


# Yenilenebilir enerji üretimi ve destekleri üzerine bir tahmin modeli önerisi

## *A forecasting model proposal on renewable energy production and funds*

Ayten YILMAZ YALÇINER<sup>1</sup> 

Onur ÖZCAN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya/TÜRKİYE, e-mail: ayteny@sakarya.edu.tr,

<sup>2</sup> Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Karabük / TÜRKİYE, e-mail: onurozcan093@gmail.com,

### Öz

Enerji, tarih boyunca toplumların sürekli değişen ve artan ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla üzerine çok fazla araştırma ve çalışma yapılan kritik konulardan biridir. Enerji kaynaklarının doğada kısıtlı olması da tüm dünya varlıkları açısından bu önemi daha da kritik hale getirmektedir. Tüm süreçlerin temeli olan enerji, üretimden tedarik bütünü arzı ve talebi içeren alanlarda etkin bir role sahiptir. Bu durum enerjinin önemli bir ekonomik pusula olduğunun göstergesidir. Bu çalışmada, Türkiye'nin yenilenebilir enerji yeniliğinin üretim ve teşvik tabanlı gelişimi, kurulan çok değişkenli regresyon modeliyle incelenmiştir. Enerji alanında yapılan yenilikler ve farklı ülkelerin yaklaşımları ile ilgili gerçekleştirilen literatür incelemesinin ardından, Türkiye'de geliştirilen "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM)'in, yenilenebilir enerji üretimi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Çok değişkenli doğrusal regresyon yöntemi ile yenilenebilir kaynak üretimi ve bu alanda sağlanan destek arasındaki ilişki modellenmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre, Türkiye'de sağlanan enerji dönüşümü destekleriyle; biyoenerji ve fotovoltaik enerji kaynaklarının gelişimini hızla sürdürdüğünü görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Yenilenebilir Enerji, Enerji Yeniliği, YEKDEM, Çok Değişkenli Regresyon Model, SPSS

**Jel kodları:** C02, Q42, Q47.

### Abstract

Energy is one of the critical issues on which a lot of research and work has been done in order to meet the constantly changing and increasing needs of societies throughout history.. The fact that energy resources are limited in nature makes this importance even more critical for all world assets. Energy, which is the basis of all processes, has an active role in areas that include all supply and demand from production to supply. This is an indication that energy is an important economic compass. In this study, Turkey's incentive-based production and development of renewable energy innovation, established were analyzed by multivariate regression model. Following the literature review carried out about innovations and approaches of different countries in the energy field, developed in Turkey "renewable energy support mechanism", it has investigated the effects of renewable energy production. The relationship between renewable resource generation and the support provided in this field was modeled by multivariate linear regression method. According to the results obtained from the model, with the support provided energy transformation in Turkey; it has been observed that bioenergy and photovoltaic energy sources continue their development rapidly.

**Keywords:** Renewable Energy, Energy Innovation, YEKDEM, Multivariate Regression Model, SPSS

**Jel Codes:** C02, Q42, Q47.

**Citation/Atf:** YILMAZ YALÇINER, A. & ÖZCAN, O. (2021). Yenilenebilir enerji üretimi ve destekleri üzerine bir tahmin modeli önerisi. *Journal of Life Economics*. 8(2):263-272, DOI: 10.15637/jlecon.8.2.10

## 1. GİRİŞ

Yenilik, ihtiyaç ve beklentilerin değişmesiyle yönlenerek gelişen ve süreklilik gerektiren bir kavramdır. Yenilikler; tüketici için bilinmeyen ürün veya hizmetin üretilmesi, üretim sürecinde yeni metotların geliştirilmesi, hammadde ve yarı mamul kaynağı, yeni piyasaların açılması, yeni organizasyon oluşturma yönünde ortaya çıkar (Bayramoğlu,2018). Yenilikçi faaliyetler, kişi veya kurumların; ürüne, sürece ve düşünceye yönelik yenilikler ileri sürmesi ve uygulaması olarak düşünülebilir

Günümüzde gerçekleştirilen büyük değişimlerin temelinde yatan etken enerji ve sağladığı dönüşümdür. Yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar enerjinin teknolojiye dönüştürüldüğü birincil kaynaklardır. Bu kaynaklar sonlu kaynaklar oldukları gibi yoğun kullanımda çevreye zararları da oldukça fazladır.

Fosil kaynakların kullanımının getirdiği olumsuz etkilerin azaltılması ve ileride yaşanması muhtemel olan enerji yoksunluğunun önüne geçilmesi amacıyla devletler, yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik olarak adımlar atmaya başlamıştır (Köroğlu, 2013). Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanılmasına yönelik Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi sağlanmıştır.

Yenilenebilir kaynakların etkin üretilmesine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi kadar, enerjinin üretilmesi ve dağıtılmasına yönelik yenilikçi politikalarla yeni pazar oluşturma veya geliştirme de oldukça önemlidir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler bu konuda yenilikçi politikalar yürüterek özendirme çalışmaları yapmaktadır. Bu alanda sağlanan yenilikler enerji güvenliği ve çevre dostu olması açısından oldukça önemlidir.

Enerji; arz-talep, çevre, teknoloji, güvenlik ve enerji politikalarını kapsayan geniş bir konudur. Bu nedenle bu çalışmada temel enerji kaynaklarının genel durumu, yenilenebilir enerji kaynakları, ilgili teknolojik gelişmeler ve bu yeniliklerin artıları ve eksileri hem bazı ülke mukayeseleri hem de Türkiye açısından incelenmiştir. Ardından Türkiye'nin yenilenebilir enerji destekleme mekanizmasıyla sağlanan desteklerin kaynak bazında sağladığı katkı çok değişkenli doğrusal regresyon analizi ile incelenmiştir. Böylece, yenilenebilir enerji dönüşümünde devlet desteğinin kaynak tabanlı etkisinin görülmesi sağlanmıştır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

Yenilik her alanda sürekli var olan bir etken olduğu için birçok dalda çalışılmış bir konudur. Konuyla ilgili inovasyonun yoğunlaştığı alanlarda regresyon analizi kullanılarak yapılan çalışma başlıkları verilmiştir. Ardından, enerji alanında yeniliğe ilişkin yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

İnovasyon alanında regresyon analizi kullanılarak yapılan bazı çalışmalara; Çakın ve Özdemir (2015) bölgesel inovasyon performansı üzerine, Altaş ve diğ. (2018) özel sektör inovasyon sürecinde, LeBel (2008) Ar-Ge kamu politikaları ve inovasyon kapsamında, Tüylüoğlu ve Saraç (2012) inovasyonun makroekonomik etkenlerinin belirlenmesi kapsamında, Karakul ve Özaydın (2019) yeni ürün geliştirme sürecine etki eden faktörlerin değerlendirilmesi ve Chen ve Lei (2018) ülkelerin teknoloji yeniliğinin karbon emisyonu üzerine etkisi üzerine yapılan çalışmalar örnek olarak verilebilir.

