

34254

DAL MİNESİNDEKİ TAMBURLU KESİCİLERİN
KESME VE YÜKLEME PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ
INVESTIGATIONS INTO THE CUTTING AND LOADING
PERFORMANCE OF DRUM SHEARERS IN DAL MINE

34254

Mustafa AYHAN

Hacettepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı İçin
Öngördüğü YÜKSEK MÜHENDİSLİK TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

1994

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu çalışma jürimiz tarafından MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK MÜHENDİSLİK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

Prof.Dr.Naci BÖLÜKBAŞI

üye :

Doç.Dr.Osman Zeki HEKİMOĞLU

üye :

Yrd.Doç.Dr.Bahtiyar ÜNVER

ONAY

Bu tez 18./02/1994 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

12/02/1994

Prof.Dr.Gültekin GÜNAY

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖZET

Tamburlu kesici tam mekanize uzun ayak madencilığının ana unsurlarındandır. Bu makinalar kesme amaçlı olarak kullanıldıkları gibi yükleme işini de yerine getirirler. Her ne kadar bu makinalarda temel amaç kesme ise de yine burada tambur dizayn sırasında yükleme ile ilgili faktörlerde göz önüne alınır. Buradaki söz konusu yükleme işinin yardımcı elemanlardan çok bizzat tamburun kendisi tarafından yapılması daha avantajlı olduğundan kesme ve yükleme parametreleri arasında daima bir uyum olması gerekir.

TKİ'ye bağlı Orta Anadolu Linyitleri Müessesesinde toplam yedi atak çift tamburlu kesici çalışmaktadır. Bunların tamburları üç helisli olup çapları 1400 mm ve nominal (batma) kesme derinlikleri ise 850 mm'dir. Bu tamburların dizaynı yükleme açısından uygulamada kullanılan değerlerin kapsamı içerisinde olduğu görülmüştür. Tamburların dönüş yönü ilk önce dışa doğru yani sağ tambur saat yönünde, sol tambur ise saat yönünün tersine dönmekteydi. Ancak yüklenemeyen kömürde konveyöre taraf olan kısmında bir yığılmanın oluşmasından dolayı bu tambur dönüş yönleri daha sonra tersine olacak şekilde değiştirildi. Bu yeni dönme ile kömür yığın halinde olmayan, düzgün bir şekilde tabana yayılmış olarak gözlemlendi.

Yapılan pratik gözlemler böyle bir tambur dönüş yönünün kesici uç sarfıyatı, titreşim ve toz açısından yarar getiremeyeceğini işaret etmiştir. Kuyruk tambur tarafından yapılan aşağı kesim hareketi ile titreşimlerin yanısıra keskinin darbe ile kırılması söz konusu olabilir. Her iki dönme yönü sonucu oluşan yüklenemeyen kömürün kesit alanı yaklaşık olarak aynı kaldığından bu yeni dönme yönü ile yüklemede herhangi bir yarar elde edilmemiştir. Ayrıca kesmenin baş yukarı olarak yapıldığında ortaya çıkan düşük kesme hızı kesme veriminin düşmesine neden olan faktörlerden birisi olabilir. Tamburun özellikleri ile uyumlu olabilmesi için bu düşük kesme hızının yükseltilmesi gerekir. Kesme hızında ise keski dizilimlerinin yeniden gözden geçirilmesi ile bir artış elde edilebilir.

ABSTRACT

Drum shearers are the principal means of coal cutting machines in fully-mechanised longwall mining systems. These machines also meet the requirements for loading, as well as for cutting. The factors associated with loading are therefore carefully considered in machine design, although the ability in cutting is the primary aim of the objective with these machines. However a compromise between cutting and loading is always required since performing the loading action by drum itself rather than additional means is advantageous.

In the Middle Anatolian Lignite Mine (OAL) which is a subsidiary of Turkish Coal Enterprises a total of seven double-ended ranging drum shearers are currently in operation. The drums are of three-start, design, with a diameter of 1400 mm and having 850 mm nominal web depth. The design of these drums in terms of loading, was found to lie within the range of the specified values that have been commonly employed in practice. The direction of the drum rotation was initially outwards, i.e. right-hand drum rotated clockwise while the left-hand one was in anticlockwise. Direction of rotation in this manner was later changed to be in reverse direction, due to the existence of a dip close to the A.F.C away from the face. In this way of rotation the unloaded coal in the truck was seen to spread evenly with no heap.

The practical observations indicated that the direction of the drum rotation which is inwards as currently employed, was not advantageous in terms of tool consumption, force vibrations and dust make. The climb-milling cutting action that is performed by the trailing drum can well be the reason for impact shattering of the picks, along with the vibrations. Furthermore with this change of drum rotation no benefit in loading was gained, as the cross-sectional areas of the unloaded coal was approximately the same for the both cases. The low haulage speed when cutting up-gradient may be one of the reasons for low loading performance. This haulage speed should be increased in order to be compatible with the drum specifications. The increase in cutting speed was emphasized to be probably achieved through reconsideration of the pick-lacing arrangement.

TEŞEKKÜR

Yazar bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkılarından dolayı, aşağıda adı geçen kişi ve kuruluşlara içtenlikle teşekkür eder:

Sayın Doç.Dr.Osman Zeki HEKİMOĞLU (Tez Danışmanı) çalışmanın sonuca ulaştırılmasında ve karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında yön gösterici olmuştur.

Çalışmanın gerçekleştirilmesi için DAL Müessesesi, Teknik ve İdari personeli gerekli ortamı hazırlamıştır.

Tezin diziminde yazarın eşi F.Deniz Ayhan yardımcı olmuştur.

Sayın Yüksek Mimar Yaşar SUBAŞI tezin şekil çiziminde yardımcı olmuştur.

Başta bölüm başkanı ve bölüm arkadaşlarının katkısı olmuştur.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIV
1	
1. GİRİŞ	1
2. TAM MEKANİZE MADENCİLİKTE TAMBURLU KESİCİLER	6
2.1. Tambur Kesiciler	6
2.2. Tamburlu Kesicilerde Kazı İşlevi	9
2.3. Kesme Performansına Etki Eden Parametreler	9
2.3.1. Kullanılan Kesici Uçlar	10
2.3.2. Kesici Uçların Dizilimi (Tambur Dizaynı)	15
2.3.3. Kesme Hareketi ile Oluşan Titreşimler	18
2.4. Yüksek Kesme Performansının Sağladığı Avantajlar	22
2.5. Tamburlu Kesicilerde Yükleme İşlevi.....	22
2.6. Yükleme Performansına Etki Eden Parametreler ..	22
2.6.1. Spiral Kanat Açısının Etkisi	24
2.6.2. Tambur Dönme Hızının Etkisi	25
2.6.3. Tamburlu Kesicinin İlerleme Hızının Etkisi	28
2.6.4. Spiral Kanat Sayısının Etkisi	33

Sayfa

2.6.5.Tambur Çapının Etkisi	33
2.6.6.Gömülme Genişliğinin Etkisi	35
2.6.7.Ayak (Arın) Egimlerinin Etkisi	36
2.6.8.Tambur-Konveyör (AFC) Uzaklığının Etkisi	38
2.6.9.Tamburlu Kesicinin Kesme Yönünün Etkisi	39
2.6.10.Tamburlu Kesicinin Dönüş Yönünün Etkisi	40
2.6.11.Konveyörün Taşıma Kapasitesinin Etkisi	41
2.7.Yardımcı Yükleme Yöntemleri	41
2.7.1.Yardımcı Yükleme Aletleri	41
2.7.2.Konveyörün Rampa Levhası	43
2.7.3.Mekik Yükleyici (Saban)	44
2.8.Tambur Dizaynının Yükleme Performansına Olan Etkileri	44
2.8.1.Spiral Kanat Açısı ve Sarma Açısının Hesaplanması	44
2.8.2.Spiral Açısının Ayrıntıları	46
2.8.3.Spiral Kanat Açısı ve Sarım Açısı	47
2.8.4.Spiral Açısının Pratik Sınırlayıcıları	49
2.8.5.Spiral Derinliği	54
3.DAL'DEKİ TAM MEKANİZE KÖMÜR MADENCİLİĞİ VE KUL- LANILAN TAMBURLU KESİCİLER	56
3.1.DAL'deki Tam Mekanize Kömür Üretimi	56
3.2.Ocak Hakkında Genel Bilgi	56
3.2.1.Rezerv	56
3.2.2.Araştırma Çalışmaları	58

	<u>Sayfa</u>
3.2.3.Kömür Özelliği	58
3.2.4.Çevre Kayaç Şartları	59
3.3.İşletmenin Üretim Planı	59
3.4.Projenin Teknik Tanıtımı	61
3.4.1.Eski İşletmede Kullanılan Üretim Sistemi	61
3.4.2.Yeni İşletmede Pano Dizaynı ve Üretim Sistemi	61
3.4.3.Ana Hazırlık	63
3.4.4.Havalandırma	64
3.5.Tam Mekanize Kömür Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar	64
3.5.1.Tamburlu Kesiciler	65
3.5.2.Zincirli Konveyörler	66
3.5.3.Ara Yükleme ve Aktarma Konveyörü	68
3.5.4.Elektrik Ekipmanları	69
3.5.5.Dolgu Ekipmanları	69
3.5.6.Nakliye Ekipmanları	70
3.5.7.Malzeme Nakliyatı Ekipmanları	71
3.5.8.Hazırlık Ekipmanları	71
3.6.DAL'de Kullanılan Tamburlu Kesiciler	72
3.7.DAL'deki Tamburlu Kesicilerin Kesme Performansı ile İlgili Yapılan Çalışmalar	73
3.7.1.Tamburlu Kesicilerle Yapılan Kazı Şekilleri	73
3.7.2.Tamburlu Kesicilerle Kazı Yapılırken Karşılaştırılan Sorunlar	76
3.7.3.Kazı Sırasında Karşılaşılan Sorunların Çözümleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar	78

	<u>Sayfa</u>
4. DAL'DEKİ TAMBURLU KESİCİLERİN YÜKLEME PERFOR- MANSLARI İLE İLGİLİ YAPILAN PRATİK ARAŞTIRMALAR .	81
4.1. Yükleme Performansı ile ilgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar ve Sonuçları	81
4.1.1. Tamburların Başlangıçtaki Dönme Düzenlerinin Değiştirilmesi	81
4.1.2. Yeni Dönme Düzenin Dezavantajları	84
4.2. Yükleme Performansı İncelenirken İzlenen Yöntem	88
4.3. Yükleme Performansı ile ilgili Pratik Veriler .	90
4.3.1. Tek Yönlü Kesme Elde Edilen Pratik Veriler ..	90
4.3.2. Çift Yönlü Kesmede Elde Edilen Pratik Veriler	93
4.4. DAL'deki Tamburlu Kesicilerin İlerleme Hızlarının İncelenmesi	96
5. GENEL SONUÇLAR	97
6. ÖNERİLER	99
7. KAYNAKLAR DİZİNİ	100
8. ÖZGEÇMİŞ	102

SİMGELER VE KISALTMALAR**Çizelge**

TKİ Türkiye Kömür İşletmeleri

DAL Orta Anadolu Linyitleri



SEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Bir Tamburlu Kesici	6
2.2. Konik Uçlu Keski	12
2.3. Yassı Uçlu Bir Keskinin Radyal ve Tanjensiyel Montajı	12
2.4. Kesici Uçların Ağız, Temizleme ve Kama Uçları	14
2.5. Kesme Derinliği ile Koparma Arasındaki İlişki	15
2.6. Keski Derinliği ve Koparma Derinliğinin Hatlar Üzerine Olan Etkisi	16
2.7. Kinematik Açından Keski Kesme Derinliği	18
2.8. İlerleme Yönünden Kesme Kuvveti Değişimlerinin Karşılaştırılması	20
2.9. Tamburların Kesme Şekilleri	21
2.10. Bir Tamburun Genişliği	23
2.11. Kanat Açısı ve Sarım Açısının Tanımlanması	25
2.12. Karakteristik Yükleme Eğrisi	26
2.13. Tambur Çapı ve Makina İlerleme Hızına Bağlı Olarak Minimum Tambur Dönme Hızlarının Belirlenmesi	28
2.14. Küçük ve Büyük Çaplı Tamburlarda Değişen Tambur Hızları Altında İlerleme Hızı ve Tambur Momentlerinin Karşılaştırılması	30
2.15. Küçük ve Büyük Çaplı Tamburlarda Değişen İlerleme Hızları Altında Tambur Dönme Hızları ve Ortalama Kesme Gücünün Karşı- laştırılması	31

Sayfa

2.16. Değişen Tambur Çapları ve Hızları Altında, İlerleme Hızı ve Spesifik Enerjinin Karşılaştırılması	32
2.17. Yükleme Kalkanlı Bir Tamburlu Kesici	43
2.18. Kanat Açısı ve Sarım Açısının Formülle Hesaplanması	45
2.19. Kanat Açısı ve sarım açısının ölçekli çizimle hesaplanması	46
2.20. Tambur çapının kanat açısı üzerine olan etkisi	48
2.21. Tambur genişliğinin kanat açısı üzerine olan etkisi	48
2.22. Uygulanabilir maksimum kanat açısı	50
2.23. Bir kanat üzerinde iki keski tutucu arasındaki minimum mesafe	51
3.1. Panoların şematik görünümü	67
3.2. Galeri açma işleminin şematik görünümü	72
3.3. OAL Müessesesinde kullanılan Eickhoff EDW-230 tipi tamburlu kesiciler	75
4.1. Tamburların ilk dönme düzeni	82
4.2. Tamburların ilk dönme düzeninde, kesim sırasında tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi	83
4.3. Tamburların ikinci dönme düzeni	83
4.4. Tamburların ikinci dönme düzeninde, kesim sırasında tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi	84
4.5. Tambur dönüş yönünün ortamın toz yoğunluğuna etkisi	86
4.6. Kuyruktan-başa kesimde toz yüklü havanın ayak başına doğru itilmesi	87

	<u>Sayfa</u>
4.7. Makina boşta giderken tabanda kalan k6m6r6n y6klenmesi	90
4.8. Kuyruktan-başa kesimde tabanda kalan k6m6r6n kesit alan geometrisi	91
4.9. Makina boşta giderken tabanda kalan k6m6r6n kesit alan geometrisi	93
4.10. Baştan-kuyruğa kesimde tabanda kalan k6m6r6n kesit alan geometrisi	94
4.11. Kuyruktan-başa kesimde tabanda kalan k6m6r6n kesit alan geometrisi	95



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. İmalatçı firmanın orjinal tamburu ile yalnızca arın keskilerinin dizilim düzeninin değiştirildiği tamburun aynı koşullardaki karşılaştırılması	79
4.1. Eğim yukarı ve eğim aşağı ortalama makina ilerleme hızlarının karşılaştırılması	96



1.61R1Ş

Günümüzde ülkelerin hızlı bir şekilde yöneldikleri endüstrileşme hareketleri hammadde, yakıt ve enerji ihtiyacını büyük ölçüde arttırmıştır. Kömür enerji hammaddesi olmasının yanısıra bilindiği gibi demir-çelik sanayinin ana girdisidir ve ülkenin demir-çelik üretimi o ülkenin ekonomik düzeyini belirlemektedir. Dolayısıyla gelişmiş ülkelerde kömür üretimiyle, demir-çelik üretimi birlikte artmıştır.

Özellikle dünya kömür madenciliğindeki ilerleme, dünya sanayindeki gelişmeye paralel olmuştur. Bunu sağlayan en önemli etken kömür madenciliğinin tüm madencilik sektörü içerisinde sanayileşmeye paralel gidebilen tek sektör olabilmesidir.

Yakıt ve enerji tüketiminde bu denli önemli olan kömür, diğer yakıtlara nazaran daha zor şartlarla ve daha masraflı olarak elde edilebildiğinden, geçen asrın ortalarına doğru diğer yakıtlarla rakabet edemez duruma gelmiştir. Bu durum, yer altı kömür madenlerinin işletilmesinde, çağdaş standartlara uygun olarak üretim kapasitesinin arttırılmasına doğru bir eğilim yaratmıştır. Bu da mekanize edilmiş yeraltı madencilik sistemlerinin bilimsel anlamda tam uygulanmasıyla sağlanabilmektedir.

Ayrıca, dünya nüfusunun çok hızlı artışı, kent nüfuslarına yansiyarak çok büyük kentlerin oluşumuna neden olmuştur.

Dolayısıyla oluşan bu büyük kentlerde ulaşım sorunları artmıştır. Hızlı ulaşımın sağlanması, özellikle büyük kentlerde yeraltı ulaşım (metro) sisteminin oluşturulmasıyla mümkün olmaktadır. Bu tür ulaşım sistemlerinin emniyetli, ekonomik ve kısa sürede yapılabilmesi, gelişmiş kazı makineleri dolayısıyla mekanize kazıyla mümkündür.

Keza diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de enerji sorununun çözümünde varolan kömür kaynaklarının yanısıra akarsularımız üzerinde yeni barajların yapılması ile birlikte etkin ve hızlı bir ulaşımın sağlanabilmesi için gerekli olan tünellerin açımında yine mekanize kazıya ihtiyaç vardır.

Yeraltı maden işletmeciliğinde yüksek üretim kapasitesine olanak sağlayan tam mekanize sistemlerin bu denli avantajlarına karşın, üzerinde dikkatle durulması gereken bazı önemli sorunları da beraberinde getirmektedir. Örneğin, bu tür sistemlerde malzemenin kazılması, kazıldığı yerden yüklenmesi, taşınması ve yer yüzündeki ünitelere ulaştırılması bir dizi zincirleme işlemler sonucu gerçekleşir. Mekanize madencilikte temel unsur olan yüksek üretimin verimli bir şekilde gerçekleşmesi için yeraltında bulunan ve ardışıklı sistemle çalışan ekipmanların kesintisiz çalışmalarını sağlamakla mümkün olmaktadır. Bu nedenle yeraltında kullanılan yeraltı ekipmanlarından, özellikle kritik öneme sahip olanların verimlerinin incelenmesi, maden

ocağının verimliliğinin değerlendirilmesinde önemli bir kriter olmaktadır.

Uygun maden yatağı koşullarında, tam mekanize uzun ayak uygulaması günümüzde oldukça yaygınlaşmıştır. Tamburlu kesiciler bu tür sistemlerdeki kazı işleminin en vazgeçilmez unsurlarıdır. Bu makinalarla iyi bir işletme randımanı değişen çalışma koşullarına göre üzerlerinde uygun değişikliklerin yapılmasına bağlıdır. Yani tambur dizaynının ocağın değişen koşullarına göre değiştirilebilmesi gereklidir.

Tamburlu kesiciler, kömürü keser ve kazılan kömürü'de konveyöre yüklerler. Dolayısıyla bir tamburlu kesicinin performansı daha çok kesme ve yükleme performansının yeterliliği ile ölçülür. İyi bir yükleme verimi ise yükleme işleminin sürekli yapılmasına bağlıdır. İdeal olanı tamburlu kesicilerde yüklemeye yardımcı eleman kullanmadan yükleme performansını artırmaktır. Çünkü yüklemeye yardımcı elemanlarının takılması ek bir maliyet olmakta ve ayrıca arıza yaptıklarında bütün sistemin aksamasına neden olmaktadır. Bu nedenle yüklemeye yardımcı elemanlar kullanmadan uygun tambur dizaynıyla yükleme verimini artırmak daha uygun olmaktadır.

Ülkemizde tamburlu kesicilerin kullanımına ilk kez TKİ ku-

rumuna bağlı Orta Anadolu Linyitleri Müessesesinde (DAL) başlanmıştır. Tam mekanize uzun ayak projesi kapsamında alınan tamburlu kesicilerle yapılan üretim çalışmaları sırasında, işletmedeki mevcut damar koşullarından dolayı çeşitli sorunlar ortaya çıkmıştır.

Bu makinalarla ilgili teorik ve pratik bilgi birikimi ülkemizde yeteri kadar bulunmamaktadır. İlk yatırım maliyeti yüksek olan bu makinaların uzun vadede verimli olarak kullanılabilmeleri, bunlarla pratikte karşılaşılan sorunların ve çözümlerin iyi bilinmesine bağlıdır.

DAL Müessesesinde tamburlu kesici makina imalatçısı firma, yükleme performansı konusunda çeşitli denemeler yapmıştır. Bu denemeler; yardımcı yükleme elemanları, tambur dönüş yönlerinin değiştirilmesi gibi çalışmalardır.

Bu alışmada DAL Müessesesinde kullanılan tamburlu kesicilerin yükleme performansı üzerine şu ana kadar yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Yükleme performansı ile ilgili pratik alıştırmalar yapılarak bazı önemli veriler elde edilmiş ve yorumlanmıştır.

Tamburlu kesicilerin spiral yapılarının değiştirilmesi, keski tutucuların (yuvalarının) yerlerinin değiştirilmesi, ileri kaynak tekniği gibi pratik zorluklardan dolayı tam-

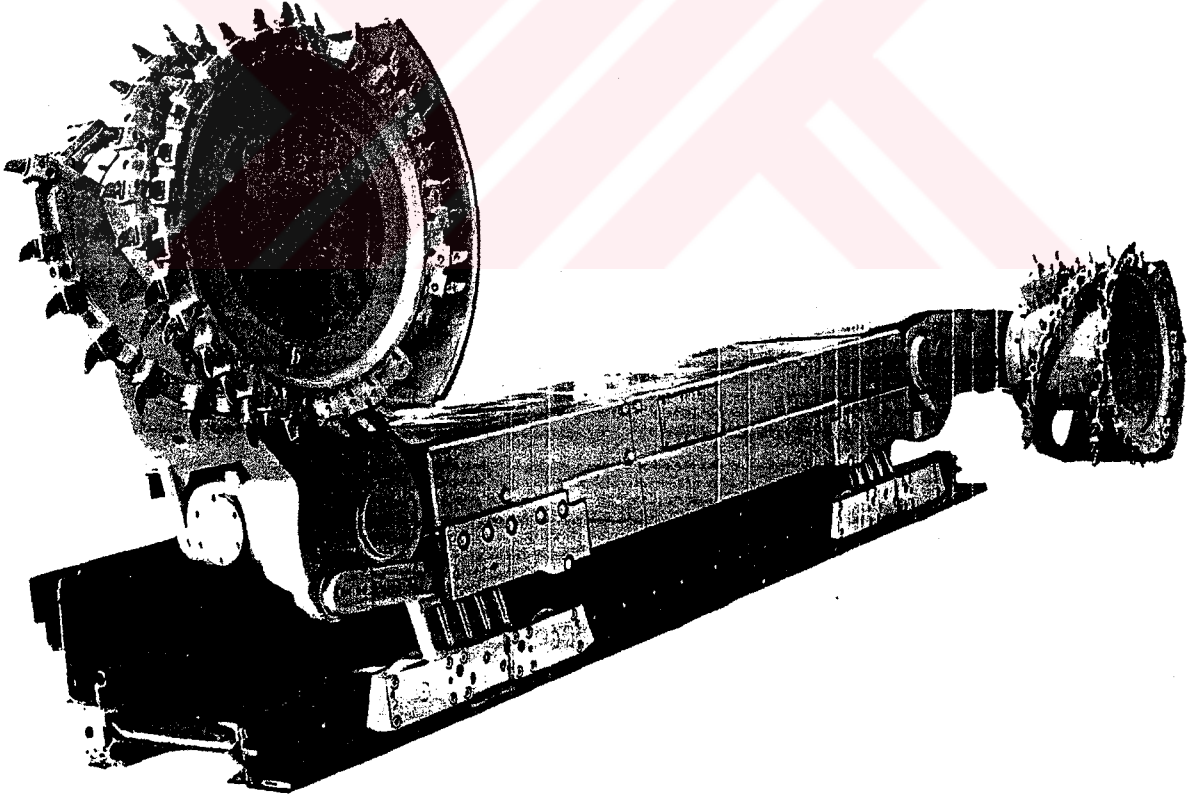
burlar üzerinde değişik dizaynlar yapılamamıştır. Dolayısıyla tamburlu kesicilerin yükleme performansı mevcut dizayn üzerinde pratik verilerle incelenmeye çalışılmıştır.



2. TAM MEKANİZE MADENCİLİKTE TAMBURLU KESİCİLER

2.1. Tamburlu Kesiciler

Tamburlu kesiciler üzerlerinde bulunan tambur yada tamburlar ile kazı yapan ve yine bu tambur(lar) vasıtası ile kazılan malzemeyi üzerinde hareket ettikleri zincirli konveyöre yükleyen maden makinalarıdır (Şekil 2.1). Bunlar kömür veya benzeri özellik taşıyan yumuşak formasyonların üretiminde kullanılırlar ve tam mekanize uzun ayak sisteminde en yaygın olarak bulunan kazı makinalarıdır.



Şekil 2.1 Bir Tamburlu Kesici

Bu makinalar, üzerlerinde bulunan tambur sayılarına göre "tek tamburlu" ve "çift tamburlu" olmak üzere ikiye ayrılırlar. Tek tamburlu kesiciler, bu makinaların ilk modelleri olup daha çok kesmenin tek yönde yapıldığı, damar kalınlığının sabit ve kalın olmadığı koşullarda kullanılırlar. Söz konusu makinalar tek bir tambura göre dizayn edildiklerinden dolayı daha hafif ve kullanışlıdır. Fakat damar kalınlıklarının değişken olduğu durumlarda kullanılmaları uygun değildir. Ayrıca çift yönlü kesmenin yapıldığı ayaklarda cep açılması zorunluluğu vardır. Bu dezavantajlar çift tamburlu kesicilerde yoktur. Bunlarla uygun tambur çapı kullanılarak değişken damar kalınlıkları daha kolay kazılmakta ve cep açılmaksızın iki yönlü kesim yapılmaktadır. Çift tamburlu kesicilerde öndeki tambur damar kalınlığının yaklaşık %70'ini arkadaki ise %30'unu keser.

