

Araştırma Makalesi / Research Article

## TÜRKİYE'DE KİRLİLİK HALE HİPOTEZİ VE EKONOMİK BÜYÜME, EKONOMİK KÜRESELLEŞME VE EKOLOJİK AYAK İZİ BAĞLANTISI: KRLS'DEN KANITLAR

Doç. Dr. Oktay ÖZKAN 

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İİBF, Tokat, (oktay.ozkan@gop.edu.tr)

Doç. Dr. Mustafa Necati ÇOBAN 

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İİBF, Tokat, (necati.coban@gop.edu.tr)

### ÖZET

*Sanayi Devrimi ile başlayan süreç ve sonrasında çevresel sürdürülebilirliği tehdit eden gelişmeler ile beraber küresel olarak çevresel bozulma süreci hızlanmıştır. Çevresel bozulma sürecinin özellikle küresel ısınma ve iklim değişikliği ile beraber dünya çapında etkilerini hissettirmesi, çevresel bozulmanın belirleyicilerine yönelik araştırmaların sayısının artmasını sağlamıştır. Bu çalışmada, doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve ekonomik küreselleşmenin çevreye etkisi ve kirlilik hale hipotezinin geçerliliği Türkiye için araştırılmıştır. Bu amaç için, 1970-2018 arasındaki yıllık veriler kullanılarak bir makine öğrenme yöntemi olan KRLS yaklaşımı ile analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda (i) doğrudan yabancı yatırımların ekolojik ayak izi (çevre kalitesi) üzerinde negatif (pozitif) etkisinin olduğu ve dolayısıyla kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğu; (ii) ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi (çevre kalitesi) üzerinde pozitif (negatif) etkisinin olduğu; (iii) ekonomik küreselleşmenin ekolojik ayak izi (çevre kalitesi) üzerinde negatif (pozitif) etkisinin olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda politika yapıcılara, çevreye olumlu etkileri olduğundan dolayı daha fazla doğrudan yabancı yatırımları Türkiye'ye çekebilecek ve ekonomik küreselleşme sağlayabilecek politikalar geliştirmeleri ve ekonomik büyüme artırılması süreçlerinde daha çevreci politikalar izlemeleri önerilmektedir.*

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, Kirlilik Hale Hipotezi, Ekonomik Büyüme, Ekonomik Küreselleşme, Ekolojik Ayak İzi, KRLS.

## POLLUTION HALO HYPOTHESIS AND ECONOMIC GROWTH, ECONOMIC GLOBALIZATION, AND ECOLOGICAL FOOTPRINT NEXUS IN TURKEY: EVIDENCE FROM KRLS

### ABSTRACT

*The environmental degradation process has accelerated globally with the industrial revolution and the developments that threatened environmental sustainability afterwards. The fact that the environmental degradation process is felt worldwide, especially with global warming and climate change, has increased the number of studies on the determinants of environmental degradation. In this study, the impact of foreign direct investments, economic growth, and economic globalization on the environment and the validity of the pollution halo hypothesis are investigated for Turkey. For this purpose, analyses are carried out with the KRLS approach, which is a machine learning method, using annual data between 1970 and 2018. As a result of the analyses, it has been determined that (i) foreign direct investments*

*have a negative (positive) impact on the ecological footprint (environmental quality) and therefore the pollution halo hypothesis is valid; (ii) economic growth has a positive (negative) impact on the ecological footprint (environmental quality); and (iii) economic globalization has a negative (positive) impact on the ecological footprint (environmental quality). Based on these results, we recommend policymakers to develop policies that can attract more foreign direct investments to Turkey and provide economic globalization, as both have positive effects on the environment, and follow more environmentally friendly policies in the process of increasing economic growth.*

**Keywords:** Turkey, Pollution Halo Hypothesis, Economic Growth, Economic Globalization, Ecological Footprint, KRRLS.

## 1. Giriş

Çevresel bozulmanın günden güne etkisini hissettirmesiyle beraber çevresel kalitenin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Özellikle fosil yakıt kullanımları, doğal kaynakların aşırı ve bilinçsizce tüketimi, sanayileşme vb. faktörler küresel olarak çevre sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Çevre sorunlarının artmasıyla beraber ülkeler küresel ısınma ve iklim değişikliğinin ciddi etkilerine maruz kalmaktadır. Tüm bu ciddi etkilerin küresel olarak hissedilmesiyle beraber çevresel sürdürülebilirliğin tesis edilmesine yönelik girişimlerin önem kazandığı görülmektedir.

Birleşmiş Milletler gibi uluslararası kuruluşlar çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik önemli girişimler ortaya koymaktadırlar. 1997 yılında imzalanan Kyoto Protokolü, çevresel sorunların küresel çözümüne yönelik girişimlerden en bilinenlerinden birisidir. Kyoto Protokolü ile küresel olarak sera gazlarının yoğunluğunun azaltılması amaçlanmıştır. Her ne kadar böylesi önemli bir protokole imza atılmış olsa da ülkeler tarafından ortaya konulan vaatlerin de tam anlamıyla yerine getirilmediği görülmektedir. Yine 2016 yılında imzalanan Paris İklim Anlaşması ile beraber 2030 yılına dek küresel olarak karbondioksit emisyonlarının en kötü ihtimalle %50 indirilmesi hedeflenmektedir (United Nations, 2019).

Ülkelerin ekonomik büyüme hedeflerinin çevresel bozulma sürecine neden olduğu sıklıkla ifade edilmektedir (Ang, 2007; Halicioğlu, 2009; Chandran & Tang, 2013; Al-Mulali vd., 2015). Ülkeler, daha yüksek ekonomik büyüme rakamlarına ulaşabilmek adına yüksek seviyelerde enerji kullanımı gerçekleştirmekte ve ülkelerin bu enerji kullanımını da daha çok fosil yakıtlara dayalı olarak gerçekleştirdiği bilinmektedir. Artan fosil yakıt kullanımı karbondioksit emisyonlarının artmasına sebep olarak çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bunun dışında ekonomik büyümenin çevresel kaliteyi iyileştirebileceği de ifade edilebilmektedir. Ekonomik büyüme vasıtasıyla sağlanan kaynaklar ile yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik yatırımlar yapılmasıyla beraber ülkeler çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilmektedirler (Khan vd., 2020).

Çevresel bozulma süreci ile olan ilişkisi de sıklıkla belirtilen küreselleşme, çok boyutlu bir kavramdır. Çevre kalitesini artırmaya yönelik yapılan uluslararası anlaşmalar politik küreselleşmeyi betimlemekte iken turizm, internet kullanımı ve uluslararası göç de sosyal küreselleşme başlığı altında incelenmektedir. Ekonomik küreselleşme ise ticari liberalizasyon, sermaye akımları ve finansal liberalizasyon gibi kavramları kapsamaktadır (Destek, 2020). Ekonomik küreselleşme, çevreyi farklı kanallar yoluyla etkileyebilmektedir. Küreselleşme

süreci, ekonomik büyümeye katkı sağlayarak ülkelerin çevresel kalitelerinin kötüleşmesini sağlayabilmektedir. Yine küreselleşme, ülkelerin endüstriyel yapısında değişiklik sağlayarak ve böylelikle fosil yakıt kullanımında artışlar ortaya çıkmasına sebep olarak çevresel kirliliğin artmasına da neden olabilmektedir. Küreselleşme, sermaye ve teknolojinin yayılmasına sebep olarak sermaye ve teknolojinin kullanım şekline göre çevresel bozulmayı artırabileceği gibi çevresel kaliteyi de iyileştirebilme potansiyeline de sahiptir (Panayotou, 2000).

