

TÜNEL AÇMA MAKİNELERİNDE KAZICI UÇLARIN AŞINMALARINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER VE ETKİLERİ

THE FACTORS AND THEIR EFFECTS ON THE PICK
WEAR OF THE ROADHEADERS

Sabri ALTINOLUK(*)

OZET

Madencilikte kullanılan gerek bomlu tip tünel açma makineleri ta-
• e gerekse kömür kazıcı makineleri ile kazı işlevi kazıcı kafa Usa-
rındaki uçlar tarafından yapılır« Hakanisa kazının başarısının anah-
tar faktörü, kazıcı uçların maliyetleri ve dayanıklılıklarıdır. Bu
uçların kazı sırasında aşınmaları makine performansının düşmesine ve
Önemli teknik ve ekonomik problemlere sebep olur. İsinmaya etki eden
faktörlerin bilinmesi ile bunların mekanize kazı Userindeki ters et-
kileri azaltılabilir. Bu bildiride kazıcı uç aşınmalarına etki eden
önemli bazı faktörlerin etkileri yapılan deney sonuçlarına dayanıla-
rak verilmektedir.

ABSTRACT

Rock excavation with either roadheaders or shearer drums used
in mining is done by the picks on their cutter heads or drums* The
key factors on the success of the mechanised excavations are the
costs and the tool durability. Pick wear reaching high proportions
during cutting due to the various factors affect the machine's per-
formance and presents considerable technical and economic problems.
By understanding these factors and their influences, the adverse eff-
ects of pick wear on mechanized underground excavations can be min-
imised. In this paper, the effects of some main factors on pick we-
ar derived from the experiments are given.

* Dr. Maden Mühendisi .Btbank Bursa Maden tgl. Mües. BURSA

1* GİRİŞ

Günümüzün gerek madencilik gerekse inşaat sektöründe yeraltında kau yaparak artan galeri ve tünel açma ihtiyacı kargısında giderek mekanize kazı sistemlerine yönelinilmektedir. Dana hisli Te ekonomik galeri açmak için tünel açma makinaları kullanılmaktadır. Makina 1- le kanda klasik yöntemden farklı olarak delme re patlatma island, ortadan kaldırıldığı İçin patlatmaların yan etkileri de önlenmiştir. Patlatma etkisinin istenmediği yerlerde, mesela şehirlerde metro TO kanalizasyon tünelleri açılman gibi, tünel açma makinalamnın kul- lanılmaları zorunlu hale gelir.

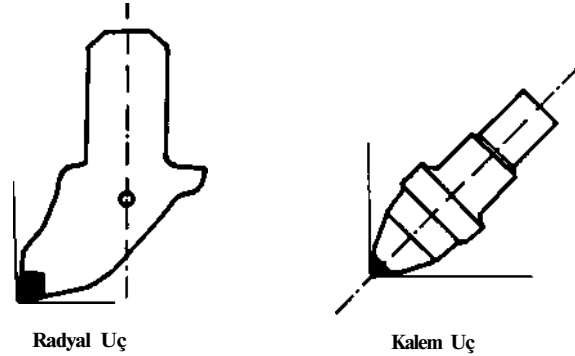
Tünel açma makinaları İ.B.M denilen tam cephe, ve Roadheader olarak adlandırılan bomlu galeri açma makinaları olmak üzere iki gruptur. Madencilik sektöründe çoğunlukla manevra kabiliyetlerinin ve çalışma şartlarına daha kolay adapte edilebilmeleri, montaj ve işletme kolaylıkları dolayısı ile bomlu tip makinalar kullanılır.

Bomlu galeri açma makinalarında kazı işlemi döner kafa üzerin- deki kazıcı uçlar tarafından gerçekleştirilir. Bu uçlar makina gü- cünü kayaca direk olarak ileten elemanlar olarak önem kazanmakta- dir* Bu sebeple makine ile kazınınbaşarılı olabilmesi tamamen kazıcı uçların performansına bağlıdır. Mekanize kazının ekonomik başarısının anahtar faktörü kazıcı uç maliyetleri ve ilerleme hız- larıdır. Sert ve aşındırıcı kayalarda uç aşınmaları çok yüksek oranlara erişir , önemli teknik ve ekonomik problemlere sebep olur.

Kazıcı uçların kullanımında belirleyici faktör aşınmadır. Bu hem uç sarfiyatının artmasına hem de kazı ilerleme hızlarının düşmesine neden olur. Uçlar ağınmaya dayanıklı sinterlenadş tungsten karbürden imal edilirler. Bu metaryel tungsten karbür ve kob- alt kompozisyondur, fiziksel ve mekanik özellikleri alaşım kompo- zisyonu ve mikrostrüktürU değiştirilerek ayarlanabilir. Bu şekilde farklı kazı şartları için değişik Özelliklerde uç imal edilir.

Aşınmayı etkileyen faktörler uç materyalinden kazılan kayacın özelliklerine kadar çok geniş bir sahayı kapsamaktadır. Kazıcı

uçların aşınması sonucunda makinanın kazı performansı düşer, kesme kuvvetlerinde birkaç misli artış olur. Kası için ihtiyaç duyulan makine gücü de o oranda artar. Uçların kayaya girmeleri zorlaştığından kesme derinliği düşer, makine, vibrasyonları artar nihayet kurul« güç kazı yapmaya yetersiz hale gelebilir. Bu konuda İngiltere'nin Newcastle upon Tyne üniversitesinde yazarın yapmış olduğu doktora çalışmasının bazı sonuçları bu bildiriye verilmektedir»



