

## Güneş Enerjisi Üretimi ve Ekonomik Büyüme: AB Ülkeleri için Bir Analiz

**Meryem FİLİZ-BAŞTÜRK** (<https://orcid.org/0000-0002-9085-2295>), Bursa Uludağ Üniversitesi, Türkiye;  
[meryemfiliz@uludag.edu.tr](mailto:meryemfiliz@uludag.edu.tr)

### Güneş Enerjisi Üretimi ve Ekonomik Büyüme: AB Üyesi Ülkeler İçin Bir İnceleme

#### Özet

Ekonomilerde temiz bir enerji kaynağı olarak güneş enerjisinin üretilmesi ve tüketilmesi önem kazanmıştır. Güneş enerjisinin önemi, teknolojik gelişmelere bağlı olarak maliyetlerin düşürülmesine dayanmaktadır. AB Yeşil Mutabakatı'nda ilan edilen yeni kalkınma stratejilerine ulaşmada güneş enerjisine yatırım yapmanın katkısının olup olmadığına yanıt vermek, günümüzde politika yapıcılar için kritik göstergelerden biri haline gelmiştir. Bu bağlamda, bu çalışma güneş enerjisi üretiminin AB üye ülkelerinin ekonomik büyümesi üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. İki yönlü sabit etkiler modeli ve Driscoll-Kraay standart hataları 2018-2021 kullanılarak yapılan analiz sonucunda, güneş enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkileri bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler** : Güneş Enerjisi, Ekonomik Büyüme, AB Ekonomileri, Yeşil Ekonomi, Avrupa Yeşil Anlaşması.

**JEL Sınıflandırma Kodları** : Q2, Q5.

#### Öz

Temiz bir enerji kaynağı olarak güneş enerjisinin kullanımı ve güneş enerjisinin ekonomiler üzerindeki etkisi gün geçtikçe artmaktadır. Bu artışı belirleyen temel faktör ise son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte güneş enerjisinin maliyetlerinde gerçekleşen belirgin düşüştür. Güneş enerjisinin Avrupa Yeşil Mutabakatında açıklanan yeni büyüme stratejisine katkı sağlayıp sağlamayacağı politika yapıcıların cevap bulmaya çalıştığı soruların başında gelmektedir. Bu bağlamda çalışmada AB üyesi ülkelerde güneş enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi incelenmiştir. 2018-2021 döneminin iki-yönlü sabit etkiler modeli ve Driscoll-Kraay standart hataları ile ele alındığı çalışmada, güneş enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Sözcükler** : Güneş Enerjisi, Ekonomik Büyüme, AB Ekonomileri, Yeşil Ekonomi, Avrupa Yeşil Mutabakatı.

## 1. Giriş

Enerji kaynakları, ekonomik kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi için temel girdilerden biridir. Bununla birlikte, yenilenemeyen enerji kaynakları çevreye zarar vermekte ve küresel iklim değişikliğine neden olmaktadır. Küresel iklim değişikliklerinin ulusal ekonomilere verdiği zarar, kalkınma politikalarının köklü bir şekilde gözden geçirilmesine yol açmıştır. AB, Aralık 2019'da onaylanan Avrupa Yeşil Mutabakatı ile ilk somut girişimi gerçekleştirmiş ve küresel iklim değişikliğinin kalkınma sorunlarını önlemek için yeni bir ekonomik kalkınma politikası benimseyeceğini ilan etmiştir (Avrupa Komisyonu, 2019). Son ekonomik büyüme stratejisinin ardından AB, Avrupa'nın hedeflerinin 2050 yılına kadar ilk iklim-nötr kıtaya ulaşmak ve 2030 yılında karbon emisyonlarını 1990'lara kıyasla en az %55 oranında azaltmak olduğunu teyit etmiştir. AB'nin yeni çevre dostu kalkınma hedefleri, Temmuz 2021'de Avrupa İklim Yasası'nın yürürlüğe girmesinden bu yana üye ülkeler için bağlayıcı hale gelmiştir (Avrupa Komisyonu, 2021).

Üye ülkeler, AB'nin hedeflerine ulaşmak için yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla ilgi duymaya başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasındaki ana etken bu kaynakların maliyetidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinin maliyeti, özellikle PV'de (solar PV), 2010'ların başından bu yana sürekli olarak düşmektedir (Kougias vd., 2021: 2). Bu maliyet avantajları güneş enerjisini her zamankinden daha stratejik hale getirmiştir. Böylece, güneş PV ürünleri 2013-2020 yılları arasında en yüksek büyüme oranına ulaşmıştır (Al-Shetwi, 2021: 6). 2019 yılında güneş ve rüzgâr enerji kaynakları dünya genelinde ilk kez en fazla artan yeni enerji üretimine ulaşmıştır (Avrupa Komisyonu, 2020: 5). Güneş PV 2020 yılında yenilenebilir enerji yatırımlarının %43'ünü oluştururken, rüzgâr enerjisi %47'sini oluşturmuştur (IRENA, 2023: 15). 2021 yılında, güneş PV ve rüzgâr enerjisi baskın yeni yenilenebilir enerji yatırımları olmaya devam etmiş ve güneş PV ve rüzgâr enerjisinin payı tüm yeni yenilenebilir enerji yatırımlarının %56 ve %40'ını oluşturmuştur. Ayrıca, 2021 yılında küresel elektrik üretiminin %10'undan fazlası güneş ve rüzgâr enerjisi kaynaklarından gelecektir (REN21, 2022: 175). Özellikle AB'de fotovoltaik enerji, rüzgar enerjisinden sonra en çok büyüyen ikinci yenilenebilir enerji kaynağı olmuştur (Wolniak & Skotnicka-Zasadzien, 2022: 5). Borawski ve diğerlerinin (2022) belirttiği gibi, güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarının büyümesinde katalizör görevi görecektir. Bu bağlamda, Almanya AB üyesi ülkeler arasında güneş enerjisi kurulu kapasitesinde lider olmasına rağmen, diğer üyelerin payı istikrarlı bir şekilde artmaktadır. Aynı büyüme eğilimleri, AB üyesi ülkelerde güneş enerjisi kaynaklarının elektrik üretimindeki payında da gözlemlenebilir (Avrupa Komisyonu, 2022).