Doğrudan yabancı yatırımlar da küreselleşme ile beraber hız kazanmaktadır. Doğrudan yabancı yatırımların çevre ile olan ilişkisi de merak konusu olmaktadır. Makro çerçeveden incelendiğinde doğrudan yabancı yatırım girişlerinin ev sahibi ülkelerin çevresel kalitesini kötüleştirireceğine yönelik kaygılar hükümetler ve toplumlar arasında önemli ölçüde endişe uyandırmaktadır (Li vd., 2019). Doğrudan yabancı yatırımlar ve çevre kalitesi arasındaki ilişki kirlilik sığınağı hipotezi ve kirlilik hale hipotezi olmak üzere iki farklı çatı altında incelenebilmektedir. Kirlilik hale hipotezine göre gelişmiş ülkelerden yatırım yapan şirketlerin yatırım yaptıkları ülkelerin mevcut üretimlerinin aksine üretim yapıları yeşil teknolojiye dayandığı için bu şirketlerin yatırım yaptıkları ülkelerin karbondioksit emisyonu düzeylerinin azaltılmasına katkıda buldukları ifade edilmektedir (Mert & Caglar, 2020). Kirlilik sığınağı hipotezi ise gelişmiş ülkelerdeki katı çevre yasalarından ötürü gelişmiş ülkelerdeki kirlilik yaratan sektörlerin gelişmekte olan ülkelere doğru doğrudan yabancı yatırımlar yoluyla kaydırılarak bu gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelerin kirlilik sığınağı haline gelmesini betimlemektedir (Aliyu, 2005). Doğrudan yabancı yatırımların çevre kalitesi üzerine etkisi, bu hipotezler aracılığıyla ortaya konulabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve ekonomik küreselleşmenin çevreye etkisinin kirlilik hale hipotezi kapsamında araştırılmasıdır. Belirtilen bu amaç doğrultusunda çalışmada öncelikle verilerin istatistiksel özellikleri incelenecek ve daha sonra ise duraganlık durumları belirlenecektir. Sonraki aşamada ise çalışma verilerinin doğrusallık durumları incelenecektir. Son olarak doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve ekonomik küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi Hainmueller & Hazlett (2014) tarafından geliştirilen ve bir makine öğrenme yöntemi olan Kernel Düzenleştirilmiş En Küçük Kareler yaklaşımı ile araştırılacaktır. Çalışma, Türkiye kapsamında kirlilik hale hipotezini ekonomik büyüme, ekonomik küreselleşme ve ekolojik ayak izi çerçevesinde incelediğinden dolayı literatürdeki çalışmalardan oldukça farklılaşmaktadır. Bu çalışma ayrıca kullandığı gelişmiş ekonometrik model ile de mevcut çalışmalardan tamamen farklılaşmaktadır. Bu yönleriyle bu çalışma güncel ve geçerli sonuçlar sunacak ve ayrıca literatüre önemli katkılar sağlayacaktır. Çalışmanın sonraki kısmında literatür taraması yer almaktadır. 3. bölümde veri, model ve metodoloji tanıtılacaktır. 4. bölümde ampirik analizler gerçekleştirilecek ve elde edilen bulgular yorumlanacaktır. Son bölümde ise çalışma kapsamında elde edilen bulgular verilecek ve bulgular doğrultusunda politika önerileri gerçekleştirilecektir.

## **2. Literatür Taraması**

İlgili literatür incelendiğinde doğrudan yabancı yatırımların çevresel bozulma göstergeleri üzerine etkisini kirlilik hale hipotezi kapsamında inceleyen çalışmaların mevcut olduğu görülmektedir (Kim & Adilov, 2012; Doytch & Uctum, 2016; Liu vd., 2018; Balsalobre-Lorente vd., 2019; Doytch, 2020; Farooq vd., 2020; Mert & Caglar, 2020; Ahmad vd., 2021; Chowdhury vd., 2021; Islam vd., 2021; Kisswani & Zaitouni, 2021; Muhammad vd., 2021;

Karaduman, 2022). Yine ekonomik küreselleşmenin ve küreselleşmenin çevresel kalite üzerine etkileri de araştırma konusu olmaktadır (Farooq vd., 2020; Islam vd., 2021; Teng vd., 2021; Karaduman, 2022; Mishra & Dash, 2022). Bu değişkenler arasındaki ilişki ile beraber ekonomik büyüme ve çevresel bozulma süreci arasındaki ilişki inceleyen çalışmalar da mevcuttur (Balsalobre-Lorente vd., 2019; Ahmad vd., 2021; Ahmed vd., 2021; Chowdhury vd., 2021; Islam vd., 2021; Muhammad vd., 2021; Teng vd., 2021; Karaduman, 2022; Mishra & Dash, 2022).

Kim & Adilov (2012), 164 ülkede doğrudan yabancı yatırımların karbondioksit emisyonları üzerine etkisini analiz etmişlerdir. 164 ülkeye ait 1961-2004 yılları arası verilerinin kullanıldığı çalışmada panel veri analizi uygulanmıştır. Sonuçlar, gevşek çevre düzenlemelerinin doğrudan yabancı yatırımları artırabileceğini, fakat yabancı şirketlerin düşük gelirli ülkelerdeki yerel şirketlere kıyasla çevreyi daha az kirleten teknoloji kullandığı bulgusuna ulaşılmıştır. Bundan dolayı doğrudan yabancı yatırımların ev sahibi ülkelerde kirlilik düzeyini mutlaka artırmadığı ifade edilmektedir. Bulgular eş zamanlı olarak kirlilik sığınağı ve kirlilik hale hipotezlerinin geçerli olduğunu işaret etmektedir.

Doytch & Uctum (2016), 132 ülkede küreselleşmenin çevresel etkisini kirlilik hale hipotezi kapsamında incelemişlerdir. Belirtilen ülkelere ait 1984-2011 dönemini kapsayan verilerin kullanıldığı çalışmada dinamik panel veri analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda sektörlere göre bulguların değiştiği gözlemlenmektedir. İmalat sektörüne yönelik yapılan doğrudan yabancı yatırımların çevresel kirliliği artırdığı bulgusu elde edilmiştir. Yine düşük ve orta gelirli ülkelere yönelik doğrudan yabancı yatırımların çevresel kaliteyi kötüleştirdiği, yüksek gelirli ülkelere yönelik doğrudan yabancı yatırımların ise çevreye fayda sağladığı ve kirlilik hale hipotezinin yüksek gelirli ülkelerde geçerli olduğu tespit edilmiştir. Sermayenin daha yoksul ülkelerde tarıma, hizmet sektörüne ve daha zengin ülkelerde madencilik ve imalat sektörüne yönelmesiyle beraber Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olacağı bilgisine ulaşılmıştır.

Liu vd. (2018), Çin’de bulunan 258 şehir için doğrudan yabancı yatırımların çevre kirliliği üzerine etkisini araştırmışlar ve kirlilik halo hipotezinin geçerliliği de incelenmişlerdir. 258 şehire ait 2003-2014 döneminin incelendiği çalışmada mekânsal panel veri analizi uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda doğrudan yabancı yatırım girişlerinin farklı çevresel kirleticiler üzerinde farklı etkileri olduğu tespit edilmiştir. Ayriyeten Kirlilik Hale Hipotezi’nin geçerliliği tespit edilmiştir. Doğrudan yabancı yatırım girişlerinin atık kurum ve toz kirliliğini belirli bir ölçüde azalttığı, atık su ve kükürtdioksit kirliliğini ise artırdığı bulgusu elde edilmiştir.

Balsalobre-Lorente vd. (2019), MINT ülkeleri için kirlilik hale hipotezinin geçerliliğini test etmişlerdir. MINT ülkelerine ait 1990-2013 yılları arası verilerin kullanıldığı çalışmada FMOLS ve DOLS tahmincileri ile analiz gerçekleştirilmiştir. Ekonometrik bulgular doğrudan yabancı yatırımların arttıkça ekolojik ayak izinin azaldığını ve böylelikle kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğunu doğrulamaktadır. Yine ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişki de araştırılarak Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olduğu bilgisine erişilmiştir.

Doytch (2020), 117 ülke için doğrudan yabancı yatırımların ekolojik ayak izi üzerine etkilerini araştırmıştır. 117 ülkeye ait 1984-2011 dönemini kapsayan verilerin kullanıldığı çalışmada panel veri analizi yapılmıştır. Yüksek gelirli ülkelerde finansal hizmetlere yönelik

doğrudan yabancı yatırımların üretimin ekolojik ayak izini azalttığı bulgusu elde edilmiştir. Bu da yüksek gelirli ülkelerde kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir.

Farooq vd. (2020), İslam İşbirliği Teşkilatı ülkelerinde küreselleşme ve doğrudan yabancı yatırımların çevresel kalite üzerine etkilerini analiz etmişlerdir. Panel GMM tekniğinin uygulandığı çalışmada İslam İşbirliği Teşkilatı ülkelerine ait 1991-2017 dönemini kapsayan veriler kullanılmıştır. Ekonometrik analizler, yüksek gelirli İİT ülkelerinde küreselleşmenin ve doğrudan yabancı yatırımların çevre kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunduğu yönünde sonuçlar ortaya koymaktadır. Tüm İİT ülkeleri ve düşük gelirli İİT ülkeleri için ise küreselleşme ve doğrudan yabancı yatırımların çevre kalitesini kötüleştirdiği bulgusuna ulaşılmıştır. Yüksek gelirli İİT ülkeleri için kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir.

Mert & Çağlar (2020), Türkiye’de kirlilik hale hipotezinin geçerli olup olmadığını incelemiştirlerdir. Türkiye için 1974-2018 dönemini kapsayan verilerin kullanıldığı çalışmada değişkenler arasındaki asimetrik kısa ve uzun vadeli nedensel bağlantılar araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrudan yabancı yatırımlardaki artışların hem kısa hem de uzun vadede karbondioksit emisyon artış hızında düşüşe yol açtığını göstermektedir. Bu bulgu, Türkiye için kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğunu işaret etmektedir.

Ahmad vd. (2021), 28 Çin eyaleti için Kirlilik Hale hipotezinin geçerliliğini analiz etmişlerdir. 28 Çin eyaletine ait 1998-2016 dönemini kapsayan verilerin kullanıldığı çalışmada panel veri analizi yapılmıştır. Yapılan analizlerde sonuç olarak 28 Çin eyaletinde doğrudan yabancı yatırım girişlerinin çevresel sürdürülebilirliği teşvik ettiği ve böylelikle Kirlilik Hale hipotezinin geçerli olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca ekonomik büyümenin de çevresel sürdürülebilirliği artırdığı sonucu elde edilmiştir.