Bu durumda makine konveyörün hareket yönüne ters hareket ederken, kazılan ve yüklenemeyen malzemenin büyük kısmı makine ile konveyör arasındaki boşluktan geçmek zorunda kalır. Ancak bu boşluk sınırlı bir yüksekliğe sahip olduğu için, kazılan malzemenin bir kısmı yüklenmeden makina önünde sürüklenir ve böylece makinanın kesme hızı düşer. Bu durum eğim yukarı doğru kesme sırasında oluşur. Bu nedenle tek tamburlu kesicilerde tambur genellikle makinanın ayak başı (yüklemenin yapıldığı) tarafına yerleştirilir.

Günümüzde çoğunlukla çift tamburlu kesiciler kullanılmaktadır.

İnce damarlarda kullanılan tamburlu kesiciler damar içi, (In-web) veya (Floor-based) kesiciler olarak bilinirler. Bu makinalarda gövdenin belli bir kısmı konveyörden ayak arasına doğru taşar ve taban üzerinde sürünerek hareket eder ve böylece kazılan malzeme daha kolay yüklenir.

Tamburlu kesiciler, genel olarak tahrik ünitesi, aktarma ünitesi ve kesici yükleyici tambur(lar) dan oluşurlar. Çoğu makinalarda tahrik ünitesi gövde ortasında bulunan bir veya iki elektrik motorundan sağlanır. Bazı makinalarda ise bu motorlar hareketli kollar üzerine dolaysız olarak konularak tamburların tahriğini sağlarlar. Makinanın zincirli konveyör üzerindeki yürüyüş hareketi "zincirli" ve "zincirsiz" olmak üzere iki şekilde yapılır. Zincirli yöntemde makina her bir ucu ayacağın baş ve sonlarına sabitleştiren bir zincir üzerinde hareket eder. Zincirsiz yöntemde ise makinadaki tahrik dişlileri konveyör üzerine monte edilen kramayer dişli sistemi düzenegi üzerinde destek alarak makinayı hareket ettirir. Zincirsiz yöntemde bazı makinalarda hidrolik pistonlarla yürüyüş sistemi de bulunmaktadır. Günümüzdeki makinalarda zincirsiz yürüyüş sistemi daha yaygındır. Makinanın tüm tahrik sistemlerinin ise elektrikli sistemle yapılmasına doğru bir eğilim bulunmaktadır.

2.2.Tamburlu Kesicilerde Kazı İşlevi

Bu makinaların dizaynı, yeraltı ortamının şartlarına ve ürünün kalitesine bağlıdır. Çünkü makinaların dizaynı ve kullanımı, yeraltı çalışma koşulları (arında oluşan toz miktarı, metan yayılımı ve sürtünmeden kaynaklanan kıvılcıklar gibi) üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca üretilen ürünün boyutu yine tamburlu kesicinin dizaynına bağlıdır. Ürünün bu iki karakteristiği genel olarak, kömür taşıma sistemi ve lavvar tesisinin verimli çalışmasını sağlayacaktır. Dolayısıyla işletmenin verimliliği de artmış olacaktır.

Tamburlu kesicilerde kesme verimliliği ile yükleme performansı arasında bir tercih yapılması gerektiğinde, kesme performansı öncelik kazanmaktadır.

2.3.Kesme Performansa Etki Eden Parametreler

Sabit koşullarda kesme performansı tamburun dönüş ve ilerleme hızına bağlıdır. İlerleme hızı ise aynı koşullarda tamburdaki keskinlerin dizilim düzenine (tambur dizaynına) bağlıdır. Tamburların dizaynı ise tamburun eni, spiral sayısı, keskinler arası açısal ve normal mesafe gibi faktörlere bağlıdır. Kesme veriminin artırılması, dönüş hızının azaltılması, ilerleme hızının artırılmasıyla mümkün olmaktadır. Bu durumda toplam tork artarken spesifik enerji düşmektedir. Dolayısıyla iri malzeme elde edilirken, keski

sarfiyatı ve toz oluşumu azalır. İyi bir kesme performansı için tamburun kesme sırasında az titreşim oluşturması gerekir. Titreşimlerin giderilmesi iyi bir tambur dizaynıyla mümkündür. Tambur dizaynında keskiçiler iki ayrı grupta dizilirler. Birinci grupta spiral kanatların üzerine yerleştirilen keskiçilerin dizilimi yapılmaktadır. İkinci grupta ise arın plakası üzerine yerleştirilen arın keskiçilerinin (köşe kesicileri) dizilimi yapılır (Hurt, 1985).

2.3.1. Kullanılan Kesici Uçlar

Kesici uçların keskin olması her zaman çok önemlidir. Aşınmış veya zarar görmüş kesici uçlar; doğrudan keskiçiyuvası, dişli kutuya ve tambura zarar verecek, ilerleme hızını azaltacak, solunabilir toz miktarını artıracak ve ince kömür üretimi ile sürtünmeden kaynaklanan kıvılcımları artıracak şekilde yüksek kesme kuvvetlerine neden olurlar. Yeraltı tam mekanize kömür ocaklarında, grizuyu ateşleyen kıvılcımların çoğunun kömür kesme makinalarının yan kayaca teması sonucu oluştuğu belirlenmiştir. Rizikolu kayalar genellikle kuvars ve pirit içeren kayalardır.

Sürtünmeden kaynaklanan kıvılcımların azaltılması, aşağıda belirtilen hususların gerçekleşmesiyle sağlanır.

- Kesici ucu sürekli keskin tutabilmek
- Kesici uç sayısını azaltmak

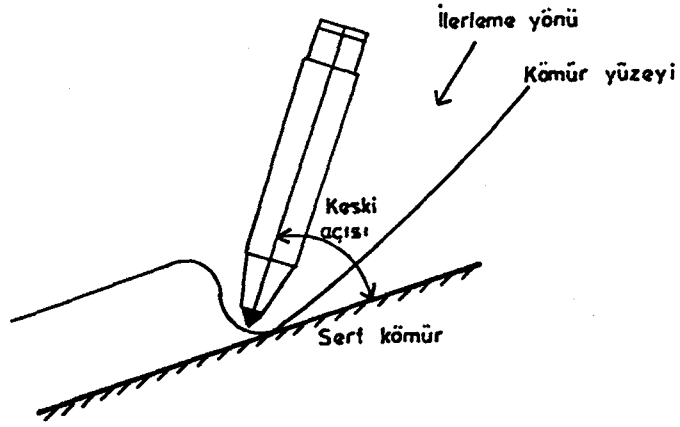
-Düşük doğrusal (lineer) keski hızı sağlamak

-Önde ilerleyen kesici uçlara ve kesici uçların hemen arkasındaki alana sprey şeklinde su vermek

Gerçektende sürtünmeden kaynaklanan kıvılcımların azaltılması yüksek kesme verimliliğinin ölçülerinden biridir. Keskinin arka yüzüne ve keskinin hemen arkasındaki alana su vermek; sıcak kaya parçaları ve keskinin arka kısmından ayrılan sıcak metal parçalarını soğutmak içindir. Çünkü kıvılcım oluşumuna bu sıcak parçacıklar neden olmaktadır.

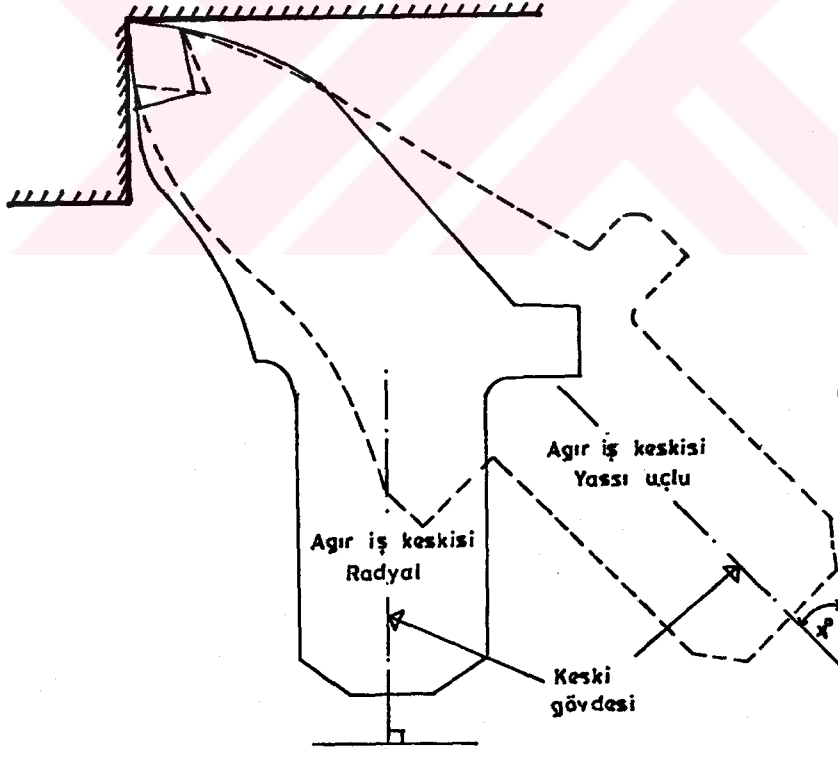
Tamburlu kesicilerde kesici uçlar radyal veya tanjansiyel olarak monte edilirler. Tanjensiyel keskinin genelde konik uçlu (point-attack) veya yassı uçlu (forward-attack) olarak bilinirler.

Konik uçlu keskinin yumuşak formasyonlarda sığ kesme derinliklerinde yapılan kesimler dışında yüksek kesme kuvvetlerine maruz kalırlar. Bu keskinin aşınma, gövde aşınması şeklinde oluşur, bu da toz ve ince kömür üretiminde artışa neden olurlar. Sert formasyonlarda bu tip kesici uçlar kullanılır. Konik uçlu bir keski Şekil 2.2'de görülmektedir. Yassı uçlu keskinin ön (uç) kısmı tungsten karbür ile kaplanmıştır. Kesici uçlarla kazı prensibi; kesici ucun her iki yanında şev açacak şekilde oyuk açarak yapılmaktadır. Kesici uçlar tambur üzerine tamburun dönme hareketi yönünde (tambur hareketini kolaylaştıracak şekilde)



Şekil 2.2 Konik Uçlu Keski

yerleştirilir. Yassı uçlu bir keskinin radyal ve tanjensiyel montajı Şekil 2.3'de görülmektedir.



Şekil 2.3 Yassı Uçlu Bir Keskinin Radyal ve Tanjansiyel Montajı

Yassı uçlu keskinlerin açısı normalde 45° olmakta fakat keski gövdesi dizaynına bağlı olarak $40-45^\circ$ arasında değişebilmektedir. Tanjensiyel tipli yassı uçlu keskinlerin radyal keskilere oranla avantajları şunlardır (Brooker,1979).

(1).Bileşke kesme kuvvetinin yönü ve doğrultusu keskinin merkezinden geçen doğrunun yönü ve doğrultusu ile aynıdır. Yani keskinin merkezinden geçen doğru aynı zamanda bileşke kesme kuvvetini de gösterir. Bu durum keskinin gövde kırılmasına karşı olan direncini artırır ve keski tutucudaki aşınmayı azaltır.

(2).Keski tutucu uzundur, spiraller tarafından daha iyi desteklenmektedir ve dolayısıyla keski tutucu kaybı olasılığı azalmıştır.

(3).Kömür ile keskinin ön yüzü arasındaki üçgensel düzlem keski-ayna çarpışmasının daha verimli olmasını sağlar.

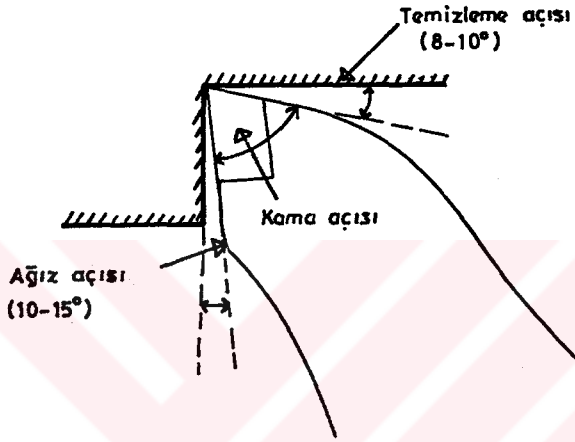
(4). Bu düzlem kesilen kömürün hareket etmesine daha büyük bir alan sağlar, bu da kesme kuvvetlerini, toz ve ince kömür üretimi ile keskinin ön kısmındaki aşınmayı azaltır.

Sonuç olarak radyal tipli yassı uçlu keskinler sert formasyonlarda kullanılır.

Yassı uçlu tanjensiyel keskinler arın keskisi olarak kullanıma uygun değildir. Çünkü keskinin ve keski tutucunun uzunluğu verimli bir kesme için gerekli olan sayıda keski yerleştirilebilmesini sınırlar. Genelde yassı uçlu tan-

jensiyel keskiler spiraller üzerine, radyal keskiler ise arın plakası üzerine yerleştirilirler.

Tamburlu kesicilerde kullanılan bir kesici ucun dayanımı, temizleme, ağız ve kama açılarına bağlıdır (Şekil 2.4).



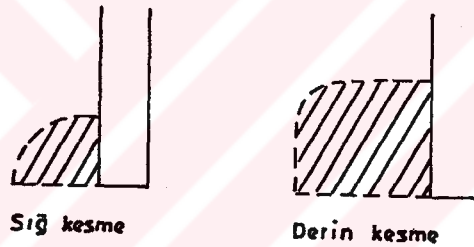
Şekil 2.4 Kesici Uçların Ağız, Temizleme ve Kama Açıları

Temizleme açısı arttıkça keskinin uç kısmı zayıflar, çünkü bu durumda temizleme açısı keski gövdesini destekleme özelliğini kaybeder ve bu durumda aynı ağız açısı için kama açısı azalır. Fakat kama açısının gerekli olduğu güç kesme durumlarında temizleme açısı korunurken ağız açısının düşürülmesi tercih edilir. Aşınmanın etkisi, temizleme açısının azalmasıyla belli olur ve keski, ideal olarak bu açı sıfıra düşmeden önce değiştirilmelidir. Bu değiştirmenin yapılması ile yüksek kesme kuvvetlerinin oluşması önlenir. Bu durumda toz ve ince kömür üretimi ve kıvılcım oluşum olasılığı azaltılır.

2.3.2. Kesici Uçların Dizilimi (Tambur Dizaynı)

Tamburlu kesicilerde kesici uçların dizilim düzenindeki yetersizlik, tamburlardaki kesici uç ve yuvalarındaki aşınmalara kesme sırasında yüksek titreşimlere ve düşük verime sebep olur.

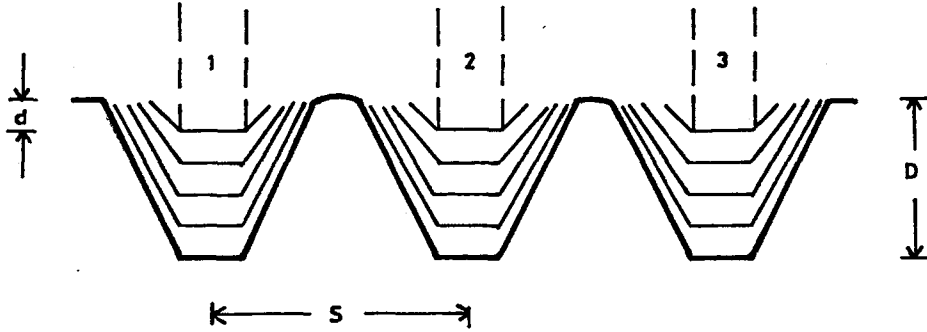
Bu nedenle tambur dizaynı çok önemlidir. Kesici uçların kesme derinliği ile koparma (breakout) arasındaki ilişki Şekil 2.5'te görüldüğü gibidir.



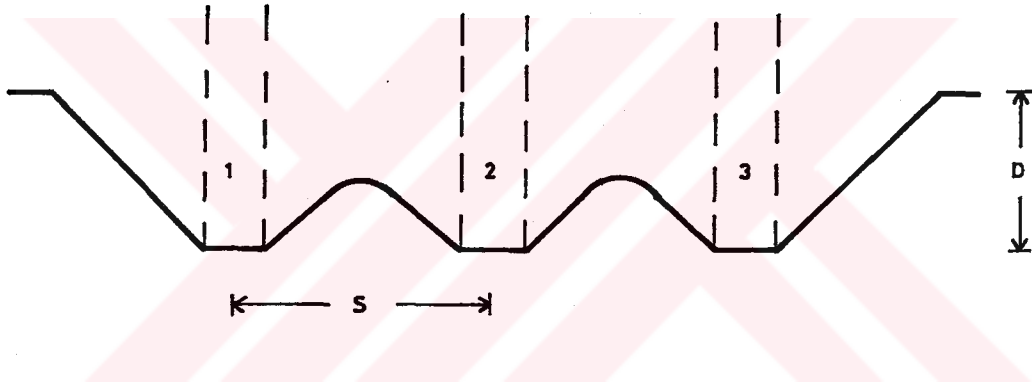
Şekil 2.5 Kesme Derinliği ile Koparma Arasındaki İlişki

Şekil 2.5'ten de anlaşılacağı gibi kesme derinliği ile koparma arasındaki ilişki doğru orantılı olarak gerçekleşmektedir. Dolayısıyla derin kesme yapan kesici uçlarla daha büyük koparma sağlanmaktadır. Kesici ucun her iki tarafında oluşan koparmanın derinlikleri, keskinin kesme derinliğine eşit olmaktadır. Bu ilişkinin bir dizi keskiye uygulanışı Şekil 2.6'da görülmektedir.

(a) Sığ Keskinin Kullanılması Sonucu Oluşan Hatlar



(b) Derin Keskinin Kullanılmasıyla Oluşan Hatlar



Şekil 2.6 Keski Derinliği ve Koparma Derinliğinin Hatlar üzerine Olan Etkisi

Toplam derinlik için (D), sığ kesme derinliği için (d) ve (S) aralığında oluşan durum Şekil 2.6a'da gösterilmiştir. Keskinin her iki tarafında da çok küçük koparma oluşur. Sonuç olarak dar kanallar meydana gelmiştir. Bu nedenle keski sıraları, arasındaki aralık açılan çentiklerin verimsiz bir şekilde derinleştirilmesini önlemek amacıyla daha yakın dizayn edilmektedir. Bu durumda tambur üzerine daha fazla sayıda keski yerleştirilmesini gerektirir. So-

nuç olarakta toz, ince tane oluşumu ile metan yayılımı artar. Spesifik enerji artar. Dolayısıyla sığ kesme yapan fazla sayıdaki keski verimsiz kesmeye neden olmaktadırlar (Hekimoğlu, 1986).

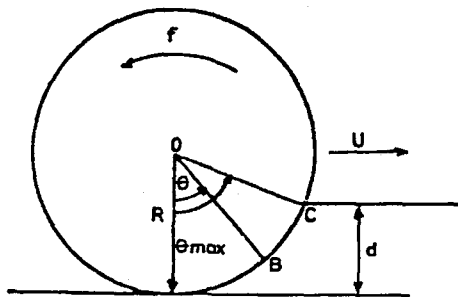
Şekil 2.6b'de aynı (S) aralığında toplam (d) derinliğinde tek bir kesme ile ulaşılan durumu gösterir. Burada daha geniş kanallar oluşturacak şekilde keskinlerin her iki yanında daha büyük koparma oluşur. Bu nedenle kesici uç aralığını azaltmak zorunlu değildir. Tam tersine tamburun verilen genişliği için azalan keski sayısı nedeniyle bu aralığı genişletmek gerekecektir. Her bir keskideki kesme kuvveti ve güç harcamasının yükselmesine rağmen daha az miktarda toz, ince kömür ve metan üretilir. Daha önce belirtilenlerin tersine geniş aralıklarla yapılan derin kesmeler için kesme verimliliği yüksektir. Normal kesme şartları için önerilen minimum aralık kesici uç genişliğinin 1.5 katıdır. Maksimum kesme derinliği (devir başına keski ilerlemesi) maksimum makina ilerleme hızının tambur devir hızına ve bununda toplam spiral sayısına bölünmesiyle bulunur. Tambur üzerinde bulunan tüm keskilere etki eden kesme kuvvetleri aynı değildir. Çünkü arın keskilerine etkileyen kesme kuvveti spiral kanat keskilerinden yaklaşık 10 kat fazla olmaktadır. Kesme kuvvetlerini azaltmak için arın plakası üzerine daha fazla sayıda keski kullanılmaktadır (Brooker, 1979).

Ayrıca kesme veriminin artırılması için: kesici uçları serbest yüzeye doğru olacak şekilde düzenlemek, kesici uçları sıralar (kesici uç sıraları) arasındaki koparmadan yararlanacak şekilde yerleştirmek, köşeye doğru başarılı kesmeler yapmak ve böylece aynı düzende kesim yapan kesici uçluların yaptığı işe yardımcı olmak gibi faktörlerinde göz önünde bulundurulması gerekiyor.

2.3.3. Kesme Hareketi ile Oluşan Titreşimler

(1). Kazı makinalarının ömrünü olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden biri de kesme sırasında oluşan titreşimlerdir. Tamburun dönme hareketi, kendi eksenini etrafında ve eksenine dik olacak şekilde olmaktadır. Bu iki hareketin ortak etkileri sonucu tambur değişik düzeyli kinematik ve dinamik etkilerle karşılaşır.

Tamburun dönme hareketi sırasında keskinin kesme derinliği sürekli olarak bir değişim göstermektedir (Mellor, 1975). Keski derinliği $\theta=90^\circ$ de konumunda en yüksek değerine ulaşır (Şekil 2.7).



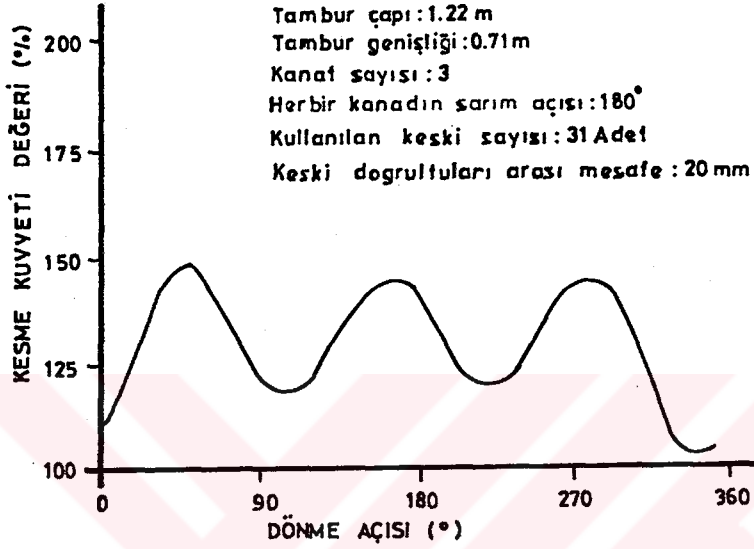
θ : Keskinin açısal konumu ($^\circ$)
 U: Tamburun doğrusal hızı (mm/sn)
 f: Tamburun birim zamandaki hızı (dönü hızı/sn)
 R: Tamburun yarı çapı
 d: Tamburun malzeme içerisinde olan kesme derinliği

Şekil 2.7 Kinematik Açısından Keski Kesme Derinliği (Mellor, 1975)

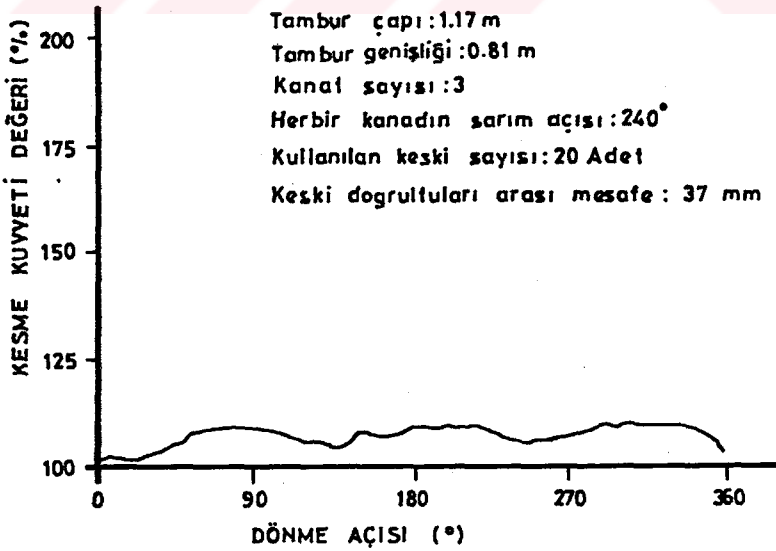
Keskilere etkiyen kuvvetlerin büyüklüğü; kesilen malzemenin mekanik ve fiziksel özellikleri, keskinin dizayn şekli ve kesici kafa üzerindeki dizilimler gibi faktörlere bağlıdır. Kayaçlar genelde homojen bir yapıya sahip olmadıkları için sürekli kesilme özelliği göstermezler. Bu da kesme sırasında, keski kuvvetlerinin devamlı değişmesine neden olur.