Güneş enerjisinin rolünün değerlendirilmesi, dünya genelinde ve özellikle AB ülkelerinde artan önemi nedeniyle kaçınılmaz görünmektedir. Bu makalenin temel amacı, bu bağlamda güneş enerjisi üretiminin AB ülkelerinin ekonomik büyümesine potansiyel katkısını araştırmaktır. Bunu başarmak, mevcut literatür üzerinde üç farklı şekilde anlamlı bir etki yaratma potansiyeline sahiptir. İlk olarak, güneş enerjisinin Avrupa Yeşil Anlaşması'nın ekonomik büyüme stratejisine entegre edilmesine ilişkin devam eden tartışmalara katkıda bulunma potansiyeline sahiptir. İkinci olarak, Avrupa Yeşil Anlaşması, 2050 yılına kadar kıta genelinde iklim nötrlüğüne ulaşmak için bir politika hedefi olarak geliştirilmiştir. Güneş enerjisinin değerlendirilmesi

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, bu politika çıkarımının gerçekleştirilmesi için gereklidir. Bulgular, politika yapıcılar ve uygulayıcılar için politika önceliklerini şekillendirmede faydalı olabilir. Son olarak, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye dair artan literatüre rağmen, güneş enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen kapsamlı bir araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışma bu boşluğu doldurmaya ve güneş enerjisi ile ekonomik büyüme arasındaki araştırma ilişkisini speküle etmeye çalışmaktadır. Bu amaçla, güneş enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, 2018-2021 döneminde AB üyesi ülkeler için iki yönlü sabit etkiler modeli ve Driscoll-Kraay standart hataları ile analiz edilecektir.

Bu makale aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir: Bir sonraki bölüm mevcut literatürdeki tartışmalara odaklanmaktadır. Üçüncü bölümde veri seti ve yöntemlere ilişkin detaylar verilmektedir. Dördüncü bölümde analizin ampirik sonuçları yorumlanmaktadır. Son olarak, sonuç bölümünde genel bir değerlendirme yapılacaktır.

## 2. Literatür Taraması

Üretim maliyetlerindeki keskin düşüşün ardından güneş enerjisi kaynaklarının toplam yenilenebilir enerji kaynakları içindeki payı artmıştır (Kabir vd., 2018: 898). Güneş enerjisine dayalı enerjideki bu artış, güneş enerjisi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin araştırılmasını kaçınılmaz hale getirmiştir. Bu ilişkiyi anlama ihtiyacı kritik olsa da, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme üzerine yapılan çalışmalar daha nadirdir. Gelişmiş ekonomiler için yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmaların sayısı giderek artmasına rağmen (Payne, 2009; Tugcu vd., 2012; Chang vd, 2015; Rafindadi & Ozturk, 2017; Behera & Mishra, 2020; Filiz-Baştürk, 2021) ve gelişmekte olan ekonomiler (Sadorsky, 2009; Apergis & Payne, 2011a; Ocal & Aslan, 2013; Pau & Fu, 2013; Lin & Moubarak, 2014; Ozcan & Ozturk, 2019; Azam et al, 2021; Filiz Baştürk, 2022), ayrı ayrı ve bu ilişkiyi her iki ülke grubu için birlikte inceleyen çalışmalarda (Apergis ve Payne, 2011b; Singh vd., 2019; Polat, 2021) henüz ortak sonuçlara ulaşılamamıştır. Literatürdeki bu ters sonuçlar temel olarak ele alınan dönemler, seçilen ülkeler veya gruplar ve belirlenen ekonometrik yöntemler arasındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Ozturk, 2010).

Örnek olarak Payne (2009) gelişmiş ekonomilerdeki uzun dönemli ilişkileri, özellikle ABD verileri için 1949'dan 2006'ya kadar olan döneme odaklanarak analiz etmiştir. Bu çalışmada yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki bağlantıyı değerlendirmek için Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılmıştır. Toda-Yamamoto nedensellik testi, yenilenebilir enerji tüketimi ile reel GSYİH arasında Granger nedensellik ilişkisi olmadığını ortaya koymuştur. Bulgular tarafsızlık hipotezini doğrulamıştır. Ayrıca, Tugcu ve diğerleri (2012) G7 ülkelerinde 1980-2009 dönemini incelemiştir. Araştırmaları, klasik üretim fonksiyonunun kullanılması varsayımına dayalı olarak yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik olduğunu ortaya koymuştur. Chang ve diğerleri (2015) 1990-2013 yılları arasında yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyümeyi analiz eden bir çalışma gerçekleştirerek G7 ülkelerinin analizine bir başka örnek sunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında bir nedensellik olduğunu göstermektedir.

tüm paneller için ekonomik büyüme. Ülkeye özgü bir analiz, Almanya, İtalya, ABD ve Birleşik Krallık için tarafsızlık hipotezini doğrulamıştır. Ancak, Fransa, Kanada ve Japonya'da yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik bulunmuştur. Rafinaldi ve Ozturk (2017) tarafından yürütülen araştırmada, 1971-2013 yılları arasındaki üç aylık Alman verileri incelenmiştir. Bulgular, yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik bir artışın ekonomik büyümede %0,2194'lük bir artışa yol açtığını ortaya koymuştur. Behera & Mishra (2020) çalışmalarında, G7 ülkelerinde ekonomik büyüme ile yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Analizde 1990-2015 dönemine ait veriler kullanılmıştır. Araştırmalarının sonuçları, önceki çalışmalarda belirtilenlerle çelişen bulgular sunmakta ve analiz sonrasında yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu göstermektedir. Filiz Baştürk (2021) tarafından yürütülen araştırma, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye dair bir başka çelişkili sonuç ortaya koymuştur. Çalışma, G7 ülkeleri için 1990-2017 yılları arasındaki verilere dayanarak bu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulamamıştır.

Buna ek olarak, literatür geliştirmekte olan ülkelerin durumlarını inceleyen çalışmalardan oluşmaktadır. Sadorsky'nin (2009) geliştirmekte olan ülkelerin genelleştirilmiş verilerini analiz ettiği çalışmasına göre, kişi başına reel GSYİH'deki %1'lik bir artış, uzun vadede kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminde %3,5'lik bir artışa yol açmıştır. Aynı bir çalışmada, Apergis ve Payne (2011a) 16 geliştirmekte olan piyasada yenilenemeyen ve yenilenebilir elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek için 1990-2007 yılları arasındaki verileri analiz etmiştir. Çalışmanın bulguları kısa vadede ekonomik büyüme ve yenilenebilir elektrik tüketimi arasında bir nedensellik ilişkisine işaret ederken, analizler uzun vadede iki değişken arasında çift yönlü bir nedensellik olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, Ocal & Aslan (2013) yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi incelemek için 1990-2010 yılları arasında Türkiye'ye özgü verileri kullanmıştır. Araştırma bulguları, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik olduğunu göstermektedir. Pao & Fu (2013) tarafından yürütülen çalışmada Brezilya'dan veriler incelenmiştir. Araştırmada, yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artışın ekonomik büyümede %0,20'lik bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir. Lin ve Moubarak (2014) çalışmalarında, 1977'den 2011'e kadar Çin'de yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik olduğuna dair kanıtlar bulmuşlardır. Ozcan & Ozcan'ın (2019) araştırması, 1990-2016 yılları arasında 17 geliştirmekte olan piyasayı kapsayan ülkeler arası verilere dayanmaktadır. Birincil odak noktası, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Araştırmanın sonuçları, Polonya dışında örneklemdeki tüm ülkeler için tarafsızlık hipotezini doğrulamıştır. Ayrıca, Polonya verilerinden elde edilen bulgular, büyüme hipotezi tarafından sunulan argümanlarla yakından uyumludur. Azam ve diğerleri (2021), yenilenebilir elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmanın farklı yönlerine dikkat çekmiş ve analizleri, 25 geliştirmekte olan ülkenin 1990-2017 dönemine ait verileri için hem kısa hem de uzun vadede değişkenler arasında çift yönlü nedensellik tespit ederek geri besleme hipotezini doğrulamıştır. Filiz Baştürk (2022) çalışmasında, Türkiye, Brezilya, Çin, Hindistan ve Meksika olmak üzere beş geliştirmekte olan piyasada yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir,

