

MOBİLYA İMALATI ALANINDAKİ ETKİNLİĞİN İSTENMEYEN ÇIKTILARLA ANALİZİ*

Dr. Faruk SEZER

Kocaeli Üniversitesi, SBE, (sezerfaruk41@gmail.com)

ÖZET

Etkinliğin temel varsayımlarından biri üretim sürecinde girdilerin minimum ve çıktılarının maksimum düzeye getirilmesidir. Ancak etkinsizliğin giderilebilmesi için üretilmiş olan katı atıklar gibi istenmeyen çıktılarının en aza indirilmesi gerekmektedir. İstenmeyen çıktılarının söz konusu olduğu bir durumda etkinliğin ölçülebilmesi için veri zarflama analizi literatüründe farklı modeller önerilmiştir. Bu çalışmada Kocaeli ilinde mobilya imalatı alanında faaliyette bulunan firmaların etkinlik düzeyleri çevresel faktörleri de ele alacak biçimde veri zarflama analizi yardımıyla hesap edilmiştir. Çalışmanın bulguları iktisadi ve çevresel etkinliğin birbirlerinden farklılaştığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İstenmeyen Çıktılar, Çevresel Etkinlik, Etkinlik, Mobilya İmalatı.

ANALYSIS OF EFFICIENCY IN THE MANUFACTURE OF FURNITURE WITH UNDESIRABLE OUTPUTS

ABSTRACT

According to the one of the main hypothesis of the efficiency, inputs have to be minimized and outputs have to be maximized in the production process. Nevertheless, generated undesirable outputs such as solid wastes should be reduced to the minimum to eliminate inefficiency. Data envelopment analysis literature has suggested different models for measuring efficiency in the event of undesirable outputs. In this paper, efficiency level of manufacture of furniture firms operating in Kocaeli is assessed via data envelopment analysis by considering environmental factors. Findings indicate that the economic efficiency is differentiate from environmental efficiency.

Keywords: Undesirable Outputs, Environmental Efficiency, Efficiency, Manufacture of Furniture.

* Bu çalışma "KOCAELİ İLİNDE FAALİYETTE BULUNAN SEÇİLMİŞ İMALAT SANAYİ FİRMALARININ İKTİSADİ VE ÇEVRESEL ETKİNLİK ANALİZİ" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

1. Giriş

Mobilya, insan hayatının hemen hemen tümünde yeri olan ve onun yaşam kalitesini doğrudan etkileyerek refahını önemli ölçüde arttıran, toplumsal ve kültürel olarak ortaya çıkmış olan ihtiyaçlara yönelik üretilen en etkili ürünlerden biri olarak tanımlanmaktadır (TOBB, 2013: 1). Bir diğer tanımda ise insanların günlük yaşamına yönelik ortaya çıkan dinlenme, oturma, yemek yeme, eşyalarını saklama-sergileme gibi sosyal ve kültürel ihtiyaçlarını kolay ve rahat bir biçimde gidermek amacıyla ve genellikle ağaç ve türevlerinden imal edilmiş, kullanışlı ve güzel görünümlü eşyaların tümü olarak ifade edilmektedir (Sakarya & Doğan, 2014:4). Oldukça geniş bir kullanım alanı bulunan mobilyalar, hane halklarının her türlü yaşam alanlarında, ofis mobilyaları vasıtasıyla iş alanlarında, otellerde, okullarda, alışveriş merkezlerinde ve diğer ticari, sosyal ve kültürel yaşam alanlarında kullanılmaktadır (İSO, 2015: 1).

Mobilya imalatı günlük hayatın en temel ihtiyaçlarından birkaçına yönelik üretim yapıyor olması ve ayrıca ağaç, cam ve mermer, plastik ve metal gibi çok çeşitli malzemeleri girdi olarak kullanmasının bir sonucu olarak çeşitli sektörlerle doğrudan bağlantılı bir üretim tarzına sahiptir. Dolayısıyla sektörün hem ihtiyaçların önemi ve çeşitliliği hem de bağlantılı sektörleri göz önüne alındığında tüm unsurları ile birlikte dünyada yıllık ortalama 376 milyar dolarlık üretim gerçekleştirdiği ifade edilmektedir (Sakarya & Doğan, 2014: 7).

Türkiye’de mobilya imalatı geleneksel üretim tarzının hâkim olduğu emek yoğun bir sektör olmakla birlikte bu alanda faaliyette bulunan firmaların büyük kısmının küçük ölçekli aile işletmeleri olduğu ifade edilmektedir. Ancak bu alanda 2000’li yıllardan sonra başlayan ve giderek artan makineleşme sürecinin sektörün emek yoğun yapısını dönüştürmeye başladığı belirtilmektedir. Türkiye ekonomisinde 2003 yılından itibaren yüksek bir büyüme trendinin yakalanması; konut politikalarının değişmesi ve konutlaşma oranının artması, kentleşme sürecinin hızlanması, okullaşma oranının artması, ofis ve hizmet sektörünün gelişmesi gibi bir takım sonuçlara neden olmuştur. Böylece dinamik bir nüfus yapısının da etkisiyle mobilya imalatı alanına yönelik hem iç talebin hem de talebin niteliğinin artması sağlanarak üretim yapısındaki dönüşümün desteklendiği söylenmektedir. Ayrıca bu dönüşüm neticesinde mobilya imalatı alanında dünya standartlarındaki üretim yapısına uyum sağlayabilecek tesislerin kurulması sağlanarak uluslararası piyasalarda da avantajlar elde edildiği ifade edilmektedir (Özgülbaş & Koyuncugil, 2011: 74-75).

