

Metal (Çelik) Kullanım Yoğunluğu Hipotezinin Türkiye Ekonomisi İçin Sınanması¹

Fikret DÜLGER*
Salih GENCER**
Almıla BURGAÇ ÇİL***

Özet

Çelik tüketimi ile ekonomik kalkınma birbirleriyle yakından ilişkili olduğu için çelik tüketim miktarının bir ülkenin sanayileşme evreleri boyunca sanayileşmesinin bir göstergesi olarak kabul edilebileceği ifade edilmektedir (Huh, 2011). İkinci Dünya Savaşı sonrasında dünya metal tüketimi hızlı bir şekilde artmış ve metallerin arzı hakkında ve yakın gelecekte tükenmesi yönündeki endişeleri ortaya çıkarmıştır (Wårell, 2014). 1970'lerde, metallerin gelecekteki talebine ilişkin tahmin çabaları sürerken Uluslararası Demir ve Çelik Enstitüsü (1972) ve Malenbaum (1973) böyle bir tahminde kullanılmak üzere basit ama etkin bir yöntem olarak Metal Kullanım Yoğunluğu Hipotezi'ni önermişlerdir. Bu hipotez, reel GSYİH birimi başına tüketilen metal miktarı olarak ölçülen metal kullanım yoğunluğunun kişi başına reel gelir ile ölçülen ekonomik kalkınmanın bir fonksiyonu olduğunu savunmaktadır (Guzmán vd., 2005).

Bu çalışmanın amacı, zaman serisi metotları kullanarak, Türkiye ekonomisi için metal (çelik) kullanım yoğunluğu hipotezini 1955-2013 dönemini kapsayan veri seti ile sınamaktır. Analizde kullanılan veri seti ve ekonometrik yöntemler, gelir ve çelik tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğuna yönelik sonuçlar ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelime: Kullanım Yoğunluğu, Çelik Tüketimi, Ekonomik Kalkınma, Yapısal Kırılma, Eşbütünleşme

Intensity Of Metal (Steel) Use Hypothesis: A Test For Turkish Economy

Abstract

The quantity of steel consumed can be considered as an indicator of industrial development as nations move to higher stages of industrialization, since the steel consumption has been thought to be closely linked to the rate of economic growth (Huh,

¹ Bu çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından SBA-2014-2312 kodlu proje ile desteklenmiştir. Çalışmanın ilk bulguları International Conference on Eurasian Economies ve Econworld 2014 konferanslarında sunulmuş ve çalışma alınan katkılarla geliştirilmiştir. Görüş ve değerlendirmeleri ile katkılarını bizden esirgemeyen Prof. Dr. H. Mahir Fisunoğlu'na ve çelik tüketim verilerine ulaşımında yardımlarından dolayı Dr. Veysel Yayan'a teşekkürü bir borç biliriz.

* Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, İ.İ.B.F. İktisat Bölümü, fdulger@cu.edu.tr

** Dr., Çukurova Üniversitesi, İ.İ.B.F. İktisat Bölümü, sgencer@cu.edu.tr

*** Arş. Gör., Çukurova Üniversitesi, İ.İ.B.F. İktisat Bölümü, aburgac@cu.edu.tr

2011). After the World War II, the worldwide metal consumption increased rapidly and, this led to a concern about the supply of metals and a fear of early depletion (Wårell, 2014). As part of a broader effort to develop simple but accurate techniques for forecasting the future demand for metals, the International Iron and Steel Institute (1972) and Malenbaum (1973) suggested the intensity of use hypothesis during the 1970s. This hypothesis maintains that the intensity of metal use is a function of economic development as measured by real GDP (Guzmán et al. 2005).

The main purpose of this study is to test the intensity of (steel) use hypothesis for Turkey during the period 1955-2013 using the cointegration technique with structural break. Given the dataset and time series techniques used, results indicate that the steel consumption and real GDP have the long-run relationship.

Keywords: Intensity of Use, Steel Consumption, Economic Development, Structural Change, Cointegration

1. Giriş

Çelik ekonomik kalkınmanın motoru ve ekonomide karşılaştırmalı üstünlük için önemli role sahip bir temel girdidir (Yellishetty vd., 2010). Ekonomik kalkınma çelik yoğun sektörler üzerinde etkili olacağından çelik tüketimi ile ekonomik kalkınma birbirleriyle yakından ilişkilidir. Bu bağlamda, çelik tüketim miktarının bir ülkenin sanayileşme evreleri boyunca sanayileşmesinin bir göstergesi olarak kabul edilebileceği de ifade edilmektedir (Huh, 2011). Özellikle, İkinci Dünya Savaşı sonrasında metal talebindeki artışlar dünya metal tüketiminde sürekli artışları beraberinde getirmiştir. Bu da metallerin arzı hakkında ve yakın gelecekte tükenmesi yönündeki endişeleri ortaya çıkarmıştır (Wårell, 2014).

II. Dünya Savaşı sonrası dünyada Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) oldukça hızlı bir artış göstermektedir. Benzer şekilde, çoğu ülkenin bu dönemlerde savaş süresince oluşan tahribatları onarılmasından dolayı, metal kullanımında özellikle çelik tüketiminde yadsınamaz bir artış söz konusu olmuştur. EK *Tablo 1*'de 1950 yılından itibaren günümüze kadar 10'ar yıllık periyotlarla dünyada hem GSYİH'daki değişim hem de dünyada çelik tüketimindeki değişim yer almaktadır.

1951-1960 ve 1961-1970 dönemlerinde hem gelirdeki hem de çelik tüketimindeki artış oldukça yüksek olmasına karşın 1971-1980 ve 1981-1990 dönemlerinde gelirdeki ve çelik tüketimindeki büyüme oranı oldukça düşmüştür. 1970'lerde ortaya çıkan petrol (enerji) krizleri bütün ekonomileri etkilemiş ve bunun sonucu olarak 1973 ve 1979 sonrasında kişi başı metal tüketimi önemli düzeyde azalmıştır. 1980 ve 1990'larda düşük büyüme oranı gözlenmesine karşın metal tüketimindeki düşüş devam etmiştir. Bu dönemde uluslararası borç krizinden dolayı gelişmekte olan ülkelerde, ekonomik büyümedeki düşüşle birlikte, gelişmiş ülkelerde metal kullanım yoğunluğu da düşmüştür (Tilton, 1990). Dünyada ekonomik büyümede bu dönemde gözlenen düşüşler nedeniyle metal kullanımındaki düşüşün geçici olacağı tahminleri yapılırken, metal talep büyümesindeki azalış kalıcı olarak ortaya çıkmıştır (Radetzki ve Tilton, 1990). 2000'li yıllardaki artış ise Çin ve Hindistan vb. gibi ekonomilerindeki çok hızlı büyümelere bağlanmaktadır.

