



Zonguldak Yeraltı Kömür Ocakları Üretiminin Verimlilik Analizi

Bahadır Şengün^{1*}, Mehmet Sabit Gürgen²

^{1*} Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-0413-1748), bsengun@cumhuriyet.edu.tr

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye (ORCID: 0000-0002-1859-5845), gurgensabit@gmail.com

(4th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences ICAENS 2022, November 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1225867)

ATIF/REFERENCE: Şengün, B. & Gürgen, M. S. (2022). Zonguldak Yeraltı Kömür Ocakları Üretiminin Verimlilik Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 176-183.

Öz

Maden ocaklarında verimliliğin ölçümü ve değerlendirilmesi oldukça büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında, 2009-2011 yılları arasında Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından beş değişik yeraltı ocağının kömür üretiminin verimlilik ölçümleri ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Verimlilik ölçümünde Fisher indeks sayısı temeline dayanan toplam verimlilik ve karlılık ölçüm modeli kullanılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, taşkömürü fiyat indeksi 2009 yılına göre, 2010 ve 2011 yıllarında % 9.60 ve % 37.87 yükselmiştir. Kömür üretimi değişimlerini gösteren indeks değerleri 2010 yılında % 1.81 yükselirken, 2011 yılında % 0.74 düşmüştür. Toplam girdilerin fiyat indeksi ise 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 3.51 ve % 17.05 artarken, toplam tüketim değişimleri 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 4.69 ve % 0.83 yükselmiştir. Bu değişim sonucunda verimlilik indeksleri 2010 ve 2011 yıllarına sırasıyla % 2.75 ve % 11.47 oranında düşmüştür. Memur ve işçi giderlerinin taşkömürü üretim maliyetlerini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı kömür ocağı, Kömür damarı, Fisher indeksi, Verimlilik analizi.

Productivity Analysis for Production of Zonguldak Underground Coal Mines

Abstract

The measurement and evaluation of efficiency in mines has of great importance. Within the scope of this study, productivity measurements and evaluations of coal production of Turkish Hard Coal Enterprises (TTK) between 2009 and 2011 from five different underground mines were made. In order to measure productivity, a total productivity and rentability measurement model based on the Fisher index number was used. As a result of investigations, the hard coal price index increased by 9.60% and 37.87% in 2010 and 2011, compared to reference year 2009. While the index values showing the changes in coal production increased by 1.81% in 2010, these index values decreased by 0.74% in 2011. The price of total inputs index increased by 3.51% and 17.05% in 2010 and 2011, respectively, while total consumption increased by 4.69% and 0.83% in 2010 and 2011, respectively. Productivity indices decreased by 2.75% and 11.47%, respectively, in 2010 and 2011 as a result of this change. It has been seen that hard coal production costs have been significantly affected by personnel and labor expenses.

Keywords: Underground coal mine, Coal seam, Fisher index, Productivity analysis.

* Sorumlu Yazar: bsengun@cumhuriyet.edu.tr

1. Giriş

2021 yılı verilerine göre kömür kaynakları, dünya birincil enerji tüketiminde %26.9 ile petrolden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Dünya elektrik üretiminde ise %35.9'luk payla ilk sırada bulunmaktadır (Url-1).

Dünya kömür kaynağı miktarı yaklaşık olarak 1.07 trilyon ton olduğu tahmin edilmektedir (BP, 2021).

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığından alınan verilere göre ülkemizdeki toplam kömür kaynağı (linyit+asfaltit+taşkömürü) miktarı yaklaşık olarak 21 milyar ton düzeyinde olduğu belirtilmektedir. Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG) verilerine göre, 2021 yılında Türkiye'de toplam tüvenan kömür üretimi; 90.78 milyon ton linyit, 1.55 milyon ton asfaltit, 1.73 milyon ton taşkömürü olmak üzere toplam 94.06 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.

Kömür damarları, kalınlıklarına göre sınıflandırıldığında; kalınlığı 80-150 cm arasında değişen damarlar, genellikle ince kömür damarı olarak kabul edilmektedir (Donovan & Karfakis, 2004). Dünya'da, üretilebilir ince kömür damarlarının rezervi 6 milyar ton'dan fazla olduğu tahmin edilmekte ve bu rezervin yaklaşık % 19'u Çin ve çevresinde bulunmaktadır (Hau-ling, Gua-feng & Jin-ke, 2008). İnce kömür damarlarının üretiminde klasik yeraltı üretim yöntemlerinin yanısıra mekanize kazı uygulamaları da hızlı bir şekilde gelişmektedir (Wang, Tu & Bai, 2012).

Ülkemizde ince kömür damarları özellikle Zonguldak Kömür Havzasında mevcut olup toplam rezervin yaklaşık % 15'ni oluşturmaktadır (Ataman, 1952). Bu kömürler genellikle ilerletimli veya geri dönümlü klasik uzunayak yöntemi kullanılarak üretilmektedir. Zonguldak kömür havzasında genellikle klasik uzunayak yöntemi uygulanmaktadır. Bunun da en önemli nedenleri, damar kalınlığının düşük, damar eğiminin 30°'den yüksek, damar ve örtü tabakalarının tektonizmaya bağlı öndüasyonlu olması şeklinde belirtilmektedir.

Klasik yeraltı üretimlerde yatırım maliyetleri az, üretim kapasiteleri ise oldukça düşüktür. Bilindiği gibi, üretim kapasitesinin düşük olması, birim üretim maliyetlerinin artmasına, kârlılık, verimlilik ve rekabet gücünün azalmasına neden olmaktadır.