Mobilya imalatı alanında son dönemde yaşanan gelişmelere paralel olarak teknolojik üretim yapısının yerleşik hale gelmesi ve yenilikçilik kavramları önemli hale gelmiştir. Bu alandaki üretimin daha nitelikli ve verimli hale dönüştürülebilmesi adına sektörde markalaşma bilincinin oluşması, modern tasarım çizgisinin sürekli yakalanabilmesi ve bu şartların sağlanabilmesi adına Ar-Ge yatırımlarının artırılması gibi süreçler yaygınlaştırılmıştır. Ancak, bütün bu kazanımlara rağmen ülkemizde mobilya imalatı alanında elde edilen büyüme trendinin, ülke ekonomisinin yakaladığı gelişmenin gerisinde kaldığı ifade edilmektedir (DOĞAKA, 2014: 16).

Avrupa Birliği ülkelerinde tutulan istatistiki verilerin ortak standartlara sahip olabilmesi için belirlenmiş olan NACE sistemi, Avrupa Birliği’ne uyum süreci çerçevesinde ülkemiz

tarafından da kabul edilip uygulanmaktadır. Bu sınıflama sistemine göre mobilya imalatı alanının kapsamı şu şekilde belirlenmiştir (TÜİK, 2015: 93-94):

31.01 Büro ve mağaza mobilyaları imalatı

31.02 Mutfak mobilyalarının imalatı

31.03 Yatak imalatı

31.09 Diğer mobilyaların imalatı

Bu çalışmada TÜİK tarafından NACE Rev. 2 sistemine göre bu kapsam çerçevesinde tutulan veriler kullanılmıştır.

Türkiye ekonomisinde mobilya imalatı; üretimde yerli girdi kullanımının payının yüksek olması ve dolayısıyla genellikle dış ticaret fazlası veren bir yapıda olması, dışa bağımlılığın nispeten düşük olması (DOĞAKA, 2014: 16), iş yeri sayısının ve istihdama katkısının yüksek olması gibi nedenlerle önemli bir sektördür (ÇKA, 2014: 17). Bu alanda faaliyette bulunan firmaların bir yandan pür iktisadi anlamda etkin bir üretim biçimini benimsemeleri sektörün bahsedilen özellikleri kapsamında potansiyelini geliştirmesine katkıda bulunabileceken, diğer taraftan çevresel faktörlerin de göz önüne alındığı bir üretim yapısının sağlanması sektörün markalaşma ve sürdürülebilirlik noktasında değer kazanmasına katkı yapacaktır. İşte bu noktadan hareketle çalışmanın amacı, yukarıda sayılan özellikleri itibarıyla ülke ekonomisi için önemli olan mobilya imalatı alanında faaliyette bulunan Kocaeli firmalarının ilk adımda alışılmış veri zarflama analizi yardımıyla pür iktisadi etkinlik düzeylerini belirlemektir. İkinci adımda ise literatürde çevresel performansı ölçebilmek amacıyla kullanılan genişletilmiş veri zarflama analizi modellerinin kullanılarak bu alandaki firmaların çevresel etkinlik düzeylerini ölçerek karşılaştırmaktır. Sonuç olarak çalışmanın hipotezi istenmeyen çıktılardan görmezden gelinerek hesaplanan etkinlik skorlarının, bu verilerle ilgilenen firma yöneticileri, yerli ve yabancı yatırımcılar, bankalar, politika yapıcılar gibi birimler için yanıltıcı sonuçlar verebileceği şeklinde kurulmuştur.

2. Literatür İncelemesi

Veri zarflama analizi çok sayıda girdi çıktı değişkeninin kullanıldığı üretim süreçlerini işleten birbirine benzer karar verme birimlerinin nispi etkinlik düzeylerini ölçmek amacıyla kullanılan doğrusal programlama temelli bir yöntemdir. Parametrik yöntemlerin aksine önceden fonksiyonel bir form gerektirmemesi, ayrıca modelde kullanılan değişkenlerin farklı ölçüm birimlerine sahip olmaları durumunda bile yöntemin kullanılabilmesi gibi kolaylaştırıcı unsurların etkisiyle veri zarflama analizi literatürü çok geniş boyutlara ulaşmıştır. Literatürün genişlemesi ile birlikte yapılan tüm çalışmaları toparlayabilmek amacıyla bibliyografya çalışmaları da yapılmış ve 7000'den fazla esere rastlanmıştır (Emrouznejad vd., 2008: 151-157). Dolayısıyla çalışmanın bu bölümünde var olan akademik yayınların çokluğu göz önünde bulundurularak yalnızca çevresel etkilerin ön planda olduğu VZA uygulamalarının yer aldığı yayınlara yer verilmiştir.

