

ELEKTRİK YOĞUNLUĞUNDAKİ EĞİLİMLERİN GELİŞMİŞLİK EKSENİNDE İNCELENMESİ

Turhan KARAYEL ¹

Nazif Hülâgü SOHTAOĞLU ²

^{1,2} Elektrik Mühendisliği Bölümü

Elektrik-Elektronik Fakültesi

İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak, 34469 İstanbul

¹e-posta: turhankarayel@gmail.com

²e-posta: sohtaoglu@itu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Elektrik yoğunluğu, Sigma yakınsaması, Toplam elektrik enerjisi tüketimi, OECD.

ÖZET

Bu çalışmada, enerji verimliliğinin irdelenmesinde kullanılan temel göstergelerden birisi konumunda bulunan elektrik yoğunluğu göz önüne alınarak, ülkelerin elektrik yoğunluğu ile ilişkili temel sosyo-ekonomik büyüklüklerinde kaydedilen gelişmelerin incelenmesi, elektrik yoğunluğunda gözlenen gelişmelerin ve eğilimlerin toplu halde değerlendirilmesi, yıllar itibariyle hesaplanan elektrik yoğunluğu değerlerinin ortalamalarına göre ülkelerin dağılımlarında gerçekleşen değişikliklerin saptanması, sigma yakınsaması ölçümleri kullanılarak elde edilen histogramların seçilmiş yıllar için özetlenmesi, elektrik yoğunluklarındaki olası yakınsama eğilimlerinin gelişmişlik ekseninde, karşılaştırmalı halde, sunulması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, enerji yoğunluğu ile karşılaştırıldığında, yıllar itibariyle elektrik yoğunluğunda gerçekleşen değişimlerin sınırlı kaldığını, gelişmiş ekonomilerin küresel ortalamadan daha düşük elektrik yoğunluğu değerlerine, gelişmekte olan ülkelerin ise küresel ortalamadan çok daha yüksek elektrik yoğunluğu değerlerine yakınsama eğiliminde olduklarını göstermektedir.

1. GİRİŞ

Yakınsama hipotezi, ekonomik büyüme, kişi başına düşen gelir vb. diğer büyüklüklerdeki dengesizliklere yönelik araştırmalarda, önemli bir yer tutmaktadır. Ekonomik büyüme literatüründe, yakınsama hipotezini temel alan çalışmalar, Solow [1] ve Abramovitz [2] ile başlamış, ekonomik büyüme, kişi başına düşen gelir, satın alma gücü paritesi gibi unsurlar arasındaki yakınsama ilişkileri, farklı boyutlarıyla irdelenmiş ve test edilmiştir [3,4,5,6].

Enerji yoğunluğu alanında, yakınsama hipotezini ilk kez kullanan Mielnik [7], gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri kapsayan çalışmada, seçilmiş 41 ülkenin enerji yoğunluklarını, düşüş, artış ve yakınsama eğilimleri açısından irdelemiştir. Sun [8], OECD üyesi ekonomilerin enerji yoğunlukları arasındaki farklılıkların azalış eğiliminde olduğunu göstermiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki imalat sanayi alt sektörlerinin enerji verimlilikleri karşılaştırılarak, büyüme ve yakınsama özellikleri belirlenmiştir [9].

