

# Türkiye’de Üretim Düzeyini Etkileyen Faktörlerden Elektrik Tüketimi, İstihdam ve Sermaye Üçlüsü

## *The Trio of Production Level: Electricity Consumption, Employment and Capital in Turkey*

Gürçem ORANSAY<sup>1</sup>

### ÖZET

Üretim süreci için önemli girdilerden biri haline gelen elektrik enerjisi, küreselleşme ile birlikte önemini daha da arttırmaktadır. Bu nedenle sermaye, istihdam ve elektrik tüketiminin üretim artışına etkisi incelenmesi gereken bir konu haline gelmektedir. Bu amaçla çalışmada; Türkiye'nin 1986-2011 arası dönemi için uzun dönemli ilişki Vektör Hata Düzeltme Modeli ve Varyans Ayrışması ile analiz edilmeye çalışılmıştır. Analiz sonucunda, sanayi sektöründeki elektrik tüketimi, sermaye ve istihdamın sanayi sektörü üretim miktarı üzerinde pozitif bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda, Türkiye'nin elektrik tüketimini arttırabilmesi için bu alanda yapacağı yatırımların, sanayi sektörü üretim düzeyini arttırmada olumlu sonuçlar yaratabileceği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrik Tüketimi, Sanayi Sektörü, Vektör Hata Düzeltme Modeli.

### ABSTRACT

Use of electricity energy, which is one of the most important inputs of production process, its importance increases significantly as a result of globalization. Therefore the effect of capital, employment and electricity consumption on production level must be investigated. Accordingly, this study is aimed to shed light upon relationships between Turkey's industrial production, capital, employment and electricity consumption, by Vector Error Correction Model and Variance Decomposition for the period 1986-2011. As a result, the effect of electricity consumption, capital and employment on industrial sector production was founded positively. Considering that Turkey is expected to have more investment which will require more electricity consumption, a positive effect on production level.

**Keywords:** Electricity Consumption, Industry Sector, Vector Error Correction Model.

## 1. GİRİŞ

Enerji; ekonominin temel girdilerinden biri olup, enerji kaynakları üretimin her aşamasında ara mal veya nihai mal olarak kullanılabilir. Dolayısıyla sağlıklı bir kalkınma için ucuz, yeterli, kaliteli ve güvenilir enerji kaynaklarına sahip olmak, ülke ekonomileri açısından gerekli bir unsurdur. Sanayi sektörünün artan önemi ve teknolojik gelişmeler ile birlikte, enerji tüketimi de artış göstermekte; ancak artan enerji tüketiminin ekonomik büyümeye etkisi ve etkinin derecesinin ne yönde olduğu konusunda bir uzlaşmaya varılamamaktadır.

Bu nedenle çalışmanın amacı; sanayi sektöründeki enerji tüketiminin, istihdamın ve sermayenin sanayi sektörü üretim miktarına etkisinin incelenmesidir. Bu incelemede söz konusu enerji tüketiminde

elektrik enerjisinin ele alınmış olmasının nedeni ise; elektrik enerjisinin kullanım kolaylığı, çevre kirliliğine sebebiyet vermemesi ve başka enerji türleri yerine kolayca ikame olabilmesi gibi özellikleri ile en yaygın kullanılan enerji türlerinden biri olmasıdır.

Çalışmada öncelikle sanayi sektöründeki reel çıktı miktarı ile elektrik tüketimi, sermaye ve istihdamdan oluşan girdi miktarları arasındaki ilişki, basit üretim fonksiyonu ile modellenmeye çalışılmış ve benzer çalışmalardan oluşan literatür özetine yer verilmiştir. Daha sonrasında ise Türkiye'deki sanayi sektörü ve elektrik enerjisinin gelişiminden bahsedilmiştir. Son olarak mevcut literatür çerçevesinde, Türkiye için 1986-2011 yılları arasında sanayi sektöründe üretim düzeyi, elektrik tüketimi, sermaye ve istihdam arasındaki ilişki ampirik olarak incelenmiştir.

## 2. Teorik Çerçeve ve Literatür

### 2.1. Teorik Çerçeve

Büyüme en basit şekliyle; mal ve hizmetleri üretebilme kapasitesinin artırılması şeklinde tanımlamak mümkündür. Peterson (1976)'a göre büyüme; kaynakların nicelik ve niteliğinin ve teknolojik düzeye bağlı olan üretim kapasitesinin genişletilmesi ve geliştirilmesi sürecidir. Üretim sonunda sağlanan çıktı, geniş bir sınıflandırmayla sermaye, işgücü ve toprak olan üretim faktörlerinin mal ve hizmete dönüştürülmesi şeklinde tanımlanabilmektedir. Bunun yanı sıra teknoloji de, ayrı bir üretim faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır (Salvatore, 1986). Söz konusu üretim faktörlerinden sermaye; fiziki sermaye stokuna belirli bir dönem içinde yapılan eklemeler yani yatırımlar olup; makinelerin, araç ve gereçlerin, tesislerin, hammaddelerin ve diğer dayanıklı üretim faktörlerinin birikmiş stokunu kapsar. Diğer bir üretim faktörü olan işgücü ise nüfusun belirli bir kısmının işgücü arzına katılımıdır ve üretime katılan bu söz konusu girdilerdeki artış, büyüme arttıracaktır. Teknoloji ise ekonomik büyümenin merkezinde yer alan bir diğer unsur olarak kabul görmektedir. Bilindiği üzere enerji; teknolojinin pratikte kullanımına imkân tanıyan bir unsurdur. Üretim düzeyini arttırmada ve üretim sürecini daha etkin şekilde gerçekleştirmede kullanılan ileri teknoloji için, enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda düşük maliyetle temin edilen ve üretim sürecinde verimli biçimde kullanılabilen enerji faktörü, teknoloji unsuru üzerinden ulusal çıktı düzeyinin artmasını sağlayacaktır (Mucuk ve Uysal, 2009). Benzer bir yaklaşımla Ghali ve El-Sakka (2004) da, kullanılan enerji miktarının artması ile üretim miktarının ve dolayısıyla hâsılanın artacağı varsayıldığında, sermaye, işgücü ve enerjinin ayrı birer girdi olarak tanımlanabileceğini belirtmiştir.

