

ÇAYIRHAN KÖMÜR İŞLETMESİNDE SÜPER UZUNAYAK**Super Longwall in Çayırhan Coal Mine**Ömer ÜNVERⁿ

Anahtar Sözcükler: Yürüyen Tahkimat, Kesici-Yükleyici, Zincirli Arın Konveyörü, Uzunayak, Kömür Ocağı

ÖZET

Çayırhan Kömür İşletmesi "C" Panosunda tek bir uzunayaktan yılda bir milyon ton tüvenan üretim yapılması imkanı incelenmektedir. Uzunayak tahkimatı, kesici-yükleyici makina ve zincirli arın konveyörünün özelliklerinin belirlenmesi için yapılan kabuller ve hesaplama yöntemleri açıklanmaktadır. Yapılan kabullerdeki tutucu yaklaşım, uygulamada etkili bir yönetim, nezaret ve eğitim ile geliştirildiğinde tek bir uzunayaktan yılda bir milyon tonun üzerinde kömür üretilebileceği tahmin edilmektedir.

ABSTRACT

Possibilities of producing one million tons of ROM from a single longwall in Çayırhan in Panel "C" are being discussed. Various computation methods and assumptions are explained for determination of characteristics of lonwall supports, shearer and the armoured face conveyor. In practice, with the betterment of conservative approach in assumptions, it is estimated that from a single longwall over one million tons of coal can be produced, by means of effective management, control and development of training. ' -

ⁿ Maden Yüksek Mühendisi, Ankara

1.GİRİŞ

Uzunayak kömür işletme yöntemi, Batı Avrupa orijinli olmasına rağmen, Dünyadaki uygulamaları bu coğrafi sınırların ötesine taşarak, giderek daha yaygın bir üretim sistemi olarak gelişmektedir. Özellikle ABD ve Avustralya'da 1980'li yıllardan sonra önem kazanan uzunayak kömür işletme yönteminin kömür madenciliğimizde verimliliği önemli ölçüde geliştirdiği izlenmektedir. Özellikle kömürün doğalgaz, petrol ve nükleer enerjinin ağır rekabeti altında uzun yıllardan beri toplam enerji tüketimi içindeki payını muhafaza edebilmesi, kömür madenciliğinde verimliliğin artırılması ile mümkün olmuştur. Uzunayak kömür madenciliğinin yaygınlaşmasındaki itici güç, bu kömür üretim yöntemi ile verimliliğin 1980'li yıllardan günümüze kadar iki kat artırılabilmesi olmuştur. Uzunayak kömür üretim yöntemi diğer sistemlere göre iş güvenliği açısından daha avantajlı olduğu görülmektedir. Oda topuk yönteminde, uzunayak yöntemine göre iş kazalarının tüvenan üretim bazında % 33 daha fazla olduğu belirlenmiştir (Mark, 1990), Uzunayak kömür üretim yönteminde diğer madencilik yöntemlerine kıyasla daha sermaye yoğun bir çalışma gerekmektedir. Uzunayak yönteminde bir dakikalık bir arıza duruşunun yaklaşık olarak 200 S'lık maliyet artışına neden olduğu tahmin edilmektedir (Mark, 1990). ABD'de ortalama olarak uzunayaklarda, ayak uzunluğunun her 30 metresi için 2 milyon dolar yatırım gerekmektedir (Ramanı, 1988). Ayak uzunluğu 220 metre olan bir uzunayak sistemi için yatırım maliyeti yaklaşık olarak 15 milyon dolardır. Bu durumda uzunayaklardan maksimum verimi sağlayacak üretimi gerçekleştirmek gerekmektedir. Uzunayak sisteminde daha güçlü kesici ve zincirli arın

konveyörü uygulanarak her geçen gün daha yüksek verimliliklere ulaşılmaktadır. Böylelikle tek bir uzunayak sisteminden yılda bir milyon ton tüvenan üretimin yapıldığı süper uzunayaklar doğmuştur.

2. SÜPER UZUNAYAKLAR VE VERİMLİLİKLER

Almanya ve İngiltere'de 1980'li yılların sonlarına doğru yılda bir milyon ton tüvenan üretimin altında üretim yapan uzunayaklar terkedilmeye başlanmıştır. ABD ve Avustralya'da tek bir uzunayaktan bir milyon tonun üzerinde üretim yapan ayak sayısı miktarında artışlar gözlenmektedir.

Avustralya'da yeraltı kömür madenciliğinde yüksek verimlilikler elde edildiği bilinmektedir. 1993 yılında Baal Bone İşletmesinde tek bir uzunayaktan 3 milyon ton tüvenan üretim yapılmıştır. 1994 yılında ise Gordenstone yeraltı işletmesi iki uzunayaktan 4 milyon ton tüvenan üretim yaparak Avustralya'da en yüksek üretime ulaşan yeraltı kömür madeni olmuştur. İşçilik açısından Avustralya'da verimlilik değerleri ABD'ye kıyasla daha düşük olmakla birlikte, 1994 yılında işçi başına yıllık tüvenan üretim ortalama 6490 ton olmuştur. Bu konuda en yüksek verimlilik tüvenan olarak 13000 ton/işçi ile Ulan Yeraltı İşletmesinde elde edilmiştir (Roberts, 1995). Genellikle hazırlık çalışmalarının uzunayak üretimine yetişememesi nedeni ile uzunayak üretiminin yavaşlatılması gerekmektedir. Uzunayaklarda ayak içine daha güçlü kesici (2000 Kw üzeri) ve zincirli ayak konveyörü (2x500 kV) sokularak, ayak uzunluklarının 250 metreden büyük ve pano boylarının 2500 m. civarında tutulması ile uzunayaklardan 2500 ton/saat üretim elde edilebileceği tahmin edilmektedir

