



Nahar-Inder Tekniği ile Seçili Avrupa Ülkelerinde Kişi Başı

Karbondioksit Yakınsama Analizi

Convergence Analysis of Carbon Dioxide Per Capita through the Nahar-Inder Technique in Selected European Countries

Arş. Gör. Cihat KARADEMİR¹, Prof. Dr. Reşat CEYLAN²

Öz

Bu çalışmada iklim değişikliğinin başlıca nedeni olan CO₂ salınımlarının 17 Avrupa ülkesinde 1946-2019 dönemine ait verilerle yakınsama davranışı gösterip göstermediği incelenmiştir. Çalışmada ADF doğrusal birim kök testi, LNV (1998), KSS (2003) ve Sollis (2009) doğrusal olmayan birim kök testleri ve birim kök olması bile yakınsamaya izin veren Nahar-Inder (2002) tekniği kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, ADF testinde 12, LNV (1998) testinde 6, KSS (2003) testinde 10 ve Sollis (2009) testinde 9 ülke yakınsama davranışı sergilerken, Nahar-Inder (2002) tekniğine göre 17 ülkenin 16'sında yakınsama davranışı gözlemlenmiştir. Buradan hareketle Nahar-Inder (2002) tekniğinin birim kök testlerine göre daha güçlü sonuçlar verdiği söylenebilir. Bu tespit, fosil yakıt kullanımına bağlı çevresel bozulmaların önlemesine yönelik uluslararası anlaşmalara taraf olan ülkelerin ortak politikalar uygulayabilecekleri şeklinde değerlendirilebilir. Bu çerçevede iklim değişikliği ile mücadelede uluslararası anlaşmaların genişletilmesi ve yaptırım gücünü artıracak hüküm ve kurumların oluşturulması gerektiği çalışmanın politika önerisi olarak sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karbondioksit emisyonu, yakınsama hipotezi, doğrusal olmayan birim kök testleri, Nahar-Inder (2002) testi

Makale Türü: Araştırma

Abstract

In this study, it was examined whether CO₂ emissions, which are the main cause of climate change, show convergence behavior with data for the period of 1946-2019 in 17 European countries. In the study, ADF linear unit root test, LNV (1998), KSS (2003) and Sollis (2009) nonlinear unit root tests and Nahar-Inder (2002) technique which allows convergence even in the case of unit root were used. According to the findings obtained, 12 countries exhibited convergence behavior in ADF test, 6 in LNV (1998) test, 10 in KSS (2003) test and 9 in Sollis (2009) test, while convergence behavior was observed in 16 of 17 countries according to Nahar-Inder (2002) technique. Based on this, it can be said that the Nahar-Inder (2002) technique gives stronger results compared to unit root tests. This determination can be assessed in the form that countries that are parties to international agreements aimed at preventing environmental degradation related to the use of fossil fuels can implement common policies. Within this framework, it is presented as a policy proposal of the study that international agreements on combating climate change should be expanded and provisions and institutions that will increase the power of sanctions should be created.

Keywords: Carbon dioxide emission, convergence hypothesis, nonlinear unit root tests, Nahar-Inder (2002) test

Paper Type: Research

Giriş

¹Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, cihatk@pau.edu.tr

²Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, rceylan@pau.edu.tr

Atf için (to cite): Karademir, C. ve Ceylan, R. (2023). Nahar-Inder tekniği ile seçili Avrupa ülkelerinde kişi başı karbondioksit yakınsama analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(2), 534-551.

İnsanlığın varoluşundan itibaren bireyler, yaşamlarını devam ettirebilmek için gerekli olan ihtiyaçlarını ve enerjiyi doğayı kullanarak karşılamışlardır. Bu durum çevreyi etkilemekte, çevrenin etkilenmesi de bireylerin yaşamlarını etkilemektedir. Özellikle Sanayi Devrimi'yle birlikte insan gücüne dayalı üretimin yerini makine ve motorlara bırakması kömür ve petrol gibi enerji kaynaklarına olan talebi arttırmıştır. Kömür, petrol vb. gibi fosil kaynakların kullanımını sonucu ortaya çıkan karbondioksit (CO₂), kükürtdioksit (SO₂) ve azot oksit (NO_x) gibi zehirli gazlar küresel ısınma ve iklim değişikliğine yol açmaktadır (Kumbur vd., 2005). CO₂ emisyonu, sera gazı emisyonlarının neredeyse %75'ini oluşturmaktadır. Karbon salınımları yüksek oranda artış göstermeye devam ederse, küresel sıcaklığın 1,5°C artmasına neden olabileceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle CO₂ emisyon artışı özellikle 2. Dünya Savaşı'ndan sonra politika yapımcıları açısından küresel anlamda öncelikli olarak çözülmesi gereken bir sorun haline almıştır (Khezri vd., 2022).

Küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunları ile ilgili küresel gelişmeler ilk olarak 20. yüzyılda dile getirilmiş, 1970 ve 1971 yıllarında yapılan iki konferans bu konuya olan ilginin artmasını sağlamıştır. Bunlardan ilki 1970 yılında Massachusetts'deki "Kritik Çevre Sorunları Çalışması (Study of Critical Environmental Problems - SCEP)" çalıştıydır. Bu çalıştıyda sanayi devriminden sonra artan CO₂ emisyonu üzerinde durulmuş ve bu durumun uzun dönemli etkilerinin ciddi sonuçlar doğurabileceği vurgulanmıştır. İkincisi 1971 yılında İsveç'in Wijk şehrinde toplanan "İnsanoğunun İklim Etkisi Üzerine Bir Çalışma (Study on Man's Impact on Climate – SMIC)" konferansıdır. Bu konferans sonucunda CO₂ emisyon artışı kaynaklı küresel ısınma ile tarımsal ve endüstriyel aerosollerin³ yol açtığı küresel soğumadan hangi etkinin daha yüksek olduğu sonucuna varılamamış, bu konuyla ilgili akademik çalışmaların artırılması gerektiği vurgulanmıştır (Engin, 2010).

1972 yılında Birleşmiş Milletler (BM) tarafından düzenlenen ve 113 ülkenin katıldığı Stockholm Konferansı, uluslararası ve bölgesel düzenlemelerle çevrenin korunması için atılan ilk adımdır. Stockholm Konferansı, küresel anlamda insanın çevre üzerindeki etkisini açıklamak amacıyla ortak bir bakış açısı oluşturmayı sağlamıştır. Bu konferans ile birlikte çevre yasalarının yapılması ve uygulanması gibi çevre sorunlarına ilişkin farkındalık küresel olarak artış göstermiş, birçok ülkenin çevre politikaları üzerinde etkili olmuştur. Stockholm Bildirisi sonrasında "Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)" oluşturulmuştur. Bu programla birlikte çevre konularıyla ilgilenen BM içerisinde yardımcı bir organ kurulmuştur. (United Nations, 1972; Handl, 2012).

1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization – WMO) tarafından düzenlenen Dünya İklim Konferansı'nda küresel ısınmanın önemi vurgulanmış, CO₂ emisyonunda meydana gelen artışların hem bölgesel hem de küresel düzeyde ciddi sonuçlara yol açabileceği vurgulanmıştır (WMO, 1979). Dünya İklim Programı (World Climate Programme – WCP) tarafından 1985 yılında Avusturya'nın Villach kentinde yapılan konferansta iklim değişikliği ile ilgili mevcut bilgilerden daha fazlasını sağlamak, iklim değişikliği hakkında bir konsensüs oluşturmak amaçlanmıştır. Ayrıca bu konferansta iklim değişikliği ile ilgili araştırmaların doğa bilimlerinin yanı sıra iktisadi ve sosyal araştırmaları da kapsar nitelikte olması gerektiği vurgulanmıştır (Paterson, 2013).

1988'de gerçekleşen Toronto Konferansı 48 ülkeden 300'den fazla bilim insanı, uluslararası kuruluşlar ve sivil toplum örgütlerinin katılımıyla gerçekleşmiştir. Konferansta hedef olarak CO₂ emisyonunun 2005 yılına kadar %20 azaltılması gerektiği belirlenmiştir (Gupta, 2010; Toronto Konferansı, 1988). WMO ve UNEP tarafından 1988 yılında kurulan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin öncelikli amacı iklim değişikliği hakkında objektif çalışmalar yapmaktır. Bu doğrultuda IPCC, 1990 yılından itibaren "Değerlendirme Raporları" adı altında iklim değişikliği konusunda bilgiler verilmektedir (Agrawala, 1998).

³ Bir gazda bulunan katı ve sıvı parçacıklar.

1992 yılında Rio de Janeiro’da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda imzalanan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, küresel ısınmanın etkilerinin azaltılması ve sera gazı salınım miktarının sınırlandırılması gibi konuları ele alması açısından uluslararası alanda atılan ilk ve en önemli adımı oluşturmuştur (United Nations, 1992). 1997 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nin III. Taraflar Konferansı’nda imzalanan Kyoto Protokolü, iklim değişikliği ve küresel ısınma ile mücadeleyi sağlamaya yönelik yapılan bir diğer anlaşmadır. Protokolü imzalayan ülkeler CO₂ ve sera gazına neden olan beş gazın salınımını azaltmak veya karbon ticareti yoluyla haklarını arttırmaya söz vermişlerdir (United Nations, 1997).