Üretim fonksiyonunun ölçeğe göre azalan getiriye sahip olduğu ve teknolojinin dışsal bir değişken varsayıldığı Neo-Klasik Büyüme Modelinde, büyümenin nihayetinde durağan bir seyir izleyeceği ileri sürülmüştür. Büyümenin anlaşılmasında yetersiz kalan bu model, yerini ölçeğe göre artan getirileri ve teknolojinin içsel bir değişken olduğunu varsayan İçsel Büyüme Modellerine bırakmıştır. Bu içsel büyüme modellerinde teknoloji; Ar-Ge ve beşeri sermaye kanalıyla içselleştirilmiş ve ilk kez Romer (1990) tarafından ortaya atılmıştır (Jones, 1998). Daha sonra bu yaklaşım Grossman ve Helpman (1991) ve Aghion ve Howitt (1992) tarafından geliştirilmiş ve

böylece Ar-Ge harcamalarının inovasyon, verimlilik ve özellikle de ekonomik büyüme üzerinde önemli bir rol oynadığı yönünde geniş bir literatür oluşmuştur. Ar-Ge bazlı modellerin ilki olan Romer (1990), teknoloji yoluyla artan marjinal getiri oranının, azalan getiri oranına çözüm olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle ekonomik büyüme için teknoloji şarttır.

Romer'in içsel büyüme modeli için; üretim fonksiyonunun esas alınarak, standart varsayımlarında değişiklikler yapıldığı ve teknolojik gelişmenin ekonomik büyüme için önemini formel modellerle kanıtlanmaya çalışıldığı söylenebilir (Yardımcı, 2006). Bilgi ve teknolojinin içselleştirildiği bu modele göre, ekonomik faaliyetlerden biri imalat sektöründe tüketim ve yatırım malları, diğeri ise Ar-Ge sektöründe büyümenin devamını sağlayan teknolojiler üretilmesidir. Girişimciler bir yandan yeni teknoloji üretmeye çalışmakta, diğeri yandan bu yenilikleri üretim süreçlerinde içselleştirmektedirler. Buna bir de, yeni bilgi ve teknolojilerden doğan pozitif dışsallıklar eklenince, durgun durum ortaya çıkmamaktadır (Demir 2002). Romer'in modelinde, toplam üretim fonksiyonu şu şekilde gösterilmektedir (Gbadebo ve Okonkwo, 2009):

$$Y = f(A, K, L) \quad (1)$$

Eşitlikte belirtilen  $Y$ ; toplam reel çıktı düzeyini,  $A$ ; teknolojiyi,  $K$ ; toplam reel sermaye stokunu ve  $L$ ; toplam işgücünü temsil etmektedir. Her bir üretim faktörünün maliyetinin, her bir faktör için ayrı ayrı üretkenlik gücünü gösteren çıktı esnekliğine eşit olduğu noktada denge durumunda iken, piyasa üretim fonksiyonunu sermaye, işgücü ve enerjinin çalıştırdığını varsayar (Stresing vd., 2008). Bu çalışmada da, sanayi sektörü için incelenecek üretim fonksiyonunun bu tip bir büyüme modeli kalıbında olması beklenmektedir.

### 2.2 Literatür Özeti

Artan elektrik tüketiminin ulusal çıktı düzeyi üzerindeki etkisi giderek önem kazandığından, son dönemlerde literatürde Türkiye de dahil olmak üzere birçok ülke ekonomisi için, bu konuya daha geniş yer verilmekte ve ekonomik büyüklüklerin enerji politikalarındaki değişikliklere karşı hassasiyetinin anlaşılması açısından, ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasındaki ilişkiyi farklı yöntemler ile inceleyen birçok çalışma olduğu görülmektedir. Bu yöntemlerden ilki üretim fonksiyonu temelli çalışmalardır. Berndt ve Wood (1979) ve Apostolakis (1990) çalışmalarında enerji ve sermaye değişkenleri

arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Stern (1993) ise çalışmasında ABD için enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkiyi enerji, işgücü, sermaye ve GSYİH değişkenlerini kullanarak incelemiş ve enerji tüketiminin büyümeyi pozitif yönde etkilediğini tespit etmiştir. Ghali ve El-Sakka (2004) Kanada üzerine yaptıkları benzer çalışmada enerji, çıktı, sermaye ve işgücü arasındaki ilişkiyi test etmiş ve değişkenlerin eş bütünleşik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Sarı ve Soytaş (2007) ise gelişmekte olan ülkeler için yaptığı çalışmada büyüme ve enerji tüketimi ilişkisini incelerken, enerji tüketimi, milli gelir, yatırım ve işgücü değişkenlerini kullanılmış ve enerji tüketiminin büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Yükselen piyasaların ele alındığı Bayraktutan vd. (2012)'nin çalışmasında, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisi incelenmiştir. Çalışmaya konu olan 12 ülkenin 1980-2008 arası dönemi için; 5 ülkede iki yönlü, 3 ülkede enerji tüketiminden büyümeye, 3 ülkede de ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Sadece bir ülkede ise bu iki değişken arasında bir ilişki gözlenmemiştir. Altıntaş ve Mercan (2015) 1980-2011 dönemi için OECD üyesi G-11 ülkelerinde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Cobb-Douglass üretim fonksiyonu yardımıyla, sermaye birikimi ve işgücü değişkenleri de kullanılarak incelemiş ve elektrik tüketimi, sermaye birikimi ve işgücü değişkenlerinin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucunu elde etmiştir. Karanfil ve Li (2015) çalışmasında kısa ve uzun dönemde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 160 ülke için 1980-2010 yılları için incelemiştir. Elde edilen sonuçlar elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki bağıın bölgesel farklılıklara, ülkelerin gelir düzeylerine, şehirleşme oranlarına ve tedarik risklerine son derece duyarlı olduğu yönündedir. Salahuddin vd. (2015) çalışmasında Körfez İşbirliği Konseyi (GCC) ülkelerinde 1980-2012 yılları arası dönem için karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme, elektrik tüketimi ve finansal gelişim arasındaki ilişkiyi incelemiş ve değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulmuştur. Buna göre elektrik tüketimi ve ekonomik büyümenin, karbondioksit emisyonu ile arasında uzun dönemde pozitif ve anlamlı bir ilişki vardır.