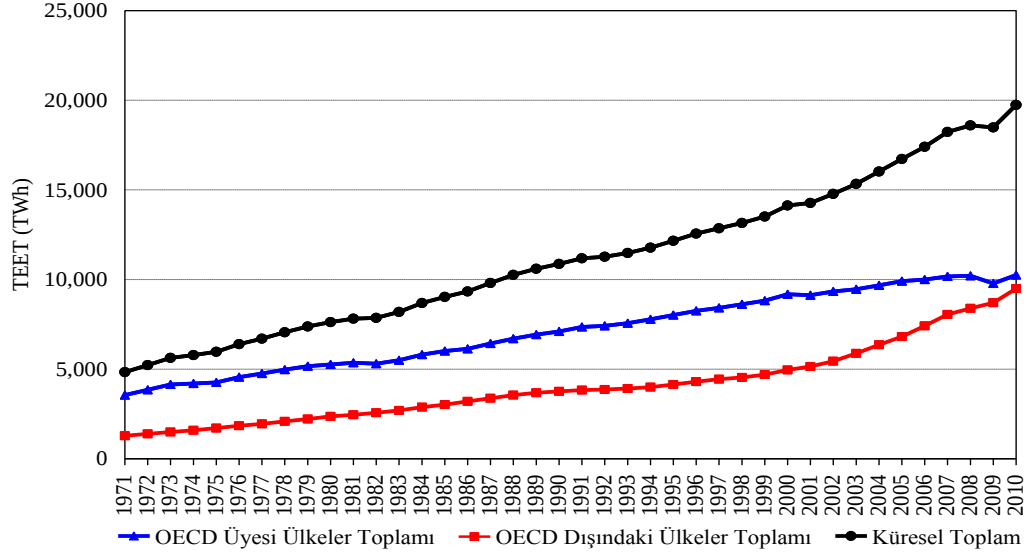
Doğu Avrupa ülkeleri, ekonomik büyüme ve gelişme dinamikleri göz önüne alınarak, Avrupa Birliği enerji yoğunluğu ortalamalarına doğru yakınsama eğilimleri kapsamında incelenmiştir [10]. Liddle tarafından yapılan çalışmalarda [11,12,13], OECD üyesi ülkeler, enerji ve elektrik yoğunluklarında kaydedilen gelişme ve eğilimlere göre, farklı açılardan irdelenmiştir.

Tüm Dünya ülkelerini kapsayan veri kümesine [14-21] ek olarak, OECD üyesi ülkelerin ve OECD dışında kalan ülkelerin dahil oldukları veri alt kümelerinin kullanılması, gelişmişlik ekseninde yürütülen çalışma için uygun bulunmuştur.

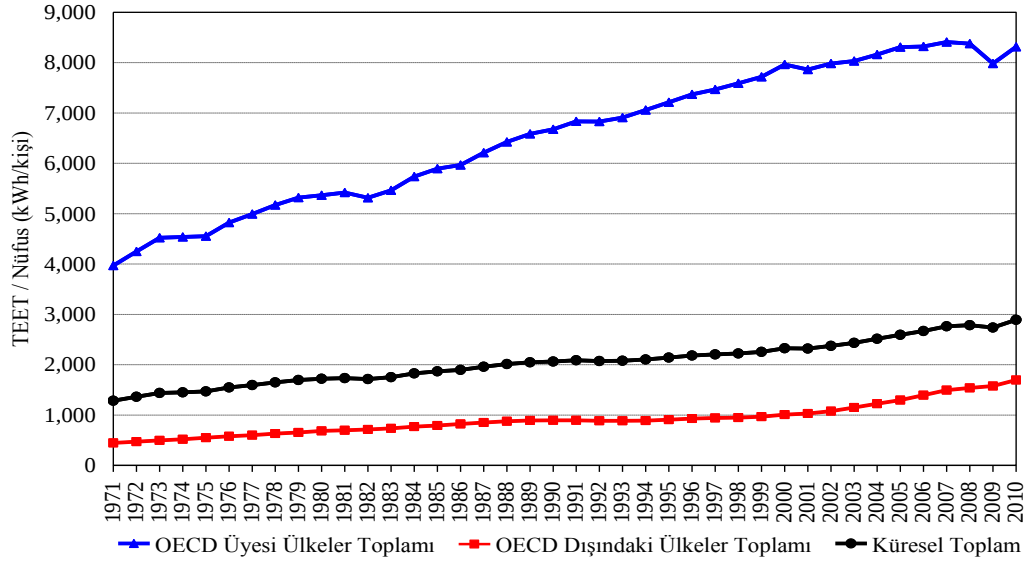
2. TEMEL BÜYÜKLÜKLERDE KAYDEDİLEN GELİŞMELER