Örneğin, derin kesme koşullarında tambur üzerinde daha fazla miktarda kesme kuvveti oluşmaktadır. Bu konuda yapılan denemelerde, spiral kanat açısı ile keski doğrultuları arasındaki düzensizlik durumunda tamburun büyük kuvvet değişimlerine (titreşimlere) maruz kaldığı görülmüştür (Morris, 1980). İyi dizayn edilmiş ve iyi dizayn edilmemiş iki tamburun ilerleme yönünde, kesme kuvvetindeki değişimin yarattığı yüzde titreşim değeri, tamburun bir devri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 2.8). Görüldüğü gibi iyi dizayn edilmemiş tamburun kesme kuvvetinde büyük değişimler söz konusudur. Tamburun her bir devri için (Şekil 2.8 a). Bu olumsuzluk iyi bir tambur dizaynıyla giderilmiştir (Şekil 2.8 b). Bu nedenle tamburlu kesicinin dayanabileceği kesme kuvvetleri değişimlerine uygun genişlikte kesici uç kullanılmasına dikkat edilmelidir.

a) iyi dizayn edilmemiş tambur

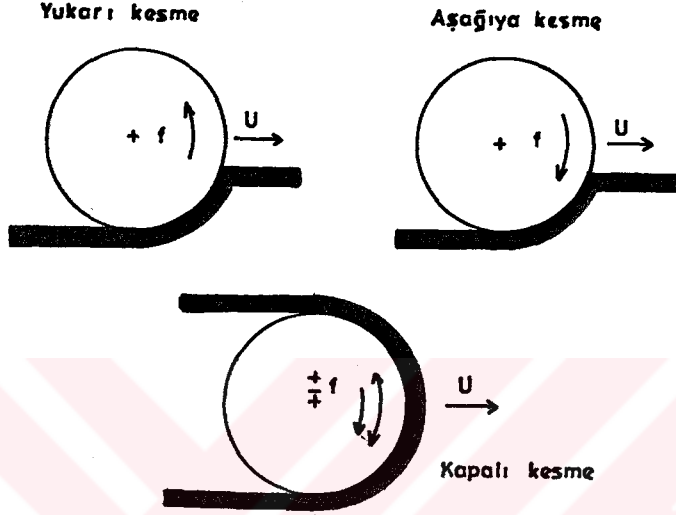


b) iyi dizayn edilmiş tambur



Şekil 2.8 İki Tamburun İlerleme Yönündeki Kesme Kuvveti Değişim Değerlerinin Karşılaştırılması (Morris, 1980)

(2) Tamburun kesilen malzeme içerisinde olan gömülme derinliği (kesme sektörü), kesme sırasında oluşan titreşimleri etkileyen bir diğer faktördür (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Tamburların Kesme Şekilleri

Kazı işlemi 180°lik kesme sektöründe yapıldığı zaman, aynı koşullarda 90°lik kesme sektöründe yapılan kazıya oranla daha az ve seyrek titreşimler oluşur. Bu nedenlerden birisi 180°lik kesme sektöründe kazı ortamında bulunan keski sayısının fazlalığı ve birbirlerini ardışıklı olarak dengelemeleridir. Diğer bir neden ise 180°lik kesme sektöründe keski kuvvetlerinin ortama giriş ve çıkışta sıfır değerinde olmalarıdır. 90°lik kesme sektöründe ise keski kuvvetleri ortama girerken sıfır değerinde olup çıkışta ise en yüksek değerini alırlar ve ani düşüşlerden ötürü yüksek titreşimler oluşur.

Kesme hareketinin aŖađıya yada yukarı doğru olması da titreŖimleri etkiler. 90°lik kesme sektöründe, aŖađıya doğru kesme hareketi kazı makinalarında genelde tercih edilmez (Mellor, 1977). Çünkü bu konumda kesmeler ortama en yüksek kuvvet değeriyle girip oluŖagelen darbe etkisiyle kısa sürede kırılıp tahribi söz konusudur.

TitreŖimlerin değeri 90°lik kesme sektöründe daha fazladır. Böylece kesici kafanın kayaç içerisinde olan kesme derinliği artıkça titreŖimlerin düŖüşü belirgin olarak görülmektedir.

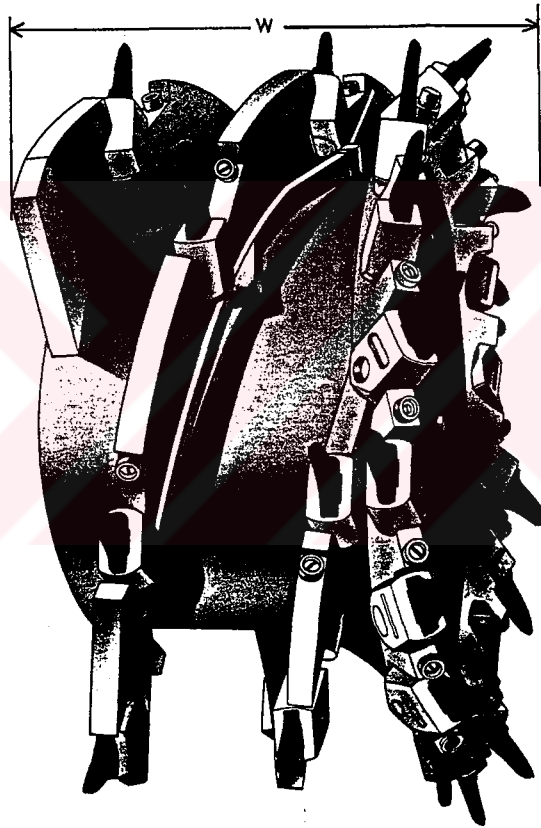
2.4.Yüksek Kesme Veriminin Sağladığı Avantajlar

- (1) Verilen güç ile daha yüksek kömür hacmi elde edilir.
- (2) Ürün minimum miktarda ince ve maksimum miktarda iri boyutlu kömür içerir.
- (3) Solunabilir toz oluŖumu ve dağılımı düŖüktür.
- (4) Metan yayılımı ve sürtünmeden kaynaklanan kıvılcım olasılığı düŖüktür.

2.5.Tamburlu Kesmelerde Yükleme İşlevi

Tamburlu kesmelerin yükleme performansları; üretilen kömür miktarı dolayısıyla verimlilik ve toz oluŖumu ile dağılımı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir.

Pratikte, tüm tamburlar kesici dizaynlarında bir kesimde yapılan ilerleme kullanılan tamburlu kesicinin genişliğinden daha az gerçekleşmektedir. İyi dizayn edilmiş tamburlarda bu fark yaklaşık 50 mm olmakta, kötü dizaynlarda ise 355 mm'ya kadar çıkabilmektedir. Yükleme performansındaki azalma bu farkın büyük olduğunu göstermektedir. Şekil 10'da bir tamburun genişliği görülmektedir.



W: Tambur Genişliği

Şekil 2.10 Bir Tamburun Genişliği

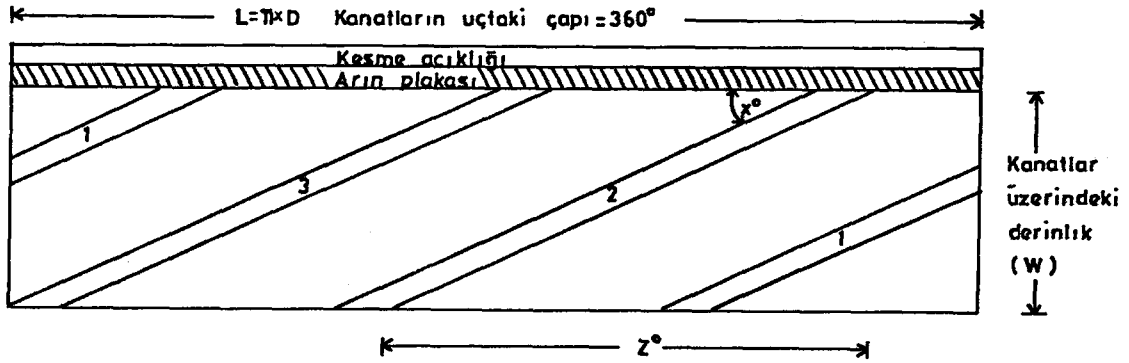
2.6. Yükleme Performansına Etki Eden Parametreler

Bu faktörler; spiral kanatların karakteristiği; Bunlar; kanat açısı, kanat aralığı, kanat derinliği ve kanat sayısı, tambur çapı, gömülme genişliği, tambur aksenal hızı ve

dönüş yönü, makinanın ilerleme hızı, tamburun arına batma açısı ve doğrultusu, tamburlu kesici ile konveyör arasındaki uzaklık gibi. Kesilen kömür için tambur içindeki uygun hacimde göz önüne alınmalıdır ve bu hacim tambur çapı ile spiral derinliğine bağlıdır. Makinanın ilerleme hızı artırıldığında birim zamanda yüklenmesi gereken kömür hacmi de artacaktır. Aynı şey tambur genişliği ve tambur çapı içinde geçerlidir. Yükleme performansını etkileyen diğer faktörler; hem arın boyunca hem de ilerleme doğrultusundaki eğim, konveyör hızı, konveyör derinliği, ürünün nem içeriği, yükleme kalkanı, saban ve küreyici gibi yardımcı yükleme aletleri gibi. Yukarıda belirtilen faktörlerin sayısı bir hayli fazladır ve tamburlu kesicilerin yükleme performansı üzerinde herhangi bir önemli çalışma, uzun bir zaman periyodu içinde çok sayıda denemeyi gerektirmektedir. Örneğin bu faktörleri araştırmak için 1/8 ölçekli bir model İngiltere'de MRDE'de uygulanmıştır (Morris, 1980).

2.6.1.Spiral Kanat Açısının Etkisi

Tamburun arın plakası (ön yüzü) ile kanat arasındaki açıya "spiral açısı" denir. Spiraller üzerinde herhangi bir çapta çizilen daire çevresinde spiralin başlangıcından (makina tarafından) sonuna (arın tarafına), yükleme tarafından ölçülen açıya ise "spiral sarım açısı" olarak tanımlanır. Spiral kanat açısı ve sarım açısı Şekil 2.11'de tanımlanmaktadır.



α° = Kanat açısı (uçtaki)

Z° = Sarım açısı

Şekil 2.11 Kanat Açısı ve Sarım Açısının Tanımlanması

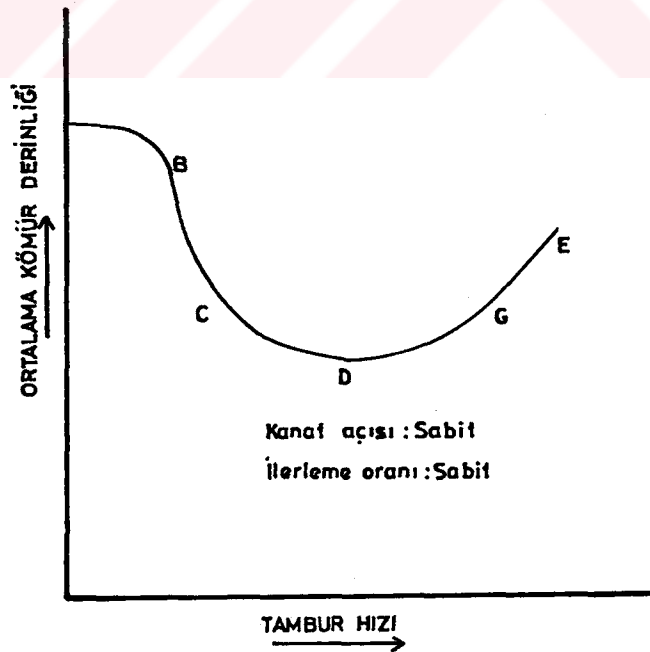
Kanat açısı, yükleme üzerinde mutlak bir etkiye sahiptir. Söz konusu açı çok geniş veya çok dar olmamalıdır. Eğer kanat açısı çok geniş (büyük) olursa; kömür konveyörünün ötesine (gerisine) doğru atılır ve bu durumda daha çok toz oluşumu söz konusudur. Öteyandan eğer kanat açısı çok dar (küçük) olursa, tambur içinde kömürün akışı engellenir ve sıkışmaya neden olur. Yüksek yükleme performansı kanat açısı etkisiyle birlikte aynı zamanda tambur hızıyla da ilgilidir. Pratik gözlemlere göre tambur hızları 30-40 rpm arasında olduğu zaman, kanat açısı 8-30° arasında olmalıdır. Verimli yükleme için yaygın olarak kullanılan aralık ise 10°-20° aralığıdır (Brooker, 1979).

2.6.2. Tambur Dönme Hızının Etkisi

Tambur dönme hızı; hem kesme performansını, hem de yükleme performansını etkiler. Dönme hızı çok yüksek olursa, kazılan

kömür tamburun yine gerisine (konveyörün ötesine) doğru atılacaktır ve yükleme performansı düşecektir. Ayrıca fazla toz oluşumuna, parça sıçratma ve kıvılcıma neden olur. Buna karşılık dönme hızı azaltıldığında kesme ve yükleme performansı artacaktır. Pratikte yaygın olarak kullanılan tambur dönme hızları 30-50 rpm arasındadır. Tambur dönme hızı kesme ve yükleme verimleri üzerinde diğer faktörlere oranla en büyük etkiye sahiptir.

Spiral kanat açısı ve makina ilerleme hızının sabit olduğu durumda, tambur devir hızının tabanda kalan (yüklenemeyen) kömür miktarı üzerine olan etkisi Şekil 2.12'de karakteristik bir eğriyle açıklanmıştır.

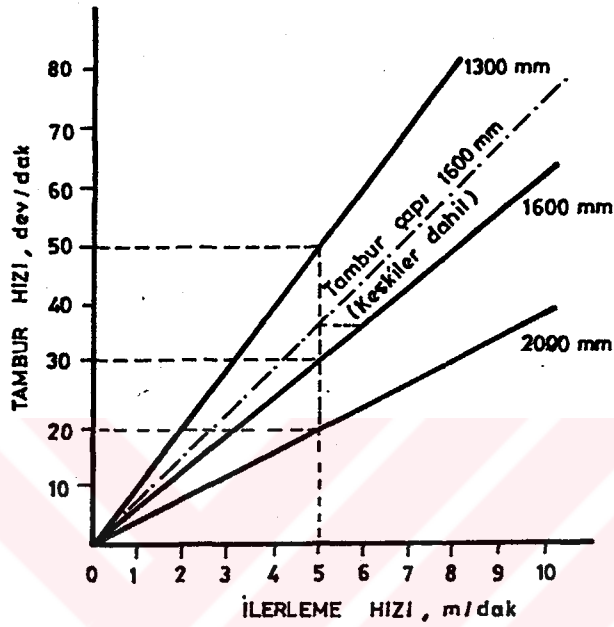


Şekil 2.12 Karakteristik Yükleme Eğrisi (Morris, 1980)

Şekil'den de görüldüğü gibi optimum çalışma noktası D noktasıdır. Eğer tambur dönme hızı çok fazlalaşursa kesilen kömür parçaları kanatlar tarafından yukarıya doğru fırlatılır ve tabanda kalan kömür miktarı artacaktır. E noktasında ise hem tabanda kalan kömür miktarı artmaya devam edecek ve hemde yüksek dönme hızından dolayı toz oluşum miktarı artmaktadır. C-D arasında (yani optimumun altındaki hız aralığında) spiral kanatlar, yükleme işlevi açısından yeterince performans gösterememekte ve dolayısıyla tabanda kalan kömür miktarı artmaktadır. C noktasında yüklenemeyen kömür derinliği hızla artar ve tambur tıkanmaya başlar. B noktasında ise tambur %100 tıkalıdır. Aşırı yükten dolayı, anormal derecede güç ihtiyacı olduğundan, neticede tamburlu kesici durur.

Özellikle küçük çaplı tamburlarla yüksek damar eğimlerinde çalışırken yükleme daha zor olmaktadır. Yüklemenin etkili bir parametresi olan tambur hızına bağlı olarak, yükleme performansı Şekil 2.13'deki egriden çıkarılabilir.

Tambur çapları sırasıyla 2000 mm, 1600 mm ve 1300 mm için makina ilerleme hızına bağlı olarak (ilerleme hızı=5 m/dak) kesilen kömürün yüklenmesi için minimum yeterli hızlar elde edilmiştir. Elde edilen hızlar 20,30 ve 50 rpm olmaktadır. Eğer bu hızlara ulaşılamazsa tamburlar kömürle dolup kilitlenecektir (tıkanacaktır). Bu nedenle tambur hızı verilen egrinin üzerinde seçilmelidir.



Şekil 2.13 Tambur Çapı ve Makina İlerleme Hızına Bağlı Olarak Tambur Dönme Hızlarının Belirlenmesi (Plum, 1987)

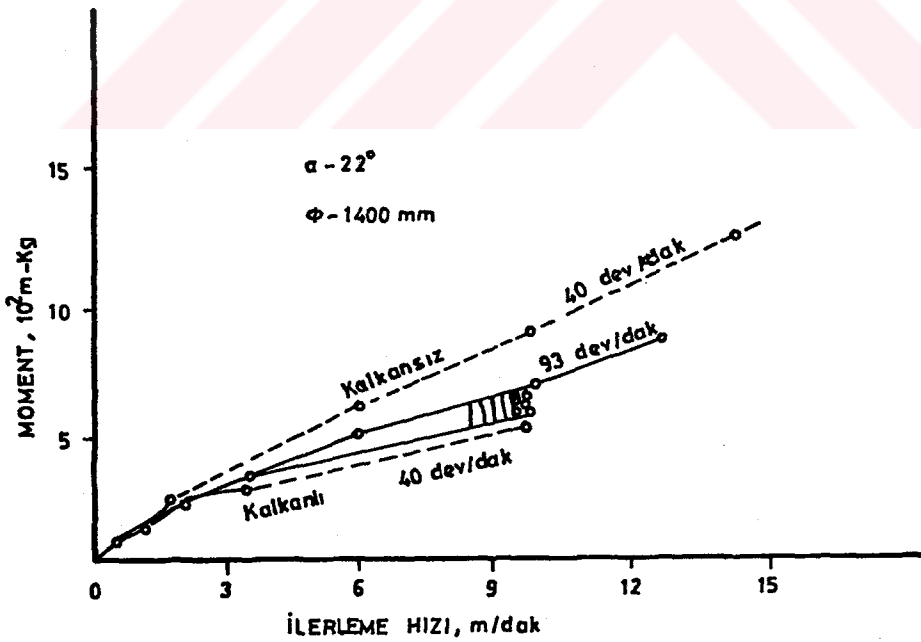
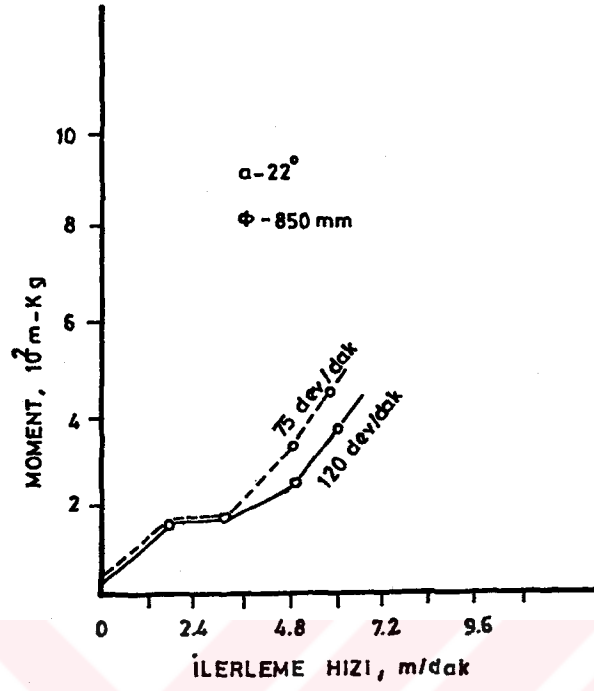
2.6.3. Tamburlu Kesicinin İlerleme Hızının Etkisi

Geniş çaplı tamburlarda, tamburlu kesicinin ilerleme hızındaki belirli bir seviye kadar olan artma yükleme performansını artıracaktır. Bu durumda toplam güç tüketiminin artmasına rağmen spesifik enerji azalacaktır.

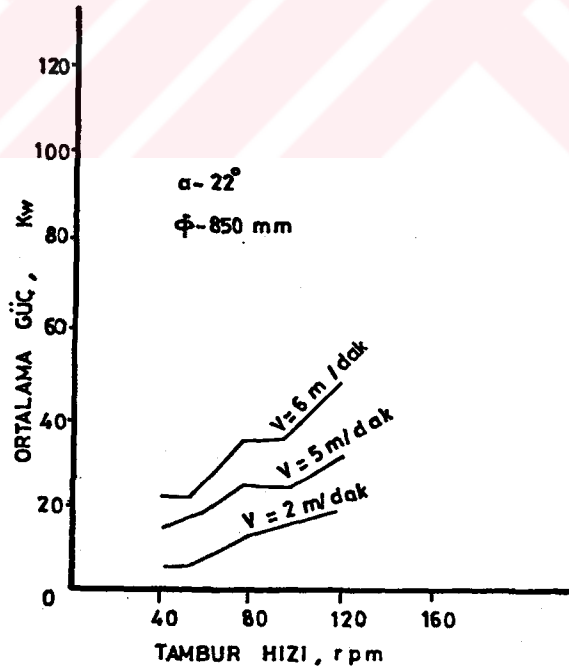
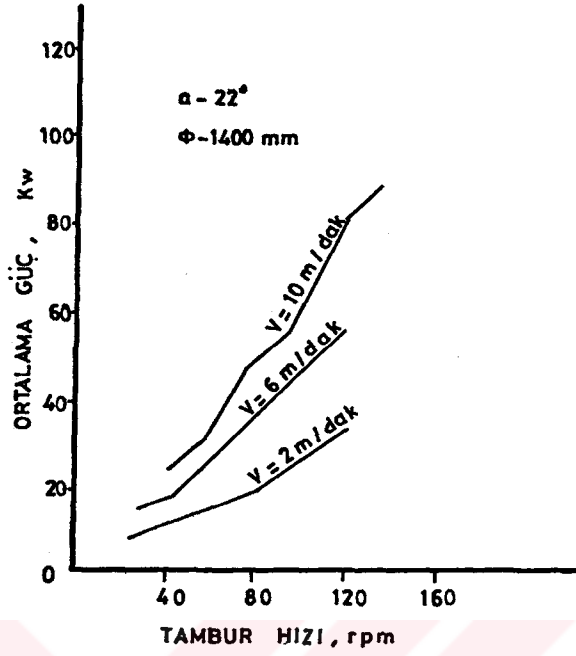
Bununla beraber tambur ilerleme hızındaki artışla beraber tambur momentleride artacaktır (Pechalat, 1972). Bunun nedeni, ilerleme hızı arttığı için tambur yükleme kapasite-

tesisi bir noktaya kadar artar ki bu da tambur momentlerinin büyümesine yol açar (Şekil 2.14). Daha küçük çaplı tamburlarda makina ilerleme hızı küçük olduğunda (2,4 m/dak) yükleme verimini arttırmak için ilerleme hızı uygun bir biçimde arttırılabilir. Fakat ilerleme hızı çok artmaya devam ederse tambur dolacaktır ve momentler hızla artarak tamburlu kesicinin çalışmasını durduracaktır. Dolayısıyla dönme hızını düşürmek uygun olacaktır.

Tamburlu kesicilerde güç tüketimi, ilerleme hızıyla doğru orantılıdır (Şekil 2.15). Bu durum bütün dönme hızları için geçerlidir.

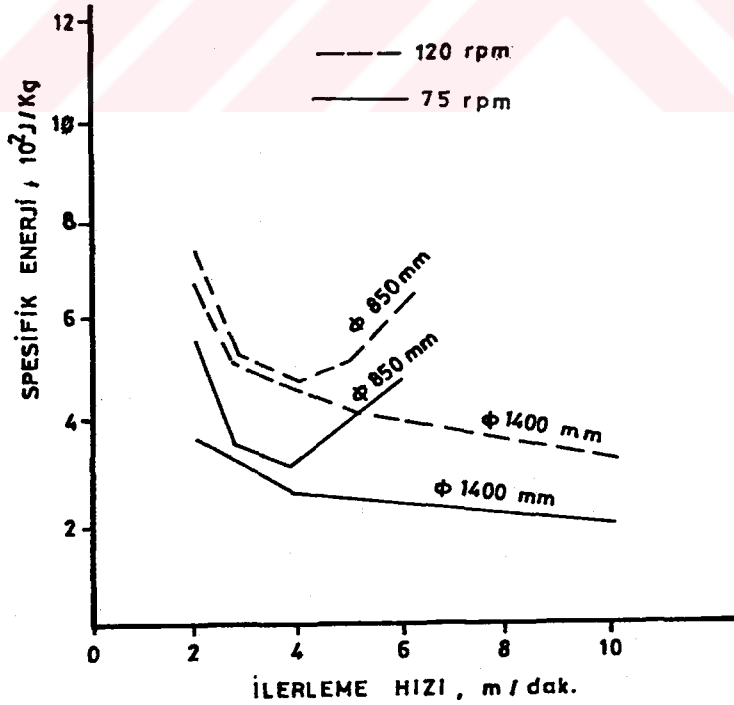


Şekil 2.14 Küçük ve Büyük Çaplı Tamburlarda Değişen Tambur Hızları Altında İlerleme Hızı ve Tambur Momentlerinin Karşılaştırılması (Pechalat, 1972)



Şekil 2.15 Küçük ve Büyük Çaplı Tamburlarda Değişen Tambur Hızları Altında İlerleme Dönme ve Ortalama Kesme Gücünün Karşılaştırılması (Pechalat, 1972)

Geniş çaplı tamburlar tarafından tüketilen toplam güç, küçük çaplı tamburlardan daha fazla olmasına rağmen, spesifik enerji tüketimi daha azdır. Şekil 2.16'da görüldüğü gibi 2-12 m/dak arasında ilerleme hızlı tamburlarda hız daha fazla spesifik enerji daha azdır. Bu durum küçük çaplı tamburlarda farklıdır. İlerleme hızı 4 m/dak. den daha küçük olduğunda spesifik enerji hızla artar. Bu da tamburun aşırı yüklenip birikme olmasından kaynaklanmaktadır. Şekil 2.15'da görüldüğü gibi ilerleme hızı (5-6 m/dak) arasında güç tüketimi büyük ve küçük çaplı tamburlarda aynıdır. Bu demek değildir ki yükleme kapasitesi ve performansın her ikisinde de aynıdır. Gerçekte yüksek ilerleme hızı altında tambur aşırı bir biçimde malzemeyle yüklenerek büyük güç çekişine neden olurlar.



Şekil 2.16 Değişen Tambur Çapları ve Hızları Altında İlerleme Hızı ve Spesifik Enerjinin Karşılaştırılması

Yükleme performansı açısından bakıldığında daha yüksek ilerleme hızı ve tambur aksenal hızına ihtiyaç vardır. Maksimum yüklenme verimi, ilerleme hızının (6 m/dak)'den daha büyük tambur aksenal hızının ise 40-60 rpm arasında artmasıyla sağlanır (Peng and Chiang,1983).

