan (2018) | Devlet teşviklerinin Almanya, ABD, Çin, Japonya, İngiltere, Hindistan, Norveç, AB ve Türkiye’de YE gelişimine etkisi | Araştırma sonucunda, ülkelerin sahip olduğu potansiyel farklılıkların yanı sıra tek bir teşvik türünün istenilen gelişimi sağlayamadığına yönelik sonuçlar bulunmuştur. |

| | | |
|---------------------------------|---|--|
| Çelikkaya (2017) | AB üyesi ülkelerde YE'ye sağlanan teşviklerin incelemesi | AB üyesi ülkelerinde, YE'ye sağlanan en temel teşvikin, tarife garantisi olduğu, bunun yanı sıra ise Yenilenebilir Portföy Standardının ise nispeten daha az kullanıldığı ifade edilmiştir. |
| Yılmaz ve Hotunluoğlu (2015) | Türkiye'de YE teşviklerinin, yeni yatırımlar üzerindeki etkisinin incelenmesi | Türkiye için yapılan çalışmada, teşvikler adı altında yer alan KDV istisnası, gümrük vergisi muafiyeti, vergi indirimi, faiz desteği vb. yeniliklerin YE yatırımlarını özendirdiği sonucuna ulaşılmıştır. |
| Crago ve Chernyakhovskiy (2014) | ABD'de güneş enerjisine verilen devlet teşviklerinin yatırımda rolü | Çalışmada vergi teşvikleri, indirimler, güneş enerjisi talimatları ve kredi programlarının, güneş enerjisi teknolojileri gelişimini etkileyen önemli faktörler olduğu ve vergi teşvikleri dahil tüm politika teşviklerinin güneş enerjisinin daha geniş kullanımını teşvik etmede önemli bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmıştır. |
| Barradale (2010) | Rüzgar enerjisi üretiminde üretim vergisi kredisi kullanımı | Üretim vergisi kredisi kullanılmaması durumunda, rüzgar enerjisi üretimi istenilen düzeyde gerçekleşmeyeceği ifade edilmektedir. |
| Hassett ve Metcaft (1995) | Enerji verigisi kredileri ve konut koruma | Çalışmada, Enerji yatırımları için vergi teşvik oranındaki yüzde 10'luk bir değişikliğin, yatırım ihtimalini yüzde 24 oranında artıracığı tespit edilmiştir. |

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde; yapılan çalışmaların çoğunluğunda kamu teşvikleri arttıkça yenilenebilir enerji yatırımlarının arttığına yönelik bulgulara ulaşıldığı görülmektedir. Diğer yandan, aksi sonuçlara ulaşan çalışmaların da bulunduğu saptanmıştır. Örneğin, Yıldırım (2019) Net bugünkü değer (NBD) ve Geri ödeme süresi (GÖS) yaklaşımı kullanılarak yaptığı çalışmasında, teşvikler arttıkça yatırım miktarlarının da arttığı ve teşvikler azaldıkça yatırım miktarlarının ise azaldığını gözlemlemiştir. Ulusoy ve Daştan (2018) ise, devlet teşviklerinin Almanya, ABD, Çin, Japonya, İngiltere, Hindistan, Norveç, AB ve Türkiye'de yenilenebilir enerji gelişimine etkisini inceledikleri çalışmalarında ülkelerin sahip olduğu potansiyel farklılıkların yanı sıra, tek bir teşvik türünün istenilen gelişimi sağlayamadığına yönelik sonuçlara ulaşmıştır. Diğer yandan, yenilenebilir enerji üretimi ve kamu politikalarına farklı bir bakış açısı sunan Abban ve Hasan (2021)'a göre; hükümet sistemindeki değişiklikler de yenilenebilir enerji üretimi etkilemektedir. Bu bağlamda

hem sol hem de merkez yönelimli hükümetlerin yenilenebilir enerji yatırımlarını, sağ yönelimli bir hükümetten daha fazla desteklediğini ortaya koymaktadır. Başkanlık sisteminin çevre politikalarını daha hızlı yürürlüğe koyma konusunda daha fazla yeteneğe sahip olsa da, parlamenter sistemin yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmede daha iyi bir etkiye sahip olduğu bulguları arasındadır. Sonuç olarak genel bulgular bağlamında; kamu politikalarının yenilenebilir enerji üzerindeki etkisine ilişkin literatür incelendiğinde, seçilen bölgeye ve uygulanan kamu politikasına göre sonuçların değiştiği gözlenmektedir.

