



# Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## AB Ülkelerinin Yakınsaması: Suradf ve Surkss Birim Kök Testi

Gökhan Konat<sup>1</sup> , Mustafa Gökçe<sup>2</sup> , Fatma Kızılkaya<sup>3</sup> 

### Öz

Yakınsama hipotezinin temeli Solow (1956)'a dayanmaktadır. Neo klasik büyüme teorisi yaklaşımları içerisinde yer alan bu hipoteze göre az gelişmiş ülkelerin gelirleri, bir süre sonra gelişmiş ülkelerin seviyesine ulaşacaktır. Az gelişmiş ülkelerin gelirlerinin, gelişmiş ülkelerin gelirlerine yakınsaması hipotezi literatürde sıklıkla sınanan bir hipotezdir. Günümüzdeki büyüme modellerinin çoğu doğrudan ya da dolaylı olarak Solow modelidir. Her ne kadar basit bir model olsa da, Solow modelinin birçok avantajı vardır. Ayrıca büyüme modellerinin çoğu doğrudan ya da dolaylı olarak Solow modeline dayanmaktadır. Literatürde sınanan birden fazla yakınsama türü vardır. Başlangıçta yakınsama yatay kesit regresyon analizine dayalı olarak test edilmiştir. Bu yöntemin eksiklikleri zaman serisi tekniğini temel alan analizlere yönelmiştir. Yakınsama hipotezinin farklı türleri ekonometrik olarak sınanabilmektedir. Çalışmada AB üyesi ülkelerin 1960-2018 dönemini kapsayan yıllık gelir serilerinin yakınsaması incelenmiştir. Bu çalışmada yakınsama türlerinden biri olan stokastik yakınsama hipotezi SUR modellerine dayanan panel birim kök testleri ile sınanmıştır. Bu panel birim kök testleri yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve panelin her birimi için ayrı ayrı yorum yapılmasına imkân veren ikinci nesil panel birim kök testleridir. Bu çalışmada AB üyesi ülkelerin AB'nin grup ortalamasına yakınsadığı sonucuna ulaşılmıştır.

### Anahtar Kelimeler

Yakınsama, panel birim kök, SURADF, SURKSS

### JEL Sınıflama Kodları

O47, C33, C49

### Convergence of EU Countries: SURADF and SURKSS Unit Root Test

### Abstract

The basis of the convergence hypothesis is based on Solow (1956). According to this hypothesis within the neo-classical growth theory approaches, the income of the less developed countries will reach the level of developed countries after a while. The hypothesis of convergence of incomes of underdeveloped countries to incomes of developed countries is a hypothesis frequently tested in the literature. Most of the current growth models are the Solow model, directly or indirectly. Although it is a simple model, the Solow model has many advantages. Moreover, most of the growth models are, directly or indirectly, based on the Solow model. In this study, the convergence of annual income series of the EU member countries, covering the period of 1960-2018, was examined. In this study, the stochastic convergence hypothesis, one of the convergence types, was tested with panel unit root tests based on SUR models. The SURADF and SURKSS panel unit root tests are second generation panel unit root tests. The SURADF and SURKSS panel unit root tests take into account the cross-sectional dependency, and allow for an explanation of each unit separately. In this study, it was concluded that EU member countries converged to the EU's group average.

### Keywords

Convergence, panel unit root, SURADF, SURKSS

### JEL Classification Codes

O47, C33, C49

1 Sorumlu Yazar: Gökhan Konat (Arş. Gör.), İnönü Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Malatya, Türkiye. E-posta: gokhan.konat@inonu.edu.tr ORCID: 0000-0002-0964-7893

2 Mustafa Gökçe (Doktora Öğrencisi), İnönü Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Malatya, Türkiye. E-posta: mugokce@gmail.com ORCID: 0000-0001-9218-9717

3 Fatma Kızılkaya (Öğr. Gör.), Hakkari Üniversitesi, Yüksekova MYO, Muhasebe ve Vergi Bölümü, Hakkari, Türkiye. E-posta: askin.fatma@hotmail.com ORCID: 0000-0002-1028-9341

Atf: Konat, G., Gokce, M. ve Kizilkaya, F. (2019). AB ülkelerinin yakınsaması: SURADF ve SURKSS birim kök testi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 31, 63–75. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2019.31.0021>

### ***Extended Summary***

As a result of the convergence hypothesis that the growth rates of developing and underdeveloped countries will be higher than those of developed countries, underdeveloped and developing countries will catch up with developed countries. In other words, the real gross domestic product of all countries will be equalized after a certain period of time. This idea is basically based on the law of decreasing yields. As a result of the capital increase of developed countries, which have reached the saturation point in terms of capital, the output increase rate is below the output increase rate as a result of the capital increase of underdeveloped and developing countries, which are insufficient in terms of capital. The basis of the convergence hypothesis is based on Solow (1956). Until Solow's work, an acceptable theoretical explanation could not be given to this phenomenon, which was voiced by many theorists prior to Solow. The basis of the convergence hypothesis is based on Solow (1956). Moreover, most of the growth models are directly or indirectly based on the Solow model. There are multiple types of convergence tested in the literature. Earlier models did not distinguish between old and new technology, and looked at both old and new technology with one vision. The introduction of technological progress means that there is a difference in the efficiency of old and new technology. Thus, the model means that only physical capital accumulation cannot bring about growth per capita or increase the amount of production. In particular, given a microeconomic specification of technologies and preferences, the per capita output in an economy will approach the same level, regardless of initial capital (Timakova, 2011). When comparing different economies, it means that for economies with the same technologies and preferences, the difference in production per capita will be temporary.