Yazar ve Yayın Yılı	Yöntem	Kapsam	İstenmeyen Çıktı Değişkeni	Sonuç
Fare vd. 1989	Hiperbolik çıktı etkinliği, zayıf ve güçlü atılabilirlik	Kağıt fabrikaları	Biokimyasal oksijen talebi, toplam askı haldeki katı madde, sülfüroksit ve partiküller	Performans sonuçları istenmeyen çıktı kullanılıp kullanılmadığına göre oldukça hassastır.
Fare vd. 1996	Jaggi- Freedman ve Aktivite analiz modeli	Fosil yakıtlı elektrik şirketleri	Sülfürdioksit, nitrojenoksit, karbondioksit	Aktivite analiz modeli Jaggi Freedman modeline göre daha avantajlı bulunmuştur.
Chung vd. 1997	Malmquist-Luenberg endeksi	Kağıt endüstrisi	Biyolojik oksijen talebi, kimyasal oksijen talebi, askı katı madde	Geleneksel Malmquist endeksine göre Luenberg- Malmquist endeksi verimliliği daha iyi açıklamaktadır.
Scheel 2001	Radyal ölçüm yöntemi Toplam ters, Çarpımsal ters, Ayrıştırılmayan etkinlik yöntemi	Avrupa ekonomileri	NO _x gazı	Ayrıştırılmayan etkinlik yöntemi daha gerçekçi sonuçlara ulaşmıştır.
Seiford & Zhu 2002	Doğrusal azalan dönüşüm yöntemi	Kağıt fabrikalarının etkinliği	Biyokimyasal oksijen talebi, Askı katı madde, sülfüroksit ve partiküller	İstenmeyen çıktılarının modelde ihmal edilmesi etkinlik sonuçlarını sapmalı hale getirmektedir.
Fare & Groskopf 2004	Yönelimli uzaklık fonksiyonu modeli	Elektrik üretim firmaları	Sülfürdioksit	Doğrusal azalan dönüşüm yöntemi ve yönelimli uzaklık yöntemi birbirlerinden farklı sonuçlar vermektedir.
Amirteimoori vd. 2006	Hiperbolik çıktı etkinliği, Doğrusal azalan dönüşüm yöntemi	Bankalar	Gecikmiş kredi miktarı	İki farklı yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır.
Gomes & Lins 2007	Sıfır toplamı kazançlar modeli	Kyoto Protokolünü imzalayan ülkeler	CO ₂ gazı	Karbon kotalarının optimal dağıtımında kullanılan model teorik yenilik sunmaktadır.

Yang & Pollitt 2007	Temel model, tek aşamalı model, iki aşamalı Tobit modeli, İki aşamalı Lojistik modeli, Üç aşamalı model, Dört aşamalı model	Çin'deki kömür santralleri	SO ₂ gazı	İstenmeyen çıktılarla kontrol edilemeyen değişkenler aynı anda modellerde ele alınmıştır.
Pan vd 2010	Sharpe oranı	Tayvan'daki belediyeler	İşsizlik oranı, atılan çöpler, hava kirliliği	Kullanılan modelin etkinlik endeksleri için daha uygun olduğu ve sapmaları daha iyi düzelttiği iddia edilmiştir.
Tone & Tsutsui 2011	Hibrid ölçüm yöntemi	Elektrik üretim firmaları	NO _x ve SO ₂ gazları	Girdi ve çıktılar arasında ayrıştırılamayan ilişkilerin bulunduğu durumlarda hibrid modelin kullanışlı olduğu ifade edilmiştir.
You & Yan 2011	Oran analizi	Tekstil endüstrisi	Tahliye edilen atık su miktarı	Oran analizi yoluyla çevresel etkilerin daha belirgin bir biçimde ortaya çıkarıldığı ifade edilmiştir.
Emrouznejad & Yang 2016	Yönelimli uzaklık fonksiyonu, Malmquist-Luenberg verimlilik endeksi	Çin imalat sanayi	CO ₂ gazı	Çin'in imalat sanayiinde aşırı kapasite sonucunda CO ₂ emisyonunun yüksek düzeylerde olduğu tespit edilmiştir.

3. Yöntem

Veri zarflama analizi çeşitli firmalar ya da kamu kurumları gibi karar verici birimlerin iktisadi etkinliklerini ölçmek için kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. Yöneylem araştırması literatürüne ilk kez 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından tanıtılmıştır (Ray, 2004: 1). Etkinlik skorlarını hesaplamak için veri zarflama analizi yoluyla doğrusal programlama tekniklerinin uygulamalarda kullanılması artan bir biçimde popülerlik kazanmıştır. Bu anlamda ilk olarak tanıtılan CCR modelidir (Forsund & Sarafoglu, 2002: 23).

Orijinal CCR modeli üretim teknolojisinin sadece ölçeğe göre sabit getiri varsayımına sahip olduğu kısıdı ile uygulanabiliyordu. Devam eden süreçte Banker, Charnes ve Cooper (BCC) tarafından 1984 yılında yayınlanan çalışma ile CCR modeli ölçeğe göre değişken getirili üretim teknolojisine uyumlu hale getirilerek büyük bir buluş haline dönüşmüştür. Takip

eden yıllarda çok sayıda araştırmacının metodolojik katkılarıyla CCR-BCC modelleri etrafında kayda değer hacimde bir literatür birikmiştir. Böylece veri zarflama analizi etkinlik ölçümüne yönelik kullanılan ve parametrik bir yöntem olan regresyon analizine karşı geçerli bir alternatif olarak gün yüzüne çıkmıştır. VZA'nın genel kabul gören bir etkinlik ölçüm metodu olarak hızlı bir tempoda yayılışı, uygulamaya ilişkin yapılan bibliyografya çalışmalarıyla kolayca gözlemlenebilmektedir. Sözgelimi Seiford (1994) çalışmasında 472 yayımlanmış makale listelerken, yapılan başka bir çalışmada Tavares (2002) 3183 çalışmadan söz etmektedir. Günümüzde bu rakamın on binlere ulaştığı tahmin edilmektedir. VZA doğrusal programlama problemini çözmek için geliştirilen bilgisayar yazılımları da VZA uygulamasını oldukça kolay hale getirmiştir. Böylece etkinliği ölçmede geniş çaplı veri setleriyle bile VZA uygulaması oldukça sık kullanılan bir uygulama haline gelmiştir (Ray, 2004: 1).

