

Açık İşletmelerde Kazı ve Yükleme Teçhizatının Seçimi

Yazan : T. ATKINSON*

Çeviren : Öm«r ÜNVER**

(Institution of Mining and Metallurgy, Transactions, July 1971 sayısından)

ÖZET :

Açık işletmelerde detaylı planlama ve projelendirmede kazı teçhizatının seçimi, çoğu zaman açık işletme projelendirmesinde başlangıç noktasıdır. Ancak, teçhizat seçimi bir çok değişikene tabi olduğundan, seçim bağımsız bir şekilde düşünülemez. Makalede takdim edilen bir çok teknik değerler imalatçıların katalog değerleri ile uyuşmamakla birlikte, yazar tarafından tedarik edilen hakiki değerler imalatçı sayılarına yaklaşık bir durum gösterdiği durumlarda imalatçı literatürüne atıf yapılmıştır. Tedarik edilen verileri kullanımda dikkatli olmak gerekir. Burada irdelenen açık işletme makinaları yazarın bilgi ve tecrübesi dahilinde elan teçhizattır. Makinaların mekanik ve elektrik yönleri ele alınmamıştır. Verilen bilgilerin büyük bir kısmı son onbeş seneden beri Avrupa, Kuzey Amerika, Güney Amerika, Kuzey Afrika ve Uzak Doğudaki çeşitli madencilik faaliyetlerinden derlenmiş olup, tam olarak şümulü olduğu iddia edilemez. Maden projecisi ve plancısı mühendislerin bu makalede verilen doneleri kendi faaliyetlerindeki hakiki değerlerle değerlendirmeleri tavsiye edilir.

Madencilik faaliyetlerinde ana operasyonlar : arazinin düzenlenmesi, kazı ve yükleme, nakliye ve cevher hazırlama, olarak mütalâa edilir ve bu faaliyetler birbiriyle bağımlıdır.

Optimum maliyete genellikle her operasyondaki işletme masraflarını minimize ederek ulaşamaz. İşte bu sebeptendirki açık işletme teçhizatını seçerken, seçilecek makinaları bağımsız bir şekilde düşünmek iyi bir tatkikat değildir. Patlayıcı maddenin fazla bir şekilde tüketimi ile yükleme, nakliye ve kırma masraflarında tasarruflar sağlamak mümkündür. Bu tasarrufla çoğu zaman patlama masraflarındaki artışı kapıyarak bazı müsbet maliyet unsurlarını yaratmak imkan dahilindedir. Böyle bir husus şüphesiz kazı ve yükleme teçhizatının seçiminde bariz bir faktör olacaktır. Ancak faktörlerin hepsini dikkate alarak bir makalenin kapsamına sokmak imkansızdır (muhtemelen böyle bir konu bir kitap kapsamına dahil edilebilir). Ekskavatör veya loaderin seçimi açık iş-

letmecilikte en önemli husustur. Çünkü bazı yükleme teçhizatı diğer açık işletme teçhizatlarına etkide bulunacak ve işletme sistemine tesir edecektir. Açık işletme teçhizatının uygun seçimi, düşük maliyetli istihsalin anahtarıdır. Bu makalenin açık işletme optimizasyonu, dekapaj, nakliye, vs., ile birlikte düşünülmesi gerektiğini belirtmek gerekir.

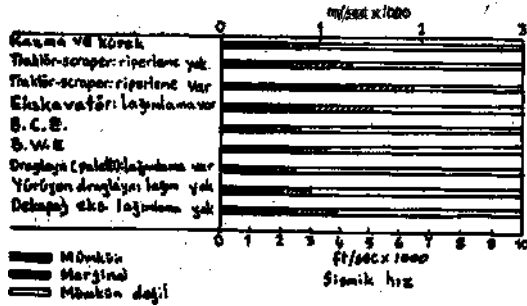
Formasyonun dudumu «kazılabilirlik derecesi» (digability) kszı teçhizatının seçiminde ana unsurdur : Bu husus birkaç faktöre bağlıdır; örneğin, (a) kayanın mukavemeti, (b) genel olarak kayaların yük taşıma kabiliyeti, (c)cevherli kısımların aşındırma özellikleri, (d) kayanın kesafeti, (e) gevşetilmiş kayanın akma özelliği, yapışkanlık derecesi, vs., (f) kayayı gevşetme veya parçalama derecesi.

* D. I. C., C. Eng. F. I. Min Eng., F. I. E. E., M. I. Mech. E., M. I. M. M., Royal School of Mines, Imperial Collage London.

** Maden Yüksek Mühendisi T.K.t. Kurumu, Etüd-Proje Ankara.

Hali hazırda kazılabilirliğin genel olarak kantitatif bir ölçüsü olmamakla birlikte, güvenilir bir şekilde tahmin aşağıda belirtilen faaliyetlerle yapılabilir.

(1) bölgede faaliyet gösteren benzer kazılardan, (2) pilot ocaklarda yapılan fiziksel deneylerden (mostrallardan veya üzeri açılarak alınan numunelerden karot numunelerine büyük fiziksel farklılıklar gösterir. En yaygın testler uniaxial veya triaxial mukavemet, kesme mukavemeti ve sertlik testleridir. Laboratuvar deneylerini şumullendirmek için bir çok basit arazi deneyleri yapmak gerekir (1)*. (3) pilot ocaklarda yapılan deneme kazılarından. (4) kırılma (refraction) Sismoloji deneylerinden tesbit edilebilir. Sismoloji deneyleri oldukça kolay ve tattbikat kolaylıkları bulunan deneyler olmakla birlikte, arızalı jeolojik durumlarda elde edilen verilerin tefsiri oldukça güçtür. Şekil 1 kayaçların gevşetilmeden (lağımlanmadan) kazılabilme, kazanabilme imkânlarını ve çeşitli kayalarda sismik hızı göstermektedir. Genellikle sözü edilen metodların birkaçı birlikte kullanılmaktadır.



Şekil 1. I — Kazı imkanlarını tayin için sismik hız metodu

Şekil 1 • Kazı imkanlarını tayin için sismik hız metodu

Dikkate alınması gereken diğer faktörler ise ekskavatörün yatay ve dikey uzanma (reach) özellikleri, kapasitesi, çalışan basamağın yük taşıma kapasitesi veya mukavemeti, manevra kabiliyeti, elektrikli hat kapasitesi, vs., dir. Cevher tenorunun aşırı değişiklikler gösterdiği ve stoklama imkânlarının olmadığı veya ekonomik olmadığı durumlarda düşük kapasiteli bir çok ekskavatöre ihtiyaç duyulabilir.

lir. Cevher hazırlama tesislerine sabit tenor dahilinde cevher verebilmek için düşük kapasiteli bir çok ekskavatör kullanılması icap edebilir. Şüphesiz cevherin sabit tenörlü olduğu ve stoklama imkânlarının bulunduğu durumlarda, yukarıda belirtilen husus varit değildir.

1 — Devirli ve Sürekli Ekskavatörler (Cyclic and Continuous Excavators)

Saysız işletme sistemleri ve makineler mevcut olup, bunların seçimine tesir eden faktörleri özetlemek gerekir. Tatbik edilebildiği durumlarda sürekli (continuous) ekskavatörler tercih edilir. Bu durumda tesislerden en elverişli faydalanma ortamı sürekli bir sistemle sağlanabilir ve bunlara ilâveten her türlü aşırı yük (mekanik gerilmeler, malzeme akışı, maksimum elektrik talebi) gibi hususlar ortadan kaldırılmış olur. Açık işletmelerde sürekli sistemler çok kepçeli ekskavatörler ile (döner kepçeli ve döner zincir kepçeli) karakterize olurlar.

Devirli sistem ise, ekskavatörler, draglaynlar, tekerlekli yükleyiciler (front-end loaders), skraperler, ripperler, buldozerler ile temsil edilirler.

Mevcut makinelerin kazı ve yükleme kapasiteleri arasında çok büyük farklar olmakla birlikte bu makalede irdelemeyi mümkün mertebe kısa tutabilmek için Maden Mühendisleri tarafından yaygın bir şekilde kullanılan teçhizat ele alınmıştır.

Ekskavatör seçiminde mekanik ve elektrikli hususlar başka bibliyografilerde incelenmiştir (2).

2 — Kepçeli Ekskavatörler

Paletli ekskavatörler sert, sağlam, aşındırıcı ve elverişli bir şekilde parçalanmamış kayaların kazımında ve yüklenmesinde en uygun makinelerdir. Vagona, kamyonla, oluğa vs, yükleme hassas bir şekilde yapılabilir. Basit hareket ve sağlam konstrüksiyon özelliklerinden dolayı diğer makinalara nazaran fiili çalışma (availability) daha fazladır. Ancak ha-

Parantez içindeki sayılar yazının sonunda verilen referansları gösterir.

reket kabiliyeti fazla değildir ve bulunduğu seviyeden aşağıya kazı özellikleri zayıftır. Makranın çalışması için sağlam bir zemin gereklidir, ancak paletlerini ebadını arttırarak düşük zemin basına elde etmek mümkündür.

Paletli ekskavatörler üç ana grupta müta-lâa edilebilirler :

A — Ağır iş maden ekskavatörleri (sağlam, aşındırıcı ve elverişli bir şekilde parçalanmamış kayalar),

B — Genel iş ekskavatörleri - hafif, iyi bir şekilde parçalanmış malzemeler için, örneğin kum ve çakıl, kömür, boksit, vs..

C — Hidrolik ekskavatörler (ileride bahsedilmiştir).

Ekskavatör seçiminde en önemli adım kepçe kapasitesinin tesbitidir. Proje mühendisleri genellikle basamak hacimleri ile ilgilendiklerinden, hesaplarda yerinde (in situ) hacimler kullanırlar. Kepçe kapasitesi aşağıdaki formülle ifade edilir :

$$B_c = \frac{Q}{C \times S \times A \times O \times B_f \times P}$$

Burada

Be = Kepçe kapasitesi (hacim)

Q = İstihsal miktarı (m³/saat)

C = Saatteki teorik devir adedi (90° derecelik swing için)

$$C = \frac{60}{t_c}$$

t_c = 90 derecelik swing için devir zamanı (dakika)

A = Planlanmış çalışma süresince mekanik kullanım süresi (%) (mechanical availability)

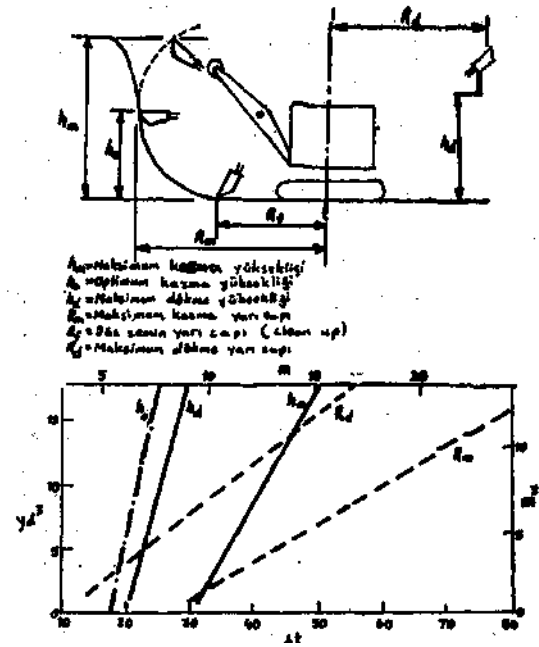
O = İşletme faktörü

B_f = Kepçe faktörü

S = Swing faktörü

P = Hareket faktörü

Aşağıda, yukarıda anılan faktörler izah edilmiştir :



Şekil 2. Ekskavatörlerin kapasitelerine göre yaklaşık boyutları

2.1. C — Teorik devir/saat

C değeri imalatçı kataloglarından veya kronometraj etüdlerinden elde edilir. Tablo 1 de kepçe kapasitelerine tekabül eden yaklaşık devir

TABLO I
Kepçe devir süreleri (saniye)

B _c	Kazı Şartları					
	yd ³	m ³	E	M	M-H	H
4	3	18	23	28	32	
5	4	20	25	29	33	
6	5	21	26	30	34	
7	5.5	21	26	30	34	
8	6	22	27	31	35	
10	8	23	28	32	36	
12	9	24	29	32	37	
15	11.5	26	30	33	38	
20	15	27	32	35	40	
25	19	29	34	37	42	

E: Kolay kazılar, gevşek, akışkan malzeme
M: Orta dereceli kazılar, kısmi konsolide malzemeler, örneğin: killi çakıl, adeseleli topraklar, kil, antrasit, vs.
M-H: Orta sert kazılar, örneğin: iyi parçalanmış kalker, ağır rutubetli kil, gevşek cevherler, İri taşlı çakıl vs.
H: Sert kazılar - patlatarak gevşetilen malzemeler ve sert plastik killer, örneğin: granit, sert kalker, takonit, sert cevherler, vs.

süreleri verilmiştir. Ekskavatör operatörünün, mahareti devir sürelerine bazı etkilerde bulunabilir. Kronometraj etüdüleri yapmadan ve aynı şekilde çalışan ocaklarda tecrübeye sahip olmadan çok hassas değerleri daha evvelden vermek imkansızdır.

Bir çok açık işletme faaliyetlerinde kepçenin optimum kazı derinliğine kadar yüklemeye bir müşkülât olmaması gerekir. Cevher veya kömür tabakasının ince olduğu durumlarda, kepçeyi tam olarak doldurabilmek için kazı ve kepçenin yukarı kaldırma (hoist) süreleri artacağından ve bu artışta devir sürelerine aynı şekilde etki edeceğinden bu tür yataklarda bir düzeltme faktörü kullanmak gerekecektir. Bu düzeltme faktörü Tablo 2 de verilmiştir. Çeşitli kepçe kapasitelerine göre optimum kazı derinliği Şekil 3 de verilmiştir.

Tek basamaklı açık işletmelerde bazı durumlarda cevher veya kömür tabakası altındaki formasyonun yük taşıma kabiliyeti zayıf olabilir. Örneğin lastik tekerli kamyonların üzerinden geçmeleri icap eden şiferton gibi. Bu durumda ekskavatörün boom'u standard uzunluğundan daha fazla olması icab eder. Bu gibi hallerde kepçe devir süresi Tablo 1 de verilen değerlerden daha fazla olacaktır. Böyle istisnai hallerde imalatçı kataloglarına müracaat etmek gerekecektir veya Tablo 1 de verilen devir sürelerine yüzde 7- 12 arasında ilavede bulunulabilir.

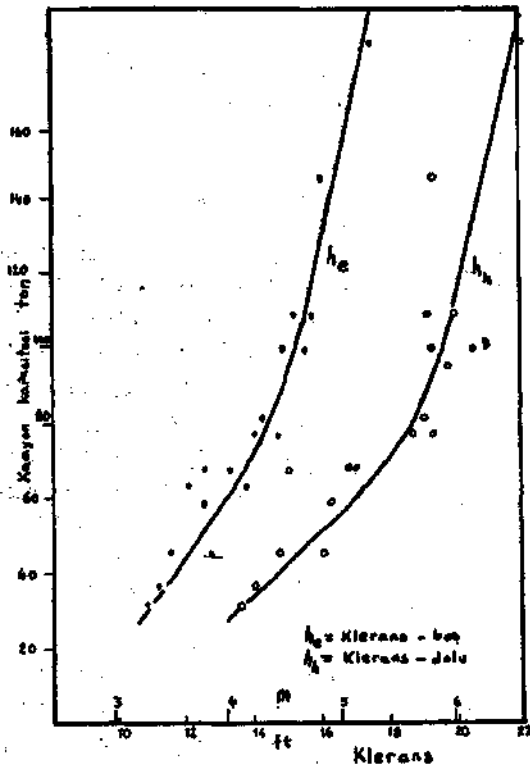
2.2 Swing Faktörü

Ekskavatör kepçe devir süreleri normal olarak 90 derecelik bir swing üzerinden hesap edilir. Swing açısındaki değişiklikler devir sürelerine

TABLO 2

Kazı derinliği optimumdan düşük olduğu durumlarda **kepçe** devir süresinin çarpılacağı faktörler :

Optimum kazı derinliği, (%):	40	60	80	100
Devir süresi düzeltme faktörü :	1.25	1.10	1.02	1.00



Şekil 5. Damperli kamyonlarda klerans yükseklikleri için ön bilgiler.

rine tesir ettiğinden kepçe devir süresi hesap edilirken bazı düzeltme faktörleri kullanmak gerekecektir. İmalatçıların büyük bir kısmı bu konuda gerekli malumatı vermektedir. Ancak Tablo 3 de bu konuda ön bilgiler için gerekli malumat verilmektedir.

2.3. A Mekanik Kullanım Oranı (availability)

(A) teriminin tarifi genel olarak planlanmış çalışma süresinde makinanın kuljanla miktarı şeklinde yapılır. Bu terimi kronometraj etüdüleri ile tesbit etmek mümkündür.

2.4. O — İşletme Faktörü :

Bir ekskavatör madencilik sisteminin parçasıdır ve çalışmalarda sevk-i idare, bakım işgücü yetersizliği, iş şartları, iklim gibi unsurlar aksamalara sebep olurlar. İstihsal sürelerindeki inkitaların sebep olduğu istihsal düşümü bertaraf edilebilmek için kepçenin kapasitesinin artırılması gerekir. İşletme

TABLO 3
Swing Faktörü

Swing açısı	:	45	60	75	90	120	150	180
Swing faktörü	:	0.48	0.90	0.95	1.00	1.1	1.2	1.3

faktörünün tesbiti endüstri mühendisliği metodları ile yapılabilir. Burada dikkat edilecek husus, eğer hareket faktörü (P) işletme faktörü içinde mütalâa ediliyorsa formül l'de ayrıca hesaba katılmaz.

2.5. O ve A Faktörleri :

O ve A faktörlerini tesbit etmek için gerekli bilgiler temin edilemediği durumlarda, AO çarpımı olan işletme randımanı kullanılabilir ve Tablo 4 bu değerleri vermektedir.

