

Tam Mekanize Uzunayaklarda Üretimi Etkileyen Faktörler

M. Yavuz & H. Ankara

Osmangazi Üniversitesi, Es kışı'hir, Türkiyc

S.G. Erçelebi

İstanbul İeknik İ'nnersüesi, İstanbul. Türknv

OZE'İ. Yakın bı gelecekte diin\anın birçok yerinde ekonomik olarak işletilebilecek açık ocak komur rc/ervleri tükeneceği için yeraltı mekanize madenciliği ııgun bir maliyetle insanlığın artan enerji ihtiyacını karşılamak zorunda kalacaktır Bundan dola>ı. madencilik şirketleri >eralı komii rezervleındcn üretim \apmak zorundadırlar Üretim kapasitesini aıUırmak ve madencilik maliyetleını düşürmek için ileri seviyede mekanı/as\on uygulanması /orunludur Bu çalışmada, lam mekanize uzunayaklarda lretime etkle\en faktörler belirlenmiş ve basit bir şekilde sınırlandırılmıştır. Biirtui faktörler değerlendirilmiş ve lam mekanize komn panolarının üretimine etki eden en önemli olanları belirtilmiştir.

ABSTRACT: Underground mechanized mining has to provide more coal for mankind's increasing energy demand, at a suitable cost, due to the fact that open pit mines will not be operated economically in the near future in most part of the world. Therefore, mining companies have to produce coal from underground coal reserves. In order to increase the production capacity and to decrease the mining costs, high level of mechanization should be employed. In this study, factors that have great impact on longwall productions are determined and categorized. All of these factors are evaluated and the most important factors affecting longwall panels' production are stated.

1 GİRİŞ

Bu çalışmada, lam mekanize uzunayaklardan üretilen kömürün en yüksek seviyede çıkarılabilmesi için gerekli çalışmaların yapılması gerektiği konusunda değerlendirmeler yapılmıştır. Bu amaçla, lam mekanize uzunayaklarda üretimi etkileyen faktörler belirlenmiştir. Tam mekanize uzunayaklarda üretimi etkileyen faktörlerin tanımlanması, bazıları ise karar vericiler tarafından kontrol edilebildiği, bazılarının ise karar vericinin kontrolü dışında geliştiği gözlenmiştir. Genellikle, doğadan ve jeolojik sınırlamalardan kaynaklanan olumsuzluklar kontrol edilemeyen faktörler başlığı altında toplanmaktadır. Karar verici tarafından kontrol edilemeyen faktörler ise, genellikle mekanik veya başka bir deyişle mühendislik sınırlamalarından kaynaklanan Mühendislik faktörleri başlığı altında incelenmiştir. Tam mekanize uzunayakta üretimde problem aşan maması ve en yüksek metim değerlerine erişilebilmesi için delajli analizlerin yapılması son derece önemlidir.

2 KONTROL EDİLEMEYEN FAKTÖRLER

Karar verici tarafından değiştirilemeyen faktörleri kontrol edilemeyen faktörler olarak adlandırılırlar. Uzunayak madenciliğinde üretimi etkileyen damarın derinliği, damarın kalınlığı, damarın karakteristikleri, bölgesel jeoloji ve tabaka mekaniği kontrol edilemeyen faktörlerdir. Ortamda bulunan su da kontrol edilemeyen faktörlerdendir. Kömür ve çevre kayalarındaki metan konsantrasyonu ve daha önce yapılan çalışmaların panolara olan etkilen yine birer kontrol edilemeyen faktör olarak ifade edilmektedir.

Kontrol edilemeyen faktörler

1. Damarın derinliği.
2. Damarın kalınlığı ve karakteristikleri.
3. Bölgesel jeoloji.
4. Tabaka mekaniği.
5. Fiziksel koşullar olarak ifade edilmektedir.

2.1 Damarın derinliği

Tam mekanize uzun ayaklarda damar derinliği arttıkça tahkimat üzerine gelen yüksek basınç etkileri nedeniyle üretim olumsuz yönde etkilenir.

2.2 Damarın kalınlığı ve karakteristikleri

Kömür damarının kalınlığı ve doğrultusu, eğimi, sertliği, kayanın ince damarcıklara ayrılması ve ara kesmeler gibi damar karakteristikleri kesici makinenin seçiminde ve güç ihtiyaçlarının belirlenmesinde ana tasarım parametreleridir. Yüksek üretim seviyelerine erişebilmek sorunsuz panolarda yada bölgenin özelliklerine göre seçilmiş ekipmanla çalışılması gereklidir.

2.3 Bölgesel jeoloji

Uzunayaklarda yaşanan en büyük problemlerden bir tanesi, belki de en önemlisi jeolojik yapıdır. Tam mekanize uzunayaklarda üretim sırasında ortaya çıkan jeolojik olumsuzluk direk olarak sistemin performansını incelediği için istenmeyen unsurlardır. Pano geometrisini belirleyen etkenlerden birincisi bölgesel jeoloji olduğu için üretimi etkileyen en önemli faktör dolayısıyla bölgesel jeolojidir.