Veri zarflama analizi uygulanırken ilk olarak her bir karar verme birimi için ağırlıklandırılmış sanal girdi ve sanal çıktı oluşturulmaktadır.

$$\text{Sanal girdi} = v_1 x_{1_0} + \dots + v_m x_{m_0} \quad (1)$$

$$\text{Sanal çıktı} = u_1 y_{1_0} + \dots + u_s y_{s_0} \quad (2)$$

Ağırlıkların belirlenebilmesi için de doğrusal programlama kullanılmakta ve

$$\frac{\text{sanal çıktı}}{\text{sanal girdi}} \quad (3)$$

oranının maksimum hale getirilmesi amaçlanmaktadır (Boussofiane vd., 1991: 1). Optimal ağırlıklar genel olarak her bir karar verme birimi için değişmektedir. Sabit ağırlıklar kullanmak yerine veri zarflama analizi ile verilerden türetilmektedir. Girdi ve çıktıların ağırlıklarının belirlenmesinde kesirli programlama problemi kullanılmaktadır. Bu problem kurulurken konulan kısıtlar sonucunda sanal çıktı/sanal girdi oranı her bir karar verme birimi için en fazla 1 değerini alabilmektedir (Cooper vd., 2007: 21-23).

Veri zarflama analizinin temel modelleri girdi yönlü ve çıktı yönlü olarak incelenebilmektedir. Girdi yönlü modeller, girdi vektöründeki oransal azalmayı maksimum hale getirirken, çıktı yönlü modeller çıktı vektöründeki oransal artışı maksimum hale getirmektedir (Ali vd., 1995: 467).

Veri zarflama analizinin temel modeli şu şekilde kurgulanmaktadır (Cooper vd., 2011: 7-13) ;

$$Q_k = \text{Max} \left[\left(\sum_{r=1}^p u_r Z_{rk} \right) / \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) \right] \quad (4)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

$$j=1, \dots, n$$

$$u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, p$$

$$v_i \geq \varepsilon \quad i = 1, \dots, m$$

Burada;

ur: k karar birimi tarafından r'nci çıktıya verilen ağırlık,

vi: k karar birimi tarafından i'nci girdiye verilen ağırlık,

Zrk: k karar birimi tarafından üretilen r'nci çıktı,

Xik: k karar birimi tarafından kullanılan i'nci girdi,

Yrj: j'nci karar birimi tarafından üretilen r'nci çıktı,

Xij: j'nci karar birimi tarafından kullanılan i'nci girdi,

ε: Yeterince küçük pozitif bir sayı olarak tanımlanmaktadır.

Matematiksel formu yukarıdaki gibi ifade edilen modelin sonucunda karar verme birimlerinin göreceli etkinlik değerleri elde edilebilmektedir. Buna göre birimlerin etkinlik sonuçları konulmuş olan kısıtların bir sonucu olarak sıfır ve bir arasında değer almaktadır. Etkinlik sonucu bir olan birimlerin diğer birimlere görece etkin olduğu ifade edilirken, birden küçük etkinlik skoruna sahip olan birimlerin etkin olmadıkları belirlenmektedir.

İktisadi etkinliklerin hesaplanmasında girdi verisi olarak çalışan sayısı ve çalışanlara yapılan ödemeler dışında kalan tüm ödememeleri ifade eden ve 13 ödeme kaleminin toplandığı toplam gider verisi kullanılmıştır. Çıktı verisi olarak da üretimin toplam değeri verisi kullanılmıştır. Bu sayede toplulaştırılmış girdi ve çıktı verileri kullanılarak üretim sürecinin tamamının kapsanması ve dışarıda hiçbir verinin bırakılmaması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada öncelikle veri zarflama analizinin geleneksel BCC modeli, sabit bir çıktı düzeyi için girdilerinden en fazla tasarruf edebilen firmaların etkin olduğuna işaret edecek şekilde girdi yönlü olarak tercih edilmiştir. Geleneksel iktisadi etkinlikleri yukarıda ifade edildiği biçimde ölçeğe göre değişken getiri varsayımları altında elde edilen karar verici birimler için çevresel çıktıların analize ilave edilmemesi sonucunda elde edilmiş olan etkinlik skorlarının yanıltıcı olabileceği hipotezinden yola çıkılarak literatürde önerilen 3 ayrı yöntemle imalat sanayi firmaları için çevresel etkinlik (eco-efficiency) değerleri elde edilmiştir. Çevresel etkileri temsilen de yukarıda ifade edilen verilere firmaların ürettikleri atık miktarları istenmeyen çıktıları temsilen kullanılmıştır.