TABLO 4
İşletme Randımanı (3)

İş şartları	Sevk-i idare durumu			
	Çok İyi	İyi	Orta	Zayıf
Çok İyi	0.83	0.80	0.77	0.77
İyi	0.76	0.73	0.70	0.64
Orta	0.72	0.69	0.66	0.60
Zayıf	0.63	0.61	0.59	0.54

İklim şartlarının çok sert olduğu, kayanın sert ve aşındırıcı, işgücünün yetersiz olduğu durumlarda performans etkilenecektir. Bu şartlar yetersiz sevk-i idare durumuna girer. Eğer sevk-i idare ve kontrol çok iyi olursa ve randımanlı çalışan atelyelerin bulunduğu, bakım programlarının iyi bir şekilde planlandığı, nakliyede aksamaların minimum seviyeye indirildiği ve mekanik kullanım oranının yüksek olduğu durumlarda istihsal için sarf olunan süre yüksek olacaktır. Buna karşılık yetersiz sevk-i idare ve kontrol istihsal süresini azaltacaktır ve bu du-

* Bu konuda detaylı bir analiz, refreans (4) de verilmiştir. Ancak bir ön analiz için Tablo 4 yeterli hassasiyeti sağlar.

rumda planlanan istihsal gerçekleştirilebilmek için kepçe kapasitesinin artırılması gerektir.*

2.6. B_f — Kepçe Faktörü :

$$B_f = \frac{\text{Doldurulabilirlik}}{\text{Kabartma Faktörü}}$$

Doldurulabilirlik, ortalama olarak kepçeye doldurulabilen hacmin kepçe kapasitesine oranıdır. Bu terim pratikteki çalışmalardan alınabileceği gibi Tablo 5 bu konuda gerekli yaklaşık bilgileri sağlamaktadır.

$$\text{Kabartma Faktörü} = \frac{\text{Yerinde hacim}}{\text{Gevşetilmiş hacim}}$$

Kabartma faktörünün yukarıdaki ifade şekli pratik görülmektedir. Çünkü kabartma derecesi ifade edilmektedir. Amerikan literatürleri yukarıdaki bağlantıyı ters olarak (1/kabartma faktörü) alırlar ve böylece kabarmayı yüzde olarak ifade ederler.

2.7. P — Hareket süresi Faktörü :

P faktörü ekskavatörün manevrası sırasında, makinanın harekette geçen süresi olarak tarif edilir. Kalınlıkları az olan yataklarda ekskavatörün kepçesinin tam olarak doldurulabilmesi için sık sık hareket gerekir. Ekskavatör yüksek bir yığına doldururken bu hareket daha az olur. Hareket süresi faktörünü tayin için Endüstri Mühendisliği metodları kullanılabilir. Hareket süresi faktörünü veren (Tablo : 6) bir çok madencilik faaliyetlerinden elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile tanzim edilmiştir.

Hareket süresi faktörü bazı durumlarda O veya OA faktörü ile birlikte mütalâa edilebilirler. Ancak faktörlerin mükerrer olarak hesaba alınmaması hususunda dikkatli olmak gerekir.

TABLO 5

Çeşitli kayaların ve cevherlerin özgül ağırlıkları, kabarma faktörleri, doldurulabilirlikleri ve kazılabilirlikleri

	Özgül ağırlık t/m ³	Kabarma faktörü	Dolduru- labilirlik	Kazı la- bilirlik
Asbest cevheri	1.9	1,4	0.85	M
Basalt	2.95	1,6	0.80	H
Boksit	1.9	1.35	0.90	M
Tebeşir	1.85	1.3	0.90	M
Kil (kuru)	1.4	1.25	0.85	M
Kil (hafif)	1.65	1.3	0.85	M
Kil (ağır)	2.1	1.35	0.80	M-H
Kil ve çakıl (nemli)	1.8	1.35	0.80	M-H
Kil ve çakıl (kuru)	1.5	1.3	0.85	M
Kömür (antrasit)	1.6	1.35	0.90	M
Kömür (bitümine)	1.25	1.35	0.90	M
Kömür (linyit)	1.0	1.3	0.90	M
Bakır cevheri (düşük tenor)	2.55	1.5	0.85	M-H
Bakır cevheri (yüksek tenor)	3.2	1.6	0.80	H
Toprak (kuru)	1.65	1.3	0.95	E
Toprak (nemli)	2.0	1.3	0.90	M
Granit	2.41	1.55	0.8	H
Çakıl (kuru)	1.8	1.25	1.0	E
Çakıl (nemli)	2.1	1.25	1.0	E
Jips	2.8	1.5	0.85	M-H
İlmenit	3.2	1.4	0.85	M
Demir % 40 Fe	2.65	1.4	0.8	M-H
Demir -f- 40 % Fe	2.95	1.45	0.8	M-H
Demir + 60 % Fe	3.85	1.55	0.75	H
Demir (takonit)	4.75	1.65	0,75	H
Kalker (sert)	2.6	1.6	0.80	M-H
Kalker (yumuşak)	2.2	1.5	0.85	M-H
Manganez cevheri	3.1	1.45	0.85	M-H
Fosfat kayası .	2.0	1.5	0.85	M-H
Kum (kuru)	1.7	1.15	1.00	E
Kum (nemli)	2.0	1.15	1.00	E
Kum ve çakıl (kuru)	1.95	1.15	1.00	E
Kum ve çakıl (nemli)	2.25	1.15	1.00	E
Kumtaşı (poroziteli)	2.5	1.6	0.8	M-H
Kumtaşı (sementasyonlu)	2.65	1.6	0.8	M-H
Şeyi	2.35	1.45	0.8	M-H

İzahat için Tablo Tdeki açıklamaya bakınız.

TABLO 6
Hareket süresi faktörü

Alçak basamaklı ocaklar	0.75
Çok basamaklı ocaklar	0.85
Kum ve çakıl ocakları	0.90
Yüksek arınlı ocaklar	0.95

Kazı ve yükleme için kullanılacak ekipman yaklaşık olarak karara bağlandıktan sonra imalatçı kataloklarındaki teorik devir süreleri ve swing faktörler ile ilgili doneler baz alınarak ve istihsale ilişkin yukarıda tarifleri yapılan faktör'ler hesaba katılarak belli bir istihsal için gerekli kepçe kapasitesi tayini yapılır .

Bir ekskavatör için gerekli çalışma alanı ihtiyacını tesbit için detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bir basamakta nakliye yapılırken aynı zamanda sondaj yapılabilmelidir. Bu basamaklar için gerekli basamak genişliği sağlanmalıdır.

Ekskavatörlerin yaklaşık boyutları Şekil 2 de verilmiştir. Şekil 3 ise damperli kamyonlar için gerekli klerans yüksekliklerini vermektedir Projelendirme safhasında bu bilgiler kullanılabilir, ancak istihsale geçtikten sonra yapılacak plan ve projelendirmede teçhizatın hakiki boyutları kullanılmalıdır.

3. EKSKAVATÖR MASRAFLARI :

3.1. Mülkiyet Masrafları (ownership costs) :

Birçok ekskavatörün faydalı ömrü 20 yılı aşkın bir süre olarak kabul edilmektedir, ancak bu değer genellikle işletmeciler şirketlerin amortisman ve yenileme politikalarına göre tayin edilir. FOB maliyeti, nakliye ve sigorta masrafları, montaj sırasında sigorta masrafları ve istihsale geçmiş süresi zarfında faiz birikimleri genel masraf tutarına giren unsurlardır.

Aşağıdaki liste mülkiyet (ownership) masraflarının hesaplanmasında bir yol göstermesi için tanzim edilmiştir.

1) FOB makina maliyeti, yedek par. ve her türlü resim harç ve vergiler	TL.
2) Nakliye ve sigorta (işletmenin bulunduğu noktaya kadar)	TL
3) Gümrük vergisi	TL.
4) TOPLAM	TL
5) Montaj masrafları (bakınız tablo 7)	TL.
6) Montaj safhasında sigorta	TL.
7) TOPLAM	TL
8) İstihsale geçinceye kadar faiz (yaklaşık olarak 7'nin % 30 kadarı)	TL.
9) TOPLAM	TL.
10) Makina itfa süresi	TL.
n = sene (10a)	
saat/sene (10b)	
toplam saat (10c)	
11) Makina amortismanı	
(TOPLAM9)	
Masraf/saat =	TL.
(kalem 10c)	
12) Makinanın ortalama yatırımı (amortisman şarjları birikiminin ilk yatırım tutarına ulaştığı varsayılarak):	
(Toplam 9) X (N + 1)	
Ortalama yatırım =	TL.
2N	
13) Faiz oranı	%
14) Sigorta	%
15) Vergiler	%
16) TOPLAM	%
17) Faiz, vergi, sigorta, vs.	
(toplum %) X (kalem 12)	
Masraf/saat =	TL
(kalem 10c)	
18) Takat kablosu masrafları (bakınız tablo 8) Yatırım masrafı -f Gümrük vergisi + Sigorta	TL

19) Takat kablosu ömrü
sene (19a)
saat/sene (19b)
toplam saat (19c)

20) Takat kablosu amortismanı
(kalem 18)
Masraf/saat = _____ TL.
(kalem 19c)

21) Takat kablosu ortalama yatırımı
(Kalem 18) X (kalem 19a + I)
TL,
2 X (kalem 19a)

22) Takat kablosu vergi, sigorta, faiz,
vs .
(kalem 21) X (kalem 16)
Masraf/saat = _____ TL.
(kalem 19c)

23) Mülkiyet Masrafları Toplam
Masraf/saat
(kalem 11) + (kalem 17) + (kalem 20)
+ (kalem 22) TL

Yukarıdaki masraf unsurları aşağıdaki
hususlara göre ayarlanmalı ve dikkate alın-
malıdır.

a) Limandan işletmenin bulunduğu nok-
taya kadar plan mesafe (demiryolu, karayolu
vs.)

b) Kalifiye işgücü temini

c) Mühendislik nezaretinin kalitesi

d) Atelye ve tamir bakım imkanlarının
mevcudiyeti.

3.2. İşletme Masrafları :

24) Bakım tamir masrafları - masraf/sa-
at

10% (toplam 4) X (H-tablo 9) X (M-tablo 10)
Masraf/saat = _____ TL.
(kalem 10c)

25) Elektrik güç sarfiyatı/saat X fiyat/
kwh TL. (bakınız tablo 11)

TABLO 7
Ekskavatör montaj masrafları
(1971 projeksiyonu)

Kepçe kapasitesi		Montaj Masrafları
yd ³	m ³	£
5	4	2300
8	6	3500
10	8	5000
15	12	6000
25	20	temin edilememiştir

TABLO 8
Takat kablosu fiyatları £/m*

Kepçe kapasitesi		Voltaj , KV		
yd ³	m ³	3.3	6.6	11
5 - 10	4 - 8	4.5	3.5	3.6
10 - 15	8 - 12	8.4	6.8	5.5
15 - 25	12 - 20	—	9.3	7.6

* Bakır fiyatlarının £ 490/ton değerine göre he-
sap edilmiştir. Bu değerler ancak ön tahminler-
de bulunmak için kullanılmalıdır.

TABLO 9
Saatlik çalışma için (H düasetme faktörü (3)

Saat/yıl	H
3400'e kadar	1.00
3401-4500	1.15
4501 -5000	1.20
5001-5500	1.30
5501 -6000	1.35
6001 -6500^	1.40
6501 -7000	1.45
7000 üzeri	1.50

26) İşçilik Masrafları/saat (sosyal mas-
raflar, vergiler, sigortalar vs. dahil) TL.

27) Toplam İşletme Masrafları
Masraf/saat = (kalem 24)-f(kalem 25)
+ (kalem 26) TL

TOPLAM MÜLKİYET VE İŞLETME MASRAFLARI

28) Toplam mülkiyet -j- Toplam işletme masrafları = (kalem 23)+(kalem 27) TL.

$$\text{Masraf/ton} = \frac{\text{(kalem 28)}}{\text{ton/saat}} \text{ TL}$$

Yukarıdaki masraf unsurlarına idari ve diğer şartlar dahil edilmemiştir.

TABLO 10

Çeşitli malzemeler için <M düzeltme faktörü (3)

Malzeme	M
Kömür	0.70
Kum	0.85
Kil	0.90
Bakır cevheri	1.00
Kalker	1.00
Hematit	1.00
Manyetit	1.00
Granit	1.15
Takonit	1.25

TABLO 11

Ekskavatörlerin elektrik tüketimi

Kepçe kapasitesi		Tüketim, Kwh/saat	
yd ³	m ³	(a)	(b)
5	4	110	85
8	6	260	160
10	8	355	200
15	12	450	250
20	15	670	370
25	19	900	500

(a) İyi şartlar, yüksek işletme randımanı,

(b) Kötü şartlar, düşük işletme randımanı.

4. DRAGLAYNLAR:

Açık işletmelerde paletli draglaynlarm bir yükleme aracı olarak tatbiki aşağıda belirtilen hususlar yüzünden az olmaktadır :

a) Kazma hareketi ekskavatörlere nazaran daha azdır. İyi bir şekilde gevşetilmemiş arazide düşük kapasiteli draglaynlarm çalışma imkânı güçtür.

b) Draglaynlarm eşit kapasiteli bir ekskavatöre nazaran devir süreleri daha fazladır.

c) Yükleme sırasında kepçeyi yüklenecek noktaya yöneltmek imkanı ekskavatöre nazaran daha azdır.

Draglaynlarm en uygun derin kazı özelliklerine, kepçenin zeminin altında kazı yaptığı düşük meyillerdeki kamyon ve tren nakliyatında ulaşılabilir. Derin kazı özelliklerine sahip olması yüzünden paletli draglaynlarm daha ziyade sulu ocak operasyonlarında (kum, çakıl, vs.) tatbikat sahası bulurlar.

Ekskavatörlerin kapasitesini tayinde kullandığımız formülü paletli draglaynlarm içinde tatbik edebiliriz. Ancak paletli draglaynlarm açık işletmelerde mahdut bir şekilde kullanımını yüzünden meseleyi derinine incelemek lüzi mu gerekli görülmemiştir.

Tablo 12 çeşitli şartlarda paletli-draglaynlarmın verimlerini vermektedir.

Draglaynlarm mülkiyet ve işletme masraflarını, ekskavatörlerde hesaplandığı gibi aynı metotla hesaplamak mümkündür.

5. BÜYÜK DEKAPAJ MAKİNALARI :

Tek kepçeli büyük dekapaj makinaların yüzeye yakın kömür damarlarının işletilmesi amacı ile ilk defa A.B.D.de imal edilmişlerdir. Buna karşılık çok kepçeli büyük dekapaj makinalarının gelişimi Almanya'da linyit yataklarının istihsalinde olmuştur, Bu grupta sayabileceğimiz en önemli makinalar yürüyen draglaynlarm, dekapaj ekskavatörleri ve döner kepçeli ekskavatörlerdir.

Büyük dekapaj makinalarının seçiminde, çok yüksek bir yatırıma sebep olmaları ve yatırım kararlarından sonra değişiklik yapılamama özellikleri yüzünden, yatağın istihsal süresince her türlü şartlar dikkate alınarak bu şartlara adapte olabilecek şekilde yapılmalıdır.

TABLO 12
Paletli - Draglbynların verimleri
(yerinde hacim)*

Kepçe Kapasitesi	Boom Uzunluğu	İstihsal			Kazı Şartları		
		yd ³	m ³	ft	m	E	M
3	2.5	65	20	220	135	70	
4	3	70	21	250	160	85	
5	4	80	24	315	200	105	
6	4.5	100	30	330	215	115	
7	5.5	140	43	341	224	125	
10	8	160	49	435	290	160	

İş randımanı 0.8, doldurabilirlik 0.75, kabarma faktörü 1.35 ve swing açısı 110* değerlerine göre hesap edilmiştir
faktörü 1.35 ve swing açısı 110° değerlerine

Seçim işleminde ilk etap, cevher yükleyici makinenin istihsal miktarını tesbit etmektir; bu tesbitten sonra, dekapaj makinasının verimi hesap edilir. Bu genellikle tek bir hesap olmayıp pazar şartlarına göre bir optimizasyon yapmak gerekli olabilir. Dekapaj olunacak maksimum hacim, dekapaj makinasının verimin⁷ tayin eden ana unsurdur ve maksimum ocak derinliği makinenin uzanabileceği yüksekliği tesbit eder. Bir açık ocak işletmesinin geometrisi rezervin çok cüzi bir kısmının üzerinden örtünün alınabilmesini icap ettirmektedir. Bu yüzden dekapaj ve yükleme tesislerinin bir birine uygunluğu doğru bir şekilde yapılmalı ve makinaların mekanik kullanım oranları büyük bir yaklaşımla tahmin edilmelidir.

Üretilen cevhere bir yıl boyunca talebin, aynı olmadığı durumlarda, örneğin kömür, linyit, yapı malzemeleri, tarımsal gübreler vs. ve stoklama imkânlarının mevcut olması veya ekonomik olmaması halinde seçilecek makinaların kapasiteleri maksimum talep miktarını karşılayacak şekilde tesbit edilir. Eğer ocak içinde cevher karakterinde veya tenöründe önemli değişiklikler bulunursa ve stoklama, harmanlama imkânı mevcut değilse (zenginleştirme tesislerine sabit tenörde cevher vereilmek amacı ile) istihsalin çok düşük kapasiteli makinalar tarafından

yapılması uygun olacaktır. Şüphesiz bu durumda yatırım miktarı fazlalaşacaktır.

6. TEK KEPÇELİ MAKİNALAR:

Yürüyen draglaynlar ve ekskavatörler benzer işlerde kullanıldıklarından ikisini bir arada mütalâa etmek uygun olacaktır. Çok kepçeli makinalar ayrı bir bölümde incelenmiştir.

6.1. Yürüyen Draglaynlar :

Yürüyen draglaynlarda (kapasite x uzanabilme kabiliyetinin) ağırlığa oranı ekskavatörlere nazaran daha elverişli olduğundan, tek basamaklı açık işletmelerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Zemin basıncının düşük bir seviyede olabilmesi için draglaynlarda palet uzunlukları ve genişlikleri büyük tutulabilir. Ancak bu durumda ma ki na devir merkezinin kepçenin kazı yapabildiği noktaya olan uzunluğu daha geriye atılacak, böylece kepçenin kazı yapabilme uzunluğu azalacaktır. Yürüme mekanizması genellikle kamlar vasıtası ile yapılır. Ancak yük dağılımı problemleri yüzünden A.B.D. ve S.S.C.B. de hidrolik sistem tatbik edilmektedir. Son 20 sene* dir drağlaynlar büyük inkişaflar göstermiş olup A.B.D. de 170 m³ (220 yd³) kepçe kapasiteli, 95 m (310 ft) boom uzunluğunda, 12700 ton ağırlığında, 36000 KW (48500 HP) gücünde makinalar hâlen hizmet görmektedir.

Ufak makinaların gevşek ve iyi bir şekilde patlatılmış formasyonlarda randımanla çalışmasına karşılık, büyük draglaynlar sert fakat iyi bir şekilde patlatılmış arazide yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Drag layn ih çalışması için arının gerekli şekilde gevşetilmesi gerekir, ancak bu gevşek -formasyon draglaynın ağırlığını taşıyabilmeyidir. Büyük draglaynların hareketleri icapettiğinde hareket sırasında aktarma organlarına ve paletlere aşırı nokta yüklerin binmemesi için yol güzergahı özel bir şekilde tesviye edilmeli ve hazırlanmalıdır.