The Solow growth model is the first to present convergence. It has deeply influenced the way economists conceptualize long-term relationships between macroeconomics. According to this hypothesis within the neo-classical growth theory approaches, the income of the less developed countries will reach the level of developed countries after a while. That is, the exact definition of convergence is to achieve the same fixed income level. Convergence hypothesis studies generally use external theory (Rivas ve Villarroya, 2017). Because the concept of convergence emerged, if different countries have the same preferences and technology, it can be said that the poorer countries tend to grow faster than the rich countries, especially in the presence of accumulated factors, particularly the decrease in marginal returns in capital use. Each country will reach its own stable state, but the differences in the per capita income will be reduced. When the rich and poor countries reach the same fixed income level, another possible solution can be seen. The hypothesis of convergence of incomes of underdeveloped countries to incomes of developed countries is a hypothesis frequently tested in the literature. Different types of convergence hypothesis can be tested in terms of econometrics. In this study, the convergence of annual income series of the EU member countries, covering the period of 1960-2018, was examined and the stochastic convergence

hypothesis, one of the convergence types, was tested with panel unit root tests based on SUR models. The ADF and KSS panel unit root tests based on SUR models. The ADF and KSS panel unit root tests are second generation panel unit root tests. The ADF and KSS panel unit root tests take into account the cross-sectional dependency and allow for an explanation of each unit separately. In this study, using SURADF and SURKSS unit root tests, the convergence status of the EU member countries to the group average of the EU was examined, and results were given about whether the convergence hypothesis is valid for each country separately.

## AB Ülkelerinin Yakınsaması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi

Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin büyüme oranlarının gelişmiş ülkelere göre yüksek olacağı fikrine dayanan yakınsama hipotezinin sonucu olarak az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler gelir bakımından gelişmiş ülkeleri yakalayacaktır. Yani belirli bir süre sonra tüm ülkelerin reel gayri safi yurtiçi hasılları birbirine eşitlenecektir. Bu fikir temelde azalan verimler yasasına dayanmaktadır. Sermaye açısından doygunluk noktasına yaklaşmış olan gelişmiş ülkelerin sermaye artışı sonucu çıktı artış oranı, sermaye açısından yetersiz olan az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sermaye artışı sonucu çıktı artış oranının altında kalmaktadır. Yakınsamanın kesin tanımı aynı sabit gelir seviyesine ulaşmadır. Yakınsama hipotezi çalışmaları genel manada dışsal teoriyi kullanmaktadır. Çünkü yakınsalık kavramının ortaya çıktığı teoridir. Eğer farklı ülkeler aynı tercihlere ve teknolojiye sahipse, biriken faktörlerin, özellikle de sermaye kullanımındaki marjinal getirilerin azalması varlığında, yoksul ülkeler zengin ülkelere daha hızlı büyüme eğiliminde olduğu söylenebilir. Her ülke kendi istikrarlı durumuna ulaşacaktır, ancak bu arada kişi başına düşen gelirdeki farklılıklar da azalacaktır.

Yakınsama hipotezinin temeli Solow (1956)'a dayanmaktadır ve iktisatçıların makroekonomiler arasındaki uzun vadeli ilişkileri kavramsallaştırma biçimini derinden etkilemiştir. Günümüzdeki büyüme modellerinin çoğu doğrudan ya da dolaylı olarak Solow modelidir. Her ne kadar basit bir model olsa da, Solow modelinin birçok avantajı vardır. Ayrıca büyüme modellerinin çoğu doğrudan ya da dolaylı olarak Solow modeline dayanmaktadır. Literatürde sınanan birden fazla yakınsama türü vardır. Başlangıçta yakınsama yatay kesit regresyon analizine dayalı olarak test edilmiştir. Bu yöntemin eksiklikleri zaman serisi tekniğini temel alan analizlere yönelmiştir. Daha önceki modeller eski ve yeni teknolojiyi birbirinden ayırmamıştır, hem eski teknolojiye hem de yeni teknolojiye tek gözle bakmıştır. Teknolojik ilerlemenin getirilmesi eski ve yeni teknolojinin verimliliğinde bir fark olduğu anlamına gelmektedir. Bu nedenle, model, yalnızca fiziksel sermaye birikiminin, kişi başına büyüme getiremeyeceği veya üretim miktarını artıramayacağı anlamına gelir. Özellikle, teknolojilerin ve tercihlerin mikroekonomik bir spesifikasyonu göz önüne alındığında, bir ekonomideki kişi başına düşen çıktı, başlangıçtaki sermayeden bağımsız olarak aynı seviyeye yaklaşacaktır. Farklı ekonomilerin karşılaştırılmasında, aynı teknolojilere ve tercihlere sahip olan ekonomiler için kişi başına düşen üretim farklılığının geçici olacağı anlamına gelir.

