

DRAGLINE YERKAZARLARDA KEPÇE SAPLANIŞ MEKANİZMASI VE KUVVETİ

Bucket Penetration Mechanism and Force of Dragline Excavators

Metin ÖZDOĞANⁿ

ÖZET

Bu yazıda dragline yerkazarı kepçesinin kazı basamağındaki kayaca saplanış mekanizması incelenmiştir. Dragline yerkazarında , kepçe kendi ağırlığı ile malzemeye saplanmaktadır. Kepçe saplanış açısı, kepçe ağırlığı, kepçe dişleri, kazı basamağı eğim açısı gibi kepçe saplanışına etki eden değişirgenler tartışılmıştır. Örnek olarak, bazı TKİ dragline yerkazalarının saplanış kuvvetleri, kepçe ağı ve kepçe dişine göre hesaplanan özgül kepçe saplanış kuvvetleri verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Dragline Yerkazarı, Dragline Kepçesi, Kepçe Saplanış Açısı, Kazı Basamağı Açısı, Özgül Kepçe Saplanış Kuvveti

ABSTRACT

In this paper bucket penetration mechanism of dragline excavator at the excavation bench was investigated. In dragline excavators, penetration is achieved by the tare weight of the bucket. Some factors effecting bucket penetration like bucket penetration angle, bucket weight, bucket teeth, excavation bench slope angle were discussed. Bucket penetration forces, specific bucket penetration forces based on length of bucket lip, and on total length of teeth lip are given for some TKİ draglines as examples.

Keywords: Dragline Excavator, Dragline Bucket, Bucket Penetration Angle, Excavation Bench Slope Angle, Specific Bucket Penetration Force

1. GİRİŞ

Dragline yerkazarlar, açık maden işletmeciliğinde en düşük maliyetle örtü kazıp taşıyan (aktaran) aygıtlardır, (Goodman ve Page, 1990; Erdem, 1996; Woof (a), 2002). Zira yerkazar-kamyon dizgesinde olduğu gibi kazılan örtüyü taşımak için kamyon gerektirmezler. Elektrikli yerkazar-kamyon dizgesinde; yükleme, örtükazı maliyetinin sadece % 30'unu oluşturmaktadır. Geri kalan %70'lik kısım ise taşıma yani kamyon giderlerine harcanmaktadır (Paterson ve Özdoğan, 2001). Bu nedenle, iyi basamak planlaması yapıldığında, makina titizlikle izlenip verimli çalıştırıldığında daha çok örtü kazarak, işletmenin maliyetlerinin aşağı çekilmesinde büyük katkılarda bulunabilir. Bu yüzden, makinanın kazar kısmı olan kepçeye gereken önem verilmelidir. Üretim ve verimlilik kepçeden başlamaktadır. İyi tasarlanmış kepçelerde, kepçe kazılacak kayaca en uygun saplanış açısıyla sallantısız girer, çabuk dolar, dolan kepçe yukarı kaldırıldığında üstünden dökülme olmaz (Woof (b), 2002; Erdem, 1996), kepçe kapasitesi değiştirenlerini izin verilen en yüksek kanca gücü, kazılan kayacın yoğunluğu, kayacın kabarma katsayısı ve kepçe ve kepçe donanımının kepçenin m^3 'ü başına düşen ağırlığı olarak vermektedir. Erdem (1996), dragline yerkazarın verimini arttırmak için kepçe tasarımının geliştirilmeye çalışıldığında, bütün çabanın kepçenin ölü ağırlığını azaltarak taşınan net kayacın yükünün arttırılması, kepçenin kazış, kazılan malzemeyi içinde tutuş ve hızlı boşaltış özelliklerinin geliştirilerek kazış döngü süresinin kısaltılması olduğunu belirtmektedir.

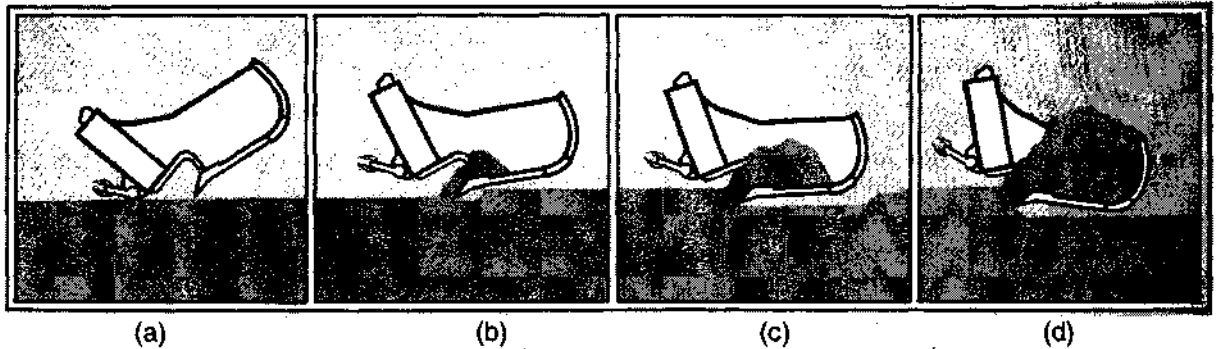
Dragline yerkazarlarda kepçenin kazılacak kayaca ya da gevşetilmiş kayaca saplanışı kepçenin kendi ağırlığı ile sağlanır. Boş kepçenin

ağırlığının oluşturduğu kuvvet kepçe ağızındaki dişler vasıtasıyla kazılacak malzemeye aktarılır ve kepçe saplanışı sağlanır. Kepçe saplanışı ve doluş evreleri Şekil 1'de verilmiştir (Anon (a), 2001).

