

Seçilmiş Sahra Altı Afrika Ülkelerinde Ekonomik Büyüme, Fosil Ve Yenilenebilir Enerji Kullanımının Co2 Emisyonları Üzerine Etkileri

Mehmet Ali Demir¹

Özet

Bu çalışmanın amacı, ekonomik büyüme, fosil ve yenilenebilir enerji kullanımının CO2 emisyonları üzerindeki etkilerini analiz etmektir. Bu amaçla, 1999-2014 dönemi için yıllık veriler kullanılarak verilerine erişilebilen seçilmiş 23 Sahra Altı Afrika (SAA) ülkesi için panel verilerle ampirik bir çalışma yapılmıştır. Ampirik modelde bağımlı değişken olarak kişi başına düşen CO2 emisyon miktarı, bağımsız değişkenler olarak ise kişi başına düşen gelir (KBG), fosil enerji kullanımı (FET) ve yenilenebilir enerji kullanımı (YET) yer almaktadır. Hausman testi ile en uygun model olduğu belirlenen modele değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon testleri uygulanmış ve 23 SAA ülkesinde ekonomik büyüme, fosil ve yenilenebilir enerji kullanımının CO2 emisyonu üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur. SE tahmin sonuçlarına göre, analize dahil edilen SAA ülkelerinde ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlıdır, ancak fosil enerji kullanımı ile CO2 emisyonları arasında istatistiksel bir anlamlılık bulunamamıştır. Ekonomik büyümenin CO2 miktarını olumsuz etkilediği, ancak yenilenebilir enerji kullanımının CO2 emisyon miktarını azalttığı sonucuna varılmıştır. Bulgular, seçilen 23 SAA ülkesinde KBG'deki %1'lik bir artışın CO2 miktarını %0,458 oranında artıracığını, YET'deki %1'lik bir artışın ise CO2 emisyon miktarını %0,0174 oranında azaltacağını göstermektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda SAA ülkelerinin enerji kullanım şekillerinin fosil enerjiden yenilenebilir enerji kullanımına yönlendirilmesi için gerekli sübvansiyon ve teşvikler sağlanmalı, yenilenebilir enerji yatırımlarının artması desteklenmelidir.

1 Arş. Gör. Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, malidemir@karatekin.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0992-347X

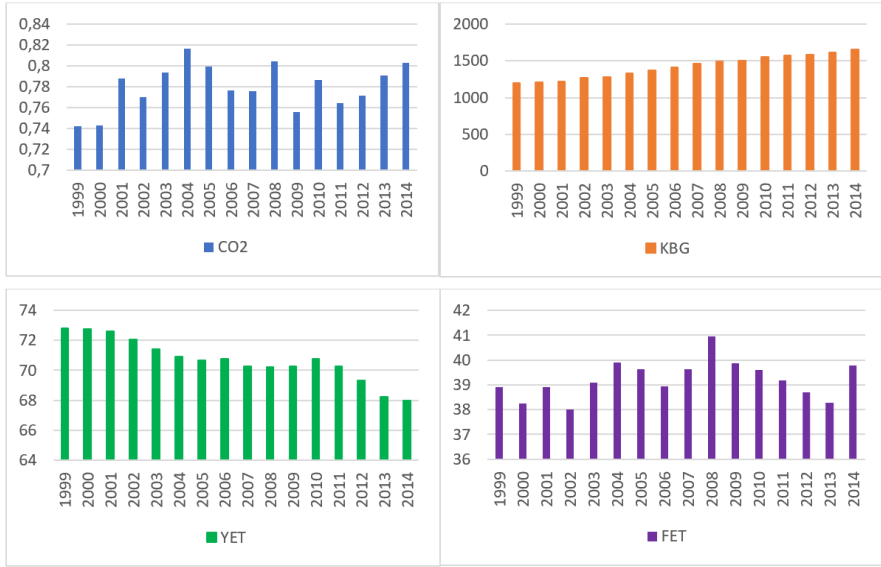
1. GİRİŞ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunu son yirmi yıldır uzmanlar ve politikacılar arasında çekişme ve tartışma konusu olmuştur. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan karbondioksit (CO₂) emisyonlarındaki artışın bu olgunun arkasındaki ana faktör olduğu iddiası yer almaktadır. İklim değişikliği şiddetli kuraklığa, sel gibi doğal afetlere ve sağlık risklerine yol açmaktadır. Özellikle fosil yakıtların kullanılması çevreye yüksek miktarda CO₂ saldığından çevresel problemlere neden olmaktadır. Fosil yakıt yakılması ile ortaya çıkan CO₂ emisyonu iklim değişikliğine yol açmakta ve sağlığa zararlı olan hava kirliliğinin başlıca nedeni olarak görülmektedir (Vural, 2020). Örneğin, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) 2017 yılındaki rapora göre her yıl yedi milyondan fazla insan fosil yakıt kullanımından dolayı ortaya çıkan CO₂ emisyonuna maruz kaldığı için hayatını kaybetmektedir. Bütün bu nedenlerle araştırmacılar ve politika yapıcılar, potansiyel olarak yıkıcı etkileri olabileceği için küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin kökenlerini anlamak için önemli miktarda zaman ve para harcamışlardır (Kiviyiro ve Arminen, 2014, s.595). Farklı bakış açılarına rağmen, iklim değişikliğinin negatif yönlerini azaltmak için çeşitli eylemler uygulanmıştır. Örneğin, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (UNFCCC) bağlı olan Kyoto Protokolü, 1997 yılında oluşturulmuş ve 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. CO₂ emisyonlarını azaltmayı amaçlayan, ülkeler arasında hukuken bağlayıcı bir anlaşmadır. Bu anlaşmanın temel amacı, sera gazlarını azaltarak küresel ısınmayı 2 C°'nin altında tutmaktır. Kyoto Protokolü'nden sonra ülkeler daha çevre dostu enerji kaynaklarını benimsemeye başlamıştır. Bu protokolün uygulanması, çok güçlü bir küresel destek alan ve 195 ülke tarafından imzalanan 2015 Paris İklim Değişikliği Konferansı'nda (21. Taraflar Konferansı (COP21)) daha da ileri götürülmüştür. Paris Anlaşması'nın temel hedeflerinden biri, küresel sıcaklık artışının sanayi öncesi seviyelerin 2°C üzerinde kalmasını sağlamaktır. Ayrıca, sıcaklık artışını 1,5°C ile sınırlamak için gerekli önlemleri araştırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, anlaşma ülkelerin iklim değişikliğiyle daha etkin bir şekilde mücadele etmelerini sağlamayı amaçlamaktadır. Fosil yakıtlar yerine mümkün olduğunca yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak öne çıkan eylemlerden biridir (Vural, 2020). Gielen vd. (2019), 2050 yılına kadar dünyadaki toplam enerji talebinin üçte ikisinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanacağını ve bunun CO₂ emisyonlarını önemli ölçüde azaltacağını belirtmektedir. 2009 yılının aralık ayında Kopenhag'daki 15. Taraflar Konferansı'nda (COP 15) kabul edilen Kopenhag Anlaşması ülkelerin CO₂ emisyon seviyelerinde gönüllü olarak azaltma sözü verdikleri bir başka anlaşma olarak literatürde yerini almaktadır (Egenhofer ve Georgiev, 2009; Rogelj vd., 2010; Stigson vd., 2013).