Diğer bir yöntem ise nedensellik analizleridir. Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi nedensellik ile inceleme dört kategoriye ayrılacak olursa, ilki ekonomik büyümenin elektrik tüketimini etkilediği görüşüdür (Mozumder ve

Marathe, 2007; Zhang ve Cheng, 2009; Ghosh, 2002; Öztürk ve Acaravcı, 2011). Bu görüşe göre elektrik tüketiminde herhangi bir kısıtlama ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilemeyecektir. İkinci görüş ise büyüme hipotezi ile açıklanabilen ve bu çalışmanın da konusu ile paralel olan elektrik tüketiminin ekonomik büyümeyi etkilediği görüşüdür (Bowden ve Payne, 2009; Shiu ve Lam, 2004; Narayan ve Prasad, 2008; Ciarreta ve Zarraga, 2010; Narayan ve Symth, 2009). Bu görüşe göre enerji politikalarıyla, elektrik arzında yapılacak herhangi bir değişiklik ve elektrik tüketiminde yapılacak herhangi bir kısıtlama, ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkileyecektir. Üçüncü görüş ise geri besleme hipotezi olup, ekonomik büyüme ve elektrik tüketiminin karşılıklı olarak birbirlerini etkilediği yönündedir (Narayan ve Singh, 2007; Paul ve Bhattacharya, 2004; Ghali ve El Sakka, 2004; Zachariadis, 2007; Belloumi, 2009). Chang vd.(1998) ABD'de üretim, istihdam ve enerji tüketimini incelemiş, istihdam ve üretim ile istihdam ve enerji tüketimi arasında iki yönlü nedensellik bulmuşlardır.

Ergün ve Polat (2015) 1980-2010 yılları arasında OECD ülkelerinde CO2 emisyonu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında ilişki olup olmadığını incelediği çalışmasında, 30 OECD ülkesinde CO2 emisyonu, ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasında eş bütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ve GSYH ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu sonucuna varılmıştır. Deniz (2015) 1971-2011 arası dönemde yükselen piyasalarda elektrik tüketimi ve ekonomik büyümenin beraber hareket edip etmediğini incelediği çalışmasında; Güney Kore, Çin ve Filipinler dışındaki ülkelerde farklı zaman periyotlarında ve farklı sıklıklarda da olsa elektrik tüketimi ve ekonomik büyümenin birlikte hareket ettiği sonucuna ulaşmıştır. Akbaş ve Şentürk (2013) çalışmasında, 9 MENA ülkesinde 1978-2009 yılları arasında elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ilişki olup olmadığını analiz etmiş ve hem kısa dönemde hem de uzun dönemde elektrik tüketimiyle büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Karakaş (2014) da çalışmasında Bu elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme ve nüfus arasındaki ilişkiyi test ettiği çalışmada, 22 OECD ve 22 OECD dışı ülkenin 1990-2011 dönemi için gelir ve elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde, nüfus ile elektrik tüketimi ve nüfus ile milli gelir arasında da çift yönlü nedensellik söz konusudur.

Son görüş ise yansızlık hipotezi olup, elektrik tüketimi ile ilgili herhangi bir değişikliğin ekonomik büyüme üzerinde etkisi olmamasını ifade etmektedir (Yuan vd., 2008; Payne, 2009; Chen vd., 2007).

Konuyla ilgili olarak Türkiye’de de birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmalar yıllar, ülke örnekleri, ekonometrik yöntem ve ampirik bulguları ile aşağıda tablolştırılmış şekilde sunulmuştur.