Çevresel etkinlik değerlerinin hesaplanmasında kullanılan ilk yöntem atık verilerinin analize girdi verisi olarak ilave edilmesidir (Rheinhard vd., 1999: 44-60). VZA girdiler için azalmayı öngördüğünden, atık verilerinin de hangi birim tarafından en iyi biçimde azaltılabildiğinin bu yolla elde edilebileceği birçok çalışmada öngörülüp uygulanmıştır. Ancak ilerleyen yıllarda atık verileri gibi istenmeyen çıktı verilerinin üretim sürecinin bir çıktısı olması nedeniyle modelde girdi verisi olarak kullanılması eleştirilerek bu modelin tek başına çevresel etkinlikleri belirlemede yetersiz olabileceği ifade edilmiştir.

Çevresel etkinliklerin hesaplanmasında kullanılan ikinci yöntem bazı kaynaklarda çarpımsal ters ve bazı kaynaklarda doğrusal olmayan monoton azalan dönüşüm olarak ifade

edilen dönüşüm yöntemi kullanılmıştır (Lovell vd., 1995: 507-518). Bu dönüşüm yöntemi oldukça basit bir biçimde istenmeyen çıktıların tersinin alınarak dönüştürülmesi ve VZA modeline istenen bir çıktı olarak dahil edilmesi şeklinde çalışmaktadır. Ancak bu yöntem BCC modelinde konveks ilişkilerin kaybına yol açtığı nedeniyle eleştirilmiştir.

Çevresel etkinliklerin elde edilmesinde sıklıkla kullanılan bir diğer yöntem de doğrusal monoton azalan dönüşüm olarak ifade edilen dönüşüm yöntemidir (Seiford & Zhu, 2002: 16-20). Bu yöntemin çalışma prensibi; ilk olarak istenmeyen çıktıların -1 ile çarpılarak negatif hale getirilmesidir. Daha sonra tüm karar verme birimlerinin pozitif olacağı şekilde bir dönüşüm vektörü ilave edilmektedir.

b_j ; istenmeyen çıktıları ve “v” dönüşüm vektörünü ifade etsin.

$\bar{b}_j = -b_j + v \geq 0$ şeklinde olacaktır.

Ancak bu model, dönüşüm değişmezliği özelliğini yalnızca BCC modeli sağladığından sadece BCC modeli için kullanılabilir. Dolayısıyla uygulanan tüm çevresel modelleri bu modelle karşılaştırabilmek için BCC modeli tercih edilmiş, çevresel etkinlikler için CCR modeli tercih edilmemiştir.

4. Uygulama

Bu çalışmada Tük'in NACE Rev. 2 ekonomik faaliyetleri sınıflaması sistemine göre tutmuş olduğu mikro veriler kullanılmıştır. Bu sisteme göre imalat sanayi kısmının mobilya imalatı alt bölümünde 2012 yılında Kocaeli ilinde 19 girişim faaliyet göstermektedir. Bu firmalara genel istatistiki özellikleri itibariyle baktığımızda ilk olarak firmaların çalışanları dışında kalan diğer üretim faktörlerine yaptığı harcamaları gösteren ve dolayısıyla girdi verisi olarak ele alınan toplam gider değeri en çok 37 milyon 263 bin lira ve en az 2 milyon liradır. Toplam gider verisinin ortalaması 13 milyon 658 bin lira civarındayken, standart sapması 9 milyon 481 bin lira düzeyindedir. Analizlerde girdi verisi olarak kullanılan bir başka veri ise firmaların çalışan sayılarıdır. Çalışan sayısı en çok 367 kişi, en az 23 kişidir. Çalışan sayısı ortalaması 2012 yılı için 137 kişi, standart sapması ise 102 kişi olarak hesap edilmiştir. Firmaların çıktı verisi olarak ise üretim değeri verisi kullanılmıştır. Üretim değeri verisi tüm firmalar için en çok 45 milyon 783 bin lira ve en az yaklaşık 2 buçuk milyon lira olarak tespit edilmiştir. Üretim değerleri ortalaması yaklaşık 16 milyon lira ve standart sapması 10 milyon 598 bin lira olarak hesap edilmiştir. Mobilya imalatı alanındaki çevresel etkileri ve etkinlikleri hesaplayabilmek için üretim süreci sonucunda üretilen istenmeyen çıktıları temsilen atık verileri kullanılmıştır. Buna göre mobilya imalatı alanında üretilen atık miktarı en çok 521 ton iken en az 2 buçuk tondur. Firmaların ürettikleri ortalama atık miktarı 101 ton ve standart sapması ise 149 ton olarak hesap edilmiştir. Kocaeli ilinin mobilya imalatı ana faaliyet kolu itibariyle genel istatistiki görünümü tablo 1'deki gibi gerçekleşmiştir.

Tablo 1: Mobilya İmalatı 2012 Yılı İstatistik Durumu

	Toplam Gider	Çalışan Sayısı	Üretim Değeri	Atık Miktarı
En büyük	37.263.613	367	45.783.556	521.050
En küçük	2.057.678	23	2.445.028	2.560
Ortalama	13.658.485,68	137,89	15.970.797,89	101.087
Standart sapma	9.481.261,71	102,28	10.598.226,55	149.402,49

Kaynak: TÜİK verilerinden yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Mobilya imalatı alanında faaliyette bulunan firmaların etkinlik düzeylerinin ve nispi etkinlik sıralamalarının belirlenmesinde çevresel faktörler gibi istenmeyen çıktıların analize dahil edilmesinin uygun olup olmadığını belirleyebilmek adına ilk aşamada firmaların daha önce tanıtılmış olan girdi-çıkıtı verileri kullanılarak geleneksel veri zarflama analizi yöntemlerinden BCC modeli uygulanmıştır. Böylece geleneksel yöntemlerin tercih edildiği durumdaki etkinlik skorları ve sıralamaları elde edilmiştir. Analizin ikinci kısmında ise modele istenmeyen çıktıları temsil edecek olan katı atık verileri üç farklı biçimde ilave edilerek çevresel etkinlik skorları elde edilmiş ve geleneksel modelin sonuçlarıyla ile karşılaştırılmıştır.