6.2. Dekapaj Ekskavatörleri :

Dekapaj ekskavatörleri, draglaynlara nazaran daha etkin kazı imkânları, düşük devir süreleri ve sert ve sağlam kayaları kazabilme özelliklerinden dolayı yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Günümüzde bilinen en büyük ekskavatör 138 m³ (180 yd³) kepçe kapasiteli, 65 m (215 ft) boom uzunluğunda 22500 Kw gücünde bir makinadır. Bu tip büyük makinaların paletleri otomatik olarak temizlenmekte ve makina dengesini sağlamlaştırmak için hidrolik destekler kullanılmaktadır.

Paletlerin ömrünü arttırmak ve zeminde elverişli basınçlar sağlamak için makinanın oturduğu ve hareket ettiği zemin hazırlanmalıdır. Şüphesiz bu işlem makinanın işletme masraflarına dahil edilir.

7. EKSKAVATÖR VE DRAGLAYN MUKAYESESİ :

Ekskavatör ve draglaynın kullanıldığı alan çoğu zaman ortaktır; mukayesede aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır.

1) Ekskavatörler draglaynlara nazaran çok daha verimli olarak belirmektedirler.

Ekskavatörler yaklaşık olarak 42 m³ (yerinde)/m³ kepçe kapasitesi/saatlik bir kazı kapasitesine sahiptirler. Buna karşılık draglaynlarda bu değer 35 m³ (yerinde)/m³ kepçe ; kapasitesi/saat civarındadır. Diğer yandan aynı kepçe . kapasitesinde draglaynların kitle ağırlığı daha az ve yatırımları ekskavatörlere göre daha düşüktür. Çok yüksek dekapaj basamaklarında draglaynl.arla çalışmak daha avantajlıdır.

2) Dekapaj ekskavatörleri cevher yatağının üzerinde 350-420 kg/m² lik (50-60 lb/in²) bir basınçla çalışırlar. Eğer cevher yatağının direnci bu basınca dayanıklı değilse ekskavatör yerine draglayn kullanmak gerekir. Dekapaj sahasında draglaynın çalışabileceği sağlam ve dayanıklı zemin kolayca seçilebilir.

V

3) Eğer cevher yatağının tavanı düzgün değil ve bir çok faylanmalarla arızalanmışsa ve buna karşılık yüzey düzgün ise" draglayn kullanmak daha elverişlidir.

4) Eğer cevher oluşumunda adeseler mevcutsa veya yatay olarak cevher tenöründe önemli değişiklikler müşahade olunuyorsa, bu durumda draglayn kullanmak en elverişli şekildedir. Buna karşılık ekskavatör, kazılacak cevher kesimine ulaşabilmek için kendisine yol açması gerekecektir.

5) Düz yatımlı bir damar için hazırlanacak ocağın ilk açımında draglayn kullanmak daha elverişlidir,

6) Büyük dekapaj makinaları büyük bir yatırımı gerektirir ve bu makinaların hareket kabiliyeti oldukça azdır. Derin ve sulu bir ocakta draglaynların hareket olanakları daha fazladır.

7) Ekskavatörün aşınan kısım ve parçaları daha fazladır. Örneğin hidrolik dengeleme destekleri, paletler, aktarma organları. Ekskavatörler tozlu ve sıcak şartlarda draglaynlara nazaran daha fazla bakımı icap ettirirler.

8) Dekapajın sert ve sağlam olduğu durumlarda ekskavatörler tercih edilir.

9) Formasyonun sertliği, çatlaklı, açık eklemlili ve diğer süreksizlik durumları düzgün bir gevşetmeye imkân vermiyorsa, ekskavatör kullanmak daha elverişlidir.

10) Geniş bir rezervin ve yüksek dekapaj miktarının bulunduğu, orta seviyeli fc>ir damar kalınlığımda ve yüksek istihsal kapasitelerinde ekskavatörler daha ekonomik olmaktadır.

Seçim tamamen ekonomik faktörlerin mukayesesi ile yapılmalıdır, ancak bazı hâjfer

de karar vermek güçtür ve kararlarda isabetsizlik payı bulunabilir. ANFO ve metalize patlayıcı maddeler ile dekapajı ekonomik bir şekilde gevşetme mümkün olduğundan, draglaynlar bir çok hallerde iyi bir randımanla çalışmaktadırlar. Büyük ve modern ekskavatörlerde genellikle kepçe hafif olarak imal edilmekte ve bu yüzden kazı için gevşetilmiş araziye ihtiyaç olmaktadır. Böylece ekskavatörlerin bu yöndeki avantajları ortadan kalkmaktadır. Genel olarak gevşetilmiş bir arazide kazı, mekanik kullanım oranını arttırarak bakım ve tamir masraflarını düşürmekte, kepçenin dolabilmesi için daha kısa süre gerektirmektedir.

8. SEÇİM ŞEKLİ :

Bir dekapaj makinasının seçim şekli aşağıdaki gibidir :

- a) Yaklaşık olarak kepçe kapasitesinin tesbiti.
- b) Makina geometrisinin tesbiti.
- c) Standard kapasiteler arasında seçim ve model üzerinde çeşitli değerlendirmelerde bulunmak.

İstihsal miktarının tesbitinden sonra dekapaj miktarı hesaplanır. Dekapaj makinalarına büyük yatırımlar yapıldığından genellikle günde 22.5 saat ve 350 gün devamlı çalıştırılırlar. Makinanın bir yerden başka bir yere hareketinde veya çalışmaması icap eden durumlarda, istihsalin aksamaması için üzeri temizlenmiş rezervin her an hazır bir şekilde bulunması planlanmalıdır.

8.1. C — Teorik devir/saat :

C faktörü kronometraj ile veya yaklaşık olarak tablo 13 den bulunabilir.

TABLO 13

Ekskavatörler ve draglaynlar için yaklaşık teorik devir/saat değerleri.

Kepçe Kapasitesi yd ³	Kapasitesi m ³	Draglayn - Ekskavatör	
8-35	6-27	58	69
36-59	28,45	56	68
60-200	46 150	53	64

Yukarıdaki değerler ekskavatör için 90° swing ve draglayn için 120° swing esasına göre derlenmiştir.

8.2. Swing Faktörü :

Ön hesapların ekskavatör için yapıldığı durumlarda düzeltme faktörünü kullanmak çoğu zaman gereklî olabilir. Ancak draglaynlarda bu faktör önemle dikkate alınmalıdır. Çünkü kazı için kepçeyi birkaç kere formasyon üzerine serbest düşme şeklinde bırakmak gerekecektir. Operasyonun bu kısmı kazı faaliyetine sürekli bir şekilde girdiğinde saatlik devir sayısı %20 oranında azalacaktır.

Örnek : 120 derecelik swing açısı ile çalışsan bir draglayn saatte 60 devir yapmaktadır. Dekapajın % 30'u kepçenin serbest bir şekilde formasyon üzerine düşmesi ile parçalanmayı icap ettirmektedir.

Kepçenin düşmesi ile formasyon parçalandığı durumda bir saatteki devir miktarı :
60x0.8 = 48

Bir saate yaklaşık olarak teorik devir toplamı :

$$\begin{aligned} 0.3 \times 48 &= 14.4 \\ 0.7 \times 60 &= 42.0 \\ &56.4 \end{aligned}$$

8.3. OA — İşletme Randımanı :

O ve A faktörlerini tesbit için elde malumat yoksa iki faktörün çarpımı olan OA Tablo 4'den bulunabilir.

8.4. B₁ — Kepçe Faktörü :

Bu konuda elde hazır malumat bulunuyorsa doldurabilirlik ve kabarma faktörleri Tablo 14'den bulunabilir.

8.5. P — Hareket Süresi Faktörü :

Kronometraj etüdlerinin yapılmadığı halde aşağıdaki hareket süresi faktörleri kullanılabilir (6) :

Ekskavatörler	0.96
Draglaynlar	0.94

Kronometraj etüplerinde genellikle hareket süresi faktörü işletme randımanı faktörü

TABLO 14

Dekapaj Makinaları - Kabarma ve doldurabilirlik faktörleri*

Dekapaj şartları	Kabarma faktörü	Ekskavatör kepçe doldurabilirlik faktörü	Draglayn kepçe doldurabilirlik faktörü
Hafif gevşetme	1.23	0.90 - 0.95	0.85 - 0.90
Orta gevşetme	1.33	0.85-0.95	0.80-0.90
Aşırı gevşetme	1.40	0.80-0.90	0.75-0.80
İyi parçalanmamış	1.45	0.75-0.85	0.70-0.75

* Doldurabilirlik faktöründe, küçük değerler ufak kapasiteli makinalara, büyük değerler ise yüksek kapasiteli makinalara tekabül ederler.

içinde mütalâa edildiğinden mükerrer hesaba katılma durumu önlenmelidir. Kepçe kapasitesi yaklaşık olarak tesbit edildikten sonra makina geometrisi tesbit edilmelidir.

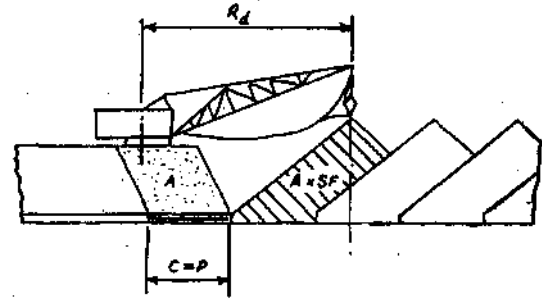
9. MAKİNA GEOMETRİSİ :

Tesbit edilecek iki ana ölçü boşaltma çapı ve boşaltma yüksekliğidir. Şekil 4 tipik bir draglayn operasyonunu canlandırmaktadır. Eğer draglayn Şekil 4'deki gibi en üst basamağa yerleştirilirse minimum kazı genişliği nakliye araçlarının durumuna göre tesbit edilir, (bakınız şekil 3,4,5). Ufak kapasiteli ekskavatörler için basamak genişliği 15-18 m (50-60 ft) kadar olabilir; 11.5 m³ (15 yd³) kapasiteli ekskavatörlerde bu genişlik 24-30 m (80-100 ft) arasındadır. Dar bir kazı derinliği, daha kısa bir boom uzunluğunu, dolayısı ile daha düşük yatırımı gerektirecektir. Kısa boom uzunluğu draglayn devir sürelerini azaltacak ve böylece dekapaj kapasitesinde bir artış vücuda getirecektir.

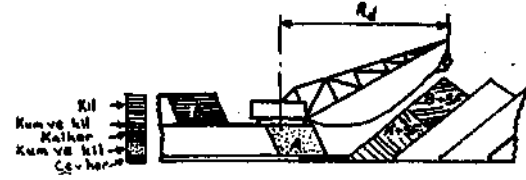
Şekil 5 de yüzeyin yük taşıma kapasitesi olmadığından tatbik edilen bir faaliyet gösterilmektedir. Dekapajda sağlam bir formasyon seçilerek çalışılan basamak için horizon tesbit edilir.

Şekil 6 ekskavatör ile yapılan dekapajı göstermektedir. Dekapajın kazı genişliği nakliye araçlarının durumuna göre tesbit edilmesi gerekir.

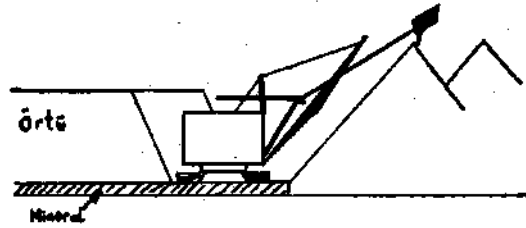
Dekapaj kalınlığı topografyanın durumuna göre büyük değişiklikler gösterebilir. Topag-



Şekil 4. Dekapaj draglayn operasyonu.



Şekil 5. Ara basamakta draglayn çalışması.



Şekil 6. Dekapaj ekskavatörü operasyonu

rafyanın dekapaj kalınlığını arttırdığı durumlarda ek yatırımı bertaraf etmek için aşağıdaki kısa vadeli tedbirler alınmalıdır:

1) Dekapaj makina döküm yarı çapı dışına taşınmalıdır (buldozerlerle dekapaj itilebilir).

2) Geçici olarak ocak genişliği minimum seviyede tutulabilir .

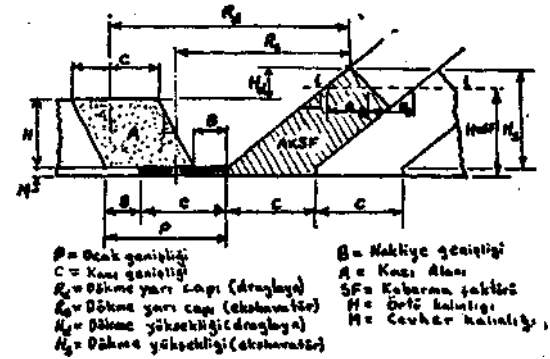
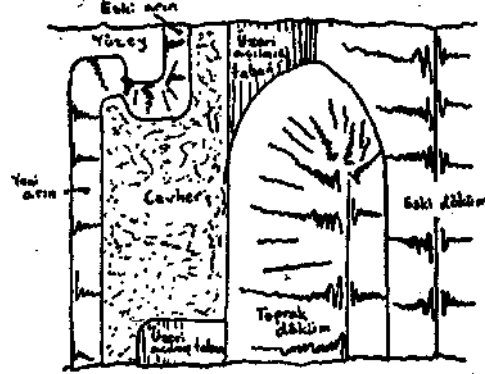
3) Dekapaj'ın uzağa atılması için ek yatırım yapmadan bu iş müteahhit firmalara yaptırılabilir.

4) Dekapajı ekskavatörün yapması halinde, ekskavatörün dekapaj döküm kısmında olan paleti cevher yatağının üzerinde değilde döküm sahası üzerinde çalıştırılabilir.

Eğer dekapaj kalınlığı aşırı bir hal almışsa, döküm için makinanın uzanabileceği uzunluğu çeşitli kombinasyonlarla uzatmak gerekir, veya ikinci bir döküm işleminde bulunmak icap edebilir. Bu işleme İngilizce terminolojisinde «haymaking» tabir edilmektedir.

Dekapaj rnakinalarının geometrisi en iyi şekilde ocağın çeşitli noktalarındaki kesitleri ile tesbit edilir. Bu kesitlerdeki ortalama ve maksimum ocak genişliği makinanın boyutlarını tesbit için ölçü olur. Düzgün durumlar için, ocak genişliği şekil 7 de gösterildiği şekilde bulunur. Örtü ve cevher kalınlıkları, basamağın meyil açısı ve dekapaj döküm malzemesinin kayma açıları bilindikten sonra, yükleme araçlarının kazı derinliği, nakliye ihtiyaçları dikkate alınarak tesbit edilir. Eğer kazı makinasının yanında çeşitli araç ve vasıtaların geçmesi icap ediyorsa, bu durum dikkate alınarak ocak genişliğine ilaveler yapılır. Bundan sonra kesit kısmi olarak çizilir ve ocak arını ve döküm alanları işaretidir. Ocağın zeminine paralel olarak H x Kabarma Faktörü mesafesi kesik çizgi(/-/) ile çizilir. Aynı şekilde H x Kabarma Faktörü mesafesi bu kere ocak zekinin dik olarak çizilir. Kesik çizgiler Şekil 7'de gösterildiği gibi kesiştirilerek, döküm malzemesinin kayma açısına eşit bir açıda dekapaj döküm yan yüzeyleri meydana getirilir. Bundan sonra ekskavatör ve draglaynların dökme yarı çapı ve yükseklikleri tesbit edilir.

Dekapaj rnakinalarının ön seçimi için Rumflet (5) tarafından geliştirilen metod «maksimum kullanılabilirlik kavramı» (maksimum usefulness concept) ile seçim yapılmaktadır.



Şekil 7. Dekapaj makina&ı boyutlarını tayin için açık işletme kesit diyagramı

Maksimum Kullanılabilirlik Faktörü (MUF) = kepçe kapasitesi x makinanın uzanma mesafesi

Rumflet .bir çok dekapaj makinasını etüd ederek ekskavatörler ve draglaynlar için maksimum kullanılabilirlik, faktörü ile makina ağırlıklarını çeşitli eğriler halinde göstermiştir. Rumflet grafiklerinde bağlantının düz çizgiler halinde olduğunu göstermiş ve çizgilerin eğimleri ekskavatörler için 1/745 ve draglaynlar için 1/575-1/467 (yd³, ft/lb) olarak tesbit edilmiştir. Dik eğimli çizgiler yeni ve modern draglayn imalatlarına aittir. Buna karşılık yatık eğimli çizgiler ise eski imalattırlar. Rumelf tarafından teklif edilen metod ile ön değerlendirmede bulunmak mümkündür. Ancak kesin kararlara detaylı étudier sonunda ulaşılabilir.

Diğer bir metod ise çeşitli ocak geometrisi değişkenlerini içine alan komputer ile geliştirilmiş tablolardır (6).

TABLO 15

Dekapaj Makinalarının Yaklaşık Spesifikasyonları

Yürüyen DRAGLAYN

Kepçe	Kapasitesi	Dökme Yarı		Dökme		Papuçlar		Ağırlığı	fiat
		Çapı	Yüksekliği	Yüksekliği	arası mesafe	FOB			
yd ³	m ³	m	ft	m	ft	m	ft	ton	(1000xf)*
15	11.5	50	165	21	70	14	45	470	360
20	15	58	190	23	75	16	52	550	500
40	31	67	220	26	85	22	72	1250	1050
50	38	79	260	30	100	23	76	1950	1500
60	46	84	275	37	120	27	90	2900	2300
90	70	92	300	41	135	32	105	4200	2700
no	85	92	300	44	145	35	115	5700	4000
EKSKAVATÖR						Palet mesafesi			
40	31	38	126	27	90	13.5	44	1300	1100
60	46	43	140	30	100	14.5	48	2000	1800
80	62	59	160	37	120	17.5	58	3500	2800
90	70	55	180	43	140	18.5	60	4100	3100
100	77	60	195	44	145	20	65	4900	3800
120	92	63	205	46	150	23	75	7200	4700
180	140	66	215	46	150	27	88	11000	7900

* 1971 yılı projeksiyonu : nakliye, sigorta, montaj masrafları dahil değildir.