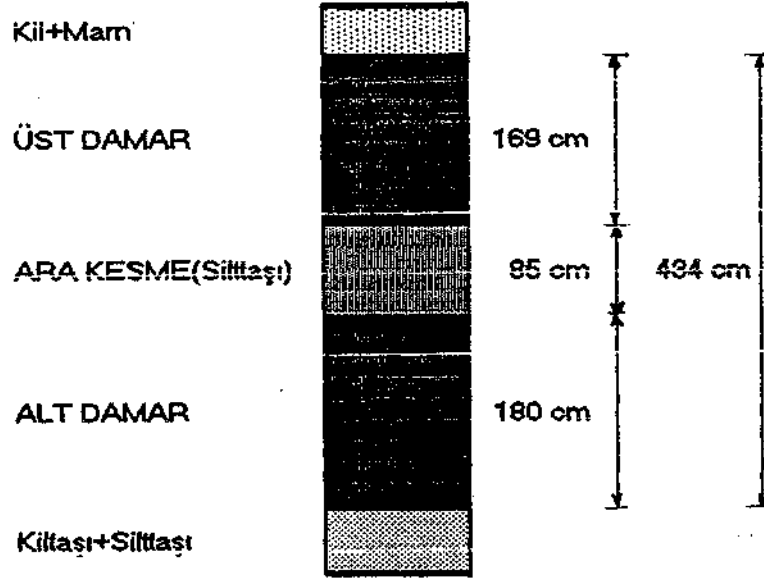
Avustralya'da yeraltı kömür madenciliğinde yüksek verimlilik nedenleri için yapılan araştırmada birçok fiziki faktör ile bir korelasyon sağlanamamış olması, verimliliğin yönetim uygulamaları ile yakından ilgili olduğu düşüncesini kuvvetlendirmektedir. Yönetim uygulamaları; organizasyon yöntemleri personel yönetimi ve yeterli jeolojik araştırma yapılması gibi hususları kapsayabilir (Crofts, 1994).

Bir uzunayakta elde edilen verimlilik ile üretim miktarının değişik konular olduğu ortadadır. Esasında verimliliği işçi başına yapılan üretim olarak tanımlamak, bu önemli ekonomik kriteri dar kapsam içinde tutmaya neden olmaktadır. Verimliliğin en önemli ölçüsü, rekabetçi şartlar altında üretilen ürünün maliyet

damarının kalınlığı, kesici makinanın çift veya tek tamburlu olması, vardiya süresi gibi faktörlerin verimlilik ile korelasyonu bulunamamıştır.

3. ÇAYIRHAN "C" PANOSUNUN ÖZELLİKLERİ

Çayırhan Kömür İşletmesi 2.2 milyon ton/yıl kapasitesi ile mevcut 2x150 MW gücündeki termik santrale kömür temin etmektedir (Ünver, Ersen, 1985) 1995 Yılı başında Çayırhan termik santral tevsi edilmek üzere ek 2x160 M W gücündeki yeni termik santral yatırımına başlanmıştır. Böylece Çayırhan Kömür İşletmesinin kapasitesi 2.5 milyon ton/yıl arttırılarak toplam kapasite 4.7 ton/yıla ulaşmaktadır. İlave yeraltı kapasitesi "B" ve "C" panolarında yaratılacaktır. "B" panosu halen çalıştırılmakta olan



Şekil 1. Çayırhan "C" panosu damar kesiti

kıyaslaması olmalıdır. Doğal faktörlerin verimliliğe etkisi uzunayak kömür madenciliğinde mutlaka vardır. Ancak doğal faktörlerin verimliliğe etkisinin jeolojik şartların uygunluğu ile sınırlı kaldığı Avustralya' Ularn yaptığı araştırmadan anlaşılmaktadır. Kömür

"A" panosuna benzer yapıda olduğundan bu panoda değişik bir uzunayak yöntemi planmamaktadır. Ancak "C" panosunda iki damarı birbirinden ayıran ara kesme kalınlığının ortalama 0.80 m. olması ve panonun bazı kesimlerinde de 0.60 m.'ye düşmesi.

her iki damarın da tek bir uzunayak sistemi ile üretilmesi düşüncesini gündeme getirmiştir. Bu durumda toplam damar kalınlığı 4.5 m. civarında olan bir arından kömür üretimi yapılacaktır. Türkiye'de kömür madenciliğinde kazı yüksekliği olarak karşılaştığımız en yüksek arın Çayırhan "C" panosunda bulunmaktadır. Çayırhan Kömür İşletmesinde halen iki damar ayrı uzunluklarda simültane olarak üretilmektedir. Yer yer iki damarı ayıran arakesme kalınlığının 0.8 m. altına düştüğü durumlarda, taban uzunayakta tahkimat ve tabaka kontrolü problemleri yaşanmakta, bu olumsuzluk üretim miktarının ve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle Çayırhan "C" panosunda her iki damarın bir arada üretilmesi için tek bir uzunayak sistemi, üretim miktarını arttıracak gibi verimliliklerde de önemli iyileştirmelere neden olacaktır.

Çayırhan "C" panosunda üst ve alt damar karışımının ortalama ısıl değeri 2787 Kcal/Kg olarak tesbit edilmiştir. Ara kesmeninde her iki damar ile birlikte kesilmesi durumunda, taş karışımı üretimin ısıl değeri 2070 Kcal/Kg olmaktadır. Çayırhan Termik Santralına ilave olarak inşaa edilen yeni termik santralin baz kalorifik değeri $2000 \pm \% 10$ Kcal/Kg olarak tanımlandığından, "C" panosundan yapılacak üretim, kalite açısından termik santralin ihtiyacına cevap vermektedir.

Üretilen kömür rezervi 17.4 milyon ton olan "C" panosunda detay projelendirme açısından bazı eksiklikler bulunmasına rağmen, uzunayak dizaynı ve teçhizatını belirleme açısından ön çalışmalar yapılmıştır.

