



BRIC Ülkeleri ve Türkiye’de 1992-2018 Dönemi İçin Ekolojik Ayak İzi Dinamikleri: Ekolojik Denge ve Ayırıştırma Faktörü Analizleri[☆]

Ecological footprint dynamics in BRICs and Turkey between 1992 and 2018: Ecological balance and decoupling factor analyses

Hasan RÜSTEMOĞLU^a

MAKALE BİLGİSİ

<i>Makale Geçmişi</i>	
Başvuru	7 Eylül 2022
Kabul	24 Ekim 2022
Yayın	12 Nisan 2023
Makale Türü	Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler

BRIC Ülkeleri,
Türkiye,
Ekolojik Denge Analizi,
Ekolojik Ayak İzi,
Ayırıştırma Faktörü.

ARTICLE INFO

<i>Article History</i>	
Received	7 September 2022
Accepted	24 October 2022
Available Online	12 April 2023
Article Type	Research Article

Keywords

BRIC Economies,
Turkey,
Ecological Balance Analysis,
Ecological Footprint,
Decoupling Factor.

ÖZ

Bu çalışmada amaçlanan BRIC (Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin) ülkeleri ve Türkiye için 1992 ile 2018 arası dönemde ekolojik denge analizi gerçekleştirmek ve ekolojik ayak izi ile ekonomik büyüme arasındaki olası ayrışmayı irdelemektir. Ekolojik denge analizi için fert başına düşen biyokapasite ile ekolojik ayak izi karşılaştırılmıştır. İkinci analizde ise fert başına düşen ekolojik ayak izi ile yine fert başına düşen reel GSYİH arasındaki potansiyel ayrışma mevzubahis ülkeler için ayrıştırma faktörü yardımıyla araştırılmıştır. Çalışma bulguları, Brezilya ve Rusya'nın ekolojik fazlaya, Çin, Hindistan ve Türkiye'ninse ekolojik açığa sahip olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıştırma faktörü bulguları ise Brezilya ve Rusya'da fert başına düşen ekolojik ayak izi ile fert başına düşen GSYİH arasında mutlak ayrışmaya, diğer üç ülkede ise kısmi ayrışmaya işaret etmektedir. Her ne kadar ayrıştırma faktörü sonuçları iyimser olsa da ekolojik denge analizinin ortaya koyduğu Brezilya'da sürekli azalan biyokapasite, Çin ve Hindistan'da sürekli artan ekolojik ayak izi kaygı verici olmaya devam etmektedir. Türkiye'de ise hem biyolojik kapasite azalmakta hem de ekolojik ayak izi artmaktadır. Rusya dışındaki diğer dört gelişmekte olan ülkede çevre kalitesinin giderek düşmesi endişe vericidir. Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için ivedi tedbirler önem kazanmaktadır.

ABSTRACT

This study aims to conduct an ecological balance analysis and investigate the possible decoupling between ecological footprint and real income for BRICs and Turkey from 1992–2018. Per capita bio-capacity and per capita ecological footprint were compared regarding the ecological balance analysis. In the secondary analysis, the potential decoupling between per capita ecological footprint and per capita real income was investigated with the help of the decoupling factor. It was revealed in the study results that Brazil and Russia have ecological reserves, whereas India, China, and Turkey have an ecological deficit. An absolute decoupling between the per capita real income and ecological footprint of Brazil and Russia was demonstrated in the decoupling factor analysis findings. However, relative decoupling occurred between the same variables of India, China, and Turkey. The decoupling factor results were optimistic. Nonetheless, concern about environmental quality was raised because of the continuous decline in the bio-capacity of Brazil and the continuous increase in the ecological footprint of China and India. However, the biological capacity of Turkey is decreasing, while its ecological footprint is increasing. The declining environmental quality in the other four developing countries, excluding Russia, is worrying. Therefore, immediate measures are gaining importance to ensure environmental sustainability.

[☆] Bu çalışma 6. Uluslararası Katılımlı Ekonomi Araştırmaları ve Finansal Piyasalar Kongresi'nde bildiri olarak sunulmuştur.

^a Dr. Öğr. Üyesi, Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonomi Bölümü, Lefkoşa, E-Posta: hrustemoglu@ciu.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1089-2121

EXTENDED SUMMARY

The 20th century is considered to be the century in which human-induced environmental effects sounded an alarm for our world. Due to the heavy use of fossil fuels, greenhouse gas (GHG) emissions increased rapidly, threatening environmental sustainability, a subject on which academic publications have focused since the 1990s. Environmental degradation has shone a spotlight on the discussion of sustainable development. Sustainable development can be defined as an economic model which ensures the safety of future generations while enabling today's growth and development. In the past, countries have followed a linear economic growth model. Therefore, natural resources have been extensively used. As a result, some environmental problems have emerged, the most important being climate change and global warming.

In the scientific literature, environmental sustainability studies have mainly used CO₂ emissions as dependent variable. However, the ecological footprint has recently replaced CO₂ in recent sustainability studies because of its more comprehensive structure. The nexus between CO₂ emissions and economic growth has been widely analyzed in the environmental studies literature. One popular method used in this kind of analysis is the decoupling factor approach. The present study aims to focus on the link between the ecological footprint and economic growth.

The following are the intended contributions of the present study to the literature:

1) to provide a brief literature review of ecological footprint studies conducted in Turkey. The published studies have been classified according to the methodologies adopted. Therefore, this study will provide a concise guide for scholars wishing to examine Turkey's ecological footprint. In addition to Turkey related ecological footprint studies, recent publications that focus on the ecological footprint dynamics of China, Brazil, Russia, and India have also analyzed in the literature review part. By doing this, a comparative approach for BRICs and Turkey's ecological footprint studies has adopted.

2) to analyze the ecological deficit or reserve of Brazil, Russia, India, China (BRIC), and Turkey over the period 1992–2018. Per capita bio-capacity and ecological footprint data are employed to calculate the ecological deficit/reserve and understand the ecological trends in these countries;

3) to utilize the decoupling factor to test the link between real GDP and ecological footprint for the research countries. To the best of our knowledge, this is the first study that uses the ecological footprint for BRIC and Turkey rather than CO₂ emissions in a decoupling factor analysis.

In the literature review section, firstly studies that have analyzed Turkey's ecological footprint are examined. There are four categories of studies, based on the methods applied. In the first category, the scholars have extensively examined the ecological footprint, highlighting all its advantages and disadvantages as an environmental proxy. The second category contains some short communication studies providing brief information about the ecological footprint. Studies in the third category have adopted econometric regression models to understand the factors that affect the ecological footprint. In the fourth and last category, the data

have been collected mainly from universities, and the individual ecological footprint values have been computed by the researchers. Additionally, previously published ecological footprint studies for other case countries (Brazil, Russia, India, and China) were also analyzed in the literature review section. For these studies econometric regression analyses were the most frequently used among the all methods.

In order to calculate the ecological balances of the countries studied, the difference between bio-capacity and ecological footprint is considered. If the difference is positive, the countries have achieved an ecological reserve; otherwise, an ecological deficit is observed. The results of this first analysis revealed that Brazil and Russia had an ecological reserve during the study period whereas India, China, and Turkey experienced an ecological deficit.

To examine the link between ecological footprint and real GDP, the decoupling factor analysis is employed. The ratio of per capita ecological footprint to per capita real GDP is calculated first for time t , and then for the previous year, such as $t-1$. Thereafter, the division of the two ratios is computed and subtracted from 1. If the result is positive, then decoupling will be observed. Otherwise, the negative decoupling value indicates a re-coupling between the ecological footprint and real income.

The empirical results of the decoupling factor analysis reveal that Brazil and Russia exhibited an absolute decoupling between per capita ecological footprint and per capita real income. An absolute decoupling could be observed between the ecological and economic indicators if the former decreases and the latter increases at the same time. For China, India, and Turkey, the results show a relative decoupling between per capita ecological footprint and real income. A relative decoupling can be seen if the ecological footprint increases by a slower rate than real income. In Brazil and Turkey, in 17 out of the 26 periods a decoupling was observed between the abovementioned variables. This number was 21 for Russia, and 25 for China and India.

To reduce the ecological footprint, the following recommendations are made: 1) increase investment in technologies and bio-capacity; 2) add the cost of ecosystem services to product prices; 3) reduce reliance on traditional fossil fuels and increase energy efficiency to decrease the carbon footprint; 4) reduce waste; and 5) control population growth.

1. Giriş

Geride bıraktığımız 20. yüzyıl insan kaynaklı çevresel etkilerin üzerinde yaşadığımız dünyamız için alarm verdiği yüzyıl olarak kabul edilmektedir. Hızlı ekonomik büyümenin çevresel maliyeti fosil yakıtların yoğun kullanımı neticesinde yükseliş gösteren sera gazları ve böylece sürdürülebilirliği tehlikeye giren ekosistemimiz olarak ortaya çıkmıştır. Bu nedenle çevresel sürdürülebilirlik ile ilgili akademik çalışmalar 1990lı yılların başından itibaren önem kazanmıştır. Özellikle son yirmi yıllık süreçte ekolojik bozulma ve ekonomik büyüme bağlantısını ele alan çalışmaların bilimsel literatürde yoğunluk kazandığı göze çarpmaktadır (Gökmenoğlu vd., 2021). Çevrenin giderek bozulması sürdürülebilirlik kavramını da ön plana çıkarmıştır. Sürdürülebilir

kalkınmanın ne olduğunu bilmek, iklim değişikliği ve çevre bozulması konularının çözümlenebilmesi açısından önem arz etmektedir. Sürdürülebilir kalkınma bugünkü ekonomik büyüme ve kalkınmayı sağlarken daha sonraki nesillerin de geleceğini riske etmemeyi amaçlayan bir kalkınma modeli olarak ifade edilir (Özsoy ve Dinç, 2016).

Ülkeler ekonomik büyümelerinin erken evrelerinde kullanımı ve tüketimi daha kolay olan doğal kaynaklarına yönelirler. Ancak bu tüketim ve kullanım şekli ülkelerin çevre kalitesini düşürmektedir (Sharif vd., 2020). Devam eden iklim değişikliği ve küresel ısınma problemlerinin içinde bulunduğumuz 21. yüzyılda ciddi sorunlar doğuracağı ve bir iklim krizine dönüşeceği öngörülmektedir. Bu sorunlar özetle kuraklık artışı, asit yağmurları, eriyen buzullar ve yükselen deniz suları akabinde sahil kentlerinin sular altında kalma riski, su kaynaklarının azalması ile tüm canlı türlerinin (bitki, hayvan ve insan) susuzluk sorunu ile karşı karşıya kalmaları, artan salgın hastalıklar, hava kalitesinin iyice düşmesi sonrası kanser vakalarının ve üst solunum yolu rahatsızlıklarının artışı göstermesi şeklinde özetlenebilir (Rüstemoğlu, 2021a).

Erken literatürde sürdürülebilir kalkınma, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlar ile üç boyutlu olarak tanımlanırken daha yakın zamanda bu üç boyutun arakesitleri olan katlanılabilir, adil ve yaşayabilir boyutları da sürdürülebilirlik ile ilgili modellere dahil edilmiştir. Çevresel sürdürülebilirlik ile alakalı yapılan erken dönem akademik çalışmalarda karbondioksit emisyonları (CO₂) ve sera gazları (GHGs) bağımlı değişken olarak tanımlanıp analiz edilirken, son zamanlarda daha kapsamlı niteliği nedeniyle ekolojik ayak izi değişken olarak ele alınıp incelenmeye başlanmıştır.

Ekolojik ayak izi ile ilgili öncül kaynak 1996 yılında yayımlanan Wackernagel ve Rees'in "Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth (Bizim Ekolojik Ayak İzimiz: Gezegendeki İnsan Etkisini Azaltmak)" adlı kitabıdır. Ekolojik ayak izi, gezegen üzerindeki insan etkisini ölçmede kullanılan temel bir sürdürülebilirlik göstergesidir. Kısaca insanlar tarafından kullanılan her şeyi sağlamak ve yaratılan etkiyi bertaraf etmek için yine biyolojik kapasitenin ne kadarını (toprak, su, altyapı, bitki örtüsü vb.) tükettiğini anlatır. Ekolojik ayak izinin bileşenleri karbon tutma ayak izi, otlak ayak izi, balıkçılık sahası ayak izi, tarım arazisi ayak izi ve yapılaşmış alan ayak izinden oluşmaktadır (Tosunoğlu, 2014). Ekolojik ayak izinin önemli bir çevresel gösterge olduğu kabul edilmektedir. Ekolojik ayak izi sürdürülebilir kalkınmaya dair bir bilincin oluşturulması için önem arz eder. Ekolojik ayak izi doğadaki kaynakların yönetilmesi açısından da önem teşkil eder. Ekolojik ayak izi insanların çevreye dair tutumlarını ve davranışlarını ölçtüğü için de önemli bir göstergedir. Ayrıca çevreye dair duyarlılık ve farkındalığın artırılmasında da yol gösterici bir rol oynamaktadır (Durukaya, 2022). Ekolojik ayak izi ile ilgili akademik çalışmalar 1990'lı yılların sonlarında yayınlanmaya başlasalar da esasen son 10 yılda literatürde yoğunluk kazandıklarını söylemek mümkündür.

