

## Mekânsal Panel Veri Analizleri Vasıtasıyla, Enerji Tüketiminde Yakınsamanın İl Düzeyinde Tespiti: Türkiye Örneği

Adem TÜRKMEN<sup>1</sup>, İkrâm Yusuf YARBAŞI<sup>2</sup> ve Ömer Selçuk EMSEN<sup>3</sup>

### Öz

Yakınsama hipotezinin gelir temelli bakış açısınan, kalkınmanın hem nedeni hem de sonucu olarak enerji kullanımından incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada; enerji tüketimi yaşam standardının bir göstergesi olarak, sanayi enerji tüketimi ise üretim güçlerinin dağılımı amacıyla kullanılmıştır. 2007-2017 arası dönem için yapılan analizlerde hem toplam tüketim hem de sanayi tüketim değerleri açısından gerek mutlak gerekse koşullu yakınsama mekanizmasının Türkiye’de iller bazında işlediği tespit edilmiştir. Mekânsal değişkenler vasıtası ile de illerden komşularına doğru iyileşmelerin yayılma etkisi ortaya çıkardığı görülmüştür.

*Anahtar Kelimeler:* Yakınsama, Enerji Tüketimi, Mekânsal Panel Model

### Determination of Convergence in Energy Consumption at the Provincial Level by Spatial Panel Data Analysis: The Case of Turkey

#### Abstract

In this study, which aims at researching the income-based perspective of convergence hypothesis in terms of energy use as both cause and result of development; energy consumption has been used as an indicator of living standards, while industrial energy consumption has been used for distribution of production forces. Analyses conducted for period between 2007-2017, it has been detected that both absolute and conditional convergence mechanisms in terms of both total consumption values and industrial consumption values operate on the basis of provinces in Turkey. It was found that the improvements from the provinces to their neighbours possess a spillover effect.

*Key Words:* Convergence, Energy Consumption, Spatial Panel Model


#### Atıf İçin / Please Cite As:

Türkmen, A., Yarbaşı, İ. Y. ve Emsen, Ö. S. (2022). Mekânsal panel veri analizleri vasıtasıyla, enerji tüketiminde yakınsamanın il düzeyinde tespiti: türkiye örneği. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 572-587.

**Geliş Tarihi / Received Date:** 21.06.2021

**Kabul Tarihi / Accepted Date:** 15.10.2021


<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi.-Erzurum Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, adem.turkmen@erzurum.edu.tr

 ORCID: 0000-0002-1534-2332

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi.-Erzurum Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, ikram.yarbasi@erzurum.edu.tr

 ORCID: 0000-0003-4689-5121

<sup>3</sup> Prof. Dr.-Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, osemisen@atauni.edu.tr

 ORCID: 0000-0002-1809-0513

## Giriş

İktisadi büyüme ve kalkınma literatürü neredeyse yüz yıldır uluslararası gelir eşitsizliği üzerine odaklanan yakınsama kavramıyla ilgilenmektedir. Kökeni Ramsey (1928), Solow (1956), Cass (1965) ve Koopmans (1965) gibi Neo Klasik iktisatçılara atfedilen bu kavram; kişi başına büyüme oranının, kişi başı çıktı veya gelirin başlangıç seviyesi ile ters orantılı olma eğiliminden yola çıkmaktadır. Bu düşünceyi test eden bazı iktisatçılar bunu destekler nitelikte sonuçlar bulurken, bazıları aksini ifade etmektedir. Bu konuda yapılan ilk çalışmalardan birinde; Baumol (1986), Maddison'un tarihsel gelir verilerini kullanarak farklı gelir seviyesindeki büyük bir ülke grubu için yakınsamanın varlığına dair işaretler tespit etmiştir. Yakınsamayı ülke gurubundan bölgeye indirgeyen Barro ve Sala-i-Martin (1992), ABD eyaletleri arasında yakınsamanın varlığına işaret etmiş, fakat bu yakınsamanın oldukça yavaş ilerlediğini de belirtmiştir. Yakınsamanın ana fikri, daha fakir ülkeler veya bölgelerin, zengin ülkeler veya bölgelerden daha hızlı büyümesiyle onlara yaklaşmasıdır. Burada yakınsamayı gerçekleştirecek unsurlar arasında gelişmiş ülkelerde giderek artan sermaye verimliliğindeki düşüşe ilaveten, daha fakir ülke veya bölgeler açısından teknoloji transferi avantajı da eklenmektedir. Bu konuya değinen bazı kalkınma teorisyenleri (Abramovitz, 1979; Gerschenkron, 1962) geç kalan ülkelerin liderleri yakalaması için bazı avantajları olduğu ve hatta geç kalmanın başlı başına bir avantaj olduğunu belirtmişlerdir. Öte yandan, fakir ülkelerin zengin ülkelere göre daha yavaş büyümesine yol açan özellikle kurumsallıktaki yoksunluklar (Acemoğlu ve Robinson, 2015) ve buna bağlı olarak ya despotik ya da namevcut Leviathanın yaratılması (Acemoğlu ve Robinson, 2020) nedeniyle yakınsama yerine ıraksama da söz konusu olabilmektedir. Hem gelir yakınsaması hem de teknolojik yakınsama açısından bu noktada enerji önemli bir unsur olarak devreye girmektedir. Enerji üretimi ve kullanımının hem kalkınmışlığı besleyeceği hem de kalkınmışlığın bir sonucu olduğu temel kabullerdendir. Diğer bir ifadeyle kalkınmanın sanayileşmeyle eşanlı kabul edildiğinden hareketle sanayileşebilmek için enerji gereksinimi kaçınılmazdır. Öte yandan sanayileşmeye bağlı olarak artan gelir ise enerji yoğun tüketim mallarının kullanımını gerektirmektedir. Dolayısıyla herhangi bir modern ekonominin işleyişi için enerji mevcudiyeti hayati önem taşıdığından, enerji arzının sabit olmadığı ülkelerin, sabit olan ülkelere göre çok daha düşük büyüme oranlarına sahip olacağı, böylece yakınsamak yerine ıraksayacağı neredeyse kesindir (Anoruo ve DiPietro, 2014, s. 568).

Yakınsama çalışmalarında yaygın olarak kullanılan iki ülke refahı ölçütü, kişi başına GSYİH ve kişi başına enerji tüketimidir. Yukarıda da belirtildiği şekliyle kişi başı enerji tüketiminde hanehalkı tüketimi veya yaygın olarak kullanılan toplam tüketim rakamları; yaşam standardı refahı açısından ele alınırken, sanayi enerji tüketimi ise üretim güçlerinin bölgeler veya ülkeler arasında nasıl dağıldığına işaret etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde kalkınma iktisadı açısından enerji kullanımı kalkınmışlığın hem sebebi hem de sonucu konumundadır. Üretim güçlerinin bölgesel kutuplaşması özellikle bölgelerarası yaşam standartları farklılığını ortaya çıkarmakta, özellikle işgücü ve beyin güçlerini arttırmakta; dolayısıyla yaşam standartları açısından bölgesel farklılıkları derinleştirmektedir. Diğer taraftan ekonomideki iyileşmelere paralel olarak enerji tüketimi, ekonomik kalkınma ve çevrenin korunması konularında giderek önemli nokta olarak dikkat çekmektedir. Özellikle nüfusun geniş coğrafyalara ayrıldığı ülkelerde enerji verimliliği açısından büyük farklılıklar söz konusu olmaktadır. Literatürde birçok çalışma enerji tüketimi ile büyüme/kalkınma arasındaki nedensel ilişkiler üzerinde durmaktadır. Bu çalışmalardan büyük bir çoğunluğu farklı ülke gurupları için enerji tüketiminin büyümeye neden olduğu sonucuna ulaşırken [bkz. Aqeel ve Butt (2001), Ghosh (2002) Jumbe (2004), Morimoto ve Hope (2004), Shiu ve Lam (2004), Wolde-Rufael (2004), Yang (2000), Yoo (2005)], bir kısmı ise çift yönlü bir nedensel ilişkinin varlığını tespit etmişlerdir [bkz. Chen vd. (2007), Chontanawat vd. (2006), Wolde-Rufael (2006)]. Enerji tüketiminin ülkeler açısından büyüme ya da kalkınma için bir neden olduğu fikri geliştirilerek bölgesel farklılıklar açısından da bir gösterge olarak kullanılması bu manada literatüre paralel bir sonuç olmaktadır.

Çalışmada kişi başına enerji tüketimi verileri hem toplam hem de sanayi açısından dikkate alınmaktadır. Bu çalışmada, hem bölgesel refah düzeyi yakınsaması (ıraksaması); hem de bölgesel üretimde bir kutuplaşmanın enerji tüketimi açısından derinleşip derinleşmediği sorusu yakınsama (ıraksama) olgusu ile Türkiye özelinde coğrafi yakınlıkların da etkisi dâhil edilerek mekânsal panel veriler ile test edilmektedir. Mekânsal panel verilerin kullanılarak enerji tüketiminde mekânsal bağımlılığın da hesaba katılması ile Türkiye illeri arasındaki enerji tüketimi yakınsamasının tespiti açısından daha güvenilir verilerin elde edilebilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda çalışmada enerji tüketimi veya enerji verimliliği yakınsamasına dair bir literatürden bahsedildikten sonra, çalışmada kullanılan veri seti ve çalışmanın metodolojisi olan mekânsal dinamik modeller açıklandıktan sonra, bu metodoloji ve veriler ile yapılan

analizlere ait bulgulara yer verilmektedir. Çalışmanın sonuç bölümünde ise bulgular değerlendirilerek, Türkiye özelinde çeşitli öneriler getirilmektedir

### Literatür

Özellikle son 100 yıldaki hızlı sanayileşmeye paralel olarak artan enerji ihtiyacı ve devamında ortaya çıkan enerji kıtlığı ve çevresel bozulma sorunları, birçok ülke için ciddi bir problem haline gelmiş ve giderek artan sayıda çalışma enerji tüketimi ve çevre kalitesindeki yakınsamayı araştırmıştır. Enerji sektöründe yakınsama olgusu literatürde hem ülkeler hem de bölgeler bazında birçok çalışmada incelenmiş, bir takım farklı yöntemlerle yakınsamanın varlığı sorgulanmıştır. Enerji yakınsaması üzerine ilk çalışmalar, enerji yoğunluğu veya enerji üretkenliğine odaklanmış olsa da, son dönemde enerji tüketiminin yakınsamasını araştıran bir dizi çalışma ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalar gelir yakınsama literatürüne paralel olarak  $\alpha$  ve  $\beta$  yakınsaması yöntemlerini ve geniş bir literatürde tam olarak yakınsamayı ölçmese de birim kök modelleri ile yakınsamayı test etmeye çalışmışlardır. Ayrıca coğrafi yakınlığın etkilerini de analize katan mekânsal panel çalışmaları da literatürde yer bulmaktadır.

