Etkin Enerji Kullanımı Bakımından Türkiye Ekonomisinin MINT Ülkelerindeki Yeri: Karşılaştırmalı Bir Ayrıştırma Analizi

The Place of Turkey among MINT Countries from Efficient Energy Use Perspective: A Comparative Decomposition Analysis

Prof. Dr. Harun Bal (Çukurova University, Turkey)

Asst. Prof. Dr. Banu Tanrıöver (Osmaniye Korkut Ata University, Turkey)

Ph.D. Candidate Müge Manga (Çukurova University, Turkey)

Abstract

The security of energy supply has become an important issue for energy-dependent countries due to increasing energy demand and energy input prices in recent years. Therefore, energy-dependent countries have developed energy safety strategies to reduce dependence. However, the environmental problems that occur because of the increase in energy consumption, countries had to adopt an economic development process, sustainable development strategies taking account of environmental factors together with economic growth. Thus, an energy input and optimal energy policies have become increasingly important. This paper investigates the real energy efficiency by decomposing the structural and production activities and energy consumption changes of MINT countries, namely, Mexico, Indonesia, Nigeria and Turkey for the period of 1990-2014 utilizing Logarithmic Average Division Index Method. The results show that Mexico uses energy more efficiently among the countries. Mexico is followed by Indonesia, Turkey and Nigeria, respectively.

1 Giriş

Enerji, dünya ekonomisi açısından sosyal, ekonomik ve çevresel alanlarda önemli değişimler yaratabilecek potansiyele sahip bir unsurdur. Bu nedenle günümüzde sürdürülebilir kalkınmanın şekillenmesinde enerji ve enerji etkinliğine karşı duyarlılığın arttığı görülmektedir. Enerji etkinliğinin artan önemi, enerji kaynaklarının arzı ile talebi arasındaki farkın giderek arttığı kömür, petrol ve doğal gaz gibi birincil enerji kaynaklarının mevcut rezerv durumu ile de ilgilidir. Son dönemlerde her ne kadar birincil enerji kaynaklarının yerini yenilenebilir enerji kaynaklarının alması gerektiği vurgulansa da, hala dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının çok fazla yaygınlaşmadığı ve enerji taleplerinin büyük bir kısmının birincil enerji kaynaklarından sağlandığı görülmektedir (Vikhorev vd. 2013). Enerjinin etkin kullanımı, enerjinin arz güvenliğinin sağlanmasında, ithalat bağımlılığının azaltılmasında, uluslararası rekabet gücünün artırılmasında, iklim değişiklikleriyle mücadele amaçlı koruma alanlarının verimliliğinin artırılmasında ve enerji maliyetlerinin sürdürülebilir kılınmasında büyük bir rol oynamaktadır. Ekonomik büyüme göstergeleri ile enerji etkinliği arasında pozitif bir ilişki olduğunu ifade eden (Allan, vd. 2007; Hanley vd. 2006; Tanrıöver ve Biçer, 2016a, 2016b; Semboja (1994), Barker, vd. 2007,2009; Glomsrød ve Taoyuan, 2005; Vikström, 2008) çalışmalara paralel olarak, son dönemlerde hemen hemen tüm dünya ülkeleri, enerji verimliliğinin ülke ekonomisindeki mali dengesizliği azaltacağı ve enerji arz güvenliğinin artacağı görüşüyle enerji etkinliği konusunda çeşitli politikalar uygulamaktadırlar. Asıl amacı teknolojik gelişme gibi çeşitli iyileşmeler ile enerji etkinliği önündeki temel sorunların giderilmesine yönelik olarak (Thollander ve Dotzauer, 2010) hazırlanan enerji program ve politikaları, ulusal koşullara uygun bir şekilde çoklu politik hedeflere yönelik olarak belirlenmektedir. Özellikle son dönemlerde ülkeler, Kyoto Protokolü çerçevesinde enerji politikalarının şekillendirilmesine, enerji yatırımları ve enerji erişimini artırarak, mevcut enerji kaynaklarının kullanımında etkinliğinin sağlanmasına odaklanmaktadır. Enerjinin etkin kullanımı hususunda artan farkındalık, enerji etkinliğinin ölçümündeki yöntemlerin belirlenmesine yönelik olarak yapılan çalışmalarda artışı da beraberinde getirmiştir. Enerji etkinliğinin ölçümü ve bu kapsamda uygulanacak enerji politikalarının doğru tespit edilmesi de önem kazanmıştır. Son dönemlerde enerji etkinliğinin ölçümünde enerji tüketimini, fiziksel ölçütlere dayalı olarak alt sektörlerdeki tüketimleri de içerek şekilde ele alan ve gerçek enerji etkinliğinin hesaplanmasını sağlayan ayrıştırma yöntemleri kullanılmaktadır.

Özellikle ülkelerin ekonomik büyüklüklerindeki, iklim yapılarındaki, nüfus büyüklüklerindeki ve sanayi yoğunluklarındaki farklılıklar nedeniyle ortaya çıkan enerji tüketimindeki farklılıklar, enerji etkinliğinin ölçülmesinde dikkate alınması gereken bir unsur olarak düşünülmektedir. Reel üretim düzeyi, sanayi yoğunluğu ve nüfusu yüksek olan soğuk iklime sahip ülkelerin enerji tüketimleri, üretim düzeyi, sanayi yoğunluğu ve nüfusu düşük olan ülkelere göre daha yüksek olacağı kesindir. Ancak enerji tüketimi yüksek olan bu ülke guruplarının enerjiyi kısmen daha fazla tüketmesi, enerjiyi etkin kullanmadıkları anlamına gelmemektedir. Bu nedenle ülkelerin enerji etkinliklerinin ölçülmesinde, ekonomik büyüklüklerinin, sanayi yoğunluklarının, nüfus ve iklim yapılarının dikkate alınması ve buna göre gerçek enerji etkinliklerinin ortaya konulması gerekmektedir. Bu kapsamda çalışmada iklim ve nüfus yapıları birbirine benzer özellik sergileyen etkinliğinin MINT ülke grubunda yer alan Meksika, Endonezya ve Nijerya ülkeleri ile Türkiye'nin enerji etkinliklerinin 1990-2010 dönemi için

karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, söz konusu ülkelerin gerçek enerji etkinliklerinin elde edilmesinde, ülkelerin üretim büyüklükleri ve sanayi yoğunluklarının ayrıştırılmasına imkân sağlayan ve bir ayrıştırma tekniğine dayanan Logaritmik Ortalama Divisia Endeksi kullanılmıştır. Elde edilen analiz bulgularına bağlı olarak, Türkiye ve diğer MINT üyesi ülkeler ile politik olarak karşılaştırma yapılması amaçlanmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde, enerjinin etkin kullanımının artan önemi ile ilgili genel bilgilere; ikinci bölümünde, MINT ülkelerinin ortak özellikleri ve enerji sektörleri ile ilgili çeşitli bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın veri ve yönteminin tanıtıldığı üçüncü bölüm sonrasında, dördüncü bölümde uygulanan Logaritmik Ortalama Divisia Endeksi yönteminin bulguları özetlenmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuç bölümünde ise, uygulanan yöntem ile elde edilen bulgulara bağlı olarak Türkiye'nin de içinde bulunduğu MINT ülkeleri için çeşitli değerlendirmeler ve enerji politikalarına yönelik öneriler yapılmıştır.

2 Literatür Taraması

MINT ekonomileri, 2013 yılında O'Neill tarafından ortaya atılan, Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye'yi kapsayan ve demografik canlılık, stratejik konumlar, istikrarlı ekonomik görünüm ve emtia faktörlerinde sahip oldukları avantajlı yönleri dolayısıyla gelecekte önemli ekonomik başarılar elde etmesi beklenen bir ülke grubunu temsil etmektedir. Ancak ağırlıklı olarak bu ülkelerin birlikte anılmasına etki eden en önemli faktörler sahip oldukları demografik yapıları ve stratejik lokasyonlarıdır (Karahana, 2014). Bir ekonomide yer alan 15-64 yaş grubu, aktif, üretken, çalışan, bağımlı olmayan nüfusu temsil etmektedir. 15-64 yaş grubunda gerekli dönüşümlerin sağlanmasının, ekonomik ve sosyal kalkınmaya hız kazandırması beklenir. 2050 yılına kadar, MINT ülkelerinde sürdürülebilir kalkınma için itici bir güç oluşturabileceği düşünülen genç nüfus grubunda ciddi artışların olması ve en fazla nüfus artışının ortalama 398 milyon ile Nijerya'da gerçekleşmesi beklenmektedir. Diğer üç ülkede olduğu gibi Türkiye'de de 2050 yılına kadar yaklaşık olarak 95 milyon olması beklenen nüfusun içerisinde aktif ve üretken olarak nitelendirilen 15-64 yaş grubunun 60 milyon gibi büyük bir rakama ulaşarak Türkiye ekonomisinin dinamik, genç ve üretken bir nüfus potansiyeline sahip olması beklenmektedir. MINT grubunun diğer bir ortak özelliği ise, bulundukları jeopolitik konumlarının stratejik önemidir. Meksika'nın Amerika'ya, Endonezya'nın Çin'e, Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne yakın oluşu ve Nijerya'nın ise Afrika'nın ekonomi merkezi olma potansiyeline sahip olması nedeniyle MINT ülkeleri coğrafi konum itibarıyla avantajlı bir ülke grubudur (Durotoye, 2014).

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasıyla hızlı bir şekilde büyümeyi hedefleyen MINT ülkeleri için enerji sektörü kritik bir role sahiptir. MINT ülke grubunda en fazla enerji tüketimi artışının sanayi sektöründe, petrol ve petrol ürünlerinde olduğu görülmektedir (Nnaji vd., 2016). 1990 yılında MINT ülkelerinde 56.929 Btep olan enerji kullanımı 2014 yılında yaklaşık olarak %100'lük bir artışla 106.565 Btep düzeylerine yükselmiştir. Bu artışın ağırlıklı payının Meksika ve Endonezya'dan kaynaklı olarak gerçekleştiği söylenilebilir. MINT ekonomileri ülke özelinde incelendiğinde, Meksika ülkesi için 2013 yılının oldukça önemli olduğu ve uygulanan enerji reformuyla sektörü yöneten yapılarda önemli değişimler olduğu, devlet tekelinde olan petrol ve doğal gaz gibi kaynakların üretiminin özel sektöre de açıldığı görülmektedir. Asıl hedefi ülke ekonomisinin petrole karşı bağımlılığını azaltmak olan enerji reformunun uygulamasına 2014 yılında yine petrol fiyatındaki değişimden kaynaklı yaşanan krize rağmen devam edilmiştir. Meksika'da, üretilen mal ve hizmet başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil eden enerji yoğunluğu 2000 yılından beri OECD ülke ortalamasının üzerindedir (IEA, 2016). Endonezya'da ise, son dönemlerde enerji üretimi ve tüketimi arasındaki farkın iyice arttığı görülmektedir. 2015 yılında yerli enerji tüketimi son 15 yıla göre iki katına yükselirken, toplam enerji üretiminde %10,6 düzeylerine düşüş yaşanmıştır. Petrol üretiminde ise son yıllarda görülen düşüş, 1969 yılı sonrasında en kritik noktadadır. Endonezya'nın 2015 yılında sahip olduğu enerji yoğunluğu ise, 10 yıllık ortalamasını koruyarak yaklaşık olarak %0,9 oranında gerilemiştir (BP, 2016). Petrol ve doğal kaynak rezervi bakımından zengin olan Nijerya ekonomisi ise, GSYİH içerisinde tarım ekonomisinin payı yüksek olan bir ülkedir. Sanayi sektörü çok fazla gelişmeyen ülke, 1970'li yıllarla birlikte ham petrolün etkisi altına girerek diğer enerji kaynaklarıyla ilgili alanları ihmal etmiş ve geri kalmışlık sorunuyla karşı karşıya kalmıştır. Türkiye ise enerji yoğun bir ülke olarak enerjide yerli kaynakları sahip olmadığından ithalata bağımlı bir ülkedir. Türkiye'de kullanılan enerji kaynaklarının %73'ü birincil enerji kaynağından oluşmaktadır. Bu durum enerji yoğunluğunun OECD ülke grubu ortalamasına göre yaklaşık olarak %10 daha yüksek düzeylere ulaşmasına neden olmaktadır. MINT grubunda yer alan ülkelerde enerji yoğunluğunun yüksek değerlere sahip olması dolayısıyla, çalışmanın devamında MINT ülkelerindeki enerji tüketiminde oluşan artışın, milli gelirdeki ve sanayi yoğunluğundaki artıştan yaşanan değişimden arındırılarak gerçek enerji etkinliğini gösteren yoğunluk etkisinin ortaya konulması hedeflenmektedir.