1970'lerde, metallerin gelecekteki talebine ilişkin tahmin çabaları sürerken Uluslararası Demir ve Çelik Enstitüsü (1972) ve Malenbaum (1973) böyle bir tahminde kullanılmak üzere basit ama etkin bir yöntem olarak Metal Kullanım Yoğunluğu Hipotezi'ni önermişlerdir. Bu hipotez, genel olarak reel GSYİH birimi başına tüketilen metal miktarı olarak ölçülen metal kullanım yoğunluğunun kişi başına reel gelir ile ölçülen ekonomik kalkınmanın bir fonksiyonu olduğunu savunmaktadır (Guzmán vd., 2005).

Kullanım yoğunluğu hipotezine göre, düşük kişi başına gelir düzeylerinde yurtiçi üretim genellikle tarım, hayvancılık ve emek yoğun imalat sektörleri v.b gibi düşük metal yoğunluklu sektörlerle dayalıdır. Böyle bir üretim yapısı içerisinde kişi başı gelir düzeyindeki artışlar tüketici tercihlerinde metal yoğun sektörlerle doğru bir kaymayı doğuracaktır. Çünkü artan refah düzeyi ile birlikte tüketicilerin talepleri artık altyapı, imalat sanayi, inşaat, makine-teçhizat ve dayanıklı tüketim mallarına yönelmiştir. Bu sanayileşme evresinde metal tüketimindeki büyüme ekonomik büyümeden daha yüksektir ve doğal olarak bu dönemde metal kullanım yoğunluğu artmaktadır. Ancak, zamanla kişi başı gelir düzeyindeki artışlar metal kullanım yoğunluğunda bir azalışa yol açacaktır. Yurtiçi üretim yapısının ileri teknoloji ve hizmetler sektörüne doğru kayma gösterdiği bu son aşamada metal tüketimindeki büyüme ekonomik büyümenin gerisinde kalmaktadır (Crompton, 1999). Bu hipotez, kalkınma ile birlikte metal kullanım yoğunluğunun önce artması, sonra azalarak artması ve belirli bir tepe noktasından sonra ise tersine döndüğü diğer bir ifadeyle metal kullanım yoğunluğu ve kalkınma arasındaki ilişkinin ters U-şeklinde bir eğilim sergilediğini ifade etmektedir.

Kullanım yoğunluğu hipotezinin test edilmesine yönelik son dönem çalışmalar, çelik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır (Evans, 2011). Yapılan çalışmalarda çelik tüketimi ve reel gelir arasında uzun dönemli ilişkinin desteklenmesine yönelik sonuçlar karışıktır. Ghosh (2006) Hindistan için ekonomik büyüme ve çelik tüketimi arasında eşbütünleşme ve Granger nedenselliğini sınamakta ve çelik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişki bulamazken ekonomik büyümeden çelik tüketimine doğru bir nedenselliğin olduğuna ilişkin sonuca ulaşmıştır. Diğer yandan Huh (2011) Kore ekonomisi için, Crompton (2000) Japonya için, Evans (2011) İngiltere için Coccia (2012) Çin, İtalya, ABD, Japonya, İngiltere, Almanya, Fransa ve İtalya için destekler sonuca ulaşmışlardır. Wårell (2014)'de 61 ülke için kullanım yoğunluğu hipotezini test etmiş ve bu ülkeleri düşük, orta (Türkiye'de dahil) ve yüksek gelir grubu olarak sınıflandırmıştır. Sonuçlara göre orta gelir grubu için kullanım yoğunluğu hipotezinin geçerli olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, çeşitli zaman serisi metotlarını kullanarak, Türkiye ekonomisi için metal (çelik) kullanım yoğunluğu hipotezini 1955-2013 dönemini kapsayan veri seti ile sınamaktır. İzleyen bölümde kullanım yoğunluğu hipotezine ilişkin teorik açıklamalara yer verilmiş, üçüncü bölümde ise literatür taraması sunulmuştur. Dördüncü bölümde veri seti ve ekonometrik yöntemle ilişkin açıklamalar yer alırken uygulamalı analiz sonuçları beşinci bölümde sunulmuştur. Çalışma bulguların tartışıldığı sonuç bölümüyle sonlandırılmıştır.

2. Kullanım Yoğunluğu Hipotezi

Kullanım yoğunluğu hipotezi, bir ülkenin metal tüketiminin modellenmesinde, ülkenin ekonomik kalkınma evreleri boyunca üretimini gerçekleştirmek üzere metal gereksinimindeki değişimleri temel almaktadır (Crompton,1999). Metallerin gelecekteki talebine ilişkin tahminde bulunma çabalarının sonucu olarak basit ama etkin bir yöntem olarak Uluslararası Demir ve Çelik Enstitüsü (1972) ve Malenbaum (1973) tarafından önerilen Kullanım Yoğunluğu Hipotezine göre, kullanım yoğunluğu, metal kullanımının milli gelire oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdan hareketle, metal kullanımındaki değişme kullanım yoğunluğundaki ve milli gelirdeki değişmeye bağlanmaktadır (Guzmán vd., 2005, UNCTAD, 2005). Herhangi bir metale ilişkin kullanım yoğunluğu aşağıdaki biçimde formüle edilebilir:

$$IU_t = \frac{C_t}{GSYİH_t} \quad (1)$$

Burada IU_t , ilgili metale ilişkin kullanım yoğunluğunu; C_t , ilgili metalin tüketimini; $GSYİH$ ekonomik faaliyet hacminin göstergesi olarak reel GSYİH'yı; t ise zaman indisini göstermektedir. Buna göre, metal kullanım yoğunluğu GSYİH birimi başına tüketilen fiziki metal miktarını ifade etmektedir ve herhangi bir dönem için ağırlık birimi ton cinsinden ifade edilen metal tüketim miktarının sabit fiyatlarla GSYİH değerine oranlanmasıyla elde edilmektedir (Rebiasz, 2006). Hipoteze göre, bir ülkedeki ekonomik kalkınma düzeyi o ülkenin metal kullanım yoğunluğunu açıklamaktadır. Ekonomik kalkınmanın bir göstergesi kabul edilen kişi başı reel gelir dikkate alındığında, metal kullanım yoğunluğunun kişi başı reel gelirin bir fonksiyonu olduğu ifade edilmektedir:

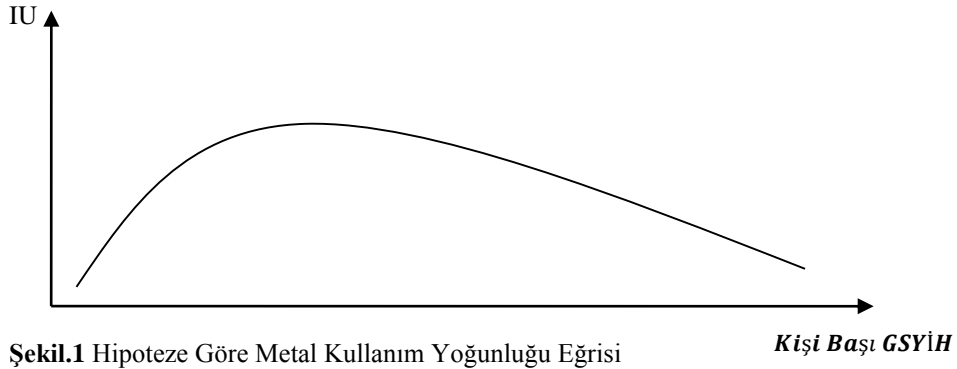
$$IU_t = f(KBGSYİH_t) \quad (2)$$

Burada $KBGSYİH$ kişi başı reel GSYİH'yi temsil etmekte ve belirli bir dönemdeki reel GSYİH değerinin toplam nüfusa oranlanmasıyla elde edilmektedir (Wärell ve Olson, 2009).

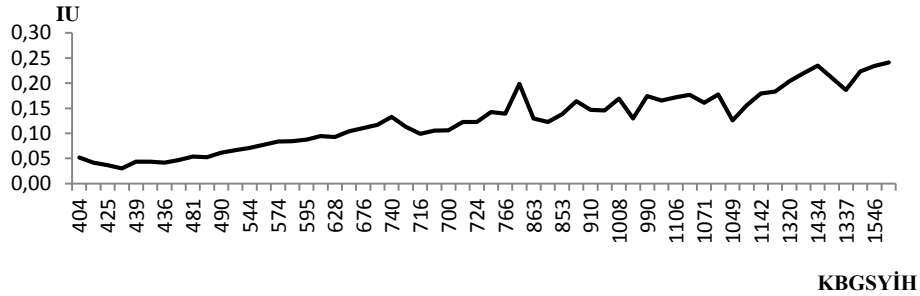
Metal kullanım yoğunluğundaki değişimler kişi başı reel GSYİH'nın bir fonksiyonu olarak ifade edilirse ters U-biçimli bir eğri elde edilmekte ve bu eğri metal kullanım yoğunluğu ile kişi başı reel gelir arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Kişi başı reel gelir düzeyine göre metal tüketim yoğunluğunun gelişimini gösteren kullanım yoğunluğu eğrisi Şekil 1'de gösterilmiştir.

Kullanım yoğunluğu ile kişi başı reel gelir düzeyi arasındaki ters U-biçimdeki ilişkinin açıklaması kullanım yoğunluğu hipotezinin teorik temellerini oluşturur. Roberts (1985), ters U-biçimini üç argümandan hareketle açıklamaktadır. Söz konusu eğilimleri açıklamada kullandığı argümanlardan biri talep kaymalarına ilişkindir. Buna göre, bir ülkenin kalkınma sürecinde nihai ürün bileşimi önce sanayi mallarına doğru ve sonra yüksek kalkınma düzeylerine ulaşıldığında da görece daha az mineral yoğun malları içeren hizmetlere doğru kayma gösterecektir. Böylece sanayileşme açısından önemli olan bir materyalin kullanımı, toplam çıktıya göre önce artıp sonra azalmaktadır. İkinci argümanı, üretimdeki teknik etkinlikten kaynaklanmaktadır. Emek verimliliğinde veya toplam faktör verimliliğindeki artış veri birim girdi başına daha fazla üretim olarak ortaya çıkmaktadır. Böylece, belirli bir kalkınma aşamasına ulaşılmışından sonra, kullanım yoğunluğu azalmaktadır. Kullanım yoğunluğu eğrisinin sergilediği eğilimi açıklayıcı

üçüncü argümanı ise girdiler arası ikameye dayandırılmaktadır. Buna göre, arz ve talep koşulları, teknolojik değişmeler ve göreceli girdi fiyatları girdilerin ikame edilebilirliğini arttırmaktadır. Kullanım yoğunluğu açısından, teori, yeni daha ucuz ve kaliteli girdilerin ikame özelliğini arttırması bağlamında kullanım yoğunluğunun düşmesine neden olacağını öngörmektedir (Roberts, 1985).



Türkiye açısından çelik kullanım yoğunluğu eğrisi aşağıda Şekil 2’de verilmiştir. Buna göre kişi başı GSYİH ile Çelik Kullanım Yoğunluğu arasında doğrusal bir ilişkinin devam ettiğini, diğer bir ifade ile kalkınmışlık düzeyi açısından Türkiye ekonomisinin kalkınmakta olan ekonomi görünümünü devam ettirdiğini söyleyebiliriz.



