

TÜRKİYE’DE LOJİSTİK SEKTÖRÜNÜN EKONOMİYE KATKISI: BİR ETKİNLİK ANALİZİ

Arş. Gör. Dr. Özlem TOPÇUOĞLU

Atatürk Üniversitesi Erzurum Meslek Yüksekokulu
ozlemgunduz@atauni.edu.tr

Yrd. Doç. Dr. Eda BOZKURT

Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi
edabozkurt@atauni.edu.tr

Arş. Gör. Rabia EFEÖĞLU

Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
rabia.efeoglu@nigde.edu.tr

Arş. Gör. Fatma Gül YAZICILAR

Atatürk Üniversitesi İspir Hamza Polat Meslek Yüksekokulu
f.yazicilar@atauni.edu.tr

Özet

Lojistik faaliyetleri firmaların üretim ve maliyet ilişkisi içinde önemli bir yer tutmaktadır. Kurumsal düzeyde başarıya ulaşmış lojistik uygulamaları işletmelerin etkinlik ve karlılığını artırarak maliyetlerin düşmesine ve rekabet gücünün yükselmesine sebep olmaktadır. Firma düzeyinde önemi artan lojistik faaliyetlerinin genel ekonomi içindeki yeri ve performansı üzerinde durulması gereken bir başka konu olarak değerlendirilmektedir. Lojistik sektörünün genel ekonomiye katkısı üretim değerinde olası artışa bağlı olarak gayri safi yurtiçi hasıla yani büyüme üzerinedir. Diğer taraftan sektörün emek yoğun özellik gösteriyor olması istihdam artırıcı etkisini gündeme getirmektedir. Ayrıca lojistik hizmetlerinin iç ve dış ticarete etkisi özellikle ihracata dayalı büyüme hedefi göz önünde bulundurulduğunda ön plana çıkmaktadır. Ekonomi içinde sayılan buna benzer katkıları sebebiyle çalışmada Türkiye’de lojistik sektörünün ekonomi içindeki yeri etkinlik analiziyle araştırılmıştır. Veri Zarflama Analizi ile etkinlik araştırması gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar ışığında Türkiye’de lojistik sektörü değerlendirilmiş, sektörün önemine ve politika önerilerine yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Etkinlik, Lojistik, Veri Zarflama Analizi.

ECONOMY CONTRIBUTION OF LOGISTICS INDUSTRY IN TURKEY: AN ANALYSIS OF EFFICIENCY

Abstract

Logistics activities are an important part of the relations of production and cost of the company. The logistics applications have been successful at the institutional level cause to lower costs by increasing efficiency and profitability of businesses and an increase in competitiveness. It is considered to be a need to focus on another issue the position and performance within the general economy of logistics activities increasing importance company-level. The general economic contribution of the logistics sector is the gross domestic product growth increase the value of production. On the other hand, employment enhancing effects of sector bring up the sector have the labor-intensive property of its. Moreover, the effect of logistics services on domestic and foreign trade comes to the fore especially when export-led growth target is considered. In this study, it was investigated by analysis of efficiency position in the economy of the logistics sector in Turkey because of these contributions in economy mentioned. The efficiency research was carried out with data envelopment analysis. The logistics sector in Turkey is evaluated and the importance of the sector and policy proposals were given place to.

Keywords: Efficiency, Logistic, Data Envelopment Analysis.

1. GİRİŞ

Lojistik; taşıma, depolama, nakliye ve bilgi hizmetlerinin birleşiminden meydana gelmektedir. Verimli, kolay ve düşük maliyetli lojistik faaliyetleri ürün ve hizmetlerin rekabet gücünün artırılmasıyla doğrudan ilişkili olduğu için insanların refah düzeyine ve ekonomiye de katkı sağlamaktadır. Lojistik faaliyetleri sonucunda kullanıcı ve toplum düzeyinde olmak üzere iki etki ortaya çıkmaktadır. Kullanıcıya dayalı etkiler bir başka deyişle mikro etkiler üreticiler, ticaretçiler ve diğer ticari işletmeler dahil olmak üzere bireysel kullanıcıların tatmin düzeyi ile ilgilidir. Toplum düzeyinde değerlendirilen makro etki ise, bir ülkenin ekonomik ve sosyal kalkınmasına olan katkı ve kamu ihtiyaçlarının karşılanması ile açıklanmaktadır. Mikro etkiler işletmelerin maliyetini azaltmak, hız ve hizmet kalitesini artırmak ile bunun talebe yansımaları içermektedir (Asian Development Bank, 2012:2-8). Lojistik sektöründeki gelişmelerin üretim, tüketim ve dış ticaret vasıtasıyla makroekonomik büyümeye yardım ettiği bilinmektedir. Taşımacılık alt yapı yatırımları, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimi, gemi inşası, yük taşıma ve takibi gibi faaliyetlerdeki iyileşme ihracat ve ithalatta üretim maliyetlerinin azalmasını sağlamaktadır. Ulaşım ve lojistik sektöründeki gelişmeler yalnızca doğrudan üretim ve tüketimi etkilememekte aynı zamanda pek çok doğrudan ve dolaylı dışsallıklar yaratarak çarpan mekanizmasıyla büyümeyi teşvik etmektedir (Nguyen ve Tongzon, 2010:135). Malların hızlı, güvenli ve maliyet etkinliği içinde taşınması yerel ve uluslararası düzeyde ticaret ve aynı zamanda ekonomik büyüme için acil niteliktedir. Taşıma ve lojistik hizmetleri hızlı ihracat artışı ve global ekonomik yapı için ana ön koşullardır. Tüketim ürünleri ve hizmetlerin büyümesi yerel ve uluslararası ulaşım ve lojistik hizmetlerine olan talebi de artırmaktadır. Lojistik faaliyetlerinin ekonomiye bir diğer katkısı ise ulaşım talebi tahminleri ile hangi sektörlerin sürdürülebilir büyüme için gerekli olduğunun belirlenmesine yardım etmesidir (Langvinienė ve Slizienė, 2014: 22-23). Özetle, modern lojistik hizmetleri “itici” ve “hızlandırıcı” güç olarak ekonomik büyümeyi teşvik etmektedir. Ekonomik büyümeyi teşvik ettiği için lojistik faaliyetleri, hem hızlandırma hem de oluşturduğu talep nedeniyle itme etkisi yaymaktadır. Böylece bu iki etki ile lojistik sektöründeki büyüme ile ekonomik büyüme eşzamanlı hareket ettiği için düzgün lojistik gelişim ekonomik performansını artırmaktadır (Na, 2010: 71).