4. VERİ SETİ VE METODOLOJİ

4.1.VERİ SETİ

Kamu politikaları ve yenilenebilir enerji üretimi arasındaki ilişkinin G-7 ülkeleri için incelendiği çalışmada, aşağıdaki gibi bir model oluşturulmuştur:

$$RE=F(PI, GDP, CO_2, INF, FSL) \quad (1)$$

Eşitlik (1), aşağıdaki gibi bir panel veri formunda yeniden yazılmıştır:

$$\ln RE_{it} = \beta_0i + \beta_1i PI_{it} + \beta_2i \ln GDP_{it} + \beta_3i CO_{2it} + \beta_4i INF_{it} + \beta_5i FSL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'de yer alan i , panel bireyini (ülke), t , zaman periyodunu ve ε_{it} ise sabit varyans ve sıfır ortalamaya sahip hata terimini ifade etmektedir. Çalışmada, açıklayıcı değişkenler Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'na ve literatüre uygun şekilde seçilmiş ve bu değişkenler aşağıdaki faktörlere göre sınıflandırılmıştır:

1. Ekonomik faktör olarak; reel GSYİH, enflasyon ve fosil yakıt tüketimi
2. Çevre faktörü olarak kişi başına CO₂ emisyonu
3. Düzenleyici faktör olarak devletin yenilenebilir enerji yatırımlarına verdiği mali destek ve teşvikleri ifade eden Politika Endeksi kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan Politika Endeksini oluşturmak için devletin yenilenebilir enerji yatırımlarına verdiği destek ve teşvikleri ifade eden Tablo 2'deki göstergeler kullanılmıştır.

Tablo 2: Politika Endeksinin Oluşturulmasın Kullanılan Göstergeler

| Gösterge | Elde Edildiği Kaynak |
|-------------------------|----------------------|
| Mali Teşvikler | IEA Veri Tabanı |
| Ekonomik Araçlar | IEA Veri Tabanı |
| Düzenleyici Araçlar | IEA Veri Tabanı |
| Hibeler /Sübvansiyonlar | IEA Veri Tabanı |

Devletin yenilenebilir enerji üretimine verdiği mali ve finansal destek ve teşviklerin göreceli önemini elde etmek ve G-7 ülkelerinde Politika Endeksi oluşturmak için seçilen göstergeler çerçevesinde Temel Bileşenler Analizi (PCA) yöntemi uygulanmıştır.

Temel Bileşenler Analizi ile ulaşılmak istenen hedef, x_1, x_2, \dots, x_p gibi p tane değişkeni, önemli derecede bilgi kaybına neden olmadan, bu değişkenleri temsil edebilen daha az sayıda değişkene indirgemek ve indirgenmiş yeni değişkenler ile çalışmanın amacı doğrultusunda çeşitli sonuçlara ulaşabilmektir (Alpaykut, 2017: 378).

Tablo 3: KMO ve Bartlett Testi sonuçları

| | |
|------------------------|---------------|
| KMO Testi | 0,73 |
| Bartlett Ki-Kare Testi | 50,38 (0.000) |

Değişkenlerin temel bileşenler analizine uygun olup olmadığının araştırılmasında Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), Bartlett Ki-Kare Testleri uygulanmış ve sonuçlar tablo 'de verilmiştir. Tabloya göre, KMO testi 0,73'tür. $0,73 > 0,50$ olduğu için tablo 2'deki değişkenlerimizin temel bileşenler analizi için uygun olduğunu söyleyebiliriz. Bartlett Ki-Kare Testi sonucunda ise test, istatistiki olarak anlamlıdır ve değişkenler arasında yüksek korelasyon ilişkisi mevcuttur. Yani, değişkenlerimiz temel bileşenler analizi için uygundur. 2 numaralı modelde yer alan değişkenler ve açıklamaları Tablo 4'te ifade edilmektedir:

Tablo 4: Değişkenler ve Açıklamaları

| Değişkenler | Açıklamaları | Elde Edildiği Kaynak | Beklenen İşaret |
|-------------|---|--|-----------------|
| RE | YE Üretimi (Elektrik üretim Kapasitesi (MW)) | IRENA | |
| GDP | Reel GSYİH (2010 sabit fiyatlarıyla ABD doları cinsinden) | World Bank | + |
| CO2 | Kişi Başına Karbondioksit Emisyonu | World Bank | - |
| FSL | Fosil yakıt tüketimi (toplam tüketimin içindeki % payı) | World Bank | - |
| PI | Politika Endeksi | IEA'dan alınan verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur. | + |
| INF | Enflasyon Oranı (TÜFE olarak hesaplanan % değişim) | World Bank | +/- |