Solow büyüme modeli yakınsamayı sunan ilk modeldir. Bu hipoteze göre az gelişmiş ülkelerin gelir seviyeleri gelişmiş ülkelerin gelirlerine yakınsama eğilimindedir. Literatürde sınanan birden fazla yakınsama türü vardır. Yakınsama hipotezlerinden biri stokastik yakınsama hipotezidir. Bu hipotez türünün sınanmasında birim kök testlerinden faydalanılır. Yakınsaması araştırılan birimlerin, yakınsayacağı birime oranının logaritması alınarak elde edilen serinin durağanlığı birim kök testleri ile

incelenir. Elde edilen serinin ortalaması ve varyansı dönemler boyunca değişmiyorsa incelenen birimler arasında yakınsama olduğu sonucuna ulaşılır (Bernard ve Durlauf, 1996). Stokastik yakınsamanın sınanması için birim kök testinin uygulanacağı seri şu şekilde tanımlanır:

$$RI_{i,t} = \ln \left( \frac{Y_{i,t}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Y_{j,t}} \right) \quad i=1, \dots, n. \quad (1)$$

Az gelişmiş ülkelerin ekonomik hedeflerini ve alacakları kararları belirlemeleri için, gelişmiş ülkelere yakınsamaları ne denli önemliyse, uluslararası birliklere üye ülkeler için de birliğin ortalaması ile aralarındaki yakınsama ilişkisinin durumu o kadar önemlidir. Belirli politikalar ve kararlar doğrultusunda bir araya gelen ülkelerin ekonomik gelişmişliklerinin de birbirlerinden önemli derecede farklılaşmaması gerekliliği birliğin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Ülkelerin uluslararası örgütlere üye olma sebepleri genellikle bireysel çıkarları ile doğru orantılıdır. Grubun gelir ortalamasının altında kalan ya da ortalamanın üstünde yer alan ülkeler belli bir süre sonra birliğin devamı için sorun teşkil edebilir. Bu bakımdan gelir yakınsamasının sağlanmadığı birliklerin ekonomik politikalarını yeniden gözden geçirmeleri gerekebilir. Uluslararası işbirlikleri için aralarındaki yakınsamanın önemli olmasından dolayı literatürde yakınsama hipotezini sınanan pek çok çalışma yapılmaya devam etmektedir. Yakınsama hipotezini sınanan çalışmaların başında Baumol (1986) tarafından 16 ülkeye ait yakınsamanın test edildiği çalışmada anlamlı bir yakınsama olduğu tespit edilmiştir. Barro ve Sala-i Martin (1992), 1840-1963 dönemi içinde 48 ABD eyaleti arasında yakınsama olduğunu tespit etmiştir. Yakınsama hipotezi çalışmalarının güncelliklerini yitirmeme sebeplerinden biri de zaman serisi literatürünün gelişmeye devam etmesidir. Özellikle birim kök literatüründeki gelişmeler yakınsama hipotezinin güçlü şekilde sınanmasına olanak vermektedir. Birim kök testleri kullanılarak yapılan yakınsama türü olan stokastik yakınsama türünün sınanması Bernard ve Durlauf (1996) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada hem yatay kesit regresyon analizi hem de zaman serisine dayalı analiz yapılan çalışma ile birim kök testleri hız kazanmıştır. Li ve Papell (1999) tarafından yapılan çalışmada 16 OECD ülkesine (Almanya, Amerika, Avusturya, Avustralya, Belçika, Danimarka, Fransa, Finlandiya, Hollanda, İngiltere İsviçre, İsveç, İtalya, Japonya, Kanada, Norveç) ait 1900-1989 dönemi için yakınsama hipotezinin geçerli olup olmadığını sınamışlardır. Yapılan bu çalışma sonucunda OECD ülkelerinin yarısında (Almanya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, Hollanda, İsviçre, İsveç) yakınsama hipotezinin geçerli olduğunu tespit etmişlerdir. Kocenda (2001), geçiş ekonomilerinde makroekonomik temellerin yakınsamasını incelemek için panel birim kök tekniğini kullanmıştır. Bu ülkeler arasında önemli bir yakınsama bulmuştur. Estrin vd. (2001), geçiş ekonomilerinde kişi başına gelirden AB ortalamasına yakınsama hipotezini test etmektedir ve yakınsama bulamamışlardır. Brada vd. (2003) sinai üretimi gerçek yakınsama için temsili olarak kullanmışlardır. Bazı aday ülkeler ile AB arasında

