

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNCE KÖMÜR DAMARLARI ÜRETİMİNDE**  
**VERİMLİLİK ANALİZİ**

**Bahadır ŞENGÜN**

**Haziran, 2012**

**İZMİR**

# **İNCE KÖMÜR DAMARLARI ÜRETİMİNDE VERİMLİLİK ANALİZİ**

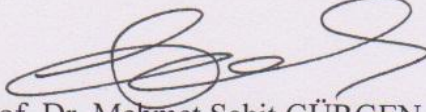
**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
Maden Mühendisliği Bölümü, Maden İşletme Anabilim Dalı**

**Bahadır ŞENGÜN**

**Haziran, 2012  
İZMİR**

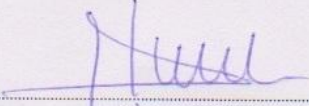
## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

BAHADIR ŞENGÜN, tarafından PROF.DR. MEHMET SABİT GÜRGEN yönetiminde hazırlanan “İNCE KÖMÜR DAMARLARI ÜRETİMİNDE VERİMLİLİK ANALİZİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



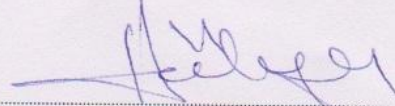
Prof. Dr. Mehmet Sabit GÜRGEN

Yönetici



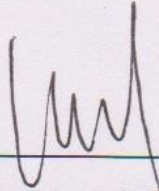
Doc. Dr. Hayati YERİCE

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Hüseyin MANAR

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim süresince beni destekleyen, bilgi ve deneyimini aktararak, tez çalışmamı bitirmeme yardımcı olan Sayın Prof. Dr. M. Sabit GÜRGEN' e teşekkür ederim.

Yüksek lisansa başladığım ilk günden beri desteğini ve bilgisini benden esirgemeyen Değerli Hocam, Yrd. Doç. Dr. M. Kemal ÖZFIRAT' a sonsuz teşekkür ederim.

Lisans eğitimimi veren Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü akademik personeline vermiş oldukları eğitim ve öğretim için teşekkür ederim.

Türkiye Taşkömürü Kurumunda çalışan değerli maden mühendislerinden Etüt, plan-proje ve tesis daire başkanı Sayın Dr. Necdet BİÇER'e, Maden Yüksek Mühendisi Dr. Özcan ÖNEY ve Jeoloji Yüksek Mühendisi Ali BALTAŞ'a, yeraltı incelemelerinde bizlere eşlik eden değerli çalışanlarına çok teşekkür ediyorum.

Yüksek lisans eğitimim boyunca tanıştığım bilgi ve eğitimlerini aldığım D.E.Ü. Maden Mühendisliği Bölümü akademik personelinin hepsine teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitiminde tanıştığım ve aynı zamanda aynı odayı paylaştığım, birlikte fikir alışverişinde bulunduğum değerli dostum Arş.Gör. M. Emre YETKİN'e çok teşekkür ederim.

Fen Bilimleri Enstitüsünün değerli çalışanlarına, özellikle öğrenci işlerinde çalışan tüm personeline çok teşekkür ederim.

Benim her zaman yanımda olan annem Hatice ŞENGÜN'e babam Yılmaz ŞENGÜN'e, kardeşim K. Çağlar ŞENGÜN'e teşekkür ediyorum.

Her zaman yanımda olan değerli eşim Aylin KAYA ŞENGÜN'E sonsuz teşekkürler ediyorum.

Bahadır ŞENGÜN

## İNCE KÖMÜR DAMARLARI ÜRETİMİNDE VERİMLİLİK ANALİZİ

### ÖZ

İnce kömür damarlarında, hem klasik hem de mekanize üretim yöntemleri uygulanmaktadır. Her iki yöntemin, birim girdi ve çıktı fiyatları ve miktarları farklı olduğu için, verimlilik analiz sonuçları da farklı olacaktır. Zonguldak Taşkömürü Havzası, ince kömür damarları rezervi açısından oldukça zengin bir bölgedir. Bu rezerv, genellikle klasik üretim yöntemleri ile kazanılmaktadır. Klasik yöntemin verimlilik ölçümünde, toplam verimlilik ve karlılığın ölçümü ve analizi olarak isimlendirilen yöntem kullanılmıştır. Üretim çalışmalarında verimi arttırmak üzere Havzada ince damara sahip bazı panolarda mekanize yönteme geçilecektir. Bu nedenle, uygulama sahasından alınan veriler doğrultusunda, klasik ve mekanize yöntemlerin ayak dibi üretim birim maliyetleri ile toplam faktör verimlilik değerleri hesaplanmıştır.

**Anahtar sözcükler:** İnce kömür damarı, verimlilik analizi, Zonguldak Taşkömürü Havzası, klasik ve mekanize üretim yöntemi

## **PRODUCTIVITY ANALYSIS IN THE MINING OF THIN COAL SEAMS**

### **ABSTRACT**

Both classical and mechanized production methods are applied in thin coal seams. Since both of them the unit input and output prices and quantities are different, results of analysis productivity will be different, too. Zonguldak Hard Coal Basin is a quite rich region in terms of thin coal seams reserves. These reserves are usually recovered by conventional production methods. The method which is called calculation and analysis of total productivity and profitability is used in measuring efficiency of conventional method. In basin, in some panels which have thin coal seams will be changed to mechanized method in order to increase efficiency. Therefore, in the line of data taken from application field, production unit costs and total factor productivity values of face end of conventional and mechanized methods are calculated.

**Keywords:** Thin coal seam, productivity analysis, Zonguldak hard coal basin, conventional and mechanized production method

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ .....	v
ABSTRACT.....	vi

### **BÖLÜM BİR – GİRİŞ .....**

1.1 Kömürün tanımı ve sınıflandırılması .....	3
1.2 Kömürün fiziksel özellikleri.....	4
1.2.1 Yoğunluk .....	4
1.2.2 Porozite .....	4
1.2.3 Gaz emme özelliği .....	5
1.2.4 Nem.....	5
1.2.5 Sertlik.....	5
1.2.6 Yansıma .....	5
1.3 Kömürün kimyasal özellikleri .....	6
1.3.1 Oksidasyon .....	6
1.3.2 Çözücülerde erime .....	6
1.3.3 Koklaşma .....	6
1.4 Zonguldak taşkömürünün özellikleri.....	6
1.5 Kömürün önemi.....	7
1.6 Dünya kömür ticareti.....	10
1.7 Türkiye kömür rezervleri.....	10



## **BÖLÜM İKİ – İNCE KÖMÜR DAMARLARINDA YERALTI ÜRETİM ÇALIŞMALARI..... 12**

2.1 Kömür damarlarının sınıflandırılması .....	12
2.1.1 Kalın kömür damarları.....	12
2.1.2 İnce kömür damarları.....	12
2.2 Kömür kazı yöntemleri.....	13
2.2.1 Manuel kazı .....	13
2.2.2 Mekanize kazı.....	13
2.2.3 Tam mekanize kazı.....	13
2.3 Mekanize kazının yapılabirliği için ön koşullar .....	14
2.3.1 Damarın eğimi ve direksiz cephenin varlığı .....	14
2.3.2 Taban taşının yapısı .....	15
2.3.3 Kazı kolaylığı ve mekanik dayanımı .....	15
2.3.4 Ara kesme ve parça büyüklüğü.....	15
2.3.5 Jeolojik arızalar.....	16
2.3.6 İlerleme yönü ve ayak uzunluğu.....	16
2.3.7 Ayak tahkimatı, dolgu ve göçertme.....	17
2.4 İnce kömür damarında uygulanan yeraltı üretim yöntemleri .....	17
2.4.1 Zonguldak Kilimli taşkömürü ocağındaki klasik üretim yöntemi.....	18
2.4.2 Sabanlı kazı ile yarı mekanize uzunayak yöntemi.....	19
2.4.3 Tam mekanize oda-topuk yöntemi .....	22
2.4.4 Tam mekanize kazı ile uzunayak yöntemi.....	25
2.4.5 Dünyadaki uygulamalar .....	26
2.4.5.1 Binhu yeraltı kömür madeni .....	26
2.4.5.2 Virginia Barue yeraltı kömür madeni .....	27
2.4.6 Amasra sahasının tanıtımı.....	27
2.4.6.1 Jeolojik özellikleri.....	28
2.4.6.2 Rezerv durumu.....	29
2.4.6.3 Ortalama damar kalınlıkları .....	30
2.4.6.4 Mekanize uzunayak uygulaması .....	31
2.4.6.5 Pano hazırlıkları .....	32

2.4.6.6 Mekanize yöntemde kullanılacak makine ve ekipman .....	33
2.4.6.6.1 Çift tamburlu kesici makine .....	33
2.4.6.6.2 Mekanize yöntemde kullanılacak yürüyen tahkimat.....	35
2.4.6.7 Nakliyat .....	37

## **BÖLÜM ÜÇ – VERİMLİLİK KAVRAMI VE ANALİZİ..... ..38**

3.1 Verimlilik kavramı .....	38
3.2 Verimlilik analizi ve çeşitleri .....	38
3.3 Kömür madenciliğinde verimlilik .....	39
3.4 Verimliliği ölçüm yöntemleri .....	41
3.5 Verimlilik ölçme ve değerlendirme modelleri .....	42
3.5.1 Kazukiyo Kurosawa modelleri .....	42
3.5.2 Amerikan verimlilik merkezi modeli (APC) .....	43
3.6 Verimlilik ölçüm parametrelerin indekslenmesi .....	43
3.7 Verimlilik ölçüm modeli .....	45
3.8 Fisher İdeal indeksi ve göreceli değer sistemi.....	47
3.9 Mutlak değer sisteminin oluşturulması .....	50
3.10 Verimlilik uygulamaları .....	51
3.11 Verimlilik ölçümü .....	55

## **BÖLÜM DÖRT – KLASİK YÖNTEMİN UYGULANDIĞI AMASRA SAHASINDA SEÇİLEN PANOYA MEKANİZE YÖNTEM UYGULAMASI VE VERİMLİLİK ANALİZİ..... ..69**

4.1 Seçilen panonun tanıtımı .....	69
4.2 Klasik yöntem için maliyet analizi .....	69
4.2.1 Tavan galerisi birim maliyeti.....	70
4.2.2 Taban galerisi birim maliyeti.....	71
4.2.3 Başyukarı birim maliyeti .....	72
4.2.4 Toplam birim maliyet .....	73
4.3 Mekanize yöntem için maliyet analizi.....	75

4.3.1 Montaj birim maliyeti .....	76
4.3.2 Üretim birim maliyeti .....	77
4.3.3 Demontaj birim maliyeti .....	78
4.3.4 Toplam birim maliyet .....	79
4.4 Verimliliklerin değerlendirilmesi .....	80
<b>BÖLÜM BEŞ – SONUÇLAR.....</b>	<b>81</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>84</b>

## BÖLÜM BİR

### GİRİŞ

Sürekli gelişim ve değişim içerisinde olan Dünya’da, üretimin ve tüketimin dengede olması ve insan ihtiyaçlarının karşılanması için elektrik enerjisi önemli bir gereksinimdir. Dünya elektrik enerjisi üretiminde kullanılacak kaynaklar hızlı bir şekilde azalmaktadır. Bu sorunun giderilebilmesi için mevcut kaynakların dengeli ve verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu kaynaklar içerisinde enerji ihtiyacını karşılamada çok kullanılan kaynaklardan biri kömürdür.

Kömür damarları, kalınlıklarına göre sınıflandırılmış olup 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 fazladır. Bu rezervin % 19’u Çin ve çevresinde bulunmaktadır (Hau-ling, Gua-feng & Jin-ke, 2008). Bu kalınlıktaki kömür damarları, klasik ve mekanize yöntemler ile üretilmektedir. Genellikle mekanize yöntemler oldukça verimli olup işgücü ve çalışma maliyetleri düşük olmasına karşın, klasik yöntemlerde işgücü ve çalışma maliyetleri yüksektir.

Kömür damarlarının üretiminde maden teknolojisinin gelişimi, mekanizasyona önemli katkılar sağlamıştır. 4 m kalınlığındaki bir kömür damarını tek seferde kesebilen makinelerden, 30 cm kalınlığı bile kesebilecek küçük boyutlu tam mekanize kesiciler geliştirilmiştir.

Son zamanlarda, ince kömür damarlarında mekanizasyon uygulamaları hızlı bir şekilde gelişmektedir (Wang, Tu & Bai, 2012). Ülkemizde ince kömür damarları özellikle Havzada mevcut olup toplam rezervin yaklaşık % 15’ni oluşturmaktadır (Ataman, 1952). Dünya’da ve Ülkemizde ince kömür damarları, kalın kömür damarlarına benzer şekilde üretilmektedir. Yalnız, makine-ekipman boyutları, kalın kömür damarlarında kullanılan makinelere nazaran daha özel ve daha küçüktür.

Ülkemizde, ince kömür damarları üretimi, genel olarak, klasik yöntemlerle yapılmaktadır. Kullanılan makinelerin yatırım maliyetleri az, üretim kapasiteleri de oldukça düşüktür. Üretim kapasitesinin düşük olması, üretim maliyetlerinin artmasına, kârlılık, verimlilik ve rekabet gücünün azalmasına neden olmaktadır.

Verimlilik, maden üretimini gerçekleştiren her işletme için önemlidir. Daha az girdi ile daha fazla çıktı elde etmek işletmelerin birincil amacıdır. Bir maden işletmesinin varlığını sürdürebilmesi için, verimliliğin ölçülmesi oldukça önemlidir. Verimliliğin ölçümü, hem verimliliğin anlaşılması hem de geliştirilmesi için yapılması gerekir.

Havzada, klasik yöntemin verimlilik analizleri, indeks sayısı yaklaşımına dayanan toplam verimlilik ve karlılığın ölçümü ve analizi olarak adlandırılan model kullanılmıştır (Kurosawa, 1991). Önder (2006) tarafından, bu model Fisher İdeal İndeksi olarak isimlendirilen indeks sayısı yaklaşımı ile yeniden yapılandırılmış ve verimlilik ölçümü bu yaklaşıma göre hesaplanmıştır.

Havzada tam mekanize yöntemin uygulaması henüz başlamamıştır. 2012 yılı sonunda, Amasra Sahasında -250 ile -300 kotları arasındaki tavan damara tam mekanize sistemi uygulanacaktır. Bu panonun damar kalınlığı 160 cm olup pano rezervi 73 440 ton'dur. Sahadan alınan veriler doğrultusunda aynı pano için hem klasik hem de mekanize yöntemin ayakdibi toplam faktör verimliliği hesaplanarak değerlendirilmiştir.

## 1.1 Kömürün Tanımı ve Sınıflandırılması

Kömür bitki kökenli değişik oranlarda organik ve inorganik yapıcı bileşenler içeren sedimanter bir kayadır. Ana elemanı karbondur ve karbonun yanı sıra hidrojen oksijen ve azottan oluşan kükürt ve mineral maddeler içeren, fiziksel ve kimyasal olarak farklı yapıya sahip bir maddedir. Bu nedenle oluşumu karbon çevrimine çok bağımlıdır. Doğada yapı, doku, bileşenler ve köken açısından, birbiriyle tam anlamda özdeş iki kömür oluşumuna rastlamak hemen hemen olanaksızdır. Kömür evrimi bataklıklarda başlar. İklimi, florası, faunası ile uygun ortamlarda çevredeki bitki, ağaç gibi maddelerin kalıntı birikimlerinin bataklık ortamında üst üste yığılarak çökmesi ve zamanla biyokimyasal ve fiziksel etkilerle değişimi sonucu milyonlarca yıllık bir süreç içerisinde oluşur. 1957 yılında, Uluslararası Kömür Kurulunca, Uluslararası Standartlar Örgütü tarafından da desteklenen genel bir sınıflama yapılmıştır. Bu sınıflamada kömürler, kalorifik değer, uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, koklaşma ve kekleşme özelliklerine göre, sert (taşkömürü) ve kahverengi (alt-bitümlü ve linyit) kömürler olarak iki sınıfa ayrılmıştır. Uluslararası genel kömür sınıflandırmasında yer alan kömürlerin tanıtıcı özellikleri Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1 Kömürlerin A.S.T.M. sınıflandırılması (Şimşek, 2007)

Ana Sınıflar	Alt Sınıflar	Külsüz baza göre Sabit C %	Külsüz baza göre Uçucu Madde %	Nemli baza göre alt kalorifik değer Kcal/kg	Özellikler
Antrasit	Meta Antrasit	98	2		Koklaşmaz
	Antrasit	92	8		Hava etkisi ile bozulmaz
	Semi antrasit	89	14		
Taşkömürü	Düşük uçucu karbon	78	22		Koklaşır
	Orta uçucu karbon	69	31		Hava etkisi ile bozulmaz
	Yüksek uçucu kül A			7 800	
	Yüksek uçucu kül B	69	31	7 200-7 800	
	Yüksek uçucu kül C			6 000-7 200	
Yarı Taşkömür (Yarı bitümlü)	Yarı taşkömürü A			6 000-7 200	Koklaşmaz
	Yarı taşkömürü B			5 200-6 000	Hava etkisi ile bozulur
	Yarı taşkömür			4 600-5 200	
Linyit	Linyit A			4 600	Sağlam yapı
	Linyit B			4 600	Gevşek yapı (koklaşmaz)

## 1.2 Kömürün Fiziksel Özellikleri

### 1.2.1 Yoğunluk

Bir kömürün yoğunluğu sabit karbon, uçucu madde, rutubet ve içerdiği kül miktarına bağlıdır. Kömür yoğunlukları, 1,1 ile 2,2 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Bazı kömür türlerinin yoğunlukları sıralanırsa, linyit 0,5-1,30 gr/cm<sup>3</sup>, bitümlü kömür 1,15-1,50 gr/cm<sup>3</sup>, antrasit 1,40-1,70 gr/cm<sup>3</sup> tür.

### 1.2.2 Porozite

Kömür içerisinde boyutları birkaç mikron ile birkaç mm arasında değişen, kılcal damar, küresel ve düzensiz şekillere sahip boşluklara gözenek adı verilmektedir. Poroziteler, kömürleşme derecelerine bağlı olarak % 3 ile % 25 arasında değişmektedir. Kömürün fazla gözenekli olması, çabuk yanmasına ve okside

olmasına neden olur. Ayrıca kömürün gaz ve sıvılarda şişme özelliği koklaşma için iyi bir ölçüdür.

### ***1.2.3 Gaz Emme Özelliği***

Kömürün en önemli özelliklerinden birisidir. Gözeneklilik ve kimyasal özellikler gaz emme özelliğini etkiler. Kömürün gaz emme özelliği doğrudan doğruya kömürün rankı ile ilişkilidir.

### ***1.2.4 Nem***

Kömür, kömürleşme derecelerine göre, farklı oranlarda nem içerir. Herhangi bir kurutma olmadığı takdirde ocak çıkışı taşkömürü % 1-3, sert linyit % 20-30, yumuşak linyit % 40-60 ve turba ise % 60'ın üzerinde nem içerir.

### ***1.2.5 Sertlik***

Kömürün, kömürleşme derecesini belirlemek için kullanılan faktörlerden birisi sertliktir. Kömürün sertliğinin belirlenmesinde Vickers sertlik deneyi daha yaygın kullanılır.

### ***1.2.6 Yansıma***

Kömürün ışığı yansıma özelliğidir. Kömürleşme derecesiyle doğru orantılıdır. Yansıma özelliği kömür damarlarının karşılaştırılmasında kullanılır. Yansıma değerleri kömürün doğal halde yeraltındaki derinliğine bağlı olarak değişmektedir. Kömürün yansıma değerini arttıran diğer faktörler ise dağ oluşumları, fay hareketleri, volkanik faaliyetlerdir.



### **1.3 Kömürün Kimyasal Özellikleri**

#### **1.3.1 Oksidasyon**

Kömür, havadaki oksijen etkisinde oksitlenir. Gözenek ve kükürt oranı yüksek olan kömür daha çabuk oksitlenir. Kömürleşme derecesi arttıkça, kömürün oksitlenmeye karşı direnci de artar.

#### **1.3.2 Çözücülerde Erime**

Kömür, bazı organik çözücülerde eriyerek değişik kimyasal özellikler gösteren bileşiklere ayrılırlar. Çözücü olarak en çok piridin kullanılmaktadır. Kömürün çözücülerde erime özelliği kömürü oluşturan maddelerin incelenmesini sağlar.

#### **1.3.3 Koklaşma**

Kömürleşmesi belirli bir düzeye erişmiş olan kömür ısıtılınca önce yumuşar, sonra şişerek gaz çıkartır ve tekrar sertleşir. Sertleşme sonucunda oluşan çok gözenekli, hafif ve gri renkli kütleye kok kömürü denir. Kömürün kok haline geçme sürecine koklaşma denilir. Her kömür cinsi koklaşmaya uygun değildir. Genellikle taşkömüründe ve H/O oranı 0,59'a eşit veya bu değerden büyük kömür ısı tesiriyle şişer ve koklaşır.

### **1.4 Zonguldak Taşkömürünün Özellikleri**

Havzadaki taşkömürünün kalorifik değeri 5450-8150 kcal/kg arasında değişmektedir. Kömürün diğer karakteristik özellikleri Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo 1.2 Zonguldak taşkömürünün karakteristik özellikleri

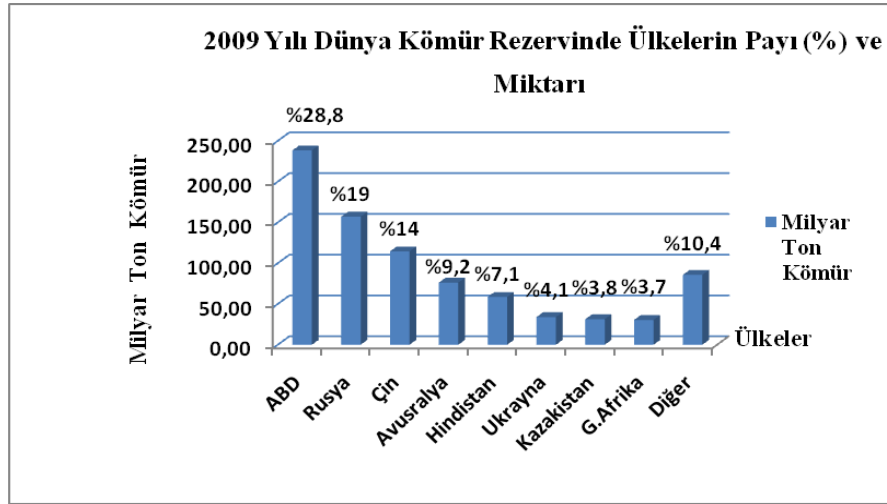
\*(ar-orijinal numune, daf-kuru külsüz, ad- havada kurutulmuş)

ÖZELLİKLER	ARMUTÇUK LAVUAR	KOZLU-ÜZÜLMEZ LAVUAR	ÇATALAĞZI LAVUAR	AMASRA LAVUAR
Rutubet (ar) %	2-14	2-14	2-14	3-14
Kül (ar) %	9	11-13	12-13	14-15
Uçucu madde (ar) %	29-34	25-27	25-27	32-35
Sabit karbon (ar) %	47-54	52-57	51-56	41-47
Üst ısı değeri (ar) Kcal/kg	6 250-7 250	6 500-7 150	6 400-7 150	5 650-6 050
Alt ısı değeri (ar) Kcal/kg	6 050-7 050	6 400-6 950	6 200-6 950	5 450-6 050
Uçucu madde (daf) %	38	32	32	43±2
Sabit karbon (daf) %	61±1	60-67	67±1	56±2
Üst ısı değeri (daf) Kcal/kg	8150	8400	6 200-6 950	7600
Karbon C (ad) %	75±2	73-76	75±2	70±3
Hidrojen H (ad) %	4+1	4+1	4+1	4+1
Kükürt S (ad) % Max.	0,9	0,8	0,8	1,5
Azot N (ad) %	1,1±0,3	1±0,2	1±0,2	1,2±0,4
Kül ergime noktası Min.°C	1 270	1350	1350	1270
ISO koklaşma değeri	Orta-zayıf	Orta-iyi	Çok-iyi	Pek-zayıf
ISO kod no	622	533-534	534	711
ISO sınıf	VIA	VC-VD	VC	VII
ASTM rank grubu	h <sub>v</sub> Ab	h <sub>v</sub> Ab	h <sub>v</sub> Ab	h <sub>v</sub> Bb
ASTM rank skalası	62-148	68-154	69-155	58-139
ASTM rank sınıfı	II-Bitümlü	II-Bitümlü	II-Bitümlü	II-Bitümlü

### 1.5 Kömürün Önemi

Kömür, fosil yakıtlar arasında dünyada çok kullanılan ve rezerv olarak zengin bulunan enerji kaynağıdır (Tablo 1.3). Bu nedenle kömürün, diğer fosil yakıtlara göre giderek artan oranda ve çok daha uzun yıllar Dünya'nın enerji gereksinimini karşılayacaktır. Dünyanın toplam antrasit-bitümlü, alt-bitümlü kömürler ve linyit rezervlerinin 860 milyar ton olduğu ve bu rezerv toplamının 411 milyar tonunun antrasit-bitümlü kömür rezervleri olduğu belirtilmektedir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi [DEKTMK], 2010). Şekil 1.1'de görüldüğü üzere ülke bazında ABD 238 milyar ton olan kömür rezerviyle Dünya kömür rezervlerinin % 28,8'ine sahip iken, Rusya % 19, Çin % 14, Avustralya % 9,2, Hindistan % 7,1, Ukrayna % 4,1, Kazakistan % 3,8, G. Afrika % 3,7, diğer ülkeler ise % 10,4'üne sahiptir. Dünya kömür rezervinin % 90'ı sekiz ülke arasında dağılmaktadır (Şekil 1.1). Türkiye toplam 12,8 milyar ton kömür rezerviyle dünya kömür rezervinin %1,5'ine

sahiptir. Dünya kömür rezervine oranla ülkemizin kömür rezervi oldukça azdır. Ülkemizdeki son beş yılın ortalama kömür üretim miktarlarına bakıldığında yıllık 70 milyon ton kömür üretilmektedir. Bu üretimin yaklaşık 2,5 milyon tonu taşkömürüdür. Bunun yanında Türkiye'nin linyit rezervi 11,5 milyar ton olup dünya linyit rezervinin %7,7'sine sahiptir (DEKTMK, 2010).



Şekil 1.1 Dünya kömür rezervleri (BP, 2010)

Tablo 1.3 Dünya kömür rezervinin ülkelere göre dağılımı ve tükenme ömürleri (DEKTMK, 2010)

Ülkeler	Bitümlü kömür rezervleri (10 <sup>6</sup> )	Subbitümlü ve Linyit Rezervleri (10 <sup>6</sup> )	Toplam Rezerv (10 <sup>6</sup> )	%	Ömür (yıl)
A.B.D.	108 501	128 794	237 295	27,6	241
Kanada	3 474	3 108	6 582	0,8	97
Meksika	860	351	1 211	0,1	130
Toplam Kuzey Amerika	112 835	132 253	245 088	28,5	231
Brezilya	–	4 559	4 559	0,5	*
Kolombiya	6 366	380	6 746	0,8	91
Venezüella	479	–	479	0,1	120
Diğer Güney ve Orta Amerika	45	679	724	0,1	*
Toplam Güney ve Orta Amerika	6 890	5 618	12 508	1,5	148
Bulgaristan	2	2 364	2 366	0,3	82
Çek Cumhuriyeti	192	908	1 100	0,1	22
Almanya	99	40 600	40 699	4,7	223
Yunanistan	–	3 020	3 020	0,4	44
Macaristan	13	1 647	1 660	0,2	183
Kazakistan	21 500	12 100	33 600	3,9	303
Polonya	4 338	1 371	5 709	0,7	43
Romanya	10	281	291	*	9
Rusya Federasyonu	49 088	107 922	157 010	18,2	495
İspanya	200	330	530	0,1	73
Türkiye	529	1 814	2 343	0,3	27
Ukrayna	15 351	18 522	33 873	3,9	462
İngiltere	228	–	228	*	13
Diğer Avrupa ve Avrasya	1 440	20 735	22 175	2,6	317
Total Avrupa ve Avrasya	92 990	211 614	304 604	35,4	257
Güney Afrika Cum.	30 156	–	30 156	3,5	119
Zimbabve	502	–	502	0,1	301
Diğer Afrika	860	174	1 034	0,1	*
Ortadoğu	1 203	–	1 203	0,1	*
Toplam Ortadoğu ve Afrika	32 721	174	32 895	3,8	127
Avustralya	37 100	39 300	76 400	8,9	180
Çin	62 200	52 300	114 500	13,3	35
Hindistan	56 100	144 500	60 600	7,0	106
Endonezya	1 520	4 009	5 529	0,6	18
Japonya	340	10	350	*	382
Yeni Zelanda	33	538	571	0,1	107
Kuzey Kore	300	300	600	0,1	16
Pakistan	–	2 070	2 070	0,2	*
Güney Kore	–	126	126	*	60
Tayland	–	1 239	1 239	0,1	69
Vietnam	150	–	150	*	3
Diğer Asya Pasifik	1 582	2 125	3 707	0,4	114
Total Asya Pasifik	159 326	106 517	265 843	30,9	57
Dünya	404 762	456 176	860 938	100	118

## 1.6 Dünya Kömür Ticareti

Dünya kömür ihracatının % 90'ı 8 ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu ülkeler; Avustralya, Endonezya, Rusya, ABD, Kolombiya, Güney Afrika, Çin ve Kanada'dır. Dünya kömür ticaretinin büyük bir kısmı taşkömürüyle ilgilidir. Taşkömürü demir-çelik endüstrisi için alternatifi olmayan bir enerji kaynağıdır. Bu yüzden dünya taşkömürü pazarında önemini korumaya devam edecektir. Bir ton taşkömürünün 2011 yılı fiyat aralığı 200-400 \$/ton arasındadır. Taşkömürü rezervinin önümüzdeki yıllarda daha da kıymetleneceği tahmin edilmektedir. Dünya taşkömürü üretilebilir rezervinin, her kaynağını değerlendirilme çabasıdır. Küresel ölçekte ticareti yapılan taşkömürünün iki ana kullanım amacı bulunmaktadır. Elektrik üretimi (buhar kömürü) ve demir çelik endüstrisinin kullanımı için kok kömürü ticareti yapılmaktadır. 2008 yılı rakamlarına göre 938 milyon ton olan Dünya kömür ticaretinin %72'si (676 milyon ton) buhar kömürü ve % 28 'i ise (262 milyon ton) kok kömürüdür.

