

## YENİÇELTEK KÖMÜR İŞLETMESİ OPTİMUM PANO BOYUTLARININ TANIMLANMASI

### *DEFINING OPTIMUM PANEL DIMENSIONS of YENİÇELTEK COAL MINE*

Mehmet Hakan ERTÜRK\*  
Ahmet DEMİRCİ\*\*

#### ÖZET

Amasya ili Suluova bölgesinde bulunan Yeniçeltek kömür yatağı, yeryüzünden itibaren 400-500 m arası değişen derinliklerde yer almakta olup görünür, muhtemel ve mümkün bazda yaklaşık 23 milyon ton rezerv arz etmektedir. Kalınlığı 2-12 m. arası değişen bu rezerv, yoğun tektonik değişimlere maruz kalmış olup önemli ölçekte metan gazı içermektedir. Üretim faaliyetlerini uzun ayak yöntemi marifeti ile yürüten Yeniçeltek İşletmesi ile ilgili ayak birim üretim maliyetleri genel hali ile yüksek düzeyde seyretmektedir. Bu çalışma kapsamında yüksek düzeyde seyreden ayak üretim birim maliyetlerinin, pano boyutlarının değiştirilmesine bağlı olarak azaltılabilirliği hususuna yaklaşımlar getirilmiş ve bu vesile ile optimal ayak ve pano uzunluklarının belirlenmesi ile ilgili analizler yapılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Optimizasyon, ayak boyu, pano boyu

#### ABSTRACT

Yeniçeltek Coal field in Suluova Region, Amasya, reserves amounting to 23 million tons overlying 400-500 m beneath the surface. Coal deposit ranging in thickness between 2 and 12 m. was affected by intensive tectonic movements and contains considerable percentage of methane gases. Yeniçeltek Coal Mine extracted by underground longwall mining method has generally high production cost. In this study, the analyses were made by changing face and panel length in order to decrease high level production cost and to determine optimum face and panel length.

**Keywords:** Optimisation, face length, panel dimensions

\* Dr. Maden Yük. Müh., Gelişim Mak. Mad. Müh. Ltd. Şti., SİVAS, hakanerturk@nocicept.com  
\*\* Prof.Dr., Cumhuriyet Üniversitesi, Müh. Fak. Maden Müh. Böl., SİVAS

## GİRİŞ

Maden hammadde kaynaklarının üretilmesi, çok genel hali ile en uygun üretim yönteminin seçimi, bu yöntemle ilgili geometrik parametrelerin belirlenmesi, makine-ekipmanın tespiti, anakatlar ve arakatlar arası mesafelerin hesaplanması ve benzeri hususların tasarımı gibi problemlerin çözümünü gerektirerek üretilen ürünlerin ekonomik olmasını, işletmenin rekabet edebilmesini ve çeşitli emniyet koşullarına uyulmasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda özellikle kömür madenlerinde uygulanan uzun ayak yönteminin optimizasyonuna dönük bir modelin oluşturulması, gerek planlama faaliyetleri, gerekse uygulama sonuçları açısından fevkalade büyük bir önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında Yeniçelttek Linyit İşletmesi için küçük ölçekte dahi olsa optimal geometrik parametrelerin belirlenmesi hedeflenmiş ve mevcut ekipmanların kullanılması koşullarında suboptimal ayak ve pano uzunlukları tespit edilmiştir. Bu tespitlerde söz konusu olan yaklaşımlar ve modeller, ürünle ilişkisine göre tasnif edilen planlama maliyetleri (direkt hammadde ve malzeme, direkt işçilik ve endirekt giderler) bazına dayandırılmıştır.

## 1. İŞLETME İLE İLGİLİ BİLGİLER

İşletmenin üretim faaliyetlerini tek anakatlı biçimde sürdürdüğü kömür havzası, Amasya ili Suluova ilçesinin kuzeyinde bulunan Merzifon ilçesine bağlı Kayadüzü beldesi Armutlu, Kazanlı ve Çelttek köyleri dolaylarında bulunmaktadır. Kömür havzasının bulunduğu alanın litostratigrafi birimlerini alttan üste doğru Doğdu Formasyonu, Çelttek Formasyonu, Armutlu Formasyonu, Osmanoğlu Formasyonu ve Neojen Çökelleri oluşturur. Santonian-kampanian yaşlı Doğdu Formasyonu gri-beyaz tabakalı kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Bu birimi uyumsuz olarak üzerleyen Alt Eosen yaşlı Çelttek Formasyonu; konglomera, kumtaşı, çamurtaşları ve kömürlerden oluşur. Çelttek Formasyonu ile yanaldüşey ilişkili Armutlu Formasyonu (Erken-Orta Eosen) alt düzeylerinde kalın tabakalı kumtaşları (kuvars arenit ve litarenit), çapraz tabakalı kumtaşları, dalgalı tabakalı kumtaşları ve gri-kırmızı çamurtaşlarından meydana gelir. Formasyonun üst düzeyleri ise gri çamurtaşları ile ardalanmalı aglomera, tüfit ve bazaltik-andezitik lav akıntılarında oluşmuştur. Kömür havzasının bulunduğu formasyon ilk defa Blumenthal (1937) tarafından Çelttek Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Formasyon, alt-orta seviyelerinde genellikle organik