2.4 Tabaka mekaniği

Üretimi yapılan uzunayak çevresinde daha önce çalışılmış olan panoların çevre kayaçlar üzerinde bırakmış olduğu basınç birikimleri uzunayaklarda üretimi etkileyen önemli unsurlardan birisidir. Tabaka mekaniğinin uzunayak üzerine olan etkilerinin belirlenmesi için çevre kayaçlarının kaya kütle sınıflamaları, *genime* dağılımları, taban kabarması miktarı ve yeryüzü çöküntü miktarları belirlenmeli ve göçme mekaniği çalışmaları yapılmalıdır.

2.5 Hidrolojik koşullar

Tanı mekanize uzunayaklarda üretim periyodu sırasında istenmeyen bir olumsuzluk da ayakta ortaya çıkan su problemidir. Özellikle tam mekanize kömür panolarında su gelirinün üretim sırasında ortaya çıkması üretimi aksatacaktır. Yürüyen tahkimat üniteleri tabana batacak, ayak ilerlemesinde problemler yaşanacak ve ayak ekipmanları sudan olumsuz yönde etkilenecektir. Bu nedenle, uzunayakta çalışmaya başlamadan önce detaylı hidrolojik analizler yapılmalıdır.

3 KONTROL EDİLEBİLEN FAKTÖRLER

Karar vericinin kontrolü altında olan faktörler kontrol edilebilen faktörler olarak adlandırılırlar.

Kontrol edilebilen faktörleri ayrıca Mühendislik faktörleri olarak da isimlendirebiliriz. Tam mekanize uzunayaklarda üretimi etkileyen başlıca (aktörler):

1. Pano geometrisi.
2. Ekipmanların güvenilirliği ve kullanım oranı,
3. Zincirli oluk kapasitesi,
4. Zincirli oluk motor gücü,
5. Zincirli oluk kopma mukavemeti,
6. Damardan gelebilecek gaz emisyonu,
7. Ayaktaki tozluluk,
8. Ayak iklimi.
9. Kesici-yükleyici makine gücü,
10. Kesici-yükleyici makine kazı yüksekliği.
11. Kesici-yükleyici makine tur zamanı.
12. Dolgu sistemi,
13. Uzunayak taşınması.

olarak alt başlıklara ayrılmaktadır.

?. / Pano geometrisi

Pano geometrisi tam mekanize uzunayaklarda üretilen etkiyen en önemli faktördür. Gerek ayak uzunluğunun ve gerekse pano uzunluğunun değeri arttıkça ayaktaki üretim miktarının arttığı bilinen bir gerçektir. Daha yüksek üretim kapasitelerine daha uzun ayak boylarında ulaşılmaktadır. Ayak uzunluğu arttıkça makinelerden faydalanma daha artmakta yüksek üretim miktarlarına erişilmektedir. Pano uzunluğu değeri ise doğrudan ayak teçhizatının bir panodan diğerine taşınması ile ilişkili olduğundan üretimi etkilemektedir. Daha uzun pano boyutlarında mekanize uzunayak teçhizatı daha az taşınmakta ve dolayısıyla taşıma sırasındaki üretim kayıpları engellenmektedir.

3.2 Ekipmanların güvenilirliği ve kullanım oranı

Güvenilirlik bir ekipmanın işletme koşulları altında belirli bir zaman periyodu içerisinde arızasız veya amacına uygun olarak çalışma olasılığı olarak tanımlanmaktadır (Erçelebi, 1991).

Kullanım oranı maden makineleri gibi tamir ve bakımı mümkün olan sistemlerde performans ölçümlerinde en çok kullanılan güvenilirlik kavramlarından bir tanesidir. Kullanım oranı, bir ekipman veya makinenin bulunduğu çalışma şartlarında kendisinden istenilen işlevi yerine getirebilme olasılığıdır. Kullanım oranı, amaca uygun olarak üç ana gruba incelenmektedir. Bunlar Mekanik kullanım oranı, Fiziksel kullanım oranı ve Efektif kullanım oranıdır. Makinenin gerçekte üretim için kullanıldığı süre Efektif kullanım oranı ile hesaplanmaktadır. Efektif kullanım oranı (K_o)

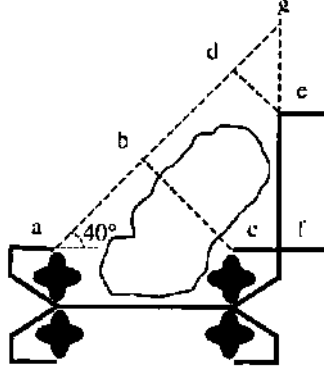
$$K_o = \frac{S_r}{S_f} \times 100 \quad (D)$$

olarak ifade edilir ve burada $5>$; Fiili iş süresi (dk). S_f . Toplam süre (dk) olarak ifade edilir. Eğer efektif kullanım oranı çok düşük ise, bu makinenin işletmeye gerçekte ne kadar faydalı olduğu detaylı olarak incelenmelidir. Oranın düşük olma nedenlerinin mekanik nedenlerden mi yoksa idari nedenlerden mi kaynaklandığı, uygun kullanım oranlarına bakılarak analiz edilmelidir (Erçelebi, vd.. 1999).

