

OAL'DEKİ TAMBURLU KESİCİLERİN YÜKLEME PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

Studies in the Loading Performance of the Drum Shearers in OAL Mine

Osman Zeki HEKİMOĞLU (*)
Mustafa AYHAN (**)

Anahtar Sözcükler : Tamburlu Kesiciler, yükleme performansı, tambur tasarımı

ÖZET

Bu yazıda TKİ'ye bağlı OAL Müessesesindeki tamburlu kesicilerin yükleme performansları anlatılmaktadır. Tambur tasarımında yükleme açısından önemli olan parametreler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. OAL'deki tamburların tasarım özellikleri ile daha önce yapılan performans çalışmaları incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Halihazırda çalışan tamburların yükleme verimi ile ilgili olarak bir seri pratik çalışmalar yapılmıştır. Sonuç olarak, tambur dönme yönünde yapılan değişikliğin yükleme verimi ile ilgili olduğu kadar makinanın tüm performansı açısından da yeniden gözden geçirilmesinin gerekli olduğu vurgulanmıştır.

ABSTRACT

This paper sets out investigations on the loading performance of drum shearers in OAL Mine, a subsidiary of TKİ. The parameters dominant in drum design with respect to loading are described in detail. The design characteristics of the shearer drums currently operating in OAL Mine, along with previously carried out performance investigations, were reviewed and evaluated. It was emphasized that the change in the direction of drum rotation should be reconsidered in terms of overall machine performance as well as loading efficiency.

(*) Doç. Dr. Hacettepe Üniversitesi, Maden Müh. Bölümü, Beytepe, ANKARA

(**) Uzman, Dicle Univ., Maden Müh. Bölümü, DİYARBAKIR

1. GİRİŞ

Yakıt ve enerji tüketiminde önemli bir yere sahip olan kömürün üretimi, diğer yakıtlara oranla daha güç ve daha pahalı olmaktadır. Bu olumsuzluk yeraltı maden işletmelerinde daha da artmaktadır. Yeraltı maden işletmeciliğinde yüksek üretim kapasitesi ancak tam mekanize sistemlerle olanaklı olabilmektedir. Günümüzde, uygun maden yatağı koşullarında tam mekanize uzun ayak yöntemi uygulaması yaygınlaşmıştır. Tamburlu kesiciler bu tür sistemlerdeki kazı işleminin en önemli unsurlarından biridir. Bu makinelerin üzerinde değişen çalışma koşullarına göre uygun değişikliklerin yapılması bazı durumlarda gerekli olmaktadır. Yani tambur dizaynının ocağın değişen koşullarına göre yeniden düzenlenmesi gerekli olabilmektedir. Anılan düzenlemeler sırasında kesme performansı ile ilgili parametreler yükleme performansı ile ilgili parametrelere oranla çok daha kolay olarak düzenlenebilmektedir. Bu nedenle bir tamburlu kesicinin yükleme performansı ile ilgili parametrelerin başlangıçta çok iyi değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tamburlu kesici makineler kömürü keser ve kesilen kömürü de konveyöre yüklerler. Bir tamburlu kesicinin performansı, kesme ve yükleme performansının yeterliliği ile ölçülmektedir. Yükleme performansının artırılabilmesi, yükleme işleminin sürekliliğine bağlıdır. Dolayısıyla yüklemeye yardımcı eleman kullanmadan, yükleme performansının artırılması ek bir maliyet getirmekte ve ayrıca arıza yaptıklarında sistemin aksamasına neden olmaktadır.

Ülkemizde tamburlu kesicilerin kullanımı ilk kez Türkiye Kömür İşletmesi (TKİ) kurumuna bağlı Orta Anadolu Linyitleri (OAL) işletmesinde başlanmıştır. Tam mekanize uzun ayak projesi kapsamında alınan tamburlu kesicilerle yapılan üretim çalışmaları sırasında, işletmedeki mevcut damar koşullarından dolayı bazı sorunlarla karşılaşmıştır.

Bu yazıda OAL müessesesinde kullanılan tamburlu kesicilerin yükleme performanslarının değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmalar verilmiştir. Söz konusu

tamburların yükleme performansları ile ilgili yerinde yapılan araştırmaların sonuçları da göz önüne alınarak bazı öneriler getirilmiştir.

2. TAMBURLU KESİCİLERDE YÜKLEME İŞLEVI

Tamburlu kesicilerin yükleme performansları; üretilen kömür miktarı, dolayısıyla verimlilik ve toz oluşumu ile dağılımı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Tamburlu kesicilerde kazı, tamburlarla yapılmakta ve kazılan kömür tamburun spiral kanatları yardımıyla üzerinde hareket ettikleri zincirli konveyöre yüklenmektedir. Yükleme işlemi temel olarak tamburun spiral kanatları tarafından gerçekleştirilmektedir. Ancak kazılan kömürün tamamını spiral kanatlar konveyöre yükleyememekte, belirli bir miktarı tabanda kalmaktadır. Tabanda kalan kömürün yüklenmesi ve yükleme etkinliğinin artırılabilmesi için bazı durumlarda yüklemeye yardımcı elemanlar kullanılmaktadır.

2.1. Tambur Dizaynında Yükleme Performansına Etki Eden Parametreler

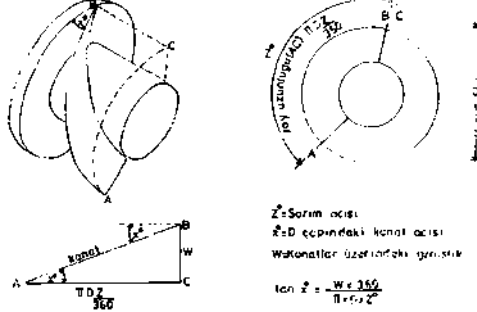
Tamburun yükleme performansına etki eden parametrelerin sayısı çok fazladır. Yükleme konusunda uzun vadede çok sayıda parametrelerin ayrı ayrı denemesi gerekmektedir. Bu konuda özellikle İngiltere'de çok ayrıntılı bir araştırma yapılmıştır (Morris, 1980). Bir tamburun etkin ve verimli bir yükleme işlemini gerçekleştirebilmesi için gerekli olan parametreler aşağıda ayrıntıları ile verilmiştir.