Enerji tüketiminin ülkeler arasında yakınsayıp yakınsamadığını araştıran çalışmalar incelendiğinde; Mielnik ve Goldemberg (2000) tarafından yapılan çalışma bu konuda ilk örneklerden biri olarak kabul edilebilir. Çalışmada, 41 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkenin 1971 ile 1992 yılları arasındaki verileri kullanılarak enerji yoğunluğu yakınsaması incelenmiş ve gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelere yakınsadığı tespit edilmiştir. Markandya, Pedroso-Galinato ve Streimikiene (2006), AB üyesi geçiş ekonomileri ve Türkiye'yi kapsayan 12 ülke için 1992 ile 2002 yılları için enerji yoğunluğundaki yakınsamanın AB ortalamasına doğru ilerleyişini test etmişler ve yakınsamanın varlığına dair kanıtlar tespit etmişlerdir. Excurra (2007) 87 ülke örneği ile 1960-1999 dönemi için enerji yakınsamasını CO2 salınımı ile test etmiş, salınımdaki azalışın enerji yakınsamasını ifade ettiğini belirtmiştir. Robinson (2007) sadece gelişmiş bir ülke gurubu seçerek, 9 Avrupa ülkesi için 1978-2003 döneminde elektrik fiyatlarındaki yakınsamayı;  $\beta$ -yakınsaması ile test etmiş ve elektrik fiyatlarında yakınsamayı destekler nitelikte bulgular elde etmiştir. Jaunky (2008) çalışmasında, 1971-2002 dönemi için 22 Afrika ülkesinde kişi başı elektrik tüketiminin yakınsamasını incelemiş ve yakınsamaya dair kanıtlar tespit edememiştir. Hsu, Lee ve Lee (2008), panel birim kök testi (SURADF) kullanarak 84 ülkeden oluşan beş bölge için enerji tüketiminde yakınsamanın varlığını araştırdıkları çalışmalarında; ele aldıkları ülke gurubunda enerji tüketiminin birim köke sahip olduğu, yani şokların kalıcı etkileri olduğu ve enerji tüketiminin ıraksadığı sonucuna ulaşmışlardır. Maza ve Villaverde (2008), 1980-2007 yılları için 98 ülkeli bir örnekleme lokasyon bazlı elektrik tüketiminin  $\beta$  ve  $\sigma$  yakınsama analizlerini dikkate alarak elektrik tüketiminin  $\beta$  yakınsamasına dair güçlü bulgulara ulaşmışlardır. Fakat ülkeler arasındaki farklılıkların uzun vadede ortadan kalkmayacağını da belirtmişlerdir. Narayan ve Smyth (2009), panel birim kök testi kullanarak 182 ülke için kişi başına enerji tüketiminin durağanlığını inceledikleri çalışmada, kişi başı enerji tüketiminin durağan olduğu, yani yakınsadığı bulgusunu desteklemişlerdir. Liddle (2009) ticari ve endüstriyel elektrik yoğunluklarındaki yakınsama için yaptığı araştırmada alt guruplar bazında yüksek yoğunluğa ve düşük yoğunluğa doğru ayrı ayrı yakınsamanın varlığını tespit etmiştir. Kula, Arslan ve Oztürk (2012) 1960-2005 dönemini kapsayan 23 yüksek gelirli OECD ülkesi için kişi başına elektrik tüketiminin durağanlığını birim kök testleri ile incelemiştir. Örnek ülkelerin çoğu için kişi başına elektrik tüketiminin durağan olduğu sonucunu bulmuşlardır. Durağan ülkeler için kişi başına enerji tüketimine yönelik şokların geçici olduğu ve dolayısıyla kişi başına enerji tüketiminde gelecekteki hareketlerin geçmiş gözlemler kullanılarak tahmin edilebileceği sonucuna varmışlardır. Herrerias (2012) ağırlıklandırılmış dinamik yeniden dağılım yaklaşımı kullanarak 1971-2008 yılları arasındaki çok ülkeli verilerle yaptığı çalışmasında, gelişmişlik düzeyine göre farklılıklar içermesine rağmen dünya enerji yoğunluğu yakınsamasının varlığına dair bulgular tespit etmiştir. Shahbaz, Tiwari, Ozturk ve Farooq (2013); birim kök analizlerini kullanarak 67 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke için kişi başına elektrik tüketiminin zaman serisi karakteristiğini incelemiştir. 1971-2010 arasındaki dönem için incelenen 67 ülkenin 65'inde kişi başına elektrik tüketiminin durağan olduğu/yakınsadığı sonucuna ulaşmışlardır. Mohammadi ve Ram (2012), 1971-2007 dönemi için farklı gelişmişlikteki ülkeler arası verileri kullanarak hem kişi başına enerji hem de elektrik tüketimi için yakınsamayı, koşulsuz  $\beta$ -yakınsaması ile birlikte,  $\sigma$ -yakınsama kriteri ve koşullu  $\beta$ -yakınsaması ile test etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre; kişi başına enerji kullanımında zayıf, elektrik tüketiminde kuvvetli yakınsamanın varlığı kullanılan örnekte tespit edilmiştir. Ayrıca koşullu yakınsama sonuçlarına göre kentleşmenin hem elektrik hem de enerji yakınsaması üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Bolat, Belke ve Celik (2013), yapısal kırılmalı LM birim kök analizlerini kullanarak, 15 MENA ülkesi için enerji tüketiminde durağanlığı araştırmışlardır. İncelenen 15 ülkenin 8'inde kişi başına enerji tüketiminin durağan olduğunu/yakınsadığını bulmuşlardır. 22 Afrika

ülkesi için panel birim köklerle enerji tüketiminde yakınsamayı test eden çalışmada Anoruo ve DiPietro (2014), uyguladıkları iki farklı birim kök yönteminden geleneksel panel birim kök testinde 22 ülke için kişi başına enerji tüketiminde yakınsamanın varlığını elde ederken, Sıralı Panel Seçim Yönteminde ülkelerden bir kısmında yakınsamanın varlığı ve diğer bir grup ülkenin ise yakınsama göstermediği sonuçlarına ulaşmışlardır. Apergis ve Christou (2016) çalışmasında, yakınsama kulübü algoritması kullanılarak 1972'den 2012'ye kadar 31 ülke için enerji verimliliği yakınsaması araştırılmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre tam yakınsama reddedilmekte, fakat geçiş eğrileri ile uzun vadede enerji verimliliğinin yakınsama eğiliminde olduğu ifade edilmektedir.

Bölgesel düzeyde enerji yakınsamasını inceleyen çalışmalar dikkate alındığında, konuyla ilgili literatürden özetleri aşağıdaki şekilde vermek mümkündür.

Miketa ve Mulder (2005) yılında, 56 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke için enerji verimliliğinde yakınsamayı 10 üretim sektörü için araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarında yerelde yakınsamanın varlığını tespit ederek, küresel yakınsamanın belirli bir durağan duruma doğru olduğunu ifade etmişlerdir. Aslan (2011), doğrusal ve doğrusal olmayan birim kök testleri ile 50 ABD eyaleti için doğal gaz tüketiminde yakınsamayı incelemiş ve 50 eyaletten 27'si için doğal gaz tüketimi serilerinde doğrusal olmayan durağanlık kanıtları tespit etmiştir.

Öztürk ve Aslan (2011) Türkiye'de sektörel bazda kişi başı elektrik tüketiminde durağanlığı 1970-2006 dönemi için birim kök testleri ile incelemişlerdir. Tek değişkenli LM testi ile 7 sektör için Türkiye'de durağanlığın olmadığını, yapısal kırılmalı birim kök testi ile de konut dışındaki tüm sektörlerin durağanlığın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Apergis ve Tsoumas (2012), Amerika Birleşik Devletleri'ndeki fosil yakıt, kömür ve elektrik tüketiminin uzun vadeli özelliklerini sektörlerle göre araştırdıkları çalışmalarında; fosil yakıt, kömür ve elektrik tüketiminde entegrasyon ve durağanlığın olduğunu tespit etmişlerdir. Dolayısıyla bu üç sektörde şokların geçici olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Liu (2013) ABD'nin 50 eyaletine ait 1963-2009 yılları arasındaki verileri kullanarak, yapısal kırılmama ve doğrusal olmama durumlarını da hesaba katarak bu 50 eyalette enerji tüketiminin yakınsadığı sonucuna ulaşmış ve şokların uzun vadeli etkilerinin olmadığını ifade etmiştir. Hao ve Peng (2017) Çin eyaletlerinde enerji tüketimi yakınsamasını 1994-2014 yılları için mekânsal panel modellerle test etmişlerdir. Elde ettikleri bulgularda hem koşullu hem de koşulsuz  $\beta$ -yakınsaması açısından Çin eyaletleri arasında elektrik tüketiminde yakınsamanın varlığını tespit etmişlerdir. Akarsu ve Berke (2020) Türkiye'de iller arası elektrik tüketimi yakınsamasını koşullu ve koşulsuz  $\beta$ -yakınsaması açısından mekânsal panel veri analizlerle incelemişlerdir. Çalışmada koşullu yakınsamayı test etmek amacıyla literatüre paralel olarak şehirleşme değişkeni kullanılmış ve hem koşullu hem koşulsuz yakınsama açısından Türkiye'de şehirler arasında yakınsamanın varlığına dair bulgular tespit etmişlerdir.

Literatürde birim köklerin varlığını belirlemek için birim kök tabanlı enerji tüketimi testleri kapsamlı bir şekilde incelenmesine rağmen yakınsama literatürüne paralel olarak yapılan koşullu ve koşulsuz  $\beta$  ve  $\alpha$  yakınsaması testleri görece daha az yer almaktadır. Bununla birlikte mekânsal bağımlılığı da içerecek şekilde yakınsama analizleri daha az yer bulmaktadır. Mekânsal bağımlılığa dair yapılacak analizlerde bölgesel verilere ulaşımın zorlukları bunun en temel nedenlerindedir. Islam (1995) tarafından yakınsama literatürüne katılan panel verilerle yakınsama olgusu, ekonomilere özgü, zamanla değişmeyen özelliklerini de yakınsama modellerinin içine dahil etmiştir. Badinger, Müller ve Tondl, (2004, s. 241-244), yakınsama analizlerinde göz ardı edilen mekânsal bağımlılıkların da modele dahil edilmesi gerektiğini belirterek, bu analizlere yeni bir boyut kazandırmıştır. Literatürde bu bağlamı takip eden çalışmalar toplam elektrik tüketimi açısından yakınsamayı incelemekte, sanayi için kullanılan enerjiyi ayrı bir bağlamda değerlendirmemektedir. Koşullu yakınsamayı test etmek için geniş bir değişken seçimi Hao ve Peng'in (2017) çalışmasında dikkat çekmekte; diğer çalışmalar genellikle koşullu yakınsamayı sınırlı bir değişken gurubuyla dikkate almaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada literatürde görülen bu eksikliklerin araştırmaya değer olduğu düşünülerek Türkiye özelinde iller açısından enerji tüketimi yakınsaması hem koşullu hem koşulsuz olarak, toplam enerji tüketimi ve sadece sanayi enerjimi tüketimi açısından ayrı ayrı literatürü dikkate alarak mekânsal panel veri analizleri ile 2007-2017 yılları için test edilmektedir.

### Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada Hao ve Peng, (2017) çalışmasında literatüre ve teorik beklentiye uygun olarak göz önünde bulundurulmuş koşullu yakınsama açısından dikkate alınmış ve birtakım değişkenlerde bölgeye özgü değişikliklere gidilmiştir. Kullanılan değişkenlere ait tanımlamalar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 1. Veri Seti ve Değişken Tanımlamaları

Veri Kısaltması	Veri Açıklaması	Kaynak
Kod	İl Plaka Kodları	TÜİK Bölgesel İstatistikler
TA	Ticari Açıklık Oranı [(İhracat + İthalat) / GSYİH]	TÜİK Bölgesel İstatistikler
SP	Sanayinin Payı (Sanayi Üretimi / GSYİH)	TÜİK Bölgesel İstatistikler
NUF	Kentleşme Oranı; İl ve ilçe merkezleri nüfusunun toplam nüfus içindeki oranı (%)	TÜİK Bölgesel İstatistikler
TEK	Kişi başına toplam elektrik tüketimi (KWh)	TÜİK Bölgesel İstatistikler
SEK	Kişi başına sanayi elektrik tüketimi (KWh)	TÜİK Bölgesel İstatistikler
GDP	Kişi başına Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (2009 bazlı) (\$)	TÜİK Bölgesel İstatistikler

### Mekânsal Dinamik Modeller

Mekânsal dinamik model, mekânsal terimlerin geleneksel dinamik modele dahil edilmesiyle elde edilmektedir. Mekânsal dinamik modelin en sık kullanılan üç ana türü bulunmaktadır. Bunlar: Mekânsal Dinamik Gecikme Modeli (SDAR), Mekânsal Dinamik Hata Modeli (SDEM) ve Mekânsal Dinamik Durbin Modeli (SDDM)'dir. Koşullu  $\beta$  yakınsama analizi için bu üç model aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$\ln(y_{i,t}/y_{i,t-1}) = \beta_1 \ln(y_{i,t-1}) + \mathbf{x}_{i,t}\boldsymbol{\eta} + \xi_i + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de ifade edilen modelde,  $y_{i,t}$  i şehrine ait t yılındaki kişi başına düşen elektrik tüketim harcamasını göstermektedir. Bağımlı değişken  $\ln(y_{i,t}/y_{i,t-1})$  ise t-1'den t yılına kadar kişi başı elektrik tüketimine ait büyüme oranını göstermektedir.  $\mathbf{x}_{i,t}$  kontrol değişkenleri ifade eden satır vektörü ve  $\boldsymbol{\eta}$  parametreleri ifade eden sütun vektörünü temsil etmektedir.  $\xi_i$ , birim etkisini göstermekte olup; zamanla değişiklik göstermemekte, fakat kişi başına düşen elektrik tüketimini etkilemektedir.  $\varepsilon_{i,t}$  ise bağımsız ve özdeş dağılmış rassal hata terimini ifade etmektedir (Baltagi, 2015:368-370).

Eşitlik (1) genellikle statik regresyon modelleri ile tahmin edilirken, eşitliğin sağ tarafında bağımlı değişken  $y_{i,t}$ 'nin gecikmeli değerlerinin yer alması sebebiyle dinamik bir yapı göstermektedir. Eşitlik (1)'in sol tarafı yeniden düzenlendiğinde aşağıdaki denklem elde edilmektedir.

$$\ln(y_{i,t}) = \tau \ln(y_{i,t-1}) + \mathbf{x}_{i,t}\boldsymbol{\eta} + \xi_i + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

(2) nolu eşitlikte  $\tau = \beta_1 + 1$ 'i ifade etmektedir. Eşitlik (2) yakınsama ile ilgili mevcut literatürün bazılarında kullanılmış olan standart bir dinamik denklemi göstermektedir (Weeks ve Yao, 2003:68; Hao, Zhang, Zhong ve Li, 2015:947).

Eşitlik (2)'de ifade edilen  $\tau$  değerinin istatistik bakımından anlamlı ve 1'den büyük olması durumunda kişi başına düşen elektrik tüketiminde  $\beta$  yakınsamasının varlığı teyit edilmiş olmaktadır. Mutlak  $\beta$ -yakınsaması, tüm bölgelerin en nihayetinde aynı sabit duruma yaklaşacağı anlamına gelmekte olup; regresyon denkleminde herhangi bir kontrol değişkeni dahil edilmemişse test edilebilmektedir. Modele diğer kontrol değişkenlerinin eklenmesi durumunda ise koşullu  $\beta$  yakınsaması varlığı tespit edilebilmektedir. Koşullu  $\beta$ -yakınsamasında temel düşünce, farklı bölgelerin beşerî sermaye seviyesi veya altyapı yatırımları gibi aynı kalkınma koşullarını elde ederse, daha az gelişmiş alanların daha hızlı bir gelişme hızı elde etme eğiliminde olabileceğidir. Ülkeler ve bölgeler arasında ekonomik kalkınma seviyesindeki dikkate değer farklılıklar göz önüne alındığında, farklı ekonomiler farklılaşmış sabit durumlara yakınsayabileceklerdir.

Tobler'in (1970) Birinci Coğrafya Yasasına göre, bir coğrafi yüzeydeki tüm öznelik değerleri birbiriyle ilişkilidir, ancak yakın göstergeler uzak olanlardan daha fazla ilişkilidir. Mekânsal korelasyonun derecesi ve özellikleri, bölgeler arasındaki mutlak konum ve göreceli konumla belirlenmektedir. Mekânsal korelasyon kavramı, ekonomik faktörlerin bölgeler arasında akışı, iç ticaretin yayılması, yenilikçilik ve teknoloji yayımlar gibi gerçekte mekânsal yayılım etkilerini yansıtmaktadır.

Mekânsal korelasyonun ihmal edilmesi yanlı tahminlerin elde edilmesine yol açabilecektir (LeSage ve Pace, 2009, s. 4-5). Kişi başına düşen elektrik tüketiminin mekânsal bir korelasyonu olabileceği göz önüne alındığında, mekânsal faktör Eşitlik (2)'ye dahil edilerek, uygun mekânsal dinamik ekonometrik modellerin tahmini gerçekleştirilebilmektedir. Mekânsal dinamik ekonometrik modellerin kullanılmasının iki önemli avantajı söz konusudur. Birincisi, dinamiklere izin vermesi ve ikinci de potansiyel mekânsal korelasyonla etkili bir şekilde başa çıkabilmesidir. Bu nedenler göz önüne alındığında, mekânsal dinamik ekonometrik

modeller, tahmin sonuçlarının daha doğru ve güvenilir olmasını sağlayan hem dinamik ekonometrik modellerin hem de mekânsal ekonometrik modellerin avantajlarını bir araya getirmektedir (Elhorst, 2014, s. 95-96).

Günümüzde mekânsal dinamik ekonometrik modeller arasında mekânsal dinamik gecikme (SDAR), mekânsal dinamik hata (SDEM) ve mekânsal dinamik Durbin modeli en sık kullanılan modeller arasında yer almaktadır.

### Mekânsal Dinamik Gecikme Modeli (SDAR)

$$\ln(y_{i,t}) = \tau \ln(y_{i,t-1}) + \rho \sum_{j=1}^n w_{i,j} \ln(y_{i,t}) + \mathbf{x}_{i,t}\boldsymbol{\eta} + \xi_i + v_{i,t} \quad (3)$$

(3) nolu eşitlik ile ifade edilen SDAR modelinde,  $w_{i,j}$  mekânsal ağrılık matrisini,  $\rho$  skaler mekânsal otoregresif parametreyi göstermektedir. SDAR, bölgeler arasında açıklanan değişkenlerin mekânsal etkileşim etkilerini ifade eden mekânsal olarak otoregresifliği tanımlamaktadır.

### Mekânsal Dinamik Gecikme Modeli (SDEM)

$$\ln(y_{i,t}) = \tau \ln(y_{i,t-1}) + \mathbf{x}_{i,t}\boldsymbol{\eta} + \xi_i + v_{i,t} \quad (4)$$

$$u_{i,t} = \lambda \sum_{j=1}^n w_{i,j} u_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (5)$$

Eşitlik (4) ve onunla bağlantılı olarak Eşitlik (5) ile ifade edilen SDEM modelinde  $\lambda$  skaler mekânsal hata katsayısını göstermektedir.

### Mekânsal Dinamik Durbin Model (SDDM)

$$\ln(e_t) = \tau \ln(e_{t-1}) + \lambda \mathbf{W} \ln(e_{t-1}) + \rho \mathbf{W} \ln(e_{t-1}) + \mathbf{X}_t\boldsymbol{\eta}_1 + \mathbf{W}\mathbf{X}_t\boldsymbol{\eta}_2 + \xi + \boldsymbol{\theta}_t \quad (6)$$

Eşitlik (6)'da mekânsal dinamik Durbin modeli gösterilmiştir. Eşitlik (6) matris biçiminde ifade edilmektedir ve kalın harflerle gösterilen bütün karakterler vektörleri göstermektedir.  $e_t$  ve  $e_{t-1}$  sırasıyla  $t$  ve  $t-1$  yıllarındaki il elektrik tüketimlerinden oluşan sütun vektörleridir.  $\mathbf{W}$  mekânsal ağrılık matrisi,  $\mathbf{X}_t$   $i$  bölgesinde  $j$ 'nci açıklayıcı değişkeni içeren matrislerdir.  $\boldsymbol{\eta}_1$  ve  $\boldsymbol{\eta}_2$  sırasıyla  $\mathbf{X}_t$  ve  $\mathbf{W}\mathbf{X}_t$  matrislerindeki açıklayıcı değişkenlerin katsayılarından oluşan iki sütun vektörünü belirtmektedir.  $\xi$ , tüm illerin bireysel etkilerinden oluşan sütun vektörünü,  $\boldsymbol{\theta}$  ise tüm illerin bağımsız ve özdeş dağılmış kalıntılarından oluşan sütun vektörünü ifade etmektedir.

SDAR'da mekânsal terimin açıklayıcı bir değişken olarak yer alması, SDEM'de mekânsal terimin doğrudan hata terimini etkilemesi dikkat çekicidir. SDDM, SDAR ve SDEM modellerinin özelliklerini barındırır ve iki modelin bir kombinasyonu olarak görülebilir (LeSage ve Pace, 2009, s. 46-52). Mekânsal bağımlılığın göz ardı edilmesi tahmin edicilerin etkinliği ve tutarlılığı üzerinde olumsuz etkiler meydana getirebilecektir (Elhorst, 2012, s. 7).