3.3 Zincirli oluk kapasitesi

Tam mekanize uzunayaklarda üretim verimliliği zincirli oluk ile kesici-yükleyici makinenin uyumuna direkt olarak bağlıdır. Kesici-yükleyici tarafından kazılarak zincirli oluk üzerine yüklenen kömürün hiçbir aksama olmadan taşınması gereklidir. Bu nedenle zincirli oluk taşıma kapasitesi ile kesici-yükleyici makinenin üretim kapasitesinin birbirleriyle orantılı olması gereklidir.

Zincirli oluk kapasitesini doğru bir biçimde hesaplayabilmek için, öncelikle zincirli oluk üzerinde taşınan malzemenin yığın açısının bilinmesi ve taşınan malzemenin gerçek kesit alanının hesaplanması gereklidir.



Şekil 1. Zincirli oluk faydalı kesit alanı (Guppy ve Whittaker, 1970).

Birim zamanda kesici-yükleyici makine tarafından üretilecek olan kömür hacmi ($H_{C_{K}}$),

$$H_{C_{K}} = D_k \times K_D \times H_{K_{K}} \quad (U)$$

olarak ifade edilir. Burada, K_D : Damar kalınlığı (m), D_k : Kesici-yükleyici makine kazı derinliği (m), $H_{K_{K}}$: Kesici-yükleyici makine kesme hızı (m/dk) olarak ifade edilmiştir. Bu durumda, birim zamandaki kesici-yükleyici makine tarafından üretilen kömür hacminin, zincirli oluk tarafından taşınması gereklidir. Zincirli olukun birim zamandaki taşıma kapasitesi (K_{pzo}) ise:

$$K_{pzo} = A_{gk} \times (H_{zo} \pm H_{K_{K}}) \quad (3)$$

olarak ifade edilir. Burada, A_{gk} : Zincirli oluk tarafından taşınacak maksimum yük yada başka bir deyişle zincirli oluk üzerindeki kömürün ağırlığı (kg/m). H_{zo} : Zincirli oluk hızı (m/dk). γ_k : Kömürün yoğunluğu (kg/m³) olarak verilmiştir. Optimum koşullarda kesici-yükleyici makine ile zincirli oluk arasında bulunması gerekli olan uyum ilişkisi:

$$A_{gk} \times (H_{zo} \pm H_{K_{K}}) = D_k \times K_D \times H_{K_{K}} \times \gamma_k \quad (4)$$

olarak alınır (Guppy ve Whittaker, 1970). Eşitliğin sol tarafındaki " \pm " işareti kesici-yükleyici ile zincirli oluğun aynı veya ters yönde çalışmaları ile değişmektedir. Şayet ters yönde çalışma durumu varsa işaret "-". aynı yönde çalışma söz konusu ise işaret "+" olarak alınmalıdır. Tam mekanize uzunayaklarda zincirli oluk üzerindeki kömürün ağırlığı (A_{gk}),

$$A_{gk} = \frac{G_{e_{zo}} \times V_{zo}}{2} \times \gamma_k \times R_{dy} \quad (5)$$

olarak hesaplanır. Burada, $G_{e_{zo}}$: Zincirli oluğun genişliği (m). V_{zo} : Zincirli oluk talazlığının yüksekliği (m). R_{dy} , Zincirli oluk yükleme randımanı olarak ifade edilmiştir.

3.4 Zincirli oluk motor gücü

Kesici-yükleyici makinenin tam kapasite ile çalıştığı herhangi bir üretim anında, ayak uzunluğu boyunca maksimum doluluk miktarına ulaşan zincirli oluk üzerindeki kömürün ağırlığının motorlar tarafından çekilebilmesi dolayısıyla, motorların bu miktardaki kömürü çekebilecek güce sahip olması gereklidir. Aksi halde üretim direkt olarak olumsuz bir şekilde etkilenecektir.

Zincirli oluk motor gücünün hesaplanması ve tasarımı tanımlanabilmesi için zincirli oluk ünitelerinde oluşan kayıpların, zincir ve paletler gibi yardımcı ünitelerdeki sürtünme kayıplarının, taşınan ürün yoğunluklarının, zincir hızının, taşınan malzeme ünite ağırlıklarının ve kesici-yükleyici makine performans verilerinin bilinmesi gereklidir. Zincirli oluk motor gücü hesaplaması için gerekli adımlar aşağıda verilmiştir (Davison ve Dawson, 1986). Boş haldeki zincirli oluk için kW cinsinden gerekli motor gücü ($G_{it_{Rzo}}$);

$$G_{it_{Rzo}} = \frac{A_{g_{zo}} \times 2 \times U_A \times k_{cys} \times H_{zo} \times G_{it_{Kk}}}{76.1 \times R_{d_{mk}}} \quad (6)$$

olarak hesaplanır. Burada, $A_{g_{zo}}$: Zincirli oluk zincir ve palet ağırlıkları (kg/m). U_A : Uzunayak uzunluğu (m), k_{cys} : Çelik ile çelik arasındaki sürtünme

katsayısı. H/u /incirli oluk hızı (m/dk). G_{cu} U/unayakla oluşan kırılmalar için gerekli ilave güç (W/de olarak). f_{it} Zincirli oluk için mekanik landıman. oluk /erilmir Bu bağıntıda kullanılan ve L değerin önünde ifade edilen "2" katsayısı zincirli oluğa ait olup boş /incirli olup için altında bulunan /inenlerin etkisini ifade etmek için kullanılmıştır.