maddeli gri-boz renkli çamurtaşları (bitümlü şeyl) ve kömürlerle temsil edilir. Çamurtaşları yer yer ince-orta taneli kumtaşı ara seviyeleri içerir. Birimin stratigrafik üst düzeyleri ise tabakalı konglomera, iri taneli kumtaşı ve gri çamurtaşı ardalanmasından oluşur. Formasyon kalınlığı Koç ve Türkmen (2002)'e göre 50 m iken Karayiğit vd. (1996) sondaj verilerine göre 250–300 m arasında değiştiği belirtilmektedir. Yeni Çelttek ocağı kesitinde, kömür damarının alt ve üst seviyeleri (tavan ve taban taşı) gri-boz renkli bol organik maddeli 25 m kalınlığında çamurtaşlarından oluşmaktadır. Bu oluşum bazı seviyelerde laminalı çamurtaşı (bitümlü şeyl), bazı seviyelerde ise masif özellik sunar. Kömür damarının kalınlığı, Kalaylı Tepe ölçülü kesitinde 1,80 m, Armutlu ocağında 1,20-1,50 m iken Yeni Çelttek ocağında 1-15 m arasında değişmekte olup, ortalama 8-10 m kadardır. Kömür sert, parlak ve koyu siyah renklidir. Çelttek Formasyonu'ndaki damarların bulunduğu istifin diğer oluşumlar ile olan ilişkisi ise, bu damarın delta düzlüğü ile ilişkili göl (ponded water) ve bataklıklarda çökeldiğine işaret eder. Karayiğit vd. (1996), Çelttek Formasyonu'na ait kömürlerin petrografik özelliklerini inceleyerek bunların göl ortamında oluştuğunu belirtmişlerdir. Kömür yatağı genelde tabaka halinde ve yatay şekildedir. Tersakan çayı kesimine göre 210–230 m kot farkı vererek monoklinal olarak batıya inmektedir. Tabakalar işletme sahasında genellikle 15–30° ile batı-güneybatıya, kuzeyde kuzeybatıya inmektedir. Tersakan çayının batısında da hemen hemen aynı durum mevcuttur. Güney çevrede 30° ile güneybatıya, eski Çelttek köprüsünün batısındaki çevrede 8–12° ile kuzeybatıya yatımlıdır. Saha faylanma bakımından oldukça hareketli olmasına rağmen kıvrımlanma yönünden oldukça sakinidir. Sahada NW-SE doğrultulu birçok fay mevcuttur. Armutlu köyü civarında birbiri ile kesişen oldukça büyük atımlı faylar bulunmaktadır. Bu faylardan ikisi işletmeyi büyük ölçüde etkilemiştir. Armutlu köyünün güneyinde bulunan Doğdu Formasyonu'nun güney sınırını oluşturan I.fay, güneydoğuya doğru muhtemelen Erken-Orta Eosen örtünün altında da devam etmektedir (Gümüşsu, 1984). Bu fay işletmenin kuzey sınırını oluşturur. Bu fay sonunda volkanik damarlara da rastlanılmıştır. İşletme sahasının güneyinde olan ve Çelttek ile Armutlu Formasyonları'nı yan yana getiren II. fay, işletme koşullarını önemli ölçüde etkiler. Atımı 200–250 m civarında olup güney bölümü çökmüştür. Kömür, Tersakan çayının batı kenarında olup derinliği 417–430 m arasında değişmektedir. Deniz

seviyesinden 115–130 m yüksekliktedir. Sahanın batı kesimlerinde ise yeryüzünden itibaren 480–502 m derinlikte (deniz seviyesinden 190–216 m yükseklikte) bulunmaktadır.

M.T.A. (2010) çalışmasında, Merzifon-Yeni Çelttek bölgesi kömür rezervi aşağıda verildiği gibidir.