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD/IEA) tarafından yayımlanan ve 1971-2010 dönemini içeren veriler [14-21] incelendiğinde; 1971 yılında 4.830,66 TWh olan küresel toplam elektrik tüketiminin, 4,09 kat artışla, 2010'da 19.738,17 TWh'e çıktığı, gelişmiş ekonomilere sahip OECD yapısının toplam elektrik enerjisi tüketiminin, 2,88 kat artarak, 3.551,57 TWh'den 10.245,87 TWh'e yükseldiği, OECD dışında kalan ülkelere, 7,42 kat büyümeyle, 1.279,09 TWh'den 9.492,30 TWh'e ulaştığı görülmektedir. OECD üyesi ekonomilerin küresel toplam elektrik enerjisi tüketimindeki payı, 1971 yılında yüzde 73,5 iken, 2010 yılında yüzde 51,9'a, küresel toplam gelirdeki payı yüzde 68,8'den yüzde 54,2'ye, küresel toplam nüfustaki payı ise yüzde 23,8'den yüzde 18,1'e gerilemiştir.

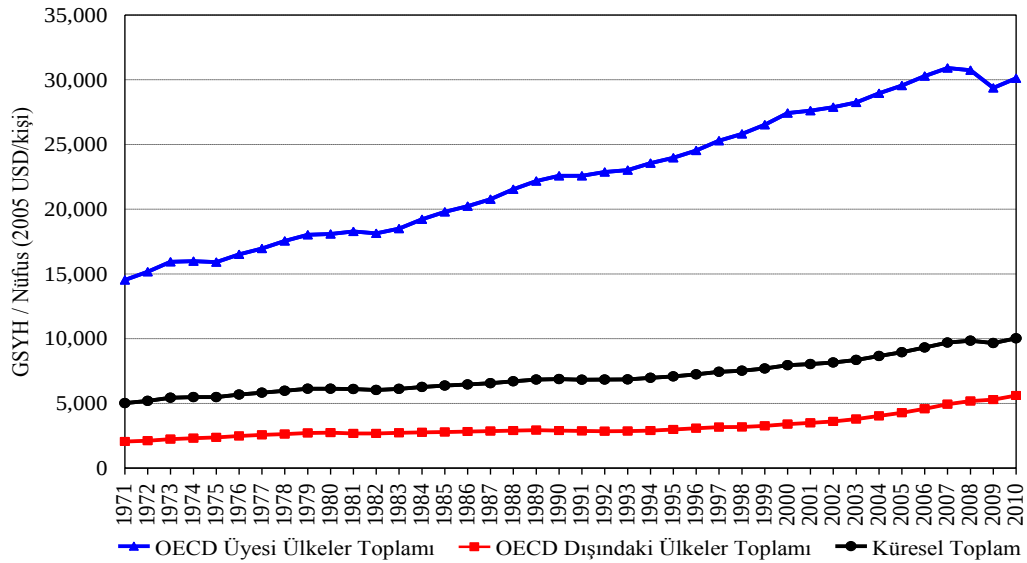
2010 yılı verilerine göre, Dünyada kişi başına düşen elektrik tüketimi ortalaması 2.892 kWh, OECD dışında kalan ekonomiler toplamında 1.697 kWh, OECD üyesi ülkeler toplamında 8.315 kWh'dir. Toplam elektrik tüketimindeki gelişmeler Şekil 1'de, kişi başına ortalama elektrik tüketimindeki gelişmeler Şekil 2'de, kişi başına ortalama gelirdeki gelişmeler Şekil 3'te, karşılaştırmalı olarak sunulmuştur,



Şekil 1: Toplam elektrik enerjisi tüketimindeki gelişmeler



Şekil 2: Kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimindeki gelişmeler