Dolu durumdaki zincirli oluk için kW cinsinden gerekli motor gücü (G_{uzo});

$$G_{it_{uzo}} = \frac{A_{gk} \times U_{zmk} \times k_{kcs} \times H_{uzo}}{76,1 \times R_{d_{UA}}} \quad (7)$$

olu Binada. A_{gk} Zincirli oluk üzerindeki kömürün ağırlığı (kg/m). U_{zmk} Zincirli olukta kömür ile dolu uzunluk (m), k_{kcs} Kömür ile çelik arasındaki sürtünme katsayısıdır.

Hesaplanan motor güçten statik sürtünme sabitleri ile hacimli sürtünme sabitlerinin biriniyle çarpılarak toplam motor gücüne ulaşılmaktadır. Yani.

$$G_{it_{uzo}} = \frac{k_{kcs}}{k_{kcs}} \times G_{it_{uzo}} + \frac{k_{kcs}}{k_{kcs}} \times G_{it_{uzo}} \quad (8)$$

olarak bulunur Burada, $G_{it_{uzo}}$ - Toplum /incirli oluk gücü (kW), k_{kcs} çelik çelik arasındaki durgun haldeki sürtünme katsayısıdır. k_{kcs} Konular çelik arasındaki durgun haldeki sürtünme katsayısıdır.

3.5 Zinurlu oluk kopma mukavemeti

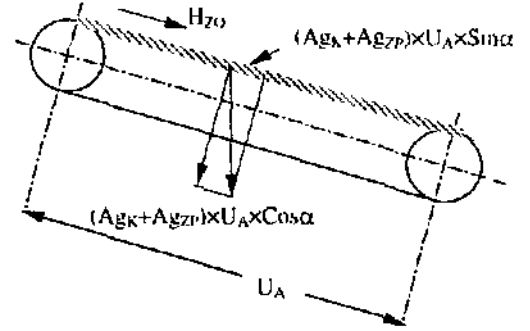
Tanı mekanize uzunayaklarda üretim faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyen faktörlerden birisi de zincirli oluk zincirinin üretim faaliyetleri sırasında kopmasıdır. İyi hız tasarımıyla uygun özelliklerde zincir kullanılarak bu olumsuzluk giderilmelidir Şekil 2'de bir zincirli oluk üzerinde tasarım parametreleri yer almaktadır.

Zincir gerilmesi dört önemli nokta dikkate alınarak oluğun yüklü ve boş (alt) bölüm için hesaplanır Zincirli oluğun yuklu olan üst bölümünün hesaplanan gerilme ($G_{r/u}$) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$G_{r_1} = (A_{gk} \times k_{kcs} + A_{gzc} \times k_{kcs}) \times U_1 \times \cos \alpha + (A_{gk} + A_{gzc}) \times U_1 \times \sin \alpha \quad (9)$$

burada. A_{gk} Zinurlu oluk üzerindeki kömürün ağırlığı (kg/m). A_{gzc} Zincirli oluk zinciri ve pulat ağırlıkları (kg/m), k_{kcs} Kömür ile çelik arasındaki sürtünme katsayısı. k_{kcs} Çelik ile çelik arasındaki sürtünme katsayısı a Ayağın eğimi ($^\circ$). olarak serilmiştir Yukarıdaki bağıntıdan da görüldüğü gibi kömür ayak eğimine karşı taşıyorsa bağıntıya

gelecek olan işaret "-". tanı tersi umde taşıyorsa da işaret "+" olarak alınır



Şekil 2 (J/ıııavaklı bir /incirli oluk için tasarım parametreleri (Peng ve Chiang, 1984)

Zincirli oluğun yüklü olmayan alt bölümü için hesaplanan gerilme (G_{r_2}) ise aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$G_{r_2} = A_{gzc} \times U_1 \times (k_{kcs} \times \cos \alpha \pm \sin \alpha) \quad (10)$$

Ayakla üretim sırasında tahkimatların arına ötelenmesi ile zincirli oluk üzerindeki kırılmaların da dikkate alınmasıyla zincirli oluk boyunca oluşacak maksimum statik gerilme.

$$G_{r_w} = 1,21 \times (G_{r_1} + G_{r_2}) \quad (11)$$

olarak bulunur

Sonuç olarak /incir dayanımı. D_{v_z} (kg/cm^2). açıkça belirtilen minimum emniyet göstergesi kullanılarak seçilmiştir Ortadan tek zincir düzenli oluk için (Peng ve Chiang, 1984):

$$D_{v_z} = \frac{D_{v_{zk}}}{G_{r_w}} \geq 3,5 \quad (12)$$

ve ortada çift zincir düzenli oluk için ise,

$$D_{v_z} = \frac{2 \times D_{v_{zk}} \times s_1}{G_{r_w}} \geq 3,5 \quad (13)$$

olarak hesaplanmalıdır. Burada. D_{v_z} ; Zincirin kırılma dayanımı (kg/cm²). s_1 , Zincirli oluk için yüklem sabiti olup 0.85 olarak alınmaktadır.