Ahmed vd. (2021), Japonya için ekonomik küreselleşme ve ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Japonya’ya ait 1971-2016 yılları arası verilerin kullanıldığı çalışmada NARDL yaklaşımı uygulanmıştır. Ekonometrik analiz sonrasında elde edilen bulgular ekonomik küreselleşmenin Japonya’da ekolojik ayak izini azalttığı yönündedir. Ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi arasında da ters U şeklinde bir ilişkinin varlığına rastlanmıştır. Japonya için Çevresel Kuznets Hipotezi geçerlidir.

Chowdhury vd. (2021), 92 ülkede doğrudan yabancı yatırımların ve ekonomik büyümenin ekolojik ayak izine etkisini incelemiştirlerdir. 92 ülkeye ait 2001-2016 dönemini kapsayan verilerin kullanıldığı çalışmada panel kantil regresyon analizi uygulanmıştır. Ampirik bulgular, doğrudan yabancı yatırımların ekolojik ayak izini artırdığı yönündedir. Kirlilik hale hipotezi geçerli değildir. Bu bulguların dışında ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi değişkenlerinin negatif yönlü ilişki içerisinde oldukları tespit edilmiştir.

İslam vd. (2021), Bangladeş’te küreselleşme, doğrudan yabancı yatırım ve ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Dinamik ARDL simülasyon modelinin uygulandığı çalışmada Bangladeş’e ait 1972-2016 dönemini kapsayan veriler kullanılmaktadır. Yapılan analizler neticesinde küreselleşmenin ve ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonlarını artırdığı sonucuna ulaşılmış ve dolayısıyla hem uzun hem de kısa dönemde çevresel bozulmanın teşvik edildiği bulgusu elde edilmiştir. Doğrudan yabancı yatırımların ise karbondioksit emisyonlarını azalttığı tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları Bangladeş örneğinde kirlilik Hale hipotezinin geçerliliğini göstermektedir.

Kisswani & Zaitouni (2021), 4 Asya ülkesi için doğrudan yabancı yatırımların çevresel bozulma üzerine etkisini Kirlilik hale hipotezi çerçevesinde analiz etmişlerdir. Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland'a ait 1971-2014 dönemini içeren verilerin kullanıldığı çalışmada yöntem olarak ARDL yaklaşımı benimsenmiştir. Ampirik bulgular, Malezya ve Singapur için kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir.

Muhammad vd. (2021), BRICS, gelişmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkeler ve küresel ülkeler olmak üzere 4 farklı ülke grubu için doğrudan yabancı yatırımların ve ekonomik büyümenin çevresel bozulma üzerine etkilerini incelemişlerdir. 5 BRICS ülkesi, 145 gelişmekte olan ülke, 31 gelişmiş ülke ve 176 küresel ülkeye ait 1991-2018 dönemini kapsayan verilerin kullanıldığı çalışmada panel veri analizi yapılmıştır. Ampirik sonuçlar, doğrudan yabancı yatırımların BRICS ve gelişmekte olan ülkelerde çevresel bozulmaya neden olduğunu, gelişmiş ülkelerde ise doğrudan yabancı yatırımların çevresel bozulmanın azaltılmasına yardımcı olduğunu göstermektedir. Gelişmiş ülkeler için kirlilik hale hipotezi geçerlidir. Yine ekonomik büyümenin BRICS, gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkeler ve küresel ülkeler için çevresel bozulmayı artıran ana faktörlerden birisi olduğu tespit edilmiştir.

Teng vd. (2021), 10 ülke için doğrudan yabancı yatırımların, ekonomik büyümenin ve küreselleşmenin karbondioksit emisyonları üzerine etkilerini analiz etmişlerdir. 10 ülkeye ait 1985-2018 dönemini kapsayan verilerin kullanıldığı çalışmada PMG tahmincisi ile ekonometrik analiz yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda doğrudan yabancı yatırımların ve ekonomik büyümenin çevresel bozulmayı artırdığı bulgusuna ulaşılmıştır. Yine küreselleşmenin kısa vadede çevresel bozulmayı artırdığı fakat uzun vadede ise çevresel bozulmayı azalttığı sonucu elde edilmiştir.

Çağlayan-Akay & Oskonbaeva (2022), 22 geçiş ekonomisi için kirlilik hale hipotezinin geçerliliğini test etmişlerdir. 22 geçiş ekonomisine ait 1995-2016 yılları arası verilerin kullanıldığı çalışmada yöntem olarak NARDL yaklaşımı tercih edilmiştir. Ampirik bulgular, doğrudan yabancı yatırımdaki pozitif şokun çevre kalitesini iyileştirdiği, negatif şokun ise çevreye zarar verdiği yönündedir.

Karaduman (2022), yeni sanayileşmiş ülkelerde ekonomik küreselleşme ve verimliliğin çevresel kalite üzerine etkilerini kirlilik hale hipotezi çerçevesinde araştırmışlardır. 11 yeni sanayileşmiş ülkeye ait 1975-2017 dönemini kapsayan verilerin kullanıldığı çalışmada panel AMG tahmincisi uygulanmıştır. Yapılan ekonometrik analizler sonucunda yeni sanayileşmiş ülkelerde ekonomik küreselleşme düzeyi arttıkça ekolojik ayak izinin azaldığı gözlemlenmektedir. Yine kişi başına düşen GSYİH'nın ekolojik ayak izi ile pozitif yönde ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Yine toplam faktör verimliliğindeki artışların ekolojik ayak izini artırdığı bilgisine erişilmiştir. Model tahmin sonuçları, 11 yeni sanayileşen ülkede kirlilik hale hipotezinin etkin olduğu bilgisinin desteklendiğini göstermektedir.

Mishra & Dash (2022), 5 Güney Asya ülkesinde ekonomik küreselleşme, ekonomik büyüme ve karbon ayak izi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 5 Güney Asya ülkesi için 1971-2019 dönemini kapsayan verilerin kullanıldığı çalışmada ARDL tekniği uygulanmıştır. Analiz sonuçları ekonomik büyümenin ve ekonomik küreselleşmenin uzun vadede karbon ayak izini pozitif yönde etkilediğini göstermektedir.

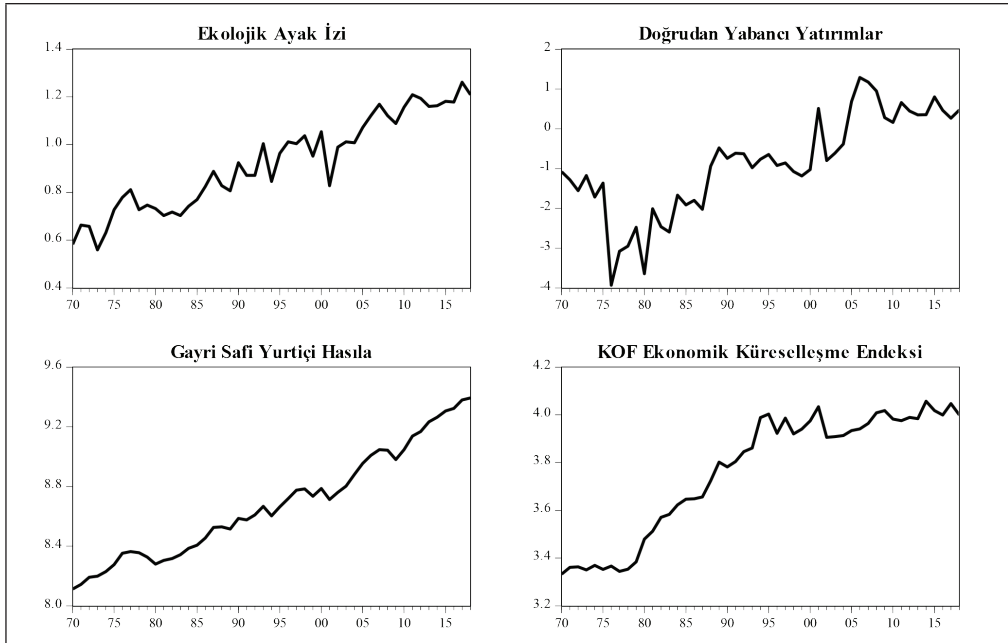
### 3. Veri, Model ve Metodoloji

#### 3.1. Veri

Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve ekonomik küreselleşmenin çevreye etkisini ve kirlilik hale hipotezinin geçerliliğini inceleyebilmek için gerçekleştirilen bu çalışmada 1970 ile 2018 yılları arasındaki yıllık veriler kullanılmıştır.<sup>1</sup> Çalışmada, çevre için Destek vd. (2018), Ulucak & Bilgili (2018) ve Kongbuamai vd. (2020) çalışmalarında olduğu gibi çevresel bozulmanın bir göstergesi olan ekolojik ayak izi (EAI), doğrudan yabancı yatırımlar (DYY) için ödemeler dengesindeki net girişler, ekonomik büyüme (EB) göstergesi olarak Toader vd. (2018) ve Khan vd. (2019) çalışmalarında olduğu gibi gayri safi yurtiçi hasıla ve son olarak ekonomik küreselleşme (EK) için Gygli vd. (2019) tarafından revize edilen KOF ekonomik küreselleşme endeksi kullanılmıştır. Ekolojik ayak izi verileri kişi başı olarak Küresel Ayak İzi Ağı’nın veri tabanından (KAİA, 2022), doğrudan yabancı yatırımlar ve gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) değerleri sırasıyla GSYH’nin yüzdesi ve kişi başı sabit 2015 ABD Doları olarak Dünya Bankası’nın gösterge veri tabanından (DB, 2022a,b) ve KOF ekonomik küreselleşme endeksi (EKE) ise endeks değeri olarak ETH zürich göstergelerinden (ETH, 2022) elde edilmiştir.