Makroekonomik ve sosyal açılarından lojistik; dış maliyetlerin (örneğin, güvenlik tehlikeleri ve kirlilik) azaltılması, enerji tasarrufu ve ülkenin kaynaklarının optimal kullanımı gibi faktörlere bağlı olarak ekonomik etkinlikte daha fazla ilgilenmektedir (Asian Development Bank, 2012:2). Türkiye’de lojistik sektörünün makroekonomik düzeyde etkinliğinin ölçülmesinde ilk olarak sektörün gayri safi yurtiçi hasılaya (GSYİH) olan katkısı incelenmelidir. Lojistik sektörünü temsilen ulaştırma ve depolama faaliyetlerinin GSYİH içindeki payı 2015 yılı itibarıyla %12’dir. Sektördeki ilerleme sanayi ve özellikle ticaretteki gelişmelere hassasiyet gösterdiği için dış ticaretteki daralma dönemlerinde sektör de gerileme eğilimi göstermektedir. Türkiye’nin genel ekonomik görünümü incelenirken dikkat çeken bir başka gösterge yatırımlardır. Lojistik sektöründe kamu ve özel sektör düzeyindeki yatırımlar en önemli girdi kalemleri olup 2015 yılı itibarıyla toplam yatırımlar içinden aldığı pay sırasıyla %36 ve %17’dir. Diğer taraftan lojistik sektörünün istikrar göstergelerinden biri olan istihdama katkısı %4 seviyeleridir. Bu bilgilerden hareketle lojistik sektörünün yalnızca firma düzeyinde değil genel ekonomi içinde de incelenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Fakat literatür

araştırmalarının¹ çoğunlukla lojistik sektöründe firma düzeyinde etkinlik analizine yoğunlaştığı görülmektedir. Çalışmada lojistik sektörünün performansı makro düzeyde etkinlik analiziyle incelenerek literatürdeki boşluğu doldurmaya yönelik katkı sağlanacağı görüşünden hareket edilmiştir. Bu amaçla araştırma giriş ve yazın taramasıyla başlayıp daha sonra Türkiye’de 2000-2014 dönemi için lojistik sektörünün etkinliğinin Veri Zarflama Analizi (VZA) ile incelendiği ampirik analiz kısmı ile devam etmiştir. Son olarak sonuç ve değerlendirmelere değinilerek çalışma sonlandırılmıştır.

2. YAZIN TARAMASI

Türkiye’de lojistik sektörünün makroekonomik katkısına yönelik yapılmış farklı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların odaklandıkları konular birbirine benzer olmasına rağmen, ele alınış şekilleri ve araştırma yöntemleri açısından farklılıklar göstermektedir.

Beritan (2006), lojistik kavramının Türkiye ve Dünyadaki uygulamalarına değindiği çalışmada Türkiye’deki tekstil sektörüne ve bu sektördeki lojistik uygulamalara yer vermiştir. Araştırmanın sonucunda, tekstil sektöründeki lojistik faaliyetlerin uluslararası pazarda rekabetimizi artırarak, ihracatı önemli ölçüde arttırdığı saptanmıştır.

Liu vd. (2006), 1952-2004 dönemi için Çin’de eşbütünleşme analizi ve hata düzeltme modeliyle lojistik sektöründeki gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Analiz sonuçlarına göre ekonomik büyüme ve lojistik sektörü arasında güvenilir bir eşbütünleşme ilişkisi bulunduğu ve sektörün ekonomik gelişmede önemli bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yüksel (2006), Orta Asya ve Güney Kafkasya ülkelerinin petrol rezervlerinin dünya pazarlarına Türkiye üzerinden boru hattı ile taşınması ve bu durumun Türkiye ekonomisi üzerinde yaratacağı etki incelenmiştir. Çalışma sonucunda, projenin gerçekleşmesi durumunda sadece vergi geliri, taşıma ücretleri elde etmek ya da inşaat aşamasında ortaya çıkacak istihdam olanaklarıyla da sınırlı kalınmayacağı, konunun çok daha geniş boyutlara varacağı ve Türkiye’ye sağlayacağı ekonomik kazançların çok daha fazla olacağına ulaşılmıştır.

Şendağ (2007), Türkiye’deki ulaştırma yatırımlarının artışı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1963-2005 dönemi için Engle-Granger nedensellik testi ve VAR (Vektörel Otoregresif) modeli kullanılarak test etmiştir. Çalışmadan elde edilen ampirik bulgular sonucunda ulaştırma harcamaları ve ekonomik büyüme arasında ilişki tespit edilememiştir.

Ateş ve Işık (2010), 1990-2005 yılları arasında üçer aylık verilerle Türkiye’de lojistik sektöründe sunulan hizmetlerde ortaya çıkan gelişmelerin Türkiye’nin ihracatı üzerinde etkisi olup olmadığını araştırmışlardır. Oluşturulan ekonometrik model ile kısa

¹ Bknz. Wai Peng Wong, Keng Lin Soh, Chu Le Chong ve Noorliza Karia (2013) “Logistics Firms Performance: Efficiency and Effectiveness Perspectives”, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 64(5), 686-701.

Rita Markovits-Somogyi ve Zoltan Bokor (2014), “Assessing the Logistics Efficiency of European Countries by Using The DEA-PC Methodology”, *Transport*, 29(2), 137-145.