3.6 Damardan gelebilecek gaz emisyonu

Damardan gelebilecek gaz emisyonu uzunayaklarda üretimi etkileyen faktörlerin önemlilerinden bir

tanesisdir Üretim sırasında damardan gelebilecek metim emisyonu metim durmasına yada aksamasına neden olur Uzuna) aklarda ayak uzunluğu meian gazı içeren damarlarda metan emisyonuna göre hoyulandırılı Damardan gelen ga/ emisyonuna göre ayak u/unluğu aşağıdaki bağıntı yardımıyla bulunabilu (Vorobjev and Desfimukh, 1966);

$$U_{11} = \frac{864 \times H_{1111} \times A_{1111} \times K_{1111} \times \varphi \times Mk_{1111}}{Em_{1111} \times S_{1111} \times D_k \times Y_k \times Y_k \times s_1 \times \delta} \quad (14)$$

burada. H_{1111} - Ayak içindeki maksimum hava hızı (m/sn). A_{1111} /*: U/una)ak içindeki en dar açıklık (m). K_{1111} . Kömür damarının kalınlığı (m). φ . Havalandırma sabiti (Çelik tahkimat kullanılan ocaklar için 0.85 olarak alınır). Mk_{1111} - Hava dönüş yolunda i/in verilen maksimum metan miktarı (%). Em_{1111} . Metan emisyonu (m Aon), S_{1111} /*, Kesici yükleyici makinenin günlük tur sayısı. D_k . Kesici yükleyici makine kazı derinliği (m), ft. Kömürün yoğunluğu (ton/m³), Y_k - Kazı yüksekliği (m), .y. İlavalandırma için δ erim sabiti. 5; Göçüğe kaçan hava için sabit olarak tanımlanmıştır

3.7 Ayınlaklı tozhlılık

U/unayak üretim faaliyetlerini kesintiye uğratan ve)a yavaşlatan olumsuzluklardan bir tanesi de ayakta oluşan toz durumudur Tozun önlenmesi için yapılacak olan çalışmalar üretimi olumsuz yönde etkileyecektir. Üretilen ton başına tuvenan konimden oluşan uçabilir toz miktarı ($Mk/urar$) aşağıdaki bağıntı yardımıyla bulunabilir (Pene ve Chumı, 1984);

$$Mk_{1111} = 0.02832 \times \frac{Kn_{1111} \times H_{1111} \times Z_{1111}}{Mk_{1111}} \quad (15)$$

burada. Kn_{1111} /*- Vardiya başına ortalama toz konsantrasyonu (mg/m³). H_{1111} /* TOZ konsantrasyonunun ölçüldüğü yerde hava hacmi (m³/dk), Z_{1111} /* Toz örnekleme zamanı (dk). Mk_{1111} Vardiyaada yapılan üretim miktarıdır (ton)

3 S (kak iklimi)

Ocak havasının hızı, sıcaklığı ve nemine ocak iklimi denir Yerüstünden belirli bir sıcaklık ve nemde ocağa giren hava, ocak içerisinde dolaşırken büyük değişikliklere uğrar. Ocak iklimi, ocakta çalışanlar için son derece önemlidir. Ocak iklimindeki bozulmalar ocak çalışanları ü/erinde olumsuz etkilere neden olacak ve dolayısıyla verimli bir üretim faaliyeti gerçekleştirilemeyecektir. Bu nedenle ocak içerisine islenilen kalitede hava verilmesi son derece önemlidir

İslenilen derinlikteki "C°" cinsinden kayaç ocaklığının (SOJA) hesaplanması aşağıdaki gibidir.

$$St_{1111} = St_k + \frac{D_{k1111} - D_{k1111}}{Gr_1} \quad (16)$$

burada, St_k . Kayaç sıcaklığı (C°). D_{k1111} /* Kayaç sıcaklığı bilinen derinlik (m). D_{k1111} /* Kayaç sıcaklığının ölçüldüğü derinlik (m). Gr_1 , Jeotermik gradyan olarak alınmıştır

Yeraltında çalışan makinelerin elektik motorlarından alınan her kilowatt güce karşılık 14.33 kcal/dk ısı açığa çıkar Makmeleiden kaynaklanan °C cinsinden sıcaklık artışı (ATM °) aşağıdaki bağıntıdan hesaplanmaktadır (Önce ve Saraç, 1986);

$$At_{1111} = \frac{G_{1111} \times 860,4}{I_{1111} \times \gamma_h \times Mk_{1111} \times 60} \quad (17)$$

burada. Mkr /*- Uzuna)aklan geçen hava miktarı (m³/dk). I_{1111} /* Havanın o/gül ısı (0.24 kcal/m³C), γ_h : Havanın yoğunluğu (1.25 kg/m³), G_{1111} /* Elektrik motorundan alınan güç (kW), olarak alınmıştır. Sonuçla yukarıda verilen değerlerin yerine konması ile sıcaklık alışı ($ATMK$) aşağıdaki formülle ifade edilmektedir:

$$At_{1111} = \frac{48 \times G_{1111}}{Mk_{1111}} \quad (18)$$

3.9 Kc i(1- \uklt'Via makine >ttat

Uzunayak içerisinde mekanize kazı aracı olarak kullanılan kesici-yükleyici makinenin performansı gerçekle direk olarak urclimı itade etmektedir. Bu nedenle uygun kesici-) ükle) ici makine kullanılarak yüksek üretim kapasitelerine erişilmelidir. Kesici-yükleyici makinenin kW cinsinden güç ihtiyacı ($iGiK$) aşağıdaki bağıntı ile bulunabilir (Comnee, 1976);

$$G_{1111} = (T_{1111} \times H_{1111} \times Ge_1 \times K_{1111}) \times 60 \quad (19)$$

burada. T_{1111} /*: Kesici-yükleyici makinenin spesifik enerji tüketimi (kW/saat), H_{1111} /*, Kesici-yükleyici makine nakliyat hızı (m/dk). G_{1111} /* Tambur genişliğini (m). K_{1111} /*: Kömür damarının kalınlığı (m), ifade etmektedir.