**Tablo 1:** Türkiye’deki Elektrik Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiyi Test Eden Çalışmalar

Yazar	Yıllar	Ekonometrik Yöntem	Bulgular
Murry ve Nan (1996)	1970-1990	Granger Nedensellik	Elektrik tüketiminden, gelire doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Terzi (1998)	1950-1991	Engle-Granger Nedensellik	Elektrik tüketimi ile gelir arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Soytaş vd. (2001)	1960-1995	Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	Elektrik tüketimi ile GSYİH arasında uzun dönem ilişki olup, elektrik tüketiminden gelire doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Altınay ve Karagöl (2005)	1950-2000	Granger Nedensellik	Elektrik tüketiminden gelire doğru tek taraflı bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Nişancı (2005)	1970-2003	Johansen Eşbütünleşme	Elektrik tüketiminden gelire doğru tek taraflı bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Jobert ve Karanfil (2007)	1960-2003	Granger Eşbütünleşme	Elektrik tüketimi ile gelir arasında bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.
Kar ve Kınık (2008)	1975-2005	Johansen Eşbütünleşme ve Vektör Hata Düzeltme Modeli	Uzun dönemde toplam, sanayi sektörü ve mesken elektrik tüketimleri ile ekonomik büyüme arasında bir ilişki ve nedenselliğin yönünün elektrik tüketimlerinden ekonomik büyümeye doğru gerçekleştiği tespit edilmiştir.
Erdal vd. (2008)	1970-2006	Johansen Eşbütünleşme ve İkili Granger Nedensellik	Reel GSMH ile elektrik tüketimi arasında karşılıklı bir ilişki tespit edilmiştir.
Halıcıoğlu (2009)	1960-2005	Granger nedensellik, ARDL, Eşbütünleşme	Elektrik tüketimi ile gelir arasında bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.
Uzun vd. (2013)	1980-2010	Vektör Hata Düzeltme Modeli	Ekonomik büyümeden toplam elektrik üretimine doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Altıntaş ve Koçbulut (2014)	1960-2011	Granger nedensellik	Elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü Granger nedensellik tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmaların büyük kısmı, sadece elektrik tüketimi ile büyüme arasında nedenselliği test ederken, bu çalışma sanayi sektöründeki elektrik tüketiminin, istihdamın ve sermayenin sanayi sektöründeki üretim miktarını ne yönde etkilediği ve bu etkinin derecesinin ne olduğunu ortaya koyması açısından farklılık göstermektedir. Ayrıca geniş bir literatüre sahip olmasına karşın konu ile ilgili ortak bir kaniya ulaşılamamış olması ve sonuçların ülke özelliklerine göre farklılık göstermesi konunun ilgi çekiciliğini korumaktadır.

### 3. Türkiye’de Sanayi Sektörünün Gelişimi ve Elektrik Tüketimi

1980 sonrası yapısal dönüşüm geçiren Türkiye’de ithal ikameci sanayileşme, yerini ihracata dayalı sanayileşme stratejisine bırakmıştır. İhracatı teşvik yoluyla, sanayi sektörü ihracatı artmış ve GSMH içindeki payı da giderek büyümüştür. İhracata dönük üretim yapılması ve işgücü maliyetlerinin düşürülmesi, Türkiye’nin sanayi sektörü için olumlu gelişmeler içerisinde sayılabilecek iken, sürdürülebilir sabit sermaye birikimi yaratmadaki sıkıntılar,

mevcut sermaye stokunun verimli yatırımlarla desteklenememesi ve makroekonomik istikrarsızlıklar da olumsuz özellikleri olmuştur. Bu nedenle sektörde genel olarak dış kaynaklı sermayeye bağımlılık, verimsiz üretim ve işgücü istihdamında sorunlar yaşanmakla birlikte, sanayi sektörü GSYİH içerisindeki %20-25'lik payı ve büyüme oranlarına katkısı ile vazgeçilmez bir unsurdur. Ülkenin enerji bakımından dışa bağımlı olması ise, sanayi sektöründe enerji maliyetlerinin sürekli gözden geçirilmesi ihtiyacını yaratmaktadır. Nitekim sanayi sektörünün en önemli kuruluş koşullarından biri olan enerjidir ve Türkiye'de elektrik enerjisinin yaklaşık % 60'ı sanayi sektörü tarafından kullanılmaktadır.

Türkiye'de elektrik tüketimi 1980'li yıllardan itibaren artış trendine girmiş, 1990'lı yıllar boyunca artmaya devam etmiş ve 2000'li yıllara gelindiğinde üç haneli rakamlarla ifade edilmeye başlanmıştır. 2006 yılında 176,2 milyar Kwh olan elektrik enerjisi tüketim miktarı 2007 yılında 191,6 milyar Kwh düzeylerine ulaşmıştır (Türkiylmaz, 2011). Global krizin etkilerinin görüldüğü 2008 ve 2009 yıllarında görülen düşüş, 2010 yılında yerini artma trendine bırakmış ve bir önceki yıla göre ortalama % 8,5 oranında bir artış göstermiştir (TETAŞ, 2011). Türkiye'de elektrik tüketimi 20 yıl içinde yıllık ortalama % 8,7; son 10 yıl içinde

Genel hatlarıyla Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM),

$$\Delta Y_t \Delta Y_t = \alpha_0 \alpha_0 + \alpha_1 \Delta X_t \alpha_1 \Delta X_t + \alpha_2 u_{t-1} \alpha_2 u_{t-1} + \epsilon_t \epsilon_t \quad (2)$$

şeklinde ifade edilebilir. (2) numaralı modelde yer alan  $\Delta \Delta$ , ilk farkı,  $u_{t-1} u_{t-1}$ , modelde yer alan kalıntı değerinin bir dönem gecikmelisi yani denge hata teriminin görgül tahminini,  $\epsilon \epsilon$  ise kabul edilen varsayımlar altında hata terimini göstermektedir. Oluşturulan regresyon,  $Y_t Y_t$ 'deki değişmeyi,  $X_t X_t$ 'deki değişmeye ve bir önceki dönemin dengeleme hatasına bağlar. Buradaki,  $\Delta X_t \Delta X_t$ ,  $\Delta Y_t \Delta Y_t$ 'deki kısa dönem bozucu etkisine ulaşırken, hata

Çalışmanın kapsamı doğrultusunda değişkenlerin logaritmaları alınarak kurulan model;

$$\ln PRD = \beta_0 \beta_0 + \beta_1 \ln EC \beta_1 \ln EC + \beta_2 \ln EMP + \beta_2 \ln EMP + \beta_3 \beta_3 \ln K + u_t u_t \quad (3)$$

şeklinde oluşturulmuştur. (3) numaralı model, sanayi sektöründeki toplam reel çıktı düzeyi ile işgücü oranı, elektrik tüketimi ve toplam reel sermaye stoku arasındaki ilişkinin analiz edilmesi için kurulan modeldir. Modelde yer alan değişkenlerden PRD toplam reel çıktı düzeyini; EMP işgücü oranını; EC elektrik tüketimini; K toplam reel sermaye stokunu

ise yıllık ortalama % 6,2 oranında artış göstermiştir (Satman, 2006). Türkiye son 10 yılda elektrik tüketimi artış oranı bakımından; Avrupa'da ilk, dünyada ise Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır. 2010 yılı itibarıyla Türkiye'de kişi başına düşen elektrik tüketimi %8.56 oranında artış göstermiştir (EÜAŞ, 2010).