Şekil.2 Türkiye'nin Çelik Kullanım Yoğunluğu Eğrisi

3. Literatür Özeti

Crompton (1999), Güney Doğu Asya ülkeleri verilerini kullanarak çelik tüketiminin 2005 yılı için tahminini yapmayı amaçlamıştır. Vektör Otoregrasyon Analizi (VAR) modelinin kullanıldığı çalışmada tahminler hem yüksek hem de düşük GSYİH büyümesi (ekonomik büyüme) senaryoları altında gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar 1980'lerin

ortalarından itibaren gözlenen çelik tüketimindeki güçlü büyümenin 2005 yılına kadar devam etmesi gereğini göstermiştir. Crompton (2000), kullanım yoğunluğu hipotezini Japonya’da son dönemde gözlenen ham çelik tüketimindeki düşüşün nedenlerini ortaya koyabilmek ve bu bulgular eşliğinde 2005 yılı tüketimi için tahminlerde bulunmayı amaçlamıştır. Endüstri bazında çelik tüketimini çıktı birimi başına kullanılan ortalama çelik miktarı, GSYİH’ya göre görece endüstri çıktısı ve GSYİH olarak ayrıştırmıştır. Her endüstri için bu belirleyicilerin tahmini daha sonra endüstri ve toplam çelik tüketiminin tahminde bulunmak üzere kullanılmıştır. Analizlerde bu şekilde ayrıştırmaya gidilmesinin rasyoneli her endüstri için ham çelik tüketimi belirleyicilerinin ayrı ayrı sınanması amacı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, böyle bir ayrıştırma ile çelik tüketimindeki son dönem azalışların kaynaklandığı sektörlerin ortaya koyulabilmesi de mümkündür. Sonuçlar, Japonya’da çelik tüketiminin azalışında düşük GSYİH büyümesi ve yurtiçi üretimin çelik yoğunluğundaki sürekli azalışların ortak etkisine işaret etmiştir.

Abbott vd., (1999), İngiltere ekonomisi için çelik talebinin tahminine katkıda bulunmak amacıyla bir çelik talebi modeli geliştirmeye çalışmıştır. Yazarlar, Evans (1996)’nın modelini çeliğin tamamlayıcı bir ürün olduğu varsayımıyla ve talebinin motorlu araçlar ve inşaat endüstrilerinin çıktılarına da bağlı olduğunu kabul ederek genişletmişlerdir. Johansen (1988) sinama sonuçları değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını göstermiştir. Bu bağlamda, çalışmada bu tahmin modelinin üreticiler tarafından kapasite kullanımı ve yatırım kararları için kullanılabilmesi önerilmiştir.

Guzmán vd., (2005), Japonya’da bakır kullanım yoğunluğundaki düşüşlerin nedenlerini ortaya koymak üzere, 1960-2000 döneminde bakır kullanım yoğunluğu eğrisini (eğrideki zaman içerisindeki kaymaları da dikkate alarak) tahmin etmiştir. Tahmin sonuçları, kişi başı gelir düzeyindeki artışların incelenen dönemde Japonya’da bakır kullanım yoğunluğunu arttırdığını ortaya koymuştur.

Ghosh (2006), 1951/1952-2003/2004 dönemi verileriyle Hindistan için çelik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki eşbütünlük ve nedensellik ilişkisini iki değişkenli VAR kapsamında sınamıştır. Durağan olmadıkları tespit edilen seriler arasında eşbütünlük ilişkisi bulunamamıştır. Nedensellik analizi sonuçları ise ekonomik büyümeden çelik tüketimine doğru tek yönlü nedenselliğin varlığını ortaya koymuştur. Böylece çalışmada gelirdeki büyüme daha yüksek düzeyde çelik tüketiminin nedenseli olarak gösterilmiştir.

Rebiasz (2006), çelik tüketimindeki değişimleri 1974-2003 döneminde Polonya ekonomisi için sınamıştır. Seçilmiş sektörler için çelik kullanım yoğunluğu ve ilgili sektör üretiminin toplam GSYİH içerisindeki payını gösterebilmek üzere oluşturulan regresyon denklemleri tahmin edilmiştir. Çalışma Polonya’da tahmin edilen ekonomik büyümenin çelik kullanım yoğunluğunda makul-ılımlı bir düşüşe neden olacağı bulgusuna ulaşılmıştır.

Evans (2011), 1953-2010 döneminde İngiltere için çelik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Önceki çalışmalarda denge ilişkisinde yapısal kırılma/kırılmaların dikkate alınmadığına işaret eden yazar, ARFIMA (kendisiyle bağlaşımlı kesirli bütünlük hareketli ortalama) yaklaşımına dayalı olarak çelik talebinin modellenmesinin güvenilirliğine ve etkinliğine vurgu yapmıştır. Analiz sonucunda, çelik tüketimi ile reel milli gelirin kesirli eşbütünlük olduğu ve denge hatalarının durağan olmadığı ancak ortalamaya dönüş sergilediği tespit edilmiştir. Bu nedenle, İngiltere’deki

çelik tüketiminin ekonomik büyüme ile olan ilişkisinde denge patikasına geri döneceği bulgusuna ulaşılmıştır.

Huh (2011), VAR ve Vektör hata düzeltme modeli (VECM) aracılığıyla çelik tüketimi ve çelik tüketen sektör çıktıları arasındaki kısa ve uzun dönemli nedensellik ilişkilerini Kore ekonomisi için 1975-2008 döneminde analiz etmiştir. Sonuçlar, çelik tüketimi ile GSYİH arasında GSYİH'dan toplam çelik tüketimine doğru uzun dönemli bir ilişkiyi ortaya koymuştur. Yassı ürünler tüketimi ile çelik tüketen sektörler arasındaki nedensellik sonuçlarına göre ise çelik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönem denge ilişkisi tespit edilmiştir. Değişkenler arasındaki nedenselliğin yönü konusunda ise çalışmada, yassı ürünler tüketiminin otomobil çıktısının; gemi sanayi çıktısının yassı ürünler tüketiminin; yassı ürünler tüketiminin işlenmiş metal ürünleri çıktısının nedenseli oldukları bulgularına ulaşılmıştır.

Dobrotá ve Căruntu (2013), ham çelik üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Çin, Japonya, Ukrayna, Rusya, ABD ve Kore ekonomileri için 1991-2011 dönemi verileriyle incelemiştir. Çalışmada, pozitif bir ekonomik büyümeye çelik üretimindeki büyümenin eşlik ettiği bulgusuna ulaşılmıştır.

Jaunky (2013), bakır tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 16 gelişmiş ülke için 1966-2010 dönemi verileriyle, panel veri yöntemleri aracılığıyla araştırmıştır. Panel birim kök ve eşbütünlük sınamaları sonucunda değişkenlerin birinci dereceden bütünlük seriler oldukları ve aralarında eşbütünlük ilişkisi bulunduğu gösterilmiştir. VECM çerçevesinde nedenselliğin incelenmesi sonucunda Finlandiya, Fransa ve İngiltere için uzun dönemde ekonomik büyümeden bakır tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir. İspanya için ise bakır tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Panel nedensellik sınaması ise ekonomik büyümeden bakır tüketimine doğru tek yönlü uzun dönem nedensellik ilişkisinin varlığını göstermiştir.