Sanılanın aksine kepçe makinanın belki de en önemli kısmıdır. Malzemeye dalan, koparan, dolduran ve taşıyan donanımdır. Doğru kepçe ve dişleri seçilip takıldığında, kepçe ve dişlerin bakımı, onarımı, değişimi düzenli bir biçimde yapıldığında makinanın başarı mini, verimliliğini, üretkenliğini doğrudan etkiler. Bu yüzden işletmelerde görevli mühendisler kepçe ve kepçe dişlerini özellikle izlemeli ve gereken önemi vermelidir. Kepçenin malzemeye iyi saplanışı, makinanın kazış döngü süresini de kısaltmaktadır. Woof (2002 (b)) Avustralya'da dragline kepçeleri üzerinde çeşitli ar-ge kuruluşlarının yaptığı çalışmalardan söz etmekte ve daha kısa sürede dolup boşalabilen yeni biçimli bir kepçenin denendiğini bildirmektedir.

2. KEPÇE SAPLANIŞ GEOMETRİSİ VE KUVVETİ

Kepçenin saplanış geometrisi Şekil 2'de verilmiştir. Kepçe saplanış açısı, β , kepçe tabanının yatay düzlemle yaptığı açı olup değeri yaklaşık 30-45° dir. Kepçe ağırlığını, W_k ile gösterilirse, kepçe saplanış eşitliği aşağıdaki gibi ifade edilebilir, β açısı büyüdükçe kepçe saplanış kuvveti (KSK) büyür, ve $\beta = 90^\circ$ de en yüksek değerine ulaşır yani W_k olur. β açısı küçüldükçe saplanış kuvveti küçülür, $\beta = 0^\circ$ de en düşük değeri sıfıra ulaşır. Özgül kepçe saplanış kuvveti ise saplanış kuvvetinin kepçe ağız enine ya da kepçe dişleri ağız enleri toplamına bölünmesi ile elde edilen değerdir.



Şekil 1. Kepçe saplanış ve doluş evreleri (Anon (a), 2001)

$$KSK = F(W_k, \beta, a, o_c); \beta > 0^\circ, a < 90^\circ \quad (1)$$

Burada;

- KSK Kepçe saplanış kuvveti,
- W_k Kepçenin boş ağırlığı, kN
- β Kepçenin saplanma açısı, °
- a Kazı basamağı eğim açısı, °
- o_c Kazılacak kayaç kütlelerinin basınç dayanımı, MPa

Kepçe saplanış açısına göre kepçe saplanma kuvveti eşitliği ;

$$KSK = W_k \times \sin\beta \quad (2)$$

$$\beta \Rightarrow 0^\circ \quad KSK \Rightarrow 0$$

$$\beta \Rightarrow 90^\circ \quad KSK \Rightarrow W_k$$

Kepçe saplanış açısı, $\beta = 30^\circ$, olduğunda, kepçe saplanış kuvveti kepçe ağırlığının yarısı kadardır; ve $\beta = 45^\circ$ için saplanış kuvveti kepçe ağırlığının $\sqrt{2}$ 'ye bölümü kadardır (Şekil 2).

Kazı basamağı eğim açısına göre kepçe saplanma kuvveti eşitliği ;

$$KSK, \text{ kN} = W_k \times \cos a \quad (3)$$

$$a \Rightarrow 0^\circ \quad KSK \Rightarrow W_k$$

$$a \Rightarrow 90^\circ \quad KSK \Rightarrow 0$$

Basamak eğimi, $a = 60^\circ$ olduğunda, kepçe saplanış kuvveti kepçe ağırlığının yarısına eşittir; basamak eğimi $a = 45^\circ$ için bu kuvvet kepçe ağırlığının $\sqrt{2}$ 'ye bölümü kadardır (Şekil 3). β ve a açılarının değeri 45° olduğunda Eşitlik 1 ve 2'nin değerleri yani kepçe saplanış kuvvetleri aynı olmaktadır.

Christoph (1991), hidrolik yer kazarlar ve yükleyiciler için yaptığı çalışmada, kepçe şeklinin ve büyüklüğünün kepçe saplanış ve koparışındaki etkilerinden söz etmekte ve kepçenin gevşetilmiş malzemeyi kazarken karşılaştığı dirence kepçe kazı direnci (bu direnç aslında kepçenin malzemeye saplanış direncidir) adını, vermektedir. Bu direnci, kepçe boyutu ile kazılan gevşetilmiş malzemenin boyutu arasındaki ilişkiyle açıklamaktadır. Kepçenin gevşetilmiş yığın malzemeye saplanış direncini, kepçe ağız eninin kayacın parça büyüklüğüne oranı ile ilişkilendirmektedir. Buna göre en uygun direnç kayaç parça boyutunun kepçe ağız eninin $1/4$ ü olduğu durumdur ve parça boyutunun ağız eninin $1/3$ ü olduğu durumdan itibaren saplanış direncinin uygun

olduğu koşullar başlamaktadır. Parça büyüklüğünün, kepçe ağız eni genişliğine eşit olduğu durumdan itibaren ise kepçe saplanışı için uygun olmayan koşullar başlamaktadır.