Normal dağılmama, doğrusal olmama ve değişen varyans problemlerini azaltabilmek için tüm verilerin doğal logaritması alınmıştır (Olasehinde-Williams & Oshodi, 2021). Analizlerin gerçekleştirildiği logaritmik verilerin 1970-2018 yılları arasındaki değerleri Şekil 1’de gösterilmiştir. Şekil 1’de yer alan grafikler incelendiğinde, verilerin genel olarak artan bir trend izlediği görülmektedir.

Şekil 1: Verilerin Logaritmik Değerleri



1 Çalışmanın veri aralığı, çalışmada kullanılan değişkenler için ortak olan en geniş veri aralığı olarak belirlenmiştir. İstenilmesi durumunda veriler yazarlar tarafından sağlanacaktır.

### 3.2. Model

Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımların, ekonomik büyümenin ve ekonomik küreselleşmenin çevreye asimetric etkisini ve ayrıca kirlilik hale hipotezinin geçerliliğini inceleyebilmek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada Eşitlik 1’de gösterilen ekonometrik modelden faydalanılmıştır:

$$\text{LogEAI}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{LogDYY}_t + \beta_2 \text{LogEB}_t + \beta_3 \text{LogEK}_t + e_t \quad (1)$$

Eşitlik 1’de yer alan  $t$  zamani, Log logaritmayı, EAI ekolojik ayak izini, DYY doğrudan yabancı yatırımları, EB ekonomik büyümeyi, EK ekonomik küreselleşmeyi,  $\beta_0$  sabit terimi,  $\beta_1, \beta_2$  ve  $\beta_3$  açıklayıcı değişkenlerin katsayılarını ve  $e_t$  ise hata terimini ifade etmektedir.

### 3.3. Metodoloji

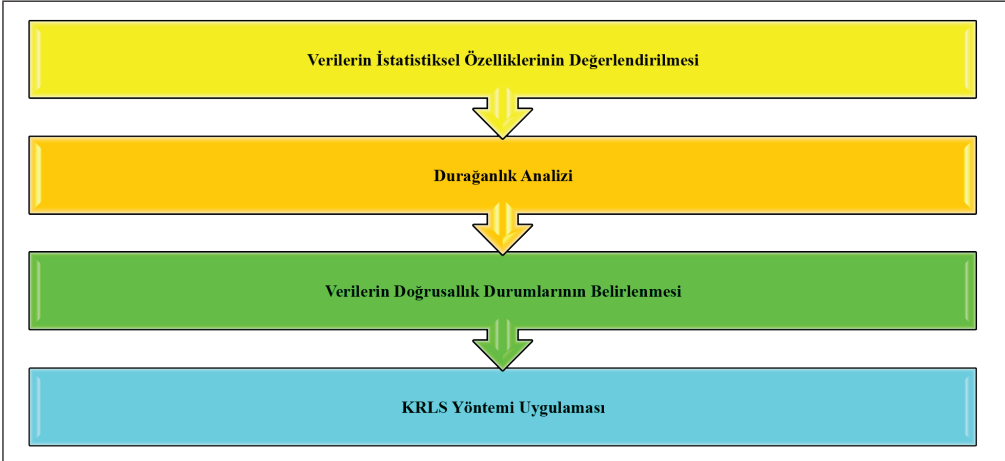
Bu çalışmada, Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımların, ekonomik büyümenin ve ekonomik küreselleşmenin çevre üzerindeki etkisini inceleyebilmek için Hainmueller & Hazlett (2014) tarafından geliştirilen Kernel Düzenleştirilmiş En Küçük Kareler (KRLS; Kernel Regularized Least Squares) yöntemi kullanılmıştır. Bir makine öğrenme yöntemi olan KRLS, içerdiği algoritmalar sayesinde kullanıcıların fonksiyonel yapı varsayımları veya tanımlama araştırması gerçekleştirilmeden regresyon ve sınıflandırma sorunlarının üstesinden gelmelerini sağlamaktadır. Esnek bir yapıya sahip olan KRLS tahmincisi, kullanılan verilerin fonksiyonel formunu öğrenerek yanlış tanımlama yanlılığını ortadan kaldırmakta ve bu sayede çıkarımların doğru bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. En küçük kareler ve diğer genelleştirilmiş doğrusal modeller bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin homojen olacağını, diğer bir ifade ile bağımsız değişkenin bütün dağılımlarında eşit olacağını varsaymaktadır. Bu varsayımlarından dolayı bu yöntemler, bağımsız değişkenlerin etkisini doğrusal olarak göstermektedir. Literatürde Sinir Ağları (Neural Networks) veya Genelleştirilmiş Eklemeli Modeller (Generalized Additive Models) gibi daha esnek yöntemler zaman zaman önerilmiş olsa da, bu yöntemler hem kullanım hem de yorumlama zorluklarından dolayı sosyal bilimciler tarafından yaygın olarak kullanılmamıştır. Diğer taraftan KRLS yöntemi ise bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin heterojen olabileceğini, diğer bir ifade ile bağımsız değişkenin farklı değerlerine göre değişebileceğini göz önüne almaktadır. Bu da KRLS yönteminin, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki hem doğrusal hem de doğrusal olmayan etkiyi belirleyebilmesini sağlamaktadır. KRLS yöntemi ayrıca kullanıcılara hem kullanım hem de yorumlama kolaylığı sağlamaktadır. Bu özellikleri KRLS yöntemini, regresyona dayalı analizler için sıradan en küçük kareler ve diğer genelleştirilmiş doğrusal modellere göre daha uygun ve daha güçlü bir model haline getirmektedir (Hainmueller & Hazlett, 2014; Ferwerda vd., 2017).<sup>2</sup>

2 KRLS yöntemi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bkz: Hainmueller & Hazlett (2014) ve Ferwerda vd., (2017).



KRLS yöntemi, Hainmueller & Hazlett (2017) tarafından geliştirilen “KRLS” paketi ile R Studio programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.<sup>3</sup> Çalışmanın analiz adımları Şekil 2’de özetlenmiştir.

## Şekil 2: Analiz Aşamaları



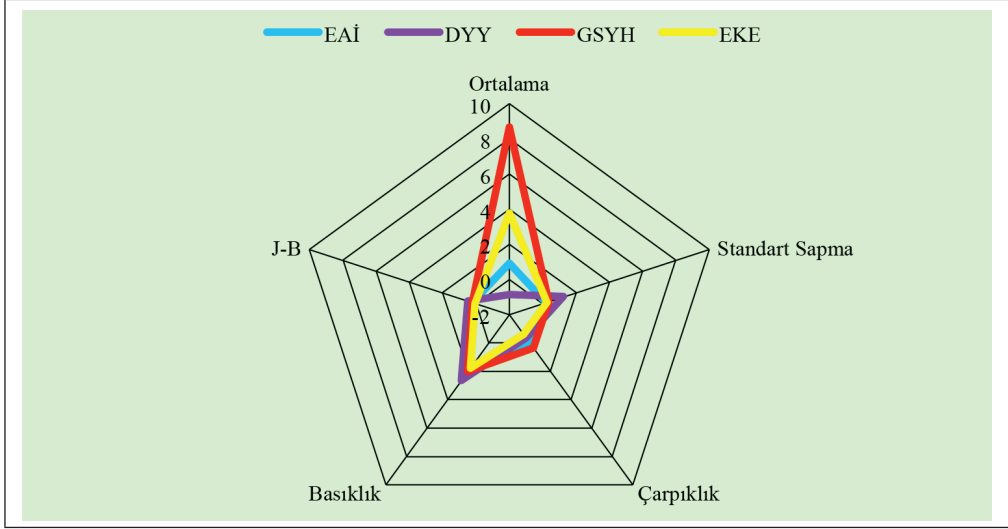
## 4. Ampirik Analizler ve Bulgular

### 4.1. İstatistiksel Özellikler

Bu çalışmanın analizleri, kullanılacak logaritmik verilerinin tanımlayıcı istatistiksel bilgilerini incelemekle başlamaktadır. Verilere ait ortalama, standart sapma, çarpıklık, basıklık ve Jarque-Bera (J-B) normallik testinin olasılık değerleri Şekil 3’te görselleştirilmiştir. Şekil 3’te yer alan tanımlayıcı istatistiksel bilgilere göre, 1970-2018 arasında logaritmik yıllık ortalama değeri en fazla olan değişkenin gayri safi yurtiçi hasıla, en az olan değişkenin ise doğrudan yabancı yatırımlar olduğu görülmektedir. Standart sapma değerlerine göre en fazla oynaklığa doğrudan yabancı yatırımların, en az oynaklığa ise ekolojik ayak izinin sahip olduğu anlaşılmaktadır. Verilerin hem çarpıklık değerleri hem de basıklık değerleri normal dağılım için gerekli olan kritik değerler (çarpıklık için  $\pm 2$  (Hair vd., 2010) basıklık için  $\pm 3$  (Kallner, 2018)) arasında olduğundan çalışmadaki bütün verilerin dağılımının normal dağılım özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Verilerin normallik durumlarını inceleyebilmek için ayrıca gerçekleştirilen J-B normallik testi sonuçlarına göre de çalışma verilerinin dağılımını normal dağılım özelliği göstermektedir.

