Yerbilimleri, 22 (2000), 237-246
Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni
Bulletin of Earth Sciences Application and Research Centre of Hacettepe University

Keski dizilim parametrelerinin tamburlu kesici-yükleyicilerin performansına etkilerinin incelenmesi

An investigation on the effects of pick lacing parameters on the performance of drum shearer-loaders

Bülent TİRYAKİ
Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 06532, Beytepe, ANKARA

ÖZ

Bu makalede, Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ)'ne bağlı Orta Anadolu Linyitleri (OAL) İşletmesi Bölge Müdürlüğü (Çayırhan) yeraltı ocağında kullanılan tamburlu kesici-yükleyiciler üzerinde yapılan yeraltı çalışmaları sonucunda makina performansı ile ilgili olarak elde edilen veriler ve değerlendirmeler sunulmuştur. Yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda, dünyada halen kullanılmakta olan tamburlu kesici-yükleyicilerde, tamburlar üzerindeki keskilerin dizilim düzenlemelerinden kaynaklanan ciddi sorunlar bulunduğu belirlenmiştir. Yüksek keski tüketimi, aşırı kesme titreşimleri ve tamburların çalışma ömürlerinin azlığı şeklinde oluşan bu sorunları en aza indirebilmek için OAL İşletmesi yeraltı ocağında yoğun araştırmalar yapılmıştır. Bu amaçla, OAL'de tamburlar üzerinde kullanılan orijinal keski dizilim düzenlemesi yerine, yeni bir keski dizilim düzenlemesi geliştirilmiştir. Yeni keski dizilim düzenlemesine sahip olan tamburlar (yeni tamburlar), yeraltındaki fiili üretim çalışmaları sırasında benzer kazı koşullarında orijinal keski dizilim düzenlemesine sahip olan tamburlarla (orijinal tamburlar) karşılaştırılmışlardır. Karşılaştırma; makinanın genel üretim performansı, güç tüketimi, özgül enerji, kazı ürününün tane boyu dağılımı, solunabilir toz oluşumu gibi bazı kesme verimliliği ölçütleri ve kesme titreşimi esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, yeni tamburların kullanılması ile makina performansının önemli derecede arttığını göstermiş ve keski dizilim parametrelerinin uygulamada çok önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Galeri açma makinaları, kesici kafa tasarımı, tamburlu kesici-yükleyiciler, tambur tasarımı

ABSTRACT

This paper presents the results of in-situ investigations on the performance of drum shearer-loaders employed in the Middle Anatolian Lignite (OAL) Mine, operated by Turkish Coal Enterprises (TKI). The current drum shearer-loaders in the world were observed to suffer serious drawbacks related to high pick consumption, high cutting vibration and low drum life span, all arising from poor pick lacing arrangement. A series of comprehensive long-term in-situ trials were carried out in an attempt to minimize or eliminate these drawbacks in the OAL Mine. The original pick lacing arrangement of the drums employed in the OAL Mine was abandoned and a new pick lacing arrangement was adopted. These new drums were then compared to original drums during the routine underground production operations in identical cutting conditions. Comparison was achieved on the basis of the production performance of the machine, cutting efficiency parameters such as power consumption, specific energy, particle size distribution of the excavated product, respirable dust generation and cutting vibration. The results revealed that, with the new drums, performance of the drum shearer-loader was remarkably increased, indicating the significance of proper pick lacing parameters in practice.

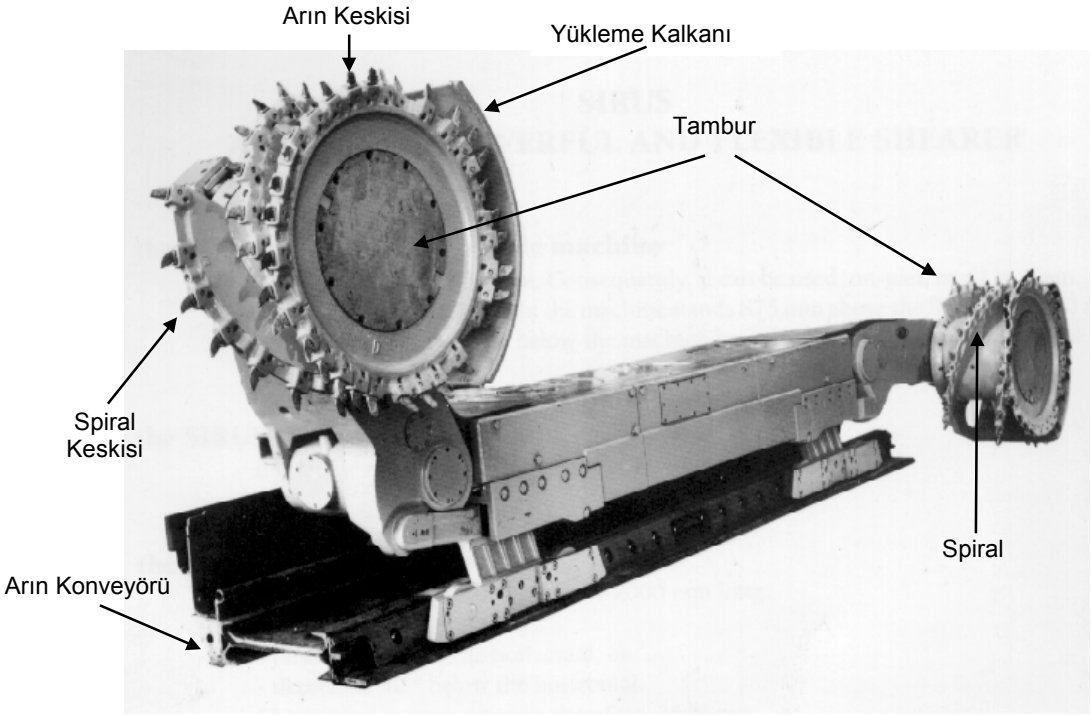
Key Words: *Roadheaders, cutting head design, drum shearer-loaders, shearer drum design*