Mekânsal dinamik ekonometrik modeller kullanarak tahminler gerçekleştirmek için, öncelikle mekânsal ağrılık matrisinin somut formu belirlenmelidir. Mekânsal ağrılık matrisleri oluşturulmasında çeşitli seçenekler bulunmaktadır. Mekânsal ağrılık matrisinin seçimi genellikle deneyimlere ve araştırma problemine dayanmaktadır, çünkü mekânsal ağrılıklar matrisinin sağlanabilirliğini belirtmek için açıkça doğru işlevsel bir form bulunmamaktadır (Anselin, 2002, s. 249). Bu makalede, popüler ve yaygın olan komşuluk matrisi kullanılarak mekânsal ağrılık matrisi oluşturulmuştur. Komşuluk matrisinde  $w_{i,j} = 1$   $i$  ve  $j$  illeri coğrafî olarak komşu olduğunda (aynı sınırı paylaşırsa), aksi takdirde  $w_{i,j} = 0$  olarak belirlenmiştir. Daha sonra matrisin, her satırdaki tüm öğelerin toplamının 1 olmasını sağlamak için satırlar standardize edilmiştir. Komşuluk matrisi, belirli bir ilin kişi başına düşen elektrik enerjisi kullanımının komşu iller üzerindeki mekânsal etkilerini ölçmektedir.

Mekânsal terim ve dinamiklerin ortaya çıkması nedeniyle en küçük kareler yöntemi (OLS), mekânsal ekonometrik modelleri tahmin etmek için uygun bir yöntem olamamaktadır, çünkü OLS tahmin sonuçları yanlı ve tutarsız olacaktır (Elhorst, 2014, s. 52). Mekânsal ekonometrik modeller için yaygın regresyon yöntemleri arasında maksimum olabilirlik tahmini (ML) ve yarı-maksimum olabilirlik tahmini (QML), araç değişkenler, genelleştirilmiş momentler yöntemi (GMM) ve Bayesyen kestirimi yer almaktadır. Maksimum olabilirlik yaklaşımı bu yaklaşımlar içerisinde en fazla tercih edilen metod konumundadır (Elhorst, 2014, s. 108). Çalışmada da maksimum olabilirlik yöntemi kullanılarak mekânsal ekonometrik analizler gerçekleştirilmiştir.

## Mekânsal Korelasyonun Testi

Mekânsal bir otokorelasyon indeksi olan Moran I Testi (1950), birimler arasında mekansal bir korelasyonun olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Moran I indeksi -1 ile +1 değeri arasında yer almaktadır. 0'dan küçük bir değer, bitişik bölgeler arasında belirli bir seviyedeki rekabetçi ilişkiyi gösteren negatif korelasyon anlamına gelmekteken; 0'a eşit değer, ilişkisiz olduğu ve 0'dan büyük değer de, yani pozitif bir korelasyon söz konusu ise, değişkenlerin bitişik bölgeler arasında olumlu bir geri bildirim etkisi yaşadığını ifade etmektedir (LeSage ve Page, 2009, s. 11-13). Moran I değeri 1'e ne kadar yakınsa, bölgesel gözlemler de mekansal kümelenme eğilimindedir.

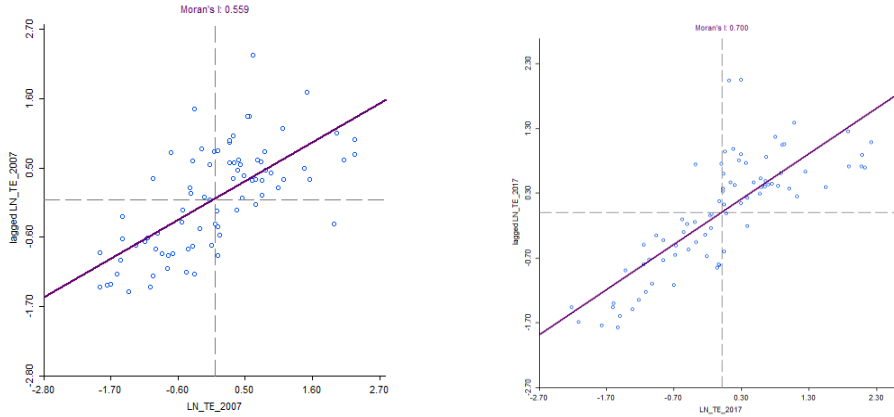
$$Moran\ I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})} \quad (7)$$

Ayrıca testler sonucu elde edilen Moran I saçılım diyagramındaki noktaların çoğu birinci ve üçüncü alanda kümelenmesi pozitif bir mekansal otokorelasyonun varlığını ifade etmektedir. Öte yandan saçılım diyagramındaki noktaların ikinci ve dördüncü bölgede olması ise negatif mekansal otokorelasyonun varlığını göstermektedir. Bütün bölgelere dağılmış noktalar ise mekansal otokorelasyonun olmadığına işaret etmektedir.

## Bulgular

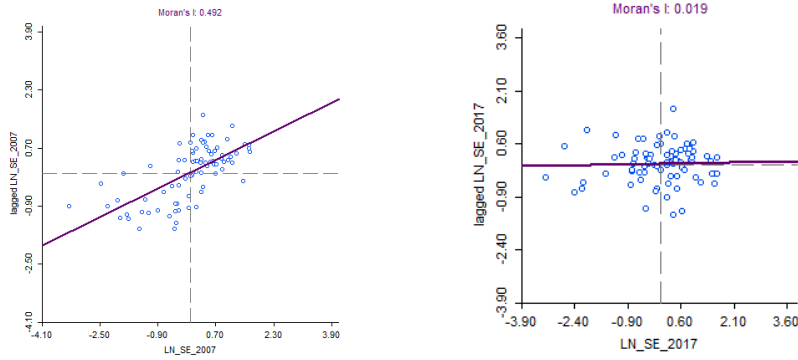
Çalışmada önce mekansal korelasyonun varlığının test edilmesi amacıyla toplam kişi başı elektrik tüketimi ve sanayi kişi başı elektrik tüketimi verilerine Moran testleri uygulanmış, ardından önce koşulsuz yakınsama ve sonrasında da koşullu yakınsamayı ölçmek amacıyla analizler yapılmıştır. Moran I testi, mekansal bağımlılığın varlığını keşfetmek için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, 2007'den 2017 yılına kadar il düzeyinde Türkiye'de toplam elektrik tüketimi ve sanayi elektrik tüketiminin kişi başı değerleri arasında mekansal otokorelasyonun derecesini ölçmek için Moran I indeksi kullanılmıştır. Karşılaştırma yapmak amacıyla kişi başına toplam elektrik tüketimi ve sanayi elektrik tüketiminin 2007 ve 2017 yıllarına ait Moran I saçılım grafikleri Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Toplam Elektrik Tüketiminin 2007 ve 2017 yıllarına ait Moran I testi Sonuçları

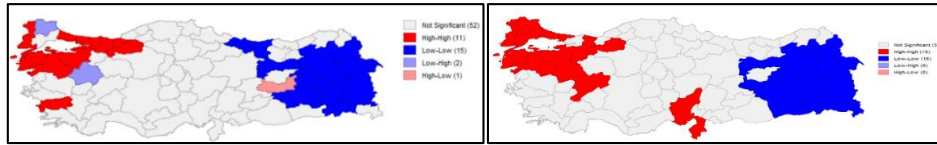
Hem kişi başına toplam elektrik tüketiminde hem de sanayi elektrik tüketiminde her iki Moran I saçılım diyagramındaki noktaların çoğu, birinci ve üçüncü bölgede yer aldığı görülmektedir. Bu da kişi başına toplam elektrik tüketiminde ve sanayi elektrik tüketiminde mekansal dağılımda pozitif korelasyonun olduğunu ifade etmektedir. Kişi başına toplam elektrik tüketiminde elde edilen sonuçlara göre 2007 yılı için Moran I istatistik değeri 0,56 ve 2017 yılı için ise 0,70 olarak hesaplanmış olup her iki istatistik değeri de %1 önem düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Bu nedenle, il düzeyinde Türkiye'nin kişi başına elektrik tüketiminin yakınsaması üzerine yapılan araştırmalarda, mekansal ilişkilerin dikkate alınması gerektiği söylenebilir.



**Şekil 2.** Sanayi Elektrik Tüketiminin 2007 ve 2017 yıllarına ait Moran I testi Sonuçları

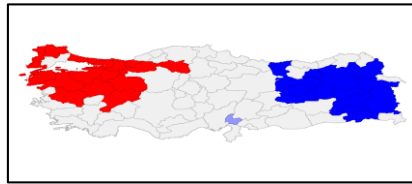
Şekil 2'de yer alan, kişi başına sanayi elektrik tüketiminde elde edilen sonuçlara göre 2007 yılı için Moran I istatistik değeri 0,49 ve 2017 yılı için ise 0,02 olarak hesaplanmış olup 2007 yılı için hesaplanan değerin %1 önem düzeyinde anlamlı bulunmuşken, 2017 yılı için elde edilen değer istatistik bakımdan anlamlı bulunamamıştır. Bu nedenle, il düzeyinde Türkiye'nin kişi başına hem toplam hem de sanayi elektrik tüketiminin yakınsaması üzerine yapılan araştırmalarda, mekânsal ilişkilerin dikkate alınması gerektiği söylenebilir.

2007-2017 yılları arasında kişi başına toplam elektrik tüketiminin mekânsal yayılma etkileri Şekil 3'de gösterilmektedir. Buna göre Marmara, Doğu Anadolu bölgeleri ve Akdeniz bölgesi Adana Bölümünde mekânsal etkiler istatistik bakımından anlamlı bulunmuştur. Marmara bölgesi ve Adana bölümünde mekânsal yayılma etkisinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Doğu Anadolu bölgesinde ise zayıf mekânsal yayılma etkisinin varlığından söz edilebilmektedir.



**Şekil 3.** 2007-2017 Yılları Arasında Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketiminin Mekânsal Yayılma Etkileri

2007 yılı kişi başına sanayi elektrik tüketiminin mekânsal yayılma etkileri Şekil 4'de gösterilmektedir. Buna göre Marmara, Doğu Anadolu bölgelerinde mekânsal etkiler istatistik bakımından anlamlı bulunmuştur. Marmara bölgesi ve Adana bölümünde mekânsal yayılma etkisinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Doğu Anadolu bölgesinde ise zayıf mekânsal yayılma etkisinin varlığı tespit edilmiştir.