Kesici-yükleyici makine için spesifik enerji tüketimi (7)t ise kesme kuvvetinin bir fonksiyonudur ve aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir;

$$T_{1111} = \frac{(8,84 + 0,6776 \times K_{1111}^{2,7411})}{1000} \quad (20)$$

burada. KVK Kesme kuvvetini (N), DK ; Kesici-yükleyici makinenin kazı derinliğini (m), ifade etmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde spesifik enerji tüketiminin orta sertliğe sahip kömür için 0.424 ve sert kömür için ise 0.840 kWsaat/m değerleri civarında olduğunu göstermiştir (Manula ve Mukherjee. 1978).

3.10 Kesici-yükleyici makine kazı yüksekliği

Tam mekanize uzunayaklarda üretimi etkileyen faktörlerden birisi de kesici-yükleyici makinenin kazı yüksekliğinin damar şartlarına uygun olarak seçilmemesidir. İstenilen yükseklikteki kömürü kesemeyen kesici-yükleyici makine üretim kayıplarına neden olur. Bu nedenle, kazı yüksekliğine uygun makine seçilmelidir. Kazı yüksekliği metre cinsinden (YK) aşağıdaki bağıntı ile ifade edilebilir (Peng ve Chiang, 1984):

$$Y_k = Y_{k11} - \frac{D_{kvi}}{2} + U_{k1k} \times \sin \rho + \frac{C_{pt}}{2} \quad (21)$$

burada; Y_k : Kazı yüksekliği (m). Y_{k11} ; Kesici-yükleyicinin gövde yüksekliği (m). D_{kvi} Kesici-yükleyicinin gövde derinliği (m). $UKYK$ Kesici-yükleyici kol uzunluğu (in), p ; Kol maksimum yüksekliği yükseldiği zaman oluşan yatay çizgi ile kol arasındaki açı ($^\circ$). C_{pt} , Kesici-yükleyici tambur çapı (m), olarak ifade edilmiştir.

3.11 Kesici-yükleyici makine tur zamanı

Tur zamanı tam mekanize uzunayaklarda üretim fonksiyonları açısından son derece önemlidir. En kısa sürede bir havelik kömürün kesilmesi ve yeni havde kesime başlanması arzu edilen durumdur. Kesici-yükleyici makinenin belli bir kazı derinliğindeki kömürü bütün ayak boyunca kesme süresi veya bir have kömürü kazmak için harcadığı süreye tur zamanı denir. Tur zamanını hesaplarken kesici-yükleyici makinenin ayağın taban yolundan kesim işlemine başladığı kabul edilmiştir. Tur zamanının (Z_7) hesaplanması için gerekli parametreler şunlardır (Cominec. 1976): YK ; Kazı yüksekliği (m). U_j ; Ayak uzunluğu (m). $UKYM$, Kesici-yükleyici makine manevra uzunluğu (in). $UKTTA$; Kesici-yükleyici makinenin iki tamburu arasındaki uzunluk (m). H_{xrn} Kesici-yükleyici makine temizleme hızı (m/dk). H/o^* ; Kesici-yükleyici makine kesme hızı (m/dk). Z_{7b} ; Tambur pozisyon değişim zamanı (dk). y^* ; Kömürün yoğunluğu (ton/m³).

Yanık ayak yöntemi için tur zamanı:

$$Z_{7T} = \left[\frac{U_A}{H_{K1A}} + \frac{U_A}{H_{K1T}} + 2 \times Z_{7b} \right] \times \frac{1}{K_{01}} \quad (22)$$

veya Kesici-yükleyici makinenin temizleme hızı ve kesme hızı arasında "e" gibi bir katsayının varlığı kabul edilirse;

$$H_{K1T} = e \cdot H_{K1K} \text{ olur ve:}$$

$$Z_{7T} = \left[\frac{U_A}{H_{K1K}} \times \left(\frac{1+e}{e} \right) + 2 \times Z_{7b} \right] \times \frac{1}{K_{01}} \quad (23)$$

burada K_{01} efektif kullanım oranıdır.

Ayak başı yöntemi için tur zamanı:

$$Z_{7M} = \left[\frac{2 \times U_{A1M}}{H_{K1A}} + \frac{U_{K1M}}{H_{K1T}} + \frac{U_A + U_{A1M} + U_{K1M}}{H_{K1K}} + 3 \times Z_{7b} \right] \times \frac{1}{K_{01}} \quad (24)$$

veya

$$Z_{7M} = \left[\frac{U_{A1M}}{H_{K1K}} \left(\frac{1+2 \times e}{e} \right) + \frac{U_A + U_{K1M} + U_{K1M}}{H_{K1K}} + 3 \times Z_{7b} \right] \times \frac{1}{K_{01}} \quad (25)$$

olarak bulunur.