Kepçenin saplanabilmesi için koşul, birim alana düşen kepçe saplanış kuvvetinin (kepçe saplanış basıncı) kaya kütleleri basınç dayanımından yüksek olmasıdır.

$$KSK/m^2 > a_c \quad (4)$$

$$KSB > a_c \quad (5)$$

Burada;

$$KSB = \text{Kepçe saplanış basıncı, MPa}$$

$$o_c = \text{Kaya kütleleri basınç dayanımı, MPa}$$

Diş ağız enleri toplamına göre hesaplanan KSK değerinin gerçeği daha iyi yansıttığı düşünülmektedir. Bazı Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) dragline yer kazarları için hesaplanan kepçe saplanış kuvvetleri Çizelge 1'de verilmiştir. Şekil 4, kepçe saplanış açısı (β)'nin özgül kepçe saplanış kuvveti üzerine etkisini göstermektedir; Şekilde görüldüğü gibi β 45° durumunda, özgül KSK daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Kazı basamağı eğimi (a)'da kepçe saplanış kuvvetini etkilemektedir. Şekil 5'de görüldüğü üzere, a 45° durumunda daha yüksek özgül KSK değerleri elde edilmektedir.

3. KEPÇE DIŞI VE ÖZGÜL KEPÇE SAPLANIŞ KUVVETİ

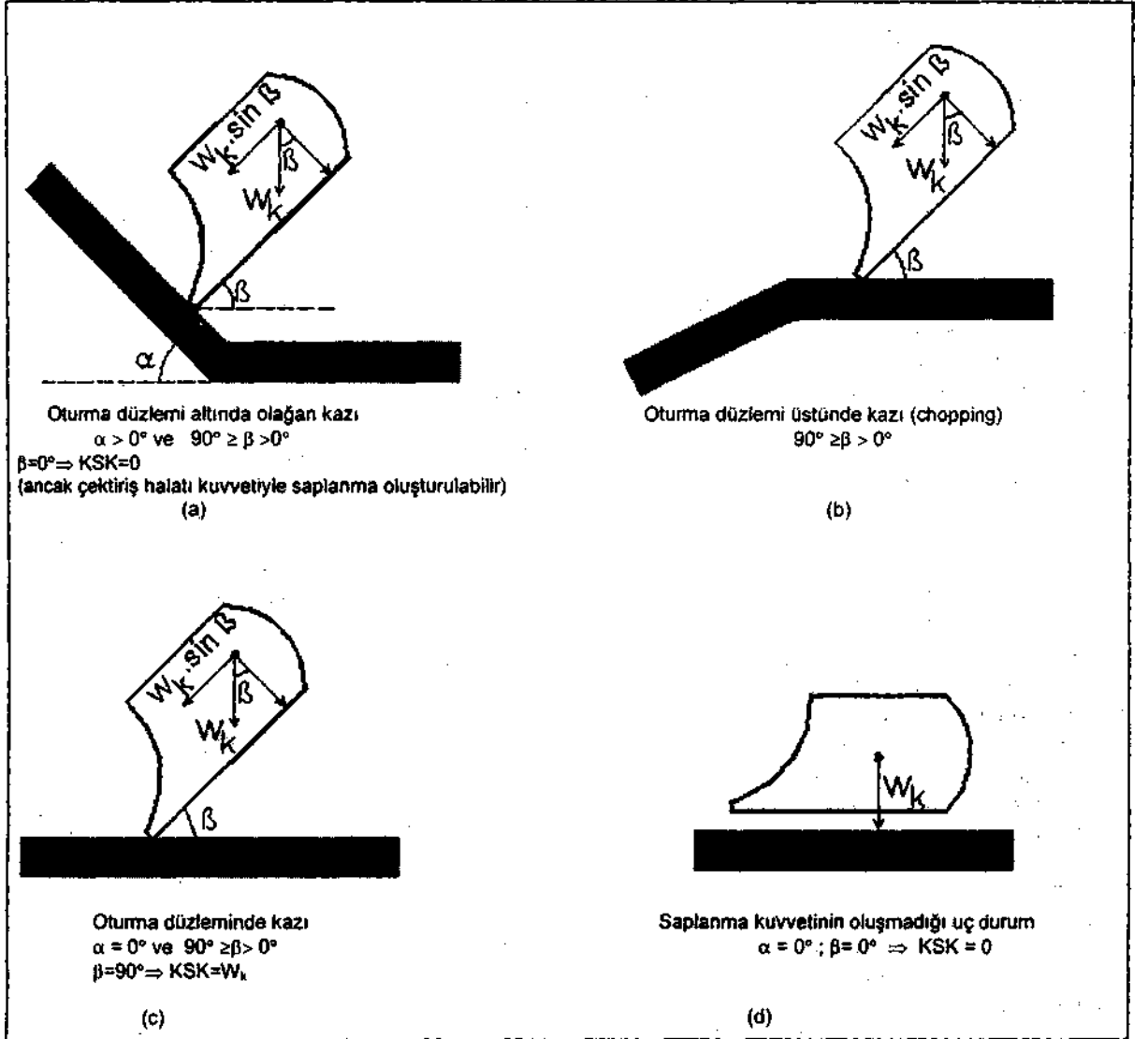
Kepçe dişlerinin iki ana işlevi vardır; kepçeyi aşınmaktan korumak ve kepçenin saplanış kuvvetini arttırmak (Hudson, 2001). Bazı TKİ dragline yer kazarlarının özgül kepçe saplanış kuvvetleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Bu çizelgede kepçe ağız ve kepçe dişlerine göre hesaplanan özgül kepçe saplanış kuvvetleri incelendiğinde, dişlerin kepçe saplanış kuvveti artışındaki etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 3, Milas Yeniköy Linyitlerinde çalışan 25 m³ kapasiteli P&H 752 dragline yer kazarın kepçesinin saplanış açısının değişimine göre diş ağızına ve kepçe ağızına göre hesaplanmış özgül kepçe saplanış kuvvetlerinde meydana gelen değişimi vermektedir, β açısı 90° ye ulaştığında KSK en yüksek değerine ulaşmakta, açı artmaya devam ettiğinde eğri yataya yakın devam etmektedir (Şekil 4). Diş ağızına göre hesaplanan