gerçek sektörel yakınsamanın gerçekleştiğini bulmuşlardır. Kutun ve Yiğit (2004), on AB aday ülkesi arasındaki gerçek ve nominal yakınsamayı incelemek için IPS (2003) panel birim kök tekniğini kullanmıştır. Fiyat düzeyinde yakınsama ve gerçek yakınsamaların düşük olduğuna dair güçlü kanıtlar bulmuşlardır. Straizicich vd. (2004) çalışmasında 15 OECD ülkesinin (Almanya, Amerika, Avusturalya, Avusturya, Belçika, Finlandiya, Fransa, Danimarka, İtalya, İngiltere, İsveç, Hollanda, Kanada, Norveç, Yeni Zelanda ) 1870-1994 dönemi için yakınsama hipotezini test etmiştir. Yapılan çalışma sonucunda on ülkede (Almanya, Amerika, Avusturya, Belçika, Finlandiya, Fransa, Danimarka, Hollanda, Kanada, Norveç ) yakınsama hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Costantini and Claudio (2005) tarafından 15 Avrupa Birliği ülkesi için yapılan çalışmada, 1950-2003 yıllık veriler kullanılmış ve bağımsız panel birim kök testi uygulanmıştır. Sonrasında ilk petrol krizinin(1973-1974) etkilerini dikkate almak ve istatistiksel analizin gücünü değerlendirmek için tüm örneği 1950-1976 ve 1977-2003 şeklinde iki alt periyoda bölüp incelemişlerdir. Tüm dönem stokastik yakınsamaya çok az destek sunarken, iki alt dönemde yakınsama olduğu sonucu elde edilmiştir. Margaritis vd. (2007) çalışmasında 1960-2001 dönemine ait OECD ülkeleri için panel birim kök testi ile yakınsama hipotezini sınamıştır. Çalışmada emek verimliliği ve kişi başı GSYİH değişkenlerinin yakınsaması incelenmiştir ve her iki değişkenin panelin geneli için yakınsadığı tespit edilmiştir. Reza ve Zahra (2008), yaptıkları çalışmada Avrupa Birliğine(AB) üye yeni 10 ülke için 1995-2005 dönemi çeyreklik gelir verisini kullanarak panel birim kök testiyle yakınsama hipotezini sınamışlardır. Elde edilen sonuçlar belirtilen dönem de seçilen yeni 10 ülkenin, AB gelir ortalamasına yakınsamanın söz konusu olduğuna işaret etmektedir. Chang ve Lee (2009) çalışmasında 21 OECD ülkesinin 1950-2002 dönemine ait kişi başı karbondioksit (CO2) verisini Carrion-i Silvestre vd. (2005) önerdiği çoklu yapısal değişimleri dikkate alan panel birim kök testi kullanılarak sınamış ve panelin geneli için yakınsama hipotezinin geçerli olduğunu tespit edilmiştir. Sonderman (2012) tarafından yapılan çalışmada 12 AB üyesi ülke ele alınarak 1970-2007 dönemi yıllık verileri için yakınsama hipotezi panel birim kök testi ile sınanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda AB ülkeleri için yakınsamanın gerçekleşmediği sonucuna ulaşmışlardır. Meng vd.(2013) ait çalışmada 25 OECD ülkesinin 1960-2010 dönemi için kişi başı enerji kullanımının stokastik yakınsaması iki yapısal kırılmalı LM ve RALS-LM testleri ile sınanmıştır. Çalışmada yakınsama hipotezinin geçerli olduğu sonucu tespit edilmiştir. Ceylan ve Abiyev (2016) tarafından yapılan çalışmada seçilen 15 AB üyesi ülkenin yakınsama hipotezinin geçerli olup olmadığını 1950-2015 dönemi için doğrusal ve doğrusal dışı birim kök testleri kullanarak sınamışlardır. 11 AB üyesi ülkenin gelirlerinin yakınsadığı sonucuna ulaşmışlardır. Gadea Rivas ve Sanz Villorroya (2017) ait çalışmada 21 OECD ülkesi arasındaki ilişkiyi panel kantil regresyon tekniği daha uygun ve yeni bir metodoloji ile sınamışlardır. Yakınsama hipotezinin OECD ülkeleri için geçerli olduğunu tespit etmişlerdir. Mishra ve Mishra (2018) çalışmasında Hindistan'ın gelişmiş ekonomiye

sahip 17 şehrinin 1960-2012 dönemi için yakınsama hipotezini Carrion-i Silvestre vd. (2005) panel birim kök testi ile sınamışlar ve panelin geneli için geçerli olduğunu tespit etmişlerdir. Kollias ve Messis (2019) çalışmasında AB (Avrupa Birliği) ile AB' ye farklı adaylık sürecinde olan dokuz ülke ( Arnavutluk, Bosna Hersek, Gürcistan, Moldova, Sırbistan, Makedonya Cumhuriyeti, Türkiye, Karadağ ve Ukrayna) arasındaki yakınsamayı kişi başına GSYİH ve çalışan kişi başına GSYİH olmak üzere iki farklı makroekonomik endeks açısından incelemiştir. Panel birim kök testleri ve tek değişkenli birim kök testleri sonucunda 1997–2016 dönemi için yakınsama hipotezi tahmin edilmiştir. AB ile yakınsama olmadığı buna karşın çalışan kişi başına GSYİH cinsinden grup içi yakınsama olduğu sonucu elde edilmiştir.