1995-2007 yılları arasında. Analiz, Türkiye, Çin ve Meksika için geri besleme hipotezini doğrularken, Brezilya ve Hindistan için tarafsızlık hipotezini doğrulamıştır.

Ayrıca, gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki bağlantıyı analiz eden bir dizi literatür bulunmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomiler için 1990-2017 yılları arasında yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki bağlantıları inceleyen çalışmalardan biri Aspergis & Payne'nin (2011b) araştırmasıdır. Analiz, kısa ve uzun vadede değişkenler arasında çift yönlü nedensellik olduğu sonucuna varmıştır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen bir diğer çalışma Singh, Nyuur ve Richmond (2019) tarafından yapılmıştır. 1995-2016 dönemini kapsayan bu çalışmada, yenilenebilir enerji üretiminin her iki ülke grubu için de ekonomik büyümeyi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediği belirtilmektedir. Polat'ın (2021) çalışmasına göre, analiz her iki ülke grubu için de yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nötrlük hipotezini doğrulamıştır.

Bu kafa karıştırıcı sonuçlar, AB üye ülkeleri üzerine yapılan çalışmalarda da görülebilir. Örneğin, Smolovic ve diğerleri (2020) tüm üye ülkeleri yeni ve eski üyeler olarak iki gruba ayırmıştır. Uzun vadede her iki grup için de yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkiler bulunmuşlardır. Benzer şekilde, Armenau ve diğerleri (2017) birincil yenilenebilir enerji üretiminin AB-28 ülkeleri için kişi başına düşen GSYH'yi olumlu yönde etkilediğini iddia etmiştir. Ancak Menegaki (2011) tarafından yapılan araştırma, 27 AB üyesi ülkede yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir granger nedensel ilişki bulamamıştır. Ayrıca, Marques ve Fuinhas (2012) tamamen farklı sonuçlara işaret etmiş ve 24 AB üyesi ülkede yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkileri olduğunu tespit etmiştir. Bu olumsuz etkileri, yenilenebilir enerji sübvansiyonlarının yüksek düzeydeki fırsat maliyetleri ile açıklamışlardır. Ayrıca araştırma sonuçlarında yenilenebilir enerji geliştirme kararında ekonomik gerekçelerden ziyade siyasi gerekçelerin rolünü vurgulamışlardır. Bu sonuç sürpriz olmayabilir çünkü rüzgar ve güneş enerjisi üretim maliyetlerindeki düşüş 2010 yılından sonra başlamıştır.

2010'da keskin maliyet düşüşü döneminin başlamasından sonra, güneş enerjisi ve ekonomik büyüme arasındaki etkileşimler üzerine yapılan çalışmalar daha fazla önem kazanmıştır. Ancak literatürde çok az sayıda araştırma yapılmıştır. Birçok ülkede sadece kısıtlı zamanlı ilgili verilere ulaşılabilmesi, literatürün derinleşmesinin önündeki temel engel olmuştur. Öte yandan, eş zamanlı olarak zenginleşen mevcut veri kaynakları ve artan güneş enerjisi yatırımları, niceliksel ve niteliksel olarak ikna edici çalışmaların sayısının artmasını sağlayacaktır.

Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme üzerine yapılan çalışmaların kafa karıştırıcı sonuçları gibi, özellikle güneş enerjisinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisine odaklanan çalışmalar da kesin sonuçlara ulaşmamıştır. Örneğin, AB ülkelerinde her bir yenilenebilir enerji kaynağının ekonomik büyüme üzerindeki etkisine odaklanan bir çalışmada Busu (2020), her bir enerji kaynağının (güneş, rüzgar, biyokütle, jeotermal ve hidroelektrik) ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediğini bulmuştur.

Ancak Jaraite ve diğerleri (2017) AB-15 ülkelerinin verilerini kullanarak güneş ve rüzgar enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etkilerini teyit etmiştir. Ancak bu ilişki sadece kısa vadede mümkün olmuş ve etkiler henüz ekonomik büyümeyi teşvik etmemiştir. Bulut ve Apergis (2021) tarafından yapılan diğer bir araştırma, 1984-2018 dönemleri için ABD verilerini kullanmış ve güneş enerjisi tüketiminin GSYH üzerindeki etkilerine odaklanmıştır. Analizleri, güneş enerjisi tüketimi ile ekonomik büyüme arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu doğrulamıştır. Koç (2021), 19 ülkeyi kapsayan çalışmasında, güneş enerjisi kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerine ilişkin büyüme hipotezine ulaşmıştır. Ayrıca, Yang ve Kim (2020) farklı bir bakış açısını incelemiştir. Yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi firma bazlı analiz kapsamında ele almışlardır. Araştırma için iki ülke grubu oluşturmuşlardır: biri güneş enerjisi üreticilerinin firmalarına, diğeri ise rüzgâr enerjisi üreticilerinin firmalarına dayanan ülkeler kümesi. Analiz sonucunda Kanada için büyüme hipotezine, Çin için muhafazakar hipoteze ve ABD ve Kore için geri besleme hipotezine dair kanıtlar bulunmuşlardır.

