

# Ekolojik Açıklıkta Avrasya Ekonomik Birliği'nin Durumu: Fourier Birim Kök Testi

## The Situation of the Eurasian Economic Union in Ecological Openness: Fourier Unit Root Test

Asst. Prof. Dr. Gözde Bozkurt [ID 0000-0001-8413-1099](#)

Prof. Dr. Volkan Öngel [ID 0000-0001-8881-2465](#)

Asst. Prof. Dr. İsmail Erkan Çelik [ID 0000-0002-2274-0750](#)

### Abstract

Stationarity analysis, used to discern whether shocks in environmental indicators are temporary or permanent, is crucial for assessing the impacts of environmental policies and devising appropriate strategies for sustainable economic growth. Ecological deficit arises when a community's footprint surpasses its available biological capacity, serving as a comprehensive environmental indicator of demand and supply. In this context, Eurasian economies, with a higher tendency to overlook ecological considerations in growth policies than Western economies, were examined. Data from 1992-2022 for the official member countries of the Eurasian Economic Union (Russia, Belarus, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Armenia) and Turkey, which participates in projects to bolster regional cooperation, were analyzed using the Global Footprint Network data. Given the decreasing number of sustainable living spaces due to environmental degradation, it's crucial to investigate the stochastic properties of ecological openness in these countries. Therefore, stationarity analysis was conducted using Augmented Dickey-Fuller and Fourier Augmented Dickey-Fuller unit root tests. Based on the Fourier ADF test results, unit root was only detected in Kazakhstan and Kyrgyzstan, indicating the potential permanence of environmental shocks and policies in these countries. For instance, the Eurasian Economic Union has initiated steps towards regional energy integration and sustainable energy production by supporting renewable energy projects like Kyrgyzstan's Kambarata Hydroelectric Power Plant. However, considering hydroelectric plants' potential ecological footprint impacts, thorough environmental impact assessments and sustainable management strategies are imperative.