Ekonomik büyüme ile artan CO₂ emisyonları arasındaki ilişki de ayrışma faktörleri aracılığı ile literatürde yoğunlukla analiz edilmiştir. Son zamanlarda ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişki de

araştırmacılar tarafından incelenmeye başlanmıştır. Mevcut çalışmada da ekolojik ayak izi ile reel gelir arasındaki ilişkiye odaklanılmaktadır. Çalışmanın literatüre yapması hedeflenen katkılar aşağıdaki gibidir:

1) Çalışma ilk olarak ekolojik ayak izi ile ilgili Türkiye'de yapılmış akademik çalışmalardan oluşan bir literatür taramasına yer vermektedir. Grublama yöntemi ile incelenen yayınlarla yapılan literatür çalışması böylece Türkiye ile ilgili bu konuya ilgi duyan araştırmacılara özlü bir rehber sunmayı amaçlamaktadır. Bununla birlikte, diğer çalışma ülkeleri (Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin) için de ekolojik ayak izi ile ilgili birtakım çalışmalar taranmış, onların da bulgu ve yöntemleri Türkçe literatürle karşılaştırılmıştır. Literatür taramasının son kısmını ise ekolojik denge analizine yer veren çalışmalar oluşturmaktadır.

2) Çalışmanın ikinci hedefi ise ekonomik gelişme performansı ile dünyada dikkat çekmiş BRIC (Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin) ülkeleri ile Türkiye için bir ekolojik denge analizi gerçekleştirmektir. Böylece bu beş ülkede 1992'den 2018'e kadar olan süreçte toplam ve fert başına düşen ekolojik ayak izi ile yine toplam ve fert başına düşen biyokapasite göstergeleri kullanılarak yapılan ekolojik denge analizinde, ülkelerin ekolojik eğilimleri hakkında fikir sahibi olunabilecektir.

3) Son olarak çalışmada Zhang (2000) tarafından geliştirilen ve OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development – Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü) tarafından 2002 yılında bir çevresel analiz göstergesi olarak deklare edilen ayrışma faktörü kullanılarak BRIC ülkeleri ve Türkiye için fert başına düşen reel gelir ile yine fert başına düşen ekolojik ayak izi arasında bir ayrışma analizi yapılmaktadır. Daha önceden literatürdeki benzer nitelikli çalışmalar CO₂ emisyonları ile reel gelir arasındaki ayrışmaya odaklanmaktadırlar (Freitas & Kaneko, 2011). Bu çalışmada ise araştırmacı daha kapsamlı niteliği nedeniyle CO₂ emisyonlarının yerine ekolojik ayak izini kullanmıştır. Çalışma BRIC ülkeleri ve Türkiye için böyle bir ayrışma analizini kullanan ilk makale olması bakımından literatüre katkı sağlamaktadır.

Çalışmanın diğer üniteleri şöyle planlanmaktadır: ikinci bölümde Türkiye'de ve BRIC ülkelerinde ekolojik ayak izi ile ilgili yapılan çalışmalardan oluşan bir literatür taraması sunulmaktadır. Üçüncü bölümde ise analizlerde kullanılan yöntemler ve veri setine yer verilmektedir. Dördüncü bölümde analiz sonuçları etraflıca ele alınırken beşinci bölüm makaleyi sonuçlandırmaktadır.

2. Literatür Taraması

2.1. Ekolojik Ayak İzi ile İlgili Çalışmalara Genel Bakış

Ekolojik ayak izi ile ilgili Türkçe literatüre bakıldığında zaman, bu makalenin yazımı esnasında taranan çalışmaları dört ana başlık altında toparlamak mümkündür. Birinci grupta ekolojik ayak izini çevresel sürdürülebilirliğin önemli bir göstergesi olarak kabul eden araştırmalar yer almaktadır. Bu araştırmalar ekolojik ayak izini tanımlamakta, ekisi ve artı yönleri ile değerlendirmekte ve hesaplanması ile ilgili bilgiler sunmaktadırlar (Tosunoğlu, 2014; Özsoy ve Dinç, 2016). İkinci grupta ise ekolojik ayak izi ile ilgili derleme nitelikli çalışmalar bulunmaktadır (Kaypak, 2013; Mızık ve Avdan, 2020). Üçüncü gruptaki ekolojik ayak izi ile ilgili araştırmalar ekonometrik regresyon analizlerini kullanan çalışmalardır (Apaydın, 2020; Yurtkuran, 2020). Apaydın

(2020) makalesinde ARDL, FMOLS ve DOLS yöntemlerine yer verirken, Yurtkuran (2020) gerçekleştirdiği analizde Fourier durağanlık testinden faydalanmıştır. Dördüncü ve son grupta ise sahadan gelen verilerle ekolojik ayak izinin bizzat yazarlar tarafından hesaplandığı çalışmalar yer almaktadır (Akıllı vd., 2008; Keleş vd., 2008; Keleş, 2011; Coşkun ve Sarıkaya, 2014; Eren vd., 2016; Eren vd., 2017; Özgen ve Aksoy, 2017; Günel vd., 2018). Anketler yardımı ile verileri sahadan yani bireylerden toplanan araştırmacılar böylece ekolojik ayak izini hesaplamışlardır. Yapılan literatür taraması sonucunda ekolojik ayak izine dair çalışmaların yöntem bakımından çeşitlilik gösterdiği sonucuna varmak mümkündür. Bu çeşitlilik sadece Türkiye ile ilgili yayınlarla sınırlı kalmamakta diğer ülkeler için hazırlanmış olan akademik çalışmalarda da gözlemlenmektedir.

Türkiye dışındaki diğer çalışma ülkeleri ile ilgili uluslararası literatüre bakıldığında ekonometrik analizleri merkeze alan akademik yayınların özellikle son yıllarda ön plana çıktığını söylemek mümkündür (Pata, 2021; Tiwari vd., 2022; Afshan ve Yaqoob, 2022; Tuna, 2022). Öte yandan ekolojik ayak izi analiz edilirken matematiksel yaklaşımlara da yine literatürde rastlamak mümkündür (Lai vd., 2022; Balezentis vd., 2022). Ekonometrik analizleri kullanan çalışmalarda quantile ARDL yöntemi ön plana çıkmaktadır (Tiwari vd., 2022; Afshan ve Yaqoob, 2022). Tuna (2022) ise çalışmasında FMOLS ve DOLS yöntemlerine yer vermiştir. Birtakım çalışmalar sadece ekolojik ayak izine değil aynı zamanda CO₂ emisyonlarının da belirleyicilerine yer vermektedir (Pata, 2021; Tuna, 2022).

2.2. Ekolojik Ayak İzi ile İlgili Çalışmaların Detaylı İncelenmesi

Literatürde ekolojik ayak izi ile ilgili yakın zamanda araştırmaların yoğunluk kazandığını söylemek mümkündür. Tosunoğlu (2014) çalışmasında ekolojik ayak izini küresel ölçekte sürdürülebilir refahın bir göstergesi olarak ele alıp etraflıca inceleme yolunu seçmiştir. Yazar ayrıca çalışmasında dünya genelinde ve Türkiye’de ekolojik ayak izinin 1961 ile 2008 arası dönemdeki eğilimini araştırmıştır. Benzer nitelikte bir diğer çalışma da Özsoy ve Dinç tarafından 2016 yılında yayımlanmıştır. Özsoy ve Dinç (2016) makalelerinde ekolojik ayak izini detaylıca tanımlayıp incelemiş, göstergenin güçlü ve zayıf yönlerini de vurgulayarak, dünyadan ve Türkiye’den veri örnekleriyle analizlerini tamamlamışlardır.

Ekolojik ayak izi ile ilgili Türkçe literatürdeki erken dönem çalışmalardan birisi de Kaypak (2013) tarafından tamamlanmış olup yazar derleme niteliğindeki makalesinde çevre barışına ekolojik ayak izi üzerinden bakmış, gelişmiş ülkelerin artış gösteren küresel ekolojik ayak izindeki paylarını vurgulamıştır. Ekolojik ayak izi ile ilgili bir diğer derleme çalışma da Mızık ve Avdan (2020) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Yazarlar makalelerinde ekolojik ayak izinin tarihçesi ve kapsamı üzerinde durmuşlardır.

Literatürde bulunan üçüncü grup çalışmalar ise ekolojik ayak izini ekonometrik regresyon analizleri yoluyla incelemişlerdir. Örneğin Apaydın (2020) çalışmasında Türkiye için ekolojik ayak izinin belirleyicilerini 1980 ile 2014 arası dönem için analiz etmiştir. Araştırma bulgularında yazarlar küreselleşmenin, tüketim, üretim ve

ihracattan ortaya çıkan ekolojik ayak izini artırdığına, ihracattan kaynaklanan ekolojik ayak izini ise azalttığına işaret etmişlerdir. Ekolojik ayak izi ile ilgili bir diğer ekonometrik analiz de Yurtkuran (2020) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yurtkuran (2020) çalışmasında N11 ülkeleri olarak da kabul edilen gelişmekte olan 11 ülke için Fourier durağanlık testini kullanmış ve bir yakınsama analizi yapmıştır. Makale bulguları 1971’den 2016’ya kadar olan dönemde fert başına düşen ekolojik ayak izinin sadece Endonezya, Filipinler ve Pakistan’da durağanlık gösterdiğine, geriye kalan sekiz N11 ülkesinde ise (Bangladeş, Güney Kore, İran, Meksika, Mısır, Nijerya, Türkiye ve Vietnam) çevresel kirliliğinin etkilerinin kalıcılığına vurgu yapmıştır.

Dördüncü ve son kategoride yer alan çalışmalar ise alandan toplanan verilerle ekolojik ayak izinin bizzat araştırmacılar tarafından hesaplanmasını içermektedir. Örneğin Akıllı vd. (2008) çalışmalarında Antalya Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi’nde yer alan 1886 çalışan ve öğrenciden 241’ini örneklem olarak kabul edip anket yardımı ile veriler elde etmişler ve mevzu bahis bireylerin ekolojik ayak izlerini hesaplamışlardır. Yazarlar makalelerinde artan gelirin tüketimi tetikleyip ekolojik ayak izini yükselttiğini vurgulamışlardır. Ayrıca otomobil sahibi olmanın da yine bireylerin ekolojik ayak izlerini artırdığını araştırmacılar çalışmalarında ispatlamışlardır.

Literatürdeki çalışmaların bir kısmı eğitim bilimleri üzerine araştırmalar yapan akademisyenler tarafından gerçekleştirilmiştir. Örneğin, Keleş vd. (2008) araştırma makalelerinde Aksaray Üniversitesi’nde eğitim gören 81 öğretmen adayına yönelmişlerdir. Anketlerle elde edilen bilgiler ışığında ve gerçekleştirilen analiz sonucunda, 2008 – 2009 eğitim yılında eğitim alan bu öğrencilerin ekolojik ayak izi ortalamasının (4.04 küresel hektar alan - kha) o dönemki dünya ortalamasından (2.70 kha) daha yüksek olduğu yazarlar tarafından tespit edilmiştir. Literatürde öğretmen adaylarının yanı sıra öğrencilerin de örnekleme kendilerine yer bulduğu çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Keleş (2011) araştırma makalesinde 124 ilköğretim çağındaki öğrenci ile ekolojik ayak izi üzerine 11 soruluk bir anket çalışmasına yer vermiştir. Çalışma eleştirel bir bakış açısına sahip olup genç öğrencilerin ekolojik ayak izi hakkındaki farkındalığını artırma amacı gütmüştür.

Sınıf öğretmenliği bölümü öğrencilerini merkeze alan bir diğer çalışma da Coşkun ve Sarıkaya (2014) tarafından hazırlanmıştır. Yazarlar makalelerinde Ankara Gazi Üniversitesi sınıf öğretmenliği bölümü öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalığına odaklanmışlardır. 372 öğrenciden toplanan veriler sonucunda gıda, ulaşım-barınma ve enerji kategorilerinde örnekleme dahil olan öğrencilerin ekolojik ayak izine dair farkındalığı konusunda anlamlı bir farklılık olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Yine anket yardımı ile ekolojik ayak iziyle alakalı farkındalık düzeyini ölçmek için bir başka çalışma da Özgen ve Aksoy (2017) tarafından yayımlanmıştır. Ankara’dan 385 tüketiciye ulaşma şansı yakalayan araştırmacılar Coşkun ve Sarıkaya (2014) gibi “Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği”ni kullanmışlardır. Çalışma bulguları ankete katılım gösteren bireylerin ekolojik ayak izi hususunda en fazla farkındalığa gıda sektöründe, en az farkındalığa ise enerji tüketimi hakkında sahip olduklarına işaret etmiştir.

Literatürde ayrıca mühendislik fakültesi öğrencilerine yönelik çalışmalar da yapılmıştır. Bir örnek olarak, Eren vd. (2016) araştırmalarında Sakarya Üniversitesi mühendislik fakültesi öğrencilerinin ekolojik ayak izini saptamaya çalışmışlardır. Toplamda 390 öğrenci için gerçekleştirilen analizlerde öğrencilere gıda, seyahat, ev gibi alt kategorilerde sorular yöneltilmiş öğrencilerin hesaplanan ayak izleri çeşitli ülkelerle karşılaştırılmaya tabii tutulmuştur.

Eren vd. (2017) de makalelerinde ekolojik ayak izinin belirlenmesinde yine anket yöntemi ile sahadan veri toplama yolunu seçmişlerdir. Hatay'da bulunan Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi örneklem olarak seçilip 91 akademisyenle ekolojik ayak izi hesaplama anketi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ampirik bulguları mevzu bahis fakülte akademisyenlerinin fert başına düşen ayak izi ortalamasının 3.1 kha'ya denk olduğunu göstermiştir.