Enerji alanında çevresel etkinin gözetildiği inovasyonu araştıran çalışmalar dikkat çekmektedir. Bu konuda enerji yeniliğinin karbon emisyonuna etkisinin araştırıldığı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini vurgulayan çalışmalar vardır (Solarin ve Bello, 2020; Shahbaz ve diğ. 2018; Alvarez-Heranz ve diğ. 2017). Yapılan çalışmalardan bazıları panel karşılaştırma analizleriyle ülke mukayeselerini ilişki olarak vermiştir (Garrone ve Grilli, 2010; Mensah ve diğ. 2018; Chakraborty ve Mazzanti, 2020; Ersoz ve diğ., 2016). Bu alandaki diğer çalışmalar, enerji fiyatlarının ve Ar-Ge temelli finansal desteğin enerji inovasyonuna etkisini araştırmaktadır.

Kumar ve Managi, 80 ülke için petrol fiyatlarının ilgili alandaki teknolojik gelişmeye etkisini araştırdıkları çalışmayla, petrol fiyatlarının uzun vadede yükselmesinin teknolojik ilerlemeyi de beraberinde getirdiğini görmüşlerdir(Kumar ve Managi, 2009). Lin ve Chen Çin'de gerçekleştirdikleri çalışmada, elektrik fiyatı ve sağlanan fonların yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik Ar-Ge ve patent süreçlerine olumlu etkisinin olduğunu görmüşlerdir (Lin ve Chen, 2019). Kruse ve Wetzel çalışmalarında Avrupa patent verilerini kullanarak güneş ve okyanus enerjisi teknoloji inovasyonu üzerinde enerji fiyatlarının olumlu etkisinin olduğunu bulmuşlardır (Kruse ve Wetzel, 2016).

Finansal desteğin yenilenebilir enerji inovasyonuna etkisinin araştırıldığı çalışmalar genellikle enerji Ar-Ge ve inovasyon üzerine yoğunlaşmıştır (Popp ve diğ. 2011). Bu alanda, yenilenebilir enerji teknolojilerindeki gelişmelerin sağlanmasında Ar-Ge yatırımlarının özellikle rüzgar ve güneş enerjisi üzerine olumlu etkilerinin olduğunu gösteren çalışmalar (Nicoli ve Vona, 2016; Schleich ve diğ. 2017) olduğu gibi Ar-Ge yatırımlarının ilk etapta yenilenebilir teknoloji inovasyonuna olumlu etkisini olmadığını, kamu Ar-Ge desteklerinin bu alanda öncü olduğunu gösteren çalışmalar da vardır (Böhringer ve diğ. 2017).

Enerji üretimine yönelik potansiyelin belirlenmesi ve değerlendirilmesi süreci de enerji inovasyonu ile ilgilidir. Bu alanda; yenilenebilir enerji üretim potansiyeline yönelik bölgeye ve ülkeye dayalı mukayese içe-

ren çalışmalar (Çakır, 2010; Yılmaz ve diğ. 2010; Arıl, 2016), enerji kaynağı bazında yapılan değerlendirmeler (Dmgacı ve diğ. 2017; Chehri ve Mouftah, 2013) ve yatırım analizi ve projeksiyonların değerlendirilmesine yönelik çalışmalar [Ozcan ve Ersoz, 2019; İzgeç ve diğ. 2017] da vardır.

Literatür genellikle inovasyon göstergeleri, ülkeler arası karşılaştırmalar ve bölgesel durumları içermektedir. Araştırmaya yönelik verilen finansal desteklerin inovasyona etkisi de karşılaştırmalı olarak birçok çalışmada verilmiştir. Bu çalışmada, enerji üretimi sürecinde devletin yenilenebilir enerjiden sağlanacak üretime verdiği destekten yola çıkan bir yaklaşım verilmiştir. Sağlanan desteklerden hangi kaynağın hangi seviyede faydalandırıldığı kurulan regresyon modeliyle incelenmiştir.

### 3. DÜNYA ENERJİ SEKTÖRÜNDE YENİLİK VE TÜRKİYE'DE DURUM

Enerji; toplumsal yaşamda gerekli olan, hemen hemen tüm süreçlerin içinde bulunduğu vazgeçilmez bir girdi ve hayatı kolaylaştıran bir faktördür. İnsanlar tarih boyunca, önce kendi enerjilerini kullanmışlardır. Bu süreç petrol, kömür, buhar, elektrik ve yenilenebilir enerji kaynaklarını zamanla iş süreçlerine uygun hale getirilmesiyle devam etmiştir.

Değişimin arkasındaki temel etken teknolojiadaki gelişmedir. Sanayide buhar enerjisi, motorlar için petrol enerjisi, çevreci süreçlerin geliştirilmesinde yenilenebilir enerji, ışık ve ısı enerjisi, birçok mekanik ve iletim sürecinin gerçekleşmesinde elektrik enerjisi teknoloji ve inovasyonu sayesinde etkin kullanıma uygun hale gelmiştir.