GİRİŞ

Çağdaş uzunayak kömür madenciliğinin vazgeçilmez bir elemanı olan tamburlu kesici-yükleyiciler kömür, trona ve potas gibi yumuşak ve orta sertlikteki cevherlerin kazısında kullanılmaktadırlar (Şekil 1). Değişik uygulama alanlarına göre, değişik yapılarda ve boyutlarda birçok tamburlu kesici-yükleyici modeli geliştirilmiştir. Dünya piyasalarında gücü 230 kW ile 1.5 MW arasında değişen tamburlu kesici-yükleyiciler bulunmaktadır (Langenberg, 1988; Hood ve Roxborough, 1992; Mackie, 1995). Son on yıl içinde, yürüyen tahkimat birimleri, kontrol sistemleri ve ayak içi çift zincirli konveyörleri ile birlikte tamburlu kesici-yükleyiciler de çok önemli değişimlere uğramışlardır. Hidrolik yürüyüş sistemine dayanan geleneksel motor yapısı, yerini hızla, tümüyle elektrik tahrikli çok motorlu yapılara terketmektedir (Reid; 1991; Timmermans, 1993; Mackie, 1993 ve 1995).

İlk yatırım maliyetleri çok yüksek olan mekanik kazı makinaları ile yapılan kazının ekonomikliği bir ölçüde, makina üzerindeki kurulu gücün tüm kazı potansiyelinin doğrudan ve en yüksek miktarda kaya kesmeye yöneltildiği yüksek kesme verimliliği şartlarında sağlanabilmektedir. Bu durum, kazı makinasından sağlanan gücün, keski dizileri tarafından kaya kütlesine aktarıldığı makina-kaya arayüzeyini kazı makinası üzerindeki en önemli alanlardan biri haline getirmektedir. Bu arayüzey, mekanik kazı makinalarında kesici kafa veya tambur olarak adlandırılmaktadır. Keskilerin kazı ortamına uygun olarak seçilmemeleri, aşınmaları ve kırılmaları ile birlikte kesici kafa veya tambur üzerine yanlış konumlandırılmaları da, kazı sürecinin verimliliğini ve üretkenliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Keskilerin kesici kafa veya tambur üzerindeki konumları, seçilen keski dizilim düzenlemesine göre belirlenmektedir. Bu alanda 1980'li yılllarda önemli araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda belirli ölçülerde başarılar elde edilmiş olmasına rağmen, keski dizilim düzenlemesinin seçilmesi süreçlerinde gözönüne alınması gereken parametreler konusunda uygulamada halen bazı eksikliklerin varolduğu belirlenmiştir. Laboratuvarda ve yeraltında yapılan çalışmalarda, her bir keski hattı üzerine birden fazla sayıda keski yerleştirilmesinin, özgül enerji ve kesme titreşimi gibi



Şekil 1. Tamburlu kesici-yükleyici
Figure 1. Drum shearer-loader

makina performansı ölçütleri üzerinde zararlı etkiler oluşturabileceği belirtilmektedir (Evans ve Pomeroy, 1973; Hurt, 1980; Hurt ve McAndrew, 1981; Hekimoğlu, 1984). Ancak, uygulamada kullanılan kesici kafaların ve tamburların tasarımında bu durumun çoğunlukla gözardı edildiği anlaşılmaktadır. Bu eksikliğin nedeni, her bir keski hattı üzerine yerleştirilmesi gereken keski sayısı ile ilgili olarak uygulamada gerçekleştirilen ve literatürde de yeralmış olan geniş kapsamlı ve ayrıntılı araştırmaların bulunmamasıdır.

Henüz yeterince aydınlatılamamış olan bir diğer keski dizilim parametresi de, keskiler arası çevresel uzaklık kavramı ile ilgilidir. Yapılan çalışmalarda, kesici kafa tasarımında keskiler arası çevresel uzaklık parametresi dikkate alındığında; özgül enerji, kesme titreşimi ve keskitutucuların çakışması açılarından önemli yararların ortaya çıkabileceği belirtilmektedir (Hekimoğlu ve Fowell, 1991). Bununla birlikte, uygulamada kullanılan kesici kafaların ve tamburların tasarımında bu parametrenin gözönüne alınmadığı görülmüştür. Bu durumun nedeni de, bu parametrenin uygulamadaki sonuçları ile ilgili olarak literatürde yeralmış olan geniş kapsamlı ve ayrıntılı araştırmaların bulunmamasıdır.

Bu çalışmada, her bir keski hattı üzerine yerleştirilmesi gereken keski sayısı ve keskiler arası çevresel uzaklık parametrelerinin, mekanik kazı makinalarının performansına etkileri, uzun dönemli, geniş kapsamlı ve ayrıntılı yeraltı deneyleri ile incelenmiştir. Bu amaçla, OAL'de halen kullanılan orijinal tamburların, bu iki parametre dikkate alınmaksızın geliştirilmiş olan keski dizilim düzenlemelerinin yerine, sözkonusu iki parametreyi dikkate alarak yeni bir düzenleme geliştirilmiştir (Hekimoğlu, 1993).