Tablo 1. Literatür Özeti (Türkiye ile ilgili çalışmalar)

Yazar	Çalışmanın Adı	Yöntem veya Çalışmanın Niteliği	Bulgular
Akıllı vd., 2008.	Ekolojik Ayak İzinin Kavramsal İçeriği ve Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde Bireysel Ekolojik Ayak İzi Hesaplaması	Anket yoluyla toplanan veriler ve istatistikî analizler yardımıyla 241 katılımcının bireysel ekolojik ayak izi hesaplanmıştır.	Gelir düzeyinin artması tüketimi tetikleyip ekolojik ayak izini artırmıştır.
Keleş vd., 2008.	Öğretmen Adaylarının Ekolojik Ayak İzlerinin Hesaplanması ve Değerlendirilmesi	Anket yardımıyla toplanan veriler ve temel istatistikî yaklaşımlar sayesinde 81 öğretmen adayının ekolojik ayak izi hesaplanmıştır.	Bireysel ekolojik ayak izi 4.04 kha ile dünya ortalamasının üstündedir.
Keleş, 2011.	Öğrenme Halkası Modelinin Öğrencilerin Ekolojik Ayak İzlerini Azaltmasına Etkisi	Çalışmada 5E öğrenme halkası modelinin 124 ilköğretim öğrencisinin ekolojik ayak izi ile ilgili farkındalıklarına etkisi araştırılmıştır. 11 soruluk anket yardımı ile veri seti elde edilmiştir.	Cinsiyet ve sınıf düzeyi alt boyutlarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur.
Kaypak, 2013.	Ekolojik Ayak İzinden Çevre Barışına Bakmak	Ekolojik ayak izi ile ilgili derleme bir çalışmadır.	Gelişmiş ülkelerin ekolojik ayak izini en çok artıran ülkeler olduğu ve bunun maliyetini tüm dünya ülkelerinin ödemekte olduğu vurgulanmıştır.
Coşkun ve Sarıkaya, 2014.	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Düzeylerinin Belirlenmesi	Sınıf öğretmenliği adayı 372 öğrenci ile anket yapılmıştır. Ekolojik ayak izi farkındalık ölçeği kullanılmıştır.	Gıda, ulaşım-barınma ve enerji kategorilerinde örnekleme dahil olan öğrencilerin ekolojik ayak izine dair farkındalığı konusunda anlamlı bir farklılık bulunmuştur.
Tosunoğlu, 2014.	Sürdürülebilir Küresel Refah Göstergesi Olarak Ekolojik Ayak İzi	Ekolojik ayak izi kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır.	Türkiye'de 1961'den 2008'e kadar olan dönemde ekolojik açığın ciddi oranda arttığı tespit edilmiştir.
Özsoy ve Dinç, 2016.	Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekolojik Ayak İzi	Ekolojik ayak izi eksi ve artı yönleriyle irdelenmiştir.	Türkiye ve dünyadan çeşitli ülkelerin ekolojik açık ya da fazlaya sahip olup olmadıkları incelenmiştir.
Eren vd., 2016.	Mühendislik Öğrencileri Ekolojik Ayak İzinin Belirlenmesi	Toplamda 390 mühendislik fakültesi öğrencisine ekolojik ayak izi uygulanmıştır.	Mühendislik öğrencilerinin demografik değişkenlere göre ekolojik ayak izi hesaplanmıştır. Sonuçlar Türkiye ortalaması ve dünya ortalaması ile mukayese edilmiştir.
Özgen ve Aksoy, 2017.	Tüketicilerin Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Düzeyleri (Ankara İli Örneği)	Örnekleme 385 tüketici ile anket gerçekleştirilmiştir. Ekolojik ayak izi farkındalık ölçeği kullanılmıştır.	Gıda alt boyutunda ekolojik ayak izi farkındalığı yüksek, enerji tüketiminde ise farkındalık düşük olarak belirlenmiştir.
Eren vd., 2017.	Ziraat Fakültesi Akademisyenlerinin Ekolojik Ayak İzinin Belirlenmesi: Mustafa Kemal Üniversitesi Örneği	Mevzu bahis fakültede 91 akademisyenle anket yapılmıştır.	Ekolojik ayak izi 3.1 kha olarak hesaplanmıştır.
Günel vd., 2018.	Üniversite Öğrencilerinin Ekolojik Ayak İzi Azaltılması Konusundaki Eğilimlerinin İncelenmesi	Üç farklı üniversiteden 219 öğrenci ile anket yapılmıştır. Biyoloji bölümü öğrencileri ve mühendislik fakültesi öğrencileri ankete katılım göstermişlerdir.	Ekolojik ayak izi 3.7 kha olarak tespit edilmiştir.
Mızık ve Avdan, 2020.	Sürdürülebilirliğin Temel Taşı: Ekolojik Ayak İzi	Derleme yöntemiyle çalışma yapılmıştır.	Ekolojik ayak izinin tarihçesi ve göstergenin yapısı hakkında bilgiler sunulmuştur.
Yurtkuran, 2020.	N11 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yakınsaması: Fourier Durağanlık Testinden Yeni Kanıtlar	N11 ülkeleri için (Bangladeş, Pakistan, Mısır, Türkiye, Meksika, İran, Vietnam, Güney Kore, Nijerya, Filipinler, Endonezya) 1971 ile 2016 dönemi ekolojik ayak izi yakınsaması test edilmiştir. Fourier durağanlık testi kullanılmıştır.	Üç ülkede durağanlık tespit edilirken, diğer sekiz ülkede çevresel tahribatın kalıcı hale geldiği bulgusuna ulaşılmıştır.
Apaydın, 2020.	Küreselleşmenin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkileri: Türkiye Örneği	ARDL, FMOLS ve DOLS yaklaşımları kullanılmıştır. 1980 ile 2014 yılları arasındaki verilerden faydalanılmıştır.	Küreselleşmenin Türkiye'deki çevre tahribatını artırdığı bulunmuştur.

İlgili literatürde farklı üniversitelerden öğrencilerin katılım gösterdiği çalışmalar da mevcuttur. Buna örnek olarak Günel vd. (2018) araştırmalarında mühendislik fakültesi

öğrencileri ile biyoloji bölümü öğrencilerini örneklem olarak seçmiş alandan topladıkları verilerle bahsi geçen öğrencilerin fert başına düşen ekolojik ayak izlerini

hesaplamışlardır. Yazarlar makaleleri için üç farklı üniversiteden 219 öğrenci ile çalışma yapmışlardır. Bulgulara göre seçilen örneklemin 3.7 kha olan ekolojik ayak izi ortalaması genel ortalamanın üzerindedir. Araştırmacılar ayrıca biyoloji bölümü öğrencilerinin ekolojik ayak izi konusundaki farkındalık bakımından mühendislik fakültesi öğrencilerini geride bıraktıklarını da vurgulamışlardır. Tablo 1’de ekolojik ayak izi ile literatürden derlenen 14 çalışma kronolojik olarak sunulmaktadır.

Türkçe literatürden derlenen 14 çalışmaya bakıldığı zaman, sahadan toplanan verilerle doğrudan ekolojik ayak izini hesaplamının oldukça yoğun başvuru olan bir yöntem olduğu sonucuna varılmaktadır. Ekonometrik analizleri içeren çalışmaların ise göreceli olarak yakın zamanda popülerite kazandığını söylemek mümkündür. BRIC ülkelerindeki ekolojik ayak izi çalışmaları için de yakın dönemde yayınlanmış 6 makale incelenmiştir.

Pata (2021) çalışmasında BRIC ülkeleri için CO₂ emisyonlarını ve ekolojik ayak izini bağımlı değişken olarak tanımlayıp 1971 ile 2016 arasındaki dönem için ekonometrik regresyon analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmasında eş bütünleşme ve nedensellik analizlerine yer veren yazar, Brezilya ve Çin için yenilenebilir enerjinin çevre kirliliğini azalttığını ancak aynı etkinin Hindistan ve Rusya’da gözlemlenmediğini vurgulamıştır. Pata (2021)

ayrıca makalesinde yenilenebilir enerjinin yanı sıra küreselleşme ve tarımsal üretim gibi diğer değişkenlerin de çevre kalitesi üzerindeki etkisine odaklanmaktadır.

Ekonometrik modelleme kullanan çalışmalardan birisi de Tiwari vd. (2022) tarafından yapılmış olup, Brezilya ve Çin için çeyrek yıllık veriler kullanılarak, 1971Q1 döneminden 2017Q4 dönemine kadar olan süreci kapsamaktadır. Çalışmada ekolojik ayak izinin belirleyicileri olarak beşerî sermaye, şehirleşme, fert başına düşen milli gelir, doğal kaynaklar, biyokapasite ve hidroelektrik enerjisi saptanmış, quantile ARDL (QARDL) yöntemi kullanılmıştır. Makale bulguları ekonomik büyümenin çevresel bozulmayı artırdığını ortaya koyarken diğer değişkenlerin ülkelerin çevresel bozulması üzerinde heterojen bir etki yarattığını göstermektedir.

Yine QARDL yaklaşımını benimseyen ve Çin’deki çevresel bozulmayı ekolojik ayak izi üzerinden analiz eden çalışmalara örnek olarak Afshan ve Yaqoob’un (2022) makalesi gösterilebilir. Yazarlar çalışmalarında uzun dönemde eko-inovasyon değişkeninin ekolojik ayak izini azaltarak çevresel bozulmaya iyileştirici yönde bir etki yaptığını tespit etmişlerdir. Öte yandan Afshan ve Yaqoob (2022) çalışmalarında doğal kaynak kiralalarının ve özel sektör için artırılan kredilerin Çin’deki çevresel bozulmayı tetiklediğini ortaya koymuşlardır.

Tablo 2. Literatür Özeti (Diğer çalışma ülkeleri ile ilgili yayınlar)

Yazar	Çalışmanın Adı	Yöntem ve Çalışmanın Niteliği	Bulgular
Pata (2021)	Linking Renewable Energy, Globalization, Agriculture, CO ₂ Emissions and Ecological Footprint in BRIC Countries: A Sustainability Perspective	1971 ile 2016 arası dönem için ekonometrik regresyon. Eş bütünleşme ve nedensellik analizleri.	Brezilya ve Çin’de yenilenebilir enerjinin etkisi ile çevre kalitesinde bir iyileşme vardır. Ancak aynı etki Rusya ve Hindistan için geçerli değildir.
Tiwari vd. (2022)	Hydropower, Human Capital, Urbanization and Ecological Footprints Nexus in China and Brazil: Evidence from Quantile ARDL	Ekolojik ayak izinin belirleyicileri olarak beşerî sermaye, şehirleşme, fert başına düşen milli gelir, doğal kaynaklar, biyokapasite ve hidroelektrik enerjisi saptanmış, quantile ARDL (QARDL) yöntemi kullanılmıştır.	Ekonomik büyüme çevre kalitesinde bozulmalara neden olurken diğer faktörlerin etkileri Çin ve Brezilya için birbirinden farklıdır.
Afshan ve Yaqoob (2022)	The Potency of Eco-innovation, Natural Resource and Financial Development on Ecological Footprint: a Quantile-ARDL-based Evidence from China	Eko-inovasyon, doğal kaynak kullanımı ve finansal kalkınmanın ekolojik ayak-izi üzerindeki etkisine odaklanmış QARDL yaklaşımını kullanmışlardır.	Eko-inovasyon çevreyi iyileştirici yönde bir etki sağlarken finansal kalkınma ve doğal kaynak kullanımı çevrenin kalitesini Çin için bozmaktadır.
Tuna (2022)	The Impact of Biomass Energy Consumption on CO ₂ Emission and Ecological Footprint: The Evidence from BRICS countries	Biyoyakıt kullanımı, şehirleşme ve ekonomik büyüme gibi üç temel faktörün CO ₂ emisyonları ile ekolojik ayak izi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. FMOLS ve DOLS tekniklerinden faydalanılmıştır.	Biyoyakıt kullanımı ekolojik ayak izini artırırken CO ₂ emisyonlarını düşürmüştür.
Lai vd. (2022)	Towards an integrated systematic approach for ecological maintenance: Case studies from China and Russia	MCR yöntemi kullanılarak Çin’den iki, Rusya’dan bir bölgenin ekolojik iyileşme performansı araştırılmıştır.	Her üç bölgenin ekolojik düzeydeki iyileşmeleri ortalama olarak değerlendirilirken yine her üç bölge için ekolojik koridordaki büyümeler hesaplanmış ve artışlar tespit edilmiştir.
Balezantis vd. (2022)	Disentangling the sources of Dynamics in the agricultural output of the BRIICS and EU countries: The ecological footprint perspective with Shapley value decomposition	Shapley yöntemi kullanılarak tarımsal üretim için bir ayrıştırma analizi gerçekleştirilmiştir.	BRIICS ülkeleri ve AB ülkelerinin bulgularının birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

Ekonometrik modelleme ile CO₂ emisyonları ve ekolojik ayak izinin belirleyicilerine odaklanan bir diğer akademik çalışma da Tuna (2022) tarafından hazırlanmıştır. Bilim insanı çalışmasında BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika) ülkeleri için 1992–2018 arası dönemde CO₂ emisyonlarının ve ekolojik ayak izinin belirleyicileri olarak biyoyakıt kullanımı, ekonomik

büyüme ve şehirleşmeyi tespit etmiştir. FMOLS ve DOLS analizleri sonucunda Tuna (2022) biyoyakıt kullanımının BRICS ülkelerinde CO₂ emisyonlarını azaltırken aynı değişkenin ekolojik ayak izini artırdığını saptamıştır. Yazar ayrıca ekonomik büyümenin her iki çevresel değişkenin miktarını artırıcı, şehirleşmenin ise aynı değişkenlerin miktarlarını azaltıcı yönde etkilediği bulgusuna ulaşmıştır.