4. UZUNAYAK TEÇHİZATININ BELİRLENMESİ

Çayırhan Kömür İşletmesi "C" panosunda 17.4 milyon ton üretilen kömür rezervi hesaplanmıştır. Bu panoda ara kesme kalınlığının da üretilmesi dahil edilmesi ile taş karışımı rezervi 23.4 milyon ton olmaktadır. Panonun detay projelendirilmesi açısından bazı eksiklikler bulunmasına rağmen, sahada mekanize üretim yapılabileceği düşünülmektedir. Uzunayak pano boyları 1500 m. civarındadır. Ayak uzunluğunu 220 m. olarak belirlemek mümkün görülmektedir. Bu temel tesbit ve kabullerle hareket edildiğinde, uzunayakın projelendirilmesi için, tahkimat, kesici-yükleyici makina ve zincirli arın konveyörünün özelliklerini belirlemek ve ayaktan üretilen kömürü hesaplamak mümkün olmaktadır.

4.1. Tahkimatın Tesbiti

Uzunayak içine tesis edilecek yürüyen tahkimatın tanımlanabilmesi için;

- Minimum ve maksimum tahkimat yüksekliği,
- Adam geçiş yolu genişliği,
- Tavan sarması uç noktasının arına mesafesi,
- Havalandırma kesiti,

gibi tahkimat boyutlandırması ile ilgili parametrelerin hesaplanması gerekmektedir.

Yürüyen tahkimatın yük taşıma kapasitesini tesbit ise uzunayak içinde tahkimatın göçmeden, emniyetle, tavan yüklerini taşıma özelliğinin belirlenmesi anlamını taşımaktadır.

Yürüyen tahkimatın yük taşıma kapasitesi de hesaplandıktan sonra,

boyutlandırma ile ilgili parametreler dikkate alınarak tahkimatın dizaynına geçilir. Yapılan dizayn yapısal gerilme analizine tabi tutularak, yapının kritik noktalan bir kez daha gözden geçirilir. Bu analizler sonucu ortaya çıkan dizayna göre imal edilen prototip tahkimat, yükleme tezgahlarında (pres) standartlara uygun olarak, uzun süreli yük deneylerine tabi tutulur. Bu testlerde sertifika alarak emniyeti tescil edilen tahkimatın endüstriyel çapta imalatına geçilir.

4.1.1. Minimum ve Maksimum Tahkimat Yüksekliği

Minimum ve maksimum tahkimat yüksekliğini tesbit amacı ile mevcut sondaj bilgileri istatistiki açıdan incelenmiştir. Çayırhan Kömür İşletmesi "C" panosunun ağırlıklı ortalama damar kalınlığı 4.35 m. olarak tesbit edilmiştir. Mecut bilgilere göre sahada maksimum ve minimum damar kalınlığı sırası ile 4.95 ve 3.1 m. dir. Tahkimatın maksimum yüksekliği yatırım maliyeti, tahkimat ağırlığı ve kömür kaybı açısından da değerlendirildiğinde, maksimum tahkimat yüksekliğinin 4.35 m. alınması halinde, pano rezervinin yaklaşık % 3'ün kazılamayacağı, ancak buna karşılık yatırım maliyetinin önemli ölçüde düşürüleceği ve tahkimatın nakliyesinin önemli bir problem olmadan yapılabileceği tesbit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı tahkimat maksimum yüksekliği 4.35 m. olarak seçilebilir. Tahkimatın minimum yüksekliği ise 3.0 m. olarak teşbiti yeterli görülmektedir. Strok 1.35 m. olmaktadır.

44-2. Adam Geçiş Yolu Genişliği

Yürüyen tahkimatın çalışma yüksekliğinin adam geçiş yolu açısından bir engel oluşturmayacağı açıktır. İki direkli kalkan tahkimat için optimum

adam geçiş yolu genişliği 50-90 cm. arasında seçilmelidir. Bu tahkimat için adam geçiş yolu genişliğinin en az 70 cm. olması yeterli olacaktır.

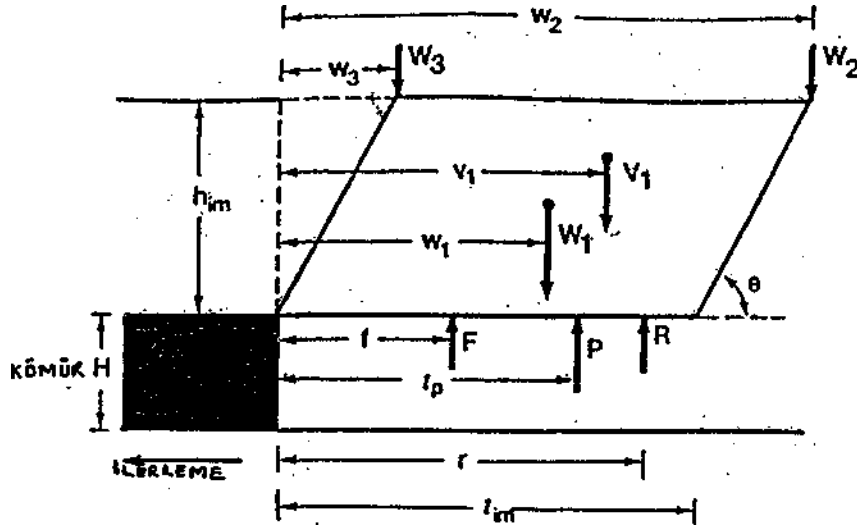
4.1.3. Tavan Sarmasının Uç Noktasının Arına Mesafesi