Maden işletmelerinde verimlilik ölçümü ve değerlendirilmesi, işletmelerin maliyetlerinin azaltılmasına yönelik yapılan çalışmalarda dikkate alınmakta ve oldukça önem taşımaktadır (Şengün, 2012). Bu çalışmada, 2009-2011 yılları arasında TTK'nın beş değişik yeraltı taşkömürü üretimi ile ilgili maliyet kalemleri incelenmiş, toplam verimlilik ölçümü ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Verimlilik ölçümünde kullanılan veriler TTK'ya bağlı olan Zonguldak Kömür Havzasında bulunan beş değişik yeraltı işletmesinden alınmıştır. TTK son yıllarda 2-2.5 milyon ton düzeyinde seyreden taşkömürü üretimini beş işletmesinden gerçekleştirmektedir. Yeraltı kömür işletmelerinin dördü (Armutçuk, Kozlu, Karadon ve Üzülmöz) Zonguldak ili, biri ise (Amasra) Bartın ili sınırları içinde yer almaktadır (Şekil 1). Batı

Karadeniz Bölge ekonomisinde önemli bir paya sahip olan ve TTK tarafından üretilen Zonguldak Havzası taşkömürleri, 2×150 MW kurulu güce sahip olan Çatalağzı (B) Termik Santralının kömür ihtiyacını, Karabük Kardemir ve Ereğli Erdemir demir-çelik fabrikalarının taşkömürü ihtiyacını karşılamaktadır. Kalorifik değeri 6200-7250 kcal/kg arasında değişen havza kömürünün -1200 kotuna kadar hesaplanan kaynak miktarının, yaklaşık 1.3 milyar ton olduğu belirtilmiştir (Url-2).

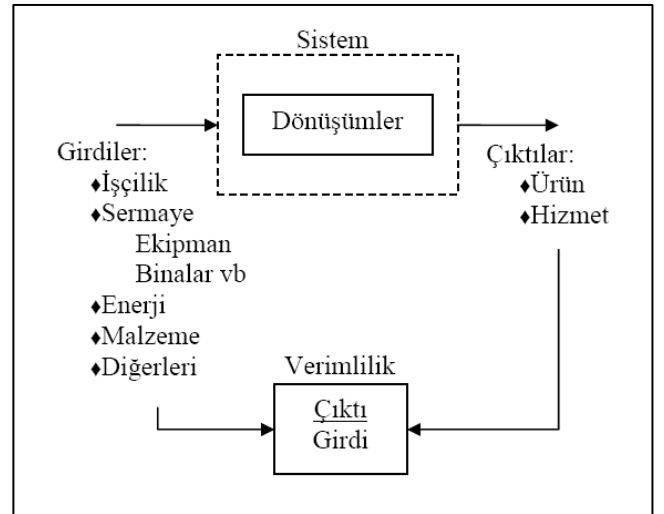
2.2. Metot

2.2.1. Verimlilik Kavramı

Verimlilik, üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı üretmek için sahip olunan girdi arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır (Kasap, 2008). Sink (1985) tarafından tanımlanan genel verimlilik kavramı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Verimlilik ölçümü yapılan yeraltı kömür işletmeleri



Şekil 2. Genel verimlilik kavramı (Sink, 1985).

Verimlilik ölçümlerinde; Amerikan verimlilik merkezi modeli, Norman ve Bahiri'nin verimlilik modeli, Alan Lowlar modeli, Kazukiyo Kurosawa modeli olarak isimlendirilen pek çok yöntem kullanılmaktadır. Verimliliğin ölçümünde genellikle indeks sayısı yaklaşımı, parametrik yaklaşım ve parametrik olmayan yaklaşımlar kullanılmaktadır (Hailu ve Veeman, 2001). Verimlilik değişiminin ölçümünde Laspeyres, Paashe, Fisher ve Törnqvist indeksleri kullanılmaktadır (Rogers, 1998; Mawson vd., 2003; Ahn ve Abt, 2005).

Bu çalışma kapsamında, TTK tarafından 2009-2011 yılları arasında üretilen taşkömürü üretim verileri kullanılarak verimlilik değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde Önder (2006) tarafından geliştirilen verimlilik modeli kullanılmıştır. Bu modelin temeli, Kazukiyo Kurosawa (1991) tarafından geliştirilen AIPR (Aggregate Index for the Analysis of Total Productivity and Rentability) analiz modeline dayanmaktadır (Şengün, 2012). Önder (2006) tarafından geliştirilen ve bu çalışmada kullanılan modelde, AIPR modelinde kullanılan indeksler yerine Fisher ideal indeksi kullanılmıştır.