Lai vd. (2022) çalışmalarında minimum kümülatif direnç modelini (minimum cumulative resistance model) seçerek Çin'den iki, Rusya'dan bir bölgenin çevresel iyileşme performansına farklı açıklayıcı değişkenler üzerinden odaklanmışlardır. Yazarlar, Çin'den seçtikleri iki bölge olan Pingtan Island ve Songming County bölgelerinin mütevazı bir çevresel iyileşme süreci yaşadığını raporlamışlardır. Sırasıyla, bu iki bölgenin ekolojik koridorlarının beş yıllık süreçte 8,67 km ve 57,95 km kadar uzadığını bildirmişlerdir. Lai vd. (2022), Rusya'dan seçtikleri Yoshkar-Ola bölgesinin de mütevazı bir çevresel iyileşme sürecinde olduğunu belirterek bölgenin ekolojik koridorununun 10,64 km kadar uzadığını tespit etmişlerdir. Bu çalışma ekonometrik model yerine daha farklı bir yöntemi benimsemesi ile diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Matematiksel yaklaşım kullanan bir diğer çalışma da Balezentis vd. (2022) tarafından gerçekleştirilmiştir. BRIICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Endonezya, Çin ve Güney Afrika) ile AB ülkeleri için gerçekleştirilen analizde Shapley ayrıştırma yöntemi kullanılmıştır. Tarım sektörü için yapılan analizin bulguları, 1992 ile 2016 arasındaki dönemde AB ülkelerinde tarımsal üretimdeki artışın BRIICS ülkelerinin gerisinde kaldığını, biyolojik verimlilik büyümesinin ise AB ülkelerinde BRIICS ülkelerine göre daha önemli olduğunu ortaya koymuştur. Tablo 2'de yabancı ülkeler için yapılan literatür taramasının özeti gösterilmektedir.

Literatür taramasının son kısmında ekolojik denge analizine yer veren çalışmalar bulunmaktadır. Altıparmak ve Avcı (2011) makalelerinde Türkiye için 1961 ile 2007 arası dönemde ekolojik denge analizi gerçekleştirmiş ve bulgularını Dünya geneli ile karşılaştırmışlardır. Yazarlar ayrıca Türkiye'nin gittikçe artan ekolojik açığına vurgu yapmışlardır. Özsoy ve Dinç (2016) ise çalışmalarında en çok ekolojik açığa sahip olan 20 ülkeyi listelemişlerdir. Ekolojik denge analizi sonucunda en çok fert başına düşen ekolojik açığı veren ülkeler sıralamasında birinci sırada Kuveyt, yirminci sırada ise Çin yer almaktadır¹. Ekolojik ayak izi ile ilgili bir diğer çalışma da Almanya için Rüstemoğlu (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yazar analizinde Almanya'da 1990 ile 2013 arası dönemde toplam biyokapasite ve toplam ekolojik ayak izi verilerinden hareketle ekolojik açığı hesaplamıştır. Bulgular Almanya'da ekolojik ayak izindeki azalma ve biyokapasitedeki artış neticesinde ekolojik açığın bir miktar kapandığına işaret etmektedir. Rüstemoğlu (2021b) bir diğer makalesinde bu sefer Türkiye için ekolojik denge analizini 1990 ile 2016 arası dönem için gerçekleştirmiştir. Çalışma bulguları Türkiye'de fert başına düşen ekolojik ayak izinin hızla artması ve fert başına düşen biyokapasitenin hızla azalması neticesinde fert başına düşen ekolojik açığın ivme kazanarak arttığını ortaya koymuştur.

3. Yöntem ve Veri Seti

3.1. Ekolojik Denge Analizi

Ekolojik denge analizi gerçekleştirilirken süreci iki boyutlu olarak ele almak mümkündür. Bu sürecin iki boyutu, bir arz ve talep mekanizması oluşturmaktadır. Küresel Ayak İzi Ağı (Global Footprint Network-GFN) tarafından belirtildiği

gibi talep boyutunda bir bireyin, bir topluluğun ya da bir malın doğadan talep ettikleri yer alır. Bu talep edilenlere bitkisel bazlı gıdalar, balıkçılık, kerestecilik ve diğer orman ürünleri, hayvancılık ve şehir alt yapısı için kullanılan alan dahil edilir. Analizin arz boyutunda ise biyokapasite bulunur (GFN, 2022). Biyokapasite doğanın bizlere sunduğu ekolojik varlıkların üretkenliği anlamına gelir. Biyokapasite, otlaklar, ormanlık araziler, balıkçılık alanları, yerleşik araziler ve ekili alanları içerir. Biyokapasite alanları, şayet hasat edilmeden bırakıldıkları takdirde karbon emisyonlarını absorbe etme potansiyeline sahiptirler (GFN, 2022).

Ekolojik denge, biyokapasite ile ekolojik ayak izi arasındaki farkın hesaplanması ile elde edilir. İşlem sonucunda çıkan değer pozitif ise bölge ekolojik rezerve sahiptir. Ters durumda ise bölge için ekolojik açık söz konusudur. Fert başına düşen ekolojik denge de aynı yöntemle hesaplanır. Fert başına düşen biyokapasiteden yine fert başına düşen ekolojik ayak izi çıkarılır ve pozitif eğer ekolojik rezervi, negatif değer ise ekolojik açığı ifade eder (GFN, 2022). Birinci denklemde formüle yer verilmektedir.

$$\text{Fert başına ekolojik denge} = \text{Fert başına biyokapasite} - \text{Fert başına ekolojik ayak izi} \quad (1)$$

3.2. Ayrıştırma Faktörü Analizi

Ayrıştırma faktörü, Freitas ve Kaneko'nun 2011 yılındaki çalışmalarında belirttikleri gibi ilk olarak Zhang (2000) tarafından geliştirilmiş ve OECD'nin 2002 raporunda bir ekolojik göstere olarak öne çıkarılmıştır. Ayrıştırma faktörü "ekonomik iyiler" ile "çevresel kötüler" arasındaki bağlantıyı analiz etmektedir. Ayrıştırma faktörü ayrıca Çevresel Kuznet Eğrileri (Environmental Kuznets Curve) ile benzer bir felsefeye sahiptir. Ülkelerin kalkınma düzeyleri arttıkça CO₂ emisyonlarının negatif olarak ekonomik büyümeden ayrışması beklenmektedir. Ayrıştırma iki şekilde gerçekleşebilmektedir. Bir ülkede ekonomik büyüme gerçekleşirken CO₂ emisyonları azalırsa bu iki değişken arasında mutlak ayrışma meydana gelir. Öte yandan ekonomik büyüme safhasında CO₂ emisyonları GSYİH'ye kıyasla daha düşük bir hızla artarsa değişkenler arasında kısmi ayrışma oluşur. Ayrıştırma faktörü aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\text{Ayrıştırma Faktörü} = 1 - \left(\frac{\text{CO}_{2t}}{\text{GDP}_t} \right) \left(\frac{\text{GDP}_{t-1}}{\text{CO}_{2t-1}} \right) \quad (2)$$

Hesaplama sonucu pozitif olarak bulunduğunda ilgili değişkenler arasında bir ayrışma meydana gelmiş demektir. Sonuç negatif olarak hesaplanırsa da değişkenler (GSYİH ve karbon emisyonları) arasında ayrışma gerçekleşmemiş demektir. Mevcut çalışmada CO₂ emisyonlarının yerini fert başına düşen ekolojik ayak izi (FEA) ve fert başına düşen reel gayri safi yurt içi hasıla (FGSYİH) almaktadır. Buradan hareketle ikinci denklem aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\text{Ayrıştırma Faktörü} = 1 - \left(\frac{\text{FEA}_t}{\text{FGSYİH}_t} \right) \left(\frac{\text{FEA}_{t-1}}{\text{FGSYİH}_{t-1}} \right) \quad (3)$$

¹ Özsoy ve Dinç'in 2016 tarihli makalelerinde en çok fert başına düşen ekolojik açığa sahip 20 ülke şu şekilde sıralanmaktadır: Kuveyt, Dubai, Singapur, Katar, Bahreyn, Belçika, İsrail, Güney Kore, İsviçre, Suudi

Arabistan, Hollanda, Kıbrıs, ABD, Japonya, İngiltere, Almanya, İspanya, Polonya, Portekiz ve Çin.

3.3. Veri Seti

Çalışmada kullanılan veriler 1992 ile 2018 arası dönemden oluşan yıllık verilerdir. Reel GSYİH ve nüfusla ilgili veriler Dünya Bankası – Dünya Kalkınma Göstergeleri (World Bank – World Development Indicators) veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmada yer alan ekolojik ayak izi ve biyokapasite gibi çevre ile alakalı istatistikler ise Küresel Ayak İzi Ağı (Global Footprint Network – GFN) veri tabanından derlenmiştir². Çalışmada kullanılan veriler uluslararası standartlarla uyum göstermektedir.

3.4. Dünyada, BRIC Ülkeleri ve Türkiye’de Ekolojik Ayak İzi ve Biyokapasite Verilerinin İncelenmesi

Dünya genelinde, 1992 ile 2018 arası dönemde toplam ekolojik ayak izinde ciddi bir artış gözlemlenirken, biyokapasite aynı dönemde sabit bir eğilimi takip etmiştir. 1992 yılında dünyanın toplam ekolojik ayak izi 14 milyar kha düzeyinde iken 2018 yılında bu rakam, 21.2 milyar kha düzeyine kadar çıkmıştır (GFN, 2022). Dünya genelinde böylece ekolojik ayak izindeki artış 26 yılda %50.9 olarak hesaplanmaktadır. Öte yandan dünyanın biyokapasitesi 1992 yılında 11 milyar kha düzeyinde iken, 2018 yılında bu rakam 12 milyar kha olarak gerçekleşmiştir (GFN, 2022). Böylelikle dünya genelinde biyokapasite artışı %9.2 şeklinde hesaplanmıştır. Ekolojik ayak izinin hızla artarken biyokapasitenin sabit bir eğilim izlemesi dünyada ekolojik açığın çok yükselmesine sebep olmuştur. 1992 yılında 3 milyar kha olarak hesaplanan ekolojik açık, 2018 yılında 9.2 milyar kha olarak bulunmuştur. Özetle, dünyanın ekolojik açığı %205.7 gibi oldukça yüksek bir oranda artış göstermiştir.

Araştırma ülkelerinden Brezilya’da 1992 ile 2018 yılları arasında toplam biyokapasitede bir azalma, ekolojik ayak izinde ise bir artış gözlemlenmiştir. GFN (2022) verileri kullanarak yapılan hesaplamalara göre Brezilya dünyanın biyokapasitesinin 1992 yılında %17.3’ünü, 2018 yılında ise %14.9’ünü oluşturmaktadır. Dünyanın akciğerleri olarak bilinen Amazon ormanları bu bölgede yer almaktadır. Ancak gerek orman yangınları, gerek şehirleşmenin artması, gerekse biyoyakıt kullanımı için ağaçların plansız bir şekilde sürekli kesilmesi Brezilya’da biyokapasite kaybına yol açmaktadır. Ormansızlaşma Güney Amerika’nın ve doğal olarak da Brezilya’nın önemi giderek artan bir çevre sorunudur. Brezilya’nın biyokapasitesi araştırma dönemi boyunca 1.9 milyar kha’dan 1.8 kha’ya düşerken, ekolojik ayak izi 438 milyon kha’dan 542.1 milyon kha’ya yükselmiştir. Ülkenin biyokapasitesindeki azalma %5.7 olarak hesaplanırken, ekolojik ayak izindeki artış %23.8 olarak bulunmuştur. Brezilya ekolojik fazla veren bir ülke olmasına rağmen ekolojik fazlanın yıllar içerisinde kayda değer oranda azalması kaygı vericidir.

Rusya’da araştırma dönemi boyunca ekolojik ayak izinde kayda değer oranda bir azalma, biyokapasitede ise küçük oranda bir azalma dikkati çekmektedir. Ülkenin ekolojik ayak izi 1992 yılında 1 milyar kha düzeyinde iken 26 yılın sonunda bu rakam 773.9 milyon kha düzeyine kadar düşmüştür (GFN, 2022). Aynı dönemde ülkenin biyokapasitesi 982.2 milyon kha’dan 978.7 milyon kha seviyesine düşmüştür (GFN, 2022). Rusya’da nüfusta ciddi

bir azalma gözlemlendiği için fert başına düşen biyokapasitede, toplam biyokapasitedeki minimal azalmanın aksine, artış gerçekleşmiştir. Rusya’nın toplam ekolojik ayak izi ve biyokapasitesindeki değişim yazar tarafından sırasıyla -%23.2 ve -%0.4 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3. Dünya’da, BRIC Ülkeleri ve Türkiye’de Toplam Ekolojik Ayak İzi, Toplam Biyokapasite ve Ekolojik Açık/fazla Değerlerinin 1992-2018 Dönemindeki Değişimleri.