#### 4. Veri Seti ve Ampirik Analiz

1986-2011 dönemini kapsayan bu çalışmada sanayi sektöründeki reel çıktı düzeyi, işgücü oranı ve elektrik tüketimine ilişkin veriler Dünya Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sisteminden, toplam sabit sermaye yatırımları verisi ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nden sağlanmıştır.

Çalışmanın yöntem kısmında Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) ve bu modele bağlı Varyans ayrıştırması yöntemi kullanılmıştır. Hata düzeltme kavramına ilk olarak 1964'de Sagan değinmiş, 1981 yılında ise Granger tarafından yaygınlaştırılmıştır (Gujarati, 1999). Kısıtlı bir VAR modeli olan Hata Düzeltme Modelinde nedensellik Engle-Granger (1987) değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki çıkması durumunda, kısa dönemde değişkenler arasındaki dengesizliklerin giderilmesi için kullanılabilir bir hata düzeltme modelinin olduğunu savunmuştur.

düzeltilme terimi, uzun dönem dengesine doğru olan yuvarlamalara ulaşmaya çalışır. Bu aşamada modelde yer alan  $\alpha_2 \alpha_2$ , istatistiksel olarak anlamlı ise,  $Y_t Y_t$ 'de bir dönemdeki dengesizliğin ne kadarının diğer dönemde düzeltildiğini belirtir (Gujarati, 1999). Yani hata düzeltme mekanizmasında hata teriminin gecikme katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlı ise, hata düzeltme modeli anlamlı olduğu söylenilebilir (Ay ve Özşahin, 2007).

ifade etmektedir. Modelde yer alan  $\beta_0 \beta_0$  gelirden bağımsız olarak yapılacak üretim miktarını,  $\beta_1 \beta_1$  elektrik tüketiminin üretime karşı olan esneklik katsayısını,  $\beta_2 \beta_2$ , işgücü ile üretim düzeyi arasındaki ilişkiyi,  $\beta_3 \beta_3$  ise toplam reel sermaye stoku ile toplam reel çıktı düzeyi arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Çalışmanın analiz kısmında, öncelikle mevcut eşbütünleşme testleri uygulanmıştır. Tablo 2’de seriler seriler için standart testler olan birim kök ve için uygulanan birim kök testi sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo2:** ADF Birim Kök Testi Sonuçları

	<b>Değişkenler</b>	<b>T İstatistik Değerleri</b>	<b>Kritik Değerler ( %5 )</b>
<b>Düzye Değerleri</b>	<i>LnPRD</i>	-5,24	-5,49
	<i>LnEC</i>	-2.48	-3,63
	<i>LnEMP</i>	-3.61	-3,75
	<i>LnK</i>	3.13	2,29
<b>Fark Değerleri</b>	$\Delta PRD$	-8.70	-3,58
	$\Delta LnEC$	-5.06	-3,63
	$\Delta LnEMP$	-5,90	-3,58
	$\Delta LnK$	-3.98	-2,97

**Not:**  $\Delta$  sembolü değişkenlerin 1. Farklarının alındığını ve Ln sembolü değişkenlerin logaritmasının alındığını belirtir. Anlamlılık düzeyleri %5 olarak seçilmiştir.

ADF Birim Kök Testi sonucunda elde edilen t istatistik değeri, mutlak değer olarak kritik değerden daha küçükse; “Ho: Seri durağan değildir” ve “Ha: Seri durağandır” olmak üzere alternatif hipotez reddedilir, serinin durağan olmadığına ve birim kök içerdiğine karar verilir. Eğer t istatistik değeri mutlak değer olarak kritik değerden büyük ise de alternatif hipotez kabul edilmek suretiyle serinin durağanlığına ve birim kök içermediğine karar verilir. Elde edilen sonuçlara göre serilerin birinci dereceden farklarında durağan hale geldikleri, yani birinci dereceden bütünleşik olduğu söylenilebilir. Modelde yer alan değişkenlerin

tamamının birinci düzeyde durağan olması bu değişkenler için eşbütünleşme testi yapılabileceğini göstermektedir.

Eşbütünleşme analizinin bundan sonraki aşamasında tahmin edilecek VAR modeli için optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekir. Bu amaçla VAR modeli için otokorelasyon ve değişen varyans sorunu yaratmayan uygun gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine göre 1 olarak belirlenmiştir. VAR(1) olarak hesaplanan model için, eşbütünleşme testi sonuçları Tablo 3’te gösterilmiştir.