**Şekil 4.** 2007 Yılı Kişi Başına Sanayi Elektrik Tüketiminin Mekânsal Yayılma Etkileri

Çalışmada elde edilen regresyon sonuçları STATA 15 ve GEODA paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tablo 2, kişi başına elektrik tüketiminin birinci dereceden gecikmesinin logaritması dışında hiçbir kontrol değişkeni içermeyen regresyon modelinin sonuçlarını, yani mutlak  $\beta$ -yakınsamanın sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 2'den görüldüğü üzere, sabit etkili model tahmini gerçekleştirildiğinde, kişi başına logaritmik elektrik tüketiminin ilk gecikmesinin katsayısı,  $\ln(\text{tek})_{-1}$  katsayısı %1 önem seviyesinde istatistik bakımdan anlamlı bulunmuştur. Mekânsal faktör eklendikten sonra, skaler mekânsal otoresif parametre ve skaler mekânsal hata katsayısı, Türkiye'nin kişi başına düşen elektrik tüketiminde mekânsal yayılma etkilerinin varlığı %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Bir ildeki kişi başına elektrik tüketimi, komşu illerden de etkilendiği tespit edilmiştir.  $\ln(\text{tek})_{-1}$  katsayısının yakınsamanın varlığının tespit edilme kullanıldığı hususu materyal-yöntem bölümünde ifade edilmişti. Bu katsayının SDAR, SDEM ve SDDM modellerinde 1'den küçük ve istatistik bakımdan anlamlı bulunması, mekânsal etki hesaba katıldığında Türkiye'de il



bazında kişi başına elektrik tüketiminde mutlak  $\beta$ -yakınsamasının olduğu belirlenmiştir. Barro ve Sala-i-Martin (1992) tarafından önerilen yönteme göre, yakınsamanın hızı,  $\ln(\text{tek})_{-1}$  değişkeninin katsayısı temel alınarak hesaplanabilmektedir. Tablo 2’de gösterilen tahmin sonuçlarına göre, SDAR, SDEM ve SDDM’ye göre mutlak yakınsama oranları sırasıyla 0,494, 0,361 ve 0,462’dir.

**Tablo 2.** Toplam Elektrik Tüketimi  $\beta$  yakınsaması Regresyon Sonuçları

Değişken	FE	SDAR	SDEM	SDDM
$\ln(\text{tek})_{-1}$	0,8343 <sup>a</sup> (0,0269)	0,6105 <sup>a</sup> (0,0603)	0,6975 <sup>a</sup> (0,0610)	0,6299 <sup>a</sup> (0,0611)
$W^* \ln(\text{tek})_{-1}$	-	-	-	-0,0958 <sup>b</sup> (0,0472)
$W^* \ln(\text{tek})$	-	0,3927 <sup>a</sup> (0,0490)	-	0,4552 <sup>a</sup> (0,0429)
$W^*u$	-	-	0,552 <sup>a</sup> (0,0578)	-
Yakınsama katsayısı ( $\theta$ )	-	0,4939	0,3607	0,4622
R <sup>2</sup>	0,9757	0,9450	0,9757	0,9526

Not: a %1, b %5 ve c %10 önem düzeyinde istatistiki anlamlılıkları göstermektedir. Parantez içi değerler ise dirençli standart hataları göstermektedir.

Tablo 3’de sanayi elektrik tüketiminin bağımlı değişken olduğu durumdaki  $\beta$  yakınsamasına ait sonuçlar yer almaktadır. Tablo 3’den görüldüğü üzere, sabit etkili model tahmini gerçekleştirildiğinde, kişi başına logaritmik elektrik tüketiminin ilk gecikmesinin katsayısı,  $\ln(\text{sek})_{-1}$  %1 önem seviyesinde istatistik bakımdan anlamlı bulunmuştur. Mekânsal faktör eklendikten sonra, skaler mekânsal otoregresif parametre ve skaler mekânsal hata katsayısı, Türkiye’de sanayi elektrik tüketiminde mekânsal yayılma etkilerinin varlığı %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Bir ildeki sanayi elektrik tüketiminin, komşu illerden de etkilendiği tespit edilmiştir.  $\ln(\text{sek})_{-1}$  katsayısının yakınsamanın varlığının tespit edilmede kullanıldığı hususu materyal-yöntem bölümünde ifade edilmişti. Bu katsayının SDAR, SDEM ve SDDM modellerinde 1’den küçük ve istatistik bakımdan anlamlı bulunması, mekânsal etki hesaba katıldığında Türkiye’de il bazında sanayi elektrik tüketiminde mutlak  $\beta$ -yakınsamasının olduğu belirlenmiştir. Barro ve Sala-i-Martin (1992) tarafından önerilen yönteme göre, yakınsamanın hızı,  $\ln(\text{sek})_{-1}$  değişkeninin katsayısı temel alınarak hesaplanabilmektedir. Tablo 3’de gösterilen tahmin sonuçlarına göre, SDAR, SDEM ve SDDM’ye göre mutlak yakınsama oranları sırasıyla 3,028, 2,5434 ve 1,5055’dir.

**Tablo 3.** Sanayi Elektrik Tüketimi  $\beta$  yakınsaması Regresyon Sonuçları

Değişken	FE	SDAR	SDEM	SDDM
$\ln(\text{sek})_{-1}$	0,0653 <sup>a</sup> (0,0124)	0,0484 <sup>a</sup> (0,0131)	0,0786 <sup>a</sup> (0,0218)	0,2219 <sup>a</sup> (0,0616)
$W^* \ln(\text{sek})_{-1}$	-	-	-	-0,1818 <sup>b</sup> (0,0512)
$W^* \ln(\text{sek})$	-	0,3301 <sup>a</sup> (0,0583)	-	0,3823 <sup>a</sup> (0,0512)
$W^*u$	-	-	0,3771 <sup>a</sup> (0,0574)	-
Yakınsama katsayısı ( $\theta$ )	2,7287	3,0283	2,5434	1,5055
R <sup>2</sup>	0,3398	0,2779	0,3398	0,5299

Not: a %1, b %5 ve c %10 önem düzeyinde istatistiki anlamlılıkları göstermektedir. Parantez içi değerler ise dirençli standart hataları göstermektedir.

Tablo 4, diğer kontrol değişkenlerini içeren yani koşullu  $\beta$  yakınsamasını içeren regresyon modellerinin sonuçlarını göstermektedir.

SDAR ve SDDM’deki mekansal otoregresif parametrenin ve SDEM’deki mekansal hata katsayısının %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu da kişi başına elektrik tüketiminin komşu iller arasında pozitif bir yayılma etkisine sahip olduğunu göstermektedir.  $\ln(\text{tek})_{-1}$  değişkenine ait katsayının mekânsal dinamik gecikme modelleri için istatistik bakımdan anlamlı ve 1’den küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum Türkiye’de il bazında kişi başına düşen elektrik tüketiminde koşullu  $\beta$ -yakınsaması olduğunu doğrulamaktadır.

Mutlak  $\beta$  yakınsaması için kullanılan aynı hesaplama yöntemini takiben, koşullu  $\beta$  yakınsama hızları sırasıyla SDAR, SDEM ve SDDM tarafından 0,321, 0,422 ve 0,336 olarak hesaplanmıştır. SDEM Modelinden elde edilen koşullu yakınsama hızı mutlak yakınsama hızına göre nispeten daha fazla bulunmuştur. Mekânsal faktörleri ortaya koyduktan sonra, koşullu yakınsama oranı daha yavaş olacaktır.

Bu da eksik mekânsal etkilerin model parametrelerinin yanlı tahminlerine yol açabileceğini göstermektedir. Kontrol değişkenlerinin tahminlerine bakıldığında bazı önemli sonuçlar çıkarılabilir. Örneğin, kişi başına düşen GSYİH katsayısı pozitifken, kişi başına düşen GSYİH karesinin katsayısı SDAR ve SDEM tarafından negatif bulunmuştur. SDDM'ye göre, bu iki katsayıya ait işaretler, istatistiksel olarak anlamlı olmasalar da kıyaslama SDEM tahminleriyle tutarlı kalmaktadır. Bu sonuçlar, kişi başına enerji tüketimi ile kişi başına düşen GSYİH arasında ters U şeklinde bir ilişki olabileceğini göstermektedir. Diğer bir deyişle, kişi başına düşen elektrik tüketimi, en yüksek elektrik tüketimine karşılık gelen kişi başına GSYİH eşik düzeyine ulaşıldıktan sonra düşebilir.

**Tablo 4. Toplam Elektrik Tüketimi Koşullu  $\beta$  yakınsaması Regresyon Sonuçları**

Değişken	SDAR			SDEM			SDDM		
	Model1	Model2	Model3	Model1	Model2	Model3	Model1	Model2	Model3
ln(tek) <sub>-1</sub>	0,7403 <sup>a</sup> (0,0000)	0,7257 <sup>a</sup> (0,0578)	0,7445 <sup>a</sup> (0,0613)	0,6708 <sup>a</sup> (0,0607)	0,6556 <sup>a</sup> (0,0575)	0,6705 <sup>a</sup> (0,0602)	0,7315 <sup>a</sup> (0,0628)	0,7148 <sup>a</sup> (0,0592)	0,7355 <sup>a</sup> (0,0623)
lnpgdp	-0,0616 (0,9395)	-0,0918 (0,9301)	-0,0436 (0,9424)	0,1881 (1,3246)	0,1948 (1,3051)	0,1644 (1,3153)	0,4888 (1,4800)	0,5617 (1,4811)	0,5894 (1,4729)
lnpgdp <sup>2</sup>	0,0058 (0,0518)	0,0075 (0,0513)	0,0047 (0,0520)	-0,0011 (0,0728)	-0,0016 (0,0717)	0,0001 (0,0723)	-0,0190 (0,0819)	-0,0226 (0,0821)	-0,0248 (0,0817)
lnsp	-0,0340 (0,0346)	-0,0179 (0,0351)	-0,0316 (0,0346)	0,0894 <sup>c</sup> (0,0469)	0,09215 <sup>c</sup> (0,0879)	0,0879 <sup>c</sup> (0,0469)	-0,0374 (0,0439)	-0,0307 (0,0466)	-0,0328 (0,0442)
lnta	-	-	0,0611 <sup>c</sup> (0,0338)	-	0,0178 <sup>b</sup> (0,0072)	-	-	0,0100 (0,0080)	-
lnnuf	-	-	-	-	-	0,0126 (0,0395)	-	-	-0,0421 (0,0349)
w*ln(tek) <sub>-1</sub>	-	-	-	-	-	-	-0,1576 <sup>a</sup> (0,0491)	-0,1891 <sup>a</sup> (0,0514)	-0,1234 <sup>a</sup> (0,0519)
w*lnpgdp	-	-	-	-	-	-	-0,9965 (1,6931)	-1,3326 (1,6852)	-1,2570 (1,7055)
w*lnpgdp <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	0,0483 (0,0933)	0,0668 (0,0930)	0,0630 (0,0941)
w*lnsp	-	-	-	-	-	-	0,0658 (0,0518)	0,10756 <sup>c</sup> (0,0553)	0,0953 <sup>c</sup> (0,0533)
w*lnta	-	-	-	-	-	-	-	0,0202 (0,0156)	-
w*lnnuf	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,0501 (0,0438)
w*ln tek	0,4342 <sup>a</sup> (0,0439)	0,4292 <sup>a</sup> (0,0453)	0,4423 <sup>a</sup> (0,0448)	-	-	-	0,4278 <sup>a</sup> (0,0442)	0,4101 <sup>a</sup> (0,0472)	0,4326 <sup>a</sup> (0,0448)
w*u	-	-	-	0,5162 <sup>a</sup> (0,0592)	0,5086 <sup>a</sup> (0,0599)	0,5117 <sup>a</sup> (0,0656)	-	-	-
yakınsama	0,3007	0,3206	0,2950	0,3993	0,4222	0,3997	0,3126	0,3358	0,3072
R <sup>2</sup>	0,9567	0,9585	0,9505	0,9692	0,9659	0,9689	0,9602	0,9574	0,9536

Not: a %1, b %5 ve c %10 önem düzeyinde istatistiki anlamlılıkları göstermektedir. Parantez içi değerler ise dirençli standart hataları göstermektedir.