3 Kullanılan kodlar istenilmesi halinde yazarlar tarafından sağlanacaktır.

## Şekil 3: Tanımlayıcı İstatistikler



## 4.2. Durağanlık Analizi

Analizlerin ikinci adımında, çalışma verilerin durağanlık seviyeleri incelenmektedir. Çalışma verilerinin durağanlık seviyelerini belirlemek için literatürde (bkz: Özkan & Çakar, 2020,2021; Adedoyin vd., 2021; Khan vd., 2021; Olasehinde-Williams vd., 2021; Abbasi vd., 2022; Adebayo vd., 2022; Ali vd., 2022; Çoban & Özkan, 2022; Hossain vd., 2022; Li & Shao, 2022; Olasehinde-Williams & Özkan, 2022; Wang, 2022) sıklıkla kullanılan yöntemlerden olan Augmented Dickey-Fuller (ADF; Dickey & Fuller, 1979) ve Phillips-Perron (PP; Phillips & Perron, 1988) birim kök testleri gerçekleştirilmiştir. Birim kök testleri çıktıları Tablo 1’de raporlanmıştır. Tablo 1’de yer alan çıktılar, hem ADF hem de PP birim kök testine göre “*ilgili veride birim kök vardır*” şeklinde ifade edilen sıfır hipotezinin bütün değişkenler için reddedilemediğini; buna karşın verilerin birinci farkı alındıktan sonra ilgili hipotezinin %1 önem düzeyinde reddedildiğini ortaya koymaktadır. Diğer bir ifade ile, birim kök testleri çalışma verilerinin durağanlık seviyesinin birinci fark olduğunu göstermektedir.

Tablo 1: Birim Kök Testleri Sonuçları

Veriler	Düzyey		Birinci Fark	
	ADF	PP	ADF	PP
EAİ	-0,761	-1,296	-11,015***	-16,356***
DYY	-1,760	-1,510	-9,865***	-10,424***
GSYH	0,533	0,581	-6,672***	-6,672***
EK	-1,488	-1,516	-7,569***	-7,571***

\*\*\* %1 önem düzeyindeki anlamlılığı belirtmektedir.

### 4.3. Doğrusallık Analizi

Analizlerin üçüncü adımında çalışma verilerinin doğrusallık durumları araştırılmaktadır. Doğrusal olmayan veriler üzerinde gerçekleştirilecek doğrusal modeller veya doğrusal veriler üzerinde gerçekleştirilecek doğrusal olmayan modeller ile elde edilecek olan bulgular yanıltıcı sonuçlar ortaya çıkarabilecektir. Çalışma verilerinin doğrusallık durumlarını belirleyebilmek için Özkan (2020); Lahiani vd. (2021); Obeng vd. (2022); Raza vd. (2022) çalışmaları takip edilerek Broock-Dechert-Scheinkman (BDS; Broock vd., 1996) doğrusallık testi gerçekleştirilmiştir. BDS testi çıktıları Tablo 2’de raporlanmıştır. Tablo 2’de yer alan BDS testi çıktıları incelendiğinde, bütün boyutlar için “*ilgili veri doğrusaldır*” şeklinde ifade edilen sıfır hipotezinin bütün değişkenler için reddedildiği görülmektedir. Bu bulgular çalışma verilerinin doğrusal olmayan yapılar içerdiğini ampirik olarak ortaya koymaktadır. BDS testi bulguları, KRLS yönteminin çalışma verileri için uygun bir yöntem olduğunu desteklemektedir.

**Tablo 2: BDS Testi Sonuçları**

Veriler	m = 2	m = 3	m = 4	m = 5	m = 6
EAI	22,833***	23,840***	25,350***	27,363***	30,890***
DYY	11,485***	12,180***	12,376***	12,324***	12,783***
GSYH	25,028***	25,446***	26,850***	28,988***	32,415***
EK	21,189***	22,605***	24,312***	26,644***	29,857***

\*\*\* %1 önem düzeyindeki anlamlılığı belirtirken m ise boyutu belirtmektedir.

### 4.4. KRLS Testi

Analizlerin son aşamasında ise, Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve ekonomik küreselleşmenin çevreye etkisini ve kirlilik hale hipotezinin geçerliliğini inceleyebilmek için KRLS yöntemi uygulanmıştır. KRLS yöntemi bulguları Tablo 3’te raporlanmıştır. Tablo 3’te yer alan çıktılara bakıldığında aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmaktadır:

1. KRLS modelinin tahmin gücünü belirten  $R^2$  değeri 0,973’tür. Bu değer, çalışma modelinde kullanılan bağımsız değişkenlerin (doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve ekonomik küreselleşme) bağımlı değişkende (ekolojik ayak izi) meydana gelen değişimlerin yaklaşık %97’sini açıklayabilme potansiyelinin olduğunu belirtmektedir. Bu bulgular, çalışma modelinin iyi kurulmuş bir model olduğunu ortaya koymaktadır.

2. Doğrudan yabancı yatırımların ekolojik ayak izi üzerinde ortalama marjinal etkisi -0,03’tür. İstatistiksel anlamlılığı gösteren  $Pr(>|t|)$  değeri, bu katsayının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Katsayının negatif olması, doğrudan yabancı yatırımlar ile ekolojik ayak izi arasında negatif ilişkinin olduğunu belirtmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1’lik bir artış ekolojik ayak izini %0,03 oranında azaltmaktadır. Doğrudan yabancı yatırımlardaki artışların ekolojik ayak izini azaltması, çevre kirliliğinin de azalması anlamına gelmektedir. Diğer bir ifade ile doğrudan yabancı yatırımlar çevre kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Bu bulgular doğrudan yabancı yatırım artışların çevreyi olumlu etkileyeceğini belirten kirlilik hale hipotezinin (Mert & Caglar, 2020) Türkiye’de geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bu bulgular, literatürdeki benzer çalışmalarda (Liu vd., 2018; Balsalobre-Lorente vd., 2019; Mert & Caglar, 2020; Ahmad vd., 2021; Islam vd.,

2021; Karaduman, 2022) ulaşılan sonuçlarla örtüşmektedir. Tablo 3'te yer alan çıktılar ayrıca doğrudan yabancı yatırımların negatif etkisinin ekolojik ayak izinin her üç kartilinde de mevcut olduğunu; fakat bu etkinin doğrusal olmadığını (heterojen olduğunu) ifade etmektedir.

3. Ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerinde ortalama marjinal etkisi 0,438'dir. İstatistiksel anlamlılığı gösteren  $Pr(>|t|)$  değeri, bu katsayının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Katsayının pozitif olması, ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasında pozitif ilişkinin olduğunu belirtmektedir. Ekonomik büyümede meydana gelen %1'lik bir artış ekolojik ayak izini yaklaşık %0,44 oranında artırmaktadır. Ekonomik büyümedeki artışların ekolojik ayak izini artırması, çevre kirliliğinin de artması anlamına gelmektedir. Diğer bir ifade ile ekonomik büyüme çevre kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bulgular Islam vd., (2021), Muhammad vd. (2021), Teng vd. (2021), Karaduman (2022) ve Mishra & Dash (2022) tarafından elde edilen bulgularla uyusmaktadır. Tablo 3'te yer alan çıktılar ayrıca ekonomik büyümenin pozitif etkisinin ekolojik ayak izinin her üç kartilinde de mevcut olduğunu; fakat bu etkinin doğrusal olmadığını (heterojen olduğunu) ifade etmektedir.

4. Ekonomik küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerinde ortalama marjinal etkisi -0,066'dır. İstatistiksel anlamlılığı gösteren  $Pr(>|t|)$  değeri, bu katsayının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Katsayının negatif olması, ekonomik küreselleşme ile ekolojik ayak izi arasında negatif ilişkinin olduğunu belirtmektedir. Ekonomik küreselleşmede meydana gelen %1'lik bir artış ekolojik ayak izini yaklaşık %0,07 oranında azaltmaktadır. Ekonomik küreselleşmedeki artışların ekolojik ayak izini azaltması, çevre kirliliğinin de azalması anlamına gelmektedir. Diğer bir ifade ile ekonomik küreselleşme çevre kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Bu bulgular Islam vd. (2021) ve Mishra & Dash (2022) çalışmalarının bulgularını desteklemektedir. Tablo 3'te yer alan çıktılar ayrıca ekonomik küreselleşmenin negatif etkisinin ekolojik ayak izinin her üç kartilinde de mevcut olduğunu; fakat bu etkinin doğrusal olmadığını (heterojen olduğunu) ifade etmektedir.