Kurosawa, 1991 tarafından geliştirilen Laspeyres fiyat indeksi (P_L) ve Laspeyres miktar indeksi (Q_L) Eşitlik 1 ve Eşitlik 2’de verilmiştir.

$$P_L = \frac{p_1 q_0}{p_0 q_0} \quad (E.1)$$

$$Q_L = \frac{p_0 q_1}{p_0 q_0} \quad (E.2)$$

Benzer şekilde Kurosawa (1991) tarafından geliştirilen, Paasche fiyat indeksi (P_p) ve Paasche miktar indeksi (Q_p) Eşitlik 3 ve Eşitlik 4’te verilmiştir.

$$P_p = \frac{p_1 q_1}{p_0 q_1} \quad (E.3)$$

$$Q_p = \frac{p_1 q_1}{p_1 q_0} \quad (E.4)$$

Fisher fiyat indeksi Laspeyres ve Paasche fiyat ve miktar indekslerinin geometrik ortalaması alınarak hesaplanmaktadır (Eşitlik 5 ve 6). Özellikle ekonomik analiz hesaplamalarında Fisher indeksi kullanımının daha uygun olduğu belirtilmiştir (Önder ve Konuk, 2018).

$$P_F = \sqrt{(P_L \times P_p)} = \sqrt{\left(\frac{p_1 q_0}{p_0 q_0} \times \frac{p_1 q_1}{p_0 q_1}\right)} \quad (E.5)$$

$$Q_F = \sqrt{(Q_L \times Q_p)} = \sqrt{\left(\frac{p_0 q_1}{p_0 q_0} \times \frac{p_1 q_1}{p_1 q_0}\right)} \quad (E.6)$$

Burada; p_0 : Baz yıl fiyatı, p_1 : Cari yıl fiyatı,

q_0 : Baz yıl miktarı, q_1 : Cari yıl miktarı

Önder (2006), tarafından geliştirilen model ise Eşitlik 7’de verilmiştir. Bu çalışmada, 2009 yılı referans alınmış ve sabit indeksi kullanılmıştır.

$$I_\pi = \left(\frac{I_{p(F)}}{I_{P(F)}}\right) \times \left(\frac{I_{q(F)}}{I_{Q(F)}}\right) \quad (E.7)$$

$$I_\pi = \frac{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum P_1 Q_1}}{\frac{\sum p_0 q_0}{\sum P_0 Q_0}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \times \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}}}{\sqrt{\frac{\sum P_1 Q_1}{\sum P_0 Q_1} \times \frac{\sum P_1 Q_0}{\sum P_0 Q_0}}} \times \frac{\sqrt{\frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} \times \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_1 q_0}}}{\sqrt{\frac{\sum P_0 Q_1}{\sum P_0 Q_0} \times \frac{\sum P_1 Q_1}{\sum P_1 Q_0}}}$$

(F) : Fisher indeksi

p : Üretilen ürün fiyatı

q : Üretilen ürün miktarı

P : Girdi faktörlerin fiyatı

Q : Girdi faktörlerin miktarı

$I_{p(F)}$: Ürünlerin fiyat indeksi

$I_{P(F)}$: Girdi faktörlerin fiyat indeksi

e-ISSN: 2148-2683

$I_{q(F)}$: Ürünlerin toplam çıktı indeksi

$I_{Q(F)}$: Girdi faktörlerin fiyat indeksi

$I_{p(F)}/I_{P(F)}$: Göreceli fiyat indeksi

$I_{q(F)}/I_{Q(F)}$: Verimlilik indeksi

$I_\pi = \pi'_t / \pi_0$: Karlılık indeksi

π_0 : Referans yıl karlılığı

π'_t : Cari yıl karlılığı

0 alt indisi : Referans yıl

1 alt indisi : Cari yıl

Fisher modelinin toplam üretim indeksi Eşitlik 8’de verilmiştir. Bu eşitlikte hem referans yıl hem de cari yıl kullanılmaktadır. Toplam girdi faktörlerinin miktarlarındaki değişim Eşitlik 9’da gösterilmiştir. Toplam verimlilik indeksi Eşitlik 8 ve Eşitlik 9’un oranı olarak hesaplanmaktadır.

$$I_q(F) = \sqrt{\frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} \times \frac{\sum p_1 q_1}{p_1 q_0}} \quad (E.8)$$

$$I_Q(F) = \sqrt{\frac{\sum p_0 Q_1}{\sum p_0 Q_0} \times \frac{\sum p_1 Q_1}{\sum p_1 Q_0}} \quad (E.9)$$

Karlılık, cari fiyatlarla elde edilen toplam gelirin, toplam maliyete oranı olarak tanımlanmaktadır. Karlılık indeksi, yalnızca üretken gücün etkisini değil, aynı zamanda pazar koşullarının etkisini de yansıtmaktadır. Fisher modeli üretim fiyat indeksi Eşitlik 10’da girdi faktörlerinin fiyat indeksi ise Eşitlik 11’de verilmiştir. Göreceli fiyat değişim indeksi Eşitlik 10 ve Eşitlik 11’in oranı olarak hesaplanmaktadır.

$$I_{p(F)} = \sqrt{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \times \frac{\sum p_1 q_0}{p_0 q_0}} \quad (E.10)$$

$$I_{P(F)} = \sqrt{\frac{\sum P_1 Q_1}{\sum P_0 Q_1} \times \frac{\sum P_1 Q_0}{\sum P_0 Q_0}} \quad (E.11)$$

Üretim yapan bir maden işletmesinin mutlak değer sistemi, satılan ürünün miktar ve fiyat değişimlerini parasal olarak ifade edebilmektedir.