Dünya	1992	2018	Yüzdelerik Değişim
Ekolojik Ayak İzi	14030780722.7	21175902918.0	50.9
Biyokapasite	11054737138.1	12077144355.7	9.2
Ekolojik Açık	-2976043584.7	-9098758562.3	205.7
Dünya'nın ekolojik açığı 2018 yılında 1992 yılının 3.1 katı olarak hesaplanmıştır.			
Brezilya	1992	2018	Yüzdelerik Değişim
Ekolojik Ayak İzi	438029890.1	542097222.5	23.8
Biyokapasite	1912744613.8	1803394130.5	-5.7
Ekolojik Fazla	1474714723.7	1261296907.9	-14.5
Brezilya'nın ekolojik fazlası 2018 yılında 1992 yılının 0.9 katı olarak hesaplanmıştır.			
Rusya	1992	2018	Yüzdelerik Değişim
Ekolojik Ayak İzi	1007844022.5	773840036.5	-23.2
Biyokapasite	982166104.4	978681770.5	-0.4
Ekolojik Fazla	-25677918.1	204841734.0	-897.7
Rusya'nın ekolojik açığı araştırma döneminde ekolojik fazlaya dönüşmüştür. Ekolojik fazla 2018 yılında 1992 yılının yaklaşık 8 katı olarak hesaplanmıştır.			
Hindistan	1992	2018	Yüzdelerik Değişim
Ekolojik Ayak İzi	713049839.7	1636094506.0	129.5
Biyokapasite	396252076.5	602693512.4	52.1
Ekolojik Açık	316797763.3	1033400994	226.2
Hindistan'ın ekolojik açığı 2018 yılında 1992 yılının 3.3 katı olarak hesaplanmıştır.			
Çin	1992	2018	Yüzdelerik Değişim
Ekolojik Ayak İzi	1885462487.2	5540876713.5	193.9
Biyokapasite	1004684061.5	1347587746.6	34.1
Ekolojik Açık	-880778425.7	-4193288966.9	376.1
Çin'in ekolojik açığı 2018 yılında 1992 yılının 4.8 katı olarak hesaplanmıştır.			
Türkiye	1992	2018	Yüzdelerik Değişim
Ekolojik Ayak İzi	133166160.1	275446043.3	106.8
Biyokapasite	102375461.7	107424586.2	4.9
Ekolojik Açık	-30790698.35	-168021457.1	445.7
Türkiye'nin ekolojik açığı 2018 yılında 1992 yılının 5.5 katı olarak hesaplanmıştır.			

Araştırmaya dahil edilen ülkelerden Çin’de 1992’den 2018’e kadar olan süreçte ekolojik ayak izi hızla artarken, biyokapasitede minimal düzeyde bir artış meydana gelmiştir. GFN (2022) verilerine ve yazar tarafından yapılan oran hesaplamalarına göre 1992 yılında 1.9 milyar kha olan ekolojik ayak izi 2018 yılına kadar %193.9 oranında artarak 5.5 milyar kha’ya çıkmıştır. Aynı dönemde ülkenin biyokapasitesi %34.1 oranında artarak 1 milyar kha’dan 1.3 milyar kha düzeyine yükselmiştir. Çin’in ekolojik açığı bu doğrultuda çok yüksek oranda artış

² Çalışmanın veri seti 1992 yılından başlamaktadır. Bunun sebebi çalışmaya dahil edilen ülkelere Rusya’nın çevre ile ilgili verilerinin o yıldan itibaren paylaşmaya başlamasıdır.

göstermiştir. Yazarın hesaplamalarına göre ülkenin ekolojik açığı 2018 yılında 1992 yılına oranla 4.8 kat daha fazladır.

Hindistan'da ekolojik ayak izi ve biyokapasitenin 1992 ile 2018 arasındaki değişim eğilimi Çin ile benzerlikler göstermektedir. Ülkenin biyokapasitesi araştırma döneminin başında 396.2 milyon kha iken, dönem sonunda 602.7 milyon kha'ya yükselmiştir (GFN, 2022). Öte yandan ülkenin toplam ekolojik ayak izi daha yüksek bir oranda artış göstererek 713 milyon kha düzeyinden 1.6 milyar kha düzeyine çıkmıştır (GFN, 2022). Hindistan'da biyokapasite artışı yazar tarafından %52.1 olarak hesaplanırken aynı dönemde toplam ekolojik ayak izi artışı %129.5 olarak tespit edilmiştir. Böylelikle, Hindistan'ın 2018 yılı ekolojik açığının 1992 yılı ekolojik açığına göre 3.3 kat daha fazla olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

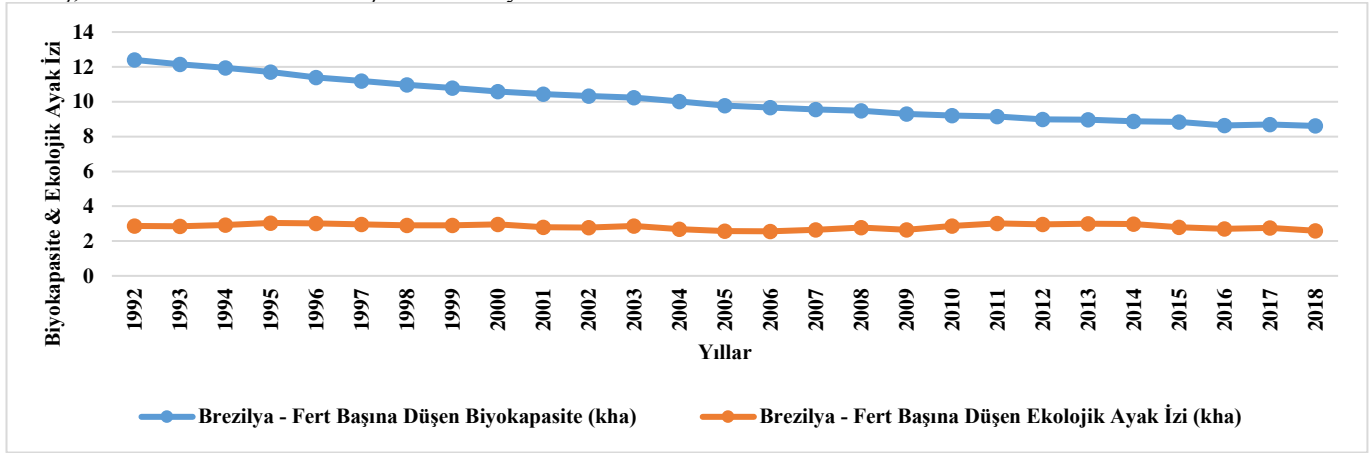
Son olarak Türkiye'de 1992 – 2018 arası dönemde toplam ekolojik ayak izi oldukça hızlı bir şekilde artarken, aynı dönemde biyokapasite çok küçük oranda artış göstermiştir. GFN (2022) verilerine ve yazar tarafından yapılan oran hesaplamalarına göre ülkenin biyokapasitesi %4.9 oranında artarak 102.4 milyon kha'dan 107.4 milyon kha'ya çıkmıştır. Öte yandan ekolojik ayak izi çok daha hızlı artmış, %106.8 oranındaki bir artışla 133.2 milyon kha'dan

275.4 milyon kha'ya yükselmiştir (GFN, 2022). Tüm veriler ışığında yapılan hesaplamalar Türkiye'nin 2018 yılı ekolojik açığının 1992 yılına göre 5.5 kat daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tablo 3'te araştırma ülkelerinin 1992 – 2018 zaman aralığındaki toplam ekolojik ayak izi, toplam biyokapasite ve ekolojik açık/fazla değerleri gösterilmektedir.

4. Çalışma Bulguları

4.1. Ekolojik Denge Analizi Bulguları

Gerçekleştirilen ekolojik denge analizi sonucunda BRIC ülkeleri ve Türkiye'ye dair elde edilen bulgular bu bölümde sunulmaktadır. Birinci grafikte Brezilya için fert başına düşen biyokapasite ve ekolojik ayak izi miktarları gösterilmektedir. Brezilya'nın fert başına düşen biyokapasitesi çalışma periyodu boyunca düzenli olarak azalmıştır. 1992 yılında 12.40 kha olan ülkenin fert başına düşen biyokapasitesi 2018 yılında 8.61 kha olarak gerçekleşmiştir (GFN, 2022). Ülkenin biyokapasitesindeki bu düşüş dikkat çekicidir. Bölgedeki ormansızlaşma (deforestation) sorunu biyokapasite kaybının başlıca sebeplerindendir.

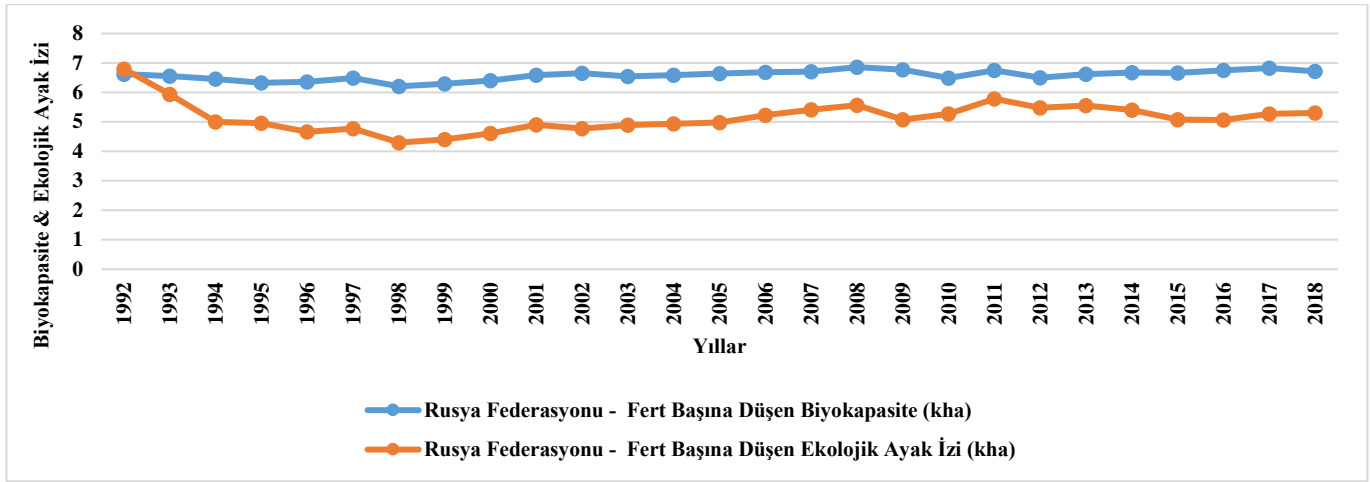


Grafik 1. Brezilya'da 1992-2018 döneminde fert başına düşen biyokapasite ve ekolojik ayak izi (Kaynak: GFN, 2022)

Öte yandan Brezilya'nın fert başına düşen ekolojik ayak izi, ülkenin biyokapasitesine kıyasla çalışma dönemi boyunca daha sabit bir eğilim takip etmiştir. 1992 yılında 2.86 kha olarak raporlanan fert başına düşen ekolojik ayak izi, 2018 yılında 2.59 kha'ya düşmüştür (GFN, 2022). Ülkenin fert başına düşen biyokapasitesi ekolojik ayak izinden fazla olduğundan ekolojik denge analizi sonuçlarına göre Brezilya ekolojik rezerv (ekolojik fazla) göstermektedir. Ancak ekolojik rezerv yıllar içerisinde Brezilya'da azalma eğilimi göstermiştir. Çalışma periyodunun başlangıç yılı olan 1992'de fert başına düşen ekolojik rezerv 9.54 kha'ya eşitken, bu rakam çalışma periyodunun son yılı olan 2018'de 6.02 kha'ya düşmektedir.

İkinci grafikten de görülebileceği gibi Rusya da Brezilya gibi araştırma dönemi boyunca ekolojik rezerve sahip

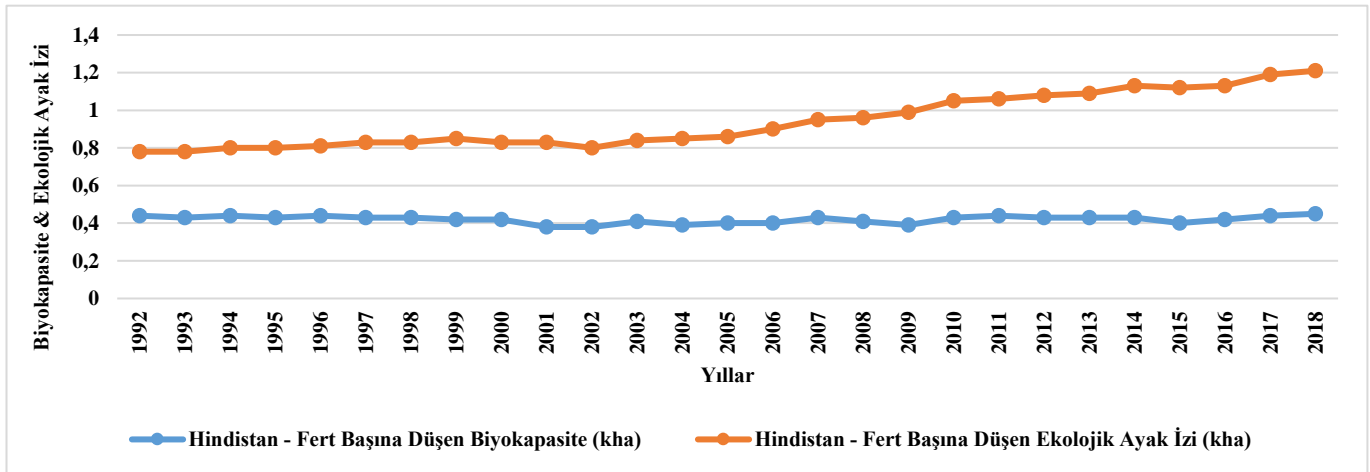
olmuştur. Tıpkı Brezilya'da olduğu gibi Rusya'da da fert başına düşen biyokapasite fert başına düşen ekolojik ayak izinden daha yüksektir. Çalışma periyodunun başlangıç yılı olan 1992'de Rusya'da fert başına düşen biyokapasite 6.62 kha'ya eşitken bu rakam genellikle sabit bir eğilim takip ederek araştırma periyodunun son yılı 2018'de 6.72 kha olarak gerçekleşmiştir. Öte yandan genellikle azalan bir eğilim izleyen fert başına düşen ekolojik ayak izi ise 1992 yılında 6.80 kha'dan, 2018'de 5.31 kha'ya kademeli olarak düşmüştür. Araştırma döneminin sadece ilk yılında ekolojik açık veren Rusya (1992 ekolojik açık – 0.18 kha), daha sonraki yıllarda düzenli olarak ekolojik rezerv oluşturmuştur. 2018 yılında ülkenin fert başına düşen ekolojik rezervi 1.41 kha olarak hesaplanmıştır.