Yürüyen tahkimatın değişik yüksekliklerde, kömür arını ile tavan sarması uç noktası arasındaki mesafesi minimum değişiklik göstermelidir. Bu özelliğin sağlanabilmesi için tavan sarması ile taban plakasının birbirine lemniskat bağlantılar ile irtibatlanması gerekir. Böyleci tahkimatın ayak içinde değişik yüksekliklerde tesis edilmiş olması, tahkimatın tavan sarmasının arına olan mesafesinde çok küçük bir değişikliğe neden olur. Kömür kesici makinanın tamburunun hiçbir şekilde tavan sarmasının uç noktasına değmemesi sağlanmalıdır. Bunu sağlamak için tavan sarması ucu ile kömür arını arasında minimum 30 cm'lik bir mesafe olmalıdır. Kesici makina 80 cm.'lik bir kazı derinliğinde (have) kazı yaptıktan sonra, tavan sarması ucu ile kömür arını arasındaki tahkim edilmemiş mesafe 110 cm. olmaktadır. Kazı yapıldıktan hemen sonra, tahkimatın kazı derinliği kadar ilerletilmesi veya uzatılabilir ön sarma ile tavanın tutulması mümkündür. Ancak bu sistem çok duraysız tavanlar için gerekli olabilir. Çayırhan Kömür İşletmesinde tavanın duraylı olduğu veya tavan taşının sağlamlığı bilindiğinden böyle bir sisteme gerek görülmemektedir. Uzunayak yüksekliği 4 metreyi aştığı için, kömür damarının akmasını veya kısmen ayak içine göçmesini önlemek için tahkimat ünitesinde arın tutucular (flipper) bulunmalıdır.

4.1.4. Havalandırma Kesiti

Ayak içindeki hava hızı 8 m/sn'yi geçmemelidir. Bu hesap tahkimatın minimum yüksekliğinde yapılmalıdır.

Tavan yükünün belirlenmesi amacı ile birçok araştırmacı tavan formasyonunun dik yükünü hesaplamayı esas almış olmakla birlikte, tavan yük modellerinde farklılıklar bulunmaktadır. Burada en



Şekil 2 Genelleştirilmiş tavan yükleme modeli

Minimum tahkimat yüksekliğinde, bu özelliği sağlayacak serbest açıklığın kesidi hesaplanırken, tavan ve taban plakası kalınlıkları, tavan ve göçük sarması yan plakaları ve hidrolik direklerin kesit alanları toplam alandan düşülmelidir.

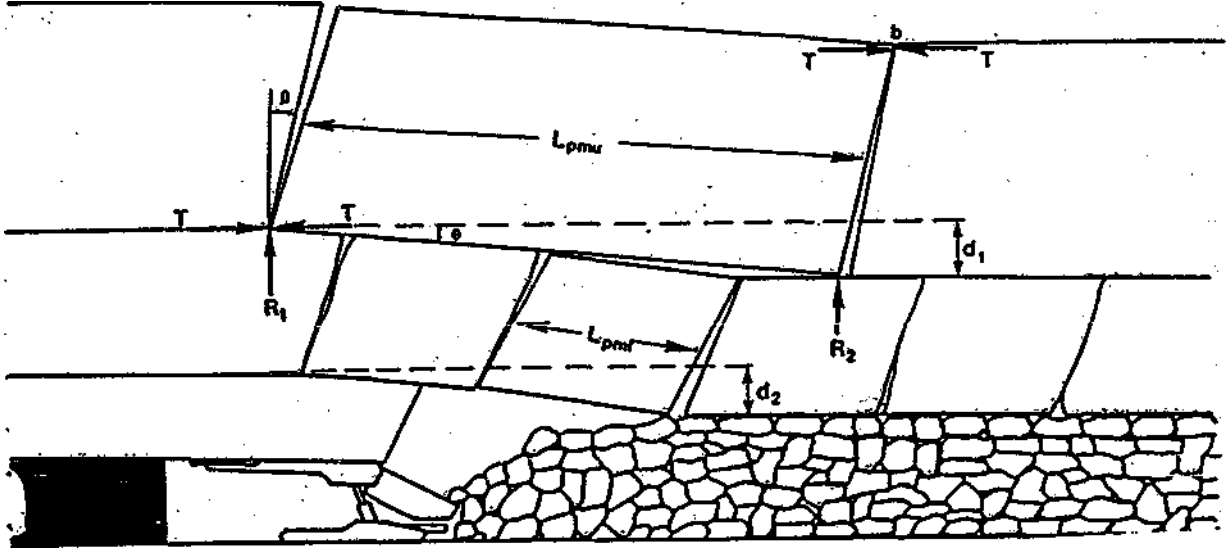
4.2. Tavan Yükünün Hesabı

Yürüyen tahkimatın yük taşıma kapasitesini tayin, tahkimat özelliklerini belirlemede en önemli adımdır. Uzunayaklarda yürüyen tahkimata yüklenecek yükler tavan sarması ve göçük sarması tarafından taşınacaktır. Tavan sarması, üzerindeki formasyonların dik yüklerini taşımasının ötesinde, arına dik ve paralel oluşan tavan yüklerini de taşıyacaktır. Göçük sarması ise, üzerindeki göçmüş formasyonun yüklerini taşıyabilmelidir.

önemli husus, tavan yükü bileşke kuvvetinin konumunu tesbit ederken yalancı tavan yüksekliği, tavanın kırılma açısı ve tavan genişliğini belirlemek için çok detaylı araştırma yapmak gerekmektedir. Bu verilerin tavan şartlarının en olumsuz durumunu temsil etmesi şüpheli görülebilir. Ancak uzunayaklarda tahkimat tarafından taşınacak yükler ve bu yüklerin konumunu anlamak için Şekil 2'de belirtilen genelleştirilmiş tavan yükleme modelini anlamak gerekmektedir (Peng, Chiang, 1984).

Uygulamada tavan yükünün tesbiti genellikle iki ayrı yöntem ile yapılmaktadır. Bunlar;

- Tavan yükünün, Hacim Genişleme Faktörü Tahmin Yöntemi ile tesbiti
- Tavan yükünün, Tavan Oturması Tahmin Yöntemi ile tesbitidir.