Avrupa Birliği'ne üye ülkeler için yapılan yakınsama çalışmalarının yanı sıra başka uluslararası birliklere üye ülkelerin grup ortalamalarına yakınsamalarının analizleri de literatürde geniş yer almaktadır. Ancak çalışmamızda AB'ye üye ülkeler için yakınsama hipotezi sınındığından diğer çalışmalara burada yer verilmemiştir.

Bu çalışmada AB birliğine üye 14 ülkenin grup ortalamasına stokastik yakınsaması SURADF ve SURKSS birim kök testleri ile sınanmıştır. 2. bölümde kullanılan birim kök testleri anlatılmıştır 3. bölümde uygulama sonuçlarına yer verilmiştir. Sonuç kısmında ise elde edilen bulgular değerlendirilerek çalışma sonlandırılmıştır.

### **Ekonometrik Metodoloji**

Bu çalışmada OECD'ye üye ülkelerin gelirlerinin stokastik yakınsaması görünürde ilişkisiz regresyon modellerine (Seemingly Unrelated Regression- SUR) dayanan birim kök testleri kullanılarak incelenmiştir. SUR modellerine dayanan birim kök testleri çok denklemlili birim kök yapısının sistem yaklaşımı ile tahminini içeren testlerdir. Zaman serisi verileri ile çalışılırken ilişkilerin her zaman tek denklemlili yapılarla açıklanması yeterli olmayabilir. İncelenen ilişkinin birden çok denklemlili açıklandığı durumlarda bir regresyon denkleminin hata teriminin başka denklemlerin hata terimi ile ilişkili olup olmadığı tahmincilerin etkinliği açısından önemli bir sorudur. Eğer denklemlerin hata terimleri arasında bir ilişki varsa sistem yapısının SUR yöntemi ile çözülmesi elde edilen tahmincilerin EKK yöntemi ile elde edilen tahmincilere göre daha etkin olmasını sağlayacaktır (Zelner, 1962). SUR modellerinin bu üstün özelliğinden dolayı Breuer vd. (2001), birim kök sürecinin tahmin edilmesinde SUR'a dayalı denklemler sistemlerinden faydalanılan yeni bir birim kök testi geliştirmişlerdir. Breuer vd. (2001) tarafından geliştirilen SUR'a dayanan birim kök testi ADF tarzı birim kök testidir. Literatürde bu birim kök testi SURADF birim kök testi olarak yer almaktadır. SURADF birim kök testinin model yapısı doğrusaldır. Wu ve Lee (2009), Breuer vd. (2001) tarafından geliştirilen birim kök testi yapısını doğrusal olmayan yapıya genişletmişlerdir. Geliştirdikleri birim kök testi SUR modellerine dayalı KSS tarzı birim kök testidir. Literatürde bu test SURKSS birim kök testi olarak ifade edilmektedir. SURADF ve SURKSS birim kök testlerinin metodolojisi alt bölümlerde verilmiştir.

### SURADF Birim Kök Testi

Breuer (2001, 2002) çalışmalarında, birim kökün sıfır hipotezinin reddedilmesinin, standart panel birim kök testleri kullanılarak reddedilmesinin panel birimlerinin tümünün “hepsi ya da hiçbiri” yapıları nedeniyle durağan olduğu anlamına gelmediğini iddia etmektedir. Bu nedenle, artırılmış Dickey Fuller (ADF) test modellerinin, görünürde ilişkisiz regresyon (SUR) yaklaşımıyla tahmin edilmesine dayanan bir panel birim kök testi önermişlerdir. Bu tekniği kullanarak, kaç tane seri veya hangisinin durağan olduğu hakkında hiçbir bilgi vermeyen standart panel birim kök testlerinin dezavantajının üstesinden gelinebileceğini ifade etmişlerdir (Yılancı, 2012). Breuer vd. (2001), geliştirdikleri birim kök testinin üç avantajı olduğundan bahsetmektedir. Bu avantajlardan birincisi denklemlerin hata terimleri arasındaki eş zamanlı korelasyonu dikkate almasıdır. İkinci bir avantajı gecikmeler için panel birimlerinin heterojenliğine izin vermesidir. Bu testin üçüncü avantajı ise yatay kesit bağımlılığını dikkate almasıdır. Aşağıdaki denklemler, SUR prosedürü kullanılarak tahmin edilecek ADF denklemleri sistemini göstermektedir:

$$\begin{aligned} \Delta y_{1,t} &= \alpha_1 + \rho_1 y_{1,t-1} + \sum_i^{\rho_i} \delta_i \Delta y_{1,t-i} + u_{1,t} \\ \Delta y_{2,t} &= \alpha_2 + \rho_2 y_{2,t-1} + \sum_i^{\rho_i} \delta_i \Delta y_{2,t-i} + u_{2,t} \\ &\vdots \\ \Delta y_{N,t} &= \alpha_N + \rho_N y_{N,t-1} + \sum_i^{\rho_i} \delta_i \Delta y_{N,t-i} + u_{N,t} \end{aligned} \quad (2)$$