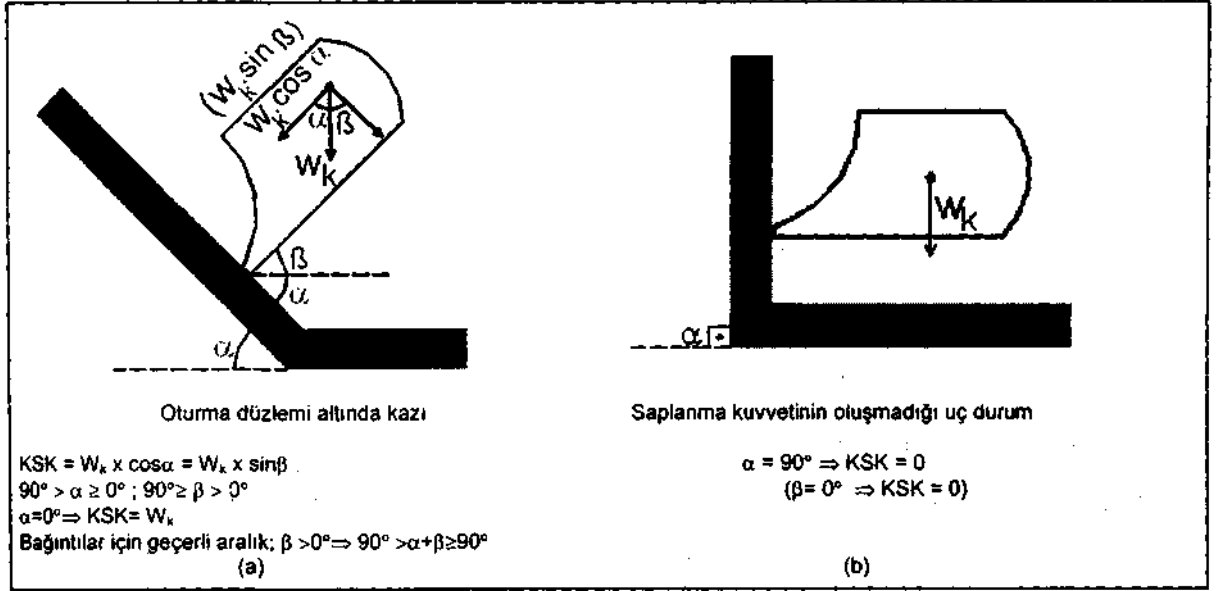
özgül KSK değerleri, kepçe ağzına göre hesaplanandan daha yüksektir.

Çizelge 4 ise Milas Yeniköy Linyitlerinde çalışan 25 m³ kepçeli P&H 752 dragline yerkazarın basamak eğimine göre KSK'nin değişimini vermektedir. Makina oturduğu düzlemde kazı

durumunda, en yüksek KSK değerine ulaşmaktadır. Basamak açısı büyüdükçe saplanış kuvveti düşmekte ve 90°'de KSK yok olmaktadır (Şekil 5). Diş ağzına göre hesaplanan özgül KSK değerleri, kepçe ağzına göre hesaplanandan daha yüksektir,



Şekil 2. Kepçe saplanış açısına göre saplanış geometrisi



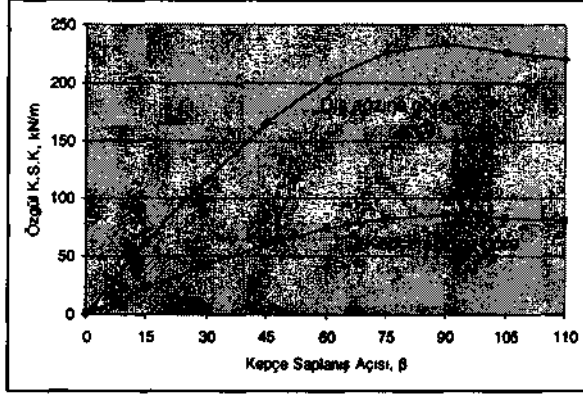
Şekil 3. Basamak eğim açısına göre kepçe saplanış geometrisi

Çizelge 1. TKİ Dragline'larının Kepçe Saplanış Kuvvetleri, $\beta = 45^\circ$ için , $a = 45^\circ$