3 Veri Seti ve Yöntem

Bu çalışmada, MINT ülkelerinin 1990-2014 yılları için sanayi sektöründeki gerçek enerji etkinliğinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Gerçek enerji etkinliğinin ölçülmesi amacıyla yapılan analizde, ülkelerin enerji, tüketimleri, reel GSYH ve sanayi sektörünün GSYH içerisindeki payını gösteren değişkenlerden faydalanılmıştır. Kullanılan değişkenlerden, 2010 yılı sabit fiyatlarıyla ABD doları cinsinden (\$) olan Reel GSYH ile sanayi sektörünün GSYH'deki payı değişkenleri Dünya Bankası (WB) veri tabanından, toplam enerji tüketimleri ise Btep (bin ton petrol eşdeğeri) cinsinden, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'ndan elde edilmiştir.

Çalışmada, özellikle enerji ve çevre alanlarında kullanılan, enerji tüketimi ve yoğunluğunda oluşan değişikliklere çeşitli faktörlerin göreceli katkılarını değerlendirmeye imkân sağlayan (Wang, vd. 2010) “Ayrıştırma Analizi” (Decomposition Analysis) kullanılmıştır. Kullanılan ayrıştırma analizi ile ekonomik, çevresel, istihdam ve diğer sosyo-ekonomik göstergelerdeki değişikliklerin ve bu değişikliklerin altında yatan temel itici güçlerin analizi gerçekleştirilerek MINT ülkelerinin sanayi sektöründeki gerçek enerji etkinliğinin ölçülmesi ve çıkan sonuçlara bağlı olarak ülkeler arasında karşılaştırma yapılması ve politika önerilerinde bulunulması amaçlanmıştır.

Ang (2004)’e göre, ayrıştırma analizi özellikle 1970’lerin sonlarında, yapısal değişimin endüstrideki enerji kullanımına etkisini incelemek amacıyla politika yapımı vb. alanlara katkı sağlaması amacıyla ortaya atılmış olan bir analizdir. Sahip olduğu esneklikler ile ayrıştırma analizi (i) enerji arz ve talebi, (ii) enerji ile ilgili emisyon değerleri (iii) doğal gaz, petrol ve kömür gibi kaynakların kullanılan enerjideki yoğunluğu, (iv) ulusal enerji verimliliğinin trendi ve diğer ülkeler ile karşılaştırılmasına imkân sağlamaktadır (Ang, 2004).

Genel olarak, ayrıştırma analizlerini; yapısal ayrıştırma analizi- SDA (Structural Decomposition Analysis) ve endeks ayrıştırma analizi -IDA (Index Decomposition Analysis) olarak iki gruba ayırabilmek mümkündür. SDA yönteminin bir avantajı, girdi-çıkı modeli dolaylı talep etkilerini içeriyor olması sebebiyle, doğrudan ve dolaylı enerji talepleri arasında ayırım yaparak yapısal etkileri ayrıştırmasıdır. IDA modeli ise, dolaylı talepleri içermemekte ve zaman serisi formunda bulunan veriler için kullanılmaktadır (Ma ve Stern, 2006). Bu çalışmada, dolaylı yayılmaları dikkate almadan, doğrudan enerji tüketimini gösteren IDA yöntemi kullanılarak MINT grubunda yer alan ülkelerin enerji etkinliklerinin karşılaştırılması ve çeşitli politika önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. n sayıdaki endüstri sektörünün toplam enerji talebi ile toplam üretim miktarı veri kabul edildiğinde, IDA denklemi;

$$\Delta E_{tot} = \Delta E_{pdn} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int} \quad (1)$$

şeklinde gösterilmektedir. (1) nolu denklemde yer alan ΔE_{tot} , başlangıç dönemi olarak kabul edilen 0 ile t dönemleri arasındaki toplam enerji tüketimindeki değişimi ($E_t - E_0$) göstermektedir. ΔE_{tot} değişkeni, üç farklı etkiye bağlı olarak oluşmaktadır. Bunlar, toplam sektörel üretimdeki değişim (üretim etkisini- ΔE_{pdn}), üretim yapısındaki değişim (yapısal etki- ΔE_{str}) ve sektörel enerji yoğunluğundaki değişim (yoğunluk etkisi- ΔE_{int}) toplamı şeklinde ifade edilebilir. Ancak (1) nolu denklemde tahmin edilen üç etki tam olarak ΔE_{tot} ’ye eşit olmadığından, denkleme artık etkiyi (residual effect) temsilen ΔE_{rsd} parametresi eklenir ve (1) nolu denklem;

$$\Delta E_{tot} = \Delta E_{pdn} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int} + \Delta E_{rsd} \quad (2)$$

şeklinde tekrar yazılır. (2) nolu denklemde artık etkiyi gösteren ΔE_{rsd} parametresinin büyük olması; ΔE_{tot} parametresinin içerdiği enerji tüketiminde üretim etkisi, yapısal etki ve yoğunluk etkisi tarafından açıklanamayan bölümü gösterdiğinden istenmeyen bir durumu temsil etmektedir (Ang, 1998).