Enerji kaynağının insanların kullanımına sunulması da oldukça önemli bir husustur. Yapılan araştırmalar yaklaşık 1,4 milyara yakın insanın hala güvenli ve kesintisiz bir enerji kaynağına ulaşamadığını göstermektedir (IEA, 2017). Dünya nüfusunun 2040 yılında 9,2 milyardan daha fazla olacağı tahmin edilmektedir. Nüfusun artmasıyla, enerjiye erişim konusundaki problemlerin de artacağı düşünülebilir. Uzun vadede (2040 yılına kadar) %3.4 büyümenin beklendiği dünya ekonomisi; nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme enerjiye ve doğal kaynaklara olan talebin önemli ölçüde artacağını göstermektedir (WEO, 2018). Günümüzde ülkeler, firmalar ve bireysel tüketiciler diğer kaynaklara göre daha az maliyetli olan fosil yakıtları yoğun olarak kullanmaktadır. Uluslararası kuruluşlar tarafından (Uluslararası Enerji Ajansı, ABD Enerji İdaresi, BP, ExxonMobil vb.) yapılan çeşitli tahminlere göre, birincil enerji tüketimi içindeki petrol ve doğal gaz oranının (%70-80) uzun dönemde de korunacağı öngörülmektedir (Yüksel ve Kaygusuz, 2011). Bu süreçte yenilenebilir enerji kaynaklarının önem kazanaçağı düşünülmektedir.

Avustralya, Almanya, Yeni Zelanda, Danimarka ve İsveç gibi ülkeler yenilenebilir enerjiye önem veren bazı gelişmiş ülkelerdendir. Danimarka'nın enerji ihtiyacının %20'sinden fazlasının yenilenebilir enerjiden sağlanması, Çin'in tamamen yenilenebilir enerji kullanarak ihtiyacını sağlayan orman şehri projesi ve Almanya'da 1986 yılında Freiburg belediyesinin çatıları güneş panelleriyle döşemesi önemli örneklerdendir (Bayramoğlu,2018).

Dünya'da çevreci enerji kaynaklarına verilen değer artması, ülkelerin ve vatandaşların farkındalığının artması yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yapılan geliştirmelerin hızlanmasında oldukça önemlidir. Fakat, teknolojik yeniliğe kısa sürede duyarlılığın sağlanması pek mümkün olmayabilir. Yenilenebilir enerjinin yaygınlaşarak kullanılması ve geliştirilmesi devletlerin özendirilmesi ve toplumun benimsemesiyle daha hızlı olacaktır.

#### 3.1. Yenilenebilir enerji ve yenilik

Yenilenebilir enerji kaynakları; rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar alanı on beş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun su enerjisi olarak sınıflandırılmıştır (YEK, 2005). Bu kaynaklar doğadaki enerji dönüşümüyle kendini yenileyebilen bütün enerji kaynakları olarak da tanımlanabilir.

Enerjinin temel kaynağı güneştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını diğer enerji kaynaklarından ayıran temel faktör; stok kaynak olarak değil, belirli bir süreçte sürekli ve daha hızlı yenilenmeleridir. Bu süreçlerin gelişmesi temel olarak güneşin ilgili bölgede oluşturduğu ortam ile ilişkilidir (Ozcan ve Ersoz, 2019).

Yenilenebilir enerji konusunda 20. yüzyılın başından itibaren günümüze kadar geçen süreçte verilen önem ile büyük yol kat edildiği söylenebilir. Özellikle ülkeler arası çevreci yaklaşımlar yenilenebilir enerji kullanımına yönelik farkındalığın gelişmesine katkıda bulunarak ilgili desteklerin sürdürülmesinin de önünü açmıştır.

Yenilenebilir enerjiye ilişkin teknolojik gelişmeler ülkelerin sosyal, siyasi ve ekonomik yönden gelişmişlikleriyle de oldukça ilişkilidir. Burada ülkelerin teknoloji geliştirmeye yönelik yaklaşımları ve enerji güvenliğine verdikleri önem, yapılan enerji araştırmaları için ayrılacak harcamaların büyüklüğünün belirlenmesinde önemli bir role sahiptir. Fosil enerji rezervleri yüksek olan ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi tercih etmeyebilirler. Fakat küresel ısınma konusundaki gelecek kaygıları, nükleer enerji atıklarının depolanmasına yönelik sorunlar, enerji fiyat dalgalanmalarının etkilerine yönelik politikaları gereği yenilenebilir kaynaklar konusuna oldukça önem vermeyi de tercih edebilirler (BP, 2019). Bu durum tamamen ülke-

lerin politika ve kalifiye araştırma gücüyle alakalıdır.

Enerji konusundaki Ar-Ge uygulamalarıyla daha verimli teçhizat ve süreçler geliştirilerek enerji sürekliliğini daha güvenilir ve uygun maliyetli kaynaklarla sağlamayı hedeflenmektedir. Bu konuda; akıllı şebekeler, akıllı ev aletlerinin geliştirilmesi, biyoenerji yakıtlarının verimliliği, yeni depolama teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar sürdürülmektedir (Teke, 2019; Koç ve diğ. 2018).

Dünya genelinde enerji Ar-Ge harcamaları oranı açısından; Japonya, Kanada, Güney Kore, Fransa ve Finlandiya gibi ülkeler başı çekerken, Amerika ve Çin harcama bazında başı çeken ülkeler olmuştur (WEO, 2018).

Yenilenebilir enerji araştırma yönelimleri açısından; ABD ve Rusya'nın diğer kaynaklara önem vermekle birlikte biyoenerji üzerine durduğu söylenebilir. İngiltere, Danimarka ve Almanya'nın rüzgar enerjisine önem verdiği Hindistan'ın gel-git enerjisi üzerinde durduğu söylenebilir (Teke, 2013; BP, 2019). İtalya ve Türkiye coğrafi konum avantajı ve birçok yenilenebilir kaynağın daha verimli kullanımı avantajına sahip olmaları sebebiyle farklı alanlarda enerji Ar-Ge harcamalarını arttırmaktadır.

Enerji üretim potansiyellerinin düşük olmasına rağmen Almanya, Japonya ve Norveç gibi ülkeler fotovoltaik yatırımlara oldukça önem vermekte ve bu alanda Ar-Ge süreçlerini sürdürmektedirler. Bu durum, aslında yenilenebilir enerji konusundaki ilerlemenin en çok güneş enerjisinden faydalanmaya yönelik teknolojilerin geliştirilmesi ve kaynak kullanımı üzerine olacağını gösterir niteliktedir. Ayrıca, Türkiye için de ilerlemenin güneş enerjisine yönelik süreçlerde olacağı öngörülmektedir (Koç ve diğ. 2018)

### 3.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji ve YEKDEM

Türkiye'de yenilenebilir enerji üretimine verilen önem sürekli artmaktadır. Kaynakların kullanılmasına ilişkin çalışmalar, kanunlar ve belirlenen hedeflerle desteklenmektedir. Türkiye'nin 2023 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynakların kullanılmasına yönelik başlıca hedefleri (CBYO, 2020);

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının yükseltilmesi,
- Teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek hidroelektrik potansiyelin tamamının elektrik üretiminde kullanılması,
- Rüzgar enerjisi kurulu gücünün 20 000 MW'a çıkarılması,
- Elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesinin 110 000 MW'ın üzerine çıkarılması,

Toplam elektrik üretiminin 400 milyar kWh'ye yükseltilmesi olarak özetlenebilir.