Bu düzenleme, diğer tasarım ve dizilim parametreleri sabit olarak alınıp tamburlar üzerine uygulanmıştır. Yeni tamburlar, orijinal tamburlarla yeraltında benzer kesme koşullarında karşılaştırılmıştır. Bu yazıda, yeraltı deneyleri sonucunda elde edilen veriler sunulmuş, keski dizilim parametrelerinin makina performansına etkileri tartışılmıştır.

KESİCİ KAFA (TAMBUR) TASARIMI

Mekanik kazı makinaları için başlangıçta, yüksek kazı kapasiteleri oluşturabilecek makina tasarımları üzerinde çalışılmıştır. Ancak, 1960'lara gelindiğinde, mekanik kazının iş güvenliği ve işçi sağlığı açısından yarattığı sorunlar karşısında yüksek kazı kapasitelerinin yanısıra, yüksek kesme verimliliği, düşük makina aşınması, ekonomiklik, insan sağlığı ve güvenliği gibi parametrelerin daha ayrıntılı olarak düşünülmesi gereği ortaya çıkmıştır. Bu durum, mekanik kazı alanında yapılan çalışmaların, kazı makinalarının en önemli elemanlarından biri olan kesici kafa (tambur) üzerinde yoğunlaşmasını sağlamıştır. İngiliz Kömür İşletmeleri (NCB) bu konuda öncülük etmiştir. İşletme bünyesinde kurulan Madencilik Araştırma ve Geliştirme Merkezi (MRDE)'nde yürütülen kömür kesme çalışmaları, kaya kesme teorisine çok önemli katkılar yapmıştır. Kazı mekaniğine temel oluşturan laboratuvar ağırlıklı bu çalışmalar daha sonra 1980'li yıllarda yine İngiltere'de yapılan çalışmalar sonucunda kesici kafa pratiğine aktarılmıştır. Laboratuvar çalışmaları ile birlikte yeraltında yapılan çalışmalarda, kesici kafa tasarımı ile ilgili birçok parametre gün ışığına çıkarılmıştır (Hurt, 1980; Hurt ve McAndrew, 1981; Hurt vd., 1982; Hurt ve McAndrew, 1985; Hurt ve McStravick, 1988).

Kesici kafa tasarımının amacı; kazı makinasındaki kurulu gücü, makina elemanlarında aşırı titreşimler oluşturmadan, kayayı kesmek ve kesilen malzemeyi yüklemek için verimli olarak kullanmaktır (Hekimoğlu ve Fowell, 1990). Mekanik kazı makinaları genelde, kesme ve yükleme işlevlerini eşzamanlı olarak gerçekleştiren makinalar olmalarına rağmen, kesme işlevi öncelikli öneme sahiptir. Bir tamburun kesme işlevi bakımından performansının arttırılması sürecindeki temel hedefler aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır (Brooker, 1979; Hurt vd., 1986).

1. Kazılan kömürün, daha fazla oranda iri tane ve daha az oranda ince tane içermesi
2. Keski tüketiminin azaltılması
3. Solunabilir toz miktarının azaltılması
4. Güç tüketiminin azaltılması ve/veya kesme hızını artıracak şekilde yatay reaksiyon kuvvetinin azaltılması
5. Metan yayılımının ve kıvılcım oluşumu olasılığının azaltılması