**Tablo 3:** Eşbütünleşme Testi Sonuçları

<b>Boş hipotez</b>	<b>Alternatif hipotez</b>	<b>Öz Değerler</b>	<b>İz Değerler</b>	<b>%5 Kritik Değerler</b>	<b>Maksimum Öz Değerler</b>	<b>%5 Kritik Değerler</b>
$r=0$	$r=1$	0.721445	59.96226*	47.85613	30.67533*	27.58434
$r \leq 1$	$r=2$	0.547812	29.28693	29.79707	19.04780	21.13162
$r \leq 2$	$r=3$	0.347102	10.23913	15.49471	10.23201	14.26460
$r \leq 3$	$r=4$	0.000297	0.007124	3.841466	0.007124	3.841466

\*% 5 önem anlamlılık düzeyinde boş hipotezin reddedildiğini göstermektedir.

Bir gecikmeli VAR modeli uygulamasıyla elde edilen sonuçlara göre, %5 anlamlılık düzeyinde “ $H_0: H_0$ : Eşbütünleşme yoktur.” hipotezi reddedilmiş ve değişkenler arasında eşbütünleşme vektörünün varlığı tespit edilmiştir. Yapılan test sonuçlarına göre, iz değere ve maksimum öz değere göre en fazla 1 adet

eşbütünleşme vektörünün varlığı tespit edilmiştir. Değişkenler arasında eşbütünleşme varlığının tespiti uzun dönemde değişkenler arasında ilişki olduğunu göstermektedir. Söz konusu eşbütünleşme vektörü bağımlı değişken üretim düzeyine göre normalize

edilerek değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi katsayılar Tablo 4'de gösterilmiştir.

**Tablo 4:** Model İçin Normalize Edilmiş Denklem

<i>lnPRD</i>	<i>LnEMP</i>	<i>LnEC</i>	<i>LnK</i>
1000000	-0.28	-0.04	-0.68
	(0.36)	(0.07)	(0.09)
	[-0.77]	[-0.54]	[-7.06]

Eşbütünleşme analizi ile elde edilen uzun dönem esneklikleri aşağıda yer almaktadır;

$$lnPRD=13.72+0.28LnEMP+0.04LnEC+0.68LnK \quad (4)$$

Uygulanan Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) analizi sonuçlarına göre, hata terimi katsayısının negatif ve anlamlı olması sebebiyle hata düzeltme modelinin uygulanmasının anlamlı olduğu sonucuna ulaşılabilir. Hata düzeltme katsayısı -0.07 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonucun negatif ve istatistiksel olarak anlamlı çıkması, kullanılan hata düzeltme mekanizmasının işlediğini göstermektedir. Elde edilen hata düzeltme katsayısının 0 ile 1 arasında çıkması, sistemin her seferinde azalarak ve dalgalı

bir şekilde dengeye yöneldiğini göstermektedir. Herhangi bir dönemde oluşacak bir dengesizlik, uzun aralıklarla dengeye gelecektir.

Hata düzeltme modeli ile elde edilen esneklik sonuçlarına göre, işgücü düzeyinde oluşabilecek her % 1'lik artış, uzun dönemde sanayideki toplam çıktı düzeyini 0.28 oranında; elektrik tüketiminde oluşan % 1'lik bir artış 0.04 oranında; toplam sermaye stokundaki % 1'lik artış 0.68 oranında arttırmaktadır. Vektör Hata Düzeltme Modeli sonucunda değişkenlere ait katsayı işaretlerinin pozitif yönlü çıkması, analiz sonuçlarının anlamlılığını destekler niteliktedir.

Çalışmanın analiz kısmında yer alan diğer bir test ise; dinamik bir modeldeki değişkenlerden herhangi birinde oluşan bir birimlik şokun, yüzdesel olarak diğer değişkenlerde yaratacağı değişimi göstermek amacıyla kullanılan Varyans Ayrıştırması testidir. Özellikle politik önerilerde bulunma amacıyla sıkça kullanılan Varyans Ayrıştırması testi, modelde yer alan değişkenlerin sıralamasından yüksek düzeyde etkilenmektedir. Bu sebeple, modeldeki değişkenler iktisadi kuramlara göre dışsaldan içsele doğru *lnEMP*, *lnEC* ve *LnK* şeklinde sıralanmıştır. Yapılan Varyans Ayrıştırması sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir.

**Tablo 5:** Varyans Ayrıştırması Testi Sonuçları

Dönem	S.E.	<i>LnPRD</i>	<i>LnEMP</i>	<i>LnEC</i>	<i>LnK</i>
1	0.067295	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.093773	94.91639	5.074727	0.008561	0.000327
3	0.110273	93.43778	6.473878	0.076814	0.011530
4	0.121079	92.68764	7.137224	0.114884	0.060248
5	0.129590	92.47981	7.212894	0.157648	0.149649
6	0.137350	92.38641	7.157024	0.194369	0.262193
7	0.145071	92.32970	7.063350	0.230028	0.376917
8	0.152921	92.25492	7.002572	0.262442	0.480070
9	0.160847	92.15980	6.981519	0.291876	0.566803
10	0.168721	92.04972	6.994522	0.317860	0.637897

Varyans ayrıştırması sonuçlarına göre, sanayi sektöründeki üretim düzeyinde meydana gelen dalgalanmaların ikinci dönemde, sanayi sektöründeki çıktı düzeyinde oluşan değişimin %94.91'i kendinden, % 5.07 oranında işgücünden, % 0.008 oranında elektrik tüketiminden, %0,0003 oranında ise toplam sermaye stokundan kaynaklı olarak yaşanmaktadır. Aslında ikinci dönem genel hatlarıyla incelendiğinde üretim düzeyinin sadece işgücü değişkeninden