Veri zarflama analizi karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerini hesaplarken girdi yönlü ve çıktı yönlü olacak şekilde iki temel seçenek üzerinden çalışabilmektedir. Bunlardan girdi yönlü model karar verme birimlerinin çıktı düzeyleri sabitken, girdilerindeki azalmanın en yüksek olduğu noktayı belirlemeye odaklanmaktadır. Çıktı yönlü modelde ise birimlerin girdi düzeyleri sabit tutulduğunda, çıktılardaki artışın en yüksek olduğu noktayı belirlemek temel amaç olmaktadır. Dolayısıyla veri zarflama analizi ya girdileri azaltma ya da çıktıları artırma mantığı üzerine bina edilmiş bir yöntemdir. Hâlbuki etkinlikten bahsedebilmek için zehirli gazlar, katı atıklar veya atık sular gibi kirlenici unsurların, üretim sürecinin bir çıktısı olmalarına rağmen en aza indirgenmesi beklenmektedir. İşte bu nedenle alışılmış veri zarflama analizi modellerine (CCR-BCC) istenmeyen çıktılar doğrudan ilave edilememektedir. Bu problemi aşabilmek adına veri zarflama analizi literatüründe istenmeyen çıktılara yönelik birçok farklı model önerilmiştir (Scheel, 2001: 400-410). Bu çalışmada literatürde önerilen modellerden sıklıkla tercih edilen üç farklı model kullanılarak çevresel etkinlik skorları belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmada ilk olarak istenmeyen çıktılar ihmal edilerek etkinlik sınaması yapılmıştır. Tablo 2'nin ikinci sütununda model 1 etiketiyle gösterilen alışılmış veri zarflama analizi sonuçlarına göre bu alanda faaliyette bulunan 19 firmanın 5'i (firma 1, 2, 9, 11 ve 16) etkin bir biçimde faaliyette bulunmaktadır. Başka bir deyişle 5 firma bu çalışma alanı için etkin sınırı temsil etmektedirler. Diğer taraftan en düşük etkinlik düzeyine sahip olan firma 17 (0,391299) ve firma 13 (0,432951) ise etkin çalışan firmaların yarısı kadar bile etkin çalışmamaktadırlar. Geleneksel modelin ortalaması ise 0,776173'dür.

Birçok üretim sürecinin istenmeyen bir çıktısı olarak katı atıklar meydana gelmektedir. Mobilya imalatı alanında faaliyette bulunan firmaların çevresel etkinlik düzeylerini tespit edebilmek amacıyla bu firmalar tarafından üretilen katı atık verileri istenmeyen çıktıları temsilen ilave edilmiştir. İstenmeyen faktörlerin veri zarflama analizine dahil edilebilmesi için

önerilen yöntemlerden birisi bu verilerin modelde girdi verisi olarak kullanılmasıdır (Dyckhoff & Allen, 2001: 312-325). Tablo 2'nin üçüncü sütununda model 2 başlığıyla gösterilen bu yönteme göre 7 firma (1, 2, 6, 9, 10, 11 ve 16) etkin bir biçimde faaliyette bulunmuşlardır. Atık verilerinin analize ilave edilerek bu yöntemin uygulanmasıyla birlikte etkinlik sonuçları farklılaşmış ve geleneksel modelin sonuçlarına göre etkin çalışmadığı belirlenen firma 6 ve 10'un çevresel-etkin bir faaliyet yürüttüğü tespit edilmiştir. Ayrıca istenmeyen çıktuların modele dahil edilmesi firma 4, 12 ve 19 için nispeten daha büyük, firma 7 için ise küçük bir düzeyde etkinlik sonucunun değişmesine yol açarak etkinlik sıralamalarının değişmesine yol açmıştır. Model 2'nin ortalaması ise 0,823373 olarak hesaplanmıştır.

İstenmeyen faktörlerin etkinlik analizine dahil edilebilmesi için önerilen bir diğer yöntem de doğrusal olmayan azalan dönüşüm yöntemidir (Lovell vd., 1995: 507-518). Bu yöntem kullanılarak dönüştürülen ve böylece analize ilave edilen atık verileri sonucunda hesaplanan etkinlik skorları, tablo 2'nin dördüncü sütununda model 3 etiketiyle gösterilmektedir. Bu dönüşüm prosedürü sonrasında yapılan analize göre Kocaeli'de mobilya imalatı alanında 6 firma (1, 2, 6, 9, 11 ve 16) nispeten etkin bir faaliyet yürütmüştür. Bu modele göre istenmeyen faktörlerin modele dahil edilmesi etkinlik skorlarını ve sıralamalarını değiştirmiştir. Buna göre istenmeyen unsurların ihmal edildiği geleneksel modelde etkin çalışmadığı belirlenen firma 6, bu modelde etkin bir karar verme birimi olarak tespit edilmiştir. Bu firmanın dışında yalnızca firma 19'un etkinlik skoru geleneksel modele göre farklılaşmıştır. Bu dönüşüm yöntemi sonucunda ulaşılan ortalama etkinlik düzeyi ise 0,791937'dir.