Her bir girdi faktörünün toplam girdi içindeki payları ve kârlılıkla olan ilişkisi Eşitlik 12 ve Eşitlik 13 dikkate alınarak gösterilmektedir. Fiziksel ve işgücü girdisindeki “a”, her bir girdi faktörünün, toplam girdi içindeki oranı, “b” ise, her bir girdi faktörünün, toplam gelir içindeki oranı olarak ifade edilmektedir (Önder, 2006).

$$a = \sqrt{\left(\frac{P_0 Q_t}{\sum P_0 Q_t} + \frac{P_0 Q_0}{\sum P_0 Q_0}\right)} \quad (E.12)$$

$$b = \sqrt{\left(\frac{P_0 Q_t}{\sum p_0 q_t} + \frac{P_0 Q_0}{\sum p_0 q_0}\right)} \quad (E.13)$$

Kâr artış miktarı (Eşitlik 14), kârlılığın mutlak değeri ile yatırım fırsat maliyeti arasındaki farka eşittir. Yatırım fırsat maliyeti ise, toplam maliyete karşılık gelen minimum karlılıktır. Kâr artış oranı ise, kâr artış miktarının toplam maliyete oranıdır (Kurosawa, 1991).

$$Kar \text{ artış miktarı} = (\sum p_t q_t - \sum P_t Q_t) - (\pi_\Omega \sum P_t Q_t) \quad (E.14)$$

Toplam girdi içindeki toplam birim maliyet artışı Eşitlik 15'te ifade edilmiştir (Önder, 2006). Girdi faktörlerinin cari yıl fiyatı ve miktarı çarpımının, cari yıl ürün fiyatı ve miktarı çarpımına oranı N değerini olarak gösterilmektedir. Cari yıl yerine referans yılın değerleri kullanılarak ise R değeri hesaplanmaktadır. A faktörü, girdi faktörü cari fiyatının referans yılı girdi faktörü miktarı ile çarpımının, cari yıl ürün fiyatı ve referans yılı ürün miktarı ile çarpımına oranı,

B faktörü ise girdi faktörü referans yılı fiyatı ve girdi faktörü miktarı çarpımının, referans yılı ürün fiyatı ve miktarı ile çarpımına oranı olarak açıklanmaktadır.

$$\text{Toplam birim maliyet artışı} = \frac{[(R-N)+(B-A)]}{2} \quad (\text{E.15})$$

3. Sonuçlar ve Değerlendirilmesi

Bu çalışmada, 2009-2011 yılları arasında TTK tarafından gerçekleştirilen taşkömürü üretiminin verimliliği Fisher ideal indeksi dikkate alınarak değerlendirilmiştir. 2009-2011 yılları arasındaki TTK'nın gelir ve gider enflasyon etkisini gidermek amacıyla Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yayınlanan Toptan Eşya Fiyat Endeksi (TEFE) dikkate alınarak düzeltmeler yapılmıştır (Url-3). 2009-2011 yılları için hesaplanan indeks değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İndeks değerleri

Yıllar	TEFE	İndeks
2009 (Referans yılı)	11 558.75	100
2010	12 543.07	108.52
2011	13 935.17	120.56

TTK tarafından üretilen taşkömürünün fiyat etkisini incelemek amacıyla, Fisher modelinin fiyat indeksi kullanılarak, taşkömürü toplam satışlarının gelir-gider mutlak farkı belirlenmiştir (Tablo 2). TTK'nın kömür satış fiyatı indeksinin 2009 referans yılına göre 2010 yılında % 9.60, 2011 yılında ise % 37.87 değiştiğini göstermektedir (Şekil 3).

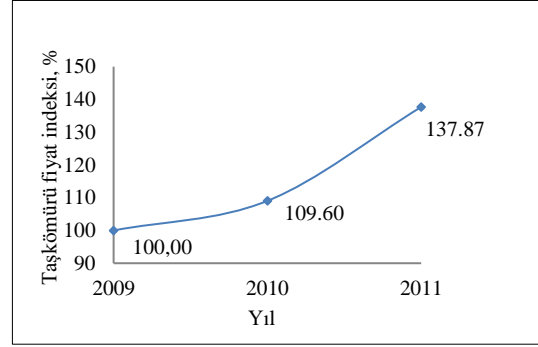
Memur ve işçi giderlerinin fiyat indeksi, 2009 referans yılına göre 2010 yılında %2.53 ve 2011 yılında ise % 17.28 oranında artmıştır (Tablo 3, Şekil 4).

Maden operasyonlarında kullanılan elektrik, dinamit, kapsül, maden direği, demirbağ vb. girdilerin birim maliyetleri, yıllık tüketimleri, sabit, cari ve mutlak maliyetleri hesaplanmış ve sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. 2009 referans yılına göre girdilerin toplam maliyeti, 2010 yılında %3.51, 2011 yılında ise %17.05 oranında yükselmiştir (Şekil 5).

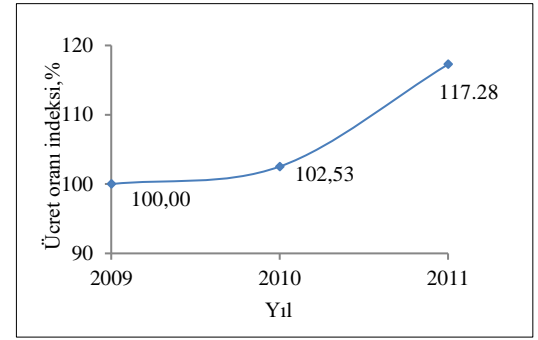
Girdi, gerçek ve cari maliyetler dikkate alınarak hesaplanan girdilerin fiyat ve miktar ile üretim indeksleri Tablo 5, 6 ve 7'de verilmiştir. Üretim indeksi, 2009 referans yılına göre 2010 yılında % 1.81 yükselmesine rağmen, 2011 yılında % 10.74 azalmıştır. Verimlilik indeksi 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 2.75 ve %11.47 oranında azalmıştır (Tablo 8). Girdi, üretim ve verimlilik indeksleri Şekil 6'da verilmiştir. TTK'nın 2009 referans yılına göre karlılığı 2010 yılı için % 2.95, 2011 yılı için % 4.26 yükselmiştir (Tablo 9, Şekil 7).