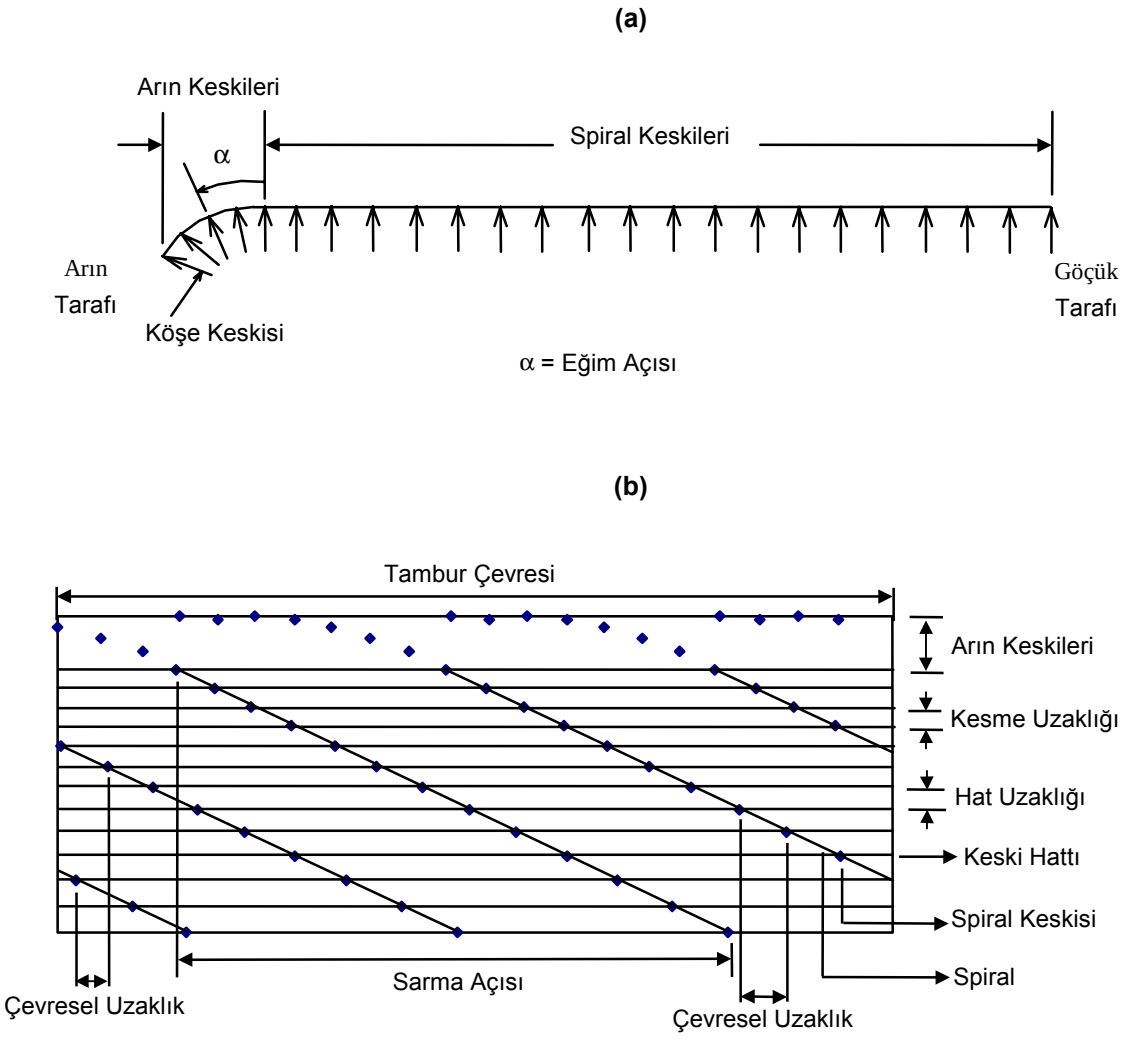
Kesici kafa tasarımında gözönüne alınması gereken parametreler ise, aşağıda verilmiştir.

1. Keski tipi ve boyutları
2. Keskitutucu boyutları
3. Kesici kafa geometrisi
4. Keski dizilim düzenlemesi

Keskilerin kesici kafa üzerindeki konumlarını tanımlayan keski dizilim düzenlemesi iyi bir makina performansı için anahtardır. Uygun bir keski dizilim düzenlemesi oluşturmak için gerekli parametreler Şekil 2a ve b'de gösterilmiştir. Bu parametrelerden biri olan keskiler arası çevresel uzaklığın, tamburun dönme eksenine dik bir düzlem üzerindeki gösterimi ise Şekil 3'te verilmiştir.

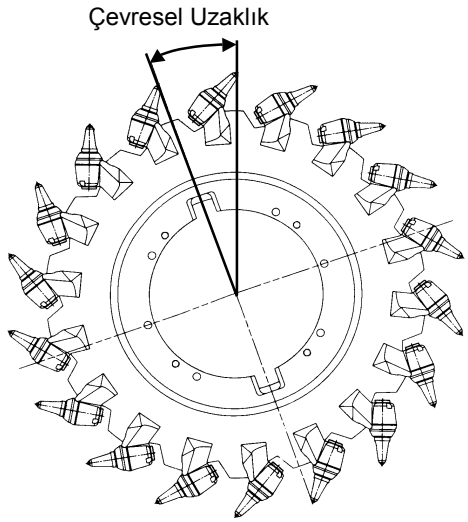
YÖNTEM

Her bir keski hattı üzerine yerleştirilmesi gereken keski sayısı ve keskiler arası çevresel uzaklık parametrelerinin makina performansına etkileri, Eickhoff EDW 230-L tipi çift tamburlu kesici-yükleyici kullanılarak OAL İşletmesi yeraltı ocağında incelenmiştir.



Şekil 2. Temel kesici kafa (tambur) tasarım parametreleri: (a) tamburun profil görünüşü, (b) keski dizilim düzenlemesi

Figure 2. Basic design parameters for a cutting head (drum): (a) profile view of the drum, (b) pick lacing arrangement



Şekil 3. Çevresel uzaklığın tambur dönme eksenine dik bir düzlem üzerinde gösterimi
Figure 3. View of circumferential pick spacing on a plane perpendicular to the rotational axis of the drum

İnceleme, orijinal ve yeni tamburların yeraltında benzer kazı koşullarında karşılaştırılması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Orijinal tamburlar, keskiler arası çevresel uzaklık parametresi dikkate alınmaksızın, Eickhoff firması tarafından geliştirilen ve her bir keski hattı üzerinde birden çok keski bulunan bir dizilim düzenlemesine sahiptirler. Yeni tamburlar ise orijinal tamburlardan farklı olarak keskiler arası çevresel uzaklık parametresi dikkate alınarak geliştirilen ve her bir keski hattı üzerinde tek keski bulunan bir dizilim düzenlemesine sahiptirler (Çizelge 1).

Diğer tasarım ve keski dizilim parametreleri tümüyle aynı olan orijinal ve yeni tamburlar, yazar tarafından OAL Merkez Atölyesi'nde üretilmişlerdir. Sözkonusu keski dizilim düzenlemelerinin, makinanın genel üretim performansına, güç tüketimi, özgül enerji, kazı ürününün tane boyu dağılımı, solunabilir toz oluşumu gibi bazı kesme verimliliği ölçütlerine ve kesme titreşimine etkileri yoğun yeraltı deneyleri ile incelenmiştir. Bu deneylerin ayrıntıları ile ilgili bilgiler daha önceki çalışmalarda verilmiştir (Tiryaki, 1994 ve 1998).