2.6.4.Spiral Kanat Sayısının Etkisi

Dünya Madencilik Endüstrisinde kullanılan tamburlu kesicilerin büyük çoğunluğu 2 veya 3 kanattan oluşmaktadır. Tambur devir hızı ile spiral açısının uygun kullanılması ve tambur geometrisinin diğer tüm parametreleri aynı ise 2 veya 3 kanatlı tamburlu kesicilerin yüklenme performansları arasında çok az bir fark olmaktadır. Bununla birlikte yüksek devir hızlarında (60 rpm veya daha fazla) aynı geometride 3 kanatlı tamburun yüklenme performansı, 2 kanatlı tamburlarından daha hızlı düşer. Bu gibi durumlarda tambur geometrisinin diğer kesme ve yüklenme parametrelerini de göz önüne alarak 2-spiralli (kanatlı) tambur tercih edilir.

2.6.5.Tambur Çapının Etkisi

Tambur çapı kesme çapıdır. Tambur çapı küçültüldüğünde, genel olarak yüklenme etkinliği düşer, düşme miktarı 1.120 m'nin altındaki küçük çaplı tamburlarda daha fazla olmaktadır. Bunun nedeni aşağıdaki üç faktörün kombinasyonudur. (1). Kesilen kömür için gerekli yüklenme aralığı küçüktür.

(2). G6m6lme genişliği ile çap arasındaki ilişki artar.

(3). Spiral genişliği azalır.

Bu fakt6rler kesilen k6m6r6n tambur dışına atılması için yeterince hareket edemediğinden resirk6lasyona neden olur. Fakat tambur çapı çok b6y6k olursa k66k çapa oranla kanat derinliği sığ (az) olacağından k6m6r kolayca d6k6l6p akacaktır. K6m6r6n tambur içerisinde aktarılamamasından dolayı y6kleme performansı d6şecektir. Bu gibi durumlarda, hem kanat sayısını hem de tambur devir sayısını artırmanın avantajlı olduğu g6zlenmiştir k66k çaplı tamburlarda (Eichbaum et al, 1978). 6nk6 bu şekilde her bir spiral tarafından taşınan k6m6r miktarı azaltılır ve birim zamandaki boşaltma sayısı artırılmış olur. B6ylece k66k y6kleme açıklığından daha iyi y6kleme sağlanmış olur.

Tambur aksenal hızı ve geometrisi için 6nce belirtilen değişimin derecesi y6kleme sorununun şiddetine g6re değişir. Mekanize k6m6r madenciliğinin gelişmiş olduğu 6lkelerde yapılan çalışmalar sonunda, genel bir rehber olarak; 1.120-0.915 m çap sınırları içindeki hızlar için 60-70 rpm d6nme hızlı 3-5 kanatlı tamburlar, 0.915 m'den k66k çaplı tamburlar için 60-80 rpm d6nme hızlı, 4 kanatlı tamburların kullanılması, y6ksek y6kleme kapasitesine olanak verdiği denemeler sonucunda ortaya çıkmıştır.

2.6.6.Gömülme Genişliğinin Etkisi

Bazı durumlarda tamburun gömülme genişliğinin artırılması yükleme performansı üzerinde koşullara bağlı olarak büyük bir etkiye sahip olmasının yanısıra hiçbir etkiyede sahip olmadığı anlaşılmaktadır (Brooker,1979).

Bu konudaki ilk deneme 1 m genişliğindeki 1 tamburla 1974-1975 yıllarında İngiltere'de (Haiditch havzası West Area) yapılmıştır. Bu denemede ayak 45 veya 22.5 rpm tambur devir hızları veren, orjinali 1.375 mx0.610 m boyutlarında 3 kanatlı, çift tamburlu, 22° kanat açılı olan Anderson Strathclyde 150 kW DERDS, Mk2 dişli kutulu ve 2:1 redüksiyon dişli kutusuna sahip tamburlu kesici ile techiz edilmiştir. Tamburlar 2 ay sonra aynı geometriye sahip 1.375x1000 m'lik tamburlarla değiştirilmiş ve yükleme performansı artırılmıştır.

Buna karşın düşük yükleme verimliliğine sahip bir tamburun gömülme genişliğini artırmak, varolan düşük yükleme performansının daha da azalmasına neden olur. Buna örnek olarak yine İngiltere'de (North East Area) yapılmıştır. Bu denemede ise; tambur iki kanatlı, 16° kanat açılı olan, 0.765x0.645 m boyutlarındaki tamburlar, 100 rpm tambur devir hızlı 60 kw ince damar kesicileri ayağa yerleştirilmiştir. Daha sonra tamburların gömülme genişliği 0.765 m'ye çıkarılmıştır. Bu durumda kömürün tambur içindeki sirkülasyonu

artarak, önceden zaten az olan ilerleme hızı 2.5 m/dak'dan 1.1 m/dak'ya düşmüştür.

Sonuç olarak, uygun tambur geometrisine ve büyük gömülme genişliğine sahip tamburların kullanılmasına dikkat edilmelidir. Tamburlu kesicilerde gömülme genişliği artırıldıkça yükleme performansı buna paralel olarak artış sağlamaktadır.

2.6.7. Ayak (Arın) Eğimlerinin Etkisi

(1). Ayak doğrultusu boyunca $1/8$ 'e kadar olan batma yükleme performansını olumsuz yönde etkilememektedir. Bu şartlarda tamburun geometrisi ve devir hızı normal olarak seçilebilir. $1/8$ veya daha dik eğimlerde iyi yükleme performansı için kanat sayısını buna uygun olarak spiral açısını ve tambur devir hızını 40 rpm'in üzerine çıkarmak avantajlı olduğu belirlenmiştir. Bu yolla tamburun yükselme hareketi (lifting action) de artar.

(2). Ayak doğrultusu boyunca yaklaşık $1/8$ 'den daha fazla yükselme olan ayaklarda tambur geometrisi ve aksenal hızına ayrı bir önem verilmesi gerekir. Bu önceki duruma ters olarak iyi yükleme performansı için, kanat sayısını 2'ye düşürmek, buna uygun olarak spiral açısını azaltmak ve tambur aksenal hızını 40-30 rpm sınırı içinde düşürmek avantajlı olmuştur. Böylece kömürün ayak içi konveyörün arkasına aşırı

atılması (yığılması) ve tamburun tepesinden kömür veya taş parçalarının fırlatılması önlenmiş olacaktır.

(3). Ayak boyunca yaklaşık 1/6 veya daha fazla eğimlerde tambur geometrisi ve aksenal hızına ayrı bir önem gösterilmesi gerekir. Çift yönlü kesimde yükleme zorlukları eğime karşı kesme yapıldığında ortaya çıkar. İskoç ve Batı sahalarındaki dik damarlarda kanat sayısını 2'ye düşürmek, buna uygun olarak kanat açısını azaltmak avantajlı olmuştur.

Ayak boyu eğimin yükleme üzerindeki etkisini araştırmak için silindirik tamburlar ile exponential (tapered) tamburlar karşılaştırılmıştır. Denemeler sonucunda tapered (üzeri gittikçe inceler) tamburların yükleme performansı silindirik tamburlardan daha yüksek olmaktadır. Bu oran ise %17-37.5 arasındadır. Yine aynı koşullarda güç tüketimi açısından bakıldığında silindirik tamburların güç tüketimi tapered tamburlarının yaklaşık iki katı olmaktadır (Zibelius et al., 1983).

Yukarıda belirtilen üç durumda da, tambur geometrisi ve devir hızının istenilen değişim derecesi, eğimdeki artışa uygun olarak artar. İskoçya'daki Frances havzasında ayak boyunca eğimin ortalama 1/2 olduğu ayaklarda yüksek yükleme performansı 1.525 m ve 1.830 m çaplı, 3-kanatlı, ayrı ayrı 18° ve 14° spiral açılı tambur aynı çaplara sahip 2-kanatlı ayrı ayrı 10° ve 8° spiral açılı 39 rpm aksenal hızlı tam-

burla deęiştirilerek saęlanmıřtır. Tambur aksenal hızı daha fazla dūřürebilirse yūkleme verimlilięinde daha fazla artış saęlanabilir.

Yaklaşık 1/4 batmaya sahip ayakların çalıştığı çeşitli havzalarda iyi yūkleme performansı için kanat sayısını 4'e çıkarmak, buna uygun olarak spiral açısını arttırmak ve 40 rpm'den yūkses tambur aksenal hızları kullanmak avantajlı bulunmuştur (Brooker,1979).

2.6.8.Tambur-Konveyör (AFC) Uzaklığının Etkisi

Bu uzaklık, konveyörün ön kenarı ile makina (göçük) tarafındaki ilk spiral kanadın arasındaki mesafedir. Sözü konu-su uzaklık artırıldıķa yūkleme etkinliği azalır (Peng and Chiang,1984).çünkü tamburdan akan kömürün önemli bir kısmı tambur ile konveyör arasına dūřer. Bu miktar herhangi bir tambur geometrisi için uzaklık arttıķa artacaktır. Bu etki konveyör önünde tamburun gerisinde (tracta) kalan yūklenemeyen kömür miktarı açısından karakterize edilir. Modern madencilik bu uzaklığı artırarak problemi artırmak eğilimindedir. Çünkü yūkleme verimini artırmak için yūkle-meye yardımcı ekipmanları (aletler); rampa plakalar, yūkle-me kalkanları (cowl), küreyiciler (dozer-door) gibi kul-lanılmaktadır ki dolayısıyla belirli bir alana ihtiyaç vardır.

Daha önceleri tek yönlü kesicilerde tambur-konveyör uzaklığı 100 mm'ye kadar düşük tutulurken, bu günkü çift yönlü kesim sistemlerinde bu uzaklık 355 mm'ye kadar çıkabilmektedir. Bu durumun tamburlu kesicilerin yükleme verimliliğinde bir dezavantaj olduğu kabul edilerek bu olumsuz etki çeşitli yöntemler kullanılarak azaltılabilir. Bu yöntemler; yükleme kalkanının veya küreyicinin kenarına sökülebilir saptırıcı plaka kullanmak, tamburun makina (konveyör) tarafındaki spiral kanatları genişletmek ve tamburlu kesiciyi "side-sliding" yapacak araçlar sağlamak gibi.

"Side-sliding" yapacak araçlar, ayak sonundan cep (stable-hole) açılmasını gerektirirken kesim uzunluğunun büyük bir bölümünde tamburun konveyör mümkün olduğunca yaklaşmasını sağlamaktadır. Bu durumun diğer bir avantajı ise daha büyük bir tambur genişliğine sahip tambur tahkimatsız olarak kullanılabilir.

2.6.9. Tamburlu Kesicinin Kesme Yönünün Etkisi

Tamburlu kesici genelde ayak kuyruğundan-ayak başına doğru kesme yaptığıında, tersi kesimden daha iyi yükleme yapmaktadır. Örneğin yeraltı kömür ocaklarında alınan ölçümlere bakıldığında damar kalınlığı 2.2 m ve makina ilerleme hızı 4m/dak olduğu zaman, tamburlu kesicinin yükleme performansı aşağıdan-yukarıya yaklaşık (150-180 mm ile) %92.94 arasında olmuştur. Yükleme performansı yukarıdan-aşağıya ise yaklaşık 50 mm ile %97'e yükselmiştir.

Ayak kuyruğuna doğru harekette yükleme performansı ayak boyunca arına dalma ve batma açılarının artmasından dolayı azalır. Bu nedenle kuyruğa doğru harekette yükleme performansını artırmak için, küçük kanat açıları ve düşük tambur aksenal hızlarının seçilmesi gerekiyor (Peng and Chiang, 1983).

Ayak boyunca, arına girme (dalma-batma) açısının büyük olduğu durumlarda, tambur yükleme performansının bu durumdan etkileneceği daha önce belirtilmiştir. Pratikte yapılan çalışmalara göre, açı $7^{\circ}10'$ ($1/8$) den az olduğu zaman kuyruktan-ayak başına kesimde spiral kanatların sayısındaki artış ve kanat açısı ile tambur aksenal hızı (40 rpm'dan daha fazla) aralarındaki uyumlu artış yükleme verimini arttıracaktır. Ama tamburlu kesici $7^{\circ}10'$ ($1/8$)'den daha büyük bir açıyla kuyruğa doğru hareket ettiğinde tam tersi bir durum oluşuyor. Böyle bir durumda spiral kanatların sayısının ikiye indirgenmesi ve buna uygun olarak tambur aksenal hızı ve kanat açısının uyumlu azaltılması tamburun yükleme performansını olumlu yönde etkilemektedir.

2.6.10. Tamburlu Kesicinin Dönüş Yönünün Etkisi

Tamburlu kesici tabandan-tavana dönerek kömürü kestiğinde tersi yöndeki kesimden daha az bir güç gerekecektir. Fakat bu fark çok büyük değildir. Tamburun dönüş yönünün seçiminde; kesicinin stabilitesi, kesme performansı, üretilen

kömür tozu miktarı göz önünde bulundurulmalıdır. Kesici uç sarfiyatı üzerinde de tambur dönme yönünün etkisi olmaktadır.

2.6.11.Konveyörün Taşıma Kapasitesinin Etkisi

Eğer konveyörün taşıma kapasitesi düşük ise, taşıma verimide düşük olur. Taşıma kapasitesi, konveyörün hareket hızına ve konveyörün kesit alanına bağlıdır. Böylece yükleme verimini artırmak için yapılan çalışmalardan konveyör taşıma kapasitesini de göz önünde bulundurmak gerekir.

2.7.Yardımcı Yükleme Yöntemleri

Daha önce değinildiği gibi tamburun spiral kanatları kazılan malzemenin büyük bir kısmını doğrudan konveyöre yüklerler. Bu gibi bir kömür yükleme metodunun verimi çeşitli yardımcı yükleme aletleriyle artırabilir. Yüklenemeyen malzemenin bir kısmı konveyörün önündeki düz rampa levhasıyla (kepçesiyle) alınır. Aynı amaçla mekik yükleyicilerde kullanılmaktadır.

2.7.1.Yardımcı Yükleme Aletleri

iki tip yardımcı yükleme aleti kullanılmaktadır. Bunlar yükleme kalkanı ve küreyicidir. Yükleme kalkanı tambur çevresine uygun bir biçimde bir yay şeklindeki levhadan ibaretirir. Küreyici ise düz bir kapı şeklindedir. Yükleme kalkanı küreyici'ye oranla daha çok tercih edilmektedir.

Çünkü yükleme etkinliği daha fazla ve çalışması daha kolaydır. Fakat tambur ile yükleme kalkanı arasındaki aralık daha küçüktür. Dolayısıyla küçük boyutlu kömürlerin üretilmesi zorunluluğu vardır (Chiang, 1980).

Tamburlu kesici kömürü kestiginde ve yüklediğinde yükleme kalkanı her zaman tamburun arkasındadır. Tamburlu kesici ters yöne hareket etmeden önce yükleme kalkanı 180°lik bir aksenal dönüş yapmak zorundadır (Şekil 2.17).

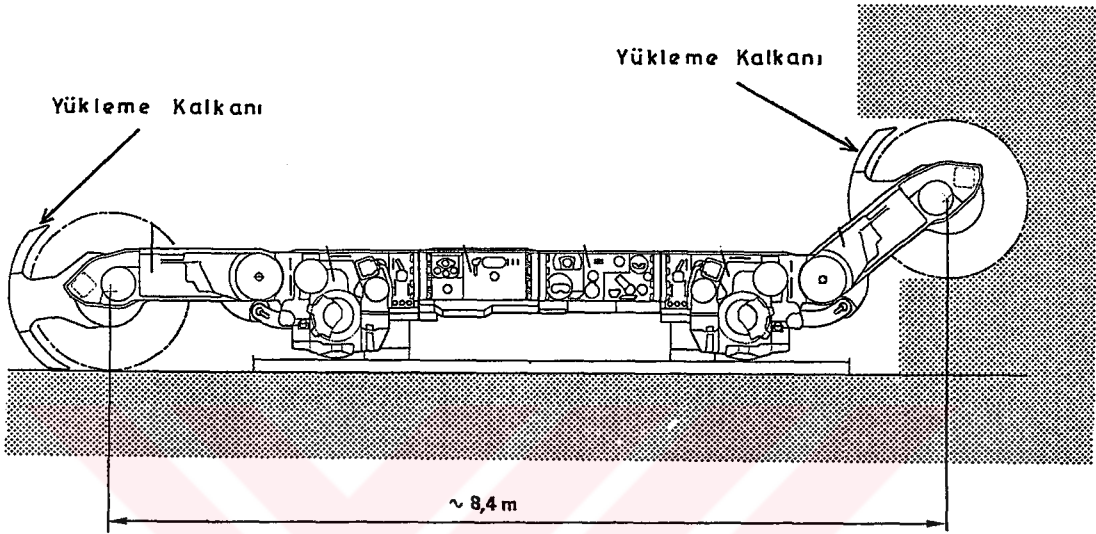
Küreyici ise düz bir levhadır. Bu açık veya kapalı destek menteşelerinin arasında açık veya kapalı olarak bulunabilir. Küreyici kapalı olduğu zaman yüklemeye yardımcı olur. Açık olduğu zaman hiç bir etkisi olmayacaktır. Tamburlu kesici kesim yaptığıında, ön tamburdaki küreyici açık buna karşılık arkadaki tamburdaki küreyici kapalıdır.

Küreyiciler, kesicinin gövdesi ile tambur arasına gövdenin iki ucundan yerleştirilirler. Küreyici kullanmanın avantajları şunlardır.

(1). Kalkanın aksenal hareket yapabilmesi için minimum bir aralığa sahip olması gerekiyor. Küreyicide bu gibi bir sınırlama yoktur.

(2). Küreyici ile tambur arasındaki aralık kalkan tambur aralığından daha geniş ve ayarlanabilir. Eğer kesim ıslak arınlarda yapılıyorsa, kesimden sonra küreyici tabana çöken kömürleri kepçe ile konveyöre yükler.

(3). Tamburlu kesici için kazı öncesi cep (Drill-sumping) açılması gerektiğinde küreyici donatısı olmalıdır.



Şekil 2.17 Yükleme Kalkanlı Bir Tamburlu Kesici

2.7.2. Konveyörün Rampa Levhası

Büyük kapasiteli konveyörlerin ön tarafına bir rampa şeklinde levha yerleştirilir. Bu levha düzgün ve sert zeminlerde çok verimli bir şekilde kullanılmaktadırlar. Konveyör ötelendiği zaman rampa levhası tabandaki kömürleri kepçe ile alıp arkasında bulunan konveyörün üstüne boşaltırlar. Tabandaki temizleme iyi olmadığı zaman konveyörün taşıma kapasitesi düşmektedir. Rampa levhasının genişliği tambur ve konveyör arasındaki aralığı artırmamak için küçük olmalıdır. Çünkü bu uzaklık arttığında tamburun yükleme verimi düşecektir. Konveyör levhasının minimum geniş-

ligi 4.5-5.9 inç (114-1500mm)'dir. Dökülme açısı küçük olduğunda kömür daha kolay akıyor. Ama rampa levhasının genişliğide artacaktır. Genellikle dökülme açısı 37°-45° arasındadır. Rampa levhası doğrusal veya meyilli olabilmektedir.

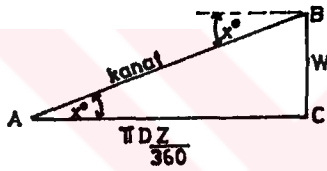
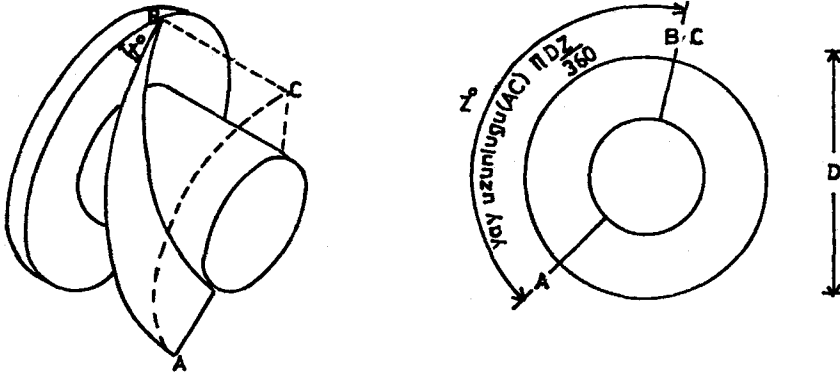
2.7.3. Mekik Yükleyici (Saban)

Mekik yükleyici yardımcı yükleme aletlerinin (elamanlarının) bir başka tipidir. Sabana benzerler, 4.9 (1.5 m) aralıklı 2-12 arasında değişen yükleme kafalarından ibaretler. Yükleme hattının (konveyörün) ön tarafına yerleştirilirler ve sonsuz bir zincirle tahrik olmaktadırlar. Zincirin boyu (22x86mm) çalışması 1.7 ft/sn (0.52m/sn) çekme ünitesi 67 kp (50 kw)'lık bir motorla güçlendirilir. Mekik yükleyicinin kafası yükleme hattından bir az daha yüksekte bulunuyorlar. Bu yükleme metodunda kömürün parça boyutu ne olursa olsun yükleme yapılıp taban temizlenebiliyor.

2.8. Tambur Dizaynının Yükleme Performansına Olan Etkileri

2.8.1. Spiral Kanat Açısı ve Sarma Açısının Hesaplanması

(1). Spiral kanat açısı, sarma açısı ve tambur çapı ile spiral kanatlar üzerinden alınan tambur genişliği arasındaki ilişki şekil 2.18'de elde edilen formülle hesaplanabilmektedir.



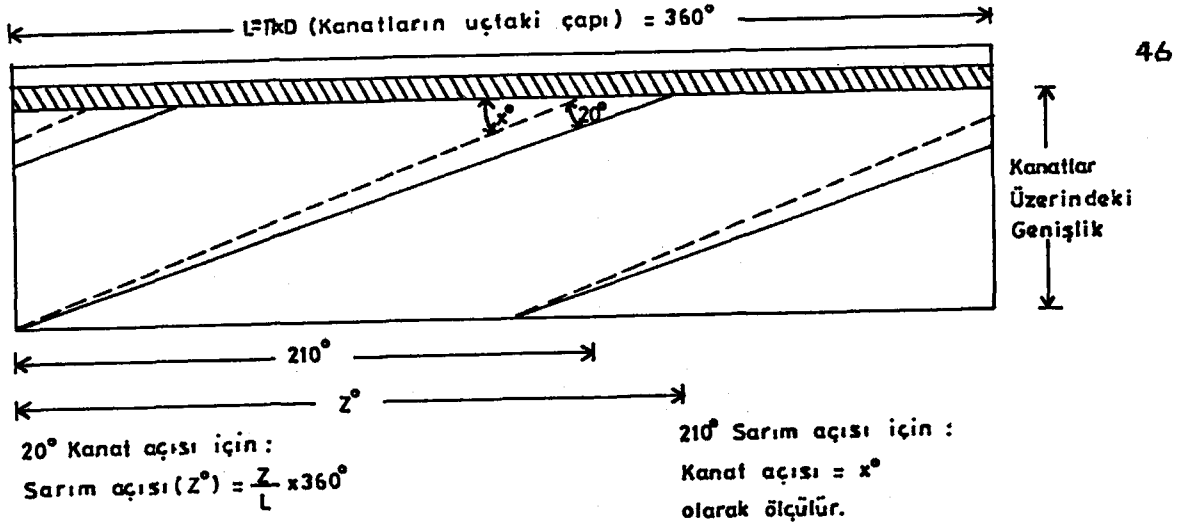
Z = Sarım açısı
 α = D çapındaki kanat açısı
 W = Kanatlar üzerindeki genişlik

$$\tan \alpha = \frac{W \times 360}{\pi \times D \times Z}$$

Şekil 2.18 Kanat Açısı ve Sarım Açısının Formülle Hesaplanması

Bu formül, verilen bir spiral açısı için spirallerin sarma açısı veya verilen bir sarma açısında, tamburlu kesicinin herhangi bir boyutu için spirallerin üzerindeki bir noktada spiral açısını hesaplamak için kullanılabilir.

(2). Spiral açısı ve sarım açısı ölçekli çizimle de hesaplanabilmektedir. İki spiralli bir tamburlu kesicinin ölçekli çizimi Şekil 2.19'da görülmektedir. Çevresel uzunluk L , n , D ' den hesaplanmıştır. Burada D spiralin uç çapıdır ve 360° 'ye karşılık gelir. Genişlik ise spiraller üzerinden alınan tambur genişliğidir.



