

Tarımsal Üretim ve Hayvancılığın Çevresel Kirliliğe Etkisi: Toplamsal Olmayan Panel Kantil Yöntemi

Zeynep ŞENGÜL

Marmara Üniversitesi / Doktora Öğrencisi

zzeynepsengul@gmail.com

Orcid No: 0000-0002-0461-6203

Nazan ŞAK

Marmara Üniversitesi / Doç. Dr.

nazan.sak@marmara.edu.tr

Orcid No: 0000-0002-7155-2940

Özet

Çevresel kirlilik ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi göstermek için Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi önerilmektedir. Literatür incelendiğinde karbondioksit için birçok çalışma mevcutken metan gazına dair çalışmaların daha az sayıda olduğu görülmektedir. Bu sebeple iklim değişikliğinde en büyük ikinci faktör olan metan gazı salınımı için Çevresel Kuznets hipotezinin geçerliliği, toplamsal olmayan panel kantil yöntemi ile incelenmiştir. 2050'ye kadar dünyanın en büyük ekonomisine sahip olacağı düşünülen BRICS ülkelerinde 1990-2019 yılları arasındaki dönem için çalışma yapılmıştır. Metan gazı için gerçekleştirilen uygulamada gelir göstergesine ek olarak ekilebilir arazi, yenilenebilir enerji kullanımı, gübre tüketimi, büyükbaş hayvan üretim indeksi, tarımsal alan makine sayısı, toplam alan içindeki ormanlık alan verisi dahil edilmiş ve tüm değişkenler için anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışma için ÇKE hipotezinin geçerli olduğu belirlenmiş ve çevre kirliliği ile gelir arasındaki ilişkinin N biçiminde olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre büyükbaş hayvan indeksi, gübre tüketimi, tarımsal alan makine sayısı, ekilebilir alan ve ormanlık alan değişkenlerinin metan gazını arttırdığı görülmüştür. Büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde çevreyi koruyucu düzenlemeler yapılmasının ve toprağı korumaya yönelik inorganik gübrelerin kullanımının metan gazı salınımını azaltıcı etkisi olacağı düşünülmektedir. Çalışmada yenilenebilir enerji kullanımının kirliliği azalttığına yönelik bulgular elde edilmiştir. Bu sebeple rüzgâr, güneş, dalga panelleri kurularak temiz enerji üretmenin metan gazı salınımını azaltmada etkili olacağı öngörülmektedir.

Anahtar sözcükler: Çevresel Kuznets Eğrisi, Metan Gazı, Ekonomik Büyüme, Toplamsal Olmayan Sabit Etkili Panel Kantil Regresyon Yöntemi

Corresponding Author / Sorumlu Yazar: 1- Zeynep ŞENGÜL, Marmara Üniversitesi /Doktora Öğrencisi.

Atf / Citation: ŞENGÜL Z., ŞAK N. (2023). Tarımsal Üretim ve Hayvancılığın Çevresel Kirliliğe Etkisi: Toplamsal Olmayan Panel Kantil Yöntemi. *İstatistik Araştırma Dergisi*, 13 (2), 28-41.

Impact of Agricultural Production and Livestock on Environmental Pollution: Non-Additive Fixed Effect Panel Quantile Method

Abstract

The Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis is proposed to demonstrate the relationship between environmental pollution and economic growth. When the literature is examined, it is seen that while there are many studies on carbon dioxide, there are fewer studies on methane gas. For this reason, the validity of the Environmental Kuznets hypothesis for methane gas emissions, which is the second largest factor in climate change, was examined with the non-additive panel quantile method. The study was conducted for the period between 1990 and 2019 in BRICS countries, which are thought to have the largest economy in the world by 2050. In addition to the income indicator in the application for methane gas, arable land, renewable energy use, fertilizer consumption, large head animal production index, number of agricultural machinery, forest area data in the total area is included and meaningful results are obtained for all variables. It was concluded that the EKC is valid for this study and the relationship between environmental pollution and income is in the form N. According to the findings of the study, it was observed that the variables of livestock index, fertilizer consumption, number of agricultural machinery, arable land and forest area increased methane gas. It is thought that making environmentally protective regulations in cattle breeding and the use of inorganic fertilizers to protect the soil will have a reducing effect on methane gas emissions. For this reason, it is predicted that producing clean energy by installing wind, solar and wave panels will be effective in reducing methane gas emissions.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, Carbon Dioxide Emissions, Methane Gas, Economic Growth, Panel Quantile Regression Method

1. Giriş

Ekonomik gelişme süreci içerisinde tarım toplumundan sanayi toplumuna geçişiyle birlikte, artan kentleşme ve nüfus artışı, üretim ve tüketimde fosil yakıt kullanımı artışına sebep olmuş; ekonomik ve toplumsal dönüşüm süreci büyüme artışıyla birlikte çevresel kirliliğin artışı da beraberinde getirmiştir.

Kuznets (1955) çalışmasında, gelir dağılımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesinden sonra 1990'lı yıllarda küresel ısınmanın çok hissedilmesi, hava kirliliğinin artması, artan nüfus ile doğal kaynak kullanımının artması sebebiyle Kuznets Eğrisi yaklaşımı çevre sorunlarına uyarlanmıştır.

Çevresel Kuznets hipotezi yaklaşımına göre, ekonomik büyüme arttıkça üretim ve tüketimden dolayı çevre kirliliğine sebep olan zararlı gazların salınımı artış göstermektedir. Belli bir ekonomik büyüme seviyesinden sonra çevreyi koruyucu politikaların uygulanması, yasal düzenlemeler gibi sebeplerle çevre kirliliğinde düşüş meydana gelmektedir. Bu çalışmada çevresel kirletici olarak metan gazı emisyonu değişkeni kullanarak Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin (ÇKE) geçerliliği araştırılacaktır.

Karbondioksit emisyonu %61, metan gazı emisyonu %15, CFC gazları %11, ozon gazı %9 ve N₂O %4 oranında küresel ısınmaya sebep olan gazlardır. (Temur, 2017). Günlük yaşamda insanların kullanmış olduğu plastikler, evsel ve hayvansal atıklar çevre sorunlarını tetiklemektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler atığın geri dönüştürülmesi için çalışmalar sağlarken geri dönüşüme gitmeyen atıklar yakılarak veya toprağa gömülerek yok edilmektedir. Yakılarak yok edilmek istenen atıklar evrene karbondioksit yayarken toprağa gömülerek yok edilmek istenen atıklar kimyasal tepkimeye uğrayarak iklim değişikliğinin büyük sebeplerinden olan metan gazının yayılmasına yol açmaktadır (Kahvecioğlu, 2004). Metan gazı salınımı, sulak tarımsal alan kullanımından (pirinç üretimi vb.), hayvancılık sektöründen ve fosil yakıtların kullanımından etkilenmektedir. Tarımda metan gazı hem gübrenin kullanımı kaynaklı hem de sulama ile oluşmaktadır.