3.12 Dolgu sistemi

"f"am mekanize kömür madencilğinde kazı hızı ile uyumlu olarak yapılan taban yollarının tahkimatı ve topuk bırakılmayan uygulamalarda bir önceki panonun alt taban yolunun bir sonraki panonun üst taban yolu olarak kullanılması durumunda dolgu uygulaması gerekli olmaktadır. Uzunayak ilerleme hızı ile dolgu hızının birbiri ile orantılı olması gereklidir. Eşzamanlı bir çalışma yapılmaz ise üretim faaliyetlerinin durdurulması gereklidir. Bu amaçla dolgu sisteminin bileşenlerinin tasarımı en uygun şekilde yapılmalıdır. Çeşitli araştırmacılar tarafından bu amaçla çalışmalar yapılmıştır.

Almanya'da yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda dolgu genişliği ile damar kalınlığı arasında aşağıdaki ilişkiler bulunmuştur. Damar kalınlığının 2 m'yi aşmadığı durumda (Tatar ve Köse. 1990);

$$G_{e1} = 0.6 \times K_{11} + 0.365 \quad (26)$$

burada; K_{11} Kömür damarının kalınlığı (m). G_{e1} ; Dolgu genişliği (m), olarak alınmıştır. Şayet damar kalınlığı (K_{11}) 2 m'yi aşarsa;

$$G_{e1} = 0.6 \times K_{11} \quad (27)$$

İfadesi kullanılmaktadır. Bu durumda, dolgu tesisinin kapasitesi (ton/saat), $K_{p1} >$

$$K_{p,r} = \frac{3,6 \times A_{\text{ybnk}} \times H_{\text{tky}}}{\frac{l}{\gamma_{\text{BH}} \times K_{\text{th}}}} + \frac{l}{\gamma_{\text{M}}}} \quad (28)$$

olarak hesaplanır. Burada: $ANHK$ Nakliyat borusunun kesil alanı (m²). HDK : Dolgu karışımının püskürtme hızı (m/sn), yun : Basınçlı havanın Özgül ağırlığı (kg/in³), KIH : Havanın konsantrasyonu, $YI>M$ Dolgu malzemesinin özgül ağırlığı (kg/nr), olarak alınmıştır,

3.13 Uzunayak ekipmanının yeni bir panoya taşınması

Tamı mekanize uzunayaklarda ayak taşınması üretimi etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesidir. Ayak ekipmanlarının sökülüp, yeni panoya taşınması ve monte edilmesi sırasında geçen zamanlar direk olarak üretim kesintisine neden olmaktadır. Uzunayak panolarının olabildiğince uzun seçilerek bir kömür sahasından en az ayak taşınması yapılarak üretim faaliyetlerinin tamamlanması arzu edilen durumdur. Çin'de uygulamada oluşturulan yaklaşık 5 km uzunluğundaki uzunayaklarda ayak taşınması yapılmamakta, zaten pano sınırında ekonomik Ömrünü yitiren ekipmanlar yeraltında bırakılarak yeni üretim panosunda yeni ekipmanlar kullanılmaktadır (Taşkın).

4 LİRETİM HESAPLAMALARI

Tam mekanize uzunayaklarda üretim hesaplamalarında dikkate alınacak temel ölçüt, pano rezervi ve günlük üretim miktarlarının belirlenmesidir. Uzunayakta kömür üretimi İki ana bölümde yapılmaktadır. Bunlardan birincisi uzunayak hazırlıkları sırasında sürülen taban yolları ve kılavuz galerilerinden elde edilen üretdir. İkincisi ise uzunayak çalışması ile yapılan üretdir.

Uzunayak üretimleri sırasında açılan hazırlık galerileri eğer kömür içerisinde açılyorsa hazırlık üretimleri söz konusudur. Hazırlık işleri sırasında yapılan üretimleri başlıca İki ana başlık altında inceleyebiliriz. Bunlardan birincisi olan ana nakliyat yolunun açılması sırasında yapılan üretim:

$$U_{\text{AKI}} = A_{\text{ANV}} \times U_s \times \gamma_k \quad (29)$$

burada; UIA, Y : Ana nakliyat yolundan yapılan üretim (ton), $AANV$: Ana nakliyat yolu kesit alanı (m²), U_s , Kömür sahasının uzunluğu (m). γ_k : Kömürün yoğunluğudur (ton/m³).

İkincisi ise taban yollarının açılması sırasında yapılan üretdir:

$$U_{\text{TY}} = A_{\text{TK}} \times S_{\text{TD}} \times U_r \times \gamma_k \quad (30)$$

burada; $U>n<$ Taban yollarından yapılan üretim (ton). Syn : Her bir pano İçin sürülen taban yolu sayısı, An^* • Taban yolu kesit alanı (m²). l , -\ Pano uzunluğu (m). YK - Kömürün yoğunluğu (ton/m³) olarak ifade edilmiştir.