**Tablo 3: KRLS Testi Sonuçları**

	Ortalama Marjinal Etkiler				Marjinal Etkilerin Kartilleri		
	Ort.	SH	T	$Pr(> t )$	%25	%50	%75
DYY	-0,030***	0,008	-3,745	0,000	-0,054	-0,025	-0,003
GSYH	0,438***	0,039	11,040	0,000	0,304	0,514	0,606
EK	-0,066***	0,065	-1,020	0,000	-0,183	-0,085	-0,005
R <sup>2</sup>	0,973			Gözlem	49		

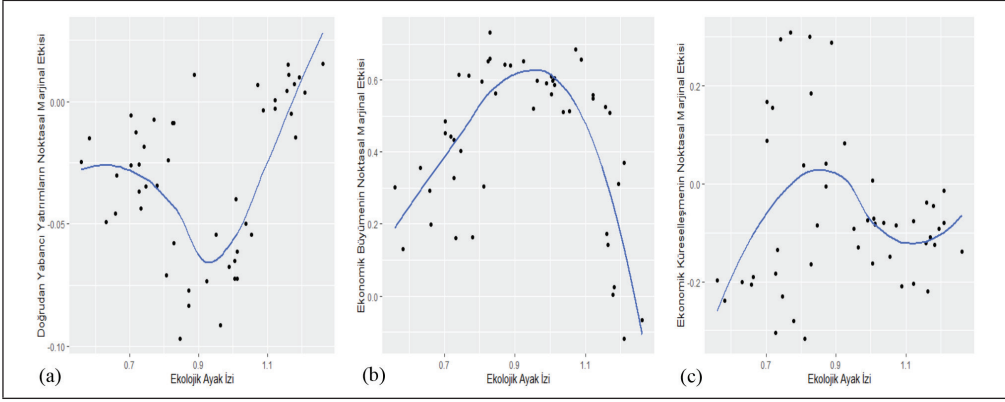
\*\*\* %1 önem düzeyindeki anlamlılığı belirtmektedir.

KRLS yöntemi ayrıca, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenin çeşitli değerleri üzerindeki etkilerini gösteren noktasal marjinal etkiler grafiklerini de sağlamaktadır. Bu grafikler Şekil 4'te gösterilmiştir. Şekil 4a, doğrudan yabancı yatırımların ekolojik ayak izi üzerinde belirli bir noktaya kadar artan negatif marjinal etkisinin olduğunu, bu noktadan sonra ise marjinal etkinin azaldığını ortaya koymaktadır. Grafik ekolojik ayak izi değerlerinin büyük çoğunluğu için doğrudan yabancı yatırımların negatif etkisi olduğunu belirtmektedir. Bu bulgular da doğrudan yabancı yatırımların çevre kalitesini olumlu yönde etkilediğini ve Türkiye'de kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 4b'ye bakıldığında, ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerinde belirli bir noktaya kadar artan pozitif marjinal etkisinin olduğu, bu noktadan sonra ise marjinal etkinin azalmaya başladığı anlaşılmaktadır. Grafik ekolojik ayak izi değerlerinin büyük çoğunluğu için ekonomik büyümenin pozitif etkisi olduğunu belirtmektedir. Bu bulgular da ekonomik büyümenin Türkiye'deki çevre kalitesini olumsuz yönde etkilediğini ifade etmektedir.

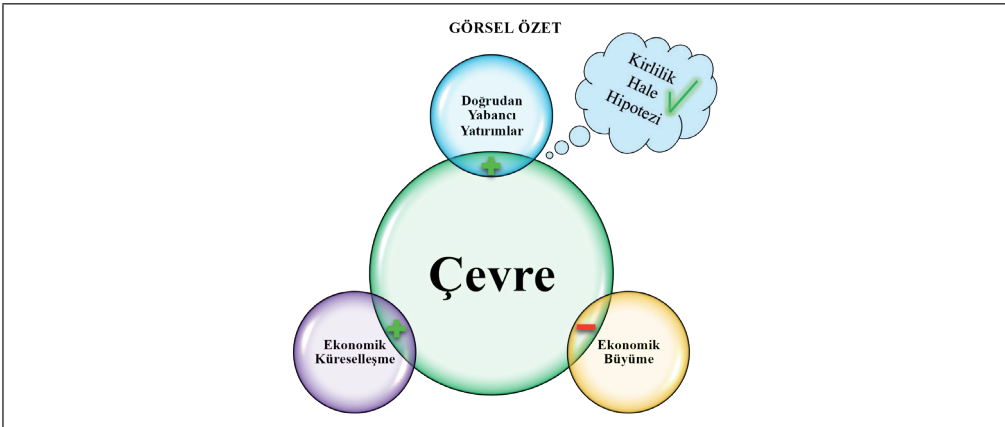
Şekil 4c, ekonomik küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerinde belirli bir noktaya kadar azalan negatif marjinal etkisinin olduğunu, bu noktadan sonra ise negatif marjinal etkinin arttığını ve yine belirli bir noktadan sonra azalmaya başladığını göstermektedir. Grafik ekolojik ayak izi değerlerinin büyük çoğunluğu için ekonomik küreselleşmenin negatif etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular da ekonomik küreselleşmenin Türkiye'nin çevre kalitesini olumlu yönde etkilediğini belirtmektedir.

#### Şekil 4: KRLS Noktasal Marjinal Etkiler



Çalışmada elde edilen bulgular Şekil 5'te görselleştirilerek özetlenmiştir. Şekil 5, Türkiye'de doğrudan yabancı yatırımların ve ekonomik küreselleşmenin çevreyi olumlu yönde etkilediğini, ekonomik büyümenin ise çevreyi olumsuz yönde etkilediğini ve Kirlilik Hale Hipotezi'nin geçerli olduğunu göstermektedir.

#### Şekil 5: Bulguların Özet Gösterimi



## 5. Sonuç ve Öneriler

Çevresel sürdürülebilirliğin küresel olarak tehdit altında olmasıyla beraber çevresel bozulmanın belirleyicilerine yönelik araştırmaların arttığı gözlemlenmektedir. Doğrudan yabancı yatırımların, küreselleşmenin ve ekonomik büyümenin çevresel bozulma göstergeleri ile olan ilişkisinin son yıllarda araştırmacılar tarafından sıklıkla incelendiği görülmektedir (Kim & Adilov, 2012; Doytch & Uctum, 2016; Liu vd., 2018; Balsalobre-Lorente vd., 2019; Doytch, 2020; Farooq vd., 2020; Mert & Caglar, 2020; Ahmad vd., 2021; Ahmed vd., 2021; Chowdhury vd., 2021; Islam vd., 2021; Muhammad vd., 2021; Çağlayan-Akay & Oskonbaeva, 2022; Karaduman, 2022; Mishra & Dash, 2022).

Bu çalışmada Türkiye için kirlilik hale hipotezi test edilmesi hedeflenmiş ve bunun yanı sıra ekonomik büyüme ve ekonomik küreselleşmenin de çevreye etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Belirtilen bu amaçlar doğrultusunda Türkiye'ye ait 1970-2018 dönemini kapsayan veriler kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Analizlerin ilk adımında çalışma verilerinin istatistiksel özellikleri incelenmiş ve bütün verilerin normal dağılım özelliği gösterdiği belirlenmiştir. İkinci adımda verilerin durağanlık durumları ADF ve PP birim kök testleri yardımıyla araştırılmış ve çalışma verilerinin birinci farkta durağan olduğu saptanmıştır. Üçüncü adımda verilerin doğrusallık durumlarının belirlenmesi için BDS testi uygulanmış ve bütün verilerin doğrusal olmayan yapılar içerdiği belirlenmiştir. Son aşamada ise bir makine öğrenme yöntemi olan ve KRLS yöntemi uygulanmıştır. KRLS yönteminden elde edilen bulgulara göre Türkiye'de doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve ekonomik küreselleşmenin ekolojik ayak izinde meydana gelen değişimlerin yaklaşık %97'sini açıklayabilmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar ile ekonomik küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi negatiftir, ekonomik büyümenin etkisi pozitifdir. Doğrudan yabancı yatırımlar ve ekonomik küreselleşmenin (ekonomik büyüme) ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin negatif (pozitif) olması, doğrudan yabancı yatırımların ve ekonomik küreselleşmenin (ekonomik büyümenin) Türkiye'de çevre kalitesi üzerinde olumlu (olumsuz) etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Doğrudan yabancı yatırımların çevreyi olumlu yönde etkilemesi, Türkiye'de kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Son olarak, doğrudan yabancı yatırımların, ekonomik büyümenin ve ekonomik küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkinin doğrusal olmadığı (heterojen olduğu) belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında ulaşılan sonuçlardan yola çıkılarak Türkiye'nin daha çok yeşil yatırım almasının sağlanarak çevresel sürdürülebilirliğine katkı sağlanması gerekliliği ifade edilebilir. Çevre dostu teknolojilere sahip olan firmaların Türkiye'ye daha çok yatırım yapması yönünde kolaylıklar ve teşvikler sağlanması, Türkiye'de çevresel bozulmanın azalmasını sağlayacaktır. Yine Türkiye'deki mevcut çevre yasalarının daha da geliştirilerek daha çok yeşil yatırım almasının öni açılabilir. Yine yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek ve böylelikle yeşil büyüme sağlanarak ekonomik büyümenin çevresel bozulmaya yol açmamasına, bilakis çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanmasına yönelik girişimlerde bulunulmalıdır. Çevreyi kirlüten sektörlerin faaliyetlerine yönelik kontrol mekanizmaları oluşturulmalı ve kirlilik yaratmayan sektörlerle yönelik üretim faaliyetleri teşvik edilmelidir. Çevre dostu sektörlerde faaliyet gösteren firmalara teşvikler ve sübvansiyonlar sağlanarak yeşil istihdam olanakları artırılmalıdır. Düşük karbon ekonomisine geçiş için gerekli olan hususlar yerine getirilerek Türkiye'deki gelecek nesiller için sürdürülebilir bir çevre tesis edilmelidir. Türkiye içerisindeki bölgelerde temiz enerji kaynaklarının optimal kullanım alanları tespit edilerek yenilenebilir enerji yatırımları