2009 referans yılına göre maliyet/üretim oranları 2010 yılında % 2.88, 2011 yılında ise % 4.10 azalmıştır. Kar/üretim oranları ise 2009, 2010 ve 2011 yılları için sırasıyla - % 132, 69, - % 125.98 ve - % 123.15 olarak bulunmuştur (Tablo 10, Şekil 8).

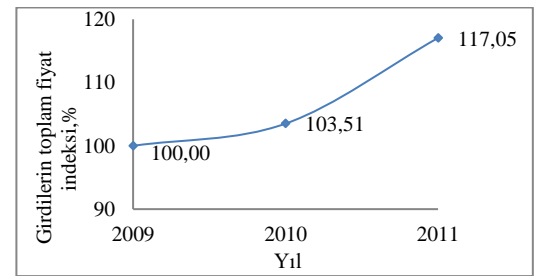
2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında birim memur ve işçi maliyetindeki artış sırasıyla % 13.69 ve % 33.37 olmuştur (Tablo 11). Toplam girdideki malzeme fiyatları ise 2010 yılında -% 0.53 düşmüş, 2011 yılında % 4.09 artmıştır (Tablo 12, Şekil 9). 2009 yılına göre toplam girdideki tüm birim miktarlar 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 13.16 ve % 37.45 artmıştır (Tablo 13, Şekil 9).



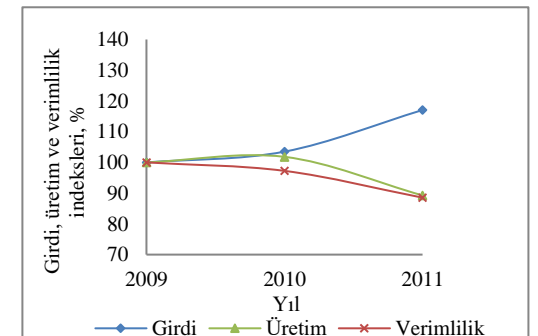
Şekil 3. Taşkömürü satış fiyat indeksi.



Şekil 4. Memur ve işçi giderleri ücret oranı indeksi.



Şekil 5. Girdilerin toplam fiyat indeksi.



Şekil 6. Girdi, üretim ve verimlilik indeksleri.

Tablo 2. Taşkömürü fiyat indeksi

Yıl	t dönemi brüt üretim değeri [$\sum P_t Q_t$]	Sabit fiyatlarla brüt üretim değeri [$\sum P_0 Q_t$]	Cari fiyatlarla brüt üretim değeri [$\sum P_t Q_0$]	Gelir-gider mutlak farkı [$0.5[(\sum P_t Q_t - \sum P_0 Q_t) + (\sum P_t Q_0 - \sum P_0 Q_0)]$]	Ürün fiyat indeksi I_{pt} (%)
2009	239 651 066	239 651 066	239 651 066	0	100.00
2010	267 409 578	242 716 887	261 305 072	23 173 348.50	109.60
2011	294 923 993	213 639 946	329 985 610	85 809 295.50	137.87

Tablo 3. Memur ve işçi giderlerinin fiyat indeksi

Yıl	Memur ve işçi Maliyeti [$\sum P_t Q_t$]	Memur ve işçi gerçek maliyeti [$\sum P_0 Q_t$]	Cari fiyatlarla Memur ve işçi maliyeti [$\sum P_t Q_0$]	Mutlak değerlerle yıllık memur ve işçilik giderleri oranının etkisi [$0.5[(\sum P_t Q_t - \sum P_0 Q_t) + (\sum P_t Q_0 - \sum P_0 Q_0)]$]	Memur ve işçi fiyat indeksi I_{pt} (%)
2009	500 609 865	500 609 865	500 609 865	0	100.00
2010	534 622 360	521 462 896	513 258 691	19 228 558	102.53
2011	595 762 860	507 921 819	587 046 840	130 357 495.50	117.28