Makinanın genel üretim performansı ile ilgili olarak gerçekleştirilen yeraltı deneylerinde, tamburlu kesici-yükleyiciye önce bir çift (sağ ve sol) orijinal tambur monte edilmiştir. Bu tamburlarla donatılan makinanın fiili üretimdeki genel üretim performansı, tamburların makinaya monte edildikleri tarihten çalışma ömürlerinin sonuna kadar izlenmiştir. Tamburlar çalışma ömürlerinin sonuna geldiklerinde, makinanın üzerinden sökülmüşler ve yerlerine bir çift (sağ ve sol) yeni tambur monte edilmiştir. Bu tamburlarla donatılan makinanın fiili üretimdeki genel üretim performansı da, tamburların makinaya monte edildikleri tarihten çalışma ömürlerinin sonuna kadar izlenmiştir.

Tamburların güç tüketimi, solunabilir toz ve kesme titreşimi ölçümleri ile kazı ürününün tane

Çizelge 1. Orijinal ve yeni tamburların tasarım özellikleri
Table 1. Design specifications of the original and the new drums

Tasarım parametreleri	Orijinal tamburlar	Yeni tamburlar
Spiral sayısı	3	3
Tambur üzerindeki toplam keski sayısı	60	46
Keskiler arası çevresel uzaklık	Dikkate alınmamış	Dikkate alınmış
Spiral Keskileri		
Toplam keski sayısı	39	25
Her bir keski hattı üzerindeki keski sayısı	>1	1
Arın Keskileri		
Toplam keski sayısı	21	21
Her bir keski hattı üzerindeki keski sayısı	>1	1
Köşe keskisinin eğim açısı (α)	60°	70°

boyu dağılımının belirlenmesi için örnek alma işlemleri, tek tambur ile sadece kömürde yapılan denetimli kesme deneyleri sırasında gerçekleştirilmiştir. Tamburlu kesici-yükleyiciye önce orijinal tamburlar monte edilmiş ve yukarıda anılan ölçümler ile örnek alma işlemleri yapılmıştır. Yeterli sayıda veri toplandıktan ve örnek alındıktan sonra, orijinal tamburlar makinanın üzerinden sökülmüşler ve yerlerine yeni tamburlar monte edilmiştir. Daha sonra aynı ölçümler ve işlemler yeni tamburlar için de gerçekleştirilmiştir.

YERALTI ÇALIŞMALARI

Tamburlu kesici-yükleyicinin genel üretim performansı ile ilgili çalışmalar, OAL yeraltı ocağının A-06 panosunda, güç tüketimi, kazı ürününün tane boyu dağılımı, solunabilir toz oluşumu ve kesme titreşimi ile ilgili çalışmalar F-02 panosunda gerçekleştirilmiştir.

Genel Üretim Performansı

Tamburlu kesici-yükleyicinin, orijinal ve yeni tamburlarla donatıldığı ayrı üretim dönemlerinde, sözkonusu tamburların kullanılması sırasında makinanın ulaştığı üretim performansı ile ilgili bazı veriler Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre, yeni tamburların kullanılması ile;

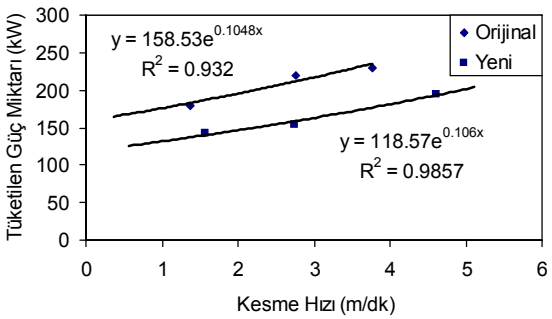
1. Keski tüketim oranı yaklaşık olarak %45 oranında azalmış,
2. Keski başına üretilen kömür miktarı yaklaşık olarak %64 oranında artmış,
3. Tamburun çalışma ömrü, toplam kömür üretimi temelinde yaklaşık olarak %71 oranında artmış,
4. Kesme performansında %122'ye varan artışlar kaydedilmiştir.

Güç Tüketimi

Orijinal ve yeni tamburlar için, tek tamburun 60 cm gömülme derinliğinde sadece kömürde yaptığı kesmeler sırasında tüketilen güç miktarının kesme hızı ile değişimi Şekil 4'te verilmiştir. Ölçülen güç tüketiminden yararlanılarak hesaplanan ve birim miktarda malzemenin kazılması için tüketilen enerji olarak tanımlanan özgül enerjinin kesme hızı ile değişimi ise Şekil 5'te görülmektedir. Buna göre, yeni tamburların kullanılması ile, tamburlu kesici-yükleyicinin aynı miktarda kömürü kesmesi için gereken güç miktarı yaklaşık olarak %25 oranında azalırken, özgül enerji de yaklaşık olarak %35 oranında azalmıştır.

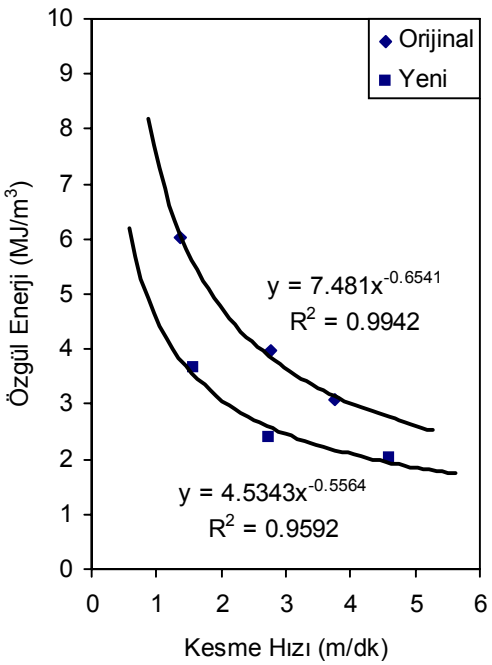
Çizelge 2. Tamburların üretimdeki performansları esas alınarak karşılaştırılması
Table 2. Comparison of the drums based on the production performance

Karşılaştırma parametreleri	Orijinal tamburlar	Yeni tamburlar
Üretim süresi (ay)	5	6
Toplam üretim (ton)	77676	133120
Efektif kazı süresi (dk)	33048	51150
Vardiya ortalama üretimi (ton/vardiya)	215	286
Toplam keski tüketimi (adet)	821	854
Keski tüketim oranı (adet/1000 ton)	11	6
Keski başına üretim (ton kömür/1 keski)	94.6	155.9
Toplam üretim vardiyası (adet)	361	465
Toplam ayak ilerlemesi (m)	139.9	213.6
Ortalama ayak ilerlemesi (cm/vardiya)	39	46
Kesme performansı (m^3/dk)		
Eğim aşağı kesmede	2.7	4.2
Eğim yukarı kesmede	1.6	3.6



Şekil 4. Tamburların 60 cm gömülme derinliğinde tükettikleri güç miktarlarının karşılaştırılması

Figure 4. Comparison of the drums based on the power consumption for 60-cm web depth



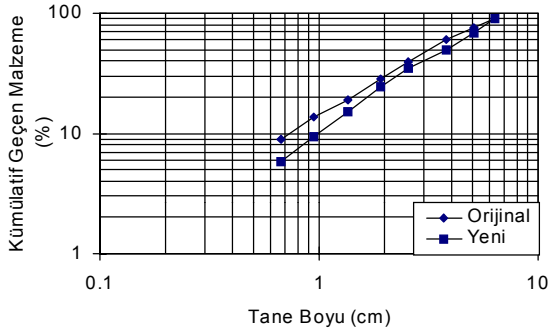
Şekil 5. Tamburların 60 cm gömülme derinliğinde özgül enerji esas alınarak karşılaştırılması

Figure 5. Comparison of the drums based on the specific energy for 60-cm web depth

Kazı Ürününün Tane Boyu Dağılımı

Orijinal ve yeni tamburlarla, tek tamburun 60 cm gömülme derinliğinde sadece kömürde yaptığı kesmeler sırasında oluşan kazı ürünlerinin tane boyu dağılımlarının, yaklaşık 3.4 m/dk kesme hızında karşılaştırılması Şekil 6'da verilmiştir.

Buna göre, yeni tamburların kullanılmasıyla, kazılan ürün içindeki iri boyutlu (> 5.08 cm) kömür oranı yaklaşık olarak %34 oranında artmış, ince boyutlu (< 0.67 cm) kömür oranı yaklaşık olarak %35 oranında azalmıştır.



Şekil 6. Tamburların kazı ürünlerinin tane boyu dağılımlarının karşılaştırılması

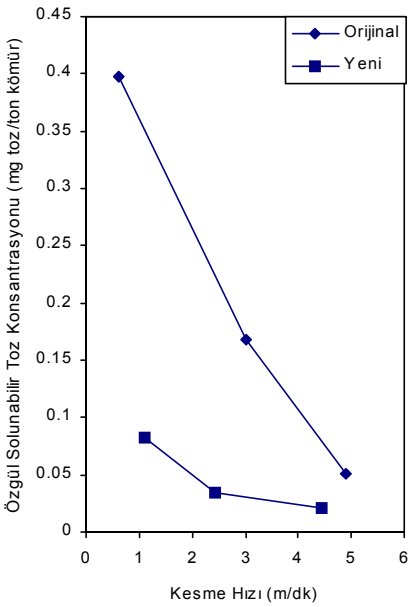
Figure 6. Comparison of the drums based on the product size distribution

Solunabilir Toz Oluşumu

Orijinal ve yeni tamburlarla, tek tamburun 50 cm gömülme derinliğinde sadece kömürde yaptığı kesmeler sırasında ölçülen solunabilir toz konsantrasyonu değerlerinden yararlanılarak hesaplanan özgül solunabilir toz konsantrasyonunun kesme hızı ile değişimi Şekil 7'de verilmiştir. Buna göre, yeni tamburların kullanılmasıyla, tamburlu kesici-yükleyicinin aynı miktardaki kömürü kesmesi sırasında oluşan özgül solunabilir toz konsantrasyonu yaklaşık olarak %40 oranında azalmıştır.

Kesme Titreşimleri

Tamburlu kesici-yükleyicinin orijinal ve yeni tamburlarla donatıldığı durumlarda makinada oluşan titreşimlerin karşılaştırılması, bu tamburların 40 cm'lik gömülme derinliğinde ve yaklaşık 1 m/dk kesme hızında yapılan denetimli kömür kesme deneylerinde, tambur merkezlerinde dikey doğrultuda ölçülen titreşim ivmeleri esas alınarak yapılmıştır. Tamburlu kesici-yükleyicinin orijinal ve yeni tamburlarla donatıldığı durumlar için, ayrı ayrı olmak üzere, yukarıda belirtilen koşullarda ölçülen titreşim



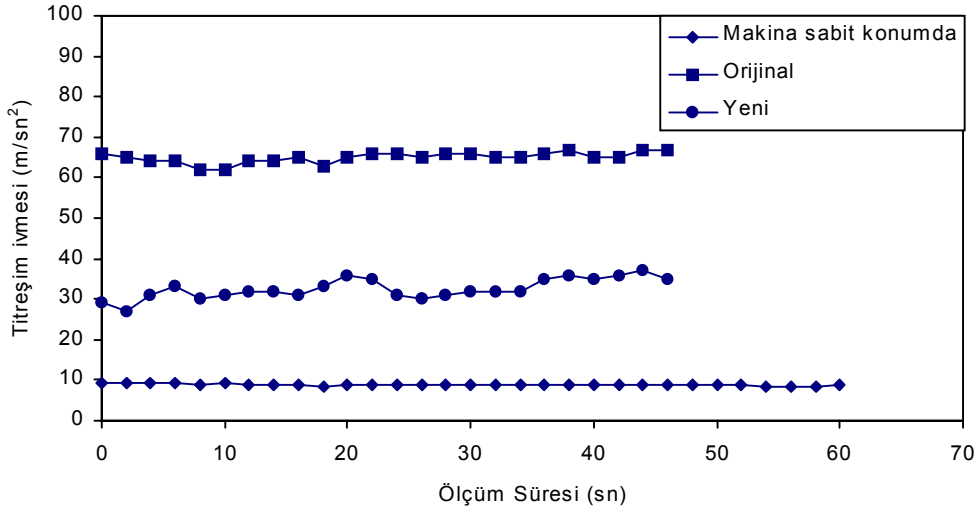
Şekil 7. Tamburların özgül solunabilir toz konsantrasyonu esas alınarak karşılaştırılması
Figure 7. Comparison of the drums based on the specific respirable dust concentration

ivmesi değerleri, makinanın boşta ve sabit konumda çalıştığı durumda ölçülen titreşim ivmesi değerleri ile birlikte Şekil 8'de verilmiştir. Şekil 8'den, tamburlu kesici-yükleyicinin yeni tamburlarla donatıldığı durumda, benzer kesme koşullarında orijinal tamburlarla donatıldığı duruma oranla yaklaşık olarak %50 daha düşük düzeyli bir titreşime maruz kaldığı görülmektedir.

Bu tür kazı makinalarında oluşan bazı temel arızaların ve makina duruşlarının, kesme titreşimlerinden geniş ölçüde etkilendiği iyi bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, orijinal ve yeni tamburlar titreşim ölçümü değerleri dikkate alınarak karşılaştırıldıkları gibi, makinanın mekanik, elektrik ve hidrolik sistemlerinde oluşan arızalar sonucunda üretimin durma süresine (kayıp üretim süresi) göre de karşılaştırılmışlardır.

Burada, tamburlu kesici-yükleyicinin 10 dakikadan fazla durmasına neden olan arıza süreleri (uzun duruşlar) dikkate alınmıştır. Çizelge 3'te, orijinal ve yeni tamburların yaklaşık 78000 ton kömür üretimine göre karşılaştırılmasına ilişkin değerler verilmiştir. Buna göre, makinanın yeni tamburlarla donatıldığı durumda aşağıdaki yararların sağlandığı görülmüştür.

1. Birim miktarda kömür kazısı sırasında makinadan kaynaklanan arızalar nedeniyle üretimin durma süresi yaklaşık olarak %29 oranında azalmış,
2. Makinanın efektif kazı süresi başına düşen kayıp üretim süresi yaklaşık olarak %19 oranında azalmıştır.



Şekil 8. Tamburların 40 cm gömülme derinliğinde ölçülen titreşim ivmesi değerlerine göre karşılaştırılması
Figure 8. Comparison of the drums based on the vibration acceleration measurements for 40-cm web depth
Çizelge 3. Tamburların makina arızalarına göre karşılaştırılması

Table 3. Comparison of the drums based on the machine downtimes

Karşılaştırma parametreleri	Orijinal tamburlar	Yeni tamburlar
Mekanik arıza nedenli durma süresi toplamı (dk)	2384	2309
Elektriksel arıza nedenli durma süresi toplamı (dk)	2420	1219
Hidrolik arıza nedenli durma süresi toplamı (dk)	365	268
Arıza nedeniyle durma süreleri toplamı (dk)	5169	3796
Üretilen toplam kömür miktarı (ton)	77676	78166
Efektif kazı süresi (dk)	33048	30159
Üretilen kömür miktarı başına durma süresi (dk/ton)	0.07	0.05
Efektif kazı süresi başına durma süresi (dk/dk)	0.16	0.13

SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen yeraltı deneylerinin sonuçları, dünyada kullanılmakta olan tamburların tasarımında, keski dizilim düzenlemesinde gözönüne alınması gereken parametreler açısından önemli eksikliklerin halen varolduğunu ortaya koymuştur. Özellikle İngiltere'de yapılan çalışmaların oluşturduğu açılımlara rağmen, keski hatları üzerine yerleştirilmesi gereken keski sayısının, makinanın genel üretim performansı, kesme verimliliği ölçütleri ve kesme titreşimine etkileri konusunda uygulamada geniş kapsamlı ve ayrıntılı bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışma sırasında, keski hatları üzerine yerleştirilmesi gereken keski sayısı parametresinin, yukarıda anılan makina performansı ölçütleri üzerindeki etkisi, yeraltında ayrıntılı olarak incelenmiş ve bu alanda varolan önemli bir eksiklik giderilmiştir. Yeraltı deneylerinin sonucunda keski dizisi sayısına bağlı olarak, keski hatları üzerine birden fazla sayıda keski yerleştirildiğinde makina performansının önemli ölçüde azaldığı, bunun yerine keski hatları üzerine tek keski yerleştirildiğinde makina performansının önemli ölçüde arttığı kanıtlanmıştır.