rımları artırılmalıdır. Fosil yakıt sektöründe faaliyet gösteren firmalardan alınan vergiler artırılarak yenilenebilir enerji sektörü ve bu sektörün ortaya çıkaracağı istihdam olanakları teşvik edilmelidir. Temiz enerji kaynaklarına yönelim ve çevre dostu teknolojilerin benimsenmesiyle ekonomik küreselleşmenin olumsuz etkileri de bertaraf edilmelidir.

Bu çalışma her ne kadar gelişmiş bir yöntem kullanarak güncel sonuçlar sunsa da bir takım sınırlılıklar içermektedir. Bu çalışmanın içerdiği sınırlılıklar gelecekteki çalışmalar ile giderilebilecektir. Bu bağlamda gelecekte gerçekleştirilecek olan çalışmalar Türkiye kapsamında kirlilik hale hipotezinin geçerliliğini test etmek üzere kullanılan modele çevre kalitesi üzerinde etkisi olabilecek daha farklı ve fazla sayıda değişken kullanılarak gerçekleştirilebilir. Ayrıca gelişmiş ekonometrik yöntemler kullanılarak da kirlilik hale hipotezi test edilebilir.

### **Katkı Oranı Beyanı**

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makalemiz ile ilgili herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur ve yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### **Kaynakça**

- Abbasi, K. R., Hussain, K., Radulescu, M. & Ozturk, I. (2022). Asymmetric impact of renewable and non-renewable energy on the industrial sector in Pakistan: Fresh evidence from Bayesian and non-linear ARDL. *Renewable Energy*, 187, 944-957.
- Adebayo, T. S., Akadiri, S. S., Altuntaş, M. & Awosusi, A. A. (2022). Environmental effects of structural change, hydro and coal energy consumption on ecological footprint in India: Insights from the novel dynamic ARDL simulation. *Environment, Development and Sustainability*.
- Adedoyin, F. F., Ozturk, I., Bekun, F. V., Agboola, P. O. & Agboola, M. O. (2021). Renewable and non-renewable energy policy simulations for abating emissions in a complex economy: Evidence from the novel dynamic ARDL. *Renewable Energy*, 177, 1408-1420.
- Ahmad, M., Jabeen, G. & Wu, Y. (2021). Heterogeneity of pollution haven/halo hypothesis and Environmental Kuznets Curve hypothesis across development levels of Chinese provinces. *Journal of Cleaner Production*, 285, 124898.
- Ahmed, Z., Zhang, B. & Cary, M. (2021). Linking economic globalization, economic growth, financial development, and ecological footprint: Evidence from symmetric and asymmetric ARDL. *Ecological Indicators*, 121, 107060.
- 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.
- Aliyu, M. A. (2005). Foreign direct investment and the environment: Pollution haven hypothesis revisited. *Eight Annual Conference on Global Economic Analysis, Lübeck, Germany*, 9- 11
- Ang J. B. (2007). CO<sub>2</sub> Emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35, 4772-4778.
- Balsalobre-Lorente, D., Gokmenoglu, K. K., Taspınar, N. & Cantos-Cantos, J. M. (2019). An approach to the pollution haven and pollution halo hypotheses in MINT countries. *Environ Science and Pollution Research*, 26, 23010- 23026.

- Bildirici, M. E. & Kayıkcı, F. (2013). Effects of oil production on economic growth in Eurasian countries: Panel ARDL approach. *Energy*, 49, 156-161.
- Chandran V. G. R. & Tang C. F. (2013). The Impacts of transport energy consumption, foreign direct investment and income on CO<sub>2</sub> emissions in ASEAN-5 economies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 445- 453.
- Chowdhury, M. A. F., Shanto, P. A., Ahmed, A. & Rumana, R. H. (2021). Does foreign direct investments impair the ecological footprint? New evidence from the panel quantile regression. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 14372- 14385.
- Çağlayan-Akay, E. & Oskonbaeva, Z. (2022). A nonlinear panel ARDL analysis of pollution haven/halo hypothesis. In M. K. Terzioğlu (Eds), *Advances in econometrics, operational research, data science and actuarial studies*.
- Çoban, M. N. & Özkan, O. (2022). Çevresel Kuznets Eğrisi: Türkiye’de küreselleşme ve ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisinin yeni dinamik ARDL simülasyon modeli ile incelenmesi. *Akademik Hassasiyetler*, 9(19), 207-228.
- DB (2022a). Dünya Bankası gösterge veri tabanı. Erişim Tarihi: 06.10.2022, <https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.WD.GD.ZS?locations=TR>
- DB (2022b). Dünya Bankası gösterge veri tabanı. Erişim Tarihi: 06.10.2022, <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD?locations=TR>
- Destek, M. A., Ulucak, R. & Dogan, E. (2018). Analyzing the environmental Kuznets curve for the EU countries: The role of ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 29387-29396.
- Destek, M. A. (2020). Investigation on the role of economic, social, and political globalization on environment: Evidence from CEECs. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 33601-33614.
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431.
- Doytch, N. & Uctum, M. (2016) Globalization and the environmental impact of sectoral FDI. *Economic Systems*, 40(4), 582-594.
- Doytch, N. (2020). The impact of foreign direct investment on the ecological footprints of nations. *Environmental and Sustainability Indicators*, 8, 100085.
- ETH (2022). ETH Zürich göstergeleri. Erişim Tarihi: 06.10.2022, <https://kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html>
- Farooq, F., Chaudhry, I. S., Yusop, Z. & Habibullah, M. S. (2020). How do globalization and foreign direct investment affect environmental quality in OIC member countries?, *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, 14(2), 551-568.
- Ferwerda, J., Hainmueller, J. & Hazlett, C. J. (2017). Kernel-based regularized least squares in R (KRLS) and Stata (KRLS). *Journal of Statistical Software*, 79(3), 1-26.
- Gygli, S., Haelg, F., Potrafke, N. & Sturm, J-E. (2019). The KOF globalisation index – revisited. *Review of International Organizations*, 14(3), 543-574.
- Hainmueller, J., & Hazlett, C. (2014). Kernel regularized least squares: Reducing misspecification bias with a flexible and interpretable machine learning approach. *Political Analysis*, 22(2), 143-168.
- Hainmueller, J. & Hazlett, C. (2017). Package ‘KRLS’. <https://cran.r-project.org/web/packages/KRLS/index.html>
- Hair, J., Black, W. C., Babin, B. J. & Anderson, R. E. (2010) *Multivariate data analysis*. (7th ed.), Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Educational International.