## 1.7 Türkiye Kömür Rezervleri

Ülkemizde sınırlı doğal gaz ve petrol rezervine karşın, 535 milyon tonu görünür olmak üzere, yaklaşık 1,3 milyar ton taşkömürü ve 9,8 milyar tonu görünür rezerv niteliğinde toplam 11,5 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır (DEKTMK, 2010). Türkiye'de kömür genel olarak linyit ve taşkömürü başlıkları altında değerlendirilmekte olup taşkömürü rezervleri TTK ve özel sektör, linyit rezervlerimiz ise Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), Türkiye Kömür İşletmeleri (T.K.İ) ve özel sektör tarafından işletilmektedir. Linyit rezervleri ülke geneline yayılmıştır. Hemen hemen bütün coğrafi bölgelerde ve kırktan fazla ilde linyit rezervine rastlanılmaktadır. Linyit rezervinin %21'i TKİ, %42'si EÜAŞ, %23'ü MTA ve %13'ü ise özel sektör elindedir. Tablo 1.4 ve Tablo 1.5'de ülkemizdeki linyit ve taşkömürü rezervinin miktarı görülmektedir.

Tablo 1.4 Kurumlara göre linyit rezervi (2009)

2009 Yılı Türkiye'nin Kurumlarına Ait Linyit Rezervi (x 10 <sup>6</sup> Ton)					
Kurumlar	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam	Pay(%)
EÜAŞ	4 718	104		4 822	42
TKİ	2 239	218	1	2 458	21
MTA	1 803	685	123	2611	23
Özel Sektör	1 077	337	138	1 554	14
TOPLAM	9 837	1 344	262	11 445	100

Tablo 1.5 Türkiye taşkömürü rezervi (2009)

Rezerv türü	Koklaşmaz	Y.Koklaşabilir	Koklaşabilir			Toplam TTK (Ton)
	Amasra	Armutçuk	Kozlu	Üzülmez	Karadon	
Hazır	413 900	1 100 725	2 346 694	1 383 640	5 606 432	10 851 391
Görünür	170 828 066	9 033 413	67 690 363	136 140 603	131 458 852	515 151 297
Muhtemel	115 052 000	15 859 636	40 539 000	94 342 000	159 162 000	424 954 636
Mümkün	121 535 000	7 883 164	47 975 000	74 020 000	117 034 000	368 447 164
TOPLAM	407 828 966	33 876 938	158 551057	305 886 243	413 261 284	1 319 404 488

## **BÖLÜM İKİ**

### **İNCE KÖMÜR DAMARLARINDA YERALTI ÜRETİM ÇALIŞMALARI**

Tabaka halinde oluşmuş bir kömür veya cevher damarının tavanı ile tabanını birleştiren dik doğru parçasının uzunluğuna damar kalınlığı denir. Kömür madenciliğinde ise bu tanım, ara kesme ve yalancı tavan kalınlıkları dikkate alınmadan damardaki kömür bantlarının toplam kalınlığına kömür kalınlığı denir (Demirbilek, 1987). Yeraltı kömür üretimlerinin başarılı bir şekilde olması için bazı şartların gerçekleştirilmesi gerekir. Öncelikle maden üretiminin tam bir emniyet içerisinde, iş güvenliği ve iş sağlığı kurallarına uygun bir şekilde yapılmalıdır. Ayrıntılı incelemeler sonucunda en uygun yeraltı üretim yöntemi seçilmeli, ekonomik, verimli bir üretim gerçekleştirilmelidir.

#### **2.1 Kömür Damarlarının Sınıflandırılması**

##### ***2.1.1 Kalın Kömür Damarları***

Kömür madenciliğinde kalın damar kavramı ülkeden ülkeye değişik anlamlar alabilmektedir. Genel olarak, tek bir ayak dilimi ile alınamayan kalınlıktaki ya da günümüz mevcut madencilik sistemleriyle verimli olarak alınabilecek kalınlıktan daha kalın olan damarlara bu isim verilmektedir (Doktan ve İnci, bt). Bir başka tanımda ise mevcut üretim yöntemleri ile en fazla üretimin gerçekleştirilemediği damar, kalın damar olarak kabul edilmektedir (Demirbilek, 1987). Ülkemizde en kalın kömür damarı Adıyaman-Gölbaşı sahasında, 87 m olarak tespit edilmiştir. Bu damardan başka, 58 m kömür kalınlığı ile Afşin-Elbistan sahasında işletilmiştir. Ayrıca Bursa-Keleş 39 m, Kütahya-Seyitömer 36 m, Konya-İlgın'da 25 m kalınlığındaki kömür damarları işletilmiştir.

##### ***2.1.2 İnce Kömür Damarları***

Damar kalınlığı 80-150 cm arasında değişen kömür damarlarına ince kömür damarı denir (Donovan ve diğer., 2004). Üretilen ince kömür damarlarının rezervi

6 milyar ton'dan fazladır. Bu rezervin %19'u Çin ve çevresinde bulunmaktadır (Hau-ling ve diğ., 2008).

## **2.2 Kömür Kazı Yöntemleri**

Kömür, aşındırıcı olmayan zayıf bir formasyondur. Kömür kazısı için ilk defa 1850'li yıllarda İskoçya'da, dökme demir, kesici uç olarak basınçlı hava ile birlikte kullanılmıştır. 1900'lü yıllardan sonra elektrik enerjisinin yeraltına girişi ile kazı makinelerindeki gelişme hızlanmıştır (Tatar ve Özfirat, 2011). Kömür kazısını, kullanılan makinelere bağlı olarak dört yönteme ayırmak mümkündür.

### **2.2.1 Manuel Kazı**

Kömürün kazılmasında kullanılan ilk kazı yöntemidir. İnsan gücüne dayalı olan bu yöntemde, kazı aracı olarak kazma, yükleme aracı olarak kürek kullanılır. Zaman içerisinde martopikör adı verilen mekanik kazmaya geçilmiştir.

### **2.2.2 Mekanize Kazı**

Klasik yöntemin en önemli eksikliklerinden biri düşük üretim kapasitesinde olmasıdır. Bu eksiklik zaman içerisinde maden teknolojinin gelişmesiyle birlikte giderilmiştir. Mekanize kazıda ilk olarak kömür sabanları kullanımıyla başlamıştır. Tavan tahkimatında ise ağaç tahkimatın yanında hidrolik direk, çelik sarmalar kullanımına geçilmiştir.

### **2.2.3 Tam Mekanize Kazı**

Mekanize kazı ile birlikte, üretim kapasitelerin artmasına karşın, tavan tahkimatı mekanik olarak yapılamamaktaydı. Bu sorun, yürüyen tahkimat adı verilen hidrolik tahkimat ünitelerinin, tavanı desteklemesiyle giderilmiştir. Mekanize kazının diğer bir eksikliği ise üretim kapasitesinin düşük olmasıdır. Sabanlı kazıda kesici uçların kömüre batması ortalama 10-20 cm'dir. Bu kalınlıktaki bir dilimde kazı



yapılmaktaydı. Üretim kapasitesinin artması tamburlu kesici ve yükleyici adı verilen kesiciler yardımıyla sağlanmıştır. Bu kesiciler 50-100 cm arasındaki bir kömür dilimini ayak boyunca kazabilmektedirler.

### **2.3 Mekanize Kazının Yapılabilirliği İçin Önkoşullar**

Yeraltı ocaklarında verimliliğin ve günlük üretim kapasitesinin artması kazı-nakliyat-tahkimat ünitelerindeki mekanizasyona ve otomasyona bağlıdır.

Kazı aracının veriminin yanında, diğer takip eden tahkimat, yükleme vb. işler uyum içinde yapılmalıdır. Bunun için, iyi bir iş organizasyonu gereklidir. Kazıda mekanizasyonu sağlayabilmek için bazı fizibilite çalışmaları yapılmalıdır.

#### **2.3.1 Damarın Eğimi ve Direksiz Cepenin Varlığı**

Mekanize yöntemin uygulanması düşünülen bir kömür yatağının, damar eğiminin büyüklüğü kullanılacak makine ve ekipmanı belirlemede oldukça etkilidir. Damar eğiminin belirlenmesinin yanında kazı doğrultusu boyunca tabakaların ondülasyon gösterip göstermemesi ayrıca önem taşır. Uygulanan mekanize yöntem doğrultusunda kesici, kömür dilimini kestikten sonra kömür damarının tavan taşı, kendisini geçici bir süre tutmalıdır. En azından yürüyen ya da hidrolik tahkimatlar yerleştirinceye kadar tavan taşı kendini tutabilmelidir.



Şekil 2.1 Kazı arınındaki direksiz cephe

### **2.3.2 Taban Taşının Yapısı**

Tam mekanize bir sistemde kullanılan bir kesici yükleyicinin ortalama ağırlığı 5-50 ton arasında değişmektedir. Bu ağırlık kullanılan kesici yükleyicinin boyutlarına göre değişebilir. Bu ağırlıktaki bir makineyi kömür damarınının taban taşı üzerinde batmadan durması gerekmektedir. Eğer, taban taşı yumuşak, kırılğan bir yapıda olursa kesici kolay bir şekilde hareket edemez, taban taşına saplanır ve üretim kesintiye uğrar.

### **2.3.3 Kazı Kolaylığı ve Mekanik Dayanımı**

Kazı kolaylığı ve mekanik dayanım kömür damarına, kömürün taban ve tavan taşının mekanik mukavemetine bağlıdır. Kömür damarı içerisinde bulunabilen sağlam bir ara kesme kesicinin uçlarının çabuk aşınmasına ve ilerlemenin güçleşmesine neden olur. Bu yüzden kesici seçiminden önce kömürün ve yan taşın kesilebilirlik değerleri hesaplanmalıdır.

### **2.3.4 Ara Kesme ve Parça Büyüklüğü**

Kömür damarının içerisinde ince şeritler şeklinde yantaş bantları bulunabilir. Örneğin kömür damarı arasında killi, siltli, marnlı bantlar vardır. Bu bantların kalınlıkları kömür damar kalınlığından fazla değilse genellikle kömür ile birlikte kesilmektedir (Şekil 2.2). Bu durum kömürün kalitesini düşürmekle birlikte ilerleme miktarını da azaltmaktadır. Çok sert bantlar kesici uçların çabuk aşınmasına neden olur. Mekanizasyonun gelişimi ile birlikte kesilen kömürün parça boyutları küçülmüştür.



Şekil 2.2 Ara kesmenin mekanizasyona etkisi

### 2.3.5 Jeolojik Arızalar

Yeraltı üretim yöntemlerine kömür damar kalınlığının değişkenlik göstermesi kadar, jeolojik arızaların da çok olması mekanizasyonu olumsuz etkiler. Bilindiği üzere mekanize yöntemler bir bütündür. Bir parçanın arızası ya da şartlara uyum gösterememesi tüm üretimi durdurabilir. Bu yüzden mekanize yöntemlere başlamadan önce mevcut sahanın jeolojik etütleri ayrıntılı olarak yapılmalıdır. Üretim panosunda karşılaşılabilecek olumsuzlukları önceden bilerek gerekli önlemlerin zamanında alınması açısından, “geri dönüşlü ayak” uygulaması mekanizasyon için daha uygundur (Tatar ve diğer., 2011).

### 2.3.6 İlerleme Yönü ve Ayak Uzunluğu

Doğrultuya dik veya paralel yönde, ilerletimli ya da geri dönüşlü olarak uzunayak oluşturulabilir. Ayak uzunluğunun belirlenmesi çok önemlidir. Tamburlu kesiciyi ve zincirli oluğu çekebilecek vincin motor gücü ve halatın kopma dayanımının bu makineleri çekmeye yeterli olmalıdır. En uygun ayak uzunluğu mekanize yöntemde jeolojik özelliklere ve kömür damar yapısına bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu yüzden ayak uzunluğu ve ilerleme yönünün belirlenmesi çok önemlidir.

### **2.3.7 Ayak Tahkimatı, Dolgu ve Göçertme**

Ayak tahkimatı mekanize yöntemde ağaç tahkimat, hidrolik direk ve çelik sarma kullanılmasına karşın, tam mekanize yöntemde kesici ile birlikte yürüyen tahkimat üniteleri kullanılmaktadır. Yeraltı üretim yöntemlerinde kömür damarının tavanı emniyetli bir şekilde tutulmalıdır. Genellikle yeraltı kömür madenlerinde kömür alındıktan sonra tavan taşı arkadan göçertilir. Metalik yeraltı maden ocaklarında ise dolgulu yöntemler uygulanmaktadır.

## **2.4 İnce Kömür Damarında Uygulanan Yeraltı Üretim Yöntemleri**

Yeraltında bulunan kömür madenin emniyetli, ekonomik ve en verimli şekilde kazanmak için yeraltı üretim yöntemleri mevcuttur. Üç boyutu bilinen bir kömür damarına uygulanacak maden işletme yöntemi belirlenirken, genel olarak jeolojik, ekonomik ve yasal faktörler dikkate alınmaktadır. Jeolojik faktörler; kömür ve yan kayaçların jeo-mekanik ve fiziksel özellikleri, kömür yatağının boyutları, tektonizma, hidrojeolojik durumlar olarak sıralanabilir. Ekonomik faktörler; maden işletmesi için gerekli mali kaynak, yeterli işgücü ve üretim verimliliği oluştururken, yasal faktörleri ise; kömür yatağının bulunduğu bölgedeki yasaları, yönetmelikleri ve tüzükleri içermektedir.

İnce kömür damarının üretiminde yaygın olarak kullanılan yöntemler, kalın kömür damarının üretiminde kullanılan yöntemlerden farklı değildir. İnce kömür damarlarında yaygın olarak kullanılan yöntemler; uzun kazı arınlı, kısa kazı arınlı yöntem, topuklu yöntem ve oda yöntemidir. Bu yöntemler de kendi aralarında gruplara ayrılmakta ya da bu yöntemlerin kombinasyonları şeklinde uygulanmaktadır. Belli başlı yöntemler;

- Klasik yöntem
- Oda-topuk yöntemi
- Uzunayak yöntemi

### ***2.4.1 Zonguldak Kilimli Taşkömürü Ocağındaki Klasik Üretim Yöntemi***

Klasik yöntem oldukça eskidir. Kömür kazısı için kazma, martopikör, patlayıcı madde kullanılır. Kömürün ayakiçi nakliyatı zincirli konveyör ile sağlanır. Ayak içinden gelen kömür, bant konveyör, vagon ya da kuyu nakliyatı ile yeryüzüne gönderilir. Ayak uzunlukları 30-100 m, pano uzunlukları 100-600 m arasında değişmektedir. Taban ve tavan galerileri ayrı ayrı hazırlanır ve bu iki galeri bir başyukarı ile birleştirilir. Ayak içi tahkimatı, ağaç tahkimat, domuz damı, sürtünmeli direkler, hidrolik direk ve çelik sarmadan oluşur. Taban ve tavan galerileri ilerletimli ya da geri dönümlü olarak açılır. Geri dönümlü olarak uygulanan uzunayak yöntemi daha çok uygulanır.

Klasik ayakta, aynı vardiya içinde üretim, tahkimat ve hazırlık işleri yapılmaz. Bu işler sırasıyla bir vardiya üretim, sonraki vardiyada tahkimat ve son vardiyada bakım ve ertesi vardiya için hazırlık işleri yapılır. Klasik yöntem zaman içinde mekanize ve yarı mekanize üretim yöntemlerinin gerisinde kalmasına rağmen günümüzde de uygulanmaktadır. Bu yöntemin verimliliği düşük olmasına karşın özellikle ince kömür damarlarında küçük ve büyük ölçekli işletmelerde uygulanmasına devam edilmektedir. Bunun en önemli sebepleri; kömür damar kalınlığının az olması, damar eğiminin 30°'den fazla olması, kömür damar ve örtü tabakalarının tektonizma yüzünden ondülasyon göstermesi şeklinde sıralanmaktadır. Bu tip damarların tamamı olmasa da bir kısmının mekanizasyonla üretilmesi mümkündür. Bu amaçla, havzada mekanize yöntem için uygun panolar hazırlanmakta ve ilk mekanize yöntem başlanması planlanmaktadır.

Ülkemizde fosil yakıt ile çalışan termik santral sayısı 19'dur (EÜAŞ Sektör raporu, 2010). Bu termik santrallerin beslenmesi için ülkemizde kısa vade de olsa yeterli ve önemli miktarda yeraltı ve yerüstü kömür rezervi mevcuttur. Bu kömür rezervleri açık işletme ve yeraltı işletme yöntemleri ile üretilmektedir.

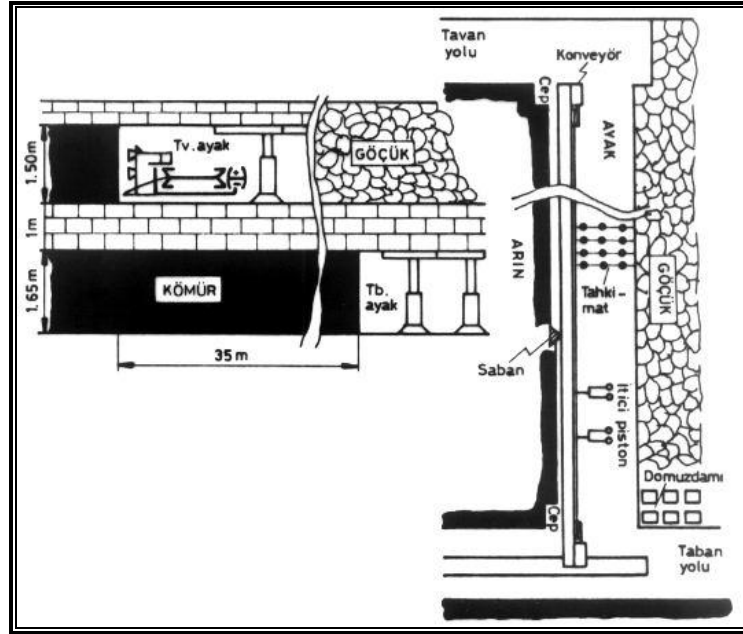
Ülkemizde klasik yöntem ile işletilen yeraltı kömür ocakları oldukça fazladır. Bu ocaklarda üretim tamamen insan gücüne dayalı olup üretim verimleri mekanize

yönteme kıyasla oldukça düşüktür. Havzada üretimin geneli klasik yöntem ile yapılmaktadır. Klasik yöntemin seçilmesinin en büyük nedeni havzanın oldukça karmaşık tektonik yapısından kaynaklanmaktadır. Tektonizmadan başka diğer jeolojik faktörler de mekanizasyonu etkilemektedir.

Havzada genellikle geri dönümlü uzunayak yöntemi uygulanmaktadır. Kilimli taşkömürü ocağında aktif halde çalışan 6 adet pano mevcuttur. Çalışılabilecek ayak uzunlukları 140-352 m arasında olup pano uzunlukları 50-250 m arasındadır. Kömür damar kalınlıkları 1,85-2,75 m arasında olup bazen kalınlıklar 30 cm'ye kadar düşebilmektedir. Damar eğimleri 20°-60° arasında değişmektedir. Uzunayakta kömür üretimi, martopikör kullanan kazmacılar ile yapılmaktadır. 45 metre uzunluğundaki bir ayakta, günde 1 havelik ilerleme için vardiyada ortalama 25 işçi çalışmaktadır.

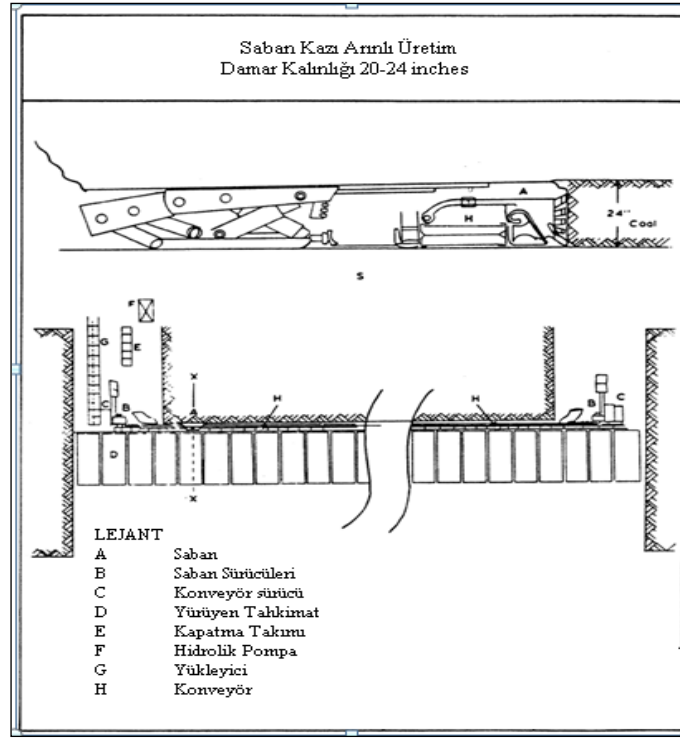
#### ***2.4.2 Sabanlı Kazı ile Yarı Mekanize Uzunayak Yöntemi***

Damar kalınlığı 45-80 cm olan kömür damarlarında sabanlı kazı ile başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Çok ince, yumuşak ve orta sertlikteki damarlar için geliştirilmiş olan koparıcı saban 1970'li yıllarda Almanya'da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bugün daha da geliştirilen bu tip sabanlar damar özelliklerine göre 0,55 metreden 3,0 metre kalınlığa ve 54° eğime kadar uygulanabilmektedir. Özellikle Almanya Ruhr havzası kömür rezervi sabanlı kazı ile başarılı bir şekilde üretilmiş, daha sonraları tam mekanize kesici-yükleyici makinelere geçilmiştir. Ülkemizde ilk kez koparıcı saban uygulaması 1982 yılında Zonguldak Gelik bölgesinde denenmiş, taşkömürünün yapısal ve jeolojik özelliklerinden dolayı etkin olarak kullanılamamıştır. Bu yüzden sistem Zonguldak Havzası için birim maliyetler açısından incelenememiştir. Daha sonra bu sabanlar, Orta Anadolu Linyit İşletmesine 1983 yılında kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 2.3). 800 m pano uzunluğu, 165 m ayak uzunluğu, 1,5 m damar kalınlığı ve 14° damar eğiminde 287 100 ton kömür, koparıcı sabanla üretilmiştir. Yarı-mekanize yöntem uygulamasında ayak tahkimatı olarak hidrolik direk, çelik sarma kullanılmıştır (Tatar ve diğer., 2011). Sabanlı kazı için hazırlanan ayaklarda vardiyada ortalama 460 ton kömür üretimi sağlanmıştır (İstanbuluoğlu, Bt).



Şekil 2.3 Kopardıcı sabanın ülkemizdeki uygulaması

Şekil 2.3’da görüldüğü üzere ana mekanizma sabanlar ve konveyör üzerinde gerçekleşir. Konveyör üzerine montajlı saban, bir ileri bir geri hareket ile kömür kazısını gerçekleştirir. Üretilen kömür, sabanın üzerinde durduğu konveyör içersine dökülür. Kazı sırasında tavan çökmelerini önlemek için hidrolik tahkimat üniteleri kullanılır. Sabanlı kazıya başlamadan önce ayak başı ve ayak sonu bitim yerlerine 4’er metre uzunluğunda (kopardıcı saban bu uç noktaları koparamadığı için) ceplerin kazma ile açılmış olması gerekir. Sabanın kesim boyu ayarlanarak kopardıcı saban kazı arınına itici pistonlarla itilir. Ayakta çalışma başlayınca, saban da kömürü bir kesim derinliği kadar kömürü arından kazarak ve konveyöre yükleyerek ayağın öteki ucundaki cebe kadar gider. Bu arada konveyör bir kesim derinliği (5-8 cm) kadar itilir. Saban öteki uçtan başlayıp tekrar kazarak ve yükleyerek geriye döner. Bu şekilde saban ayağın bir ucundan, öteki ucuna gidip gelerek haveyi açar. Have 1,2 m’dir. Have açıldıktan sonra ayak içi tahkimatları ucuna emniyet sarmaları bağlanır (Şekil 2.4). Sonraki tahkimat vardiyasında ve aynı vardiya öne çekilir. Bu tip saban 1,5 m kalınlığa kadar olan kömür damarında etkin ve verimli olarak uygulanır.



Şekil 2.4 İnce kömür damarı içerisinde saban uygulama kesiti

Sabanlı kazının olumsuz bir yönü, sabanın kesici uçlarının kömürü tam olarak kesememesidir. Bu durum kesici uç tasarımlarının, kömür ve taşkömürünün kesilebilirliğine göre giderilebilir.



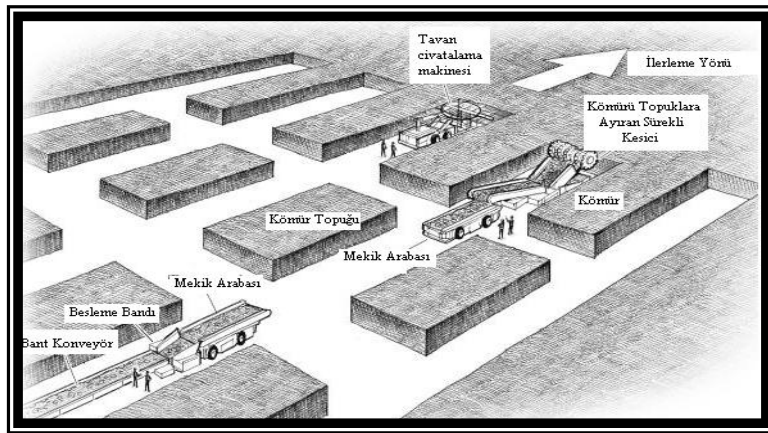
Şekil 2.5 Sabanlı üretimde kullanılan makineler



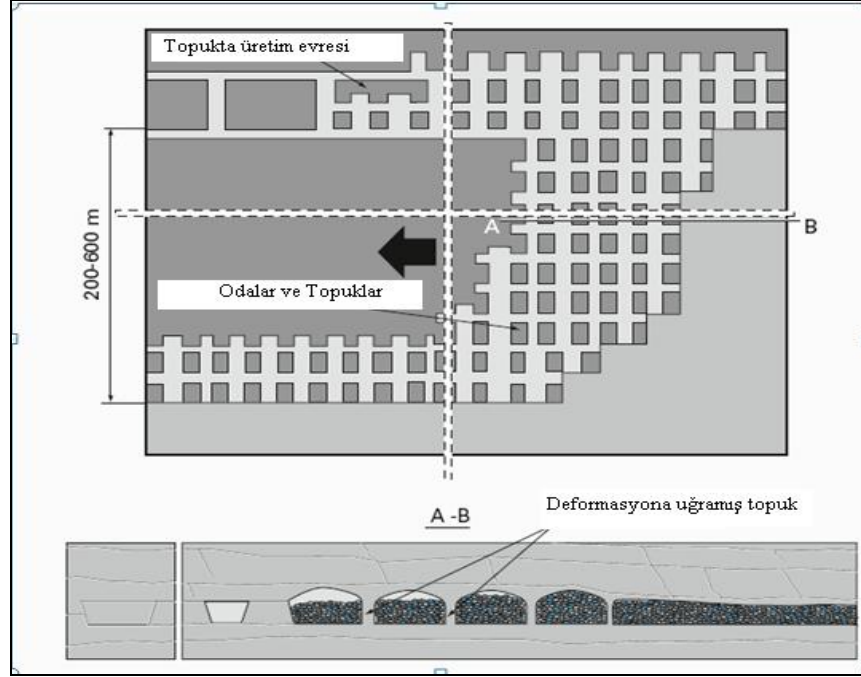
### 2.4.3 Tam Mekanize Oda-Topuk Yöntemi

Oda-topuk mekanize yöntemi, belirli sınırlarda ve düz olarak yataklanmış damarlarda uygulanabilir. Topuklu yöntemlerde ana prensip, panonun galeriler yardımıyla kare ya da dikdörtgen şeklinde bölümlere ayrılmasıdır. Galerilerin çevrelediği bu kömür bölümlerine topuk denilmekte ve üretimin büyük kısmı bu topukların kazanılmasından oluşmaktadır (Gürgen ve Köse, 1991). Ülkemizde oda-topuk yöntemi mekanize olmamakla birlikte, özellikle metalik madenlerde uygulanmaktadır. Bu yöntem Amerika'da ince ve eğimi 0-10°'den az olan kömür damarına sahip kömür ocaklarında başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Odaların yüksekliği kömür damarının kalınlığı kadar, genişliği 3-10 m uzunluğu ise 50-100 m arasında seçilmektedir. Şekil 2.6 ve Şekil 2.7'de oda-topuk yönteminin üst ve kesit görünüşü verilmektedir. Bu planda enine ve boyuna damar içi galerileri açılarak, tüm damar oda ve topuklara ayrılır. Topuklar ve odalar bağlantı yollarıyla birleştirilir. Kömür damarı içerisine açılan odalar ve bağlantı yollarından kömür üretimi gerçekleştirilir.

Küçük boyutlu sürekli kesiciler keşfedilmeden önce odalar delme patlatma işlemleri ile açılmaktaydı. Önce kömür damarı içerisine delici makineler ile delikler açılırdı. Açılan delikler patlayıcı maddeler ile doldurulur ve ateşlenirdi. Son olarak da kazanılan kömür, yükleyiciler ve taşıyıcılar yardımıyla taşınırdı. Bütün bu adımların uygulanması hem zor hem de zaman alıcı çalışmalardı.