Sanayi üretiminin GSYİH'ya (lnsp) oranının katsayıları, teorik tahminler ve diğer birçok önceki çalışma ile tutarlı olarak SDEM modelinde pozitif bulunmuştur (Auffhammer ve Carson, 2008; Jiang ve Lin, 2012). Enerji tüketimini etkileyen bir diğer önemli etken, komşu illerdeki enerji tüketimlerinin mekânsal yayılma etkileridir. Tablo 4'de gösterilen tahmin sonuçlarına göre, enerji tüketiminin mekânsal terimi w\*ln tek katsayılarının, SDAR ve SDDM tahminlerinde %1 önem düzeyinde istatistik bakımdan anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, kişi başına enerji tüketiminin pozitif mekânsal bağımlılığını doğrulamaktadır: Buna göre belirli bir ildeki enerji tüketimi, komşu illerin tüketimlerinden olumlu etkilenmektedir. Benzer şekilde w\*lnsp katsayılarının, SDDM tahminlerinde %10 önem düzeyinde istatistik bakımdan anlamlı olduğu belirlenmiştir. Sanayinin GSYİH içerisindeki payının pozitif mekânsal bağımlı olduğu tespit edilmiştir. Bir ildeki sanayinin payı komşu iline göre olumlu etkilendiği ifade edilebilir. Ticari açıklık bakımından, katsayılarının pozitif olduğu tahmin edilmiş, ancak sadece SDEM ve SDAR tahminlerinde %10 önem düzeyinde istatistik bakımdan anlamlı bulunmuştur.

Tablo 5, sanayi elektrik tüketiminin bağımlı değişken olduğu koşullu  $\beta$  yakınsamasına ait regresyon modellerinin sonuçlarını göstermektedir.

SDAR ve SDDM'deki mekânsal otheregresif parametrenin ve SDEM'deki mekânsal hata katsayısının %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu da sanayi elektrik tüketiminin komşu iller arasında pozitif bir yayılma etkisine sahip olduğunu göstermektedir. ln(sek)-1 değişkenine ait

katsayının mekânsal dinamik gecikme modelleri için istatistik bakımdan anlamlı ve 1'den küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum Türkiye'de sanayi sektörünün elektrik tüketiminde koşullu  $\beta$ -yakınsaması olduğunu doğrulamaktadır. Koşullu  $\beta$  yakınsama hızları sırasıyla SDAR, SDEM ve SDDM tarafından 0,547, 3,073 ve 0,537 olarak hesaplanmıştır.

Sanayi üretiminin GSYİH'ya (Insp) oranının katsayıları, teorik tahminler ve diğer birçok önceki çalışma ile tutarlı olarak bütün modellerde pozitif, SDEM modellerinde ise hem pozitif hem de istatistik bakımdan anlamlı bulunmuştur (Auffhammer ve Carson, 2008; Jiang ve Lin, 2012). Sanayi elektrik tüketiminin etmenlerinden olan, komşu illerdeki sanayi elektrik tüketiminin mekânsal yayılma etkilerine bakıldığında, sanayi elektrik tüketiminin mekânsal terimi  $w \cdot \text{Insek}$  katsayılarının, SDAR ve SDDM tahminlerinde %1 önem düzeyinde istatistik bakımdan anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, sanayi elektrik tüketiminin pozitif mekânsal bağımlılığını doğrulamaktadır. Bundan hareketle belirli bir ilde sanayi elektrik tüketimi, komşu illerin tüketimlerinden olumlu etkilediği belirlenmiştir. Sanayi payı değişkenine bakıldığında SDEM modelinde pozitif istatistik bakımdan anlamlı bulunmuştur. Ticari açıklık bakımından katsayılarının pozitif olduğu tahmin edilmiş, ancak sadece SDEM tahminlerinde %10 önem düzeyinde istatistik bakımdan anlamlı bulunmuştur. SDDM modeli sonuçlarına bakıldığında ise sanayinin payının ve ticari açıklığın pozitif, nüfus yoğunluğunun ise negatif mekânsal yayılma etkisi gösterdiği tespit edilmiştir.

**Tablo 5. Sanayi Elektrik Tüketimi Koşullu  $\beta$  Yakınsaması Sonuçları**

Değişken	SDAR			SDEM			SDDM		
	Model1	Model2	Model3	Model1	Model2	Model3	Model1	Model2	Model3
ln(sek) <sub>-1</sub>	0,5812 <sup>a</sup> (0,0545)	0,5788 <sup>a</sup> (0,0571)	0,5784 <sup>a</sup> (0,0549)	0,0523 <sup>a</sup> (0,0111)	0,0463 <sup>a</sup> (0,0102)	0,0505 <sup>a</sup> (0,0114)	0,5893 <sup>a</sup> (0,0533)	0,5846 <sup>a</sup> (0,0576)	0,5892 <sup>a</sup> (0,0538)
lnpgdp	-3,0183 (2,7869)	-3,0004 (2,7504)	-2,9338 (2,7397)	1,3431 (4,8415)	1,0374 (4,5764)	1,3840 (4,8146)	1,7639 (3,2551)	2,2488 (3,2310)	1,5286 (3,2874)
lnpgdp <sup>2</sup>	0,1734 (0,1523)	0,1725 (0,1503)	0,1686 (0,1497)	-0,0543 (0,2627)	-0,0390 (0,2484)	-0,0569 (0,2612)	-0,0868 (0,1805)	-0,1131 (0,1798)	-0,0728 (0,1823)
lnsp	0,2054 (0,1445)	0,2039 (0,1394)	0,1707 (0,1496)	1,0670 <sup>a</sup> (0,2271)	1,0136 <sup>a</sup> (0,2177)	1,0176 <sup>a</sup> (0,2432)	0,0677 (0,1954)	0,05571 (0,1951)	0,0795 (0,1952)
lnta	-	0,0145 (0,0299)	-	-	0,1061 <sup>c</sup> (0,0560)	-	-	0,0145 (0,0297)	-
lnnuf	-	-	0,0761 (0,0654)	-	-	0,1149 (0,1433)	-	-	0,0771 (0,0715)
$w \cdot \ln(\text{sek})_{-1}$	-	-	-	-	-	-	-0,2047 <sup>a</sup> (0,0699)	-0,2262 <sup>a</sup> (0,0722)	-0,1898 <sup>a</sup> (0,0692)
$w \cdot \ln \text{pgdp}$	-	-	-	-	-	-	-7,3953 (5,4768)	-7,7534 (5,3880)	-7,6451 (5,3928)
$w \cdot \ln \text{pgdp}^2$	-	-	-	-	-	-	0,4043 (0,3025)	0,4230 (0,2977)	0,4167 (0,2978)
$w \cdot \ln \text{sp}$	-	-	-	-	-	-	0,5276 <sup>c</sup> (0,2801)	0,4802 <sup>c</sup> (0,2791)	0,6020 <sup>b</sup> (0,2763)
$w \cdot \ln \text{ta}$	-	-	-	-	-	-	-	0,1315 <sup>a</sup> (0,0418)	-
$w \cdot \ln \text{nuf}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,1923 <sup>b</sup> (0,0942)
$w \cdot \ln \text{sek}$	0,1338 <sup>a</sup> (0,0369)	0,1263 <sup>a</sup> (0,0339)	0,1282 <sup>a</sup> (0,0364)	-	-	-	0,1537 <sup>a</sup> (0,0328)	0,1243 <sup>a</sup> (0,0315)	0,1571 <sup>a</sup> (0,0323)
$w \cdot u$	-	-	-	0,1726 <sup>a</sup> (0,0676)	0,1202 <sup>c</sup> (0,0725)	0,1743 <sup>a</sup> (0,0663)	-	-	-
yakınsama	0,5427	0,5468	0,5475	2,9508	3,0726	2,9858	0,5288	0,5368	0,5290
R <sup>2</sup>	0,9530	0,9511	0,9521	0,7077	0,6778	0,7022	0,9436	0,9270	0,9405

Not: a %1, b %5 ve c %10 önem düzeyini göstermektedir. Parantez içi değerler ise dirençli standart hataları göstermektedir.

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

İktisat literatüründe özellikle Neo-Klasik iktisadın bakış açısında şekillenen yakınsama olgusu gelişmişlik bakımından ülkeler arasındaki farkın zamana bağlı olarak kapanacağına dair argümanın temelinde, gelişmiş ülkelerde giderek artan sermaye birikiminin azalan marjinal getiriler perspektifinde durağanlaşacağına temas etmektedir. Bu açıdan bakıldığında gelişmiş ülkeler ile az gelişmiş ülkeler arasındaki farkın kapanacağı savı az gelişmişler açısından iyimser bir bakış açısını resmetmektedir. Buna bağlı olarak daha ucuz teknoloji transferinin de pozitif dışsallıklardan yararlanma yönüyle gelişmişlik mesafesini kapayıcı unsur olacağı ileri sürülmektedir. Ancak, dünya ekonomisinde ortaya çıkan

gerçekleşmeler değerlendirildiğinde, yakınsama mekanizmasının mutlak anlamda gerçektelemediği, bunun bir takım dışsal faktörler eşliğinde gerçekteleği gözlenmekte ve buna da koşullu yakınsama adı verildiği dikkat çekmektedir. Yakınsamanın kalkınmışlıkla ve kalkınmışlığın da sanayileşmeyle eşanlımlı tutulduğu bakış açısında sanayileşmede de yaygın bir şekilde enerji kullanımının varlığı söz konusudur. Dolayısıyla yakınsama temeli ele alınırken enerji tüketimi açısından değerlendirmede bulunmak da sanayisizleşme sorununa karşılık, artan gelirlere bağlı yakınsama olgusunu daha sağlıklı inceleme imkanı vermektedir.

Çalışmada Türkiye ekonomisinde kentler arasında var olan gelişmişlik farklarının Neo-Klasiklerin öngördüğü şekliyle zamana bağlı olarak ortadan kalkıp kalkmadığı elektrik tüketim değerleri açısından incelenmesi yapılmıştır. Hao ve Peng, (2017) tarafından yapılan çalışma baz alınarak 2007'den 2017 yılına kadarki zaman dilimi için Türkiye'de il düzeyinde hem toplam elektrik tüketimi hem de sanayi elektrik tüketimi açısından kişi başı veriler üzerinden yakınsama mekanizmasının işleyip işlemediği analizlere tabi tutulmuştur. Bu çerçevede il bazında kişi başı enerji tüketiminde hanehalkı tüketimi veya yaygın olarak kullanılan toplam tüketim rakamları yaşam standardı ve buna bağlı olarak refah açısından ele alınırken; yine hem toplam hem de kişi başı sanayi enerji tüketim değerleri de üretim güçlerinin iller arasında nasıl dağıldığına işaret etmek amacıyla kullanılmıştır. Diğer taraftan bölgesel üretimde bir kutuplaşmanın enerji tüketimi açısından derinleşip derinleşmediği olgusu da coğrafi yakınlıkları dikkate alınacak şekilde mekânsal panel veriler ile test edilmiştir.