$\rho_i$  i. birim için otoregresif katsayıyı göstermektedir. Burada SURADF prosedürü SUR ile tahmin edilerek her bir  $\rho$  katsayısının anlamlılığı simülasyon ile oluşturulan kritik değerlerle karşılaştırılarak test edilir (Breuer vd., 2001,2002). Testin hipotezleri ise, N tane sıfır ve alternatif hipotez tek tek aşağıdaki gibi kurulur.

$$\begin{aligned} H_0^1: \rho_1 &= 0; \quad H_0^1: \rho_1 < 0 \\ H_0^2: \rho_2 &= 0; \quad H_0^2: \rho_2 < 0 \\ &\vdots \\ H_0^N: \rho_N &= 0; \quad H_0^N: \rho_N < 0 \end{aligned}$$

### SURKSS Birim Kök Testi

Veri yaratma süreci doğrusal olmadığı zaman, doğrusal birim kök testleri kullanmak yanlış sonuçlar verebilir (Yılancı, 2012). Breuer vd. (2001, 2002) tarafından geliştirilen panel SURADF testine benzer bir dizi spesifik doğrusal olmayan panel birim kök testi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu test literatüre Wu ve Lee (2009) tarafından eklenmiştir.



Wu ve Lee (2009), panel SURADF testinde ADF denklemlerini kullanmak yerine Kapetanios vd. (2003) KSS test denklemlerini kullanmayı önermişlerdir. Model yapısı ve hipotezleri aşağıdaki gibidir:

$$\Delta y_{1,t} = \rho_1 y_{1,t-1}^3 + \sum_{j=1}^{p_1} \beta_{1,j} \Delta y_{1,t-j} + u_{1,t}$$

$$\Delta y_{2,t} = \rho_2 y_{2,t-1}^3 + \sum_{j=1}^{p_2} \beta_{2,j} \Delta y_{2,t-j} + u_{2,t} \quad (3)$$

⋮

$$\Delta y_{N,t} = \rho_N y_{N,t-1}^3 + \sum_{j=1}^{p_N} \beta_{N,j} \Delta y_{N,t-j} + u_{N,t}$$

$$H_0^1: \rho_1 = 0; \quad H_0^1: \rho_1 < 0$$

$$H_0^2: \rho_2 = 0; \quad H_0^2: \rho_2 < 0$$

⋮

$$H_0^N: \rho_N = 0; \quad H_0^N: \rho_N < 0$$

Bu birim kök testinde sistem yapısı SUR ile tahmin edilerek birim kök sürecinin test edilmesi için t-istatistikleri hesaplanır. Standart olmayan dağılım gösteren test istatistikleri için uygun kritik değerler öz yineleme ile elde edilebilmektedir.

## Veri Seti ve Ampirik Bulgular

### Veri Seti

Çalışmada seçilmiş 14 AB ülkesinin (Avusturya, Belçika, Danimarka, İspanya, Finlandiya, Fransa, İngiltere, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Portekiz ve İsveç) 1960-2018 yıllarını kapsayan kişi başı reel gelir verileri kullanılarak yakınsama hipotezi panel birim kök testi ile analiz edilmektedir. Burada stokastik yakınsama hipotezi sınanacağı için, Kişi başı reel gelir verileri AB ülkelerinin gelir ortalamalarına bölünüp logaritması alınarak yeni bir değişken (RI) oluşturulmuştur. Elde edilen RI serisine, Breuer (2001, 2002) tarafından önerilen SURADF panel birim kök testi ve sonrasında 2009 yılında Wu ve Lee tarafından literatüre kazandırılan

SURKSS panel birim kök testi uygulanmıştır. Yapılan çalışmada kullanılan veri setine Dünya Bankası veri tabanından ulaşılmıştır.

### Ampirik Bulgular

Tablo 1 OECD'ye üye 14 ülkenin gelir serisi için yapılan SURADF birim kök testlerinden elde edilen sonuçları göstermektedir.

Tablo 1

#### *SURADF Test Sonuçları*

Ülkeler	Test İstatistiği	%10	%5	%1
Avusturya	-6.486**	-5.378	-5.815	-6.781
Belçika	-7.765*	-5.906	-6.29	-7.235
Danimarka	-7.034*	-5.402	-5.875	-6.783
İspanya	-7.034*	-5.314	-5.776	-6.604
Finlandiya	-5.803*	-4.153	-4.677	-5.632
Fransa	-6.349*	-4.956	-5.411	-6.339
İngiltere	-3.451	-4.201	-4.638	-5.512
Yunanistan	-5.864**	-4.76	-5.216	-6.06
İrlanda	-5.06**	-4.492	-4.964	-5.859
İtalya	-5.572**	-4.645	-5.122	-6.16
Lüksemburg	-4.922***	-4.452	-4.95	-5.9
Hollanda	-8.071*	-4.773	-5.252	-6.157
Portekiz	-6.255*	-4.589	-5.04	-5.984
İsveç	-5.86**	-4.646	-5.091	-6.035