Görünür : 2.736.000-ton

Muhtemel : 7.550.000-ton

Mümkün : 12.900.000-ton

Toplam : 23.186.000-ton olarak verilmiştir

Yeniçelttek Linyit İşletmesi özellikle T. Şeker Fabrikaları A.Ş.'nin ihtiyacını karşılamak amacı ile 1955 yılında faaliyetine başlamıştır. 2010 yılına kadar yaklaşık 5,5 milyon ton kömür üretilmiştir. Kömür kalınlığı 2–12 m arasında değişmekte olup bunun üst 3 m lik kısmı alt kısma göre daha kalitelidir. Orta kalitede koklaşabilir özelliğe sahip kömür, sahanın her yerinde aynı kalitede değildir. Kömür kalorisi bazı bölgelerde alt ısıl değer 5000–6000 kcal/kg. civarında iken bazı bölgelerde 2500–3000 kcal/kg. seviyesinde olmaktadır. Kömürün içerdiği kül oranı ise sahanın bazı yerlerinde %20–25 civarında olmasına rağmen; bazı yerlerde %50–55 değerine ulaşmaktadır. Kömür kalitesinde olan bu değişimlere kısa mesafelerde bile rastlamak mümkündür. Kömür sahası ocağın gelişme yönü doğrultusunda (batı-kuzeybatı) derine doğru dalmaktadır. Çalışmaların ilk yıllarında +470 kotunda başlayan üretim günümüzde +100 kotlarında sürdürülmektedir. İşletmede üretimin tamamı yeraltı üretim faaliyetlerinden sağlanmaktadır. Sahada çok sayıda tektonik arıza mevcuttur. Buna ilaveten kömür yapı itibari ile metan içerikli ve kendiliğinden yanmaya çok müsait bir yapı göstermektedir (Yeniçelttek, 2010).

Araştırmaya konu olan ocakta dönümlü göçertmeli uzun ayak yöntemi ile üretim yapılmaktadır. Ayak boyunu sınırlayan etkenlerin başında jeolojik koşullar ile üretim sırasında açığa çıkan metan geliri etkili olmaktadır. Son yıllarda ocakta uygulanan pano boyu 110-120 m ve ayak boyu 60-80 m arasında değişmektedir. İşletmede projelendirmeyi müteakip ayak taban yolları hazırlanmakta ve sonrasında ayak baş yukarısı sürülerek pano oluşturulmaktadır. Hidrolik direklerin ve zincirli konveyörün ayak içinde montajının ardından ayak üretim faaliyetleri başlamaktadır. Pano bitimine 20 m kala ayak terki hazırlıkları yapılarak ayak içerisinde kullanılan zincirli konveyör, hidrolik direkler, basınçlı hava ile elektrik

tesisatları ve diğer ekipmanlar yeni ayağa nakledilmekte ve baraj yapımının ardından ayak faaliyetlerine son verilmektedir.

## 2. PANO BOYUTLARININ BELİRLENMESİNE DÖNÜK MODELLERİN OLUŞTURULMASI

Yeni Çelttek Kömür İşletmesi'nin rekabet edebilmesi için üretim maliyetlerinin minimum düzeyde oluşmasını sağlayacak optimal ayak ve pano uzunluklarının tespiti için göz önüne alınan yerlerine göre maliyetler, aşağıda verildiği gibidir:

a. Pano Giriş Galerisi

b. (Alt) Taban Yolu

c. Üst Taban Yolu

d. Ayak Hazırlığı (Basyukarı)

e. Üretim Faaliyetleri

f. Ayak Terki

g. Pano Kapatma (Baraj Yapımı)

Bu çalışmada işaret edilen maliyet yerlerindeki maliyetler, netice itibariyle panodan üretilebilecek toplam üretime bölüştürülmüştür. Bu şekliyle toplam ve birim maliyetlerin belirlenmesi mümkün olmuştur. Söz konusu toplam ve birim maliyetlerin hesaplanmasında hazırlıklar ve üretim faaliyetleri bir yıl veya daha kısa sürede tamamlanması sebebi ile tüm maliyet yerlerindeki maliyetlerin rakamsal olarak toplanması panonun toplam maliyetini, bu maliyetin panonun toplam üretimine bölünmesi ise üretimin birim maliyetini oluşturmaktadır. Üretimin bir yıldan daha uzun sürmesi durumunda paranın zaman değeri göz önüne alınmalıdır. Değişik geometrik büyüklüklerin döngüsel bir temelde ele alınarak her alternatif yaklaşım için iteratif (artımlı) bir şekilde toplam ve birim maliyetlerin hesaplanması, suboptimal bir çözüm vermektedir. Bu şekilde en düşük birim maliyete yakın bir çözüm söz konusu olmaktadır. Bu yaklaşımlara paralel olarak, gerek galeri tahkimat birimlerinin; gerekse pano tahkimat birimlerinin bir kısmı, başka panolarda değerlendirilmektedir. Benzer durum hidrolik tahkimatlar ve nakliye araçları için de söz konusudur. Burada işaret edilen galeri ve ayak tahkimatlarının sökülmesi ve düzeltilerek başka yerde kullanılması, ilgili giderler düştükten sonra hurda geliri olarak işlemlere dâhil edilmiştir. Hidrolik direklerle nakliye araçlarına özgü giderler ise yatırım kapsamında mütalaa edilmiştir. Bunun yanında yatırım olarak algılanan araç yatırımları amortismanına tabii tutularak statik ve dina-

mik yaklaşımlarla hesaplamalara dâhil edilmiştir. Bu yatırımlara dönük hurda gelirleri de benzer şekilde göz önüne alınmıştır.