Uzunayaktan yapılan üretim pano boyutlarını da içine alan hacmi İçerir. Pano uzunluğu, ayak uzunluğu ve damar kalınlığı veya başka bir değışle kazı yüksekliğı kadar hacim uzunayak çalışmaları ile üretilecektir. Uzunayaklarda yapılan üretimlerde İki durum söz konusudur. Bunlardan bir tanesi Damar kalınlığı ile kazı yüksekliğinin eşit olduğu durum:

$$U_{\text{TAI}} = (U_A \times (U_r - G_{e,r}) \times K_{\text{th}} \times \gamma_k) \times S_{\text{Vr}} \quad (31)$$

olarak bulunur. Burada $UIUAT$ - Uzunayaktan yapılan toplam üretim (ton). G_{em} -: Taban yolunda bırakılan emniyet topuğunun genişliğı (m). K_{th} - Damarının kalınlığı (m). W : Kazı yüksekliğı (m), γ^* : Kömürün yoğunluğu (ton/m³), S_{Vr} : Kömür sahasında oluşturulacak pano sayısıdır.

Bir diğeri de damar kalınlığı ile kazı yüksekliğinin eşit olmadığı durum (Göçertmeli yöntem):

$$U_{\text{TAI}} = [(Y_k + (K_{\text{th}} - Y_k) \times Y_{z,r}) \times (U_A \times (U_r - G_{e,r}) \times \gamma_k)] \times S_{\text{Vr}} \quad (32)$$

olarak bulunur. Burada YzA Arka kömürünün kazanım yüzdesidir.

Günlük üretim miktarının belirlenmesi için aşağıda verilen bağıntıdan faydalanılır.

$$U_{\text{TAI}} = \frac{Z_{\text{ic}} \times 60}{Z_r} \times U_A \times K_{\text{th}} \times D_k \times \gamma_k \quad (33)$$

olarak hesaplanmıştır. Burada Z_{cc} . Günlük çalışma zamanı (saat) olarak alınmıştır.

5 SONUÇLAR

Bu çalışmada tam mekanize uzunayaklarda üretimi etkileyen faktörler belirlenmiş ve detaylı olarak İncelenmiştir. Sürekli bir çalışmanın yapıldığı tam mekanize uzunayaklarda İstenilen üretim kapasitelerine ulaşabilmek, verimli ve emniyetli bir çalışma ortamı sağlayabilmek için uzunayak panolarının tasarım ve üretim süreçlerinde son derece titiz davranmak gereklidir. Bu nedenden dolayı, uzunayak bileşenlerinin her birinin detaylı analizleri ile en uygun çalışma koşulları araştırılmalı ve üretimin en üst düzeye çıkarılması amacıyla çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Coninec. 1976 Conceptual [X-Mgji ul" an Automated Lmigwall Mining System. Fmat Kc/n/ft. Sthtttltnl l" Uilnl States Dcfkllth-ll l<) Tlh- luicuu Hurcun of Mitrs. Dcnvc. Coluadn. USA,pp.-tm.
- D.tmon. [anil DaWMin. B.. l')8(i. T h t? Application ol" 2300 Vnll' i« Longwall Equipment. (/SA ü'u^wiiii Omfii'üce, Pennsylvania. USA. pp. 305-141
- Eiçelehi. S.. G.. l 991. A .w.M'i'inln leliahilitv enuf iivnltitabiliy iimlvM.s of nirtttii'rril anit millini; .v.uuuu, PfiD Tlu-|l|. Colombia University. U,SA.
- Frclehi S.. G . Rrgin. H \c Yilmaz. M.. 1999, K H ! Murgul işletmesinede Kullanılan b Makinelerinin Performans Analı/ı ve Optimum Yenilenme /Limanları. Tiirkvt' 16. Mailem ilik KtHttivxt 65-70.
- Guppy, G. A and Whitiaker. B.. N.. l"-J7(). Relationship Between Machine Output And Face Conveyor Capacity. Tin-Mining; Engineer. May. J'^w No: 43 51 pp. 598-61 I.
- Manilla. C. B. and Mukheriee. S.. K- 1978. A Longwall Simulation Model. SME-AIME J'tii! Mrrii>it{. Flinida. USA. pii.78-AU-.H0.
- OjkV. G.. ve .Saav- S. |yW>. Maih>|>h'>tk ! hnalamlı>ht. Anadolu Uniu-rsiicM Mühendislik Mimarlık Fakültesi Ynwnlan. No 30. 2<v>
- Pen;;. S.. S. ;uid Chiang. H.. S 19K4 Um^watt Mutiny. A Wıey-Jmerscience Publication. New York. IJJB N 0-471-86881-7. pp. 708.
- *l aşkın. F. B . 200 i Kiřisel görüşme.
- Tatai. Ç. ve Kose. H.. IWO. O.A.L.de Pmmialık Ramble UıguJaniasi. 6. Wfıctntfıfit Hafimi. ispatta. 97-117.
- Voiohjev. B . M. and De-hnuikh. R . T . 1966. Aihviihail Cod! Milling. Asia Publishing House, London
- Yavuz. 2002. Yemin Mckanize Kanttır Pamiariittit li<n iikirinm Optimum Oltruk. lle/irleitiiesi. O.G.U Fen Bilimleri Eııslıtlıfii- Dok/onı TeZi. s.206