Not: \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 1'deki sonuçlar; Belçika, Danimarka, İspanya, Finlandiya, Fransa, Hollanda ve Portekiz için %1 seviyesinde; Avusturya, Yunanistan, İrlanda, İtalya ve İsveç için %5 seviyesinde; Lüksemburg için ise %10 seviyesinde temel hipotezin reddedildiğini göstermektedir. İngiltere'nin gelir serisi için ise temel hipotez hiçbir anlamlılık düzeyinde reddedilememiştir. Yani Belçika, Danimarka, İspanya, Finlandiya, Fransa, Hollanda, Portekiz, Avusturya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, İsveç ve Lüksemburg'a ait gelir verileri durağan bulunurken, İngiltere'nin gelir verisi durağan dışı bulunmuştur. Bu sonuçlar İngiltere hariç diğer ülkeler için gelir yakınsaması hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir.

Tablo 1 OECD'ye üye 14 ülkenin gelir serisi için yapılan SURADF birim kök testlerinden elde edilen sonuçları göstermektedir.

Tablo 2  
SURKSS Test Sonuçları

Ülkeler	Test İstatistiği	%10	%5	%1
Avusturya	-5.713*	-1.802	-2.254	-3.182
Belçika	-5.468*	-1.856	-2.291	-3.164
Danimarka	-6.311*	-1.454	-1.925	-2.852
İspanya	-4.928*	-1.807	-2.290	-3.163
Finlandiya	-4.611*	-1.646	-2.080	-2.904
Fransa	-5.071*	-1.638	-2.123	-2.939
İngiltere	-4.284*	-2.227	-2.697	-3.498
Yunanistan	-4.964*	2.750	2.244	1.266
İrlanda	-5.132*	-1.521	-1.986	-2.873
İtalya	-5.097*	-1.561	-2.031	-2.931
Lüksemburg	-4.823*	-1.430	-1.908	-2.801
Hollanda	-6.239*	-1.809	-2.235	-3.110
Portekiz	-5.038*	-0.603	-1.119	-1.932
İsveç	-4.706*	-1.794	-2.263	-3.226

Not: \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

SURKSS birim kök testi sonuçlarına göre OECD'ye üye 14 ülke için (Belçika, Danimarka, İspanya, Finlandiya, Fransa, Hollanda, Portekiz, Avusturya, Yunanistan, İngiltere, İrlanda, İtalya, İsveç ve Lüksemburg) %1 düzeyinde temel hipotezin reddedildiği sonucuna ulaşılmıştır. Yani bu ülkelere ait serilerin birim kök içermediği sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular bu ülkeler için gelir yakınsaması hipotezinin geçerli olduğu sonucunu vermektedir.

## Sonuç

Neoklasik büyüme teorisi kapsamında yer alan Yakınsama Hipotezi ülkeler arasındaki ilişkilerin tanımlanabilmesinde, karar vericilere ve araştırmacılara bir çerçeve çizmektedir. Bu yüzden uluslararası örgütlerin kendi gruplarının gelir ortalamalarına yakınsama durumlarının incelenmesi bilimsel alanda oldukça büyük bir önem taşımaktadır. Stokastik yakınsama olarak literatürde yer alan yakınsama türünün sınanması zaman serisi analizi tekniklerinden birim kök testleri ile yapılabilmektedir. Bu çalışma da seçilen AB üyesi ülkelerin AB'nin gelir ortalamasına yakınsaması ikinci nesil panel birim kök testlerinden olan SURADF ve SURKSS birim kök testleri ile incelenmiştir. Bu birim kök testleri sayesinde ülkeler arasındaki yatay kesit bağımlılığı dikkate alınarak, ülkelerin her biri için ayrı ayrı yakınsama ile ilgili yorum yapılabilmektedir.

SURADF birim kök testi sonuçlarına göre 14 AB ülke grubundan sadece İngiltere'nin birim köklü bir yapıda olduğu yani yakınsamanın gerçekleşmediği görülmektedir. Diğer ülkelerden ise Avusturya, Yunanistan, İrlanda, İtalya ve İsveç'in %5 düzeyinde; Belçika, Danimarka, İspanya, Finlandiya, Fransa, Lüksemburg, Hollanda ve Portekiz'in de %1 düzeyinde durağan olduğu yani yakınsadığı sonucuna varılmıştır. SURKSS birim kök testi sonuçlarına göre ise 14 AB ülke grubundan hepsinin %1 düzeyinde durağan olduğu yani yakınsamanın gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

Elde edilen bulgular doğrultusunda AB üye ülkelerinin seçilen dönem ve ülkeler bazında yakınsadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar bize gelecek için yapılan planlamalarda AB yapılanmasının sürdürülebilirliğini devam ettireceğinin yorumunu yapabilmemize kapı aralamaktadır. Öte yandan, ülkeler daha yeni ve daha verimli teknolojiye erişim sağlayabilirse, yakınsama oranının daha da hızlı olabileceği söylenebilir. Böylece uzun vadede yaşam standartlarının aşağı yukarı aynı olacağı anlamına geldiği yorumu yapılabilir.