2.1.1. Spiral Düzeni

2.1.1.1. Spiral Açısı

Tamburun arın plakası ile spiral kanat arasındaki açığı "spiral açısı" denir. Spiraller üzerinde herhangi bir çapta çizilen daire çevresinde spiralin başlangıcından (makina tarafından) sonuna (arın tarafına) kadar ölçülen açı ise spiral "sarım açısı" olarak tanımlanır. Spiral açısı, sarım açısı ve tambur çapı ile tambur genişliği arasındaki ilişki Şekil 1'de tanımlanan formülle hesaplanabilmektedir. Bu formülle, bilinen bir spiral açısı için sarım açısı veya bilinen bir

sarım açısı için spiral açısının hesaplanması mümkündür.



Şekil 1. Spiral açısı, sarım açısı ve tambur çapı ile tambur genişliği arasındaki ilişki

Spiral derinlikleri hariç diğer bütün özellikleri aynı iki tambur karşılaştırıldığında, spiralin ucundaki spiral açıları aynı olmasına karşın altındaki spiral açıları aynı olmamaktadır. Eğer spiral derinliği farklı bu iki tamburun yükleme performansı üzerinde spiral derinliğinin etkisi yoksa, tamburların yükleme performansları aynı olmaktadır. Ancak spiralin altındaki spiral açısını ifade ederek tambur ayrıntılarının farklı olduğunun belirtilmesi gerekir. Yükleme etkinliği açısından karşılaştırmalar yapılırken, spiral ucundaki spiral açısı belirtilerek yapılmaktadır.

Spiral açısı, yükleme üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Söz konusu açı çok geniş veya çok dar olmamalıdır. Eğer spiral açısı çok geniş olursa, kazılan kömür konveyörün gerisine doğru atılmakta ve toz oluşumu artmaktadır. Ote yandan spiral açısı çok dar olursa kazılan kömürün tambur içindeki akışı engellenmekte ve sıkışma olmaktadır. Yüksek yükleme performansına spiral açısı ve tambur hızı birlikte etki etmektedir. Pratik gözlemlere göre tambur hızları 30-40 dev/dak aralığında ve spiral açısının 8°-30° arasında olması yükleme performansı açısından uygun olmaktadır. Verimli yükleme için yaygın olarak kullanılan aralık ise 10°-20° aralığıdır (Brooker, 1979).

2.1.1.2. Spiral Açısının Pratik Sınırlayıcıları

Pratikte, 360° sarım açısı değerini sağlayan spiral açıların kullanılmasından kaçınılmaktadır. Çünkü sarım açısı 360°nin üzerinde olduğu zaman kömürün tambur

içindeki akışı zorlanmaktadır.

Kesme verimi göz önüne alındığında özellikle 2-spiralli tamburlarda maksimum spiral açısı, minimum sarım açısı bakımından tanımlanmaktadır. Genel olarak 2-spiralli tambur için 220° 3-spiralli tambur için 140°, 4-5-spiralli tamburlar için 105° ve herhangi bir tambur için ise minimum sarım açıları toplamının 420° olması önerilmektedir. Sonuç olarak, belirtilen minimum değerden daha az sarım açısını oluşturacak spiral açıları kullanılmaktadır.

Spiraller arası uzaklık, tambur dizaynının önemli bir parametresidir. Bu uzaklık spiral derinliği ile birlikte yükleme performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Spiraller arası uzaklık yetersiz olduğu zaman kömürün tambur içindeki akışı engellenir ve makina ilerleme hızının düşmesine neden olur. Spiraller arasında optimum hacmi sağlamak spiral derinliğinin azaltılmasına ve mümkün ölçüde spiraller arası uzaklığın artırılmasına bağlıdır. Herhangi bir tambur için, spiraller arası uzaklığın 225 mm'den az olmaması önerilmektedir. Normalde yaygın olarak kullanılan 250-400 mm arasındadır. İnce damarlarda kullanılan tamburlu kesicilerde tamburun spiral aralıkları ve açıları sabit olmaktadır.

2.1.1.3. Spiral Açısı ve Sarım Açısı

Spiral açısı tambur devir hızının sınırlı olduğu durumlarda yükleme performansını etkileyen ana etkenlerden biridir. Tambur ayrıntıları belirtilirken spiral açısı, sarım açısıyla birlikte verilmelidir. Tambur ayrıntılarının net olarak belirtilmediği durumlarda, yükleme etkinliğinin geçerli karşılaştırmaları sarım açısı kullanılarak yapılır.

Tambur çapının boyutu spiral açısına etki etmektedir. Sarım açısı, spiral sayısı ve genişliği aynı fakat çapları farklı olan iki tamburdan büyüğünün spiral açısı daha küçüktür. Tamburun genişliği de spiral açısına etki etmektedir. Belirli bir çaptaki tamburun sarım açısı sabit tutulduğunda, spiral açısı artan tambur genişliğine bağlı olarak büyür.

2.1.1.4. Spiral Sayısı

Yeraltı maden işletmeciliğinde kullanılan kesicilerin büyük çoğunluğu 2 veya 3 spiralden oluşmaktadır. Tambur dönme hızı ile spiral açısının uygun kullanılması ve tambur geometrisinin diğer tüm parametreleri aynı ise 2 veya 3 spiralli tamburlu kesicilerin yükleme performansları arasında çok az bir fark olmaktadır. Bununla birlikte yüksek dönme hızlarında (60 dev/dak veya daha fazla) aynı geometride 3 spiralli tamburun yükleme performansı 2 spiralli tamburdan daha hızlı düşmektedir. Bu gibi durumlarda tambur geometrisinin diğer kesme ve yükleme parametrelerini de göz önüne alarak 2 spiralli tamburun tercih edilmesi daha uygun olmaktadır.