Şekil 1 Kazıcı Uçlar

2. TESTLER VE ÖLÇÜ PARAMETRELERİ

Deneyler laboratuvar şartlarında 9 tip tungsten karbür kompozisyonu vs 5 değişik kayaç kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tungsten karbür kazıcı uçlar özel olarak imal edilmişlerdir. Test kayaç numuneleri yaklaşık 1 metre çapında 0.5 metre yüksekliğinde silindirik olarak hazırlanmış ve uçlar bu numuneler üzerinde dönme hareketi ile gerçek kazı örneğine benzetilerek test edilmiştir. Belirli kesme „uzunlukları sonunda uçlara gelen kuvvetler ile aşınma miktarları ölçülmüştür. Aşınma miktarları uçlarda meydana gelen aşınma yüzeyinin genişliği olarak ve aynı zamanda uçtaki ağırlık kaybı olarak iki parametre ile belirlenmiştir. Kesme kuvvetleri 3 eksenli bir dinamometre aracılığı ile bir SE 4000

kaydedici enstrümanlar kullanılarak ölçülmüştür. Bu enstrüman bir enerji ünitesi, bir amplifikatör ve bir integratör ünitesinden oluşur, y bir U.V kaydediciyle bağlantılıdır. Keane enstrümanında uca gelen kuvvetin 3 eksen bileşenleri Ü.V duyarlı kağıt üzerine kaydedilir.

2.1 Ölçülen Parametreler

Ölçülen birçok parametre içinde deney sonuçlarının yorumlanmasında kullanılan başlıca parametreler şunlardır:

Ağırlık Kaybı : Kazı sırasında uçtan ayrılan kütle

Aşınma Yüzeyi : Uçta aşınma ile kesme kenarında olunan aşınma yüzeyinin genişliği (mm)

Kesme Kurveti : Uca gelen kesme yönündeki kurvet (KH)

Hormal Kurtret : Uca gelen , kesme yönüne dik kurvet (KH)

Spesifik Enerji : Bir birim kazı için harcanan enerji (mj/m

2.2 Uçların Özellikleri

Çizelge 1 Uçların Metalürjik Özellikleri

№	Kobalt I	Karbon %	Tane Boyu µm	sertlik: Hv
1	6	5.97	6	1480
2	10	6.09	4.8	1270
3	10	5.97	1.2	1525
4	6	6.05	2.4	1650
5	8	6.09	1.2	1640
6	14	6.05	4.8	1215
7	10	6.13	6.0	1285
8	6	6.09	3.6	1600
9	12	5.97	4.8	1315

2.3 Vest Sayaçlarının Özellikleri

Çizelge 2 Test Kayaçlarının Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Kayao Türü	Yoğunluk ³ gr/cm	Tek Eksenli Basma Day. MPa	Çekme Day. MPa	Statik Blastik Mod. OPaD
Springwell Kumta,!	2.21	43	3	1.54
Blton Kumtası	2.25	45	3.3	1.52
Penrith Kumtası	2.31	69	3.2	2.31
D. Kumta«ı	2.15	50	2.8	1.84
m. Kireçtaşı	2.61	112	8.3	3.35
	Dinamik Elastik Hod. QPa	Kuvars *	Kuvars Tane Boyuu, mm	HCB Konik D. Sertliği
Springwell Kuatacı	1.79	63	0.32	1.98
Blton Kumtası	1.31	68	0.35	2.08
Penrith Kumtası	1,16	84	0.53	2.94
D. Kumtası	1.75	71	0.40	1.65
m* Kireçtaşı	8.04	-	-	2.93

3. TÜHOSIEK KARBÜBÜN ÖZELLİKLERİ

Tungsten karbür alaşımının üretiminde sinterleme tekniği kullanılır, çünkü monokarbürün bosunması sebebiyle standart metal proses yöntemlerini kullanmak mümkün olmaz. Temel üretim prosedürü ilk keşfedildiğinden buyana pek fazla değişmemiştir. Prosesin »nemli adımları »öyledir (Powell,1973).

1. Tungsten cevher konsantresi (şelit veya volframlt) amonyum paratungstat,tungstik asit, veya tungstik okside indirgenir.
2. Bu kimyasalların hidrojenle indirgenmesi ile saf tungsten

elde edilir.

3. Saf metal toza saf karbon tosu ile oksijensiz ortamda ısıtılarak karbürüz« edilir.

4. Tungsten karbür kobalt ile belirli oranlarda karıştırılarak öğütülür ve iyi bir «eklide karışmış ve dağılan.» duruşa getirilir» Karbür tanelerinin etrafı tasasen kobalt ile kaplanması sağlanır.

5. öğütülen metaryel kurutulur, kalıplara preslenir ve hidrojen veya vakum fırınlarında sinterlenerek kazıcı uç olabilecek kalitede sert metal elde edilir. Kalıplara preslenen karışım son boyutlarda sinterleme esnasında lineer olarak \$20 azalma payı olarak şekilde boyutlandırılır. Bazen sinterleme iki aşamada yapılır 1 önoe 800 °C de 5saat Sn sinterleme yapılır ve istenirse bu parçalar işlenerek düzgün şekil verilir. Saha sonra 1360 - 1400 °C de yarım saat son sinterlemeye tabi tutulur. Özel uygulama alanları İçin izostatik presleme tekniği kullanılır. Bu teknikte sinterleme esnasında parçalara belli bir basınç uygulanmaktadır. Bu şekilde porozitesiz az daha dayanıklı ürün elde edilebilmektedir.

Tungsten karbürün özellikleri , üretim prosesine .kompozisyona ve birçok diğer faktöre bağlı olarak değişir. Bu faktörler üretim esnasında kontrollü olarak değiştirilerek farklı kalite ve özellik gösteren sert metaller elde etmek mümkün olmaktadır. Tungsten karbür üretim prosesi çok geniş bir konudur. Bildiri konusunun dağıtılmaması için burada kısaca açıklanmıştır.

Sintere tungsten karbür - kobalt alaşımlarının özellikleri , kobalt ve karbon miktarlarına, tane boyutuna, iapüritelere, katkı maddelerine, poroziteye bağlı olarak değişir. Fiziksel ve mekanik özelliklerin metalürjik kompozisyon ile değişimi /Çizelge 3 te verilmiştir.