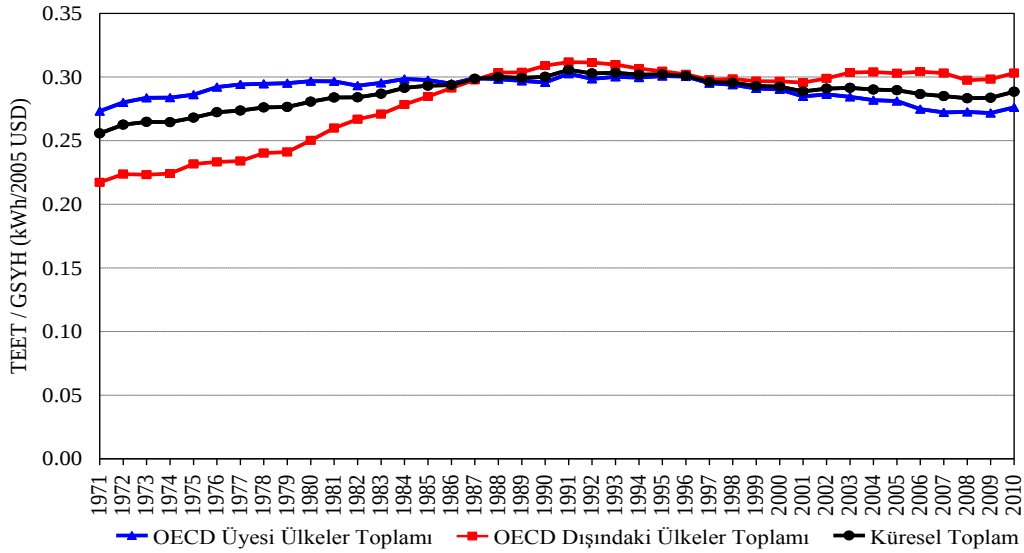


Şekil 3: Kişi başına düşen gelirdeki gelişmeler

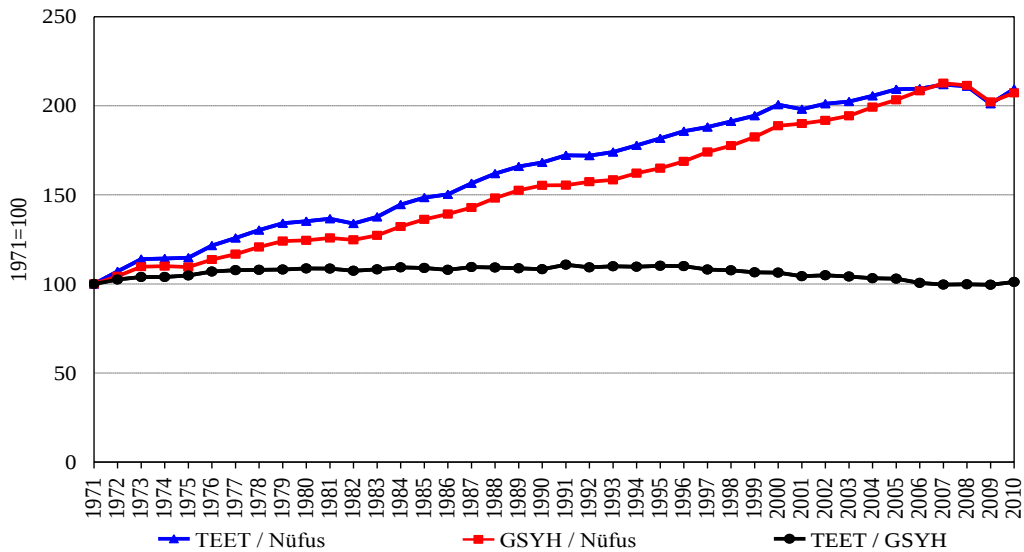
3. ELEKTRİK YOĞUNLUĞUNDAKİ GELİŞMELER

Veri kümesindeki ülkelerin her bir yıla ilişkin toplam elektrik enerjisi tüketiminin satın alma gücü paritesine göre, 2005 yılı fiyatlarıyla USD cinsinden, hesaplanan gayri safi yurtiçi hasılaya bölünmesi ile belirlenen elektrik yoğunluğu değerlerindeki gelişmeler, OECD üyesi ülkeler toplamı, OECD dışında kalan ülkeler toplamı ve küresel toplam için, karşılaştırmalı halde, Şekil 4'te gösterilmiştir. 2005 yılı USD fiyatları ve satın alma gücü paritesiyle 1 USD gelir yaratmak için gereken elektrik tüketimi, başka bir deyişle elektrik yoğunluğu, 1971 yılında OECD üyesi ülkeler, OECD dışında kalan ülkeler ve küresel toplam için sırasıyla, 0,2731, 0,2173 ve 0,2557 olarak hesaplanırken, 2010 yılında bu değerler, OECD üyesi ülkeler toplamında 0,2761, OECD dışındaki ülkeler toplamında 0,3031 ve küresel toplamda 0,2884 düzeylerine yükselmiştir.