Şekil 3. Tavan oturması modeli (Peng, 1982).

4.2.1. Hacim Genişleme Faktörü Tahmin Yöntemi

Yalancı tavan göçtüğünde hacim genişleyecektir. Bu yöntemin esas aldığı kriter, yalancı tavanın genişleme faktörüne bağlı olarak yalancı tavanın göçeceği (kırılma, parçalanma, gevşeme) maksimum bir yüksekliktir. Bu yükseklik, kazı yüksekliğinin katları olup, belli bir noktadan sonra ana tavanın yükü göçük tarafından alınacaktır. Daha çok Alman ve İngiliz maden endüstrisi tarafından kullanılan bu yöntemde, düz bir damarda, tahkimat tavan sarmasının taşıyacağı tavan yükü aşağıdaki eşitlikle bulunur (Peng, Chiang, 1984).

$$W = H \cdot \sigma \cdot U \cdot B \quad 0)$$

$$K_0 - 1$$

Burada;

H= Damar kalınlığı (cm)

K_0 = Yalancı tavan hacim genişleme faktörü (1.125-1.5)

a_{im} = Yalancı tavan yoğunluğu (kg/m³)
 L_{im} = Tavan kirişinin arın ile göçük kenarı arasındaki mesafe (m)
 B= Yürüyen tahkimatların ortalarının arasındaki mesafe (m)

$K_0 = 1.125$ alındığında;
 $W = 8 \cdot H \cdot \sigma_{im} \cdot L_{im} \cdot B$,
 $K_0 = 1.5$ alındığında;
 $W = 2 \cdot H \cdot a_{im} \cdot L_{im} \cdot B$, olur.

Çayırhan Kömür İşletmesinde "C" panosunda denklem (1) de yer alan parametreler aşağıdaki gibi alınmıştır.

H=4.35m.
 $a_{im} = 1$ t/m
 $L_{im} = 6$ m.
 B=1.75m.
 $K_0 = 1.2$

Bu durumda tavan yükü W= 457 ton olmaktadır. Emniyet faktörünü bir miktar daha arttırmak amacı ile yürüyen tahkimatın esneme yükü W= 500 ton olarak tesbit edilmiştir.

Yürüyen tahkimat çift direkli olarak dizayn edildiğinde, direkler taban

plakasını tavan sarmasına dik olarak değil de, bir açı ile irtibatlıyor ise, bu durumda direklerin her birine gelecek yük, $(500 \text{ ton}/2x \text{ CosP})$ veya $(4904 \text{ KN}/2x \text{ Cosp})$ olacaktır.

Burada, p direk ile dikey düzlem arasındaki açıdır.

4.2.2. Tavan Oturması Yöntemi

Tavan oturması modelinde, ana tavan iki kısımda incelenmekte ve periyodik olarak tavanın oturduğu kabul edilmektedir. Yürüyen tahkimat yalancı tavanın yüküne ilaveten periyodik olarak ana tavanın yükünü de taşımak durumundadır. Bu durumda tahkimata binen yük aşağıdaki ifade ile gösterilebilir.

$$V = W_1 + W_2 + W_3 \quad (2)$$

Burada;

V_1 = Toplam yük (kg)

W_1 = Yalancı tavan yükü (kg)

W_2 = Ana tavanın alt bölümünün yükü (kg)

W_3 = Ana tavanın üst bölümünün yükü (kg)dür

Tahkimata binen toplam yükün madencilik parametreleri ile hesaplanabilmek için Peng tarafından ortaya konan denklemin üretilmesi kaynaklarda yer aldığından (Peng, Chiang, 1984) burada yalnızca denklemin son şekli ve tavan yükleme modeli verilmektedir.

Tavan oturması modeli ile Çayırhan Kömür İşletmesi "C" panosunda tahkimat yükünün tesbitinin mevcut bilgilerle mümkün olamayacağı anlaşılmaktadır. Özellikle ana tavanın periyodik oturma aralığı (L_{pm1} , L_{pmu}) uzunlukları ve kalınlıkları

bilinmediğinden yapılacak hesaplamalar spekülatif anlam taşıyacaktır. Ancak tavan oturması metoduna göre yapılacak hesaplamaların, uygulamadan alınan değerlere dayalı olması gerektiğinden daha tutarlı olacağı açıktır.

$$V = \{h_{im} \cdot L_{pm1} \cdot a_{im} + (L_{pm1} + 1/2 \cdot L_{pmu}) \cdot h_{mu} \cdot a_{mu}\} \cdot B \cdot C \cdot \cos \alpha + L_{pmu} \cdot h_{mu} \cdot o_{mu} \cdot B \cdot C \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

Burada;

L_{pm1}, L_{pmu} = Ana tavanın alt ve üst uzunlukları olup şekilde görülmektedir. Diğer parametreler ise,

h_{im} = Yalancı tavanın yüksekliği (m)

a = Damar dalımı (derece)

h_{mu} = Ana tavan alt bölüm yüksekliği (m)

o_{mu} = Ana tavan alt bölüm yoğunluğu (t/m^3)

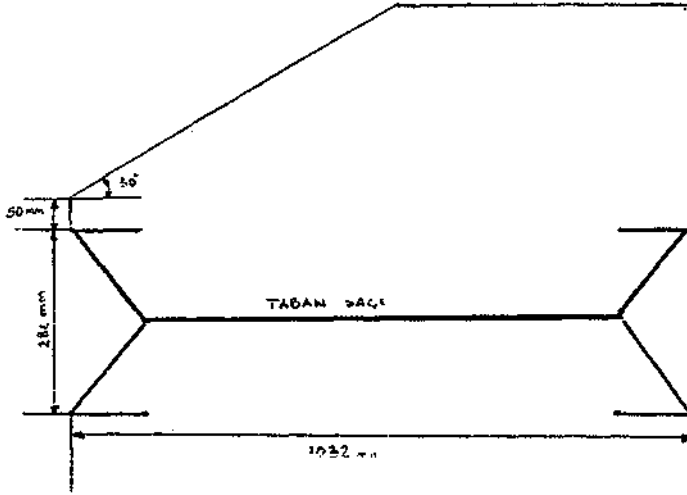
h_{mu} = Ana tavan üst bölüm yüksekliği (m)

a_{mu} = Ana tavan üst bölüm yoğunluğu (t/m^3)