4. KAZICI UÇLARDA QÖBÜLBÄ AŞINMA ÇBĞİTLBRİ

4.1 Kayaçların Keski Uç Btkisi ile Kırılma Mekanizması

Bir keski tip kazıcı uç kayaç ile temas ettiğinde yüzeyden belirli bir derinlikte (kesme derinliği) kayaçta bir kırılma

çatlağı oluşarak küçük bir parça koparak ayrılır. Uç kesme yönünde ilerleneye devan eder ve bu arada kesici uç kayaç ile temas tadır. Yeni bir çatlak oiaşur ve yeni bir parça kopar ve kazı hareketi bu gekilde devam eder. Bu süre içinde herbir çatlak oluşumunda uoa etki eden kuvvetler yükselir v« parçanın kopması ile azalır. Kaya yüzeyi ile uç devamlı temas halinde olup sürtünme vardır. Hetice olarak uç metalinin sıcaklığı artar v« bu etkiler İle uçta açınma olur. Şekil 2 de kası sırasında kayaçtan parçaların kopması, aşınmanın gelişmesi ve etki eden kuvvetlerdeki değışme şematik olarak gösteriİmletir.

Çizelge 3 Tungsten Karbürün MetalÜrjik Özellikleri

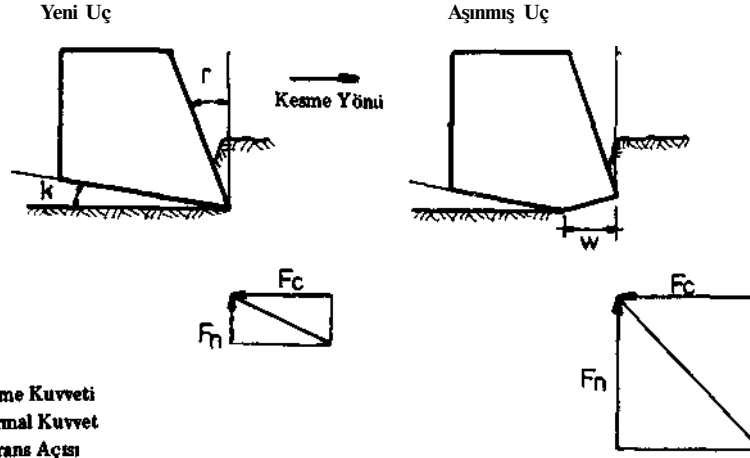
WC-Tane Boyutu	(mikron)	0.8	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0
Co % si	%	6	6	10	25	9	10
TiC % si	%	-				9	19
TaC % si	%	-				12	15
Yoğunluk	Gr/em ³	14.95	15.00	14.50	13.15	12.15	10.30
Sertlik	Hv	1750	1575	1380	950	1450	1525
T.R.S	MI»	1650	2240	2450	2760	1930	1420
Basınç Mukavemeti	Mın	6700	5500	4800	3500	4600	3700
Kopresiv Yorulma	2.10 d.MPa	4900	4500	4000	2900		
Elastik Modülü	OPa	630	630	590	457	510	480
Poisson Oranı		0.204	0.204	0.200	0.243	0.220	0.220
Termal İletkenlik	W/m°C	110	110	120	90	40	25

4.2 Aşınma Mekanizmaları

Kayaçları kazıcı uçlar ile keserken birkaç çeşit aşınma mekanizması görülebilir, (Osborn,1969). Bunların başlıcalarını

1. Abrasiv aşınma
2. Mikroparçaların kopması , impakt yorulma
3. Termal yorulma ve termal şok
4. İmpakt hasar ve tamamen parçalanma

Değişik tip mekanizmalar aynı anda etkili olabilir. Ancak en fazla olan diğerlerini maskeler. Tatbikatta bir tür aşınmayı azaltmak genellikle bir başka tür aşınmanın ortaya çıkmasına neden olabilir.



F_c : Kesme Kuvveti
F_n : Normal Kuvvet
k : Klerans Açısı
w : Aşınma Yüzeyi
r : Ön açı

Şekil 2. Uçlarda Aşınmanın Oluşumu ve Kuvvetlerin Artışı

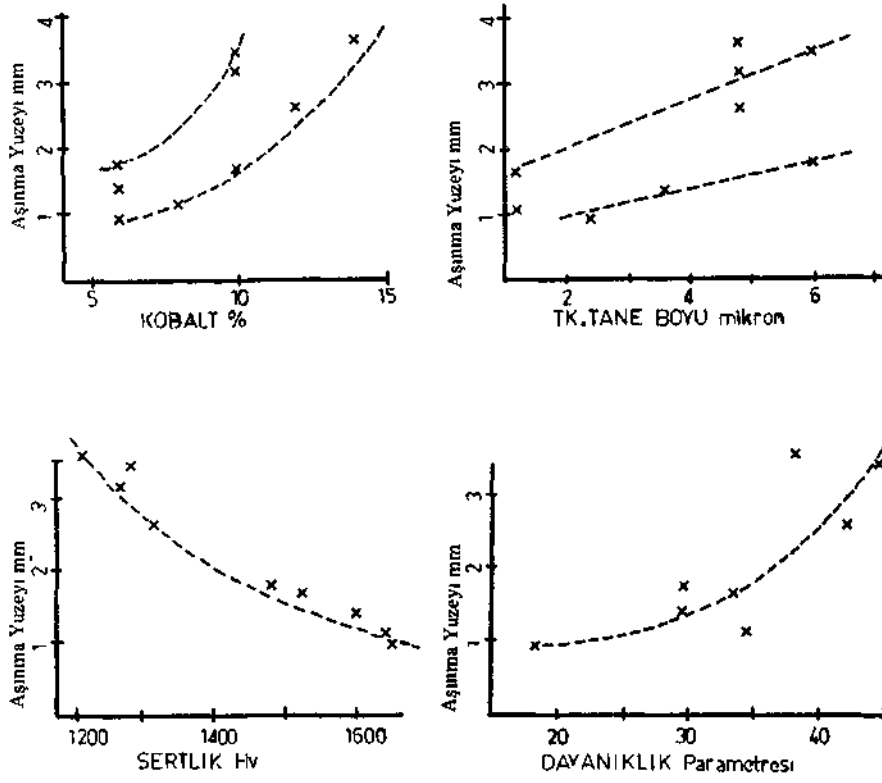
5. KAZICI UÇLARDA AŞINMA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Uç aşınmalarına etki eden faktörler çok çeşitli olup birbirleri ile de etkilettikleri için kompleks bir konu oluşturmaktadırlar. Bu faktörleri başlıca su gruplarda inceleyebiliriz i