Kalın damarlarda kazı ve yüklemeyi draglan ile yapmak avantajlı olabilir. Makina geometrisini tesbit için ocak planları ve kesitleri detaylı bir şekilde çıkarılmalıdır.

y 10. Son Seçim

Kepçe kapasitesi, dökme yarıçapı, dökme yüksekliği tesbit edildikten sonra her zaman uygun boyutlarda bir makina seçmek mümkün olmayabilir. Bu durumda en yakın makina modeline adapte olmak icap eder. Genellikle dökme yarı çapı, dökme yüksekliği azaltılarak arttırılabilir. Aynı şekilde dökme yüksekliğini arttırmak için dökme yarı çapını azaltmak gerekir. Gereğinden fazla yüksek kapasiteli ve aşırı boyutlu makina seçmemek için dikkatli etüd gerekir ve böylece gereksiz yatırım önlenmiş olur. Çok yüksek kapasiteli makinalar standard modeller halinde

de imal edilmezler. Bu tip makinaları sipariş ederken imalatçılar ile konuya etraflı bir şekilde irdelemeli ve makinanın dizanyı hususunda birlikte karar vermelidir.

Makina seçildikten sonra imalatçıların katalog değerleri ile (devir süresi, swing faktörü) makinanın verimini hesap etmek gerekir. Eğer bir kaç imalatçının imalatlarını üzerinde karar kılınmışsa Tablo 16 da belirtilen değerler ile devir süresi tahmininde bulunabilirsiniz

Tablo 16 normal geometrili makinalara göre tanzim edilmiştir. Örneğin ekskavatörler için :

Ortalama örtü kalınlığı = 0.4 x maksimum dökme yarı çapı. Yürüyen draglaynlar için:

Ortalama örtü kalınlığı = 0.3 x dökme yarı çapı

TABLO 16
Dekapaj makinalarının teorik devir süreleri (saniye)

Kepçe Kapasitesi yd ³	m ³	DRAGLAYNLAR				EKSKAVATÖRLER		
		90°	120°	150°	180°	90°	120°	150°
19akadar	15	55	62	69	77	51	57	63
20 H 34	16- 26	56	63	70	7%	52	58	64
35- 59	27- 44	57	64	71	79	53	59	66
60- 74	45- 57	59	65	72	80	54	61	67
75-120	58- 92	60	66	73	81	55	62	68
129-200	93 H 150	62	69	76	84	57	63	70

II. Dekapaj Makinaları Mülkiyet Masrafları :

Ekskavatörler için kullanılan hesap şekli tek kepçeli bütün dekapaj makinaları için kullanılabilir. Bir dekapaj makinasının faydalı ömrü 30 seneyi aşkındır, ancak işletme politikası, vergiler vs. itfa süresini tayin eder. Büyük dekapaj makinalarının günde 22.5 saat, 350 gün, üç vardiye olarak çalıştırmak yaygın bir tatbikattır. Büyük dekapaj makinalarının montaj masraflarını, ufak ve orta büyüklükteki ekskavatörler (10-15) m³ gibi kolaylıkla vermeye imkân yoktur. Dökme yüksekliği, dökme yarı çapı ve kepçe kapasitesi montaj masraflarına büyük ölçüde etkide bulunurlar. İmalatçının montaj masraflarına ait bilgilerin bulunmadığı durumlarda makina ağırlığını ön tahmin için yeterli malûmatları temin etmede yardımcı olur. Makina ağırlığı Rumfeit'in çizmiş olduğu «maksimum kullanılabilirlik faktörü-ağırlık» eğrilerinden veya imalatçı kataloglarından elde edilebilir.

1971 yılı projeksiyonlarına göre montaj masrafı aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

Montaj masrafı (£ sterling) = C W
Burada

W = Makina ağırlığı (ton)

C = Katsayı : ekskavatörler için 16, yürüyen draglaynlar için 22. >

Yukarıda verilen değerler tablo 7 deki esasa göre hesaplanmış olup duruma göre gerekli ayarlamalar yapılabilir.

Büyük makinalarda montajın yapıldığı mahalde bazı imalatlarda bulunmak icap edebilir. Bu hususun önemli bir şekilde dikkate alınması gerekir. Bu gibi durumlarda imalatçı firma ile temasa geçip mütalâa almak lazımdır.

III. Dekapaj Makinalarının İşletme Masrafları :

Ekskavatörler için tatbik edilen "hesap şekli" büyük dekapaj makinaları içinde aynen uygulanır. Tamir ve bakım masraflarında aynı şekilde hesap edilir, ancak kalem 25'de aşağıdaki değerler kullanılmalıdır (6).

Yürüyen Draglaynlar : 7%

Ekskavatörler : B%

Yukarıdaki değerler en az 7000 saat senelik çalışmaya göre tesbit edilmiştir.

Değişik örtü şartları için M düzeltme faktörü Tablo 18 de verilmiştir. Örtünün aşındırıcı özel i işide dikkate alınması gereken önemli bir husustur. Örneğin örtü aşırı bir şekilde aşındırıcı ve kötü bir şekilde parçalanmışsa M düzeltme faktörü 1.25 olarak alınır.

TABLO 17
Elektrik kabloları fiyatları (£/m) *

Kepçe Kapasitesi		Voltaj, KV		
Yd ³	m ³	5-10	10 H 15	22-25
19 a kadar	15	5.5	6	—
20- 34	16- 26	9.5	10	—
35- 59	27- 44	19.5	15	—
60- 74	45-57	—	24	14
75-120	58-92	—	35	25
120-200	93-150	—	45	29

* 1971 projeksiyon fiyatlarına ve bakırın £ 490/t fiyatına göre hesap edilmiştir.

TALBO 18

Değişik örtü şartları için düzeltme faktörü

Örtü Şartları	M
Hafif gevşetme	0.9
Orta gevşetme	1.0
Aşırı gevşetme	1.1
Kötü parçalanmış	1.2

Mülkiyet ve işletme masrafları ekskavatörlerde hesaplandığı şekilde aynen büyük dekapaj makinaları içinde hesaplanır. Ancak bu hesaplarda idari şartlar dikkate alınmamıştır.

12. KEPÇELERİN SEÇİMİ :

Kepçelerde yüklenen veya kazılan malzemenin aşındırıcı özelliklerinden dolayı aşınma bertaraf edilemez, ancak kepçelerin ömürlerini arttırmak için çeşitli astar (liner) ve plakalar kullanmak gerekir. Aşınmaya karşı çeşitli plakaların ve astarların yerinde kullanımı ve bu malzemelerin uygun bir şekilde seçimi ile kepçe ömrü arttırılır.

Yürüyen draglaynlarda hafif kepçelerin kullanımı ile kapasitede maksimum bir performans sağlanır, ancak bu tip kepçeler hafif ve kolaylıkla doldurulabilen malzemeler için kullanılmalıdır. Eğer yedek bir kepçe daha varsa ve kepçe bakımı makinanın çalışma süresine tesirde bulunmayacaksa hafif ağırlıklı kepçeleri kullanmak ekonomik olabilir

Orta ağırlıktaki kepçeler ise genellikle ağırlığı fazla olan malzemeler için kullanılmalıdır.

Güç çalışma şartları altında ve yedek bir kepçenin bulundurulması ekonomik olmayan durumlarda (ufak maden işletmelerinde, sende 1400 saat çalışıldığı hallerde) düşük kapasiteli ağır iş makinaları kullanmak gerekir. Aşındırıcı şartlarda, çekici halatın çapını arttırmak gerektiğinden, kepçe kapasitesini düşürmek icap edecektir.

Kepçelerin genellikle ağır, iyi bir şekilde gevşetilmemiş formasyonlarda çalışacağı düşünülerek ona göre seçim yapılmasına rağmen, son yıllarda temayül yüksek kapasiteli fakat ağır olmayan kepçelerin kullanımına doğrudur.

Kazı veya yüklemelerde kullanılan kepçelerin hepsinin, iç kısımları kayanın düzgün bir şekilde akışını sağlamak amacı ile arızasız ve düz satırlı olmalıdır. Kepçelerin şekilleri hususunda bir çok dizaynlar mevcuttur. Kepçe dişlerinin ve takviye plakalarının kolaylıkla çıkarılıp takılması gerekecek şekilde imal edilmesi gereklidir. Kepçe seçimi ve mekanik dizaynları konusu başka başına geniş bir konj olup burada detaylı izahata lüzum görülmemiştir.

13. SÜREKLİ EKSKAVATÖRLER (Continuous excavators) :

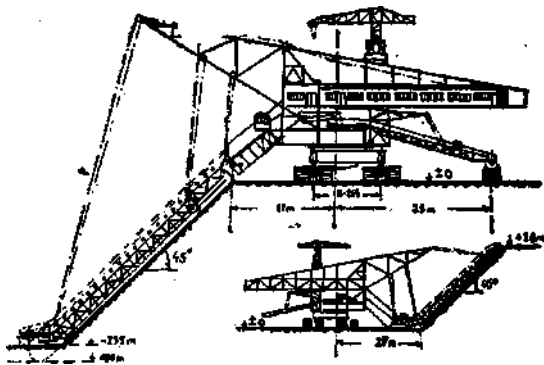
Sürekli ekskavatörlerin en önemli iki tipi olan döner-kepçeli ekskavatörler (bundan

böyle BWE olarak belirtilecektir) ve zincirli-kepçe ekskavatörleri (BCE) ilk olarak Almanya'nın linyit yatakları için geliştirilmiş olup bu konuda Çekoslavakya, S.S.C.B. de bazı gelişmeler olmuştur.

14. ZİNCİRÜ-KEPÇE EKSKAVATÖRLERİ (BCE):

İlk imalatlar ray üzerinde hareket eden şekilde geliştirilmiş olup bu sistemin mahzurları zamanla meydana çıkmıştır. Makinanın basamak arını üzerinde kepçelerinin hareketi ile oldukça kısa bir genişlikte kazı derinliği sağlandığından rayları çok kısa aralıklarla, kazı derinliği kadar bir mesafede geriye çekmek gerekmektedir. Bu mahzurları bertaraf etmek amacı ile modern makinalar, boom'ları yatay ve dikey hareket edebilen ve paletler üzerinde yürüyen şekilde imal edilmektedirler. Şekil 8'de İtalya'da hizmet gören büyük bir BCE makinası görülmektedir. Makinanın teorik verimi saatte 1470 m^3 (1920 yd^3), ağırlığı 1495 ton ve tesis edilmiş AC güç takati 2285 KW (3060 HP) dir.

BCE'ler konsolide olmayan topraklarda ve büyük üretimler için en etkin makinalar- dır. Makina sert kayaları ve toprakları kazamaz ve kazıyı selektif olarak yapamaz. Makinanın en önemli avantajı aşağı ve basamak yukarı kazma kabiliyetlerinin mükemmel oluşudur (bakınız şekil 8).



Şekil 8. Zincirli-Kepçe Ekskavatörleri (BCE).
Fried Krupp GmbH Masbienen-und
Stahlbau Rheinbausea.

15. DÖNER - KEPÇELİ EKSKAVATÖRLER (BWE) :

BWE makinaları gevşek ve konsolide olmayan formasyonlarda büyük üretimler için en etkin makinalar- dır. Bu makinalar sert kayalarda da tatbik sahası bulmaktadır. Arızalanmış ve karışık formasyonlarda kazı işlemi selektif olarak yapılabilir. Üretim kapasitesini azaltarak 100 mm kalınlığındaki bantları hassas bir şekilde kazmak mümkündür. Makinanın aşağı doğru kazı kapasitesi oldukça düşüktür. Makinanın aşağı doğru kazı kapasitesini arttırmak için daha uzun bir boom kullanmak ve böylece boom açısını azaltarak randımanlı bir bant operasyonu sağlamak mümkündür. Bu şekildeki tatbikat bant üzerindeki kaya parçalarının tane büyüklükleri ile bağlantılıdır.

BWE makinalarında tanburi teker'e aralıklarla kepçeler yerleştirilmiştir. Kazılan toprak kepçeye dolarak bir oluk vasıtası ile konveyöre iletilir. Halihazırda teorik verimi $10000 \text{ m}^3/\text{saat}$ olan ve ağırlıkları 7000 tonu aşan makinalar bir çok işletmelerde hizmet görmektedir.

15.1. Sürekli (continuous) Ekskavatörlerin Avantajları :

Sürekli ekskavatörlerde, tek kepçeli ekskavatörlere nazaran ani şok yükleri daha mun tazamdır. Bu sebepten bakım, tamir ve elektrik masraftan aynı kapasitedeki tek kepçeli ekskavatörlere nazaran daha azdır. Kazı yüklerinin paletlere daha uniform bir şekilde intikali yüzünden taban basınçları daha azdır ve tek kepçeli ekskavatörün taban şartları yönünden güçlüklerle karşılaştığı durumlarda sürekli ekskavatörler daha rahat çalışır.

TABLO 19
Yaklaşık Göç Tüketimi

Makina	Güç tüketimi KWh/m*
Yükleyici ekskavatör	0.45-0.71
Dekapaj ekskavatörü	0.52-0.91
Yürüyen draglayn	0.88 -1.21
BCE	0.41-0.60
BWE	0.30-0.50

15.2, Sürekli Ekskavatörlerin Verimi :

Sürekli ekskavatörlerin verimi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir :

$$Q_{thc} = \frac{60 FS}{\text{kabarma faktörü}}, m^3/hr \text{ (yerinde)} \quad (3)$$

Burada,

Q_{th} = teorik verim

F = tek kepçenin kapasitesi

S = bir dakikadaki kepçe boşaltma sayısı

Benzer BWE makinalarının teorik verimlerini mukayese ederken dikkatli olmak gerekir. Ayrı milletlere ait imalatçılar F ve kepçe kapasitesini değişik olarak tayin edebilirler. Mukayesenin kepçe hacmine göre yapılması tavsiye edilir.

16. BCE-BWE MAKİNALARININ MUKAYESESİ :

İkinci Dünya Harbinden sonra BWE makinalarının kullanımı BCE makinalarını geçmiştir. BCE makinaları halihazırda Doğu Almanya'da, taban şartlarının elverişli olduğu durumlarda ve BWE makinaları ile işletme tecrübelerinin bulunmadığı hallerde imal edilmektedir. Doğu Almanya'da bugün için temayül BWE makinalarının kullanımına doğrudur.

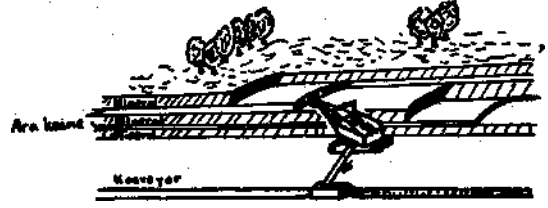
Sürekli ekskavatörleri seçerken aşağıda belirtilen hususları dikkate almak gerekir :

1. Blok olarak kazı özelliğinden BWE makinaları selektif olarak kazı yapılabilirler (bakınız şekil 9).

2. BWE makinaları bazı hallerde oldukça sert kayaları kazabilir. (kumtaşı, şeyi, vs.): BCE makinaları sert kayaları kazamaz ve büyük kaya parçalarını kepçesiz yükleyemez.

3. BCE makinalarında aşınan kısımların adet olarak fazlalığından dolayı BWE makinalarına nazaran tamir masrafları daha fazladır. Aynı dekapaj ve kazı şartlarında BCE makinalarının mekanik kullanım oranları BWE makinalarına nazaran daha azdır.

4. BWE makinalarının yukarı doğru (boom'un yataydan yukarı doğru durumu) kazı imkânları çok tatminkâr olmasına karşılık, BCE makinalarında yukarı doğru kazı, kepçe



Şekil 9. RWE Makinasının kısmi blok operasyonu.

doldurma zorluktan yüzünden nisbi olarak randımanlı değildir. BCE makinalarında aşağı doğru (boom'un yataydan aşağı doğru durumu) kazı imkânlarının çok tatminkâr olmasına karşılık, BWE makinalarında bu operasyon randımanlı olmamaktadır.

5. BCE makinalarına nazaran BWE makinalarında kepçenin temizlenme durumu daha iyidir. Bu durum yapışkan malzemeyi kazarken müşahade olunmaktadır.

Selektif kazının gerekmediği, sert bantların bulunmadığı ve parça büyüklüğü ufak olan kazılarda aşağıda belirtilen şartlarda BCE makinalarını kullanmak elverişlidir :

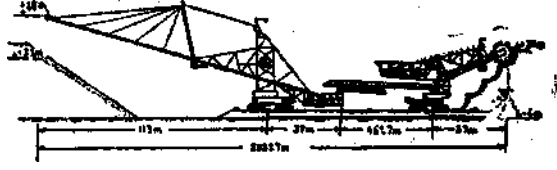
- Yumuşak ve aşındırıcı olmayan formasyonların dekapajı,
- Sulu ocak şartlarında,
- Nakliyede eğimleri azaltmak gerektiğinde,
- Düzgün ocak meyili elde edilmesi gerektiğinde,
- Cevher tavanının düz olmadığı durumlarda.

Bu avantajların çoğu BCE makinalarının aşağı doğru kazma özelliklerinin tatminkâr olmasından doğmaktadır. Diğer uygulamalarda ise BWE makinalarının kullanımı daha elverişlidir.

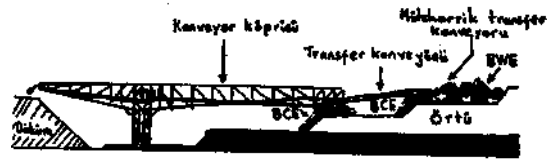
17. OPERASYONLAR:

Sürekli ekskavatörlerde kazı esnasında % 5, harekette % 10 meyilleri genellikle maksimum meyil sınırlarıdır.

BWE ve BCE makinalarında nakliye mesafesini minimum seviyeye indirmek ve böylece tasarruf sağlamak amacı ile ocağı enle-



Şekil 10. Müteharrik dökücü boom. Fried Krapp GmbH Maschinen und Stahlbau.



Şekil 11. Dekapaj köprüsü.

meşine kateden müteharrik dökücü boom'lar (Şekil: 10) veya dekapaj köprüleri (Şekil: 11) ile dekapaj atılabilir.