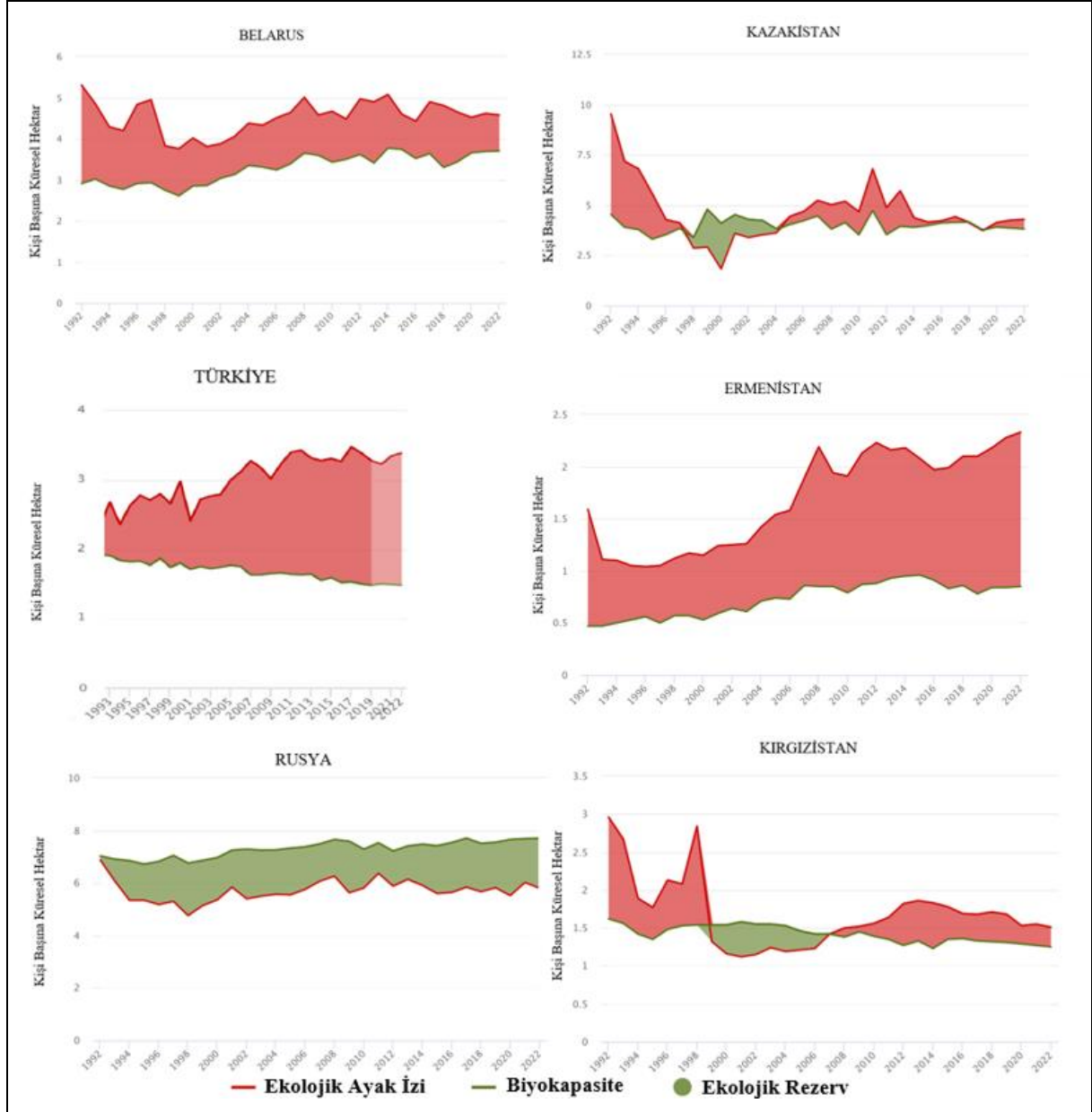
### 1 Giriş

İklim değişikliği belirtilerinin son yıllarda artması ve küresel ısınma konseptinin daha fazla gündeme gelmesi, çevre bilincinin artmasına önemli katkılarda bulunmuştur. 2015'te gerçekleştirilen Paris Konferansı'nda, küresel ısınma ve iklim değişikliği ele alınarak; ortalama küresel sıcaklıkta 2°C'nin üzerine çıkılmaması ve ayrıca endüstri öncesi döneme göre en fazla 1,5°C derece artışla sınırlı tutulması hedeflenmiştir. Ancak, son yüzyılda küresel ısınmanın arttığı gözlemlenmiş; gelecek 100 yıl içinde ise bu artışın 1,1 ila 6,4°C arasında olabileceği de tahmin edilmektedir (IPCC, 2007). Global Footprint Network (GFN) tarafından geliştirilmiş bir ölçüt olan *ekolojik ayak izi*; insanlar tarafından doğal kaynakların ne kadar kullandığı ve doğaya ne kadar sahip olduğu ölçmektedir. Ekolojik ayak izi, bir topluluğun tüketim alışkanlıkları ve kaynakları emme kapasitesi arasındaki dengesizliği gösteren bir hesaplama. Bu hesaplama, bir topluluğun tükettiği doğal kaynakları ve bu kaynakların geri dönüşümü için gereken ekolojik kaynakları belirlemektedir. Tüketim tarafında, ekolojik ayak izi, bitki bazlı gıdalar, hayvancılık ürünleri, orman ürünleri ve kentsel altyapı gibi tüketilen kaynakları hesaplar; üretim tarafında ise bir bölgenin doğal kaynakların verimliliğini ve yenilenebilirliğini temsil eden biyolojik kapasite hesaplanmaktadır. Küresel hektar cinsinden ölçülmekte; bir ülkenin ekolojik ayak izi genellikle biyolojik kapasiteyle karşılaştırılmaktadır (GFN, 2024). Aradaki fark, *ekolojik açık* ya da *ekolojik fazla* olarak isimlendirilmektedir (Rugani vd., 2014:294). Ekolojik fazla olması durumunda, doğal kaynaklar verimli bir şekilde kullanılmakta ve ekosistem dengede kalmaktadır (GFN, 2024).

Ekolojik açığın oluşumunda ana etken, belirli bir nüfusun doğal kaynak talebinin, o nüfusun biyolojik kapasitesini aşmasıdır. Diğer bir deyişle, bir bölgenin biyolojik kapasitesi, o bölgedeki nüfusun doğal kaynak talebini karşılayamadığında, ekolojik açık meydana gelmektedir. Bunun tam tersi durumda ise, bir bölgenin biyolojik kapasitesi, nüfusunun doğal kaynak talebini karşılamaktan fazla olduğunda, ekolojik rezerv mevcut olmaktadır. Bu durumda, bölgesel veya ulusal bir ekolojik açık varsa, o bölgenin doğal kaynaklarını dışarıdan ithal ettiği veya ekolojik varlıklarını harcadığı anlamına gelmektedir. Ayrıca, ekolojik açıklık genellikle ticaret yoluyla telafi edilemez ve uzun vadede ekolojik aşım gibi durumları tetikleyebilmektedir (Özdemir ve Çevikalp, 2021:822).