Aralık 2009 tarihinde Kopenhag’da küresel ısınma ve sera gazı salınım oranlarını azaltmak amacıyla gerçekleştirilen organizasyona Kopenhag Mutabakatı denilmektedir. Yasal ve bağlayıcı hükümlerin bulunmadığı anlaşmada küresel sıcaklık artışının 2°C altında tutulması hedeflenmiştir (United Nations, 2009). 30 Kasım – 13 Aralık 2015 tarihleri arasında Paris’te düzenlenen ve bugün 192 ülkenin taraf olduğu Paris İklim Anlaşması, 2050 yılı sonrasında sera gazı emisyonlarının sıfırlanacağını ifade eden ve küresel sıcaklık artışını 1,5°C’de sınırlandırmayı amaçlayan uzun dönemli hedefleri olan bir anlaşmadır (United Nations, 2015).

CO₂ emisyonu, küresel ısınma ve iklim değişikliği konusu yukarıda açıklandığı üzere çözümü beklenen önemli bir konu olarak varlığını sürdürmektedir. Ülkelerin CO₂ emisyon seviyelerinin incelenmesi ve bu yönde yapılacak çalışmalar, konunun çözüme kavuşması açısından önemli bir adım olacaktır. Bu sebeple yakınsama analizi çerçevesinde yapılacak çalışmalar, uluslararası anlaşmalara taraf ülkelerin CO₂ emisyonlarındaki değişim sürecinin ilgili anlaşmalar çerçevesinde gerçekleşip gerçekleşmediği konusunda fikir verecek ve çevre politikaları hakkında önermelerde bulunulmasına yardımcı olacaktır.

Bu çalışmanın amacı seçili Avrupa ülkelerinde 1946-2019 dönemine ait kişi başına CO₂ emisyonunun örneklem ortalamasına doğru yakınsama davranışı gösterip göstermediğini incelemektedir. Bu ülkelerin seçilme nedeni, ülkelere ait uzun dönemli serilerin elde edilebilir olması, yukarıda sunulan küresel anlaşmalara taraf olmaları ve görece olarak birbirine benzer gelişmişlik düzeyine sahip ülkeler olması gösterilebilir. Ayrıca son otuz yılda seçili 17 Avrupa ülkelerinin neden olduğu CO₂ salınımları, Avrupa ve Merkez Asya ülkelerinin neden olduğu CO₂ salınımlarının yaklaşık olarak %85’lik kısmını oluşturması, ilgili örneklemin seçilme nedenlerinden bir diğeridir (World Bank, Databank). Seçili 17 Avrupa ülkesinde kişi başı CO₂ salınımının örneklem ortalamasına doğru yakınsama davranışı sergileyip sergilemediğinin analizinde, örneklem dönemi boyunca ortaya çıkan siyasi, ekonomik ve toplumsal gelişmelerin ele alınan serilerde yaratacağı yumuşak yapısal kırılmaları dikkate alan doğrusal olmayan birim kök testlerinden, LNV (1998), KSS (2003), ve Sollis (2009) testleri ile ele alınan serilerde yakınsama çıkarımı yapmak için durağanlık şartına gerek duymayan Nahar-Inder (2002) testi kullanılmıştır. Bu doğrultuda çalışmanın devam eden kısmı şu şekilde dizayn edilmiştir; birinci bölümde literatür özeti açıklanmakta, ikinci bölümde kullanılacak yöntemler hakkında bilgi verilmekte ve veri seti tanımlanmakta, üçüncü bölümde uygulama ve sonuçlar ele alınmakta ve son bölümde elde edilen bulguların değerlendirilmesi yapılmaktadır.

1. Literatür Özeti

CO₂ salınımı, küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunun dünya gündeminde önemli bir yer edinmesiyle birlikte bu alanda yapılan çalışmalar da son yıllarda artış göstermiştir. Literatürde farklı dönemlere ait veri setleri ve farklı tahmin yöntemleri ile konuyu açıklamaya çalışan birçok çalışma bulunmaktadır. Aşağıda yer alan literatür özeti tablosunda sadece CO₂ emisyonu yakınsaması ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir. Bu çalışmalar şöyle özetlenebilir:

Tablo 1. Literatür zeti

Yazarlar	rneklem Dönemi	Metodoloji	lkeler	Sonuç
Heil ve Selden (1999)	1950-1992	IPS Panel Birim Kök Testi	135 lke	Yakınsama vardır.
Strazicich ve List (2003)	1960-1997	Panel Birim Kök Testleri ve Yatay Kesit Regresyonları	21 OECD lkesi	Yakınsama vardır.
Ezcurra (2007)	1960-1999	Parametrik Olmayan Yaklaşım	87 lke	Yakınsama vardır.
Barassi vd. (2008)	1950-2002	Panel Birim Kök Testi	21 OECD lkesi	Yakınsama yoktur.
Lee ve Chang (2008)	1960-2000	Panel SURADF Testi	21 OECD lkesi	7 ülke için yakınsama, 14 ülke için ıraksama vardır.
Romero-Avila (2008)	1960-2002	Yapısal Kırılmalı Panel Birim Kök Testleri	23 OECD lkesi	Yakınsama vardır.
Panopoulou ve Pantelidis (2009)	1960-2003	Phillips-Sul Kulüp Yakınsaması	128 lke	Periyodun ilk dönemlerinde yakınsama bulguları varken, periyodun son dönemlerinde belirli ülkeler için yakınsama vardır.
Jobert vd. (2010)	1971-2006	Bayesyen Tahmin Yöntemi	22 Avrupa lkesi	Yakınsama vardır.
Herrerias (2012)	1920-2007	Parametrik Olmayan Yaklaşım	25 AB lkesi	Yakınsama vardır.
Yavuz ve Yılcı (2013)	1960-2005	Non-lineer Panel Analiz ve TAR Birim Kök Testi	G-7 lkeleri	Petrol krizi durumunda ıraksama, diğer durumda yakınsama vardır.
Camarero vd. (2013)	1960-2008	Phillips-Sul Kulüp Yakınsaması	OECD lkeleri	Dört yakınsama kulübü vardır.
Apergis ve Payne (2017)	1980-2013	Phillips-Sul Kulüp Yakınsaması	50 ABD Eyaleti	Birden fazla yakınsama kulübü vardır.
Yu vd. (2018)	1995-2015	β Yakınsama ve Phillips-Sul Kulüp Yakınsaması	in'de Yer Alan 24 Endüstriyel Sektör	β koşullu yakınsama bulunmaktadır ve 20 sektör içi güçlü iki yakınsama kulübü vardır.
Haider ve Akram (2019)	1980-2016	Phillips-Sul Kulüp Yakınsaması	53 lke	Tüm rneklem için yakınsama yoktur. Doğal gaz kaynaklı emisyon için iki yakınsama kulübü ve kömür ve petrol kaynaklı emisyonlarda  yakınsama kulübü vardır.

Heil ve Selden (1999), 1950-1992 dönemine ait kişi başına düşen CO₂ emisyonu verilerinden hareketle 135 ülke için IPS panel birim kök testi kullanarak serilerin durağanlığını inceleyen ilk çalışmalardan birisini yapmışlardır. Yapısal kırılmaya izin verilerek yapılan uygulama sonucunda serilerin durağan olduğu, CO₂ emisyonu serilerinin yakınsama davranışı gösterdiği bilgisine ulaşılmıştır. Strazicich ve List (2003), panel birim kök testleri ve yatay kesit regresyonları yöntemlerini kullanarak 21 OECD lkesi için kişi başi CO₂ emisyonunun yakınsama davranışı gösterip göstermediğini, 1960-1997 dönemine ait verilerle incelemişlerdir. CO₂ emisyonlarının stokastik ve koşullu yakınsama davranışını inceledikleri çalışmalarında serilerin yakınsama gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. Ezcurra (2007), parametrik olmayan metodolojiyi kullanarak 1960-1999 periyoduna ait verilerle 87 ülke için kişi başi CO₂ emisyonlarının meknsal dağılımlarını analiz etmiştir. Elde edilen bulgular ülkeler arasındaki