Toplam enerji tüketimindeki değişimler üzerindeki üretim etkisi, yapısal etki ve yoğunluk etkilerinin ayrıştırılarak gerçek enerji etkinliğinin hesaplanması amacıyla Laspeyers Endeksi ve Divisia Endeksi olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır. 1970’li yılların sonu ile 1980’li yılların başından kullanılan, kalıntı değerlerinin çok büyük hesaplandığı ve sıfır değerlerinin yer aldığı veri setinde uygulanamayan Laspeyers yöntemi, baz yıldaki ağırlıklara dayalı olarak, bir gruptaki öğelerin yüzdelik değişimini ölçmektedir. Bu çalışmada Ang, vd. (1998)’te ifade edildiği gibi, daha kolay uygulama esnekliği ile daha küçük bir artık etki hesaplayan, sıfır değerini içeren veri seti kullanılabilen aritmetik ortalama ağırlık fonksiyonuna dayalı Divisia endeks yöntemine bağlı *Logaritmik Ortalama Divisia Endeks* (Logarithmic Mean Divisia Index-LMDI) yöntemi kullanılmıştır (Ang, 1998). LMDI modeli, küresel ekonomik faaliyetlerde, ekonomik sektörün yapısı, enerji yoğunluğu ve verimliliğinden kaynaklı enerji tüketiminde yaşanan değişimlerin ayrıştırılmasını sağlamaktadır. LMDI yöntemi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\Delta E_{pdn} = \sum_{i=1}^k L(E_{i,t}, E_{i,0}) \ln(Y_t/Y_0) \quad (3)$$

$$\Delta E_{str} = \sum_{i=1}^k L(E_{i,t}, E_{i,0}) \ln(S_{i,t}/S_{i,0}) \quad (4)$$

$$\Delta E_{int} = \sum_{i=1}^k L(E_{i,t}, E_{i,0}) \ln(I_{i,t}/I_{i,0}) \quad (5)$$

Denklemlerde yer alan $E_{i,t}$ i.sektörün t dönemindeki enerji talebini, $E_{i,0}$ i.sektörün başlangıç dönemindeki enerji talebini ifade etmektedir. Enerji tüketiminde üretim etkisinden kaynaklanan değişimi hesaplamak amacıyla oluşturulan (3) nolu denklemde Y_t ve Y sırasıyla t dönemindeki ve başlangıç dönemindeki üretimin toplam katma değerinin göstermektedir. (4) nolu denklemde ise; $S_{i,t}$ ($= Y_{i,t}/Y_t$) ve $S_{i,0}$ ($= Y_{i,0}/Y_0$) sırasıyla i. sektörün t ve başlangıç dönemindeki sektörel üretim payını, (5) nolu denklemde yer alan $I_{i,t}$ ($= E_{i,t}/Y_{i,t}$) ve $I_{i,0}$ ($= E_{i,0}/Y_{i,0}$) sırasıyla i. sektörün t ve başlangıç dönemindeki enerji yoğunluğunu ifade etmektedir. (3), (4) ve (5) nolu denklemlerde yer alan $L(E_{i,t}, E_{i,0})$ katsayısı ise, logaritmik ortalama göre hesaplanan ağırlık fonksiyonlarını göstermekte ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$L(E_{i,t}, E_{i,0}) = (E_{i,t}, E_{i,0}) / \ln(E_{i,t}, E_{i,0}) \quad (6)$$

Ayrıştırma analizinden elde edilen *üretim etkisi* (ΔE_{pdn}), ekonomide meydana gelen üretim dönüşümleri karşısında kullanılan enerji miktarında oluşan değişimleri göstermektedir. *Yapısal etki* (ΔE_{str}), ele alınan sektörde üretim kompozisyonlarında yaşanan değişimler (emek-yoğun teknolojilerden sermaye-yoğun teknolojilere geçiş) sonucu aynı sektörde kullanılan enerji miktarında meydana gelen değişimleri temsil ederken, yoğunluk etkisi (ΔE_{int}) ise alt sektörlerde enerji etkinliğine bağlı olarak enerji kullanımındaki değişikliği göstermektedir. Gerçek enerji yoğunluğu, daha verimli üretim teknolojilerinin ve enerji yönetimi tekniklerinin benimsenmesinin, alt sektörler içindeki ürün karışımındaki ve ürün değerindeki değişikliklerin yanı sıra, malzeme ve yakıt girişlerinin kalitesinde ve karışımındaki değişiklikler sonucunda negatif veya pozitif yönlü bir seyir izleyebilir. Yoğunluk etkisi enerjinin etkin kullanımını temsil eder ve teknolojik değişiklikler içeren değişimler ile enerjinin etkin kullanımı ile azalan bir seyir izlemektedir (Zhang, 2003).

4 Ampirik Bulgular ve Değerlendirme

Bu çalışmada, Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye'den oluşan ve MINT grubu olarak ifade edilen ülkelerde sanayi sektörü enerji kullanımında etkinliğin hangi derecede sağlandığını tespit etmek için Logaritmik Ortalama Divisia Endeks Analiz yöntemi kullanılarak homojen bir karşılaştırma yapılması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda, Meksika üzerine uygulanan LMDI yöntemi sonuçları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Yıllar	Çıktı Etkisi	Yapısal Etki	Yoğunluk Etkisi	Toplam Etki
1991	1065.399	-352.214	-689.186	24
1992	912.1253	60.85628	-1339.98	-367
1993	997.122	3148.075	-4863.2	-718
1994	1151.164	-689.764	6.600599	468
1995	-1496.39	1174.664	466.7312	145
1996	1482.469	1716.275	-1853.74	1345
1997	1816.413	-92.2355	-1045.18	679
1998	1273.62	-622.679	140.0587	791
1999	727.5646	212.1816	-1883.75	-944
2000	1419.662	634.8403	-1382.5	672
2001	-161.683	-1437.98	-810.339	-2410
2002	34.30684	-117.668	1269.361	1186
2003	384.676	683.9305	160.3935	1229
2004	1206.545	1384.09	-901.635	1689
2005	901.6245	-176.217	565.592	1291
2006	1545.754	1124.149	-241.903	2428
2007	1035.338	-298.038	-1594.3	-857
2008	458.2077	413.5048	234.2875	1106
2009	-1500.06	-1994.13	-1091.82	-4586
2010	1535.125	707.5633	1598.312	3841
2011	1352.265	1180.588	190.1467	2723
2012	1390.745	27.38914	-1783.13	-365
2013	480.7479	-1957.68	2414.932	938
2014	770.1333	-84.7467	-3399.39	-2714
Nihai Etki	18782.87	4644.761	-15833.6	7594