Şekil 2.19 Kanat Açısı Sarım Açısının Ölçekli Çizimle Hesaplanması

2.8.2.Spiral Açısının Ayrıntıları

Daha önce belirtildiği gibi spiral açısı ayrıntıları ile tanımlanabilir, hesaplanabilir veya spiraller üzerindeki herhangi bir noktada ölçülebilir. Bununla birlikte genellikle spiralin ucundan veya spiralin altından ölçülür. Spiralin altındaki çap genellikle spiralin ucundaki çaptan daha küçük olmasına rağmen formülden görüleceği gibi herhangi bir tambur için spiralin altındaki spiral açısı, ucundakinden daha büyük olacaktır. Spiral derinlikleri hariç diğer özellikleri aynı iki tambur karşılaştırıldığında, spiral ucundaki açılarının aynı olmasına rağmen, spiral altındaki spiral açıları aynı olmayacaktır. Eğer spiral derinlikleri farklı olan bu iki tamburun yükleme verimliliği üzerinde spiral derinliğinin bir etkisi yoksa, iki tamburun yükleme performansları aynı olacaktır. Ancak spiral altındaki spiral açısını ifade ederek tambur ayrıntılarını farklı olduğunu belirtmek gerekir. Anlaşılacağı gibi tam-

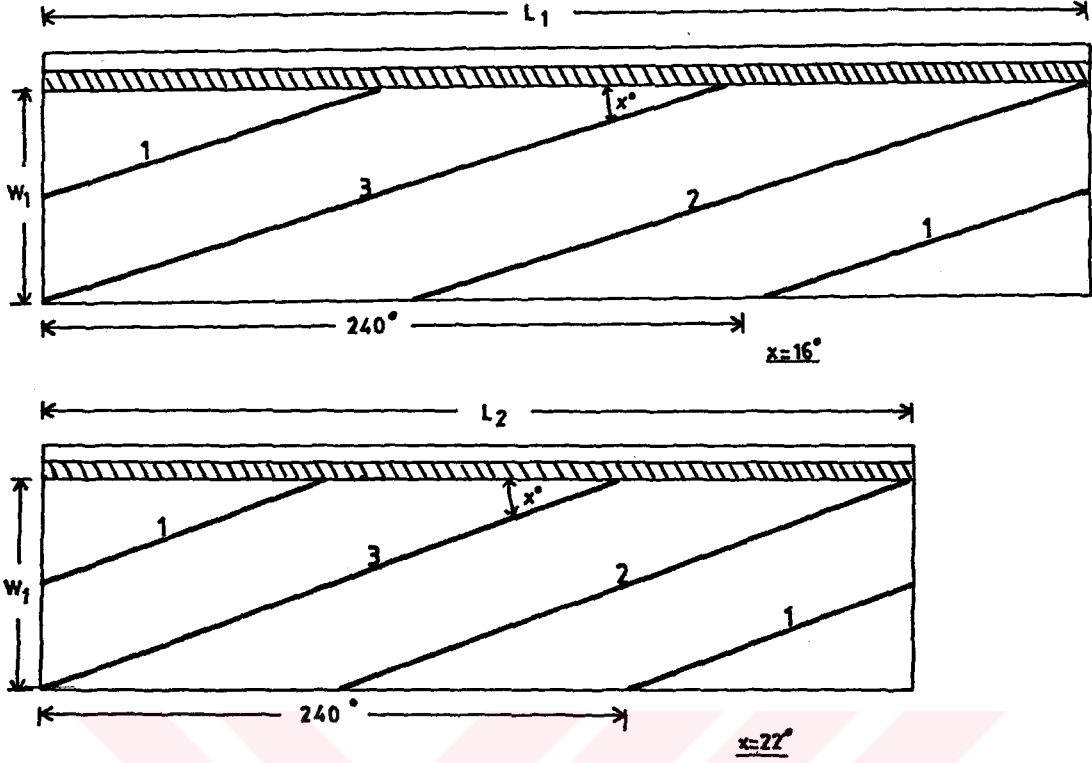
bur ayrıntıları net tanımlanır ve yükleme performansları açısından karşılaştırılmalar yapılırken, spiral ucundaki spiral açısı belirtilerek yapılır.

2.8.3.Spiral Kanadın Kanat Açısı ve Sarım Açısı

Daha önce belirtildiği gibi, spiral açısı tambur devir hızı seçiminin sınırlı olduğu durumlarda yükleme performansını etkileyen ana etkenlerden biridir. Tambur ayrıntıları belirtilirken spiral açısı sarım açısı ile birlikte verilmelidir. Tambur ayrıntılarının net olarak belirtilmediği durumlarda, yükleme performansının geçerli karşılaştırılmaları sarım açısı kullanılarak yapılabilir. Aynı sarım açısına sahip tamburların genişlikleri ve çaplarındaki değişimin, spiral kanat açısı üzerindeki ilişki aşağıdaki gibidir.

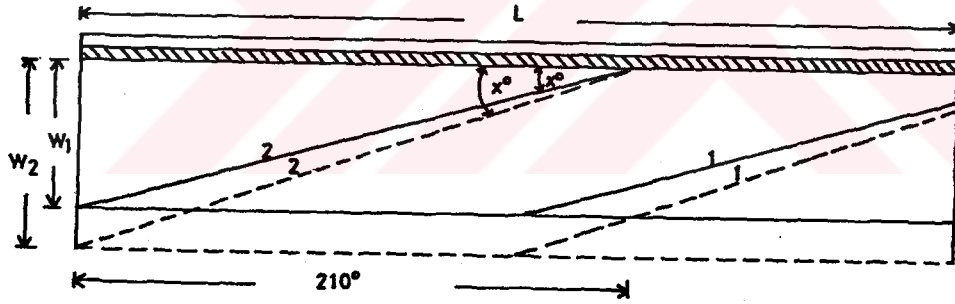
(1). Tambur çapının boyutu spiral açısına etki etmektedir. Aynı sarım açısı, spiral sayısı ve genişliğe sahip, ancak spiral ucundan ölçülen farklı çaplara sahip iki tambur Şekil 2.20'de görülmektedir. Geniş tambur çapı için spiral açısı 16° , dar çap için spiral açısı 22° ye çıkmaktadır.

(2). Tamburun genişliği de spiral açısına etki etmektedir. Belirli bir çaptaki 2-spiralli tamburun sarım açısını sabit tutarken genişliğini artırmanın spiral açısı üzerindeki etkisini gösterir. Bu örnekte spiral açısı tambur genişliğinin değişmesi ile 14° den 18° ye çıkmıştır (Şekil 2.21).



Her iki tambur da 3 kanatlı eşit genişlikli ve 240° sarım açılı

Şekil 2.20 Tambur Çapının Kanat Açısı Üzerine Olan Etkisi



Tamburların ikisi de 2 kanatlı, 210° sarım açılı ve eşit çaplıdır.

W_1 genişliğinde, kanat açısı : $x = 14^\circ$

W_2 genişliğinde, kanat açısı : $x = 18^\circ$ olmaktadır.

Şekil 2.21 Tambur Genişliğinin Kanat Açısı Üzerine Olan Etkisi

Yukarıda belirtilen her iki durumda da spiral açısı sonuçta yükleme performansını etkileyebilecek benzer sarma açıları verilerek değiştirilebilir. Zaten çift tamburlu kesiciler genişlik ve çaptaki değişiklik haric benzer ayrıntılara sahiptirler. Burada önemli olan, farklı sarma açlarına neden olacak spiral açısını sağlamaktır.

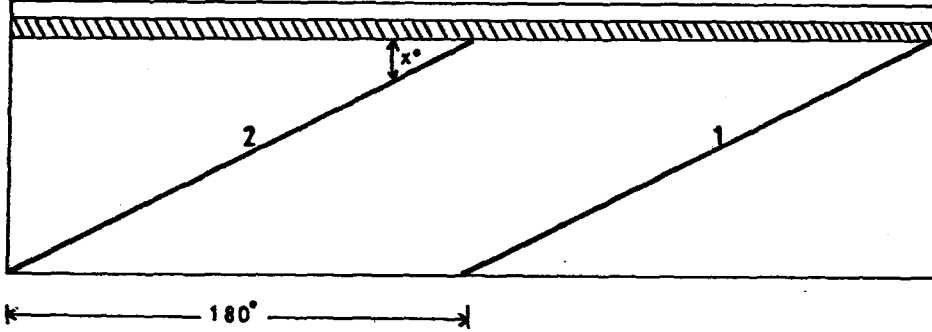
2.8.4.Spiral Açısının Pratik Sınırlayıcıları

Pratikte spiral açısının seçimini sınırlayan 4 ana unsur vardır. Bunlardan 2'si sarma açısı bakımından dikkate alınır.

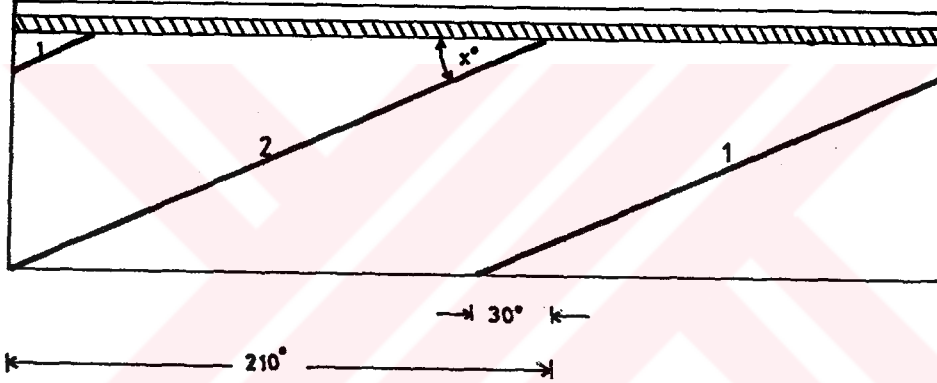
(1).Pratikte 360°lik sarma açısını aşmasına neden olacak spiral açısıya sahip tamburlu kesici kullanılmamasına rağmen, gerçekte bu tür bir tambur dizaynı kömürün tambur içinde resirkülasyonuna neden olur.Dolayısıyla yükleme performansı düşer. Bundan dolayı 360°yi aşacak sarma açısına neden olacak spiral açılarından kaçınılmalıdır.

(2).Maksimum spiral açısı üzerine belirtilen sınırlama,tamburun kesme verimliliğini göz önüne alınarak dizayn edilir. Şekil 2.22a'da gösterilen 2-spiralli tamburun 180°lik sarma açısına neden olacak bir spiral açısına sahip olduğu zaman 1-nolu spirale yerleştirilen keskilere etki eden kesme kuvvetleri tamburun arın tarafından güçük tarafına doğru hareket eder,daha 2-nolu spiral üzerine yerleştirilen keskilere kesmeye başlarken 1-nolu spiraldeki kesme kuvvetleri arın tarafına geri döner.Kesme kuvvetlerinin hareketleri tamburun bir kenarından diğer kenarına her devirde iki kez olmaktadır.Kesme kuvvetlerindeki bu büyük dengesizlik kesme hareketinde stabil olmayan bir duruma neden olur.Bu etkiyi azaltmak için spiraller çakışmalıdır. Yani 1-nolu spiral üzerindeki keskilere bazılarını halen kesme yaparken 2-nolu spiralin keskilere kesmeye başlamalıdır (Şekil 2.22 b).

- a) İki kanatlı tamburlarda sarım açısı 180° olduğunda, kanatlar üst üste gelmediği için, kanat açısı uygun olmamakta



- b) İki kanatlı tamburlarda uygun maksimum kanat açısı için minimum sarım açısı 210° olmaktadır

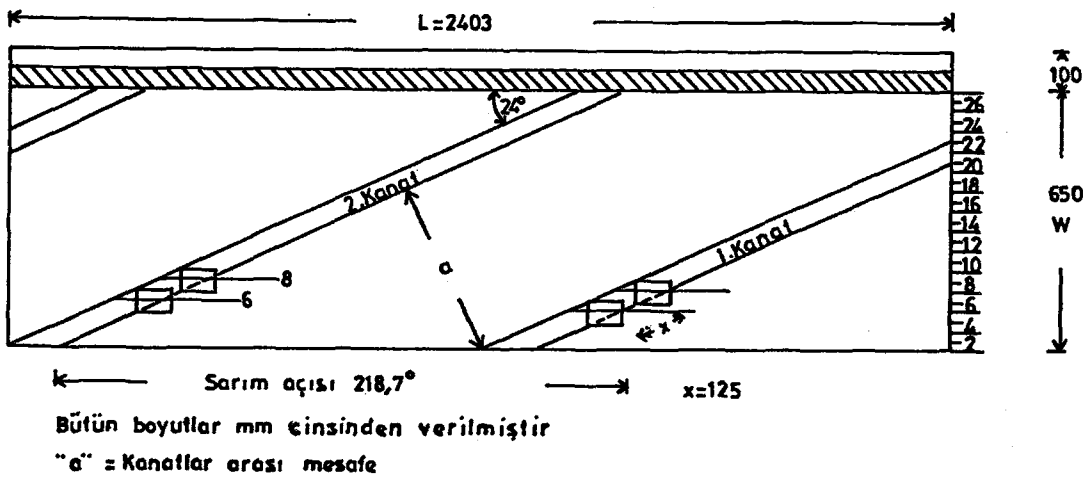


Şekil 2.22 Uygulanabilir Maksimum Kanat Açısı

Bu etki 120° sarma açılı 3-spiralli tamburlarda ve 90° sarma açılı 4-spiralli tamburlarda görülür. Bununla birlikte stabilite (durağan) üzerindeki etkisi bu tamburlarda 2-spiralli tamburlardan daha azdır. Bu nedenle sadece 180° (veya daha az) sarma açılı tamburlarda, bir spiral üzerindeki kesimler, diğer spiral üzerindeki kesimler kesmeye başlamadan önce kesme işlemlerini tamamlayabilirler. 3-spiralli tamburlarda; 2 kesme sırasının spirallere çapraz olarak düzenlendiği (Counter-Lacet) çapraz sıralı kesme düzeni kullanılarak bu etki azaltılabilir. Bu nedenle kesme verimliliği göz önüne alındığında ve özellikle 2-spi-

ralli tamburlarda maksimum spiral açısı, minimum sarma açısı bakımından tanımlanmalıdır. Minimum sarma açısının 2-spiralli bir tambur için 220° , 3-spiralli tambur için 140° , 4-5 spiralli tambur için 105° olması ve herhangi bir tambur için minimum sarma açıları toplamının 420° olması önerilmiştir. Sonuç olarak, minimum değerlerinden daha az sarma açısına neden olacak spiral açısı kullanmaktan kaçınılmalıdır.

(3).Spiraller arası uzaklık, tambur dizaynının önemli bir parametresidir (Şekil 2.23). Bu uzaklık spiral derinliği ile birlikte yükleme verimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Aynı zamanda kesilen kömürün yüklenmesi gereken ve tamburun göçük (makina) tarafındaki spiraller arasındaki boşluğun hacmi yetersiz olabilir ve bu durum kömürün tambur içinde resirkülasyonuna neden olur. Sonuçta düşük ilerleme hızına neden olur.



Şekil 2.23 Bir Kanat Üzerinde İki Keski Tutucu Arasındaki Minimum Mesafe

Spiraller arasındaki maksimum olası hacmi sağlamak için, spiraller arası uzaklık, spiral derinliği azaltılırken mümkün olduğunca arttırılmalıdır. Herhangi bir tambur için, spiraller arası uzaklığın 225 mm'den az olmaması tavsiye edilir. Normalde yaygın olarak kullanılan aralık 250-400 mm (10-16 inc) arasındadır. Eğer aralık değişmezse bu tambur "have içi tamburlu kesici" (Iso-pitch) olarak tanımlanır. Have içi tamburlu kesicilerde tamburun spiral açıları değişmez. Yükleme esnasında, yükleme kapasitesi arından-göçüğe doğru artar. Fakat kesme kuvvetleri ise tam tersidir. Kesme kuvvetlerini sabit olarak sürdürmek için, spiraller arasındaki mesafe ve spiral açısı belli ölçülerde içten dışa doğru arttırılabilir. Bu tamburlar değişebilir bir tamburdur.

(4). Keski tutucular arasındaki uzaklık, spiral üzerine yerleştirilen komşu keski tutucuların ön veya arka kenarları arasında spiral ucu boyunca ölçülür. Bu uzaklık Şekil 2.23'te "x" uzaklığı olarak gösterilmiştir. Keski tutucunun plan boyutlarını, kaynak için gereken yüzeyi ve her bir kesimde toz bastırmak için kullanılan aletleri dikkate aldığımızda; pratikte çeşitli keski tutucuları için minimum bir x uzaklığının gerekli olduğu bulunmuştur. Minimum x değeri;

Hafif-iş tipi (light duty) radyal keski tutucuları için 135mm

Ağır-iş tipi radyal keski tutucular için 150 mm

Ağır-iş tipi yassı-uçlu keski tutucular için 255 mm'dir.

Yukarıda belirtilen minimum değerlerden daha düşük "x" değerlerine sahip tambur üretilmez.

Bu sınırlanan keski, spiraller boyunca yakın sıralandığında ve büyük spiral açısı kullanıldığında özellikle 2-spiralli tamburlarda normal olarak artar. Keskiyerin yakın sıralanması gerektiğinde ve ağır kesme ortamlarında, spirallere yerleştirilecek toplam keski tutucu sayısı bağıl olarak artar ve 2-spiralli tamburlarda bu keski tutucuların yaklaşık yarısı diğer spirale yerleştirme durumu oluşur. Büyük spiral açısı kullanıldığında ve özellikle tambur çapı küçükse keski tutucular için gerekli olan spiral uzunluğu bağıl olarak azalır.

Boyutları 9.5 mm x 750 mm olan bir tamburun ölçekli çizimi Şekil 2.23'te görülmektedir. Söz konusu tambur have içi kesici olarak kullanılacak boyutlardadır. Bu tambur iki spiral kanatlı ve 24°lik kanat açılı olarak dizayn edilmiştir (sarma açısı değeri önerilen 210°lik minimum sarma açısı değerinden daha büyük olduğu göz önüne alınmalıdır). Tambura uzunluğu 90 mm, genişliği 67 mm olan ağır ortam radyal keski tutucular spiral kanatlara 25 mm keski aralığında yerleştirilmiştir. Şekil 2.23'te 2 keski tutucu arasındaki uzaklık "x" olarak belirtilmiştir. Ölçekli çizimde ölçülen 5 ve 7 nolu keski tutucuları arasındaki uzaklık 123 mm olarak ölçülmektedir. Keski tutucular arasında ölçülen bu uzaklık (mesafe) önerilen 150 mm'lik minimum değerden daha küçüktür. Netice bu dizaynda bir tambur üretilememektedir. Bu tip sorunların olduğu tamburlarda, keski tutucular arasındaki mesafenin arttırılması, spiral kanat

açısının azaltılmasıyla sağlanmaktadır. Örneğin: Yukarıdaki tamburda spiral kanat açısının 19° 'ye düşürülmesiyle keski tutucular arası mesafe 153.6 mm'ye ulaşmaktadır.

Alternatif olarak spiral sayısı veya spiraller arası karşılıklı sıralama (lacing) arttırılabilir. Bu zorluğun üstesinden gelebilmek için aynı zamanda spiral açısı, spiraller arası karşılıklı sıralama ve spiral sayısı kombinasyonları için bazı düzenlemeler yapmak mümkündür. Minimum "x" değerini elde etmek için kullanılan yöntemlere ait faktörlerin uygun düzenlenmesine bağlıdır.

2.8.5.Spiral Derinliği

Spiraller arası uzaklık gibi, spiral derinliği de yükleme verimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Spiral derinliği, spiraller arasında kesilen kömürün yüklenmesi gereken boşluğun hacmini belirler. Verilen bir tambur çapı için, maksimum olası spiral derinliği, keskilerin spirale yerleştirildikten sonra yüzeyde kalan kısmının uzunluğu ve tamburun spiralsiz çapına bağlıdır. Küçük çaplı ve epicylic dişli kutuları kullanılan küçük ve orta çaplı tamburlarda spiral derinliği, tambur yükleme performansını kötü yönde etkileyecek şekilde yetersizdir. Herhangi bir tip kesici dişli kutusu için kullanılacak minimum bir tambur çapı vardır. Şu anda Ing.Köm.End kullanılan tamburların büyük tamburların çoğunluğunda kullanılan keskilerin uzunluğu

75 mm'dir. Bu uzunluk, maksimum olası spiral derinliğini belirleyen minimum spiralsiz tambur çapına karşılık gelir. Sonuç olarak yukarıda anlatılan tamburlarda oransal olarak sığ spiral derinliklerinin kullanılması uygundur. Daha önce belirtildiği gibi, bu gibi durumlarda, yani yetersiz spiral derinliğinin yükleme verimine olumsuz yönde etkisi görüldüğünde, bu etki spiraller arasındaki uzaklık gibi iyi ayarlanarak azaltılabilir.

Orta ve büyük çaplı tamburların çoğunda uygun spiral derinliği sağlanabilir. Spiral plakasının dayanımı, kaynak dayanımı ve derin spirallerin preslenmesi göz önüne alındıktan sonra maksimum spiral derinliğinin normal olarak 305 mm olması önerilir. 225 mm'den 305 mm'ye kadar olan spiral derinliklerinde ve özellikle bu derinlikte ağır ortam keski tutucular kullanıldığında spiral plaka kalınlığı 50 mm olması önerilmektedir.

3.0AL'DEKİ TAM MEKANİZE KÖMÜR MADENCİLİĞİ VE KULLANILAN TAMBURLU KESİCİLER

3.1.0AL'deki Tam Mekanize Kömür Üretimi

Ülkemizde linyit önemli bir enerji kaynağı konumundadır. Son yıllarda toplam linyit üretiminde büyük artışlar olmuştur. Büyük çapta yeni projelerden birisi ve üretim teknolojisi açısından en gelişmiş, 1936'dan beri varlığı bilinen, Ankara'ya 120 km uzaklıktaki Beypazarı Projesidir.

1979 yılında Çayırhan köyü yakınında 2x150 kw gücünde termik santral kurulması ve Çayırhan sahasından üretilecek kömürle beslenmesi planlanmıştır. Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Çayırhanda bütünüyle modern ekipmanlarla donatılmış yeni bir işletmenin kurulmasına karar vermiştir. İşletmede modern bir eğitim merkezi, ambar ve materyal stoklama sahası yanısıra kurtarma istasyonu da yer alacak ve TKİ'nin diğer yeraltı işletmelerindeki elemanların modern madencilik metodları, emniyet ve kurtarma alanındaki eğitimleri burada yürütülecektir.

3.2.0cak Hakkında Genel Bilgi

3.2.1.Rezerv

Kalınlığı 0.6-2.0 m arasında değişen bir arakesmeyle le ayrılmış olan iki kömür damarı birbirinden bağımsız

olarak üretilecektir. Projenin temelini oluşturan bu iki damardan üstte olanı ortalama 1.5 m. altta olanı ise ortalama 1.7 m kalınlığa sahiptir. Kömür damarları dağlık bir bölgede 150-200 m derinlikte ve 3°-45° arasında değişen eğime sahiptir.

Yeni işletme yaklaşık 35 Km² alana sahiptir ve bu alan Doğu-Batı yönünde uzanan Davutoğlu fayı ile sahalara bölünüyor.

Tam mekanize panolardan üretilecek kömürün hesaplanmasında aşağıdaki sınırlamalar yapılmıştır.

(1). 35°den fazla eğimlerde mekanize ayakların çalışma zorluğu dolayısıyla 35° yüksek eğime sahip kömür rezervleri üretebilir.

(2). +250 m kotu altında kalan rezervler yüksek eğim nedeniyle çok fazla miktarda taş içinde hazırlıkları gerektirdiğinden üretim için değerlendirmeye alınmamıştır.

(3). Üçüncü damar yetersiz araştırma dolayısıyla üretim için değerlendirilmemiştir.

Belirtilen sınırlamalar ışığında, yeni işletmede görünür rezerv 120.000.000 ton civarındadır. Paylar emniyet toplukları ve üretim kayıplar için gerekli olan eksiltme yapıldığında, tam mekanize uzun ayaklardan üretilecek miktar 70.000.000 ton civarındadır. Yarı mekanize veya manuel ayaklarla 30.000.000 ton kömür faylı ve eğimli sahalar-

dan üretilebilir. Böylece üçüncü damar göz önünde tutulmadan termik santralin kömür ihtiyacı uzun dönemde karşılanabilmektedir.

3.2.2.Araştırma Çalışmaları

35 km² alanındaki kömür sahası %80 karotlı olmak üzere 118 sondaj ile araştırılmıştır. Eski ocaklar 1968'den beri çalışmakta olup şu ana kadar 20 km'nin üzerinde baca sürülerek mekanize uzun ayaklar için hazırlanan yeni işletmeyle eski ocağın integrasyonu sağlanmıştır. Dolayısıyla yeni işletmede kömür damarının ve tektoniğin belirlenmesine yönelik araştırmalar tamamlanmıştır. Ancak yine de beklenmeyen faylarla karşılaşmış ve bazı pano yerleşimleri değiştirilerek ortalama pano uzunluğu 700 m civarına düşürülmüştür.

3.2.3.Kömür Özelliği

Linyit miosen orjinelidir. Tüvenan kömürün alt ısı değeri 3000 Kcal/kg ve kükürt içeriği %3-5 olarak yüksek bir değerdedir. Kükürt içeriğinin yüksek olması nedeniyle kendiliğinden yanma eğilimi vardır.

Tüvenan kömür herhangi bir zenginleştirme işlemine tabi tutulmamaktadır. Sadece iki boyut grubunda sınıflandırılarak satışa sunulmaktadır. İnce kömür termik santrale ve parça kömür çevreye satılmaktadır. Yüksek kükürt içeri-

ğinden dolayı büyük şehirlerde yakacak olarak kullanılmasına izin verilmemektedir.

3.2.4.Çevre Kayaç Şartları

Tavan ve taban taşları kömür içine sokulumlar yapmasına ve düzgün olmamasına rağmen tavan ve taban şartları oldukça iyi sayılabilir. Tabakalaşma oldukça duyarlı ve taban yolları üzerinde basınç ve konverjansın etkisi oldukça azdır. Üst damarda, tavan taşı büyük parçalar halinde kırılmakta fakat boşluklar iyi dolmaktadır. Alt damarda, tavanı oluşturan 0.6-1.5 m. kalınlığındaki ara kesme ince parçalar halinde kırılmaktadır. Her iki damar tavan şartları yürüyen tahkimat uygulaması için elverişlidir.

3.3.İşletmenin Üretim Planı

Termik santralin iki ünitesi tam kapasite çalışmada 1.800.000 ton tüvenan (3000 Kcal/kg) kömüre ihtiyaç duyacaktır. Ek olarak ilk 5-6 yılda 400.000 ton kömür teshin ve sanayiye satılacaktır. Daha sonra toplam satış 3.000.000 ton'a yükselecektir.

Üretim sistemi aşağıda verilen şartlara göre planlanmıştır:

(1).İşletme yapısı yılda 3.000.000 ton (10.000 t/gün, 300 gün/yıl) üretim yapacak şekilde dizayn edilmiştir.

(2).Termik santralin çalışmaya başlamasından sonra ilk 5-6

yılda toplam üretim 2.200.000 ton/yıl (7300 t/gün, 300 gün/yıl) olacaktır.

(3). 2.200.000 ton üretimin 300.000 ton/yıl kısmı tabanlardan ve elle çalışan ayaklardan gelecektir.

(4). Yıllık üretimin 1.900.000 ton/yıl kısmı tam mekanize iki panodan (4 ayak) yapılacak, üretimi aynı seviyede tutmak için bir pano (2 ayak) yedek olarak hazır bekletilecektir.

Yukarıdaki kabuller işletme planlanmasını temelini oluşturmaktadır.