4.3. Kesici-Yükleyici Makinanın Belirlenmesi

Çayırhan Kömür İşletmesinde kesici-yükleyici makina ile arında kazı başarı ile yapılabilmektedir. Yapılan testlerde Schmidt-Hammer yöntemi ile serbest basınç dayanımı tavan damarda 100 kg/cm^2 (9.8 Mpa), taban damarda $150-200 \text{ kg/cm}^2$ (14.7-19.6 Mpa) olarak bulunmuştur. Bu değerler tavan damarın "yumuşak", taban damarın "orta sert" kazılabilirlik özelliği gösterdiğini ifade etmektedir.

Çayırhan Kömür İşletmesi "C" panosunda tesisi düşünülen çift tamburlu kesici-yükleyici makinanın günde en az 2.7 m. ayak ilerlemesi yapabileceği hesaplanmaktadır. Bu durumda 220 metrelik bir ayak uzunluğunda günde 4000 tondan fazla kömür



Şekil 4. Zincirli konveyör maksimum taşıma kesiti

üretilebilmektedir. Çayırhan "C" panosunda yapılabilecek üretim miktarı ayrıca hesap edileceğinden burada konu ile ilgili ayrıntıya girilmemiştir.

Tesisi düşünülen çift tamburlu kesici-yükleyici makinanın özellikleri aşağıdaki gibidir:

Minimum kazı yüksekliği⁴ 4350 mm.
 Minimum have derinliği = 800 mm.
 Tambur adedi/çapı = 2/2250 mm.
 Kesici makina hareket hızı= 6 m/dak.(boşta)
 Hareket motoru = 2xDC
 (değişken hızlı motor)
 Kesici tambur motoru = 2xAC
 (her motorda ayrı)
 Hidrolik güç motoru = 1xAC
 Tambur devri maksimum= 40 rpm,
 (iki hız kademeli)
 Hareket sistemi = Dişli ve pinyon tipli direkt tahrikli, zincirsiz hareket sistemi.

Ayrıca çift tamburlu kesici-yükleyici makinanın kazı sırasında arından parça fırlatmasını önlemek ve yüklemeyi kolaylaştırmak amacı ile her tambura 360

derece dönebilen "takke" tesisi düşünülmektedir. Damar kesim yüksekliği sabitleştirici düzen ve elektrik motoru tarafından çekilen yüke göre kesici-yükleyici makinanın kesme ve hareket hızı "Otomatik Kontrol Sistemi" ile ayarlanabilmelidir.

4.4. Zincirli Arın Konveyörünün Tesbiti

Uzunayakta zincirli arın konveyörünün belirlenmesi aşağıda belirtilen parametrelerin hesaplanması ve/veya tesbiti ile yapılır.

- Oluk genişliği ve Standart Olukların bağlantı tipi
- Zincir boyutları ve zincir doku tipi
- Zincir hızı
- Tahrik için güç tesbiti
- Tahriklerin konumu

4.4.1. Oluklar

- Arın konveyörlerinde genellikle dört tip oluk bulunmaktadır. Bunlar;

- Standart oluklar,
- Yükleme ve bağlantı olukları,

- Ayarlama olukları,
- Ayırım oluklarıdır.

Kapasitesi 1000 t/saat üzeri olan arın konveyörlerinde sigma profil kullanıldığı gibi döküm U profiller de kullanılmaktadır. Anılan kapasitelerde oluk genişliği 1000 mm'nin üzerinde, profil yüksekliği yaklaşık olarak 280 mm. dir. Bu bilgilerin ışığında;

Oluk genişliği = 1032 mm.
 Oluk profil yüksekliği = 284 mm.
 Taban sac kalınlığı = 40 mm.
 Oluk tipi = Altı kapalı
 Oluk alt sac kalınlığı = 25 mm.

seçilmiştir.

4.4.2. Zincir Hızı

Zincirli arın konveyörlerinde .1.3 m/sn. hızına kadar zincir hızı uygulanabilmektedir. Çayırhan Kömür İşletmesinde mevcut arın konveyörlerinde 0.64 m/sn. hızı uygulanmakta ve bu yönde herhangi bir problem doğmamaktadır. Şüphesiz hızın arttırılması diğer parametrelerin sabit tutulması durumunda tahrik gücünü aynı oranda arttıracaktır.

4.4.3. Zincirli Arın Konveyörünün Tahrik Gücü Hesabı

- Kapasite

Zincirli arın konveyörünün nakil kapasitesini hesaplamak için, zincir hızı ve konveyör oluşunun birim uzunluğunun taşıdığı kömürü tesbit etmek gerekir. Seçmiş olduğunuz standart oluk boyutlarına göre zincirli konveyörün taşıma kesidi Şekil 4'e göre hesaplandığında, alan 0.4144 m² bulunur.

Zincirli konveyörün kapasitesi aşağıdaki ifade ile hesaplanır:

$$Q = q_c V_c \quad (4)$$

Burada;

Q= Taşıma kapasitesi (ton/saat)
 q_c = Konveyör oluşu birim uzunluğunun taşıdığı kömür (ton/m)
 V_c = Zincir hızı (m/saat)

$$q_c = A_{max} \cdot \gamma \cdot \rho \quad (5)$$

Burada;

A_{max} = Oluğun maksimum taşıma kesit alanı (m²)

γ = Yükleme Randımanı (0.65-0.9)
 ρ = Yoğunluk (ton/m³)
 $A_{max} = 0.4144 \text{ m}^2$

$\gamma = 0.9$
 $\rho = 1 \text{ ton/m}^3$ (gevşek) alındığında:
 $q_c = 0.373 \text{ ton/m}$ bulunur.