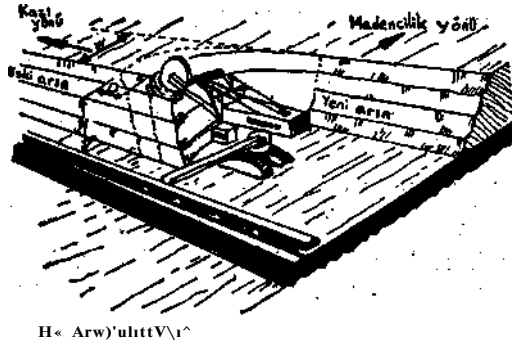
Müteharrik dökücü boom'lar ve dekapaj köprüleri operasyonda bir esnekliği önlediğinden bu üniteleri kullanırken planlamanın çok teferruatlı ve disiplinle yapılması gerekmektedir. Üniteleri kullanmak için aşağıda belirtilen hususların mevcut olması gerekir :

1. Pahalı makina kompleksini karşılayacak seviyede rezervin bulunması,
2. Geniş bir alanda yatağın yatay olarak stratifikasyonu ,
3. Düzgün jeolojik şartlar, örneğin büyük atımların bulunmaması, aşırı kıvrımlanmaların bulunmayışa dekapaj kalınlığını büyük değişiklikler göstermemesi.

Sürekli ekskavatörlerin en önemli uygulaması gevşek sedimanter formasyonlarda; büyük dekapaj kalınlıklarında ve ocağın aşırı eninde örtünün direkt olarak enlemesine nakli imkânının bulunmadığı şartlarda olmaktadır. Bu tür operasyonların çoğunda birkaç basamak halinde çalışmak gereklidir. Dekapaj nakliyatı ocak çevresince konveyör veya demir yolu ile yapılmaktadır. Ocak ilerledikçe ocağın gerisinde kaldırılan araziye toprak dökülür.

Selektif kazının gerekmediği durumlarda BWE makinaları Şekil 12'de gösterildiği şe-

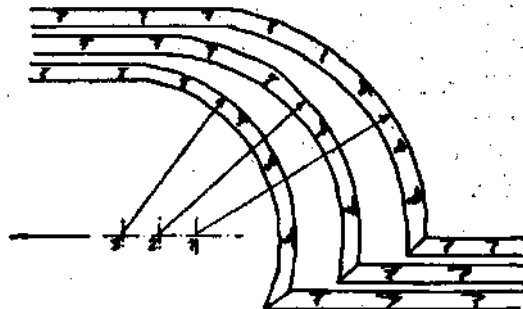
kilde tam blok metodu ile kazı yaparak ilerler. Kısmî blok operasyonunda (bakınız şekil 9) kazılan toprak kalınlığı genellikle optimumdan düşük olduğundan volumetrik randıman daha azdır. Aynı zamanda kısmî blok operasyonunda makinanın hareket süresi daha fazla ve bu yüzden palet aşınması ve tamir bakım masrafları fazlalaşmakta ve kazı için geçen süre azalmaktadır. Kısmî blok metodu selektif kazı icap eden durumların haricinde kullanılmaz. Kısmî blok operasyonunda ekskavatörün boom'u uzun olmalıdır.



Şekil 12. BWE makinasunun tam blok operasyonuna

17.1. BWE - Uzuyabilen Boomlar ile Sabit Boom 1 arın Mukayesesi :

Uzuyabilen boom teçhizatına sahip BWE makinaları, sabit boumlu aynı makinalara nazaran daha ağırdırlar. Uzuyabilen boumlu BWE makinalarında kazı sırasında daha fazla yük makinaya bindiğinden zemin probleminin doğması muhtemeldir. Sabit boumlu BWE makinalarında, şekil 13 de görüldüğü bir şekilde kazı yapmak mümkündür.



Şekil 13. Sabit boumlu BWE makinalarının 1, 2, 8 pozisyon durumlarına göre basamakları kazıs şekli.

Sabit boumlu BWE makinalarında ileri doğru hareketin hepsi paletlerin ilerlemesi ve bu şekilde makinanın ileri alınması ile mümkündür. Buna karşılık uzayabilen boumlu ekskavatörlerde bazı ilerleme hareketleri boom uzatılması ile sağlanabilir. Orta büyüklükteki makinalarda ve orta yükseklikteki basamakların kazılmasında, uzayabilen boumlu BWE makinalar, sabit boumlulara nazaran aynı istihsal için 4 misli daha az palet hareketi icap ettirirler.

Uzayabilen boumlu makinalarda palet aşınması ve hareket yüzünden basamak yüzünün bozulması gibi hususlar minimum seviyeye indirildiğinden bariz avantajlara sahiptir. Bu avantajlara rağmen uzayabilen boumlu makinalarda mekanik ve strüktürel güçlüklerle karşılaşmaktadır. Bir çok işletme bu sebepten uzayabilen boumlu BWE makinalarını sabit boumlu şekle dönüştürmüşlerdir. Yetkili gözlemciler kısa bir süre sonra uzayabilen boumlu BWE makinalarının kullanılmayacağı görüşündedirler. Buna rağmen uzayabilen yeni bir Çekoslovak makinasının imal edildiği bildirilmektedir. Bu makinanın 6000 m³/saat verimi, yukarı doğru kazabilme yüksekliği 32 m, aşağı doğru kazabilme mesafesi 6.3 metredir. Ekskavatör hidrolik ayaklar ile yürüeyebilen bir mekanizmaya sahiptir. Bu şekilde konvansiyonel paletli makinalara nazaran taban basıncı yarı yarıya azaltılmıştır. Bu makinanın performansları Maden Mühendisleri arasında geniş bir ilgiye sebebiyet olmuştur.

17.2. Nakliye sistemleri

Sürekli ekskavatörlerin seçiminde bulunmadan evvel açık ve çok detaylı planlama gereklidir. Bir çok sürekli sistemlerde olduğu gibi sürekli ekskavatörlerde nakliye sistemi de ekskavatör ile birlikte projelendirilmelidir.

Sürekli ekskavatörlerde ocak çevresince yapılan nakliyede iki tip nakliye sistemi tatbik edilmektedir.

a) Yüksek hızlı bant konveyörler ile nakliye,

b) Lokomotifle nakliye.

Yüksek hızla sahip konveyörler günümüzde bu tip makinalarla yapılan madencilikte önem kazanmaktadır. Konveyörler bir üç gibi dik meyillere kadar randımanla nakliye yapılabilirlerdir. Demir yolu nakliyesinde gerekli geniş kurvular konveyör kullanımı ile bertaraf edilmektedir. Vagonların geliş ve gidişinde kazı makinasının üretimini durdurmak gerekmektedir. Konveyör ile akama önlenmiş olacaktır. Yüksek hızla sahip konveyörler ile sistem sürekli (continuous) bir şekilde çalıştırılır. Yüksek hızla sahip konveyörlerin en önemli dezavantajları yüksek yatırım ve aşırı enerji sarfını gerektirmeleridir.

Demir yolu nakliyesi tuzun mesafelerde ve oldukça yatay durumdaki hatlarda ekonomik olarak çalışabilir. Şekil 12 de gösterilen blok genişliği kazısı bitirildiği zaman nakliye sistemini blok genişliği kadar bir mesafede öne almak icap edecektir. Bu işlemin süresini azaltmak ve böylece istihsalde boş geçen zaman minimum seviyeye indirmek için paletli tekerler üzerinde hareket eden bir konveyör vasıtası ile ekskavatörün konveyöre uzanma mesafesi uzatılabilir. Konveyörü ileri çekmek için geçen süreyi kısmak için ve BWE makinalarının uzanabilme mesafesini arttırmak amacı ile «üç basamak, metodu» bazı hallerde tatbik edilmektedir.

18. Mekanik Dizayn Özellikleri

18.1. Döner Kepçe Dizaynı

Önerilen kepeçler aşağıda belirtilen konstrüksiyonlardan birinden olabilir.

a) Hücreli (her kepeçden boom bandına uzanan ayrı bir oluk mevcuttur)

b) Yarı hücreli

c) Hücresiz

BWE makinalarının ilk imalatlarında döner kepeçler hücreli olarak imal edilirdi. Bu tip döner kepeçlerin bakım masrafları ve enerji tüketimleri düşük seviyededir. Ancak hücreli tip döner kepeçler kum ve çakıl gibi granüler malzemeler için kullanılır. Kazılan malzemenin hücreler içinde yapış-

ma özelliğinden dolayı, yapışmayı önlemek için yüksek devir hızları kullanmak gerekir. Teker çevresel hızı olarak 1.0 m/san ve 2.0 m/san kullanılmaktadır.

Hücretsiz döner tekerler ilk olarak ABD de 1943 yılında geliştirilmiştir. Bu tarihten sonra bilhassa Almanyada hücretsiz tiplerde önemli gelişmeler olmuştur. Bu tipler yapışkan maddeleri hücreli tiplere nazaran daha iyi kazar ve yükler. Ayrıca aşağı doğru kazıda daha iyi kepçe kleransı sağlarlar. Hücretsiz döner kepçelerde teker hızı 5 m/san kadar olabilir.

Yarı hücreli tipler ise, büyük makinalarda kazılan malzemeyi etrafa saçmadan kullanılabilir. Malzemenin kepçeye yapışmasını önlemek için kepçeleri LPG gazli fuel oil ile ısıtmak denenmişse de bu tatbikat başarılı olmamıştır.

Hali hazırda bir çok kepçe diş şekli mevcuttur. Tatminkar dizayn üzerinde karar vermeden bir kaç şekil üzerinde denemeler yapmak gerekir. Sert ve aşındırıcı formasyonlarda kepçedeki aşınmayı önlemek amacı ile kepçe yüzeyleri tungsten-carbide parçacıkları ile takviye edilmiş metal plakları ile kaplanması gerekli olabilir (9).

18.2 Döner Kepçe İdaresi

Kazı şartlarının düzgün olmadığı hallerde teker devir hızlarını duruma göre ayarlamak gerekir ve sert kaynaklarda yüksek devir yüzünden doğacak titreşimler önlenmelidir. Bahsedilen bu hususlar aşağıdaki şekilde sağlanır.

1) Vites tertibatı ve kavrama aracılığı ile iki düz ve iki ters hız verilebilir.

2) Pony motor ve epicyclic dişli tertibatı vasıtasıyla iki düz ve iki ters hız verme imkanı vardır (ac endüksiyon motorları).

3) Ward. Leonard veya Thyristor sistemleri ile ve de akımda değişken hızlar tatbik edilir. Bu metod kademesiz bir kontrol sağlanmasına rağmen de motorlarının ac motorlarına nazaran bakımı güç ve masraflı olduğundan bakım problemi doğurur.

4) Hidrostatik- tertibat — bu çeşit tertibat ile kademesiz bir kontrol sağlanmasına rağmen ve elverişli bir hız-tork karakteristiği yaratma imkânına karşılık elektrik tertibata nazaran daha az randımanlıdır. Hidrostatik tertibat ufak tipteki makinalarda kullanılmaktadır.

Bütün ekskavatörlerde döner kepçe mekanizması aşırı yüklerle karşı emniyet tertibatına haizdirler. Bu emniyet tertibatı aşağıdaki türlerle sağlanmaktadır :

a) Sürtünmeli kavramalar pek emin ol-, madıklarından modern makinalarda genellikle bu fonksiyonlar için kullanılmamaktadırlar.

b) Hidrolik kavramalar daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu tip kavramalarda kayma süresi tahdit edilmelidir, aksi halde aşırı ısıdan bazı arızalar doğabilir.

c) Mekanik kavramalar-santrifuj kavramalı çelik bilyalı tipler.

d) Elektromanyetik kavramalar da uzun müddetli sürtünmelerden doğacak harareten mütessir olabilirler.

a). Bu tip konstrüksiyonlarda zemin basıncı dizayn edilen de motorları.

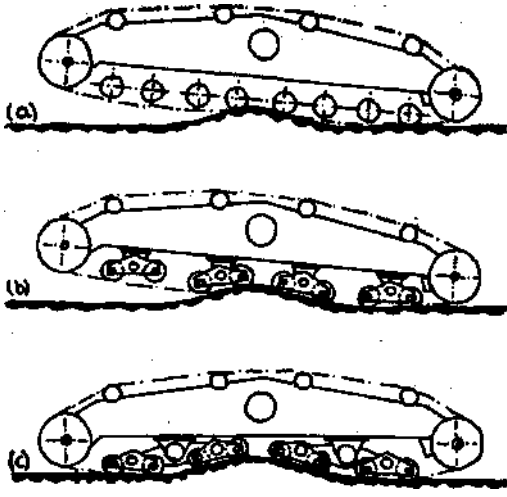
18.3. Paletler

Sürekli ekskavatörler genellikle konsolide olmayan formasyonlarda çalıştıklarından, zemin basınç değerleri düşük limitler arasında tutulmalıdır. Ekskavatörlerde kullanılan rijit paletler ancak 50 ton ağırlığındaki ufak makinalarda kullanılabilir. (bakınız şekil 14 a). Bu tip konstrüksiyonlarda zemin basıncı 60 kg/m² seviyesinde tutulabilir.

50-150 ton ağırlığı arasındaki makinalarda şekil 14 b de gösterildiği gibi bir konstrüksiyon gereklidir. Daha ağır makinalarda şekil 14 e deki konstrüksiyon uygulanmalıdır.

Ekskavatörler büyüdükçe palet baskı alanı arttırılır. 150-160-kg/m² lik zemin basıncı kullanılabilir.

Almanyada Rhineland da konsolide olmuş arazide çalışan bir paletli dökücü, şekil 14 cdeki konstrüksiyonla 120 kg/m² lik zemin basıncında çalışmaktadır.



Şekil 14 — Sürekli ekskavatör paletleri.

19. BWE Makinalarında Spesifik Kesme Yüğü

Döner kepçe gücü, kepçenin mekanik mukavemeti ve makina ağırlığı ile kazılan maddenin kazı direncine bağlıdır. Almanya, Çekoslovakya ve SSCB de yapılan araştırmalar da henüz kazı direncinin kantitatif bir izahı yapılmamıştır. Kazı direncinin kaya mukavemeti., tabaklaşma, eklemleşme vs., diş ve keskinliği, kazı yönü o'bi hususlarla olan münasebeti henüz ortaya konamamıştır.

Spesifik kesme yükü (k) (kepçe kesici ucundaki kg/cm yük şeklinde ifade olunmaktadır) en yaygın şekilde kullanılan bir kriterdir. Ancak makina dizaynında bir çok mühendis «spesifik kazma yükü» nosyonunu kullanmaktadırlar. Tablo 20de verilen değerler tavsiye edilmektedir.

Bu alanda kaya özelliklerinin spesifik kazma yüküne bağlantısının açıklığa kavuşturulması için çok geniş ve detaylı araştırmalara ihtiyaç vardır. Eğer herhangi bir kazı için sağlam olmayan bir makina dizayn edilirse strüktürel ve mekanik birçok arızanın doğması olağandır. Aynı zamanda gereksiz derecede sağlam yapılan makinalar aşırı bir yatırıma sebep olacaktır. Sürekli ekskavatörler için yapılacak büyük yatırımlarda imalatçı firmalar ile teferruatlı münakaşalara girerek karar vermek gerekir.

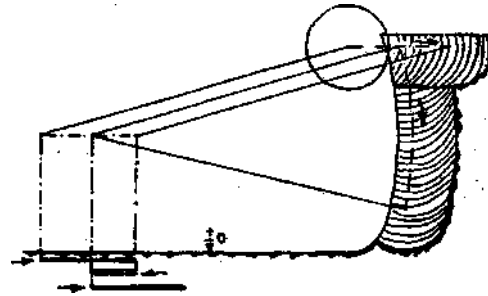
20. Sert Formasyon Operasyonları

Yüksek güçlü ve modern BWE makinaları, ekskavatörlerin lağımlanmadan kazamadıkları formasyonları gevşetmeden kazabilirler. Örneğin; sert killeri, -fosfatlar, kumtaşları.

Bu ancak gerekli kitledeki makinalarla kesme yüklerinin paletlerle zemine intikali ile mümkün olabilmektedir. Kazılan formasyonda kepçelerden geçmeyecek büyüklükte parçaların bulunmaması halinde ,uniaxial basma mukavemeti 2150-2550 lb/in² (maksimum limit) olan kayalar hiç bir hazırlığa tabi tutulmadan kazılabilir.

Sert formasyonlarda çalışan bir BWE makinesinin verimi genellikle teorik verimden düşüktür. Buna sebep yükleme zorlukları ve döner kepçeden malzemenin akış güçlüğüdür. Çok sert kayaları lağımlayarak kazmak çeşitli şekillerde denenmiş olmasına rağmen olumlu neticeler yanında olumsuz neticelerde alınmıştır. Eğer düzgün bir parçalama elde edilemiyorsa arından kopan bloklar ve saçılma yüzünden güçlükle karşılaşmak mümkündür.

Şekil 15'de gösterildiği şekilde sert ve aşındırıcı formasyonlarda «drop cut» tabir edilen kazı şekli en uygundur.



Şekil 15 — «Drop Cut» operasyonunda (BWE) palet hareketleri.

Sürekli ekskavatörlerin arzu edilir özelliklerinden dolayı bu makinaları sert kayalarda kullanma imkanı araştırılmaktadır. Ancak yetkili mühendislerin ifadelerine göre sert formasyonlarda gevşetme bütün problemleri çözücü durumdan uzaktır.

TABLO 20
Spesifik Kesme ve Kazma Yükleri (BWE)

Referans	Malzeme	kg/cm kesici uç	kg/cm ² dilim alanı
10	Kompakt kumlar	33-103	
10	Tebeşir	26-113	
10	Kil (yumuşak)	9- 13	
10	Kil (sert)	40-160	
10	Kumtaşı	14-142	
10	Slate kil	200 +	
11	Kum ve çakıl	20	
11	Kumlu kil	29	
11	Kum ve ince kil	33	
11	Yağlı kil	56	
12	Şeyi (argillaceous)	156	23. 8
12	Kompakt kil	86	7.82
12	,% 10 kum + % 90 kil	86	• 5.91
12	Kumlu kil ye ince kil	72	5.67
13	Yumuşak toprak		1. 8- 2.5
13	Orta yumuşaklıkta toprak		3. 0- 3.5
13	Ağır toprak		7 -18
13	Yumuşak toprak-düşük kohezyonlu		
14	el ile küreklenebilecek özellikte	15- 50	2 - 5
14	Orta yumuşaklıkta toprak kürek ile kazılabilen özellikte	30-100	5 - 8
14	Ağır toprak-kazma ile kazılabilen	60-120	8 -10

21 — BWE ile BCE Arasında Seçim

21.1 — Makina Verimi

Sürekli ekskavatörlerin teorik verimi benzer makinaların seçiminde önemli bir kriterdir .Ancak hakiki istihsal oranı teorik değerden büyük nisbetlerde değişiklikler gösterebilir. BCE makinaları aşağıya doğru kazı durumlarında kepçe doldurma katsayısı güç şartlarda, örneğin; sert ve yapışkan topraklar ,büyük kaya parçalarının bulunduğu formasyonlarda 0.4 gibi değerler alabildiği gibi, kolaylıkla akabilen kum ve çakıllarda olduğu şekilde 1.32 gibi değerlerde olabilir. Bu değerleri bir kıstas olarak kullanırken dikkatli olmak gerekir, çünkü teorik verim hesaplarında tatbik edilen metodlar değişiktir. Bir çok proje mühendisi «arazi faktörü» nosyonunu kullanırlar. Bu terim aşağıdaki noktaları jihazı dikkate alır.