Önceki araştırmalara dayanarak, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin CO₂ emisyonlarının artışına katkıda bulunan önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir. Gelişmekte olan ülkeleri konu edinen önceki çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların büyük çoğunluğunun Orta Doğu ve

Kuzey Afrika, Latin Amerika, Asya ülkeleri üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Buna karşılık Sahra Altı Afrika (SAA) ülkelerinde ekonomik büyüme, fosil ve yenilenebilir enerji kullanımının CO2 emisyonları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar yetersizdir (bknz. Gao ve Zhang, 2014; Zerbo, 2015; Ezzo ve Kebo 2016; Nkengfack ve Fotio, 2019; Alaganthiran ve Anaba, 2022).

Dünya Bankası verilerine göre son 24 yılda (1999-2023) ortalama yaklaşık %4 büyüme oranına sahip SAA ülkeleri aynı zamanda artan nüfus oranlarına da sahiptir. Bu iki durum Afrika ülkelerinde enerji talebinin giderek artmasına neden olmaktadır. Küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin vahim durumu göz önüne alındığında, CO2 emisyon yoğunluğunu etkileyen unsurları araştırmak ve CO2 emisyonlarını düşürme amacına ulaşmak için CO2 emisyon yoğunluğu büyümesindeki ilerlemeyi hassas bir şekilde izlemek kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda çalışma, SSA bölgesinden seçilmiş 23 ülke için 1999 ile 2014 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılarak ekonomik büyüme, enerji kullanımı (fosil ve yenilenebilir) ve CO2 emisyonları arasındaki bağlantıyı araştırmayı amaçlamaktadır. Bu çalışma aşağıdaki bazı araştırma sorularını yanıtlamaya çalışmaktadır: (1) Seçilmiş 23 SAA ülkesinde ekonomik büyüme ile CO2 emisyonları arasındaki ilişki nedir? (2) Araştırma döneminde (1999-2014) ekonomik büyümenin katsayı işareti nedir ve beklenti işaretinden farklı mıdır? (3) CO2 emisyonları ile fosil ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki nedir? SAA ülkeleri özelinde bu tür çalışmaların yeteri kadar yapılmaması ya da daha az örneklem özelinde ekonomik büyüme, fosil ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonu ilişkisinin incelenmesi bu çalışmayı ayıran özelliklerden birkaçıdır. Böylece hem daha sonraki çalışmaların geliştirilmesine imkân sağlanacak hem de literatürdeki boşluğun doldurulması gerçekleştirilebilir. SAA ülkeleri hala çevresel kaliteyi koruyabilecek sürdürülebilir ekonomik büyümeden yoksundur. Bu ülkelerin sahip olduğu potansiyellerini iyi kullanabilmeleri için ekonomik büyümesini sürdürülebilir hale getirmeleri, sosyal ve altyapı gelişimlerini tamamlamaları çok önemli hale gelmektedir. Bu yüzden bu tür çalışmaların artırılması hem sorunu tespit etmekle kalmayacak aynı zamanda gelecek için çözüm önerileri ortaya koyacaktır.



Şekil 1: Sahra Altı Afrika Ülkelerinde CO2, KBG, YET ve FET (1999-2014) (World Bank WDI), 2024. *CO2: Karbondioksit Emisyonu, *KBG: Kişi Başına Gelir, *YET: Yenilenebilir Enerji Tüketimi, *FET: Fosil Enerji Tüketimi

2. AMPİRİK LİTERATÜR

CO2 emisyonu, enerji kullanımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler son yirmi yıldır ampirik ve teorik literatürde tartışma konusu olmuştur. Bundan önceki çalışmalar (Soytas vd., 2007; Bölük ve Mert, 2014; Bhat, 2018; Balli vd., 2021; Uğur, 2022; Ali vd., 2022; Amirnia, 2023; Ugur vd., 2023) ekonomik büyüme, fosil ve/veya yenilenebilir enerji tüketiminin ya da herhangi bir ayrıma gitmeden enerji tüketiminin CO2 emisyonları üzerindeki etkilerini farklı ülke ve bölgeler özelinde analiz etmiştir. Yapılan farklı çalışmalar hem ekonomik büyümenin CO2 emisyonları üzerinde hem de fosil ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 üzerindeki etkilerinin farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Örneğin, Soytaş vd. (2007), 1960-2004 dönemi yıllık verilerini kullanarak Amerika Birleşik Devletleri için enerji kullanımı, gelir ve CO2 emisyonları arasındaki bağlantıyı araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar enerji tüketiminin CO2 emisyonlarını arttırdığını göstermiştir. Başka bir çalışmada Bölük ve Mert (2014), 16 Avrupa Birliği ülkesine ait verileri kullanarak sera gazları, enerji kullanımı ve GSYİH arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla sabit etkiler panel veri modelini kullanmıştır. Sonuçlar fosil ve yenilenebilir enerji kullanımının CO2 emisyonlarını arttırdığını göstermiştir. Bhat (2018), 1992-2016 arasında BRICS ülkelerinde ayrıştırılmış enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonları ilişkisine odaklanmıştır. Çalışmada, kişi başına düşen gelir ve yenilenebilir enerji tüketiminin emisyonları artırdığı, yenilenebilir enerji tüketiminin ise azalttığı