Tablo 4. Girdilerin yıllık tüketimleri ile sabit, cari ve mutlak maliyetleri

Girdiler	Birim fiyat [P_t]	Tüketim miktarı [Q_t]	Maliyet [$\sum P_t Q_t$]	Gerçek maliyet [$\sum P_0 Q_t$]	Cari fiyatlarla maliyet [$\sum P_t Q_0$]	Gelir-gider mutlak farkı [$0.5[(\sum P_t Q_t - \sum P_0 Q_t) + (\sum P_t Q_0 - \sum P_0 Q_0)]$]	Fiyat indeksi I_{pt} (%)
Elektrik (TL/kWh)	0.123	201 668 362	24 805 208.53	24 805 208.53	24 805 208.53	0	100.00
	0.149	204 469 785	30 465 997.97	25 149 783.56	30 048 585.94	5 279 795.911	121.14
	0.152	197 340 781	29 995 798.71	24 272 916.06	30 653 591.02	5 785 632.574	123.58
Dinamit (TL/kg)	5.600	278 374	1 558 894.40	1 558 894.40	1 558 894.40	0	100.00
	6.195	255 198	1 580 951.61	1 429 108.80	1 724 526.93	158 737.67	110.63
	4.950	248 426	1 229 708.70	1 391 185.60	1 377 951.30	-171 210	88.39
Kapsül (TL/adet)	2.830	980 583	2 775 049.89	2 775 049.89	2 775 049.89	0.00	100.00
	2.900	943 792	2 736 996.80	2 670 931.36	2 843 690.70	67 353.12	102.47
	3.068	869 619	2 667 991.09	2 461 021.77	3 008 428.64	220 174.04	108.41
Maden direği (TL/m ³)	184.00	97 617	17 961 528	17 961 528	17 961 528	0	100.00
	188.80	103 592	19 558 169.60	19 060 928	18 430 089.60	482 901.6	102.61
	201.19	93 799	18 871 420.81	17 259 016	19 639 564.23	1 645 220.52	109.34
Demirbağ (TL/kg)	1.24	8 007 234	9 928 970.16	9 928 970.16	9 928 970.16	0	100.00
	1.36	11 273 150	15 331 484	13 978 706	10 889 838.24	1 156 823.04	109.68
	1.35	7 112 440	9 601 794	8 819 425.60	10 809 765.90	831 582.07	108.87

Tablo 5. Toplam girdilerin fiyat indeksi

Yıl	Toplam girdilerin maliyeti [$\sum P_t Q_t$]	Toplam girdilerin gerçek maliyeti [$\sum P_0 Q_t$]	Cari fiyatlarla fiziksel girdi maliyeti [$\sum P_t Q_0$]	Mutlak değerlerle toplam girdilerin fiyat etkisi [$0.5[(\sum P_t Q_t - \sum P_0 Q_t) + (\sum P_t Q_0 - \sum P_0 Q_0)]$]	Göreceli Fiyat İndeksi (%) [I_{pt}/I_{p0}]	Mutlak değerlerle göreceli fiyat değişiminin etkisi [$I_{pt} - I_{p0}$]	Toplam girdilerin fiyat indeksi I_{pt} (%)
2009	557 639 515.98	557 639 515.98	557 639 515.98	0	100	0	100.00
2010	604 295 959.98	583 752 353.72	577 195 422.41	20 049 756.35	105.88	-913 174.15	103.51
2011	658 129 573.31	562 125 384.03	652 536 141.10	95 450 407.2	117.79	-27 562 031.64	117.05

Tablo 6. Taşkömürü üretim indeksi

Yıl	Baz dönem fiyatlarıyla brüt taşkömürü üretim miktarı (TL) [$\sum P_t Q_t$]	Taşkömürü üretim miktarı (TL) [$\sum P_t Q_t$]	Cari fiyatlarla taşkömürü üretim miktarı (TL) [$\sum P_t Q_0$]	Çıktı etkisi [$0.5[(\sum P_t Q_t - \sum P_0 Q_t) + (\sum P_t Q_0 - \sum P_0 Q_0)]$]	Brüt üretim indeksi I_{qt} (%)
2009	239 651 066	23 965 1066	239 651 066	0	100.00
2010	242 716 887	267 409 578	261 305 072	4 585 163.5	101.81
2011	213 639 946	294 923 993	329 985 610	-3 0536 368.5	89.26

Tablo 7. Toplam girdilerin miktar indeksi

Yıl	Toplam gerçek maliyet $[\sum P_t Q_t]$	Toplam girdi maliyeti $[\sum P_t Q_t]$	Cari fiyatlarla girdi maliyeti $[\sum P_t Q_t]$	Girdi artışı ΔI $[0.5(\sum P_0 Q_t - \sum P_0 Q_0) + (\sum P_t Q_t - \sum P_t Q_0)]$	Toplam girdilerin miktar indeksi $I_{qt} (\%)$
2009	557 639 515.98	557 639 515.98	557 639 515.98	0	100.00
2010	583 752 353.72	604 295 959.98	577 195 422.41	26 606 687.65	104.69
2011	562 125 384.03	658 129 573.31	652 536 141.10	5 039 650.137	100.83

Tablo 8. Verimlilik indeksleri

Yıl	Göreceli Fiyat İndeksi (%) (Fiyat Kazanımı) $[I_{pt}/I_{qt}]$	Verimlilik indeksi (%) $[I_{qt}/I_{qt}]$	Karlılık $[I_{pt}/I_{pt}]^* [I_{qt}/I_{qt}]$	Toplam etki $[0.5(\sum p_0 q_t - \sum p_0 q_0) + (\sum p_t q_t - \sum p_t q_0)] - ((\sum p_0 q_t - \sum p_0 q_0) + (\sum p_t q_t - \sum p_t q_0))$	Sabit fiyatlarla cari dönemden beklenen çıktı $[*\pi_0 \sum P_t Q_t]$	Cari fiyatlarla cari dönemden beklenen çıktı $[*\pi_{10} \sum P_t Q_t]$
2009	100	100	-	0	557 639 516	557 639 516
2010	105.88	97.25	103.60	-22 021 524.15	251 013 512.1	271 933 182
2011	117.79	88.53	104.46	-35 576 018.64	241 713 915.1	296 158 308

* $\pi_0 = \sum p_0 q_0 / \sum p_0 q_0 = 0.43$, $\pi_{10} = \sum p_{10} q_0 / \sum p_{10} q_0 = 0.45$