2.1.1.5. Spiral Derinliği

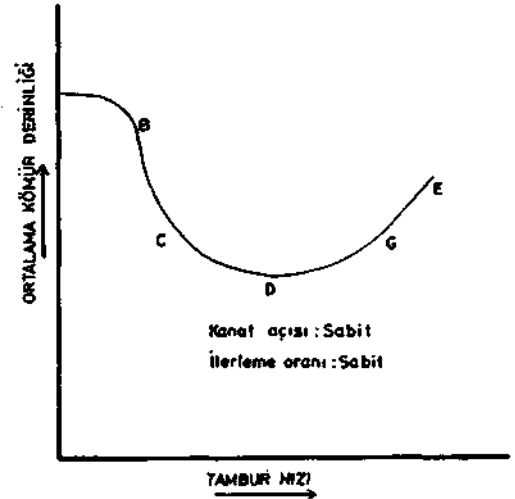
Spiraller arası uzaklık gibi, spiral derinliği de yükleme üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Spiral derinliği, spiraller arasında kesilen spirale yerleştirildikten sonra yüzeyde kalan kısmının uzunluğu ve tamburun spiralsiz çapına bağlıdır. Orta ve büyük çaplı tamburlarda uygun spiral derinliği daha kolay sağlanabilmektedir. Spiral plakasının dayanımı, kaynak dayanımı ve derin spirallerin preslenmesi gibi etkenlere bağlı olarak, maksimum spiral derinliğinin 305 mm olması önerilmektedir. 225 mm'den 305 mm'ye kadar olan spiral derinliklerinde plaka kalınlığının 50 mm olması gerekmektedir.

2.1.2. Tambur Dönme Hızının Etkisi

Tamburun dönme hızı hem kesme performansını hem de yükleme performansını etkilemektedir. Yüksek dönme hızlarında kazılan kömür yine konveyörün gerisine atıldığı için yükleme etkinliği azalmaktadır. Ayrıca yüksek dönme hızında toz oluşumu artmakta, parça sıçratma ve kıvılcım oluşmaktadır. Pratikte yaygın olarak kullanılan tambur dönme hızları 30-50 dev/dak arasındadır.

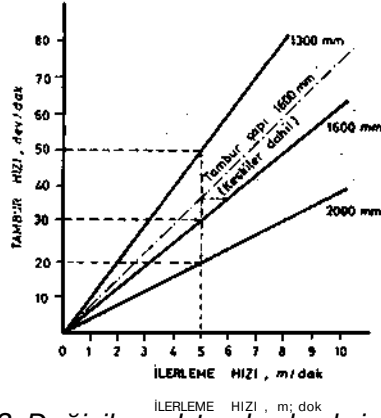
Spiral açısı ve makina ilerleme hızının sabit olduğu durumlarda, tambur dönme hızının tabanda kalan (yüklenemeyen) kömür miktarı üzerine olan etkisi, Şekil 2'de

görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi optimum çalışma noktası D noktasıdır. Dönme hızının artırılması durumunda tabanda kalan kömür miktarı artmakta ve kazılan kömürler spiraller tarafından yukarıya doğru fırlatılmaktadır. E noktasında ise hem tabanda kalan kömür miktarı hızla artmaya devam etmekte ve hem de ortamın toz yoğunluğu artmaktadır. C-D arasında (yani optimumun altındaki hız aralığında) spiraller yükleme işlevi açısından yeterince performans gösterememekte ve dolayısıyla tabanda kalan kömür miktarı artmaktadır. B noktasında ise tambur % 100 tıkalıdır. Aşırı yükten dolayı anormal derecede güç çekişi söz konusudur ve neticede tamburlu kesici durmaktadır.



Şekil 2. Tambur dönme hızının tabanda kalan (yüklenemeyen) kömür miktarı üzerine olan etkisi.

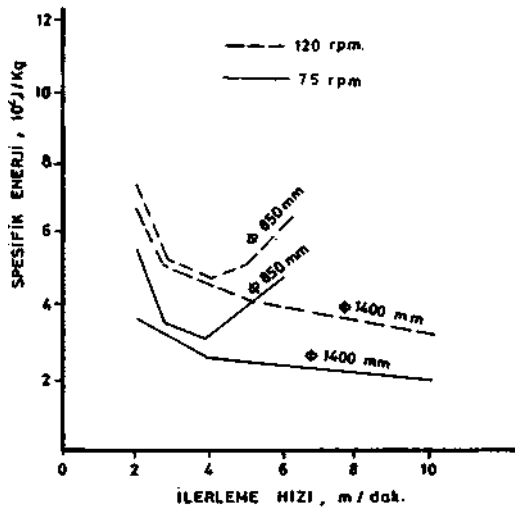
Özellikle küçük çaplı tamburlarla yüksek eğimli damarlarda kazı yapılırken yükleme zorluğu artmaktadır. Değişik çaplı tamburlarda iyi bir yükleme performansı için gerekli tambur dönme hızları Şekil 3'de verilmiştir (Plum, 1987). Sırasıyla 2000 mm, 1600 mm ve 1300 mm çaplı tamburlarla yapılan denemelerde uygun hızlar 20, 30 ve 50 dev/dak olmaktadır. Belirtilen hızların altındaki hızlarda tamburların dolup tıkanması söz konusudur. Bu nedenle tambur hızları grafikte belirtilen hızların üzerinde seçilmelidir.



Şekil 3. Değişik çaplı tamburlarda iyi bir yükleme performansı için gerekli tambur dönme hızları.