Bu çalışmada analiz dönemi 2000-2017 yıllık verilerinden oluşmakta ve G-7 olarak ifade edilen Almanya, ABD, Birleşik Krallık, İtalya, Fransa, Japonya ve Kanada'yı kapsamaktadır. G7 ülkeleri, 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşma yolunda, küresel enerji piyasalarına öncülük etmesinin beklenmesi ve bu alanda taahhütlerde bulunmuş olmalarının bir sonucu olarak yenilenebilir enerji üretiminde kamu politikalarının etkinliğini ölçmek için iyi bir örnek grubu oluşturmaktadır. Bu yüzden çalışmada örneklem grubu olarak G-7 ülkeleri seçilmiştir.

4.2. METODOLOJİ

Panel veri birçok açıdan yatay kesit verileri ve zaman serilerine tercih edilmektedir. Panel veri; yatay kesit verilerine ve zaman serilerine göre daha fazla veri çeşitliliği ve serbestlik derecesi içerdiğinden daha etkin parametre tahminleri sağlamaktadır. Bunun yanı sıra karmaşık ilişkiler içeren modellerin analiz edilmesine imkân verir. Ayrıca panel veri zaman boyutundaki ilişkileri ve birimlerin spesifik bilgilerini içerdiğinden gözlemlenemeyen değişkenlerin daha kolay kontrol

edilmesini olanaklı kılar ve ekonomik davranışların dinamik yapılarını ortaya çıkararak farklı birimlere ait verileri bir araya getirerek daha tutarlı tahminlerin yapılmasını sağlar (Hsiao, 2007: 2-6; Demirci, 2018).

Çalışmada kamu politikalarının yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkilerini belirlemede Han ve Phillips (2010) tarafından geliştirilen Dinamik Panel Veri analizi kullanılmıştır. Panel verilere dayalı analiz yöntemleri arasında dinamik panel veri analizleri en çok kullanılan yöntemlerden birisini oluşturmaktadır. Dinamik panel veri modelleri ile geçmiş dönemdeki bağımlı değişkenin cari dönemdeki bağımlı değişken üzerindeki etkisi ölçülmektedir. Dinamik panel veri modelleri, statik panel veri modellerinden farklı olarak içerisinde gecikmeli değişken veya değişkenler olan modellerdir (Küçükkaya vd., 2019: 65; Tatoğlu, 2013: 65). Gecikmeli bağımlı değişkenin modele dahil edilmesi statik panel veri modellerdeki durağan olmayan kalıntı problemini ortadan kaldırmaktadır. Dinamik panel veri modeli aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\gamma_{it} = \delta\gamma_{it-1} + \chi'_{it-1}\beta + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\varepsilon_{it} = \mu_{it} + v_{it} \quad (2)$$

1 ve 2 numaralı denklemlerde yer alan i ve t indisleri, sırasıyla ülke ve zaman boyutunu ifade etmektedir. Bunun yanı sıra 2 numaralı denklemde yer alan μ_i ise, i . birim etkiyi ifade etmekte ve tüm zaman boyunca sabit olduğundan hem γ_{it} hem de γ_{it-1} bu birim etkinin bir fonksiyonudur (Baltagi, 2005, s.135).

5. AMPİRİK BULGULAR

Kamu politikaları ve yenilenebilir enerji üretimi arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada, model tahmininden önce değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklerin incelenmesi uygun görülmüştür. Bu kapsamda değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 5'te ifade edilmektedir.