Kapasite;

$$Q = 0.373 \text{ ton/m} \times 2304 \text{ m/saat} = 859 \text{ ton/saat}$$

Zincir hızınının 0.64 m/sn değerinin üzerinde tesbit edilmesi halinde kapasite aynı oranda artacaktır.

- Tahrik Gücü

Zincirli konveyör tahrik gücü aşağıda belirtilen denklem ile bulunur:

$$N = \frac{k \cdot F \cdot V}{102 \cdot T} \quad (6)$$

Burada;

N= Tahrik gücü (kw)
 k= Emniyet faktörü (% 15-20)
 F= Çekme yükü (kg)
 T= Transmisyon verimi (0.8 - 0.83)

V_c = Zincir hızı (m/sn) dir.

Paydada görülen " 102" değeri "kg.m/sn" ifadesinin KW'a çevrilmesi için gerekmektedir (1 kg.m/sn= 0.009806 KW).

Denklem (6) da bilinmeyen değer (E) çekme kuvvetidir. Çekme kuvvetinin hesaplanması için konveyörün yüklü tarafının hareket direnci (R_1) ile konveyörün boş tarafının hareket direncinin (R_{ui}) toplamını almak gerekmektedir.

$$F = R_1 + R_{ui} \quad (7)$$

$$R_1 = (q_c \cdot f_c + q_s \cdot f_s) \cdot L \cdot \cos \alpha \pm (q_c \cdot f_c) \cdot L \cdot \sin \alpha \quad (8)$$

$$R_{ui} = q_s \cdot L \cdot (f_s \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha) \quad (9)$$

L = Konveyör uzunluğu, 220 m. ayak uzunluğu alınmıştır.

α = Ayak açısı; dalım 0 derece alınmıştır.

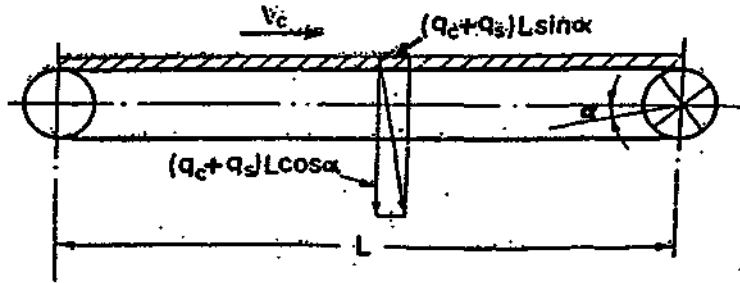
Değerler denkleme konulduğunda

$$R_1 = 45.650 \text{ kg.}$$

$R_{ui} = 4620 \text{ kg}$, toplam hareket direnci,

$$F = 50.270 \text{ kg. bulunur.}$$

Yukarıda yapılan hesaplamada konveyördeki rulman, yatak kayıpları yoktur. Bu kayıplar için bulunan hareket direnci % 10 oranında artırılmalıdır. Ayrıca uzunayak içinde zincirli konveyör kavisli pozisyonda, başka bir deyişle konveyöre snaking yaptırıldığında toplam hareket direnci ilave olarak % 10 daha artırılmalıdır. Bu durumda denklemde yer alan hareket direnci son şeklini almış olur.



Şekil 5. Zincirli konveyörün hareket direncinin tesbiti.

Burada;

$$F = 1.21 (R_1 + R_{ui}) \quad (10)$$

q_c = Birim oluk uzunluğunun taşıdığı kömür (kg/m), hesaplamada 373 kg/m alınmıştır.

q_s = Zincir ve paletin ağırlığı (kg/m), hesaplama 60 kg/m alınmıştır.

f_c = Kömürün hareket direnci katsayısı, hesaplamada 0.5 alınmıştır.

f_s = Zincir ve paletin hareket direnci katsayısı, hesaplamada 0.35 alınmıştır.

Böylece toplam hareket direnci,

$F = 60827 \text{ Kg.}$ bulunur. Zincirli konveyörün tahrik gücü ise;

$$N = \frac{1.2 \times 60827 \times 0.64}{102 \times 0.83} = 552 \text{ KW}$$

hesaplanır.

Bu durumda zincirli konveyör tahriki için 2x280 KW yeterli olacaktır. Ayrıca tahriklerin konumu baş ve kuyruk oluklarında, arına paralel yerleştirilecektir.

4.4.4. Zincir Boyutlarının Tesbiti

Zincir mukavemeti emniyet faktörü dikkate alınarak toplam hareket direncinin 2.3-2.5 katı olarak alınır. Tesbit edilen arın konveyöründe zincir ortada çift zincir olarak seçilmiş olduğundan tek bir zincire uygulanabilecek çekme kuvveti aşağıdaki bağlantı ile hesap edilir.

Zincir Çekme Mukavemeti= Toplam Hareket Direnci/2xEmniyet Faktörü
= (60827/2)x2.5= 76034 Kg. bulunur.

Zincir çapı 34 mm. olan 3.derece (grade) zincirli konveyör zincirinin kopma mukavemeti 86.000 kg civarındadır. Bu nedenle seçilen zincir boyutları 34x126 mm olarak tesbit edilmiştir.

5. ÇAYIRHAN "C" PANOSUNDAN YAPILABİLECEK ÜRETİM

Çayırhan "C" panosunda dizaynı yapılan 220 m uzunluğunda ve 4.35 m kalınlığındaki bir uzunayaktan yapılabilecek üretim miktarının tesbiti aşağıdaki parametrelerin belirlenmesi ile yapılabilir.