CO₂ emisyonu farklılıklarının zamanla azaldığını göstermektedir. Barassi vd. (2008), 1950'den 2002'ye kadar 21 OECD ülkesi için CO₂ emisyonlarının yakınsamasını panel birim kök testi kullanarak inceledikleri çalışmada, kişi başı CO₂ emisyonlarının ilgili ülkeler içinde yakınsama göstermediği sonucuna ulaşmışlardır. Lee ve Chang (2008), SURADF yönteminin diğer çalışmalarda kullanılmadığını ve kesit bağımlılıklarını daha iyi ele alan sonuçlar verdiğini ileri sürerek 1960-2000 döneminde 21 OECD ülkenin CO₂ emisyonlarının yakınsama davranışı gösterip göstermediğini test etmişlerdir. Uygulama sonucunda 7 ülkenin yakınsama 14 ülkenin ıraksama gösterdiği sonucuna varmışlardır. Romero-Avila (2008), yapısal kırılmalara izin veren panel birim kök testi uygulayarak hem deterministik hem de stokastik yakınsama analizi yapmıştır. 1960-2002 dönemine ait veriler ışığında 23 OECD ülkesi için yapılan analiz sonucunda CO₂ emisyonu yakınsaması varlığı tespit edilmiştir. Panopoulou ve Pantelidis (2009), 1960-2003 dönemine ilişkin 128 ülke için farklı dengelere yakınsayan ülke örneklemelerini de gösteren Phillips-Sul kulüp yakınsama yöntemini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, periyodun ilk döneminde tüm örneklem için yakınsama varken, periyodun son döneminde belirli gruplar için kulüp yakınsaması vardır. Jobert vd. (2010), 1971-2006 dönemine ait 22 Avrupa ülkesi örneklemi için kişi başına CO₂ emisyonu yakınsamasını Bayesyen tahmin yöntemi kullanarak analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre ilgili örneklem için mutlak yakınsama tespit edilmiştir. Herrerias (2012), 1920-2007 dönemi verileri ile 25 Avrupa Birliği ülkesi için kişi başına CO₂ emisyonu yakınsamasının var olup olmadığını incelemiştir. Parametrik olmayan yaklaşım tekniğinin kullanıldığı çalışmada yazar, örneklemdeki her ülkenin ekonomik büyüklüğüne ve nüfusa göre dağılımına ağırlık vermektedir. Bütün etkenler hesaba katıldığında bile 1970 yılından sonra yakınsamanın hız kazandığı sonucuna varılmıştır. Yavuz ve Yılcı (2013), non-lineer panel analiz ve TAR birim kök testini uyguladıkları çalışmalarında 1960-2005 dönemi için G7 ülkelerinin kişi başına CO₂ emisyonlarının yakınsama davranışını analiz etmişlerdir. Yazarlar yaptıkları uygulama sonucunda petrol krizi yaşandığı durumda ıraksama, diğer durumda ise yakınsama davranışının gerçekleştiği sonucunu elde etmişlerdir. Camarero vd. (2013), Phillips-Sul kulüp yakınsaması tekniğini kullandıkları çalışmalarında, OECD ülkeleri için 1960-2008 dönemi verilerinden hareketle milli gelirin bir payı olarak CO₂ emisyon yakınsaması analizi yapmışlardır. Dört yakınsama kulübünün bulunduğu analizde örneklem içerisinde İtalya ve İspanya'nın yakınsama göstermediği sonucunu elde etmişlerdir. Apergis ve Payne (2017), ABD'deki 50 eyalet için 1980-2013 periyodunun kullanıldığı çalışmada kişi başına CO₂ emisyonlarını sektörlere ve fosil yakıt kaynağına göre Phillips-Sul kulüp yakınsaması tekniği kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda konut ve ticari sektörlerde her eyalet için iki kulüp yakınsaması, sanayi, ulaşım ve elektrik sektörleri ve kömür ve doğal gaz fosil yakıtları için üç yakınsama kulübü, petrol emisyonu için tam panel yakınsaması bulunmuştur. Yu vd. (2018), Çin'de yer alan 24 endüstriyel sektör için 1995-2015 verilerini kullanarak CO₂ emisyon yoğunluğu yakınsaması analiz yaptıkları çalışmada β yakınsama ve Phillips-Sul kulüp yakınsama uygulaması yapmışlardır. Yazarlar uygulama sonucunda β koşullu yakınsama ve 20 sektör için iki yakınsama kulübü bulmuşlardır. Haider ve Akram (2019), 53 ülke örneklemi için 1980-2016 dönemi verilerini kullanarak doğal gaz, kömür ve petrol ile ilgili olarak kişi başına CO₂ emisyonları yakınsamasını araştırmışlardır. Phillips-Sul kulüp yakınsaması tekniğinin kullanıldığı çalışmada tüm örneklem için yakınsama kanıtı bulunamamış, doğal gaz kaynaklı emisyon için iki yakınsama kulübü ve kömür ve petrolden kaynaklı emisyonlarda üç yakınsama kulübü bulunmuştur.

Yukarıda sunulduğu üzere CO₂ emisyonu yakınsaması hakkında yürütülen çalışmalar, kullanılan yöntem, seçilen dönem ve ele alınan örneklem açısından farklılık göstermiş ve bu farklılıklardan kaynaklı olarak bazı çalışmalarda yakınsama kanıtları bulunurken bazı çalışmalarda yakınsama ile ilgili kanıtlar bulunamamıştır. Yukarıda sunulan literatürden de anlaşılacağı üzere CO₂ yakınsama analizinde genellikle birim kök testleri ve kulüp yakınsama yönteminin kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada CO₂ emisyonu yakınsaması konusuna yeni bir bakış açısı getirmek amacıyla diğer çalışmalardan farklı olarak, seriler durağan olmasa bile

yakınsama hipotezinin geçerli olabileceğini söyleyen ve örneklem içi hareketliliği de gösteren Nahar-Inder testi, çalışmanın yöntemini oluşturmaktadır.

2. Yöntem ve Veri Seti

2.1. Ekonometrik Yöntem

Solow (1956), Swan (1956), Cass (1965) ve Koopmans (1965)'in büyüme teorilerine dayanan ve Neoklasik büyüme teorisinin temel çıkarımlarından birisi olan yakınsama hipotezi, özellikle 1980'li yıllardan itibaren uzun dönemli makroekonomik serilere erişimin kolaylaşması ve ekonometrik tekniklerin gelişmesiyle iktisadi büyüme literatüründe yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Sala-i Martin, 1996).

Yakınsama hipotezi, belli varsayımlar altında⁴, düşük gelirli ülkelerde sermaye faktörünün kıt olması sebebiyle sermayenin marjinal veriminin yüksek olacağını ve bu nedenle de düşük gelirli ülkelerin yüksek gelir düzeyine sahip ülkelere göre daha hızlı büyüme eğiliminde olacağını ifade etmekte, böylece düşük gelirli ülkelerin yüksek gelirli ekonomilerin gelir düzeyine yakınsayacağını belirtmektedir. Dolayısıyla yakınsama hipotezi, uzun dönemde ülkeler arası kişi başi gelir farklılıklarının azalacağını ifade etmektedir (Barro, 1991).

Literatüre bakıldığında yakınsama hipotezinin test edilmesinde doğrusal birim kök testleri, yapısal kırılmaları dikkate alan birim kök testleri, doğrusal olmayan birim kök testleri, eşbütünleşme testleri ve sadece yakınsama hipotezini test etmek için geliştirilen tekniklerin kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda devam eden kısımda öncelikle çalışmada kullanılan KSS (2003), LNV (1998), Sollis (2009) doğrusal olmayan birim kök testleri, sonrasında ise Nahar-Inder (2002) tekniğine ait ekonometrik bilgiler açıklanacaktır.

2.1.1. Doğrusal Olmayan Birim Kök Testleri

Nelson ve Plosser (1982), tüketim, kamu harcamaları, yatırım, gelir, fiyat düzeyi ve sermaye yatırımları gibi birçok değişkenin birim kök içerdikini dolayısıyla durağan olmadıkını ve doğrusal olmayan davranışlar sergiledikini ve bu durumların göz ardı edildiği durumlarda sahte regresyon gibi ekonometrik sorunların ortaya çıkabileceğini ifade etmiştir. Bu doğrultuda geliştirilen doğrusal olmayan birim kök testleri hem serilerde ortaya çıkan yapısal kırılmaları ortaya çıkarması hem de küçük örneklem performansı bakımından önem arz etmektedir. Doğrusal olmayan birim kök testlerinin temelleri STAR (Smooth Transition Auto-Regressive) modellerine dayanmaktadır. Bu tür doğrusal olmayan birim kök testlerinin kullanılmasını gerektiren birçok gelişme vardır. 1970'li yıllarda yaşanan petrol şokları, Bretton-Woods para sisteminin çökmesi sonucu ortaya çıkan yapısal değişmeler, sermaye hareketlerinin serbestleşmesi, teknolojik ilerlemeler, 2008 küresel finans krizi ve son olarak Covid-19 pandemisi gibi durumlar serilerin doğrusal olmayan davranışlar sergilemesine neden olabilir.