Wårell (2014), kullanım yoğunluğu hipotezini 61 ülke için 1970-2011 döneminde test etmiştir. Kullanım yoğunluğu hipotezinin tüm panel için geçerli olmadığını ancak panelin düşük, orta ve yüksek gelir grubu ülkeler olarak sınıflandırılıp tahmin edilmesi durumunda hipotezin orta gelir grubu için geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular orta gelir grubundaki ülkelerin belirli bir sanayileşme evresinden daha çok hizmetlere dayalı bir ekonomiye geçişlerinin bir göstergesi olarak yorumlanmıştır.

4. Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem

Bu çalışmada açıklanan teorik model çerçevesinde, Türkiye ekonomisi için metal (çelik) kullanım yoğunluğu hipotezi incelenmektedir. Ekonometrik model hipoteze uygun olarak, Evans (2011) takip edilerek aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

$$steelcon_t = \alpha + \beta gdp_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

Modeldeki değişkenlerden *steelcon* çelik tüketimini; *gdp* Türkiye'nin gayri safi yurt içi hasılasını (1998 fiyatlarıyla) ifade etmektedir. Tüm veriler 1955-2013 dönemine ait yıllık veriler olup Türkiye'nin reel GSYİH verisi Kalkınma Bakanlığı'ndan çelik tüketim verileri ise Kalkınma Bakanlığı ve Türkiye Çelik Üreticileri Derneği'nden alınmıştır. Tüm değişkenlerin doğal logaritması alınarak kullanılmıştır.

Zaman serileri yöntemine uygun olarak ilk aşamada serilerin durağanlığını sınamak için Genelleştirilmiş Dickey-Fuller (1981) (*ADF*) ve Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992) (*KPSS*) birim kök testleri kullanılmaktadır. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki ise Engle-Granger (1987) eşbütünleşme yöntemi ve yapısal kırılmaları dikkate alan ve içsel olarak belirleyen Gregory-Hansen (1996a, b) (G-H) ve Arai Kurozumi (2007) (A-K) eşbütünleşme yöntemleri kullanılarak incelenmiştir.

G-H yapısal kırılmanın varlığında standart (geleneksel) eşbütünleşme testlerinin değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin araştırılmasında yetersiz kalacağını belirtip, yapısal kırılma altında uzun dönemli ilişkiyi belirlemek için dört model geliştirmiştir. Geliştirilen modellerde birinci model düzeyde kırılmayı, ikinci model ise trend varken düzeyde kırılma ile uzun dönemli ilişkiyi test etmektedir. Üçüncü model rejim değişikliği modelidir. En geniş model olan dördüncü model ise rejim değişikliği ve trendde kırılma modelidir (C/S/T). Bu model, hem sabitte, hem trendde ve hem de eğim katsayılarında değişime olanak vermiştir.

$$y_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{1t} + \beta_1 t + \beta_2 t \varphi_{1t} + \alpha_1^T y_{2t} + \alpha_2^T y_{2t} \varphi_{1t} + \varepsilon_t, \quad t=1, \dots, T. \quad (4)$$

y_{1t} bağımlı değişkeni ifade ederken y_{2t} ise bağımsız değişkeni gösterir. Sabit terim, rejim değişikliğinden önceki eğim katsayıları ve trend katsayısı sırasıyla μ_1 , α_1^T , β_1 ile ifade etmektedir. μ_2 , α_2^T ve β_2 ise kırılmadan sonraki ilgili değişimleri göstermektedir. G-H'nın geliştirdiği düzeyde kırılma (C), trendde varken düzeyde kırılma (C/T) ve rejim değişikliği (C/S) modellerine ilişkin kısıtlar sırasıyla şu şekildedir: i) $\beta_1 = \beta_2 = 0$, $\alpha_2 = 0$, (ii) $\beta_2 = 0$, $\alpha_2 = 0$ ve (iii) $\beta_1 = \beta_2 = 0$.

G-H eşbütünleşme testinde boş hipotez uzun dönemli ilişkinin olmadığını belirtirken alternatif hipotez ise yapısal kırılma altında uzun dönemli ilişkinin var olduğunu belirtir. Yapısal kırılmaların modele dahil edilmesini sağlayan kukla değişkenler şu şekilde tanımlanır (Gregory ve Hansen, 1996a, b);

$$\varphi_{1t} = \begin{cases} 0, & \text{eger } t \leq [T \tau], \\ 1, & \text{eger } t > [T \tau]. \end{cases}$$

Burada T gözlem sayısını, τ en yakın tamsayıyı belirtirken 0 ile 1 arasında değer alıp, $[T \tau]$ kırılmanın gerçekleştiği gözlemi göstermektedir.

İncelenen dönem içerisindeki kırılma zamanı, örneklemin başından ve sonundan belirli bir yüzde (örnek olarak %15) atılarak her bir nokta için tahmin edilen Z_t , Z_α ve *ADF* istatistik değerlerinin minimum olduğu nokta olarak belirlenir (Gregory-Hansen, 1996a, b). Gregory-Hansen eşbütünleşme testinde Z_t , Z_α ve *ADF* aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır;

$$Z_t^* = \min_{\tau \in T} Z_t(\tau),$$

$$Z_\alpha^* = \min_{\tau \in T} Z_\alpha(\tau),$$

$$ADF^* = \min_{\tau \in T} ADF(\tau).$$

Değişimin varlığında olası kırılma noktalarının minimum değerine dayanan bu test istatistikleri genellikle kırılma tarihinin tahmininde tutarlı değildir. Dahası, yapısal kırılma ile birlikte eşbütünleşmenin varlığında geleneksel hipotez testi açısından eşbütünleşmenin olduğu boş hipotezin seçimi daha olasıdır (Kejriwal, 2008).