Bu değerlendirmeler dahilinde çalışmanın amacına dönük olarak işletmenin uzun ayak uygulaması kapsamında optimum geometrik parametrelerinin (ayak uzunluğu ve pano uzunluğu) tespiti için bilgisayar ortamında çalışan bir ekonomik model oluşturulmuştur. Model alt modellerden oluşmakta ve bu alt modeller kömür işletmesinin büyük hazırlıklarının tamamlanması sonrası yeni ayak hazırlığı kısmından başlayarak ayak terki ne kadar süren tüm faaliyetlerin ekonomik olarak tanımlanmasını içermektedir.

Model içinde madencilik faaliyetlerine dönük analizler yapılmakta ve alt modellerde bu madencilik faaliyetlerinin planlama maliyetleri, uygulanan teknolojiye bağlı olarak matematiksel fonksiyonlar şeklinde ifade edilmektedir. Modelde maliyet fonksiyonları ile gerçek ocak koşulları temsil edilmeye çalışılmıştır. Model ana nakliye yollarından itibaren yeni pano oluşturabilmek için yapılan hazırlık, üst ve alt taban yollarının hazırlanması, ayak başyukarı hazırlanması, üretim faaliyetleri (ayak çalışması), ayak terki ve baraj yapımı ana baslıkları altında alt modellere ayrılmaktadır. Ayrıca modelde “değerler”\* ismi ile anılan bir bölüm bulunmaktadır. “Değerler” bölümünde işçilik, malzeme, enerji vb. birim fiyatları bulunmakta ve kullanıcı tarafından birim fiyatlarda değişiklik olduğunda güncelleme yapılabilmektedir. Bunların yanı sıra, alt modellerin maliyet hesaplamalarında kullanılan ilişkiler de “değerler” kısmında yer almaktadır. Bu kısmın münferit olarak oluşturulmasının temeli, tüm alt modeller tarafından hesaplamada ihtiyaç duyulan değerlerin kullanılabilmesinin sağlanması ve birim fiyatlarda oluşacak değişikliklerin bu kısımdan alınarak programın güncellenebilmesidir. Her bir bölümde iş ile ilgili istihdam edilen işçi sayıları, çalışma süreleri, kullanılan ekipmanlar, tahkimat, nakliyat ile havalandırma için gerekli ekipmanları kurma ve sökme süreleri (montaj-demontaj) dolayısı ile maliyetleri ve malzeme

maliyetleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her bölümün alt kısmında maliyetler, türlerine göre tespit edilmiştir (Ertürk, 2013).

### 3. MODELLERİN ITERATİF (ARTIMLI) ESASLI UYGULANMASI VE OPTIMUM BOYUTLAR

Ekonomik model içerisinde kömür üretim faaliyetleri için geliştirilen modellerden elde edilen sonuçlara dönük genel bir değerlendirmenin yapılabilmesi için, “Ayak Uzunluğu” sırası ile 50 m, 60 m, 70 m ve 80 m artımlı olacak şekilde farklı alternatif ayak uzunluklarına; pano boyu (pano boyu=taban yolu uzunluğu) 40 m den 600 m e kadar (örneğin 40 m, 60m, 80m, ...600m, v.b. 20 m artarak) pano boyuna yapılandırılarak her bir artırım için ayrı maliyet çizelgeleri geliştirilmiştir. Çizelgelerin değerlendirilmesi sonucunda Çizelge 1’de verilen farklı ayak uzunlukları bazında değişken pano uzunluğu (x) için “Toplam Maliyet” fonksiyonları elde edilmiştir.

Bu denklemlerde ayak uzunlukları sabit tutularak farklı pano boyları denklemlerde yerine konularak farklı pano boylarına göre toplam maliyetler hesaplanmıştır. Bunu müteakiben hesaplanan bu maliyet değeri işletilebilir kömür hacmine bölünerek 1 m<sup>3</sup> kömürün kazılabilmesi için gerekli birim maliyetler bulunmuştur. İşletilebilir pano rezervi, sabit tutulan ayak uzunluğu (örneğin 50 m), pano boyu ve kömür kalınlığının (2,2 m) çarpımı ile bulunmuştur. Hesaplamalarda, pano boyu 20 m eksik alınmıştır, çünkü ayak terkinde tavan taşını desteklemek amacı ile 20 m genişliğinde topuk bırakılmaktadır.