Buna ek olarak, bazı çalışmalar güneş enerjisinin ekonomik büyüme üzerinde anlamlı olmayan bir etkisi olduğunu göstermiştir. Örneğin, Ohler ve Fetters (2014) 20 OECD ülkesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Güneş enerjisi üretimi ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü bir ilişki bulunmuşlardır. İlişkinin yönü ekonomik büyümeden güneş enerjisi üretimine doğrudur. Bulut ve Menegaki (2020), 2017 itibarıyla en yüksek güneş enerjisi üretim kapasitesine sahip on ülke için güneş enerjisi üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Güneş enerjisi üretiminin 1999-2015 yılları arasında ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan etkileri olduğunu bulmuşlardır. Elde ettikleri sonuçlar, iki değişken arasında nedensel bir ilişki olmadığını göstermiş ve tarafsızlık hipotezini doğrulamıştır. Benzer şekilde, Topcu ve Dogan (2022) güneş enerjisi üretiminde önde gelen 11 ülkeyi incelemiş ve güneş enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerinde bir etkisi olmadığı sonucuna varmıştır. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisine baktıklarında ise ekonomik büyümeden güneş enerjisi üretimine doğru bir nedensellik bulunmuşlardır.

**Tablo: 1**  
**Güneş Enerjisi ve Ekonomik Büyüme Üzerine Literatür Taraması**

| Yazar(lar)                   | Ülkeler            | Dönem     | Metodoloji                         | Sonuçlar                                                                                                             |
|------------------------------|--------------------|-----------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ohler & Fetters (2014)       | 20 OECD Üyesi      | 1990-2008 | Panel ECM                          | Ekonomik büyümeden güneş enerjisinden elektrik üretimine doğru tek yönlü ilişki                                      |
| Jaraite ve diğerleri. (2017) | 15 AB Üyesi        | 1990-2013 | Panel ECM                          | Güneş enerjisi üretimi ekonomik büyümeyi etkiliyor kısa vadede, ancak uzun vadede değil.                             |
| Busu (2020)                  | Avrupa Birliği     | 2004-2017 | Panel ARDL                         | Güneş enerjisi üretimi ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir                                           |
| Bulut & Menegaki (2020)      | İlk 10 Ülke        | 1999-2015 | Panel Eşbütünleşme                 | Güneş enerjisi üretimi GSYİH'ı etkilemez ve güneş enerjisi üretimi ile GSYİH arasında nedensel bir ilişki yoktur     |
| Bulut & Apergis (2021)       | ABD                | 1984-2018 | Eşbütünleşme                       | Güneş enerjisi tüketimi GSYİH üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir                                                    |
| Koç (2021)                   | 19 Ülke            | 1990-2019 | Sabit Etkili, Rastgele Etkili, GMM | Güneş enerjisi kullanımı GSYİH üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir                                                   |
| Topcu & Dogan (2022)         | 11 Önde Gelen Ülke | 2000-2019 | Dinamik SUR                        | Güneş enerjisi üretimi ekonomik büyümeyi etkilemez; tek yönlü nedensellik ekonomik büyümeden güneş enerjisi üretimi. |

Sonuç olarak, literatürdeki sınırlı sayıdaki çalışma arasında bir fikir birliği bulunmamakta ve bu çalışmalar güneş enerjisi ile ekonomik büyüme arasında farklı türde ilişkilere işaret etmektedir. Tablo 1, literatürde güneş enerjisi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaları vurgulamaktadır.

### 3. Veri ve Metodoloji

#### 3.1. Veri Seti ve Model Değişkenleri

Tablo 2, bu çalışma için kullanılan değişkenleri ve veri kaynaklarını göstermektedir. Tahmin edilen modeldeki tüm değişkenler için doğal logaritma kullanılmış ve analiz Stata 16.0'da yapılmıştır. Modelde ekonomik büyümeyi göstermek için reel GSYH (sabit 2015 ABD\$) kullanılmıştır. Ayrıca işgücü olarak toplam işgücü ve sermaye olarak brüt sabit sermaye oluşumu (sabit 2015 ABD\$) kullanılmıştır. Güneş enerjisi üretim verileri BP'den (2022) elde edilmiştir. Reel GSYH, sermaye ve işgücü için Dünya Bankası'nın (2022) Dünya Kalkınma Göstergesi veri seti kullanılmıştır.

**Tablo: 2**  
**Analizde Kullanılan Değişkenlerin Tanımları**

| Değişkenler                                        | Sembol  | Kaynak                                                        |
|----------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------|
| Güneş enerjisi üretimi (GWh)                       | Insolar | BP Statistical Review of World Energy- tüm veriler, 1965-2021 |
| Reel GSYH (sabit 2015 ABD\$)                       | lnY     | Dünya Kalkınma Göstergeleri (Dünya Bankası)                   |
| İşgücü                                             | lnL     | Dünya Kalkınma Göstergeleri (Dünya Bankası)                   |
| Gayrisafi sabit sermaye oluşumu (sabit 2015 ABD\$) | lnK     | Dünya Kalkınma Göstergeleri (Dünya Bankası)                   |

#### 3.2. Model Özellikleri

Bu çalışma, güneş enerjisinin 26 AB üyesi ülkenin ekonomik büyümesi üzerindeki etkisini (Malta'nın güneş enerjisi üretim/üretim verileri mevcut olmadığı için analize dahil edilmemiştir) 2018-2021 dönemi için üretim fonksiyonu ile incelemiştir. Lutkephol (1982) iki değişkenli analizlerde ihmal edilen değişkenler olabileceği konusunda uyarıda bulunmuştur. Çalışma, ihmal edilen değişken riskini ortadan kaldırmak için işgücü ve sermaye değişkenlerini kullanmıştır (Payne, 2010: 730). Bu çalışmada kullanılan üretim fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$Y = f(\text{güneş}, L, K) \quad (1)$$

Çalışmada tahmin edilen log-lineer model aşağıdaki gibidir:

$$\ln Y_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 \ln \text{insolar}_{i,t} + \beta_2 \ln L_{i,t} + \beta_3 \ln K_{i,t} + e_{(i,t)} \quad (2)$$

$i$  sembolü ülkeyi;  $t$  ise dönemi göstermektedir.  $\alpha_0$  sabit terimi ifade etmek için kullanılır.  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , ve  $\beta_3$  sırasıyla güneş, işgücü ve sermaye çıktı esnekliklerini temsil etmektedir. Son olarak,  $e$  hata terimini göstermektedir.

Analiz için test edilen hipotez aşağıdaki gibidir;

**Hipotez:** Güneş enerjisi üretimi ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.

### 3.3. Tahmin Yöntemi

Panel veri, zaman boyutunun yanı sıra yatay kesit verilerinin de dahil edilmesiyle karakterize edilir. Panel veri modelinin standart gösterimi aşağıdaki gibidir (Yerdelen- Tatoğlu, 2018: 4):

$$Y_{it}=a_{it}+\beta_{it}X_{it}+u_{it} \quad i=1,\dots,N; \quad t=1,\dots,T \quad (3)$$

Burada  $i$ : kesiti;  $t$ : zaman boyutunu;  $Y$ : bağımlı değişkeni göstermektedir;  $X_k$ : bağımsız değişkenler;  $\alpha$ : sabit parametre;  $\beta$ : eğim parametreleri ve  $u$  hata terimi anlamına gelmektedir. Çoğu panel veri uygulamasında, tek yönlü bir hata bileşeni modeli bozuklukları ele alır (Baltagi, 2013: 13).

$$u_{it}=\mu_i+v_{it} \quad (4)$$

Burada  $\mu_i$  : gözlemlenemeyen bireye özgü etkiyi ve  $v_{it}$  : kalan bozucu etkiyi göstermektedir.