Analizlerde Moran I saçılım diyagramı kullanılarak hem toplam tüketim değerleri hem de sanayide kullanım açısından mekânsal ilişkilerin dikkate alınması gerektiğine dair sinyal yakalanmış ayrıca mekânsal yayılım etkilerinin nispeten daha gelişmiş olan Marmara bölgesinde kuvvetli olduğu, Doğu Anadolu Bölgesinde ise zayıf olduğu her iki tüketim gurubu için de tespit edilmiştir. Mekansal analizler bağlamında toplam ve kişi başı elektrik tüketimi ile toplam ve kişi başı sanayi elektrik tüketim değerleri için koşulsuz ve koşullu yakınsama mekanizmasının işleyip işlemediği, mekânsal dinamik ekonometrik modeller arasında mekânsal dinamik gecikme (SDAR), mekânsal dinamik hata (SDEM) ve mekânsal dinamik Durbin modeli tahmin edilmiştir. Her dört farklı tahmin için elde edilen bulgular řu şekilde özetlenebilir:

(i) Toplam Elektrik Tüketimi koşulsuz  $\beta$  yakınsaması tahmin sonuçlarına göre Türkiye'de kişi başına düşen elektrik tüketiminde iller arasında mutlak yakınsamanın varlığı her üç dinamik modelde de tespit edilmiştir. Ayrıca mekânsal yayılma etkilerinin varlığı tespit edilirken, bir ildeki kişi başına elektrik tüketiminin komşu illerden de etkilendiği tespit edilmiştir.

(ii) Sanayi Elektrik Tüketimi koşulsuz  $\beta$  yakınsaması sonuçlarına göre Türkiye'de il bazında sanayi elektrik tüketiminde mutlak  $\beta$ -yakınsamasının olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yakınsama hızlarının toplam elektrik tüketiminden daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Bu manada tüketim açısından refah yakınsamasının üretimde de paralel hatta daha hızlı bir şekilde gerçekteleği bulgusu ortaya çıkmıştır.

(iii) Toplam Elektrik Tüketimi Koşullu  $\beta$  yakınsaması sonuçlarından Türkiye'de il bazında kişi başına düşen elektrik tüketiminde koşullu  $\beta$ -yakınsaması olduğu belirlenmiştir. Koşullu yakınsama hızı mutlak yakınsama hızına göre genel olarak daha düşük elde edilmiştir, sadece SDEM modelinde daha yüksek bir yakınsama hızı ortaya çıkarmıştır. Diğer taraftan belirli bir ildeki enerji tüketimi, komşu illerin tüketimlerinden olumlu etkilediği sonucu koşullu yakınsamada da varlığını korumaktadır. Ayrıca koşullu yakınsama için kullanılan değişkenler açısından analiz sonuçları değerlendirildiğinde; kişi başına enerji tüketimi ile kişi başına düşen GSYİH arasında ters U şeklinde bir ilişi olabileceği, sanayi üretiminin GSYİH içindeki payının yakınsamayı pozitif etkileyen bir unsur olduğu ve bir ildeki enerji tüketimi ve sanayi payının komşu illeri pozitif etkilediği bulgularına ulaşılmıştır.

(iv) Sanayi Elektrik Tüketimi Koşullu  $\beta$  Yakınsaması analizlerinde koşullu yakınsamanın varlığı her üç dinamik model için de tespit edilmiştir. Ayrıca mekânsal parametrenin anlamlı olduğu ve dolayısıyla sanayi elektrik tüketiminin komşu iller arasında pozitif bir yayılma etkisine sahip olduğu mutlak yakınsama sonuçlarına benzer şekilde tespit edilmiştir. Ayrıca sanayinin payı ve sanayi payının mekansal yayılımının da yakınsamayı desteklediği bulgularına ulaşılmıştır.

Analiz sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde hem toplam elektrik tüketimi açısından hem de sanayi elektrik tüketimi açısından gerek mutlak gerekse koşullu yakınsama mekanizmasının Türkiye ekonomisinde iller bazında işlediği tespit edilmiştir. Özellikle yakınsama bağlamında elde edilen bulgulardan hareketle illerden komşularında ortaya çıkan iyileşmelerin yayılma etkisi yaparak kendisinde de iyileşmelere yol açtığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla zamana bağlı olarak elektrik tüketiminde iller arasında ortaya çıkan benzeşmenin bir tür refah payı açısından yakınlışmanın olduğuna işaret ederken, sanayi

tüketimi açısından ortaya çıkan benzeşmenin de kalkınmışlığı elimine etme yönünde rol üstlendiği söylenebilir. Buna rağmen yakınsamanın yayılma etkilerinin yüksek gelişmişliği olan bölgelerde daha yüksek, düşük gelişmişliği olan bölgelerde daha düşük olduğu dikkate alınarak kalkınma politikalarının Türkiye özelinde kutuplaşmaları dağıtarak bölgesel eşitsizlikleri giderici bir yapıda dağıtılması gerekliliği de ortaya çıkmaktadır. İller arasında yakınsamayı etkileyen sanayileşme ticari açıklık gibi değişkenlerin de mekânsal etkilerinin varlığı göz ardı edilmeden il bazında gelişimlerin komşuları da etkilediği dikkate alınmalıdır.

### Etik Beyan

“Mekânsal Panel Veri Analizleri Vasıtasıyla, Enerji Tüketiminde Yakınsamanın İl Düzeyinde Tespiti: Türkiye Örneği” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahriyat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Bu araştırmada hazır veri seti kullanıldığı için etik kurul kararı zorunluluğu taşımamaktadır.

### Kaynakça

- Abramovitz, M. (1979). Rapid growth potential and its realisation: The experience of capitalist economies in the postwar period. In Edmond Malinvaud (Ed.), *Economic growth and resources* (s. 1-51). London: Palgrave Macmillan.
- Akarsu, G. ve Berke, B. (2020). Convergence of electricity consumption in Turkey: Spatial panel data analysis. *Panoeconomicus*, 67(2), 241-256. <http://dx.doi.org/10.2298/PAN161129007A>
- Acemoğlu, D. ve Robinson, J. A. (2020). *Dar koridor: Devletler, toplumlar ve özgürlüğün geleceği* (Çev: Y. Taşkın), İstanbul: Doğan Egmont Yayıncılık ve Yapımcılık.
- Acemoğlu, D. ve Robinson, J. A. (2015). *Ulusların düşüşü, güç, zenginlik ve yoksulluğun kökenleri* (Çev: F. R. Velioglu). İstanbul: Doğan Egmont Yayıncılık ve Yapımcılık.
- Anoruo, E. ve DiPietro, W. R. (2014). Convergence in per capita energy consumption among African countries: evidence from sequential panel selection method. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 568-577. <https://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/873/513>
- Anselin, L. (2002). Under the hood issues in the specification and interpretation of spatial regression models. *Agricultural economics*, 27(3), 247-267. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2002.tb00120.x>
- Apergis, N. ve Christou, C. (2016). Energy productivity convergence: new evidence from club converging. *Applied Economics Letters*, 23(2), 142-145. doi: 10.1080/13504851.2015.1058899
- Apergis, N. ve Tsoumas, C. (2012). Long memory and disaggregated energy consumption: evidence from fossil fuels, coal and electricity retail in the U.S. *Energy Economics*, 34, 1082-1087. doi: 10.1016/j.eneco.2011.09.002
- Aqeel, A. ve Butt, M. S. (2001). The relationship between energy consumption and economic growth in Pakistan. *Asia-Pacific Development Journal*, 8(2), 3342-3350.
- Aslan, A. (2011). Does natural gas consumption follow a nonlinear path over time? Evidence from 50 states. *Renewable Sustainable Energy Review*, 15, 4466-4469. doi: 10.1016/j.rser.2011.07.105
- Auffhammer, M. ve Carson, R. T. (2008). Forecasting the path of China's CO2 emissions using province-level information. *Journal of Environmental Economics and Management*, 55(3), 229-247. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2007.10.002>
- Badinger, H., Müller, W. ve Tondl, G. (2004). Regional convergence in the European Union, 1985-1999: A spatial dynamic panel analysis. *Regional Studies*, 38(3), 241-253. <https://doi.org/10.1080/003434042000211105>
- Baltagi, B. H. (Ed.). (2015). *The Oxford handbook of panel data* (3. Edition). Oxford: Oxford Publishing.
- Barro, R. J. ve Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 100(2), 223-251. <https://doi.org/10.1086/261816>
- Baumol, W. J. (1986). Productivity growth, convergence, and welfare: What the long-run data show. *American Economic Review*, 76(5), 1072-1084. <https://www.jstor.org/stable/1816469>
- Bolat, S., Belke, M. ve Celik, N. (2013). Mean reverting behavior of energy consumption: Evidence from selected MENA countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(4), 315-320. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijeep/issue/31906/350739>
- Cass, D. (1965). Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. *The Review of Economic Studies*, 32(3), 233-240. <https://doi.org/10.2307/2295827>
- Chen, S., Kuo, H. ve Chen, C., (2007). The relationships between GDP and electricity consumption in ten Asian countries. *Energy Policy*, 35(4), 2611-2621. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.10.001>
- Chontanawat, J., Hunt, L. C. ve Pierse, R. (2006). Causality between energy consumption and GDP: Evidence from 30 OECD and 78 non-OECD countries (No. 113). Surrey Energy Economics Centre (SEEC) Discussion Paper Series, University of Surrey. <https://ideas.repec.org/p/sur/seedps/113.html>
- Elhorst, J. P. (2012). Dynamic spatial panels: models, methods, and inferences. *Journal of Geographical Systems*, 14(1), 5-28. <https://doi.org/10.1007/s10109-011-0158-4>
- Elhorst, J. P. (2014). *Spatial econometrics: From cross-sectional data to spatial panels*. Heidelberg: Springer.