İşletme koşullarına uygun ve uygulanabilir ayak uzunlukları (50, 60, 70 ve 80 m) ile farklı pano boylarının tümü için (40 m ile 600 m arası) birim maliyet (TL/m<sup>3</sup>) değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1: Alternatif Ayak Uzunlukları İçin “Toplam Maliyet” Fonksiyonları

Ayak Uzunluğu 50 m için Genel Toplam Maliyet (M <sub>50</sub> ) =	2,2252 x <sup>2</sup> + 4079,99 x + 229475,56
Ayak Uzunluğu 60 m için Genel Toplam Maliyet (M <sub>60</sub> ) =	2,225 x <sup>2</sup> + 4.399,34 x + 277.249,66
Ayak Uzunluğu 70 m için Genel Toplam Maliyet (M <sub>70</sub> ) =	2,1063 x <sup>2</sup> + 4925,14 x + 319602,15
Ayak Uzunluğu 80 m için Genel Toplam Maliyet (M <sub>80</sub> ) =	2,1136 x <sup>2</sup> + 5248,92 x + 366633,73

Çizelge 2: Ayak Uzunluğu-Pano Boyu-Birim Maliyet (TL/m<sup>3</sup>) Çizelgesi

Pano Boyu (m)	Ayak uzunluğu (m)			
	50	60	70	80
40	183,38	173,02	168,82	164,76
60	111,24	104,02	101,09	97,89
80	87,47	81,24	78,69	75,76
100	75,79	70,02	67,63	64,82
120	68,94	63,43	61,10	58,35
140	64,51	59,14	56,84	54,12
160	61,46	56,17	53,88	51,16
180	59,27	54,04	51,72	49,00
200	57,30	52,45	50,10	47,38
220	56,13	51,24	48,87	46,13
240	55,24	50,32	47,90	45,15
260	54,57	49,61	47,15	44,37
280	54,07	49,05	46,55	43,75
300	53,69	48,63	46,07	43,25
320	53,42	48,31	45,70	42,85
340	53,24	48,06	45,41	42,54
360	53,12	47,89	45,18	42,28
380	53,06	47,78	45,01	42,08
400	53,05	47,71	44,88	41,93
420	53,08	47,68	44,80	41,82
440	53,15	47,69	44,75	41,74
460	53,25	47,72	44,73	41,69
480	53,37	47,79	44,73	41,66
500	53,52	47,87	44,76	41,66
520	53,69	47,98	44,81	41,68
540	53,87	48,10	44,87	41,71
560	54,08	48,24	44,95	41,76
580	54,29	48,39	45,05	41,82
600	54,52	48,56	45,15	41,90

Çizelge 2'de ayak uzunluklarına karşılık gelen asgari maliyet değerini sağlayan pano boyları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3: Ayak Uzunluklarına Göre Birim Maliyet Tablosunda (Çizelge 2) Asgari Maliyeti Sağlayan Pano Boyları

Ayak Uzunluğu 50 m için Pano Boyu	400,0 m
Ayak Uzunluğu 60 m için Pano Boyu	420,0 m
Ayak Uzunluğu 70 m için Pano Boyu	470,0 m
Ayak Uzunluğu 80 m için Pano Boyu	490,0 m

Çalışmanın ikinci değerlendirme kısmında Çizelge 2 değerleri (pano boyu (m) ile hesaplanan birim maliyetler (TL/m<sup>3</sup>)) ile farklı ayak uzunlukları (50 m-Şekil 1, 60 m-Şekil 2, 70 m-Şekil 3 ve 80 m-Şekil 4) için grafik çizilerek polinom denklemleri tanımlanmaya çalışılmıştır.

Ayak uzunluğu 50 m için ikinci dereceden denklem ve grafiği Şekil 1'de verilmiştir.

İkinci derece denkleme göre asgari maliyeti sağlayan pano boyunu hesaplamak için;

$y = 0,0002x^2 - 0,1890x + 89,976$  türevi alındığında,

$$y' = 0,0004x - 0,1890 = 0$$

$$0,0004x = 0,1890$$

Pano uzunluğu  $x = 472,50$  m elde edilir. (Çizelge 3.'e göre 50 m ayak uzunluğu için optimum pano boyu 400 m'dir.)

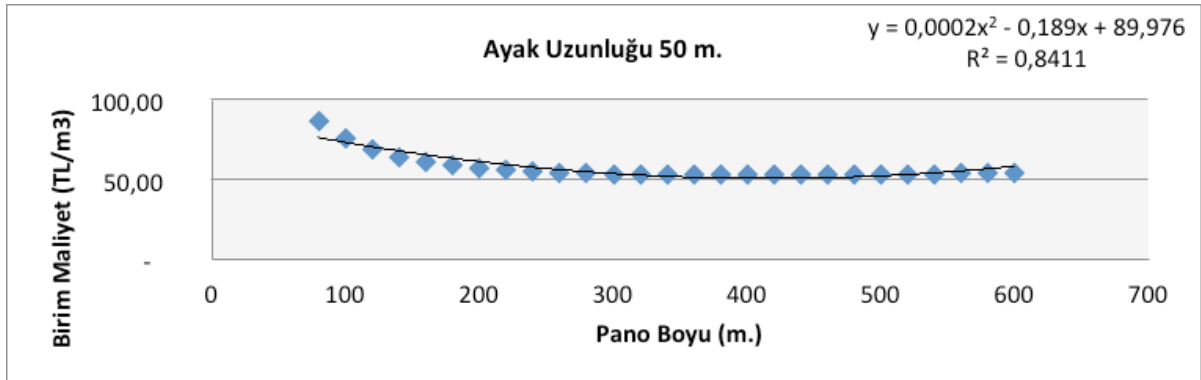
İkinci derece denkleme göre asgari maliyeti sağlayan pano boyunu hesaplamak için;