Dünya genelinde, fosil yakıt rezervlerinin azalması ve çevre kirliliğinin artması gibi önemli sorunlar, ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yönelik çözümler aramaya itmiştir. Bu durum, enerji politikalarının çevresel etkileri azaltmayı ve enerji ihtiyaçlarını daha sürdürülebilir bir şekilde karşılamayı amaçlayan bir yöne evrilmesine yol açmıştır. Ancak, çevresel etkiler sadece ülke sınırlarını aşan karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, komşu ülkelerin dinamiklerinden etkilenme ve ortak çevresel politikaların gerekliliği önem kazanmaktadır. Buradan

hareketle çalışmada; batı ekonomilerine göre büyüme politikası uygulamalarında ekolojik yapının göz ardı edilme eğiliminin nispeten daha fazla olduğu, “coğrafi bölge esasına” göre oluşturulmuş Avrasya ekonomik birlikteliğinin incelenmesi hedeflenmiştir. Avrasya bölgesinin durumuna bakıldığında; bölgenin genel anlamda iyi bir doğal kaynak donanımına sahip olduğu; ancak ekolojik ayak izi ve biyokapasite değerleri doğal kaynağın kullanımı ve sürdürülebilirlik bakımından bölgenin önemli bir risk altında olduğuna da işaret etmektedir. Ayrıca Avrasya’da stratejik öneme sahip bir ülke olarak bölgesel işbirliği ve ticaret ilişkileri açısından bu ülkelerle ekonomik ve politik ilişkiler geliştiren Türkiye’de çalışma kapsamında dâhil edilmiştir.



**Şekil 1.** Ekolojik Ayak İzi ve Biyokapasite (kişi başına gha / 1992-2022) *Kaynak: Global Footprint Network. (2024, Nisan).*

Rusya hariç diğer ülkelerde ekolojik ayak izi değerlerinin biyokapasite değerlerinden daha yüksek olduğu; dolayısıyla da sürdürülebilirlik sınırının aşıldığı gözlemlenmektedir. Rusya'nın sürdürülebilirlik sınırını aşmamasının temel nedeni ise sahip olduğu geniş toprak alanıdır. Toprak büyüklüğü, bir ülkenin biyokapasitesinin belirlenmesinde önemli bir faktördür. Buna göre diğer ülkelerin sürdürülebilirlik bakımından daha çok risk taşıdığı ve Kırgızistan ile Kazakistan'da da varyasyonun yüksek olduğu görüldüğünden çevresel sürdürülebilirlik açısından dengenin sağlanması ve doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması gerekliliği vurgulanmaktadır. Kaynak aşımı sonuçları, gezegen ve insan sağlığı ile geleceği için endişe verici bir durumdur. Bu bağlamda, iyileştirici çevresel politikaların belirlenmesinde, ekolojik fazla ile açık bulunan ülkelerdeki sürdürülebilirlik durumu, çevresel stokastik yakınsama açısından değerlendirilmektedir (Niccolucci vd., 2012: 25).

Çevre ekonomisi literatürüne bakıldığında son yıllarda farklı araştırma konuları yer aldığı; bunlardan bir tanesinin de durağanlık analizi olduğu görülmektedir (Yılancı vd., 2019: 270). Bu analiz, incelenen serilerde meydana gelen şokların kalıcı mı ya da geçici mi olduğunun belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmakta olup; literatürde CO2 emisyonu, sülfürdioksit ve nitrojenoksit (NO2) ve uçucu organik bileşenleri gibi çeşitli çevresel faktörler aracılığıyla ele alınmıştır (Bernard ve Durlauf, 1995; List, 1999; Carrioni Silvestre vd., 2009; Ulucak ve Lin, 2017; Gil-Alana ve Solarin, 2018). Durağanlığın sınanması, çevresel yakınsama yoluyla ülkelerin ekolojik sürdürülebilirlik durumuna dair değerli bilgiler sağlamaktadır. Ancak genel itibarıyla çevresel kirlilik üzerine yapılan araştırmaların genellikle karbondioksit emisyonlarını bir gösterge olarak kullandığı görülmektedir (Salahuddin vd., 2015; Pata, 2018: 773). Bu çalışmada, ekolojik açıklık göstergesinin durağanlık durumu sınanmaktadır. Son yıllarda gösterge olarak ekolojik ayak izi değişkeniyle yapılan ampirik analizlerin arttığı ancak yine de kısıtlı kaldığı ve ekolojik açıklığın da ele alınmasıyla literatüre katkı sağlanması hedeflenmektedir. Ayrıca, geleneksel yaklaşımların aksine, Fourier birim kök testlerinin çok az kullanıldığı gözlemlenmiştir. Dickey-Fuller birim kök testine Fourier dönüşümü uygulayarak zaman serilerindeki yapısal kırılmaları tespit etmek için kullanılan bu test; geleneksel birim kök testlerine göre daha güçlü bir yapısal kırılma tespit yeteneğine sahiptir. Dolayısıyla, ekolojik açıklık gibi karmaşık ve dinamik sistemlerin analizinde yapısal durumun doğru şekilde tespit edilmesi oldukça önemlidir. Bu da daha etkili çevre politikalarının oluşturulmasına yardımcı olabilecektir.