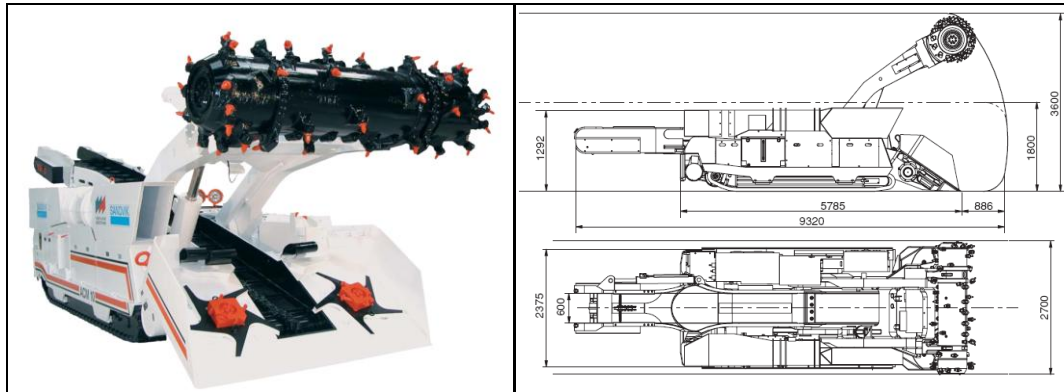


Şekil 2.6 Oda-topuk üretimi plan görünüşü



Şekil 2.7 Oda-topuk üretimi kesit görünüşü

İnce damarlarda çalışabilen küçük boyutlu sürekli kesicilerin keşfedilmesi oda-topuk üretim yöntemini kolaylaştırmıştır. Günümüzdeki üretimlerde sürekli kesicilerle birlikte, mekik arabaları ve tavanı desteklemek için de tavan civatası kullanılmaktadır.



Şekil 2.8 Sürekli kesicinin genel görüntüsü ve çalışma yükseklikleri

Şekil 2.8’de görüldüğü üzere sürekli kesicinin döner kafası üzerinde bulunan kesiciler kömürü damardan koparır. Yüksekliği ayarlanabilir döner tambur, damar kalınlığı değişikliklerine uyum gösterir.

Tablo 2.1 Sürekli kesicinin fiziksel boyutları

Makine yüksekliği (mm)	1 290
Nakliyat için genişlik (mm)	2 700
Toplam uzunluk (mm)	9 320
Döner kafanın asgari yüksekliği (mm)	1 800
Döner kafanın azami yüksekliği (mm)	3 600
Toplam ağırlık (kg)	39 000
Toplam güç (kW)	284
Zeminden yükseklik (mm)	250

Tablo 2.2 Sürekli kesicinin kesme sistemi boyutları

Tambur çapı (mm)	950
Tambur genişliği (mm)	2 700
Tambur hızı (rpm)	42
Tambur uç açıklığı (mm)	91
Kesici uç açıklığı (mm)	30
Kömür kesme oranı (t/h)	200
Kesme hızı (m/sn)	2,1

Tablo 2.3 Sürekli kesicinin yükleme sistemi özellikleri

Yükleme kapasitesi (t/sa)	15
Yükleme genişliği (mm)	2 500
Yükleme gücü (kW)	36
Zincir hızı (m/sec)	2,2
Konveyör genişliği (mm)	600
Toplama kolları hızı (rpm)	62

Tablo 2.1, Tablo 2.2, Tablo 2.3 sürekli kesicisinin teknik özelliklerini vermektedir. Tablo 2.1 incelendiğinde sürekli kesicinin asgari yüksekliği 180 cm'dir. Bu yükseklikte başarılı bir şekilde kazı yapabilir olması teknolojinin maden üretimine önemli katkısıdır. Makinenin olumsuz bir yönü ise, damar eğiminin 15°'den fazla ve kalınlığının aşırı ondülasyon gösteren kömür damarında kullanılamamasıdır. Makinenin ağırlığı 39 ton'dur. Bu ağırlıktaki bir makineyi eğimli damarlarda kazı arınında tutabilmek zordur ancak bu makinenin taban ve tavan yollarına vinç sistemleri kurularak ayak içinde bu vinçlerden gelecek halatlar yardımı ile tutulması sağlanabilir. Dikkat edilmesi gereken ayak uzunluğudur çünkü

ayak uzunluğu arttıkça halatların mukavemetleri zorlanacak ve kopmalar meydana gelebilecektir.

Havzada oda-topuk yöntemi uygulanmamıştır, genel yapı olarak damarlar eğimlidir. Damar kalınlıkları tektonizma yüzünden değişkenlik gösterir. Bu sorunlar oda topuk yöntemini kısıtlayan önemli faktörlerdir.

#### ***2.4.4 Tam Mekanize Kazı ile Uzunayak Yöntemi***

Kalın kömür damarlarında üretim, tamburlu kesici yükleyici makinelerle yapılarak damar bir seferde veya dilimlere ayrılıp kazanılmaktadır (Şekil 2.9). Tamburlu kesici yükleyicilerde kullanıldıkları günden bugüne kadar birçok gelişme olmuştur. Bu makineleri tambur kolunun hareketine göre genel olarak “sabit tamburlu” ve “hareketli tamburlu” olarak ayırmak mümkündür. Hareketli tamburlu kesici yükleyici makineler ise, ortadan ve L tipi olarak sınıflandırılabilir (Tatar ve diğer., 2011).



Şekil 2.9 L tipli tamburlu kesici

Kalın kömür damarlarının üretiminde kullanılan kesici yükleyicilerin, daha küçük boyutlu olan makinelerin üretilmesiyle ince damarlarda da tam mekanize olarak üretim gerçekleştirilebilmektedir. İspanya'nın Asturias bölgesinde küçük boyutlu tambur tipli kesici yükleyiciler kullanılarak tam mekanize yöntem kullanılmıştır.

Kömür damar kalınlığı 0,9-1,3 m, damar eğimi 60° ve ayak uzunluğu 80 m'dir. Tamburlu kesicinin vardiyadaki üretim miktarı 2700 kg olmuştur. Benzer şekilde İspanya'nın Paulina, Santiago, Pumarabule, Samuano yeraltı kömür ocaklarında, damar kalınlığı ortalama 1,5 metrenin altında olup başarılı bir şekilde mekanize kömür üretimi gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde Zonguldak Kömür Havzasında mekanize yöntem uygulama çalışmaları devam etmektedir. İspanya yeraltı kömür madenlerinde kurulan mekanize yöntemin benzeri Zonguldak Amasra sahasında kurulacaktır.

#### ***2.4.5 Dünyadaki Uygulamalar***

Amerika Birleşik Devletleri, dünyanın önde gelen kömür üreticilerindedir. Amerika'da yaklaşık olarak 1400'e yakın fosil yakıt ile çalışan termik santral vardır. Termik santrallerinin sayısının çok fazla olması, Amerika'nın Dünya kömür rezervinin yaklaşık %25'ine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Dünyanın önemli kömür üreticilerinden biri de Çin'dir. Çin Dünya kömür rezervinin yaklaşık %14'üne sahiptir. Mevcut kömür rezervlerini ekonomik ve uygun kömür üretim yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. Çin ve çevresindeki bu rezervler tam mekanize, yarı mekanize ve klasik yöntemler ile üretilmektedir.

##### ***2.4.5.1 Binhu Yeraltı Kömür Madeni***

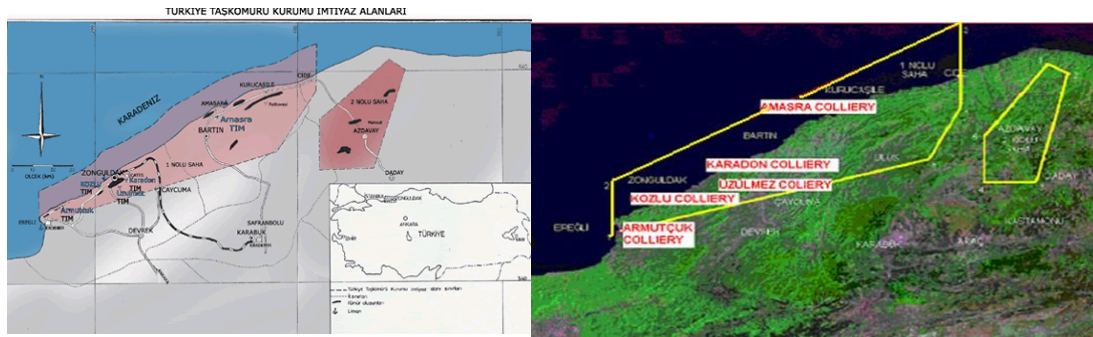
Çin'in önemli kömür üreticilerinden biri olan Shanxi eyaletinde, Datong Kömür Madeni Grubuna bağlı Binhu kömür madeninin damar kalınlığı ortalama 1,3 metredir. Yeraltı kömür üretim yöntemi tam mekanize olup tamburlu kesici kullanılmaktadır. Kömür kazı arının tavanı hidrolik yürüyen tahkimatlar ile desteklenmektedir. Kazılan kömür zincirli konveyör ile nakli yapılmaktadır. Günlük üretim miktarı 3 504 t/gün olup yıllık üretim miktarı ortalama 1,5 milyon ton kömürdür.

#### 2.4.5.2 Virginia Barue Yeraltı Kömür Madeni

Virginia kömür madenlerinin detaylı araştırmaları 1951 yılında yapılmış olup damar kalınlığı 35-70 cm arasında olan sahanın kömür rezervi 3,5 milyar tondan fazladır. Mevcut rezerv tam mekanize yöntemle üretilmektedir. Bu yöntemde uzunayak ve oda-topuk yöntemi başarılı bir şekilde uygulanmaktadır.

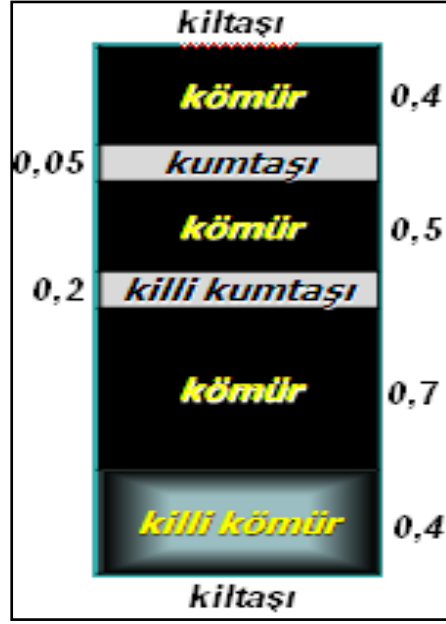
#### 2.4.6 Amasra Sahasının Tanıtımı

Amasra Sahası Zonguldak İlının 90 km doğusunda, yaklaşık 49 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahip olup batıda Tarlaağzı köyü, doğuda Abbasköy, Saraydüzü, Karainler köyleri, kuzeyde Karadeniz ve güneyde Bartın Merkez ili ile sınırlanmıştır (Şekil 2.10). Bu sahanın Amasra–A Sahası olarak isimlendirilen Kuzey'deki bölümü 13,5 km<sup>2</sup>'lik bir alan olup halen bu sahada -400 kotuna kadar istihsal ve hazırlık çalışmaları Müessese tarafından yürütülmektedir. Sahanın Amasra–A Sahası dışında kalan bölümü Amasra–B Sahasını oluşturmaktadır. (TTK sektör raporu, 2011).



Şekil 2.10 Zonguldak taşkömürü üretim sahaları

Mekanizasyonun uygulanacağı pano Amasra sahasının güneyinde bulunmaktadır. Dik damar panolarının bulunduğu bu sahada kat hazırlıkları halen devam etmektedir. Proje, bu sahada kuzeybatı-güneydoğu doğrultusu boyunca uzanmakta olan tavan damar panosunda uygulanacaktır (Şekil 2.12). Pano -250 ile -300 kotları arasında rekup galerilerine topuk bırakıldıktan sonra güneybatı ve kuzeydoğu olmak üzere iki ayrı ayak dönümlü olarak çalışacak şekilde hazırlanmaktadır.



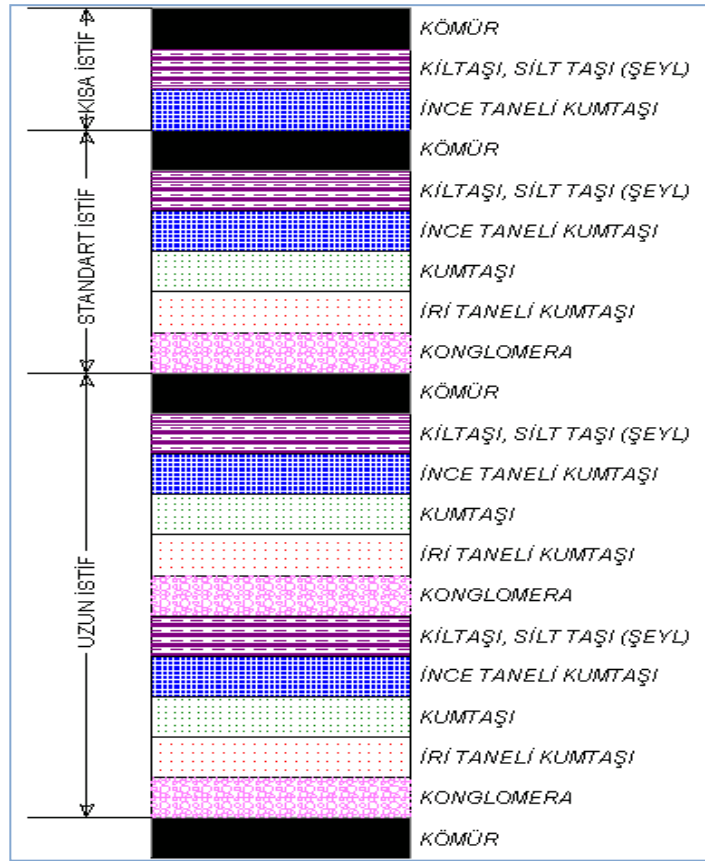
Şekil 2.11 Mekanize ayağın uygulanacağı tavan damar stampı

Tavan damar panosunun rezervi 140 000 ton'dur. Dik damar panolarının bulunduğu bölgede tavan damarından başka kalın damar ve taşlı damara ait panolar da bulunmaktadır. Mekanize ayak uygulamasının gerçekleştirileceği panodaki tavan damarının stampı yer yer değişiklik göstermekle birlikte bir fikir vermesi açısından Şekil 2.11'da gösterilmiştir.

#### 2.4.6.1 Jeolojik Özellikleri

Havzada, 1941-1999 yılları arasında 98 adet sediman (kırıntılı) sondaj yapılmıştır. Bu sondajlarda 87 820 m ve 55 adet karotlu sondajda 54 773 m olmak üzere toplam 153 adet sondajda 142 594 m ilerleme kaydedilmiştir. Bölgede gerek Karbonifer arazisinden gerekse örtü serilerinden yapılan sondajların tamamı kömür damarlarını da içeren Karbonifer yaşlı kömür serilerini beklentiler doğrultusunda kesmiştir. Şekil 2.12 incelendiğinde kömür bantlarının yanında, kumtaşı, iri taneli kumtaşı, ince taneli kumtaşı, konglomera, kil ve silt taşı bantları görülmektedir. Havzada, bugüne kadar sınırlı bir alanda yaptığı yeraltı kömür üretimini Wesfaliyen A Serisi ve Wesfaliyen C Serisi içerisindeki kömür damarlarından yapmıştır. Weastfalien A Serisi içerisindeki damarlar koklaşabilir özelliktedir. Wesfaliyen C serisi içerisindeki

damarların koklaşma özelliği yoktur. Yapılan çalışmalardan elde edilen verilere göre, bölgede Westfalien A serisi içerisinde varlığı tespit edilen ancak yanal devamlılığı olmayan başka damarlarda tespit edilmiştir (TTK sektör raporu, 2011). Hersinien ve Alpin orojenezine maruz kalan Amasra kömür havzasının jeolojik yapısı son derece kırıklı ve kırıklıdır. Karbonifer içindeki kömür damarları süreksiz bir yapı göstermektedir. En önemli fay, rezervi ikiye bölen Merkez Fayıdır. Merkez Fayından başka, Tuna Fayı, Karapınar Fayı, Bölen Fayı, Doğu Fayı, Kuzey Fayı belli başlı diğer faylardır.



Şekil 2.12 Amasra sahasının litolojik yapısı

#### 2.4.6.2 Rezerv Durumu

Tablo 2.4 ve 2.5'te Amasra A sahasının rezerv durumu gösterilmektedir. Tabloda da görüldüğü üzere yirmi milyon tondan fazla taşkömürü rezervi vardır. Amasra havzasındaki taşkömürünün en önemli eksiği koklaşmaz nitelikte olmasıdır.



Tablo 2.4 2011 Ocak ayı itibariyle Amasra sahasının rezerv durumu (x1000 ton)

Kotlar	İşletilebilir	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
-100/-250	947	3 569			4 516
-250/-350	4 050	544	2 588		7 182
-350/-450	3 892		711		4 603
-450/-550				4 599	4 599
Toplam	8 889	4 113	3 299	4 599	20 900

Tablo 2.5 2011 Ocak ayı Amasra B sahasının rezerv durumu (x1000 ton)

KATLAR	-250 Üstü	-250/-500	-500/-750	-750/-1000	-1000/-1200	TOPLAM
GÖRÜNÜR	26 823	61 304	44 404	32 175	4 788	164 706
MUHTEMEL	9 927	20 154	28 471	36 906	12 613	108 071
MÜMKÜN	5 241	5 783	23 702	36 066	48 042	118 834
TOPLAM	41 991	87 241	96 577	105 147	65 443	391 611

#### 2.4.6.3 Ortalama Damar Kalınlıkları

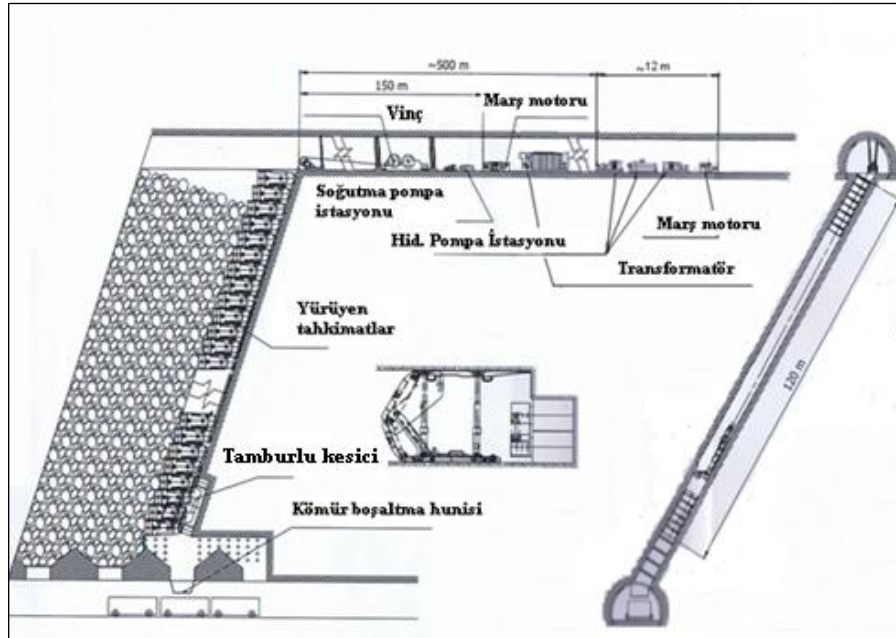
Amasra Sahasındaki Karadon Serisi damarlarının ortalama kalınlıkları 0,6-3 m arasında değişmektedir (Tablo 2.6).

Tablo 2.6 Amasra sahasındaki Karadon serisi ortalama damar kalınlıkları

Damar Adı	Kalınlık (m)
Tavan Damar	1,40-3,00
Kalın Damar	3,00-4,00
Taşlı Damar	2,50-3,00
Kurudere	0,60-1,50
Özgün	1,50-1,00
Üçüncü	1,10-0,90
İkinci	1,50-1,25
Birinci	1,50-1,00
Çınarlı	2,15-1,75

#### 2.4.6.4 Mekanize Uzunayak Uygulaması

Mekanize yönteminin uygulama çalışması Amasra sahasının -250 ile -350 kotlarındaki tavan damarda uygulanacaktır (Şekil 2.14). Ortalama damar kalınlığı 160 cm ve damar eğimi  $52^\circ$  olup pano boyu 300-330 m, ayak boyu 75-120 m olarak planlanmaktadır (Şekil 2.13). Toplam kömür rezervi bu pano için, 73 440 ton olarak hesaplanmıştır. Ayaktaki kömür kazısını çift tamburlu kesici yükleyici, tahkimat olarak ise yürüyen tahkimat kullanılacaktır. Uygulanacak yeraltı üretim yöntemi, geri dönüşlü göçertmeli uzunayak yöntemi olup damar içi galeri hazırlıkları patlayıcı madde kullanılarak yapılmaktadır. Taban galeri kesiti  $10\text{m}^2$ , tavan galeri kesiti  $14\text{m}^2$ 'dir. Bu galeriler hidrolik direk ve mafsallı çelik sarma kullanılarak tahkim edilecektir. Ayak içi nakliyat çift zincirli konveyör ile yapılacak, oluktan gelen kömür ayak dibinde bulunan kömür toplama silosuna verilip, buradan da 5 tonluk vagonlar ile nakliyatın yapılması planlanmaktadır. Tamburlu kesicinin her vardiyada 80 cm ilerleme olmak üzere günde 2,4 metre ilerleme öngörülmektedir. Kesici kafa 80 cm'lik bir ilerlemeyi 1 saatte tamamlayacak, ortalama damar kalınlığı 160 cm olan damarı 2 saatte kesebilecektir.



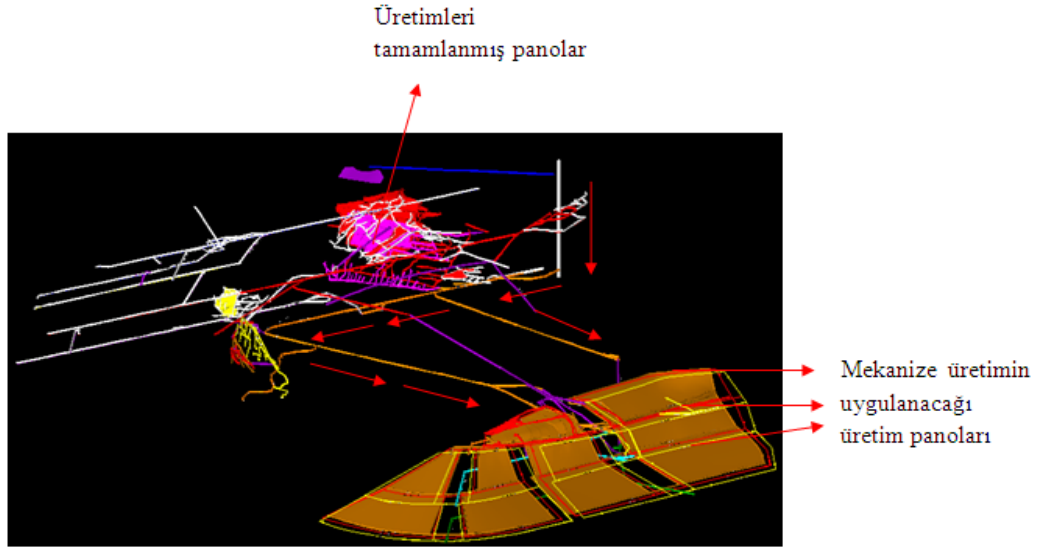
Şekil 2.13 Planlanan mekanize sistemin kesit görünüşü



Şekil 2.14 Mekanize yöntemin uygulanacağı tavan damara ait panoların planı

#### 2.4.6.5 Pano Hazırlıkları

Mekanize pano -250 ile -350 kotlarındaki tavan damara kurulacaktır. Amasra sahasında üretimi tamamlanmış ve üretime devam eden panolar bulunmaktadır (Şekil 2.15). Bu ayaklarda, klasik yöntem uygulanmaktadır. Bu panoların hazırlıkları için, yeryüzünden -250 kotuna kadar 6,5 m çapında 260 m uzunluğunda bir kuyu açılmıştır. Ana nakliye galerileri beton kemer ve çelik kemer sistemi ile tahkim edilmektedir. Çelik bağlar arasına çelik fırçalar kullanılması yeryüzünden gelen basınçlara karşı mukavemetini artırmaktadır. Kuyu ihraç vincinin kapasitesi 5,5 tondur. Tamburlu kesici ve yürüyen tahkimatlar kuyudan -250 kotuna indirilecektir. Kuyu dibine indirilen tamburlu kesici ve yürüyen tahkimatlar burada bulunan akülü lokomotifler yardımı ile -300 kotuna nakledilecektir. Mekanize panonun, kuyu dibine uzaklığı yaklaşık 2,5 km'dir. Ayak başına kurulan vinçler yardımıyla yürüyen tahkimatlar başyukarıdan aşağıya indirilecek ve montaj işlemleri yapılacaktır. Üretimde çift tamburlu kesici kullanılacak olup tambur vinç yardımı ile hareket ettirilecektir.



Şekil 2.15 Amasra taşkömürü işletmesi mekanize ayağın uygulanacağı panoların modellenmesi

#### 2.4.6.6 Mekanize Yöntemde Kullanılacak Makine ve Ekipman

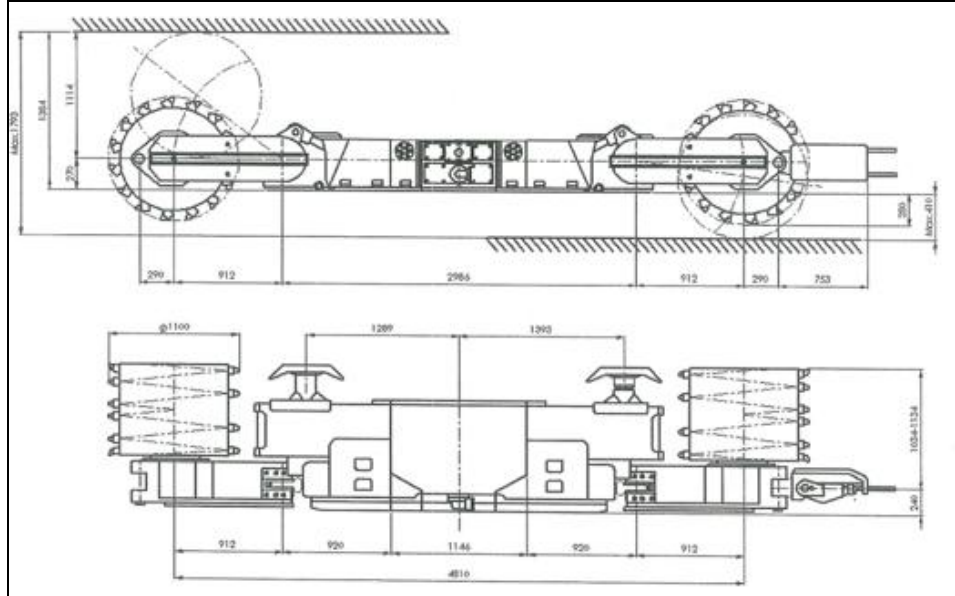
Mekanize yöntemin tam uyum içinde çalışabilmesi için, tüm mekanizmanın başarılı bir şekilde ilerlemesine bağlıdır. Mekanize yöntemin en önemli ekipmanlarından biri tamburlu kesicidir. Kesicinin ayak içi performansı ve günlük ilerleme miktarı çok önemlidir. Hazırlanan panoda kesicinin ve yürüyen tahkimatların montaj, demontaj ve üretim süresi 7 ay olacak şekilde planlanmaktadır. Hazırlanan panoda taşkömürü miktarı 73 440 ton olup mekanize sistem ile bu pano üretildikten sonra, hazırlanan diğer panolarda üretimlere devam edilecektir.

**2.4.6.6.1 Çift Tamburlu Kesici Makine.** Şekil 2.17’de çift tamburlu kesicinin yan ve üst kesit görünüşleri görülmektedir. Kesicinin teknik özellikleri Tablo 2.7’de verilmektedir. Kesicinin tambur çapı 1100 mm olup tamburun üzerine kesici uçlar montajlanmıştır. Tamburlu kesicinin uzunluğu 3932 mm olup damar kalınlığı 100 cm’e kadar olan kömürleri bile mekanize olarak kazabilecektir. Damarın eğimi  $52^\circ$  olup bu eğimde makineleri ve tamburlu kesici tutmak oldukça zordur. Şekil 2.16’da mekanize yöntemde kullanılacak tamburlu kesicinin bir örneği görülmektedir. Bu uygulama İspanya’nın Austiras bölgesindeki maden ocaklarından görünümüdür. Damar kalınlığı ortalama 100 cm ve damar eğimi  $55^\circ$ ’dir.



Şekil 2.16 İnce kömür damarlarında kullanılan tamburlu kesici makine

Tamburlu kesicinin toplam ağırlığı 8300 kg ve bir adet yürüyen tahkimatın ağırlığı ise 4500 kg' dır. Bu ağırlıktaki mekanize sistemi 52°'lik bir eğimde tutmak için önlemler alınmalıdır. Önlem olarak taban ve tavan galerilerine vinçler sabitlenmiştir. Bu vinçlerdeki halatlar yardımı ile mekanizmanın ayakta devamlılığı sağlanmak istenilmektedir. Elbette ki uygulama esnasında tahmin edilebilir veya tahmin edilemeyen sorunlar oluşabilecektir.

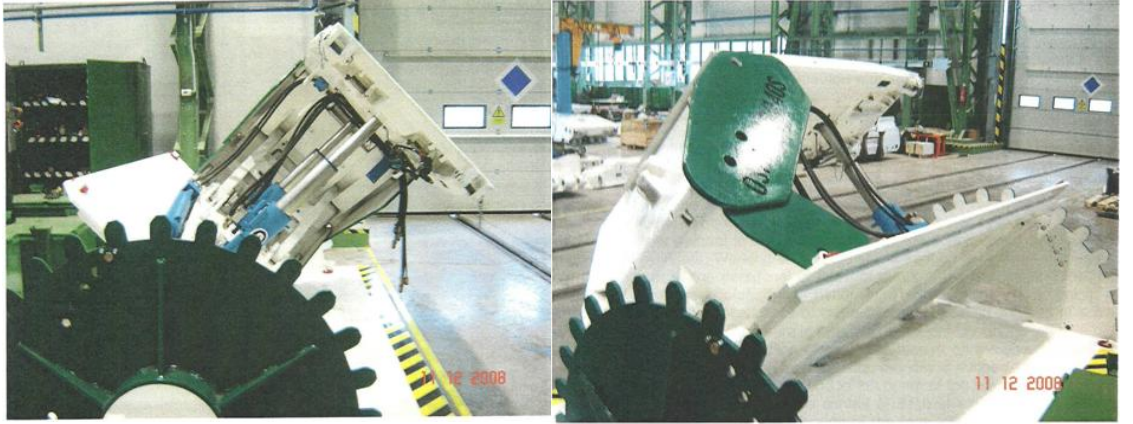


Şekil 2.17 Çift tamburlu kesicinin teknik resmi

Tablo 2.7 Çift tamburlu kesicinin teknik özellikleri

Motor gücü (kW)	120
Tambur çapı (mm)	1 100
Damar aralığı (m)	1,1-1,8
Kesicinin toplam ağırlığı (kg)	8 300
Kesme hızı (m/s)	2,05
Tamburlu kesicinin uzunluğu (mm)	3 932
Kesici genişliği (mm)	940
Kesicinin yüksekliği (mm)	480
Tamburun dönüş devri (rpm)	65

2.4.6.6.2 *Mekanize Yöntemde Kullanılacak Yürüyen Tahkimat.* Yöntemin kazı işlemi tamburlu kesici ile yapılacak, tavan ise yürüyen tahkimatlarla geçici olarak tutulup ilerlemeden sonra, tavan göçertilecektir. Şekil 2.18’de yürüyen tahkimatların test ortamında çekilen resimleri verilmiştir. Bu resimlerde yürüyen tahkimatların yüksek eğimlerde durabilirlikleri test edilmektedir.