2.1.3. Tamburlu Kesicinin İlerleme Hızının Etkisi

Özellikle geniş çaplı tamburlarda, tamburlu kesicinin ilerleme hızını belli bir seviyeye kadar artırma yükleme performansını da artırmaktadır. Bu durumda toplam güç tüketiminin artmasına rağmen özgül (spesifik) enerji düşmektedir. Küçük çaplı tamburlarda ise bu durum farklı olmakta ve 4 m/dak'dan daha büyük ilerleme hızlarında özgül enerji de hızla artmaktadır. Bunun nedeni ise tamburun aşırı yüklenmesidir (Şekil 4).



Şekil 4. Tamburların aşırı yüklenmesinden dolayı özgül enerji değişimleri.

Bunun yanında, ilerleme hızındaki artışla beraber momentleri de artmaktadır. Çünkü

yüksek ilerleme hızı yükleme kapasitesini artırmakta buna paralel olarak da tambur momentleri de büyümektedir. Aynı zamanda tamburlu kesicilerdeki güç tüketimi de ilerleme hızına bağlı olarak artmaktadır. En iyi yükleme, uygun dizayn edilmiş bir tamburda ilerleme hızının 6 m/dak'dan daha büyük, tambur dönme hızının ise 40-60 dev/dak arasında artmasıyla elde edilmektedir (Peng and Chiang, 1984).

2.1.4. Tambur Çapının Etkisi

Tambur çapı kesme çapıdır. Tambur çapı küçültüldüğünde, genel olarak yükleme etkinliği düşer. Bu düşüş 1.20 m'nin altındaki çaplarda daha fazla olmaktadır. Bu durum aşağıdaki gibi açıklanabilir:

- (1) Kesilen kömür miktarı için gerekli yükleme aralığı küçüktür.
- (2) Gömülme derinliği ile çap arasındaki ilişki artmaktadır.
- (3) Spiral genişliği azdır.

Bu faktörler, kesilen kömürün tambur içindeki akışını engelleyerek resirkülasyona neden olurlar. Bu gibi durumlarda, kanat sayısı ve dönme hızının artırılmasının yükleme etkinliği açısından avantajlı olduğu gözlenmiştir. Böylece her bir spiral tarafından taşınan kömür miktarı azalırken birim zamandaki boşaltma sayısı da artar. Dolayısıyla küçük yükleme açıklığında yükleme etkinliğinin artması sağlanır. Fakat tambur çapı çok büyük olursa spiral derinliği de o oranda azalacak ve kazılan kömür konveyöre aktarılamadan spiraller arasından kolayca dökülecektir, Dolayısıyla yükleme etkinliği düşecektir. Tamburun dönme hızı ve geometrisindeki değişimin derecesi yükleme sorununun şiddetine göre değişmektedir.

2.1.5. Gömülme Genişliğinin Etkisi

Gömülme genişliğinin artırılması koşullara bağlı olarak yükleme etkinliğini büyük oranda etkilemekte veya hiç bir etki yapmamaktadır (Brooker, 1979). Çünkü düşük yükleme etkinliğine sahip bir tamburun gömülme genişliğini artırmanın, var olan düşük yükleme performansının daha da azalmasına neden olduğu yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

2.1.6. Ayaktaki Arın Eğimlerinin Etkisi

ilerleme doğrultusu boyunca aşağı doğru 1/8 eğime kadar yükleme performansı olumsuz yönde etkilenmemektedir. Bu şartlarda tamburun geometrisi ve dönme hızı normal olarak seçilebilmektedir. 1/8 veya daha dik eğimlerde yükleme etkinliği açısından spiral sayısı ile spiral açısını artırmak ve buna bağlı olarak da tambur dönme hızını 40 dev/dak'nın üzerine çıkarılması olumlu olmaktadır.

ilerleme doğrultusu boyunca yukarı doğru yaklaşık 1/8 ve daha fazla eğimli olan ayaklarda tambur geometrisi ve hızına ayrı bir önemin verilmesi gerekmektedir. Bu durumda verimli bir yükleme için, spiral açısının düşürülmesi ve tambur dönme hızının 40-30 dev/dak sınırları içinde tutulması gerekmektedir. Böylece kömürün konveyör ötesine atılması ve tamburun tepesinden kömür veya taş parçalarının fırlatılması önlenmiş olmaktadır.

2.1.7. Tambur ve Ayak İçi Konveyörü (AFC) Arasındaki Uzaklığın Etkisi

Bu uzaklık, konveyörün ön kenarı ile tamburun makina (göçük) tarafındaki ilk spiral arasındaki mesafedir. Söz konusu uzaklık arttıkça yükleme etkinliği azalır (Peng and Chiang, 1984). Çünkü tambur tarafından konveyöre aktarılan kömürün önemli bir kısmı konveyör ve tambur arasına düşer. Tamburla konveyör arasına düşen kömür miktarı mesafe uzadıkça artmaktadır. Yükleme etkinliğinin artırılması amacı ile yardımcı yükleme elemanları kullanıldığında belli bir alana ihtiyaç vardır. Bu elemanların kullanılması tambur konveyör arasındaki mesafeyi artırmaktadır. Başlangıçta tek yönlü kesimde tambur konveyör uzaklığı 100 mm'ye kadar düşük tutulurken, günümüzde yaygın olarak kullanılan çift yönlü kesim sistemlerinde bu uzaklık 355 mm'ye kadar çıkabilmektedir.

2.1.8. Tamburlu Kesicinin Kesme Yönünün Etkisi

Tamburlu kesiciler genelde ayak kuyruğundan-ayak başına doğru kesim yaptıklarında daha iyi yükleme yapmaktadırlar, ayak başından ayak kuyru-

ğuna kesimde yükleme performansında dalma ve batma açılarından dolayı azalma gözlenmektedir. Bu nedenle kuyruğa doğru kesimde yükleme performansını artırmak için, küçük spiral açıları ve düşük tambur hızlarının seçilmesi gerekmektedir (Peng and Chiang, 1984). Ters kesimde ise spiral sayısını ve tambur dönme hızını uyumlu artırmak olumlu olmaktadır.