Tablo 1. Meksika Ekonomisinde Gerçek Enerji Etkinliğine İlişkin LMDI Sonuçları

Meksika için yapılan sanayi sektörü ayrıştırma analizi sonuçlarının gösterildiği Tablo 1'e göre, 1990-2014 yılları arasında kullanılan enerjide 7594 Btep'lik bir artış meydana geldiği görülmektedir. Enerji tüketiminde meydana gelen artışın 18782.87 Btep'lik kısmı çıktı etkisinden, 4644.761 Btep'lik kısmı, yapısal etkiden ve -15833.6 Btep'lik kısmı ise yoğunluk etkisinden kaynaklı olarak gerçekleşmiştir. Üzerinde çalışılan sektördeki yapısal etkinin pozitif yönlü bir değer alması, enerji kullanımına etki edecek yapısal dönüşümün enerji tasarrufu sağlamaya yönelik olarak gerçekleşmemesi ve üretim yapısının genel anlamda makine, petrokimya, otomotiv gibi ağır sanayi ürünleri üretilmesine bağlanabilir. 2013 yılı sonrası yapısal etkide oluşan negatif yönlü değişim ise, 2013 yılında uygulanan Enerji reformuna bağlı olarak, devlet tekelinde yer alan petrol arama çıkarma faaliyetlerinin özel sektöre açık hale gelmesiyle oluşan yapısal dönüşümle ilişkilendirilebilir. Meksika ekonomisinin büyüme hızına bağlı olarak kullanılan enerji miktarındaki değişimleri gösteren 18782.87 Btep'lik çıktı etkisinin 1994, 2000 ve 2008 yıllarında negatif değerler aldığı görülmüştür. 1994 yılında oluşan negatif yönlü çıktı etkisini, siyasal değişimlerden kaynaklı Aralık 1994'te Meksika'da patlak veren ve ulusal paranın değer kaybetmesi ile oluşan finansal krize bağlamak mümkündür. 2000 yılında oluşan negatif yönlü çıktı etkisi, oldukça sancılı bir şekilde gerçekleşen ve 6 yılda bir tekrarlanan başkanlık seçiminden kaynaklı olarak yaşanan ekonomik

konjonktürel dalgalanmalara, 2008 yılında oluşan negatif yönlü çıktı etkisi ise tüm dünya ülkelerindeki iç ve dış talebin daralmasına neden olan küresel krizle ilişkilendirilebilir.

Bir ülke veya sektörde kullanılan enerjinin gerçek etkinliğini yansıtmayı bakımından hesaplanan yoğunluk etkisine göre, 1990-2014 dönemi arasında tüketilen enerji miktarında-15833.6 Btep'lik bir azalış meydana gelmiştir. Yoğunluk etkisinin 2000-2014 yılları arasında azalması Meksika'da 25 yıldır üzerinde çalışılan enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik, özellikle 2012 yılı sonrası yeni yönetim tarafından uygulanmaya konulan kapsamlı enerji reformlarına bağlı olarak belirlenen katı standartlar ve programlarla ilgilidir. Özellikle Meksika'nın inşaat malzemeleri, ekipman, havalandırma, yalıtım gibi bölümlerde belirlediği standartlar enerjinin etkin kullanımında oldukça etkili olmuştur. Ayrıca elde edilen bu sonuç, enerji verimliliğine yönelik olarak kurulan, FIDE ve CONUEE gibi birimlerin enerji etkinliğinde oldukça etkili olmasına, ülkenin rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanma ve jeotermal kaynaklardan elektrik üretme potansiyeline sahip olmasına bağlanabilir.

MINT grubunda yer alan diğer bir ülke Endonezya'nın enerji etkinliğine ilişkin ayrıştırma analizi sonuçları Tablo 2'de gösterilmektedir.

Yıllar	Çıktı Etkisi	Yapısal Etki	Yoğunluk Etkisi	Toplam Etki
1991	1564.381	942.611	-2224.99	282
1992	1315.916	-571.312	142.3961	887
1993	1398.564	-1640.67	1554.102	1312
1994	1589.684	523.6197	403.6967	2517
1995	1995.607	695.8627	582.5307	3274
1996	1958.863	1032.615	-2645.48	346
1997	1271.788	550.9962	38.21582	1861
1998	-3928.11	560.6088	1944.506	-1423
1999	235.2319	-1259.18	6473.951	5450
2000	1506.944	1803.464	-5842.41	-2532
2001	1098.787	351.9433	-289.73	1161
2002	1344.457	-1338.75	-1474.71	-1469
2003	1473.138	-510.244	2559.106	3522
2004	1690.677	684.4497	-144.127	2231
2005	1966.266	1490.992	-3571.26	-114
2006	2123.995	341.5498	6266.455	8732
2007	2646.283	-132.538	-4840.74	-2327
2008	2399.564	1093.022	-5029.59	-1537
2009	1845.731	-348.289	-565.441	932
2010	2484.54	-4442.21	1740.666	-217
2011	2354.624	1032.238	-6761.86	-3375
2012	2163.476	-269.967	-3317.51	-1424
2013	1977.616	-812.58	-515.036	650
2014	1868.962	-666.063	1297.101	2500
Nihai Etki	36346.97	-887.82	-14220.15	21239

Tablo 2. Endonezya Ekonomisinde Gerçek Enerji Etkinliğine İlişkin LMDI Sonuçları

Endonezya ekonomisine ait ayrıştırma analizi sonuçlarına göre, 1990-2014 yılları arasında tüketilen enerji miktarında 21.239 Btep'lik bir artış sağlanmıştır. Artan bu enerji tüketiminin 36346.97 Btep'lik bölümü çıktı etkisinden, -887.82 Btep'lik bölümü yapısal etkiden, -14220.15 Btep'lik bölümü ise yoğunluk etkisinden kaynaklı olarak gerçekleşmiştir. 1990-2014 yılları arasında üretim miktarındaki değişimleri gösteren çıktı etkisinin 1998 yılında negatif bir değer alması, 1997 yılında Tayland'da başlayan Doğu Asya Mali krizinden en çok etkilenen ülkelerde birinin Endonezya olması nedeniyle oluşan daralmaya bağlanabilir. Ele alınan sektörün, ülke ekonomisine ait yapısal faktörlere bağlı olarak kullandığı enerji miktarında meydana gelen değişimleri gösteren yapısal etkinin -887.82 Btep'lik bir değer alması enerji tasarrufuna yönelik yapısal dönüşümün gerçekleştiğini göstermektedir. Bu durum özellikle 2005 yılına kadar tarım sektörünün sanayi sektörüne oranla GSYH'deki yüksek payına ve 1997 yılı sonrası imalat sanayisinde yüksek teknoloji ürünlerin ihracatının belirli ölçüde artmasına bağlanabilir. Endonezya'da gerçek enerji etkinliğini gösteren yoğunluk endeksinin -14220.15 Btep'lik bir değer alması enerji etkinliğinin arttığını enerji tasarrufuna yönelik olarak hükümet ve özel sektör tabanlı düzenlemelerin olduğunu, Endonezya'nın enerji tasarrufunun sağlanmasına yönelik bir dönüşüm sürecinden geçtiğini göstermektedir. Bu durum, ayrıca 1990 yılından itibaren birincil enerji kullanımı ve özellikle elektrik tüketiminde %7'nin üzerinde oluşan azalmalara ve ülkenin güneş, rüzgar, hidroelektrik santralleri gibi enerji kaynaklarında potansiyele sahip olmasına bağlanabilir.