Belirlenen hedefler doğrultusunda yenilenebilir enerji kanunuyla, yenilenebilir enerji kaynakların kullanılarak elektrik üretiminin sağlanmasına yönelik olarak bazı teşvikler getirmiştir. Değişen ülke dinamiklerine uyum sağlamak ve yenilenebilir enerjiyi daha cazip hale getirmek için "Yenilenebilir Enerji Destekleme Mekanizması" yenilenebilir enerji kanununa bağlı olarak kurulmuştur (YEK, 2005). Böylece ilgili teşvikler enerji kaynağı temelinde çeşitlendirilerek, bu konuda ulusal geliştirmelerin yapılmasının önü açılmıştır (Özcan ve Ersoz, 2019).

YEKDEM ile Türkiye, lisanslı veya lisanssız elektrik üretimi yönetmeliğine göre yenilenebilir enerji üretimi faaliyetinde olanların avantajlı enerji satış fiyatıyla belirlenen sürelerde desteklemeyi ve bu alanda yatırıma özendirilmeyi hedeflemiştir (EPDK, 2020).

Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve bu kaynaklardan enerji üretiminin özendirilmesi sürecinde geliştirdiği teşvik mekanizması ile (YEK, 2005; Yılmaz ve Hotunluoğlu, 2015);

- Her yenilenebilir enerji kaynağı için eşit olmak suretiyle yeni sabit fiyat garantisi getirilmiştir. Üreticiler (gerçek veya tüzel kişilik) ürettikleri elektrik enerjisini dağıtım sistemine göndermeleri halinde Tablo 1'de yer alan cetvelde sabit alım fiyatlandırmasından 10 yıl süre ile faydalanabileceklerdir.
- Lisans sahibi üreticiler işletmeye başlanan tesislerinde kullandıkları mekanik, elektro-mekanik aksamın yurt içinde üretilmesi halinde, üretim tesislerinden iletim/dağıtım sistemine gönderdikleri elektrik enerjisine Tablo 1'deki fiyatlara ek olarak, yerli malzeme katkı ilavesi eklenerek sabit fiyat garantisi sağlanmıştır.
- Yatırım ve işletme halinde olan (2020 yılına kadar kurulacak, ilk 10 yıl) tesislerin; kira, irtifak hakkı ve diğer kullanım izni bedellerinde %85'lik indirim uygulanmıştır.

Sağlanan destekler Tablo 1'de verilmiştir. İlgili destekler 31.12.2020 tarihinden önce işleme başlayan YEK destekleme mekanizmasına tabi olan YEK belgeli tesisleri kapsamaktadır. 2019 yılında yapılan değişiklik, YEK tesisinin kendi abone grubuna göre Enerji Piyasası Denetleme kurumu tarafından ilan edilen enerji bedeli üzerinden fazladan üretilen elektrik satışını gerçekleştirmesi sağlanmıştır. Satış desteği tesisin işletmeye girişi tarihinden itibaren on yıldır.

YEK ile sağlanan lisanssız üretim desteği sabit lisans ve yıllık üretim üzerinden alınan kilovat başına lisans ücreti muafiyeti sağlamaktadır. 5MW'a kadar kurulu güce sahip YEK tesisleri bu muafiyetten faydalanabilmektedirler (2019 yılı öncesi bu muafiyet 1MW'a kadar idi).

**Tablo 1.** Yenilenebilir Enerji Kanunu Devlet Fiyat Garantisi

Yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesisi tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD doları cent/ kWh)
Hidroelektrik üretimi tesisi	7,3
Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
Biyokütle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

**Kaynak:** YEK, 2005. Yenilenebilir Enerji Kanunu-Resmi Gazete, 25819. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/05/20050518-1.htm> (Erişim Tarihi: Kasım 2020).

Türkiye’de 2019 yılı Aralık itibarıyla bölgelere göre lisanssız yenilenebilir enerji kurulu gücü Tablo 2’de verilmiştir. Lisanssız üretim kapsamında kurulu gücün en çok güneş enerjisinden tüm bölgelerde sağlandığı görülmektedir. Bu enerji kaynağından İç Anadolu, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yoğun olarak lisanssız üretim yapıldığı görülmektedir.

Rüzgar enerjisi YEKDEM ve lisanssız üretim muafiyetinden Türkiye’de en çok faydalanılan ikinci yenilenebilir kaynaktır. Marmara, Ege ve Karadeniz Bölgelerinde yoğun olarak lisanssız kurulu güç vardır. Biyokütle enerjisi Türkiye’nin tüm bölgelerinde lisanssız üretim kurulu gücüne sahip yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

Türkiye’de devlet tarafından desteklenen lisanssız üretim desteğinin üzerindeki kurulu güç miktarlarında üretimin olması sebebiyle hidroelektrik enerji lisanssız üretim miktarı oldukça azdır. Hidroelektrik üretimi genellikle lisanslı üretim sürecine tabidir.