Hong Gyuun Park ve Yong Joo Lee (2015), “The Efficiency and Productivity Analysis of Large Logistics Providers Services in Korea”, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 31(4), 469-476.

dönem aralığında bir ilişki kurulamamış, fakat uzun dönemde lojistik sektöründen ihracata doğru Granger Nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Çekerol ve Nalçakan (2011), ulaştırma sektörünün tarihini inceleyerek, taşımacılık sistemlerini tanıtmış ve demiryolu taşımacılık sistemini diğer sistemlerle karşılaştırmışlardır. Türkiye'nin demiryolu yük taşıma talebini ekonometrik modeller ile 1980-2000 yıllarını baz alarak Ridge Analiziyle test etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, demiryolu taşımacılığının karayolu taşımacılığına alternatif olduğu ve yüksek hizmet kalitesine sahip demiryolu taşımacılığının uğranılan zararları azaltarak ülke ekonomisine yarar sağlayacağı saptanmıştır.

Hu vd. (2012), tarafından yapılan “*Co-integration Model of Logistics Infrastructure Investment and Regional Economic Growth in Central China*” isimli çalışmada; 1986-2007 verileri kullanılarak Çin'de eşbütünleşme modeli ile lojistik sektöre yapılan yatırımların ekonomik büyümeye etkisi araştırılmıştır. Lojistik katkının ekonomik büyümeyi sağlayacağı belirtilmiştir. Bunun içinde lojistik hızını artırıp, maliyetleri düşürmenin gerekliliği vurgulanmıştır.

Korkmaz (2012) tarafından 2004-2010 yılları arasında Türkiye'deki limanlara giriş çıkış yapan gemi sayısının sanayi üretim endeksi ve toplam ticaret üzerindeki etkisi regresyon analizi ile araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Türkiye'de gemi taşımacılığının artması ile sanayi üretimi ve toplam ticaret arasında pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Reza (2013), 1988-2010 yılları için Endonezya'da lojistik sektörü ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Johansen Eşbütünleşme Testi ve Granger Nedensellik testleriyle araştırmıştır. Araştırma bulgularına bağlı olarak lojistik faaliyetlerinin sürdürülebilir ekonomik büyümeyi desteklediği ve önemli çekme etkisi oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Wong, vd. (2013), tarafından yapılan “*Logistics Firms Performance: Efficiency and Effectiveness Perspectives*” isimli çalışmada; VZA ve Tobit regresyon yöntemleri kullanılarak, Singapur ve Malezya ülkelerinin lojistik sektör etkinlik-verimlilik analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, bu ülkelerin lojistik faaliyetlerinde ki performans düzeyleri tespit edilmiştir.

Langvinienė ve Slizienė (2014), tarafından yapılan “*Management of Sustainable Transport and Logistics Services Sector's Growth in the Context of Lithuanian Economic Development*” isimli çalışmada; Litvanya'daki ulaştırma ve lojistik sektörlerinin, ülkenin gayri safi milli hasılası üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ekonomik gelişme için hem yerel hem ulusal anlamda ticaretin gerekliliği ve Litvanya'nın giderek bu sektörde geliştiği vurgulanmıştır.

Markovits-Somogyi ve Bokor (2014), tarafından yapılan çalışmada; VZA kullanılarak Avrupa ülkelerinin lojistik sektör etkinlikleri değerlendirilmiştir. Belirlenen yöntem ile etkinliğin makro düzeyde ölçülmesi hedeflenmiştir. 29 Avrupa ülkesi analize dahil edilerek bir etkinlik sıralaması yapılmıştır.

Bensassi vd. (2015), 2003-2007 periyodunda İspanya'da regresyon ve duyarlılık analizleriyle bölgesel ihracatın gelişmesinde lojistik sektörünün önemini araştırmışlardır. Lojistik tesislerinin sayısının, büyüklüğünün ve kalitesinin bölgesel ihracat üzerinde ve dolayısıyla ekonomik büyüme üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3. UYGULAMA

Çalışmada 2000-2014 dönemi için Türkiye’de lojistik sektörünün makroekonomik düzeyde etkinlik analizi VZA ile araştırılmıştır. Analiz kapsamında lojistik sektöründe² gerçekleşen yatırım ve istihdam düzeyi girdi, sektörün GSYİH içindeki değeri ve taşıyan toplam yük-yolcu sayısı çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. Analiz kapsamında lojistik sektörünün toplam etkinliği hesaplanmış etkin ve etkin olmayan birimler belirlenmiştir. Daha sonra etkin olmayan birimler için etkinliğe ulaşmada gerekli potansiyel iyileştirme oranları hesaplanmış ve süper etkinlik değerlerine göre etkin sıralamasına yer verilmiştir. Veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Kalkınma Bakanlığı ve Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı’ndan elde edilmiştir. Analiz MS Excel tabanlı DEA-Frontier programıyla gerçekleştirilmiştir.

3.1. Yöntem

Genel tanımlamaya göre etkinlik, işletmelerin belirlemiş oldukları amaçlar doğrultusunda harcadıkları çabalar sonucunda, bu amaçlara ne ölçüde ulaşabildiklerini belirleyen bir performans göstergesidir. Etkinlik, işletmelerin bulundukları sektör içindeki durumlarına yönelik olarak belirledikleri amaçlarla ilgilidir. İşletme için elde edilen sonuçlar, tüm departmanların ve işletme bünyesindeki tüm unsurların ortak elde ettikleri sonuçlar olduğu için etkinlik, toplam performansı yansıtan en önemli göstergedir.

Etkinlik ölçümlerinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri VZA’ dır. VZA, üretim sınırlarının tahmini için ekonometrik araştırmalarda sıkça kullanılan parametrik olmayan ve karar verme birimleri (firma, devlet, hanehalkı vb.) için göreceli etkinlik kıyaslaması yapan bir yöntemdir (Forsund ve Sarafoglou, 2000:23).