2.1.9. Tamburun Dönme Yönünün Etkisi

Tambur tabandan-tavana doğru dönerek kömürü kestiğinde tersi yöndeki kesimden daha az bir güç gerekmektedir. Fakat bu fark çok büyük değildir. Tamburun dönüş yönünün seçiminde; kesicinin dengesi (stabilitesi), kesme performansı, üretilen toz miktarı ve keski sarfiyatının dikkate alınması gereklidir.

2.1.10. Konveyörün Taşıma Kapasitesinin Etkisi

Konveyörün taşıma kapasitesi düşük ise tamburun yükleme verimi de düşük olur. Taşıma kapasitesi; konveyörün hareket hızına ve konveyörün kesit alanına bağlıdır.

3. YARDIMCI YÜKLEME ELEMANLARI

3.1. Yükleme Kalkanı ve Küreyici

Yükleme kalkanı tambur çevresine uygun bir biçimde yerleştirilen yay şeklindeki levhadan ibarettir. Küreyici ise açılıp kapanan düz bir kapı şeklindedir.

Yükleme kalkanı küreyiciye oranla daha çok tercih edilmektedir, Çünkü yükleme etkinliği daha fazla ve çalışması daha kolaydır. Bunun yanında tambur ile yükleme kalkanı arasındaki aralık azdır. Dolayısıyla küçük boyutlu kömürlerin üretilmesi zorunludur. Tambur kömürü keserken ve yüklerken yükleme kalkanı sürekli tamburun arkasındadır. Tamburlu kesici ayak başında ve ayak kuyruğunda ters yöne hareket etmeden önce kalkan 180°'lik aksenal bir dönüş yapmaktadır.

Küreyici kapalı olduğu zaman yükleme yapmaktadır. Açık olduğunda yüklemeye hiç etkisi yoktur. Küreyiciler, kesicinin

gövdesi ile tambur arasına gövdenin iki ucundan yerleştirilirler. Kesim sırasında ön tamburdaki küreyici açık, arka tamburdaki küreyici kapalı konumdadır. Küreyici ile tambur arasındaki aralık kalkan ile tambur arasındaki aralıktan daha fazla olup aynı zamanda ayarlanabilir özelliktedir.

3.2. Konveyörün Rampa Levhası

Yüksek kapasiteli konveyörlerin ön tarafına üçgen kesitli bir elemanın eğimli şekilde yerleştirilmesiyle sağlanmaktadır. Konveyör rampa levhası düzgün ve sert zeminlerde daha verimli bir şekilde kullanılmaktadır. Konveyör ötelendiği zaman tabanda kalan kömürler bu levha yardımı ile alınıp konveyöre yüklenirler. Tabanın iyi temizlenememesi durumunda konveyörün taşıma kapasitesi düşmektedir. Rampa levhasının genişliğinin, tambur ve konveyör arasındaki mesafeyi artırmamak için sınırlı olması gerekmektedir. Çünkü bu mesafe arttığı zaman, yükleme veriminin düşmesi söz konusudur. Konveyör rampa levhasının minimum genişliği 114-150 mm olmaktadır.

3.3. Mekik Yükleyci (Saban)

Mekik yükleyici yardımcı yükleme elemanlarının bir başka tipidir. Sabana benzerler 1.5 m aralıklı 2-12 arasında değişen yükleme kafalarından ibarettirler. Yükleme hattının (konveyörün) ön tarafına yerleştirilip sonsuz bir zincirle tahrik olmaktadır. Mekik yükleyicinin kafası yükleme hattından biraz daha yüksekte bulunmaktadır. Kömürün parça boyutu ne olursa olsun yükleme yapılabilmektedir.

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

Tamburlu kesicilerin yükleme performansları, kesim sonrasında ayak içi konveyör ile arın arasındaki alanda kalan (yüklenemeyen) kömür miktarıyla değerlendirilir. Kesim sonrasında tabanda kalan kömür miktarı ayak boyunca yapılan yeterli ölçümlerle hesaplanabilmektedir. Yükleme performansının tayini sırasında makinelerin tek veya çift yönlü kazı yapması ve yüklemeye yardımcı eleman kullanılması durumu dikkate alınması gerekmektedir.

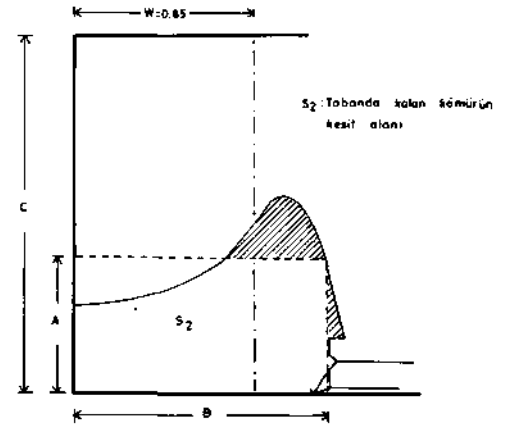
Çünkü bu iki faktör yükleme performansını etkilemektedir.

OAL Müessesesi'nde kullanılan çift tamburlu kesiciler ile kayaç ve kömür koşullarına göre tek ve çift yönde kazı yapılmaktadır. Kömür küreteminde kullanılan tamburlu kesicilerde kalkan veya saban gibi eleman kullanılmamaktadır.