**Tablo 2.** Türkiye’nin Bölgelere Göre Lisanssız Yenilenebilir Enerji Kurulu Gücü

	Biyokütle (MW)	Güneş (MW)	Hidroelektrik (MW)	Rüzgar (MW)
Marmara Bölgesi	6,97	308,46	6,6	43,21
Karadeniz Bölgesi	5,98	118,75	2,26	9,2
Ege Bölgesi	15,15	1068,45	0	31,52
İç Anadolu Bölgesi	20,4	1970,85	2,07	1,5
Akdeniz Bölgesi	37,77	591,88	0	1
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	1,2	688,94	0	0
Doğu Anadolu Bölgesi	2,4	489,82	0	0

**Kaynak:** EPDK, Elektrik piyasası aylık sektör raporları, (2019).

## 4. METODOLOJİ

Çalışmada, Türkiye’nin YEKDEM desteklerinden yola çıkılarak yenilenebilir enerji inovasyonunun değerlendirilmesine yönelik bir tahmin modeli kurulmuştur. Modelin kurulmasında IBM SPSS programından faydalanılmıştır. Yapılan analizde “Enerji Piyasası Denetleme Kurumu” (EPDK) YEKDEM verileri kullanılmıştır (EPDK, 2019). Veriler 2017-2019 yılları için aylık olarak alınmış olup 36 aylık bir süreci kapsamaktadır. Bağımlı değişken Aylık YEKDEM desteği miktarıdır. Bağımlı değişkene etki eden değişkenler YEKDEM desteğine tabi olan lisanslı ve lisanssız; Rüzgar, hidroelektrik, güneş, jeotermal ve biyoenerji kaynaklarının megavat cinsinden aylık üretim verilerinden oluşmaktadır.

### 4.1. Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon

Çoklu regresyon ilgilenilen bağımlı değişken ile bu değişkene etkisi olduğu düşünülen bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi gösteren tahmin yöntemidir. Regresyon modeli denklem (1) deki gibi ifade edilebilir.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + e \quad (1)$$

Burada “Y” bağımlı değişkeni, “xi” bağımsız değişkenleri, “βi” tahmin değerlerini, “e” hata terimini ifade etmektedir. Bu modelin stokastik olduğunu “e” ifade eder. Modele dahil olmayan değişkenleri içerir. Ayrıca, model hatalarının etkisini de ifade etmektedir (Kalaycı, 2016).

Modele ilişkin iki farklı hipotez kurulabilir. H0 hipotezi ilgili βi regresyon katsayılarının sıfıra eşit olduğu durumu ifade eder. H1 hipotezi βi katsayılarından en az birinin sıfırdan farklı olduğu durumları ifade eder. Parametrelerin anlamlılığını test etmek için t testi kullanılabilir. Modelin anlamlılığı testinde ise F testine bakılır (Kalaycı, 2016; Ersöz ve Ersöz, 2019).

Kurulan modelin bağımsız değişkenler tarafından yüzde kaçının açıklanabildiği belirlilik katsayısı R2 ile görülür. Çok değişkenli doğrusal regresyon mode-

Tablo 3. Model Özeti

Model	R	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>
1	,967 <sup>a</sup>	,935	,913
2	,967 <sup>b</sup>	,935	,916
3	,967 <sup>c</sup>	,935	,919
4	,967 <sup>d</sup>	,935	,922
5	,966 <sup>e</sup>	,934	,923
6	,966 <sup>f</sup>	,933	,924

a. Tüm bağımsız değişkenler dahil edildi.; b. Hidrolik\_Lsz çıkarıldı.; c. Rüzgar\_Lsz çıkarıldı.; d. jeotermal çıkarıldı.; e. Güneş çıkarıldı.; f. Biyokütle\_Lsz çıkarıldı.

Tablo 4. Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık	
1	Regression	3,22E+19	9	3,57E+18	41,876	,000
	Residual	2,22E+18	26	8,54E+16		
	Total	3,44E+19	35			
6	Regression	3,21E+19	4	8,02E+18	107,093	,000
	Residual	2,32E+18	31	7,49E+16		
	Total	3,44E+19	35			

linde modele bağımsız değişken eklendikçe R2 değeri artacaktır. Bu durumda düzeltilmiş R2 'ye bakılması daha doğru olacaktır.

## 5. BULGULAR

Bağımlı değişkenin tahmininde en çok etkiye sahip olan bağımsız değişkenlerin belirlenmesi amacıyla SPSS programında Backward yöntemi kullanılmıştır. YEKDEM için hesaplanan eşitlik şu şekildedir;

$$\beta_0 + \beta_1 (\text{biyokütle}) + \beta_{-2} (\text{Güneş}) + \beta_3 (\text{Hidrolik}) + \beta_4 (\text{Jeotermal}) + \beta_5 (\text{Rüzgar}) + \beta_6 (\text{Güneş_Lsz}) + \beta_7 (\text{Biyokütle_Lsz}) + \beta_8 (\text{Rüzgar_Lsz}) + \beta_9 (\text{Hidrolik_Lsz}) + e \quad (2)$$

İlk aşama ilgili regresyon modeli (2) numaralı denklemin gibidir. Değişken çıkartılarak oluşturulan modellere ilişkin özet Tablo 3'te verilmiştir.

Modelin açıklayıcılığına ilişkin değişim R2 değerlerinden görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin sayıca fazla olması nedeniyle "Adjusted R2" değerine bakmak daha sağlıklı olacaktır. Geriye doğru oluşturulan son model incelendiğinde, bağımlı değişkendeki değişimin %92,4'ünün modeldeki bağımsız değişkenler tarafından açıklandığı görülmüştür.

Tablo 4'te oluşturulan ilk ve son modele ilişkin modelin anlamlılığı verilmiştir. Model 6 incelendiğinde F=107,093 değeri için %95 güvenirlilik düzeyinde an-

Tablo 5. Değişkenler Arası Korelasyon

	YEKDEM	Biyokütle	Hidrolik	Rüzgâr	Güneş_LS	
Pearson Korelasyonu	YEKDEM	1,000	,830	,657	,215	,654
	Biyokütle	,830	1,000	,268	,214	,636
	Hidrolik	,657	,268	1,000	-,191	,233
	Rüzgâr	,215	,214	-,191	1,000	,163
	Güneş_Lsz	,654	,636	,233	,163	1,000

**Tablo 6.** Katsayılar Tablosu

Model 6	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	Anlamlılık	Collinearity Statistics	
	B	Standart Hata	Beta			Tolerans	VIF
(sabit)	-2,427E+09	2,868E+08		-8,461	,000		
Biyokütle	1,464E+03	1,622E+03	,563	9,025	,000	,559	1,789
Hidrolik	3,541E+02	3,558E+01	,502	9,953	,000	,855	1,169
Rüzgâr	4,125E+02	1,241E+02	,165	3,326	,002	,884	1,131
Güneş_Lsz	4,793E+02	1,915E+02	,152	2,502	,018	,589	1,698

lamli bir model kurulduğu söylenebilir. Çok değişkenli regresyon modeli için daha önce ifade edilen H1 hipotezi kabul edilir.