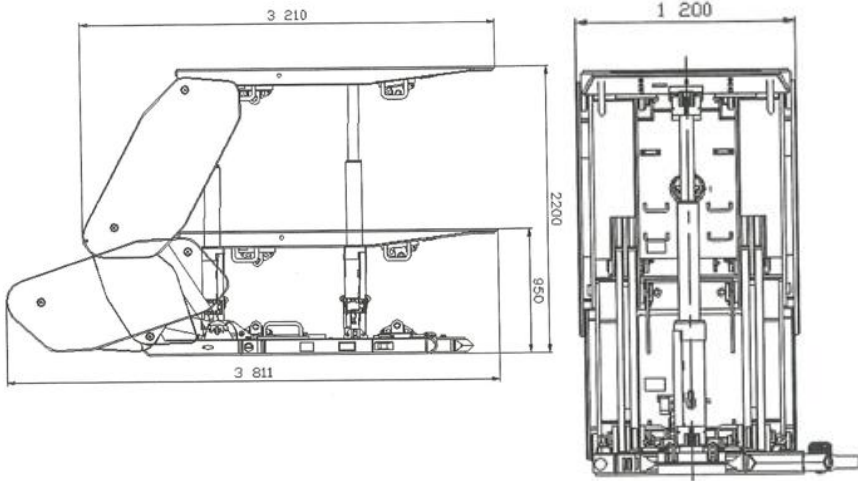


Şekil 2.18 Yürüyen tahkimatların eğimli platform üzerindeki test düzenekleri

Yürüyen tahkimatların çalışma yüksekliği 95-220 cm arasında değişmektedir. Tahkimatlar temel bazı parçalardan oluşur. Bu parçalar; şilt, hidrolik direkler (2 adet) ve hidrolik kontrol sistemidir. Tablo 2.8’de yürüyen tahkimatın teknik özellikleri, Şekil 2.19’da yürüyen tahkimatın teknik resimleri gösterilmektedir.

Tablo 2.8 Yürüyen tahkimatın teknik özellikleri

Minimum şilt yüksekliği (mm)	950
Maksimum şilt yüksekliği (mm)	2 200
Çalışabilme eğimi (°)	40-65
Şilt genişliği (mm)	1 200
Hidrolik direk çapı (mm)	130
Hidrolik direklerin yük taşıma kapasitesi (kN)	478
Şiltlerin yük taşıma kapasitesi (kN)	953
Zemine gelen maksimum basınç (Mpa)	457
Şilt ağırlığı (kg)	4 500



Şekil 2.19 Yürüyen tahkimatın ön ve yan perspektifleri

#### 2.4.6.7 Nakliyat

-350 kotunda üretimi gerçekleştirilen kömür, bu kotta bulunan zincirli konveyör ile -250 kotuna getirilecektir. Zincirli oluktan gelen kömür -250 kotunda bulunan akülü lokomotif ile 5 tonluk vagonlarla kuyu dibine nakledilecektir. Buradan da skip ile yeryüzüne çıkarılacaktır. Ayak içinde kurulan çift zincirli konveyör baştan ve sondan çift tahriklidir. Konveyör kapasitesi 100 ton/saat'tir. Kullanılan lokomotifler 80 hp gücünde motora sahip olup hızları 10 km/h'tir.

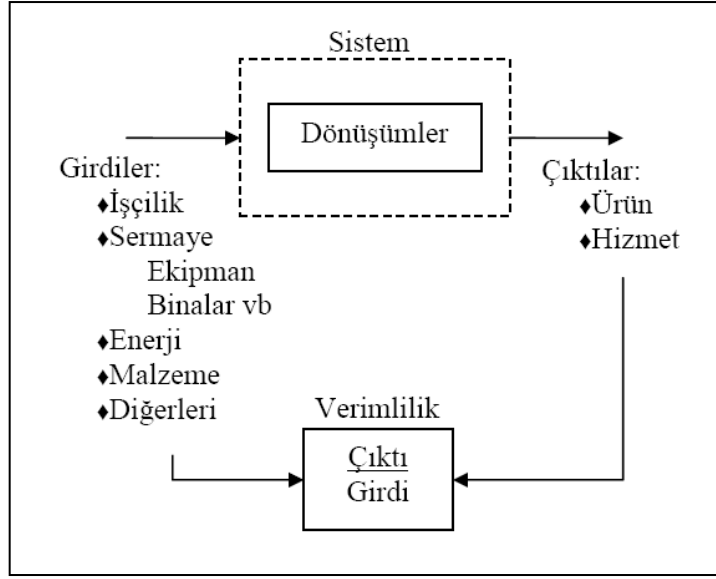


## BÖLÜM ÜÇ

### VERİMLİLİK KAVRAMI VE ANALİZİ

#### 3.1 Verimlilik Kavramı

En geniş anlamda verimlilik; üretim sürecine dâhil olan tüm girdilerin bir bütün olarak ölçülmesiyle, daha dar anlamda ise üretime katılan her faktörün bir birimine düşen üretim miktarının belirlenmesi ve birbirleriyle karşılaştırılmasıdır (Aydın ve Önsoy, 2011). Bir başka tanıma göre; üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı üretmek için sahip olunan girdi arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır (Kasap, 2008). Sink (1985) tarafından verimlilik ilişkisini şematik bir sistemle Şekil 3.1’de özetlemiştir.



Şekil 3.1 Genel verimlilik kavramı

#### 3.2 Verimlilik Analizi ve Çeşitleri

Analiz, bir bütünü oluşturan unsurları ayrıntılı incelemektir. Verimlilik analizinde ise, ürünün maliyetini oluşturan hammadde, sermaye, malzeme, işçilik, enerji gibi girdi paylarının ayrı ayrı hesaplanmasıdır. Bu hesaplamalar sayesinde hangi girdilerin iyileştirileceğine yapılan iyileştirme çabalarının sonuçlarının izlenebilirliğine imkân verir (Toksöz, 1996). Girdi ve çıktı arasındaki oranın

belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Fiziki ve parasal verimlilik, ortalama verimlilik, marjinal verimlilik, kısmi ve toplam faktör verimliliği olmak üzere verimlilik farklı yöntemlerle hesaplanmaktadır.

Fiziki ve parasal verimlilik, verimlilik oranının pay ve paydasındaki homojenlik derecesine göre fiziki veya parasal değerlerle ifade edilmektedir. Pay ve payda fiziki değerlerle ifade edilmiş ise fiziki, parasal değerle ifade edilmiş ise parasal verimlilik olarak belirtilir. Belli bir dönemdeki toplam çıktının, aynı dönemdeki toplam girdilerin oranına ortalama verimlilik, yine belli bir dönemde çıktıda meydana gelen değişimin, aynı dönemde girdi de meydana gelen değişme oranına da marjinal verimlilik denir. İşletme düzeyinde hesaplanan verimlilik mikro, ulusal düzeyde hesaplanan verimlilik ise makro verimliliğdir (Önder, 2006).

Her çeşit üretim faaliyeti sonunda elde edilen üretimin, bu üretimde kullanılan girdilerden herhangi birine bölünmesiyle kısmi verimlilik oranı elde edilmektedir. Kısmi verimlilikler, üretimin, maddi girdileri dışındaki unsurların etkisini yansıtmaması nedeniyle toplam faktör verimliliği kavramı geliştirilmiştir. Toplam faktör verimliliği bir dönemde elde edilen toplam çıktının o dönemde kullanılan toplam girdiye bölünmesiyle elde edilmektedir. Bu tez çalışmasında indeks sayı yaklaşımına dayanan ve Kurosawa (1991) tarafından ortaya konulan “Toplam Verimlilik ve Karlılığın Ölçümü Analizi (AIPR)” olarak adlandırılan model temel olarak seçilmiş ve daha sonraları Önder (2006) tarafından geliştirilen AIPR verimlilik ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde indeks sayısı “Fisher İdeal İndeksi” kullanılarak hesaplanmıştır.

### **3.3 Kömür Madenciliğinde Verimlilik**

Üretim gerçekleştiren her firmanın birincil amacı işletmelerinin verimli bir şekilde üretimlerini gerçekleştirmesidir. Tüm dünya ülkelerinin ekonomisine önemli katkı sağlayan işletmeler maden işletmeleridir. Madencilik sektörü iş gücü ve sermayenin yüksek oranlarda kullanıldığı sektörlerden biridir. Kömür madenciliğinde özellikle

klasik yöntem ile çalışan yeraltı kömür ocaklarında verimlilik oranları oldukça düşüktür, buna sebep olan birçok faktör vardır. Faktörler sıralandırıldığında;

- Gerektiğinden fazla iş gücünün bulunması
- Üretimi arttırabilecek teknolojik makinelerin kullanılmaması
- Arazi ve çevre koşullarındaki sorunlar
- Kalifiye eleman eksikliği
- Maden kaynağının kalitesi, tenörü, jeolojik durumu vb.dir.

Verimliliğin ölçülmesi ve diğer rakip firmalara göre kıyaslanabilmesi işletmenin karlılığı açısından önemlidir. Kömür madenciliğinde verimlilik ölçümleri birçok yöntem ile yapılabilir. Yöntemlerin geneli girdi ve çıktı miktarlarının birbirlerine oranlanması hesabına dayanmaktadır. Szwilski (1988), işçi verimliliğinin (vardiya başına üretim), kömür üretim sürecindeki değişmelerin genel bir göstergesi olduğunu belirtmiştir. Bununla beraber işçi verimliliğinin, sermaye yatırımı, yeni teknoloji, madencilik ekipmanları ve kömür rezervinin kalitesi gibi diğer başlıca girdi faktörlerinin değişmelerini hesaba katmadığını ifade ettiği çalışmasında, toplam faktör verimliliğinin daha kusursuz bir gösterge olduğunu belirtmiştir. Konuk ve Kocaağa (1993), Türkiye kömür madenciliği sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin karlılık ve girdi verimliliğinde, işgücünün etkenliğini araştırdıkları çalışmalarda, devlet linyit sektöründe yükselme olduğunu, taşkömürü sektöründe ise bazı yıllarda yükselme eğilimlerini göstermekle birlikte genel olarak düşme eğilimde olduğunu belirlemişlerdir.

Flynn (2000), teknolojik değişim ve verimliliğin kömür pazarı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Özellikle işgücü verimliliğinin işletme maliyetlerini ve ürün fiyatını belirlemede büyük etki yarattığını belirtmiştir.

### 3.4 Verimliliği Ölçüm Yöntemleri

Bir işletmenin gerçekleştirdiği üretiminin verimli ya da verimsiz olduğunu, verimliliğin doğru bir şekilde ölçülmesi ile hesaplanabilir. Verimliliği ölçmek için genel olarak kullanılan 3 yaklaşım vardır (Hailu ve Veeman, 2001). Bunlar;

- İndeks sayı yaklaşımı
- Parametrik yaklaşım
- Parametrik olmayan yaklaşımdır.

Verimlilik gelişimini ölçmek için maliyet/gelir bazlı yöntemlerde kullanılan indeks sayısı yöntemini temel olarak kullanılan indeksler Laspeyres, Paashe, Fisher ve Törnqvist olarak verilebilir (Rogers, 1998; Mawson ve diğer, 2003; Ahn ve Abt, 2005). Verimlilik formülünü veren ilk yazarlar Craig ve Harris (1973) tarafından eşitlik 3.1’de ki gibi ifade edilmiştir.

$$P_t = \frac{Q_t}{L + C + R + Q} \quad (3.1)$$

$P_t$ : Toplam verimlilik

$L$ : İşgücü girdi faktörü

$C$ : Yatırım girdi faktörü

$R$ : Hammadde ve satın alınan malzemeler girdi faktörü

$Q$ : Diğer çeşitli mal ve hizmet girdileri faktörü

$Q_t$ : Toplam çıktıdır.

Schreyer (2001) tarafından Tablo 3.1’de temel verimlilik ölçüm yöntemlerini bir tablo halinde düzenlemiştir.

Tablo 3.1 Temel verimlilik ölçüm yöntemleri

	Girdi tipi			
Çıktı tipi	İşçi	Sermaye	Sermaye ve İşçi	Sermaye, işçi ve ara girdiler (enerji, malzeme, hizmet)
Brüt çıktı	İşçi verimliliği	Sermaye verimliliği	Sermaye-işçi-çoklu faktör verimliliği	Çoklu faktör verimliliği
Katma değer	İşçi verimliliği	Sermaye verimliliği	Sermaye-işçi-çoklu faktör verimliliği	---
Kısmi faktör verimlilik ölçümü			Çoklu faktör verimlilik ölçümü	

### 3.5 Verimlilik Ölçme ve Değerlendirme Modelleri

Verimlilik ölçüm yöntemlerinde çok sayıda model vardır. Bunların bazılarını; Amerikan verimlilik merkezi modeli, Norman ve Bahiri'nin verimlilik modeli, Alan Lowlar modeli, Kazukiyo Kurosawa modeli şeklinde sıralayabiliriz.

#### 3.5.1 Kazukiyo Kurosawa Modelleri

Kazukiyo Kurosawa tarafından çeşitli verimlilik modelleri öne sürülmüştür. Bunlardan bazıları işgücü verimliliği modeli, oranlarla işgücü verimliliği, katma değer verimliliği modeli ve toplam verimlilik ve karlılığın ölçümü ve analizi modelidir. Bu modellerden toplam verimlilik ve karlılığın ölçümü ve analizi verimlilik ölçüm modeli üzerinde durulmuştur.

Bu modelin kısa adı AIPR olup İngilizce açılımı "Aggregate Index for the Analysis of Total Productivity and Rentability" olarak kullanılmaktadır (Kurosawa 1991). Bu sistem, toplam verimliliği karlılık ile ilişkilendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Toplam verimlilik arttıkça, birim maliyet azalır, diğer koşullar aynı kaldığı sürece, karda artış meydana getirir. Karlılık cari fiyatlarla ölçülen gelir ve giderler arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu sistemde sadece girdi-çıktı oranları değil, aynı zamanda gelir-gider mutlak farkları da kullanılır.

### 3.5.2 Amerikan Verimlilik Merkezi Modeli (APC)

Bu modelde karlılık ile verimlilikteki değişimin birbirleriyle doğrudan orantılı olduğu kabul edilir (Agrell ve West, 2001). Bu nedenle karlılık daha çok ön plana çıkmıştır. Satış hasılatındaki değişimin çıktı miktarı ve fiyatındaki değişimle ilişkili olduğu aynı şekilde maliyetlerdeki değişimin girdi miktarı ve maliyetleri ile ilişkili olduğu belirtilmektedir.

### 3.6 Verimlilik Ölçüm Parametrelerin İndekslenmesi

İndeks sayısı, bir değişkenin veya değişkenler grubunun zaman veya mekan içindeki oransal değişimini ifade eden istatistiksel bir göstergedir (Önder, 2006). Verimlilik ölçümünde, indeks sayısı yaklaşımında, genel olarak kullanılan verimlilik indeksi Eşitlik 3.2 ile ifade edilmiştir (Mowson ve diğer., 2003).

$$A_t = \frac{Y_t}{I_t} \quad (3.2)$$

$A_t$ : Verimlilik indeksi

$Y_t$ : Çıktı miktar indeksi

$I_t$ : Girdi miktar indeksi

t: Zaman dilimi

Verimlilik ölçüm yöntemlerinde genel olarak dört temel indeks sayısı kullanılır. Bu indeks sayıları;

- Laspeyres indeksi
- Paasche indeksi
- Törnqvist indeksi
- Fisher indeksi olarak verilmiştir (Ahn ve Abt, 2005).

Laspeyres fiyat indeksi Eşitlik 3.3 (Kurosawa, 1991) ile, Laspeyres miktar indeksi ise Eşitlik 3.4 ile açıklanmıştır.

$$P_L = \frac{p_1 q_0}{p_0 q_0} \quad (3.3)$$

$$Q_L = \frac{p_0 q_1}{p_0 q_0} \quad (3.4)$$

$P_L$ : Laspeyres fiyat indeksi

$Q_L$ : Laspeyres miktar indeksi

$p_0$ : Baz yılı fiyatını

$p_1$ : Cari yıl fiyatını

$q_0$ : Baz yıl miktarını

$q_1$ : Cari yıl miktarını ifade eder.

Paasche fiyat indeksi Eşitlik 3.5 (Kurosawa, 1991) ile Paasche miktar indeksi ise Eşitlik 3.6 ile ifade edilmiştir.

$$P_p = \frac{p_1 q_1}{p_0 q_1} \quad (3.5)$$

$$Q_L = \frac{p_1 q_1}{p_1 q_0} \quad (3.6)$$

$P_p$ : Paasche fiyat indeksi

$Q_L$ : Paasche miktar indeksini ifade etmektedir.

Törnqvist fiyat indeksi Eşitlik 3.7 ile, Törnqvist miktar indeksi ise Eşitlik 3.8 (Hillinger, 2003) ile ifade edilir.

$$P_T = \prod \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\left( \left( \frac{p_0 q_0}{\sum p_0 q_0} + \frac{p_1 q_1}{\sum p_1 q_1} \right)^{\frac{1}{2}} \right)} \quad (3.7)$$

$$Q_T = \prod \left( \frac{q_1}{q_0} \right) \left( \frac{\left( \frac{p_0 q_0}{\sum p_0 q_0} + \frac{p_1 q_1}{\sum p_1 q_1} \right)^{\frac{1}{2}}}{\left( \frac{p_0 q_0}{\sum p_0 q_0} + \frac{p_1 q_1}{\sum p_1 q_1} \right)^{\frac{1}{2}}} \right) \quad (3.8)$$

$P_T$ : Törnqvist fiyat indeksi

$Q_T$ : Törnqvist miktar indeksini ifade etmektedir.

Fisher fiyat indeksi, Laspeyres ve Paasche fiyat indekslerinin geometrik ortalaması alınarak hesaplanır ve Eşitlik 3.9'daki gibi ifade edilir. Fisher miktar indeksi de, Laspeyres ve Paasche miktar indekslerinin geometrik ortalaması alınarak hesaplanır ve Eşitlik 3.10 ile ifade edilir (Mowson ve diğer., 2003).

$$P_F = (P_L \times P_p)^{1/2} = \left( \frac{p_1 q_0}{p_0 q_0} \times \frac{p_1 q_1}{p_0 q_1} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3.9)$$

$$Q_F = (Q_L \times Q_p)^{1/2} = \left( \frac{p_0 q_1}{p_0 q_0} \times \frac{p_1 q_1}{p_1 q_0} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3.10)$$

$P_F$ : Fisher fiyat indeksi

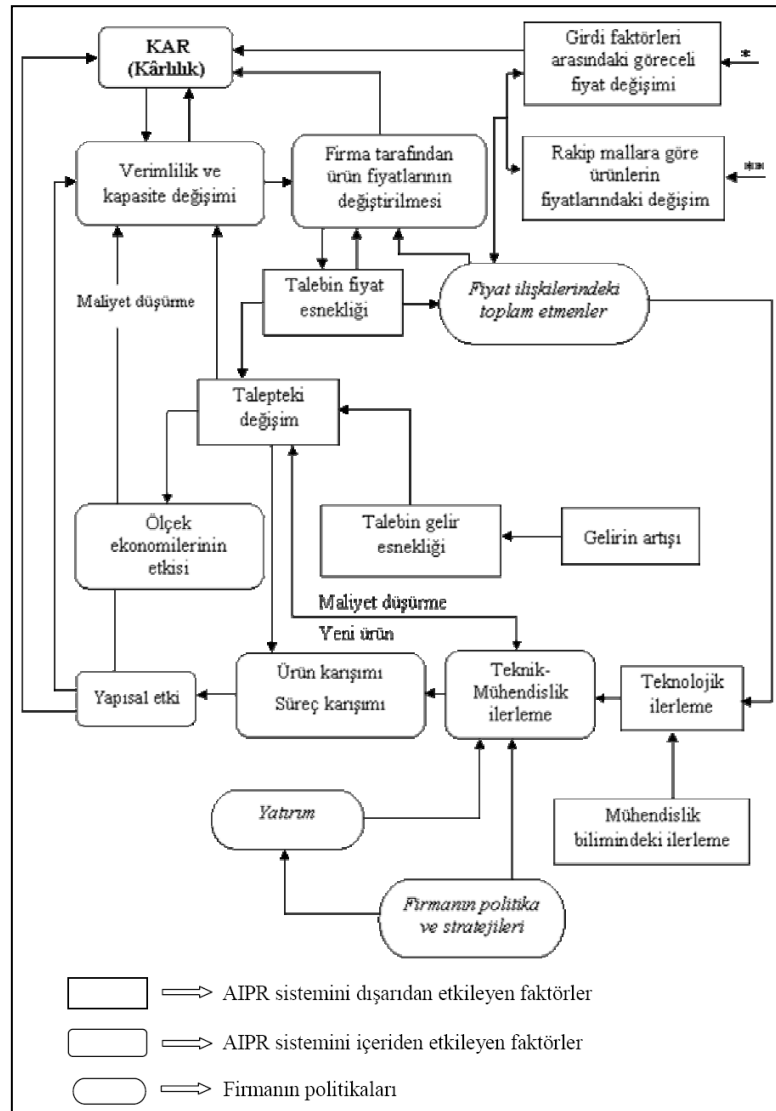
$Q_F$ : Fisher miktar indeksini ifade etmektedir.

### 3.7 Verimlilik Ölçüm Modeli

Verimlilik ölçme ve değerlendirme modelleri oldukça fazla sayıdadır. Ölçüm modelinin seçiminde eldeki verilerin düzenli olarak tutulmasına, güvenilirliğine ve veri türlerine dikkat edilmelidir. Bu çalışmada, verimlilik ölçüm modeli olarak Önder (2006) tarafından geliştirilen model kullanılmıştır. Model Kurosawa'nın (1991) geliştirdiği "Toplam Verimlilik ve Karlılığın Ölçümü ve Analizi (AIPR) verimlilik modelinin benzeri olup indeks sayısı olarak Fisher İdeal İndeksi kullanılmıştır. Bu



modelin en önemli özelliği işletme, kurum, firma düzeyinde verimlilik ölçümüne uygun olmasıdır. Model içerisinde yer alan ekonominin karlılığı ve toplam verimlilik değişimi ile ilgili olan bazı ana faktörlerin döngüsel akım şeması Şekil 3.2’de verilmiştir. AIPR sisteminde verimlilik ölçümünde baz yıl seçilerek, bu baz yıl üzerinden gelecek yıllara göre indekslemeler yapılmaktadır. Havzadan alınan 2009-2011 yılları arasındaki birim girdi ve çıktılara göre taşkömürü üretiminde verimlilik incelemeleri yapılmıştır. 2009 ve 2011 yılları arasında verimlilik analizinin yapılmasının en önemli nedeni Havzadan alınan verilerin doğru ve düzenli olarak kayıt altında tutulmuş olmasıdır. Alınan veriler doğrultusunda 2009 yılı baz alınarak, 2010 ve 2011 yıllarının verimlilik indekslemeleri yapılmıştır.



Şekil 3.2 Verimlilik ve karlılık ilişkisinin akış diyagramı (Kurosawa, 1991)

### 3.8 Fisher ideal İndeksi ve Göreceli Değer Sistemi

Bir maden işletmesinin, fabrikanın, üretim tesisinin verimliliğini inceleyen karşılaştırmalar yapmak gerekir. Bu karşılaştırmalar, aynı üretimi yapan farklı firmalarca, bir önceki aya veya yıla göre yapılabilir. Verimliliği sadece bir rakam ile ifade etmekten ziyade verimliliğin karşılaştırılması halinde daha sağlıklı yorumlar yapılabilmektedir. İndeks hesapları, üretilen mal ve hizmetin tekil veya çoğul olmasına göre basit ve bileşik indeks olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu çalışmada basit indeks kullanılmıştır. Basit indeks kullanılması tek bir ürün olan taşkömürü üretiminden dolayıdır. Üretilen ürünün birden fazla olması durumunda bileşik indeksin kullanılması gerekmektedir. Basit indeks hesabı belirli bir yıl baz alınarak yapılmıştır. Bu hesaplamalara da sabit indeks denilmektedir. Kurulan sistemde karlılık; satışların maliyetlere oranı olarak tanımlanmaktadır. Maliyetler, girdi miktarları ve girdi fiyatlarının çarpımı iken, satışlar çıktı miktarları ile çıktı fiyatlarının çarpımına eşittir.

$$\text{Karlılık} = \frac{\text{Birim çıktı fiyatları} \times \text{Çıktı miktarları}}{\text{Birim girdi fiyatları} \times \text{Girdi miktarları}} \quad (3.11)$$

Birim çıktı fiyatlarının/birim girdi fiyatlarına oranı fiyat kazanımını, çıktı miktarları/girdi miktarları oranı ise verimliliği ifade eder.

$$\text{Karlılık} = \text{Fiyat kazanımı} \times \text{Verimlilik} \quad (3.12)$$

Önder (2006) tarafından Fisher ideal indeksi kullanılarak Eşitlik 3.12 yeniden oluşturulmuştur.

$$I_{\pi} = \left( \frac{I_{P(F)}}{I_{P(F)}} \right) \times \left( \frac{I_{Q(F)}}{I_{Q(F)}} \right) \quad (3.13)$$

Eşitlik 3.13'de

(F): Fisher indeksi

$I_{p(F)}$ : Ürünlerin fiyat indeksi

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

$$I_{p(F)/P(F)} = \left( \frac{I_{p(F)}}{I_{P(F)}} \right): \text{Göreceli fiyat indeksi}$$

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

$I_{Q(F)}$ : Toplam girdi faktörlerinin indeksi

$$I_{q(F)/Q(F)} = \left( \frac{I_{q(F)}}{I_{Q(F)}} \right): \text{Verimlilik indeksi}$$

$$I_{\pi} = \frac{\pi_1}{\pi_0} = \frac{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum P_1 Q_1}}{\frac{\sum p_0 q_0}{\sum P_0 Q_0}} = \text{Karlılık indeksi}$$

$\pi_0$  = Baz dönemde üretilen ürünlerin toplam değeri/ Baz dönemdeki toplam maliyet

$\pi_1$  = Cari yıl karlılığı,

Eşitlik 3.13 Fisher ideal indeksine göre yeniden oluşturulmuştur (Önder, 2006).

$$\frac{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum P_1 Q_1}}{\frac{\sum p_0 q_0}{\sum P_0 Q_0}} = \frac{\overset{\nearrow I_{p(F)}}{\sqrt{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \times \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}}} \times \overset{\nearrow I_{q(F)}}{\sqrt{\frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} \times \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_1 q_0}}}}{\sqrt{\frac{\sum P_0 q_1}{\sum P_0 Q_1} \times \frac{\sum P_1 q_0}{\sum P_0 Q_0}} \times \sqrt{\frac{\sum P_0 Q_1}{\sum P_0 Q_0} \times \frac{\sum P_1 Q_1}{\sum P_1 Q_0}}}$$

$\downarrow$   
 $I_{\pi}$

$\downarrow$   
 $I_{P(F)}$

$\downarrow$   
 $I_{Q(F)}$

(3.14)

Eşitlik 3.14’de

p: Üretilen ürünlerin fiyatı

q: Üretilen ürünlerin miktarı

P: Girdi faktörlerin fiyatı (İşgücü, malzeme...)

Q: Girdi faktörlerin miktarı( adet, ton...)

0: Baz yılı

1: Cari yıl

(F): Fisher indeksini ifade etmektedir.

Fisher formunda üretim indeksi Eşitlik 3.15 ile ifade edilmiştir. Bu eşitlikte hem baz yıl hem de cari yıl tartı olarak kullanılır. Sabit ve cari fiyatların geometrik ortalaması ile çıktı miktarındaki değişikliği gösterir, bu da toplam çıktı indeksini oluşturur.

$$I_{q(F)} = \sqrt{\frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} \times \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_1 q_0}} \quad (3.15)$$

Toplam girdi faktörlerinin miktarlarındaki değişimi Eşitlik 3.16 ile ifade edilir.

$$I_{Q(F)} = \sqrt{\frac{\sum P_0 Q_1}{\sum P_0 Q_0} \times \frac{\sum P_1 Q_1}{\sum P_1 Q_0}} \quad (3.16)$$

Toplam verimlilik indeksi olan Eşitlik 3.17 ise Eşitlik 3.15 ile Eşitlik 3.16’nın birbirlerine oranlanmasıyla hesaplanır. Bir verimlilik indeksindeki değişikliklerin iki temel nedeni vardır:

- Yeni teknoloji ve yöntemlerin kullanılmasının etkisi
- Varolan teknikleri daha iyi kullanılmasıyla işlemlerin ve üretim yöntemlerinin geliştirilmesinin etkisidir (Önder, 2006).

$$\frac{I_{q(F)}}{I_{Q(F)}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} \times \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_1 q_0}}}{\sqrt{\frac{\sum P_0 Q_1}{\sum P_0 Q_0} \times \frac{\sum P_1 Q_1}{\sum P_1 Q_0}}} \quad (3.17)$$

Karlılık, cari fiyatlarla elde edilen toplam gelirin, toplam maliyete oranı olarak tanımlanır. Karlılık indeksi, yalnızca üretken gücün etkisini değil, aynı zamanda pazar koşullarının etkisini de yansıtır.