Sabit etki modeli tek yönlü ve iki yönlü olarak tahmin edilmektedir (Torres-Reyna, 2007: 18-19). Tek yönlü sabit etkiler modelinde  $\mu_i$  tahmin edilmesi gereken sabit parametreler olarak kabul edilir. Geri kalan bozuklukların  $v_{it}$  stokastik, bağımsız ve özdeş dağılımlı IID ( $0, \sigma^2$ ) izlediği varsayılmaktadır (Baltagi, 2013: 14). Baltagi (2013: 14) tarafından belirtildiği üzere,  $X_{it}$  'nin tüm  $i$  ve  $t$  için  $v_{it}$  'den bağımsız olduğu varsayılmaktadır.

Denklem-3'ü iki yönlü bir hata bileşeni içeren bozucular olarak dikkate alırsak (Baltagi, 2013: 39);

$$u_{it}=\mu_i+\delta_t+v_{it} \quad (i=1,\dots,N; t=1,\dots,T) \quad (5)$$

Burada  $\mu_i$  : gözlemlenemeyen bireysel etkiyi,  $\delta_t$  : gözlemlenemeyen zaman etkisini göstermektedir,  $v_{it}$  : kalan stokastik bozucu terim. Ayrıca  $\delta_t$  , regresyonda hesaba katılmayan bireysel-değişmez ve zamana özgü etkiler de dikkate alınmaktadır.  $\mu_i$  ve  $\delta_t$  tahmin edilecek parametreler ve  $v_{it} \sim$  IID ( $0, \sigma^2$ ) bozucu teriminin stokastik olduğu göz önüne alındığında, denklem 5 iki yönlü sabit etkili hata bileşeni modeli olarak görülebilir. Tüm  $i$  ve  $t$  için  $X_{it}$  adresinin  $v_{it}$  adresinden bağımsız olduğu varsayılmaktadır (Baltagi, 2013: 39).

Genel olarak bu durum aşağıdaki şekilde ifade edilebilir. Tek yönlü sabit etkiler modeline yalnızca bireye özgü değişkenler dahil edilebilir. Buna karşılık, hem bireye özgü hem de zamana özgü değişkenlerin iki yönlü sabit etkiler modeline girmesi mümkün olabilir (Greene, 2002: 336). Denklem (6) tek yönlü sabit etkiler modelini, denklem (7) ise iki yönlü sabit etkiler modelini göstermektedir (Baltagi, 2013: 15-40; Torres-Reyna, 2007: 18-19).

Tek yönlü sabit etkiler modeli:

$$Y_{it}= (a_i + \mu_i) + \beta X_{it} + v_{it} \quad i= 1 \dots n, T= 1 \dots T \quad (6)$$



İki yönlü sabit etkiler modeli:

$$Y_{it} = (a_i + \mu_i + \delta_i) + \beta X_{it} + v_{it} \quad i = 1 \dots n, T = 1 \dots T \quad (7)$$

Nerede?

$Y_{it}$  : sonuç değişkeni

$a_i$  : kesişim terimidir

$X_{it}$  : tahmin edicilerden oluşan bir vektördür

$\mu_i$ : gözlemlenemeyen bireye özgü etki

$\delta_i$ : gözlemlenemeyen zamana özgü etki

$v_{it} : (v_{it} \sim \text{IID} (0, \sigma^2))$ ,

$\beta$ : model katsayıları

Bu çalışmada, 26 AB üyesi ülke için sabit etkiler modeli kullanılarak güneş enerjisinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin bir tahmini yapılmıştır. Baltagi (2013: 14) sabit etkiler modelinin AB veya OECD üyesi ülkeler gibi belirli N grubu durumlarını araştırmak için uygun bir çerçeve olduğunu belirtmiştir.

#### 4. Ampirik Sonuçlar

Panel veri analizinde değişen varyans, yatay kesit bağımlılığı ve otokorelasyon sorunları vardır. Bu sorunlar tahmin sırasında tek tek, ikiye ikiye veya hepsi birden ortaya çıkabilir. Panel veri analizinin bu varsayım ihlali sorunları yanıltıcı sonuçlar yaratabilir (Croutzet ve Dabbous, 2021: 1613; Dabbous ve Tarhini, 2021: 63). Bu doğrultuda, varsayım ihlali sorunlarından kaçınmak için sabit etkiler modelinin tahmininde sırasıyla otokorelasyon, değişen varyans ve yatay kesit bağımlılığı kontrol edilmiştir. İlk olarak, analizin otokorelasyon problemini (AC) kontrol etmek için Wooldridge'in (2002) testi kullanılmıştır. Wooldridge testinin sonuçları (p-değeri = 0.211)  $H_0$  hipotezinin reddedilmediğini doğrulamıştır ( $H_0$  : seri korelasyon yok). İkinci olarak, Wald testleri kullanılmıştır. Değişen varyans problemini (HC) kontrol etmek için. Değiştirilmiş Wald testinin sonuçlarından sonra

sonuçlarına göre (p-değeri = 0.000),  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir ( $H_0$  : değişen varyans yok). Bu, çapraz birimlere göre değişen varyans anlamına gelmektedir. Yatay kesit bağımlılığını kontrol etmek için Pesaran CD (2015) testi kullanılmıştır. Test sonuçları (p-değeri = 0.000)  $H_0$  hipotezinin ( $H_0$  : yatay kesit bağımlılığı yok) reddedildiğini ve çapraz birimler arasında korelasyon olduğunu göstermiştir.

Karar verme sürecinde, bu makalede kullanılan modelin uygun olup olmadığı Dabbous ve Tarhini'de (2021) olduğu gibi iki testle kontrol edilmiştir. İlk olarak, F-testi havuzlanmış OLS ve sabit etkiler modeli arasında seçim yapılmasına izin vermiştir. Ardından, Hausman'ın (1978) testi sabit etkilerin modele uygun olup olmadığına karar vermiştir.

etkilerinin veya rastgele etkilerin geçerli olduğunu göstermiştir. Ancak bazı detaylara dikkat edilmelidir; Hausman testi değişen varyans ve otokorelasyon problemlerinde geçersizdir. Bu durumda robust Hausman testi yapılmalıdır. Bu nedenle modelde HC sorunu olduğu için robust Hausman testi yapılmıştır. Sağlam Hausman testi sonucuna göre (p-değeri= 0.010), sabit etkiler modelinin kullanılması uygun bulunmuştur. Sağlam Hausman testi ile tutarlı olarak, F testi sonuçları ( $F(25,75)=105.12$  ve p-değeri=0.000) sabit etkiler modelinin analize uyduğunu doğrulamaktadır.