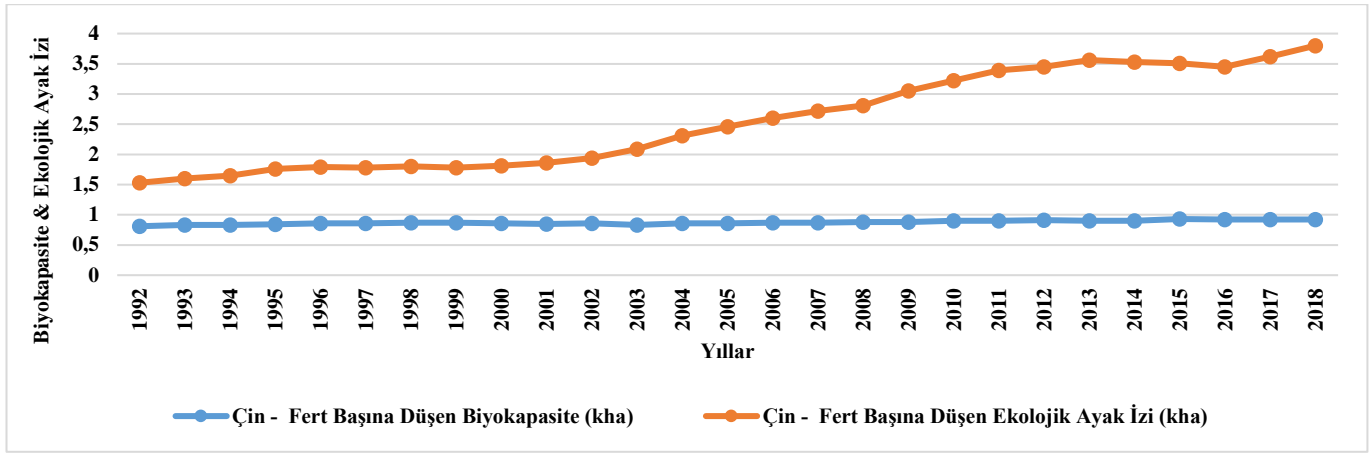
Grafik 2. Rusya’da 1992-2018 döneminde fert başına düşen biyokapasite ve ekolojik ayak izi (Kaynak: GFN, 2022)

Üçüncü grafikte de gösterildiği gibi Hindistan, araştırma dönemi boyunca ekolojik açık veren ülkelerden birisi olmuştur. Ülkenin fert başına düşen biyokapasitesi neredeyse sabit bir eğilim izlerken, fert başına düşen ekolojik ayak izi ise kayda değer oranda artış göstermiştir. 1992 yılında Hindistan’da GFN (2022) verilerine göre fert başına düşen biyokapasite 0.44 kha’ya denk iken, bu değer 2018 yılında 0.45 kha olarak gerçekleşmiştir. Ancak, aynı dönemde fert başına düşen ekolojik ayak izi 0.78 kha’dan 1.21 kha’ya kadar yükselmiştir (GFN, 2022). Böylece ülkenin fert başına düşen ekolojik açığı da 0.34 kha’dan 0.76 kha’ya kadar artış göstermektedir. Hindistan’da hızla artan karbon ayak izi, ekolojik ayak izini de yükseltmekte bu durum da beraberinde ekolojik açığı getirmektedir. Yazar tarafından yapılan hesaplamalara göre Hindistan’ın fert başına düşen ekolojik açığı 1992 ile 2018 arasında 2.2 katına çıkmıştır.

Çin ile ilgili fert başına düşen ekolojik dengenin 1992 ile 2018 yılları arasındaki eğilimi dördüncü grafikten takip edilebilmektedir. Çin de Hindistan gibi araştırma dönemi boyunca ekolojik açık veren ülkelerden birisi olmuştur. Üstelik Çin’in ekolojik dengesindeki bozulma Hindistan’a kıyasla daha kötü bir düzeyde gerçekleşmektedir. 1992 yılında 0.81 kha olan fert başına düşen biyokapasite yavaş bir artışla 2018 yılında 0.92 kha’ya yükselmiştir (GFN, 2022). Diğer yandan GFN (2022) verilerine göre çalışma dönemi başında 1.53 kha olan fert başına düşen ekolojik ayak izi, 2018’de 3.8 kha’ya kadar yükselmiştir. Dolayısıyla çalışma periyodunun ilk yılında 0.72 kha olan fert başına düşen ekolojik açık dönem boyunca oldukça hızlı bir şekilde artarak 2018 yılında 2.88 kha’ya ulaşmıştır. Bir diğer ifade ile Çin’in fert başına düşen ekolojik açığı 26 yıllık dönem zarfında dört katına çıkmıştır. Çin elde ettiği büyük ekonomik büyüme başarısının çevresel faturası ile karşı karşıya kalmaktadır.



Grafik 3. Hindistan’da 1992-2018 döneminde fert başına düşen biyokapasite ve ekolojik ayak izi (Kaynak: GFN, 2022)

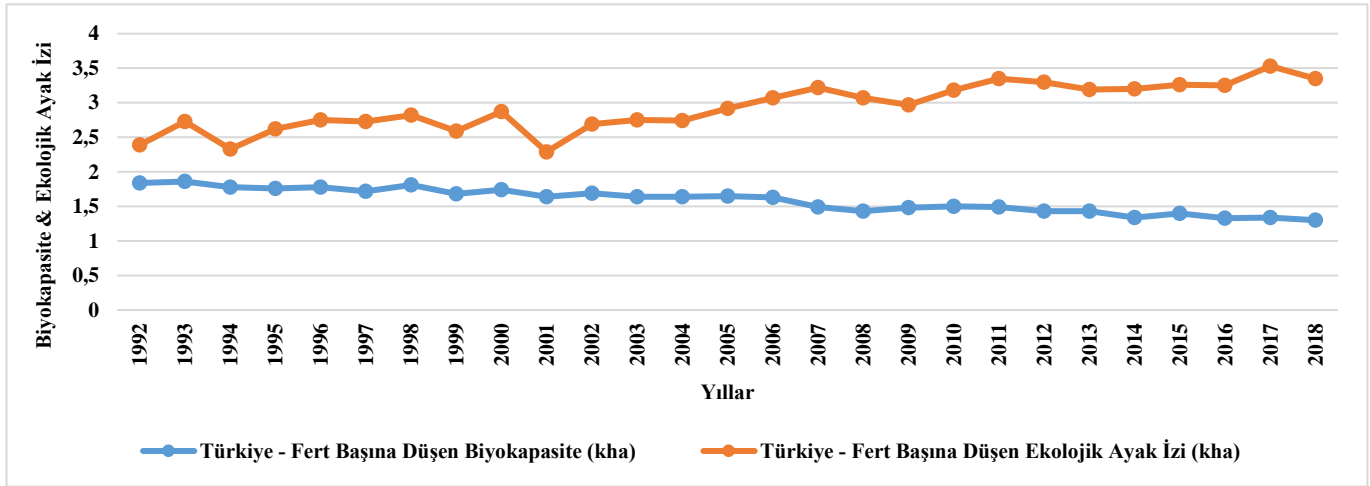


Grafik 4. Çin'de 1992-2018 döneminde fert başına düşen biyokapasite ve ekolojik ayak izi (Kaynak: GFN, 2022)

Hindistan ve Çin arasında bir mukayese yapıldığı zaman fert başına düşen ekolojik dengedeki kayıpların Çin'de daha yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Öte yandan her iki ülkenin fert başına düşen biyokapasitesinin sabit bir eğilim izlemesi, her iki ülkenin de nüfus artış hızı düşünüldüğünde küçük de olsa umut vericidir.

Çalışmaya dahil edilen ülkelerden Türkiye'de ise ekolojik denge durumu diğer ülkelerden daha farklı bir eğilim izlemektedir. Türkiye'de hem fert başına düşen biyokapasite azalmakta, hem de fert başına düşen ekolojik ayak izi artış göstermektedir. Türkiye'nin azalan biyokapasitesi Brezilya ile benzerlik gösterirken, ülkenin

artan ekolojik ayak izi de Hindistan ve Çin'le benzerlik ortaya koymaktadır. GFN (2022) verilerine göre Türkiye'de fert başına düşen biyokapasite 1992 yılında 1.84 kha olarak gerçekleşirken, bu değer 2018 yılında 1.3 kha'ya kadar düşmüştür. Aynı dönemde fert başına düşen ekolojik ayak izi de ülkede 2.39 kha'dan 3.35 kha'ya yükselmiştir (GFN, 2022). Sonuç olarak Türkiye'nin ekolojik açığı da çalışma döneminin başında 0.55 kha olurken, bu rakam çalışma döneminin sonunda 2.05 kha'ya kadar yükselmiştir. Araştırma bulgularına göre Türkiye'nin fert başına düşen ekolojik açığı 2018 senesinde, 1992'ye göre 3.7 kat daha fazladır. Türkiye'nin fert başına düşen biyokapasite ve ekolojik ayak izi dağılımı beşinci grafikte gösterilmektedir



Grafik 5. Türkiye'de 1992-2018 döneminde fert başına düşen biyokapasite ve ekolojik ayak izi (Kaynak: GFN, 2022)

4.2. Ayrışma Analizi Bulguları

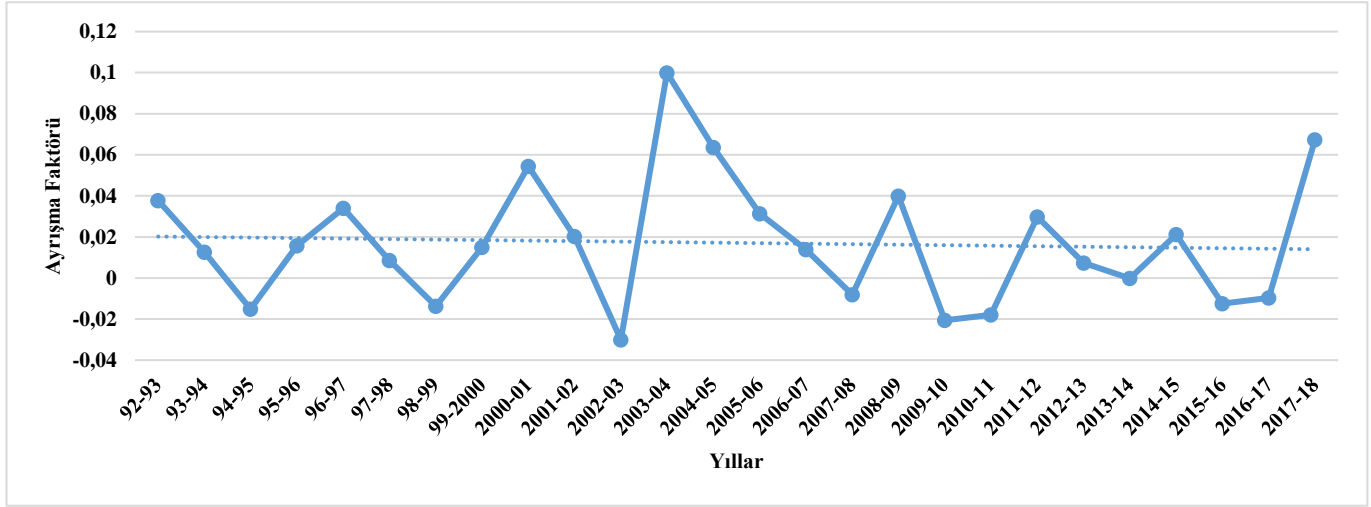
Çalışma bulguları Brezilya'da 1992 ile 2018 arası dönemde fert başına düşen reel GSYİH ile fert başına düşen ekolojik ayak izi arasında 26 dönemin 17'sinde ayrışma meydana geldiğini göstermektedir. Geriye kalan 9 dönemde ise (1994-95, 1998-99, 2002-03, 2007-08, 2009-10, 2010-11, 2013-14, 2015-16 ve 2016-17) değişkenler arasında bir ayrışma gözlemlenmemiştir. Brezilya'nın fert başına düşen reel GSYİH'si 1992'de 5974.6 dolar iken bu değer 2018'de 8582.3 dolara kadar yükselmiştir (Dünya Bankası, 2022). Araştırma dönemi boyunca ülkenin fert başına düşen reel GSYİH'si %43.6 oranında artarken, GFN (2022) verilerine göre fert başına düşen ekolojik ayak izi %9.4 oranında

azalarak 2.86 kha'dan 2.59 kha'ya kadar düşmüştür. Reel GSYİH artarken ekolojik ayak izinin azalması konuya dahil olan değişkenler arasında mutlak ayrışmaya işaret etmektedir. Altıncı grafikte Brezilya için 1992'den 2018'e kadar olan süreçte fert başına düşen ekolojik ayak izi ile reel GSYİH arasındaki ayrışma sonuçları gösterilmektedir.