İstenmeyen çıktuları veri zarflama analizi modeline dahil etmekte kullanılan bir diğer dönüşüm süreci de doğrusal azalan dönüşüm yöntemi olarak adlandırılmaktadır. Tablo 2'nin son sütununda model 4 başlığıyla ifade edilen bu yöntemin sonuçlarına göre mobilya imalatı alanında 7 firma (1, 2, 6, 9, 10, 11 ve 16) çevresel etkin sınırı temsil etmektedirler. Bu modele göre istenmeyen çıktuların modele dahil edilmesi geleneksel modele göre sonuçları değiştirmiştir. Model 2'de olduğu gibi firma 6 ve 10 geleneksel model için etkin çalışmayan firmalar olarak gözükmelerine rağmen model 4'e göre de çevresel etkin firmalar olarak belirlenmişlerdir. Benzer şekilde firma 12 ve 19'un ise etkinlik skorları farklılaşmıştır. Model 4'ün ortalaması ise 0,817486 olarak hesap edilmiştir.

Tablo 2: Mobilya İmalatı Alanındaki Firmalar İçin 2012 Yılı Çevresel Etkinlik Sonuçları

Firma	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	0,81541	0,81541	0,81541	0,81541
4	0,654899	0,673919	0,654899	0,654899
5	0,702567	0,702567	0,702567	0,702567
6	0,802514	1	1	1
7	0,677783	0,685439	0,677783	0,677783
8	0,912815	0,912815	0,912815	0,912815
9	1	1	1	1

Tablo 2: Devam

Firma	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
10	0,571704	1	0,571704	1
11	1	1	1	1
12	0,754837	0,921054	0,82881	0,879978
13	0,432951	0,432951	0,432951	0,432951
14	0,904667	0,904667	0,904667	0,904667
15	0,669096	0,669096	0,669096	0,669096
16	1	1	1	1
17	0,391299	0,391299	0,391299	0,391299
18	0,681733	0,681733	0,681733	0,681733
19	0,775019	0,853137	0,803072	0,809037
ORTALAMA	0,776173	0,823373	0,791937	0,817486
ETK FRM	5	7	6	7

Kaynak: TÜİK verilerinden yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

5. Sonuç ve Öneriler

Mobilya imalatı hayatın hemen her alanına hitap eden ve çok yönlü bir üretim yapısı bulunan, imalat sanayi içerisindeki önemli faaliyet alanlarından birisidir. Bu sektör küçük ölçekli ve geleneksel üretim tarzının hâkim olduğu bir durumdan, daha büyük ölçeklerde ve dünya standartlarında üretimin yapıldığı bir üretim tarzına doğru devam eden kritik bir dönüşüm sürecini yaşamaktadır. Bu sektörde üretime devam eden firmaların bir yandan bu dönüşüm sürecine ayak uydurabilmeleri, diğer taraftan bu sürece katkı sağlayabilmeleri adına rekabetçi bir üretim yapısına sahip olmaları gerekmektedir. Ancak rekabetçi üretim yapıları ilk bakışta firmalar, onların bağlantılı oldukları sektörler, bu ürünleri talep edenler gibi birimler için avantajlı sonuçlar üretiyor gibi gözükürken, uzun dönemde kullandığı kaynakları yerine konulamayacak biçimde tüketen bir soruna da dönüşebilmektedir. Bu sorunu aşabilmek için rekabetçi süreçlerde yalnızca girdileri azaltıp çıktıları artırma anlamındaki iktisadi etkinliğe odaklanmak yerine, üretilen kirletici unsurların da azaltılmaya çalışıldığı çevresel etkin üretim biçimleri amaç haline getirilmelidir.

Bu çalışmada Kocaeli ilinde faaliyette bulunan mobilya imalatı alanındaki firmalar için veri zarflama analizi yardımıyla hem iktisadi hem de çevresel etkinlik düzeyleri hesaplanarak bu iki olgunun birbirinden ayrıştığı belirlenmeye çalışılmıştır. Birbirlerinden farklı metodlarla uygulanan ve istenmeyen çıktıların dahil edildiği çevresel etkinlik modellerinin sonuçlarının ve firma sıralamalarının geleneksel iktisadi etkinlik skorlarından farklılaştığı belirlenmiştir. Dolayısıyla etkinlik hesaplamaları yapılırken istenmeyen faktörlerin modele dahil edilmemesi yanıtıcı sonuçlar üretmektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarından hareketle modern bir üretim yapısına kavuşma çabası içerisinde bulunan mobilya imalatı alanında faaliyette bulunan firmalar için temel hedefler olarak sayılan büyük ölçekli üretim yapıları, tasarım odaklı gelişim, markalaşma gibi kavramların

yanına çevre odaklı üretim tarzı da eklenmelidir. Çevresel etkin çalışan firmaların belirlenerek bu firmaların üretim süreçleri eko-etiketleme gibi araçlarla, kamu spotu biçimindeki reklamlarla ve çeşitli mali araçlar desteklenmelidir. Böylece sürdürülebilir bir üretim yapısı çevresel etkin çalışmayan firmalar için de hedef olarak belirlenebilir.