sonucuna ulaşmıştır. Ali vd. (2022), 1990-2019 yıllık zaman serisi verilerini elde ederek Çin'de yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji kullanımı, kentsel nüfus, araştırma ve geliştirme harcamaları, teknolojik yenilik ve karbon emisyon yoğunluğu arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kullanımı ile CO₂ arasındaki uzun vadeli ve kısa vadeli korelasyonları araştırmak için Dinamik ARDL simülasyon tekniği kullanılmıştır. Sonuçlar, değişkenler arasında uzun vadeli bir korelasyon olduğuna dair güçlü kanıtlar olduğunu göstermektedir. Bulgular, uzun vadede yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji tüketiminin CO₂ üzerinde sırasıyla %0,27, %0,75 oranında olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Amirnia (2023), Petrol İhraç Eden Ülkeler Birliği (OPEC) üyesi ülkelerde GSYİH, kentsel nüfus ve yenilenemeyen enerji tüketiminin karbondioksit emisyonları üzerindeki etkisini ele almaktadır. Bulgularının ayrıntılarını göstermek için, bu çalışmada panel veri yöntemini kullanarak, GSYİH, kentsel nüfus artışı ve yenilenemeyen enerji tüketiminin karbondioksit emisyonları üzerindeki etkisi, 1990-2019 zaman diliminde 13 OPEC üyesi ülke için incelenmiştir. Bulgulara göre, GSYİH artışının, kentsel nüfus artışının ve yenilenemeyen yakıt kullanımının CO₂ emisyonları üzerinde kayda değer ve yapıcı bir etkisi olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bazı araştırmacılar (Gao ve Zhang, 2014; Kiviyiro ve Arminen, 2014; Zerbo, 2015; Ezzo ve Kehe, 2016; Kais ve Sami, 2016; Ssali vd., 2018; Nkengfack ve Fotio, 2019; Nkengfack vd., 2019; Ssali vd., 2019; Vural, 2020; Alaganthiran ve Anaba, 2022) SAA ülkelerinde ekonomik büyüme ve enerji kullanımının CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiş ve elde edilen sonuçlar da benzer şekilde farklılıklar göstermiştir.

Örneğin, Gao ve Zhang (2014), 1980'den 2009'a kadar 14 Sahra Altı Afrika (SSA) ülkesinde elektrik kullanımı, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu karmaşık ilişkiyi analiz etmek için panel eşbütünlük ve panel vektör hata düzeltme modelleme yöntemlerini kullanmışlardır. Araştırma bulgularına göre, elektrik kullanımının uzun vadede CO₂ emisyonları üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Bulgulardan, SAA ülkelerinin ters U şeklinde Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezini sergilediği anlaşılmaktadır. Panel nedensellik testleri, ekonomik büyümeden CO₂ emisyonlarına ve elektrik tüketimine doğru sırasıyla kısa vadeli tek yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. Hem elektrik kullanımı ile CO₂ emisyonu arasında hem de ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonu arasında anlamlı ve karşılıklı bir ilişki bulunmaktadır.

Bağımsız bir çalışmanın parçası olarak Kiviyiro ve Arminen (2014), SAA bölgesindeki altı ülkede CO₂ emisyonları, enerji kullanımı, ekonomik kalkınma ve doğrudan yabancı yatırım arasındaki karmaşık bağlantıları araştırmıştır. Otoregresif dağıtılmış gecikme modeline dayalı sonuçlar, değişkenlerin uzun vadede tüm ülkelerde birlikte hareket ettiğini göstermiştir. Sonuçlar ayrıca,

Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Kenya ve Zimbabve örneklerinde çevresel Kuznets eğrisi hipotezini desteklemiştir.

Kapsamlı bir çalışmada Zerbo (2015), SAA'daki çeşitli ülkelerde ekonomik büyüme, enerji kullanımı, dış ticaret ve CO2 emisyonları arasındaki korelasyonu incelemiştir. Çalışmada, ekonomik analizde yaygın olarak kullanılan eşbütünlüşme için ARDL sınır testi yaklaşımını kullanmıştır. Bulgular, yalnızca Güney Afrika ve Togo'da uzun vadeli bir ilişkinin varlığını göstermiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar, enerji tüketiminin kısa vadede Botswana, Kenya, Güney Afrika ve Togo'da CO2 emisyonlarını artırmada etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Esso ve Keho (2016) çalışmalarında, 12 seçilmiş SAA ülkesinde enerji kullanımı, CO2 emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki uzun vadeli ve nedensel ilişkilerin eşbütünlüşmesini incelemek için sınır testi ve Granger nedensellik testi kullanarak kapsamlı bir analiz yürütmüşlerdir. Çalışmada 1971'den 2010'a kadar olan yıllık veriler kullanılmıştır. Bulgular ülkelere göre değişkenlik göstermiştir. Uzun vadede enerji kullanımı ve ekonomik büyüme, çoğu ülkede atmosfer kirliliğindeki artışla ilişkilidir. Granger nedensellik testlerinden elde edilen sonuçlar, Benin, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Gana, Nijerya ve Senegal'de ekonomik büyümenin kısa vadede CO2 emisyonlarına neden olduğuna dair kanıtlar göstermiş; bu da ekonomik genişlemenin çevreyi etkilemeden elde edilemeyeceği anlamına gelmektedir. Gabon, Nijerya ve Togo için CO2 emisyonlarından ekonomik büyümeye doğru ters nedensellik olduğuna dair kanıtlar bulunmuş; bu da hava kirliliğini azaltmayı amaçlayan çevre politikalarının ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini göstermektedir. Kısa vadede, Nijerya'da ekonomik büyüme ile CO2 emisyonları arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu keşfedildi. Benzer şekilde, uzun vadede, bu ilişki Kongo ve Gabon'da gözlemlendi. Uzun vadede, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme Benin, Fildişi Sahili, Nijerya, Senegal, Güney Afrika ve Togo'da CO2 emisyonlarına neden olmaktadır.