STAR modellerine dayanan ve literatürde yaygın olarak kullanılan birim kök testlerinden biri, ESTAR (Exponential Smooth Transition Auto-Regressive) modeline dayanan Kapetanios vd. (2003) tarafından geliştirilen KSS testidir. y_t serisi veri iken ESTAR süreci şöyledir;

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} [1 - \exp(-\theta y_{t-1}^2)] + \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklem (1)'de yer alan y_t ham veri, ortalamadan farkı alınmış seri ya da trendden arındırılmış seri olabilir. ε_t ise ortalaması sıfır varyansı sabit hata terimini ifade etmektedir. $\theta \geq 0$ ESTAR modelinin geçiş parametresidir. Bu durumda boş hipotez $H_0: \theta = 0$, alternatif hipotez $H_1: \theta > 0$ şeklindedir. Denklem (1) Taylor serisi yaklaşımı kullanılarak yeniden tanımlanır ve düzeltme terimi eklenirse;

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1}^3 + \sum_{j=1}^p p_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2)$$

⁴ Ölçeğe göre sabit getiri, sermaye için azalan getiri.

elde edilir. Denklem (2) için $H_0: \delta = 0$ ve $H_0: \delta < 0$ hipotez testleri uygulanır. Boş hipotezin reddedilmesi durumunda ilgili serinin yumuşak yapısal kırılmaların varlığı altında durağan olduğuna karar verilir.

Leybourne, Newbold ve Vougas (1998), STAR tekniğine dayalı olarak geliştirdikleri birim kök testinde, veri üretim sürecinin ortalamasında ve/veya trendinde kaymalara olanak tanımaktadır. LNV birim kök testi aşağıda yer alan lojistik yumuşak geçişli regresyon modellerine dayalı olarak gerçekleştirilmektedir:

$$\text{Model A: } y_t = a_1 + a_2 S_t(\gamma, \tau) + v_t$$

$$\text{Model B: } y_t = a_1 + \beta_1 t + a_2 S_t(\gamma, \tau) + v_t \quad (3)$$

$$\text{Model C: } y_t = a_1 + \beta_1 t + a_2 S_t(\gamma, \tau) + \beta_2 t S_t + v_t$$

Denklem (3)'te yer alan v_t , ortalaması sıfır durağan süreci göstermektedir ve yumuşak geçiş fonksiyonu örneklem çapının büyüklüğüne bağlıdır.

$$S_t(\gamma, \tau) = [1 + \exp\{-\gamma(t - \tau T)\}]^{-1} \quad \gamma > 0 \quad (4)$$

Burada $\gamma > 0$ olduğu için geçiş hızı γ parametresi tarafından belirlenmektedir. γ küçük ise, geçiş fonksiyonu (0,1) aralığından uzun zaman dilimi sonunda geçer. $\gamma = 0$ olması durumunda geçiş fonksiyonu her durumda 0,5 değerini alır. Ayrıca γ 'nin büyük bir değer alması halinde geçiş fonksiyonu (0,1) aralığından hızla geçer. Son olarak γ , $+\infty$ 'a yaklaştıkça fonksiyon $t = \tau T$ anında 0'dan 1'e değişir. Bu durumda Model A'da y_t , başlangıç değeri olan a_1 'den nihai değer $a_1 + a_2$ 'ye değişen ortalama etrafında durağan olur. Model B'de a_1 'den nihai değer olan $a_1 + a_2$ 'ye değişen bir sabit ile benzerlik gösterir. Ancak Model B'de sabit bir eğim ortaya çıkmaktadır. Model C'de ise sabit terimdeki değişmeye ek olarak eğim de anlık olarak değişim gösterebilmektedir. Eğimdeki değişme β_1 'den $\beta_1 + \beta_2$ 'ye olacak şekilde geçiş hızı ile aynıdır.

Sollis (2009), ESTAR tekniğine dayalı asimetrik etkileri de dikkate alan bir test geliştirmiştir. Testin en önemli avantajı, simetrik ve asimetrik doğrusal olmayan etkileri dikkate alarak analizi gerçekleştirmesidir. AESTAR (Asymmetric Exponential Smooth Transition Auto-Regressive) modeline ait denklem şöyledir:

$$\Delta y_t = G_t(\gamma_1, \gamma_{t-1}) \{S_t(\gamma_2, \gamma_{t-1}) \rho_1 + (1 - S_t(\gamma_2, \gamma_{t-1})) \rho_2\} y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varphi_t \quad (5)$$

Denklem (5)'e göre birim kök testi, simetrik veya asimetrik etkileri dikkate alan ESTAR sürecindeki doğrusal olmayan etkileri boş hipotez $H_0: \gamma_1 = 0$ ile test edilir. Ancak boş hipotez altında ρ_1, ρ_2 ve γ_2 parametreleri belirlenmemektedir. Sollis lojistik fonksiyonu dikkate alan Taylor açılımını kullanarak bu sorunu ortadan kaldırmaktadır. Bu durumda elde edilen model şöyledir:

$$\Delta y_t = \alpha(\rho_2^* - \rho_1^*) \gamma_1 \gamma_2 y_{t-1}^4 + \rho_2^* \gamma_1 y_{t-1}^3 + v_t \quad (6)$$

Denklem (6)'da $a = 1/4$ olarak alınır ve düzeltici terim eklenirse tahmin edilecek denklem elde edilir.

$$\Delta y_t = \phi_1 y_{t-1}^3 + \phi_2 y_{t-1}^4 + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + v_t \quad (7)$$

Bu durumda test edilecek boş hipotez $H_0: \phi_1 = \phi_2 = 0$ şeklindedir. Boş hipotezin reddedilmesi durumunda serilerin durağan olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

2.1.2. Nahar-Inder (2002) Tekniği

Bernard ve Durlauf (1996)'un 15 OECD ülkesi için yapmış olduğu yakınsama analizinden hareketle Nahar ve Inder (2002) yeni bir test metodu geliştirmiştir. Bu teste göre seriler durağan olmasa bile yakınsama hipotezi geçerli olabilir. Nahar ve Inder (2002), 22

OECD ülkesi için yapmış oldukları kişi başi gelir yakınsaması analizinde geliştirdikleri bu metodu kullanarak örneklem için yakınsama tespit etmişlerdir.

Bernard ve Durlauf (1996), zaman serisi bağlamında yakınsama hipotezini şu şekilde tanımlamaktadır: i ve j iki ekonomi olsun. Yakınsamanın geçerli olabilmesi için ekonomilerin kişi başi çıktıları olan $y_{i,t}$ ve $y_{j,t}$ 'nin şu koşulu sağlaması gereklidir;

$$\lim_{k \rightarrow \infty} E (y_{i,t+k} - y_{j,t+k} | I_t) = 0 \quad (8)$$

Denklem (8)'de yer alan I_t , t zamanındaki mevcut tüm bilgi setini ifade etmektedir.

Denklem (8), iki ülke arasındaki gelir farklılığının zaman içerisinde yakınsama gösterip göstermediğini ifade eder. Ancak bu denklem ikiden fazla ülke için analiz yapıldığı zaman kullanılamamaktadır. Yapılan çalışmalarda yazarlar, ikiden fazla ülkenin olduğu analizlerde örneklem ortalamasından sapmaya dayalı olarak uygulama gerçekleştirmektedir. Bu nedenle denklem (8)'deki $y_{j,t}$ terimi yerine \bar{y} yazılır.

$$\lim_{k \rightarrow \infty} E_t (y_{i,t+k} - \bar{y}_t) = 0 \quad (9)$$

Denklem (9) belli adımlar izlenerek şöyle test edilir. Bu adımlar şunlardır;

1.Adım: Örneklem içerisinde yer alan tüm ülkeler için kişi başına düşen gelir seviyelerinin logaritması alınır ve elde edilen bu seri için örneklem ortalaması hesaplaması gerçekleştirilir.

2.Adım: Örneklemde yer alan bütün ülkeler için kişi başına düşen gelir seviyesinden 1.adımda elde edilen örneklem ortalaması çıkarılır. Bu durumda ortalamadan çıkarılmış (de-meaned) seri elde edilir.

3.Adım: Elde edilen bu serilere ADF birim kök testi uygulanır. Seriler durağan ise bu durum yakınsamayı gösterir.

Nahar-Inder testi, seriler durağan olmasa bile yakınsamanın gerçekleşebileceğini ve örneklem içi hareketliliği de gösterebildiği için bu çalışmada, ADF testinin yanında Nahar-Inder testi de kullanılacaktır.

Nahar-Inder testi şöyle tanımlanmaktadır:

$y_{i,t}$, t dönemindeki i ($i=1,2,3,\dots,N$) N kadar örneklemin kişi başına düşen gelir seviyesini ifade etmektedir. Ülke ekonomilerinin nihai teknik bilgi birikimine sahip olduğu varsayımı altında, α_t ekonominin genel trendi, μ_i ülke parametresi ise, i ülkesi için standart Neo-Klasik Büyüme Modeli şöyle ifade edilir:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} E_t (y_{i,t+n} - a_{t+n}) = \mu_i \quad (10)$$

Denklem (10)'daki μ_i , i ülkesinin dengeli büyümesini göstermektedir. Bu denklemdeki tüm ülkeler benzer yapıya sahip olmadığı sürece μ_i sıfırdan farklı bir sonuç vermektedir. a_t için ilk olarak grupta yer alan ülkelerin kişi başına düşen gelirlerinin ortalaması tanımı yapılabilir. Diğer bir tanım ise grup içerisinde kişi başına düşen gelir performansı en iyi olan ülkenin kişi başına düşen gelir seviyesi tanımıdır. İlk tanım literatürde sıkça kullanılan tanımdır. Dolayısıyla yakınsama, örneklemdaki ülkelerin kişi başına düşen gelir seviyeleriyle ortalama kişi başına düşen gelir seviyesi arasındaki farklılığın zaman içerisindeki seyrini göstermektedir.