- Halicioğlu F. (2009). An econometric study of CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37, 1156- 1164.
- Hossain, Md., E., Rej, S., Saha, S. M., Onwe, J. C., Nwulu, N., Bekun, F. V. & Taha, A. (2022). Can energy efficiency help in achieving carbon-neutrality pledges? A developing country perspective using dynamic ARDL simulations. *Sustainability*, 14(13), 7537.
- Islam, M. M., Khan, M. K., Tareque, M., Noor, J. & Dagar, V. (2021). Impact of globalization, foreign direct investment, and energy consumption on CO<sub>2</sub> emissions in Bangladesh: Does institutional quality matter? *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 48851- 48871.
- KAİA (2022). Küresel ayak izi ağı veri tabanı. Erişim Tarihi: 07.10.2022, <https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=223&type=BCpc,EFCpc>
- Kallner, A. (2018). *Laboratory statistics*. (2nd ed.). Elsevier.
- Karaduman, C. (2022). The effects of economic globalization and productivity on environmental quality: Evidence from newly industrialized countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 639- 652.
- Khan, A., Ahmed, M. & Bibi, S. (2019). Financial development and economic growth nexus for Pakistan: A revisit using maximum entropy bootstrap approach. *Empirical Economics*, 57, 1157-1169.
- Khan, S. A. R., Yu, Z., Belhadi, A. & Mardani, A. (2020). Investigating the effects of renewable energy on international trade and environmental quality. *Journal of Environmental Management*, 272, 111089.
- Khan, Z. A., Koondhar, M. A., Khan, I., Ali, U. & Tianjun, L. (2021). Dynamic linkage between industrialization, energy consumption, carbon emission, and agricultural products export of Pakistan: An ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 43698- 43710.
- Kim, M. H. & Adilov, N. (2012). The lesser of two evils: An empirical investigation of foreign direct investment-pollution tradeoff. *Applied Economics*, 44(20), 2597- 2606.
- Kisswani, K. M. & Zaitouni, M. (2021). Does FDI affect environmental degradation? Examining pollution haven and pollution halo hypotheses using ARDL modelling. *Journal of the Asia Pacific Economy*.
- Kongbuamai, N., Bui, Q., Yousaf, H. M. A. U. & Liu, Y. (2020). The impact of tourism and natural resources on the ecological footprint: A case study of ASEAN countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 19251-19264.
- Lahiani, A., Mefteh-Wali, S., Shahbaz, M. & Vo, X. V. (2021). Does financial development influence renewable energy consumption to achieve carbon neutrality in the USA? *Energy Policy*, 158, 112524.
- Li, S. & Shao, Q. (2022). Greening the finance for climate mitigation: An ARDL–ECM approach. *Renewable Energy*, 199, 1469-1481.
- Li, Z., Dong, H., Huang, Z. & Failler, P. (2019). Impact of foreign direct investment on environmental performance. *Sustainability*, 11, 3538.
- Liu, Q., Wang, S., Zhang, W., Zhan, D. & Li, J. (2018). Does foreign direct investment affect environmental pollution in China's cities? A spatial econometric perspective. *Science of The Total Environment*, 613–614, 521-529.
- Mert, M. & Caglar, A. E. (2020). Testing pollution haven and pollution halo hypotheses for Turkey: A new perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 32933-32943.
- Mishra, A. K. & Dash, A. K. (2022). Connecting the carbon ecological footprint, economic globalization, population density, financial sector development, and economic growth of five south asian countries. *Energy Research Letters*, 3(2).

- Muhammad, B., Khan, M. K., Khan, M. I. & Khan, S. (2021). Impact of foreign direct investment, natural resources, renewable energy consumption, and economic growth on environmental degradation: Evidence from BRICS, developing, developed and global countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 21789- 21798.
- Obeng, C. K., Frimpong, S., Amoako, G. K., Agyei, S. K., Asafo-Adjei, E. & Adam, A. M. (2022). Asymmetric exchange rate pass-through to consumer prices in Ghana: Evidence from EMD-NARDL approach. *Journal of Mathematics*, 9075263.
- Olasehinde-Williams, G. & Oshodi, A. F. (2021). Global value chains and export growth in South Africa: Evidence from dynamic ARDL simulations. *Transnational Corporations Review*.
- Olasehinde-Williams, G., Olanipekun, I. & Özkan, O. (2021). Foreign exchange market response to pandemic-induced fear: Evidence from (a)symmetric wild bootstrap likelihood ratio approach. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 30(7), 988-1003.
- Olasehinde-Williams, G. & Özkan, O. (2022). Is interest rate uncertainty a predictor of investment volatility? Evidence from the wild bootstrap likelihood ratio approach. *Journal of Economics and Finance*, 46, 507-521.
- Özkan, O. (2020). Does exchange market pressure has causal effects on stock returns and volatility? Evidence from the asia-pacific countries. In M. Yurdagül, Z. M. Hassan, M. Y. Şisman (Eds.), *Current Debates in Social Sciences*, In Traders 2020-3 (pp. 187-209). İstanbul: Hiperyayın.
- Özkan, O. & Çakar, R. (2020). Türkiye'deki islami endekslerin zayıf form bilgisel etkinlikleri. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 38(4), 805-822.
- Özkan, O. & Çakar, R. (2021). İslâmi hisse senetlerinde momentum ve zıtlık anomalilerinin araştırılması: Türkiye'den ampirik kanıtlar. *Sosyoekonomi*, 29(49), 251-270.
- Panayotou, T. (2000). *Globalization and environment*. CID Working Paper Series, 53, Harvard University, Cambridge, MA.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Phillips, P. C. B. & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Raza, S. A., Ahmed, M. & Aloui, C. (2022). On the asymmetrical connectedness between cryptocurrencies and foreign exchange markets: Evidence from the nonparametric quantile on quantile approach. *Research in International Business and Finance*, 61, 101627.
- Teng, J. Z., Khan, M. K., Khan, M. I., Chishti, M. Z. & Khan, M. O. (2021). Effect of foreign direct investment on CO<sub>2</sub> emission with the role of globalization, institutional quality with pooled mean group panel ARDL. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 5271- 5282.
- Toader, E., Firtescu, B. N., Roman, A. & Anton, S. G. (2018). Impact of Information and communication technology infrastructure on economic growth: an empirical assessment for the EU countries. *Sustainability*, 10(10), 3750.
- United Nations (2019). *United Nations Secretariat climate action plan 2020–2030*. Retrieved October, 2022, from <https://www.un.org/management/sites/www.un.org.management/files/united-nations-secretariat-climate-actionplan.pdf>
- Wang, L. (2022). Research on the dynamic relationship between China's renewable energy consumption and carbon emissions based on ARDL model. *Resources Policy*, 77, 102764.

## **EXTENDED SUMMARY**

### **Research Questions & Purpose**

The importance of environmental protection is becoming better understood with the threat of environmental degradation. Increasing fossil fuel utilization, excessive consumption of natural resources, industrialization, urbanization, and similar factors may negatively affect the sustainability of our planet. All countries must commit to a long-term action plan to environmental challenges. The Paris climate agreement signed in 2016 is known as the recent international agreement about to ensure the global environmental sustainability.

In this study, the impact of foreign direct investments, economic growth, and economic globalization on the environment and the validity of the pollution halo hypothesis are investigated for Turkey. The study examines the pollution halo hypothesis in Turkey within the framework of economic growth, economic globalization, and ecological footprint that differs from previous studies. This study also differs in the fact that we use a series of kernel-based regularized least squares (KRLS) analyses to examine the pollution halo hypothesis in Turkey.

### **Literature Review**

There are studies examining the effect of foreign direct investments on environmental degradation within the scope of the pollution halo hypothesis (Kim & Adilov, 2012; Doytch & Uctum, 2016; Liu vd, 2018; Balsalobre-Lorente vd, 2019; Doytch, 2020; Farooq vd, 2020; Mert & Caglar, 2020; Ahmad vd, 2021; Chowdhury vd, 2021; Islam vd, 2021; Kisswani & Zaitouni, 2021; Muhammad vd, 2021; Karaduman, 2022). In addition, there are studies in the literature that examine the effects of economic globalization and globalization on environmental quality (Farooq et al, 2020; Islam et al, 2021; Teng et al, 2021; Karaduman, 2022; Mishra & Dash, 2022) and examine the relationship between economic growth and environmental degradation (Balsalobre-Lorente vd, 2019; Ahmad vd, 2021; Ahmed vd, 2021; Chowdhury vd, 2021; Islam vd, 2021; Muhammad vd, 2021; Teng vd, 2021; Karaduman, 2022; Mishra & Dash, 2022).

### **Methodology**

In this study, Kernel Regularized Least Squares (KRLS) method developed by Hainmueller and Hazlett (2014) was used to examine the impact of foreign direct investment, economic growth and economic globalization on the environment in Turkey. KRLS, a machine learning method, enables users to solve regression and classification problems without making functional and structural assumptions or identification research, thanks to the algorithms it contains. The KRLS estimator, which has a flexible structure, learns the functional form of the data used and eliminates the misidentification bias, thus ensuring that inferences are made correctly.

### **Results and Conclusions**

The analyses was carried out with the KRLS approach, which is a machine learning method, using annual data between 1970 and 2018. As a result of the analyses, it has been determined that (i) foreign direct investments have a negative (positive) impact on the ecological footprint (environmental quality) and therefore the pollution halo hypothesis is valid; (ii)

economic growth has a positive (negative) impact on the ecological footprint (environmental quality); and (iii) economic globalization has a negative (positive) impact on the ecological footprint (environmental quality).

Based on the results obtained in this study, it can be stated that it is necessary to contribute to environmental sustainability by ensuring that Turkey receives more green investments. Providing incentives for companies with environmentally friendly technologies to invest more in Turkey will reduce environmental degradation in Turkey. Again, the existing environmental laws in Turkey can be further developed and more green investments can be made. The control mechanisms should be established for the activities of sectors that pollute the environment, and production activities for sectors that do not create pollution should be encouraged.