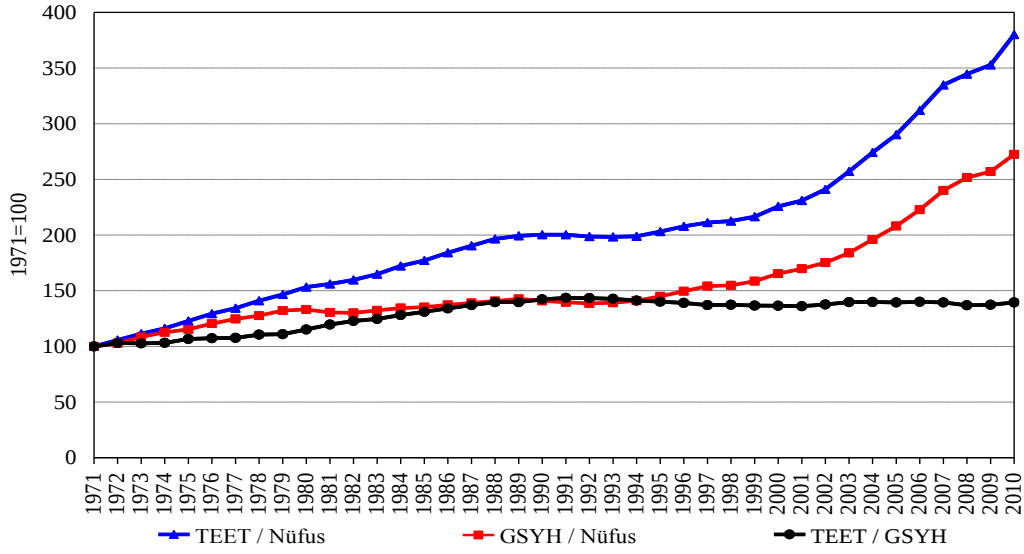
Elektrik enerjisi tüketimine yönelik geçmiş ve güncel veriler bütün halinde irdelendiğinde, talebe egemen olan büyüme eğilimlerinin birincil enerji arzı ve nihai enerji tüketimiyle karşılaştırıldığında, çok daha güçlü seyrettiği saptanmaktadır. Kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi, kişi başına düşen gelir ile elektrik yoğunluğundaki gelişmelerin ve egemen eğilimlerin karşılaştırılabilmesi amacıyla, 1971=100 alınarak tüm değerler normalize edilmiş, temel göstergelerdeki eğilimler OECD üyesi ülkeler ve OECD dışındaki ülkeler toplamı için sırasıyla, Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir. Halen, OECD üyesi ekonomiler ile OECD dışındaki ekonomiler arasındaki yoğunluk farklılıkları enerji yoğunluğuna oranla daha düşüktür. Gelişmekte olan ülkelerin elektrik enerjisi tüketiminde gözlenen sürekli, kararlı ve güçlü talep artışlarına koşut olarak önümüzdeki yıllarda, elektrik yoğunluklarında daha belirgin artışların gözlenmesi, gelişmişlik ekseninde farklı değerlere yakınsamalar söz konusudur.