Kais ve Sami (2016), elli sekiz ülke için 1990-2012 döneminde ekonomik büyüme ve enerji kullanımının CO2 emisyonu üzerindeki etkisine ilişkin panel veri modeli kullanarak yeni ampirik kanıtlar sağlamıştır. Ayrıca, bu modeli Avrupa ve Kuzey Asya bölgesi, Latin Amerika ve Karayipler bölgesi ve Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Sahra Altı bölgesi olarak üç bölgesel alt gruba ayırarak da uygulamıştır. Sonuçlar, enerji kullanımının tüm panel modelleri için CO2 emisyonlarını azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, kişi başı gelir, Avrupa, Kuzey Asya ve Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Sahra Altı Afrika bölgelerinde CO2 emisyonu üzerinde olumlu ve anlamlı bir etkiye sahiptir. Üstelik ampirik bulgular, CO2 emisyonu ile kişi başına gelir arasında ilginç bir ters U şeklindeki eğriyi izleyen ilgi çekici bir ilişkiyi ortaya koymuştur.

Ssali vd. (2018), Kenya, Nijerya, Botswana, Benin, Togo ve Mauritius ülkelerinde 1990-2014 dönemi için ekonomik büyümenin, enerji kullanımının ve nüfus artışının karbon emisyonları üzerindeki etkisini incelemiştir. Sonuçlar,

enerji kullanımında ve nüfus artışında %1'lik bir yükselişin CO2 miktarında sırasıyla %0,08 ve %0,22'lik bir yükselmeye neden olacağını ortaya koymuştur.

Nkengfack ve Fotio (2019) tarafından yürütülen bir analiz, 1971-2015 yılları arasında Cezayir, Mısır ve Güney Afrika'da enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve karbon emisyonları arasındaki eşbütünleşmeyi ve nedensel ilişkiyi incelemiştir. ARDL'ye dayalı sonuçlar, enerji kullanımı ve ekonomik büyümenin bu ülkelerde kısa ve uzun vadede CO2 üzerinde pozitif ve önemli etkilere sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Nkengfack vd. (2019), 1996 ve 2014 yılları arasında 23 Sahra Altı Afrika ülkesinden oluşan bir panelde ekonomik büyümenin karbon emisyonları üzerindeki etkilerini ölçmek, bileşim ve teknik etkilere ayırmıştır. Farklı karbondioksit emisyonu seviyelerinde karbon emisyonları ve belirleyicileri arasındaki ilişkinin ayrıntılı bir tanımını ortaya koymak için statik ve dinamik panel tahmin tekniğini kantil regresyon tekniğiyle birleştirmiştir. Statik ve dinamik tahminlerden elde edilen sonuçlar, ekonominin ölçөгündeki ve bileşimindeki genişlemenin karbon emisyonlarını artırdığını, teknolojideki gelişmelerin ise karbon emisyonlarını azaltmak için yeterli olduğunu ortaya koymuştur.

Ssali vd. (2019), 34 yıllık bir süre boyunca (1980-2014) 6 seçilmiş Sahra Altı Afrika ülkesinde çevre kirliliği, ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve doğrudan yabancı yatırım arasındaki bağlantıyı inceleyerek mevcut literatürü geliştirmeyi amaçlamıştır. Bulgular, kısa vadede enerji kullanımı ile CO2 arasında çift yönlü bir nedenselliğin ve uzun dönemde enerji kullanımından CO2'ye doğru tek taraflı bir nedenselliğin doğrulandığını ortaya koymuştur. Enerji kullanımında %1'lik bir artış CO2'de %49'luk bir artışa neden olmuştur. Ekonomik büyümede %1'lik bir artış CO2'de %16'lık bir artışa neden olmuş ve ekonomik büyümenin karesinde %1'lik bir artış CO2'yi %46 azaltmaktadır.

Vural (2020), 1980-2014 döneminde sekiz SAA ülkesi için çıktı, yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji, ticaret ve CO2 emisyonları arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme Pedroni testi ve Westerlund (2007) hata düzeltme tabanlı panel testi ile analiz etmiştir. Uzun vadeli ampirik bulgular, yenilenemeyen enerji ve ticaretin karbon emisyonlarını artırmada önemli bir role sahip olduğunu, yenilenebilir enerjinin ise emisyonları azalttığını ve Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezinin seçilen ülkeler ve zaman aralığı için desteklendiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, yenilenebilir enerjide %1'lik bir artışın CO2 emisyonunu %0,15 oranında azalttığı buna rağmen yenilenemeyen enerjide %1'lik bir artışın CO2 emisyonunu %0,09 oranında artırdığı sonucunu elde etmiştir.

Çelik ve Ertürkmen (2021) MENA ülkeleri için ekonomik büyüme, ihracat ve karbondioksit salınımı arasındaki ilişkiler incelemiştir. Yöntem olarak yatay kesit bağımlılık testi, Delta testi, PANIC birim kök testi, LM Bootstrap Panel Eşbütünleşme, AMG katsayı tahmincisi ve Emirmahmutoglu ve Köse (2011) nedensellik testi kullanılmıştır. Ekonomik büyüme ile karbondioksit

salınımı arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilirken, ihracat ile karbondioksit salınımı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Panel nedensellik testi sonuçları, hem ekonomik büyüme hem de ihracat ile karbondioksit salınımı arasında çift yönlü nedensellik ilişkisini ortaya koymuştur.