Denklem (10)'dan hareketle yakınsama şöyle ifade edilebilir:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} E_t (y_{i,t+n} - \bar{y}_{t+n}) = 0 \quad (11)$$

Denklem (11)'den hareketle $y_{i,t+n} - \bar{y}_{t+n}$ 'nin uzun dönemli ortalaması, tahmin aralığı genişledikçe sıfıra doğru yaklaşmalıdır. Ortalamadan çıkarılmış kişi başına düşen gelir seviyesini şöyle tanımlayabiliriz: $z_{it} = y_{it} - \bar{y}_t$. Buna göre z_{it} 'nin zaman içerisindeki azalışı

bize yakınsamanın bir kanıtını göstermektedir. z_{it} sifıra doğru yaklaşıyorsa bu durumda bütün z_{it} 'ler için $\left(\frac{\partial}{\partial t}\right)|z_{it}| < 0$ şartı sağlanmalıdır. Kolaylık olması açısından $w_{it} = z_{it}^2$ olarak kabul edersek, $\left(\frac{\partial}{\partial t}\right)|w_{it}| < 0$ olmalıdır. Bu durumda yakınsama hipotezi şöyle tanımlanabilir:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} E_t(w_{it+n}) = 0 \quad (12)$$

Denklem (12)'den hareketle $\left(\frac{\partial}{\partial t}\right)w_{it}$ 'yi bulmak için w_{it} 'nin t 'nin bir fonksiyonu olduğu kabul edilerek bu fonksiyon $f(t)$ olarak ifade edilmektedir.

$$w_{it} = f(t) + u_{it} = \theta_0 + \theta_1 t + \theta_2 t^2 + \dots + \theta_{k-1} t^{k-1} + \theta_k t^k + u_{it} \quad (13)$$

Denklem (13)'deki θ_i parametreler, u_{it} ortalaması sıfır, varyansı sabit hata terimidir. Denklem (6)'dan hareketle eğim fonksiyonu şöyle ifade edilebilir:

$$\frac{\partial}{\partial t} w_{it} = f'(t) \quad (14)$$

Denklem (14)'deki eğim fonksiyonu ülkelerin yakınsama davranışını incelemek için kullanılmaktadır. w_{it} 'nin zaman içerisindeki azalışı ekonomilerin yakınsama eğilimi içerisinde olduğunu göstermektedir. Burada eğimlerin ortalaması negatif ise, bu durum yakınsama hipotezi için kanıtlar sunmaktadır. Eğer eğimlerin ortalaması pozitif ise, bu durum da ıraksamaya işaret etmektedir. Nahar-Inder yakınsama analizi şöyle gerçekleştirilmektedir:

$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{\partial}{\partial t} w_{it} < 0$ ifadesi bulunur. Bu gösterim denklem (14)'den hareketle şöyle türetilmektedir:

$$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{\partial}{\partial t} w_{it} = \theta_1 + \theta_2 r_2 + \dots + \theta_{k-1} r_{k-1} + \theta_k r_k = r' \theta \quad (15)$$

$$\text{Burada, } r_2 = \frac{2}{T} \sum_{t=1}^T t, \dots, r_{k-1} = \frac{(k-1)}{T} \sum_{t=1}^T t^{k-2}, r_k = \frac{k}{T} \sum_{t=1}^T t^{k-1}$$

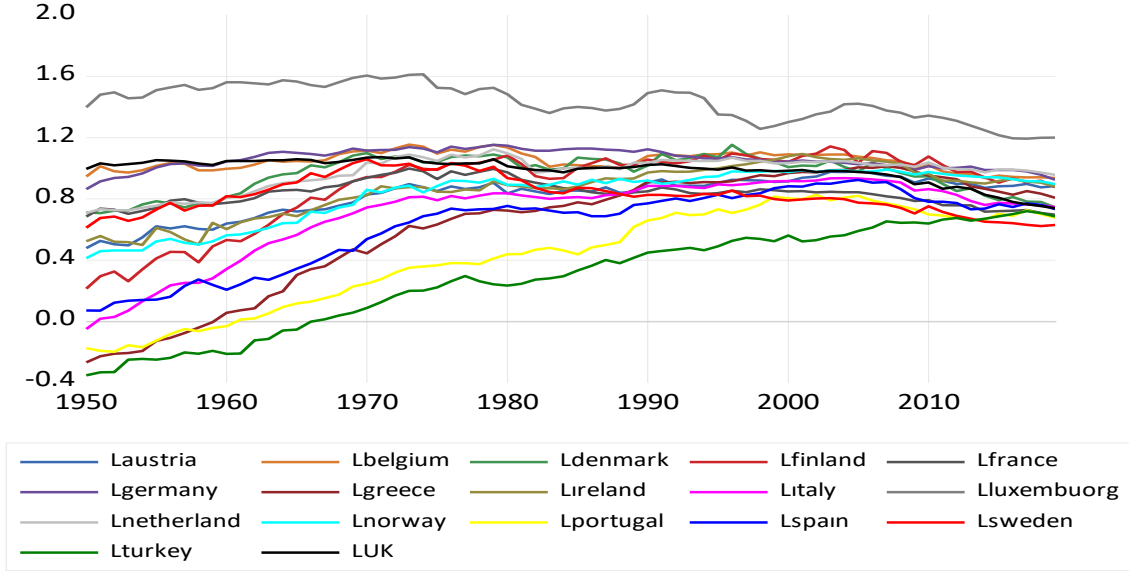
$r = [0 \ 1 \ r_2 \ \dots \ r_{k-1} \ r_k]$ ve $\theta = [\theta_0 \ \theta_1 \ \dots \ \theta_{k-1} \ \theta_k]$ olarak ifade edilir. Yakınsamayı test etmek için boş hipotez, $H_0: r' \theta \geq 0$ şeklinde ve alternatif hipotez, $H_1: r' \theta < 0$ şeklinde tanımlanır. Bu denklemi test etmek için denklem (6) En Küçük Kareler (EKK) yöntemi kullanılarak tahmin edilir ve θ , t-testine tabi tutulur. Burada boş hipotezin reddedilmesi yakınsamanın var olduğunu göstermektedir. Burada ülkelerin ortalama eğim katsayıları eğimlerin ortalamasına yakınsar. Eğim katsayıları pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı ise bu durum ıraksamayı işaret etmektedir (Nahar ve Inder, 2002).

2.2. Veri Seti

Çalışmada 17 Avrupa ülkesine (Avusturya, Almanya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere (UK), İrlanda, İtalya, İspanya, İsveç, Lüksemburg, Norveç, Portekiz, Türkiye ve Yunanistan) ait kişi başı CO₂ emisyonu verileri kullanılmıştır. Veriler, Andrew ve Peters tarafından hesaplanmaktadır ve 1946-2019 dönemini kapsayacak şekilde <https://zenodo.org/record/5569235#.YZSuimBBxPY> sitesinden alınmıştır. Seriler analizlerde logaritmik şekilde kullanılmıştır.

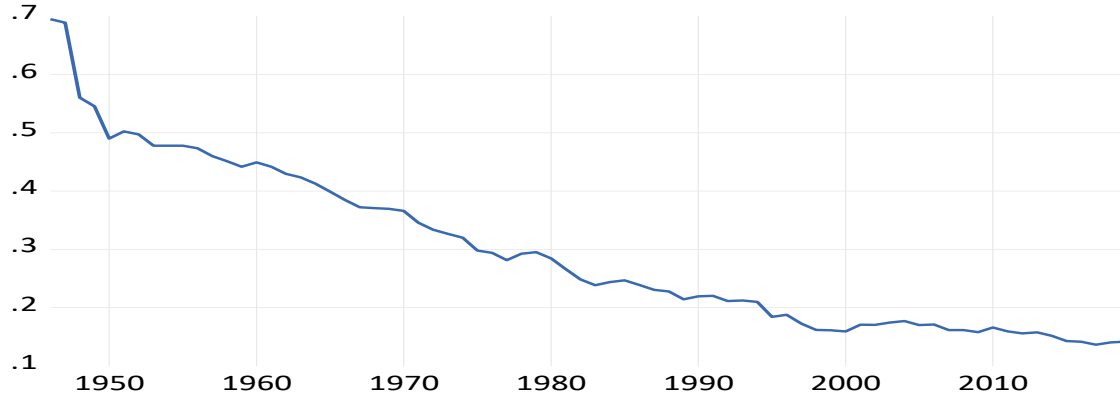
Şekil 1, 17 Avrupa ülkesinin kişi başı CO₂ emisyonu seviyelerinin logaritmik olarak zaman içerisindeki hareketini göstermektedir. Şekil 1'den hareketle özellikle 1980'li yıllardan itibaren emisyon seviyeleri düşüş yönünde bir eğim göstermekte ve birbirine doğru yaklaşmaktadır. Bu durum yakınsama için bir ipucu bilgi olarak değerlendirilebilir.