Çok değişkenli doğrusal regresyon modelinde bağımsız değişkenler arası güçlü bir korelasyonun olmaması istenir. Bu durumun araştırılması nihai model olan Model 6 ya dahil olan bağımsız değişkenler için Tablo 5'te verilmiştir.

Bağımsız değişkenler arasında %80'in üzerinde bir ilişki varsa bu durum çoklu bağlantı problemini doğurur. Bu durumun olması bağımsız değişkenlerin modele katkısının benzerlik göstermesine neden olur (Kalaycı, 2016). Oluşturulan regresyon modelinde bağımsız değişkenler arası yakın ilişkinin bulunmadığı söylenilebilir.

Modele dahil edilen değişkenlerin %95 güvenilirlikle anlamlı oldukları Tablo 6'da görülmektedir. Sabit terim "-2,427E+09"dir. Bu durum, bağımsız değişkenlerin sıfır olduğu düşünüldüğünde YEKDEM in dağıtılmayacağını göstermektedir. Lisanssız güneş enerjisinden elektrik üretimi sürecinde 1 birimlik artış düşünülün. Modelden yola çıkarak 1 megavat üretiminde yaklaşık olarak 479,3 para birimlik bir desteğin sağlanacağı söylenebilir.

Tablo 6'da bakılacak olan önemli istatistiklerden birisi de tolerans ve VIF değeridir. Bu değerler çoklu doğrusal bağlantı sorununun olup olmadığını gösterir. Yüksek VIF değeri ve düşük tolerans değerleri bir sorun olduğunun göstergesidir. VIF değerinin 10'un altında olduğu durumlar için çoklu bağlantı olmadığı söylenebilir (Kalaycı, 2016; Ersöz ve Ersöz, 2019; Tabachnick ve diğ. 2007). Model 6 için çoklu doğrusal bağlantının olmadığı söylenebilir.

Bağımsız değişkenlerin YEKDEM tahminindeki etkisi "Beta" değeri ile değerlendirilir. Buna göre Türkiye'de YEKDEM desteklerinden faydalandırılan kaynaklar

modeldeki etki seviyesine göre; biyokütle, hidrolik, rüzgar enerjisi lisanslı üretim kaynakları ile güneş enerjisinin lisanssız üretimidir.

## 6. SONUÇ

Tüm süreçlerin temeli olan enerji, üretimden tedariğe bütün arzı ve talebi içeren alanlarda etkin bir role sahiptir. Bu durum enerjinin önemli bir ekonomik pusula olduğunun göstergesidir. Enerjinin elde edildiği kaynak, ulaşılrken geçirdiği süreç ve sağladığı sürekliliğe en büyük etken inovasyondur. Enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve tüketiminin kolaylaştırılarak özendirilmesi de inovasyonun bir parçasıdır.

Fosil kaynakların sonlu kaynaklar olması, yenilenebilir enerji kullanımını da arttırmıştır. Fakat, teçhizat verimliliği ve maliyeti bu kaynaklara yatırım yapılmasını güçleştirmektedir. Bu durum, enerji dönüşümünü de yavaşlatmaktadır. Buradaki en önemli görev devlete düşmektedir. Devlet yenilenebilir enerji alanında çalışmak isteyen girişimciyi cesaretlendirmeye yönelik politikalar yürüterek bu süreci desteklemelidir.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynağı potansiyeli açısından oldukça şanslı bir ülkedir; özellikle hidroelektrik, güneş ve rüzgar enerjisinin etkin kullanılması hem sektörel güvenlik hem de enerji bağımsızlığı açısından oldukça önemlidir. Türkiye'nin enerji konusundaki dışa bağımlılığının azaltılması adına önemli ve stratejik bir adım olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi şarttır.

Vizyon 2023 kapsamında Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi içerisindeki payının en az yüzde 40 seviyesine ulaştırılması planlanmaktadır. Bu hedefe ulaşmak adına stratejik adımlar atılması, yerli kaynakları teşvik edecek enerji politikalarının geliştirilmesi faydalı olacaktır. Bu kapsamda son zamanlarda ülkemizde yenilenebilir enerji gücünde yaşanan artışın en büyük sebeplerinden birisi olan YEKDEM'in katkılarını tekrar vurgulamak yerinde olacaktır. Bu mekanizmanın süresinin dolması halin-

de yeni mekanizmalar ile bu kapsamdaki artışın hız kesmeden devam ettirilmesi yönünde çabaların önemi büyüktür.

Türkiye’de YEKDEM desteğinden faydalanan yenilenebilir enerji kaynakları bölgesel ölçekte incelendiğinde; güneş enerjisinden elektrik üretimine yönelik desteklerden Türkiye’nin bütün bölgelerinde faydalandığı görülmektedir. Özellikle lisanssız enerji üretiminin İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgesinde yoğunlaştığı görülmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye’nin enerji inovasyonu sürecinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi YEKDEM ile sağlanan kW başına satış destekleri ve kaynak bazında YEKDEM üretimi verileri kullanılarak kurulan regresyon modeli ile araştırılmıştır. (YEKDEM mekanizmasının son bulması halinde-2021 yılı ortalarında gibi tahmin edilmektedir- ileride farklı zamanlarda, farklı formlarda ortaya çıkacak olan mekanizmalar ya da oluşumlar için yol gösterici olacağı düşünülmektedir.)

Çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde; biyokütle, hidrolik, rüzgar enerjisi lisanslı ve güneş enerjisi lisanssız elektrik üretimi miktarları ile YEKDEM destek miktarları arasında doğrusal bir ilişki modelinin kurulabildiği görülmüştür. YEKDEM ile sağlanan desteklerin aylık periyotlarla tahmini modelinde en büyük etkiyi lisanslı biyokütle kaynağından üretilen enerjiden olduğu görülmüştür. Bu kaynağı sırasıyla, lisanslı hidroelektrik ve rüzgar enerjisi izlediği görülmüştür. Ayrıca, modelin kurulmasında lisanssız güneş enerjisi üretiminin de etkisi olduğu görülmüştür.