etkilendiği görülebilir. 10. dönemde ise, sanayideki üretim düzeyi % 92.04 oranında kendinden, % 6.99 oranında işgücünden, % 0.31 oranında elektrik tüketiminden, % 0.63 oranında ise toplam sermaye stokundan etkilenmiştir. Analiz sonuçlarından açık bir şekilde görüldüğü gibi, sanayi sektöründeki toplam çıktı düzeyi uzun dönemde en fazla işgücü oranından etkilenmiştir.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada 1986-2011 yılları arasında Türkiye'nin sanayi sektöründe toplam reel çıktı düzeyi ile elektrik tüketimi, işgücü oranı ve toplam reel sermaye stoku arasındaki ilişki incelenmiş ve analiz için zaman serisi yöntemlerinden Varyans Ayrıştırması ve Vektör Hata Düzeltme Modeli kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre sanayi sektöründeki toplam reel çıktı düzeyinin; işgücü oranı, elektrik tüketimi ve toplam reel sermaye stoku ile arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur. Ayrıca reel çıktı düzeyine en büyük katkıyı reel sermaye stoku, daha sonrasında ise sırasıyla işgücü ve elektrik

tüketimi yapmaktadır. Buna göre söz konusu üretim faktörlerinde bir kısıtlama sonucunda, üretim düzeyi ve dolayısıyla ekonomik büyümenin olumsuz yönde etkileneceği söylenebilir. Türkiye de dahil olmak üzere birçok gelişmekte olan ülkede elektrik arzı, elektrik tüketim talebini karşılamakta zorlandığı ve tüketimin üretime bağlı olarak geliştiği göz önüne alınacak olursa; üretimi arttırarak büyümeyi sağlamaya çalışma çabasının önündeki en büyük engellerden birinin enerji yetersizliği olduğu ifade edilebilir ve bu nedenle enerji yatırımları, enerji tasarrufları ve enerjinin etkin kullanımı bu durumun aşılmasında fayda sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

- Aghion, P. ve Howitt, P. (1992) "A model of growth through creative destruction" *Econometrica*, 60(2): 323-351.
- Akbaş, Y. E. ve Şentürk, M. (2013) "MENA ülkelerinde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki karşılıklı ilişkinin analizi" *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41: 45-67.
- Altınay, G. ve Karagöl, E. (2005) "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey" *Energy Economics*, 27(6): 849-856.
- Altıntaş, H. ve Koçbulut, Ö. (2014) "Türkiye'de elektrik tüketiminin dinamikleri ve ekonomik büyüme: sınır testi ve nedensellik analizi" *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (43): 37-65.
- Altıntaş, H. ve Mercan, M. (2015) "Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: G-11 Ülkeleri Örneğinde Panel Eşbütünleşme ve Nedensellik Uygulaması" *TISK Academy/TISK Akademi*, 10(20).
- Apostolakis, B. E. (1990) "Energy-Capital Substitutability/Complementarity: The Dichotomy" *Energy Economics*, 12: 48-58.
- Ay, A. ve Özşahin, Ş. (2007) "J Eğrisi Hipotezinin Testi: Türkiye Ekonomisinde Reel Döviz Kuru ve Dış Ticaret Dengesi İlişkisi" *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1): 8-9.
- Bayraktutan, Y., Uçak, S. ve Bıcıl, İ. M. (2012) "Yükselen Piyasalarda Elektrik Tüketimi büyüme ilişkisi: Nedensellik Analizi" *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(1): 241-254.
- Belloumi, M. (2009) "Energy Consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and Causality Analysis" *Energy Policy*, 37(7): 2745-2753.
- Bowden, N. ve Payne, J. E. (2009) "The Causal Relationship Between U.S. Energy Consumption and Real Output: A Disaggregated Analysis" *Journal of Policy Modeling*, 31(2): 180-188.
- Berndt, E. R. ve Wood, D. O. (1979) "Engineering and Econometric Interpretations of Energy-Capital Complementarity" *The American Economic Review*, 69: 342-354.
- Chang, T., Fang, W. ve Wen, L. F. (2001) "Energy Consumption, Employment, Output and Temporal Causality: Evidence from Taiwan Based on Cointegration and Error-Correction Modelling Techniques" *Applied Economics*, 33(8): 1045-1056.
- Chen, S. T., Kuo, H. I. ve Chen, C. C. (2007) "The Relationship Between GDP and Electricity Consumption in 10 Asian Countries" *Energy Policy*, 35(4): 2611-2621.
- Ciarreta, A. ve Zarraga, A. (2010) "Electricity Consumption and Economic Growth in Spain" *Applied Economics Letters*, 17(14): 1417-1421.
- Demir, O. (2002) "Durgun durum büyümeden içsel büyümeye" *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 3(1).
- Deniz, P. (2015) "Electricity Consumption and Growth: Wavelet Analysis for Emerging Markets".
- Engle, R. F. ve Granger, C. W. (1987) "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing" *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.
- Erdal, G., Erdal, H. ve Esengün, K. (2008) "The Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in Turkey" *Energy Policy*, 36(10): 3838-3842.