Alaganthiran ve Anaba (2022), seçilmiş 20 SSA ülkesinde 2000-2020 dönemi için ekonomik büyümenin CO2 emisyonu üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma ayrıca enerji kullanımı, turizm sektörü ve nüfusun karbondioksit emisyonları üzerindeki etkisini de ele almıştır. Bu çalışma, ekonomi büyümede %1'lik bir artışın CO2 emisyon seviyesini yaklaşık %0,02 oranında artırdığını belirlemiştir. Ayrıca bu çalışma, Sahra Altı Afrika ülkelerinde özellikle petrol kaynaklı enerji tüketiminin yalnızca hava kalitesini kirleteceğini tespit etmiştir.

3. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada verilerine ulaşılabilen 23 SAA ülkesi için 1999-2014 dönemini kapsayan veriler kullanılarak ekonomik büyümenin, yenilenebilir ve fosil enerji kullanımının CO2 emisyonu üzerindeki etkileri panel veri modeli ile test edilecektir. Seçilen 23² SAA ülkesi için kullanılan veriler Dünya Bankası'ndan (World Bank WDI) alınmıştır. Modelde kullanılan bağımlı değişken kişi başı CO2 emisyon miktarı, bağımsız değişkenler ise kişi başı gelir (KBG), fosil yakıt kullanımı (FET) ve yenilenebilir enerji kullanımınıdır (YET). Tutarlı sonuçlar elde edebilmek için bağımlı değişken (CO2) ve bağımsız değişken KBG'nin logaritmaları alınarak model tahmin edilmiştir.

Tablo 1: Değişkenler ve Gösterimleri

Değişkenler	Gösterimi	Parametre Değişkeninin Beklentisi
Kişi Başı CO2 emisyon miktarı	CO2	-
Kişi Başı Gelir	KBG	Pozitif
Fosil Enerji Tüketimi	FET	Negatif
Yenilenebilir Enerji Tüketimi	YET	Pozitif

Seçilmiş 23 SAA ülkesinde 1999-2014 yıllık verileriyle ekonomik büyüme, fosil ve yenilenebilir enerji kullanımının CO2 emisyonu arasındaki ilişkisini açıklamak için kullanılan panel veri modeli aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$$CO2_{it} = \beta_0 + \beta_1 KBG_{it} + \beta_2 YET_{it} + \beta_3 FET_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Yukarıdaki denklemde;

CO2: Karbon emisyon miktarını,

2 Angola, Benin, Botsvana, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Etiyopya, Fildişi Sahilleri, Gabon, Gana, Güney Afrika, Kamerun, Kenya, Kongo, Mauritius, Mozambik, Namibya, Nijer, Nijerya, Senegal, Sudan, Tanzanya, Togo, Zambiya, Zimbabve

KBG: Kişi başına geliri,
 YET: Yenilenebilir enerji tüketimini,
 FET: Fosil enerji tüketimini,
 u: Hata terimini temsil etmektedir.

4. ANALİZ SONUÇLARI

Analizde kullanılan her bir değişkene ait gözlem sayısı, ortalama, standard sapma, minimum ve maksimum değerler aşağıda Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Standard Sapma	Minimum	Maksimum
CO2	368	-.7863758	1.315122	-3.465987	2.13377
KBG	368	7.271091	.9094457	5.526957	9.124958
YET	368	66.91522	24.6201	7.6	98.3
FET	368	31.70512	23.47186	1.639733	88.14867

Yukarıdaki (1) numaralı denklemi panel veri modeliyle tahmin yaparken, sabit (SE) veya tesadüfi etkiler (TE) modelinin geçerliliğini belirlemek için başlangıçta ki-kare Hausman testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara dayanarak, SE modelinin en uygun model olduğuna karar verilmiştir. Elde edilen Hausman test sonucu Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3: Hausman Test Sonuçları

Test	Chi2(3) Değeri	Olasılık (p) Değeri
Hausman Testi	36.34	0.0000

Tahmin yöntemi ile sabit etkiler modeline karar verildikten sonra regresyon hesaplamalarında birtakım sorunlara yol açan heteroskedasite, birimler arası korelasyon ve otokorelasyon sorunlarının varlığını sınamak için bazı testler uygulanmıştır.

SE modelinde değişen varyans bir diğer adıyla heteroskedasite probleminin varlığını sınamak için değiştirilmiş Wald testi uygulanmaktadır.

Değiştirilmiş Wald testinde temel hipotez şu şekilde kurulabilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2021):

$$H_0: \sigma_i^2 = \sigma^2 \text{ (Varyanslar, birimlere göre homoskedastiktir)}$$

Değiştirilmiş Wald test istatistiği ise aşağıdaki gibi formüle edilebilmektedir (Baum, 2001):

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

Tablo 4: Değiştirilmiş Wald Testi Sonucu

Test	Chi2(23) Değeri	Olasılık (p) Değeri
Değiştirilmiş Wald testi	5359.00	0.0000

Tablo 4'te değişen varyans (heteroskedasite) probleminin tespiti için yapılan değiştirilmiş Wald testi sonucu yer almaktadır. H_0 hipotezi, 23 serbestlik derecesi ile X^2 test istatistiği ve olasılık değeri yer almaktadır. Tablo 4'teki sonuçlara göre H_0 hipotezi reddedilmekte ve değişen varyans sorununun olduğu ($\sigma_1^2 \neq \sigma^2$) söylenebilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2021).

SE modelinde otokorelasyon probleminin varlığını sınamak için birden fazla test uygulanabilmektedir. Bu testlerden ilki Baltagi-Wu'nun (1999) yerel en iyi değişmez (LBI) testidir (Yerdelen Tatoğlu, 2021). Bir diğer test ise Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin-Watson test istatistiğidir. Üçüncüsü, Inoue ve Solon (2006) tarafından geliştirilen Portmanteau testidir. Bu test yüksek mertebeden otokorelasyonların sınanmasında da uygun olarak kullanılabilir (Yerdelen Tatoğlu, 2021). Otokorelasyonun varlığının sınanması için kullanılan bir başka test ise sapması düzeltilmiş LM testleridir. Son olarak ise otokorelasyonun varlığını sınanan test ise Born ve Breitung tarafından 2016 yılında geliştirilen 'heteroskedasiteye karşı dirençli HR testi'dir. H_0 hipotezi birinci mertebeden otokorelasyon yoktur şeklinde iken, alternatif hipotez ise bazı birinci dereceden otokorelasyon vardır şeklinde ifade edilmektedir. Modelde değişen varyans probleminin tespit edilmesinden dolayı heteroskedasiteye karşı dirençli HR testi gerçekleştirilmiş ve bu teste ait sonuç Tablo 5'te gösterilmiştir. Sonuçlara göre H_0 hipotezi reddedilememiş ve birinci dereceden otokorelasyon tespit edilememiştir.