- 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>
- Gerschenkron, A. (1962). *Economic backwardness in historical perspective*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.
- Ghosh, S. (2002). Electricity consumption and economic growth in India. *Energy Policy*, 30(2), 125-129. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00078-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00078-7)
- Hao, Y. ve Peng, H. (2017). On the convergence in China's provincial per capita energy consumption: new evidence from a spatial econometric analysis. *Energy Economics*, 68, 31-43. doi: 10.1016/j.eneco.2017.09.008
- Hao, Y., Zhang, Q., Zhong, M. ve Li, B. (2015). Is there convergence in per capita SO2 emissions in China? An empirical study using city-level panel data. *Journal of Cleaner Production*, 108, 944-954. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.06.054
- Herrerias, M. J. (2012). World energy intensity convergence revisited: A weighted distribution dynamics approach. *Energy Policy*, 49, 383-399. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.06.044>
- Hsu, Y. C., Lee, C. C. ve Lee, C. C. (2008). Revisited: Are shocks to energy consumption permanent or temporary? New evidence from a panel SURADF approach. *Energy Economics*, 30(5), 2314-2330. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.09.007>
- Islam, N. (1995). Growth empirics: A panel data approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(4), 1127-1170. <https://doi.org/10.2307/2946651>
- Jaunky, V. C. (2008). Divergence in per capita electric power consumption: An african experience. *Applied Econometrics and International Development*, 8(2), 137-150. <https://www.usc.gal/economet/reviews/acid8211.pdf>
- Jiang, Z. ve Lin, B. (2012). China's energy demand and its characteristics in the industrialization and urbanization process. *Energy Policy*, 49, 608-615. doi: 10.1016/j.enpol.2012.07.002
- Jumbe, C. B. L. (2004). Electricity consumption and GDP empirical evidence from Malawi. *Energy Economics*, 26(1), 61-68. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(03\)00058-6](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(03)00058-6)
- Koopmans, T. C. (1963). On the concept of optimal economic growth (No. 163). *Cowles Foundation for Research in Economics*. Yale University. <https://elischolar.library.yale.edu/cowles-discussion-paper-series/392>
- Kula, F., Aslan, A. ve Ozturk, I. (2012). Is Per Capita Electricity Consumption Stationary? Time Series Evidence from OECD Countries. *Renewable Sustainable Energy Review*, 16(1), 501-503. doi: 10.1016/j.rser.2011.08.015
- LeSage, J. ve Pace, R. K. (2009). *Introduction to spatial econometrics*. New York: Chapman and Hall/CRC Press.
- Liu, W. (2013). The study on the stationarity of energy consumption in US states: Considering structural breaks, nonlinearity, and cross-sectional dependency. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 80, 626-646. doi.org/10.5281/zenodo.1086723
- Maddison, A. (1977). Phases of capitalist development. *PSL Quarterly Review*, 30(121), 103-137. <https://doi.org/10.13133/2037-3643/11372>
- Markandya, A, Pedroso-Galinato, A. ve Streimikiene, D. (2006). Energy intensity in transition economies: is there convergence towards the EU average?. *Energy Economics*, 28, 121-145. doi: 10.1016/j.eneco.2005.10.005
- Maza, A. ve Villaverde, J. (2008). The world per capita electricity consumption distribution: Signs of convergence? *Energy Policy*, 36(11), 4255-4261. doi: 10.1016/j.enpol.2008.07.036
- Mielnik, O. ve Goldemberg, j. (2000). Converging to a common pattern of energy use in developing and industrialized countries. *Energy Policy*, 28(8), 503-508. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00015-X](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00015-X)
- Miketa, A. ve Mulder, P (2005). Energy productivity across developed and developing countries in 10 manufacturing sectors: Patterns of Growth and Convergence. *Energy Economics*, 27, 429-453. doi: 10.1016/j.eneco.2005.01.004
- Mohammadi, H. ve Ram, R. (2012). Cross-country convergence in energy and electricity consumption, 1971-2007. *Energy Economics*, 34, 1882-1887. doi: 10.1016/j.eneco.2012.08.001
- Moran, P. A. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37(1/2), 17-23. <https://doi.org/10.2307/2332142>
- Morimoto, K. ve Hope, C. (2004). Impact of electricity supply on economic growth in Sri Lanka. *Energy Economics*, 26(1), 77-85. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(03\)00034-3](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(03)00034-3)
- Narayan, P. K. ve Smyth, R. (2007). Are shocks to energy consumption permanent or temporary? Evidence from 182 countries. *Energy Policy*, 35(1), 333-341. doi: 10.1016/j.enpol.2005.11.027
- Ozturk, I. ve Aslan, A. (2011). Are fluctuation in energy consumption per capita transitory? evidence from Turkey. *Energy Exploration and Exploitation*, 29(2), 161-167. doi: 10.1260/0144-5987.29.2.161
- Plümer, T. ve Neumayer, E. (2010). Model specification in the analysis of spatial dependence. *European Journal of Political Research*, 49(3), 418-442. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6765.2009.01900.x>
- Ramsey, F. P. (1928). A mathematical theory of saving. *The Economic Journal*, 38(152), 543-559. <https://doi.org/10.2307/2224098>
- Robinson, T. (2007). The convergence of electricity prices in Europe. *Applied Economics Letters*, 14, 473-476. <https://doi.org/10.1080/135048505000461597>
- Shahbaz, M., Tiwari, A. K., Ozturk, I. ve Farooq, A. (2013). Are fluctuations in electricity consumption per capita transitory? evidence from developed and developing economics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 551-554. doi: 10.1016/j.rser.2013.08.007

- Shiu, A. ve Lam, P. L. (2004). Electricity consumption and economic growth in China. *Energy Policy*, 32(1), 47-54. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00250-1](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00250-1)
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Tobler, W. R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic geography*, 46(sup1), 234-240. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.2307/143141?needAccess=true>
- Türkiye İstatistik Kurumu Bölgesel İstatistikler, <https://cip.tuik.gov.tr/>, [Erişim tarihi: 08.12.2020]
- Weeks, M. ve Yudong Yao, J. (2003). Provincial conditional income convergence in China, 1953–1997: a panel data approach. *Econometric Reviews*, 22(1), 59-77. <https://doi.org/10.1081/ETC-120017974>
- Wolde-Rufael, Y. (2004). Disaggregated energy consumption and GDP, the experience of Shanghai, 1952–1999. *Energy Economics*, 26(1), 69-75. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(03\)00032-X](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(03)00032-X)
- Wolde-Rufael, Y. (2006). Electricity consumption and economic growth: a time series experience for 17 African countries. *Energy Policy*, 34(10), 1106-1114. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2004.10.008>
- Yang, H. Y. (2000). A note of the casual relationship between energy and GDP in Taiwan. *Energy Economics*, 22(3), 309-317. doi: 10.1016/S0140-9883(99)00044-4
- Yoo, S. (2005). Electricity consumption and economic growth: Evidence from Korea. *Energy Policy*, 33(12), 1627-1632. doi: 10.1016/j.enpol.2004.02.002

### EXTENDED ABSTRACT

The concept of convergence the economic development literature is concerned with was first taken into account in the context of income convergence and then expanded to include other variables, considered as welfare criteria. Generally, two-country welfare measures commonly used in convergence studies are GDP per capita and energy consumption per capita. Among these, household consumption or commonly used total consumption figures in per capita energy consumption, while the standard of living is handled in terms of welfare, industrial energy consumption is used to point out how the production forces are distributed among regions or countries. From this point of view, energy use is both a cause and a result of development in terms of development economics. The regional polarization of the productive forces reveals the differences in living standards between regions, especially increases labor and brain drains; therefore, it deepens regional differences in terms of living standards. On the other hand, parallel to the improvements in the economy, energy consumption attracts attention as an increasingly important point in economic development and environmental protection. Especially in countries where the population is divided into large geographies, there are great differences in terms of energy efficiency. This issue is increasingly attracting the attention of economists, and widespread literature focuses on this issue. While initial studies on energy convergence focused on energy intensity or energy productivity, some studies have recently emerged that explore the convergence of energy consumption. These studies tried to test  $\alpha$  and  $\beta$  convergence methods in parallel with the income convergence literature, and unit root models although they did not measure convergence exactly in a large literature. In addition, spatial panel studies that add the effects of geographical proximity to the analysis are also included in the literature. Studies in the literature mostly examine convergence in terms of total electricity consumption and do not evaluate the energy used for industry in a separate context. In addition, the limitedness of the studies at the provincial level also increases the curiosity of the study. Therefore, in this study, considering that the deficiencies seen in the literature are worth investigating, the convergence of energy consumption in terms of provinces in Turkey is investigated separately in terms of total energy consumption and industrial energy consumption, with conditional and unconditional convergence models.

In the study, per capita, energy consumption data is taken into account both in terms of total and industry. In this direction, with the study, both regional welfare level convergence (divergence); In addition, the question of whether polarization in regional production deepens in terms of energy consumption is tested with spatial panel data by including the convergence (divergence) phenomenon and the effect of geographical proximity in Turkey. It is aimed to obtain more reliable data in terms of determining the convergence of energy consumption between the provinces of Turkey by using spatial panel data, taking into account the spatial dependence in provincial energy consumption.

By using the Moran I scatter diagram in the analyses, the signal that spatial relations should be taken into account in terms of both total consumption values and use in the industry was captured. In addition, it has been determined for both consumption groups that the spatial diffusion effects are strong in the developed Marmara region and weak in the Eastern Anatolia Region.

In the context of spatial analysis; for per capita total electricity consumption and per capita industrial electricity consumption values, whether the unconditional and conditional convergence mechanism works was estimated by spatial dynamical delay (SDAR), spatial dynamical error (SDEM), and spatial dynamic Durbin models among spatial dynamic econometric models. The findings for the estimation can be summarized as follows:

-According to the unconditional  $\beta$  convergence estimation results of Total Electricity Consumption, the existence of absolute convergence between provinces in electricity consumption per capita in Turkey has been

determined in all three dynamic models. In addition, while determining the existence of spatial spillover effects, it has been determined that the electricity consumption per capita in a province is also affected by neighboring provinces.

-According to the unconditional  $\beta$ -convergence results of Industrial Electricity Consumption, it has been determined that there is absolute  $\beta$ -convergence in industrial electricity consumption on a provincial basis in Turkey. It is also noteworthy that the convergence rates are higher than the total electricity consumption. In this sense, it has been found that the convergence of welfare in terms of consumption occurs in parallel and even faster in production.

-Total Electricity Consumption Conditional  $\beta$  convergence results show that there is a convergence in electricity consumption per capita on a provincial basis in Turkey. Except for the SDEM model, the conditional convergence rate was generally lower than the absolute convergence rate. On the other hand, the energy consumption in a particular province maintains its existence in conditional convergence as a result of the positive effect from the consumption of neighboring provinces. In addition, when the analysis results are evaluated in terms of the variables used for conditional convergence. There may be an inverted U-shaped relationship between energy consumption per capita and GDP per capita, the share of industrial production in GDP is a factor that positively affects convergence it has been revealed that energy consumption and industry share in a province positively affects neighboring provinces.

-(iv) In the Conditional  $\beta$  Convergence analyzes of Industrial Electricity Consumption, the presence of conditional convergence was detected for all three dynamic models. In addition, it has been determined that the spatial parameter is significant therefore industrial electricity consumption has a positive spillover effect among neighboring provinces, similar to the absolute convergence results. In addition, it has been found that the share of industry and the spatial spread of industry share also support convergence.

When evaluated as a whole, it has been determined that both absolute and conditional convergence mechanisms operate based on provinces in the Turkish economy, both in terms of total electricity consumption and industrial electricity consumption.