VZA benzer girdiler kullanılarak çıktı ya da çıktılar ortaya koyan karar verme birimlerinin (KVB) karşılaştırmalı teknik etkinliklerinin değerlendirilmesi temeline dayanmaktadır. Matematiksel olarak KVB’lerin etkinlik ölçümü, bir KVB’nin ağırlıklandırılmış çıktılar toplamının, ağırlıklandırılmış girdiler toplamına oranı şeklinde yapılmaktadır. j KVB’nin ürettiği çıktı faktörleri miktarı Y_{rj} , $r = 1, \dots, s$ ve kullandığı girdi faktörleri miktarı X_{ij} , $i = 1, \dots, m$ olduğunda, KVB j’nin girdi ve çıktı faktörlerine yüklediği ağırlıklar sırasıyla, v_{ij} ve u_{rj} ise; j KVB’nin etkinliği (e_j),

$$\text{Max } e_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rj} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} X_{ij}}$$

(1)

oranına eşit olmaktadır (Ramanathan, 2003:40).

KVB’nin etkinliğinin ölçülebilmesi için ilk olarak ilgili birimlere ait girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi gerekmektedir. VZA modelinin ayrıştırma yeteneğinin etkin olabilmesi için girdi/çıktı sayısının fazla olması arzulanmaktadır. Ancak seçilen girdi/çıktı değişkenlerinin her KVB için kullanılabilir olması gerekmektedir. Seçilen girdi sayısı m, çıktı sayısı s ise araştırmanın güvenilirliği açısından en az $m+s+1$ tane KVB olması gerekli bir kısıttır (Boussofiane vd., 1991: 3).

En çok tercih edilen VZA modelleri CCR ve BCC modelleridir. Bu modeller girdi ve çıktı odaklı hesaplanabilmektedirler. Girdi odaklı model, girdileri değiştirerek mevcut çıktıyı üretme amacına yöneliktir. Belli bir çıktıyı en az kaynak ile elde etmek ülke

² Analiz boyunca lojistik sektörünü temsilen ulaştırma, haberleşme ve depolama iktisadi faaliyet kolu verileri esas alınmıştır.

kaynaklarının optimal kullanımını sağlayacağı için ekonomik büyümeye katkı sağlayacaktır. Bundan dolayı bu çalışmada girdi odaklı CCR ve BCC modeli tercih edilmiştir.

CCR modeli, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı kullanılarak KVB'nin teknik etkinliğini, saf teknik etkinliğini ve ölçek etkinliğini tek bir değerde toplayıp ortaya bir sonuç koymaya dayanmaktadır. Model, doğrusal programlama yöntemini kullanarak sanal çıktı/sanal girdi oranını maksimize edecek şekilde girdi/çıktı ağırlıklarını belirlemeye çalışmaktadır.

CCR modelinde herhangi bir KVB'nin etkinliği, ağırlıklandırılmış çıktıların, ağırlıklandırılmış girdilere oranı maksimize edilerek hesaplanmaktadır. Her KVB için hesaplanan oranlar, girdinin kullanılması ya da çıktının üretilmesine rağmen KVB'ye atanan ağırlıkların (u_r, v_i) pozitif değer alması için 1'den küçük veya 1'e eşit olacak biçimde düzenleme yapılmaktadır. Kesirli programlama (fractional programming) teorisi kullanılarak, oran optimizasyonu problemi lineer programlama problemine dönüştürülmektedir. Etkinliklerini ölçmek için lineer programlama modelinin her KVB için ayrı ayrı kurulması ve çözülmesi gerekmektedir (Sowlati ve Paradi, 2004:260).

Her doğrusal programlama probleminin ilişkili olduğu bir ikiz problemi bulunmaktadır. Doğrusal programlama problemi birincil (primal) olarak isimlendirilirken ikizi ikincil (dual) olarak isimlendirilmektedir. Birincil ve ikincil problemlerin optimal çözüm değerleri birbirinin aynısıdır (Öztürk, 2002:127).

n ; KVB sayısı, s ; çıktı sayısı, m ; girdi sayısı, u_r ; gözlemlenmiş KVB tarafından r . çıktıya verilen ağırlık değeri, v_i ; gözlemlenmiş KVB tarafından i . girdiye verilen ağırlık değeri, x_{i0} ; gözlemlenmiş KVB'nin kullandığı i . girdi miktarı, y_{r0} ; gözlemlenmiş KVB'nin elde ettiği r . çıktı miktarı, x_{ij} ; j . KVB'nin kullandığı i . girdi miktarı, y_{rj} ; j . KVB'nin elde ettiği r . çıktı miktarı θ_0 ; KVB'ye ait girdilerin büzülme katsayısı, Δ_j ; j . KVB'nin aldığı yoğunluk değeri olmak üzere girdi odaklı CCR formülasyonları doğrusal programlama modeli olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Sathye, 2003:666).

Girdi Odaklı CCR Birincil (Primal) Formülasyon;

$$\max e_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$-\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n; i = 1, \dots, m; r = 1, \dots, s$$

(2)

Girdi Odaklı CCR İkincil (Dual) Formülasyon;
 $\min \theta_0$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n \Delta_j x_{ij} - \theta_0 x_{i0} \leq 0$$

$$y_{r0} - \sum_{j=1}^s \lambda_j y_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n; \quad i = 1, \dots, m; \quad r = 1, \dots, s \quad (3)$$

Birincil modelde $\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$ amaç fonksiyonu değeri 1’e eşit ise KVB etkin, diğer durumlarda KVB etkin değildir. İkincil modelde ise $\theta_0 = 1$ durumu KVB’nin etkinliğini, diğer durumlar etkinsizliği ifade etmektedir (Yun vd., 2004: 89).