Şekil 4: Elektrik yoğunluğunda kaydedilen gelişmeler



Şekil 5: OECD üyesi ülkeler toplamı için temel göstergelerdeki eğilimler

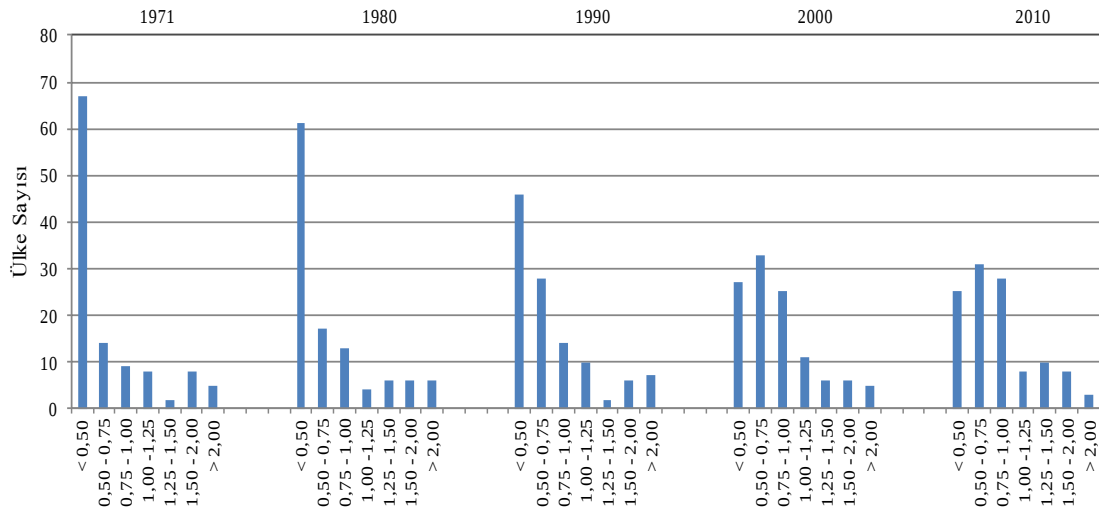


Şekil 6: OECD dışında kalan ülkeler toplamı için temel göstergelerdeki eğilimler

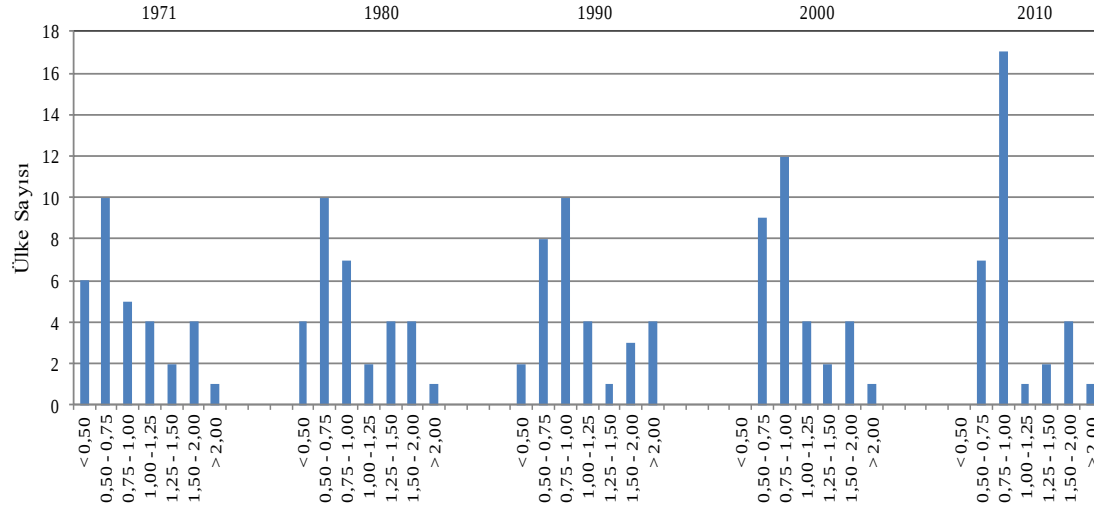
4. ELEKTRİK YOĞUNLUKLARINDA YAKINSAMA EĞİLİMLERİ

Sigma yakınsamasının temel ölçümlerinden birisi, zamanlar arasındaki değişimin ifade edildiği (ilgili yıl değerinin başlangıç yılındaki değerine göre normalize edilmesiyle saptanan) değişim katsayısıdır. Standart sapmanın ilgili büyüklüğün ortalamasına bölünmesi ile değişim katsayısı elde edilmekte, zaman içinde gerçekleşen azalışlar, yakınsamanın varlığına işaret etmektedir. Sigma yakınsamasının diğer ölçümünde ise, dağılımın şeklinin zamanla değişip değişmediği irdelenmektedir. Sigma yakınsamasında, dağılımların şekli, büyük önem taşımaktadır. Histogramlar, tek tepeli, iki tepeli veya çok tepeli olabilmektedir. Çok tepeli dağılım, büyümeyle ilgili literatürde, yakınsama külüpleri olarak adlandırılmaktadır.