Karbondioksit emisyonu dünyada iklim değişikliğinde en büyük etken iken metan gazı iklim değişikliğinde ikinci büyük etken olarak görülmektedir. Metan gazı, atmosferi birim başına düşen karbondioksitten 20 kat daha güçlü ısıtma potansiyeline sahiptir (Euronews, 2021). Bu sebeple karbondioksit emisyonu yerine metan gazı üzerine yoğunlaşarak çevre politikası geliştirildiği takdirde daha hızlı bir şekilde iklim değişikliğinin önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Çalışmada metan gazı salınımını etkileyen faktörler, BRICS ülkelerinin 1990-2019 yılları arasındaki verileri kullanılarak düşük (0.20), orta (0.50) ve yüksek (0.80) kantiller dikkate alınarak toplamsal olmayan sabit etkili panel kantil regresyon yöntemi ile araştırılacaktır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, tarımsal ve hayvansal üretim faktörlerinin metan gazı salınımı üzerindeki etkisinin toplamsal olmayan panel kantil yöntemiyle incelendiği bir çalışmanın olmaması bu çalışmanın literatüre katkısı olarak belirtilebilir.

Çalışma planına göre ikinci bölümde ilgili literatür sunulacaktır. Üçüncü bölümde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi ve dördüncü bölümde toplamsal olmayan panel kantil modeli hakkında bilgi verilecektir. Beşinci bölümde veri yapısı ve uygulama ile ilgili sonuçlar sunulacak; sonuç ve değerlendirme bölümü ile çalışmaya devam edilecektir.

2. Literatür

Literatür incelendiğinde metan gazına göre karbondioksit emisyonu üzerine birçok çalışmanın farklı ekonometrik modeller kullanılarak incelendiği görülmektedir. Grossman ve Krueger (1991), Panayotou (1993), Selden ve Song (1994), Torras ve Boyce (1998), Baret ve Graddy (2000) çalışmalarında ÇKE hipotezinin varlığı incelenmiştir.

Cole ve ark., (1997) çalışmalarında, OECD üyesi 11 ülke için nitrojen dioksit, sülfür dioksit, metan gazı gibi göstergeleri dikkate alarak ÇKE hipotezinin varlığını araştırmış; küresel kirlilik göstergeleri için gelirin artması ile karbondioksitin arttığını ifade etmişlerdir.

Jaunky (2001) yapmış olduğu çalışmada, yüksek gelirli 36 ülkenin 1980-2005 dönemi verilerini kullanarak karbondioksit emisyonu ve GSYİH değişkenleriyle ÇKE hipotezinin geçerliliğini araştırmıştır. Çalışmada panel birim kök ve eşbütünlük testleri uygulanmıştır. Analiz sonucunda Malta, Umman, Portekiz, İngiltere ve Yunanistan ülkeleri için ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

Hamilton ve Turton (2002) çalışmalarında OECD ülkelerini dikkate alarak 1982-1997 dönemleri arasında ÇKE hipotezinin geçerliliğini incelemek için sera gazı, ekonomik büyüme, enerji yoğunluğu değişkenlerini kullanmıştır. Çalışmada Avrupa Birliği ile Amerika'da enerji yoğunluğu düşerken, Japonya'da artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Dijkgraaf ve Vollebergh (2005) çalışmasında OECD ülkelerinde 1960-1997 dönemi için karbondioksit emisyonu ve kişi başı GSYİH değişkenleri kullanılarak panel veri yöntemi ile ÇKE hipotezinin geçerliliği incelenmiştir. Analiz sonucunda ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

Ang (2007), yapmış olduğu çalışmada Fransa'da 1960-2000 dönemi için karbondioksit emisyonu, GSYİH ve enerji kullanımı değişkenleri dikkate alınarak ÇKE hipotezinin geçerliliğini incelemiştir. Çalışma sonucunda ÇKE hipotezinin varlığı tespit edilmiştir.

Jalil ve Mahmud (2009), ARDL yaklaşımını kullanarak Çin'in karbondioksit emisyonu, enerji kullanımı, gelir, ticaret etkisi göstergeleri için 1975-2005 dönemi verilerini kullanılarak ÇKE hipotezinin geçerliliğine yönelik bulgulara ulaşılmıştır.

Hao (2016) çalışmasında, ÇKE hipotezini test etmek için Çin'in 29 vilayetine ait 1995-2012 dönemi dikkate alınarak kişi başına düşen kömür tüketimi ile gelir göstergeleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda hipotezin geçerli olduğu ifade edilmiştir.

Lebe (2016) yapmış olduğu çalışmada ARDL-Sınır testi yaklaşımı ve VECM model ile ÇKE hipotezini test etmiştir. Türkiye'ye ait 1960-2010 dönemi için karbondioksit salınımı, GSYİH, enerji tüketimi, dışa açıklık, finansal gelişme göstergeleri ile analiz gerçekleştirmiştir. Analiz sonucunda ÇKE hipotezinin varlığına yönelik bulgulara ulaşılmıştır.

Williamson (2017) çalışmasında iki farklı konu dikkate alınarak 181 ülke için 2012 yılına ait hem karbondioksit emisyonu için hem de metan gazı için uygulama gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucuna göre karbondioksit emisyonu için ÇKE hipotezinin geçerli olduğu, metan gazı için ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı ifade edilmiştir.

Benavides ve ark. (2017), Avusturya için ÇKE hipotezini gelir, metan gazı, elektrik tüketimi ve ticaret açıklığı değişkenlerini kullanarak ARDL ile incelemiştir. Çalışma sonucunda ters U şeklinde ilişki olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Güriş ve Şak (2019) çalışmalarında seçilmiş 32 OECD ülkesi için 1993-2014 dönemindeki yıllık frekanstaki verileri dikkate alarak karbondioksit emisyonu, kişi başı GSYİH, yenilenebilir enerji tüketimi, enerji kullanımı, kent nüfusunun toplam içindeki payı, ticari açıklık, finansal gelişme değişkenlerini kullanmıştır. ÇKE hipotezini test etmek için toplamsal olmayan panel kantil regresyon yöntemini kullanılarak elde edilen bulguların ÇKE hipotezinin geçerliliğini desteklediği belirtilmiştir.

Shahbaz ve ark., (2019) çalışmalarında, ABD için 2000-2015 dönemini kapsayan karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi, ticari açıklık ve doğrudan yabancı yatırımlar değişkenleri ile ÇKE hipotezini test etmişlerdir. Analiz sonucunda ÇKE hipotezinin geçerli olduğu belirtilmiştir.

Beyene ve Kotosz (2020) çalışmasında, 1990-2013 dönemi arası 12 Doğu Afrika Ülkesi için ÇKE hipotezi, Havuzlanmış Ortalama Grup yöntemi ile sınanmış ve hipotezin geçerli olduğu ifade edilmiştir.