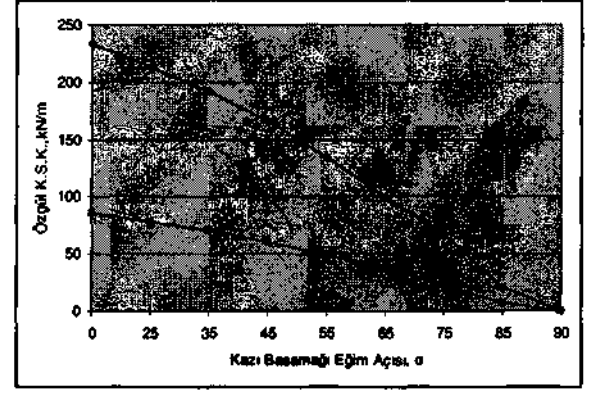
İşletme Adı	Dragline Modeli	Kepçe Hacmi mf	Boş Kepçe Ağırlığı, kN	Saplanış Kuvveti, kN
Tunçbilek	P&H 736	15	182,80	129,26
Tunçbilek	M7820	31	365,70	258,59
Milas	P&H 752	25	292,54	206,86
Yatağan	M8050G	50	619,90	438,33
Seyitömer	M8050W	54	667,47	471,97

Çizelge 2. TKİ Dragline'larının Özgül Kepçe Saplanış Kuvvetleri, $\beta=45^\circ$

İşletme Adı	Dragline Modeli	Kepçe Hacmi, m	Kepçe Ağız Eni, m	Kepçe Diş Sayısı, Adet	Kepçe Diş Ağız Eni Toplamı, m	Özgül Diş Saplanış Kuvveti, kN/m	Özgül Kepçe Saplanış Kuvveti, kN/m
Tunçbilek	P&H 736	15	2,85	5	1,03	125,50	45,35
Tunçbilek	M7820	31	3,56	5	1,26	205,23	72,64
Milas	P&H 752	25	3,40	5	1,25	165,49	60,84
Yatağan	M8050G	50	4,30	6	1,86	235,66	101,94
Seyitömer	M8050W	54	3,89	6	2,22	212,60	121,33



Şekil 4. Özgül kepçe saplanış kuvvetinin kepçe saplanış açısına (β)'ya göre değişimi, P&H 752; 25 m³, Milas Yeniköy Linyitleri İşletmesi.



Şekil 5. Kazı basamağı eğim açısı (α)'ya göre özgül kepçe saplanış kuvvetinin değişimi, P&H 752; 25 m³, Milas Yeniköy Linyitleri İşletmesi

Çizelge 3. P&H 752 Dragline'da β Açısı Değişimi ile Saplanış Kuvveti Değişimi (Milas Yeniköy Linyitleri İşletmesi)

Saplanış Açısı, β	Boş Kepçe Ağırlığı, kN	K.S.K. kN	Özgül K.S.K. Dış Ağızına Göre kN/m	Özgül K.S.K. Kepçe Ağızına Göre kN/m
0°	292,54	0,00	0,00	0,00
15°	292,54	75,77	62,22	22,29
30°	292,54	146,27	117,02	43,02
45°	292,54	206,86	165,49	60,84
60°	292,54	253,34	202,67	74,51
75°	292,54	282,59	226,07	83,12
90°	292,54	292,54	234,03	86,04
105°	292,54	282,59	226,07	83,12
110°	292,54	274,99	219,99	80,88

Çizelge 4. P&H 752 Dragline'da a Açısı Değişimi ile Saplanış Kuweti Değişimi (Milas Yeniköy Linyitleri İşletmesi)

Saplanış Açısı, a	Boş Kepçe Ağırlığı, kN	K.S.K. kN	Özgül K.S.K. Diş Ağzına Göre kN/m	Özgül K.S.K. Kepçe Ağzına Göre kN/m
0°	292,54	292,54	234,03	86,04
25°	292,54	266,21	212,97	78,30
35°	292,54	239,64	191,71	70,48
45°	292,54	206,86	165,49	60,84
55°	292,54	167,79	134,24	49,34
65°	292,54	123,74	98,99	36,39
75°	292,54	75,77	60,62	22,29
85°	292,54	25,51	20,41	7,50
90°	292,54	0,00	0,00	0,00

Çizelge 5. Bazı Dragline Kepçe Diş Tipleri ve Boyutları, (Anon (b), 1998)

Kepçe Diş Tipi	Diş Boyu (A), mm	Diş Eni (B), mm	Diş Kökü Eni (C), mm	Diş Ucu Kalınlığı (D), mm
a	342,9	406,4	393,7	30,5
b	317,5	355,6	393,7	19,1
c	342,9	406,4	393,7	45,2
d	336,6	355,6	339,7	19,1
e	336,6	355,6	339,7	19,1
f	336,6	416,1	339,7	25,4

Doğru diş seçimi kepçe saplanışını arttırmakta, bu da makinanın kazı döngüsünün kılmasına, kepçe doluluk yüzdesinin artmasına, enerji tüketiminin azalmasına, hatta makina üzerinde oluşan gerilmelerin düşmesine bile yardımcı olmaktadır. Ancak burada dikkat edilecek bir husus, dişin saplanış özelliği ile sağlamlık ve aşınma özelliği arasında bir denge sağlanması ve en uygun çözümün bulunmasıdır (Hudson, 2001).