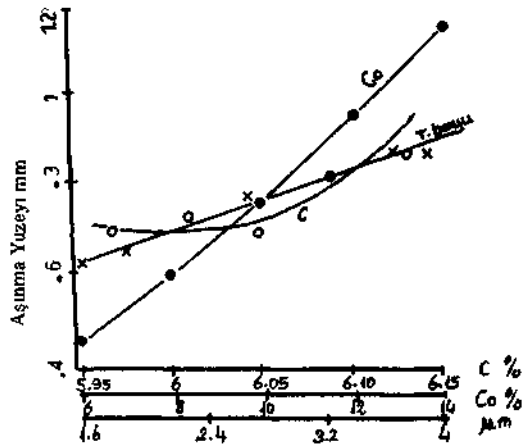
- 1* Tungsten karbür metalürjik kompozisyonu Te buna bağlı faktörler
- 2* Kazıcı uç geometrisi
- 3* Kazılan kayacın özellikleri
- 4* Kazı şartları ve işletme faktörleri

5*1 Tungsten Karbür Metalürjik Kompozisyonunun Etkileri

Uçların fiziksel ve mekanik özellikleri ile birlikte acınma dirençleri de kompozisyon ve mikro yapı ile önemli ölçüde değişir. Kompozisyonu oluşturan tungsten karbür, kobalt ve karbürdeki karbon miktarları acınma üzerinde önemli etkilere sahiptir. Buradaki belirgin faktör kobalt olup artması ile acınma artmaktadır. Karbonun limit sınırlar içinde değişiminin etkisi nispeten azdır. Karbür tane boyutu da aşınma üzerinde önemli rol oynamaktadır. Tane boyutu



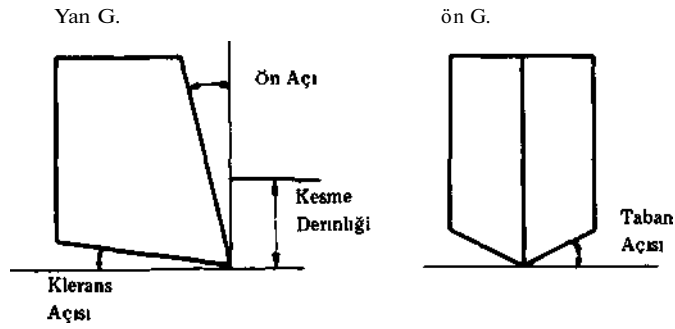
Şekil 3 Tungsten Karbür Metalurjik Özelliklerinin Aşınmaya Etkisi



Şekil 4 Kompozisyonun Aşınmaya Etkisi

azaldığında aşınma direnci artmaktadır. Kompozisyonda kobalt miktarının azaltılması ucun sertliğini arttırırken aynı zamanda kırılabilirliğin artmasına sebep olur ve bu da kazıcı uçlar için istenmeyen bir durumdur. Sert ve mukavim kayalarda uç kırılıp parçalanabilir. Bu sebeple kobalt miktarı fazla azaltılmamalı, böyle ortamlar için aşınma direncinin arttırılması tane boyutunu küçülterek sağlanmalıdır. Tamamen abrasiv aşınmanın hakim olduğu ortamda kobalt miktarı % 6'ya kadar indirilerek önemli derecede aşınma direnci elde edilebilir, şekil 3'de Elton Kumtaşında yapılan deney sonuçlarına göre kompozisyonun, sertlik ve dayanıklılığın aşınmaya etkileri grafik olarak görülmektedir. Tungsten karbürün sertliği arttıkça aşınma miktarı düzgün bir şekilde azalmaktadır. Buna ters olarak dayanıklılık(toughness) arttıkça aşınma miktarı artmaktadır. Gerçekten de bu iki parametre birbirlerini ters olarak etkilemektedirler. Daha önce yapılan bir araştırmada kompozisyon değişkenlerinin etkileri ayrı ayrı tesbit edilmiştir,(Harle,1976). Sonuçlar birbirleri ile benzerlik göstermektedir. Aşınmaya en fazla etkisi olan değişken "Kobalt" daha sonra "tane büyüklüğü" ve en sonra da Karbon miktarıdır^, (Şekil 4.-

5.2 Uç Geometrisi



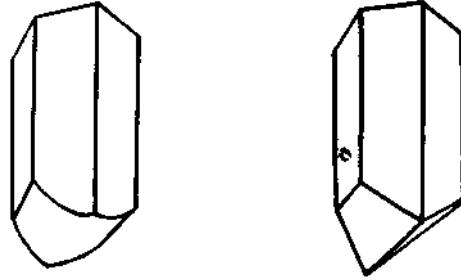
Şekil 5. Uç Geometrisi Temel Açıları

Kesici uç geometrisinin uç eğimlerine üzerine etkisi büyüktür. Açınma üzerine en fazla etkisi olan faktör klerans açısıdır* Bu açı ucun alt yüzeyi ile kaya yüzeyi arasında kalan açı olup 5

dereceden fazla açılarda aşınmanın etkisi azalmaktadır. Saba küçük açılarda ise aşınma giderek artan oranlarda fazlalaşmaktadır. 5 derece burada dönüm noktası olmaktadır.

Ucun ön yüzeyi ile kayaç yüzeyine dik düzlem arasındaki açı (rake açısı) aşınma üzerinde fazla etkili değildir. Bu sebeple tatbikatta mukavemetin fazla olması için uçlarda bu açı negatif 10 derece civarında olmalıdır. Yine yan açılar da aşınma üzerinde pek etkili değildir. Uç genişliğinin de aşınma üzerine önemli bir etkisi yoktur.

Hakinalarda kullanılan kazıcı uçlar genellikle kompleks geometrik şekillerde olmaktadır. Değişik şekilli uçlar ile yapılan deneyler sonucunda birim hacim kazı başına en az aşınma gösteren uç alt yüzü radyal ve ön yüzü 110 derece sivri açılı uç olmuştur. Şekil 6 da en az aşınma gösteren uç şekli görülmektedir.

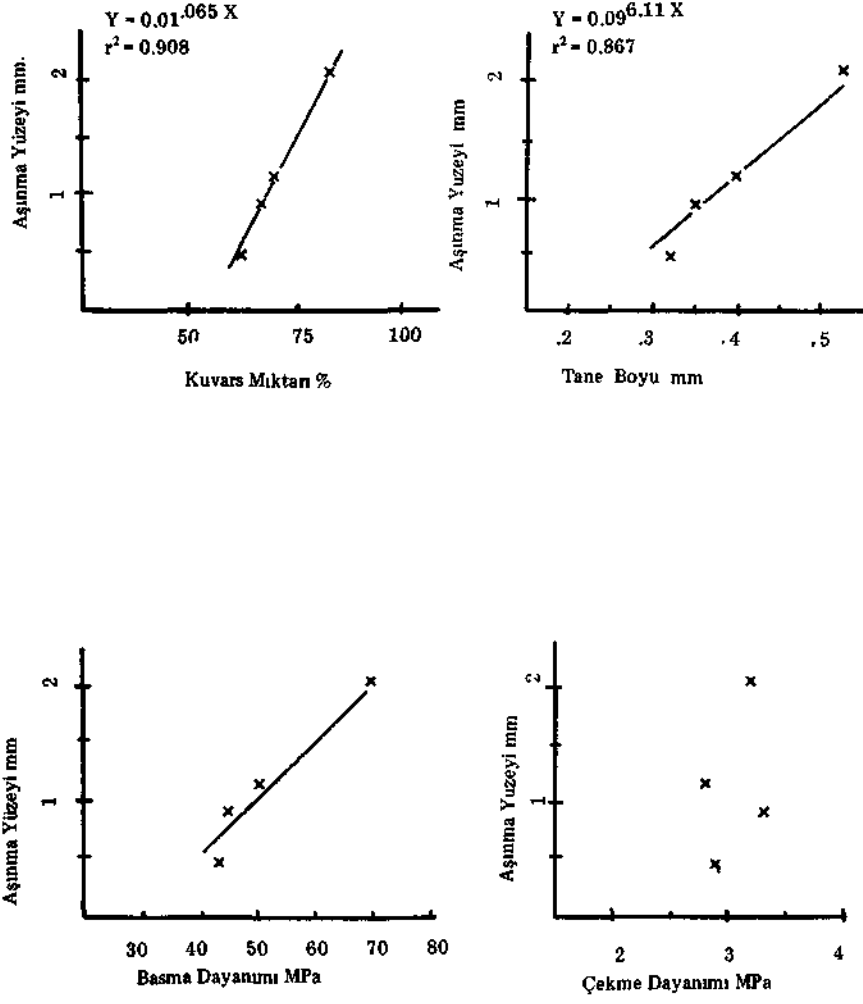


Şekil 6. Radyal Tabanlı ve V tabanlı Test Uçları

5.3 Kayaç özelliklerinin Etkileri

Kazı yapılan kayacın fiziksel, mekanik ve mineralojik özellikleri aşınmayı önemli şekilde etkilemektedir. Sert, içinde kuvars gibi aşındırıcı mineral miktarı fazla olan kayaçlarda aşınma fazla olmaktadır. Aşınma üzerine etkisi olan kayaç özellikleri önem sırasına göre şu şekilde sıralanabilir:

1. Kuvars ve diğer sert mineral muhtevası



Şekil 7. Kayaç özelliklerinin Aşınmaya Etkileri

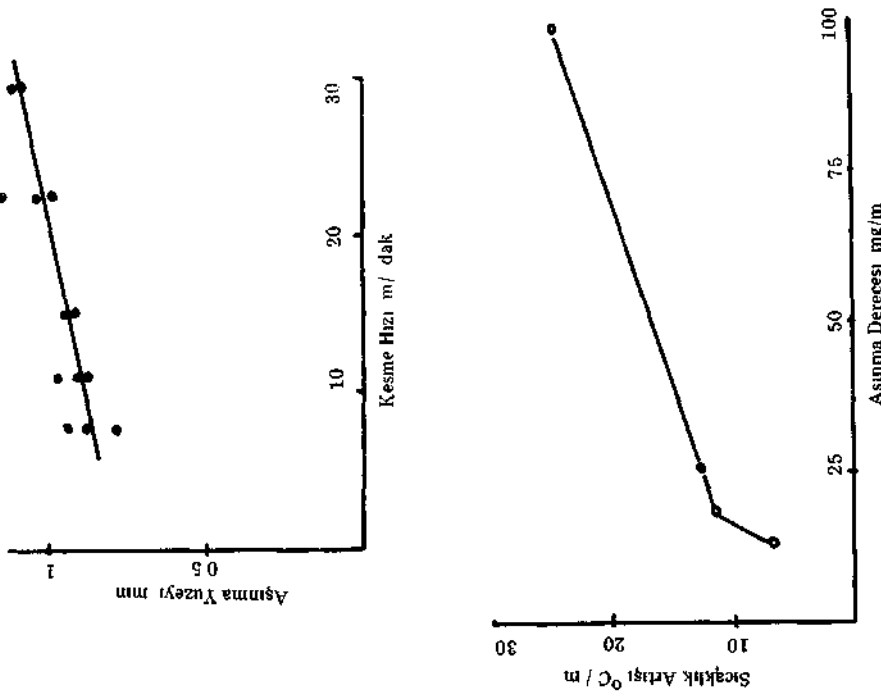
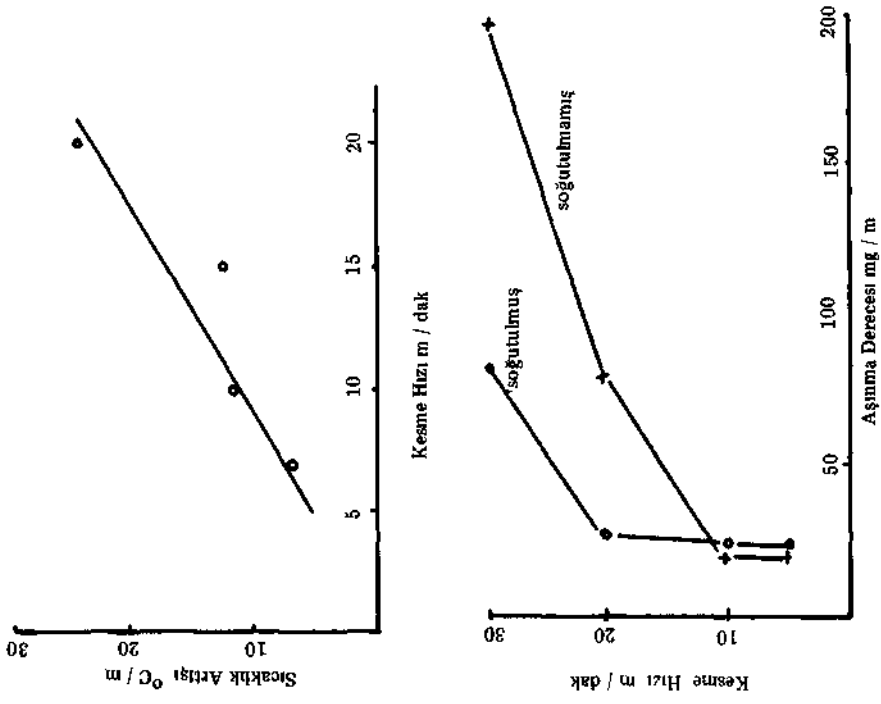
2. kuvars tanelerinin ortalama tane boyu
3. sert minerallerin tane şekilleri
4. tanelerin birbirleri ile bağlantı şekilleri ve dolgu
5. kayacın mukavemeti (basma ve çekme dayanımı)

Burada not edilmesi gereken husus bu faktörlerin tek tek etkilerinden çok birlikte etkileri önemlidir. Sn önemli faktör kayacın yapısındaki kuvars ve diğer sert mineral muhtevası ve bunların tane boylarıdır. Her iki faktör arttıkça uç aşınmaları da artar. Kayacın mukavemetinin tek başına etkisi azdır . İçiride kuvars olmayan kireçtaşı gibi mukavemeti fazla kayalarda abraelv aşınmaya pek rastlanmaz. Kayacın içinde kuvars varsa ancak o zaman aşınma mukavemet İle artar. Bünyesinde kuvars ve diğer sert mineraller olmayan kayalarda kazı uçları a) mikroparçaların kopması b) termal sok veya c) uç mukavemetinin kazı kazı kuvvetlerine yenilmesi sonucu uç kırılmaları şeklinde ortaya çıkar. Bir genelleme yapmak gerekirse bileşiminde kuvars olmayan kayalarda kası uçlarının aşınması diğer formasyonlara nispeten daha az olur.

Aşınmaya en dayanıklı tungsten karbür test uou ile değişik kayalarda yapılan deney sonuçlarına göre, aşınma miktarı kayaç o* - «elliklerinden kuvars muhtevası, kuvars tane boyu ve basma mukavemeti İla İyi bir korelasyon göstermektedir. Şekil 7' de görüldüğü gibi bu faktörlerin artması ile aşınma miktarı hemen hemen lineer olarak artar. Görüleceği üzere en büyük etkiyi kuvars miktarı yapmaktadır. Kuvarsın % 63' ten % 84'e çıkması ile aşınma yüzeyi 0*5 mm'den 4misli artarak 2 mm' nin üzerine çıkmaktadır.

5.4 Kazı Şartları ve İşletmeye Bağlı faktörler

Kazı şartları ve makınanın kullanımında operatörün ustalığı ve aynada kası işlemini yapış tarzı, kesioi kafanın aynada hareket şekli yanal veya dikey hareketi, kesioi kafa veya tamburun dizaynı, uçların spreyc veya su jetleri ile soğutulmaları gibi faktörler aşınma üzerinde önemli etkilere sahiptirler. Bu faktörler kısaca şunlardır :



Şekil 8 Kesme Hızının ve Uç Sıcaklığının Aşınmaya Etkisi

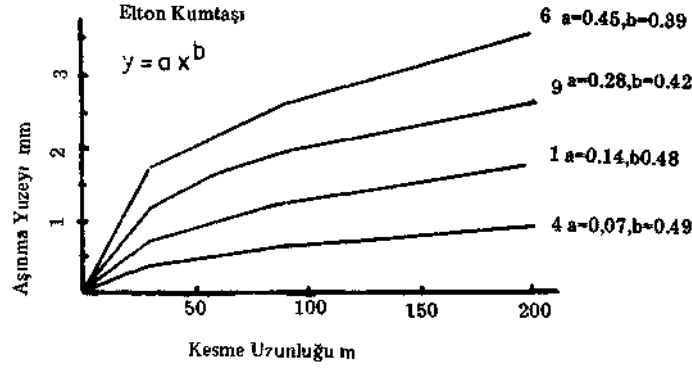
1. Kesme hızı : Kazı sırasında kazı ucunun kaya üzerindeki hızıdır. Hız arttıkça uç aşınması artar. Kesme hızı uçta sıcaklığın artmasına neden olur ve sıcaklık arttıkça aşınma giderek hızlanır. Kesme hızı ve bu esnada ortaya çıkan ısının artmasının aşınma miktarına etkisi «ekil 8 de görülmektedir. Eğer sıcaklık belli bir kritik sıcaklığa ulaşırsa aşınma çok ani olarak artar. Aşınmayı minimuma indirebilmek için aşındırıcı ortamda kesme hızı düşürülmektedir. Bu amaçla tünel açma makinalarının döner kafaları birden fazla dönme hızları Bağlıyacak şekilde dizayn edilmişlerdir.

2. Kesme derinliği : Kesme derinliği uçun kayaya girme miktarıdır. Genelde aşınma Üzerine fazla bir etkisi yoktur. Ancak çok düşük derinliklerde sürtünme arttığı için aşınma artar. Bu yüzden mümkün olduğunca kesme derinliği artırılmalıdır.

3. Kesme uzunluğu t Kesme uzunluğu uçun kazı süresinde katettiği yoldur. Bu kesintisiz şekilde yapılan kazı süresi ile direkt olarak ilgilidir. Kesme uzunluğu arttıkça aşınma da doğal olarak artar. Aşınma yüzeyi kesme uzunluğu ile $y = a \cdot x^n$ üssel fonksiyonuna uyarak artmaktadır. Soleil 9 da bir test ucunda ölçülen kazı uzunluğuna bağlı aşınma miktarı görülmektedir.

4. Uçların soğutulması ve mekanik kazıda yüksek hızlı su jetlerinden yararlanılması ı Uçların su ile soğutulması aynı zamanda kazılan kaya kırıntılarını da ortamdan hızla uzaklaştırdığı için ve sıcaklığın acınmaya ters etkisini düşürdüğü için aşınmayı azaltır«. (Tecen, 1987).

5. Diğer faktörler t İşletme şartlarına bağlı diğer faktörlerin en önemlisi kazıyı tambur veya kafa üzerinde uçların dizaynıdır. Bunlar uygun aralıklarla olmalıdır. Aksi takdirde kazı randımanı düşeceği gibi aşınması da artar. Ayrıca operatörün makineyi kullanmadaki başarısı da etkili bir faktördür. Kazıcı kafa aynada formasyonu en kolay kazacak tarzda bir hareket yapmalıdır.



Şekil 9 Kesme Uzunluğunun Aşınmaya Etkisi Eğriler üzerindeki numaralar test uç No'larını gösterir. a ve b eşitlik sabitlerdir

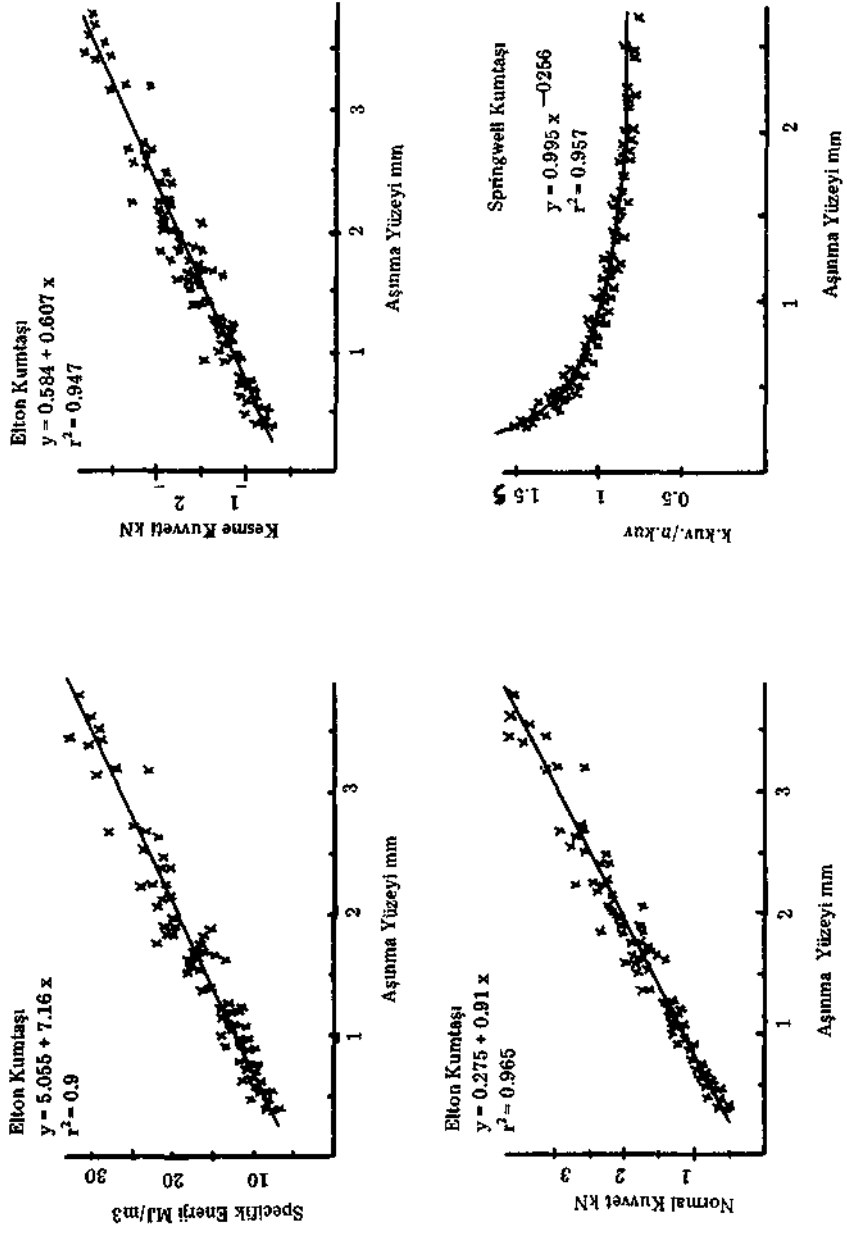
6. UÇ AŞIRMALARININ KAZI RANDIMANINA ETKİSİ

Kazıcı uçların aşınması makina ile kazı işleminin ekonomik ve teknik başarısını direkiolarak etkiler. Aşınma sonucu uçlara dolayı sı ile kazıcı kafaya gelen kazı kuvvetlerinde ve spesifik enerjide on misline varan artışlar olur, kazı randımanı düşebilir.

Uçlara gelen kesme kuvveti, normal kuvvet ve spesifik enerjinin aşınma yüzeyine bağlı olarak değişimi şekil 10'da görülmektedir. Burada önemli olan nokta normal kuvvetin, yani kazıcı ucu kayca içinde belli bir derinlikte tutmak için makina tarafından uca etki ettirilen kuvvet yeni uçlara nazaran aşınan uçlarda birkaç misil artmasıdır. Bu da aynı iş için daha ağır vegüçlU ma İtinalar gerektirir.

7. SONUÇLAR

Tünel açma makinalarının kazıcı uçlarında oluşan aşınma mekanizme kazının ekonomik ve teknik başarısını direk olarak etkiler. Bu sebeple uç seçimleri çok önemlidir. Uçlar aşınmaya dayanıklılıkla rına göre seçilmelidir. Fazla aşınan uçlar, uç sarfiyatının artması



Şekil 10. Uç Aşınmasının Kazi Parametreleri Üzerindeki Etkisi

İle nallyetlerl yükseltmekle kalmaz aynı zamanda uç değışimi yapmak için maklnanın durdurulması dolayısı ile kazı randımanının dUşmesine neden olur.

İlekanize kazı uygulamasından önce kazı yapılacak formasyonların ezellikleri mutlaka incelenmeli, aşındıraoılıkları tespit • - dilmell kazıoı makına bu özelliklere göre seçilmelidir» Kazı şartları ve kayaç özellikleri ; makına gücünü, ağırlığını, kafa dizaynını ve uç özelliklerini belirleyici etkilere sahiptir.

Kazıcı uçlardaki aşınma azaltılarak uçların faydalı ömürlerini arttırmak için değışik kazı şartlarında değışik metalurjik kompozisyonda ve geometrik şekilde uç kullanmak gerekebilir. Tungsten karbürün kompozisyonu parametrelerinden kobalt miktarı Te karbür tane boyu arttıkça aşınma artar, sertlik arttıkça aşınma azalır. Bu parametreler değıştirilerek farklı özelliklerde uç üretimi mümkündür. Kuvars miktarı fazla fakat mukavemeti yüksek olmayan (80 MPa dan az) abrasiv kayaçlarda kobalt miktarı az (£6) tane boyu küçük (3.6 mikron ve altı) sertliğı yüksek (1600 Hv) tungsten karbür kompozisyonu seçilmelidir. Ancak mukavemeti yüksek kayaç - larda bu kompozisyon kırılğan olacağından küçük tane boyu (1.2 mikron) fakat yüksek kobalt (% 10) ihtiva etmelidir. Termal şok ve termal yorulma ile aşınmanın hakim olduğu kireçtaşı gibi sert fakat kuvars içermeyen kayaçlarda ise karbür tane boyu bir miktar arttırılmalıdır. Bütün bu kompozisyonlarda karbon % 6 - 6.1 arasında olmalıdır.

Aşınma üzerinde en çok etkisi olan geometrik faktör uç alt yüzeyi ile kayaç arasındaki klerans açısıdır. Bu açı 5° den fazla olmalıdır. Kompleks uç şekillerinden alt yüzeyi radyal ön yüzü 110 derece Vaçılı uç diğerlerinden daha iyi sonuç vermiştir.

Aşınmaya etki eden faktörleri bütün detayları ile derinlemesine açıklamak bildiri sınırları içinde mümkün olmamıştır. Burada başlıca faktörler mskanize kazıyı uygulayıcı mühendise bir fikir vereosk şekilde açıklanmıştır.

KAYNAKLAR

1. **ALTINOLUK, S., 1981 ; "investigations Into Ina Effects of Tungsten Carbide Composition and Geometry on The Durability of Rook Cutting Tools" , Doktora Tezi, The university of Newcastle upon Tyne.**
2. **POWELL, R.J.,HKKİCÖLU,O.Z.,ALTINOLÜK,S., 1987; "Drag Tools Employed on Shearer Drune and Roadheaders", Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 10. Kongresi.**
3. **TECEN, 0. , 1987« "Hidromekanik ve Mekanik Kesicilerin Çeşitli Kayaglarda Performanslarının Karşılaştırılması", Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 10. Kongresi.**
4. **HARLB, M.R., 1977; "Investigations Into The Effects of Tungsten Carbide Composition on The Durability of Rock Excavation Tools", Ph.D. Thesis, Univ. of Newcastle upon Tyne, England.**
5. **SPRİGGS,G.E.,BETTLE,D.J., "The Properties and End Uses of Cemented Carbides", Powder Metallurgy,1975 Vol.18 No35.**
6. **OSBORN,H.J., 1969; "Wear of Rock Cutting Tools", powder Metallurgy,Yoll2,Ho 24.**