Chu (2021) çalışmasında 118 ülkeye ait ekonomik karmaşıklık ve karbondioksit değişkenleri kullanılarak 2002-2014 dönemi için ÇKE hipotezi ARDL yaklaşımı ile test edilmiş ve hipotezin geçerli olduğu belirtilmiştir.

Ajam ve ark. (2021) çalışmasında, İran için 1979-2016 dönemi için küreselleşme, karbondioksit emisyonu ve tarımsal katma değer değişkenleri ile NARDL yaklaşımı kullanılarak ÇKE hipotezi test edilmiştir. Değişkenlerin karbondioksit emisyonları ile ters ilişkili olduğu ifade edilmiştir.

Djoukouo (2021), Orta Afrika Ekonomik ve Parasal Topluluğu (CEMAC) altı ülkesi için ÇKE hipotezini ve metan gazı emisyonları ile GSYİH arasındaki ilişkiyi Panel Granger Nedensellik testini kullanarak incelemiştir. Test sonucunda çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu ve ÇKE eğrisi hipotezinin geçerli olduğu ifade edilmiştir.

Handoyo ve ark. (2022), Asya ülkelerinde üst ve orta gelirli grup için iki analiz gerçekleştirmiştir. Analizde 2010-2019 yılları arasında ithalat, ihracat, karbondioksit emisyonu, doğrudan yabancı yatırımlar değişkenleri kullanılarak Poisson Maksimum Olabilirlik yöntemi ile ÇKE hipotezi test edilmiş ve hipotezin geçerliliğine yönelik bulgulara ulaşılmıştır.

Ericson (2022), çalışmasında 1992-2018 yılları arasında G20 ülkelerine ait metan gazı, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve doğal gaz tüketimi değişkenleri dikkate alınarak sabit etkiler regresyon modeli ile ÇKE hipotezi test edilmiştir. Analiz sonucunda ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ifade edilmiştir.

Ramos ve ark. (2023), Kolombiya için GSYİH ve metan emisyonları değişkenlerini kullanarak ARDL testi ile ÇKE hipotezini geçerliliğini sınamışlardır. Çalışma sonucunda ters-U şeklinde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu ifade etmişlerdir.

Literatür incelendiğinde ekonometrik yöntem olarak çoğunlukla regresyon, ARDL ve eşbütünleşme yöntemlerinin tercih edildiği görülmektedir. Bu çalışmada tahmin yöntemi olarak Toplamsal Olmayan Sabit Etkili Panel Kantil Regresyon yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemin seçilmesinin sebebi, normal dağılım varsayımının geçerli olmaması ve veri setinde uç değer olması durumunda etkin tahmin yapılabilmesidir. Bu yöntemin bir diğer avantajı, düşük-orta-yüksek kantillerde değişkenlerin katsayı değişimindeki farklılıkları görmemize olanak sağlamasıdır. Çalışmada BRICS ülkeleri için 1990-2019 dönemi dikkate alınarak metan gazı emisyonu ile ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, büyükbaş hayvan indeksi, gübre kullanımı, ekilebilir arazi, tarım makinesi sayısı ve ormanlık alanın toplam alan içindeki payı arasındaki ilişki, ÇKE hipotezi ile test edilecek; değişkenler arasındaki ilişkinin yönü farklı kantiller için belirlenmeye çalışılacaktır.

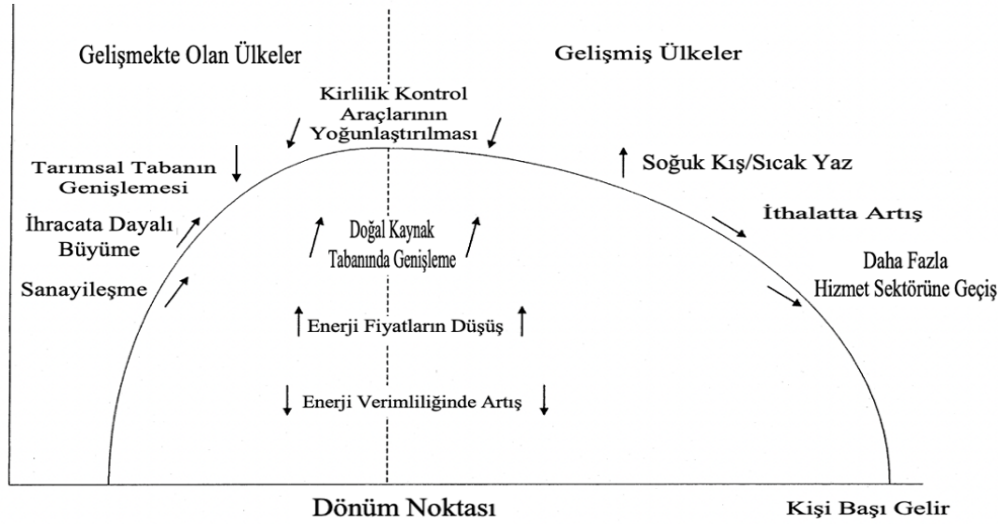
3. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

Ekonominin gelişmesiyle beraber, sanayinin artması, üretim ve tüketim sonucu salınan karbondioksitin havaya karışması ve atıkların denizlere dökülmesi, nüfusun artması, çok fazla makinenin kullanımı çevresel kirliliği ve iklim değişimini etkilemektedir. Çevresel kirlilik ile gelir arasındaki ilişkiyi incelemek için Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi literatüre kazandırılmıştır.

ÇKE hipotezi, Simon Kuznets (1955)'in yapmış olduğu çalışmada ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasındaki ters-U ilişkisinin ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiye uyarlanmış şeklidir (Bo, 2011: 1323). Grossman ve Krueger (1991) çalışmasında Kuznets eğrisi hipotezinin, çevresel bozulma ve ekonomi ilişkisini ortaya koyacak şekilde genişletildiği görülmektedir. Grossman ve Krueger (1991)'e benzer olarak ÇKE ile ilgili literatürde yer alan ilk çalışmalarda çevresel kirlilik ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yapısı incelenirken, zamanla ekonomik büyümenin yanı sıra farklı değişkenlerin etkisinin de modellere dahil edildiği görülmektedir.

ÇKE hipotezine göre ekonomik gelişmenin ilk durumda artan milli gelirin ve ekonomik faaliyetin etkisiyle çevre kirliliğini arttıracak; belirli bir seviyeye kadar gelirin artmasından sonra ise çevre kirliliğindeki artışın düşüş göstereceği ifade edilmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında zamanla üretim sektöründen hizmetler sektörüne hareketliliğin ve teknolojik gelişmelerin özellikle çevreye duyarlı teknolojilerin kullanımındaki artışın etkisi olduğu belirtilmektedir. (Spilker, 2013:11). Agram ve Chapman (1999)'un ÇKE'nin işleyiş mekanizmasını geliştirmiş ve geliştirmekte olan ülkelerin ekonomik yapıları için farklı sektörleri dikkate alarak oluşturdukları şema, Şekil 1'de yer almaktadır.