Çeşitli dragline kepçe diş tipleri ve boyut simgeleri Şekil 6'da görülmektedir; boyutları ise Çizelge 5'de verilmiştir.

Burada ;

A=Diş boyu, mm

B= Diş eni, mm

C= Diş kökü eni, mm

D= Diş ucu kalınlığı, mm

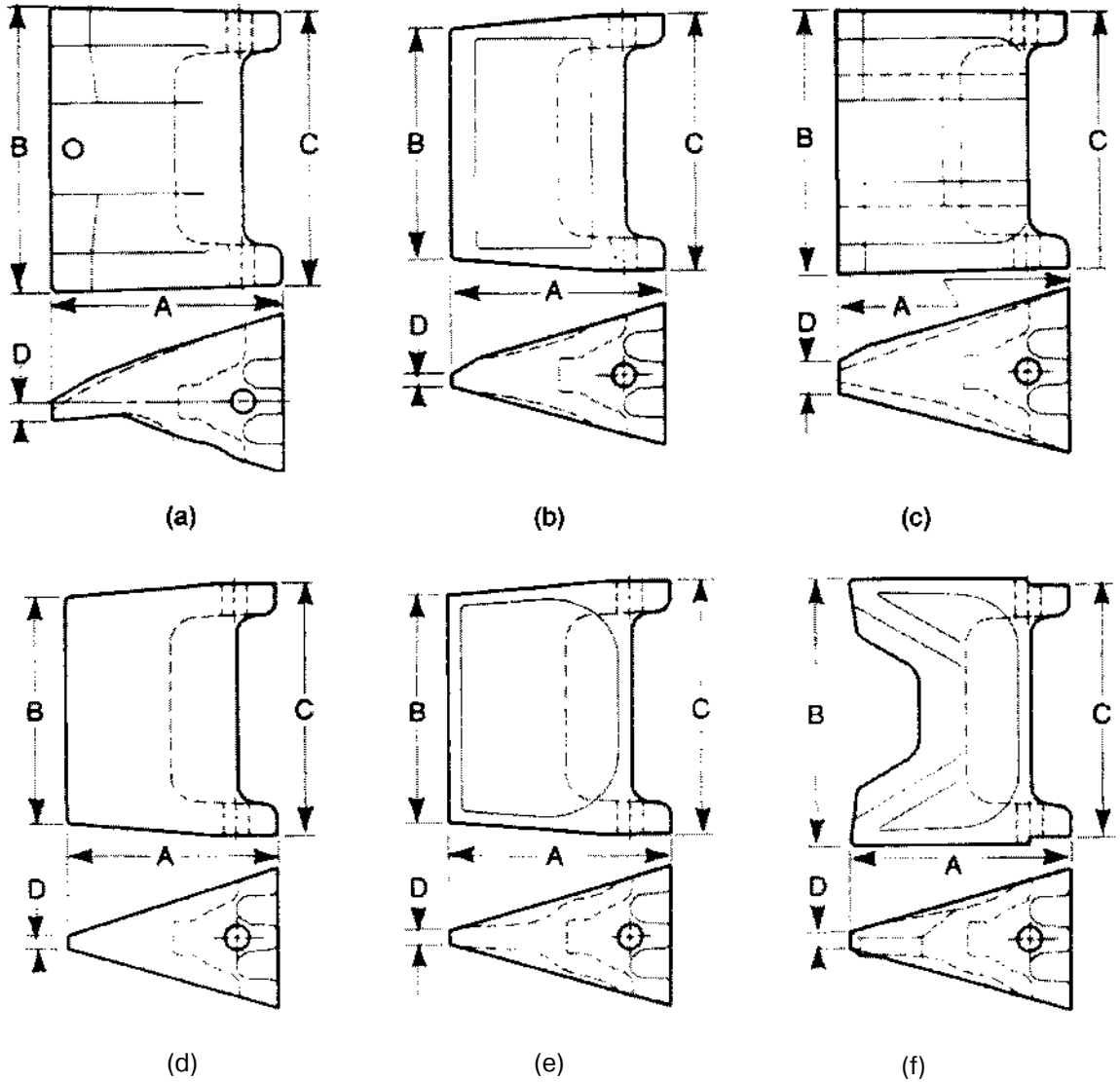
Şekil 6' da, (a), standart genel uygulama dişini; (b) kısa ve ince kesitli yüksek saplanış özellikli ve dayanıklı, (c), aşınmaya dayanıklı, (d) ve (e) keskin ince kesitli saplanış özelliği yüksek, ve (f) ise katmanlaşma düzlemlerinden kayacı koparmak için tasarlanmış diş tiplerini göstermektedir.

boşaltış etkileycilerini bir başka deyişle kepçenin ve makinanın genel başarımını etkilemektedir. Şekil 7 kepçe çeşitlerini göstermektedir. TKİ yer kazı makinası dizeğinde (filosunda) bulunan sekiz adet dragline yer kazarın dördünün kepçesi kemersizdir. Demir Export Kangal İşletmesi dragline yer kazarı ise kemerli kepçe ile donatılmıştır.