Şekil 1. 17 Avrupa ülkesinin kişi başi logCO₂ emisyonu seviyeleri (1950-2019)



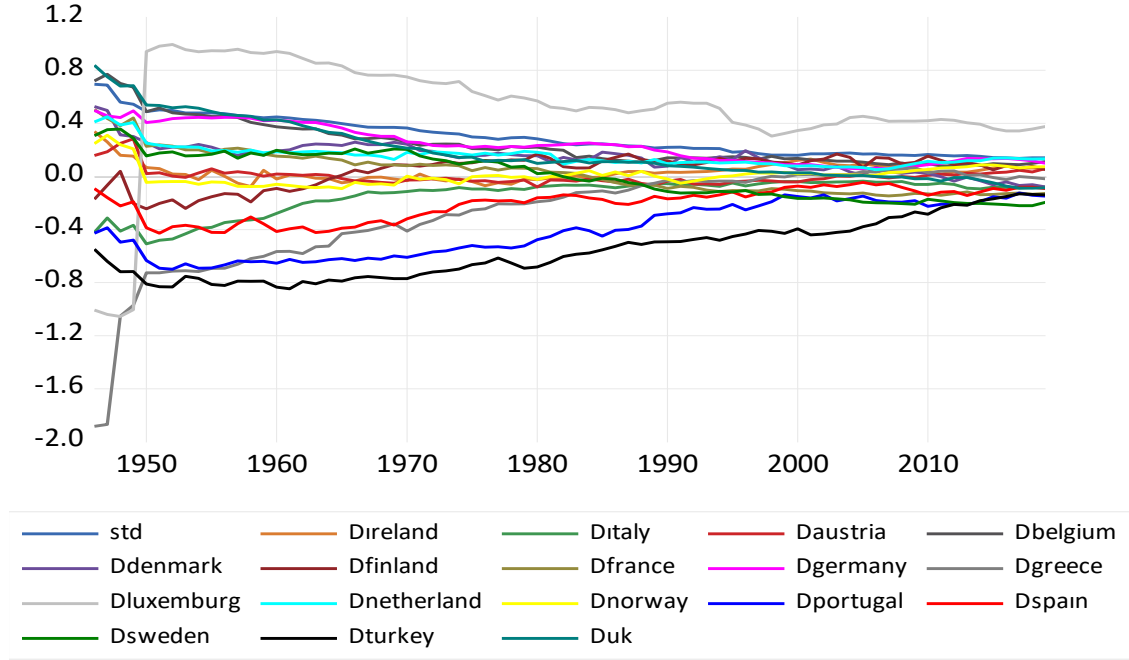
Örnekleme dahil olan ülkelerin kişi başına CO₂ emisyon seviyelerinin farkının standart sapması olarak tanımlanan σ (sigma) yakınsama, örneklemin bütününün yakınsama davranışı gösterip göstermediği konusunda yol göstericidir. Şekil 2’de görüldüğü gibi eğrinin negatif eğimli olması yakınsamanın varlığı hakkında kanıt sunmaktadır. Fakat 1990’lı yılların ortalarından itibaren eğimin azalması yakınsama sürecinin yavaşladığını ifade etmektedir.

Şekil 2. 17 Avrupa ülkesinin kişi başi CO₂ emisyonu seviyelerinin standart sapması (1946-2019)



Şekil 3, Nahar-Inder metodolojisi çerçevesinde örneklem ülkelerinin kişi başi CO₂ emisyonu seviyelerinin ortalamadan farkı alınmış bir şekilde, incelenen dönem içerisindeki seyrini göstermektedir. Şekilden de görüleceği gibi seriler sıfır etrafında bir bant haline gelerek birbirine yaklaşmaktadır.

Şekil 3. 17 Avrupa ülkesinde kişi başı CO₂ emisyonu seviyesinin ortalamadan farkı alınmış seri davranışı (1946-2019)



3. Uygulama ve Bulgular

17 Avrupa ülkesine ait kişi başı CO₂ emisyonu serilerinin logaritmik değerlerinin ortalamadan çıkarılmış değerler için Bernard ve Durlauf (1996) tarafından önerilen $\lim_{k \rightarrow \infty} E_t(y_{i,t+k} - \bar{y}_t) = 0$ denklemine ADF, LNV (1998), KSS (2003) ve Sollis (2009) birim kök testleri yapılmıştır. Bu testlere ait bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Birim kök test sonuçları

Ülkeler	ADF		LNV			KSS		SOLLIS	
	Sabit Form	Sabit-Trend Form	Sabit Form	Trend Form	Sabit-Trend Form	Sabit Form	Trend Form	Sabit Form	Trend Form
Almanya	-1.8628	-2.8977	-1.8092	-1.9377	-1.9428	-2.4565	-2.1694	3.3321	4.3295
Avusturya	-1.7690	-1.6730	-2.9191	-3.6948	-3.3975	-7.1073***	-7.0631***	6.0217**	5.1928
Belçika	-6.0299***	-4.5693***	-3.7232	-4.2579	-3.4303	-8.0505***	-7.9671***	10.4203***	9.2535***
Danimarka	-0.2086	-3.2903*	-3.9483*	-2.7872	-3.9328	-2.5338	-2.1672	3.3439	2.9752
Finlandiya	-1.0214	-0.9714	-7.3554***	-18.6201***	-7.3544***	-1.6336	-1.7609	5.5579**	7.1926**
Fransa	-4.0298***	-3.9733**	-3.9557*	-2.3821	-2.2011	-6.5342***	-6.7193***	1.7169	6.5495**
Hollanda	-3.5789***	-3.1954*	-3.0649	-1.8020	-1.5013	-6.0119***	-6.0150***	43.9841***	4.9272
İngiltere	-2.7951*	-3.2007*	-1.5327	-2.9523	-2.9877	-5.9669***	-6.4782***	6.3890**	13.7819***
İrlanda	-1.9196	-5.9093***	-1.6833	-2.8883	-2.8521	-3.1484**	-3.4334**	2.2146	4.3080
İspanya	-0.8915	-3.4608*	-4.4258**	-8.2875***	-3.9357	-1.2163	-1.0395	3.8313	3.2339
İsveç	-1.7957	-2.4513	-5.4534***	-13.0463***	-13.7842***	-4.2820***	-5.3975***	0.9430	4.1405
İtalya	-2.1047	-1.4475	-3.3193	-2.7859	-4.0462	-2.3529	-2.2690	11.3874***	12.0798***
Lüksemburg	-4.7819***	-5.3607***	-2.4842	-4.4361*	-5.2994**	-2.7232*	-2.8146	3.5172	3.1400
Norveç	-3.4852**	-6.4316***	-1.4840	-4.3353*	-4.2888	-5.7729***	-5.7380***	84.8645***	87.4083***
Portekiz	-0.1553	-3.5703***	-4.5632**	-5.8233***	-3.5028	-0.0986	-0.3163	6.4484**	3.6758
Türkiye	0.9817	-5.7061***	-2.7881	-2.7049	-3.5028	-1.3592	-0.0008	1.6946	0.3696
Yunanistan	-7.7480***	-12.4076***	-2.2519	-0.1610	-0.4107	-7.0312***	-6.9117***	10.6624***	9.6179***

Not: *, ** ve *** ifadeleri sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir. Test istatistikleri için kritik değerler Leybourne vd. (1998), Kapetanios vd. (2003) ve Sollis (2009)'dan alınmıştır.

Tablo 2’de yer alan bilgiler ADF, LNV (1998), KSS (2003) ve Sollis (2009) birim kök testleri sonuçlarını göstermekte ve yakınsama davranışı sergileyen ülkeleri ortaya koymaktadır. ADF birim kök testine göre 12 ülke, LNV (1998) birim kök testine göre 6 ülke, KSS (2003) birim kök testine göre 10 ülke ve Sollis (2009) birim kök testine göre 9 ülke yakınsama davranışı göstermektedir.

Ortalamadan çıkarılmış serilerin karesi alınarak oluşturulan seri için uygulanan Nahar-Inder test sonuçları ise aşağıdaki gibidir.