MINT üyesi ülkelerden Nijerya'nın enerji etkinliğine ilişkin ayrıştırma analizi sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir.

Yıllar	Çıktı Etkisi	Yapısal Etki	Yoğunluk Etkisi	Toplam Etki
1991	-13.2752	22.91080157	22.36436	32
1992	10.0202	340.1030002	-28.1232	322
1993	51.26558	-536.080923	480.8153	-4
1994	22.14195	-639.791063	555.6491	-62
1995	-7.43835	813.4721438	-803.034	3
1996	123.7959	134.4510887	-7.24697	251
1997	73.50066	-251.580942	161.0803	-17
1998	73.02258	-746.728457	823.7059	150
1999	13.7774	350.9733636	-139.751	225
2000	162.02	1004.810946	-962.831	204
2001	141.358	-801.491887	750.1339	90
2002	128.6061	-1011.32227	1170.716	288
2003	459.3379	866.3523386	970.3098	2296
2004	1658.491	774.0835101	-2825.57	-393
2005	187.3664	183.2098522	-327.576	43
2006	452.5289	-213.631869	126.103	365
2007	413.6276	-191.853442	477.2258	699
2008	417.6138	138.8900214	-52.5038	504
2009	454.6682	-1308.14251	183.4743	-670
2010	510.7797	-2036.20574	2166.426	641
2011	399.9337	947.3496832	1376.717	2724
2012	418.2531	-370.682126	283.429	331
2013	526.9995	-480.086702	-280.913	-234
2014	523.7132	-366.369338	-2737.34	-2580
Nihai Etki	7202.107	-3377.360	1383.252	5208

Tablo 3. Nijerya Ekonomisinde Gerçek Enerji Etkinliğine İlişkin LMDI Sonuçları

Tablo 3’de Nijerya ekonomisinde talep edilen enerji miktarındaki ayrıştırma analizi sonuçları gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, 1990-2014 yılları arasında tüketilen enerji miktarında 5208 Btep’lik artış yaşanmıştır. Enerji kullanımında oluşan bu artışın, 7202.107 Btep’lik kısmı çıktı etkisinden, -3377.360 Btep’lik kısmı yapısal etkiden ve 1383.25 Btep’lik kısmı ise yoğunluk etkisinden kaynaklanmıştır. Çıktı etkisinin 1991 ve 1995 yıllarında negatif yönlü olmasında, 1990 ve 1995 yıllarında milli gelir düzeyinde yaşanan daralmanın etkisi olduğu tahmin edilmektedir. Yapısal etki sonuçlarına göre, 1990-2014 yılları arasında Nijerya’da enerjinin tasarruflu kullanıldığı görülmektedir. Oluşan enerji tasarrufunun önemli bir kısmının, ülkede ağır sanayi sektörünün gelişmemesi ve endüstrideki üretimin %60’ının tekstil, içecek, sigara ve sabun gibi küçük çaplı işletme tesislerden oluşması kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Sanayi sektörü enerji kullanımında enerjinin gerçek anlamda etkinliğini gösteren yoğunluk etkisi sonuçlarına göre ise 1990-2014 yılları arasında Nijerya’da enerjinin etkin kullanılmadığını görülmektedir. Nijerya ekonomisinde enerjinin etkin kullanılmaması, sanayi sektöründeki fon yetersizliği, petrol tesislerine yönelik sabotajlar ve yönetim zayıflığı dolayısıyla etkin faaliyetlerin gerçekleştirilmesine, özellikle dağıtım ağlarındaki sorunlardan kaynaklı yaşanan elektrik kayıplarına ve potansiyeli olan yenilenebilir enerji kaynaklarının aktif hale getirilmesindeki teknik yetersizliklere bağlanabilir.

Türkiye ekonomisinde tüketilen enerji miktarındaki gerçek etkinliği ortaya koymak için yapılan ayrıştırma analizi sonuçları Tablo 4’te gösterilmektedir.

Yıllar	Çıktı Etkisi	Yapısal Etkisi	Yoğunluk Etkisi	Toplam etki
1991	79.723143	183.5874185	155.6894381	419
1992	556.24404	-107.1776279	-443.0664103	6
1993	849.90745	-467.6244303	25.71697923	408
1994	-543.3229	760.3024542	-944.9795796	-728
1995	881.16417	-4.327092691	375.1629247	1252
1996	957.38003	-679.4219883	2175.041963	2453
1997	1117.998	122.8185655	-32.81656134	1208
1998	370.52201	1687.896018	-1416.418025	642
1999	-543.988	-1017.876002	241.8639879	-1320
2000	1140.1214	-981.3388419	4342.217457	4501
2001	-1026.928	-671.7933232	-2596.278828	-4295
2002	1019.218	-886.0574089	3160.839391	3294
2003	1022.0004	-37.55773868	1417.557355	2402
2004	1901.1594	-90.35931895	-1610.800065	200
2005	1717.117	11.03070745	-1842.147745	-114
2006	1487.3694	-214.8026314	931.4332178	2204
2007	1074.5488	-374.7299518	-463.8188428	236
2008	136.08321	-425.515278	-5345.56793	-5635
2009	-909.4202	-1354.890227	2975.310446	711
2010	1811.0509	913.6275828	1255.321521	3980
2011	2011.7629	959.0833127	-529.8462384	2441
2012	536.05068	-756.4431612	820.3924834	600
2013	1026.6613	-55.38234353	-2490.278992	-1519
2014	739.84393	455.3138889	53.84218039	1249
Nihai Etki	17412.267	-3031.6374	214.370127	14595