Türkiye’nin en fazla güneş ve biyoenerji alanında üretime yönelik YEKDEM desteği sunduğu hem kurulan regresyon modeli (değişken katsayıları) hem de ilgili mevzuatta görülmektedir. Benzer sonuçlara kurulan modelde de ulaşmak mümkündür. Bu enerji kaynaklarını; Rüzgar ve hidroelektrik enerji kaynakları takip etmektedir.

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarından özellikle elektrik enerjisi üretilmesi konusunda oldukça somut adımlar atmıştır. Geliştirilen destekleme mekanizmalarının uzun vadeli geri ödeme sürelerine sahip olan güneş (fotovoltaik) ve rüzgar enerjisi gibi yatırım alternatiflerini değerlendiren özel sektörün veya kendi enerji ihtiyacını karşılamaya yönelik yatırımcıların ilgisini çektiği söylenebilir. Bu vesileyle yapılan enerji yeniliğinin Türkiye için fotovoltaik enerji, biyoenerji ve rüzgar enerjisi üçgeninde sürdürüleceği söylenebilir.

Gelecek çalışması olarak, inovatif ve yenilenebilir enerji yönetimi yaklaşımı kapsamında büyük veri, sensörler, bulut bilişim, yapay zeka, veri madenciliği, IoT, VR teknolojileri gibi Endüstri 4.0 teknolojilerinden destek alarak enerji üretimi/tüketimi arasında

denge oluşturulması, kapasite planlaması, öngörü ve tahmin işlemleri, karar alma gibi önemli yönetsel faaliyetlerin daha isabetli ve yön verici olması amacıyla yol gösterici, stratejik ve kritik sonuçlara götürecektir uygulamalar geliştirilmesi önerilebilir. Enerji sektöründeki artan verilerin eldesi, işlenmesi, yorumlanması ve depolanması gibi faaliyetlerde güncel teknolojilerden destek almak süreçlerde kolaylıklar sağlayacaktır.

Günümüzün en önemli sorunlarından olan enerji konusuna yönelik olarak zeki tahmin ve karar verme süreçlerinin yanında, akıllı enerji sistemleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının hibrit kullanımında sezgisel modeller, zeki kontrol mekanizmalarının ve modellerinin geliştirilmesi de gelecek çalışması önerisi olarak sunulabilir.

## KAYNAKÇA

- ALTAŞ, D., & YAKUT, S.G. & YORULMAZ, Ö. (2018). Araştırma Geliştirmeye Bütçe Ayıran Şirketlerin Çok Değişkenli İstatistiksel Teknikler İle Analizi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*.7, 47–54.
- ALVAREZ-HERRANZ, A., & BALSALOBRE-LORENTE, D., & SHAHBAZ, M. & CANTOS, J.M. (2017). Energy innovation and Renewable Energy Consumption in the Correction of Air Pollution Levels. *Energy Policy*. 105.386–397. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.009>.
- ARIK, A. (2016). *Yenilenebilir Enerji Politikalarının Sürdürülebilirliği: AB Ülkeleri ve Türkiye Açısından Bir Değerlendirme*. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- BAYRAMOĞLU, T. (2018). Enerji ve İnovasyon. *İnovasyon Ekonomi ve Sosyal Eğilimler*. 27-60.
- BÖHRINGER, C., & CUNTZ, A., & HARHOFF, D. & ASANE-OTOO, E. (2017). The Impact of The German Feed-in Tariff Scheme on Innovation: Evidence Based on Patent Filings in Renewable Energy Technologies. *Energy Economics*. 67, 545–553. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.09.001>.
- BP Energy Outlook. (2019). BP Energy. <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/bp-energy-outlook-2019.html> (Erişim Tarihi: 01.03.2021)
- CBYO. T.C. Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi. Yenilenebilir Enerji Yatırım hedefi. <https://www.invest.gov.tr/tr/news/news-from-turkey/sayfalar/030114-turkey-installed-power-30-percent-renewables-2023.aspx>. (Erişim Tarihi: 20.02.2021).
- CHAKRABORTY, S.K. & MAZZANTI, M. (2020). Energy Intensity and Green Energy Innovation:



- Checking Heterogeneous Country Effects in The OECD. *Structural Change and Economic Dynamics*. 52, 328–343. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2019.12.002>.
- CHEHRI, A. & MOUFTAH, H.T. (2013). FEMAN: Fuzzy-Based Energy Management System For Green Houses Using Hybrid Grid Solar power. *Journal of Renewable Energy*.1–6. <https://doi.org/10.1155/2013/785636>.
  - CHEN, W. & LEI, Y. (2018). The Impacts of Renewable Energy and Technological Innovation on Environment-Energy-Growth Nexus: New Evidence From A Panel Quantile Regression, *Journal of Renewable Energy*. 123, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.026>.
  - ÇAKIN, E. & ÖZDEMİR, A. (2015). Bölgesel Gelişmişlikte Ar-Ge ve İnovasyonun Rolü: DEMATEL Tabanlı Analitik Ağ Süreci (DANP) ve TOPSIS Yöntemleri İle Bölgelerarası Bir Analiz. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.30.
  - ÇAKIR, M.T. (2010). Türkiye'nin Rüzgar Enerji Potansiyeli ve AB Ülkeleri İçindeki Yeri. *Politeknik Dergisi*. 13. 287–293.
  - DAMGACI, E., & BORAN, K., & EMRE BORAN, & F. (2017). Sezgisel Bulanık Topsis Yöntemi Kullanarak Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi*. 20, 629–637. <https://doi.org/10.2339/POLITEKNIK.339389>.
  - EPDK, YEKDEM. (2020). <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-72-3/elektrikyekdem> (Erişim tarihi: 10.11.2020).
  - EPDK. Elektrik piyasası aylık sektör raporları. (2019). Türkiye Cumhuriyeti Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23-3/elektrikaylik-sektor-raporlar> (Erişim tarihi: 10.11. 2020).
  - ERSÖZ, F., & BAYRAKTAR, T., & ERSÖZ, T. (2016). Dünyada ve Türkiye'de İnovasyon Göstergelerinin Analizi - An Analysis of Innovation on World and Turkey. *Yeni Türkiye Dergisi*. - Bilim ve Teknol. Özel Sayısı - II.
  - ERSÖZ, F. & ERSÖZ, T. (2019). *İstatistik-I*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
  - GARRONE, P. & GRILLI, L. (2010). *Is there a Relationship Between Public Expenditures in Energy R&D and Carbon Emissions Per GDP An Empirical Investigation*. *Energy Policy*. 38, 5600–5613. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.04.057>.
  - IEA, WEO. (2017). Special Report: Energy Access Outlook – analysis. Int. Energy Agency. (2017). <https://www.iea.org/reports/energy-access-outlook-2017> (Erişim tarihi: Ekim, 2020).
  - IZGEÇ, M.M., & EMRE, T., SÖZEN, A. & ÖMÜRGÖNÜLŞEN, M. (2017). Financial Sustainability Analysis of Renewable Energy Plant Applications. *Energy Sources, Part B, Econ. Planning, Policy*. 12, 895–902. <https://doi.org/10.1080/15567249.2017.1321700>.
  - KALAYCI, Ş. (2016). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
  - KARAKUL, A. & ÖZAYDIN, G. (2019). Türkiye'nin İnovasyon Göstergeleri Arasındaki İlişkilerin Değişen Varyans Problemlili Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon ile Modellenmesi. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilim. Fakültesi Dergisi*. 2. 125–139. <http://dergipark.org.tr/en/pub/ikacuibfd/issue/50123/568527>.
  - KOÇ, A., & YAĞLI, H., & KOÇ, Y. & UĞURLU, İ. (2018). Dünyada ve Türkiye'de Enerji Görünümünün Genel Değerlendirilmesi. *Mühendis ve Makina*. 59, 86–114. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/muhendisimakina/issue/48388/614281>.
  - KÖROĞLU AYDINLI, F. (2013). *Supporting Renewable Energy: The Role Of Incentive Mechanisms*. Middle East Technical University. <https://open.metu.edu.tr/bitstream/handle/11511/23150/index.pdf> (Erişim Tarihi: 01.03.2021).
  - KRUSE, J. & WETZEL, H. (2016). Energy Prices, Technological Knowledge, and Innovation in Green Energy Technologies: a Dynamic Panel Analysis of European Patent Data. *CESifo Economic Studies* 62. 397–425. <https://doi.org/10.1093/cesifo/ifv021>.
  - KUMAR, S. & MANAGI, S. (2009).Energy Price-Induced and Exogenous Technological Change: Assessing The Economic and Environmental Outcomes. *Resource and Energy Economics*. 31.334–353. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2009.05.001>.
  - LEBEL, P. (2008). The Role of Creative Innovation in Economic Growth: Some International Comparisons. *Journal of Asian Economics*.19, 334–347. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2008.04.005>.
  - LIN, B. & CHEN, Y. (2019). Does Electricity Price Matter For Innovation in Renewable Energy Technologies in China . *Energy Economics*. 78, 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.11.014>.
  - MENSAH, C.N., LONG, X., BOAMAH, K.B., BEDİAKO, I.A., DAUDA, L. & SALMAN, M. (2018). The Effect of Innovation on CO2 Emissions of OCED Countries from 1990 to 2014. *Environmental Science and Pollution Research*. 25. 29678–29698. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-29678-2>.

- [org/10.1007/s11356-018-2968-0](https://doi.org/10.1007/s11356-018-2968-0).
- NICOLLI, F. & VONA, F. (2016). Heterogeneous Policies, Heterogeneous Technologies: The Case of Renewable Energy. *Energy Economics*. 56, 190–204. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.03.007>.
  - OZCAN, O. & ERSÖZ, F. (2019). Project and Cost-Based Evaluation of Solar Energy Performance in Three Different Geographical Regions of Turkey: Investment Analysis Application. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. 22, 1098–1106. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.04.001>.
  - POPP, D., & HASCIC, I. & MEDHI, N. (2011). Technology and the Diffusion of Renewable energy. *Energy Economics*. 33, 648–662. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.08.007>.
  - SCHLEICH, J., WALZ, R. & RAGWITZ, M. (2017). Effects of Policies on Patenting in Wind-Power Technologies. *Energy Policy*. 108, 684–695. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.043>.
  - SHAHBAZ, M., & NASIR, M.A. & ROUBAUD, D. (2018). Environmental Degradation in France: The Effects of FDI, Financial Development, and Energy Innovations. *Energy Economics*. 74, 843–857. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.020>.
  - SOLARIN, S.A. & BELLO, M.O. (2020). Energy Innovations and Environmental Sustainability in the U.S.: The Roles of Immigration and Economic Expansion Using A Maximum Likelihood Method. *Sci. Total Environ*. 712, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135594>.
  - TABACHNICK, B.G., FIDELL, L.S. & ULLMAN, J.B. (2007). *Using Multivariate Statistics*. Pearson. Boston.
  - TEKE, O. (2013). Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Ar-Ge Stratejilerinin Değerlendirilmesi. *Mühendis ve Makina*, 54-63. [http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/e841a277f10be7a\\_ek.pdf?-dergi=1350](http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e841a277f10be7a_ek.pdf?-dergi=1350)
  - TÜYLÜOĞLU, Ş. & SARAC, Ş. (2012). Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde İnovasyonun Belirleyicileri: Ampirik Bir Analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 7, 39–74.
  - WEO, World Energy Outlook 2018 Analysis. (2018). International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018> (Erişim tarihi: Aralık, 2020).
  - YEK, Yenilenebilir Enerji Kanunu. (2005). Resmi Gazete .25819. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/05/20050518-1.htm> (Erişim Tarihi: Kasım 2020).
  - YILMAZ, O. & HOTUNLUOĞLU, H. (2015). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 2, 74–97. <https://doi.org/10.30803/adusobed.188787>.
  - YILMAZ, U., DEMİRÖREN, A. & ZEYNELGİL, H.L. (2010). Gökçeada’da Yenilenebilir Enerji Kaynakları İle Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyelinin Araştırılması. *Politeknoloji Dergisi*. 13, 215–223.
  - YÜKSEL, İ. & KAYGUSUZ, K. (2011). Renewable Energy Sources For Clean and Sustainable Energy Policies in Turkey. *Renewable Sustainable Energy Review*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.007>.