Tablo 3. 17 Avrupa ülkesi için Nahar-Inder test sonuçları (1946-2019)

Ülkeler	Polinom Derecesi	Eğim Katsayısı	t-İstatistiği
Avusturya	6	- 0.00058	- 2.89***
Almanya	5	- 0.00254	- 6.84***
Belçika	6	- 0.00571	- 3.33***
Danimarka	7	- 0.03950	- 18.50***
Finlandiya	4	- 0.00051	- 5.51***
Fransa	8	- 0.02607	- 7.61***
Hollanda	6	- 0.00245	- 3.55***
İngiltere	9	- 0.07336	- 11.61***
İrlanda	8	- 0.01997	- 6.14***
İtalya	7	- 0.02516	- 8.02***
İspanya	6	0.00008	0.10
İsveç	6	- 0.00161	- 3.20***
Lüksemburg	5	- 0.01284	- 12.37***
Norveç	7	- 0.00512	- 8.39***
Portekiz	8	- 0.02812	- 6.54***
Türkiye	5	- 0.00377	- 2.29**
Yunanistan	7	- 0.06282	- 4.05***

Not: ** %5, *** %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir. Polinom dereceleri Akaike Bilgi Kriterine göre seçilmiştir.

Tablo 3’e göre 1946-2019 döneminde örneklem ülkelerinden %1 anlamlılık seviyesinde Avusturya, Almanya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İtalya, İsveç, Lüksemburg, Norveç, Portekiz ve Yunanistan, %5 anlamlılık seviyesinde de Türkiye için yakınsama bulgusuna ulaşılmıştır. Örneklem içerisinde yakınsama davranışı göstermeyen tek ülke İspanya’dır. Buradan hareketle örneklemde yer alan ülkelerin -İspanya hariç- çevre bilinci konusunda benzer tepkilerin verdiği sonucuna varılabilir.

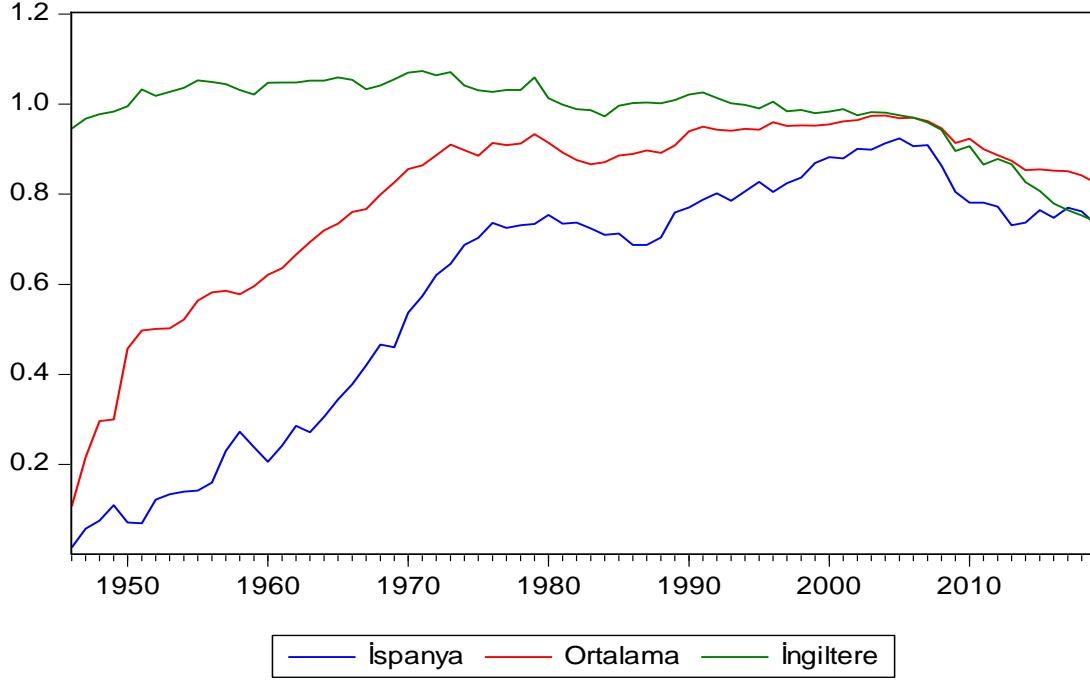
Bu sonuçlardan hareketle Nahar-Inder testi örneklem içi hareketliliği göstermesi ve seriler durağan olmasa bile yakınsamanın olabileceğini açıklaması nedeniyle Nahar ve Inder (2002), Ceylan (2010a), Ceylan (2010b), Çamurdan ve Ceylan (2013) ve Yazgan ve Karademir (2022)’in çalışmalarında olduğu gibi birim kök testlerine göre daha güçlü yakınsama çıkarımları ortaya koymuştur. Çünkü Nahar-Inder (2002) testi serilerde birim kök olması durumunda da yakınsamanın geçerli olabileceğini ifade etmektedir.

Şekil 4’te iraksama davranışı gösteren İspanya ile yakınsama davranışı sergileyen İngiltere’nin kişi başına CO₂ emisyonu seviyesi ile örneklem ülkelerinin kişi başına CO₂ emisyonu ortalamasının karşılaştırması gösterilmektedir. Grafik İngiltere’nin örneklem ortalamasına doğru yakınsama davranışı sergilerken, İspanya’nın örneklem ortalamasına doğru yakınsama davranışı göstermediği konusunda ipuçları vermektedir.

İspanya ekonomik yapı olarak, diğer ülkelere göre turizm sektörünün milli gelir içerisindeki payının daha yüksek olduğu bir ülkedir. Son on yılın turizm gelirlerinin milli gelir içindeki payına bakıldığında örneğin Fransa’nın payı %7,4 ve Türkiye’nin pay %4 civarında iken İspanya’nın payı %12 dolaylarındadır (<https://data.oecd.org/industry/tourism-gdp.htm>). Bu ekonomik yapı İspanya’yı diğer ülkelere göre farklılaştıran en önemli noktalardan birisidir.

Dolayısıyla turizm sektörünün diğer sektörlere göre daha az CO₂ salınımı gerçekleştiriyor olması, İspanya'nın örneklem ortalamasına doğru yakınsama davranışı sergilememesine bir neden olarak gösterilebilir.

Şekil 4: İspanya'nın kişi başına CO₂ emisyonunun örneklem ortalamasıyla karşılaştırması (1946-2019)



Sonuç

Bu çalışmada, seçilmiş 17 Avrupa ülkesi için 1946-2019 dönemine ait kişi başı CO₂ emisyonu yıllık verileri kullanarak örneklem ortalamasına doğru yakınsama davranışı gösterip göstermediği Nahar-Inder (2002) tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucu elde edilen bulgulara göre, ADF birim kök testine göre 12, LNV (1998) birim kök testine göre 6, KSS (2003) testine göre 10 ve Sollis (2009) birim kök testine göre 9 ülke yakınsama davranışı gösterirken, Nahar-Inder (2002) testine göre 17 ülkeden 16'sında yakınsama davranışı gözlemlenmiştir. Çalışmada kullanılan Nahar-Inder (2002) tekniğinin, örneklem içi hareketliliği göstermesi, seriler durağan olmasa bile yakınsamanın gerçekleşebileceğini açıklaması ve sadece yakınsama tekniği için kullanılıyor olması birim kök testlerine göre üstünlükleridir. Bu çalışmanın en önemli katkısı doğrusal ve doğrusal olmayan birim kök testlerinin uygulanması ve diğer yakınsama tekniklerine göre daha güçlü kanıtlar sunan Nahar-Inder (2002) tekniğinin CO₂ emisyonu yakınsama analizinde ilk kez uygulanıyor olmasıdır. Uygulama sonucunda elde edilen bulgular literatürde yer alan diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çalışmada seçilen örneklem benzer gelişmişlik seviyesine sahip ülkelerden oluşmaktadır ve ilgili ülkeler CO₂ emisyonları, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile ilgili uluslararası anlaşmalara taraftır. Bu nedenle bu tür anlaşmaların, ülkelerin CO₂ salınımları üzerinde bir etki yaratıp yaratmadığını incelemeye olanak tanınması, çalışmanın bir diğer önemli katkısıdır.

Ülkelerin CO₂ emisyon seviyeleri örneklem döneminin başlangıcında artış göstermekte, 1980'li yılların ilk döneminde ve 2005 yılından sonra azalma yönünde bir seyir izlemektedir. 1960-1999 döneminde ülkelerin ortalama büyüme oranları yaklaşık olarak %3,5 iken, 2000-2022 döneminde ortalama büyüme oranı %2 civarında gerçekleşmiştir. Büyüme oranlarında meydana gelen bu değişimde 2008 küresel finans krizi ve Covid-19 pandemisi gibi küresel

ölçekte meydana gelen gelişmelerin etkili olduğu düşünülmektedir. Yine aynı dönemde uluslararası anlaşmaların etkisiyle ülkelerin yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji içerisindeki payında önemli oranda artış meydana gelmiştir. (<https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=350#>). Buradan hareketle, yaşanan küresel ekonomik krizlerle birlikte yenilenebilir enerji kullanımında meydana gelen önemli artışlar, CO₂ emisyonlarının azalmasına katkı sağlamıştır. Ayrıca Kyoto Protokolü, Paris İklim Anlaşması vb. gibi uluslararası anlaşmaların genişletilmesi, yaptırım getiren hükümlerin eklenmesi ve çevresel faaliyetleri denetleyecek kurumların oluşturulması küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede atılacak önemli adımlardan birisi olacaktır.