Girdi odaklı olarak oluşturulan CCR formülünde $x_{ij} \subseteq X$ ve $X, n \times m$ boyutunda tüm KVB’ler için girdileri veren matris ve $y_{ij} \subseteq Y$ ve $Y, n \times s$ boyutunda tüm KVB’ler için çıktıları veren matristir. x_{i0} ve y_{r0} , 0. KVB’nin girdi ve çıktıları veren sırasıyla $m \times 1$ ve $s \times 1$ boyutlu vektörleri; u_r çıktı ağırlık vektörü ve v_i girdi ağırlık vektörüdür. θ_0 ve ϕ_0 , 0. KVB’nin etkinlik değeridir. Varsayılan bu kısıtlar altında model n tane KVB için ayrı ayrı çözülerek her KVB’nin etkinlik değerleri elde edilmektedir.

Primal doğrusal modelin kısıt sayısı dualine göre fazla olduğu için genellikle işlem kolaylığı açısından dual model tercih edilmektedir.

Girdi odaklı modellerde optimal skor değeri $0 \leq \theta_0^* \leq 1$ olmaktadır. $\theta_0^* < 1$ ise x_{i0} girdi vektöründeki $1 - \theta_0^*$ kadarlık oransal küçülme ile gözlemlenen veri noktalarının doğrusal kombinasyonundan oluşan (X, λ, Y, λ) tahmini noktası elde edilmektedir. Bu tahmini noktaların oluşturduğu küme parçalı doğrusal eş ürün eğrisidir. Teknik etkin olan bir karar verme birimi, eş ürün eğrisi üzerinde bulunmaktadır ve optimal skor değeri $\theta_0^* = 1$ dir (Farrell, 1957:256).

Minimum girdi düzeyi ile belli bir çıktıyı elde etmeyi hedefleyen girdi odaklı CCR modelinde temel amaç; x , y düzleminde girdileri minimize etmek olduğundan, hem dikey hem de yatay ekseninde mümkün olduğunca orijine yaklaşılmaya çalışılmaktadır.

KVB’lerin etkinlik değerleri CCR modeli kullanılarak belirlenmek isteniyorsa, yukarıda açıklanan model bütün karar noktalarına uygun bir şekilde kurularak, her bir karar noktası için toplam etkinlik ölçütleri hesaplanabilmektedir. Bu hesaplamalar sonucunda eğer θ ve ϕ değerleri 1’den küçük ise, KVB için CCR etkinsizdir diye ifade edilirken; bu değerlerin 1’e eşit olması durumunda KVB için CCR etkindir denilmektedir. Ancak tüm bunlara ilaveten KVB için CCR etkinliğini belirlemede, KVB’de gözlemlenebilecek girdi fazlalığı ve çıktı eksikliği de etkili olmaktadır. Girdi fazlalığı s^- ve çıktı eksikliği s^+ vektörleri, diğer adları ile serbest değişkenler optimal sonucu elde edebilmek için, gözlemlendiği anda probleme dahil edilmektedirler. Buradan yola çıkılarak, optimal amaç değeri Q^* ve λ , s^- , s^+ değişkenleri kullanılarak aşağıdaki gibi bir formülle doğrusal programlama problemi çözümlenmektedir ve bu formül VZA analizinin isminin daha da çok duyulmasını sağlayan bir formül olması açısından da önem taşımaktadır (Ahn, 1988:148). Burada, es^- ve es^+ aylak değişkenleri ifade etmektedir.

$$\max w = es^- + es^+$$

Kısıtlar:

$$s^- = Q^* x_0 - X\lambda$$

$$s^+ = Y\lambda - y_0$$

$$\lambda \geq 0 \quad \text{ve} \quad e = (1, \dots)$$

$$es^- = \sum_{i=1}^m s_i^- \quad \text{ve} \quad es^+ = \sum_{r=1}^s s_r^+ \quad (4)$$

olması gerekmektedir. Sadece ilk kısıt sağlanırsa zayıf göreceli etkin, ikinci kısıt da sağlanırsa güçlü göreceli etkin model oluşmaktadır (Cooper vd., 2007:490).

[Banker, Charnes ve Cooper](#) tarafından geliştirilen BCC modeli ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımından yola çıkılarak teknik etkinlik ölçümü yapan bir modeldir. BCC etkin sınırı her koşulda CCR sınırının altında yer almaktadır. Bu nedendir ki, CCR etkinlik değeri, BCC etkinlik değerinden küçük veya ona eşit olmaktadır.

BCC oran formu, CCR oran formundan sadece girdi odaklı modelde u_0 değişkeninin, değişkeninin eklenmesiyle ayrılmaktadır. Girdi odaklı BCC modeli aşağıdaki gibi formüle edilmektedir (Sathye, 2003:666).

Girdi	Odaklı	BCC	Birincil	(Primal)	Formülasyon
$\max e_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - (u_0)$					

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\ -\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - (u_0) &\leq 0 \quad v_i \geq 0 \quad u_r \geq 0 \quad u_0 \text{ sınırsız} \quad i = 1, \dots, m \\ r &= 1, \dots, s \quad (5) \end{aligned}$$

Girdi Odaklı BCC İkincil (Dual) Formülasyon

$$\min \theta_0$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \theta_0 x_{i0} &\leq 0 \quad y_{r0} - \sum_{j=1}^s \lambda_j y_{rj} \leq 0 \\ (\sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1) \quad i = 1, \dots, m; \quad r = 1, \dots, s; \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (6)$$

Burada, u_0 : KVB'ye ait serbest işaretli değişkeni ifade etmektedir.

Birincil modelde $\max \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - (u_0)$ amaç fonksiyonu değeri 1'e eşit ise KVB etkin, diğer durumlarda KVB etkin değildir. İkincil modelde ise $\theta_0 = 1$ durumu KVB'nin etkin olduğunu, diğer durumlar etkin olmadığını ifade etmektedir.