- Ergün, S. ve Polat, M. A. (2015) "OECD Ülkelerinde CO2 Emisyonu, Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi" *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (45): 115-141.
- Gbadebo, O. O. ve Okonkwo, C. (2009) "Does Energy Consumption Contribute to Economic Performance? Empirical Evidence from Nigeria" *Journal of Economics and International Finance*, 1(2): 44-58.
- Ghali K. H. ve El-Sakka M. (2004) "Energy Use and Output Growth in Canada: A Multivariate Cointegration Analysis" *Energy Economics*, 26: 225-238.
- Ghosh, S. (2002) "Electricity Consumption and Economic Growth in India" *Energy Policy*, 30(2): 125-129.
- Grossman, G. M. ve Helpman, E. (1991) "Quality ladders in the theory of growth" *The Review of Economic Studies*, 58(1): 43-61.
- Gujarati, D. N. (1999) *Temel Ekonometri*, Birinci Basım, Literatür Yayınları, İstanbul.
- Halicioğlu, F. (2009) "An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey" *Energy Policy*, 37(3): 1156-1164.
- Jobert, T. ve Karanfil, F. (2007) "Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey" *Energy Policy*, 35(11): 5447-5456.
- Jones, C. (1998) *Introduction To Economic Growth*, 2nd Edition, W.W.Norton & Company Inc., New York.
- Kar, M. ve Kınık, E. (2008) "Türkiye'de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi" *Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 10(2): 333-353.
- Karakaş, A. (2014) "OECD ve OECD dışı ülkelerde elektrik tüketimi, nüfus ve gelir ilişkisi: 1990-2011 dönemi için bir panel veri analizi" *Electronic Turkish Studies*, 9(2).
- Karanfil, F. ve Li, Y. (2015) "Electricity consumption and economic growth: exploring panel-specific differences" *Energy Policy*, 82: 264-277.
- Mozumder, P. ve Marathe, A. (2007) "Causality Relationship Between Electricity Consumption and GDP in Bangladesh" *Energy Policy*, 35(1): 395-402.
- Mucuk, M. ve Uysal, D. (2009) "Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme" *Maliye Dergisi*, 157: 105-115.
- Murry, D. A. ve Nan, G. D. (1996) "A Definition of the Gross Domestic Product-Electrification Interrelationship" *Journal of Energy and Development*, 19: 275-283.
- Narayan, P. K. ve Singh, B. (2007) "The Electricity Consumption and GDP Nexus for the Fiji Islands" *Energy Economics*, 29(6): 1141-1150.
- Narayan, P. K. ve Prasad, A. (2008) "Electricity Consumption-Real GDP Causality Nexus: Evidence from a Bootstrapped Causality Test for 30 OECD Countries" *Energy Policy*, 36(2): 910-918.
- Narayan, P. ve Smyth, R. (2009) "The Effect of Inflation and Real Wages on Productivity: New Evidence from a Panel of G7 Countries" *Applied Economics*, 41(10): 1285-1291.
- Nişancı, M. (2005) "Türkiye'de Elektrik Enerjisi Talebi ve Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki" *Selçuk Üniversitesi İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5(4): 107-120.
- Öztürk, İ. ve Acaravcı, A. (2011) "Electricity Consumption and Real GDP Causality Nexus: Evidence from ARDL Bounds Testing Approach for 11 MENA Countries" *Applied Energy*, 88: 2885-2892.
- Paul, S. ve Bhattacharya, R. N. (2004) "Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in India: A Note on Conflicting Results" *Energy Economics*, 26(6): 977-983.
- Payne, J. E. (2009) "On the Dynamics of Energy Consumption and Output in the US" *Applied Energy*, 86(4): 575-577.
- Peterson, W. C. (1976) *Gelir İstihdam ve Ekonomik Büyüme*, Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, Eskişehir.
- Romer, P.M. (1990) "Capital, labor, and productivity" *Brookings papers on economic activity. Microeconomics*: 337-367.
- Salahuddin, M., Gow, J. ve Ozturk, I. (2015) "Is the long-run relationship between economic growth, electricity consumption, carbon dioxide emissions and financial development in Gulf Cooperation Council Countries robust?" *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51: 317-326.
- Salvatore, D. (1986) *Microeconomics: Theory and Applications*, MacMillan Publishing Company, New York.
- Sarı, R. ve Soytaş, U. (2007) "The Growth of Income and Energy Consumption in Six Developing Countries" *Energy Policy*, 35(2): 889-898.
- Satman, A. (2006) "General Energy Demand, Production Projections, Options of Supply, Political Priority of Turkey" *10th Turkish Energy Congress*.

Shiu, A. ve Lam, P. L. (2004) "Electricity Consumption and Economic Growth in China" *Energy Policy*, 32(1): 47-54.

Soytaş, U., Sarı, R. ve Özdemir, O. (2001) "Energy Consumption and GDP Relation in Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis" *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings*, 838-844.

Stern, D. I. (1993) "Energy and Economic Growth in the USA: A Multivariate Approach" *Energy Economics*, 15(2): 137-150.

Stresing, R., Lindenberger, D. ve Kümmel, R. (2008) "Cointegration of Output, Capital, Labor, and Energy" *The European Physical Journal*, 66(2): 279-287.

Terzi, H. (1998) "Türkiye'de Elektrik Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma" *İktisat İşletme ve Finans*, 13(144): 62-71.

Türkyılmaz, O. (2011) "Türkiye'nin Enerji Görünümü" *TMMOB Edirne Şubesi Trakya Üniversitesi Balkan Kongre Merkezi*, 16-17.

Uzun, A., Emsen, Ö. S., Yalçıkaya, Ö. ve Hüseyini, İ. (2013) "Toplam Elektrik Üretimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1980-2010)/Total Electricity Generation and its Relation to Economic Growth: The Case of Turkey (1980-2010)" *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(3): 327-344.

Yardımcı, P. (2006) "İçsel Büyüme Modelleri ve Türkiye Ekonomisinde İçsel Büyümenin Dinamikleri" *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 1: 96-114.

Yuan, J. H., Kang, J. G., Zhao, C. H. ve Hu, Z. G. (2008) "Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from China at both Aggregated and Disaggregated Levels" *Energy Economics*, 30(6): 3077-3094.

Zachariadis, T. (2007) "Exploring the Relationship Between Energy Use and Economic Growth with Bivariate Models: New Evidence from G-7 Countries" *Energy Economics*, 29(6): 1233-1253.

Zhang, X. P. ve Cheng, X. M. (2009) "Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China" *Ecological Economics*, 68(10): 2706-2712.