Çevresel Bozulma



Şekil 1. Çevresel Kuznets Eğrisinin Zıt Dinamikleri (Kaynak: Agras ve Chapman, 1999: 275)

Şekil 1 incelendiğinde, gelişmekte olan ülkeler tarım ekonomisinden sanayi ekonomisine geçmeye başladığında çevresel bozulmanın arttığı gözlenirken; gelişmiş ülkelerde ekonomi hizmetler sektörüne kaydıkça çevresel bozulmanın aşağı yönde hareket ettiği görülmektedir. Bu durum, gelişmekte olan ülkeler için kişi başına düşen milli gelirin ve kirliliğin artmasına sebep olurken; gelişmiş ülkelerde ithalattaki artışın kirliliğin azalmasına sebep olduğu görülmektedir. İncelenen şemada enerji fiyatlarının çevresel bozulma üzerindeki etkisi dikkate alındığında, enerji fiyatlarındaki düşüşün iki ülke kategorisi için de bozulmaya sebep olduğu görülmektedir.

Çevresel Kuznets Eğrisi modeli;

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{it} + \beta_2 X_{it}^2 + \beta_3 X_{it}^3 + \beta_4 Z_{it} + e_{it} \quad (1)$$

olarak ifade edilmektedir. Denklemden i ve t sırasıyla ülkeleri ve yılları ifade etmektedir. Y çevresel bozulmayı ifade eden bağımlı değişken, X değişkeni ekonomik göstergiyi ifade eden bağımsız değişkeni ve Z çevresel bozulmaya sebep olabilecek diğer değişkenleri ifade etmektedir.

Çevresel etki ile ekonomik gösterge arasındaki ilişki durumu β_i katsayılarının anlamlılığına göre yedi farklı biçimde sınıflandırılmaktadır (Dinda, 2004: 340-341). X ile Y arasında ilişki için;

- i) $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ olduğu durumda ilişki olmadığı,
- ii) $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ olduğu durumda doğrusal artan ilişki olduğu,
- iii) $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ olduğu durumda doğrusal azalan bir ilişki,
- iv) $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$ olduğu durumda ters-U şeklinde ilişki,
- v) $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 = 0$ olduğu durumda U şeklinde ilişki,
- vi) $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 > 0$ olduğu durumda N şeklinde fonksiyonel ilişki,
- vii) $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 < 0$ olduğu durumda ise ters-N şeklinde ilişki mevcuttur.

4. Yöntem

Ekonometride en yaygın olarak kullanılan En küçük Kareler tahmin yöntemi için geçerli olan temel varsayımlardan bir tanesi, normal dağılımın sağlanmasıdır. Anakütlede yer alan aşırı değerler sebebiyle normal dağılım varsayımının sağlanmadığı durumlarda kantil regresyon yönteminin kullanımı önerilmektedir.

Koenker ve Basset (1978) tarafından literatüre kazandırılan kantil regresyon, farklı kantil seviyelerinde tahmin sonuçlarının elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Farklı kantillerdeki tahminlere dair katsayılar dağılım boyunca değişim göstermektedir. Bu sebeple, farklı kantillerde farklı katsayı ve test istatistiklerine ulaşılmaktadır. Kantil regresyon modeli;

$$Y_i = X_i' \beta_\theta + u_{\theta i} \quad (2)$$

olarak ifade edilmektedir. Denklemden yer alan Y_i , bağımlı değişken, X_i , açıklayıcı değişken ve β_θ , farklı kantiller için tahmin edilen katsayıdır. Bu değer (θ), $0 < \theta < 1$ arasında yer almaktadır. $u_{\theta i}$, hata terimidir. Kantil regresyon modeli minimizasyon problemini ele alarak çözümü sağladığı için θ . kantil regresyon;

$$\min_{\beta} \frac{1}{n} \left\{ \sum_{i: Y_i \geq X_i' \beta} \theta |Y_i - X_i' \beta| + \sum_{i: Y_i < X_i' \beta} (1 - \theta) |Y_i - X_i' \beta| \right\} \quad (3)$$

şeklinde ifade edilmektedir (Koenker ve Bassett, 1978). Kantil regresyon yönteminin zamanla veri alanının genişlediği ve farklı tahmin yöntemlerinde kullanıldığı görülmektedir. Koenker (2004) makalesinde, panel kantil regresyon modelinin sabit etki varsayımı altında genişletilerek tanımlandığı kantil fonksiyonu;

$$Q_{Y_{ij}}(\tau | X_{ij}) = \alpha_i + X_{ij}' \beta(\tau) \quad j = 1, 2, \dots, m_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

olarak ifade edilmektedir. Denklemden yer alan α_i , koşullu kantil üzerinde konum değişikliğini ifade etmektedir. Değişkenlerin belirlenen kantil değerlerine (τ) bağlı olmasına izin verilmektedir (Koenker, 2004). Zamanla farklı panel kantil çalışmalarının literatürde yer aldığı görülmektedir. Bu çalışmada Powell (2016) çalışmasıyla tanıtılan ve Powell (2023) çalışmasında geliştirilen toplamsal olmayan sabit etkili panel kantil regresyon modeli kullanılmıştır. Bu panel veri modelinde sabit etkilerin bilindiği varsayılmaktadır. Toplamsal sabit etkiler modelinde $(Y_{it} - \alpha_i) | X_{it}$ dağılımı hakkında bilgi elde edilmektedir. Toplamsal olmayan sabit etkiler modelinde ise $(Y_{it} - \alpha_i) | X_{it}$ dağılımı yerine $Y_{it} | X_{it}$ bağımlı değişken dağılımı hakkında bilgi elde edildiğinden heterojenlik göz ardı edilmeden bağımlı değişken üzerindeki etki ortaya çıkarılabilmektedir. Toplamsal olmayan panel kantil modeli;

$$Y_{it} = X_{it}' \beta(U_{it}^*) \quad (5)$$

olarak tanımlanmaktadır. Denklemden yer alan $U_{it}^* = f(\alpha_i, U_{it})$ şeklinde sabit etkileri kapsayacak şekilde ifade edilmektedir (Powell, 2022: 2682).