## 2 Kavramsal Çerçeve

29 Mayıs 2014'te Rusya, Belarus ve Kazakistan liderleri tarafınca imzalanarak siyasi ve ekonomik bir birliğin temelleri atılan Avrasya Ekonomik Birliği (AEB) temel görevi; ülkeler arası iktisadi işbirliğinin artırılması ve etkinleştirilmesidir. AEB'nin kapsadığı coğrafi alan, demografik yapı, ekonomik güç ve enerji kaynakları, uluslararası düzenin yeniden yapılanması üzerinde; özellikle de tek kutupluğun sona ermesinden sonra belirleyici bir etkiye sahiptir (Koçer ve Gökten, 2021:1471). Birliğin toplam yaklaşık 180 milyon nüfusuyla, üye ülkelerin ekonomilerine önemli kaynaklar sağlaması beklenmektedir. Aynı zamanda, Avrasya bölgesinin enerji, petrol ve petrol ürünleri üretiminde mevzuat sınırlamalarını aşarak ortak bir pazara geçilmesi, ilk on yıllık hedefler arasında yer almaktadır. Birliğin temel hedefi, ortak ekonomik pazarın ve gümrük birliğinin kurulması ve küresel ekonomik sistemle bütünleşmenin sağlanmasıdır (Naryshkin, 2008:15). Birlik *ulaşım* alanında; ortak tarifelerin belirlenmesi, gümrük işlemlerinin kolaylaştırılması, yük taşımacılığının artırılması ve ortak kurumların kurulması hedeflenmektedir. Orta Asya'nın hidroenerji potansiyelinin bölgesel düzeyde rasyonel kullanımının sağlanması, su ve enerji kullanımındaki sorunların çözülmesi ile Ortak Enerji Pazarı'nın oluşturulması gibi önlemlerle işbirliğinin güçlendirilmesi amaçlanmaktadır. *İş gücü göçü* alanında; göç eden iş gücünün sosyoekonomik güvenliğinin sağlanması, sorunların çözülmesi ve denetimi ön plandadır. Son olarak, *sanayi ve tarım sektörlerinde*, politikaların uyumlaştırılması ve gerekli kurumsal yapının oluşturulması hedeflenmektedir. 2007'de üye ülkeler arasında Ortak Gümrük Birliği için hukuki temel atılarak; ikili anlaşmalar aracılığıyla serbest ticaret yapılmakta, ortak gümrük tarifesi belirlenmiş ve uygulanmaktadır (Tokaev, 2007: 12). Ayrıca üyelerin gümrük yasaları standardize edilmektedir (Avrasya Ekonomik Topluluğu Parlamentoları Assamblesi, 2007:58).

Kırgızistan üzerinden birliğin sağladığı avantajlar örneklendirilecek olursa; Kambarata Hidroelektrik Santrali'nin inşası için yol haritasının imzalanmasıyla, Kırgızistan'ın en büyüğü olarak nitelendirilen Kambarata Hidroelektrik Santrali'nin Orta Asya ülkelerine enerji sağlaması ve bölgenin su ihtiyacının dengelenmesinin sağlanması beklenmektedir (Liter, 2023). Kazakistan ve Kırgızistan'ın enerji departmanlarının başkanları, Kambarata HES-1'in ortak inşaatının tamamlanmasının ardından Kambarata HES-1'in Kırgızistan'daki en büyük enerji santrali olmasını beklediklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca Dünya Bankası'na göre fizibilite çalışmasının güncellenmesinin yaklaşık dokuz ayı alacağı ifade edilen projenin (Новости Казахстана, 2023) yıllık net kârının yaklaşık 230 milyon dolar olması öngörülmektedir (Economist, 2023). Rusya'nın Kırgızistan'da mevcut petrol, doğalgaz ve hidroelektrik santrallerine yapmış olduğu yatırımlar, tarım ürünlerinin gümrük birliği sayesinde engelsiz şekilde ihraç edilmesi imkânı ve 500 bini aşkın göçmen işçinin Rusya ve Kazakistan'da daha elverişli koşullarda istihdam edilmesi gibi avantajlar öne çıkmaktadır. Kırgızistan ve Kazakistan, uzun süredir birbirlerine destek veren, ticari anlaşmaları olan ve bölgedeki istikrarın sağlanmasında önemli rol oynayan aktörlerdir. İki ülke de son yıllarda gelişen ikili ilişkilerin bir sonucu olarak Kambarata HES-1'in kurulması ve yenilenebilir enerji alanlarında ortak paydada buluşmayı hedeflemektedirler. Ancak, hidroelektrik santrallerinin ne kadar çevreci ve yeşil enerji kaynağı olduğu konusu hala tartışmalıdır (Gunkel, 2009).