$y = 0,0002x^2 - 0,1810x + 83,674$  eşitliğinin türevi alındığında,

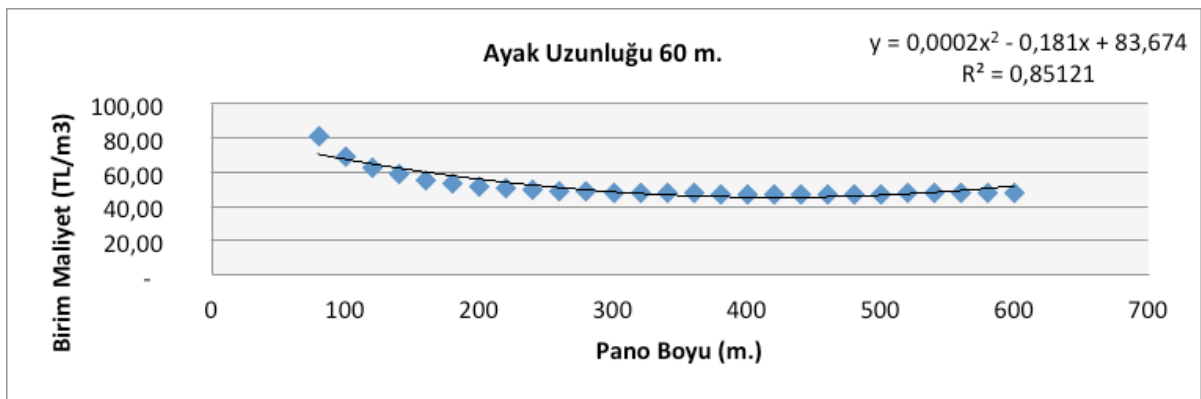
$$y' = 0,0004x - 0,1810 = 0$$

$$0,0004x = 0,1810$$

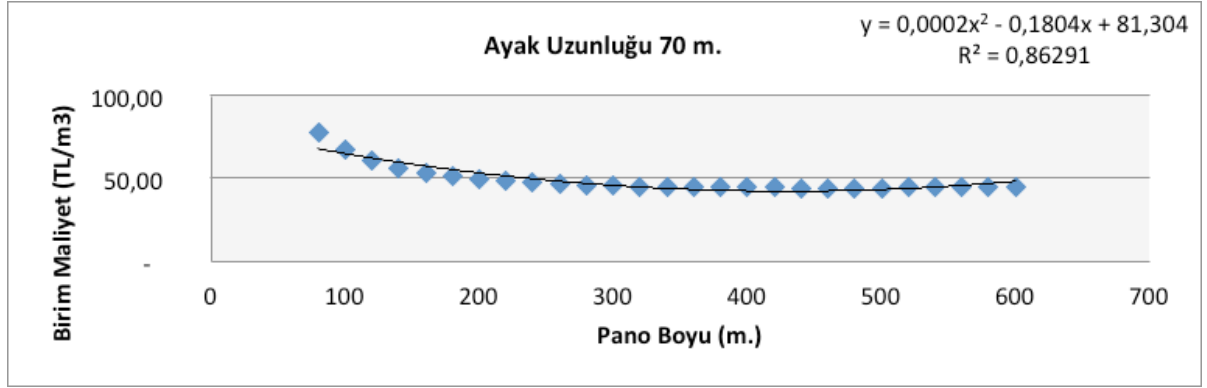
Buradan pano uzunluğu  $x = 452,50$  m olarak bulunur. (Çizelge 3.'e göre 60 m ayak uzunluğu için optimum pano boyu 420 m'dir.)



Şekil 1: Ayak Uzunluğu 50 m İçin Pano Boyu (Pano Boyu = Taban Yolu Uzunluğu)-Birim Maliyet Grafiği



Şekil 2: Ayak Uzunluğu 60 m İçin Pano Boyu-Birim Maliyet Grafiği



Şekil 3: Ayak Uzunluğu 70 m İçin Pano Boyu-Birim Maliyet Grafiği

İkinci derece denkleme göre asgari maliyeti sağlayan pano boyunu hesaplamak için;

$y = 0,0002x^2 - 0,1804x + 81,304$  denkleminde hareketle,

$$y' = 0,0004x - 0,1804 = 0$$

$$0,0004x = 0,1804$$

Pano uzunluğu  $x = 451,0$  m olarak tespit edilmiştir. (Çizelge 3.'e göre 70 m ayak uzunluğu için optimum pano boyu 470 m'dir.)