Tablo 9. Karlılık indeksi

Yıl	Toplam girdi Pay (%)		Kar Pay (%)	Göreceli değer (%)	Karlılık Mutlak değer etkisi	Yatırım fırsat maliyet (TL)
	a	b	b	$\sum p_t q_t / \sum P_t Q_t$	$\sum p_t q_t - \sum P_t Q_t$	$*\pi_{10} \sum P_t Q_t$
2009	100	232.69	-132.69	42.98	-317 988 449.98	-31 798 845.00
2010	100	236.60	-136.60	44.25	-336 886 381.98	-33 688 638.20
2011	100	247.91	-147.91	44.81	-363 205 580.31	-36 320 558 .03

* π_{10} : Toplam maliyete karşılık gelen minimum verim oranıdır (0.1 alınmıştır)

Tablo 10. Maliyet ve kar oranları

Yıl	Kar artış miktarı (KA) (TL)	Kar artış oranı (%)	Toplam maliyet (TL)	Brüt üretim değeri (TL)	Maliyet/üretim oranı (%)	Kar/üretim oranı (%)
	$\sum p_t q_t - \sum P_t Q_t - \pi_{10} \sum P_t Q_t$	$KA / \sum P_t Q_t$	$\sum P_t Q_t$	$\sum p_t q_t$	$\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t$	$100 - (\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t)$
2009	-286 189 604.98	-51.32	557 639 515.98	239 651 066	232.69	-132.69
2010	-303 197 743.78	-50.17	604 295 959.98	267 409 578	225.98	-125.98
2011	-326 885 022.28	-49.67	658 129 573.31	294 923 993	223.15	-123.15

Tablo 11. Toplam girdideki memur ve işçilik maliyetleri

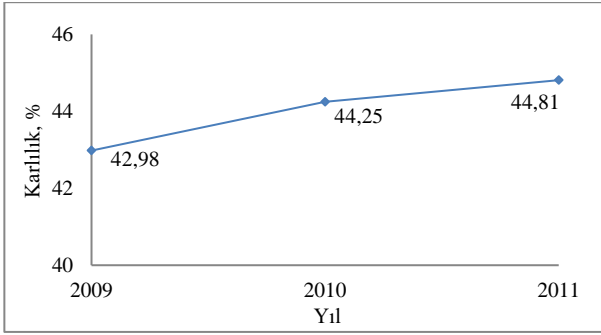
Yıl	$\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t$ (%) [N]	$\sum P_0 Q_t / \sum p_0 q_t$ (%) [R]	$\sum P_t Q_0 / p_t q_0$ (%) [A]	$\sum P_0 Q_0 / \sum p_0 q_0$ (%) [B]	Memur ve işçilik birim maliyet artışı (%) $[(R-N) + (B-A) / 2]$
2009	208.89	208.89	208.89	208.89	0.00
2010	199.93	214.84	196.42	208.89	13.69
2011	202.01	237.75	177.90	208.89	33.37

Tablo 12. Toplam girdideki malzeme maliyetleri

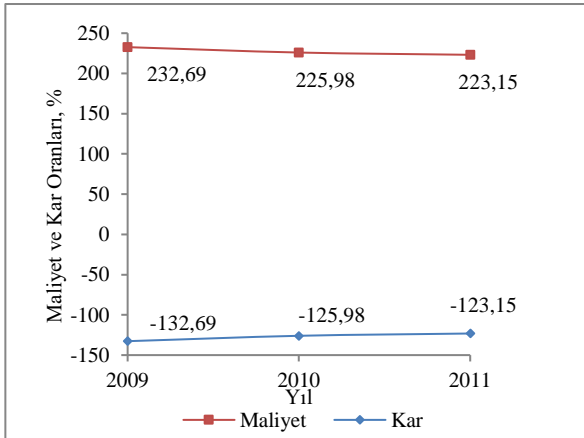
Yıl	$\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t$ (%) [N]	$\sum P_0 Q_t / \sum p_0 q_t$ (%) [R]	$\sum P_t Q_0 / p_t q_0$ (%) [A]	$\sum P_0 Q_0 / \sum p_0 q_0$ (%) [B]	Birim malzeme maliyet artışı (%) $[(R-N) + (B-A) / 2]$
2009	23.80	23.80	23.80	23.80	0.00
2010	26.06	25.66	24.47	23.80	-0.53
2011	21.15	25.37	19.85	23.80	4.09

Tablo 13. Toplam girdideki tüm birim maliyetler

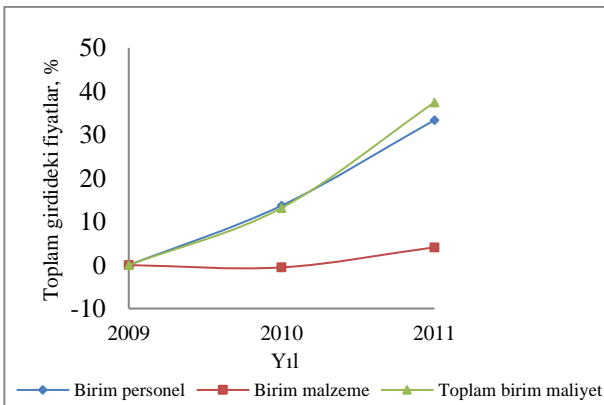
Yıl	$\frac{\sum P_t Q_t}{\sum P_0 Q_t}$ (%) [N]	$\frac{\sum P_0 Q_t}{\sum P_0 Q_t}$ (%) [R]	$\frac{\sum P_t Q_0}{P_t Q_0}$ (%) [A]	$\frac{\sum P_0 Q_0}{\sum P_0 Q_0}$ (%) [B]	Birim toplam maliyet artışı [(R-N)+(B-A)/2]
2009	232.69	232.69	232.69	232.69	0.00
2010	225.98	240.51	220.89	232.69	13.16
2011	223.15	263.12	197.75	232.69	37.45



Şekil 7. Karlılık değişimi.