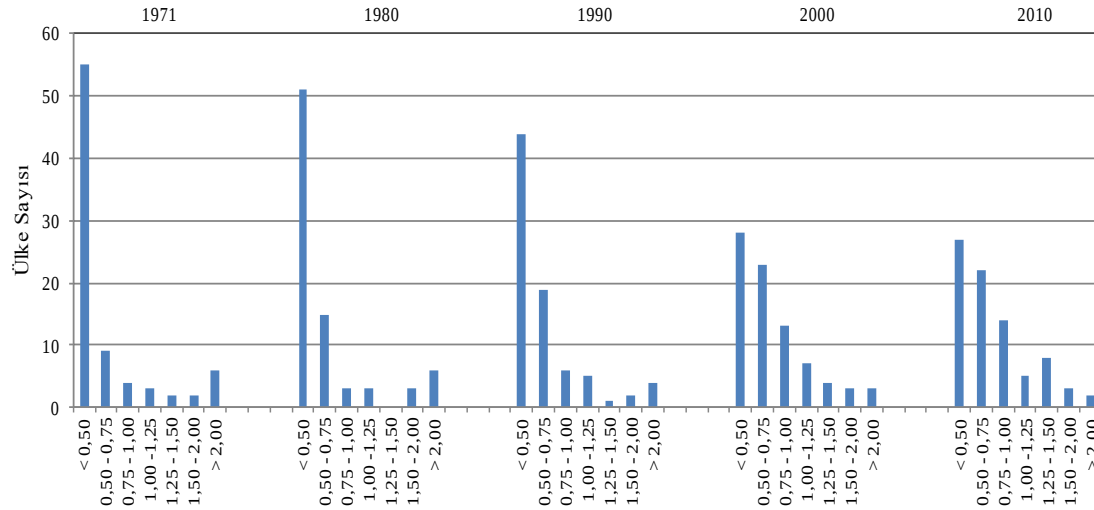
Bu çalışmada, küresel toplam, OECD üyesi ülkeler toplamı ve OECD dışında kalan ülkeler toplamı şeklinde tanımlanan ana grupların, ilgili yıl için hesaplanan ortalama değerlerine bağlı olarak, ülke değerlerinin dağılımı, yedi kategoride tanımlanmıştır. Küresel toplam için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları Şekil 7’de, OECD üyesi ülkeler toplamı için ortalamalara göre hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları Şekil 8’de, OECD dışında kalan ülkeler toplamı için ortalamalara göre hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları ise Şekil 9’da, seçilmiş yıllar gözetilerek, sunulmuştur. İnceleme döneminin başı ile sonu karşılaştırıldığında, dağılımlarda sıkışma, grup ortalamasına doğru ülke sayılarında artışlar, dolayısıyla yakınsama eğilimleri tespit edilmektedir [22].



Şekil 7: Küresel toplam için ortalamalara bağlı olarak hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları



Şekil 8: OECD üyesi ülkeler toplamı için ortalamalara göre hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları



Şekil 9: OECD dışında kalan ülkeler toplamı için ortalamalara göre hesaplanan elektrik yoğunluğu dağılımları

5. SONUÇLAR

Elektrik enerjisi tüketimine yönelik geçmiş ve güncel veriler bütün halinde irdelendiğinde, talebe egemen olan büyüme eğilimlerinin birincil enerji arzı ve nihai enerji tüketimiyle karşılaştırıldığında, çok daha güçlü seyrettiği saptanmaktadır.

2005 yılı USD fiyatları ve satın alma gücü paritesi ile 1 USD gelir yaratılması için gereken toplam elektrik enerjisi tüketimi, başka bir deyişle elektrik yoğunluğu değerlerinin ortalamaları; 1971 yılında OECD üyesi ülkeler toplamında 0,2731 kWh/USD, OECD dışında kalan ülkeler toplamında 0,2173 kWh/USD, küresel toplamda 0,2557 kWh/USD olarak hesaplanırken, 2010 yılında anılan değerler, OECD üyesi ekonomiler toplamında 0,2761 kWh/USD, OECD dışında kalan

ekonomiler toplamında 0,3031 kWh/USD ve küresel toplamda 0,2884 kWh/USD düzeylerine yükselmiştir.