Bu olgudan sakınmak için G-H tarafından geliştirilen C, C/T ve C/S modellerini temel alan A-K eşbütünleşme testini kullandık. Bu yöntemde boş hipotez yapısal kırılma altında uzun dönemli ilişkinin var olduğunu belirtirken alternatif hipotez ise uzun dönemli ilişkinin olmadığını ifade etmektedir. Biz de A-K eşbütünleşme yönteminde değişiklik yaparak G-H (1996b)'nin en geniş modeli olan rejim değişikliği ve trendde kırılma modeline uyarladık. Arai-Kurozumi (2007) ve Kejriwal (2008)'i takip ederek C/S/T modelinde eşanlilik ile ilgili olarak regresörlerin ilk farklarının önceki ve sonraki değerlerini ekleyerek dinamik en küçük kareler yöntemini kullandık. Böylece uyarladığımız model aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$y_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{1t} + \beta_1 t + \beta_2 t \varphi_{1t} + \alpha_1 y_{2t} + \alpha_2 y_{2t} \varphi_{1t} + \sum_{j=-K}^K \pi_j \Delta y_{2,t-j} + e_t^* \quad t = 1, \dots, T. \quad (5)$$

$\pi_j, -K \leq j \leq K$ için parametre vektörünü göstermektedir. C, C/T ve C/S modellerine ilişkin kısıtlar ise yukarıda açıklandığı gibidir. Kırılma zamanı, bütün olası noktalar üzerinde hata terimlerinin kareleri toplamının minimum olduğu nokta olarak belirlenir.

$$\hat{\lambda} = \min_{\lambda \in \Lambda} SSR_T(\lambda)$$

$\Lambda = [\underline{\lambda}, \bar{\lambda}]$, $0 < \underline{\lambda} < \bar{\lambda} < 1$, ve $SSR_T(\lambda)$ kırılma noktasına ait hata terimlerinin kareleri toplamını gösterir. Yapısal kırılma ile birlikte uzun dönemli ilişkin olduğu boş hipotez için test istatistiği Kejriwal (2008)'de aşağıdaki gibi gösterilmiştir:

$$\tilde{V}(\hat{\lambda}) = \frac{T^{-2} \sum_{t=1}^T S(\hat{\lambda})^2}{\Omega_{11}}$$

Ω_{11}, e_t^* 'nin uzun dönem varyansının tutarlı bir tahmini olduğunu gösterir.

$$\hat{\lambda} = (\hat{T}_1 / T), \quad S(\hat{\lambda}) = \sum_{t=1}^T \hat{e}_{t\hat{\lambda}}^* \quad \text{ve} \quad \hat{e}_{t\hat{\lambda}}^* \quad \text{genişletilmiş modelden elde edilen}$$

kalıntıları gösterir. Test istatistikleri, 100 adım ve 2500 tekrar kullanılarak simülasyon ile yazarlar tarafından elde edilen kritik değerler ile karşılaştırılmıştır. Eşbütünleşme ilişkisinin olduğuna ilişkin kanıtlara ulaşıldıktan sonra ise eşbütünleşme ilişkisinin zamanla nasıl değişeceğini görmek için her bir model yapısal kırılmalarla yeniden tahmin edilmiştir.

5. Analiz Sonuçları

5.1 Birim Kök Analiz Sonuçları

Analizlerde kullanılan serilerin durağan olup olmadıklarını saptamak için uygulanan *ADF* ve *KPSS* birim kök testlerinin sonuçları *Tablo 1*'de verilmektedir. Her iki test sonucuna göre çelik tüketimi ve reel gelir serilerinin birim kök içerdiği, bütün serilerin birinci farklarının ise durağan olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo.1 ADF ve KPSS Birim Kök Testleri

Variables	ADF				KPSS	
	Model A		Model B		η_μ	η_τ
	<i>k</i>	$t_{(\gamma)}$	<i>k</i>	$t_{(\gamma)}$		
<i>steelcon</i>	1	-2.21	1	-0.92	0.93**	0.21*
<i>gdp</i>	0	-2.58	0	-0.98	0.93**	0.21*
<i>dsteelcon</i>	0	-9.94**	0	-10.00**	0.09	0.08
<i>dgdgdp</i>	0	-7.82**	0	-7.70**	0.14	0.05
Kritik		-			0.74	
(**)	1%	4.06		-3.50	0.46	0.21
Değerler	5%	-		-2.89	0.34	0.14
(*)	10%	3.46		-2.58		0.11
(#)		3.15				

Model A sabit ve trendli, Model B: sabitli modeli göstermektedir. *k* gecikme sayısını göstermekte ve *ADF* birim kök testinde Akaike bilgi kriterine (AIC) göre belirlenmiştir.

5.2 Engle-Granger, Gregory-Hansen ve Arai-Kurozumi Eşbütünlüşme Testlerinin Sonuçları

(3) nolu eşitliğin Engle-Granger eşbütünlüşme yöntemiyle tahmin edilmiş sonuçları *Tablo 2*'de verilmiştir. Eşbütünlüşme testi için hata terimlerinin durağanlığı sabitsiz ve trendsiz model üzerinden yapılmıştır. Eşbütünlüşme sonucuna göre değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olmadığını ifade eden boş hipotez reddedilememiştir.

Tablo.2 Engle-Granger Eşbütünlüşme Testi Sonucu

		Test İstatistiği
ε_t		-2,74
Kritik Değer	** %1	-5,35
	* %5	-3,98
	# %10	-3,34

Yapısal kırılmayı dikkate alarak uzun dönemli ilişkinin varlığını sınavan G-H (1996a, b) ve A-K (2007) testlerinin sonuçları *Tablo 3*'te sunulmaktadır. G-H testinin sonuçlarına göre Türkiye ekonomisi için metal (çelik) kullanım yoğunluğu hipotezinin test edildiği düzeyde kırılma, trendli düzeyde kırılma, rejim değişikliği ve rejim değişikliği ve trendde kırılma modellerinde ADF ve Z_t test istatistiğine göre %1 anlamlılık düzeyinde dahi eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı yokluk hipotezi reddedilmiştir. Z_α test istatistiğine göre ise düzeyde kırılma ve rejim değişikliği ve trendde kırılma modellerinde %10 anlamlılık düzeyinde, trendli düzeyde kırılma ve rejim değişikliği modellerinde ise %5 anlamlılık düzeyinde değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı kabul edilmektedir. A-K tek kırılmalı eşbütünleşme testinin sonuçlarına göre, düzeyde kırılma ve rejim değişikliği modellerinde herhangi bir anlamlılık düzeyinde eşbütünleşmenin olduğu boş hipotez reddedilememiştir. Uzun dönemli ilişkinin var olduğu boş hipotez trendli düzeyde kırılma ve rejim değişikliği ve trendde kırılma modellerinde %5 önem düzeyinde reddedilmiştir. Buna göre, G-H ve A-K eşbütünleşme test sonuçlarına göre belirlenen kırılma dönemleri düzeyde kırılma modelinde (C) sırasıyla 1965 ve 1966, trendli düzeyde kırılma (C/T), rejim değişikliği (C/S) ve rejim değişikliği ve trendde kırılma (C/T/S) modellerinde 1987 ve 1988 dönemleridir. İçsel olarak belirlenen kırılma dönemleri demir-çelik sektöründe gözlenen gelişmelere bakıldığında oldukça anlamlıdır. 1965 yılında Ereğli Demir Çelik fabrikası açılmış olması ve onu takip eden dönemde kırılmanın bulunması önemlidir. Ayrıca 1987-1988 yılları ise dünyada çelik üretiminde yaşanan artışla ile yakından ilişkilidir.