Kaynakça

- Ali, A.I., Lerme, C.S., Seiford, L.M. (1995). Components of efficiency evaluation in data envelopment analysis. *European Journal Of Operational Research*, 80(2), 462-473.
- Amirteemori, A., Kordrostami, S., & Sarparast, M. (2006). Modeling undesirable factors in data envelopment analysis. *Applied Mathematics and Computation*, 180, 444-452.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W.W. (1984). Some Models For Estimating Technical And Scale Inefficiency In Data Envelopment Analysis. 30, 9, 1078-1092.
- Boussofiane, A., Dyson, R.G., & Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal Of Operational Research*, 52, 1-15.
- Cooper, W., Seiford, L.M., & Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, referances and dea-solver software*. New York: Springer Science, Business Media.
- Cooper, W., Seiford, L.M., & Zhu, J. (2011). Data envelopment analysis history, models, and interpretations. In Cooper, W., L.M. Seiford, Joe Zhu. (Eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis*. New York: Springer Science, Business Media, 7-13.
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiencyof desicion-making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Chung, Y. H., Fare, R., & Grosskopf, S. (1997). Productivity and undesirable outputs: A directional distance function Approac. *Journal Of Enviromental Management*, 51, 229-240.
- ÇKA. (2014). *Mobilya Sektörü Araştırma Raporu*.
- DOĞAKA. (2014). *Mobilyacılık Sektör Raporu*.
- Dyckhoff, H., & Allen, K. (2001). Measuring ecological efficiency with data envelopment analysis (DEA). *European Journal Operational Research*. 132, 312-325.
- Emrouznejad, A., Barnet, R. P., & Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42, 151-157.
- Emrouznejad, A., & Yang, G.J. (2016). A framework for measuring global malmquist-luenberg productivity index with CO2 emissions on Chinese manufacturing industries. *Energy*, 155, 840-856.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C.A.K., & Pasurka, C. (1989). Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: A nonparametric approach. *Rev Econ Statist*, 71, 90-98.
- Fare, R., Grosskopf, S., & Tyteca, D. (1996). An activity analysis model of the environmental performance of firms – application to fossil-fuel- fired electric utilities. *Ecological Economics*, 18, 161-175.
- Fare, R., & Grosskopf, S. (2004). Modeling undesirable factors in efficiency evaluation: comment. *European Journal Of Operational Research*, 157, 242-245.

- Forsund, F. R., & Sarafoglou, N. (2002). On the origins of data envelopment analysis. *Journal Of Productivity Anlysis*, 17, 23-40.
- Gomes, E.G., & Lins, M.P.E. (2007). Modelling undesirable outputs with zero sum gains data envelopment analysis models. *Journal Of The Operational Research Society*, 59, 616-623.
- İSO. (2015). *Mobilya İmalatı Sanayi*, İSO Yayın No: 2015/1, İstanbul.
- Lovell, C.A.K, Pastor, J.T., & Toner, J.A. (1995). Measuring macroeconomic performance in the OECD: A comparison of European and Non-European countries. *European Journal Of Operational Research*, 87.
- Özgülbaş, N., & Koyuncugil, A. S. (2011). *Antakya mobilya ve ayakkabıcılık sektörel araştırma projesi*. Antakya.
- Pan, S.C., Liu, S.Y., Peng, C.J., & Wu, P.C. (2010). Another method to deal with undesirable outputs in data envelopment analysis. *The Empirical Economics Letters*, 9(10), 949-956.
- Ray, S. C. (2004). *Data envelopment analysis theory and techniques for economics and operations research*. New York: Cambridge University Press.
- Reinhard, S., Lovel, C.A.K., & Thijssen, G. (1999). Econometric estimation of technical and enviromenal efficiency: An application to Dutch dairy farms. *American Journal Of Agricultural Economics*, 81, 44-60.
- Sakarya, S., & Doğan, Ö. (2014). *Mobilya Sektör Raporu 2014*. OAİB Genel Sekreterliği.
- Scheel, H. (2001). Undesirable outputs in efficiency valuation. *European Journal Of Operational Research*, 132, 400-410.
- Seiford, L.M. (1994). A DEA Bibliography 1978–1992. In A. Charnes, W.W. Cooper, A. Lewin, and L. Seiford. (Eds.), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 437–70.
- Seiford, L.M., & Zhu, J. (2002). Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. *European Journal Operational Research*, 142, 16-20.
- Tavares, G. (2002). *A bibliography of data envelopment analysis (1978-2001)*. Rutger Research Report, Rutgers University, 1-183.
- TOBB. (2013). *Türkiye mobilya ürünleri meclisi sektör raporu*, TOBB Yayın No: 2014/212, Ankara.
- Tone, K., & Tsutsi, M. (2011). Applying an efficiency measure of desirable and undesirable outputs in DEA to U.S. electric utilities. *Journal of Centrum Cathedra*, 4(2), 236-249.
- TÜİK. (2015). *NACE Rev. 2- Altılı Ekonomik Faaliyet Sınıflaması*, Yayın No: 4366, Ankara.
- Yang, H., & Pollitt, M. (2007). Incorporating both undesirable outputs and uncontrollable variables into DEA: The performance of Chinese coal-fired power plants. 1-24.
- You, S., & Yan, H. (2011). A new approach in modelling undesirable output in DEA model. *Journal Of Operationa Research Society*, 62, 2146-2156.