4. DRAGLINE YER KAZAR KEPÇE TİPLERİ

Kemerli ve kemersiz olmak üzere iki tür dragline yer kazar kepçesi vardır (Anon 2001(a); Parlak, 1988). Kepçenin; biçimi, boyutları, ağız yapısı, ağırlığı, bağlantı ve zincir donanımı, diş biçimi ve sayısı kepçenin; saplanış, koparış, doluş, taşıyış,

(Anon (c), 2001), başarılı kepçe tasarımı için işletmedeki kaya birimlerinin ve kazı geometrisinin özelliklerine ve varolan kazı koşullarına göre en etkili kepçe şekli ve en uygun kepçe ağız açısı, en uygun kepçe diş şeklini maden işletmesi ve kepçe üreticisinin birlikte çalışarak geliştirmeleri gereğini vurgulamaktadır.



Şekil 6. Bazı dragline yer kazar kepçe diş tipleri, (Anon (b), 1998)

Woof, 2002 (a) ve (b), Avustralyada çeşitli üniversite, araştırma-geliştirme ve özel girişim kuruluşlarında dragline yerkazar kepçe ve kepçe donanımı tasarımı yapılan geliştirme, model çalışmaları ve araştırmalarından söz etmektedir; Central Queensland Mining Supplies,(CQMS), adlı bir şirket tarafından geliştirilen "Scoop" adı verilen kaşık biçimli 37,4 m³ kapasiteli 5 m uzunluğunda ve 5,5 m eninde olan bu kepçenin M8050 model bir dragline'da denemesi sonucunda, bunun daha kısa sürede dolduğunu ve boşaldığını belirterek, kazı döngü süresini kısalttığını bildirmektedir. "Scoop" adlı bu kepçe, kemersiz kepçe türüne girmektedir. Goodman ve Page (1990), ABD madenlerinde çalışan 25 adet yürüyen dragline yerkazarda yaptıkları incelemede dragline kepçelerinde yapılan yenilikler ve değişikliklerden söz etmekte ve bu yeniliklerin sağlamış olduğu üretkenlik artışlarına değinmektedir. Yazarlar, onarım gerektirmeyen aşınıp eskidiğinde atılabilir ucuz tip hafif kepçe, aşınma plakaları hafif yapay malzemeden yapılmış ve zincir donanımı hafif sentetik malzemeden olan kepçe denemelerinden söz etmektedir. Ancak bugüne kadar bunların piyasada satılır hale geldiğine tanık olunmamıştır.

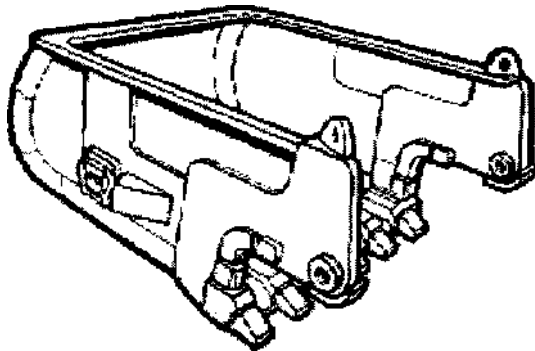
Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve sonlu elemanlar çözümlemesi ve benzeri bilgisayar teknolojilerinin kullanılması daha iyi, daha üretken, daha az bakım gerektiren, işletmenin koşullarına özgü kepçe ağız gerilmeleri en aza indirilmiş ismarlama kepçe tasarımı ve üretimini kolaylaştırmaktadır (Anon (a), 2001).

5. SONUÇLAR

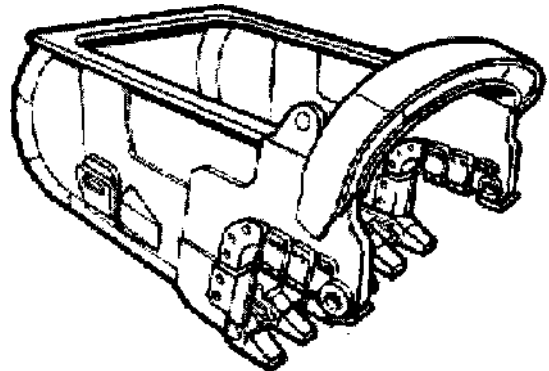
Yazı, saplanış kuvveti olarak, kepçe ağırlığının yer çekimi ile oluşturduğu kuvvetin kepçenin kayaca ilk temas konumundaki durumunu irdelemektedir. Kepçenin koparış ve doluş evresinde devreye giren diğer kuvvetler (çekirtiliş halatı ve kaldırış halatı kuvvetleri) bu yazının konusu dışında olup başka bir yazının konusudur.

Kepçe bağlantı soketleri, dengeleme zincirleri ve çubukları gibi donanımın yer çekimi nedeniyle yarattıkları kuvvetler de kepçenin saplanışına yardımcı olan ek kuvvetlerdir; bu çalışmada bunlar göz önüne alınmamıştır. Ayrıca, bazı makina kullanıcıları kepçe kazı yüzeyine yaklaşınca onu serbest bırakıp belirli bir hızla saplanmasını sağlamaktadırlar, ancak bu biçimde vuruşlu çalışma kepçe ve kepçe dişlerine zarar vereceğinden önerilmemektedir. Şayet bu durum söz konusu ise saplanışa etki eden bu kuvvetleri de göz önüne almak gerekir. Bu yazıda bu durum göz önüne alınmamıştır.