Tablo 4. Türkiye Ekonomisinde Gerçek Enerji Etkinliğine İlişkin LMDI Sonuçları

Tablo 4'te verilen analiz sonuçlarına göre, 1990-2014 dönemi arasında Türkiye ekonomisindeki enerji tüketiminde 14595 Btep'lik artış olduğu görülmektedir. Enerji miktarında oluşan değişimin, 17412.267 Btep'lik kısmı çıktı etkisinden, -3031.6374 Btep'lik kısmı yapısal etkiden, 214.370127 Btep'lik kısmı ise yoğunluk etkisinden kaynaklanmıştır. Sanayi sektörünün GSYH içerisindeki payı ve sanayi alt sektörlerinde meydana gelen değişimlerin kullanılan enerji üzerindeki etkisini gösteren yapısal etki, enerji kullanımında -3031.63 Btep'lik tasarruf sağladığını göstermektedir. Bu durum özellikle sanayi sektörünün GSYH'deki payının 2002 yılı sonrasında giderek azalmasına, hizmetler sektörünün GSYH içerisindeki payındaki artışa, Ar-Ge harcamalarındaki artış dolayısıyla enerji tüketimindeki azalmaya bağlanabilir. Çıktı etkisinin 1994, 1999 ve 2009 yıllarında negatif değerler aldığı görülmektedir. 1994 yılında oluşan negatif yönlü çıktı etkisi, aynı yıl Türkiye ekonomisinde yaşanan finansal krize, 1999 yılında yaşanan negatif yönlü çıktı etkisi ise, ekonomide 2000 yılında yaşanacak olan finansal krize hazırlık evresinde olan piyasalardaki daralma ve belirsizliğe, 2008 yılındaki negatif yönlü çıktı etkisi ise Türkiye de dahil olmak üzere tüm dünya ülkelerini etkileyen küresel ekonomik krize bağlanabilir.

İncelenen sektörde enerji girdisinin etkinliğinin homojen bir göstergesi olan yoğunluk etkisi ise, 1990-2014 yılları arasında ele alınan sanayi sektörü enerji kullanımında 214.370 Btep'lik artış yaşandığını ve enerjinin etkin kullanılmadığını göstermektedir. Türkiye enerji yoğun kullanan bir ülkedir ve enerji yoğunluğunu en fazla etkileyen sektör kullanılan enerji miktarına bağlı olarak sanayi sektörüdür. Sanayi sektöründe sağlanacak enerji etkinliği, enerji yoğunluğunun ciddi oranda azaltılmasına ve gerekli yapısal dönüşümlerin gerçekleştirilmesine bağlıdır. Türkiye'deki sanayi sektöründe demir çelik, çimento, seramik ve cam gibi enerji yoğun alt sektörler hakimdir (TMMOB, 2012) ve sanayi sektörü 3.0 milyar ABD\$ civarında bir enerji tasarruf potansiyeline sahiptir. Türkiye için yapılan analiz sonucunda enerjinin etkin kullanılmadığının görülmesi, sanayi alt sektörlerinde istenilen enerji tasarrufu potansiyelinin sağlanmadığının da önemli bir göstergesidir.

5 Sonuç

Yapılan çalışmada, son dönemlerde politika yapıcılar tarafından özellikle vurgulanan enerji etkinliği, MINT ülkeleri açısından araştırılmıştır. Bu doğrultuda, gerçek enerji etkinliğinin tespiti amacıyla enerji kullanımında oluşan artışı yapısal etki ve üretim etkisinden arındırarak yoğunluk etkisinin hesaplanması amaçlanarak MINT ülke grubu verileri üzerine, ayrıştırma yöntemlerinden biri olan Logaritmik Ortalama Divisia Endeks yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, 1990-2014 yılları arasında MINT ülkelerinde toplam enerji tüketiminde artış yaşandığını, sanayi sektörü enerji kullanımında oluşan artışın, Meksika'da 18782.87 Btep, Endonezya'da 36346.97 Btep, Nijerya'da 7202.107 Btep ve Türkiye'de 17412.267 Btep ile çıktı etkisinin baskınlığından kaynaklı olarak ortaya çıktığını göstermektedir. Bu durum sektörel enerji tüketimindeki artışın büyüme tabanlı bir yükseliş

olduğunu ve üretimde enerjinin belirleyici bir unsur teşkil ettiğini ifade etmektedir. Yapılan analiz *yapısal* etki sonuçları bakımından incelendiğinde ise, 4644.761 Btep’lik yapısal etkiye sahip Meksika haricinde diğer ülkelerin sahip oldukları negatif yönlü nihai yapısal etki enerji tasarrufu sağlanması, yapısal dönüşümün gerçekleştirilmesine yönelik uygulanan ve benzer amaçlara hizmet eden çeşitli program ve planlamaların başarılı sonuçlar elde ettiğini ifade etmektedir. Bu ülkelerde ekonominin tamamını etkileyecek yeterlilikte olmasa da yüksek teknoloji ürünlerin üretimi ile Ar-Ge harcamalarının artış göstermesi enerji tasarrufunu etkilemektedir. Ayrıca, gerçek enerji etkinliğini gösteren *yoğunluk* etkisi sonuçları, Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye’de sırasıyla, -15833.6, -14220.15, 1383.252, ve 214.370127 Btep olarak tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Meksika ve Endonezya’da enerji yoğunluğunun daha düşük olduğunu, diğer bir ifadeyle enerjinin etkin kullanıldığını, Nijerya ve Türkiye’de ise enerjinin etkin kullanılmadığını göstermektedir. Nijerya ve Türkiye arasında karşılaştırma yapıldığında ise, Türkiye’nin Nijerya’ya göre enerjiyi daha etkin kullandığı görülmektedir. Elde edilen sonuçlar, Meksika ve Endonezya’nın enerji verimliliği odaklı olarak uyguladığı enerji reformlarının enerji etkinliği açısından olumlu sonuçlar elde edilmesini sağladığını göstermektedir. MINT ülke grubunda yer alan diğer ülkeler ile Türkiye’nin enerji etkinliğinin karşılaştırılması üzerine yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Türkiye’nin enerji etkinliği açısından Meksika ve Endonezya’nın gerisinde kaldığını göstermektedir. Uygulanan analiz sonucunda Türkiye üzerine elde edilen bulgular, Türkiye ekonomisindeki enerji etkinliğini Avrupa Birliğinde yer alan Almanya, İtalya ve Bulgaristan ekonomileri ile karşılaştıran Tanrıöver ve Biçer (2016b) çalışmasında elde edilen sonuçlar ile uyumludur. Tanrıöver ve Biçer (2016b) çalışmasında da, Türkiye ekonomisinin enerji etkinliği bakımından diğer üç ülkenin gerisinde kaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Türkiye ve Nijerya’nın enerji etkinliği üzerine elde edilen bulgular ise, enerji etkinliği üzerine uygulanacak olan politikaların standartlarının belirlenmesi ve bu standartların gelişimine politika yapımcılarının desteği ile gerçekleştirildiği reformlarla desteklenmesi gerektiği ve enerjide verimlilik adı altında uygulanacak politikaların spesifik kanun ve yönetmeliklerle tüm ülke ekonomisine yayılması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca her iki ülke için enerji kaynaklarının etkin kullanılmasını sağlayacak gerekli örgütlenme, teşvik sistemi ve sektörel potansiyellerin gerçekleştirilmesine yönelik düzenlemelerin yapılması gerektiği açıkça ifade edilebilir. Bununla Türkiye ve Nijerya gibi ülkeler için, enerji verimliliğinin ölçülmesi ve izlenmesine yönelik kapasite kullanımının çeşitli yönetmelikler ve uygulamalar ile geliştirilmesi, enerji verimliliği uygulamalarına özel sektör desteğini sağlanması, enerji etkinliğinin temel hedeflerinin açıkça belirtilmesi ve bu amaçla özel birim ve kaynakların oluşturulmasının enerji etkinliğinin artırılmasında kritik bir öneme sahip olduğu söylenilebilir (WB, 2011).