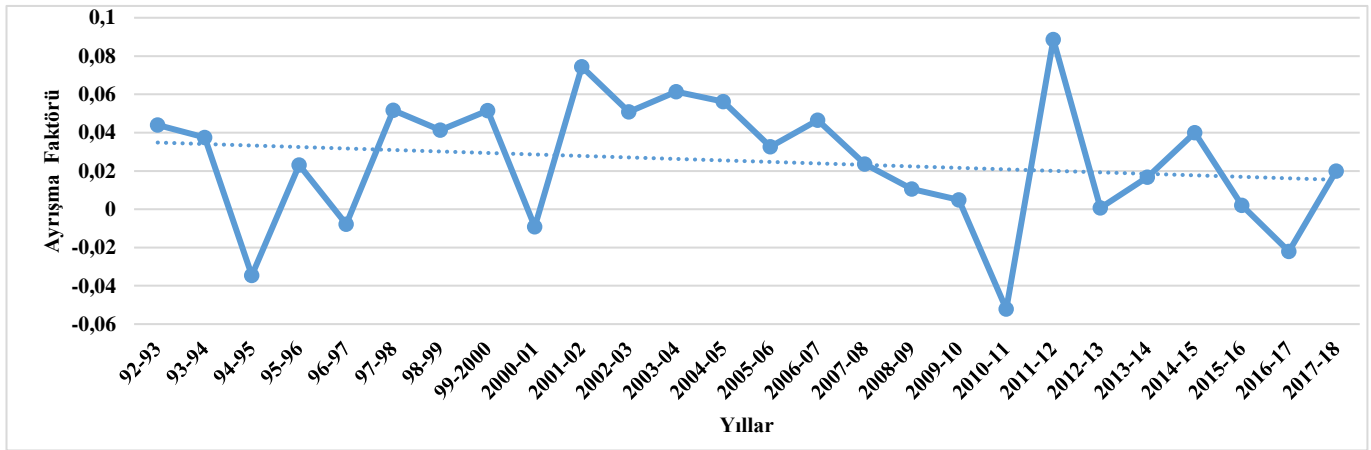
Ayrışma analizi sonuçları Rusya için aynı dönemde 26 dönemin 21'inde fert başına düşen reel GSYİH'nin yine fert başına düşen ekolojik ayak izinden ayrıştığına işaret etmektedir. Kalan 5 dönemde ise (1994-95, 1996-97, 2000-01, 2010-11 ve 2016-17) göstergeler arasında bir ayrışma meydana gelmemiştir. Rusya'da fert başına düşen reel GSYİH araştırmaya dahil edilen zaman aralığında %53.5

oranında artarak 6345.9 dolardan 9739.9 dolara çıkmıştır (Dünya Bankası, 2022). Yine aynı dönemde fert başına düşen ekolojik ayak izi ise %21.9 oranında azalma göstererek 6.8 kha'dan 5.31 kha'ya düşmüştür (GFN, 2022). Brezilya'da olduğu gibi Rusya'da da reel gelir artarken ekolojik ayak izi azalma eğilimi göstermektedir.

Bu nedenle iki değişken arasındaki ayrışma mutlak ayrışma olarak nitelendirilebilir. Yedinci grafikte Rusya'nın 1992'den 2018'e kadar olan dönemde fert başına düşen ekolojik ayak izi ile reel GSYİH arasındaki ayrışma sonuçları sunulmaktadır.



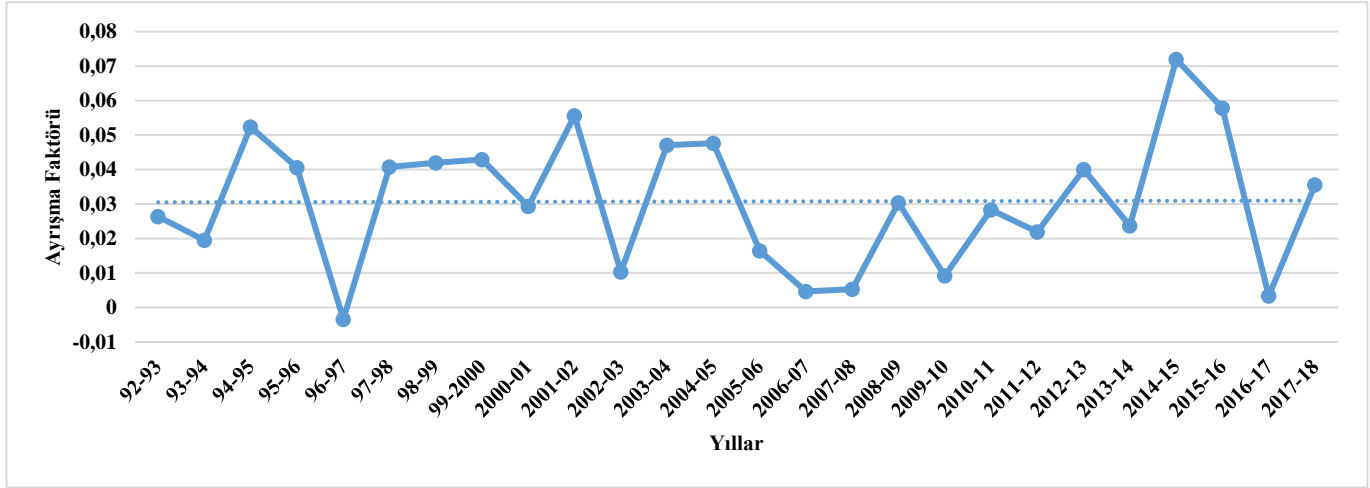
Grafik 6. Brezilya için 1992-2018 dönemi ayrışma analizi sonuçları (Yazar tarafından hesaplanmıştır)



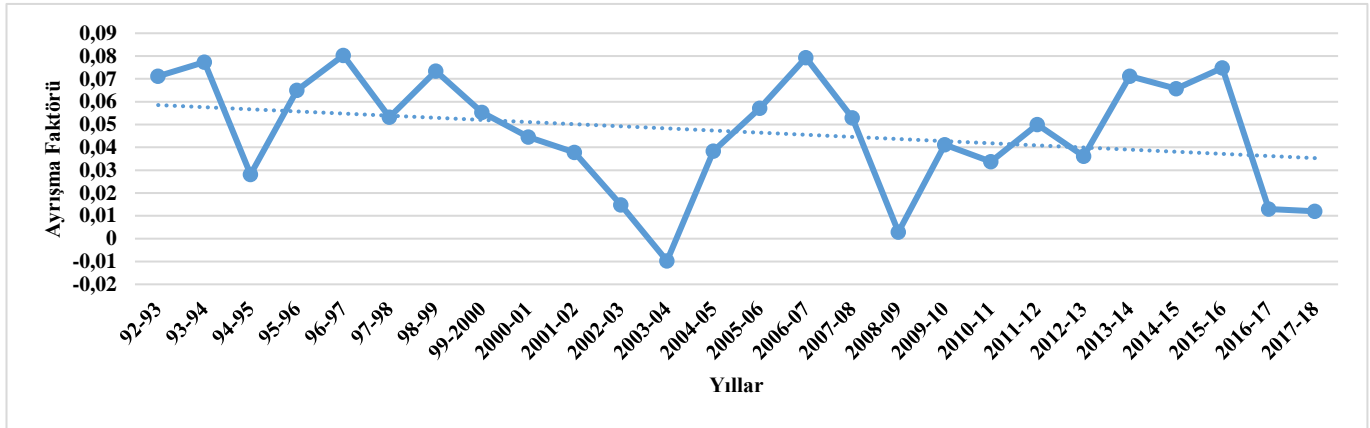
Grafik 7. Rusya için 1992-2018 dönemi ayrışma analizi sonuçları (Yazar tarafından hesaplanmıştır)

Çalışma bulguları Hindistan için 1992'den 2018'e kadar olan süreçte 25 dönemde ayrışmanın fert başına düşen reel gelir ile ekolojik ayak izi arasında meydana geldiğini ispatlamıştır. Sadece 1996-97 periyodunda mevcut değişkenler arasında ayrışma gözlemlenmemiştir. Hindistan'da fert başına düşen reel gelir %251.2 gibi oldukça yüksek bir artışla 545.4 dolardan 1915.4 dolara çıkmıştır (Dünya Bankası, 2022). Aynı dönemde ülkenin fert başına düşen ekolojik ayak izi de %55.1 oranında artarak 0.78 kha'dan 1.21 kha'ya yükselmiştir (GFN, 2022). Hindistan'da ekonomik büyüme gerçekleşirken ekolojik ayak izi de artmaktadır. Ancak ekolojik ayak izinin artış hızı ekonomik büyüme hızından daha düşük olduğundan iki göstere arasında kısmi bir ayrışmanın meydana geldiği sonucuna varmak mümkündür. Sekizinci grafikte Hindistan için 1992'den 2018'e kadar olan süreçte fert başına düşen ekolojik ayak izi ile reel GSYİH arasındaki ayrışma sonuçları yer almaktadır.

Çin çalışma dönemi boyunca hızla artan toplam ve fert başına düşen ekolojik ayak izi ve elde ettiği oldukça yüksek ekonomik büyümeyle dikkati çekmektedir. Araştırma bulgularına göre fert başına düşen ekolojik ayak izi ile fert başına düşen reel gelir 26 dönemin 25'inde ayrışma göstermektedir. Sadece 2003-04 periyodunda mevzu bahis göstergeler arasında bir ayrışma gerçekleşmemiştir. Çin'de fert başına düşen reel GSYİH 1992 yılında 1100.6 dolarken, %774 gibi çok yüksek bir artış gerçekleştirerek 2018 yılında 9619.2 dolara ulaşmıştır (Dünya Bankası, 2022). Aynı dönemde fert başına düşen ekolojik ayak izi de %148.4 oranında bir artış göstererek 1.53 kha'dan 3.8 kha'ya yükselmiştir (GFN, 2022). Çin'de ekonomik büyüme fert başına düşen ekolojik ayak izinden daha hızlı gerçekleştiğinden göstergeler arasındaki ayrışma kısmi ayrışma olarak kabul edilmelidir. Dokuzuncu grafikte Çin için 1992'den 2018'e kadar olan dönemde fert başına düşen ekolojik ayak izi ile reel GSYİH arasındaki ayrışma sonuçları bulunmaktadır.



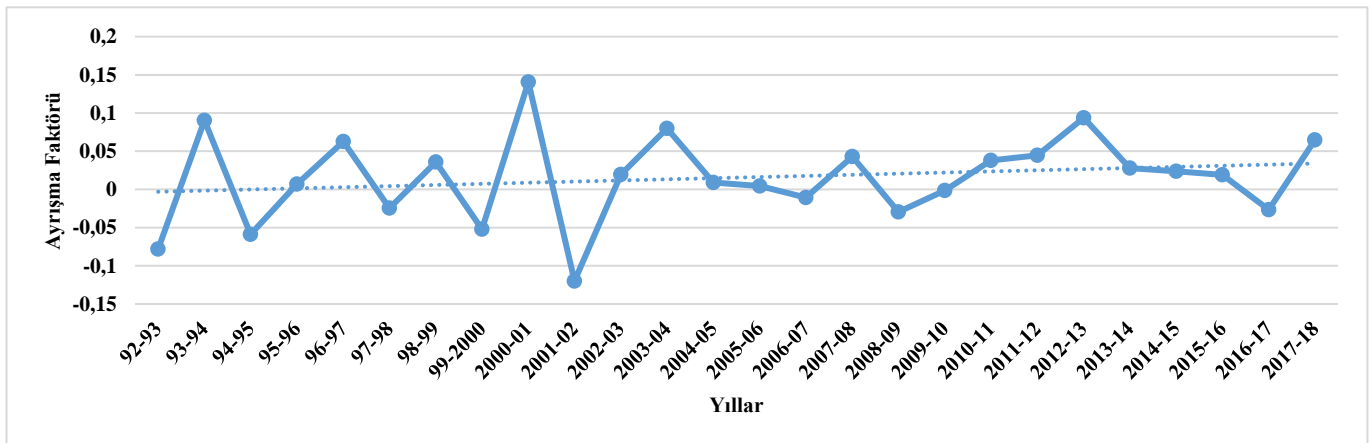
Grafik 8. Hindistan için 1992-2018 dönemi ayrışma analizi sonuçları (Yazar tarafından hesaplanmıştır)



Grafik 9. Çin için 1992-2018 dönemi ayrışma analizi sonuçları (Yazar tarafından hesaplanmıştır)

Son olarak çalışmada incelenen ülkelerden Türkiye’de de 1992-2018 döneminde fert başına düşen reel gelir ile yine fert başına düşen ekolojik ayak izi arasında kısmi bir ayrışma meydana gelmiştir. Bulgular 26 dönemin 17’sinde iki değişkenin birbirinden ayrıştığına işaret etmektedir. Diğer 9 periyotta ise ekolojik ayak izi ile reel gelir arasında bir ayrışmanın oluşmadığı tespit edilmiştir. Ayrışmanın gerçekleşmediği 9 periyot 1992-93, 1994-95, 1997-98, 1999-2000, 2001-02, 2006-07, 2008-09, 2009-10 ve 2016-17 olarak sıralanmaktadır. Türkiye’de fert başına düşen reel

gelir Dünya Bankası (2022) verilerine göre 1992-2018 arası dönemde %119.1 oranında artarak 5479.3 dolardan 12006.8 dolara çıkarken, aynı dönemde ülkenin fert başına düşen ekolojik ayak izi %40.2 artarak 2.39 kha’dan 3.35 kha’ya yükselmiştir (GFN, 2022). Türkiye’de de ekolojik ayak izi reel gelire kıyasla daha düşük bir oranda arttığından gerçekleşen ayrışmanın niteliği kısmi ayrışmadır. Onuncu grafikte Türkiye için 1992’den 2018’e kadar olan dönemde fert başına düşen ekolojik ayak izi ile reel GSYİH arasındaki ayrışma sonuçları gösterilmektedir.