KVB'lerin etkinsizliği iki sebebe bağlanmaktadır. Bu sebeplerden ilki KVB'nin yönetim tarafından etkinsiz bir şekilde işletilmesi, diğeri ise KVB'lerin çalışma şartları içerisinde dezavantajlı bir duruma sahip olmalarıdır (Kutlar ve Babacan, 2008:150). Etkinsizlik durumunu belirleyebilmek için ölçek etkinliği (ÖE) hesaplanmaktadır. Teknik etkinlik (TE) olarak adlandırılan CCR modeli tarafından üretilen etkinlik değeri ile saf teknik etkinlik (STE) olarak adlandırılan BCC modeli tarafından üretilen etkinlik değeri arasındaki ilişkiyi gösteren değer, ölçek etkinliği (ÖE) olarak tanımlanmaktadır. Bu etkinlik değeri şu şekilde hesaplanır:

$$\text{ÖE} = \text{CCR}/\text{BCC}$$

(7)

Ölçek etkinlik ve saf teknik etkinlik değerlerinin bilinmesi, teknik etkin olmayan bir KVB’nin etkinsizliğinin nedeninin saf teknik etkinsizlikten mi, yoksa ölçek etkinsizlikten mi, ya da her ikisinden de mi kaynaklandığının belirlenmesini sağlamaktadır. CCR ve BCC değerleri birbirine eşit yani ÖE değeri 1 ise KVB’nin optimal ölçekte faaliyet gösterdiği söylenebilir. Eğer ÖE değeri 1’den küçük ise ilgili KVB’nin ölçeğini artırması gerekmektedir (Ulucan ve Karacabey, 2002:106). Ölçek etkinsizliği, operasyonel sorunların yanı sıra dışsal etkenler nedeniyle tercih edilen ölçek büyüklüğünden kaynaklanmaktadır (Aydemir, 2002: 45).

Etkin olmayan bir KVB olduğu varsayımı altında KVB’nin etkin olabilmesi için referans kümesinde yer alan KVB’lerin girdi ve çıktı miktarlarının doğrusal kombinasyonları yardımıyla kuramsal bir KVB tanımlanır. Bu kuramsal KVB’nin girdi ve çıktıları, aylak değişkenler yardımıyla;

$$X_i = \theta X_i - s_i^- \quad i=1,2,\dots,m$$

$$Y_r = Y_r + s_r^+ \quad r=1,2,\dots,s$$

(8)

şeklinde elde edilebilir. Referans kümesinde bulunan etkin KVB’ler, etkin olmayan KVB için örnek teşkil ederken, kuramsal KVB etkin olmayan KVB’nin taklit etmesi gereken tek bir noktayı temsil etmektedir. Daha açık bir ifade ile etkin olmayan KVB’nin referans kümesindeki KVB’ler gibi etkin hale gelebilmesi için kuramsal KVB’nin girdi ve çıktı düzeylerini hedeflemesi gerekir. Hedeflenen bu girdi ve çıktı düzeylerine ulaşmak için görece etkin olmayan KVB, i’inci girdisini $\Delta X_i = (1-\theta^*) \cdot X_i + S_i^*$ kadar azaltmalı ve r’inci çıktısını $\Delta Y_r = S_r + \theta^*$ kadar artırmalıdır. Bu ilişkilerden yararlanılarak etkin olmayan KVB’lerin girdi ve çıktılarına ilişkin potansiyel iyileştirmeler,

$$PI(\%) = \frac{\text{Hedef-Gerçekleşen}}{\text{Gerçekleşen}} \times 100$$

(9)

şeklinde formüle edilebilir (Özden, 2008:173).

Etkin olan KVB’lerin etkinlik sıralamalarını görmek mümkündür. Bu amaçla süper etkinlik modeli kullanılmaktadır. Andersen ve Petersen (1993) tarafından literatüre kazandırılan Süper etkinlik modeli, her bir etkin KVB’nin, sırasıyla etkin üretim sınırından çıkarılması ve çıkarılan KVB’ nin yeniden belirlenen etkin sınıra olan uzaklığının ölçülmesi mantığına dayanmaktadır. Elde edilen süper etkinlik skorları arasından en yüksek değere sahip olan KVB en etkin birimdir. Her bir etkin KVB elde ettiği Süper etkinlik skorlarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanarak kendi aralarındaki üstünlük sıralaması elde edilir (Özden, 2008:178).

Model aşağıda ki gibidir:

$$e_0 = \min \theta_0$$

$$\sum_{j=1}^s \lambda_j X_{ij} + s_i^- - \theta_0 X_{i0} = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^s \lambda_j Y_{rj} - s_r^+ - Y_{r0} = 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

(10)

Süper etkinlik modeli, değerlendirmeye alınan KVB' nin referans setinden çıkarılma özelliği dışında dual CCR-VZA modeline denktir (Andersen ve Petersen, 1993:1262).

3.2. Uygulama Sonuçları

Türkiye'de lojistik sektörünün etkinliğinin ölçülmesinde kullanılan girdi odaklı CCR ve BCC model sonuçları, ÖE değerleri ve ölçeğe göre getiri (ÖG) bilgileri Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Girdi Odaklı CCR, BCC, ÖE Değerleri ve Ölçeğe Göre Getiri

No	KVB	CCR	BCC	ÖE	ÖG
1	2000	0.79224	0.89480	0.88538	Artan
2	2001	0.96040	0.96972	0.99038	Artan
3	2002	1.00000	1.00000	1.00000	Sabit
4	2003	1.00000	1.00000	1.00000	Sabit
5	2004	0.90389	1.00000	0.90389	Artan
6	2005	0.87577	0.98701	0.88729	Artan
7	2006	0.91543	0.98777	0.92676	Artan
8	2007	0.96373	0.99063	0.97284	Artan
9	2008	0.91519	1.00000	0.91519	Artan
10	2009	0.97466	1.00000	0.97466	Artan
11	2010	0.91960	1.00000	0.91960	Artan
12	2011	0.98106	1.00000	0.98106	Artan
13	2012	0.95417	0.98769	0.96606	Artan
14	2013	0.94218	0.95519	0.98641	Artan
15	2014	1.00000	1.00000	1.00000	Sabit