Kaynakça

- Agrawala, S. (1998). Structural and Process History of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climatic change*, 39(4), 621-642. <https://doi.org/10.1023/A:1005312331477>.
- Andrew, Robbie M., ve Peters, Glen P. (2021). *The Global Carbon Project's Fossil CO₂ Emissions dataset* (2021v34) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5569235>.
- Apergis, N., ve Payne, J. E. (2017). Per Capita Carbon Dioxide Emissions Across US States by Sector and Fossil Fuel Source: Evidence from Club Convergence Tests. *Energy Economics*, 63, 365-372. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.11.027>.
- Barassi, M. R., Cole, M. A., ve Elliott, R. J. (2008). Stochastic Divergence or Convergence of Per Capita Carbon Dioxide Emissions: Re-examining the Evidence. *Environmental and Resource Economics*, 40(1), 121-137. <https://doi.org/10.1007/s10640-007-9144-1>.
- Barro, R. J. (1991), "Economic Growth in a Cross-Section of Countries", *Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407-443.
- Bernard, A. B., ve Durlauf, S. N. (1996). Interpreting Tests of the Convergence Hypothesis. *Journal of econometrics*, 71(1-2), 161-173. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01699-2](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01699-2).
- Camarero, M., Picazo-Tadeo, A. J., ve Tamarit, C. (2013). Are the Determinants of CO₂ Emissions Converging among OECD Countries?. *Economics Letters*, 118(1), 159-162. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.10.009>.
- Cass, D. (1965). "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation," *Review of Economic Studies*, XXXII, 233-40.
- Ceylan, R. (2010a). Oecd Ülkelerinde İmalat Sanayinde Birim Emek Maliyetleri Yakınsıyor Mu?. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(1), 105-119.
- Ceylan, R. (2010b). G-7 Ülkelerinin Yakınsama Deneyimi: 1870-2006. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(3), 311-324.
- Çamurdan, B., ve Ceylan, R. (2013). Convergence Experiences in Emerging Market Economies:(1950-2008). *Journal of Yasar University*, 8(30), 5105-5122.
- Engin, B. (2010). İklim Değişikliği ile Mücadelede Uluslararası İşbirliğinin Önemi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, (2), 71-82.
- Ezcurra, R. (2007). Is there Cross-Country Convergence in Carbon Dioxide Emissions?. *Energy policy*, 35(2), 1363-1372. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.04.006>.
- Gupta, J. (2010). A History of International Climate Change Policy. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(5), 636-653. <https://doi.org/10.1002/wcc.67>.

- Haider, S., ve Akram, V. (2019). Club Convergence of Per Capita Carbon Emission: Global Insight from Disaggregated Level Data. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(11), 11074-11086. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04573-9>.
- Handl, G. (2012). Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Declaration), 1972 and the Rio Declaration on Environment and Development, 1992. *United Nations Audiovisual Library of International Law*, 11.
- Heil, M. T., ve Selden, T. M. (1999). Panel Stationarity with Structural Breaks: Carbon Emissions and GDP. *Applied Economics Letters*, 6(4), 223-225. <https://doi.org/10.1080/135048599353384>.
- Herrerias, M. J. (2012). CO2 Weighted Convergence across the EU-25 Countries (1920–2007). *Applied energy*, 92, 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.10.034>.
<https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=EN.ATM.CO2E.PC&country=#> (Erişim Tarihi 10/11/2022).
- Jobert, T., Karanfil, F., ve Tykhonenko, A. (2010). Convergence of Per Capita Carbon Dioxide Emissions in the EU: Legend or Reality?. *Energy Economics*, 32(6), 1364-1373. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.03.005>.
- Kapetanios, G., Shin, Y., ve Snell, A. (2003). Testing for a Unit Root in the Nonlinear STAR Framework. *Journal of econometrics*, 112(2), 359-379. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(02\)00202-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(02)00202-6).
- Khezri, M., Heshmati, A., ve Khodaei, M. (2022). Environmental Implications of Economic Complexity and Its Role in Determining How Renewable Energies Affect CO₂ Emissions. *Applied Energy*, 306, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117948>.
- Koopmans, T.C. (1965). "On the Concept of Optimal Economic Growth," *In Study Week on the Econometric Approach to Planning*, 225-287.
- Kumbur, H., zer, Z., zsoy, H. D., ve Avcı, E. D. (2005). Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve evresel Etkilerinin Karşılaştırılması. Yeksem 2005, III. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, 19-21.
- Lee, C. C., ve Chang, C. P. (2008). New Evidence on the Convergence of Per Capita Carbon Dioxide Emissions from Panel Seemingly Unrelated Regressions Augmented Dickey–Fuller Tests. *Energy*, 33(9), 1468-1475. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2008.05.002>.
- Leybourne, S., Newbold, P., ve Vougas, D. (1998). Unit Roots and Smooth Transitions. *Journal of time series analysis*, 19(1), 83-97. <https://doi.org/10.1111/1467-9892.00078>.
- Nahar, S., ve Inder, B. (2002). Testing Convergence in Economic Growth for OECD Countries. *Applied Economics*, 34(16), 2011-2022. <https://doi.org/10.1080/00036840110117837>.
- Nelson, C. R., ve Plosser, C. R. (1982). Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Some Evidence and Implications. *Journal of monetary economics*, 10(2), 139-162. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(82\)90012-5](https://doi.org/10.1016/0304-3932(82)90012-5).
- OECD Statistics, <https://data.oecd.org/industry/tourism-gdp.htm> (Erişim Tarihi 10/11/2022).
- OECD Statistics, <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=350#> (Erişim Tarihi 10/11/2022).
- Panopoulou, E., ve Pantelidis, T. (2009). Club Convergence in Carbon Dioxide Emissions. *Environmental and Resource Economics*, 44(1), 47-70. <https://doi.org/10.1007/s10640-008-9260-6>.
- Paterson, M. (2013). *Global Warming and Global Politics*. Routledge.

- Romero-Ávila, D. (2008). Convergence in Carbon Dioxide Emissions among Industrialised Countries Revisited. *Energy Economics*, 30(5), 2265-2282. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.06.003>.
- Sala-i-Martin, X. X. (1996). The Classical Approach To Convergence Analysis. *The Economic Journal*, 1019-1036.
- SCEP. (1970). *Study of critical environmental problems. Man's Impact on the Global Environment*, MIT Press.
- SMIC. (1971). *Study on Man's Impact on Climate*, MIT Press.
- Sollis, R. (2009). A Simple Unit Root Test against Asymmetric STAR Nonlinearity with an Application to Real Exchange Rates in Nordic Countries. *Economic modelling*, 26(1), 118-125. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2008.06.002>.
- Solow, R.M. (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Strazicich, M. C., ve List, J. A. (2003). Are CO₂ Emission Levels Converging among Industrial Countries?. *Environmental and Resource Economics*, 24(3), 263-271. <https://doi.org/10.1023/A:1022910701857>.
- Swan, T.W. (1956), "Economic Growth and Capital Accumulation", *Economic Record*, November, 32, 334-361.
- Toronto Conference. (1988). *The Changing Atmosphere: Implications for Global Security*.
- UN. (1972). *United Nations Conference on the Human Environment*, 15 December 1972, A/RES/2994, available at: <https://www.refworld.org/docid/3b00f1c840.html> (Erişim tarihi 15/11/2021).
- UN. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change*, 1992, available at: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> (Erişim tarihi 15/11/2021).
- UN. (1997). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, 1997, available at: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> (Erişim tarihi 15/11/2021).
- UN. (2009). *Report of the Conference of the Parties on its Fifteenth Session*, 7-19 December 2009, available at: <https://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf> (Erişim tarihi 15/11/2021).
- UN. (2015). *Paris Agreement, 2015*, available at: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf (Erişim tarihi 15/11/2021).
- WMO. (1979). *Proceedings of the World Climate Conference*, available at: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=8346.
- Yavuz, N. C., ve Yılandı, V. (2013). Convergence in Per Capita Carbon Dioxide Emissions among G7 Countries: A TAR Panel Unit Root Approach. *Environmental and Resource Economics*, 54(2), 283-291. <https://doi.org/10.1007/s10640-012-9595-x>.
- Yazgan, Ş., ve Karademir, C. (2022). NATO Ülkelerinde Kişi Başı Askeri Harcama Yakınsaması: Nahar-Inder Yakınsama Testinden Kanıtlar. *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1194-1211.
- Yu, S., Hu, X., Fan, J. L., ve Cheng, J. (2018). Convergence of Carbon Emissions Intensity across Chinese Industrial Sectors. *Journal of Cleaner Production*, 194, 179-192. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.121>.

ETİK ve BİLİMSEL İLKELER SORUMLULUK BEYANI

Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara ve bilimsel atıf gösterme ilkelerine riayet edildiğini yazar(lar) beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk makale yazarlarına aittir.

ARAŐTIRMACILARIN MAKALEYE KATKI ORANI BEYANI

1. yazar katkı oranı : %50
2. yazar katkı oranı : %50