### Ekolojik Ayak İzi & Biyoçeşitlilik ve Hidroelektrik Santralleri:

**Arazi Kullanımı:** Hidroelektrik santralleri için su rezervuarları oluşturulmasında geniş arazi alanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu, ekosistemlerin tahrip edilmesine ve doğal yaşam alanlarının kaybedilmesine neden olabilmekte ve ekolojik ayak izini artırabilmektedir.

**Habitat Kaybı:** Geniş arazi ihtiyacı nedeniyle hayvan türlerinin habitatlarının kaybolmasına ve nesillerinin tehlikeye girmesine neden olabilmektedir.

**Metan Emisyonları:** Rezervuarlarda organik madde çürümesi sonucu metan gazı salınımı olabilmekte ve metan, sera gazı etkisi yüksek bir gaz olduğundan iklim değişikliği üzerinde olumsuz etkilere sahip, ekolojik ayak izini artırıcı bir unsurdur.

**Ekosistem Alterasyonu:** Rezervuar oluşturma ve suyun akış yönünün değiştirilmesi, yerel ekosistemlerin yapısını ve işleyişini değiştirebileceğinden biyoçeşitliliği azaltabilmekte ve ekolojik ayak izini artırabilmektedir.

**Balık Göçleri ve Yerel Türler:** Barajlar ve hidroelektrik santralleri, suyun akışını değiştirerek balık göçlerini engelleyebilmekte ve yerel balık türlerinin popülasyonlarını azaltabilmektedir.

**Su Kalitesi ve Ekosistem Sağlığı:** Hidroelektrik santralleri, su akışını ve sıcaklığını değiştirerek yerel ekosistemlerin sağlığını ve su kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir.

Sonuç olarak, hidroelektrik santralleri, enerji üretiminde temiz ve yenilenebilir bir kaynak olarak önemlidir. Ancak, bu tesislerin inşaatı ve işletilmesi, ekolojik ayak izini artırarak, biyoçeşitliliği olumsuz etkileyebilecektir. Bu nedenle benzeri bölgesel projelerinin planlanması, uygulanması ve işletilmesi aşamasında çevresel etkilerin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi ve sürdürülebilir yönetim stratejilerinin benimsenmesi önemlidir.

### 3 Metodoloji

Fourier analizi, bir zaman serisinin frekans bileşenlerini ortaya çıkarmak için kullanılan güçlü bir matematiksel araçtır. Herhangi bir periyodik ya da periyodik olmayan sinyali bir dizi sinüs ve kosinüs dalgası olarak temsil etmektedir. Bu analiz, sinyal işleme, görüntü işleme ve frekans analizi gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Fourier dönüşümü, zamana göre değişen bir sinyalin frekans bileşenlerini ayırırken, Fourier serisi periyodik sinyallerin ayrıştırılmasında kullanılmaktadır. Enders ve Lee (2012) tarafından geliştirilen Esnek Fourier ADF Birim Kök Testi (FADF), Fourier fonksiyonunu kullanarak birim kök testini geliştirerek sunmuştur. Bu testin temel mantığı, değişkenlerdeki kırılmaları ve asimetrik ilişkileri tespit etmek için trigonometrik terimlerin kullanılmasıdır. Ayrıca testin ayarlama sürecinde asimetrik ilişkilerde analize dâhil edilmekte, bu da Perron (1990), Zivot-Andrews (1992) ve Bai-Perron (2003) testlerine alternatif bir yaklaşım sunmaktadır (Christopoulos ve Leon-Ledesma, 2011). Fourier ADF testi avantajı, serilerdeki kırılma sayısının, yerlerinin ve formunun önceden tespit edilmesine ihtiyaç duymadan analiz edilebilmesidir. Bu, zaman serilerinin daha esnek ve kapsamlı bir şekilde incelenmesine olanak tanımaktadır. Denklem 1’de,  $k$ , frekans değerini;  $T$ , gözlem sayısını;  $t$ , trendi ifade etmek üzere;

$$y_t = \alpha_0 + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \varepsilon_t \quad (1)$$

optimal frekans sayısı Enders ve Lee (2012) tarafından, minimum kalıntı kareler toplamı (KKT) aracılığıyla elde edilebileceği ifade edilmiştir. Denklem 2’de,  $KKT_0$ , trigonometrik terimlerin yer almadığı modelin ve  $KKT_1$ , minimum kalıntı kareler toplamını,  $q$ , değişken sayısını ifade etmek üzere;

$$F_i(k) = \frac{(KKT_0 - KKT_1(k))/2}{KKT_1(k)/(T-q)} \quad (2)$$

Hesaplanan F-istatistiği Enders ve Lee (2012) makalesinde yer alan kritik değerler ile karşılaştırılmaktadır. FADF testinde temel hipotez serilerde birim kökün varlığını; alternative hipotez ise serilerin durağanlığını ifade etmektedir. Ancak bunun yanı sıra testte trigonometrik terimlerin istatistiksel anlamlılığı da oldukça önemlidir. Durağan bulunan serilerde trigonometrik terimlerin istatistiksel olarak anlamsız olması durumunda geleneksel ADF testi, FADF testine göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir.