İki yönlü sabit etkiler modelinin kullanılması, bu çalışmada COVID-19 salgını nedeniyle gerekli olmuştur. Zaman kukla değişkenleri anlamlı olduğu için iki yönlü sabit etkiler modeli öngörülmüştür. Kullanılan zaman kuklalarının kolektif anlamlılık düzeyi bir ortak F testi ile test edilmiştir. Test sonuçları (p-değeri=0.000), kullanılan zaman kuklalarının kolektif bir anlamlılık düzeyine sahip olduğunu doğrulamıştır. Ayrıca, her bir zaman kuklasının bireysel bir anlamlılık düzeyi vardır. İki yönlü sabit etkiler modeli tahmin edildikten sonra, mevcut HC ve CD sorunlarının hala geçerli olup olmadığını belirlemek için bir kontrol testi yapılmıştır. Modifiye Wald testi sonucuna göre HC sorunları devam ederken (p-değeri= 0.000), Pesaran CD (2015) testinin sonuçları (p-değeri= 0.812) CD sorunlarının ortadan kalktığını göstermiştir. HC sorununu düzeltmek için, HC'ye karşı dayanıklı olacak şekilde iki yönlü sabit etkiler modeli tahmin edilmiştir. Ayrıca, Hoechle'nin (2007) önerdiği gibi, iki yönlü sabit etkiler modeli HC, AC ve CD sorunlarına karşı dayanıklı olan Driscoll-Kraay'in (1998) standart hataları ile tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir.

**Tablo: 3 Regresyon Sonuçları**

| Bağımlı Değişken: lnY    | Sabit Etki (Tek Yönlü) | Sabit Etki (İki Yönlü) | Sabit Etkili (İki Yönlü) Sağlam | Sabit Etki (İki Yönlü) Driscoll-Kraay |
|--------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Insolar                  | 0.018**<br>(0.008)     | 0.024***<br>(0.008)    | 0.024*<br>(0.012)               | 0.024***<br>(0.002)                   |
| lnL                      | 0.718***<br>(0.252)    | 0.418**<br>(0.187)     | 0.418*<br>(0.221)               | 0.418*<br>(0.154)                     |
| lnK                      | 0.054<br>(0.044)       | -0.012<br>(0.034)      | -0.012<br>(0.065)               | -0.012<br>(0.053)                     |
| Sabit                    | 13.710***<br>(4.041)   | 19.883***<br>(3.046)   | 19.883***<br>(2.929)            | 19.883**<br>(3.496)                   |
| Yıl Aptalları            |                        |                        |                                 |                                       |
| 2019                     |                        | 0.020***<br>(0.007)    | 0.020*** (0.004)                | 0.020**<br>(0.004)                    |
| 2020                     |                        | -0.031***<br>(0.008)   | -0.031***<br>(0.008)            | -0.031***<br>(0.001)                  |
| 2021                     |                        | 0.020**<br>(0.009)     | 0.020*<br>(0.010)               | 0.020**<br>(0.003)                    |
| F istatistikleri         | 105.12***<br>[0.000]   |                        |                                 |                                       |
| Wooldridge AC Testi      | 1.646<br>[0.211]       |                        |                                 |                                       |
| Değiştirilmiş Wald Testi | 387.34***<br>[0.000]   | 9237.25***<br>[0.000]  |                                 |                                       |
| Pesaran CD Testi         | 23.393***<br>[0.000]   | -0.238<br>[0.812]      |                                 |                                       |
|                          |                        |                        |                                 |                                       |
| Sağlam Hausman Testi     | [0.010]                |                        |                                 |                                       |
| Gözlemler                | 104                    | 104                    | 104                             | 104                                   |
| Ülke Sayısı              | 26                     | 26                     | 26                              | 26                                    |

Notlar: Standart hatalar parantez içindedir. Kare parantez içindeki değerler katsayının olasılık değerleridir. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.10$ .

Elde edilen katsayılar esneklik tahminleri olarak yorumlanabilir çünkü tüm değişkenler doğal logaritma olarak gösterilmiştir (Apergis & Payne, 2010: 658). İki yönlü sabit etkiler modeli sonucuna göre, Tablo 3'te gösterildiği gibi, güneş enerjisi üretimindeki %1'lik bir artış ekonomik büyümeyi %0,024 oranında artırmıştır. Modelde güneş enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu çalışmanın bulguları, güneş enerjisinin Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın yeni büyüme stratejisinde belirtilen politika hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunabileceği fikrini desteklemektedir. Ayrıca bu bulgular, AB üyesi ülkelerin güneş enerjisi yatırımlarının tutarlı politika gerekçelerini yansıttığı şeklinde de anlaşılabilir. Dahası, güneş enerjisinin ekonomik büyüme üzerindeki faydalı sonuçları, enerji arzının güvenliğini sağlamaktadır. Bu bağlamda tartışılan potansiyel faydalar, politika yapıcılar ve uygulayıcılar için yenilenebilir enerjiye dayalı politikaların güvenilirliğini artırabilir.

Bu analizin sonuçları, literatürde bir fikir birliği olmamasına rağmen diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Örneğin, Busu (2020) güneş enerjisi üretiminin 28 AB üyesi ülkenin GSYH'si üzerinde 0,007 pozitif etkisi olduğunu bulmuştur. ABD verileri için Bulut ve Apergis (2021) de güneş enerjisi tüketiminin ekonomik büyümeyi 0,009 oranında artırdığı sonucuna varmıştır. Koç'un (2021) analizi 19 ülkenin verilerine odaklanmış ve güneş enerjisi tüketiminin ekonomik büyümeyi rastgele etki modeli için 0,07 ve GMM modeli için 0,006 oranında artırdığını bulmuştur. Ohler ve Feters'in (2014) çalışmalarında ekonomik büyüme ve güneş enerjisi üretimi arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmasına rağmen, sonuçlar güneş enerjisi üretimindeki %1'lik bir artışın ekonomik büyümeyi %0,055 oranında artırdığını doğrulamıştır.