İlk mekanize panolar A-13 ve O1'dir. A-02 panosu ilk yedek pano olacaktır. Mekanize panolarda üretim gerçekleştirilen 3.15 M/gün ilerlemesinin ışığında aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

Ayak uzunluğu	: 220 m
Damar kalınlığı	: 1.50 m (üst) 1.70 m (alt damar)
Kömür özgül ağırlığı:	1.43 t/m
Üst damar üretimi	: 3.15 m/gx 1.50 mx 220 mx 1.43 t/m =1490 t/g
Alt damar üretimi	: 3.15 m/gx1.70 mx220 mx1.43 t/m =1680 k/g
Pano üretimi	: =3170 t/g

İki pano yıllık üretimi (300 gün/yıl) = 1.900.000 ton

Bu üretim hedefi çok gerçekçidir. Ek rezervler düşünüldüğünde, ayaklar normal şartlarda daha fazla üretim yapabi-

lır ve yıllık çalışma günü diğer kömür işletmelerinde olduğu 365 gün/yıla çıkabilir. Kalkan talimatların uygulanmasının ekonomik olmadığı yerlerde hidrolik direkler kullanılarak kısa panolar oluşturulacak ve elle çalışılacaktır.

3.4.Projenin Teknik Tanıtımı

3.4.1.Eski İşletmede Kullanılan Üretim Sistemi

50-150 m uzunluğundaki ayaklarla arka güçertmeli çalışma eski işletmede uygulanan sistemdi. Kendiliğinden yanmaya yatkın kömürden dolayı ayaklar dönümlü çalışmakta, üst damar alt damarın 30-40 m önünde olmak üzere her iki damar kombine olarak kazılmaktaydı. İki ayak arasındaki 30-40 m uzaklık, 30-40 günlük bir zamana tekabül etmektedir ki daha uzun zaman aralıklarında göçük kısmında yangınlar oluşmaktaydı. Günlük 1000 ton tüvenan üretim patlatma ve kazma ile yapılmaktadır. Ayaklar hidrolik direkt ve çelik sarma ile tahkim edilmektedir.

3.4.2.Yeni İşletmede Pano Dizaynı ve Üretim Sistemi

Tam mekanize ayakların dizaynında seçilen yöntem aşağıda ana hatları ile açıklanmıştır.

(1).Yüksek yangın riski dolayısıyla panolar eski işletmede olduğu gibi sadece dönümlü olarak çalışmaktadır.

(2).Her iki damar yine kombine olarak beraber kazılacaktır.

Tavan ayak 20-50 m taban ayak önünde olacaktır. Her iki damarın kazısı arasındaki zaman farkı mümkün olduğu kadar az olacaktır. Bunların nedeni, göçük içinde kalan kömürün kendiliğinden yanmaya olan yatkınlığıdır.

(3). Her iki damar tek taban yoluyla çalışacaktır. Kalınlığı 0.6-1.5 m arasında değişen arakesmeyle birlikte toplam kalınlık 5.0 m'ye ulaştığında ve taban yolu yüksekliği değişken olduğundan, tabanda kömür bırakılarak taban yolu 3.5 m yükseklikte sürülecektir. Bırakılan kömür, tavan ayak geçtikten sonra alınacak ve taban yolu sürtünmeli direklerle desteklenecektir.

(4). Pano alt taban yolları bir sonraki pano üst taban yolu olarak kullanılacak ve topuklardan kaçınılacaktır. Bunun nedenleri;

- a) Taban yolu ihtiyacını minimuma indirmek
- b) Rezervlerin daha iyi kullanılmasını sağlamak
- c) Üçüncü damar kazılırken üstte bulunan topukların yarattığı basınçları yok etmek
- d) Kendiliğinden yanma riskini azaltmak

(5). Alt taban yolunun bir sonrası pano için üst taban yolu olarak kullanılması için göçük tarafına dolgu yapılması. Bundan dolayı, taban yolu faydalı kesiti açık tutulacak ve göçük içine hava kaçakları önlenmiş olacak.

(6). Ayak uzunluğu maksimum 220 m olacaktır.

(7). Bütün ayaklar, modern kalkan tahkimatı ile donatıldığından, ayak taşınmalarını azaltmak için pano boyları mümkün olduğunca uzun tutulacaktır. Jeolojik koşullardan dolayı şu

anda ortalama pano uzunluğu 700 m'dir.

3.4.3.Ana Hazırlık

Başlangıçta ana hazırlıkların taban taşı içinde tamamlanması önerilmiştir. Fakat, taban taşı içinde galeri ilerlemelerinin düşük olması yanısıra kazı zorluğu ve yüksek maliyet dolayısıyla yeni hazırlıkların aşağıdaki şekilde sürdürülmesi planlanmıştır.

(1). Her saha,damar içinde sürülecek iki paralel yolla hazırlanmalıdır.Yollardan biri hava girişi ve nakliye, diğeri hava dönüş yönü olarak kullanılacaktır. Bunun taş içinde anayolların sürülmesine karşın avantajları:

- Damar hakkında daha iyi bilgi elde edilmesi
- İlerlemenin yüksek olması
- Düşük maliyettir.

(2).Bu anayol sistemi sahanın ortasında olacaktır ve her iki tarafta yaklaşık 1500 m uzunluğunda panoların oluşmasına imkan sağlayacaktır.

(3).Egimin yüksek olduğu sahalarda yolun biri damar içinde açılacak ve hava dönüş yolu olarak kullanılacak, diğeri tavan taşı içinde düşük egimde açılacak ve hava giriş ve nakliye yolu olarak kullanılacaktır.

Taş içinde sürülen bütün anayollar 14-20 m² kesitte ve çelik rijit kemer bağ olacaktır. Damar içinde sürülen anayollar ise çelik trapes bağ olacaktır.

3.4.4.Havalandırma

Damarlar yüzeyden 150-200 m derindedirler. Sıcaklık 19-20° civarında olduğundan atmosferik zorluklarla karşılaşılacağı düşünülmektedir. Ayaklardan yaklaşık 700-800 m /dk. hava geçirilmelidir. İşletmede şu ana kadar metan gazına rastlanmamıştır. Buna rağmen bütün elektrik ekipmanları alev sızdırmaz olarak seçilmiştir.

Lağımalar 350-400 m /dk. hava miktarıyla üfleyici olarak havalandırılmaktadır. Bütün lağımlarda ayrıca 200 m /dk. kapasiteli toz bastırıcılar yerleştirilmiştir. Soğutma sistemine ihtiyaç yoktur. Anavantilatörler yüzeyde en yüksek kota sahip noktaya yerleştirilmiştir. 295 kw gücündeki vantilatör 150 kg/m² basınçta 9000 m /dk. kapasiteye sahiptir.

Bazı sahaların havalandırılması bağımsız sağlanacaktır. Bu sahalarda aynı tipte küçük aksiyal vantilatörler paralel bağlanarak kullanılacaktır.

3.5.Tam Mekanize Kömür Üretiminde Kullanılan Ekipmanlar

Pano, hazırlık, nakliye, havalandırma ve emniyet ekipmanlarının hepsi dışardan ithal edildiğinden teknik özellikleri ilk aşamada şartnamelerle belirlenmiştir.

Kullanılacak ekipmanların standardizasyonuna büyük önem verilmiştir. Yeni ekipmanın mümkün olduğunca bir üretici-

den temin edilmesine çalışılmıştır. Aşağıdan seçilen ekipmanların önemli olanları kısaca tanıtılmıştır.

Kazılan damar kalınlığı 1.4 ve 2.4 m, eğim 3° ve 35° arasında değişmesine rağmen 6 mekanize için tamamen aynı tipte ekipman seçilmiştir.

Alınan Ekipmanlar:

858 adet Kalkan tahkimat

7 adet Tamburlu kesici

6 adet Ayak konveyörü (AFC)

6 adet Taban yolu zincirli konveyörü

4 adet Aktarma konveyörü (zincirli)

3 adet Pompa istasyonu

2 tip dişli kutusu ve

2 tip motor.

Bu ekipmanların tümü bir Alman konsorsiyomu tarafından temin edilmiştir. Bir mekanize panonun şematik görünümü Şekil 3.1'de görülmektedir.

(1).Tamburlu Kesiciler: İşletme planlanmasının çok erken safhalarında mevcut damar şartlarında sabanlardan ziyade kesicilerle daha iyi çalışacağına karar verilmiştir (Ersen, Ünver,1985).Bu seçimin nedeni,damar kalınlığının değişken olması,tavan ve taban taşının sokulumlar yaptığı sert ve küçük fayların varlığıdır.Bu güne kadar alınan sonuçlar kararın doğruluğunu onaylamaktadır.İşletmede kullanılan tambur-

lu kesicilerin teknik özelliklerine ayrıca değinilecektir.

(2).Zincirli Konveyörler: Zincirli konveyörler ayaklarda ayak konveyörü, taban yolunda yükleme konveyörü ve anayolda bant konveyör besleyicisi ara konveyörü olarak kullanılmaktadır. Farklı nakliye kapasitesi için, 2 farklı hızda standart bir tip seçilmiştir.

Özellikleri: Genel olarak

-Dış genişliği 732 mm oluk

-Merkezde çift zincir, 25x92 mm

-Kopma yükü 2x850 KN.

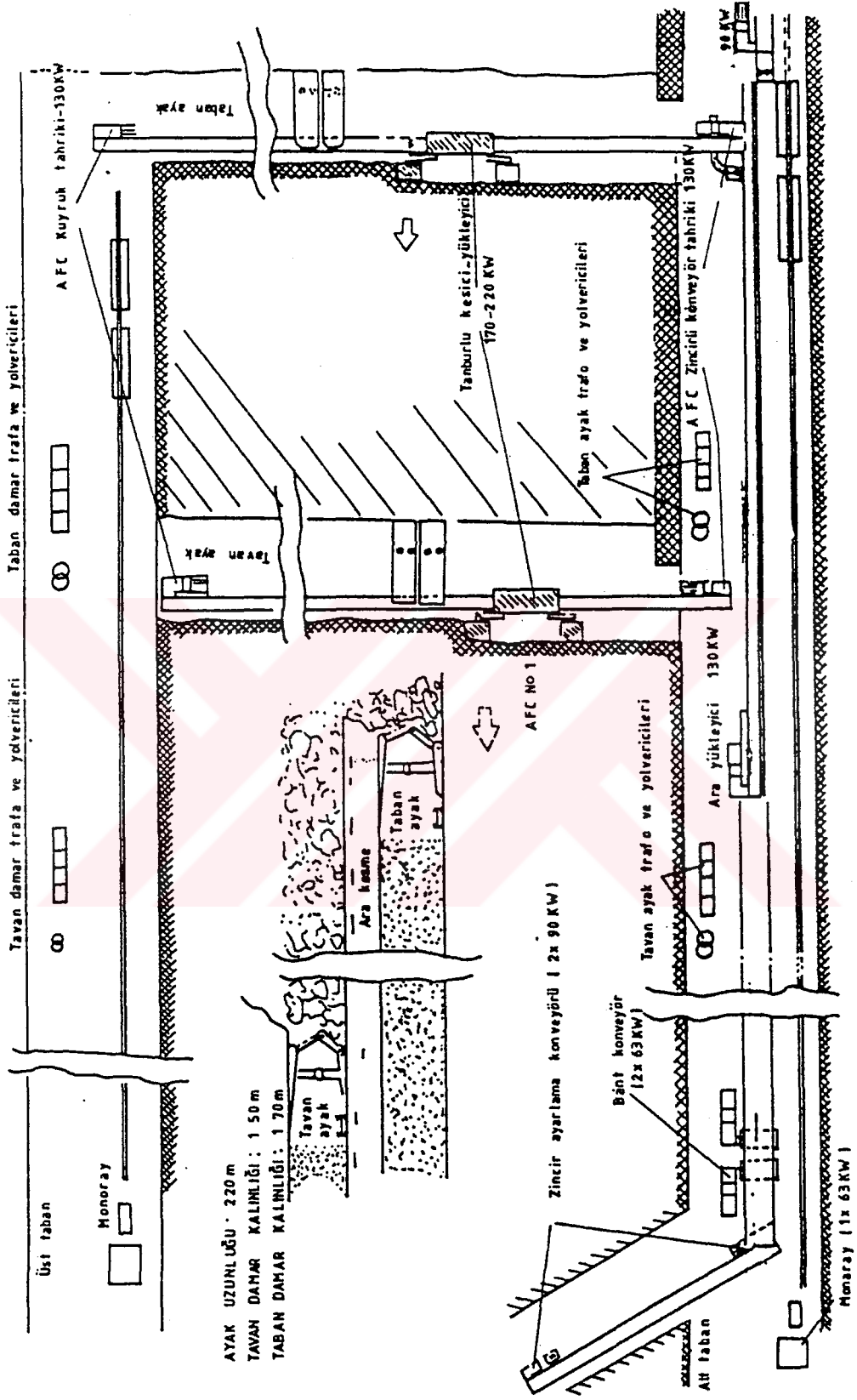
-Tahrik: Hidrolik kaplin tek hız, hava soğutmalı motor.

Ayak Zincirli Konveyörü:

-Zincir hızı : 0.64 m/s

-Motor gücü : 2.130 Kw

-Kapasite : 550 t/saat



Şekil 3.1 Panoların Şematik Görünümü

3.5.3.Ara Yükleme ve Aktarma Konveyörü:

-Zincir hızı : 0.93 m/s

-Motor gücü : 2x90 KW

-Kapasite : 850 ton/h

(3).Tahkimat Ekipmanları: Uzun ayakların tahkimatında 2 ayaklı kalkan türü yürüyen tahkimat üniteleri seçilmektedir. Bu tahkimat sistemlerinin teknik özellikleri:

-2 direkli kalkan,rijid tavan plakaları ve kısa göçük kalkanı

-Kapalı yükseklik: 800 mm, açık yükseklik: 2200 mm.

-Tribble (üçlü) teleskopik direk, 1200 Kw yük/direk,

-iki parçalı taban.

-Have derinliği: 850 mm

-Tahkimat direnci 400 KW/m², 1.5 m. açıklıkta

-6 ton ağırlık

-Sıkılama basıncının minimum basınca oranı %80

Alt damarda, tavanı oluşturan arakesmenin zayıflılığından dolayı, kesici geçer geçmez tavanı desteklemek ihtiyacı vardır. Bunun için tahkimat ünitesinde uzatma tavan plakası kullanılmakta ve ünitelerin ilerlemesinden önce bunlar kaldırılarak tavan tahkimatı sağlanmaktadır.

Ayak konveyörünün kaymasını önlemek için her 10 m'de bir bağlama istasyonları mevcuttur. 10-12 istasyon ile, 220 m uzunluktaki ayak konveyörünün 35° eğimde alt taban yoluna doğru kayması önlenebilir.

3.5.4.Elektrik Ekipmanları

Bu güne kadar işletmede metan gazına rastlanmamasına rağmen, ilerde olabileceği düşünülerek bütün elektrik ekipmanları alevsizedirman olarak seçilmiştir. Elektrik ekipmanlarından da standartlaşmaya gidilmiş ve bütün trafolar, devre kesiciler, sinyal ve gözlem sistemleri aynı, sadece 4 tip alevsizedirman motor (63,90,132,160 kW) seçilmiş ve bütün bu ekipmanlar kablo ve aydınlatma teçhizatı da dahil olmak üzere bir İngiliz konsorsiyuma tarafından sağlanmıştır.

3.5.5.Dolgu Ekipmanları

Daha önce değinildiği gibi bütün taban yolları, bir sonraki pano üst taban yolları olarak kullanılacaktır. Dolayısıyla her iki ayak arkasında taban yolu faydalı açıklığını korumak ve konverjansı azaltmak için 1-1.5 m genişliğinde dolgu yapılması gereklidir. Dolgunun ikinci nedeni ise göçük içine hava kaçaklarını önlemek ve yangın riskini azaltmaktır.

Kum, elektro filtre külü, anhidrit ve kırılmış kalkerle testler yapılmış ve sonuçta iyi dolgu malzemesi olarak %15-20 çimento ile %85-80 kalker karışımı uygun bulunmuştur. Kalker işletmeye yakın ve çok miktarda mevcuttur. Kırma eleme tesisi kurulmuş olup kalker 11 mm'nin altına kırılarak dolgu malzemesi olarak hazırlanmaktadır.

Yeryüzünde kurulu merkezi istasyonda kırılmış kalker çimento ile karıştırılarak kuru halde pnömatik yolla ayak arkasına taşınmaktadır. Çelik boruların iç çapları 115 ve 115 mm'dir. Kuru karışım boru ucundan püskürtülürken su verilmekte ve dolgu yapılmaktadır. Dolgu malzemesi 24 saatte 40 kg/cm² ve 7 günde yaklaşık 160 kg/cm² basınç dayanımına sahiptir.

3.5.6.Nakliye Ekipmanları

Kömür Nakliye Ekipmanları: Kömür ayaktan sonra çıkışa kadar bant konveyörle taşınmaktadır. İki tip bant konveyör bulunmaktadır.

(1). 3000 mm genişlikte taban yolu bant konveyörü

-Tarik gücü : 2x160 kW (veya 3x160 kW)

-Bant hızı : 2.33 m/s

-Üst makara : 35°

-Alt makara : 10°

-Kapasite : 1000 t/h

-Bir kat PVC her iki tarafta 1.5 mm kalınlıkta nitril ile kaplanmıştır.

-Bant mukavemeti: 800 kg/cm. genişlik.

(2). Ana yollarda 1200 mm bant konveyörler kullanılmakta

-Tahrik gücü : 2x160 kW (veya 3x160 kW)

-Bant hızı : 2.50 m/s

-Üst makara : 35°

-Alt makara : 10°

-Kapasite : 1500 t/h

-Çelik kord bant: ST 1000

Ana yol konveyörleri eğim aşağı 18°'ye, eğim yukarı 20°'ye kadar çalışılabilecek şekilde dizayn edilmiştir. Kömürün kendiliğinden yanmaya yatkınlığından dolayı büyük yeraltı bunkerini kullanımından kaçınılmıştır.

3.5.7.Malzeme Nakliyatı Ekipmanları

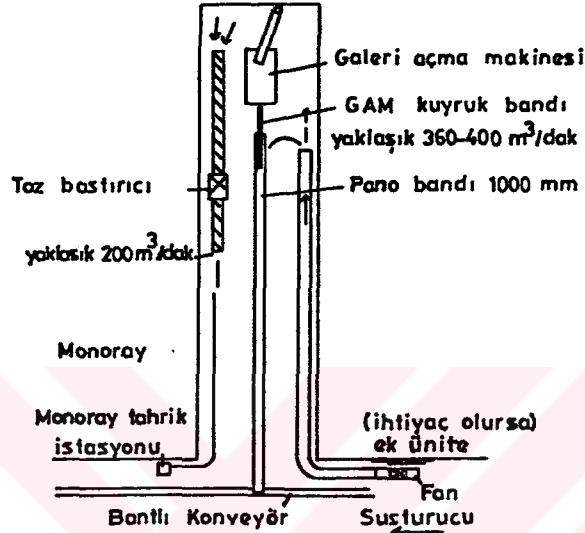
+800 m +250 m kotları arasında ve genelde damar içi yollarla hazırlanan bir yeraltı maden işletmesinden etkili malzeme ve personel taşıma sistemi çok önemlidir. İşletmede genel olarak damar içi yollarda monoray (Tekkars:tekkars kavramalı nakliye sistemi) ana yol ve ana desandrilerde coolie car (Yerkars: yerden kavramalı nakliye) sistemi döşenmiştir.

Bütün ekipmanlar düşük maliyet ve yolların hafif eğimleri dolayısıyla çekme halatlıdır. Tekkars ve Yerkars tahrik sistemi aynıdır ve ocağın herhangi bir noktasında konumlandırılacak dizayndadır. Bir seferde 12 tona kadar (iki kalkan tahkimat) veya 24 işçi taşıyacak yük kapasitesine sahiptirler.

3.5.8.Hazırlık Ekipmanları

Bütün galeriler ve taban yolları galeri açma makinalarıyla sürülmektedir. Klasik patlama ile lağım sürülmesi formasyonun çok sert olduğu bölgelerde uygulanmaktadır.

40 ve 25 ton ağırlığında Dosco ve 10 yıllık PK 9R galeri açma makinaları olarak işletmede 3 tip GAM çalışmaktadır. Galeri açma işlemi şematik olarak görünümü (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Mekanize Galeri Açma Sistemlerinin Şematik Görünümü

3.6. DAL'de Kullanılan Tamburlu Kesiciler

DAL Müessesesinde çift tamburlu ve hareketli kollu kesicilerle kömür üretimi yapılmaktadır. Başlangıçta have içi kesicilerin (in-web shearers) seçilmeyişinin nedeni, 2.40 m kalınlıkta damarların bu makinalarla kazılmasının mümkün olmayışdır (Aydın-Fünfstück, 1988). Ayrıca have içi kesiciler arızalanmaya daha fazla yatkın ve daha pahalıdırlar. Müessesede kullanılan tamburlu kesiciler Alman Eickhoff Firması yapımı olup teknik özellikleri şunlardır:

- AFC üzerinde çalışan çift tamburlu kesici-yükleyici,
 - Eicotrack zincirsiz çekme
 - Makinanın modeli : EDW 200/230 L
 - Motor gücü : 230 kW
 - Makinanın yerden yüksekliği : 1.000 mm
 - Makinanın uzunluğu : 7926 mm
 - Hidrolik çekme sistemi : 2x200 kN.
 - Maksimum kesme yüksekliği : 2410 mm
 - Tabandan kesme derinliği : 250 mm
 - Tambur çapı : 1300 mm
 - Kesme derinliği : 850 mm
 - Makina ağırlığı : 26 ton
 - Meyil : yatay / 0-30°
 - Konik uçlu (point attack) kesici uçlar
- Makinanın genel görünüşü ve boyutları Şekil 3.3'te verilmiştir.

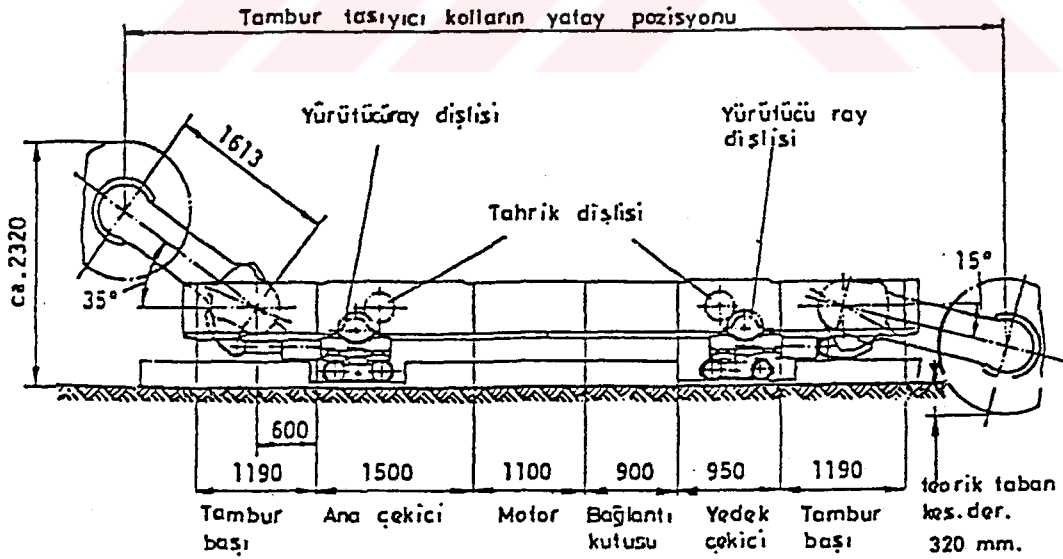
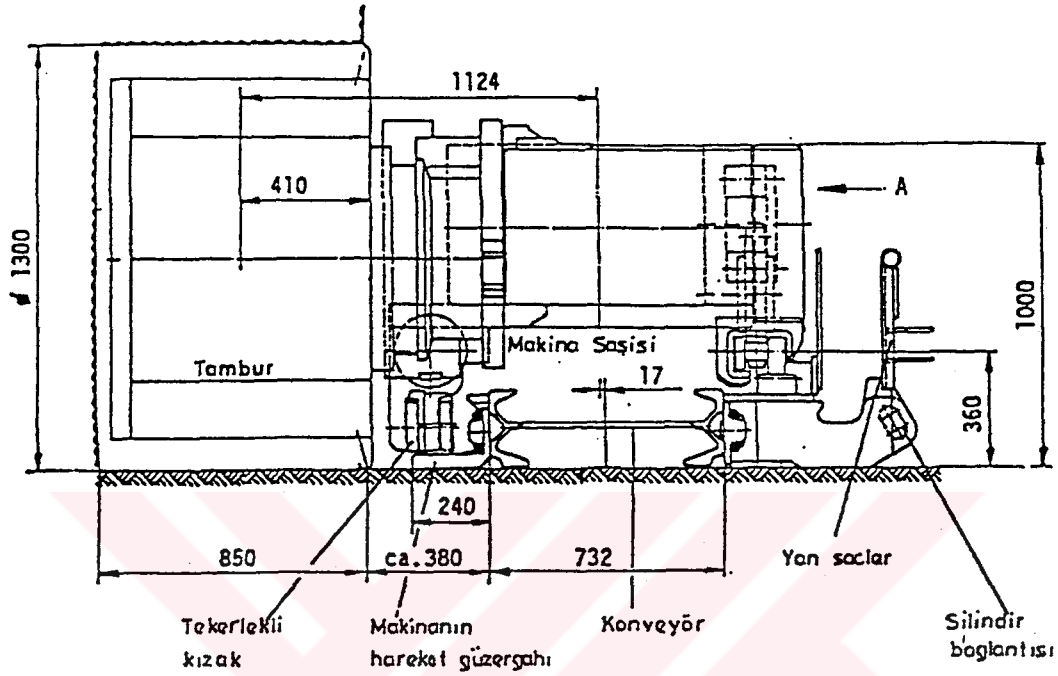
3.7.0AL'deki Tamburlu Kesicilerin Kesme Performansı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu makinalarla ilgili teorik ve pratik bilgi birikimi ülkemizde yeteri kadar bulunmamaktadır. Bu nedenle başlangıçta çeşitli sorunlarla karşılaşmıştır.