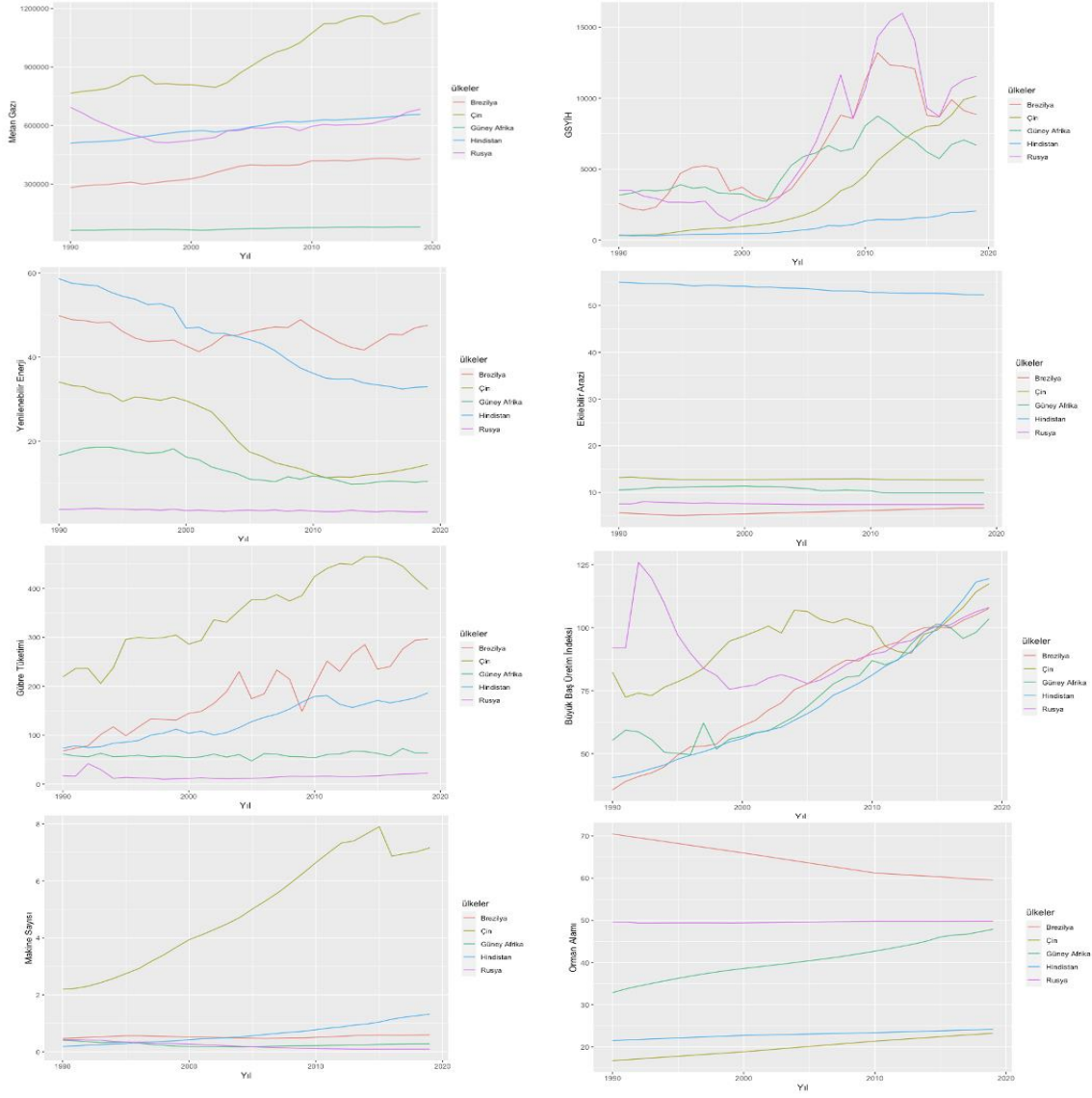
5. Veri ve Uygulama

Çalışmada BRICS ülkeleri için 1990-2019 yılları arasındaki veriler kullanılarak metan gazı emisyonunu etkileyen faktörler araştırılacaktır. Tablo 1'de çalışmada kullanılan değişkenler yer almaktadır.

Tablo1. Değişken Tanımları

	Uygulamaya Ait Değişkenler	Kaynak
MG	Metan emisyonu (kiloton karbondioksitin eşiti)	World Bank
GSYH	Kişi başı GSYİH (US \$)	World Bank
YE	Yenilenebilir enerji tüketimi (toplam enerji tüketiminin %)	World Bank
EA	Ekilebilir arazi (arazinin %)	World Bank
BUI	Büyükbaş hayvancılık üretim indeksi (2014-2016=100)	World Bank
GT	Gübre tüketimi (ekilebilir arazinin hektar başına düşen kilogramı)	World Bank
MS	Makine Sayısı (1000 hektar tarım arazi başına düşen)	Our World in Data
OA	Ormanlık Alan (toplam alan içindeki %) (meyve tarlaları ve tarımsal orman alanları hariç)	World Bank

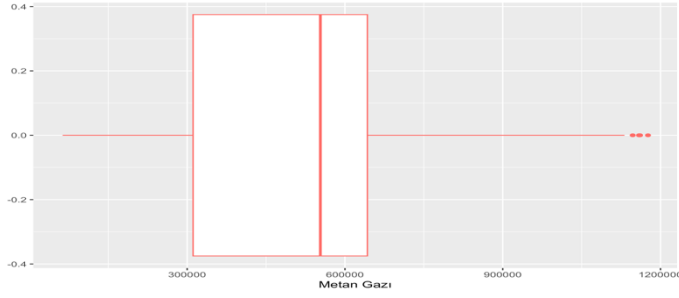
Değişkenlere ait grafikler Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2. Değişkenlere ait Grafikler

Şekil incelendiğinde, 2019 yılı dikkate alındığında, metan gazının en fazla Çin’de en az Güney Afrika’da olduğu görülmektedir. Kişi başına düşen GSYİH en fazla Rusya en az Güney Afrika’da yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımı en fazla Brezilya’da en az Rusya’dadır. Ekilebilir Arazi en fazla Hindistan en az Brezilya’dadır. Gübre tüketimi en fazla Çin’de en az Rusya’dadır. Büyükbaş üretim indeksi en fazla Hindistan’da en az Güney Afrika’dadır. Makine Sayısı en fazla Çin en az Rusya’dadır. Orman alanı en fazla Brezilya’da en az ise Çin’dedir. Grafikler incelendiğinde, bazı değişkenlerin zaman içinde sıçramalara sahip olduğu görülmektedir. Bu durum aşırı değer olmasına sebep olabilmektedir.

Şekil 3'te bağımlı değişken Metan Gazına ait aşırı değerleri gösteren kutu grafiği yer almaktadır.



Şekil 3. Metan Gazı Kutu Grafiği

Şekil 3 incelendiğinde, noktalar metan gazı değişkenine ait veri setinde aykırı değerlerin olduğunu göstermektedir. Bu sebeple, aykırı gözlemlere karşı dirençli olan panel kantil regresyon kullanımı çalışma için avantajlı olacaktır.