Şekil 4'de yer alan ikinci derece denkleme göre asgari maliyeti sağlayan pano boyu aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır;

$y = 0,0002x^2 - 0,1795x + 78,463$  türevi alınarak,

$$y' = 0,0004x - 0,1795 = 0$$

$$0,0004x = 0,1795$$

$x = 448,75$  m (pano uzunluğu). (Çizelge 3.'e göre 80 m ayak uzunluğu için optimum pano boyu 490 m'dir.)

Farklı ayak uzunluklarına (50, 60, 70 ve 80 m) göre fonksiyon türevleri alınarak hesaplanan asgari maliyeti sağlayan pano boyu Çizelge 4.'de verilmiştir.

Çizelge 4: Ayak Uzunluklarına Göre Fonksiyon Türevleri ile Hesaplanan Asgari Maliyeti Sağlayan Pano Boyu

Ayak Uzunluğu 50 m için Pano Boyu	472,50 m
Ayak Uzunluğu 60 m için Pano Boyu	452,50 m
Ayak Uzunluğu 70 m için Pano Boyu	451,00 m
Ayak Uzunluğu 80 m için Pano Boyu	448,75 m

Çizelge 3'de 50 m ayak uzunluğu için optimum pano boyu olarak belirtilen 400 m ve Çizelge 4'de 50 m ayak uzunluğu olarak belirtilen 472,5 m Çizelge 1'de verilen formülde değerler yerine konulduğunda, panonun toplam üretim maliyetleri aşağıdaki gibi elde edilir.

$$Y_{50} = 2,2252x^2 + 4079,99x + 229475,56$$

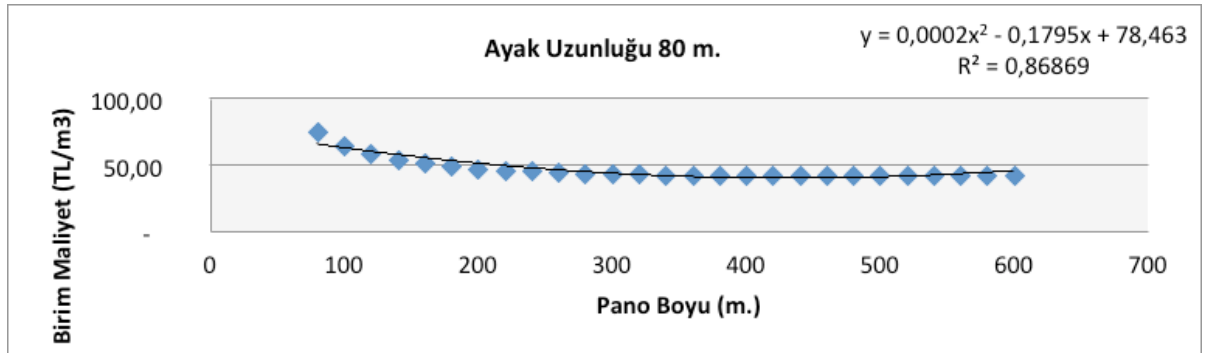
$$Y_{50}(a) = 2,2258(400)^2 + 4079,99(400) + 229475,56$$

$$Y_{50}(a) = 2.217.503,56 \text{.-TL}$$

$$Y_{50}(b) = 2,2258(472)^2 + 4079,99(472) + 229475,56$$

$$Y_{50}(b) = 2.654.018,00 \text{.-TL}$$

Ayak uzunluğu 50 m ve pano boyu 400 m pano boyu için toplam maliyet 2.217.503,56.-TL ve 472,5 m pano boyu için toplam maliyet 2.654.018,00.-TL'dir. Aynı geometri ile kazılacak pano rezervi ise (üretim kayıpları hariç);



Şekil 4: Ayak Uzunluğu 80 m İçin Pano Boyu-Birim Maliyet Grafiği

Pano Rezervi (m<sup>3</sup>)= Ayak Uzunluğu (m) \* (Pano Boyu-Topuk Genişliği)(m)\* Dilim Kalınlığı (m) ilişkisi bazında,

$$PR_{50}(a) = 50 \text{ m} * (400-20) \text{ m} * 2,2 \text{ m}$$

$$PR_{50}(a) = 41.800,00 \text{ m}^3 \text{ ve}$$

$$PR_{50}(b) = 50 \text{ m} * (472,5-20) \text{ m} * 2,2 \text{ m}$$

$$PR_{50}(b) = 49.775,00 \text{ m}^3 \text{ olarak tespit edilmiştir.}$$

Ayak Uzunluğu 50 m, Pano Boyu 400,00 m ve 472,5 m için

Toplam maliyetin pano rezervine (yerinde) oranı=  $(Y/PR)_{50}$

$$(Y/PR)_{50}(a) = 2.217.503,56/41.800,00 \\ = 53,05 \text{ TL/m}^3 \text{dür.}$$

$$(Y/PR)_{50}(b) = 2.654.018,00/49.775,00 \\ = 53,32 \text{ TL/m}^3 \text{dür.}$$

Aynı işlem benzer şekilde sırası ile 60, 70, ve 80 m ayak uzunluğu için bu ayak boyları için Çizelge 3'de verilen optimum pano boyları ile Çizelge 4'de verilen asgari maliyeti sağlayan değerler Çizelge 1'de verilen ilgili toplam maliyet fonksiyonunda yerine konularak elde edilen birim maliyet değerleri ayrı ayrı hesaplanarak toplu halde Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelge 5'de verilen değerler incelendiğinde her iki yöntemle hesaplanan birim maliyet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca, ayak uzunluğu ile birim maliyet arasında ters ilişki olduğu ve belirli bir sınıra kadar ayak uzunluğu arttıkça birim maliyet değeri düşmektedir.