## 5. Sonuç ve Politika Çıkarımları

İklim değişikliği ve küresel ısınmanın etkileriyle ilgili çevre sorunları, günümüz ekonomileri için büyük bir engel haline gelmiştir. Birçok ekonomi bu sorunlarla başa çıkabilmek için bazı politika hedefleri belirlemiştir. Bu bağlamda AB, iklim değişikliği risklerinin azaltılmasında küresel politika lideri olmayı da içeren politika amaçlarına göre 2050 yılına kadar dünyanın ilk iklim-nötr kıtası olma hedefini belirlemiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları, iklim değişikliğini azaltıcı politika hedeflerine ulaşmak için yeni büyüme stratejileri açısından hayati önem taşımaktadır. Güneş ve rüzgâr enerjisi, yenilenebilir enerji kaynaklarında son dönemde maliyetlerin düşmesi nedeniyle önem kazanmaktadır. Özellikle, temiz bir enerji kaynağı olarak güneş enerjisi, daha etkili üretim teknolojisinin geliştirilmesine bağlı olarak maliyetlerin düşürülmesinin ardından bir öncelik olarak görülmeye başlanmıştır.

Bu çalışma, 2018-2021 dönemi için güneş enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini değerlendirerek 26 AB üyesi ülke için bu öncelikleri test etmeyi amaçlamıştır. İki yönlü sabit etkiler modeli ve Driscoll-Kraay standart hatalarının kullanıldığı analiz sonucunda, güneş enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkileri olduğu tespit edilmiştir. Analizin bu sonuçları politika yapıcılar için bazı ipuçları olmuştur. İlk olarak, AB ülkeleri tarafından yapılan güneş enerjisi yatırımlarının, güneş enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle politika açısından rasyonel olduğu ima edilmiştir. İkinci olarak, güneş enerjisi yatırımlarının artırılmasının, AB'de güneş enerjisine erişimin sağlanmasını destekleyeceği ima edilmiştir.

AB üyesi ülkeler için Avrupa Yeşil Anlaşması hedefleri. Son olarak, bu analiz sonuçları, ivmeyi kaybetmemek için güneş enerjisi yatırımlarına yönelik düzenleyici ve teşvik edici politikaların devamını teşvik etmek üzere politika yapıcılara bazı olumlu argümanlar sunabilir.

Literatürdeki bazı çalışmalar benzer sonuçlara sahip olsa da (örneğin, Busu (2020), Bulut ve Apergis (2021), Koç (2021)), bazıları farklı yönlerdedir (örneğin, Bulut ve Menegaki (2020), Topçu ve Doğan (2022), Ohler ve Fetters (2014)). Güneş enerjisinin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri konusunda literatürde henüz bir fikir birliği bulunmamaktadır. Literatürdeki mevcut araştırmalardaki çok yönlü sonuçlar, politika yapıcıların en uygun yolu izlemeleri için bazı engeller yaratmıştır. Politika oluşturma süreci, literatürdeki araştırmaları zenginleştirirken güneş enerjisine yatırım yapmak için basit olabilir.

Literatürdeki diğer çalışmalar gibi bu çalışmanın da bazı sınırları vardır. Bunlardan ilki veri kapsamı ile ilgilidir. Bu çalışmadaki analiz 27 AB üyesinden 26 ülkeyi ele almaktadır çünkü bir üye ülke (Malta) hakkında veri mevcut değildir. İkinci olarak, çalışma sadece güneş enerjisi verilerine bakmıştır. Araştırmada diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyel etkileri göz ardı edilmiştir. Doğal olarak, AB ülkeleri için en az güneş enerjisi kadar önemli olan rüzgar enerjisi gibi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının da ekonomik büyüme üzerindeki etkileri analiz edilmelidir.

## Referanslar

- Al-Shetwi, A.Q. (2022), "Yenilenebilir enerji entegre elektrik sektörünün sürdürülebilir gelişimi: Eğilimler, çevresel etkiler ve güncel zorluklar", *Science of the Total Environment*, 822, 153645.
- Apergis, N. & J.E. Payne (2010), "Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme: OECD ülkeleri panelinden elde edilen kanıtlar", *Enerji Politikası*, 38(1), 656-660.
- Apergis, N. & J.E. Payne (2011a), "Renewable and non-renewable electricity consumption-growth nexus: Evidence from emerging market economies", *Applied Energy*, 88(12), 5226-5230.
- Apergis, N. & Payne, J.E. (2011b), "On the causal dynamics between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in developed and developing countries", *Energy Systems*, 2, 299-312.
- Armeanu, D.Ş. ve diğerleri (2017), "Does renewable energy drive sustainable economic growth? AB-28 ülkeleri için çok değişkenli panel veri kanıtları", *Energies*, 10(3), 381.
- Azam, A. ve diğerleri (2021), "Renewable electricity generation and economic growth nexus in developing countries: An ARDL approach", *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 34(1), 2423-2446.
- Baltagi, B.H. (2013), *Econometric analysis of panel data*, Fifth Edition, England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Behera, J. & A.K. Mishra (2020), "Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in G7 countries: evidence from panel autoregressive distributed lag (P-ARDL) model", *International Economics and Economic Policy*, 17, 241-258.
- Borawski, P. ve diğerleri (2022), "Sürdürülebilir kalkınma politikası bağlamında Avrupa Birliği'nde yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi", *Energies*, 15, 1545.

- BP British Petroleum (2022), *Statistical Review of World Energy, All-Data 1965-2021*, <<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/power-by-fuel.html>>, 20.11.2022.
- Bulut, U. & A. Menegaki (2020), "Solar energy-economic growth nexus in top 10 countries with the highest installed capacity", *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(5), 297-310.
- Bulut, U. & N. Apergis (2021), "Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisine yeni bir metodolojik bakış: ABD'de güneş enerjisi için Fourier yaklaşımına dayalı zaman serisi kanıtları", *GeoJournal*, 86, 1969-1980.
- Busu, M. (2020), "AB düzeyinde yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin ARDL modeli ile analizi", *Matematik*, 8(8), 1367.
- Chang, T. ve diğerleri (2015), "Yenilenebilir enerji ve büyüme: Granger nedenselliği kullanılarak G7 ülkelerinin heterojen panelinden elde edilen kanıtlar", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1405-1412.
- Croutzet, A. & A. Dabbous (2021), "Do FinTech trigger renewable energy use? Evidence from OECD countries", *Renewable Energy*, 179, 1608-1617.
- Dabbous, A. & A. Tarhini (2021), "Paylaşım ekonomisi sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı ve enerji verimliliğini teşvik ediyor mu? Evidence from OECD countries", *Journal of Innovation & Knowledge*, 6, 58-68.
- Driscoll, J.C. & A.C. Kraay (1998), "Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data", *Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549-559.
- Avrupa Komisyonu (2019), "Avrupa Yeşil Anlaşması". *Komisyon Bildirimi COM(2019) 640 Final*, Brüksel, <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1596443911913&uri=CELEX:52019DC0640#document2>>, 25.06.2020.
- Avrupa Komisyonu (2020), "Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu", *Komisyon Bildirimi COM(2020) 952 Final*, Brüksel, <<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11866-2020-INIT/en/pdf>>, 23.06.2021.
- Avrupa Komisyonu (2021), "'Fit for 55': delivering the EU's 2030 climate target on the way to climate neutrality", *Communication from the Commission COM(2021) 550 Final*, Brüksel, <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0550&from=EN>>, 12.06.2022.
- Avrupa Komisyonu (2022), *Rakamlarla AB Enerjisi*, <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7d9ae428-3ae8-11ed-9c68-01aa75ed71a1/language-en>>, 25.01.2023.
- Filiz-Baştürk, M. (2021), "G-7 Ülkelerinde yenilenebilir enerji ile büyüme arasındaki ilişki: Panel veri analizi", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(42), 1086-1101.
- Filiz-Baştürk, M. (2022), "Yükselen piyasa ekonomilerinde yenilenebilir enerji tüketimi-iktisadi büyüme ilişkisi", *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 660, 9-23.
- Greene, W.H. (2002), *Econometric Analysis*, Fifth Edition, Upper Saddle River, New Jersey 07458. Prentice Hall.
- Hausman, J.A. (1978), "Specification tests in econometrics", *Econometrica*, 46(6), 1251-1271.