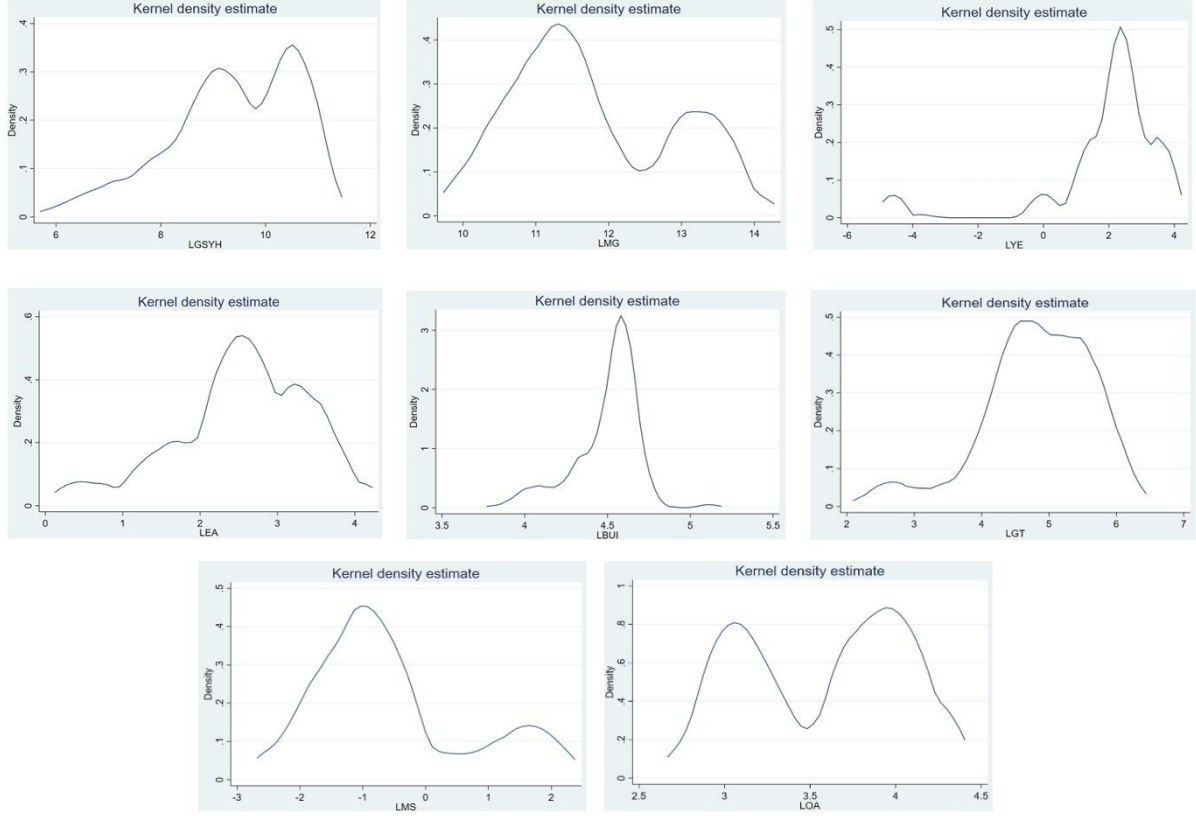
Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de yer almaktadır. Değişkenler logaritmik formda modele dahil edilmiştir.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Ortalama	Medyan	Mak.	Min.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	JB (prob.)
LMG	11.7674	11.5291	13.9778	10.0301	1.0730	0.4115	2.0061	9.5449* (0.000)
LGSYH	9.1922	9.2755	11.1296	5.7088	1.2938	-0.6738	2.7696	44.3889* (0.000)
LYE	1.9412	2.3154	4.0716	-4.7069	1.8040	-2.1631	8.2967	110.807* (0.000)
LEA	2.5402	2.5414	4.0069	0.3557	0.8682	-0.5914	2.9360	3.2117* (0.000)
LBUI	4.4363	4.5192	5.1446	3.5743	0.2580	-1.0128	3.5552	4.3941* (0.000)
LGT	4.8053	4.8404	6.3562	1.8290	0.8494	-0.8025	3.7956	75.9419* (0.000)
LMS	39.444	40.2168	70.4580	16.7380	16.7979	0.2167	1.6805	150.81* (0.000)
LOA	1.3183	0.4729	7.9045	0.0933	2.0337	2.0257	5.7776	12.057* (0.002)

*: %1'e göre normal dağılmadığını ifade etmektedir.

Tablo 2, değişkenler için tanımlayıcı istatistik sonuçlarını sunmaktadır. Jarque Bera test istatistikleri incelendiğinde, "seriler normal dağılmaktadır" temel hipotezinin reddedildiği görülmektedir.



Şekil 4. Uygulamaya Ait Değişkenlerin Kernel Yoğunluk Fonksiyonu Grafikleri

Şekil 4 incelendiğinde, değişkenlerin Kernel Yoğunluk fonksiyon grafiklerinin normal dağılım sergilemediği ve birden fazla tepeye sahip oldukları görülmektedir.

Yapılan inceleme sonucunda, normal dağılmayan, aşırı değerler barındıran değişkenler için farklı heterojen etkilerin modellenmesini sağlayan toplamsal olmayan panel kantil regresyon tahmin yöntemi kullanılarak BRICS ülkeleri için Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği incelenmiş ve sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Toplamsal Olmayan Sabit Etkili Panel Kantil Regresyon Modeli Sonuçları

Q. Kantil	LMG	Katsayı	Std. Hata	Z (prob.)	Güven Aralıkları	
Q(20)	LGSYH	28.33291	1.077385	26.30* (0.000)	26.22127	30.44454
	LGSYH ²	-4.191281	0.1449334	-28.92* (0.000)	-4.475345	-3.907216
	LGSYH ³	0.1971537	0.0063729	30.94* (0.000)	0.1846629	0.2096444
	LYE	-0.6765331	0.045379	-14.91* (0.000)	-0.7654743	-0.587592
	LEA	0.8664791	0.0294095	29.46* (0.000)	0.8088375	0.9241207
	LGT	0.1378428	0.0474057	2.91* (0.004)	0.0449294	0.2307563
	LBUI	0.1531695	0.0291351	5.26* (0.000)	0.0960659	0.2102732
	LMS	1.13532	0.0213579	53.16* (0.000)	1.093459	1.177181
	LOA	3.020708	0.0756803	39.91* (0.000)	2.872377	3.169038
Q(50)	LGSYH	28.16399	1.645976	17.11* (0.000)	24.93794	31.39005
	LGSYH ²	-4.267471	0.2208818	-19.32* (0.000)	-4.700391	-3.83455
	LGSYH ³	0.2044287	0.0097623	20.94* (0.000)	0.185295	0.2235624
	LYE	-0.903096	0.0262113	-34.45* (0.003)	-0.9544691	-0.8517229
	LEA	1.029338	0.0221885	46.39* (0.000)	0.9858494	1.072827
	LGT	0.2760092	0.0243066	11.36* (0.000)	0.2283691	0.3236494
	LBUI	0.3381451	0.0211134	16.02* (0.000)	0.2967636	0.3795265
	LMS	1.07919	0.0188575	57.23* (0.000)	1.04223	1.11615
	LOA	3.544028	0.0701607	50.51* (0.000)	3.406515	3.68154

Tablo 3. Toplamsal Olmayan Sabit Etkili Panel Kantil Regresyon Modeli Sonuçları (Devam)