CCR modeli sonuçları Türkiye'de lojistik sektörünün yalnızca 2002, 2003 ve 2014 yıllarında tam etkin olduğunu göstermektedir. Tam etkinlik ilgili yılda lojistik sektörünün en iyi üretim sınırında olduğunu ifade etmektedir. Etkinliğin en düşük olduğu yıl ise 2000 yılıdır. BCC modeline göre tam etkinliğin gerçekleştiği yıl sayısı artmış olup, en düşük etkinlik yine 2000 yılında gerçekleşmiştir. CCR modeliyle hesaplanan teknik etkinlik ve BCC modeliyle hesaplanan saf teknik etkinlik değerlerinin oranlanmasıyla ÖE değerleri belirlenmiştir. Bu değerlere göre Türkiye'de lojistik sektörü 13 yıl için ölçeğe artan getiriye sahipken, 2002, 2003 ve 2014 yıllarında sabit getiri sergilemiştir. Bu durum etkisizliğin daha çok CRR değerlerinden kaynaklanıp ülkenin makroekonomik durumuyla ilgili olduğunu ortaya koymaktadır.

Girdi odaklı CCR ve BCC modelleriyle elde edilen girdi ve çıktılara ilişkin aylak değişkenlerden faydalanılarak lojistik sektörünün etkinliği için hesaplanan potansiyel iyileştirme oranları Tablo 2'de görülmektedir. Potansiyel iyileştirme oranlarının önünde yer alan negatif işaret girdi/çıktının yüzde değeri kadar azaltılması, pozitif işaret ise yüzde

değer kadar artırılması durumunu ifade etmektedir. Diğer taraftan potansiyel iyileştirme yüzdeleri sıfır ise girdi ve çıktılar üzerinde herhangi değişikliğe ihtiyaç duyulmadığı anlamını taşımaktadır.

Çalışmada girdiler için potansiyel iyileştirme oranları genel olarak negatif işaret taşımakta, yani yatırım ve istihdam değerlerinin azaltılması yönünde yorumlanmaktadır. Bu durum elde edilen çıktıların mevcut girdilerden daha azı kullanılarak üretilebileceğini göstermektedir. Fakat burada anlaşılması gereken lojistik sektörde yatırım ve istihdam düzeyinin azaltılması gerektiği değil aksine niteliğin artırılması ve etkinliği artıracak hamlelerin yapılması gerektiğidir. Örneğin, lojistik sektörde yapılan yatırımların ulaştırma türlerini bütünleştiren, modernize edilmiş, kalite ve güvenliği yükselten bir zihniyetle oluşturulmalıdır. Ayrıca istihdam sorunlarının çözümünde lojistik eğitiminin yaygınlaştırılması, çeşitlendirilmesi ve kalitesinin artırılmasıyla lojistik meslek standartları oluşturulmasına yönelik politika yapımlarına ihtiyaç duyulduğu söylenebilir.

Tablo 2. Potansiyel İyileştirme Oranları ve Süper Etkinlik Değerleri

GİRDİLER				ÇIKTILAR		SÜPER ETKİNLİK DEĞERLERİ	
No	KVB	Yatırım	İstihdam	GSYİH Değeri	Yük-Yolcu	Sıralama	Değer
1	2000	-20.77641	-0.20776	34.05032	0.00000	15	0.79224
2	2001	-3.96047	-0.03960	18.76613	0.00000	7	0.96040
3	2002	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3	1.04700
4	2003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	2	1.04926
5	2004	-9.61082	-0.09611	0.00000	2.71403	13	0.90389
6	2005	-12.42346	-0.12423	0.00000	7.04120	14	0.87577
7	2006	-8.45711	-0.08457	0.00000	11.07101	11	0.91543
8	2007	-3.62709	-0.03627	0.00000	10.87527	6	0.96373
9	2008	-8.76820	-0.08481	0.00000	11.17891	12	0.98106
10	2009	-2.53379	-0.02534	0.00000	3.65899	5	0.97466
11	2010	-18.84812	-0.08040	0.00000	5.78390	10	0.91960
12	2011	-16.02896	-0.01894	0.00000	8.94548	4	0.98106
13	2012	-5.07466	-0.04583	0.00000	0.90130	8	0.91519
14	2013	-11.23104	-0.05782	0.00000	0.67935	9	0.94218
15	2014	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1	1.06039

Diğer taraftan Tablo 2 süper etkinlik değerleri yardımıyla Türkiye’de lojistik sektörünün yıllara göre etkinlik sıralamasının incelenmesine olanak tanımaktadır. Yapılan etkinlik sıralamasına göre 2008-2012 küresel ekonomik krizlerinin etkisini kaybetmeye başlamasının yansıması olarak 2014 en etkin yıl iken, Kasım 2000 mali krizinin bir sonucu olarak 2000 yılı en az etkin yıl olarak karşımıza çıkmaktadır.

4. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Günümüzde özellikle gelişmiş ülkelerde hizmetler sektörü GSYİH’nin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Türkiye’de turizm sektöründen sonra lojistik faaliyetlerinin büyüme potansiyeli olduğu düşünülmektedir. Olası öneminden hareketle çalışmada

Türkiye’de lojistik sektörünün etkinlik analizi 2000-2014 dönemi için VZA ile test edilmiştir. Lojistik sektöründe gerçekleşen yatırım ve istihdam düzeyi girdi, sektörün GSYİH içindeki değeri ve taşınan toplam yük-yolcu sayısı çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. 15 KVB içinden yalnızca 3’ünün tam etkin olduğu belirlenmiştir. Tam etkin olmayan KVB’ler için potansiyel iyileştirme oranları hesaplanmış ve etkinlik sıralamaları süper etkinlik modeliyle tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre mevcut girdilerin etkin kullanılmamasına bağlı olarak lojistik sektörde etkinliğin sağlanamadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bilindiği gibi lojistik sektörü oluşturacağı katma değer, dış ticaret ve istihdamla sürdürülebilir ekonomik büyümenin kaynağıdır. Türkiye’nin 2023 hedeflerinde ana sektörlerden biri olarak görülen lojistik faaliyetlerinin daha etkin hale getirilebilmesi için ülkenin jeopolitik konumunun getirdiği avantajlardan faydalanılmadır. Bununla birlikte çevre ve insan sağlığını dikkate alan hızlı, kaliteli ve rekabetçi lojistik faaliyetleri için uluslararası standartlara uygun bir mevzuatın kamu ve özel sektör ortaklığına ihtiyaç duyulmaktadır. Lojistik alt yapısının gelişimi için lojistik köyler oluşturulmalı, üniversitelerin lojistik programları vasıtasıyla nitelikli işgücü ihtiyacı giderilmelidir.