- a) Kepçe doldurma oranı
- b) Planlanmış bakım süreleri
- c) Arızalar yüzünden istihsalde boşa geçen süreler
- d) Konveyör veya rayın ileri alınması
- e) Çalışılmayan günler

Sürekli ekskavatörlerde büyük yatırım yapıldığından bu makinalar üç vardiya üzerinden çalıştırılırlar. Almanya'da ve başka ülkelerden elde edilen istatistiklerden, çalışma şartlarına iyi bir şekilde adapte olmuş makinalarda günlük çalışma süresi 19.2 saat olduğu görülür. Pazar ve diğer tatil günleri bakım için tahsis edilebiliyorsa (yıllık genel bakım dahil) bir yılda ortalama 5000 çalışma saati planlanabilir. Güç şartlarda çalışan makinalarda örneğin; sert, aşındırıcı, yapışkan topraklarda ve sert iklimlerde çalışma süresi düşecektir. Bu durumda yıllık istihsal :

$$Q/\text{yil} = Q_{\text{th}} \times 5000 \times \text{hizmet faktörü,} \\ \text{m}^3/\text{yil} \quad (4)$$

Burada hizmet faktörü terimi makinanın tam kapasitede çalışmadığı süreyi dikkate almaktadır. Tam kapasitede çalışılmayan süre, manevra süreleri, nakliye yüzünden istihsaldeki aksamaları içine almaktadır. Servis faktörü 0.5 ile 0.8 değerleri arasında değişir ve kazılan toprağın cinsine, sevk-i idarenin evsafına, iklime, vs., gibi hususlara bağlantılıdır.

Planlama safhasında ise hesapları arazi faktörüne göre yapmak yaygın bir tatbikattır. Bu durumda yıllık istihsal :

$$Q/\text{yil} = Q_{\text{th}} \times \text{gün/yıl} \times 24 \times \text{arazi} \\ \text{faktörü} \quad (5)$$

Q_{th} terimi yalnızca kepçelerin-hacımlarına göre tesbit edilmiş bir değer olup hücre hacımları hesaba katılmaz. Eğer benzer operasyonlardan elde mevcut doneler yoksa Tablo 21 ve 22 kullanılabilir.

$$\text{Arazi Faktörü} = \text{OExJC} \quad 6$$

TABLO 21

Sürekli Ekskavatörlerde İşletme
Randımanı (OE)

Kazı şartları	Sevk-i İdare Şartları			
	Çok iy?	İyi	Orta	Zayıf
Hafif	0.70	0.63	0.55	0.47
Orta	0.65	0.58	0.50	0.42
Ağır	0.57	0.50	0.43	0.36
Çok ağır	0.42	0.37	0.32	0.27

TABLO 22

İş Şartları Faktörü (JC)

Çok iyi	0.92
İyi	0.83
Orta	0.73
Zayıf	0.62

Tablo 4'ü kullanmada belirttlen tavsiyeler
Tablo 21 ve 22 içinde geçerlidir.

21.2 Makina Geometrisi :

Sürekli ekskavatörlerde makina geometrisini ocağın şekli ve boyutları tayin eder. Ocak meyili dik değildir, çünkü, (a) kazılan kayalar oldukça zayıf mukavemetlidir, (b) kazılan kömür veya cevher /atay veya yataya yakındır. Bu sebeplerden dolayı basamaklar genellikle geniştir ve basamak genişliklerini büyük tutmak problem değildir. Ekskavatör basamaktan aşağı ve yukarı doğru kazı yapacaksa nakliye sisteminin her. iki yönünden makinanın çalışabilmesi için gerekli mesafenin bırakılması gerekir. Makinanın boyutları ocak geometrisine bazı kısıtlayıcı tahditlerde bulunabilir. Bu sebepten makina boyutlarını tayinde çok detaylı etüdler yapılması gerekir. Bu problem en etkin giriş çeşitli noktalarda kesitlerinin çizilmesi ile mümkündür. Bazı durumlarda ekskavatör ile ana nakliye bandı arasında paletler üzerine yerleştirilmiş müteharrik konveyörler kullanmak gerekebilir ve ekskavatör boşaltma bandının teleskopik bir şekilde uzayıp kısılması gerekebilir.

22. SÜREKLİ EKSKAVATÖRLERİN MASRAFLARI :

22.1. Mülkiyet Masrafları :

Sürekli ekskavatörlerin hizmet süreleri 30 seneyi geçer. Doğu Almanya'da 1935 yılında çalışmaya huşlayan bir sürekli ekskavatör halihazırda faaliyet göstermektedir. Makinanın itfa süresini kanunlar, vergiler ve işletmelerin itfa politikaları tayin eder. Aynı kapasitede (istihsal oranı x uzanabiime mesafesi) tek kepçeli ekskavatörler ile sürekli ekskavatörler mukayese edildiğinde genel olarak, sürekli makinaların ilk yatırım masrafları tek kepçeli ekskavatörlere nazaran daha fazladır. Sürekli makinalarda yatırım masraflarının çok büyük olması ve alınan kararın tekrar değiştirilmemesi bu makinaların seçiminde çok dikkatli olunmasını ve imalatçı ile sıkı bir işbirliği yapılmasını gerektirmektedir. Çok basamaklı ocaklarda seçilen makina^ ve nakliye sistemleri birbirine göre sinkronize çalışabilme şartlarının gerçekleştirilebilmesi için detaylı planlama ve projelendirme gerekir.

Sürekli ekskavatörlerde mülkiyet masrafları aşağıdaki şekilde hesap edilebilir :

- 1) FOB makina değeri TL.
- 2) Nakliye ve sigorta (ocakta) TL.
- 3) Gümrük vergisi TL.
- 4) Toplam TL.
- 5) Montaj masrafları (formül 8) TL.
- 6) Montaj sırasında sigorta masrafları TL.
- 7) Toplam TL.
- 8) İstihsale geçinceye kadar faiz miktarı (yaklaşık olarak toplam 7'nin % 30 kadarı). TL
- 9) Toplam TL.
- 10) Ekskavatör itfa süresi
 $n = \frac{\text{saat/sene (10a)}}{\text{saat/sene (10b)}}$
 $n = \frac{\text{toplam saat (10c)}}{\text{saat/sene (10b)}}$
- 11) Makina amortismanı

$$\text{Masraf /saat} = \frac{\text{Toplam (9)}}{\text{Kalem (10c)}} \quad \text{TL.}$$
- 12) Makina ortalama yatırımı, (amortisman şarjları birikiminin ilk yatırım tutarına ulaştığı varsayılarak)

$$\text{Ortalama Yatırım} = \frac{(\text{Toplam 9}) \times (n + 1)}{2n} \quad \text{TL.}$$
- 13) Faiz Oranı $a = \% \dots$
- 14) Sigorta $\cdot = . \% \cdot "$
- 15) Vergiler, vs. = %
- 16) Toplam = %
- 17) Faiz, vergi, sigorta masrafları/saat

$$\frac{(\text{Toplam } \%) \times (\text{Kalem 12})}{(\text{Kalem 10c})} \quad \text{TL.}$$
- 18) Takat kablosu masrafları : Yatırım masrafı (CIF)-f-Gümrük veraisi+Sigorta TL. (bakınız tablo 24)
- 19) Takat kablosu ömrü

$$\frac{(\text{Toplam 9} + \text{kalem 18})}{\text{sene (19a)}} \times M \quad \text{TL.}$$

(kalem 10c)

- 20) Takat kablosu itfası

$$\text{Masraf/saat} = \frac{\text{saat/sene (19b)} \times \text{toplam saat (19c)}}{(\text{Kalem 18}) + (\text{Kalem 19c})} \quad \text{TL.}$$
 - 21) Takat kablosu ortalama yatırımı

$$\frac{(\text{Kalem 18}) \times ((\text{kalem 19a} + 1))}{2 (\text{kalem 19a})} \quad \text{TL.}$$
 - 22) Takat kablosu, faiz, vergi, sigorta, vs.

$$\text{Masraf/saat} = \frac{(\text{kalem 21}) \times (\text{kalem 16})}{(\text{kalem 19c})} \quad \text{TL.}$$
 - 23) Mülkiyet Masrafları Toplam, masraf/saat

$$(\text{kalem 11}) + ((\text{kalem 17}) + (\text{kalem 20}) + (\text{kalem 22})) \quad \text{TL.}$$
- İmalatçının montaj masrafları hakkında bilgi mevcut değilse Tablo 23'den 1971 değerleri hesaplanabilir.

(£) Montaj Masrafları = a M
Burada

a = sabit
M = makina ağırlığı

Tablo 23'de verilen değerler Tablo 7'deki hesap prensibine göre tesbit edilmiş olup gerekli durumlarda ayarlamalar yapılabilir.

TABLO 23

Sürekli ekskavatörlerin montaj masraflarını tayin için sabit değerleri

(M) Makina ağırlığı, ton	a
-1000	110
1000-2000	90
2000 - 3000	75
3000-4000	65
+ 4000	54

22.2. İşletme Masrafları :

24) Bakım ve tamir masrafları/saat :

TL

- 25) Elektrik gücü sarfiyatı/saat x fiyat/kwh İL.
- 26) İşçilik masrafları/saat (sosyal masraflar, vergiler, sigortalar, vs. dahil) TL.
- BWE makinalarında 3 ile 6 kişi arasında personel çalıştırılır.
- 27) Toplam İşletme Masrafları/Saat (kalem 24) + (kalem 25) + (kalem 26) TL

TABLO 24

Sürekli Ekskavatörlerde Takat Kablosu Fiyatları* £/m

Teorik Verim m ³ /saat	V O L T A J . K V		
	5-10	10r15	22-25
0—1000	4.0	5.0	—
1000 — 2000	7.5	8.0	—
2000 — 3000	10.5	10.5	—
3000 — 5000	13.5	13.0	13.5
5000 — 7500	—	—	16.5

* 1971 fiyatlarına göre ve 490 f/ton bakır fiyatına göre tesbit edilmiştir.

22.3. Toplam Mülkiyet ve İşletme Masrafları ;

- 28) Toplam mülkiyet + işletme masrafları = (kalem 23) + (kalem 27) TL.
- kalem 28
- Masraf/saat TL.
- ton/saat

Yukarıdaki hesaplarda idari masraflar dahil edilmemiştir.

TABLO 25

Bakım ve Tamir Faktörü (M)

Malzeme	M
Hafif toprak	0.01
Orta ağırlıkta toprak	0.02
Ağır toprak	0.03
Sert toprak	0.05
Büyük parçalı kayalar	0.04-0.05
Aşındırıcı kumtaşları, şeyi 1ervs.	0.05

23. MÜTEHARRİK EKİPMAN

Son on senedir inşaat endüstrisi için geliştirilen müteharrik ekipman ve toprak taşıyıcılar maden endüstrisinde geniş bir tatbikat sahası bulmuşlardır. Bu ekipmanlardan en önemlileri loaderler, traktör-skraperler, buldozerler, ripperler, vs.dir Genel olarak bu ekipmanların faaliyetleri toprak ve konsolide olmamış kayalar olmakla birlikte, ucuz bir şekilde üretilebilen patlayıcı maddeler ile :bu makinaların kullanımı geniş bir sahaya yayılmıştır.

24. PALETLİLER İLE LASTİK TEKERLİLERİN MUKAYESESİ :

24.1. Paletliler:

Palet üzerine yerleştirilmiş ünitelerin aşağıdaki özellikleri vardır :

1. Loaderler veya traktör-skraper olarak kazı kazabilme özellikleri daha fazladır.
2. Düşük zemin basınçları ve kötü arazi şartlarında mükemmel çekme özellikleri vardır.
3. Dik meyillerde performans tatminkârdır.
4. Manevra kabiliyeti yükseltir.
5. Hareket hızları oldukça yavaştır. -yükleme ve boşaltma noktaları arasındaki mesafenin az olduğu durumlarda ekonomik hizmet görürler.
6. Aşındırıcı maddelerde çalışma durumunda bakım masrafları oldukça yüksektir.

24.2. Lastik tekeri i 1er (Tyre-type front end loaders)

Lastik tekerlekli ünitelerin aşağıdaki özellikleri vardır

1. Müteharrikler *
2. Kolay ve orta zorluktaki şartlarda bakım masrafları oldukça düşüktür. .
3. Basalt, takonit, sert şistler gibi aşındırıcı ortamda çalışan makinelerde lastik masrafları yüksektir.

4. Paletli teçhizata nazaran daha az manevra kabiliyetleri vardır. Ancak merkezden mesnetli üniteler (skraper loaderler de olduğu gibi) konvansiyonel loaderlere nazaran daha fazla manevra kabiliyetine sahiptirler. Dar basamaklarda çalışmaya müsaittirler. Dört tekerinede direksiyon ile kumandada bulunma özelliği olan ünitelerde manevra kabiliyeti oldukça iyidir. Ön tekerine kumandayapılabilen ünitelerde manevra kabiliyeti düşüktür.

5. Paletli makinalara nazaran hareket hızları daha yüksektir ve bu sebepten uzun mesafeler için taşıma ve kazma işlerini daha ekonomik yaparlar. Lastik tekerlerin bu özelliğinden dolayı yükleyen - nakleden - döken (load-haul-dump machines) üniteler geliştirilmiştir.

6. Zemin basınçları oldukça yüksektir. Makinalar kötü şartlarda) ve dönme rezistansını yüksek olduğu durumlarda randıman veremezler.

25. LASTİK TEKER SEÇİMİ :

Lastik tekerler konusunda A.B.Dde çok geniş araştırmalar yapılmakta olup, bir çok tip teker çeşidi bulunmaktadır. Lastik bakım ve tamir masraflarının çok kabarık olmasına rağmen bir çok maden işletmesi bu konuda kayıt tutmamakta ve lastik ömrünü artırıcı araştırmalar yapmamaktadırlar. Şüphesiz lasiik teker seçiminds en iyi usûl tecrübeye dayandırılan metoddur. Lastik seçiminde dikkate alınmas, gereken hususlar arazi şartları, yükleme şekli, hız,, kurvlar, meyiller, temperatür, bakım standartları gibi önemli noktalardır.

Genel olarak aşağıdaki lastik teker çeşitleri kullanılmaktadır.

Uzun mesafelerde tekerin ısınması önemli bir problem olarak belirmektedir. Isınmayı önlemek için uygun kimyasal bileşimli, standard dişli ve et kalınlığındaki lastik tekerler seçilir.

Kısa mesafelerde normal şartlarda - derin dişli lastikler; uzun mesafelerde kullanılan lastiklere nazaran bu tür lastiklerde

diş derinliği ;% 50, alt ve yan et kalınlıkları % 100 arttırılmıştır. Aşınmayı önleyici kimyasal bileşimli lastikler seçilmelidir.

Kısa mesafelerde, çok güç şartlarda - Extra derin dişli lastikler; uzun mesafelerde kullanılan lastiklere nazaran dişli derinliği % 150, alt ve yan et kalınlıkları % 100 arttırılmıştır. Aşınmayı önleyici kimyasal bileşimli lastikler kullanılmalıdır.

Tablo 26 yerinde kullanılan lastiklerdeki çalışma saatini göstermektedir. Yüz değiştirilmiş lastikler, orijinal lastiklerin % 80 ömrü kadar vazife görebilirler. Bir lastiğin ömrü boyunca üç defa sırt değiştirmek mümkündür.

TABLO 26
Lastik Ömrü

Ortalama ömür, çalışma saat			
A	B	C	D
4000—	3(XX)—	2000-	400—
5000	3500	2500	1500

A. İyi nakliye yolları ve zemin şartları yumuşak aşındırıcı değil.

B. Orta evsafa nakliye yolları, marnlar, yumuşak çakıllar, vs.

C. Orta evsafa basamak şartlan, kısa nakliye mesafesi, orta sertlikteki kayalar örneğin: hematit, aşındırıcı şeyler, vs.

D. Kötü basamak sathında, olumsuz şartlar; takonit, sivri uçlu basalt vs.

26. TEKERLİ YÜKLEYİCİLER:

Son on senedir lastik-tekerli - loaderler (Front-end-Loaders) açık işletme madencilğinde geniş tatbikat sahası bulmuştur. Halihazırda 11 m³ kepçe kapasiteli üniteler hizmet görmektedir. 27 m³ kepçe kapasiteli bir ünite projelendirilmiştir. Ekskavatörler ile mukayese edildiğinde hizmet süreleri daha azdır. Bir çok uzmanın gözlemlerine göre arında her geçen gün daha fazı;; kullanılan tekerli yükleyiciler ileride daha geliştirilmiş olarak imal edileceklerdir. Tekerli yükleyicilerin aşağıda belirtilen özellikleri vardır.

1. Müteharrik oluşu-Tekerli yükleyiciler çok kısa süre zarfında ocağın bir noktasından diğerine hareket edebilir.

2. İlk yatırım masrafları düşüktür.

3. Operasyon esnekliği - tekerli yükleyiciler bir çok fonksiyonları görebilirler : Örneğin yol inşası ve bakımı, stoklama, harmanlama, drenaj kanalları açma, vs.,

26.1. İstihsal Oranı :

Tekerli yükleyicilerde istihsal miktarı kepçe kapasitesine göre değil fakat kepçe yüküne göre hesaplanmalıdır. Hafif bir malzemeyi yükleyen bir loader ağır bir malzeme yüklediği zaman istihsal miktarları büyük değişiklikler göstermektedir. Kepçe kapasitesinin tarifi A.B.D. Otomatik Mühendisleri Birliğince yapılmıştır (15).

Taneli malzeme yüklerken kepçenin doldurulabilirle katsayısı 1.00 değerine çok yakındır. Fakat diğer malzemeler için Tafrlo 5 deki doldurulabilme faktörleri kullanılmalıdır.

Kepçe kapasitesi aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$B_c = \frac{\text{Çalışma yükü}}{\text{gevşek kesafet x doldurulabilirle faktörü}} \quad (7)$$

Çalışma devri dört kısımdan müteşekkildir :

- 1 — Yükleme
- 2 — Nakletme
- 3 — Dökme (boşaltma)
- 4 — Geri dönme

Yükleme ve boşaltma süreleri sabit zaman, nakletme ve geri dönme süreleri ise değişken zaman olarak mütalâa edilirler. Sabit zaman süreleri kronometraj ile tesbit edilebilir eğer elde done mevcut değilse Tablo 27 den değişik kazı şartlarında sabit süre bulunabilir. Değişken süre şekil 16 dan tesbit edilebilir.

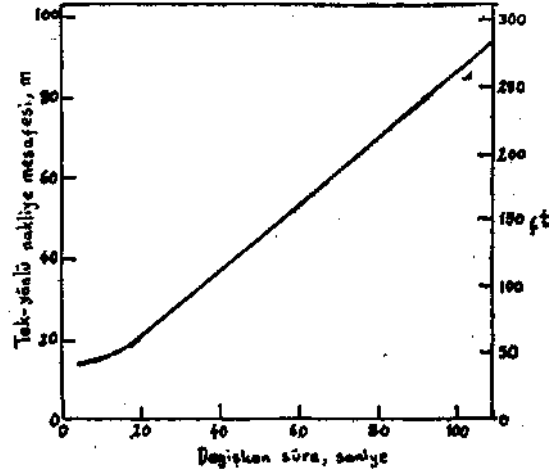
$$\text{İstihsal miktarı, ton/saat} = \text{Çalışma yükü} \times G \times A \times O \quad 8$$

TABLO 27

Tekerli yükleyicilerde sabit süre

Kepçe kapasitesi yd ³	Sabit Süre m ³	Sabit Süre (Saniye)			
		E	M	M - H	H*
5	4	32	33	41	—
6	4,5	33	34	42	—
7	5,5	33	35	44	—
10	7,5	37	39	51	—
12	9	39	42	56	—
15	11,5	41	44	60	—

Tekerli yükleyicilerin sert kazılardaki durumları geniş araştırma icap ettirmektedir.



Şekil 16. Tekerli yükleyicilerin değişken süreleri.

26.2. Çalışma yükü :

Bu değer söz konusu makina için kataloglardan tesbit edilir. Ve kepçe kapasitesi çalışma yükünden hesaplanır.

26.3. (C) Teorik Devir/Saat :

60

C =

Sabit süre ((dak) + Değişken süre (dak)

26.4. (A) Mekanik Kullanım Oranı :

Makinanın mekanik kullanım oranı kronometraj etüdüleri ile veya kayıtlardan tesbit edilir.

26.5. (O) İşletme Faktörü :

Bu konuda elde mevcut bilgi yoksa O ve A'nın çarpımı Tablo 4'den tesbit edilir. İşlet-

me faktörü operatörün maharetine sıkı bir şekilde bağlıdır.

27. TEKERLİ YÜKLEYİCİLERİN MASRAFLARI :

27.1. Mülkiyet Masrafı :

Tekerli yükleyicilerin ömürleri çalışma şartlarına, operatörün maharetine, bakım standartlarına ve Sevk-i idarenin kalitesine bağlıdır.

TABLO 28

Tekerli yükleyicilerin ekonomik ömürleri

İş şartları	Sevk-i idarenin durumları			
	Çok iyi	İyi	Orta	Zayıf
Çok iyi	12000	11500	11000	10000
İyi	11000	10500	10000	9000
Orta	10500	10000	-9000	8000
Zayıf	9000	8500	8000	7000

Tablo 28 tekerli yükleyicilerin teknik ömürlerini çalışma saati olarak ifade etmektedir.

Tekerlekli yükleyicilerde lastiklerin kısa ömürleri yüzünden lastik masrafları makina bedelinden çıkarılarak işletme masrafları arasında mütalâa edilmiştir.

Mülkiyet ve işletme masraflarının hesabı için aşağıdaki hesap şekli kullanılabilir.

- 1) F.O.B. makina değeri, yedek parçalar dahil TL.
 - 2) İşletme yerine kadar nakliye ve sigorta TL.
 - 3) Gümrük masrafları TL.
 - 4) Toplam TL.
 - 5) Eksi lastik masrafları TL.
 - 6) Toplam (makina maliyeti) TL.
 - 7) Yükleyici teknik ömrü TL.
- n =Yıl (7a)
.Planlanmış saat/yıl (7b)
.Toplam saat (7c)

(bakınız tablo 28 : 7a, 7b ve 7c tesbit edildikten sonra hesap edilir.)

8) Makina itfası

$$\text{Masraf/saat} = \frac{\text{Toplam 6}}{\text{Kalem 7c}}$$

9) Ortalama yatırım formülünü kullanarak

$$\text{Ortalama yatırım} = \frac{(\text{Toplam 4}) \times (n+1)}{2n}$$

TL

10) Faiz oranı = %

11) Sigorta = %

12) Vergiler = %

13) Toplam >= %

14) (Toplam %)(ortalama yatırım)••• (kalem 7c) TL.

15) Toplam mülkiyet masrafları masraf/saat=(kalem 8) + (kalem 14) TL.

27.2. İşletme Masrafları :

16) Yakıt masrafları (bakınız Tablo 28) (Yakıt tüketimi/saat)x(Maliyet/litre) TL

17) Yağ masrafı (Bakınız Tablo 40)
Vites kutusu (bir saatlik tüketim)x (Maliyet/litre) TL.
Transmisyon (bir saatlik tüketim)x (Maliyet/litre) TL.
Filtre bedeli/saat (bakınız Tablo 31) TL.
Gres yağı bedeli/saat TL.

18) Hidrolik yağ bedeli/saat TL.

19) Tamir : Yedek parçalar ve işçilik Mx (kalem 8) TL.

Burada M çok iyi şartlarda 0.9¹
iyi şartlarda 1.0
orta şartlarda 1.2
kötü iş şartları 1.3

20) Lastik masrafları TL.

Lastik teknik ömrü (bakınız Tablo 26)

21) Operatör yevmiyesi/saat (Sosyal masraflar, vergiler, sigortalar, vs., dahil) TL.

22) Toplam İşletme masrafları = kalem (16+17+13+19+20+21) TL.

TOPLAM MÜLKİYET VE İŞLETME
MASRAFLARI

(İdari masraflar, dahil değil)

23) Toplam mülkiyet + Toplam işletme masrafları	TL.
= (Kalem 15) + (Kalem 22)	TL.
24) Masraf/ton = Kalem 23 / Ton/saat	TL.

28. TEKERLEKLİ YÜKLEYİCİLERİN EKSKAVATÖRLERLE MUKAYESESİ :

1967 yılında 10 yd³ kapasiteli tekeri i yükleyicilerin imalatından sonra bu makinaların primer birer yükleyici olarak kullanılabilceği açıklığa kavuşmuştur. Ekskavatörler ile tekerlekli yükleyicilerin ekonomik analizlerini yapan bir çok yayın yayınlanmasına rağmen her iki makinanın kullanım limitlerini tayin etmek mümkün olmamıştır."

Her iki makinanın özellikleri aşağıdaki gibidir.

28.1. Tekerlekli Yükleyiciler :

Avantajları : 1. Mühür olma özelliği: ocağın her hangi bir noktasına çok kısa sür? zarfında ulaşabilir. 2. Bir çok işde kullanıla bilir. Anında yükleme, temizleme, stoklama, nakliye yollarının inşası, vs. Ancak makınayı çeşitli görevlerde kullanırken kepçe dişlerini ve kepçenin çeşitli kesimlerdeki takviyeleri değiştirmek gerekir. 3. Orta seviyeli me-yillerde rahatça çalışabilir. 4. İlk yatır&masrafları düşüktür. 5. Makınayı bir operatör idare eder. 6. Kepçe büyük parçaları yüklemeyebilir.

TABLO 29

Dizel Motorlu lastik tekerli ekipmanların; yaklaşık yakıt tüketimleri

	Çalışma Şartları		
	Hafif	Normal	Ağır
Galon/Hp.saatt	0.02	0.04	0.065

TABLO 30

Dizel motorlu mühür ekipmanların dış kutusu yağı tüketimleri (gallon/saat)

Makina Beygir gücü	Normal		
	Hafif	Normal	Ağır
150	0.10	0.11	0.13
250	0.17	0.18	0.20
350	0.20	0.22	0.27
500	0.30	0.33	0.39
750	0.38	0.42	0.49

TABLO 31

Dizel¹ motordur (mühür ekipmanların, filtre masrafları (penny/saat)

Makina Beygir gücü	Normal şartlar	
	Tozlu şartlar	Normal şartlar
150	2.5	1.7
250	3.0	2.2
350	6.2	4.4
500	7.5	6.0
750	8.0	6.2

Dezavantajlar :

1. Tabakalaşma, eklemleşme ve çatlaklı formasyonlarda kötü parçalanmadan dolayı yükleme güçlükleri doğduğundan bu tip kazılarda randımanlı kazı yapılamaz.

2. Bir çok durumlarda formasyonun aşırı derecede lağımlanması gerekir.

3. Lastik masraflarını normal bir seviyede tutabilmek için lastiklere aşırı bakım ve itina gerekir.

4. İşletme masrafları yüksektir.

5. Makınayı kullanmak operatör için yorucudur, ve operatör daha sık kaza ve arızaya sebep olur.

6. Zemin basıncı yüksektir. Kötü zemin şartlarında makınanın performansı önemli derecede düşer.

28.2. Ekskavatörler:

Avantajlar :

1. Sert, aşındırıcı ve ağır kayalarda kazı işi tatminkârdır.

2. İşletme masrafları düşüktür.
3. Bakımı tekerli yükleyiciler kadar zor değildir.
4. Operatör makınayı kullanırken daha rahattır.
5. Zemin basıncı düşüktür ve kötü zeminlerde performans büyük düşmeler göstermez.

Dezavantajlar :

1. Nisbi olarak hareket kabiliyetleri azdır.
2. Makına tek amaç için kullanılabilir.
3. İlk yatırım yüksektir.
4. Dik meyillerde çalışamaz ve hareket edemez.

28.3. İşletme Tecrübesi :

Ağır ve aşındırıcı» kayalar ve metal ocaklarında yapılan kazılarda tecrübe sahibi yirmi adet maden işletmesiyle yapılan görüşmelerde, işletmecilerin genel kanısı tekerli yükleyicilerin halihazırda sağlam bir şekilde imal edilmediği ve bu makınaları devamlı bir şekilde kazı ve yükleme işlemlerinde kullanmanın elverişli olmadığı ifade edilmiştir. Aynı işletmeciler makınanın müteharrik oluşu ve her işte kullanılabilme özelliğinden memnun olduklarını bildirmişlerdir.

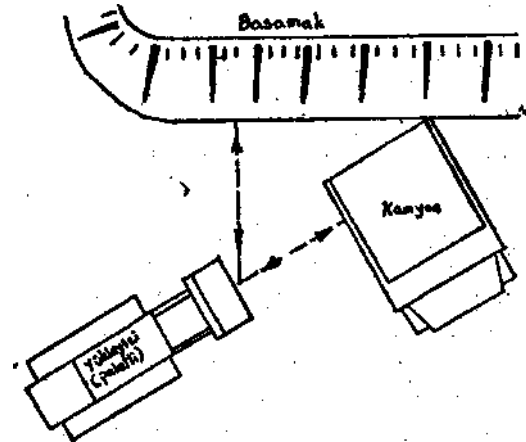
Yumuşak kaya kazan bir çok maden işletmecisi ise ekskavatörlerin uzun müddet arızasız çalışma özelliklerinden dolayı ekskavatörleri tekerli yükleyicilere tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Bazı işletmeciler tekerlekli yükleyicilerin aşırı işletme masraflarından şikayet etmektedirler. Ancak çok gevşek malzeme yükleyen işletmeciler tekerli yükleyicileri biraz tercih ettiklerini bildirmişlerdir. İnşaaî endüstrisinde faaliyet gösteren işletmeciler ise 4 yıl sonrası için iş durumlarının hangi seviyede olacağını kestiremediklerinden ve düşük-yatırımlarından dolayı tekerli yükleyicileri tercih etmektedirler.

29. PALETLİ YÜKLEYİCİLER (Crawler-type front-end loaders) :

Paletli yükleyicilerin açık işletme madencilğinde ana görevleri bu makınaların birer

itici olarak kullanılmalardır. Tekerli yükleyicilere nazaran daha az müteharrik olmalarına rağmen ekskavatörlerle mukayese edildiğinde paletli yükleyicilerden daha fazla müteharriklik kabiliyetleri vardır. Meyillerde ve çukur açma işlerinde muaffakiyetle kullanılırlar.

Arında yükleme işlemi yaparken makına V— şeklinde bir yol takip eder. (Bakınız Şekil 17) makınanın devir süresi 0.7 ile 1.0 dakika arasında değişir. Meyillerde çalışırken sabit süreleri (fixed time) normalen 0.65 dakika civarındadır. Değişken, sürelerini hesap etmek için hareket sürati olan 4 km/saat değeri kullanılabilir.



Şekil 17. Paletli yükleyicinin operasyonu sırasında JV şeklindeki yükleme durumu.

Lastik tekerli yükleyiciler için kullanılan mülkiyet masrafı hesap şekli paletli yükleyiciler içinde kullanılabilir. Yakıt ve yağ masrafları (Tablo : 29) gösterilen değerlerin yaklaşık olarak 1.2 katıdır. Lastik tekerli yükleyiciler için belirtilen bakım tamir ve işçilik masrafları paletli yükleyicilerde 1.1 defa daha fazladır. Şüphesiz bu makinalarda lastik masrafı yoktur.

30. TRAKTÖR-SKRAPERLER (The Tractor - Scraper) :

Bir çok orta sertlikteki ve sert kayaları kazı için gevşetmek gerekir ve bu gevşetme çoğu zaman blok parçalar verir. Bu hallerde traktör - skraperlerle kazı yapmak uygun de-

ğildir. Traktör-Skraperlerin açık işletme madenciliğinde tatbik yerleri yalnız dekapajdadır. Bazı kalker örtülerde ve patlatma ve ripperleme ile gevşiyen formasyonlarda traktör-skraperlerle dekapaj tatbik edilmektedir. 70 m³ kapasiteli bir çok model halihazırda hizmet görmektedirler. Halihazırda 92 m³ kapasiteli bir makinanın imali planlanmıştır. Madencilikte yaygın olarak kullanılan tipler 23-38 m³ kapasiteli olanlardır.

Traktör skraperler üç ana tip üzerinden imal edilirler.

a) Tek motorlu, konvansiyonel skraperler. En yaygın şekilde kullanılan ve ekonomik olan tiptir. Meyil aşağı yükleme durumu hariç normalen yükleme için başka bir itici: traktör ile desteklenmeleri gerekir. Konvansiyonel skraperler aşırı meyillerde, zayıf zemin şartlarında ve kısa mesafelerde randımanlı çalışamazlar.

b) Çok motorlu skraperler. Ön ve arkada plan motorları vasıtasıyla bütün tekerlere güç verilir. Bu yüzden güç/ağırlık oranları yüksektir ve dik meyillerde ve kötü şartlarda çalışabilirler. Çamurlu ve kompakt topraklarda diğer skraperlerin çalışmadığı şartlarda vazife görebilirler. Normalen çok motorlu skraperlerde bir itici vasıtasıyla doldurma yaparlar ancak meyil aşağı durumlarda makina kısmen veya tamamen kendi kendine doldurma yapabilir.

c) Yükselen skraperler (Elevating Scrapers) Bu tip makinalar kendi kendilerine doldurma yaparlar. Orta mesafelerde skraperler birbirlerini iterek doldurma yapabilirler. Dik meyillerde ve dönme direncinin fazla olduğu zeminlerde randımanlı çalışamazlar. Yapışkan malzemeler ve iri kaya parçalarının (200 mm) bulunduğu formasyonlarda performansları çok düşüktür.

Tek başına çalışabilme Özelliğinden dolayı selektif madencilikte ideal bir şekilde kullanılabilir.

30.1. Traktör Skraperlerin Seçimi :

Değişik traktör skraper tiplerinin aynı işte kullanıldığı varittir, Şekil 24, 25 ve 26

ekonomik çalışma sınırlarını göstermektedir. Şekillerdeki değerler komputer-Simulation etüdüleri ile önemli bir imalatçı tarafından bulunmuştur (16). Dönme dirençlerinin (rolling resistance) tipik değerleri Tablo 32 de verilmiştir.

TABLO 32 1

- Lastik tekerli traktörlerde dönme direncinin (rolling resistance) makina brüt ağırlığına göre % olarak ifadesi.

İzahat	Dönme direnci (brüt makina ağırlığı %)
Sert satırlı yol	2
Makadam veya çakıl yol	3-3,5
Toprak yol	5
Yumuşak satırlı yol	7,5
Gevşek kum ve çakıl	10
Yumuşak çamurlu satırlı	15-20

30.2. Skraper Devir Süreleri :

Sabit süre yavaşlama, makineyi itmek için traktörün yerleşmesi, yükleme, hızlanma, dökme ve yayma gibi işlem sürelerinden müteşekkildir. Değişken süre yükleme ile boşaltma noktaları arasında geçen nakliye süresidir. Sabit süre en iyi şekilde kronometraj etüdüleri ile tesfiye edilebilir. Ancak benzer şartlar hakkında bir bilgi ve tecrübe mevcut değilse Tablo 33 deki değerler kullanılabilir.

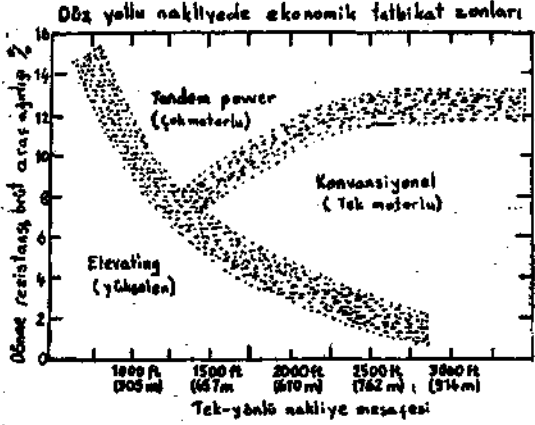
Değişken süre yükte ve boş dönüşteki sürelerden meydana gelir.

Değişken süre =

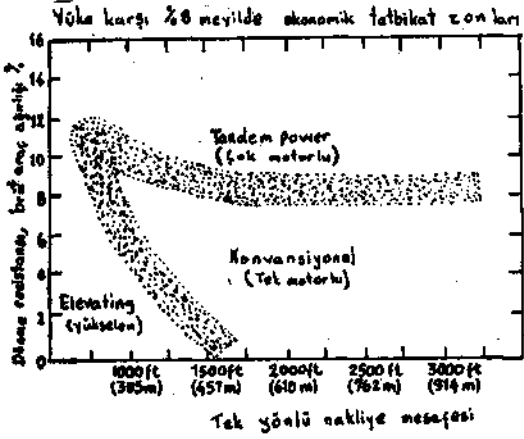
Nakliye mesafesi Nakliye mesafesi
Nakliye hızı (dolmuş) Nakliye hızı (boş)

Nakliye hızları boş ve dolmuş da en iyi şekilde kronometraj ile imalatçının performans eğrilerinden meyil ve dönme dirençleri dik-kate alınarak bulunabilir.

Skraper devir süresi (dakika), t_c = Sabit süre -| Değişken süre ...10



Şekil 18. Düz meyillerde nakliyyede traktör-skraperlerin tatbikat bölgeleri



Şekil 19. Yüklü durumda le 12.5 meyilde traktör-skraperlerin tatbikat bölgeleri

30.3. Skraperlerin İstihalleri :

Nakil olunan yük genellikle yerinde hacim olarak ifade edilir .Skraperin yığma kapasitesine, doldurulabilirliğine ve kabarma faktörü ne bağlıdır.

Skraperin istihali (yerinde hacim/saat)

30.4. AO — İşletme Randımanı :

A ve O terimlerini tesbit etmek için her

Skraper yığma kapasitesi x Doldurulabilirlikx 60xOA

.....

Kabarma faktörü x t.

TABLO 33

Traktör - Skraperlerin standard sabit devir süreleri.

Tı>	Dakika
Konvansiyonel (Tek motorlu) skraper	1,45 (itici ile itilerek doldurulma)
Çok motorlu skraper	1,25 (itici ile itilerek doldurma)
Yükselen skraper	1,55 (itici yok)

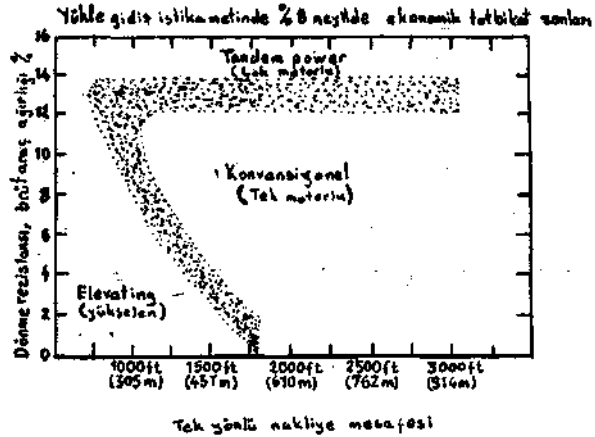
hangi bir tecrübe yoksa, bu iki terimin çarpımı olan işletme randımanı Tablo 4'den elde edilebilir. Eğer iş şartları aşırı yağmur, don, kar, toz, kötü nakliye yolları, dik meyiller, ağır aşındırıcı kötü parçalanmış kayalar ve evsafsız işgücü ile karakterize oluyorsa işletme randımanı «zayıf» olarak mütalâa edilir.

Aynı şekilde,, sevk-i idarenin kalitesi iyi değilse, bakım ve -tamir için gerekli atelyeler yetersizse ve iş organizasyonu iyi değilse işletme randımanı zayıf olarak düşünülmelidir. Buna karşılık eğer sevk-i idare çok iyi evsafa ve iş şartları iyi ise işletme randımanı «çok iyi» olarak alınır.

30.5. Doldurulabilirlik :

Skraper teknelerinin doldurulabilirlik durumu ekskavatörlere nazaran daha fazladır. Tablo 34 bu konuda yaklaşık malumat vermektedir.

Ağır ve parçalanmış kaya yüklendiğinde skraperin maksimum yükü aşılmaması sağlanmalıdır.



Şekil 20. le 12.5 meyil aşağı yüklemde traktör-skraperin tatbikat bölgeleri

TABLO 34

Traktör - Skraperlerde doldurma kabarması ve kabarma faktörleri.

Kazı şartları	Doldurabilirlik	Kabarma Faktörü
Kolay ve kuru	0.95 - 100	1.15 - 1.25
Orta evsafa adi toprak	0.90 - 0.95	1.2 - 1.3
Orta sertlikte killi	0.85-0.9	1.35
Zayıf kayalar ,	0.85 - 0.95	1.35 - 1.45
Sert, nemli killi	0.70-0.80	1.4
İyi parçalanmış kayalar	0.75-0.80	1.5
Güç kazı şartları, parçalanmış basalt, vs.	0.50	1.5 - 1.6

30.6. İtici Traktörler :

Kazı sırasında skraperlerin boş olarak iticisiz beklemesini önlemek için skraper adedi ile itici traktör adedi ayarlanmalıdır. Devir sürelerindeki farklılıklar yüzünden tam bir sinkronizasyon sağlamak bir çok maden işletmesinde mümkün olamamaktadır.

İtici traktörlerle desteklenen maksimum skraper adedi aşağıdaki bağlantı ile bulunur.

$$\text{Maksimum Skraper Adedi} = \frac{\text{Skraper devir süresi}}{\text{İtici devir süresi}} \dots 12$$

Burada itici devir süresi (dakika) = 1.4 (Skraper doldurma süresi) + 0.25 Genel itici devir süresi 1.2-2.0 dakika arasındadır. ...13

Nakliye mesafelerinin kısa olduğu durumlarda skraperlerin birbiri arkasına birikimi ciddi bir problem olabilir. Çok motorlu skraperlerde bu durum o kadar ciddi değildir. Çünkü çok motorlu skraperler kendi kendilerine bir miktar yük doldurabilirler.

30.7. İtme - Çekme Operasyonları :

İtme-çekme metodunda bir kaç çok motorlu skraper kullanılır. İki makina birbirine itilerek kazı yerine gelirler. Arkadaki skraper öndekini iterek doldurur. Bundan sonra

dolu olan öndeki skaper arkadaki makina-yi çekerek doldurma işlemine yardımcı olur. Doldurma tamamlandıktan sonra makinalar ayrılır ve tumba sahasına tek olarak giderler.

Bu durumda devir süresi bir itici tarafından doldurulan skraper devir süresinden biraz fazladır.

31. TRAKTÖR SKRAPER MASRAFLARI :

Bir traktör skraperin ekonomik ömrü iş şartlarına bağlıdır. Tablo 23 bu konuda bir fikir verebilir.

TABLO 35

Skraperlerin ekonomik ömürleri (Çalışma saati olarak)

İş şartları	Sevki İdare Durumu			
	Çok iyi	İyi	Orta	Zayıf
Çok iyi	13000	12500	11500	10500
İyi	12500	11500	10500	9500
Orta	11000	10500	9500	8500
Kötü	10000	9000	8500	8000

Kolay kazı şartlarında, iyi nakil yolları üzerinde uzun mesafelere yapılan, nakiller maharetli ve yetişkin operatörler, iş şartlarının «çok iyi» olarak nitelendirilmesine sebep olacaktır. Buna karşılık sert kazı şartlarında, kısa mesafelere dik aşırı meyillerde yapılan nakliyelere ve nakliye yollarının bakımsız, aşırı derecede gevşek olduğu durumlarda iş şartları «kötü» olarak nitelendirilir. Aynı şekilde iyi bakım ve tamir şartlarında sevkü idare çok iyi olarak vasıflandırılır.

Skraperlerin mülkiyet ve işletme masraflarının hesaplanması aşağıda takdim edilen şekilde yapılabilir.

3.1.1. Mülkiyet Masrafları:

- 1) FOB makina bedeli, yedek parçalar dahil TL.
- 2) Çalışma mahalline kadar nakliye ve sigorta masrafları TL.

- 3) Gümrük vergisi TL
- 4) Toplam TL.
- 5) Eksi (—) lastik bedelleri TL.
- 6) Toplam TL.
- 7) Traktör - Skrapler ömrü TL.
- n =Yıl (7a)
-Çalışma saati/yıl (7b)
-Toplam saat (7c)
- (Bakınız Tablo 35; 7b ve 7c tesbit edildikten sonra 7a hesaplanır).
- 8) Makina itfası
- Toplam 6
- Masraf /saat = $\frac{\text{Toplam 6}}{\text{Kalem 7c}}$
- 9) Ortalama yatırım formülü kullanılarak
- Ortalama yatırım = $\frac{(\text{Toplam 4}) \times (n + 1)}{2n}$ TL.

- 10) Faiz oranı %
- 11) Sigorta %
- 12) Vergiler vs. %
- 13) Toplam %
- 14) (Toplam ı%) x (Ortalama yatırım) -T- (Kalem 7c) TL
- 15) Toplam Mülkiyet Maliyeti/saat = (Kalem 8) + (Kalem 14) TL.

31.2. İşletme Masrafları :

- 16) Yakıt masrafları (bakınız Tablo 29) (Yakıt tüketimi/saat) x (Maliyet/litre) TL.
- 17) Yağlar (bakınız Tablo 30)
- Dişli kutusu (saatlik tüketim) x (Maliyet/litre) TL.
- Transmisyon (saatlik tüketim) x Maliyet/Hire TL.
- Filtre masrafları (bakınız Taj> lo31) TL.
- Gres yağı = 0.2 x fiyat/1b TL.

- 18) Hidrolik yağ TL.
- 19) Bakım : yedek parçalar ve işçilik M x (kalem 8) M faktörünün değerleri için Tablo 36'ya bakınız.
- 20) Kesici uç masrafları ' Kesici bıçak değiştirme masrafları -r- kesici bıçak ömrü TL. Kesici uçların ömürleri 350 ile 700 saat arasındadır. (Maliyet 20-50 penny/saattir.)
- 21) Lastik masrafları Lastik değiştirme masrafları + Lastik ömrü (bakınız tablo 26)
- 22) Operatör yevmiyesi/saat (Sosyal masraflar, sigorta vs. dahil) TL
- 23) Toplam İşletme Masrafları Kalem (16 + 17 + 18 + 19 + 20 + 21 + 22) TL.

TABLO 36

Traktör - Skraplerlerin Bakım Faktörü, M

Skrapler Tipi	İş Şartları			
	Çok iyi	iyi	Orta	Zayıf
Tek motorlu	0.65	0.80	1.00	1.2
Çok motorlu	0.66	0.82	1.02	1.23
Yükselen	0.68	0.84	1.05	1.28

TOPLAM MÜLKİYET VE İŞLETME MASRAFLARI

- 24) Toplam Mülkiyet ve İşletme Masrafları = (Kalem 15) + (Kalem 23) TL.
- (Konvansiyonel veya çok motorlu skraplerlerle yapılan kazılarda itici makina kullanıldığından bu makinaların masraflarında hesaplara dahil edilmelidir. Buldozerlerin masrafları aynı itici makinalar için kullanılabilir. Ancak kesici bıçak masrafları hesaptan çıkarılmalıdır).
- 25) Masraf/ton . (Kalem 23) -j- (İtici masrafı) TL.
- Ton/saat

32. BULDOZERLER :

Buldozerler ana kazı işleri için kullanılmakla birlikte açık işletmelerde bir çok görevlerde çalışmaktadırlar Genel olarak paletli dozerler kullanılmakla birlikte yeni imal edilen lastik tekerli dozerler geniş bir tatbikat sahası bulmaktadır. Skraper buldozerlerle itilmektedir.

Buldozerlerin bıçak kapasitesi imalatçıların kataloglarından temin edilebilir. Buldozerle yapılan kazılarda kabarma faktörü diğer kazılara nazaran değişik bir durum gösterir.

Tablo 37'de verilen değerler kabarma faktörü olarak kullanılabilir.

TABLO 37

Buldozerle kazılan malzemelerin kabarma faktörü

Malzeme	Kabarma faktörü
Parçalanmış kaya	1.65
Ağır kil (nemli)	1.45
Büyük parçalı kayalar ihtiva eden toprak	1.35
Toprak	1.25
Kum ve ufak çakıl	1.1

Buldozerleme operasyonunda sabit zaman süresi yoktur. Makinanın vitesi çeşitli malzemelerdeki kazılara göre ayarlanır. Çeşitli kazılardaki hız imalatçının kataloglarından temin edilebilir.

Normalen 1 inci Vitesde kazma hızı 1.1 m/saniye ve üçüncü vitesde geri hız 2.8 m/saniye kadardır.

$$t_c = \frac{\text{Hareket mesafesi}}{\text{kazı hızı}} + \frac{\text{Hareket mesafesi}}{\text{Geri hız}}$$

Bu durumda istihsal

$$\text{Yerinde hacim/saat} = \frac{\text{Bıçak kapasitesi} \times 60 \times \text{AO}}{tc}$$

AO değeri Tablo 4 den temin edilebilir.

BULDOZER MASRAFLARI :

Traktör - skrapeler için kullanılan hesap şekli buldozerler için aşağıda belirtilen değişikliklerle tatbik edilebilir. Buldozerlerin ekonomik ömrü tablo 28 den tesbit edilir.

Paletli buldozerlerin lastik masrafı yoktur. Bakım ve tamir masrafları için Tablo 38 deki değerler uygulanır.

TABLO 38

Buldozerler için bakım faktörü (M*)

Tip	Çok iyi	iyi	Orta	Zayıf
Paletli	0.8	0.95	1.1	1.3
Lastik tekerli	0.7	0.85	1.0	1.2

* Bıçak bakım masrafları dahildir.

Eğer buldozer traktör skrapeler itmede ve çekmede itici ve çekici olarak kullanılıyorsa, bıçak masraflar olmadığından M faktörü 0.8 ile çarpılır.

33. GÜNÜMÜZ KAZI İŞLERİNDE TEMA-YÜLLER :

Sürekli kazı metodlarının avantajlarından yeni imkanlar doğmasına rağmen, sert kayalarda, kazıda bu metodu tatbik etmek bu gün için mümkün görülmemektedir. Kazı metodlarında devrim yaratacak yeni uygulamalar, kayalar hakkında yeni bilgilere ihtiyaç göstermektedir.

Bu gün için sert kayaların kazılarında, kimyasal patlayıcı maddelerle «delme-patlatma - yükleme» metodu en yaygın uygulama olarak müşahade edilmektedir.

Sürekli ekskavatörler alanında, yeni imal edilen bir makina hakkında birşeyler söylemek gerekir. Bu döner kepçeli makina yükünü yan taraftan boşaltmakta ve kamyon nakliye sistemi ile birlikte çalıştırılmaktadır. Makina zayıf kayalarda (kumtaşı, kömür, vs.) teorik olarak 2300 m³/saat kapasitesinde kazı yapabilmektedir. Makinanın yatırım masrafı oldukça düşüktür.

Döner kepçeli ekskavatörlerin önümüzdeki yıllarda gelişimi oldukça büyük olacaktır. Ancak sert ağır ve iyi bir şekilde ufalan-

mamış kayalarda bu makinaların gelişimi tahmin edildiği kadar büyük olmayacaktır. Döner kepçeli makinaların rekabetinden dolayı ekskavatör imalatçıları yeni bir dizayn olan hidrolik ekskavatörü vücuda getirmişlerdir. Hidrolik ekskavatörlerin ideal kazma ve kaldırma fonksiyonlarında 13 km/saat lik hızları ile tekerli yükleyicilerin müteharrik olma özelliğini bünyelerinde toplamışlardır.

34. SONUÇ :

Bu makalenin gayesi, açık maden işletmelerinde kazı ve yükleyici makinaların seçimi için basit bir şekilde gerekli kaideleri ve mevcut bilgileri takdim etmektir.

Okuyucu kendi işletmesinde mevcut bilgileri, takdim edilen bilgilerle mukayese ederek serbest bir şekilde doneleri kendi ihtiyacına göre ayarlayabilir. Endüstri Mühendisliğinde tatbik edilen metodlarla tatbikattaki değerler bulunmalı ve icap ediyorsa takdim edilen donelerde değişiklikler yapılmalıdır.

Ekskavatör seçin-inde uygulanan simülasyon tekniği ve diğer karışık ve akademik teknikler ancak uygulanan sistemin dayanağı olan donelerin doğruluğu ve hassaslığı ile kıymet kazanırlar.

BİBLİYOGRAFİK TANITIM

1. Franklin J. A. Broch, Walton G.: Logging the mechanical character of rock. Trans Inst Min. Metall (Section A. Min. Industry) 80, 1971, A1-9.
2. Atkinson T.: Mechanical and electrical aspects of opencast mining. Min. Technol., 51 Oct. 1969» 19-40.
3. Weis. J. F.: Application data (Marion Ohio : Marion Power Shovel Co. Inc., 1970).
4. Drevdahl E. R.: Estimation of shovel and dragline output for system analysis. In Proc. Symp. Surf. Min. Practices. 1960 Kumlauf H. E. ed. (Tucson Arizona : University of Arizona. 1960). 94 -107.
5. Rumfeit H. : Proper machinery mass for stripping overburden. Min. Engng. N. Y. 13, 1961. 480-7.
6. Weis J. F.: Large machine application data book (Marion, Ohio : Marion Power Shovel Co. Inc. 1969).
7. Stzodka K., Piatkowiak N.: How East Germans shift deep overburden using mobile bridge conveyor units. World Min., 22, Nov. 1969, 26-31.
9. Rasper L, Rittner H.: Der Aufschluss der Braunkohlentagebaues der Neyveli Lignite Corporation und Erfahrungen mit Schaufelrädern in hartem Abraum. Braunkohle Wärme Energie, 13, 1961, 390-400..
10. Habermas H, Krumrey A.: Fahrwerke der kontinuierlich arbeitenden Tagebaugeräte. Friedrich Krupp Maschinen und Stahlbau. Rheinhausen (Pamphlet).
11. Himmel W.: Der Spezifische Grabwiderstand in Abhängigkeit von der Spanfläche und der Spanform bei verschiedenen Bodennarten. Freiburger Forsch Hft. A 265, 1963, 5-40.
12. Krumrey A. : Bucket-wheel excavators with stacker boom. Krupp* Tech. Rev., 23, 1965, 21-32.
13. Dombrowsky N. G.: Die neuen Schaufelradbagger und Probleme ihrer Konstruktion Bergbautechnik, 14, 1964, 277
15. Front end loader bucket rating. Society of Automotive Engineers Year book 1967 (New York : Society of Automotive Engineers, 1967), p. 1020.
16. Wheel tractor scrapers used in mining applications (Peoria III : Caterpillar Tractor Co, 1970). 4 p.
17. Atkinson T.: Ground preparation by ripping in open pit mining. Min. Mag. London, 122, 1970, 4588-69.
18. Barber - Greene continuous excavator model XL-50 Preliminary cost and operating data. Barber - Greene Co., Aurora, Illinois, 1970.