Çizelge 5: Ayak Uzunluğu-Pano Boyu-Birim Maliyet Sonuçları

Ayak Uzun. (m)	Pano Boyu (m)	Birim Mal.(TL/m <sup>3</sup> )
50	400	53,05
50	472	53,32
60	420	47,68
60	452	47,70
70	470	44,73
70	451	44,73
80	490	41,66
80	448	41,71

Mevcut koşulların optimizasyonu sonucunda

- Optimum ayak uzunluğu = 80 m

- Uygulanabilir optimum pano uzunluğu = 200 m (47,38 TL/ m<sup>3</sup>)

- Optimum pano uzunluğu = 490 m (41,66 TL/ m<sup>3</sup>)dir.

## SONUÇ

Bu araştırma kapsamında yarı mekanize uzun ayak işletme yöntemi uygulanan Yeniçeltek Linyit İşletmesi için geliştirilmiş olan maliyet modelleri (hazırlık, alt-üst taban yolu, başyukarı hazırlık, üretim, ayak terki ve baraj yapımı maliyet modelleri) çözümlendiğinde saha için suboptimal ayak uzunluğu 80 m, pano uzunluğu ise 490 m olarak tespit edilmiştir. Ancak sahanın ölçüleri ve teknik yapı nazarı dikkate alındığında bu ölçülerin 80 m \* 200 m olarak uygulanması uygun görülmektedir. Bu sonuçla elde edilen minimum maliyetler 47,38 TL/m<sup>3</sup> (36,48 TL/ton) mertebesinde seyredecektir. Bu büyüklük, mevcut maliyetlerle mukayese edildiğinde % 29 tasarrufa işaret etmektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, suboptimal ölçekte minimum üretim maliyetlerini sağlayacak niteliktedir. Özellikle metan gazının sondaj esaslı yöntemlerle üretim bölgesinden uzaklaştırılması ve üretimin güçlü tahkimatlar ile desteklenmesi ve bu kapsamda ayak uzunluğu ve pano boyunun artırılması ve bununla bağlantılı teknolojilerin uygulanması, üretim maliyetlerinin minimum düzeyde oluşmasını sağlaması ölçeğinde önemli avantajlar sağlayabilecektir. Buna ilaveten ocak planının yeniden gözden geçirilmesi (yeni giriş-çıkış noktaları ve benzeri) bu hususlara dönük başarıyı ve verimliliği artıracaktır. Bu doğrultuda özellikle emniyet koşullarında belirgin iyileşmelerin sağlanması beklenebilecektir

## KAYNAKLAR

BLUMENTHAL, M., 1937, Kızılırmak ile Yeşilirmak arasındaki mınıtkada bulunan linyit, idrakarbür ve bitümlü şist yatakları, MTA Rap., 164, (yayımlanmamış), Ankara.

ERTÜRK, M.H., 2013; Yeniçeltek Kömür İşletmesi Uzun Ayak İşletme Yöntemi Uygulamalarında Ayak ve Pano Boyutları Optimizasyonu, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, p.271.

GÜMÜŞSU, M., 1984; Amasya İli Çeltek Kömür



Havzası'nın Jeolojisi ve Kömür Potansiyelinin Değerlendirilmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Ankara, Doktora Tezi, 80 sayfa (yayınlanmamış).

KOÇ, T., ve TÜRKMEN, İ., 2002; Suluova (Amasya) Kuzeyindeki Kömürlü Eosen Çökellerinin Sedimentolojik Özellikleri, H.Ü. Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 26, pp: 101-117.

KARAYİĞİT, A., ERİŞ, E., and CİCİOĞLU, E., 1996, Coal Geology, Chemical and Petrographical Characteristics and Implications for Coalbed Methane Development Subbituminous Coals from Sorgun and Suluova Eocene Basins in Turkey. Coalbed

Methane and Coal Geology, R.A., Gayer and I.Harris (eds.) Geology Society of London, Special Publication, 109, 325-338.

M.T.A., 2010, Türkiye Maden Potansiyeli-Amasya, M.T.A.,

YENİÇELTEK KÖMÜR ve MADENCİLİK A.Ş., 1998-2010; Faaliyet Raporları, Yayınlanmamış, Amasya.