Q(80)	LGSYH	2.524009	0.9809861	2.57*	0.6013114	4.446706
				(0.010)		
	LGSYH ²	-0.4497282	0.1268149	-3.55*	-0.6982808	-0.2011756
				(0.000)		
	LGSYH ³	0.0236576	0.0054817	4.32*	0.0129138	0.0344015
				(0.000)		
	LYE	-0.4219534	.0071041	-59.40*	-0.4358771	-0.4080297
				(0.000)		
	LEA	0.1746625	0.0061573	28.37*	0.1625944	0.1867306
				(0.000)		
LGT	0.1690149	0.0262309	6.44*	0.1176033	0.2204266	
			(0.000)			
LBUI	0.1575232	0.0381946	4.12*	0.0826633	0.2323832	
			(0.000)			
LMS	0.1719574	0.0112324	15.31*	0.1499422	0.1939726	
			(0.000)			
LOA	0.195286	0.0510375	3.83*	0.0952544	0.2953176	
			(0.000)			

*: %5'e göre istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Çalışmanın sonuçları incelendiğinde; LGSYH, LGSYH², LGSYH³ değişkenlerinin tüm kantiller için sırasıyla; arttırıcı, azaltıcı, arttırıcı etkisi olduğu görülmektedir. Büyükbaş hayvan üretim indeksinin de metan gazını arttırıcı etkisi olduğu görülmektedir. Bunun temel sebebi, büyükbaş hayvanların geviş getirirken karbonhidratların mikroorganizmalar tarafından parçalanması sebebiyle metan gazının açığa çıkmasıdır (Karaalp, 2008). Gübre tüketiminin ve ekilebilir arazinin metan gazı salınımı arttırdığı yönünde sonuçlar elde edilmiştir. Toprağın verimli mahsul vermesi için kullanılan gübrenin oksijensiz ortamda parçalanması sebebiyle metan gazı açığa çıkmaktadır. Toprağın gübrelili olması ekilebilir arazinin metan gazı salınımını arttıracaktır. Tarım alanları için kullanılan makinenin gübrelili toprağı işleme sebebiyle metan gazını arttırdığı görülmektedir. Orman alanı değişkeni incelendiğinde, metan gazını arttırdığı görülmektedir. Biyogenik olmayan metan gazı ormanlardan, okyanuslardan, sulak alanlardan, pirinç üretiminden kaynaklanmaktadır (Işık ve Ökmen, 2013). Tarım alanında aşırı miktarda gübre kullanımı toprağı etkilemekte, yeraltı suları için de kirlilik kaynağı oluşturmaktadır. Toprağa ve suya uygulanan gübreler amonyak ve azot oksitlere ayrılmaktadır. Sürekli sulama yapılan alanlarda metan gazı salınımı olmaktadır (Atış 2005). Ormanlık alanlarda su kanalları, dere daha fazladır ve yağış diğer alanlara göre daha fazla gerçekleşmektedir. Bu durum, metan gazı artışına neden olmaktadır. Yenilenebilir enerjinin ise tüm kantil değerleri için metan gazı salınımını azaltıcı etkiye sahip olduğu görülmektedir.

BRICS ülkeleri için metan gazı salınımını etkileyen faktörlerin panel kantil regresyon yöntemi ile analiz edilmesiyle elde edilen tahmin sonuçları incelendiğinde, farklı kantil seviyelerinde eğim parametrelerinin $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$, $\beta_3 > 0$ ve anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, BRICS ülkeleri için N biçiminde ÇKE hipotezinin geçerli olduğu belirlenmiştir.

6. Sonuç

Çevresel Kuznets eğrisi hipotezine göre ekonomi ve çevresel kirlilik birbirini etkileyen iki önemli kavramdır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, birçok çalışmada Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliğinin ekonomik büyüme ve karbon emisyonu üzerindeki etkisinin araştırıldığı görülmektedir. Fakat çevre kirliliğine dair veriler incelendiğinde, iklim değişikliğine sebep olan ikinci büyük etkenin metan gazı salınımı olduğu

görülmektedir. Bu sebeple, metan gazı salınımının Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi ile incelendiği çalışmanın kullanılan yöntem ve incelenen değişkenler açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

İnsan ırkının ortaya çıkması ve zamanla nüfusun artması sebebiyle tarım ve hayvancılığa olan talep artmaktadır. Nüfusun artmasıyla beraber gıda ihtiyacının karşılanması için tarım alanlarının verimli olması gerekliliğinden dolayı gübreye ihtiyaç duyulmaktadır. Kullanılan gübre ve bazı mahsuller (pirinç vb.) metan gazı salınımına sebep olmaktadır.

Bu sebeple, çalışmada ekonominin metan gazı salınımına etkisini incelerken büyükbaş hayvan üretim indeksi, gübre kullanımı, ekilebilir alan, yenilenebilir enerji kullanımı, tarım makine sayısı ve mahsul ekilmeyen ormanlık alanın toplam alan içindeki payı modele dahil edilerek ÇKE hipotezi incelenmiştir.

Çalışmada toplamsal olmayan panel kantil regresyon yönteminin tercih edilmesinin sebebi, farklı kantillerde dağılım yüzdelere göre olmamasıdır. Bu çalışmada düşük-orta-yüksek kantiller (Q20-Q50-Q80.) dikkate alınmıştır. Çalışma sonucunda farklı kantil seviyesindeki metan gazı salınımı üzerine değişkenlerin etkisi benzer yönde bulunmuştur. Büyükbaş hayvan indeksi, gübre tüketimi, ekilebilir alan, orman alanı, makine sayısı metan gazını arttırmaktadır. Gübrenin oksijensiz ortamda parçalanması sebebi ile metan gazı açığa çıkmaktadır. Büyükbaş hayvanlardan metan gazı yayılımı hem gübre hem de geviş getirmeleri sırasında gerçekleşmektedir. Ekilebilir alandaki artış daha fazla gübre kullanımı sebebiyle metan gazını arttırmaktadır. Ormanlık alanların fazla yağmur alması, dere, akarsu alanlarının fazla olması, metan gazı üzerinde arttırıcı etkiye sahiptir. Yenilenebilir enerjinin metan gazını azalttığı; bu sebeple, kullanımının iklim değişikliği için kıymetli olduğu görülmektedir. Bu sebeple, kömür, fosil yakıt, benzin yerine yenilenebilir enerji kullanımı önem arz etmektedir. Büyüme değişkenleri incelendiğinde Çevresel Kuznets hipotezinin geçerli ve N şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda büyükbaş hayvanların sayısını azaltmaya yönelik bir politika önerisi sunmak gıda tüketimi açısından temel protein kaynağı olan büyükbaş hayvanlar için pek mümkün değildir. Bu konuda hayvanların çevreye zarar vermeyecek şekilde yetiştiriciliğine yönelik önlemler alınabileceği düşünülmektedir. Gübre tüketimi ve ekilebilir arazi için toprağı korumaya ve işlemeye yönelik politikaların geliştirilerek toprağın verimli olması için farklı yöntemlerin kullanılması ve gübre tüketiminin azaltılması, çevreye zararlı olmayan inorganik gübrelerin kullanılması da uygulanacak politikalar arasında olabilir. Metan gazı salınımını azaltıcı etkisi olduğu görülen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yaygınlaştırılmalı; bu sebeple, rüzgâr, güneş, dalga, hidrolik güç, jeotermal enerji panelleri kurularak temiz enerji sağlanmalıdır.