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

4.1.1. Tamburların Başlangıçtaki Dönme Düzenlerinin Değiştirilmesi

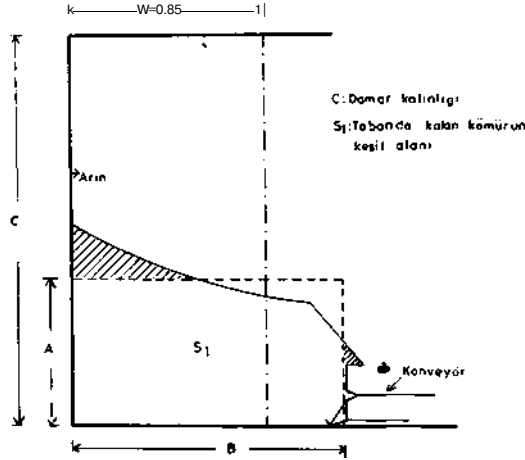
Müessesedeki kesici makinelerin tamburları ilk etapta içten-dışa doğru (göçük tarafından bakıldığında) yani ön tambur saat istikameti yönünde, kuyruk tamburu ise saat istikametinin tersi yönünde dönecek şekilde monte edilmişlerdir. Tamburların bu şekildeki dönme düzeninde kazı sonrası tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi yaklaşık olarak Şekil 5'deki gibi olmaktadır. Görüldüğü gibi kuyruk tamburu tabanda kalan kömürü tepe kısmı göçük tarafında oluşan bir yığın halinde bırakmaktadır.



Şekil 5. Kazı sonrası tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi.

Ancak daha sonra bu tarzdaki dönme yönü yükleme performansı açısından yeterli görülmeyip tamburlar dıştan içe (sağ tambur saat istikametinin tersi yönünde, sol tambur ise saat istikameti yönünde) dönecek şekilde yeniden monte edilmiştir. Tamburların yeni dönme düzeninde tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisinin

yaklaşık olarak Şekil 6'daki gibi ortaya çıktığı gözlenmiştir. Görüldüğü gibi bu dönme düzeninde ise tabanda kalan kömür düz bir yığın şeklinde ortaya çıkmaktadır.



Şekil 6. Tamburların yeni dönme düzeninde to-pukta kalan kömürün geometrisi

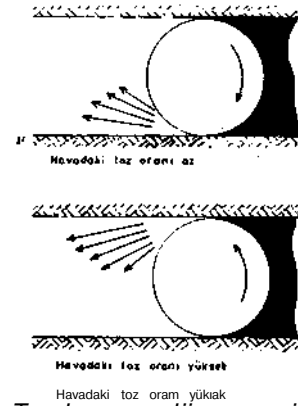
Dikkatli olarak araştırıldığında bu iki tambur dönme düzeni yükleme etkinliği açısından büyük bir farkın olmadığı anlaşılmaktadır. Eğer iki dönme düzeni tamamen aynı koşullarda birbirleriyle karşılaştırılacak olunursa tabanda kalan kömürün kesit alanlarının birbirine çok yakın olduğu görülebilir. Yükleme performansı açısından bir avantaj sağlamayan son dönme düzeni bazı dezavantajları da beraberinde getirmiştir.

4.1.2. Yeni Dönme Düzeninin Dezavantajları

Kesici makinada arka tamburun 90°'den küçük bir kesme hareketi yapması istenmeyen titreşimlerin oluşmasını kolaylaştırmaktadır. Çünkü aşağı kesme hareketinde tambur üzerindeki keski maksimum kesme derinliğinde kömüre girdikleri için keski kuvvetleri de en yüksek değerini almaktadır. Bu da keski için büyük darbe etkisine maruz kalmalarına neden olmakta ve söz konusu bu darbe etkisinden dolayı yüksek titreşimler oluşmaktadır. Kömür damarı içinde sileks gibi sert yabancı malzemelerin olduğu tavan ayaklarda makineye etki eden titreşimler ve reaksiyon kuvvetleri daha da artmaktadır. Bu titreşimler, makine gövdesinde ve mekanik aksamlarda arızalara neden olmaktadır. Bu

sorunun çözümü için, makine üniteleri rijit hale getirilmişse de bunun da kalıcı bir çözüm olmadığını burada vurgulanması gerekmektedir.

Yeni dönme düzeninin ikinci önemli dezavantajı ise özellikle tambur aşağıdan-yukarıya doğru kesim yaparken ortamın toz yoğunluğunun artmasıdır. Çünkü tamburun dönüş yönü tozların hareketini etkilemektedir (Chiang, 1980). Tambur yukarıdan-aşağıya (tavandan-tabana) dönerek kesim yaptığında oluşan tozlar küçük açılarla tabana üflenirler. Tabana üflenen bu tozlar tabana inmeden önce serbest halde çökerken küçük tepicikler oluştururlar ve böylece tozların yere düşme yüksekliği az olduğu için ocak havasına karışmaları (askıda kalmaları) daha az oranda olmaktadır (Şekil 7). Buna karşın tambur aşağıdan-yukarıya (tabandan-tavana) dönerek kesim yaptığında oluşan tozların yere düşme yüksekliği fazla olması nedeniyle ocak havasına karışmaları daha kolay olmaktadır. Ayrıca oluşan tozlar mükiminin gövdesine doğru püskürerek makineye zarar vermekte ve hem de operatörün çalışmasını olumsuz yönde etkilemektedir.



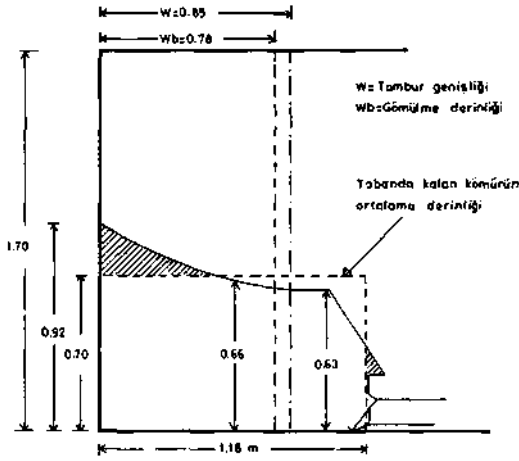
Şekil 7. Tamburun dönme yönünün toz oluşumuna etkisi

4.2. Yükleme Performansı Ölçümünde İzlenen Yöntem

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

Tabanda kalan kömür miktarı şu şekilde

tesbit edilmiştir. Ayak boyunca tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi göz önüne alınarak beş bölgeye ayrılmıştır. Her bir bölge için tabanda kalan kömürün yaklaşık kesit alan geometrisi çıkarılmıştır. Çıkarılan bu kesit alan geometrilerinin her biri o bölgede tabanda kalan kömürün yaklaşık kesit alan geometrisini yansıtmaktadır. Daha sonra beş bölgeden elde edilen alansal değerlerin (kesitlerin) ortalaması alınmıştır. Alınan ortalama değer ölçüm yapılan kısımdaki yaklaşık olarak tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisini temsil etmektedir.