Tablo.3 Gregory-Hansen and Arai-Kurozumi Eşbütünleşme Testleri

	G-H			A-K	
	Z_t^*	Z_α^*	ADF_t^*	$\tilde{V}_1(\hat{\lambda})$	$\hat{\lambda}_1$
<i>Düzye Kırılma</i>	-6.39**	-46.07#	-6.33**	0.140	0.18
** %1	-5.13	-50.07	-5.13	0.400	
* %5	-4.61	-46.48	-4.61	0.224	
# %10	-4.34	-36.19	-4.34	0.167	
<i>Trendli Düzeyde Kırılma</i>	-7.29**	-51.27*	-7.23**	0.132*	0.54
** %1	-5.45	-57.28	-5.45	0.159	
* %5	-4.99	-47.96	-4.99	0.107	
# %10	-4.72	-43.22	-4.72	0.084	
<i>Rejim Değişikliği</i>	-6.97**	-49.14*	-6.90**	0.084	0.54
** %1	-5.47	-57.17	-5.47	0.192	
* %5	-4.95	-47.07	-4.95	0.131	
# %10	-4.68	-41.85	-4.68	0.104	
<i>Rejim Değişikliği ve Trendde Kırılma</i>	-7.70**	-53.52#	-7.63**	0.069*	0.54

** %1	-6.	-69.37	-6.	0.072
* %5	02	-58.58	02	0.052
# %10	-5.50	-53.31	-5.50	0.042
	-5.24		-5.24	

G-H ve A-K eşbütünleşme sınamalarında C, C/T, C/S ve C/T/S için uzun dönemli ilişkinin varlığını gösteren kanıtlara ulaşıldıktan sonra modeller belirlenen kırılma dönemleri göz önüne alınarak tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları *Tablo 4*'te yer almaktadır. Bütün modellerde özellikle de düzeyde kırılma modelinde G-H ve A-K eşbütünleşme sınamasına göre tahmin edilen katsayılar oldukça benzerdir. Her ikisinde de *gdp* teoride beklenildiği işarete sahiptir ve katsayının büyüklüğü aynıdır. Trendli düzeyde kırılma modelinde trendin işareti negatiftir ve anlamlıdır. Trendin katsayısının negatif olması metal kullanım eğrisinin tersine dönmesine ilişkin öncü olarak değerlendirilebilir. Rejim değişikliği modelinde her iki eşbütünleşme metodundan elde edilen tahmin sonuçlarına göre gelirin katsayısı hem rejim değişikliğinden önce hem de sonrasında anlamlı bulunmuş ancak rejim değişikliğinden sonra gelirin katsayısı düşüş göstermiştir. Bu değişim kullanım yoğunluğu hipotezi bağlamında, kişi başına reel gelir artmasına bağlı olarak, gelir esnekliğinin oldukça düştüğünü ve Türkiye ekonomisinin kalkınma evreleri açısından yeni bir patikaya girmesi yönünde öncü gösterge olarak değerlendirileceğini işaret etmektedir. Rejim değişikliği modelinin A-K eşbütünleşme regresyon sonucuna göre *gdp*'deki %1'lik bir artış sırasıyla kırılma öncesi ve sonrası çelik tüketiminde % 2,09 ve % 1,58 artışa yol açacaktır. Rejim değişikliği ve trendde kırılma modelinde G-H ve A-K tahmin sonuçlarına göre trendin katsayısı rejim değişikliği öncesi ve sonrası anlamlı ve negatiftir, gelirin katsayısı rejim değişikliği öncesi ve sonrasında anlamlı ve beklenildiği gibi pozitifdir.

Tablo.4 Eşbütünleşme Tahmin Sonuçları

<i>(cons) = f(gdp)</i>							
	c_1	c_2	δ_1	δ_2	β_{11}	β_{12}	<i>KT</i>
Düzye Kırılma							
Gregory–Hansen	-12.4 (-24.5)	-12.04 (-22.0)	-	-	1.57 (50.7)	-	1966
Arai –Kurozumi	-12.5 (-25.0)	-12.1 (-22.5)	-	-	1.57 (52.2)	-	1965
Trendli Düzeyde Kırılma							
Gregory-Hansen	-37.92 (-9.5)	-38.12 (-4.2)	-0.05 (-5.2)	-	3.15 (12.7)	-	1988
Arai –Kurozumi	-46.8 (-12.8)	-47.0 (-12.9)	-0.08 (-7.8)	-	3.69 (16.3)	-	1987
Rejim Değişikliği							
Gregory–Hansen	-19.0 (-24.9)	-12.7 (-9.1)	-	-	1.97 (43.8)	1.61 (20.5)	1988

Arai –Kurozumi	-21.09 (31.6)	-12.43 (-11.6)	-	-	2.09 (53.3)	1.58 (26.7)	1987
Rejim Değişikliği ve Trendde Kırılma							
Gregory–Hansen	-29.5 (-4.7)	-37.86 (-2.6)	-0.03 (-2.8)	-0.06 (-3.1)	2.63 (17.1)	3.15 (6.2)	1988
Arai –Kurozumi	-35.34 (-57.0)	-41.75 (-4.9)	-0.04 (-28.7)	-0.07 (-3.4)	2.98 (9.5)	3.37 (6.5)	1987

β_{ij} ; $i=1,2$ değişken; $j: 1,2$ rejim. Kırılma tarihleri ve t değerleri parantez içinde yer almaktadır. KT ise kırılma tarihlerini göstermektedir.