KAYNAKLAR

- Ahn, T., Charnes, A. & Cooper, W. W. (1988), “Using Data Envelopment Analysis to Measure the Efficiency of not-for-profit Organizations: A Critical Evaluation—Comment, *Managerial and Decision Economics*, 9(3), 251-253.
- Andersen, P. ve Petersen, P. C. (1993), “A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis”, *Management Science*, 39(10), 1261-1274,
- Asian Development Bank, (2012), “Transport Efficiency Through Logistics Development”, ADB, Policy Study.
- Ateş, İ. ve Işık, E., (2010), “Türkiye’de Lojistik Hizmetlerinin Gelişiminin İhracattaki Büyümeye Etkileri”, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 2(1). 99-106.
- Aydemir, Z. C., (2002), Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Uygulaması, DPT Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Benassi, S., Márquez-Ramos, L., Martínez-Zarzoso, I. ve Suárez-Burguet, C. (2015), “Relationship Between Logistics Infrastructure and Trade: Evidence from Spanish Regional Exports”, *Transportation Research Part A*, 72(2015), 47-61.
- Beritan, G., (2006), İhracatın Gelişmesinde Lojistiğin Önemi ve Tekstil Sektörüne Uygulaması, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

- Boussofiane, A., Dyson, R. G. & Thanassoulis, E., (1991), “Applied Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, 52(1), 1-15.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solve Software*, Second Edition, Springer.
- Çekerol, G. S. ve Nalçakan, M. (2011). “Lojistik Sektörü İçerisinde Türkiye Demiryolu Yurtiçi Yük Taşıma Talebinin Ridge Regresyonla Analizi”, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 31(2), 321-344.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Forsund, F. R. & Sarafoglou, N., (2000), On the Origins of Data Envelopment Analysis, Department of Economics University of Oslo, No: 24.
- Hu, K., Gan, X. ve Gao, K., (2012), “Co-integration Model of Logistics Infrastructure Investment and Regional Economic Growth in Central China. International Conference on Medical Physics and Biomedical Engineering”, *Physics Procedia*, 33, 1036 – 104.
- Korkmaz, O., (2012), “Türkiye’de Gemi Tasımacılığının Bazı Ekonomik Göstergelere Etkisi”, *Business and Economics Research Journal*, 3(2), 97-109.
- Kutlar, A. ve Babacan, A., (2008), “Türkiye’deki Kamu Üniversitelerinde CCR Etkinliği-Ölçek Etkinliği Analizi: DEA Tekniği Uygulaması”, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15 (1), 148-172.
- Langvinienė, N. ve Slizienė G., (2014), “Management of Sustainable Transport and Logistics Services Sector’s Growth in the Context of Lithuanian Economic Development”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 156 (2014), 18-23.
- Liu, W., Li, W. ve Huang, W., (2006), “Analysis of the Dynamic Relation between Logistics Development and GDP Growth in China”, *IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*, 21-23 June 2006.
- Markovits-Somogyi R. ve Bokor, Z., (2014), “Assessing the Logistics Efficiency of European Countries by Using The DEA-PC Methodology”, *Transport*, 29(2), 137-145.
- Na, L., (2010), “Empirical Analysis on the Effects of Modern Logistics on Economic Growth of Six Provinces in Central China”, Hunan University, Changsha, China, <http://www.seiofbluemountain.com/upload/product/201007/2010wlhy01a11.pdf>
- Nguyen, H. O. ve Tongzon, J., (2010), “Causal Nexus Between the Transport and Logistics Sector and Trade: The Case of Australia”, *Transport Policy*, 17(2010), 135-146.
- Özden, Ü. H. (2008), “Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.
- Öztürk, A., (2002), *Yöneylem Araştırması*, Bursa, Ekin Kitapevi Yayınları.
- Park, G. H. ve Lee, Y. J., (2015), “The Efficiency and Productivity Analysis of Large Logistics Providers Services in Korea”, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 31(4), 469-476.
- Ramanathan, R., (2003), *An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement*, Sage Publications, New Delhi.

- Reza, M., (2013), “The Relationship between Logistics and Economic Development in Indonesia: Analysis of Time Series Data”, *Jurnal Teknik Industri*, 15(2), 119-124.
- Sathye, M.i (2003), “Efficiency of Banks in a Developing Economy: The Case of India”, *European Journal of Operational Research*, 148(3), 662-671.
- Sowlati, T. ve Paradi, J. C., (2004), “Establishing the “Practical Frontier” in Data Envelopment Analysis”, *Omega*, 32(4), 261-272.
- Şendağ, V., (2007), Ulaştırma Harcamaları Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Ekonomisi Üzerine Bir Uygulama, Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
- Ulucan, A. ve Karacabey, A. A., (2002), “İMKB Hisse Senedi Piyasasının Teknik Etkinliğinin AB Aday ve Üye Ülkelerle Karşılaştırmalı Analizi”, *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 101-111.
- Yun, Y.B., Nakayama, H. ve Tanino, T., (2004), “Continuous Optimization A Generalized Model for Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, 157(1), 87-105.
- Yüksel, M. (2006), Bakü-Ceyhan Petrol Boru Hattı ve Türkiye Ekonomisine Etkileri, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bolu.
- Wong, W. P., Soh, K. L., Chong, C. L. ve Karia, N., (2013), “Logistics Firms Performance: Efficiency and Effectiveness Perspectives”, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 64(5), 686-701.