Fisher formunda üretim fiyat indeksi eşitlik 3.18'de verilmiştir.

$$I_{p(F)} = \sqrt{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \times \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}} \quad (3.18)$$

Yine Fisher formunda girdi faktörlerinin fiyat indeksi Eşitlik 3.19 ile verilmiştir.

$$I_{P(F)} = \sqrt{\frac{\sum P_1 Q_1}{\sum P_0 Q_1} \times \frac{\sum P_1 Q_0}{\sum P_0 Q_0}} \quad (3.19)$$

Eşitlik 3.18 ile Eşitlik 3.19 birbirine oranlanırsa, göreceli veya görelî fiyat değişim indeksini veren Eşitlik 3.20 hesaplanır.

$$\frac{I_{p(F)}}{I_{P(F)}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \times \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}}}{\sqrt{\frac{\sum P_1 Q_1}{\sum P_0 Q_1} \times \frac{\sum P_1 Q_0}{\sum P_0 Q_0}}} \quad (3.20)$$

### 3.9 Mutlak Değer Sisteminin Oluşturulması

Mutlak değer sistemi, üretim gerçekleştiren bir maden işletmesinin, fabrikanın ya da üretim tesisinin üretimdeki fiyat ve miktar değişimlerinin etkisini parasal olarak

ifade eder. Fisher İdeal İndeksine uyan mutlak değerle etkisi Eşitlik 3.21 ve Eşitlik 3.22' de verilmiştir.

Toplam verimlilik, sabit fiyatlarla cari fiyatların çıktıdan girdi çıkartılarak hesaplanabilir. Eşitlik 3.21'de verimlilik indeksine uyan mutlak değer sistemi verilmiştir.

$$= \frac{1}{2} x [(\sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1) + (\sum p_1 q_0 - \sum p_0 q_0)] \quad (3.21)$$

$$= \frac{1}{2} x [(\sum P_1 Q_1 - \sum P_0 Q_1) + (P_1 Q_0 - \sum P_0 Q_0)] \quad (3.22)$$

### 3.10 Verimlilik Uygulamaları

Klasik yöntem için oluşturulan verimlilik modeli, 2009-2011 yılları arasında TTK tarafından gerçekleştirilen taşkömürü üretimi girdi ve çıktı miktarlarına göre Fisher ideal indeksi uygulanmıştır. 2009-2011 yılları arasındaki işletmenin gelir ve gider enflasyon etkisini yok etmek için Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından yayınlanan toptan eşya fiyat endeksine göre düzeltmeler yapılmıştır.

Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından açıklanan 2009-2011 yılları arasında toptan eşya fiyat endeksleri Tablo 3.2'de verilmiştir. Bu verilerde 2009 yılı baz alınarak bu yıl için fiyat indeksi 100 olarak kabul edilmiştir. 2009 yılından sonraki indeksler Eşitlik 3.22 ile hesaplanmıştır.

$$I_{i/t} = \frac{I_{t/0}}{I_{i/0}} \times 100 \quad (3.22)$$

t: Baz yılı

i: cari yılı ifade eder.

$I_{i/t}$ : Sabit fiyat

Tablo 3.2 Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından yayınlanan TEFE değerleri

Yıllar	TEFE	İndeks
2009	11 558,75	100
2010	12 543,07	108,52
2011	13 935,17	120,56

Sabit fiyatlarla çalışılması durumunda Eşitlik 3.23 kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

$$\text{Sabit fiyat} = \frac{\text{Baz yılı fiyat indeksi}}{\text{Cari yıl fiyat indeksi}} \times \text{Cari fiyat} \quad (3.23)$$

2011 yılı için sabit fiyatlarla elektrik gideri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır(Tablo 3.4).

Sabit fiyatla elektrik gideri=  $(100/120,56) \times 27 559 000 = 22 859 157$  TL olarak hesaplanmıştır.

Benzer şekilde diğer giderlerde hesaplanmıştır. Havzada 2009-2011 yılları arasındaki cari ve sabit fiyatlarının gelir-gider durumu Tablo 3.3 ve 3.4'te verilmiştir. Ayrıca Tablo 3.5 ve 3.6'da Tüvenan ve satılabilir taşkömürü üretimleri de verilmiştir. Tablo 3.7'de TTK (Havzada) bünyesinde çalışan 2009-2011 yılları arasındaki Personel ve işçi sayılarını vermektedir. Tablo 3.8 ve 3.9'da 2009-2011 yılları arası personel ve işçi giderlerinin, cari ve sabit fiyatlarca değişimini göstermektedir. Örneğin Tablo 3.3'de işçi giderleri 2010 yılı cari fiyatlarıyla toplam gideri 471 350 000 TL olmasına karşın, 2009 baz yılına göre sabit fiyatlarla işçilik toplam gideri 434 360 712 TL'dir. Bu iki işçilik toplam giderleri arasındaki fark 36 989 288 TL'dir. Bu fark enflasyon etkisinden kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde diğer giderler arasında enflasyon etkisinden dolayı farklılıklar vardır.

Tablo 3.3 Havzanın 2009-2011 cari fiyatlarıyla gelir-gider tablosu

<b>Havzanın 2009-2011 cari fiyatlarıyla gelir-gider tablosu</b>			
	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
<b>İşletme Gelirleri (TL)</b>			
Taşkömürü satış gelirleri	271 783 000	267 559 000	294 564 331
<b>TTK Giderleri (TL)</b>			
Malzeme	58 606 000	68 664 000	76 635 000
Hizmet alımı	17 226 000	39 837 000	25 420 000
İşçi	441 637 000	471 350 000	518 437 000
Personel	58 981 000	63 278 000	77 327 000
Elektrik	24 965 000	30 460 000	27 559 000
Amortisman	15 853 000	23 094 000	22 243 000
Diğer giderler	6 866 000	9 960 000	8 719 000
Finans	25 782 000	17 291 000	29 665 000
<b>Toplam giderler</b>	<b>649 916 000</b>	<b>723 934 000</b>	<b>786 005 000</b>

Tablo 3.4 Havzanın 2009-2011 sabit fiyatlarıyla gelir-gider tablosu

<b>Havzanın 2009 sabit fiyatlarıyla gelir-gider tablosu</b>			
	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
<b>İşletme Gelirleri (TL)</b>			
Taşkömürü satış gelirleri	271 783 000	246 562 252	244 331 103
<b>TTK Giderleri (TL)</b>			
Malzeme	58 606 000	63 273 129	63 566 128
Hizmet alımı	17 226 000	36 710 783	21 085 026
İşçi	441 637 000	434 360 712	430 025 875
Personel	58 981 000	58 312 246	64 140 119
Elektrik	24 965 000	28 069 645	22 859 157
Amortisman	15 853 000	21 281 694	18 449 813
Diğer giderler	6 866 000	9 178 386,9	7 232 114,2
Finans	25 782 000	15 934 085	24 606 109
<b>Toplam giderler</b>	<b>649 916 000</b>	<b>667 123 130</b>	<b>651 964 439</b>



Tablo 3.5 Havzada 2009-2011 yılları arasındaki tüvenan kömür üretimleri

Yıllar	Havzada 2009-2011 yılları arasındaki tüvenan kömür üretimleri (Milyon Ton)
2009	2 833 243
2010	2 727 414
2011	2 607 182

Tablo 3.6 Havzanın 2009-2011 yılları arasında satılabilir kömür üretimleri

Yıllar	Havzada 2009-2011 yılları arasındaki satılabilir kömür üretimleri (Milyon Ton)
2009	1 879 630
2010	1 708 844
2011	1 592 515

Tablo 3.7 Havzada 2009-2011 yılları arasında çalışan sayısı

Havzada 2009-2011 yılları arasında çalışan sayısı			
Çalışan sayıları	2009	2010	2011
Üretim işçisi	3 678	4 033	3 863
Yeraltı işçi sayısı	8 754	9 330	9 125
Yerüstü işçi sayısı	2 225	2 126	1 980
Personel sayısı	1 735	1 784	1 801
<b>Toplam</b>	<b>10 979</b>	<b>11 456</b>	<b>11 104</b>

Tablo 3.8 Personel ve işçilerin 2009-2011 cari fiyatlarıyla giderleri

Personel ve işçilerin cari fiyatlarla giderleri			
	2009	2010	2011
<b>Personel giderleri</b>	441 637 000	471 350 000	518 437 000
<b>İşçi giderleri</b>	58 981 000	63 278 000	77 327 000
<b>Toplam personel ve işçilik giderleri</b>	<b>500 618 000</b>	<b>534 628 000</b>	<b>595 764 000</b>

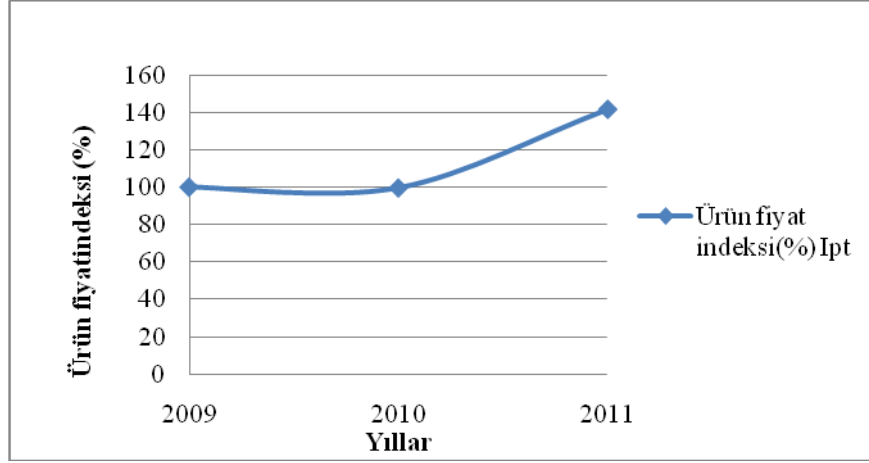
Tablo 3.9 Personel ve işçilerin 2009 sabit fiyatlarıyla giderleri

<b>Personel ve işçilerin 2009 sabit fiyatlarıyla giderleri</b>			
	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
<b>Personel giderleri</b>	441 637 000	434 360 712	430 025 875
<b>İşçi giderleri</b>	58 981 000	58 312 246	64 140 119
<b>Toplam personel ve işçi giderleri</b>	500 618 000	492 672 958	494 165 994

Havzada kullanılan ve taşkömürü üretiminde kullanılan girdiler maden direği, demirbağ, dinamit, kapsül, elektrik, işgücü olarak verilebilir. Bu girdilerin cari ve 2009 yılı sabit fiyatlarına etkisi Ek-1.1 – Ek-1.7 arasında verilmiştir. Tablolarda kullanılan t simgesi, içinde bulunan dönemi,  $P_t$  simgesi girdinin ortalama fiyatını,  $Q_t$  simgesi tüketilen girdi miktarını,  $P_t \times Q_t$  ise cari dönemdeki toplam girdiyi TL cinsinden göstermektedir.

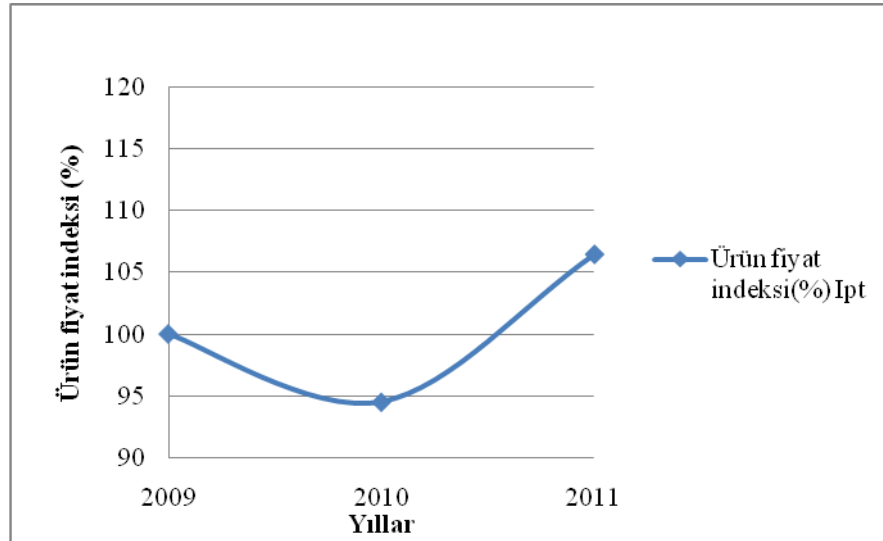
### 3.11 Verimlilik Ölçümü

Verimlilik ölçümünde Havzadan alınan veriler, Fisher İdeal indeksine göre araştırılmıştır. Üretilen taşkömürünün fiyat etkisini araştırmak için, Fisher formunda yer alan üretim ya da ürün fiyat indeksi Eşitlik 3.18, mutlak değerce etkisi ise Eşitlik 3.21 kullanılarak hesaplanmıştır. Mutlak değer sistemi; taşkömürü satış fiyatlarının artmasını veya azalmasını, TTK'ye gelir açısından etkisini göstermektedir. Sonuçlar Ek-2.1-Ek-2.4 arasında verilmiş ve bu değerler kullanılarak Şekil 3.3, 3.4, 3.5 ve 3.6 çizilmiştir.



Şekil 3.3 Yıllara göre taşkömürü fiyat indeksi (Demir-çelik endüstrisine satılan taşkömürleri için)

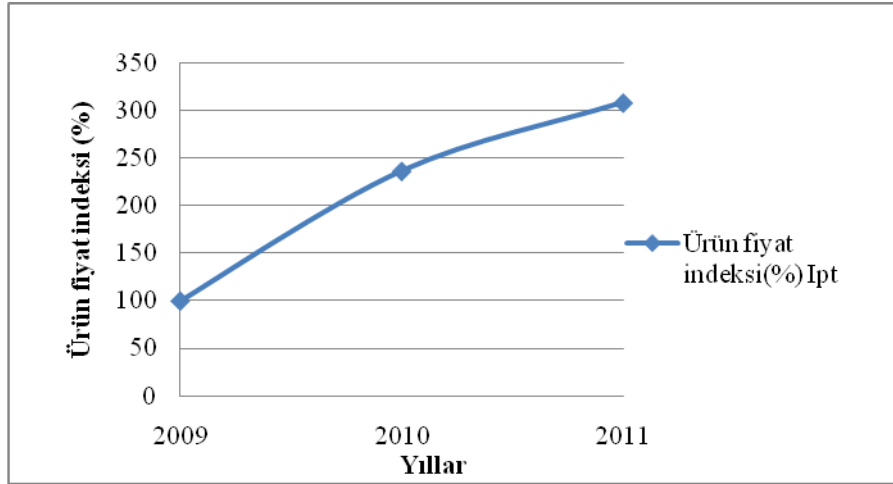
Şekil 3.3'e göre demir çelik endüstrisine satılan taşkömürü fiyatının 2009 baz yılına göre, 2010 yılında taşkömürünün fiyatında %0,46 düşüş olmasına karşın, 2011 yılında ise %41,47'lik bir artış meydana gelmiştir. 2011 yılı için taşkömürü fiyatının artması sonucu, ürünün mutlak değerce fiyat etkisi 38 171 925 TL'dir.



Şekil 3.4 Yıllara göre taşkömürü fiyat indeksi (Çatalağzı termik santraline satılan taşkömürleri için)

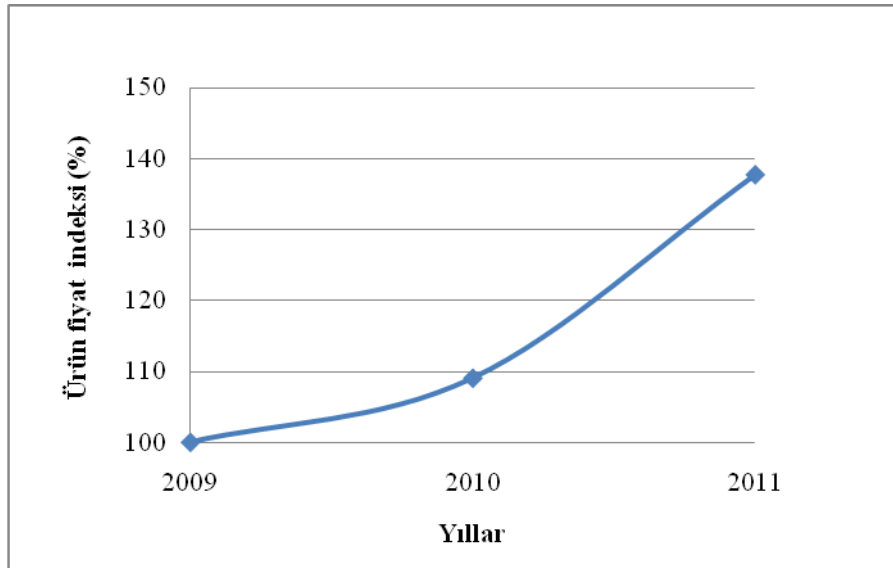
Şekil 3.4'te ise Çatalağzı Termik Santraline satılan taşkömürünün fiyat etkisi incelendiğinde 2010 yılında taşkömürü fiyatında % 5,5 düşüş olmasına karşın, 2011

yılında % 6,42'lik artış meydana gelmiştir. Ürünün mutlak değerce fiyat etkisi 7 406 038,50 TL'dir.



Şekil 3.5 Yıllara göre taşkömürü fiyat indeksi (Diğer satılan taşkömürleri için)

Şekil 3.5'te ise diğer taşkömürü satışlarında taşkömürü fiyatının etkisi 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla %136 ve %208'lik artış meydana gelmiştir. Taşkömürü fiyatındaki bu artış mutlak değerce 70 440 631,50 TL kazanç sağlamıştır.

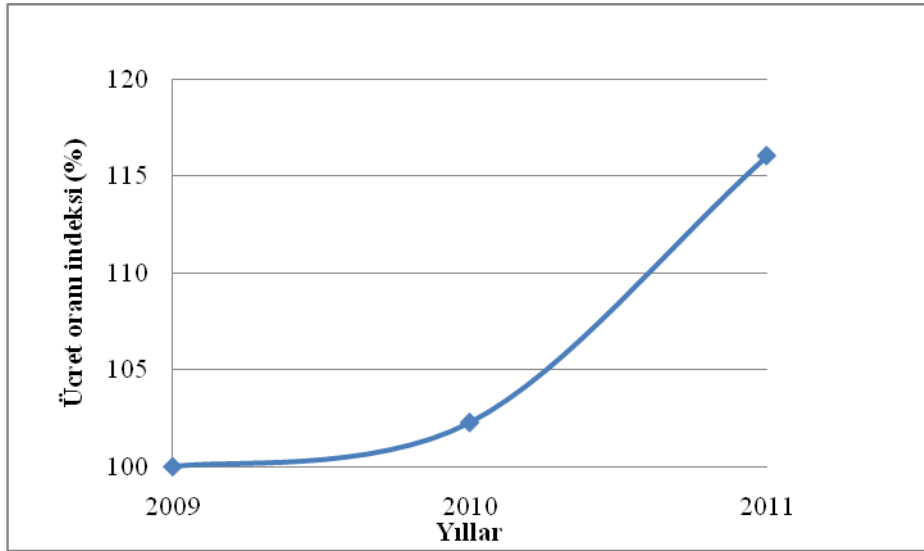


Şekil 3.6 Yıllara göre satılan taşkömürü fiyat indeksi (Tüm satışlar)

Şekil 3.6'da ise satılan tüm taşkömürlerinin fiyat indeksi araştırıldığında 2009 yılına göre 2010 yılında %9,04, 2011 yılında ise %37,69'luk fiyat indeks değişimi

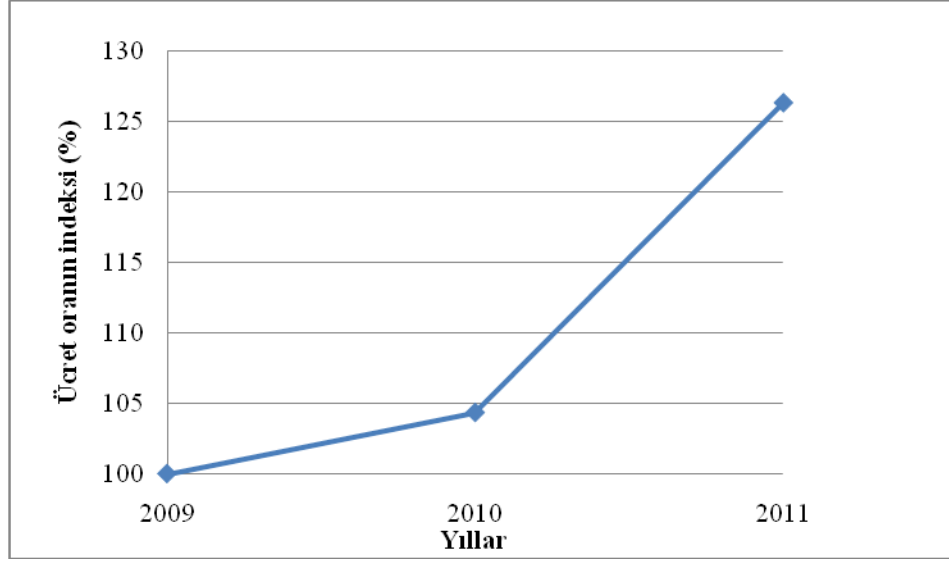
olmuştur. Bu artışın, taşkömürün mutlak değerce fiyat etkisi 108 982 644 TL olarak hesaplanmıştır.

Girdi fiyat etkileri Ek-2.5 - 2.14 arasında verilmiş olup Eşitlik 3.19 ve 3.22'deki formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda Şekil 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 çizilmiştir. Havzada taşkömürü üretimde başta işgücü olmak üzere kullanılan belli başlı malzemeler, maden direği, demirbağ, dinamit, kapsül ve elektrik giderleridir.



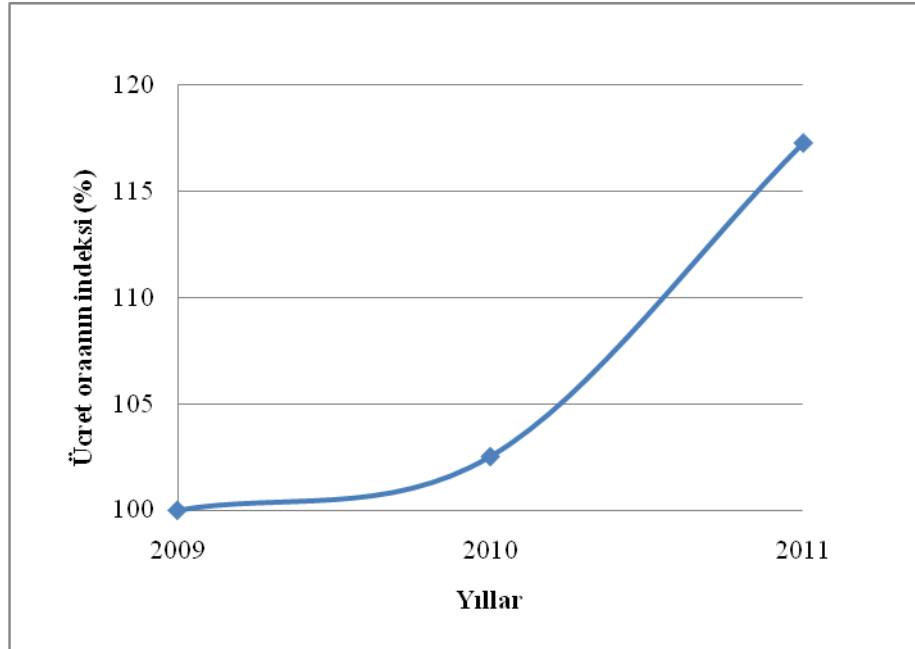
Şekil 3.7 İşçilik giderlerinin fiyat etkisi

Şekil 3.7'de işgücü giderlerinin 2009 yılına göre sırasıyla % 2,28 ve % 16,06 arttığı görülmektedir. 2011 yılı, 2010 yılına nazaran çalışan işgücü sayısının azalmasına karşın aylık verilen maaş miktarı daha fazla olduğu için ücret indeksinde yükselme olmuştur. 2009 yılına göre çalışan sayıları ve verilen maaşlardaki değişimlere göre 2010 ve 2011 yıllarında toplam 81 640 202,50 TL artış meydana gelmiştir. Bu artış girdi faktörlerinin artmasına neden olur (Ek-2.5).



Şekil 3.8 Personel giderlerinin fiyat etkisi

Şekil 3.8’de personel maaşlarında 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 4,34 ve % 26,30’luk artış meydana gelmiştir. Personel sayısı ve yıllık maaş artışları ücret oranı indeksini arttırmıştır. Bu artış toplam girdiyi 18 402 950,50 TL arttırmıştır (Ek-2.6).

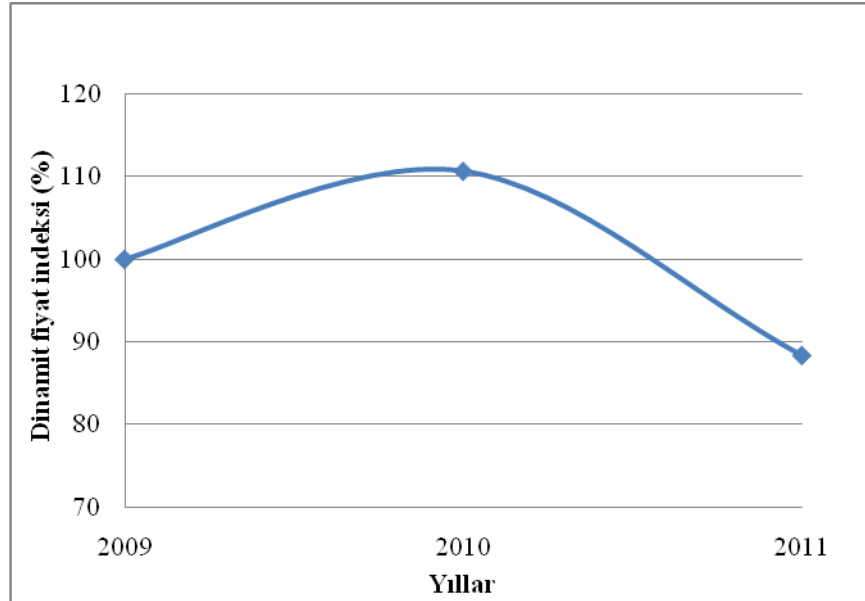


Şekil 3.9 Personel ve işgücü giderlerinin fiyat etkisi (%)

Şekil 3.9 incelendiğinde, 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 2,53 ve % 17,27 personel ve işçi giderlerinde artış meydana gelmiştir, bu durum girdi faktörlerinin maliyetlerini de artırmıştır (Ek-2.7).



Şekil 3.10 Maden direği giderlerinin fiyat indeksi (%)

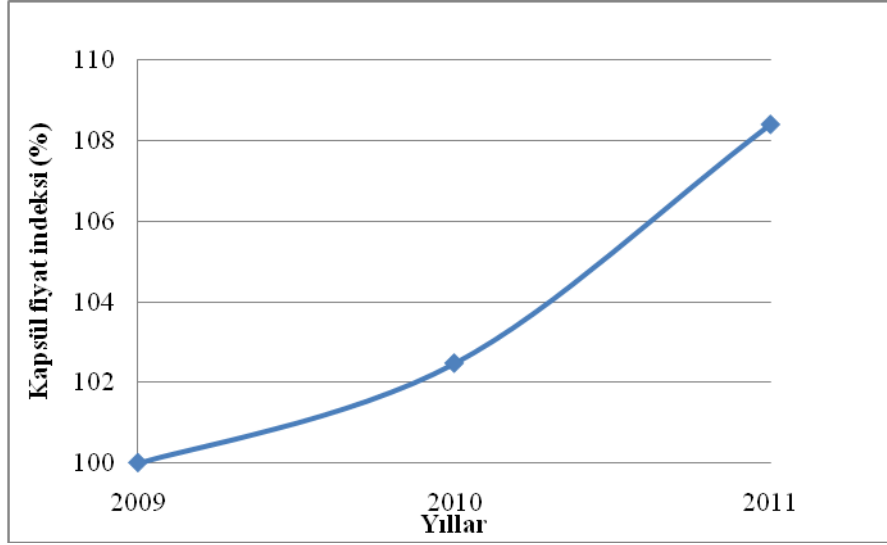


Şekil 3.11 Dinamit giderlerinin fiyat indeksi (%)

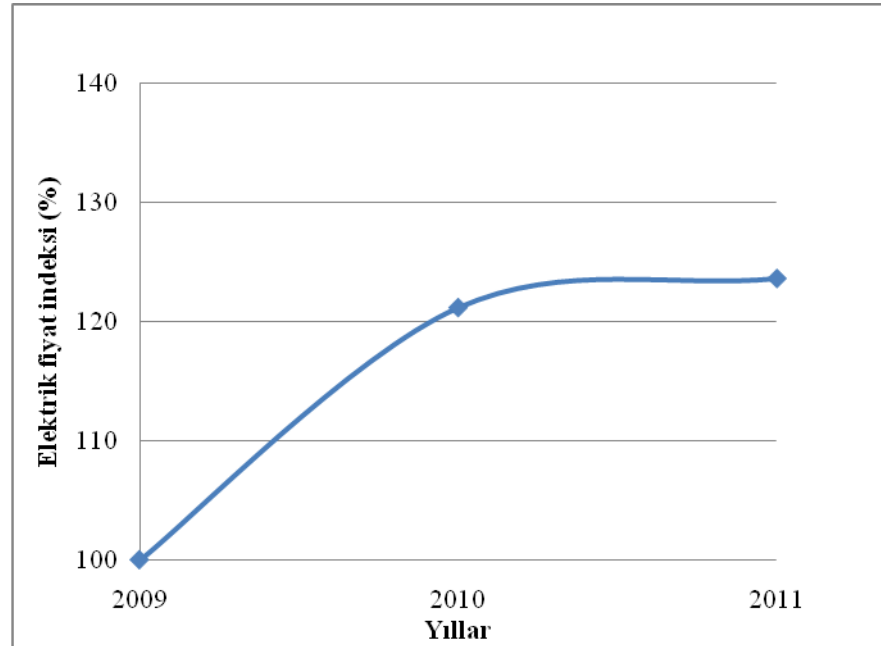
Şekil 3.10 ve Şekil 3.11'de maden direği ile dinamitin birim fiyatları ve kullanım miktarlarına göre indekslemeleri Ek- 2.8 ve Ek-2.9 yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda Şekil 3.10 ve Şekil 3.11 çizilmiştir. Maden direği fiyatları ve kullanım

miktarlarının değişmesi sonucunda, 2 128 122,12 TL yükseliş meydana gelmiştir. Bu artış toplam girdi faktörlerini arttırmaktadır.