3.7.1.Tamburlu Kesicilerle Yapılan Kazı Şekilleri

Tamburlu kesicilerin kullanıldığı tam mekanize uzun ayaklarda, kazı işlemi "Tek yönlü" ve "Çift yönlü" olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Tek yönlü kazıda makina ayasının

bir ucundan diğeri ucuna kazı yaparak gider ve dönüşte aynı yere kesme yapmaksızın sadece yükleme yaparak döner. Bu kesim yöntemi tavanın sağlam ve damar eğiminin yüksek olduğu ayaklarda uygulanır. Çünkü makina bir gidiş-geliş yaptıktan sonra yürüyen tahkimat üniteleri ile birlikte ötelenmektedir. Bu nedenle bu süre zarfından, kesme derinliği kadar tavan açıklığı tahkimatsız kalmaktadır. Tek yönlü kesmenin yapıldığı ayaklarda genellikle makina sadece eğim aşağı kesme yapılmaktadır. Fakat, kesim sırasında oluşan tozun makinayı ve operatörü olumsuz yönde etkilemesi için eğim yukarı kesme uygulaması da yaygındır.



Şekil 3.3 DAL Müessesesinde Kullanılan Eickhoff EDW-230 Tipi Tamburlu Kesiciler

Çift yönlü kazıda ise ayağın her iki ucundan başlanarak kazı yapılır. Özellikle zayıf tavan şartlarında uygulanmaktadır.

Tamburlu kesicilerde ilk kesme hareketinin başlaması ayrı bir önem taşır. Tamburun arına doğru hareket etmesi bazı makinalarda uygulanıyorsa da pratikte pek kullanılmaz. Kesme hareketinin başlaması genel olarak kademeli bir şekilde yapılır. Bu yöntemler çeşitli yöntemler bulunmaktaysa da en yaygın olarak kullanılanları "ayak başı" ve "yarım ayak" yöntemleridir (Peng and Chiang,1984). Bunlardan yarım ayak yönteminin bir bakıma tek yönlü kesmeye eşdeğer olması nedeniyle daha çok ayak başı yöntemi tercih edilmektedir.

3.7.2.Tamburlu Kesicilerle Kazı Yapılırken Karşılaşılan Sorunlar

Makinanın tamburları 3 spiral kanat şeklinde dizayn edilmişlerdir. Kanatların her biri üzerinde 13 keski mevcuttur. Tamburların dönüş hızları 37 dev/dak'dır. Arın plakası üzerinde bulunan arın kesikleri ile kanatlar üzerinde bulunan kesiklerin sayısı ve dizaynı değişik olmaktadır. Arın kesiklerin sayısı Eickhoff Firmasının yaptığı tamburda 18 olurken, yine imalatçı firmanın Krampe Firmasından temin ettiği tamburlarda ise 21 olmaktadır. Kesici uçlar 3 keski/halka düzenine göre sıralanmışlardır. Kesikler arası normal mesafe 70 mm'ye kadar çıkmaktadır. Tam-

burlar üzerinde radyal ve kalem uçlu keskiiler kullanılmaktadır. Radyal keskiiler süngü tipli ve 75 mm'lik kesme ağzına sahiptirler. Kalem uçlu keskiiler ise 2 ayrı tiptedir. Bunlardan spiral kanatlar üzerinde olanlar Kennametal U 40 tipi veya buna eşdeğer ince keskiiler olurken, arın keskiileri ise yine Kennametal U 47 tipine eşdeğer olan kalın tip keskiilerdir (Hekimoğlu,1991).

Tamburlu kesicilerle kazı sırasında genelle arın keskiilerinin yuvalarında sürekli aşınma sorunu vardır. Bu durum tüm tamburun hasar görmesi sorununun beraberinde getirmektedir. Özellikle tavan ayaklardan bu sorun daha yoğun gerçekleşmektedir. Bunun en büyük nedenlerinden biri tavan ayakta sık rastlanan silisli bant (sileks)'ların varlığıdır. Tavan ayakta çalışan makinaların özellikle sol tamburlarında bu sorunla daha sık karşılaşmaktadır. Tamburlardaki aşınmayla birlikte makinanın mekanik aksamalarında da ciddi sorunlarla karşılaşmaktadır. Makina gövdesinde oluşan bu sorunlardan en belirginini, gövde elemanlarının birbirine bağlandığı düzenekte önemli gevşemelerdir. Bunun giderilmesi için firma tarafından makinanın altındaki platformun kalınlığı arttırılmış ve gövde elemanları üst kısımlardan geçen ve makinanın uçlarına sabitleştirilen çeşitli gergilerle rijit hale getirilmeye çalışılmıştır. Bunların yanında kazı sırasında sert formasyonlarda makinaadaki titreşimler artmaktadır.

3.7.3.Kazı Sırasında Karşılaşılan Sorunların Çözümleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

OAL'de kullanılan tamburlu kesicilerin önemli kesme sorunları, kesici uç ve yuvalarındaki aşınmalar ile kesme sırasında oluşan titreşimler olmak üzere iki grupta toplanabilir.

Bu sorunların çözümü için önemli çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar, tamburdaki kesici uç ve yuvalarının sürekli aşınması sorununun keski dizilim düzeninin yetersizliğinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır (Hekimoğlu, 1991). Bu durum yapılan araştırmalar ile kanıtlanmıştır. A 03 panosu tavan ayakta sileks malzemelerinin fazla olduğu koşullarda önce imalatçı firmaya ait sol tambur denenmiştir. Bu tambur takıldıktan hemen sonra arın keski yuvaları hemen aşınmaya başlamıştır. Daha sonra bu yuvalardan bir adedi kopmuş ve arın keski yuvaları tamamen kullanılmaz hale gelmiştir. Bunun üzerine keski yuvaları yeniden dizayn edilerek değişik bir dizilim düzeni uygulanmış ve A 03 panosu tavan ayakta tamamen aynı koşullarda denemeye tabi tutulmuştur. Yeni dizilim düzenine göre dizayn edilen tamburda, orjinal tamburdaki gibi gelişmiş ısıl işlem tekniği uygulanmadığı için keski yuvalarının gövdeye kaynatılması yeterli düzeyde olmamıştır. Buna rağmen yeni dizilim düzeninde arın keskilerindeki aşınma orjinal tambura göre normal koşullarda 1/3 oranında azalmıştır. Yani yaklaşık %300'lük bir verim artışı elde edil-

miştir. Bu çalışmanın sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Bu durum orjinal tamburdaki keski dizilim düzeninin yeter-
sizliğini ortaya koymuştur (Hekimoğlu, 1991).

Çizelge 3.1 İmalatçı firmanın orjinal tamburu ile yalnızca arın keskilerinin dizilim düzeninin değiştirildiği tamburun aynı koşullarda ki karşılaştırılması (Yalnızca arın keski-
lerinin sarfiyatı verilmiştir)

Orjinal tamburu ile

Üretilen kömür miktarı	: 15912 ton
Toplam keski sarfiyatı	: 179 adet
Keski sarfiyat oranı	: 89 ton/keski

Yeni dizayn edilen tambur ile

1. Keski yuvası kaynak hatasından dolayı kopuncaya kadar

Üretilen kömür miktarı	: 3148 ton
Toplam keski sarfiyatı	: 12 adet
Keski sarfiyat oranı	: 262 ton/keski

2. Keski yuvası kaynak hatasından dolayı koştuktan sonra

Üretilen toplam kömür miktarı	: 7076 ton
Toplam keski sarfiyatı	: 33 adet
Keski sarfiyat oranı	: 214 ton/keski

Orjinal tambur üzerindeki tüm keskiyer göz önüne alındığında özellikle spiral kanatlar üzerindeki keskiyerin arasındaki açısal mesafenin çok fazla değiştiği görülmektedir. Bu durum kesme sırasında yüksek titreşimlere neden olduğu için pratikte istenmemektedir (Hekimoğlu, 1990). Tamburların orjinal dizaynlarındaki keskiyer arası normal mesafe yüksek tutulmuş ve dizilim sırasında 3 keski/halka dizaynı esas alınmıştır. Bu durum düşük kesme hızında ve-

rimsiz bir kesmeye neden olarak toz oluşumu ve keski sarfiyatını arttırır. Bununla beraber tavanda ve tabanda istenmeyen enli kömür izleri bırakmaktadır.

Müessesedeki tamburlu kesicilerde farklı tiplerde kesici uçlar kullanılmaktadır. Arın kesikleri olarak kalın ve dayanıklı kesikler kullanılırken yine aynı tamburun spiral kanatları üzerindeki kesiklerde ise ince ve daha çok kömüre uygun zayıf kesikler kullanılmaktadır. Bu dizaynın nedeni, kömür içerisindeki kazıyı zorlaştıran malzemelerin kanatlar üzerindeki kesiklerden çok arın kesiklerine temas ettiği görüşüne dayanmaktadır. Ancak tavan basıncından dolayı ayak arınında gevşemeler oluşuyorsa da bu durum arının dib kısımlarına kadar nüfus edememektedir. Bundan dolayı spiral kanatlar üzerindeki kesiklerin en az yarısı sürekli olarak arın kesiklerindeki gibi zor kesme koşulları ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu nedenle daha uygun olan tek bir keski tipinin tüm tamburda kullanılması gerekmektedir. Ayrıca aynı tambur üzerine farklı keski yuvalarının kullanılması, dizayn aşamasında çok hassas bir çalışmayı gerektirdiği gibi kaynak işlemi sırasında da zaman kaybına neden olmaktadır.

4. DAL'DEKİ TAMBURLU KESİCİLERİN YÜKLEME PERFORMANSLARI İLE İLGİLİ YAPILAN PRATİK ARAŞTIRMALAR

Tamburlu kesicilerin yükleme performansları, kesim sonrasında ayak içi konveyör ile arın arasındaki alanda tabanda kalan (yüklenemeyen) ortalama kömür miktarıyla değerlendirilir. Kesim sonrasında tabanda kalan kömür miktarı ayak boyunca yapılacak yeterli ölçümlerle hesaplanabilir.

Tamburlu kesicilerin yükleme performansları incelenirken göz önünde bulundurulması gereken iki önemli faktör bulunmaktadır. Bunlardan birincisi performans ölçümü yapılan makinaların söz konusu çalışma ortamında tek yönlü ve çift yönlü kazı durumudur. İkinci ise makinada yüklemeye yardımcı bir aletin kullanılıp, kullanılmadığıdır. Bu iki faktörün yükleme performansına doğrudan etkisi vardır.

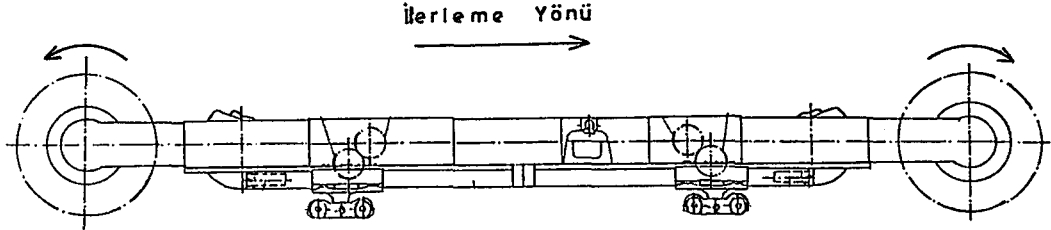
DAL Müessesesinde kullanılan tamburlu kesici çift tamburlu olup, tavan kayaçların duraylılık derecesine göre tek veya çift yönlü kesme yapılmaktadır. Kömür üretiminde kullanılan tamburlu kesicilerde yüklemeye yardımcı kalkan veya küreyiçi gibi hiç bir eleman kullanılmamaktadır.

4.1. Yükleme Performansı ile İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar ve Sonuçları

4.1.1. Tamburların Başlangıçtaki Dönme Düzenlerinin Değiştirilmesi

Müessesedeki kesici makinaların, tamburları ilk etapta dönme yönü içten dışa doğru (göçük tarafından bakıldığı-

da), yani ön tambur saat istikameti yönünde, kuyruk tamburu ise saat istikametinin tersi yönünde dönecek şekilde monte edilmişlerdi (Şekil 4.1).

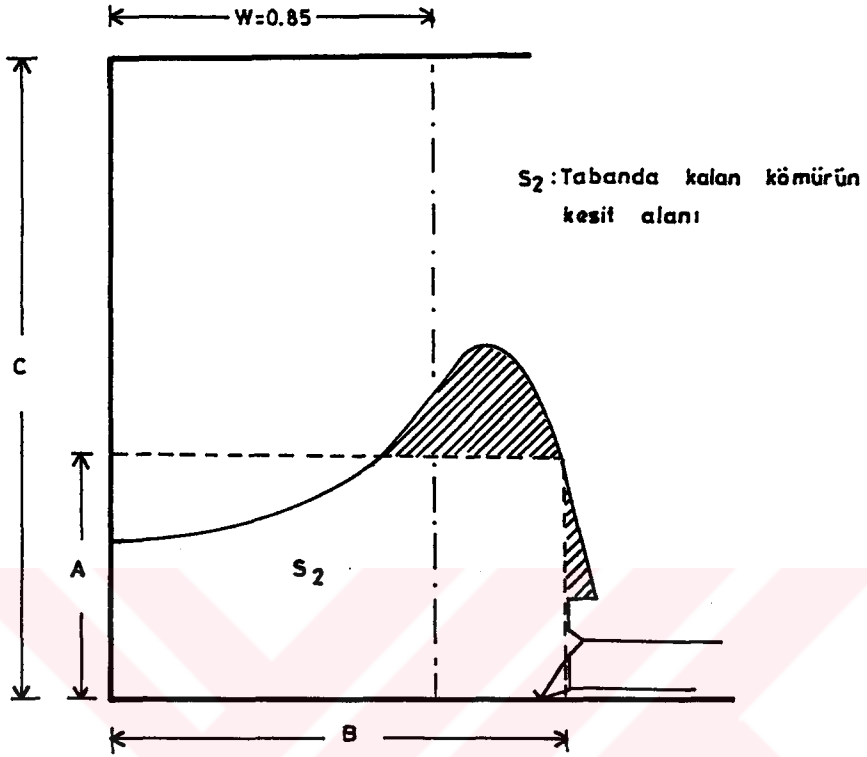


Şekil 4.1 Tamburların İlk Dönme Düzeni

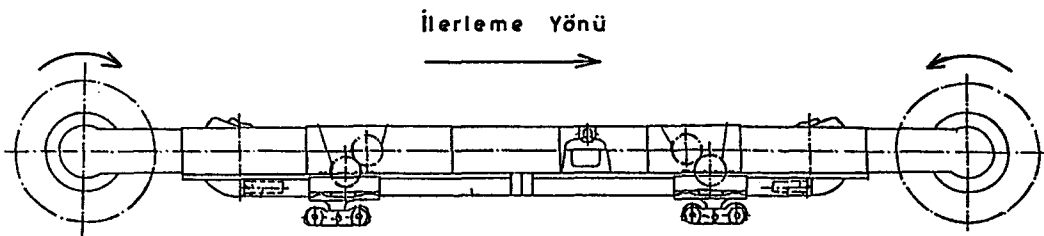
Bu şekildeki tambur dönme düzeninde kazı sonrası tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi yaklaşık olarak Şekil 4.2'de görülmektedir. Görüldüğü gibi arka (kuyruk) tambur tabanda kalan malzemeyi tepe kısmı göçük tarafında oluşan bir yığın halinde bırakmaktadır (O.Z.Hekimoğlu, 1993 kişisel görüşme) (1).

Ancak daha sonra bu tarzdaki dönme yönü yükleme performansı açısından yeterli görülmemiş ve tamburlar dıştan içe (sağ tambur saat istikametinin tersi yönünde, sol tambur ise saat istikameti yönünde) dönecek şekilde yeniden monte edilmiştir (Şekil 4.3). Tamburların yeni dönme düzeninde tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi yaklaşık olarak Şekil 4.4'teki gibi ortaya çıktığı gözlenmiştir. Görüldüğü gibi bu dönme düzeninde ise tabanda kalan malzeme düz bir yığın şeklinde ortaya çıkmıştır.

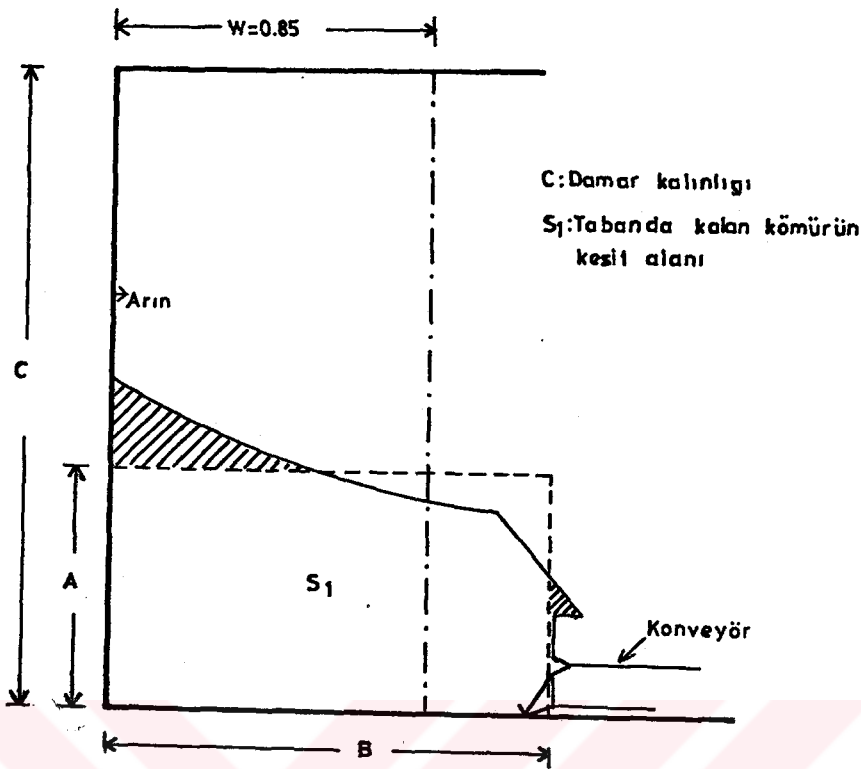
(1) Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü
Beytepe/Ankara.



Şekil 4.2 Tamburların ilk Dönme Düzeninde Kesim Sırasında Tabanda Kalan Kömürün Kesit Alan Geometrisi



Şekil 4.3 Tamburların İkinci Dönme Düzeni



Şekil 4.4 Tamburların İkinci Dönme Düzeninde Kesim Sırasında Tabanda Kalan Kömürün Kesit Alan Geometrisi

İyi araştırıldığında bu iki tambur dönme düzeni arasında yükleme verimi açısından büyük bir farkın olmadığı anlaşılmaktadır. Eğer bu iki dönme yönü tamamen aynı koşullarda birbirleriyle karşılaştırılacak olunursa tabanda kalan malzemenin kesit alanının birbirlerine hemen hemen çok yakın olduğu görülebilir. Yükleme performansı açısından bir dezavantaj sağlamayan bu en son dönme düzeni beraberinde önemli dezavantajları da beraberinde getirmiştir.

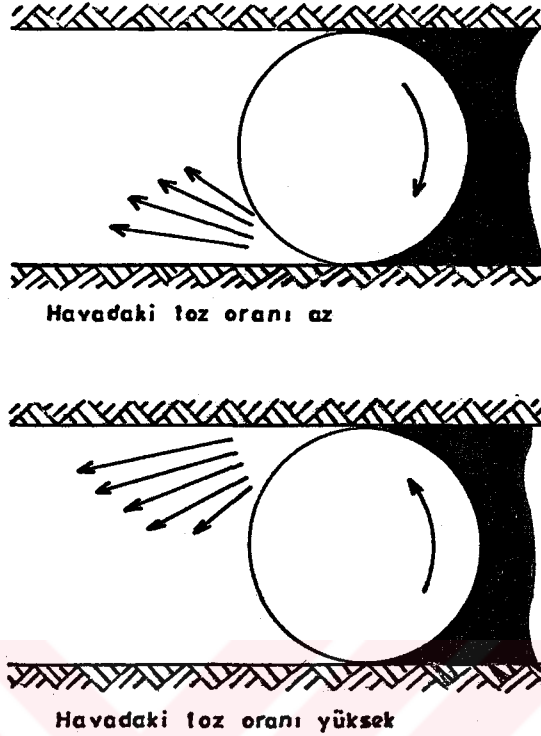
4.1.2. Yeni Dönme Düzeninin Dezavantajları

(1). Kazı sırasında makinada yüksek titreşimler söz konusudur. Çünkü kesici makinadaki arka tambur 90°den küçük bir kesme sektöründe aşağı kesme hareketi yapmaktadır. Aşağı

kesme hareketinde tambur üzerindeki keski maksimum kesme derinliğinden kazıya başladıkları için keski kuvvetleride en yüksek değerini almaktadır. Bu da keskilerde bir darbe etkisi yapmaktadır. Neticede keski sarfiyatı önemli oranda artmaktadır. Arka tamburdaki keski sarfiyatının yanı sıra söz konusu darbe etkisinden dolayı yüksek titreşimler oluşmaktadır.

Bu da makinayı pratikte pek istenmeyen bir harekete maruz kalmasına neden olmuştur. Kömür damarı içinde sert yabancı malzemelerin (imprüte) olduğu tavan ayaklardan makinaya etki eden titreşimler ve reaksiyon kuvvetleri daha fazla miktarda artmaktadır. Bu titreşimler, makina gövdesinde ve mekanik aksamalarında arızalar neden olmaktadır. Üretici firma bu sorunu çözmek için, makina elemanlarını rijit hale getirmiştir. Ancak bu da kalıcı bir çözüm olmamaktadır.

(2). Yeni dönme düzeninin ikinci önemli dezavantajı ise özellikle makinanın yukardan-aşağıya doğru kesim yaparken toz yoğunluğunun artmasıdır. Çünkü tamburun dönüş yönü tozların hareketini etkilemektedir (Chiang, 1980). Tambur yukardan-aşağı (tavandan-tabana) dönerek kesimi yaptığında oluşan tozlar küçük açılarla tabana üflenirler. Tabana üflenmiş tozlar tabana inmeden önce serbest halde çökerken, küçük tepeler oluştururlar. Bu dönme düzeninde tozların yere düşme yüksekliği az olduğu için ocak havasına karışmaları (askıda kalmaları) daha az oranda olmaktadır (Şekil 4.5).



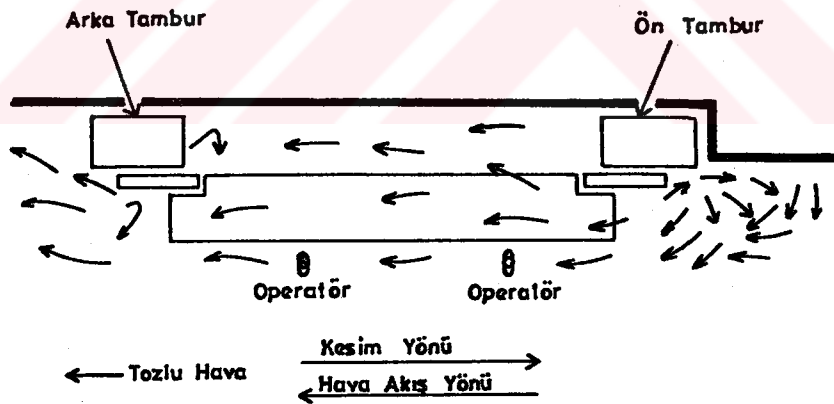
Şekil 4.5 Tambur Dönüş Yönünün Ortamın Toz Yoğunluğunun Etkisi (Chiang,1980)

Tambur aşağıdan-yukarı (tabandan-tavana) dönerek kesim yaptığında oluşan tozların yere düşme yükseklikleri fazla olması nedeniyle ocak havasına karışmaları daha kolay olmaktadır. Ayrıca oluşan tozlar makinanın gövdesine doğru püskürerek hem makinaya zarar vermekte ve hem de operatörün çalışmasını olumsuz yönde etkilemektedir.

Çift tamburlu tam kesicilerle yapılan kesimlerde, ön tambur tam gümlü olarak kazı yaparken arka tambur ise tabanda geri kalan malzemeyi kazmaktadır (Niewiadamski et all. 1982). Damar kalınlığı açısından ele aldığımızda OAL'de kullanılan tambur kesicilerde ön tambur kömür damarının yaklaşık %70'ini arka tambur ise tabanda kalan

%30'unu kesmektedir. Dolayısıyla ön tamburdan oluşan toz miktarı daha fazla olmaktadır.

Tamburların yeni dönme düzeninde makina ayak kuyruğundan ayak başına kazı yapılırken toz oranının oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Makinanın ön tamburu aşağıdan-yukarıya doğru döndüğü için ön tambur çevresinde toz yoğunluğu yüksek olan bir tozlu hava bulutu oluşmaktadır. Söz konusu yönde kazı yapılırken kesim yönü hava akış yönünün tersi yönünde olduğundan dolayı, toz yüklü hava bulutu makinanın gövdesine (ayak kuyruğuna) doğru üfleemektedir. Neticede makina üzerine üflenen tozlar makinaya zarar vermekte ve operatörün kazıyı ve arını izlemesi zorlaşmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Kuyruktan-Başa Kesimde Toz Yüklü Havanın Ayak Başına Doğru İtilmesi

Ayak başından-kuyruğa doğru kesimde ise yine ön tambur yukarıdan aşağıya döndüğü için, çevresindeki toz yoğunluğu

artmaktadır. Bu kesim şeklinde, hava akış yönü ile kesim yönü aynı olduğu için, toz yoğunluğu ön tambura kadar az, ön tamburu geçtikten sonra daha fazla olmaktadır (Taylor and Jonkowski,1982). Dolayısıyla makina ve operatör temiz hava tarafında kalmaktadır.

İlk tambur dönme düzeninde her iki yönde kesim şeklinde de ön tambur yukarıdan-aşağıya döndüğü için makina çevresinde daha az toz yoğunluğu söz konusudur. Bu nedenle birinci dönme düzeninde tozun makinaya ve operatöre olan olumsuz etkisi daha az olmaktadır.