Grafik 10. Türkiye için 1992-2018 dönemi ayrışma analizi sonuçları (Yazar tarafından hesaplanmıştır)

5. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada 1992'den 2018'e kadar olan dönemde BRIC ülkeleri ve Türkiye için bir ekolojik analiz gerçekleştirilmiştir. İki katmanlı olarak yapılan analizde ilk olarak bahsi geçen ülkeler için toplam ve fert başına ekolojik denge analizi gerçekleştirilirken, ikinci aşamada ayrışma faktörü kullanılarak fert başına düşen GSYİH ile yine fert başına düşen ekolojik ayak izi arasında bir ayrışma olup olmadığı incelenmiştir. Ekolojik denge analizi sonuçları Brezilya ve Rusya'nın ekolojik fazla, Çin, Hindistan ve Türkiye'nin ise ekolojik açık verdiklerini ortaya koymuştur. Brezilya'nın ekolojik fazlası azalan biyokapasite nedeniyle yıllar içerisinde azalırken, Rusya'da ekolojik fazla daha sabit bir eğilim takip etmiştir. Öte yandan Hindistan ve Çin'de fert başına düşen ekolojik ayak izinin oldukça yüksek bir oranda artmasını takiben ekolojik açık da ciddi oranda yükselmiştir. Türkiye'de ise araştırma döneminde fert başına düşen ekolojik açık sadece ekolojik ayak izinin artmasından dolayı değil aynı zamanda biyokapasite kaybının da yüksek olması nedeniyle artmıştır.

Ayrışma analizi sonuçlarına göre de Brezilya ve Rusya'da fert başına düşen ekolojik ayak izi ile fert başına düşen reel gelir arasında mutlak ayrışmanın meydana geldiği tespit edilmiştir. Diğer üç ülkede (Hindistan, Çin ve Türkiye'de) ise bahsi geçen değişkenler arasında kısmi ayrışma olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Ülkelerin ekolojik ayak izlerini düşürmek için ciddi tedbirler almaları gerekmektedir. GFN tarafından yayımlanan 2012 raporunda da belirtildiği gibi özellikle Türkiye'de biyokapasite açığının temel sebebi ülkedeki nüfus artış hızının yüksek olmasıdır. Dünya Bankası (2022) verilerinden yola çıkılarak yapılan hesaplamalarda Türkiye ve Hindistan'ın nüfusları 1992 ile 2018 arasındaki dönemde %47.7 ve %48.8 oranında artarken aynı dönemde dünya nüfusu %39.4 oranında artmıştır. Brezilya'da ve Çin'de nüfus sırasıyla %35.8 ve %20.4 oranında artarken Rusya'da nüfus %2.7 oranında azalmıştır. Araştırma ülkelerinden Türkiye ve Hindistan'ın nüfus artış hızını kontrol altına alması biyokapasitenin korunması bakımından oldukça önem arz etmektedir.

GFN'nin 2012 yılında yayımladığı raporda öne çıkan tedbirler, ekolojik açık sorunu halen artarak devam eden ülkeler için güncelliğini ve önemini korumaktadır. Bu tedbirler şu şekilde sıralanabilir:

- Verimli teknolojilere ve biyokapasiteye yatırım
- Doğal alanları üretim alanı yapmak yerine mevcut alanların verimliliğini artırma
- Verimli alanların üretkenliğini uzun döneme yaymak için sürdürülebilirlik standartları geliştirme
- Ürün fiyatlarına ekosistem hizmetlerinin de maliyetlerini ekleme
- Karbon ayak izini azaltmak için geleneksel fosil yakıtlara (Çin, Hindistan ve Türkiye kömür, Brezilya petrol ve Rusya doğal gaz) olan bağımlılığı düşürme ve enerji verimliliğini artırma

- Özellikle Türkiye için tarım ürünlerinin temininde dış ülkelere olan bağımlılıktaki artışa dikkati çekme
- Gıdaların menşei ve üretim şekillerini tüketicilere aktarma
- Arazileri verimliliklerine göre gruplandırma ve bu doğrultuda politikalar üretme
- Ekolojik varlıklara zarar veren her türlü sübvansiyonun kaldırılmasını sağlama
- Ekolojik riskleri ve fırsatları doğru yöneten şirketlerin rekabet gücünün artmasına dikkati çekme
- Bireylerin gündelik hayat aktivitelerinde alacakları tedbirler sayesinde kişisel ekolojik ayak izlerini azaltmalarını sağlama³
- İsrafın azaltılmasını sağlama.

Daha önceden de belirtildiği gibi erken literatürde çevresel sürdürülebilirlik ile ilgili çalışmalarda ekolojik ayak izinden ziyade CO₂ emisyonları kullanılmıştır. Bu çalışmada da kullanılan ve reel gelir ile ekolojik ayak izi arasındaki bağlantıya dikkati çeken ayrışma faktörünün yanı sıra CO₂ emisyonlarını etkileyen birkaç faktöre ayrıştıran ayrıştırma analizleri de gerçekleştirilmiştir. Örneğin Türkiye için yapılan çalışmalarda Refined Laspeyres Index (RLI), Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI) ve Shapley Decomposition Index gibi farklı ayrıştırma analizi yöntemleri dikkati çekmektedir (Lise, 2006; Akbostancı vd, 2018; Rüstemoğlu, 2021b). Gelecekte de bu tarz ayrıştırma analizi yöntemleri ekolojik ayak izi ve belirleyicileri için kullanılabilir.

Kaynakça

- Afshan, S., & Tanzeela, Y. (2022). The Potency of Eco-innovation, Natural Resource and Financial Development on Ecological Footprint: A Quantile-ARDL-based Evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29: 50675-50685.
- Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S., Tunç, G. İ. (2018). Drivers of fuel-based carbon dioxide emissions: The case of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(2): 2599-2608.
- Akıllı, H., Kemahlı, F., Okudan, K., Polat, F. (2008). Ekolojik Ayak İzinin Kavramsal İçeriği ve Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde Bireysel Ekolojik Ayak İzi Hesaplaması. *Akdeniz Üniversitesi, İİBF dergisi*, 8 (15), 1-25.
- Altıparmak, A., Avcı, Z. (2011). Uluslararası Ticaret, Ekolojik Ayak İzi ve Türkiye. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(2): 35-45.
- Apaydın, Ş. (2020). Küreselleşmenin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkileri: Türkiye Örneği. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(1): 23-42.
- Balezantis, T., Siksnelyte-Butkiene, I., Ramanauskė, N., Streimikiene, D., Coluccia, B. (2022). Disentangling the sources of Dynamics in the agricultural output of the BRIICS and EU countries: The ecological footprint perspective with Shapley value decomposition. *Journal of Cleaner Production*, 346: 131198.
- Coşkun, I. Ç., Sarıkaya, R. (2014). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Düzeylerinin Belirlenmesi, *Turkish Studies*, 9(5): 1761-1787.
- Durukaya, F. (2022). Ekolojik Ayak İzi Konusunda Yapılan Lisansüstü Tezlerin Analizi. *Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 5(2): 166-184.
- Eren, B., Aygün, A., Chabanov, D., Akman, N. (2016). Mühendislik Öğrencileri Ekolojik Ayak İzinin Belirlenmesi. *ISEM2016*, 3rd

³ Ekolojik ayak izinin azaltılması sürecinde sadece bireylere değil büyük ölçekte üretim yapan şirketlere de ciddi sorumluluklar düşmektedir.

International Symposium on Environment and Morality, 4-6 November 2016, Alanya – Turkey.

Eren, Ö., Parlakay, O. P., Hilal, M. & Bozhüyük, B. (2017). Ziraat Fakültesi akademisyenlerinin ekolojik ayak izinin belirlenmesi: Mustafa Kemal Üniversitesi örneği. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 34 (2), 138-145.

Freitas, L.C., Kaneko, S (2011). Decomposing the decoupling of CO₂ emissions and economic growth in Brazil. *Ecological Economics*, 70(8): 1459-1469.

GFN – Global Footprint Network, 2022. Country trends on ecological footprint and bio-capacity. <https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=5001&type=BCtot,EFctot>, Last access – April, 2022.

GFN – Global Footprint Network, 2012. Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Raporu. https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/turkiyenin_ekolojik_ayak_izi_raporu.pdf?1412/turkiyeninekolozikayakizibilancosu Last access – April, 2022.

Günal, N., Işıldar, G. Y., Atik, A. D. (2018). Üniversite Öğrencilerinin Ekolojik Ayak İzi Azaltılması Konusundaki Eğilimlerinin İncelenmesi. *Türk Bilim Araştırma Vakfı Dergisi*, 11 (4), 34-46.

Gökmenoğlu, K., Taşpınar, N, Rahman, M (2021). Military expenditure, financial development and environmental degradation in Turkey: A comparison of CO₂ emissions and ecological footprint. *International Journal of Finance & Economics*, 26: 986–997.

Kaypak, Ş. (2013). Ekolojik Ayak İzinden Çevre Barışına Bakmak. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 154-159.

Keleş, Ö., Uzun, N. & Özsoy, S. (2008). Öğretmen Adaylarının Ekolojik Ayak İzlerinin Hesaplanması ve Değerlendirilmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 9 (2), 1-15.

Keleş, Ö. (2011). Öğrenme Halkası Modelinin Öğrencilerin Ekolojik Ayak İzlerini Azaltmasına Etkisi, *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (3), 1143-1160.

Lai, S., Eladawy, A., Sha, J., Li, X., Wang, J., Kurbanov, E., Lin, Q. (2022). Towards an integrated systematic approach for ecological maintenance: Case studies from China and Russia. *Ecological Indicators*, 140:108982.

Lise, W. (2006). Decomposition of CO₂ emissions over 1980–2003 in Turkey. *Energy Policy*, 34: 1841-1852.

Mızık, E. T., Avdan, Z. Y. (2020). Sürdürülebilirliğin Temel Taşı: Ekolojik Ayak İzi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(2): 451-467.

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development (2002). Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth. Sustainable Development. SG/SD (2002) 1/Final. Website: <http://www.oilis.oecd.org/oilis/2002doc.nsf/LinkTo/sg-sd> (2002).

Özgen, U., Aksoy, A. B. (2017). Tüketicilerin Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Düzeyleri (Ankara İli Örneği). *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi*, 52 (3) :46-65 *Third Sector Social Economic Review*, 52(3) :46-65.

Özsoy, C. E. & Dinç, A. (2016). Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekolojik Ayak İzi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar* (619), 35-55.

Pata, U. K. (2021). Linking Renewable Energy, Globalization, Agriculture, CO₂ Emissions and Ecological Footprint in BRIC Countries: A Sustainability Perspective. *Renewable Energy*, 173: 197-208.

Rüstemoğlu, H. (2019). Factors Affecting Germany's Green Development over 1990-2015: A Comprehensive Environmental Analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(7): 6636-6651.

Rüstemoğlu, H. (2021a). Türkiye'de Konut Sektörü, Ticari Hizmetler ve Kamu Hizmetlerinin CO₂ Emisyonlarının 1990-2017 Dönemi için İncelenmesi. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 21(1): 56-67.

Rüstemoğlu, H. (2021b). Environmental analysis of Turkey's aggregated and sector-level CO₂ emissions. *Environmental Science and Pollution Research* (28):63933–63944.

Sharif, A., Tüzemen, Ö. B., Uzuner, G., Öztürk, İ., Sinha, A. (2020). Revisiting the role of renewable and non-renewable energy consumption on Turkey's ecological footprint: Evidence from Quantile ARDL approach. *Sustainable Cities and Society*, 102138.

Tiwari, A. K., Kocoglu, M., Bandy, U. J., Awan, A. (2022). Hydropower, Human Capital, Urbanization and Ecological Footprints Nexus in China and Brazil: Evidence from Quantile ARDL. *Environmental Science and Pollution Research*, 29: 68923-68940.

Tosunoğlu, B, T. (2014). Sürdürülebilir Küresel Refah Göstergesi Olarak Ekolojik Ayak İzi. *Hak-İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 3(5), 132-149.

Tuna, G. (2022). The Impact of Biomass Energy Consumption on CO₂ Emission and Ecological Footprint: The Evidence from BRICS countries. *International Journal of Environmental Research*, 16:56.

Wackernagel, M., Rees, W. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, New Society Publishers, Canada.

World Bank (Dünya Bankası) – World Development Indicators (Dünya Kalkınma Göstergeleri), 2022. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> Last access - April, 2022.

Yurtkuran, S. (2020). N11 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yakınsaması: Fourier Durağanlık Testinden Yeni Kanıtlar. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(2) 2020, 191-210.

Zhang, Z. (2000). Decoupling China's carbon emissions increase from economic growth: an economic analysis and policy implications. *World Development*, 28(4), 739–752.