Benzer şekilde dinamit giderleri 2010 yılı için 158 737,67 TL yükselmesine rağmen, 2011 yılında ise dinamit fiyatlarının düşmesi sonucunda 171 210 TL'lik düşüş meydana gelmiştir.

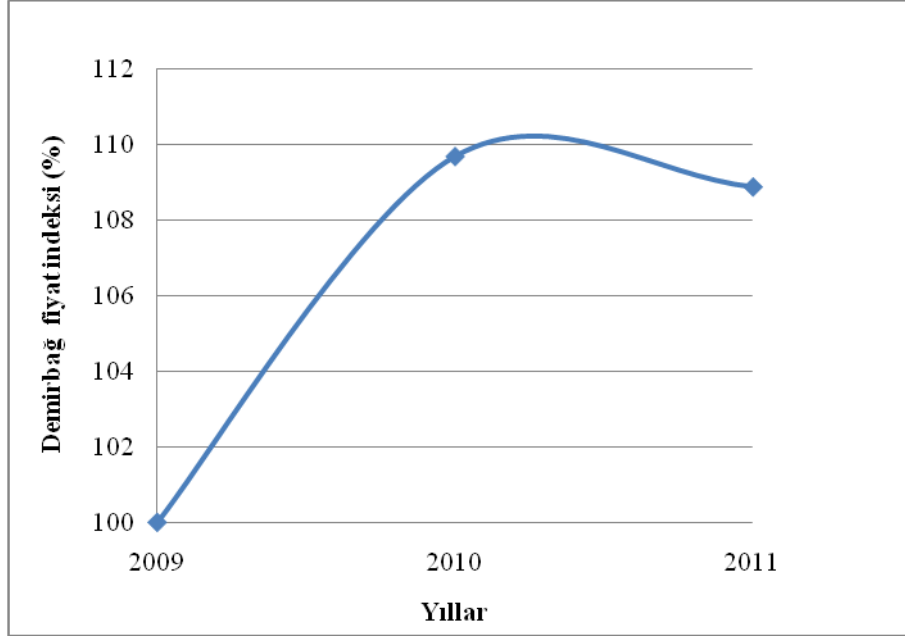


Şekil 3.12 Kapsül giderlerinin fiyat indeksi (%)



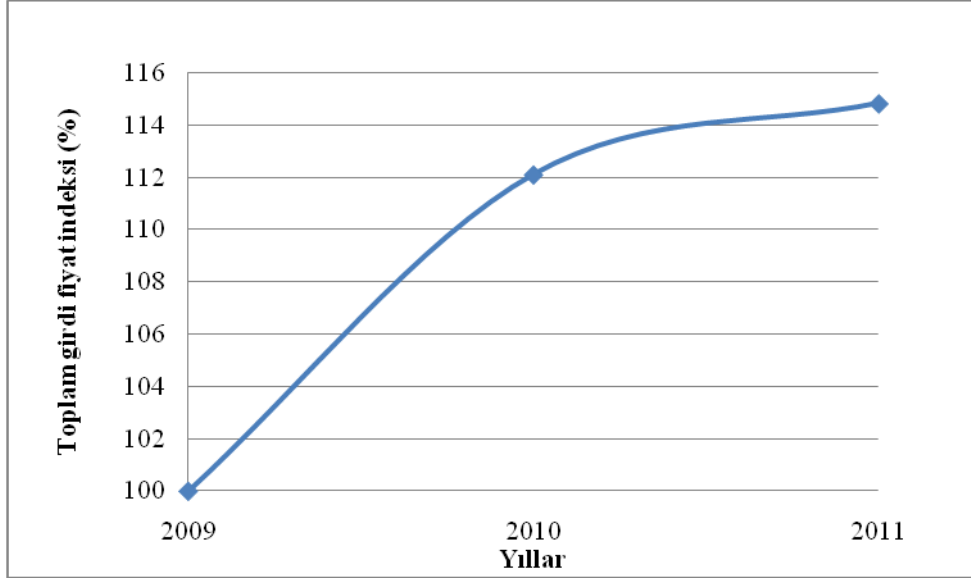
Şekil 3.13 Elektrik giderlerinin fiyat indeksi (%)



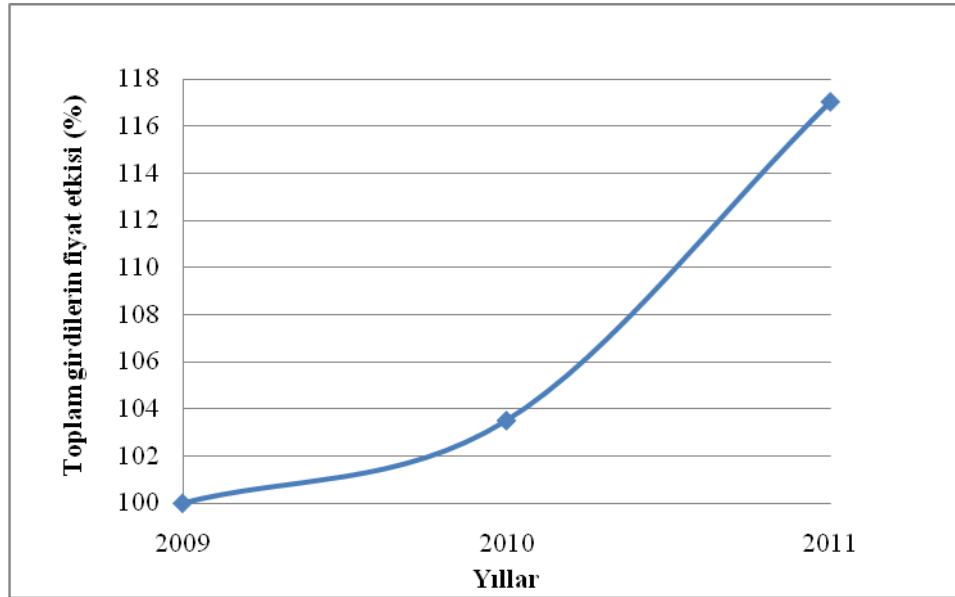


Şekil 3.14 Demirbağ giderlerinin fiyat indeksi (%)

Şekil 3.12, 3.13, 3.14 kapsül, elektrik, demirbağ fiyatlarının kullanım miktarlarına göre indekslenmeleri Ek-2.10, Ek-2.11 ve Ek-2.12’de yapılmıştır. 2009 yılı baz alınarak yapılan incelemelerde kapsül fiyatlarının 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 2,47 ve % 8,41 artmasına rağmen kullanım adetlerinde düşüş görülmektedir. Benzer şekilde elektrik birim fiyatları artmasına karşın, elektrik tüketim miktarları 2010 yılında artmış, 2011 yılında ise azalmıştır. Demirbağ fiyatları da 2010 ve 2011 yıllarında artarken, 2010 yılında demirbağ tüketimi artmış, 2011 yılında ise demirbağ tüketimi azalmıştır.



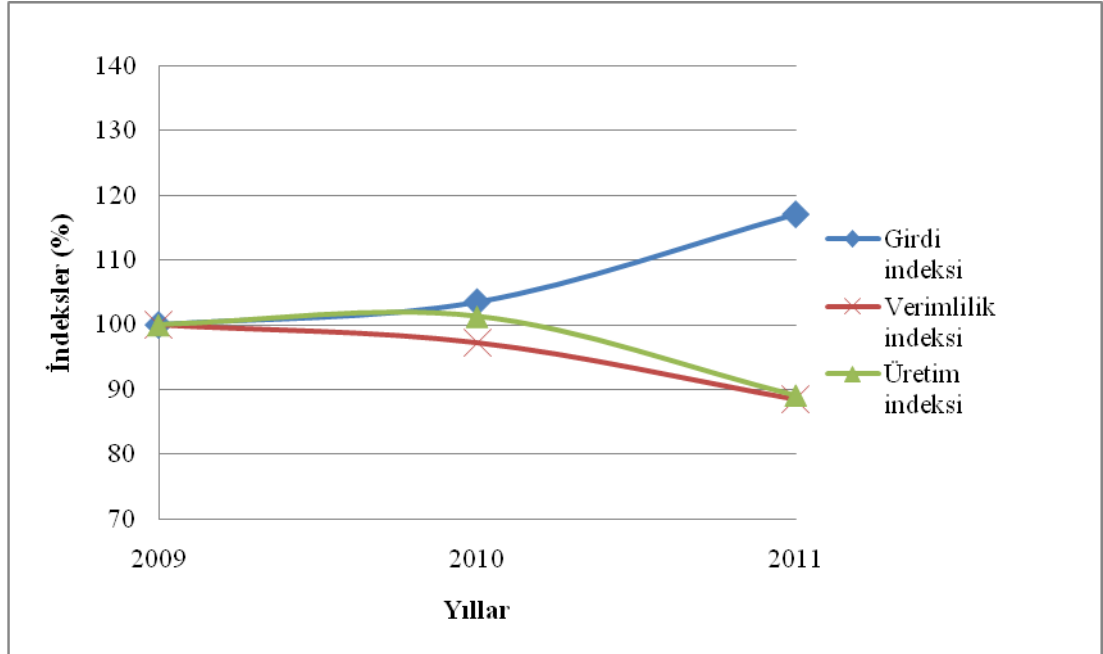
Şekil 3.15 Yıllara göre toplam girdi (Maden direği, dinamit, kapsül, elektrik ve demirbağ) fiyat indeksi (%)



Şekil 3.16 Yıllara göre toplam girdi ( Personel, işçi, maden direği, dinamit, kapsül, elektrik ve demirbağ) fiyat indeksi (%)

Ek-2.13 ve Ek-2.14'te verilen değerlerin hesaplanması sonucunda Şekil 3.15 ve Şekil 3.16 çizilmiştir. Şekil 3.15'de toplam girdiye personel ve işçi giderleri eklenmemiştir. Şekil 3.16'da ise personel ve işçi giderleri toplam girdiye eklenmiştir. Şekil 3.16'da 2009 yılına göre toplam girdi 2010 ve 2011 yılları için sırasıyla % 3,51 ve % 17,02 artmıştır. Bu artış 2009 yılına mutlak değerce toplam

girdilerin fiyat etkisi 115 500 163,60 TL'dir. Sonuçta toplam girdi faktörleri baz yıla göre yükseliş göstermiştir. Toplam girdi faktörlerinin yüksek olması maliyetleri arttırmaktadır.



Şekil 3.17 Yıllara göre üretim-girdi miktar indeksleri ve verimlilik indeksi (%)

Verimlilik etkisini görmek amacıyla verilerin toplu olarak değerlendirildiği Ek-2.15, 2.16, 2.17 hazırlanmıştır. Ek-2.15'deki üretim indeksi, Fisher formundaki üretim indeksi olan Eşitlik 3.15'te, toplam girdi indeksi Eşitlik 3.16'dan, toplam verimlilik indeksi Eşitlik 3.17'den hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler kullanılarak Şekil 3.17 çizilmiştir. Şekil 3.17 incelendiğinde üretim indeksi 2010 yılında, 2009 yılına kıyasla yükselmesine karşın, 2011 yılında %10,85'lik düşüş göstermiştir. Bu düşüşün en büyük nedeni aynı yıl için girdi indeksinin, üretim indeksinden yüksek olmasıdır. Toplam girdi indeks değerleri 2009 yılına göre % 4,68 ve % 0,80 artış göstermiştir (Ek-2.16). Bu değişim içerisinde verimlilik indeksi 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 2,75 ve %11,48'lik düşüş göstermiştir (Ek-2.17). Bu düşüşün toplam etkisi -57 597 542,79 TL'dir.

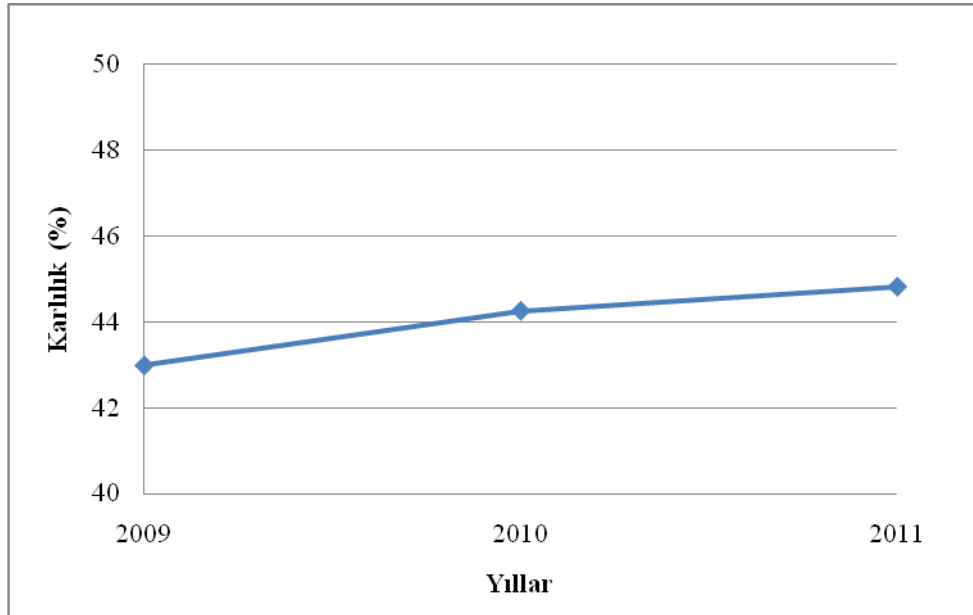
Toplam girdi faktörlerinin yuzdelerinin karlılıkla olan ilişkisini göstermek amacıyla Ek-2.18 hazırlanmıştır. Ek-2.18'deki hesaplanan toplam girdi payı (%) olan

a ve b değerleri Eşitlik 3.24'e göre hesaplanmıştır. Hesaplanan b değeri, sabit fiyatlarla toplam girdi mutlak değerinin, baz yıldaki toplam girdi değerinin aritmetik ortalamasıdır. Ek-2.18'de verilen  $\pi_{\Omega}$  değeri toplam maliyete karşılık gelen verim oranıdır ve 0,10 olarak alınmıştır (Kurosawa, 1991). Yatırımın fırsat maliyeti, toplam maliyete karşılık gelen minimum karlılıktır. Kar artış miktarı, karlılığın mutlak değeri ile yatırımın fırsat maliyeti arasındaki farka eşittir (Eşitlik 3.25). Kar artış oranı ise, kar artış miktarının toplam maliyete oranıdır.

$$a = \frac{1}{2} \left( \frac{P_0 Q_t}{\sum P_0 Q_t} + \frac{P_0 Q_0}{\sum P_0 Q_0} \right) \quad b = \frac{1}{2} \left( \frac{P_0 Q_t}{\sum p_0 q_t} + \frac{P_0 Q_0}{\sum p_0 q_0} \right) \quad (3.24)$$

$$\text{Kar artış miktarı} = \left( \sum p_t q_t - \sum P_t Q_t \right) - \left( \pi_{\Omega} \sum P_t Q_t \right) \quad (3.25)$$

Karlılık değişimini incelemek amacıyla Ek-2.18'deki veriler kullanılarak Şekil 3.18 çizilmiştir.

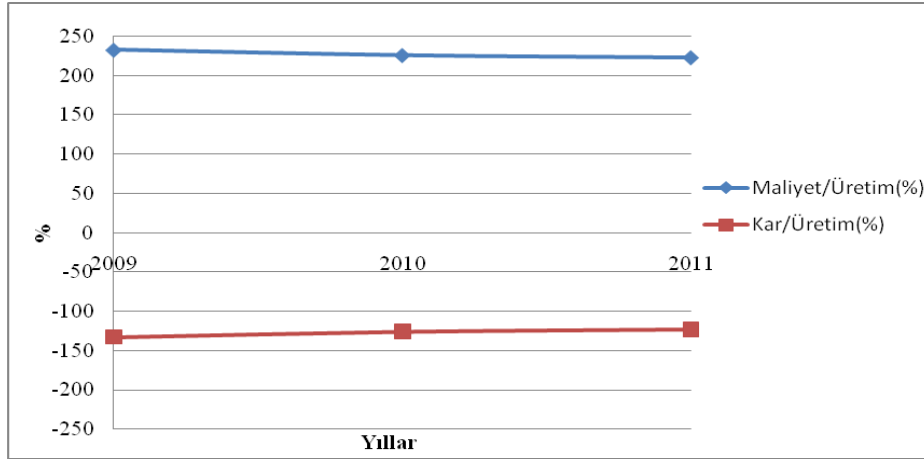


Şekil 3.18. 2009-2011 yılları arasında karlılık değişimi (%)

Şekil 3.18 incelendiğinde 2010 ve 2011 yıllarında karlılık oranının sırasıyla % 44,25 ve % 44,81 olduğu gözlenmektedir. 2009 yılına göre Havzanın karlılığında 2010 yılı için % 2,95, 2011 yılı için % 4,25'lik değişim görülmektedir. Bu değişimler

verimlilik değişimleriyle kıyaslandığında 2010 yılı için verimlilik değeri % 97,25, 2011 yılı için % 88,52'dir. Görüldüğü üzere karlılıkta yukarı doğru bir değişim olmasına rağmen, aynı yükseliş verimlilikte oluşmamıştır. Bu sonuç, karlılık yüksek olsa da verimliliğin düşük olabileceğini ortaya koymaktadır.

Taşkömürü üretim değeri içindeki karı ve maliyeti değerlendirmek amacıyla Ek-2.19'daki veriler kullanılarak Şekil 3.19 çizilmiştir.



Şekil 3.19 Taşkömürü üretim değeri içindeki kar ve maliyet (%)

Şekil 3.19 incelendiğinde Havzada 2009 yılı taşkömürü üretimi kar oranı - %132,69'dur. Havzadaki kar zararda olduğu için, kar oranı (-) değer olarak hesaplanmıştır. 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yılları incelendiğinde TTK zararda olup kar oranı - % 125,98 ve -% 123,15 yükselmiştir. Maliyet ve üretim oranları ise 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 2,97 ve % 4,28 azalmıştır.

Ek-2.4, Ek-2.13 ve Ek-2.14'deki veriler kullanılarak, Ek-2.20, Ek-2.21, Ek-2.22'deki değerler hesaplanmıştır. Ek-2.20, Ek-2.21 ve Ek-2.22'deki N değeri

$$= \frac{\sum P_t Q_t}{\sum P_t q_t}$$

eşitliği ile hesaplanır. Eşitliğin payı hesaplanan yıl için toplam personel ve

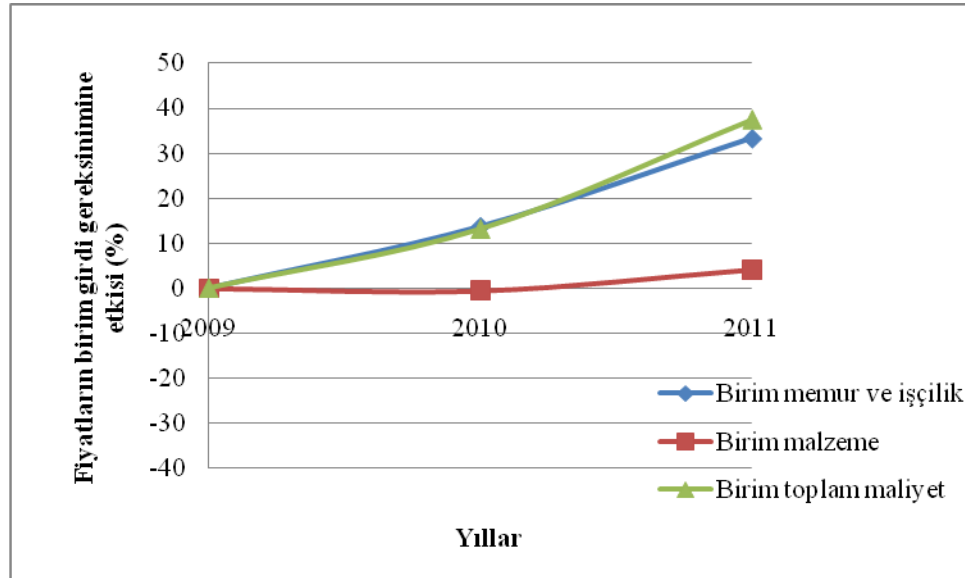
işçi giderlerinin TL cinsinden değerini, eşitliğin paydası ise tüm satışlar adı altında satılan taşkömürünün TL cinsinden değeridir. Pay ve paydanın oranlanmasıyla N değeri hesaplanmaktadır. Ek-2.20, Ek-2.21 ve Ek-2.22'deki R değeri ise

$= \frac{\sum P_0 Q_t}{\sum P_0 q_t}$  eşitliği ile hesaplanır. Eşitliğin payı baz yılı için toplam personel ve işçi giderlerinin, hesaplanan yıl için toplam personel ve işçi sayılarının çarpımına,

eşitliğin paydası ise baz yılı için tüm satışlar adı altında satılan taşkömürünün 1 ton fiyatı ile hesaplanan yıl için satılan taşkömürü miktarının çarpımına eşittir. Pay ve paydanın oranlanmasıyla R değeri hesaplanmaktadır. Ek-2.20, Ek-2.21 ve Ek-

2.22'deki A ve B değerleri ise sırasıyla  $A = \frac{\sum P_t Q_0}{\sum P_t q_0}$ ,  $B = \frac{\sum P_0 Q_0}{\sum P_0 q_0}$  eşitlikleriyle benzer

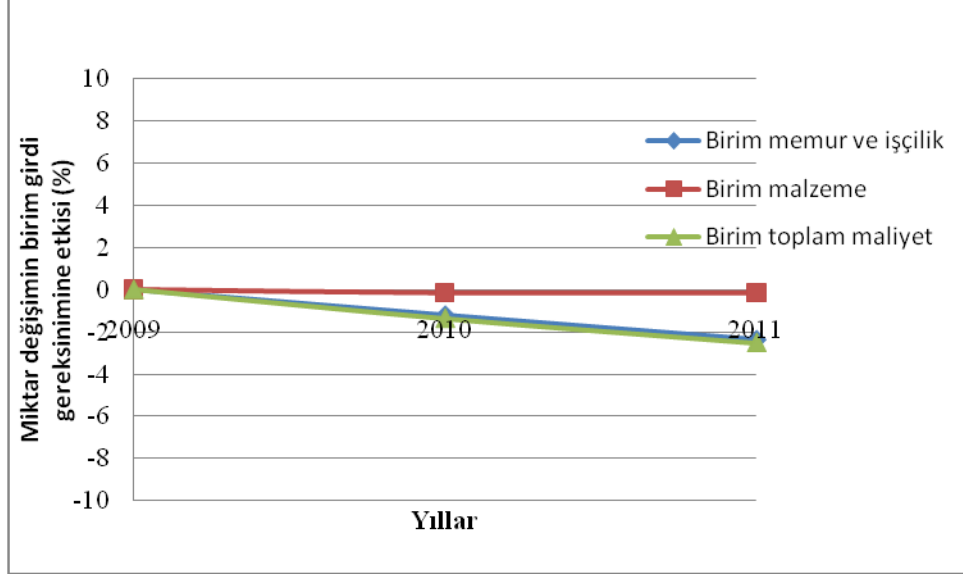
şekilde bulunmuştur. (Önder, 2006).



Şekil 3.20 Girdi ve çıktı fiyat değişiminin birim girdi gereksinimine etkisi (%)

Girdiler ve çıktılardaki fiyat değişimlerinin birim maliyete etkisini belirlemek için Ek-2.20, Ek-2.21 ve Ek-2.22'teki verilerin kullanılmasıyla Şekil 3.20 çizilmiştir. Şekil 3.20 değerlendirildiğinde birim maliyetteki pozitif artış, karşılaştırılan baz yıla göre maliyetin arttığı anlamına gelmektedir. 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla birim personel ve işçi maliyetinde % 13,69 ve % 33,37'lik yukarı yönde bir artış meydana gelmiştir. Benzer şekilde malzeme girdilerindeki fiyat değişimleri 2009 yılı ile kıyaslandığında 2010 yılında -% 0,53'lük düşüş, 2011 yılında ise % 4,09'luk artış meydana gelmiştir. Toplam girdideki birim toplam maliyetteki artış

incelendiğinde 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 13,16 ve % 37,45'lik artış olmuştur.



Şekil 3.21 Girdi ve çıktı miktar değişiminin birim girdi gereksinimine etkisi (%)

Girdi ve çıktılardaki miktar değişimlerinin birim maliyete etkisini belirlemek için Ek-2.23, Ek-2.24 ve Ek-2.25'deki verilerin kullanılmasıyla Şekil 3.21 çizilmiştir. Şekil 3.21 değerlendirildiğinde 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında birim personel ve işçi maliyetinde sırasıyla -%1,22 ve -%2,38, birim malzeme maliyetinde -%0,14 ve -%0,14, son olarak toplam birim maliyette ise -%1,46 ve -%2,51 oranında azalış meydana gelmiştir.

## **BÖLÜM DÖRT**

### **KLASİK YÖNTEMİN UYGULANDIĞI AMASRA SAHASINDA SEÇİLEN PANOYA MEKANİZE YÖNTEM UYGULAMASI ve VERİMLİLİK ANALİZİ**

#### **4.1 Seçilen Panonun Tanıtımı**

Havzada, yeraltı kömür üretimi, +155 ile -560 kotları arasındaki kömür damarlarında devam etmektedir. Kömür rezervi -1000 kotlarına kadar inmektedir. Çalışılan kömür damarlarının yapısına göre, ilerletimli ya da geri dönümlü göçertmeli uzunayak yöntemi uygulanırken, daha dik ve kalın damarlarda, pnömatik patlatma, dişli ayak, karatumba yöntemleri uygulanmaktadır. Ayaklarda üretim, kazma, basınçlı hava ile çalışan martopikör ve patlayıcı madde ile yapılmaktadır. Ayaklardan zincirli konveyörlerle ana galerilere aktarılan kömür, vagonlarla kuyu dibine taşınmakta, oradan da kafesle yeryüzüne çıkarılmaktadır. Bu çalışmada, klasik yöntem ile yeni uygulanacak olan mekanize yöntemin birim maliyetleri karşılaştırılarak, toplam faktör verimliliği hesaplanacaktır.

Havzada, genellikle, klasik yöntem uygulanmakla birlikte, mekanize yöntemin uygulanabileceği en uygun yerin Amasra sahası olduğu belirlenmiştir. İncelenecek panonun yeri, tavan damarda ve -250 ile -350 kotları arasındadır. Damarın ortalama kalınlığı 160 cm, eğimi 52°, ayak uzunluğu 90 m, pano uzunluğu 300 m olarak seçilmiştir. Panonun toplam rezervi 73 440 ton'dur.

#### **4.2 Klasik Yöntem İçin Maliyet Analizi**

Klasik yöntemde birim maliyetlerin hesabı iki bölüme ayrılmıştır. Tavan damara başyukarının sürülebilmesi için, tavan ve taban galerilerinin bir başyukarı ile birleştirilmesi gerekir. Bu galerilerin birim maliyetleri aşağıda hesaplanmıştır (Tablo 4.1).



#### 4.2.1 Tavan Galerisi Birim Maliyeti

Tavan galerisi, damar içinde açılmakta olup uzunluğu 240 m'dir. Delme ve patlatma ile açılıp tavan taşı, ağaç tahkimatlar ile tutulmaktadır. Günlük ilerleme miktarı 3,5 metre olup 240 metre uzunluğundaki tavan galerisinin açılma işlemi yaklaşık 70 günde tamamlanacaktır. Galerinin taban genişliği 4,5 m, yüksekliği ise 3,2 m olup, galeri kesiti  $14 \text{ m}^2$ 'dir. Tavan galerisinin sürülmesi sırasında 4 usta, 6 yedek, 1 nezaretçi, 1 barutçu, 2 geri işçilik olmak üzere toplam 14 işçi çalışacaktır.

**İşçilik gideri:**  $14 \text{ işçi} \times 145 \text{ TL yev/gün} \times 70 \text{ gün/yev} = 142 100 \text{ TL}$

**Ağaç malzeme gideri:**  $0,5 \text{ m}^3/\text{TL} \times 240 \text{ m} \times 160 \text{ TL/m}^3 = 19 200 \text{ TL}$

**Patlayıcı madde gideri:**  $2,2 \text{ kg/m} \times 240 \text{ m} \times 6 \text{ TL/kg} = 3 168 \text{ TL}$

**Kapsül gideri:**  $9 \text{ adet/m} \times 240 \times 3,068 \text{ TL/adet} = 6 626,88 \text{ TL}$

**Elektrik gideri:** Tavan galerisi 45 kWh'lık bir pervane ile havalandırılacaktır.

$45 \text{ kWh} \times 24 \text{ h (saat)} \times 70 \text{ gün} = 75 600 \text{ kWh}$

Elektrik ücreti =  $0,152 \text{ TL/kWh}, 75 600 \text{ kWh} \times 0,152 \text{ TL/kWh} = 11 491,20 \text{ TL}$

**Basınçlı hava gideri:** Martoperforatör günde 3,5 h efektif olarak çalışacaktır.

$60 \text{ m}^3/\text{m} \times 3,5 \text{ saat} \times 240 \text{ m} = 50 400 \text{ m}^3$ , basınçlı hava ücreti =  $0,025 \text{ TL/m}^3$

$50 400 \text{ m}^3 \times 0,025 \text{ TL/m}^3 = 1 260 \text{ TL}$

**Metan drenajı için sondaj gideri:** 300 TL

**Teknik eleman gideri:**  $167 \text{ TL ücret/gün} \times 2 \text{ kişi} \times 70 \text{ gün} = 23 380 \text{ TL}$

**Tavan galerisi giderlerinin toplamı:**

$142 100 + 19 200 + 3 168 + 6 626,88 + 11 491,20 + 1 260 + 23 380 = 207 526,08 \text{ TL}$

Tavan galerisi birim maliyeti =  $207 526,08 / 240 = 864,69 \text{ TL/m}$

#### 4.2.2 Taban Galerisi Birim Maliyeti

Taban galerisi damar içinde açılmakta olup uzunluğu 240 m'dir. Taban galerisi delme ve patlatma ile açılıp taban taşı ağaç tahkimatlar ile tutulmaktadır. Günlük ilerleme miktarı 4 metre olup 240 metre uzunluğundaki taban galerisinin açılması yaklaşık 60 günde tamamlanacaktır. Taban galeri kesiti 10 m<sup>2</sup> olup 3 usta, 5 yedek, 1 nezaretçi, 1 barutçu, 2 geri işçilik olmak üzere toplam 12 işçi çalışacaktır.