Tablo 5: Heteroskedasiteye Karşı Dirençli HR Testi Sonuçları

Test	HR-Stat	Olasılık (p) Değeri
Heteroskedasiteye Karşı Dirençli HR Testi	-0.38	0.701

SE modelinde birimler arası korelasyonun olup olmadığı da test edilmelidir. Panel veri modellerindeki temel varsayımlardan biri, hata terimlerinin bireysel birimlerden bağımsız olduğu varsayımdır. Bununla birlikte, yapılan analizlerde kesit birimleri arasında hatalar arasında eş zamanlı bir korelasyon olduğu sıklıkla gözlemlenir. Bu, korelasyon matrisinin bir birim matrisi olmasını engeller (Yerdelen Tatoğlu, 2021, s.257). SE modelinde birimler arası korelasyonun varlığının sınanması için farklı testler kullanılmaktadır. Bunlar Breusch-Pagan Lagrange çarpan testi, Pesaran'ın CD testi, Friedman'ın testi ve Frees'in testidir. Modelde Pesaran'ın CD testi birimler arası korelasyonun varlığının sınanması için kullanılmış ve bu teste ilişkin elde edilen bulgular aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Bulgular H_0 'ın reddedilemediğini ve birimler arası korelasyonun olmadığını açıklamaktadır.

Tablo 6: Pesaran'ın CD Testi Sonuçları

Test	İstatistik Değeri	Olasılık (p) Değeri
Pesaran CD Testi	-0.316	0.7521

Heteroskedasite, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon sorunlarının varlığı sınılandıktan sonra heteroskedasite probleminin varlığı tespit edilmiş, buna karşın otokorelasyon ve birimler arası korelasyon problemine rastlanılmamıştır. Analizde değişen varyans problemi de giderildikten sonra aşağıda bulunan Tablo 7'de, 1999-2014 yılları arasında 23 seçilmiş SAA ülkesinde ekonomik büyümenin, fosil ve yenilenebilir enerji kullanımının CO2 emisyonları üzerindeki etkisine ilişkin ampirik bulgular yer almaktadır.

Tablo 7: Ampirik Sonuçlar (Bağımlı Değişken: CO2)

Değişken	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık (p) değeri
KBG	0.4587865** (0.1939516)	2.37	0.027
YET	-0.0174042* (0.0090522)	-1.92	0.068
FET	0.0015584 (0.0073418)	0.21	0.834
Sabit	-3.007058* (1.69706)	-1.77	0.090
Gözlem Sayısı	368		
Grup Sayısı	23		
R ²	0.8303		
Prob>F	0.0005		
F (3,22)	8.67		
Parantez içindeki rakamlar robust standart hataları göstermektedir			

*** p<0.01, **p<0.05, * p<0.1

SE modelinin sonuçlarına bakıldığında KBG ve YET değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu, FET değişkeninin ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Seçilmiş 23 SAA ülkesinde ekonomik büyümenin artması CO2 emisyon miktarını arttırmakta, bir diğer ifadeyle ekonomik büyüme bu ülkelerde çevresel kirlenmenin artmasına katkıda bulunmaktadır. İstatistiksel olarak değerlendirdiğimizde KBG'deki %1'lik bir artış CO2 emisyonu miktarını %0.458 düzeyinde arttırmaktadır. Parametre değişkeninin pozitif çıkması da beklenildiği gibi gerçekleşmiştir. Bulgular, daha önce gerçekleştirilen birçok çalışma (Omri, 2013; Pal ve Mitra, 2017; Mikayilov vd., 2018; Aeknarajindawat vd., 2020; Osadume ve University, 2021; Rigas ve Kounetas, 2024) ile benzer sonuçlara sahiptir. Örneğin, Osadume ve University (2021) yapmış oldukları çalışmada, 1980'den 2019'a kadar bazı Batı Afrika ülkelerinde ekonomik büyüme

ile CO2 emisyonu arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Bulgular, ikili arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermiş; ekonomik büyümede %1'lik bir yükselme eğilimi, CO2 emisyon miktarını %3,11121'lik bir artışla sonuçlandırmıştır. Benzer bir çalışmada Aeknarajindawat vd. (2020), 1988-2017 dönemi yıllık verileri kullanarak doğal kaynakların, yenilenebilir enerjinin ve ekonomik büyümenin karbondioksit (CO2) emisyonu üzerindeki etkisini analiz Malezya özelinde incelemiştir. Araştırmaya göre, ekonomik büyümede yüzde 1'lik ufak bir artış bile CO2 emisyonunda yüzde 0,092'lik bir artışa denk gelmektedir.

Diğer yandan YET ile CO2 emisyonu arasındaki ilişkinin parametresi de beklenildiği gibi negatif çıkmıştır. Elde edilen sonuç, analize dahil edilen ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımının arttırması CO2 emisyonlarını azaltıcı bir etki yapmaktadır. Bu ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımının %1'lik yükseliş göstermesi durumunda CO2 emisyonu üzerinde %0.017 oranında azalma sağlayacağı anlaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlar daha önceki çalışmalarla (Shafiei ve Salim, 2014; Paramati vd., 2017; Khoshnevis Yazdi ve Ghorchi Beygi, 2017; Sinha ve Shahbaz, 2018; Vural, 2020; Mukhtarov vd., 2023) uyumludur. Örneğin Vural (2020) yapmış olduğu çalışmada yenilenebilir enerjinin kullanımının %1'lik bir yükseliş trendi göstermesi durumunda CO2 emisyonunun %0,15 oranında azalmasına neden olacağını kanıtlamıştır.