Yılda çalışma günü : 252 gün
Faydalı vardiya süresi : 6 saat
Gündeki vardiya sayısı: 4 (3 vardiya üretim, 1 vardiya tamir bakım)
Planlanan ayak kesim süresi: 5.4 saat (manevra süresi dahil)
Kesici mak. hareket hızı: 6 m/dak
Kesici makinanın hızı: 3 m/dak
Have derinliği : 0.8 m.
Damar kazı yüksekliği : 4.35 m.

Yerinde yoğunluk : 1.55 ton/m' (ara kesme yoğunluğu dahil)
Uzunayak uzunluğu : 220 m.

Burada uzunayağın üretimde planlanan süresi 3x6=18 saat olmasına karşın, bir uzunayak içinde kesici makinanın manevra dahil yaptığı kazı süresi planlanan üretim süresinin % 30'u olarak alınmıştır. Avustralya yeraltı kömür madenciliğinde bu süre % 53 olarak belirlenmiştir. Çayırhan için bu değer Avustralya ortalamasına göre oldukça düşük alınmasına neden, personelin eğitim eksikliği, yönetim ve denetimin etki derecesinin düşüklüğü ve organizasyon farklılıklarındandır.

Have derinliği 0.8 m. olan bir uzunayak kazısından; 0.80 mx4.35 mx220 mx1.55 t/m³= 1187 ton tüvenan üretim sağlanmaktadır. Şüphesiz kesici-yükleyici makinanın bu kazıyı yapabilmesi için, uzunayağın tavan ve taban yollarına yaklaşık olarak 30 m. mesafede, ayak içinde kendisine have derinliği açmak ve manevra yapmak mecburiyetindedir. Bu işlemin 27 dakika gibi oldukça uzun bir süre alacağı hesaplanmaktadır. Kesici makına manevra ve have derinliği açma işleminin dışında bir havelik kömürü 69 dakikada kazmaktadır. Dolayısıyla bir have için harcanan süre 96 dakika olup, bunun % 28'i manevra ve have derinliği açmada geçmektedir.

Bu durumda 96 dakikada bir have kazısından 1187 ton üretim yapıldığında ve bir günde sadece 5.4 saat kesici makına kazı ve manevra süresi planlandığında günde yapılan üretim; Q= 4006 ton/gün olmaktadır. Bu değer ise günde 2.7 m. ayak ilerlemesine karşılık gelir. Bir yıl içinde 252 gün fiili üretim planlandığında yılda yapılacak tüvenan üretim minimum 1.000.000 ton olmaktadır.

6- SONUÇ

Çayırhan Kömür İşletmesi madencilik şartları itibariyle Türkiye'de mekanizasyona en uygun kömür madenidir. Bu işletmede "C" panosunda her iki damarın tek bir ayak sistemi ile üretilmesinin planlanışı yılda bir milyon tonun üzerinde bir tüvenan üretimin gerçekleşmesini sağlayacaktır. Bir uzunayak içinde tesis edilen teçhizatın; özellikle tahkimat, kesici makina ve zincirli arın konveyörünün, madencilik şartlarına tam olarak cevap verebilecek şekilde dizaynı, uzunayaktan verimli bir üretim yapılmasını sağlayacaktır. Çayırhan "C" panosunda fiili kazı süresinin günde 5.4 saat gibi düşük bir değerde tutulması personelin eğitim eksikliğinden, yönetim ve denetimin etki derecesinin düşüklüğünden kaynaklanmaktadır. Fiili kazı süresinin planlanan üretim süresinin % 40'ı olarak alınmaması içm önemli bir engel yoktur. Bu değer Avustralya yeraltı madenciliğinde 1994 yılı için ortalama % 53'tür. Kullanım oranının % 40 alınması halinde, fiili kazı süresi 7.2 saat olmakta ve günlük üretim 5341 tona, yıllık üretim ise 1.3 milyon tonu aşmaktadır. Çayırhan "C" panosununun mekanizasyonunda verimli bir çalışma yapılabilmesi, damarların sürekliliğine ve madencilik şartlarının uygunluğuna bağlıdır. Mevcut veriler daha da geliştirilerek, örneğin, damar içi imalatları ile damarın sürekliliği ve pano boylan kesimleştirilerek, yapılacak sermaye yoğun yatırım için riskler minimum seviyeye indirilmelidir.

KAYNAKLAR

MARK, C, 1990; "Pillar Design Methods for Longwall Mining", Bureau of Mines, IC 9247.

RAMANI, R.V., 1988; "Computer-Oriented Analysis of the Production Potential of a Longwall Face", Longwall Thickseam Mining, Owford and IBH Publishing Con. Pvt.Calculatta.

ROBERTS, R., 1995; "Ulan Bounces Back", Australia's Longwalls. Australia's Mining Monthly, 1995.

CROFTS, G., 1994; "Success Factors m Australian Longwalling", Engineering and Mining Journal August.

ÜNVER, Ö., Ersen, A., 1985; " Beypazarı Tam Mekanize Yeraltı Linyit Projesi", Türkiye Madencilik Bilimsel Teknik 9.Kongresi.

PENG, S.S., Chiang, H.S., 1982; "Roof Stability in Longwall Coal Faces", Proc. 1st. Int. Confon Stability in Underground Mining, Vancouver, B.C., Canada.

**15. M^IDEAie9£9K
KOMÇRES9 VE
SERQ9S9**

**6-9 MAYIS 1997
ANKARA**

Başvuru:
Prof.Dr.Tevfik GÜYAGÜLER
TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI
Selanik Caddesi No: 19/3 06650 Kızılay, ANKARA
Tel: 0.312.425 10 80 - 418 36 57 Fax: 0.312.417 52 90



**TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI**