

TAMBURLU KESİCİLERİN ÇALIŞMA KOŞULLARINA GÖRE PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

Raşit ALTINDAĞ¹ , Avni GÜNEY²

ÖZET: Bu yazıda, yeraltı kömür üretiminde kullanılan tamburlu kesicilerin çalışma performanslarına etki eden parametreler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Uygun tamburlu kesicinin seçimi ve tamburlu kesicilerin çalışma koşullarının belirlenmesi için önemli olan hususlar üzerinde durulmuştur. Verilen bilgilerin ışığı altında makinaların performansları analiz edilebilmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER : Tamburlu Kesiciler, Mekanizasyon, Kesici Uçlar.

INVESTIGATIONS OF THE PERFORMANCE OF DRUM SHEARERS ACCORDING TO THEIR OPERATING CONDITIONS

ABSTRACT : In this study, the parameters effecting the operating performance of drum shearers used in underground coal production is set out in detail. The important aspects in selecting a suitable drum shearer and in determination of operating conditions are outlined and described. The performance of the machines can be analysed with the given information.

KEYWORDS : Drum Shearers, Mechanization, Cutting Bits.

¹ Raşit Altındağ, (Yrd. Doç. Dr.), Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, ISPARTA

² Avni Güney, (Yrd. Doç. Dr.), University of Wisconsin - Madison, USA

I.GİRİŞ

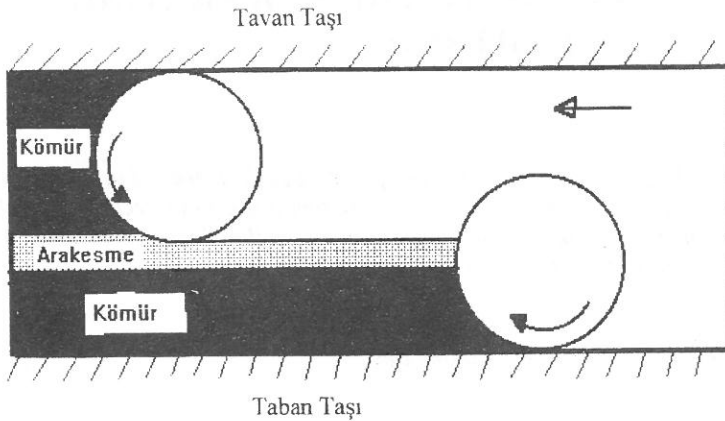
Günümüz yeraltı kömür üretiminde mekanize kazıya geçiş ve teknolojiye gelişmeler hızlı olmaktadır. Artan talepe bağlı olarak kömür üretimi de artmaktadır. Dünya yeraltı kömür üretiminde, tamburlu kesiciler önemli bir yer tutmasına rağmen, Türkiye kömür üretiminin yaklaşık % 4'ü tamburlu kesicilerle, TKİ'nin OAL Müessesesi'nde gerçekleştirilmektedir. Görüldüğü gibi kömür üretiminde tamburlu kesicilerin yeri oldukça düşüktür. Bu payın artırılması durumunda tamburlu kesicilerin verimli kullanılması önemli yer tutacaktır. Üretimin verimliliği bu makinaların optimum çalışma parametrelerinde çalıştırılması bakımından çok önemlidir. Tamburlu kesicilerin çalışma parametrelerinin doğru seçilmemesi işletmenin verimliliğini düşürmekte ve maliyeti arttırmaktadır. Bu gibi durumlarla karşılaşılması bakımından, bugüne kadar denemeler neticesinde elde edilen sonuçlardan bazıları üzerinde durulmaktadır. Tamburlu kesicilerin verimliliğinde önemli olan bazı parametreler üzerinde ayrıntılı olarak durulmuştur.

II. TAMBURLU KESİCİLERİN ÇALIŞMA KONUMLARI

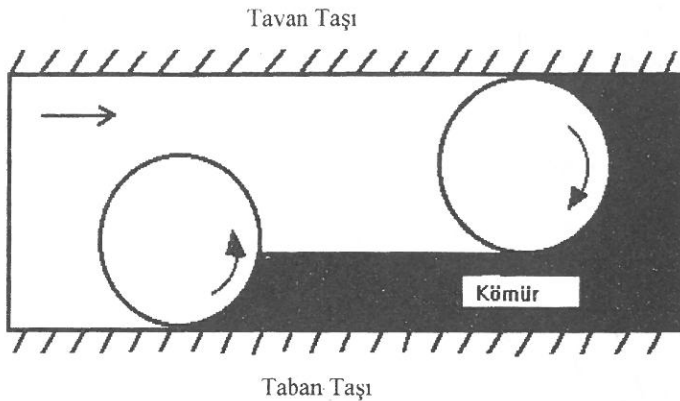
Çift tamburlu kesicilerle yapılan kazı sisteminde tamburların konumları damar özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Arakesme içermeyen damarda, damar kalınlığının % 70' i ön tambur ile kazılmakta geriye kalan % 30' luk kısımda kuyruk tamburu ile kazımı yapılmaktadır(Şekil 2). Kuyruk tamburu hem kesme işlemini yapmakta hemde kesilen kömürleri sıyrarak konveyöre yüklemektedir. Ön tambur, kuyruk tamburundan daha fazla enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Tamburların dönüş yönleri de birbirlerine göre ters yönde (kontra) olmaktadır[1]. Damarda arakesme bulunması durumunda da tamburların kesme konumları Şekil 1 ve Şekil 3 'deki gibi düzenlenmektedir.

Arakesmenin tabana yakın olması durumunda, tamburların konumu Şekil 1 'deki gibi düzenlenirse, tambur üzerinde bulunan kesici uçlar arakesme ile temasta bulunmaları daha az olacağından uçlardaki ve kanatlardaki aşınmalar en aza indirilmiş olacaktır. Aynı zamanda makinada oluşacak aşırı titreşimler önlenecektir.

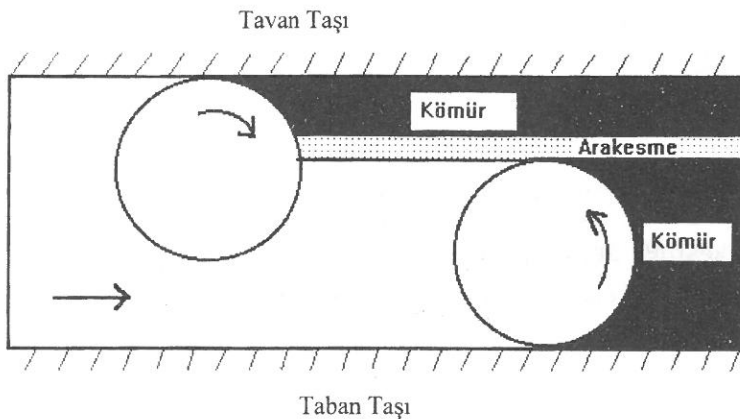
Diğer taraftan, arakesmenin tavana yakın olması durumunda da tamburlu kesiciler yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı Şekil 3 'deki gibi düzenlenmektedir.



Şekil 1 : Arakesmenin tabana yakın olması durumunda tamburların çalışma konumları [3].



Şekil 2 : Kömür damarında tamburların normal olarak çalışma konumları[1].



Şekil 3 : Arakesmenin tavana yakın olması durumunda tamburların çalışma konumları [1].

III. TAMBURLU KESİCİLERİN PERFORMANSINI ETKİLEYEN PARAMETRELER

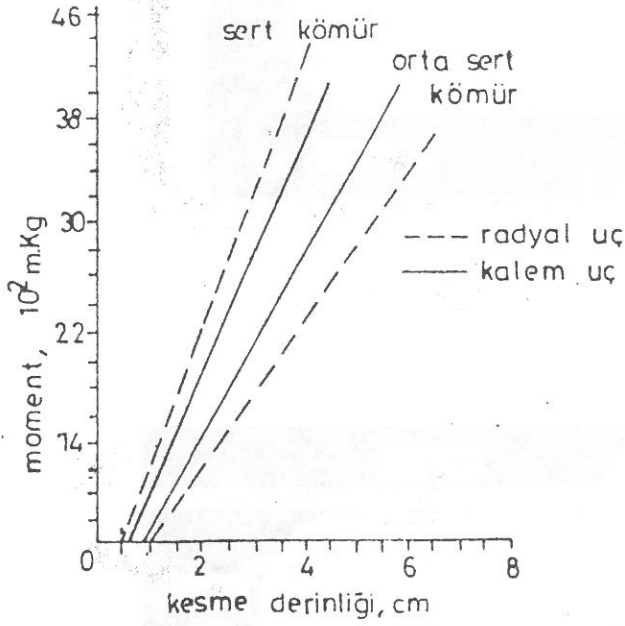
III.1. Tamburlu kesicilerde kullanılan kesici uçlar

Tamburlu kesicilerin verimine etki eden en önemli unsurlardan birisi de kesici uç seçimidir. Kesme işleminde kullanılan uçlar kömür sertliğine bağlı olarak seçilir. Sert kömürlerin kazımında ve aşındırıcı madde içeren kömürlerin kazımında kalem tipi uçlar kullanılır. Dayanımı daha düşük olan kömürlerin kazımında ise radyal uçlar kullanılmaktadır. Orta sert kömürlerin kazımında kullanılan radyal uçlar ise negatif kesme açılı uçlardır.

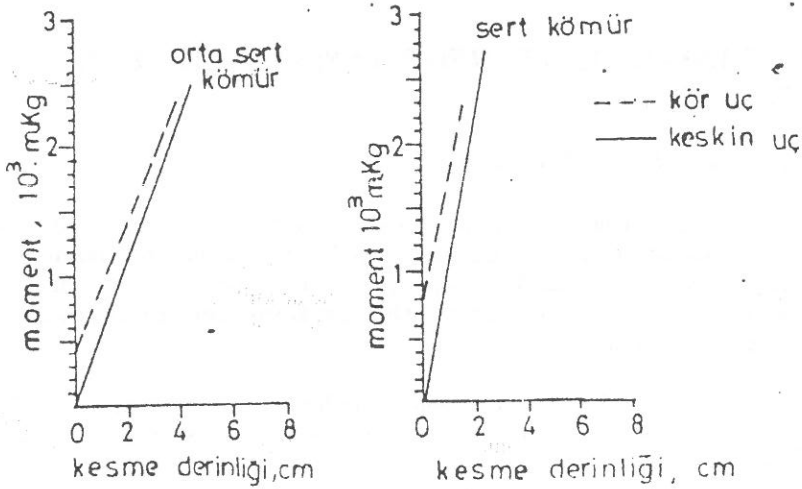
Uçlardaki kesme açısının artışı, keskinin mekanik dayanımını azaltacağından bu açı değeri, yumuşak formasyonlarda 20° , orta sert formasyonlarda 10° ve sert formasyonlarda ise negatif kesme açılı uçlar kullanılmaktadır[4].

Radyal ve kalem uçların, sert ve orta sert kömürlerde kesme derinliği ile moment arasındaki ilişki Şekil 4' de verilmiştir. Radyal uçun kullanılması durumunda, aynı kesme derinliğinde, sert kömürde uygulanan moment orta sert kömürde uygulanan momentten çok daha fazla olduğu görülmektedir.

Kesici uçların keskinlik durumları da çok önemlidir. Kör ve aşınmış bir uç ile yapılan kazıda daha fazla moment uygulanacak ve buna bağlı olarak Spesifik Enerji (SE) değeri artacaktır. Kör ve keskin uçların sert ve orta sert kömürlerde kesme derinlikleri ile uygulanan moment arasındaki ilişki Şekil 5 'de verilmiştir.



Şekil 4 : Farklı kömür sertliklerinde, kesme derinliği ile moment arasındaki ilişki [1].



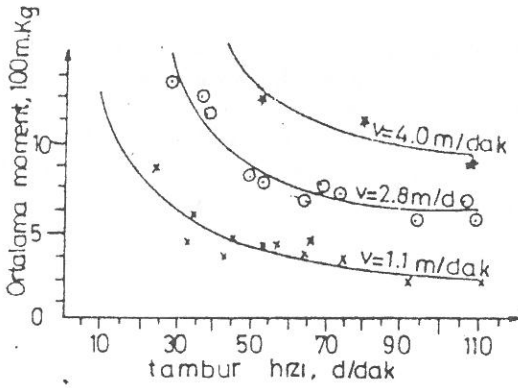
Şekil 5 : Kör ve keskin uçun moment ve kesme derinliği arasındaki ilişki[1].

III.2. Tambur dönüş hızı ile ilerleme hızının etkisi

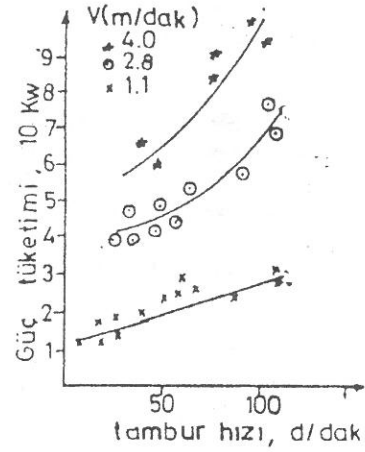
Tamburlu kesicilerin sabit ilerleme hızlarında, tambur dönüş hızı arttıkça uygulanan moment eğrisel olarak azalmaktadır (Şekil 6). Makinanın ilerleme hızı arttıkça sabit tambur dönüş hızında daha fazla moment uygulanmaktadır. Kesici tamburlar genellikle 30 - 50 dev/dak dönüş hızlarında çalıştırılmaktadır[1]. Tambur dönüş hızının çok yüksek olması durumunda kömür tamburun arkasına doğru hareket edecek ve yükleme verimi düşük olacaktır.

Tambur dönüş hızı arttıkça, çeşitli ilerleme hızlarına bağlı olarak, harcanan enerji tüketimi de artmaktadır (Şekil 7). Sabit tambur dönüş hızında, makinanın ilerleme hızı arttıkça harcanan enerji de artmaktadır. Aynı şekilde, sabit ilerleme hızında, tambur dönüş hızı arttıkça harcanan SE değeri de artmaktadır (Şekil 8- Şekil 9).

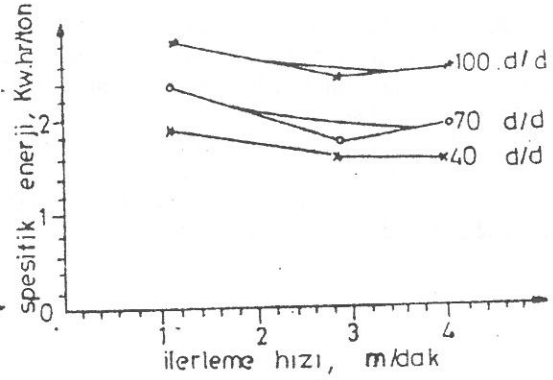
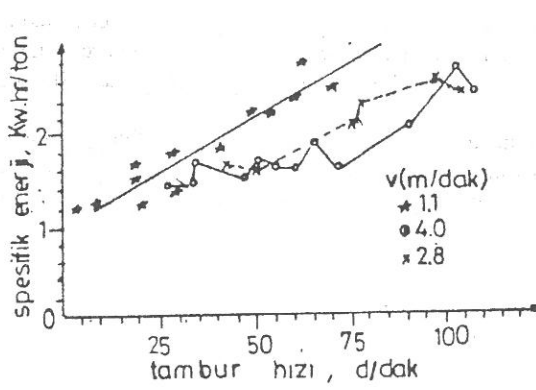
Sabit ilerleme hızında tambur devir sayısının artması durumunda, birim mesafede yapılan kesme yörüngesi artacaktır (Şekil 10-a.). Dolayısıyla, yapılan kazıda elde edilen parçanın tane iriliğinde düşüş olacaktır. Aynı zamanda solunabilir toz oluşumu ve SE değeri artacaktır. Kazı esnasındaki bu artışlarda arzu edilmemektedir.



Şekil 6 : Tambur dönüş hızı ile ortalama moment arasındaki ilişki [1].



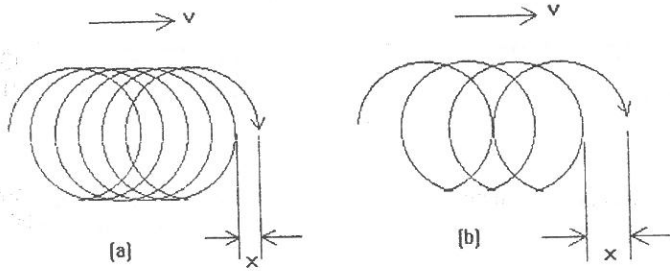
Şekil 7 : Tambur dönüş hızı ile güç tüketimi arasındaki ilişki [1].



Şekil 8: Tambur dönüş hızı ile SE arasındaki ilişki [1].

Şekil 9: Tambur dönüş hızına bağlı olarak ilerleme hızı ile SE arasındaki ilişki [1].

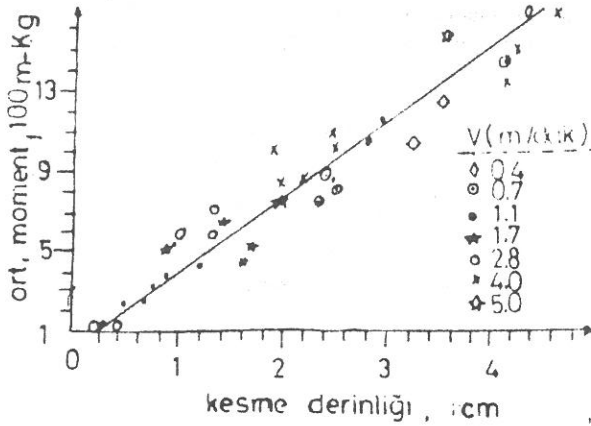
Yine, sabit ilerleme hızında, tambur devir sayısının düşürülmesi durumunda birim mesafede yapılan kesme yörünge sayısı düşecektir (Şekil 10-b). Dolayısıyla, yapılan kazıda oluşan kömür parçalarının tane irilikleri artar ve SE değerinde de düşüş gözlenebilir. Ancak bu devir sayısının düşürülmesinde, tamburun bir devirde katettiği mesafe (x) kesici uç uzunluğunun % 70'ini geçmemelidir. Aksi halde, kesici uç planlanandan fazla miktarda kömüre batacak ve bu durumda kesici uçta, uç yuvasında ve kanatlarda aşınmalar oluşacaktır. Aynı zamanda uç sarfiyatı artacak ve maliyet yükselecektir.



Şekil 10: Tambur dönüş hızı ile ilerleme hızının değişimi [7].

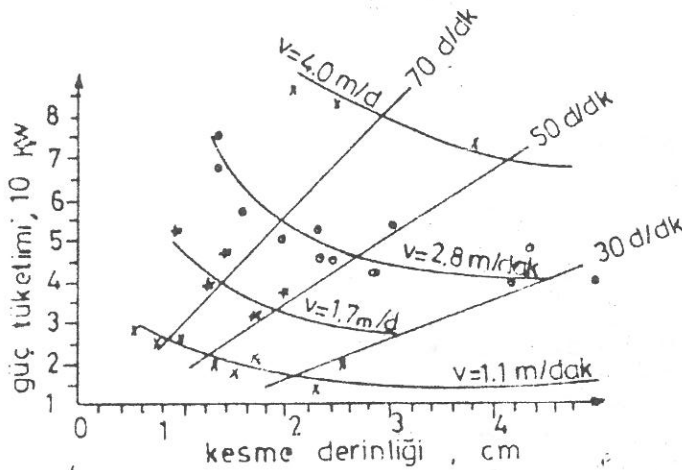
III.3. Kesme derinliğinin etkisi

Tambur üzerinde bulunan kesici uçların kesme derinliği ile ortalama moment arasındaki ilişki, makinanın farklı ilerleme hızlarındaki ilişki Şekil 11'de verilmiştir. Moment ve kesme derinliğinin etkisi, tamburlu kesicinin kesme ve yükleme verimini değerlendirmek için aranan bir faktördür.



Şekil 11 : Kesme derinliği ile ortalama moment arasındaki ilişki[1]

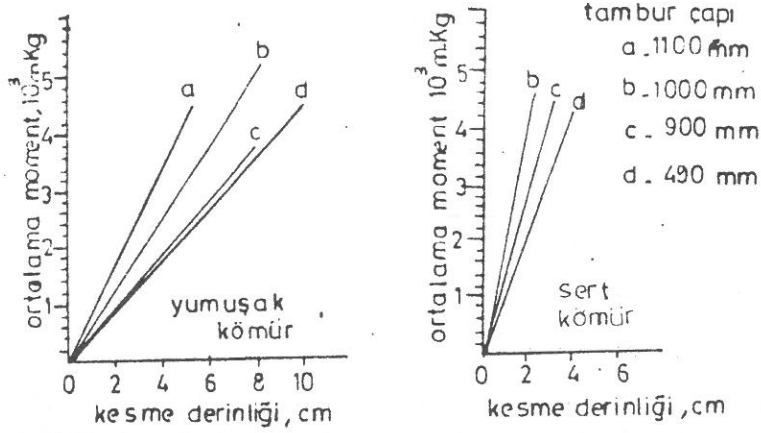
Sabit tambur dönüş hızında, güç tüketimi kesme derinliği ile doğrusal olarak artar (Şekil 12). Fakat, sabit ilerleme hızında güç tüketimi kesme derinliğinin artışıyla eğrisel olarak düşer. Kesme derinliğini arttırmak için tambur dönüş hızı azaltılmalıdır. Kesme derinliğinin planlanandan daha fazla olması durumunda, kesici uçlarda ve yuvalarında aşınmalar olacak, spiral kanatlar kömür arını ile temas edecek dolayısıyla aşınmalar ve makinada titreşimlerin artmasına neden olabilecektir. Genelde, kesme derinliği uç derinliğinin yaklaşık % 70'i kadardır.



Şekil 12 : Farklı tambur dönüş hızlarında kesme derinliği ile güç tüketimi ilişkisi[1].

III.4. Tambur çapının etkisi

Tambur çapı kesme çapıdır. Tambur çapı kesme verimini kontrol eden başlıca faktördür. Tambur çapının azalması ile yükleme veriminde azalma olmaktadır. Bu durum özellikle 1,10 m'den ince damarlarda belirgin olmaktadır. İnce damarlarda yükleme veriminin artırılması için kanat sayısının ve tambur dönüş hızının artırılması önerilmektedir[2].

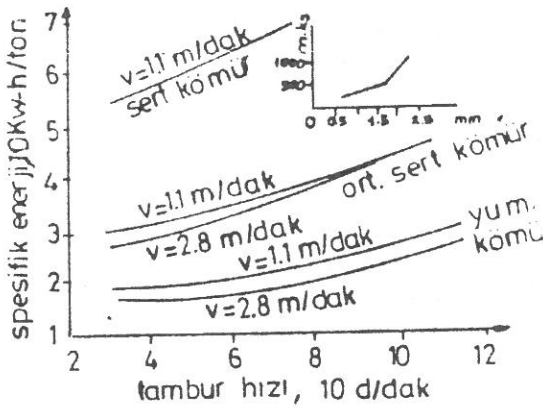


Şekil 13 : Çeşitli tambur çaplarında, kesme derinliği ile ortalama moment arasındaki ilişki[1]

Şekil 13'de, çeşitli tambur çaplarında ortalama moment ve kesme derinliği arasındaki ilişki görülmektedir. Aynı kesme derinliğinde tambur çapı arttıkça uygulanan moment de artış göstermekte olup bu değer yumuşak kömürden sert kömüre doğru gittikçe daha yüksek olmaktadır.

III.5. Damar sertliğinin etkisi

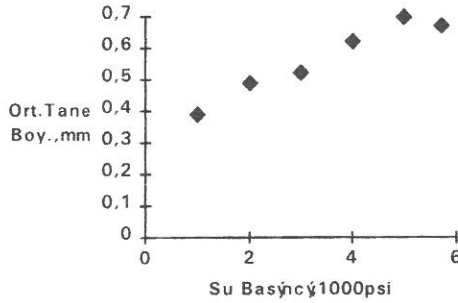
Kömürün sertliği arttıkça, sabit tambur dönüş hızında ve ilerleme hızında, SE değeri de artış göstermektedir (Şekil 14). Aynı şekilde, belirli bir kömürde tambur dönüş hızı ile SE arasında da artan bir ilişki görülmektedir.



Şekil 14 : Çeşitli kömür sertliklerinde makinanın ilerleme hızı, tambur dönüş hızı ve SE arasındaki ilişki[1].

III.6. Su basıncının etkisi

Tamburlu kesicilerde su, kesici uçların soğutulması, Kazı esnasında oluşan tozların bastırılması ve su jetlerinde malzemenin koparılmasına yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Su ile kesici uçlarda sürtünmeden dolayı oluşacak ısınmalar azaltılmakta ve kopmalar önlenmektedir.



Şekil 15 : Ortalama tane boyutu ve su basıncı ilişkisi[6].

Kazı esnasında oluşacak solunabilir tozların, yüksek su basınçlarında (20.7 - 41.4 MPa) bastırılması mümkün olabilmektedir. Yeraltı gibi kapalı ortamlarda solunabilir tozun bastırılmasıyla insanların ve makinaların sağlığı korunmuş olacaktır. Düşük ve yüksek su basınçlarında yapılan kazılarda su basıncı arttıkça havada solunabilir toz oranında da % 80 oranında azalma görülmüştür (Tablo 1)[6]. Su basıncı arttıkça ortalama tane boyutu da artmaktadır, yani solunabilir toz miktarı azalmaktadır (Şekil 15). Bu su basıncının artışı ile ton başına düşen enerji tüketiminde de bir artış olmadığı görülmüştür.

IV. TAMBURLU KESİCİLERİN YÜKLEME VERİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİ

Tamburlu kesicilerin yükleme verimini etkileyen faktörleri, makineye bağlı faktörler ve çalışma ortamına bağlı faktörler olmak üzere iki grupta toplanabilir.

Tablo 1 : Düşük ve yüksek su basınçlı çalışma durumlarında havadaki solunabilir toz oranları [6].

Basıncı (MPa)	Toz miktarı (mg / m ³)	Toz azalma oranı (%)
Yüksek basınç		
41.4	21.8	80.4
34.4	17.0	84.8
27.5	21.9	80.4
20.7	23.2	79.2
13.8	40.3	63.9
6.7	106.8	4.2
Düşük Basıncı		
1.3	111.5	0.0

Makinaya bağlı faktörleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Spiral kanatların açısı,
- Kanatlar arası mesafe,
- Kanatların derinliği,
- Kanatların sayısı,
- Tambur çapı,
- Gömülme genişliği,
- Tambur dönüş hızı,
- Tamburların çalışma konumları,
- Tamburların dönüş yönü

Çalışma ortamına bağlı faktörleri ise;

- Kömürün bünyesindeki yabancı madde içeriği,
- Kömür damarının eğimi ve ondülasyonu,
- Operatörün tecrübesi,

olarak sıralayabiliriz.

IV.1. Spiral kanatların açısı

Bu açı, tamburun ön yüzüyle kanatın yapmış olduğu açı değeridir. Bu açı spiral kanatların yeri ile değişir ve tambur eksenine doğru artar. Bundan dolayı, kanatın dibindeki açı değeri uç tarafından daha büyüktür. Kanat açısı değeri büyük olursa, kömür konveyörün üzerinden taşar ve çalışma ortamında yığılmalara ve toz oluşumunun artmasına neden olur. Diğer taraftan, bu açı değeri küçük olursa düzgün bir yükleme olmaz ve yığılmalara sebep olur. Kanat açısı 8° - 30° arasında seçilmekte olup, pratikte yaygın olarak 10° - 20° arasındadır[1].

IV.2. Kanatlar arası mesafe

Kanat mesafesi, eksen doğrultusu boyunca birbirine yakın iki kanat arasındaki mesafe olarak tanımlanır. Kanat derinliği yüzeysel olduğunda, kanat mesafesi 225 mm' nin altında olmamalıdır. Yaygın olarak 250 -400 mm arasında kullanılmaktadır [1,5].

IV.3. Kanatların derinliği

Tambur üzerindeki kanatların derinliği pratikte 305 mm' yi geçmemelidir. Bu değer 225 mm ile 305 mm arasındadır[5]. Kanat derinliğinin çok yüksek veya çok düşük olması kömürün konveyöre verimli yüklenmesini önler.

IV.4. Kanatların sayısı

Tamburlar üzerindeki kanat sayısı çoğunlukla 2 veya 3 kanattan oluşmaktadır. Tambur dönüş hızı arttıkça kanat sayısını düşük tutmak daha verimli olmaktadır.

IV.5. Tambur çapı

Tambur çapının yükleme verimine etkisi, Bölüm III.4' de anlatılmıştır.

IV.6. Gömülme genişliği

Gömülme genişliğinin arttırılması koşullara bağlı olarak yükleme verimliliğini fazla etkilememekte veya hiç bir etki yapmamaktadır[8]. Yüklem verimliliği düşük olan bir tamburun gmlme genişliğini arttırmak yükleme verimini dahada düşürmektedir.

IV.7. Tambur dönüş hızı

Tambur dönüş hızı yükleme verimini etkilmektedir. Yüksek tambur dönüş hızlarında kömür konveyör arkasına taşmakta, toz oluşumu artmakta ve parça fırlatma tehlikesi oluşmaktadır. Düşük tambur hızlarında da kömür konveyöre verimli şekilde yklenememekte ve yığılmalar olmaktadır.

IV.8. Tamburların alışma konumları

Tamburların alışma konumları şekil 1, şekil 2 ve şekil 3' te gösterilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken husus n tamburun kömür içinde tam batması gerekmektedir. Kömürün kazılmasında n tambur önemli lde yer tutmaktadır. Arka tambur geri kalan kömürü kazmakta ve kazılan kömürü konveyöre yükleme işlemi yapmaktadır. Kömürün yükleme işleminin ağırlığı arka tamburda olmaktadır. Tamburların alışma konumlarının yanlış seçilmesi kazı ve yükleme verimini olumsuz yönde etkilemektedir.

IV.9. Tamburların dönüş yönü

Tamburlar birbirlerine kontra biçiminde dönmektedirler. Aynı yönde dönmeleri halinde kazı verimi ve yükleme verimi düşmektedir. Aynı zamanda aşırı g sarfiyatı olmaktadır. Tamburların aynı yönde dönmeleri durumunda tamburların biri veya her ikisi de yanlış konumlarda olacağından kazı ve yükleme verimleri düşecektir. Kesici uçlarda ve yuvalarında fazla aşımmalar olmaktadır. Bu durumda üretim maliyetini etkilemektedir.

IV.10. Kömür bünyesindeki yabancı madde içeriği

Bazı kömürlerin bünyesinde sert ve aşındırıcı özelliğine sahip yabancı maddeler bulunmaktadır. Bu maddeler kesici uçların hızla aşınmasına ve tamburda fazla vibrasyon oluşmasına sebep olmaktadır. Vibrasyonun artması kömürün konveyöre yüklenmesinde olumsuz etkiler yapacağı bilinmektedir. Bu yabancı maddelerin fazla oluşu makinanın çalışma veriminde düşürmektedir.

IV.11. Kömür damarının eğimi ve ondülasyonu

Kömür damarının fazla eğimli durumlarında, yukarıya doğru yapılan kesimlerde tambur üzerindeki kanatların özelliklerine ve kesici uçların dizaynına dikkat edilmelidir. Aksi halde kesme ve yükleme verimleri istenen seviyelerde gerçekleşmez.

Aynı şekilde kömürün fazla ondülasyonlu olması zaman zaman yükleme ve çalışma verimini düşürmektedir.

IV.12. Operatörün tecrübesi

Hiç şüphesizki operatörün tecrübeli oluşu kazının verimliliğini çok yakından etkilemektedir. Çalışma ortamının koşullarına göre makinanın hızının ayarlanması, tamburların gerekli kazı konumlarına getirilmesi, aşınan uçların veya uç gövdelerinin zamanında değiştirilmesi, makinanın arıza ve çeşitli nedenlerden dolayı duraklama zamanının minimuma indirilmesi operatörün tecrübesine de bağlı olmaktadır.

V. SONUÇ

Yeraltı kömür üretiminde çok yaygın olarak kullanılan tamburlu kesicilerin çalışma performanslarının optimum şekilde seçilmesi önemli bir yer tutmaktadır. Çalışma performanslarına önemli derecede etki eden parametreler göz önünde bulundurularak, tamburlu kesicilerin dizaynı ve çalışma koşullarının uygun şekilde seçilmesi gerekmektedir. Ancak bu durumda, tamburlu kesiciler verimli bir şekilde çalıştırılabilir. Optimum çalışma koşulları dışına çıkıldığında tamburlu kesicilerin çalışma verimlerinin düşeceği hiç bir zaman gözden kaçırılmamalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] PENG,S.S., CHAING,H.S., *Longwall Mining*, Wiley Interscience Publication John Wiley and Sons, New York, 1984.
- [2] BÖLÜKBAŞI,N., *Yeraltı Kömür ve Kayaç Kazı Mekanizasyonu*, TKİ, Seminer No:4, Ankara, 1986.
- [3] HANSON,B.D., ROEPKE,W.W., " Computer Modelling of Dust and Forces for Longwall Mining Systems", *Bureau of Mines, RI-9203*,pp. 1-24.
- [4] BİLGİN,N., *İnşaat ve Maden Mühendisleri için Uygulamalı Kazı Mekaniği*, Birsen Yatınevi, İstanbul,1989.
- [5] HEKİMOĞLU,O.Z.,AYHAN,M., " OAL'deki Tamburlu Kesicilerin Yükleme performanslarının İncelenmesi",*Madencilik*, Aralık-1994, ss. 3-13.
- [6] TAYLOR,C.D., THIMONS,E.D., KOVSCEK,P.D., " Evaluation of Water-Jet-Assisted Cutting Capability on Longwall Shearers", *Bureau of Mines, RI-9270*, pp.1-14.
- [7].ALTINDAĞ,R." Uzunayak madenciliğinde kullanılan tamburlu kesiciler ", *H.Ü.,Yüksek lisans semineri*, Haziran-1991,ss.1-40.
- [8].BROOKER,C.M., " Theoretical and practical aspects of cutting and loading by shearer drums, *Colliery guardian coal international.*,1979.