### 4 Veri Seti

Çalışmada Avrasya Ekonomik Birliği resmi üye ülkeleri (Rusya, Belarus, Kazakistan, Kırgızistan, Ermenistan) ve bölgesel işbirliğini güçlendirme projelerinde yer alan Türkiye için 1992-2022 döneminde Global Footprint Network aracılığıyla elde edilen yıllık frekanslı veriler incelenmiştir. Bir bölge veya ülkenin biyolojik kapasitesi ile ekolojik ayak izi arasındaki fark olarak tanımlanan ekolojik açıklık hesaplanarak ele alınan ülkeler bağlamında analiz edilmiştir.

Değişken	Ülke	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Ekolojik Açıklık	Rusya	1.5875	0.3817	0.1512	2.1401
	Belarus	-1.2533	0.3754	-2.3980	-0.8372
	Kazakistan	-0.6256	1.4671	-4.9965	2.2728
	Kırgızistan	-0.2663	0.4662	-1.3429	0.4573
	Ermenistan	-0.9593	0.3245	-1.4797	-0.4747
	Türkiye	1.3403	0.4518	-0.4360	1.9445

**Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler**

Tablo 1’de verilen ortalamalara göre; Rusya’nın yüksek biyoçeşitlilik kapasitesi ile nispeten düşük ekolojik ayak izi, ülkenin doğal kaynakları sürdürülebilir bir şekilde kullandığına işaret etmektedir. Bu durum, Rusya’nın geniş

arazisi ve doğal kaynaklarına dayalı ekonomisi ile uyumlu olarak değerlendirilmektedir. Standart sapma değerleri incelendiğinde; Kazakistan'ın biyoçeşitlilik kapasitesi ile ekolojik ayak izi arasında büyük bir varyasyon olduğu görülmekte; ilgili bulgu Şekil 1'de verilen bulgularla örtüşmektedir. Ayrıca tanımlayıcı istatistikler, Ermenistan ve Kırgızistan'da doğal kaynakların aşırı tüketildiği ve çevresel stres altında olduğunu düşündürmektedir.

## 5 Bulgular

Literatürde küçük örneklerde en yüksek güç değerine sahip olduğunun ve diğer Fourier testlerine kıyasla örneklem büyüklüğü arttıkça testin gücünün çok daha az hassasiyet gösterdiğinin tespit edilmesi nedeniyle çalışmada FADF testi örneklem büyüklüğü nedeniyle de tercih edilmiştir (Aydın, 2019:116). FADF testini uygulamadan önce kalıntı kareleri toplamını minimum yapan  $k$  değerleri belirlenmiştir.

Ülke	$\hat{k}$	Min. KKT	FADF	$\hat{F}_k$	ADF t-istatistik	Karar $H_0$ : Birim kök vardır
Rusya	5	1.1103	-4.9001	25.9991*		$H_0$ ret
Belarus	3	1.5691	-3.7010	8.1365*		$H_0$ ret
Kazakistan	2	7.4019	-2.3102	26.5660*		$H_0$ reddedilemez
Kırgızistan	1	2.2894	-3.3903	11.2541*		$H_0$ reddedilemez
Ermenistan	2	0.2615	-0.6924	7.2926	-5.030935(0)*	$H_0$ ret
Türkiye	1	0.7215	-0.9880	3.3633	-3.878529(0)*	$H_0$ ret

Not: %5 anlamlılık düzeyine göre kritik değerler FADF birim kök testinde (k=1) -3.81; (k=2) -3.27; (k=3) -3.07; (k=5) -2.93; F-testi için 7.58 şeklinde ve \* simgesi %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir. ADF testinde optimal gecikme uzunluğu (parantez içerisindeki değerler) Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiş olup; kritik değer -3.5683 şeklindedir.