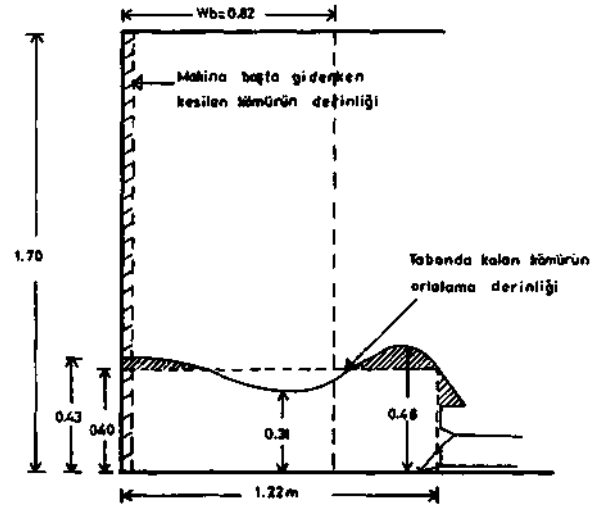


Şekil 8. Kazı sırasında tabanda kalan kömürün kesiti

Yükleme performansının saptanmasında tamburlu kesicinin bir kesimde kazdığı kömür miktarı, tambur gömülme derinliğine ve damar kalınlığına bağlı olarak ayağın 1 m'lik bölümü için ton cinsinden hesaplanmıştır. Daha sonra tabanda kalan kömür miktarı, tüm ayağı temsil eden kesit alan geometrisi (beş kesit alanın ortalaması) kullanılarak ton cinsinden hesaplanmıştır. Tabanda kalan kömürün hesabında kabarma faktörü de dikkate alınarak bir kesimde üretilen kömür miktarından tabanda kalan kömür miktarı çıkartılarak yükleme performansı hesaplanmıştır (Ayhan, 1994).

Ölçümler OAL Müessesesi'nin değişik ayaklarında yapılmıştır. Bu ayakların bazılarında tek yönlü kesim yapılmaktadır. Yani kuyruktan-başa giderken kazı işlemi yapılmakta, baştan-kuyruğa doğru ise boş olarak dönülmektedir. Makina boşta gi-

derken tabanda kalan kömürü yüklemektedir. Yükleme amacıyla baştan-kuyruğa giderken çok az miktarda da olsa bir kömür kazısı yapılmaktadır. Bu kazının derinliği damarın eğimine göre değişmektedir. OAL'de ise yaklaşık 40 mm olmaktadır (Şekil 9). Makina boşta gittiğinde bir miktar kazı yapmasının nedeni kesme yönü ile yükleme yönünün zıt oluşundan kaynaklanmaktadır. Yükleme sırasında kesilen kömür, yükleme performansı ölçülürken dikkate alınması gerekir.



Şekil 9. yükleme sırasında yapılan kazı miktarları

Kesici makina boşta giderken tabanda kalan kömürün tümünü konveyöre yükleyememekte belli bir miktarı tabanda kalmaktadır. Sonuçta tabanda kalan kömür konveyör ileriye ötelendiğinde önündeki yükleme rampası yardımıyla konveyöre aktarılmaktadır. Yükleme performansı hesaplanan ayakların bazılarında tek yönlü kazı yapılmakta bazılarında ise çift yönlü kazı yapılmaktadır.

4.3. Yükleme Performansı Ölçümü İle İlgili Pratik Veriler

4.3.1. Tek Yönlü Kesmede Elde Edilen Pratik Veriler

Ölçüm A-05 panosu tavan ayakta yapılmıştır. Damarın kalınlığı 1.70 m civarındadır. Kayaç ve kömür koşullarından dolayı tek yönlü kazı yapılmaktadır. Makina kuyruktan-başa giderken kazı yapılmaktadır.

Kazı sırasında tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi Şekil 8'de görülmektedir. Yükleme performansı hesaplanırken kömürün kabarma katsayısı 1.5, yoğunluğu ise 14 ton/m^3 olarak alınmıştır.

Bir kesimde ayağın 1 m'lik kısmında üretilen kömür miktarı=
 $1.70 \text{ (m)} \times 14 \text{ (ton/m}^3) \times 1 \text{ (m)} \times 0.78 \text{ (m)} = \underline{1.8564 \text{ ton}}$

Tabanda kalan kömür miktarı=
 $(0.70 \text{ (m)} \times 1.18 \text{ (m)} \times 14 \text{ (ton/m}^3) \times 1 \text{ (m)}) / 1.5 = \underline{0.7709 \text{ ton}}$

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

Yükleme performansı=
 $1.0855 \times 100 / 1.864 = \underline{\% 58.57}$

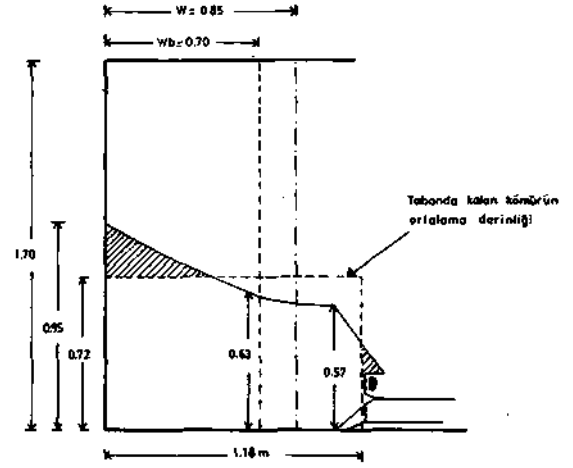
olarak hesaplanmıştır.