Tablo 5: Tanımlayıcı İstatistikler

| Değişkenler | LRE | LGDP | CO2 | FSL | PI | INF |
|----------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Ortalama | 10.57621 | 28.87635 | 10.47386 | 78.43203 | 5.99E-17 | 1.542668 |
| Medyan | 10.56426 | 28.62604 | 9.166967 | 81.84293 | -0.367763 | 1.609554 |
| Maksimum | 12.34443 | 30.48771 | 20.17875 | 94.63330 | 5.735867 | 3.856112 |
| Minimum | 7.970049 | 27.81928 | 4.573460 | 46.22592 | -2.554445 | -1.352837 |
| Standart Sapma | 0.923500 | 0.709587 | 4.524162 | 12.62405 | 1.871112 | 1.095612 |
| Gözlem Sayısı | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 |

Tablo 5'te yer alan tanımlayıcı istatistiklerden sonra, Tablo 6'da Han ve Phillips (2010) tahmin sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6: Han ve Phillips (2010) Tahmin Sonuçları

| Bağımlı Değişken: | Yenilenebilir Enerji Üretimi | | | |
|-------------------|------------------------------|---------------|---------------|-----------------|
| Değişkenler | Katsayı | Standart Hata | Z istatistiği | Olasılık Değeri |
| LnREL1 | 1,9217 | 0,1226 | 15,67 | 0,00*** |
| lnGDP | 0,8788 | 0,4970 | 1,77 | 0,07* |
| CO ₂ | -0,1157 | 0,0513 | -2,26 | 0,02** |
| FSL | -0,0215 | 0,0102 | -2,10 | 0,03** |
| PI | 0,0933 | 0,0325 | 2,86 | 0,00* |
| INF | 0,0303 | 0,0199 | 1,52 | 0,12 |
| Wald –test | 359,86*** | | | |
| F-test | 59,97*** | | | |

Not: Tabloda ***, ** ve * işareti, ilgili test istatistiğinin sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 6'da yer alan tahmin sonuçlarına bakıldığında devletin yenilenebilir enerjiye verdiği finansal destek ve teşvikleri temsil eden politika endeksindeki %1'lik artış, yenilenebilir enerji üretimini 0,09 oranında arttırmakta ve bu sonuç istatistiki olarak da anlamlıdır. Bu sonuçlar Crago ve Chernyakhovskiy (2014) ve Berksoy ve Akdoğan (2018) ile de uyumludur. Yenilenebilir enerji talebinin dünyada artması, birçok ülkenin hükümet politikası olarak söz konusu alana kaynak ayırmasını ve bu alanı mali ve finansal teşviklerle desteklemesini gerekli kılmaktadır.

GSYİH'deki %1'lik artış yenilenebilir enerji üretimini 0,87 oranında arttırmakta ve bu sonuç istatistiki olarak da anlamlıdır. Bir ekonomik kalkınma göstergesi olarak

ifade edilen GSYİH, yenilenebilir enerji üretimini büyük oranda teşvik etmektedir. Elde edilen bu sonuçlar, Lin ve Moubarak (2014), Koçak ve Şarkgüneşi (2017) ile de uyumludur. Daha yüksek gelir düzeyi yenilenebilir enerji üretimi için gerekli maliyetlerin karşılanmasında önemli bir unsurdur. Diğer taraftan çalışmada elde edilen sonuçlar Payne (2009) ve Kesbiç ve Er (2017) ile uyuşmamaktadır. Söz konusu çalışmalarda GSYİH ve yenilenebilir enerji üretimi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Çalışmada yer alan bir diğer değişken olan karbon emisyonlarındaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji üretimini 0,11 oranında azaltmakta ve bu sonuç istatistiki olarak da anlamlıdır. Yenilenebilir enerji üretiminin arttırılmasındaki en önemli unsurlardan birini de çevresel faktörler oluşturmaktadır. Bu kapsamda karbon emisyonları ve yenilenebilir enerji üretimi arasındaki ilişkinin negatif olması beklenen bir durum olmaktadır.

Fosil yakıt tüketimindeki %1'lik artışın yenilenebilir enerji üretimini 0,02 oranında azalttığı ve bu sonuç istatistiki olarak da anlamlıdır. Bu sonuçlar, Marques vd. (2010) ile de uyumludur. Söz konusu çalışmada, fosil enerji kaynaklarının yenilenebilir enerji üretimini azalttığına yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Fosil kaynaklar ve yenilenebilir enerji kaynaklarının birbirlerinin ikamesi olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda elde edilen sonuç, beklentiyle de uyumludur.

Son olarak enflasyon değişkeni ise yenilenebilir enerji üretimini pozitif etkilemekle beraber katsayı, istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlar, Malik vd. (2014) ile karşılaştırıldığında benzerlik göstermekte fakat Yahya ve Rafiq (2019)'un çalışmalarıyla örtüşmemektedir. Buna göre literatürde, enflasyonun yenilenebilir enerji üretimine etkisine yönelik net bir uzlaşımın bulunmadığı gözlenmektedir.