Son olarak yapılan titiz analizlere rağmen, FET ile CO2 emisyonları arasında gözle görülür bir ilişki bulunamamıştır.

5. SONUÇ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Bu çalışmada ekonomik büyümenin, fosil ve yenilenebilir enerji kullanımının CO2 emisyonları üzerindeki etkisi incelenmektedir. Bu amaç doğrultusunda, 1999-2014 dönemi yıllık verileri kullanılarak seçilmiş 23 SAA ülkesi için panel veri modeli ile ampirik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Ampirik modelde bağımlı değişken kişi başına düşen CO2 emisyonu miktarına aitken, bağımsız değişkenler kişi başına gelir (KBG), fosil enerji kullanımı (FET) ve yenilenebilir enerji kullanımını (YET) kapsamaktadır. Öncelikle SE modeli mi yoksa TE modeli mi en uygun model karar verebilmek için Hausman testi uygulanmıştır. Hausman testi sonucunda göre en uygun modelin SE modeli olduğuna karar verilmiştir. SE tahmin sonuçlarına göre analize dahil edilen SAA ülkelerinde ekonomik büyümenin ve yenilenebilir enerji kullanımının CO2 emisyon miktarı arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu, buna rağmen fosil enerji kullanımı ve CO2 emisyon miktarı arasındaki ilişkinin ise herhangi bir istatistiksel olarak anlamlılığı tespit edilememiştir. Ekonomik büyümenin CO2 emisyonunu olumsuz yönde etkilediği, ancak yenilenebilir enerji kullanımının CO2 emisyonunu azalttığı sonucuna varılmıştır. Bulgular seçilmiş 23 SAA ülkesinde KBG'de ki %1'lik bir yükselişin CO2 miktarını %0.458 düzeyinde arttıracığını, buna rağmen YET'te meydana gelecek olan %1'lik bir yükselme trendinin CO2 emisyon miktarını %0.0174 düzeyinde azaltacağını göstermektedir.

Ekonomik büyüme ve fosil yakıt tüketiminin CO2 emisyonlarını arttırıcı, buna rağmen yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonlarını azaltıcı etkileri göz önüne alındığında SAA ülkelerinin fosil enerji tüketim kalıplarını terk edip, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi çevresel baskıların azalmasına katkıda bulunabilecektir. Ülkelerin politika yapıcılarını yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımların artırılması için politikalar geliştirmeli, sübvansiyonlar ve teşvikler vererek yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımları desteklemeli ve böylece toplam enerji tüketimi içerisindeki fosil enerji tüketiminin payını azaltmalıdırlar. Vural'ın (2020) da çalışmasında bahsettiği gibi fosil enerji kullanımı daha az maliyetli olsa da fosil enerjinin çevre üzerindeki etkileri zararlıdır ve ne yazık ki SAA ülkeleri dünyadaki diğer ülkelerden daha fazla bu zararlı etkilerden mustarıptır. Paris konferansında, küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle başa çıkmak için gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliğinden en fazla etkilenen ülkelere finansal destek sağlanması kararlaştırılmıştır. SAA ülkeleri konferansta önerildiği gibi finansal destek almalıdır (Vural, 2020, s.6). Ülkelerin ekonomik büyümelerini çevresel sürdürülebilirlikle birlikte sağlamaları için etkili destek politikaları belirlemeleri ve bu politikaları uygulamaları gelecek kuşakların temiz bir çevrede yaşamaları için hayati bir rol oynamaktadır.

Son olarak fosil enerji tüketimi verilerine seçilmiş SAA ülkeleri özelinde 2014 yılına kadar erişilmiş olması çalışmanın kısıtı olarak değerlendirilebilir. İlerleyen çalışmalarda enerji tüketimi ayırımına gidilmeden genel bir enerji tüketimi verisi ile daha farklı sonuçlar elde edilebilir.

Kaynakça

- Aeknarajindawat, N., Sutcerachai, B., & Suksod, P. (2020). The Impact of Natural Resources, Renewable Energy, Economic Growth on Carbon Dioxide Emission in Malaysia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(3), 211-218.
- Alaganthiran, J. R., & Anaba, M. I. (2022). The Effects of Economic Growth on Carbon Dioxide Emissions in Selected Sub-Saharan African (SSA) Countries. *Heliyon*, 8(11).
- Ali, U., Guo, Q., Kartal, M. T., Nurgazina, Z., Khan, Z. A., & Sharif, A. (2022). The Impact of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on Carbon Emission Intensity in China: Fresh Evidence from Novel Dynamic ARDL Simulations. *Journal of Environmental Management*, 320, 115782.
- Amirnia, A. (2023). Impact of Economic Growth, Non-Renewable Consumption and Urbanization on Carbon Dioxide Emissions in OPEC Member Countries. *Economics*, 48(12), 11-30.
- Balli, E., Sigeze, C., Ugur, M. S., ve Çatık, A. N. (2021). The Relationship between FDI, CO2 Emissions, and Energy Consumption in Asia-Pacific Economic Cooperation Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18.