**Finansal Destek:** Bu çalışma 1388 numaralı İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında desteklenmektedir.

### Kaynakça/References

- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence, *Journal of Political Economy*, 100, 223–251
- Baumol, W. J. (1986). Productivity growth, convergence and welfare: What the long-run data show? *The American Economic Review*, 76(5), 1072–1085.
- Bernard, A. B., & Durlauf, S. N. (1996). Interpreting tests of the convergence hypothesis. *Journal of Econometrics*, 71, 161–173.
- Brada, J. C., Kutun, A. M., & Zhou, S. (2003). Real and monetary convergence between the European union and transition-economy candidate countries: Market integration and policy coordination. *Forthcoming in Journal of Banking and Finance*.
- Breuer, J. B., Mcnown, R., & Wallace, M. S. (2001). Misleading Inferences from panel unit-root tests with an illustration from purchasing power parity. *Review of International Economics*, 9(3), 482–493.
- Breuer, J. B., Mcnown, R., & Wallace, M. (2002). Series-specific unit root tests with panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 64(5), 527–546.
- Ceylan, R., & Abiyev, V. (2016). An examination of convergence hypothesis for EU-15 countries. *International Review of Economics and Finance*, 45, 96–105.
- Chang, T., Lee, C. H., Chou, P., & Wang, S. C. (2012). Purchasing Power Parity for Transition Countries. *Eastern European Economics*, 50(4), 42–59.
- Costantini, M., & Lupi, C. (2005). Stochastic convergence among European economies. *Economics Bulletin*, 3(38), 1–17.
- Estrin, S., Urga, G., & Lazarova, S. (2001). Testing for ongoing convergence in transition economies: 1970 to 1998. *Journal of Comparative Economics*, 29(4), 677–691.

- Gadea Rivas, M. D., & Sanz Villarroya, I. (2017). Testing the convergence hypothesis for OECD countries: A reappraisal. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 11(4), 1–22. Doi: 10.5018/economics-ejournal.ja.2017-4
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(7), 53–74.
- Kocenda, E. (2001). Macroeconomic convergence in transition economies. *Journal of Comparative Economics*, 29(1), 1–23.
- Kollias, C., & Messis, P. (2019). Are future enlargement candidate countries converging with the EU? *Empirica*, 1–21. Doi: 10.1007/s10663-019-09442-9
- Kutan, A. M., & Yigit, T. M. (2004). Nominal and real stochastic convergence within the transition economies: panel evidence. *Journal of Comparative Economics*, 32, 23–36.
- Li, Q., & Papell, D. (1999). Convergence of international output time series evidence for 16 OECD countries. *International Review of Economics & Finance*, 8(3), 267–280.
- Margaritis, D., Fare, R., & Grosskopf, S. (2007). Productivity, convergence and policy: A study of OECD countries and industries. *Journal of Productivity Analysis*, 28(1-2), 87–105.
- Meng, M., Payne, J. E., & Lee, J. (2013). Convergence in per capita energy use among OECD countries. *Energy Economics*, 36, 536–545.
- Mishra, A., & Mishra, V. (2018). Re-examination of convergence hypothesis among Indian states in panel stationarity testing framework with structural breaks. *Applied Economics*, 50(3), 268–286.
- Reza, R., & Zahra, K. T. (2008). Evaluation of the income convergence hypothesis in ten new members of the European Union. A Panel Unit Root Approach. *Panoeconomicus*, 2, 157–166.
- Rivas, M.-D. G., & Villarroya, I. S. (2017). Testing the convergence hypothesis for OECD Countries. *A reappraisal. Economics*, 11(4), 1–23.
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65–94.
- Sonderman, D. (2012). Productivity in the euro area any evidence of convergence. European Central Bank, *Working Paper Series*, 1431, April.
- Strazicich, M. C., Lee, J., & Day, E. (2004). Are incomes converging among OECD countries? Time series evidence with two structural breaks. *Journal of Macroeconomics*, 26(1), 131–145.
- Timakova, M. V. (2011). Conditional convergence and the Solow model: An empirical study. Retrieved from *Erasmus University Thesis Repository*. <http://thesis.eur.nl/>
- Yılancı, V. (2012). Mean reversion in stock prices of G7 countries: Evidence from panel SURADF and panel SURKSS tests. *Actual Problems of Economics*, 5, 380.
- Wu, J. L., & Lee, H. Y. (2009). A revisit to the non-linear mean reversion of real exchange rates: evidence from a series-specific non-linear panel unit-root test. *Journal of Macroeconomics*, 31(2009), 591–601.
- Zellner, A. (1962). An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. *Journal of the American Statistical Association*, 57, 348–368.