Buna ek olarak, keskiler arası çevresel uzaklık parametresinin tambur tasarımındaki önemi, ilk kez yeraltında yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Bu parametrenin dikkate alınmasıyla, makinada kazı sırasında oluşan titreşimlerin önemli ölçüde azaldığı ve buna bağlı olarak makina ve ocak performansının önemli ölçüde arttığı kanıtlanmıştır.
Türkiye'deki yeraltı kömür madenciliğinde dünyadaki gelişmelere koşut olarak önemli ölçüde mekanizasyona gidilmektedir. Bu çalışmada sunulan verilerin dikkate alınması halinde yakın bir gelecekte ülkemizdeki sayılarının bir hayli artması beklenen tamburlu kesici-yükleyicilerden daha iyi bir performans elde edilebileceğine inanılmaktadır.

KATKI BELİRTME

Yazar, bu çalışmanın gerçekleştirilmesi sırasındaki yardımları nedeniyle TKİ-OAL Bölge Müdürlüğü'ne, proje destekleri dolayısıyla TÜBİTAK MİSAG Başkanlığı'na ve Hacettepe Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı'na, güçölçerin kullanılmasındaki yardımları nedeniyle ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü'nden Prof. Dr. Naci BÖLÜKBAŞI'na, titreşimölçerin kullanılmasındaki yardımları nedeniyle İTÜ Maden Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Nuh BİLGİN'e teşekkürlerini sunar.

KAYNAKLAR

Brooker, C.M., 1979. Theoretical and practical aspects of cutting and loading by shearer drums. Colliery Guardian, April, 41-50.

Evans, I., and Pomeroy, C.D., 1973. The strength, fracture and workability of coal. Pergamon Press Ltd., London, 277 pp.

Hekimoğlu, O.Z., 1984. Studies in the excavation of selected rock materials with mechanical tools. Ph.D. Thesis, The University of Newcastle Upon Tyne, 342 pp (unpublished).

Hekimoğlu, O.Z., 1993. Kişisel görüşme. Dicle Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır.

Hekimoğlu, O.Z., and Fowell, R.J., 1990. From research into practice: In-situ studies for design of boom tunnelling machine cutting heads. Proceedings of the 31st U.S. Symposium on Rock Mechanics, W.A. Hustrulid and G.A. Johnson (eds.), Colorado School of Mines, Golden, Colorado, 481-488.

Hekimoğlu, O.Z., and Fowell, R.J., 1991. Theoretical and practical aspects of circumferential pick spacing on boom tunnelling machine cutting heads. Mining Science and Technology, 13, 257-270.

Hood, M.C., and Roxborough, F.F., 1992. Rock Breakage: Mechanical. Mining Engineering Handbook, Second Edition, H. L. Hartman (ed.), SME, 1, 680- 721.

Hurt, K.G., 1980. Roadheader cutting heads: A study of the layout of cutting tools and a rational procedure for design. MRDE Report No: 90, 28 pp (unpublished).

Hurt, K.G., and McAndrew, K.M., 1981. Roadheader cutting heads: How many tools per line?. MRDE Report No:96, 10 pp (unpublished).

Hurt, K.G., and McAndrew, K.M., 1985. Cutting efficiency and life of rock-cutting picks. Mining Science and Technology, 2, 139-151.

Hurt, K.G., and McStravick, F.G., 1988. High performance shearer drum design. Colliery Guardian, 236(12), 428-429.

Hurt K.G., Morris, C.J., and McAndrew, K.M., 1982. The design and operation of boom tunnelling machine cutting heads. Proceedings of the 14th Canadian Rock Mechanics Conference, P. Baumgartner (ed.), Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Vancouver, 54-58.

Hurt, K.G., Morris, C.J., and Mullins, R., 1986. Developments in coal cutting techniques. The Mining Engineer,145(296), 467-477.

Langenberg, H., 1988. Developments in longwall face technology in the Federal Republic of Germany. Journal of Mines, Metals and Fuels, February, 73-96.

Mackie, K., 1993. The electra-a world series shearer. Mining Technology, 75(870), 293-297.

Mackie, K., 1995. The role of the shearer in high productivity mining. Mining Technology, 77(881), 5-8.

Reid, W.J., 1991. American longwall mining. The Mining Engineer, 150(356), 361-369.

Timmermans, J., 1993. Shearing coal now and in the future. Mining Technology, 75(870), 298-302.

Tiryaki, B., 1994. Mekanik kazıcılarda kesici kafa dizaynının optimizasyonu. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 108 s (yayımlanmamış).

Tiryaki, B., 1998. Tamburlu kesicilerde keski dizilim parametrelerinin optimizasyonu. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 264 s (yayımlanmamış).