6. SONUÇ

Günümüzde dünya temiz enerjiye geçiş aşamasındadır. Bu bağlamda tüketiciler temiz enerjiyi talep etmekte ve endüstriler ise bu alana yatırım

yapmaktadır. Birçok ülke gelecek yıllar için yenilenebilir enerjiye yüksek miktarlarda harcama yapmayı planlamakta ve bu doğrultuda politika hedefleri belirlemektedir. Diğer yandan, Covid-19 pandemisi de enerji kaynaklarının sürdürülebilir olması, enerji arz güvenliği ve çeşitliliğinin ne denli önemli olduğunu bir kez daha açıkça ortaya çıkarmıştır.

Bu çalışmanın ortaya konmasındaki temel amaç, G-7 ülkelerinde 2000-2017 döneminde yenilenebilir enerji üretimi ile bu alandaki kamu politikalarının arasında bir ilişkinin varlığını ampirik olarak test etmektir. Bu amaçla ilk olarak G-7 ülkelerinde devletin yenilenebilir enerji üretimine verdiği mali ve finansal destek ve teşviklerin göreceli önemini elde etmek için seçilen göstergeler çerçevesinde, “Temel Bileşenler Analizi (PCA) yöntemi” kullanılarak Politika Endeksi oluşturulmuştur. Daha sonra oluşturulan politika endeksi, GSYİH, karbon emisyonları, fosil yakıt tüketimi ve enflasyonun yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkisi Han ve Phillips (2010) yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Tahmin sonuçlarına göre, GSYİH ve politika endeksi yenilenebilir enerji üretimini pozitif etkilerken, karbon emisyonları ve fosil yakıt tüketimi yenilenebilir enerji üretimini negatif etkilemektedir. Ayrıca bu katsayılar istatistiki olarak da anlamlıdır. Fakat enflasyon değişkeni yenilenebilir enerji üretimini pozitif etkilemekle beraber katsayı, istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur.

Yenilenebilir enerji eğiliminin dünyada artmasıyla beraber, birçok ülke hükümet politikası olarak söz konusu alana kaynak ayırmakta ve çeşitli mali ve finansal teşvikler sunmaktadır. Analiz bulguları genel olarak değerlendirildiğinde çalışma, kamu politikalarının yenilenebilir enerji üretimi artışında büyük öneme sahip olduğuna dair kanıtlar içermektedir. Devletin yenilenebilir enerji üretimine verdiği teşvikler arttıkça, yenilenebilir enerji üretimi bundan pozitif etkilenmektedir. Buna göre; devletler, enerji arz güvenliğini sağlamak, iklim ve doğayı fosil yakıtların etkisinden kurtarmak ve ekonomik gelişmişliği etkin olarak gerçekleştirmek için, yenilenebilir enerji üretimini çeşitli politikalarla teşvik etmelidir.

KAYNAKÇA

- Aksu, M. (2019). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansmanında Kitleleşme Modeli: Türkiye ve Almanya Karşılaştırması. ICOAEF VI International Conference on Applied Economics and Finance & Extended With Social Sciences, November 16-17, 2019 / Burhaniye / Balıkesir (Turkey).
- Alpaykut, S. (2017). Türkiye’de İllerin Yaşam Memnuniyetinin Temel Bileşkenler Analizi ve Topsis Yöntemiyle Ölçümü Üzerine Bir İnceleme. *Journal of Suleyman Demirel University Institute of Social Sciences*, 29(4).
- Aslan, S., ve Baykal, Ö. (2009). Elektrik Piyasalarında Vadeli İşlemler ve Risk Yönetimi. *Journal of Academic Studies*, 11(40).
- Bamati, N., & Raoofi, A. (2020). Development level and the impact of technological factor on renewable energy production. *Renewable Energy*, 151, 946-955.
- Barradale, M. J. (2010). Impact of public policy uncertainty on renewable energy investment: Wind power and the production tax credit. *Energy Policy*, 38(12), 7698-7709.
- Berksoy, T., & Akdoğan, D. A. (2018). Yenilenebilir Enerjide Kamu Politikaları ve Türkiye. *Journal Of Life Economics*, 5(3), 19-42.
- Crago, C. L. ve Chernyakhovskiy, I. (2014). Solar PV Technology Adoption in the United States: An empirical investigation of state policy effectiveness. Agricultural & Applied Economics Association's, 2014 AAEA Annual Meeting, Minneapolis, MN, (July 27-29).
- Çelikkaya, A. (2017). Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerde Yenilenebilir Enerjiye Sağlanan Teşvikler Üzerine Bir İnceleme. *Sayıştay Dergisi. Ocak-Mart*, (104), 4.
- Demirci S, N. (2018). İç ve Dış Finansman Kaynaklarının Ar-Ge Harcamalarına Etkisi: BIST’e Kote Ar-Ge Yoğun Şirketler Üzerine Dinamik Panel Veri Analizi (2006-2015). *Verimlilik Dergisi*, (3), 7-30.
- EIA, (2019). Energy Information Administration