Aynı ayakta tamburlu kesici ayak başından-kuyruğa boşa yükleme yaparak gittiğinde tabanda kalan kömürün bir miktarı daha konveyöre yüklenmektedir (Şekil 9). Makina boşa yükleme yaptıktan sonra toplam yükleme performansı (aynı yöntemle) yaklaşık % 75'e yükselmiştir (yükleme sırasında arından 40 mm 'lik kömür kesimi dikkate alınmıştır). Bu işlem sonrasında görüldüğü gibi kesilen kömürün tümü konveyöre yüklenememektedir. Kalan kömür, konveyör ileriye ötelenirken önündeki rampa yardımıyla konveyöre yüklenmektedir.

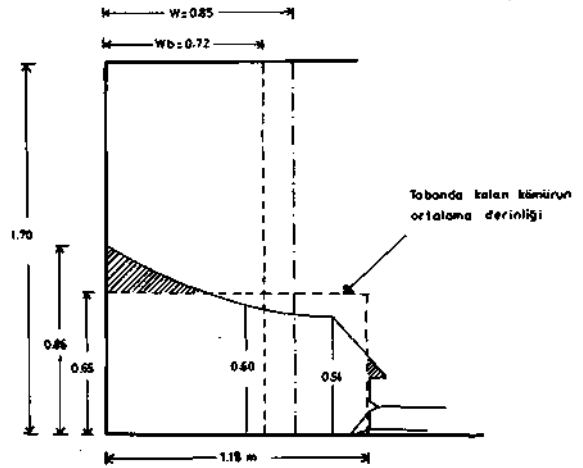
4.3.2. Çift Yönlü Kesimde Elde Edilen Pratik Veriler

Yükleme performansı ölçümü A 06 panosu- tavan ayakta yapılmıştır. Ayakta çift yönlü kesim uygulanmaktadır. Makina ayak kuyruğundan-başa kesim yaparken, tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi Şekil 10'da görülmektedir. Bu kesim yönünde yükleme performansı yaklaşık % 58.22 olarak hesaplanmıştır.

Aynı ayakta tersi kesimde (baştan kuyruğa) tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi Şekil 11'deki gibi olmaktadır. Bu kesim yönünde ise yükleme performansı yaklaşık %52.42 olmaktadır.



Şekil.10 Makina ayak kuyruğundan-başa kesim yaparken, tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi.



Şekil. 11 Aynı ayakta tersi kesimde (baştan kuyruğa) tabanda kalan kömürün kesit alan geometrisi

4.4. OAL'deki Tamburlu Kesicilerin İlerleme Hızlarının İncelenmesi

Kesici makinanın kesme yönü ve gömülme derinliği ilerleme hızı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır. A-05 panosu tavan ayakta eğim yukarı ve eğim aşağı ortalama ilerleme hızı değerleri Çizelge 1 'de verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi tamburlu "kesici baştan-kuyruğa kesim yaparken ilerleme hızı büyük oranda düşmektedir. Makina ilerleme hızındaki azalmanın en önemli

nedenlerinden biri eğim yukarı kazı yapmasıdır.

Çizelge 1. Eğim Yukarı ve Eğim Aşağı Ortalama Makina İlerleme 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

Bir diğer neden ise kazılan kömürün, kesici makina ile konveyör arasındaki boğaz açıklığının yetersizliğinden dolayı makina önünde sürüklenmesidir.

5. SONUÇ

OAL'de kullanılan tamburlu kesicilerin tambur dizaynları pratikte uygulanan dizayn prensiplerine uygun olmasına rağmen, yükleme ile ilgili bazı parametrelerin gözönünde tutulması gerekmektedir.

Pratik araştırma sonuçlarından anlaşıldığı gibi tamburların dönme düzenlerinin değiştirilmesi yükleme performansı açısından önemli bir avantaj sağlamamıştır. Halihazırdaki dönme düzeninde arka tambur 90°den küçük bir kesme setöründe aşağı kesme (down-cut milling) yapmaktadır. Bu kesme şeklinde istenmeyen titreşimler oluşmaktadır. Ayrıca kazı sırasında oluşan tozun havaya karışması daha kolay olmaktadır. Dolayısıyla yükleme performansının artırılması için, öncelikle tambur dönme düzenlerinin yeniden gözden

geçirilmesi ve her iki dönme düzeni için ocak havası ve işçi sağlığı açısından bir toz ölçümünün yapılması çok yararlı olabilecektir.

Yükleme performansını düşüren diğer bir etken ise kesici makina ile konveyör arasındaki boğaz açıklığının yetersizliğinden kaynaklandığı gözlenmektedir, çünkü eğim yukarı kesimde kömürün makina önünde sürüklenmesi söz konusudur.

Özellikle eğim yukarı kesim yapılırken ilerleme hızı, tambur üzerindeki keski düzenlerinin yeniden gözden geçirilmesiyle artırılabilir. Ayrıca tambur genişliği ile gömülme genişliği arasındaki farkın azaltılması avantaj sağlayabilir.

KAYNAKLAR

AYHAN, M., 1994, OAL Müessesesindeki Tamburlu Kesicilerin Kesme ve Yükleme Performanslarının incelenmesi. Master Tezi, H.Ü., 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 Mining, Shandong Scientific and Technical Publishing Co., pp. 172-235.

MORRIS, C.J., 1980, The Design of Shearer Drums with the Aid of a Computer, The Mining Engineer, pp. 289-294.

PENG, S.S. and CHIANG, H.S., 1984, 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, No. 17.