Tablo 2. FADF & ADF Birim Kök Testi Sonuçları (Sabit Terimli)

FADF birim kök testine göre Rusya ve Belarus için hesaplanan test istatistiklerinin kritik değerlerden mutlak değer olarak büyük olması nedeniyle temel hipotez reddedilmektedir. Ekolojik açıklık serilerinin diğer ülkelerde ise birim kök içerdiği yani iraksama olduğu belirlenmiştir. Ancak trigonometrik terimlerin Ermenistan ve Türkiye kapsamında istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmüştür. Bunun akabinde, trigonometrik terimlerin istatistiksel olarak anlamsız çıktığı serilere ADF birim kök testi uygulanarak; Ermenistan ve Türkiye'nin ekolojik açıklık serilerinin durağan olduğu tespit edilmiştir. Bu durum genel olarak değerlendirildiğinde; Kazakistan ve Kırgızistan'da ekolojik açıklıkta meydana gelen şoklar ve çevresel kirliliğin etkisinin kalıcı olduğunu ifade etmek mümkündür. Rusya, Belarus, Ermenistan ve Türkiye'de ise yaşanan şokların etkisinin geçici olduğu yani zaman içerisinde ortalama değerlerine dönme eğiliminde oldukları gözlenmiştir. Bu, çevresel etkilerin uzun vadede sürdürülebilir bir dengeye ulaşabileceğini ve ekonomik aktivitenin çevresel faktörlere uzun vadede uyum sağlayabileceğini göstermektedir.

## 6 Sonuç ve Değerlendirme

Avrasya Ekonomik Birliği üyesi ülkelerinden Kırgızistan ve Kazakistan'ın kişi başına ekolojik açıklık serilerinin birim kök içermesi, çevresel politikaların etkinliğini değerlendirmek, doğal kaynakların etkili ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını teşvik etmek, çevresel işbirliği ve farkındalığı artırmak için önemli bir göstergedir. Ekolojik açıklığın durağan olmaması, bu etkilerin kalıcı olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, çalışma kapsamında örnek verilen proje kapsamında değerlendirme yapılacak olursa;

- Su ve Enerji Kaynaklarının Sürdürülebilir Kullanımı:** Kazakistan ve Kırgızistan gibi Orta Asya ülkeleri, büyük hidroenerji potansiyeline sahiptir. Ancak, bu potansiyelin rasyonel ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması, su kaynaklarının yönetimi ve enerji üretimi açısından önemlidir. Birim kök tespiti, su kaynaklarının ve hidroenerji potansiyelinin dengeli ve etkili bir şekilde yönetilmesi gerektiğini göstermektedir. Kambarata HES-1'in tamamlanmasıyla birlikte, su ve enerji kaynaklarının sürdürülebilir ve dengeli bir şekilde kullanılması önem kazanmaktadır.
- Bölgesel İşbirliği ve Koordinasyon:** Kambarata HES-1 gibi büyük enerji projelerinin bölgesel enerji güvenliği, ekonomik entegrasyon ve su kaynaklarının yönetimi açısından bölgesel işbirliği ve koordinasyon gerektirdiği açıktır. Kazakistan ve Kırgızistan arasında, projenin çevresel ve sosyo-ekonomik etkileri üzerinde anlaşma sağlanması ve ortak stratejilerin belirlenmesi önemlidir.
- Enerji ve Su Arzının Stabilizasyonu:** Kambarata HES-1'in tamamlanmasıyla, Orta Asya ülkelerine elektrik ve su arzının stabilizasyonu sağlanması beklenmektedir. Ancak, projenin sürdürülebilirliği, çevresel etkileri ve ekonomik faydaları üzerinde dikkatli bir şekilde durulması gerektiği elde edilen bulgularla desteklenmektedir.

Sonuç olarak, su ve enerji kaynaklarının yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik ve bölgesel enerji işbirliği konularında stratejik ve kapsamlı yaklaşımların benimsenmesini gerektirmektedir. Avrasya Ekonomi Birliği'nin hedefleri doğrultusunda, bu ülkeler arasında işbirliği ve koordinasyonun artırılması, bölgesel enerji güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma için önemlidir. Bu doğrultuda da, bir Avrasya ülkesi ve tecrübeli, daha gelişmiş büyük bir ülkesi olan ve bölgesel kalkınma projelerinde de aktif olarak katılan Türkiye'nin bölgedeki ekonomik

entegrasyonu ve kalkınmayı desteklediğinden, çalışmadan elde edilen bulguların politika yapıcılar açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