- Baum, C. F. (2001). Residual Diagnostics for Cross-Section Time Series Regression Models. *The Stata Journal*, 1(1), 101-104.
- Bhat, J. A. (2018). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption—Impact on Economic Growth and CO2 Emissions in Five Emerging Market Economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(35), 35515-35530.
- Bölük, G., & Mert, M. (2014). Fossil & Renewable Energy Consumption, Ghgs (Greenhouse Gases) and Economic Growth: Evidence from A Panel of EU (European Union) Countries. *Energy*, 74, 439-446.
- Çelik, H., & Ertürkmen, G. (2021). Ekonomik Büyüme ve İhracatın Co2 Salınımı Üzerindeki Etkisi: Seçili Mena Ülkeleri Örneği (1980-2016). *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(3), 1928-1947. <https://doi.org/10.33437/ksusbd.929324>
- Egenhofer, C., & Georgiev, A. (2009). The Copenhagen Accord: A First Stab at Deciphering the Implications for the EU. *CEPS Commentaries*, 25 December 2009.
- Esso, L. J., & Keho, Y. (2016). Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Emissions: Cointegration and Causality Evidence from Selected African Countries. *Energy*, 114, 492-497.
- Gao, J., & Zhang, L. (2014). Electricity Consumption—Economic Growth—CO2 Emissions Nexus in Sub-Saharan Africa: Evidence from Panel Co-integration. *African Development Review*, 26(2), 359-371.
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M. D., Wagner, N., & Gorini, R. (2019). The Role of Renewable Energy in the Global Energy Transformation. *Energy strategy reviews*, 24, 38-50.
- Kais, S., & Sami, H. (2016). An Econometric Study of the Impact of Economic Growth and Energy Use on Carbon Emissions: Panel Data Evidence from Fifty Eight Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1101-1110.
- Khoshnevis Yazdi, S., ve Ghorchi Beygi, E. (2018). The Dynamic Impact of Renewable Energy Consumption and Financial Development on CO2 Emissions: For Selected African Countries. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 13(1), 13-20.
- Kiviyiro, P., & Arminen, H. (2014). Carbon Dioxide Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, and Foreign Direct Investment: Causality Analysis for Sub-Saharan Africa. *Energy*, 74, 595-606.
- Mikayilov, J. I., Galcotti, M., ve Hasanov, F. J. (2018). The Impact of Economic Growth on CO2 Emissions in Azerbaijan. *Journal of Cleaner Production*, 197, 1558-1572.

- Mukhtarov, S., Aliyev, F., Aliyev, J., ve Ajayi, R. (2022). Renewable Energy Consumption and Carbon Emissions: Evidence from an Oil-rich Economy. *Sustainability*, 15(1), 134.
- Nkengfack, H., & Fotio, H. K. (2019). Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Emissions: Evidence from the Top Three Emitters in Africa. *Modern Economy*, 10(1), 52-71.
- Nkengfack, H., Fotio, H. K., & Djoudji, S. T. (2019). The Effect of Economic Growth on Carbon Dioxide Emissions in Sub-Saharan Africa: Decomposition into Scale, Composition and Technique Effects. *Modern Economy*, 10(5), 1398-1418.
- Omri, A. (2013). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth Nexus in MENA Countries: Evidence from Simultaneous Equations Models. *Energy economics*, 40, 657-664.
- Osadume, R., ve University, E. O. (2021). Impact of Economic Growth on Carbon Emissions in Selected West African Countries, 1980–2019. *Journal of Money and Business*, 1(1), 8-23.
- Pal, D., & Mitra, S. K. (2017). The Environmental Kuznets Curve for Carbon Dioxide in India and China: Growth and Pollution at Crossroad. *Journal of Policy Modeling*, 39(2), 371-385.
- Paramati, S.R., Mo, D. ve Gupta, R. (2017). The Effects of Stock Market Growth and Renewable Energy Use on CO2 Emissions: Evidence from G20 Countries. *Energy Economics*, 66, 360-371.
- Rigas, N., & Kounetas, K. E. (2024). The Impact of CO2 Emissions and Climate on Economic Growth and Productivity: International Evidence. *Review of Development Economics*, 28(2), 719-740.
- Rogelj, J., Nabel, J., Chen, C., Hare, W., Markmann, K., Meinshausen, M., ... & Höhne, N. (2010). Copenhagen Accord Pledges are Paltry. *Nature*, 464(7292), 1126-1128.
- Shafici, S., ve Salim, R. A. (2014). Non-Renewable and Renewable Energy Consumption and CO2 Emissions in OECD Countries: A Comparative Analysis. *Energy policy*, 66, 547-556.
- Sinha, A. ve Shahbaz, M. (2018). Estimation of Environmental Kuznets Curve for CO2 Emission: Role of Renewable Energy Generation in India. *Renewable Energy*, 119, 703-711.
- Soytas, U., Sari, R., & Ewing, B. T. (2007). Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in the United States. *Ecological Economics*, 62(3-4), 482-489.
- Ssali, M. W., Du, J., Hongo, D. O., & Mensah, I. A. (2018). Impact of Economic Growth, Energy Use and Population Growth on Carbon Emissions in Sub-Sahara Africa. *JESE-B*, 7, 178-192.

- Ssali, M. W., Du, J., Mensah, I. A., & Hongo, D. O. (2019). Investigating the Nexus Among Environmental Pollution, Economic Growth, Energy Use, and Foreign Direct Investment in 6 Selected Sub-Saharan African Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 11245-11260.
- Stigson, P., Buhr, K., & Roth, S. (2013). The Ambitions in Copenhagen Pledges: Country Case Studies of Drivers and Barriers. *Greenhouse Gas Measurement and Management*, 3(1-2), 21-36.
- Ugur, M. S., Çatık, A. N., Sigeze, C., ve Ballı, E. (2023). Time-Varying Impact of Income and Fossil Fuel Consumption on CO2 Emissions in India. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(58), 121960-121982.
- Uğur, M. S. (2022). The Relationship between Foreign Direct Investment, Economic Growth, Energy Consumption and CO2 Emissions: Evidence from ARDL Model with a Structural Break for Turkey. *Ege Academic Review*, 22(3), 337-352.
- Vural, G. (2020). How Do Output, Trade, Renewable Energy and Non-Renewable Energy Impact Carbon Emissions in Selected Sub-Saharan African Countries?. *Resources Policy*, 69, 101840.
- World Bank WDI (2024). <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- World Health Organization (WHO) (2017). Preventing noncommunicable diseases (NCDs) by Reducing Environmental Risk Factors (No. WHO/FWC/EPE/17.01). World Health Organization.
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2021). Panel Veri Ekonometrisi Stata Uygulamalı. İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş.
- Zerbo, E. (2015). CO2 Emissions, Growth, Energy Consumption and Foreign Trade in Sub-Sahara African Countries. *Hal Open Science*. hal-01110769.