**İşçilik gideri:** 12 işçi x 4 325 TL/ay x 2 ay =103 800 TL

**Ağaç malzeme gideri:** 0,5 m<sup>3</sup>/m x 240 m x 160 TL/m<sup>3</sup> = 19 200 TL

**Patlayıcı madde gideri:** 2,2 kg/m x 240 m x 6 TL/kg = 3 168 TL

**Kapsül gideri:** 9 adet/m x 240 m x 3,068 TL/adet = 6 626,88 TL

**Elektrik gideri:** Tavan galerisi 45 kW'lık bir pervane ile havalandırılacaktır.

45 kWh x 24 h x 60 gün= 64 800 kWh

Elektrik ücreti = 0,152 TL/kWh, 64 800 kWh x 0,152 TL/kWh = 9 849,60 TL

**Basınçlı hava gideri:** Martoperforatör 3,5 h efektif olarak çalışmaktadır.

60 m<sup>3</sup>/h x 3,5 h x 240 m=50 400 m<sup>3</sup>, basınçlı hava ücreti= 0,025 TL/m<sup>3</sup>

50400 m<sup>3</sup> x 0,025 TL/m<sup>3</sup>=1 260 TL

**Metan drenajı için sondajı gideri:** 300 TL

**Teknik eleman gideri:** 5 000 TL/ay x 2 kişi x 2 ay =20 000 TL

**Taban galerisi giderlerinin toplamı:**

103 800+19 200 +3 168+ 6 626,88 +9 849,60+1 560+20 000 = 164 204,48 TL

Taban galerisi birim maliyeti= 164 204,48 / 240= 684,19 TL/m

### 4.2.3 Başyukarı Birim Maliyeti

Başyukaruların hazırlanmasında 5 usta, 6 yedek, 1 nezaretçi, 1 barutçu ve 1 geri işçilik olmak üzere 13 işçi bir günde 3 m ilerleme yapmaktadır. 90 metrelik bir başyukarı yaklaşık 30 günde tamamlanacaktır.

**İşçilik gideri:** 14 işçi x 4325 TL/ay x 1 ay= 60 550 TL

**Ağaç malzeme gideri:**  $0,5 \text{ m}^3/\text{m} \times 90 \text{ m} \times 160 \text{ TL}/\text{m}^3 = 7 200 \text{ TL}$

**Patlayıcı madde gideri:**  $2,2 \text{ kg}/\text{m} \times 90 \text{ m} \times 6 \text{ TL}/\text{kg}=1 188 \text{ TL}$

**Kapsül gideri:**  $9 \text{ adet}/\text{m} \times 90 \text{ m} \times 3,068 \text{ TL}/\text{adet}= 2 485,08 \text{ TL}$

**Elektrik gideri:** Bir başyukarı 45 kWh'lık bir pervane ile havalandırılacaktır.

$45 \text{ kWh} \times 24 \text{ h} \times 30 \text{ gün}= 32 400 \text{ kWh}$

Elektrik ücreti=  $0,152 \text{ TL}/\text{kWh}, 32 400 \text{ kWh} \times 0,152 \text{ TL}/\text{kWh} = 4 924,80 \text{ TL}$

**Basınçlı hava gideri:** Martopikör 3,5 h efektif olarak çalışmaktadır.

$60 \text{ m}^3/\text{h} \times 3,5 \text{ h} \times 90 \text{ m}=18 900 \text{ m}^3, \text{ m}^3 \text{ basınçlı hava ücreti}= 0,025 \text{ TL}/\text{m}^3$ 'tür.

$18 900 \text{ m}^3 \times 0,025= 472,5 \text{ TL}$

**Metan drenajı için sondajı gideri:** 300 TL

**Teknik eleman gideri:**  $5000 \text{ TL}/\text{ay} \times 2 \text{ kişi} \times 1 \text{ ay} = 10 000 \text{ TL}$

**Başyukarı galeri giderleri toplamı:**

$60 550+7 200+1 188+2 485,08+4 924,80+472,50+300+10 000 = 87 120,38 \text{ TL}$

Başyukarı birim maliyeti=  $87 120,38 /90 = 968,00 \text{ TL}/\text{m}$

#### 4.2.4 Toplam Birim Maliyet

Klasik yöntem ile bu panoda ortalama 200 ton/gün üretim yapılmaktadır. Planlanan bu panoda ortalama 90 işçi 3 vardiya çalışmaktadır. 1 günde ortalama 0,95 m<sup>3</sup>lik ilerleme yapılmaktadır. 300 metrelik panoda yaklaşık 315 (10,5 ayda) günde tamamlanacaktır.

**İşçilik gideri:** 90 işçi x 10,5 ay x 4325 TL/ay = 4 087 125 TL

**Ağaç malzeme gideri:** 0,036 m<sup>3</sup>/ton x 73 440 ton x 160 TL/m<sup>3</sup> = 423 014,40 TL

**Patlayıcı madde gideri:** 0,16 kg/ton x 73 440 ton x 6 TL/kg = 70 502,40 TL

**Kapsül gideri:** 0,175 adet/ton x 73 440 ton x 3,068 TL/adet = 39 429,94 TL

**Elektrik gideri:** 90 metre uzunluğundaki ayak 45 kWh'lık bir pervane ile havalandırılacaktır.

Elektrik ücreti=0,152TL/kWh

45 kWh x 24 h x 315 gün x 0,152 TL/kWh = 51 710,40 TL

**Basınçlı hava gideri:** Martopikör günde ortalama 3,5 saat efektif olarak çalışmaktadır. Aynı zamanda günde 60m<sup>3</sup> hava kullanmaktadır. Ortalama 25 adet martopikör çalışmaktadır.

60 m<sup>3</sup>/h x 3,5 h x 315 gün x 0,025 TL/m<sup>3</sup> x 25 adet= 41 343,75 TL

**Metan drenajı için sondajı gideri:** 300 TL

**Teknik eleman gideri:** 5000 TL/ay x 10,5ay x 2kişi= 105 000 TL

**Diğer giderler:** 481 812,59 TL (Önceki giderler toplamının %10'u olarak alınmıştır.)

**Toplam üretim giderleri: 5 299 938,47 TL**

Tablo 4.1 Tavan ve taban yolları, başyukarı ve üretim giderleri

Giderler	Birim ödeme miktarları	Toplam ödeme miktarı (TL)	Yüzdesi (%)
İşçilik (TL/ay)	4 325	4 393 575	75,67
Ağaç malzeme (TL/m <sup>3</sup> )	160	468 614,40	8,07
Patlayıcı madde (TL/kg)	6	78 026,40	1,34
Kapsül (TL/adet)	3,068	55 168,78	0,95
Enerji (TL/kWh)	0,152	77 976	1,34
Basınçlı hava (TL/m <sup>3</sup> )	0,025	45 536,25	0,78
Teknik personel (TL/ay-kişi)	5 000	158 380	2,76
Diğer giderler (TL)		527 727,68	9,09
Toplam giderler (TL)		5 805 004,51	100

$$\text{Toplam birim maliyet} = \frac{\text{Toplam giderler (TL)}}{\text{Üretilen kömür miktarı (ton)}} = \frac{5\,805\,004,51 \text{ TL}}{73\,440 \text{ ton}} = 79,04 \text{ TL/ton}$$

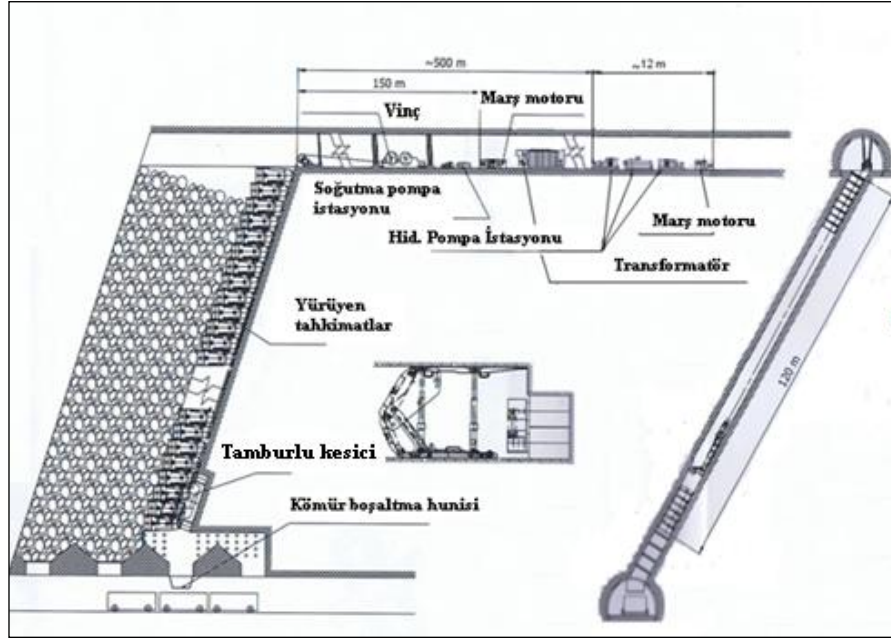
$$\text{Toplam faktör verimliliği} = \frac{\text{Üretilen kömür miktar(ton) x taşkömürü satış fiyatı(TL/ton)}}{\text{Toplam giderler (TL)}}$$

$$= \frac{73\,440 \text{ ton} \times 330 \text{ TL/ton}}{5\,805\,004,51} = 4,17$$

Klasik yöntem uygulanan panonun ayak dibi maliyetleri hesaplanmıştır. Hesaplanan birim maliyetler, toplam üretim miktarına bölünmesiyle 4,17 değeri bulunmuştur. Bu değer birimsizdir. TTK'nin klasik yöntem ile harcadığı 1 TL, taşkömürünün üretilip satıldıktan sonra 4,17 TL olarak döneceğini ifade etmektedir.

#### ***4.3 Mekanize Yöntem İçin Maliyet Analizi***

Kömür damarı içersine sürülen tavan ve taban ve başyukarı galerileri açıldıktan sonra, mekanize yöntemin montaj işlerine başlanır. Mekanize yöntemin maliyetleri dört başlık altında incelenmiştir. Bu maliyetler sırasıyla; başyukarı maliyeti, montaj maliyeti, üretim maliyeti ve demontaj maliyetleridir. Tavan galerisi, taban galerisi ve başyukarı maliyeti klasik yöntemde hesaplanan giderlerle aynı olduğu için hesaplamalar tekrar yapılmamıştır. Bu hazırlıklar için toplam giderler, mekanize toplam giderlerine eklenmiştir.



Şekil 4.1 Mekanize ayağın plan görünüşü

#### 4.3.1 Montaj Birim Maliyeti

Sürekli kesici yükleyicinin hazırlanan panolarda çalışma ömrü 15 yıl olarak planlanmıştır. -250 ile -350 kotlarına hazırlanan panoda 5 ay süresince mekanize üretim gerçekleştirilecektir. Sürekli kesicinin 1 ay montaj ve üretimini tamamladıktan sonra 1 ay demontaj olmak üzere 7 ay süresince bu panoda kalacaktır. Mekanize kazı sisteminin toplam fiyatı 5 milyon avro (12 500 000 TL)'dur. Mekanize yöntemin günlük üretimi 587 ton/gün, işçilik randımanı 21,760 kg/yev'dir. 10 kWh gücündeki bir vinç ile mekanize yöntem yerleştirilecek olup günde 20 saat çalıştırılacaktır. Her vardiya 5 işçi çalıştırılacak olup günde 15 işçi ve 1 teknik eleman çalıştırılması planlanmaktadır.

**Amortisman gideri:** Mekanize yöntemin amortisman maliyeti yıllık 833 333 TL olup aylık amortisman gideri= 69 444 TL'dir.

**Enerji gideri:** 10 kWh x 25 gün x 20 h x 0,152 TL/kWh = 760 TL

Elektrik ücreti=0,152 TL/kWh

**İşçilik gideri:** 15 işçi x 4 325 TL/ay=64 875 TL

**Teknik eleman gideri:** 5 000 TL/ay x 1 teknik eleman = 5 000 TL

**Toplam montaj giderleri:** 69 444+760+64 875+5 000= 140 079 TL

#### **4.3.2 Üretim Birim Maliyeti**

Mekanize yöntemde, vardiyada 80 cm olmak üzere 2,4 m ilerleme yaparak 5 ay süresince üretim yapması planlanmaktadır. 120 kWh gücünde tamburlu kesici ile 15 kWh gücünde vinç kullanılacaktır. Toplam 135 kWh gücünde enerji harcayacaktır. Tamburlu kesicinin, kesici kafası 80 cm'lik bir ilerlemeyi 1 saatte tamamlayacağı varsayılmakta, ortalama damar kalınlığı 160 cm olan damarı 2 saatte kesebilecektir. Mekanize yöntem, ayak boyunca kısımlara ayrılacaktır. Ayak başında 3 işçi bulunacak, bunlardan bir tanesi 1 vinç operatörü diğer ikisi ise yürüyen tahkimatlarla ilgilenen işçiler olacaktır. Ayak içinde 1 tamburlu kesici operatörü, 2 işçi de yürüyen tahkimatlardan sorumlu olacaktır. Ayak sonunda ise 3 işçi bunlardan 2 tanesi yürüyen tahkimatlardan sorumlu işçiler diğeri ise ayak sonundaki vinç operatörüdür. Ayrıca ayak dibinde kömür yükleme için her vardiya 3 işçi olmak üzere toplam da 9 işçi kömür yüklemede çalışacaktır. Toplamda 1 vardiyada 12 işçi 3 vardiyada 36 işçi çalışması planlanmaktadır. Bu işçilerin yanında 1 adet daimi nezaretçi bulunacaktır. Tam mekanize yöntem havzada ilk defa uygulanacaktır. TTK'nin klasik yöntemde ki güçlü deneyimi, uygulanacak mekanize yöntemde henüz kazanılamamıştır. Yapılan planlamalar mekanize yöntemin uygulandığı bazı kömür ocaklarındaki deneyimlerden yararlanılmıştır. Mekanize yöntem faaliyete geçtiğinde şüphesiz değişiklikler yapılabilecektir.

#### **Amortisman gideri:**

69444 TL x 5 ay = 347 220 TL

#### **Tamburlu kesici ve vincin enerji gideri:**

135kWh x 2 saat x 3 vardiya x 125 gün x 0,152 TL/kWh= 15 390 TL



**Mekanize ekipmanların ötelenmesi için enerji gideri:**

$15 \text{ kWh} \times 2 \text{ saat} \times 3 \text{ vardiya} \times 125 \times 0,152 \text{ TL/kWh} = 1\ 710 \text{ TL}$

**İşçilik gideri:**

$36 \text{ işçi} \times 4325 \text{ TL/ay} \times 5 \text{ ay} = 778\ 500 \text{ TL}$

**Teknik eleman gideri:**

$2 \text{ kişi} \times 5000 \text{ TL/ay} \times 5 = 50\ 000 \text{ TL}$

**Diğer giderler:** 34 722 TL (Amortisman maliyetinin %10'nudur.)

**Toplam üretim giderleri:**

$347\ 220 + 15\ 390 + 1\ 710 + 778\ 500 + 50\ 000 + 34\ 722 = 1\ 227\ 542 \text{ TL}$

**4.3.3 Demontaj Birim Maliyeti**

Mekanize yöntemin panodaki üretimini tamamlandıktan sonra yaklaşık 1 ay sürecek olan demontaj işlemlerine başlanacaktır. Demontaj çalışmalarında her vardiya 5 işçi olmak üzere günde 15 işçi çalıştırılacaktır. 15 kWh gücünde bir vinç günde ortalama 20 saat çalışarak, mekanize yöntem hazırlanan diğer panolara taşınacaktır.

**Bir aylık amortisman gideri:**

$12\ 500\ 000 / 180 = 69\ 444 \text{ TL}$

**Enerji gideri:**

$15 \text{ kWh} \times 30 \text{ gün} \times 20 \text{ saat} \times 0,152 = 1\ 368 \text{ TL}$

**İşçilik gideri:**

$15 \text{ işçi} \times 4325 \text{ TL/ay} \times 1 \text{ ay} = 64\ 875 \text{ TL}$

**Teknik eleman gideri:**

1 kişi x 5000 TL= 5 000 TL

**Toplam demontaj giderleri:**

69 444+1 368+64 875+5 000= 140 637 TL

**4.3.4 Toplam Birim Maliyet**

Mekanize yöntemin toplam maliyeti Tablo 4.2’de verilmiştir. Verilen değerler ile yöntemin birim maliyetleri ve verimliliği hesaplanmıştır.

Tablo 4.2 Mekanize sistemin toplam giderleri

Giderler	Birim ödeme miktarları	Toplam ödeme miktarı (TL)	Yüzdesi (%)
Amortisman (TL)	69 444	486 108	22,99
İşçilik (TL/ay-kişi)	4 325	1 193 700	56,47
Ağaç malzeme (TL/m <sup>3</sup> )	160	45 600	2,15
Patlayıcı madde (TL/kg)	6	7 524	0,35
Kapsül (TL/adet)	3,068	15 738,84	0,74
Enerji (TL/kWh)	0,152	45 493,60	2,15
Basınçlı hava (TL/m <sup>3</sup> )	0,025	3 892,50	0,18
Teknik personel (TL/ay-kişi)	5 000	92 000	4,39
Diğer giderler (TL)		223 727,69	10,58
Toplam giderler (TL)		2 113 784,63	100

$$\text{Toplam birim maliyet} = \frac{\text{Toplam giderler (TL)}}{\text{Üretilen kömür miktarı (ton)}} = \frac{2\,113\,784,63 \text{ TL}}{73\,440 \text{ ton}} = 28,78 \text{ TL/ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Toplam faktör verimliliği} &= \frac{\text{Üretilen kömür miktarı (ton) x taşkömürü fiyatı (TL/ton)}}{\text{Mekanize sistemin toplam giderleri (TL)}} \\ &= \frac{73\,440 \text{ ton} \times 330 \text{ TL/ton}}{2\,113\,784,63 \text{ TL}} = 11,46 \end{aligned}$$

#### 4.4 Verimliliklerin Değerlendirilmesi

Klasik yöntem uygulanan panoda toplam faktör verimliliği 4,17 olarak bulunmuştur. Bu değer birimsizdir. Kurumun harcadığı 1 TL'nin, taşkömürü elde edildikten sonra, 4,17 TL olarak geri döneceğini ifade etmektedir. Adı geçen panoda, mekanize yöntem uygulandığında, toplam faktör verimliliği 11,46 olarak hesaplanmıştır. Burada da 1 TL'lik harcamaya karşılık 11,46 TL'lik kazanç elde edileceği görülmektedir. Bu iki toplam faktör verimlilik değeri birbirine oranlanacak olursa, mekanize yöntem, klasik yöntemle göre % 179,71 daha verimli olduğu görülecektir. Mekanize yöntemde 1 ton taşkömürü üretim maliyeti 28,78 TL/ton olmasına karşın, klasik yöntemde bu maliyet 79,04 TL/ton olarak hesaplanmıştır. Mekanize yöntemin olumlu yönlerinin yanında, olumsuz yönleri de vardır. Mekanize yöntemin üretim kapasitesinin yüksek olmasına karşın, klasik yöntemin üretim kapasiteleri düşüktür. Mekanize yöntemde daha az işçi çalışmasına rağmen, klasik yöntemde daha fazla işçi çalıştırılacaktır. Nitekim incelenen panoda mekanize yöntem için günde 70 işçi çalışmasına rağmen, klasik yöntemde 138 işçi çalıştırılacaktır. Mekanize yöntemin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına karşın, klasik yöntemin ilk yatırım maliyetleri düşüktür.

## BÖLÜM BEŞ SONUÇLAR

Dünyadaki antrasit-bitümlü, alt-bitümlü kömürler ve linyit kömür rezervinin 860 milyar ton olduğu ve bu rezerv toplamının 411 milyar tonunun antrasit-bitümlü kömür rezervi olduğu belirtilmektedir. Dünyada üretilebilir kömür rezervi 70 ülkede ve her kıtada yeterli miktarda bulunmaktadır. Mevcut tüketim trendi ile mevcut üretilebilir rezerv yaklaşık 122 yılda tüketilebilecektir.

Dünya’da ince damar olarak sınıflandırılan kömür rezervi 6 milyar tondan fazladır. Bu rezervin, en uygun yeraltı yöntemi ile ekonomik ve verimli bir şekilde üretimi gerçekleştirilmelidir. Ülkemizde damar kalınlığı 80-200 cm arasındaki kömür rezervleri, özellikle Zonguldak Havzasında toplam rezervin %15 ile %20’sini oluşturmaktadır. Ayrıca kalın kömür damarlarına sahip çoğu panoda, jeolojik faktörlerden dolayı damar kalınlığı çok sık incelmekte ve üretim zorlaşmaktadır.

Havzada, Fisher İndeks sayısı temeline dayanan toplam verimlilik ve karlılık ölçüm modeli uygulanmıştır. Buna göre ürün fiyat indeksi 2009 yılı baz alındığında taşkömürü fiyatının 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 9,04 ve % 37,69 oranında arttığı görülmektedir. Bu artış TTK’ya, 2009 yılına göre 108 982 644 TL ek gelir sağlamıştır (Ek-2.4).

Üretim maliyetlerini en fazla etkileyen giderler birisi personel ve işçi giderleridir. 2009 yılına göre, 2010 ve 2011 yıllarında personel ve işçi fiyat indeksleri %2,53 ve %17,27 oranında artmıştır. Personel ve işgücü giderlerinin bu oranlarda artması 2009 yılına göre girdi maliyetlerini 149 586 053,50 TL arttırmıştır (Ek-2.7).

Havzada, taşkömürü üretimini etkileyen diğer faktörler sıralandığında; personel ve işgücü giderleri, maden direği, dinamit, kapsül, elektrik ve demirbağ giderleri olarak sıralanabilir. Girdi maliyetlerinin fiyat indeksi değerlendirildiğinde 2009’a göre 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 3,51 ve % 17,02 oranında artmıştır (Ek-

2.14). Toplam giderlerin artması 2009 yılına göre 115 500 163,60 TL olarak hesaplanmıştır.

Havzada üretilen taşkömürü üretim verimini görmek amacıyla, 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında üretim indeksi % 1,28 artarken 2011 yılında ise % 10,85 oranında azalış meydana gelmiştir. 2011 yılında meydana gelen düşüşün en önemli nedeni aynı yıl için toplam girdi fiyat indeksinin (% 17,02) daha yüksek olmasıdır.

Toplam girdi indeks değerleri 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 4,68 ve % 0,80 artış göstermiştir. Bu değişim içerisinde verimlilik indeksi 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 2,75 ve % 11,48 oranında düşmüştür, bu düşüşün TTK'ya toplam zararı 57 597 542,79 TL'dir (Ek-2.17).

Türkiye Taşkömürü Kurumunda 2009 yılında üretilen taşkömürünün maliyet/üretim oranı % 232,69'u maliyetleri oluştururken, % 132,69'nu zarar oluşturmuştur. 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yılları incelendiğinde TTK'nun zararları % 125,98 ve % 123,15'e yükselmiştir. Maliyet ve üretim oranları ise 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 2,97 , % 4,28 azalmıştır.

Havzada, 2009, 2010 ve 2011 yıllarında karlılık oranları sırasıyla %42,98, % 44,25 , % 44,81 olduğu gözlenmektedir. 2009 yılına göre Havzanın karlılık oranında 2009 yılına göre, 2010 yılı için % 2,95; 2011 yılı için % 4,25'lik yükseliş görülmüştür. Bu değişimler verimlilik değişimlerine göre 2010 yılı için verimlilik değeri % 97,25, 2011 yılı için % 88,52'dir. Görüldüğü üzere karlılıkta yukarı doğru bir değişim olmasına rağmen aynı yükseliş verimlilikte olmamıştır. Bu sonuç karlılık yüksek olsa da verimlilikte düşük olabileceğini ortaya koymaktadır.

2010 yılında birim toplam girdilerin fiyat değişimlerinin, birim toplam maliyetindeki artış % 13,16; 2011 yılı için % 37,45 olarak hesaplanmıştır (Ek-2.22). 2010 yılında birim toplam girdi sayılarının miktar değişimlerinin birim toplam maliyetindeki düşüş % 1,36, 2011 yılı için % 2,51 olarak hesaplanmıştır(Ek-2.25).

Hesaplamalar sonucunda fiyat değişimleri toplam girdiyi arttırmasına rağmen, miktar değişimlerinin birim toplam maliyeti azaltmıştır.

Zonguldak Havzasında uygulanan klasik yöntem ve uygulanması düşünölen mekanize yönteminin verimlilikleri de incelenmiştir. Her iki yöntem için Amasra sahasında aynı pano için birim maliyetler hesaplanmıştır. İnceleme doğrultusunda, eğer mekanize yöntem Amasra panosunda başarılı bir şekilde uygulanabilirse birim üretim maliyetlerinin düşeceği hesaplanmıştır.

Klasik yöntemin uygulandığı panoya, mekanize yöntemin uygulanması durumunda, heriki yöntemin de verimliliklerinin karşılaştırılabilmesi için, üretimin toplam faktör verimliliği hesaplanmıştır. Mekanize yöntemin toplam faktör verimliliği 11,46 olarak hesaplanmıştır. Bu değer birimsizdir. Havzada kömür üretimi için harcanan 1 TL'nin, taşkömürü elde edildikten sonra 11,46 TL olarak geri döneceğini ifade etmektedir. Benzer şekilde klasik yöntemin toplam faktör verimliliği 4,17 olarak bulunmuştur. Bu iki toplam faktör verimlilik değeri birbirine oranlanacak olursa, mekanize yöntem, klasik yöntemle göre %179,11 daha verimli olduğu görölecektir.

Mekanize yöntemde 1 ton taşkömürü üretim maliyeti 28,78 TL/ton olmasına karşın, klasik yöntemde bu maliyet 79,04 TL/ton olarak hesaplanmıştır. Mekanize yöntem, klasik yöntemle göre 1 ton taşkömürünü %174,63 daha ucuza üretmektedir. Ayrıca bu üretim için klasik yöntemde 138 kişi çalışmasına rağmen, mekanize yöntemde 70 işçi çalışmaktadır.

Sahada uygulanacak mekanize yöntemde, çift tamburlu kesici makine ve yürüyen tahkimat sistemi kullanılacaktır. Ayak yüksekliği 50-60 cm'den, 150 - 200 cm'ye kadar değişmektedir. Damar kalınlığının az (80 cm), eğiminin düşük (0°-10°) olduğu durumlarda ise, kısa ayak yönteminin uygulanabileceği öngörülmektedir. Bu yöntemde, sürekli kazı makinesi ile yürüyen tahkimat kullanılacaktır. Ayak uzunlukları 60-70 m arasında alınabilecektir.

## KAYNAKLAR

- 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.
- Agrell, P.J., & West, B.M., (2001), A caveat on the measurement of productive efficiency: *International Journal of Production Economics*, 69, 2-11.
- Akçın, A. N. ve Özkan, T. (1999). Yüksek basınçlı hava ile kömür kazısı, *I. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi*. Ankara.
- Akgül, E. (2011). *Taşkömürü flotasyonunda seçimliliği etkileyen bazı faktörlerin etkilerinin incelenmesi*. Cumhuriyet Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi. Sivas.
- Ataman, T. (1952). *Zonguldak havzasında ince damarların kıymetlendirilmesi*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Ankara.  
[http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/607aa5b2fd58dd8\\_ek.pdf](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/607aa5b2fd58dd8_ek.pdf)
- Aydın, H. ve Önsoy, G. (2011). Zonguldak taşkömürü havzası kömür işletmelerinde verimlilik analizi. *Madencilik*, 50, 33-41.
- Bachstroem, R. H. (1985). *German longwall mining*. Essen : Verlag Gluckauf, 94-97.
- Basu, K. (1997). *Feasibility of an integrated thin seam coal mining and waste disposal system*. Faculty of the Virginia. Masters of science. USA.
- Bp statistical review of world energy. (2011). *Coal's share of world energy consumption*. 10 Mayıs 2011, <http://www.bp.com/statisticalreview/>.

Craig, C.E., & Harris, R.C. (1973). *Total productivity measurement at the firm level*. Sloan Management Review, 14(3), 15-25.

Darren, H., & McPherson, J. M., & Loomis, M. I. (1999). *Underground thin-seam coal mining*. Virginia Center for Coal and Energy Research. Virginia Polytechnic Institute and State University. USA.

Daştan, R. (1991). *Kömür yataklarında yer altı üretim yöntemlerinin seçimine etki eden faktörler ve rasyonel üretim yönteminin seçimi*. Cumhuriyet Üniversitesi. Bitirme Ödevi. Sivas.

Demirbilek, S. (1987). Kalın kömür damarlarında yer altı üretim yöntemi tasarımına genel bir yaklaşım. *Madencilik Dergisi*, 16 (4), 24-30.

Doktan, M. ve İnci, S.Y. (bt). *Kalın damar kömür madenciliğinin dünyadaki ve yurdumuzdaki durumu*. 52-55.

[http:// www.maden.org.tr/resimler/ekler/6e584419a62da62\\_ek.pdf](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/6e584419a62da62_ek.pdf).

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.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. (2010). *Enerji raporu 2010*. 5 Nisan 2011, [http://www.dektmk.org.tr/upresimler/Enerji\\_Raporu\\_20106.pdf](http://www.dektmk.org.tr/upresimler/Enerji_Raporu_20106.pdf)

Elevli, B. ve Uysal, Ö. (1997). *Türkiye 15. Madencilik Kongresi. İnce damar madenciliğinde mekanizasyon ve ekonomisi*, 172.