6. Sonuç

Bu çalışmada, zaman serisi metotları kullanılarak, Türkiye ekonomisi için metal (çelik) kullanım yoğunluğu hipotezi 1955-2013 dönemini kapsayan veri seti ile incelenmiştir. Çalışmada öncelikle analize konu serilerin durağanlıkları birim kök testleri aracılığıyla araştırılmıştır. Sonuçlar serilerin düzey değerlerinde durağan olmadıklarını ancak birinci farklarında durağan hale geldiklerini göstermiştir. Bu bulgular ışığında seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı ilk olarak geleneksel Engle-Granger (1987) eşbütünleşme yöntemine göre sınanmış, ancak ilişkinin varlığına yönelik sonuca ulaşılamamıştır. Daha sonra uzun dönemli ilişkinin araştırılmasında yapısal kırılmayı dikkate alan Gregory-Hansen (1996a, b) ve Arai-Kurozumi (2007) test sonuçları ise değişkenler arasında uzun dönem denge ilişkisinin varlığını göstermişlerdir. Analizlerde kullanılan veri seti ve ekonometrik yöntemlere dayalı olarak, gelir ve çelik tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğuna yönelik güçlü bulgulara ulaşılmıştır. Türkiye ekonomisinin kalkınma evreleri açısından bakıldığında, uygulanan yapısal kırılma modelleri anlamlı işaretler vermektedir. Özellikle C/S modelinde ikinci rejimde ilk rejime göre gelir esnekliği katsayısının düşmüş olması kullanım yoğunluğu hipotezi açısından hipotezi destekleyen önemli bir ipucu olarak değerlendirilmektedir. Bütün olarak sonuçlar bize, bu hipotez bağlamında, Türkiye ekonomisinin kalkınmakta olan bir ülke görünümünde olduğu konusunda da ipuçları vermektedir.

EK

Ek Tablo.1 Dünya GSYİH ve Çelik Tüketimdeki Değişim

	1951- 1960	1961- 1970	1971- 1980	1981- 1990	1991- 2000	2001- 2012
GSYİH %	4,7	5,3	3,8	2	2,8	2,5
Çelik Tüketimi %	6,4	5,6	2,1	0,8	0,9	5,2

KAYNAKÇA

Abbott, A. J., Lawler, K. A., & Armistead, C. (1999). The UK demand for steel. *Applied Economics*, 31(11), 1299-1302.

Arai, Y., & Kurozumi, E. (2007). Testing for the null hypothesis of cointegration with a structural break. *Econometric Reviews*, 26(6), 705-739.

Coccia, M. (2012). *Dynamics of the steel and long-term equilibrium hypothesis across leading geo-economic players: empirical evidence for supporting a policy formulation* (No. 201202). Institute for Economic Research on Firms and Growth-Moncalieri (TO).

Crompton, P. (1999). Forecasting steel consumption in South-East Asia. *Resources Policy*, 25(2), 111-123.

Crompton, P. (2000). Future trends in Japanese steel consumption. *Resources Policy*, 26(2), 103-114.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1057-1072.

Dobrotă, G., & Căruntu, C. (2013). The analysis of the correlation between the economic growth and crude steel production in the period 1991-2011. *Metalurgija*, 52(3), 425-428.

Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276..

Evans, M. (1996). Modelling steel demand in the UK. *Ironmaking & steelmaking*, 23 (1), 17-24.

Evans, M. (2011). Steel consumption and economic activity in the UK: The integration and cointegration debate. *Resources policy*, 36 (2), 97-106.

Ghosh, S. (2006). Steel consumption and economic growth: Evidence from India. *Resources Policy*, 31 (1), 7-11.

Gregory, A. W., & Hansen, B. E. (1996a). Residual-based tests for cointegration in models with regime shifts. *Journal of econometrics*, 70(1), 99-126.

Gregory, A. W., & Hansen, B. E. (1996b). Practitioners corner: tests for cointegration in models with regime and trend shifts. *Oxford bulletin of Economics and Statistics*, 58 (3), 555-560.

Guzmán, J. I., Nishiyama, T., & Tilton, J. E. (2005). Trends in the intensity of copper use in Japan since 1960. *Resources Policy*, 30 (1), 21-27.

Huh, K. S. (2011). Steel consumption and economic growth in Korea: Long-term and short-term evidence. *Resources Policy*, 36 (2), 107-113.

Jaunky, V. C. (2013). A cointegration and causality analysis of copper consumption and economic growth in rich countries. *Resources Policy*, 38 (4), 628-639.

Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of economic dynamics and control*, 12 (2), 231-254.

Kalkınma Bakanlığı, <http://www.kalkinma.gov.tr/Pages/index.aspx>.

Kejriwal, M. (2008). Cointegration with structural breaks: An application to the Feldstein-Horioka puzzle. *Studies in nonlinear dynamics & econometrics*, 12(1).

Kwiatkowski, D., Phillips, P. C., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. *Journal of econometrics*, 54(1), 159-178.

Malenbaum, W., 1973. Material Requirements in the United States and Abroad in the Year 2000: A Research Project Prepared for the National Commission on Materials Policy. University of Pennsylvania, Philadelphia.

Radetzki, M., & Tilton, J. E. (1990). Conceptual and methodological issues. *World metal demand, trends and prospects*, 13-34.

Rebiasz, B. (2006). Polish steel consumption, 1974–2008. *Resources Policy*, 31 (1), 37-49.

Roberts, M. C. (1985). *Theory and practice of the intensity of use method of mineral consumption forecasting*. Arizona Univ., Tucson (USA).

Uluslararası Demir ve Çelik Enstitüsü, Değişik Yıllar, <https://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive/yearbook-archive.html>. (Erişim Tarihi: 12.01.2014)

Unctad, T. (2005). Trade and Development Report. *United Nations, New York and Geneva*.

Tilton, J. E. (1990). *World metal demand: trends and prospects*. Resources for the Future. Washington, D.C.

Wårell, L. (2014). Trends and developments in long-term steel demand–The intensity-of-use hypothesis revisited. *Resources Policy*, 39, 134-143.

Wårell, L., & Olsson, A. (2009). Trends and developments in the intensity of steel use: an econometric analysis, Online at: <http://pure.ltu.se/portal/files/3157773/Paper.pdf>

Yellishetty, M., Ranjith, P. G., & Tharumarajah, A. (2010). Iron ore and steel production trends and material flows in the world: Is this really sustainable?. *Resources, conservation and recycling*, 54 (12), 1084-1094.