### Kaynakça

- Avrasya Ekonomik Topluluğu Parlamentelerarası Assamblesi. (2007). *Evrasiyskaya İntegratsiya: Ekonomika, Pravo, Politika*, No:1, 58.
- Aydın, M. (2019). Üssel geçişli otoregresif modellere dayalı dalgaçık tabanlı birim kök testi önerileri [Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Bahsi Koçer, F. Ş., & Gökten, K. (2021). Avrasya Ekonomik Birliği: Oluşum, potansiyel ve sınırlılıklar. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(4), 1468-1485. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.932656>
- Bernard, A. B., & Durlauf, S. N. (1995). Convergence in international output. *Journal of Applied Econometrics*, 10, 97–108. <https://doi.org/10.1002/jae.3950100202>
- Carrion-i-Silvestre, J. L., Kim, D., & Perron, P. (2009). GLS-based unit root tests with multiple structural breaks under both the null and the alternative hypotheses. *Econometric Theory*, 25(6), 1754-1792.
- Christopoulos, D. K., & León-Ledesma, M. A. (2010). Smooth breaks and non-linear mean reversion: Post-Bretton Woods real exchange rates. *Journal of International Money and Finance*, 29(6), 1076-109.
- Economist. (2023, 7 Şubat). Россия готова профинансировать разработку ТЭО Камбар-Атинской ГЭС-1. [Haber makalesi]. <https://economist.kg/novosti/2023/02/07/rossiya-gotova-profinansirovat-razrabotku-teo-kambar-atinskoj-ges-1/>
- Enders, W., & Lee, J. (2012). The flexible Fourier form and Dickey–Fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117(1), 196-199.
- Gil-Alana, L. A., & Solarin, S. A. (2018). Have US environmental policies been effective in the reduction of US emissions? A new approach using fractional integration. *Atmospheric Pollution Research*, 9(1), 53-60.
- Global Footprint Network. (2024). Ecological footprint. <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>
- Global Footprint Network. (2024). Ecological footprint and biocapacity. <https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?type=BCpc,EFCpc&cn=5001>
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007-The Physical Science Basis*. In S. Solomon (Ed.), *Assessment Report 4 Climate Change 2007*. Cambridge University Press.
- List, J. A. (1999). Have air pollutant emissions converged among US regions? Evidence from unit root tests. *Southern Economic Journal*, 144-155.
- Liter. (2023, tarih yok). Kazakhstan, Kyrgyzstan ve Uzbekistan Sovmestno Postroyat HES [Haber makalesi]. <https://liter.kz/kazakhstan-kyrgyzstan-i-uzbekistan-sovmestno-postroi-at-ges-1673004481/>
- Naryshkin, S. E. (2008). EvrAzEs na Puti Uglubleniya İntegratsii. *Evrasiyskaya İntegratsiya: Ekonomika, Pravo, Politika*, No: 3, 15-18.
- Niccolucci, V., Tiezzi, E., Pulselli, F. M., & Capineri, C. (2012). Biocapacity vs ecological footprint of world regions: A geopolitical interpretation. *Ecological Indicators*, (16), 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.09.002>
- Özdemir, O., & Çevikalp, S. (2021). Fourier birim kök testleri temelinde ekolojik açık, ekonomik büyüme ve özel sektör kredilerinin analizi: Türkiye örneği. *Sosyal, Beşeri Ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(9), 815–832. <https://doi.org/10.26677/TR1010.2021.800>
- Pata, U. K. (2018). Renewable energy consumption, urbanization, financial development, income and CO2 emissions in Turkey: Testing EKC hypothesis with structural breaks. *Journal of Cleaner Production*, 187, 770-779.
- Rugani, B., Roviani, D., Hild, P., Schmitt, B., & Benetto, E. (2014). Ecological deficit and use of natural capital in Luxembourg from 1995 to 2009. *Science of the Total Environment*, 468, 292-301.
- Salahuddin, M., Gow, J., & Ozturk, I. (2015). Is the long-run relationship between economic growth, electricity consumption, carbon dioxide emissions and financial development in Gulf Cooperation Council countries robust? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 317-326.
- Tokaev, K. K. (2007). Gorizonty Sotrudnichestva. *Evrasiyskaya İntegratsiya: Ekonomika, Pravo, Politika*, No: 2, 11-14.
- Ulucak, R., & Lin, D. (2017). Persistence of policy shocks to ecological footprint of the USA. *Journal of Ecological Indicators*, (80), 337-343.

- Yilanci, V., Gorus, M. S., & Aydin, M. (2019). Are shocks to ecological footprint in OECD countries permanent or temporary? *Journal of Cleaner Production*, 212, 270-301.
- Yurtkuran, S. (2019). N11 ülkelerinde ekolojik ayak izi yakınsaması: Fourier durağanlık testinden yeni kanıtlar. *Uluslararası Ekonomi Ve Yenilik Dergisi*, 6(2), 191-210. <https://doi.org/10.20979/ueyd.681354>
- Новости Казахстана. (2023, 9 Haziran). Na aktualizaciyu TEO Kambar-Atinskoy HES-1 trebuyetsya 9 mesyatsev, — Minenergo [Haber makalesi]. [https://aqparat.info/news/2023/06/09/10533140-na\\_aktualizaciyu\\_teo\\_kambar-atinskoi\\_ges.html](https://aqparat.info/news/2023/06/09/10533140-na_aktualizaciyu_teo_kambar-atinskoi_ges.html)