Kaynakça

- Allan, G., Hanley, N., McGregor, P., Swales, K., & Turner, K. (2007). “The impact of increased efficiency in the industrial use of energy: a computable general equilibrium analysis for the United Kingdom”. *Energy Economics*, **29(4)**, 779-798.
- Ang, B. W. 2004, “Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method?” *Energy Policy* **32**, pp. 1131-1139.
- Ang, B.W., Zhang, F.Q., Choi, Ki-Hong, 1998. “Factorizing Changes in Energy and Environmental Indicators Through Decomposition,” *Energy*, **23**, 489-495.
- Barker, T., Ekins, P., Foxon, T. 2007, “Macroeconomic effects of efficiency policies for energy intensive industries: the case of the UK Climate Change Agreements, 2000-2010”. *Energy Economics* **29(5)**, 760-78
- BP, Statistical Review, 2016. “Indonesia’s Energy Market in 2015 “, bp.com/statisticalreview
- Durotoye, A. 2014. “The Crisis of Youth Unemployment in the MINT Countries: Causes, Consequences and Corrections”. *Crisis*, **6(24)**.
- Glomsrød, S., Taojuan, W. 2005, “Coal cleaning: a viable strategy for reduced carbon emissions and improved environment in China?”, *Energy Policy* **33**, 525-542.
- Hanley, N.D., McGregor, P.G., Swales, J.K., Turner, K.R., 2006, “The impact of a stimulus to energy efficiency on the economy and the environment: a regional computable general equilibrium analysis”. *Renewable Energy* **31**, 161-171
- International Energy Agency (IEA), 2016, “World Energy Outlook 2016”, <https://www.iea.org/media/publications/weo/WEO2016Chapter1.pdf>
- Karahan, H. 2014, “Küresel ekonomi “taze” bir soluk ararken Hoşçakal “BRIC”, Merhaba “MINT “, *SETA*, 100, Haziran
- Ma C., Stern D. I. 2008, “China’s Changing Energy Intensity Trend; A Decomposition Analysis,” *Energy Economics*, **30**, 1037–1053.
- Nnaji C. E., Nnaji M., Jonathan N. C. & Monica C. M., 2016, “The Energy Intensity of Economic Sectors in Mint Countries: Implications for Sustainable Development”, *IRA-International Journal of Management & Social Sciences* **4 (1)**, ISSN 2455-2267

- Semboja, H.H.H. 1994, “The effects of an increase in energy efficiency on the Kenyan economy”. *Energy Policy*, 217-225.
- Tanrıöver, B. & Biçer, B. 2016a, “Measurement of Real Energy Efficiency in Turkey: A Structural Decomposition Analysis”, *8 th International Ege Energy Symposium May 11-13*, Afyonkarahisar
- Tanrıöver, B. & Biçer, B. 2016b, “Enerji Etkinliği Bakımından Türkiye Ekonomisinin Avrupa Birliğindeki Yeri: Homojen Bir Karşılaştırma”, *Türkiye Ekonomi Konferansı, 20-26 Ekim*, Bodrum,
- Thollander, P., & Dotzauer, E. 2010. “An energy efficiency program for Swedish industrial small-and medium-sized enterprises”. *Journal of Cleaner Production*, **18(13)**, 1339-1346.
- TMMOB, 2012.”Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği”, *Makina Mühendisleri Odası Oda Raporu*, Genişletilmiş 3. Baskı, Yayın No: MMO/589
- Vikström, P. 2008. “Energy efficiency and energy demand: a historical CGE investigation on the rebound effect in the Swedish economy 1957”. Umeå Papers in Economic History Nr. 35. Department of Economic History. Umea: Umea University.
- Vikhorev, K., Greenough, R., & Brown, N. 2013. “An advanced energy management framework to promote energy awareness”. *Journal of Cleaner Production*, **43**, 103-112.
- Wang, Y., Zhao, H., Li, L., Liu, Z., & Liang, S. 2013. “Carbon dioxide emission drivers for a typical metropolis using input–output structural decomposition analysis”. *Energy Policy*, **58**, 312-318.
- World Bank, 2011, “Türkiye’de Enerji Tasarrufu Potansiyelini Kullanmak”, Ocak, 52210, <http://siteresources.worldbank.org/TURKEYEXTN/Resources/361711-1294661147811/TurkeyEE-tr.pdf>
- Zhang, Z. X. 2003. “Why Did The Energy Intensity Fall in China’s Industrial Sector in The 1990s? The Relative Importance of Structural Shange and Intensity Change,” *Energy*, **31 (25)**, 625-638.