Şekil 8. Kar ve maliyet oranları.



Şekil 9. Toplam girdilerdeki fiyat değişimleri.

4. Sonuç

Bu çalışmada, Zonguldak Kömür Havzasında bulunan TTK'nın beş değişik yeraltı işletmesinden alınan 2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait üretim ve maliyet verileri kullanılarak verimlilik değerlendirilmesi yapılmıştır.

e-ISSN: 2148-2683

Fisher indeks sayısına temeline dayanan toplam verimlilik ve karlılık ölçüm modelinden elde edilen sonuçlara göre ürün fiyat indeksi 2009 yılı referans yılına göre taşkömürü fiyatının 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 9.60 ve % 37.87 arttığı belirlenmiştir. Üretim maliyetlerini en çok memur ve işçi giderleri etkilemiştir. 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında memur ve işçi fiyat indeksleri %2.53 ve %17.28 yükselmiştir. Toplam girdilerin fiyat indeksi 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 3.51 ve % 17.05 arttığı, toplam tüketim değişimlerinin ise 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 4.69 ve % 0.83 yükseldiği belirlenmiştir. Verimlilik indeksi 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 2.75 ve %11.47 azalmıştır. TTK'nın 2009 referans yılına göre karlılığı 2010 yılında % 3.60, 2011 yılında % 4.46 yükselmiştir.

Zonguldak kömür havzasında hem kamu hem de özel sektör tarafından birçok yeraltı kömür ocağı işletilmektedir. Bu ocaklarda genellikle ilerletimli uzunayak yöntemi uygulanmakta olup hem iş gücü hem de elektrik, dinamit, kapsül, maden direği, demirbağ gibi girdi faktörleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Yeraltı ocaklarında girdi ve çıktı faktörlerinin fiyat ve miktar değişimlerinin takip edilmesi ve üretim planlanmasında ve ocak üretim faaliyetlerinin iyileştirilmesi çalışmalarında dikkate alınması işletmelerin performansını ve verimliliğini arttırabilecektir.

Teşekkür

Yazarlar, destekleri için Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) yetkililerine teşekkür ederler.

Kaynakça

- Ahn, S., & Abt, R.C. (2005). Productivity measurement with improved index numbers: Application to the sawmills and planing mills industry of the U.S. 1947-2000. *Forest Policy and Economics*, 8, 321-332.
- Ataman, T. (1952). Zonguldak havzasında ince damarların kıymetlendirilmesi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. 125-134s. Ankara.
- BP, (2021). Statistical review of world energy, 70th edition, 7p.
- Donovan, J. G., & Karfakis, M. G. (2004). Design of backfilled thin-seam coal pillars using earth pressure theory. *Geotechnical and Geological Engineering*, 22:627-642.
- Hailu, A., & Veeman, T.S. (2001). Alternative methods for environmentally adjusted productivity analysis. *Agricultural Economics*, 25:210-216.
- Hua-ling, S., & Gua-feng, W., & Jin-ke, L. (2008). The adjusting mining technology of combining fully mechanized with individual prop, rotating, hilt, irregular form, and double unit face on thin coal seam of Tianchen Mine. *Journal of Coal Science & Engineering China*, 14 (1), 44-48.

- Kasap, Y. (2008). Türkiye Kömür Madenciliğinde Etkinlik ve Verimlilik Gelişimi Veri Zarflama Analizi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 233s.
- Kurosawa, K. (1991). Productivity measurement and management at the company level: The japanese experience. Elsevier Science Publishing Company. 581 p/
- Mawson, P., Carlaw, K.I., & McLellan, N. (2003). Productivity measurement: Alternative approaches and estimates. New Zealand Treasury.
- Önder, S. (2006). Türkiye Bor Madenciliğinde Verimlilik Analizleri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 154s.
- Önder, S., & Konuk, A. (2018). Total productivity and profitability analyses of Turkish Boron Mining. The Journal of Engineering and Architecture Faculty of Eskisehir Osmangazi University 26:3, 107-116
DOI : <http://dx.doi.org/10.31796/ogummf.404467>
- Rogers, M. (1998). The definition and measurement of productivity, Melbourne instute of applied economic and social research. The University of Melbourne. Melbourne Instute Working Paper.
- Sink, S.D. (1985). Productivity management: Planning, measurement and evaluation control and improvement. New York: John Wiley&Sons.
- Şengün, B. (2012). İnce Kömür Damarları Üretiminde Verimlilik Analizi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 127s.
- Wang, F., & Tu, S., & Bai, O. (2012). Practice and prospects of fully mechanized mining technology for thin coal seams in China. The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 112,116-163
- Url-1, <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabiiikaynaklar-komur>, Erişim tarihi: 20.11.2022.
- Url-2, <http://taskomuru.net/tr/hakkimizda/>, Erişim tarihi: 20.11.2022.
- Url-3, <https://www.tuik.gov.tr/>, Erişim tarihi: 20.11.2022