Kepçenin kayaç ya da gevşetilmiş kayaç kütesine saplanabilmesi için kepçe saplanış basıncının, kayacın basınç dayanımını yenmesi gerekir diye düşünülmektedir. Bu durum delme-patlatma gerektirmeden dragline yerkazarca kazı labilen örtü katmanları için geçerli olabilir. Gevşetilmiş ve yerinde kayacın kepçe saplanış kuvvetine yenilme ölçütlerinin ve etkileyicilerinin deneysel olarak laboratuvarında incelenme gereği vardır.



(Kemersiz)



(Kemerli)

Şekil 7. Dragline yerkazar kepçe türleri (Anon (a),)

Dragline'lar genellikle kömür, linyit, fosfat ve boraks gibi yatakları içeren tortul örtü katmanlarında çalışmakta, kepçe dış tutturduğunda çoğu kez malzeme katmanlaşma düzlemlerinden koparılmaktadır. Kepçenin malzemeye saplanması ve koparışı kolaysa ve kazılan kayaç aşındırıcı değilse, görece daha yeğni bir kepçe kullanılarak varolan kepçe kapasitesi bir miktar artırılabilir.

Yazının ilgili bölümünde belirtilen koşullar ve sınırlar içinde, kepçe saplanış açısı, β , arttıkça, kepçe saplanış kuvveti artar. Kazı basamağı eğimi, α , büyüdükçe, kepçe saplanış kuvveti azalır. Uygulamada saplanış açısını ölçmek her zaman mümkün olmayabilir, bu nedenle kepçe saplanış kuvvetini kazı basamağı eğim açısından hesaplamak daha kolay olabilir.

Kepçe dişlerinin takılmasının nedeni, kepçenin basamakta saplanış ve koparış yeteneğini yükseltmek içindir. Kepçenin saplanış kuvvetini arttırmak için, ağız eni daha dar olan dişler kullanılmalıdır. Böyle bir gereksinim yoksa, daha geniş ve aşınmaya dirençli uzun dişler yeğlenmelidir. Kazı aynasında kepçenin malzemeye saplanması gözlenmelidir, yetersizlik varsa, üreticinin elinde bulunan değişik kayaç türleri için tasarlanmış olanlardan yenileri seçilip denenerek en uygun diş tipi bulunmalıdır.

İşletmelerimizdeki kazı koşullarına ve kazı aynasındaki kayalara göre en uygun kepçe diş türleri üniversitelerimizin maden mühendisliği bölümleri ile işbirliği yapılarak araştırılmalıdır. Bu araştırma ocaklarda yer kazılar üstünde yapılabileceği gibi, kazı araştırma merkezlerinde modeller üzerinde ya da bilgisayar ortamında benzetişim yöntemi ile de gerçekleştirilebilir. Üniversitelerimizin maden mühendisliği bölümlerinde yeraltı kazı makinalarının kesici uçları üstüne bir çok çalışma yapıldığı halde, yerüstü kazı makinaları kepçe ve kepçe dişleri konusunda yeterince çalışma yapılmadığı görülmektedir, ya da yapılıyorsa da yayın yapılmamaktadır. Yer kazı yapımcılarının, kepçe ve kepçe diş üreticilerinin bu konularda çalıştıkları bilinmektedir, ancak araştırma-geliştirme bulgularını doğal olarak herkesle paylaşmak istemedikleri de bir gerçektir.

Kemerli ve kemersiz dragline kepçelerin başarılabilirliği, kepçe saplanması, koparışı ve doluşu gibi özelliklerinin incelenmeye değer özgün konular olduğu düşünülmektedir. Kemersiz kepçelerin; kemerin ağır ölü yükünü

taşımadıklarından, yük veriminin daha yüksek olduğu varsayılmaktadır.

KAYNAKLAR

Anon (a), 2001; "P&H Page Arch-Type and Archless Buckets", P&H Mining Equipment, Milwaukee, USA

Anon (b), 1998; "Esco Dragline Kepçe Dişleri Teknik Verileri", Esco International, Portland, OR., USA

Anon (c), 2001; " Bucket Design Mine-Matched to Mine-Site Requirements" P&H Mining Equipment, Milwaukee, USA

Christoph, B.M., 1991; "Hydraulic Excavators and Wheel Loaders in Rock Quarrying", World Mining Equipment, September, s. 28-38

Erdem, B., 1996; " Development of an Expert System for Dragline and Stripping Method Selection in Surface Coal Mines ", Doktora Tezi, ODTÜ, 1996, 383 s.

Goodman, G.V.R. ve Page, S.J., 1990; "Dragline Productivity; All Draglines are not Equally Productive-Here's why", E&MJ, October, s. 16G-16K

Hudson, M., 2001; "Ground Engaging Tools Increase Efficiency and Productivity While Protecting the Machine". http://coalage.com/ac/august_2001/index.htm

Parlak, T., 1988; Kömür Açık İşletmeciliğinde Uygulamalı Örtükazı Yöntemleri, MLI, Bursa, s. 46-47

Paterson, L. ve Özdoğan, M., 2001; "Performance of Bigger, Faster and Smarter New Generation Electric Mining Shovels", Proceedings of 17th International Mining Congress of Turkey. The Chamber of Mining Engineers of Turkey, Ankara, s. 237-242

Woof, M. (a), 2002; " A Slow Walk Back", World Mining Equipment, September 2002, s.15-16

Woof, M. (b), 2002; " Technology Downunder", World Mining Equipment, January/February.