EÜAŞ. (2008). *Elektrik üretim sektör rapor*.

[http://www.enerji.gov.tr/index.php?sf=webpages&b=yayinlar\\_raporlar](http://www.enerji.gov.tr/index.php?sf=webpages&b=yayinlar_raporlar)

Fernberg, H. (2007). *Mining Methods in Underground Mining* (2th ed.), 39.



- Flynn, E.J. (2000). Impact of technological change and productivity on the coal market. *Energy Information Administration/Issues in Midterm Analysis and Forecasting*, 1-3.
- Güney, M. (b.t.). *Zonguldak kömür ocaklarında yeraltı madencilik faaliyetleri*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Ankara.  
[http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/4a1bf2d968f1ce3\\_ek.pdf](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/4a1bf2d968f1ce3_ek.pdf)
- Gürgen, S. ve Köse, H. (1991). *Yeraltı Kömür Madenciliğinde Topuklu Üretim Yöntemlerinde Yeni Gelişmeler*. *Madencilik* 2, 6.
- Hailu, A., & Veeman, T.S. (2001). *Alternative methods for environmentally adjusted productivity analysis*. *Agricultural Economics*, 25, 210-216.
- Hillinger, C.(2003). *The Money metric, price and quantity aggregation and welfare measurement*. *Contributions to Macroeconomics*. *Berkeley*, 3, (1), 1098.
- 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.
- İstanbuluoğlu, S. (bt). *Türkiye’de klasik yeraltı kömür üretiminden tam mekanize üretime ilk geçiş*, 105.  
[http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/714d2c5a796d581\\_ek.pdf](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/714d2c5a796d581_ek.pdf)
- İstanbul teknik üniversitesi. (2007). *Türkiye’de enerji ve geleceği İTÜ görüşü*. İstanbul.  
[http://www.emo.org.tr/ekler/34b920665683112\\_ek.pdf?tipi=38&turu=X&sube=0](http://www.emo.org.tr/ekler/34b920665683112_ek.pdf?tipi=38&turu=X&sube=0)
- International energy agency. (2009). *Statistics for 2008*. 25 July 2011,  
[http://www.iea.org/country/m\\_country.asp?COUNTRY\\_CODE=TR/](http://www.iea.org/country/m_country.asp?COUNTRY_CODE=TR/).

- Kasap, Y. (2008). *Türkiye kömür madenciliğinde etkinlik ve verimlilik gelişimi veri zarflama analizi*. Doktora tezi. Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kocabaş, M. (2008). *Üretim işletmelerinde işgücü verimliliği ölçüm yöntemlerinin incelenmesi ve bir işletme örneğinde uygulanma*. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi. Kütahya.
- Konuk, A. ve Kocaağa, N. (1993). Türkiye madenciliği karlılık-girdi verimliliğinde işgücünün etkenliği. *Verimlilik Dergisi*, 3, 26-38.
- Korkmaz, O. (2011). İş kazaları ile verimlilik arasındaki ilişki: Türkiye Taşkömürü örneği. *Journal of Yasar University*, 23, (6), 3805-3813.
- Köse, H. ve Tatar, Ç. (1997). *Madenlerde yer altı üretim yöntemleri*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, (4), 33-45.
- Kurosawa, K. (1991). Productivity measurement and management at the company level: The japanese experience. *Elsevier Science Publishing Company*.
- 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*. Doktora tezi. Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Puhakka, T. (1997). *Underground drilling and loading hanbook*. Tomrock Corporation.
- 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.

- Saydam, D. (1997). *İnce damarlarda mekanizasyon*. Cumhuriyet Üniversitesi. Yüksek lisans tezi. Sivas.
- Schreyer, P. (2001). The OECD productivity manual: A guide to the measurement of industry-level and aggregate productivity. *International Productivity Monitor*, (2),38-50.
- Sink, S.D. (1985). Productivity management: Planning, measurement and evaluation control and improvement. *New York: John Wiley&Sons*.
- Szwilski, A.B. (1988). *Significance and measurement of coal mine productivity*. *Mining Science and Technology*, 6, 222-232.
- Şengüler, İ. (2007). *Asfaltit ve bitümlü şeylin Türkiye'deki potansiyeli ve enerji değeri*. TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye Gerçeği. Ankara: TMMOB Elektrik mühendisleri odası, 186-195.
- Şimşek, S. (2007). *Farklı kömürlerin flotasyon ile zenginleştirilmesinde klasik flotasyon yağları ile bitkisel kökenli yağların performanslarının karşılaştırılması*. Doktora Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi. Sivas.
- Şimşir, F. & Özfirat, M. K. (2010). Efficiency of single pass longwall (spl) methodin cayırhan colliery, *Ankara/Turkey*. *Journal of Mining Science*, 46, (4), 404-410.
- Taşkömürü çalışma grubu raporu. (2006). *Dokuzuncu kalkınma planı (2007 - 2013)*. Ankara. [http://plan9.dpt.gov.tr/oik41\\_madencilik/41madencilik\\_taskomuru.pdf](http://plan9.dpt.gov.tr/oik41_madencilik/41madencilik_taskomuru.pdf)
- Tatar, Ç. ve Özfirat, M, K. (2011). *Yeraltı maden makineleri ve mekanizasyonu*. (2. Baskı). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları.
- Toksöz, N.(1996). *Bir açık işletme kömür ocağında üretimde kullanılan ekipmanların verimlilik analizi*. İstanbul Üniversitesi. Yüksek lisans tezi. İstanbul.

Tu. S., & Wong. F., & Lu, Yan., & Wu. Qi., & Qingsheng, B. (2011). *Practice and prospect of fully mechanised mining technology fort hin coal seams under complex conditions in China*. 2011 Undergroud coal operators' conference.

TTK. (2011). *2011 yılı sektör raporu*. 18 eylül 2011,  
<http://www.taskomuru.gov.tr/file/2010.pdf/>

Wang. F., & Tu. S., & Bai, O. (2012) Practice and prospects of fully mechanizedmining technology for thin coal seams in China. *The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. 112,116-163

## EK 1: Türkiye Taşkömürü Kurumu malzeme giderleri

Ek-1.1. Cari ve 2009 yılı sabit fiyatları ile maden direğinin (m<sup>3</sup>) fiyat etkisi

Cari fiyatlar			2009 Sabit fiyatlar			
Yıllar	P <sub>t</sub> (TL)	Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> (TL)	Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> Q <sub>t</sub> (TL)
2009	184	97617	17 961 528	184	97 617	17 961 528
2010	188,80	103592	19 558 170	173,98	103 592	18 022 936
2011	201,19	93799	18 871 421	166,87	93 799	15 652 239

Ek-1.2. Cari ve 2009 yılı sabit fiyatları ile dinamitin (kg) fiyat etkisi

Cari fiyatlar			2009 Sabit fiyatlar			
Yıllar	P <sub>t</sub> (TL)	Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> (TL)	Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> Q <sub>t</sub> (TL)
2009	5,6	278 374	1 558 894,40	5,60	278 374	1 558 894,40
2010	6,195	255 198	1 580 951,61	5,71	255 198	1 457 180,58
2011	4,95	248 426	1 229 708,77	4,10	248 426	1 018 546,60

Ek-1.3. Cari ve 2009 yılı sabit fiyatları ile kapsülün (adet) fiyat etkisi

Cari fiyatlar			2009 Sabit fiyatlar			
Yıllar	P <sub>t</sub> (TL)	Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> (TL)	Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> Q <sub>t</sub> (TL)
2009	2,83	980 583	2 775 049,89	2,83	980 583	2 775 049,89
2010	2,90	943 792	2 736 996,80	2,67	943 792	2 519 924,64
2011	3,068	869 619	2 667 991,09	2,54	869 619	2 208 832,26

Ek-1.4. Cari ve 2009 yılı sabit fiyatları ile elektriğin (kW) fiyat etkisi

Cari fiyatlar			2009 Sabit fiyatlar			
Yıllar	P <sub>t</sub> (TL)	Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> (TL)	Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> Q <sub>t</sub> (TL)
2009	0,123	201 668 362	24 805 209	0,123	201 668 362	24 805 209
2010	0,149	204 469 785	30 465 998	0,137	204 469 785	28 012 360
2011	0,152	197 340 781	29 995 799	0,126	197 340 781	24 864 938

Ek-1.5. Cari ve 2009 yılı sabit fiyatları ile demirbağ (kg) fiyat etkisi

Cari fiyatlar			2009 Sabit fiyatlar			
t	P <sub>t</sub> (TL)	Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> Q <sub>t</sub> (TL)	P <sub>t</sub> (TL)	Q <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> Q <sub>t</sub> (TL)
2009	1,24	8 007 234	9 928 970,16	1,14	8 007 234	9 128 246,76
2010	1,36	11 273 150	15 331 484	1,25	11 273 150	14 091 438,0
2011	1,35	7 112 440	9 601 794	1,24	7 112 440	8 819 425,60

Ek-1.6. Cari ve 2009 yılı sabit fiyatları ile amortisman fiyat etkisi

Yıllar	Cari Fiyatlar	Sabit Fiyatlar
t	$P_t Q_t$	$P_t Q_t$
2009	15 853 000	15 853 000
2010	23 094 000	21 280 869,89
2011	22 243 000	18 449 734,57

Ek-1.7. Cari ve 2009 yılı sabit fiyatları ile diğer malzemeler fiyat etkisi

Yıllar	Cari Fiyatlar	Sabit Fiyatlar
t	$P_t Q_t$	$P_t Q_t$
2009	6 866 000	6 866 000
2010	9 960 000	9 178 031,69
2011	8 719 000	7 232 083,61

## EK 2: Türkiye Taşkömürü Kurumunun verimlilik analiz tabloları

## Ek 2.1. Demir çelik endüstrisine satılan taşkömürü fiyatının etkisi

Yıllar	Taşkömürü Satış yeri	Ürün fiyatı (TL/Ton)	Ürün satış miktarı(Ton)	t dönemi brüt üretim değeri	Sabit fiyatlarla brüt üretim değeri	Cari fiyatlarla brüt üretim değeri	Ürün fiyat indeksi (%)	Ürünün mutlak değerle fiyat etkisi
		$p_t$	$q_t$	$\sum p_t q_t$	$\sum p_0 q_t$	$\sum p_t q_0$	$I_{pt}$	$0,5 \times [(\sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1) + (\sum p_1 q_0 - \sum p_0 q_0)]$
2009	Demir/çelik endüstrisi	217	419 139	90 953 163	90 953 163	90 953 163	100,00	0
2010	Demir/çelik endüstrisi	216	498 639	107 706 024	108 204 663	90 534 024	99,54	-458 889
2011	Demir/çelik endüstrisi	307	429 126	131 741 682	93 120 342	128 675 673	141,47	38 171 925

Ek 2.2. Çatalağzı termik santraline satılan taşkömürü fiyatının etkisi (Çates)

Yıllar	Taşkömürü Satış yeri	Ürün fiyatı (TL/Ton)	Ürün satış miktarı (Ton)	t dönemi brüt üretim değeri	Sabit fiyatlarla brüt üretim değeri	Cari fiyatlarla brüt üretim değeri	Ürün fiyat indeksi (%)	Ürünün mutlak değerle fiyat etkisi
		$p_t$	$q_t$	$\sum p_t q_t$	$\sum p_0 q_t$	$\sum p_t q_0$	$I_{pt}$	$0,5x[(\sum p_t q_t - \sum p_0 q_t) + (\sum p_t q_0 - \sum p_0 q_0)]$
2009	Çates	109	1 168 796	127 398 764	127 398 764	127 398 764	100,00	0
2010	Çates	103	1 023 558	105 426 474	111 567 822	120 385 988	94,50	-6 577 062
2011	Çates	116	947 215	109 876 940	103 246 435	135 580 336	106,42	7 406 038,5



Ek 2.3. Diğer satışlar adı altında satılan taşkömürü fiyatının etkisi

Yıllar	Taşkömürü Satış yeri	Ürün fiyatı (TL/Ton)	Ürün satış miktarı (Ton)	t dönemi brüt üretim değeri	Sabit fiyatlarla brüt üretim değeri	Cari fiyatlarla brüt üretim değeri	Ürün fiyat indeksi (%)	Ürünün mutlak değerle fiyat etkisi
		$p_t$	$q_t$	$\sum p_t q_t$	$\sum p_0 q_t$	$\sum p_t q_0$	$I_{pt}$	$0,5x[(\sum p_t q_t - \sum p_0 q_t) + (\sum p_t q_0 - \sum p_0 q_0)]$
2009	Diğer satışlar	93	229 023	21 299 139	21 299 139	21 299 139	100,00	0
2010	Diğer satışlar	220	246 714	54 277 080	22 944 402	50 385 060	236,56	30 209 299,50
2011	Diğer satışlar	287	185 733	53 305 371	17 273 169	65 729 601	308,60	40 231 332,00

Ek 2.4. Tüm satışlar adı altında satılan taşkömürü fiyatının etkisi

Yıllar	Taşkömürü Satış yeri	t dönemi brüt üretim değeri	Sabit fiyatlarla brüt üretim değeri	Cari fiyatlarla brüt üretim değeri	Ürün fiyat indeksi (%)	Ürünün mutlak değerle fiyat etkisi
		$\sum p_t q_t$	$\sum p_0 q_t$	$\sum p_t q_0$	$I_{p_t}$	$0,5x[(\sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1) + (\sum p_1 q_0 - \sum p_0 q_0)]$
2009	Tüm satışlar	239 651 066	239 651 066	239 651 066	100,00	0
2010	Tüm satışlar	267 409 578	242 716 887	261 305 072	109,60	23 173 348,50
2011	Tüm satışlar	294 923 993	213 639 946	329 985 610	137,87	85 809 295,50

Ek 2.5. İşçi giderlerinin fiyat etkisi

	Yıllık işçi giderleri	İşçi sayısı	İşçi maliyet	İşçi gerçek maliyeti	Cari fiyatlarla işçi maliyeti	Ücret oranı indeksi (%)	Mutlak değerlerle yıllık işçi gideri oranı etkisi
Yıllar	$P_t$	$Q_t$	$\sum P_t Q_t$	$\sum P_0 Q_t$	$\sum P_t Q_0$	$I_{pt}$	$0,5 \times ((\sum P_1 Q_1 - \sum P_0 Q_1) + (\sum P_1 Q_0 - \sum P_0 Q_0))$
2009	40 225	10 979	441 630 275	441 630 275	441 630 275	100,00	0
2010	41 144	11 456	471 345 664	460 817 600	451 719 976	102,28	10 308 882,50
2011	46 685	11 105	518 436 925	446 698 625	512 554 615	116,06	71 331 320

Ek 2.6. Personel giderlerinin fiyat etkisi

	Yıllık Personel giderleri	Personel sayısı	Personel maliyeti	Personelin gerçek maliyeti	Cari fiyatlarla personel maliyeti	Ücret oranı indeksi (%)	Mutlak değerlerle yıllık personel gideri oranının etkisi
Yıllar	$P_t$	$Q_t$	$\sum P_t Q_t$	$\sum P_0 Q_t$	$\sum P_t Q_0$	$I_{pt}$	$0,5x((\sum P_1 Q_1 - \sum P_0 Q_1) + (\sum P_1 Q_0 - \sum P_0 Q_0))$
2009	33 994	1 735	58 979 590	58 979 590	58 979 590	100,00	0
2010	35 469	1 784	63 276 696	60 645 296	61 538 715	104,34	2 595 262,50
2011	42 935	1 801	77 325 935	61 223 194	74 492 225	126,30	15 807 688

Ek 2.7. Personel ve işçi giderlerinin fiyat etkisi

	Personel ve işçi maliyeti	Personel ve işçi gerçek maliyeti	Cari fiyatlarla Personel ve işçi maliyeti	Personel ve işçi ücret oranı indeksi (%)	Mutlak değerlerle yıllık Personel ve işçi gideri oranının etkisi
Yıllar	$\sum P_t Q_t$	$\sum P_0 Q_t$	$\sum P_t Q_0$	Ipt	$0,5x((\sum P_1 Q_1 - \sum P_0 Q_1) + (\sum P_1 Q_0 - \sum P_0 Q_0))$
2009	500 609 865	500 609 865	500 609 865	100,00	0
2010	534 622 360	521 462 896	513 258 691	102,53	19 228 558
2011	595 762 860	507 921 819	587 046 840	117,28	130 357 495,50

Ek 2.8. Maden direği giderlerinin fiyat etkisi

	Maden direği fiyatları (TL/m <sup>3</sup> )	Maden direği tüketimi	Maden direği maliyeti	Maden direği gerçek maliyeti	Cari fiyatlarla maden direği maliyeti	Fiyat indeksi (%)	Mutlak değerlerle yıllık memur gideri oranının etkisi
Yıllar	P <sub>t</sub>	Q <sub>t</sub>	$\sum P_t Q_t$	$\sum P_0 Q_t$	$\sum P_t Q_0$	I <sub>pt</sub>	$0,5 \times ((\sum P_t Q_t - \sum P_0 Q_t) + (\sum P_t Q_0 - \sum P_0 Q_0))$
2009	184	97 617	17 961 528	17 961 528	17 961 528	100,00	0
2010	188,80	103 592	19 558 169,62	19 060 928	18 430 089,60	102,61	482 901,63
2011	201,19	93 799	18 871 420,81	17 259 016	19 639 564,23	109,34	1 645 220,52

Ek 2.9. Dinamit giderlerinin fiyat etkisi

	Dinamit fiyatları (TL/kg)	Dinamit tüketimi	Dinamit maliyeti	Dinamitin gerçek maliyeti	Cari fiyatlarla dinamitin maliyeti	Fiyat indeksi (%)	Mutlak değerlerle yıllık dinamit gideri oranının etkisi
Yıllar	$P_t$	$Q_t$	$\sum P_t Q_t$	$\sum P_0 Q_t$	$\sum P_t Q_0$	$I_{pt}$	$0,5 \times ((\sum P_1 Q_1 - \sum P_0 Q_1) + (\sum P_1 Q_0 - \sum P_0 Q_0))$
2009	5,60	278 374	1 558 894,4	1 558 894,4	1 558 894,4	100,00	0
2010	6,19	255 198	1 580 951,61	1 429 108,8	1 724 526,93	110,63	158 737,67
2011	4,95	248 426	1 229 708,7	1 391 185,6	1 377 951,32	88,39	-171 210

Ek 2.10. Kapsül giderlerinin fiyat etkisi

	Kapsül fiyatları (TL/adet)	Kapsül tüketimi	Kapsül maliyeti	Kapsül gerçek maliyeti	Cari fiyatlarla kapsül maliyeti	Fiyat indeksi (%)	Mutlak değerlerle yıllık kapsül gideri oranının etkisi
Yıllar	$P_t$	$Q_t$	$\sum P_t Q_t$	$\sum P_0 Q_t$	$\sum P_t Q_0$	$I_{pt}$	$0,5x((\sum P_1 Q_1 - \sum P_0 Q_1) + (\sum P_1 Q_0 - \sum P_0 Q_0))$
2009	2,83	980 583	2 775 049,89	2 775 049,89	2 775 049,89	100,00	0
2010	2,90	943 792	2 736 996,80	2 670 931,36	2 843 690,70	102,47	67353,12
2011	3,06	869 619	2 667 991,09	2 461 021,77	3 008 428,64	108,41	220174,04



Ek 2.11. Elektrik giderlerinin fiyat etkisi

	Elektrik fiyatları (TL/kWh)	Elektrik tüketimi (kW)	Elektrik maliyeti maliyeti	Elektrik gerçek maliyeti	Cari fiyatlarla elektrik maliyeti	Fiyat indeksi (%)	Mutlak değerlerle yıllık elektrik gideri oranının etkisi
Yıllar	$P_t$	$Q_t$	$\sum P_t Q_t$	$\sum P_0 Q_t$	$\sum P_t Q_0$	$I_{pt}$	$0,5x((\sum P_1 Q_1 - \sum P_0 Q_1) + (\sum P_1 Q_0 - \sum P_0 Q_0))$
2009	0,123	201 668 362	24 805 208,53	24 805 208,53	24 805 208,53	100,00	0
2010	0,149	204 469 785	30 465 997,97	25 149 783,56	30 048 585,94	121,14	5 279 795,911
2011	0,152	197 340 781	29 995 798,71	24 272 916,06	30 653 591,02	123,58	5 785 632,574

Ek 2.12.Demirbağ giderlerinin fiyat etkisi

	Demirbağ fiyatları (TL/kg)	Demirbağ tüketimi (kg)	Demirbağ maliyeti	Demirbağ gerçek maliyeti	Cari fiyatlarla Demirbağ maliyeti	Fiyat İndeksi (%)	Mutlak değerlerle yıllık demirbağ gideri oranının etkisi
Yıllar	$P_t$	$Q_t$	$\sum P_t Q_t$	$\sum P_0 Q_t$	$\sum P_t Q_0$	Ipt	$0,5x((\sum P_1 Q_1 - \sum P_0 Q_1) + (\sum P_1 Q_0 - \sum P_0 Q_0))$
2009	1,24	8 007 234	9928970,16	9 928 970,16	9 928 970,16	100,00	0
2010	1,36	11 273 150	15 331 484	13 978 706	10 889 838,24	109,68	1 156 823,04
2011	1,35	7 112 440	9 601 794	8 819 425,63	10 809 765,92	108,87	831 582,07

Ek 2.13. Toplam girdi fiyatının etkisi (Maden direği, dinamit, kapsül, elektrik ve demirbağ)

	Toplam girdilerin maliyeti	Toplam girdilerin gerçek maliyeti	Cari fiyatlarla fiziksel girdi maliyeti	Toplam girdilerin fiyat indeksi (%)	Mutlak değerlerle toplam girdilerin fiyat etkisi
Yıllar	$\sum P_t Q_t$	$\sum P_0 Q_t$	$\sum P_t Q_0$	$I_{pt}$	$0,5x((\sum P_1 Q_1 - \sum P_0 Q_1) + (\sum P_1 Q_0 - \sum P_0 Q_0))$
2009	57 029 650,98	57 029 650,98	57 029 650,98	100,00	0
2010	69 673 599,98	62 289 457,72	63 936 731,41	111,98	7 145 611,34
2011	62 366 713,31	54 203 565,03	65 489 301,10	114,94	8 311 399,20

Ek 2.14. Toplam girdi fiyatının etkisi (Maden direği, dinamit, kapsül, elektrik, demirbağ, personel ve işçi giderleri)

Yıllar	Toplam girdilerin maliyeti	Toplam girdilerin gerçek maliyeti	Cari fiyatlarla fiziksel girdi maliyeti	Toplam girdilerin fiyat indeksi (%)	Mutlak değerlerle toplam girdilerin fiyat etkisi
	$\sum P_t Q_t$	$\sum P_0 Q_t$	$\sum P_t Q_0$	$I_{pt}$	$0,5x((\sum P_1 Q_1 - \sum P_0 Q_1) + (\sum P_1 Q_0 - \sum P_0 Q_0))$
2009	557 639 515,98	557 639 515,98	557 639 515,98	100,00	0
2010	604 295 959,98	583 752 353,72	577 195 422,41	103,51	20 049 756,35
2011	658 129 573,31	562 125 384,03	652 536 141,10	117,04	95 450 407,20

Ek 2.15. Verimlilik etkisi

Yıllar	Baz dönem fiyatlarıyla brüt taşkömürü üretim değeri	Taşkömürü üretim değeri	Cari fiyatlarla taşkömürü üretim değeri	Üretim indeksi (%)	Çıktı etkisi
	$\sum p_0 q_t$	$\sum p_t q_t$	$\sum p_t q_0$	$I_{qt}$	$0,5x[(\sum p_0 q_t - \sum p_0 q_0) + (\sum p_t q_t - \sum p_t q_0)]$
2009	239 651 066	239 651 066	239 651 066	100,00	0
2010	242 716 887	267 409 578	261 305 072	101,80	4 585 163,5
2011	213 639 946	294 923 993	329 985 610	89,26	-30 536 368,5

Ek 2.16. Girdi artışı

	Toplam gerçek maliyeti	Toplam girdi maliyeti	Cari fiyatlarla girdi maliyeti	Toplam girdi indeksi (%)	Girdi artışı $\Delta I$
Yıllar	$\sum P_0 Q_t$	$\sum P_t Q_t$	$\sum P_t Q_0$	$I_{Qt}$	$0,5x((\sum P_0 Q_t - \sum P_0 Q_0) + (\sum P_t Q_t - \sum P_t Q_0))$
2009	557 639 515,98	557 639 515,98	557 639 515,98	100,00	0
2010	583 752 353,72	604 295 959,98	577 195 422,41	104,68	26 606 687,65
2011	562 125 384,03	658 129 573,31	652 536 141,10	100,83	5 039 650,13

Ek 2.17. Verimlilik etkisi

Yıllar	Verimlilik indeksi	Toplam etki
	$I_{qt}/I_{Qt}$	$1/2x((\sum p_0q_t - \sum p_0q_0) + (\sum p_tq_t - \sum p_tq_0)) - ((\sum P_0Q_t - \sum P_0Q_0) + (\sum P_tQ_t - \sum P_tQ_0))$
2009	100	0
2010	97,25	-22 021 524,15
2011	88,52	-35 576 018,64

Ek 2.18. Girdi yapısı ve karlılık

Yıllar	Toplam girdi		Kar	Karlılık ve Kar		
	Pay (%)		Pay (%)	Karlılık (%)	Mutlak değer	Yatırımın fırsat maliyeti
	a	b	b	$(\sum p_t q_t / \sum P_t Q_t) \times 100$	$\sum p_t q_t - \sum P_t Q_t$	$\pi_{\Omega} \sum P_t Q_t$
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



Ek 2.19. Girdi yapısı ve karlılık (devam)

Yıllar	Kar artış miktarı (KA)	KA Oranı (%)	Toplam maliyet	Brüt üretim değeri	Maliyet/Üretim oranı (%)	Kar/Üretim Oranı (%)
	$\sum p_t q_t - \sum P_t Q_t - \pi_{\Omega} \sum P_t Q_t$	$KA / \sum P_t Q_t$	$\sum P_t Q_t$	$\sum p_t q_t$	$\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t$	$100 - (\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t)$
2009	-286 189 604,98	-51,32161491	557 639 515,98	239 651 066	232,69	-132,69
2010	-303 197 743,78	-50,17371683	604 295 959,98	267 409 578	225,99	-125,98
2011	-326 885 022,28	-49,66879404	658 129 573,31	294 923 993	223,15	-123,15

Ek 2.20. Birim personel ve işçilikteki fiyat değişimlerinin birim girdi gereksinimine etkisi (%)

Yıllar	$\Sigma P_t Q_t / \Sigma p_t q_t$	$\Sigma P_0 Q_t / \Sigma p_0 q_t$	$\Sigma P_t Q_0 / \Sigma p_t q_0$	$\Sigma P_0 Q_0 / \Sigma p_0 q_0$	Birim memur ve işçilik maliyetindeki artış
	N	R	A	B	$(R-N)+(B-A)/2$
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

Ek 2.21. Birim malzeme fiyatlarındaki değişimlerinin birim girdi gereksinimine etkisi (%) (Maden direği, dinamit, kapsül, elektrik ve demirbağ)

Yıllar	$\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t$	$\sum P_0 Q_t / \sum p_0 q_t$	$\sum P_t Q_0 / \sum p_t q_0$	$\sum P_0 Q_0 / \sum p_0 q_0$	Birim malzeme maliyetindeki artış
	N	R	A	B	$(R-N)+(B-A)/2$
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

Ek 2.22. Birim toplam girdilerin fiyat değişimlerinin birim girdi gereksinimine etkisi (%) (Maden direği, dinamit, kapsül, elektrik, demirbağ, personel ve işçi giderleri dahil)

Yıllar	$\frac{\sum P_t Q_t}{\sum p_t q_t}$	$\frac{\sum P_0 Q_t}{\sum p_0 q_t}$	$\frac{\sum P_t Q_0}{\sum p_t q_0}$	$\frac{\sum P_0 Q_0}{\sum p_0 q_0}$	Birim toplam maliyetindeki artış
	N	R	A	B	$(R-N)+(B-A)/2$
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

Ek 2.23. Birim personel ve işçi sayılarının miktar değişiminin birim girdi gereksinimine etkisi (%)

Yıllar	$\sum P_0 Q_t / \sum p_0 q_t$	$\sum P_0 Q_0 / \sum p_0 q_0$	$\sum P_t Q_0 / \sum p_t q_0$	$\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t$	Birim memur ve işçilik maliyetindeki artış
	N	R	A	B	$(R-N)+(B-A)/2$
2009	208,89	208,89	208,89	208,89	0,00
2010	214,84	208,89	196,42	199,93	-1,22
2011	237,75	208,89	177,90	202,01	-2,38

Ek 2.24. Birim malzeme sayılarının miktar değişiminin birim girdi gereksinimine etkisi (%) (Maden direği, dinamit, kapsül, elektrik ve demirbağ)

Yıllar	$\sum P_0 Q_t / \sum p_0 q_t$	$\sum P_0 Q_0 / \sum p_0 q_0$	$\sum P_t Q_0 / \sum p_t q_0$	$\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t$	Birim malzeme maliyetindeki artış
	N	R	A	B	$(R-N)+(B-A)/2$
2009	23,80	23,80	23,80	23,80	0,00
2010	25,66	23,80	24,47	26,06	-0,14
2011	25,37	23,80	19,85	21,15	-0,14

Ek 2.25. Birim toplam girdi sayılarının miktar değişiminin birim girdi gereksinimine etkisi (%) (Maden direği, dinamit, kapsül, elektrik, demirbağ, personel ve işçilik giderleri dahil)

Yıllar	$\frac{\sum P_0 Q_t}{\sum p_0 q_t}$	$\frac{\sum P_0 Q_0}{\sum p_0 q_0}$	$\frac{\sum P_t Q_0}{\sum p_t q_0}$	$\frac{\sum P_t Q_t}{\sum p_t q_t}$	Birim toplam maliyetindeki artış
	N	R	A	B	$(R-N)+(B-A)/2$
2009	232,69	232,69	232,69	232,69	0,00
2010	240,51	232,69	220,89	225,98	-1,36
2011	263,12	232,69	197,75	223,15	-2,51