- Hoechle, D. (2007), "Yatay kesit bağımlılığı olan panel regresyonları için sağlam standart hatalar", *Stata Journal*, 7(3), 281-312.
- IRENA ve CPI (2023), *Yenilenebilir enerji finansmanının küresel görünümü*, Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı, Abu Dhabi, <<https://www.irena.org/Publications/2023/Feb/Global-landscape-of-renewable-energy-finance-2023>>, 1.03.2023.
- Jaraite, J. ve diğerleri (2017), "Policy-induced expansion of solar and wind power capacity: Economic growth and employment in EU countries", *The Energy Journal*, 38(5), 197-222.
- Kabir, E. ve diğerleri (2018), "Güneş enerjisi: Potential and future prospects", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 894-900.
- Koç, Ü. (2021), "Güneş enerjisi ve ekonomik büyüme", *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 515-533.
- Kougias, I. ve diğerleri (2021), "The role of photovoltaics for the European Green Deal and the recovery plan", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 111017.
- Lin, B. & M. Moubarak (2014), "Renewable energy consumption-economic growth nexus for China", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 111-117.
- Lutkepohl, H. (1982), "Non-causality due to omitted variables", *Journal of Econometrics*, 19, 367- 378.
- Marques, A.C. & J.A. Fuinhas (2012), "Is renewable energy effective in promoting growth?", *Energy Policy*, 46, 434-442.
- Menegaki, A.N. (2011), "Avrupa'da büyüme ve yenilenebilir enerji: Tarafsızlık hipotezi için kanıt içeren bir rassal etki modeli", *Enerji Ekonomisi*, 33, 257-263.
- Ocal, O. & A. Aslan (2013), "Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi-ekonomik büyüme bağı", *Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri*, 28, 494-499.
- Ohler, A. & I. Fetters (2014), "The causal relationship between renewable electricity generation and GDP growth: Enerji kaynakları üzerine bir çalışma", *Enerji Ekonomisi*, 43, 125-139.
- Ozcan, B. & I. Ozturk (2019), "Renewable energy consumption-economic growth nexus in emerging countries: A bootstrap panel causality test", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 30-37.
- Ozturk, I. (2010), "A literature survey on energy-growth nexus", *Energy Policy*, 38(1), 340-349.
- Pao, H.T. & H.C. Fu (2013), "Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 381-392.
- Payne, J.E. (2009), "On the dynamics of energy consumption and output in the US", *Applied Energy*, 86(4), 575-577.
- Payne, J.E. (2010), "A survey of the electricity consumption-growth literature", *Applied Energy*, 87, 723-731.
- Pesaran, M.H. (2015), "Testing weak cross-sectional dependence in large panels", *Econometric Reviews*, 34(6-10), 1089-1117.
- Polat, B. (2021), "The impact of renewable and nonrenewable energy consumption on economic growth: a dynamic panel data approach", *Asia-Pacific Journal of Accounting & Economics*, 28(5), 592-603.

- Rafindadi, A.A. & I. Ozturk (2017), "Yenilenebilir enerji tüketiminin Alman ekonomik büyümesi üzerindeki etkileri: Evidence from combined cointegration test", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1130-1141.
- REN21 (2022), *Yenilenebilir Enerji 2022: Küresel Durum Raporu*, (Paris: REN21 Sekreteryası), <[https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022_Full_Report.pdf)>, 20.01.2023.
- Sadorsky, P. (2009), "Renewable energy consumption and income in emerging economies", *Energy Policy*, 37(10), 4021-4028.
- Singh, N. ve diğerleri (2019), "Ekonomik büyümenin itici gücü olarak yenilenebilir enerji gelişimi: Çok değişkenli panel veri analizinden elde edilen kanıtlar", *Sürdürülebilirlik*, 11, 2418.
- Smolovic, J.C. ve diğerleri (2020), "How does renewable energy consumption affect economic growth in the traditional and new member states of the European Union?", *Energy Reports*, 6, 505- 513.
- Topcu, B.A. & M. Dogan (2022), "Güneş enerjisi üretiminin finansal gelişme ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Evidence from 11 selected countries", *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 17(1), 2141377.
- Torres-Reyna, O. (2007), *Stata (v.6.0) kullanarak sabit ve rastgele etkili panel veri analizi*, <<https://www.princeton.edu/~otorres/Panel101.pdf>>, 5.06.2022.
- Tugcu, C.T. ve diğerleri (2012), "Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: Evidence from G7 Countries", *Energy Economics*, 34(6), 1942- 1950.
- Wolniak, R. & B. Skotnicka-Zasadzien (2022), "Fosil yakıtlara alternatif olarak AB ülkelerinde fotovoltaik enerjinin gelişimi", *Energies*, 15(2), 662.
- Wooldridge, J.M. (2002), *Econometric analysis of cross-section and panel data*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Dünya Bankası (2022), *Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri*, <<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>>, 10.11.2022.
- Yang, M. & J. Kim (2020), "Revisiting the relationship between renewable electricity and economic growth: A renewable-growth hypothesis", *Sustainability*, 12, 3121.
- Yerdelen-Tatoğlu, F. (2018), *Panel veri ekonometrisi: Stata uygulamalı*, Dördüncü Baskı, İstanbul: Beta Yayınları.

Filiz-Baştürk, M. (2024), "Güneş Enerjisi Üretimi ve Ekonomik Büyüme: AB Ülkeleri İçin Bir Analiz", *Sosyoekonomi*, 32(60), 95-109.