- Han, C., & Phillips, P. C. (2010). GMM estimation for dynamic panels with fixed effects and strong instruments at unity. *Econometric theory*, 26(1), 119-151.
- Hassett, K. A., & Metcalf, G. E. (1995). Energy tax credits and residential conservation investment: Evidence from panel data. *Journal of Public Economics*, 57(2), 201-217.
- Holburn, G. L. (2012). Assessing and managing regulatory risk in renewable energy: Contrasts between Canada and the United States. *Energy Policy*, 45, 654-665.
- Hsiao, C., (2007), Panel Data Analysis-Advantages and Challenges, *TEST*, 16 (1), 1-22.
- Jacobsson, R. ve Jacobsson, S. (2012) "The Emerging Funding Gap for the European Energy Sector: Will The Financial Sector Deliver?", *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 5:49- 59.
- Kaya, H. İ., & Bayraktar, Y. (2019). Hukuki Düzenlemeler, Politika Destekleri ve Mali Teşviklerin Yenilenebilir Enerjinin Gelişimindeki Rolü: Çin Halk Cumhuriyeti Örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1), 164-180.
- Kesbiç, C. Y., ve Er, A. S. (2017). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: AB Ülkeleri ve Türkiye İçin Bir Panel Veri Analizi. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 135-154.
- Koçak, E., & Şarkgüneşi, A. (2017). The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries. *Energy Policy*, 100, 51-57.
- Lee, C. W., & Zhong, J. (2015). Financing and risk management of renewable energy projects with a hybrid bond. *Renewable Energy*, 75, 779-787.
- Lin, B., & Moubarak, M. (2014). Renewable energy consumption–economic growth nexus for China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 111-117.
- Liu, X., & Zeng, M. (2017). Renewable energy investment risk evaluation model based on system dynamics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 782-788.
- Malik, I. A., Abdullah, A. B., Alam, A., Zaman, K., Kyophilavong, P., Shahbaz, M., ... & Shams, T. (2014). Turn on the lights: Macroeconomic factors affecting

- renewable energy in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 277-284.
- Marques, A. C., Fuinhas, J. A., & Manso, J. P. (2010). Motivations driving renewable energy in European countries: A panel data approach. *Energy policy*, 38(11), 6877-6885.
- Payne, J. E. (2009). On the dynamics of energy consumption and output in the US. *Applied energy*, 86(4), 575-577.
- Peker, Z. (2014). Yenilenebilir Enerji Gelişimlerinin Sosyal Boyutu. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(4), 663-691.
- Reddy, S. ve Painuly J. P. (2004). —Diffusion Of Renewable Energy Technologies— Barriers And Stakeholders' Perspectives, *Renewable Energy* (29), 1431-1447.
- Şanlı, İ. D., ve Armağan, R. (2017). Sürdürülebilir kalkınma perspektifinden yenilenebilir enerji: kamu politikalarının gerekliliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 8(19), 93-109.
- Ulusoy, A., ve Daştan, C. B. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 7(17), 123-160.
- Yahya, F., & Rafiq, M. (2019). Unraveling the contemporary drivers of renewable energy consumption: Evidence from regime types. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 38(5), 13178.
- Yıldırım, H. H. (2019). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarındaki Teşviklerin Yatırım Performansları Üzerine Etkisi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4 (3), 330-345. DOI: 10.29106/fesa.605785
- Yılmaz, O., & Hotunluoğlu, H. (2015). Yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikler ve Türkiye. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 74-97.
- Zeren, F., & Ergun, S. (2010). AB'ye Dogrudan Yabancı Yatırım Girişlerini Belirleyen Faktörler: Dinamik Panel Veri Analizi. *Business and Economics Research Journal*, 1(4), 67.