Çalışma kapsamında ulaşılan sonuçlar, enerji yoğunluğu ile karşılaştırıldığında, yıllar itibariyle elektrik yoğunluğunda kaydedilen değişimlerin sınırlı kaldığını, gelişmiş ülkelerin küresel ortalamadan daha düşük elektrik yoğunluğu değerlerine, gelişmekte olan ekonomilerin ise küresel ortalamadan çok daha yüksek elektrik yoğunluğu değerlerine yakınsama eğiliminde olduklarını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Solow, B.R. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, 70: 65-94.

- [2] Abramovitz, M. (1986). "Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind," *Journal of Economic History*, 46 (2): 385-406.
- [3] Barro, R.J. (1991). "Economic Growth in a Cross Section of Countries," *Quarterly Journal of Economics*, 106 (2): 407-443.
- [4] Quah, D. (1993). "Galton's Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis," *Scandinavian Journal of Economics*, 95: 427-443.
- [5] Slaughter, M.T. (1997). "Per capita income convergence and the role of international trade," *American Economic Review*, 87 (2): 194-199.
- [6] Rassekh, F. (1998). "The Convergence Hypothesis: History, Theory, and Evidence," *Open Economics Review*, 9: 85-105.
- [7] Mielnik, O., Goldemberg, J. (2000). "Converging to a Common Pattern of Energy use in Developing and Industrialized countries," *Energy Policy*, 28: 503-508.
- [8] Sun, J.W. (2002). "The decrease in the difference of energy intensities between OECD countries from 1971 to 1998," *Energy Policy*, 30: 631-635.
- [9] Miketa, A., Mulder, P. (2005). "Energy productivity across developed and developing countries in 10 manufacturing sectors: Patterns of Growth and Convergence," *Energy Economics*, 27: 429-453.
- [10] Markandya, A., Pedroso-Galinato, A., Streimikiene, D. (2006). "Energy intensity in transition economies: is there convergence towards the EU average?," *Energy Economics*, 28: 121-145.
- [11] Liddle, B. (2009). "Electricity intensity convergence in IEA/OECD countries: aggregate and sectoral analysis," *Energy Policy*, 37: 1470-1478.
- [12] Liddle, B. (2010). "Revisiting world energy intensity convergence for regional difference," *Applied Energy*, 87: 3218-3225.
- [13] Liddle, B. (2012). "OECD energy intensity," *Energy Efficiency*, 5: 583-597.
- [14] International Energy Agency (IEA), (2012). "Energy Balances of OECD Countries, 2012 Edition," OECD/IEA, Paris.
- [15] International Energy Agency (IEA), (2011). "Energy Balances of OECD Countries, 2011 Edition," OECD/IEA, Paris.
- [16] International Energy Agency (IEA), (2012). "Energy Balances of Non-OECD Countries, 2012 Edition," OECD/IEA, Paris.
- [17] International Energy Agency (IEA), (2011). "Energy Balances of Non-OECD Countries, 2011 Edition," OECD/IEA, Paris.
- [18] International Energy Agency (IEA), (2012). "Energy Statistics of OECD Countries, 2012 Edition," OECD/IEA, Paris.
- [19] International Energy Agency (IEA), (2011). "Energy Statistics of OECD Countries, 2011 Edition," OECD/IEA, Paris.
- [20] International Energy Agency (IEA), (2012). "Energy Statistics of Non-OECD Countries, 2012 Edition," OECD/IEA, Paris.
- [21] International Energy Agency (IEA), (2011). "Energy Statistics of Non-OECD Countries, 2011 Edition," OECD/IEA, Paris.
- [22] Karayel, T. (2015). "Enerji ve Elektrik Yoğunluklarındaki Eğilimlerin Gelişmişlik Ekseninde İncelenmesi," *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği Programı, Yüksek Lisans Tezi*.