Kaynaklar

- Atış, E. (2005). *Tarımsal yapı ve üretim*. F. Yavuz (Ed.), Türkiye’de Tarım içinde (161-176).
- Acevedo-Ramos, J. A., Valencia, C. F., & Valencia, C. D. (2023). The Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Colombia: Impact of Economic Development on Greenhouse Gas Emissions and ecological footprint. *Sustainability*, 15(4), 3738.
- Agras, J. & Chapman, D. (1999). A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis. *Ecological Economics*, 28, 267-277.
- Ang, J. B. (2007). CO2 Emissions, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.
- Ajam, N., Moghaddasi, R., & Mohammadnejad, A. (2021). Environmental Impacts of Globalization (An Empirical Examination of Iran’s Agriculture). *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56(4).
- Barrett, S., & Graddy, K. (2000). *Freedom, Growth, and The Environment*. *Environment and Development Economics*, 5(4), 433-456.
- Benaides, M., Ovalle, K., Torres, C., & Vences, T. (2017). Economic Growth, Renewable Energy and Methane Emissions: Is There an Enviromental Kuznets Curve in Austria?. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(1), 259-267.
- Bo, S. (2011), A Literature Survey on Environmental Kuznets Curve, *Energy Procedia*, 5: 1322-1325.
- Chu, L. K. (2021). Economic Structure and Environmental Kuznets Curve Hypothesis: New Evidence from Economic Complexity. *Applied Economics Letters*, 28(7), 612-616.
- Cole, M.A., Rayner, A.J. & J.M Bates (1997), The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis, *Environment and Development Economics*, 2 (04), 401–416.
- Demissew Beyene, S., & Kotosz, B. (2020). Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis: An Empirical Study for East African Countries. *International Journal of Environmental Studies*, 77(4), 636-654.
- Dijkgraaf, E., & Vollebergh, H. R. (2005). A Test for Parameter Homogeneity in CO 2 Panel EKC Estimations. *Environmental and Resource Economics*, 32, 229-239.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455.
- Djoukouo, A. F. D. (2021). Relationship Between Methane Emissions and Economic Growth in Central Africa Countries: Evidence from Panel Data. *Global Transitions*, 3, 126-134.
- Ericsson, A. (2022). Methane Emissions and Economic Growth: An N-shaped Environmental Kuznets Curve for the G20 Countries?.
- Guriş, S., & Şak, N. (2019). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Toplamsal Olmayan Sabit Etkili Panel Kantil Yöntemiyle İncelenmesi. *Business and Economics Research Journal*, 10(2), 327-340.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper*, No: 3914.
- Hamilton, C. & Turton, H. (2002). Determinant of Emissions Growth in OECD Countries, *Energy Policy*, 30, 63-71.
- Handoyo, R. D., Rahmawati, Y., Rojas Altamirano, O. G., Ahsani, S. F., Hudang, A. K., & Haryanto, T. (2022). An Empirical Investigation Between FDI, Tourism, and Trade on CO2 Emission in Asia: Testing Environmental Kuznet Curve and Pollution Haven Hypothesis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(4), 385-393.
- Hao, Y., Liu, Y., Weng, J. H., & Gao, Y. (2016). Does the Environmental Kuznets Curve for Coal Consumption in China exist? New Evidence from Spatial Econometric Analysis. *Energy*, 114, 1214-1223.

Citation / Atf: ŞENGÜL Z., ŞAK N. (2023). Tarımsal Üretim ve Hayvancılığın Çevresel Kirliliğe Etkisi: Toplamsal Olmayan Panel Kantil Yöntemi. *İstatistik Araştırma Dergisi*, 13 (2), 28-41.

Jalil, Abdul & Syed F. Mahmud (2009), Environment Kuznets Curve for CO2 Emissions: A Cointegration Analysis for China, *Energy Policy*, 37, 5167–5172.

Jaunky, V.C. (2011). The CO2 Emissions-Income Nexus: Evidence from Rich Countries, *Energy Policy*, 39, 1228-1240.

Kahvecioğlu, Y. (2004). *Tüketim Toplumu, Ekolojik Risk ve Türkiye* (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University (Turkey)).

Karaalp, H. S. (2008). *Sektörel Açından İklim Değişikliği: Tarım, Ulaştırma ve Sanayi*. E. Karakaya (Ed.), Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü İçinde (S. 265- 307). Ankara: Bağlam Yayıncılık.

Koenker, R. (2004). Quantile Regression for Longitudinal data. *Journal of Multivariate Analysis*, 91(1), 74-89.

Koenker, R., & Bassett Jr, G. (1978). Regression Quantiles. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 33-50.

Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi: Türkiye için Eşbütünleşme ve Nedensellik analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2), 177-194.

Işık, D., & Ökmen, G. (2013). Metan üreten mikroorganizmalar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 79-85.

Panayotou, T. (1993). *Empirical Tests And Policy Analysis Of Environmental Degradation At Different Stages Of Economic Development*.

Powell, D. (2022). Quantile Regression With Nonadditive Fixed Effects. *Empirical Economics*, 63(5), 2675-2691.

Shahbaz, M., Gozgor, G., Adom, P. K., & Hammoudeh, S. (2019). The Technical Decomposition of Carbon Emissions and the Concerns about FDI and Trade Openness Effects in the United States. *International Economics*, 159, 56-73.

Selden, T. M., & Song, D. (1994). Environmental Quality and Development: Is There A Kuznets Curve For Air Pollution Emissions?. *Journal Of Environmental Economics And Management*, 27(2), 147-162.

Spilker, G. (2013). *Globalization, Political Institutions and the Environment in Developing Countries*. New York: Routledge.

Temur, B. (2017). *Küresel Isınmanın Türkiye'de Tarım Sektörü Üzerine Etkisi: Bir Ardl Modeli Uygulaması* (Doctoral dissertation, Anadolu University (Turkey)).

Torras, M., & Boyce, J. K. (1998). Income, İnequality, and Pollution: a Reassessment of the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 25(2), 147-160.

Williamson, C. (2017). Emission, Education, and Politics: an Empirical Study of the Carbon Dioxide and Methane Environmental Kuznets Curve. *The Park Place Economist*, 25(1), 9.

“Dünyanın Gözü Metan Gazında”. *Euronews* (2023, Nisan 23). Erişim Tarihi: 23 Nisan 2023.
<https://tr.euronews.com/green/2021/07/14/dunyan-n-gozu-metan-gaz-nda>