4.2.Yükleme Performansı İncelenirken İzlenen Yöntem

DAL'de kullanılan tamburlu kesicilerin yükleme performanslarının hesabı kesim sonrasında tabanda kalan kömür miktarı dikkate alınarak yapılmıştır.

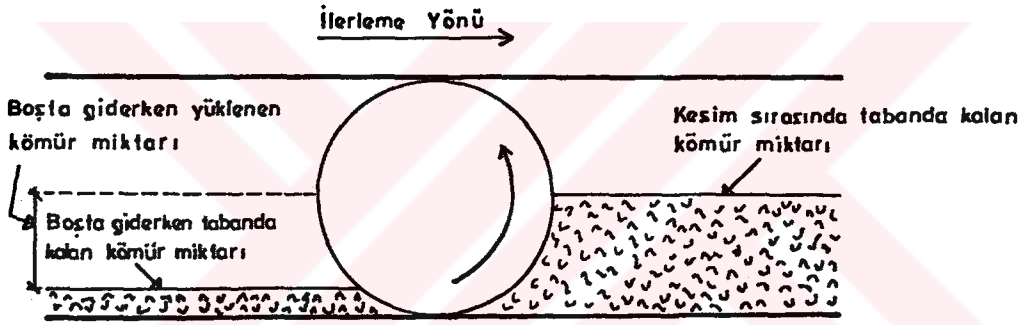
Tabanda kalan kömür miktarı şu şekilde tesbit edilmiştir. Tabandaki kalan kömürün ayak boyunca kesit olan geometrileri göz önüne alınarak 5 bölgeye ayrılmıştır. Her bir bölgede tabanda kalan kesit alan geometrileri çıkarılmıştır. Çıkarılan bu kesit alan geometrilerinin her birini o bölgede tabanda kalan kömürün yaklaşık kesit alan geometrisini yansıtmaktadırlar. Bu 5 bölgeden elde edilen kesitlerin alansal değerleri birbirlerine yakın olmaktadır. Daha sonra bu 5 bölgeden elde edilen alansal değerlerin

(kesitlerin) ortalaması alınmıştır. Alınan ortalama değer, tüm ayakta yaklaşık olarak tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisini temsil edecek şekilde dikkate alınmıştır.

Yükleme performansının saptanması ise şu şekilde yapılmıştır. Tamburlu kesicinin bir kesimde kazdığı kömür miktarı tambur gömülme derinliğine ve damar kalınlığına bağlı olarak ton cinsinden hesaplanmıştır. Daha sonra tabanda kalan kömür miktarı, tüm ayağı temsil eden kesit alan geometrisi (5 kesit alanın ortalaması) kullanılarak ton cinsinden hesaplanmıştır. Tabanda kalan kömürün hesabında kabarma faktörü dikkate alınmıştır. Bir kesimde üretilen kömür miktarından tabanda kalan kömürün miktarı çıkartılarak yükleme performansı hesaplanmıştır.

Ölçümler DAL Müessesesinde değişik ayaklarda yapılmıştır. Bu ayakların bazılarında tek yönlü kesim yapılmaktadır. Tamburlu kesici ayak kuyruğundan-ayak başına giderken kazı işlemini yapmaktadır. Makina ayak başından-ayak kuyruğuna giderken ise kazı yapmadan boşa gitmektedir. Makina boşa giderken tabanda kömür konveyöre yüklenmeye çalışılmaktadır. Makina yükleme amacıyla aşağıdan-yukarıya giderken çok az miktarda da olsa bir kömür kazısı yapılmaktadır. Bu kazının derinliği damarın eğimine göre değişmektedir. DAL'de ise yaklaşık 40 mm olarak gerçekleşmektedir (Şekil 4.9). Makina boşa gittiğinde kazı yapmasının nedeni; kesme yö-

nü ile yükleme yönünün zıt oluşundan kaynaklanmaktadır. Yükleme sırasında kesilen bu kömürün tamburlu kesicilerin yükleme performansları ölçülürken dikkate alınması gerekir. Kesici makina boşta giderken tabanda kalan kömürün tümünü konveyöre yükleyememekte belli bir miktarı kalmaktadır (Şekil 4.7). Tabanda kalan bu malzeme konveyör ile riye ötelendiğinde önündeki yükleme rampası yardımıyla konveyöre aktarılmaktadır.



Şekil 4.7 Makina Başta Giderken Tamburdan Kalan Kömürün Yükleneşi

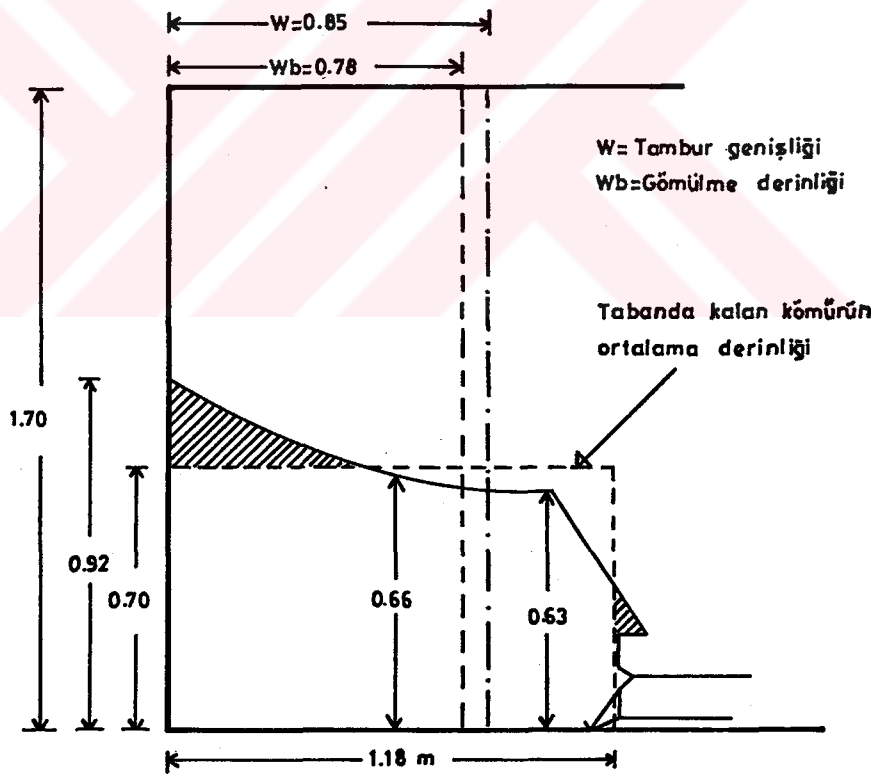
Yükleme performansı incelenen bazı ayaklarda ise çift yönlü kesim (hem ayak başından-kuyruğa hem de ayak kuyruğundan başa) yapılmaktadır.

4.3.Yükleme Performansı ile İlgili Pratik Veriler

4.3.1.Tek Yönlü Kesimde Elde Edilen Pratik Veriler

Ölçüm 510 panosu 05-tavan ayakta yapılmıştır. Ayağın uzun-

luğu 170 m damarın kalınlığı 1.70 m civarındadır. Tek yönlü kazının nedeni taban ayağın yavaş ilerlemesidir. Makina kuyruktan-başa giderken kazı yapmaktadır. Kazı esnasında tabanda kalan malzemenin ölçülen kesit alan geometrisi Şekil 4.8'de görölmektedir. Yükleme performansı hesaplanırken kabarma kat sayısı 1.5 olarak alınmıştır (SME, 1973) . Kömürün yoğunluğu ise 1.4 ton/m^3 olarak alınmıştır.



Şekil 4.8 Kuyruktan-Başa Kesimde Tabanda Kalan Kömürün Kesit Alan Geometrisi

Bir kesimde ayağın 1 metrelik kısmında üretilen kömür miktarı= $1.70(m) \times 1.4 (ton/m^3) \times 1(m) \times 0.78(m) = 1.8564 \text{ ton}$

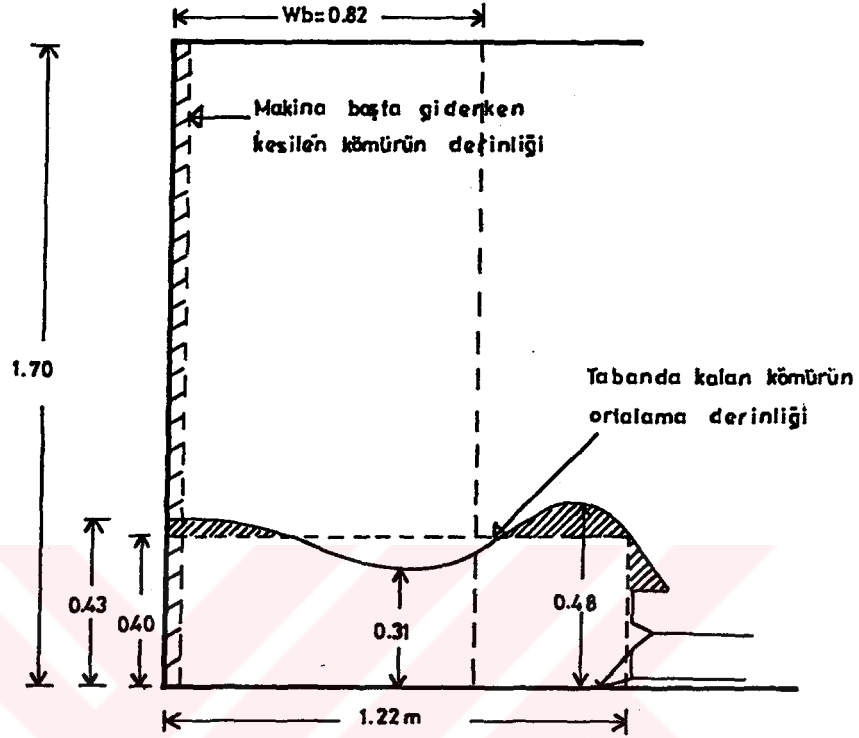
$$\text{Tab. kalan kömür miktarı} = \frac{0.70(m) \times 1.118(m) \times 1.4 (ton/m^3) \times 1(m)}{1.5} = 0.7709 \text{ ton}$$

$$\text{Yüklenen kömür miktarı} = 1.8564 - 0.7709 = 1.0855 \text{ ton}$$

$$\text{Yükleme performansı} = \frac{1.0855 \times 100}{1.8564} = 58.47$$

olarak yaklaşık hesaplanmıştır.

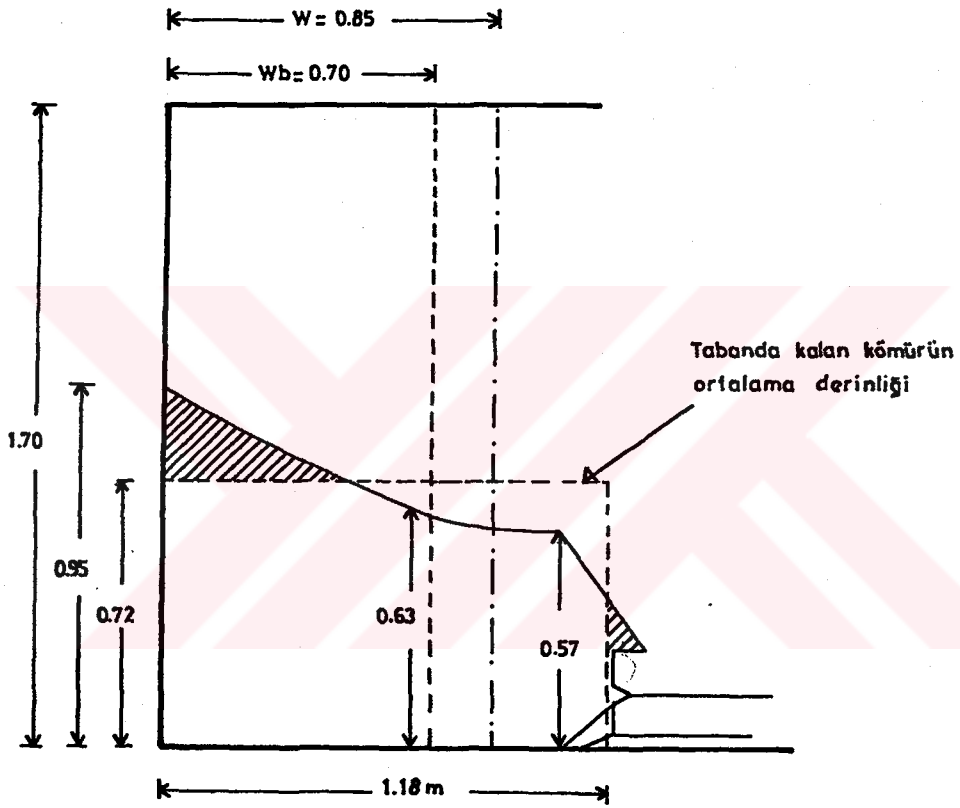
Aynı ayakta tamburlu kesici ayak başından-kuyruğa boşta yükleme yaparak gittiğinde kalan kömürün bir miktarı daha konveyöre yüklenmektedir (Şekil 4.9). Makina boşta yükleme yaptıktan sonra toplam yükleme performansı (aynı yöntemle) yaklaşık %75.5'e yükselmiştir (yükleme sırasında 40 mm'lik kömür kesimi dikkate alınmıştır). Bu işlem sonrasında kesilen kömürün tümü konveyöre yüklenememektedir. Kalan kömür, konveyör ileriye ötelenirken, önündeki rampa yardımıyla konveyöre yüklenmektedir.



Şekil 4.9 Makina Başta Giderken Tabanda Kalan Kömürün Kesit Alan Geometrisi

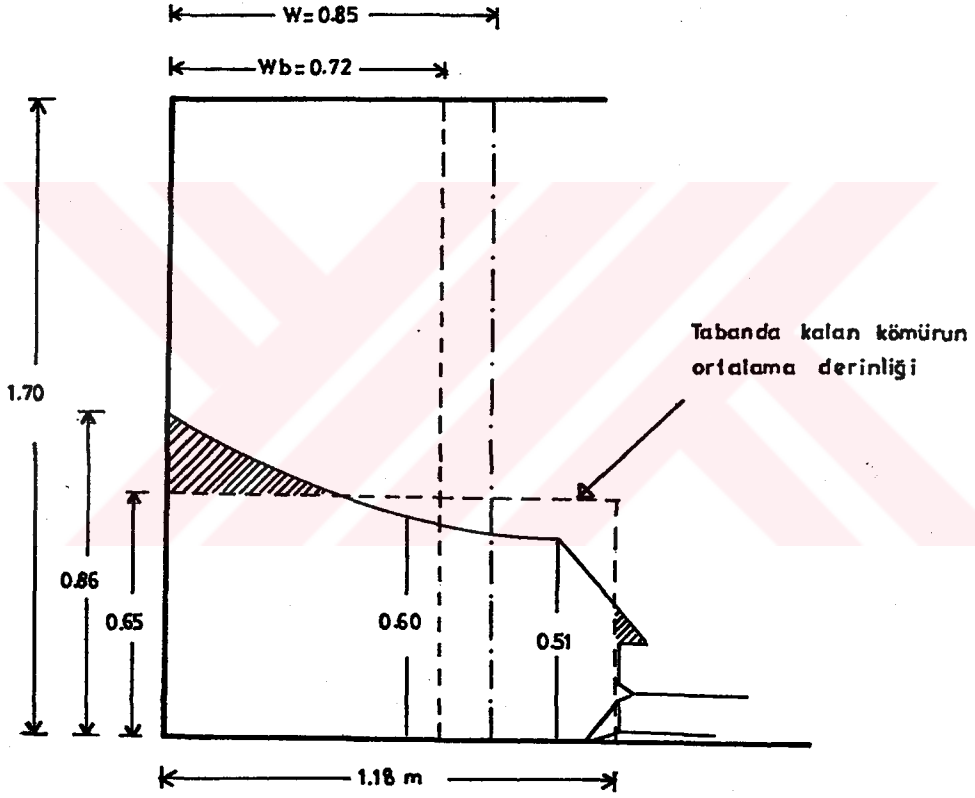
4.3.2.Çift Yönlü Kesimde Elde Edilen Pratik Veriler

Yükleme performansı ölçümü, 510 panosu 06-tavan ayakta yapılmıştır. Ayakta çift yönlü kesim uygulanmaktadır. Makina hem ayak başından-ayak kuyruğa, hem de ayak kuyruğundan-ayak başına kesim yapmaktadır. Makinanın ayak başından-kuyruğa kesim yaparken, tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi Şekil 4.10'da görülmektedir. Bu kesim yönünde yükleme performansı aynı yöntemle hesaplanarak yaklaşık %58.22 olarak hesaplanmıştır.



Sekil 4.10 Baştan-Kuyruğa Kesimde Tabanda Kalan Kömürün Kesit Alan Geometrisi

Aynı ayakta tersi kesimde (ayak kuyruğundan-başa) tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi Şekil 4.11'deki gibi olmaktadır. Bu kesim yönünde ise yükleme performansı yaklaşık %52.42 olmaktadır.



Şekil 4.11 Kuyruktan-Başa Kesimde Tabanda Kalan Kömürün Kesit Alan Geometrisi

4.4. DAL'deki Tamburlu Kesicilerin İlerleme Hızlarının İncelenmesi

Kesici makinanın, kesme yönü ve gömülme derinliği ilerleme hızı üzerinde büyük bir etkiye sahip olmaktadır. 510-pano 06-tavan ayakta eğim yukarı ve eğim aşağı ortalama makina ilerleme hızı değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Eğim yukarı ve eğim aşağı ortalama makina ilerleme hızlarının karşılaştırılması

	<u>İlerleme Hızı</u>	<u>Gömülme Derinliği</u>
Kuyruktan-Başa (kesim yaparken)	4 m/dak	0.70 m
Baştan-Kuyruğa (kesim yaparken)	2 m/dak	0.60 m

Çizelgeden de görüldüğü gibi tamburlu kesici baştan-kuyruğa (eğim yukarı) kesim yaparken ilerleme hızı büyük oranda düşmektedir. Makina ilerleme hızındaki azalmasına sebep olan önemli etkenlerden biri eğim yukarı kazı yapmasıdır.

Diğeri ise kazılan kömürün, kesici makina ile konveyör arasındaki boğaz açıklığının yetersizliğinden dolayı makina önünde sürüklenerek ilerleme hızını olumsuz yönde etkilemesidir.

5.GENEL SONUÇLAR

DAL'de kullanılan tamburlu kesicilerde yüklemeye ilgili bazı sorunların olduğu, yapılan pratik araştırmalar sonucunda gözlemlenmiştir. Mevcut tambur dizaynının, pratikte uygulanan dizayn prensiplerine uygun olduğu anlaşılmıştır. Tambur dönüş hızı 37 dev/dak, spiral kanat açısı 22°, spiral derinliği yaklaşık 21 cm, kanatlar arası mesafe 41 cm ve kanat sayısı 3 adettir. Tambur dizayn parametreleri görüldüğu gibi uygulamada önerilen değerler arasındadır.

Pratik araştırma sonuçlarından anlaşıldığı gibi tamburların halihazırdaki dönme düzenlerinin değiştirilmesi yüklem performansı açısından bir avantaj sağlamamıştır. Değiştirilen ikinci dönme düzeninden dolayı arka tambur 90°den küçük kesme sektöründe aşağı kesme (down-cut milling) yapmaktadır. Bu tür kesme şeklinde keski sarfiyatını olumsuz olarak etkilemekte ve makinaya etkiyen reaksiyon kuvvetleri ile tork'taki titreşimlerde artmaktadır. İkinci dönme düzeninde, kazı sırasında oluşan tozun havaya karışması daha kolay olmaktadır. Makina ayak kuyruğundan-ayak başına kazı yaparken ön tambur aşağıdan yukarıya (taban-tavan) döndüğu için oluşan tozların havaya karışma oranı yüksektir. Bu kesim şeklinde kazı yönüyle, hava akış yönüne zıt olmaktadır. Dolayısıyla ön tambur civarında oluşan toz yüklü hava bulutu makina gövdesine doğru püskürerek makinaya zarar vermektedir. Bu ortamda operatörün kazıyı (arını) izlemesi de zorlaşmaktadır.

Makinanın gömülme derinliğinin yükleme performansı üzerinde bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. DAL'de kullanılan makinaların tambur genişlikleri 85 cm'dir. Ancak kazı sırasında gömülme derinliği ile tambur genişliği arasındaki fark büyük olmaktadır. Bu da yükleme performansını olumsuz yönde etkilemektedir.

Yükleme performansı düşüren bir başka etken ise kesici makina ile konveyör arasındaki boğaz açıklığının yetersiz oluşudur. Çünkü kazı yapılırken kazılan kömürün ancak belirli bir kısmı konveyöre yüklenmektedir.

Tamburlu kesici özellikle ayak başından-ayak kuyruğuna (eğim yukarı) kazı yaparken ilerleme hızında önemli bir düşüş söz konusudur. Makina ilerleme hızındaki bu düşüş yükleme verimini azaltmaktadır. Ters kesimde (ayak kuyruğundan-ayak başına) yükleme performansı artmaktadır.

6.ÖNERİLER

DAL Müessesesinde kullanılan tamburlu kesicilerin yükleme performanslarının artırılması için, öncelikle tambur dönüş yönlerinin yeniden gözden geçirilmesi çok yararlı olabilecektir.

Bunun beraber; eğim yukarı kesme yapılırken makinanın ilerleme hızı, tambur üzerindeki keski düzenlerinin yeniden gözden geçirilmesiyle artırılabilir. İlerleme hızının uygun bir değerde artırılmasıyla yükleme performansında artış beklenebilir.

Yükleme performansının önemli bir parametresi olan, tambur genişliği ile gömülme derinliği arasındaki farkın azaltılması ile yararlar sağlanabilir.

Tamburların eski ve yeni dönme düzeni arasında toz oluşumu açısından bir karşılaştırmanın yapılması ocak havası ve işçi sağlığı için büyük yararlar sağlayacaktır.

Makinayla konveyör arasındaki mevcut boğaz açıklığının dar olmasında yükleme performansını olumsuz yönde düşürmektedir.

Tamburlu kesicilerin kesme performanslarının artırılması için ise keski düzenlerinde bazı değişikliklerin yapılması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Aydın, Y. ve Fünestürk, J., 1988, Beypazarı Projesi Raporu, Türkiye 6. Kömür Kongresi. ss.53-71. Ankara.
- Brooker, C.M., 1979, Theoretical and Practical Aspects of Cutting and Loading by Shearer Drums, Colliery Guardian Coal International.
- Chiang, H.S., 1980, Fully-Mechanized Longwall Coal Mining. Shandong Scientific and Technical Publishing Co., pp. 172-235 (in Chinese).
- Eicbaub, F., Tekathen, H., Zibelius G., 1978, Experiments with 6-and 3-Scrooll Cutting Drums. pp.472-473 (in Germany).
- Ersen, A. ve Ünver, D., 1985, Beypazarı Tam Mekanize Yeraltı Linyit Projesi, Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 9. Kongresi, ss.163-178, Ankara.
- Hekimoğlu, D.Z., 1986, Galeri Açma Makinalarında Kesici Kafa Geometrisinin Makinanın Performanslarına Olan Etkileri, Türkiye 5. Kömür Kongresi, ss.111-140, Zonguldak.
- Hekimoğlu, D.Z. and Fowell, R.J., 1990, Theoretical and Proctical Aspects of Circumferential Pick Spacing on boom tunnelling machine cutting heads, Mining Science and Technology-Elsevier Puplication, ss.257-270, Amsterdam.
- Hekimoğlu, D.Z., 1991, DAL Müessesesindeki Tamburlu Kesiciler ve Karşılaşılan Sorunlar, Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 12. Kongresi, ss.133-147, Ankara.
- Hurt, K.G., Morreis, C.J., Mullins, R., 1985, Developments in Coal Cutting Techniques, NCB, HQTD, Paper Presented to the Institution of Mining Eng. Southern Counties Branch at NCB Dover Offices.

- Mellor, M., 1975, Mechanics of Cutting and Boring, Part I: Kinematics of Transverse Relation Machines, CREEL, Special Report 226.
- Mellor, M., 1977, Mechanics of Cutting and Boring, Part VI: Dynamics and Energetics of Transverse Relation Machines, CREEL Report pp.77-19.
- Morris, C.J., 1980, The Design of Shearer Drums with the Aid of a Computer, The Mining Engineer, pp.289-294.
- Niewidomski, G.E., Jankowski, R.A., Kissel, F.N., 1982 Ten Ways to Reduce Longwall Dust, Mining Congress, pp.44-49.
- Pechalat, F., 1972, Study of Shearer Loading, Coal Technical Publication, pp.87-115 (in French).
- Peng, S.S. and Chiang, H.S., 1983, Longwall Mining, Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons, pp.385-394, New York.
- Plum, D., 1987, Developments on Drums and Shearers, Glückauf Translation, 123, Nr. 17.
- Taylor, C.D. and Jankowski, R.A., 1982, How the six Cleanest U.S. Longwalls Stay in Compliance, Mining Congress, pp.37-40.
- Zibelius, G., Schubert, W., Nowacki, G., 1983, Loading Performance of different Shearer drums working to the dip, Glückauf Translation, 119, Nr.1.
- SME, 1983, Mining Engineering Handbook Volume 2: Commins-Givan pp. 17-65.

UZBEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mustafa Ayhan
Doğum Yeri : Ergani/Diyarbakır
Doğum Yılı : 01.01.1965
Medeni Hali: Evli

Eğitim ve Ekonomik Durumu:

Lise 1979-1982 Ergani Lisesi
Lisans 1983-1987 H.Ü.Zonguldak Mühendislik Fakültesi
Maden Bölümü

Yabancı Dil : İngilizce

İş Tecrübesi:

1987-1991 Enerji ve Sulama Barajlarında (Özel Sektör)
1991'den buyana Dicle Üniversitesi Mimarlık Mühendislik
Fakültesi Maden Bölümünde Uzman olarak görev yapmaktadır.

T.C. YUNUS EMRE KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