

# TAŞOCAKLARINDA EKİPMAN SEÇİMİNDEKİ SON GELİŞMELER

## RECENT DEVELOPMENTS FOR EQUIPMENT SELECTION IN QUARRIES

Ayhan KESİMAL

İ. Ü., Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, 34850 Avcılar/İstanbul

**ÖZ:** Yeni bir proje için taş ocaklarında en uygun kazı ve nakliye sistemi ve bununla ilgili ekipmanların seçimi veya mevcut bir işletmenin teknik olarak daha uygun sisteme geçişi taşocağı planlama mühendisleri için önemli bir konudur. İşçilik ve enerji gibi gittikçe artan maliyetler endüstrinin ilgisini bu maliyetlere daha az hassas olan esnek (flexible) ekipmanlara yöneltmiştir. Bu yüzden, bu çalışma taşocaklarında ekipman seçimindeki son gelişmeleri ele almaktadır. Taşocaklarında şu anda yaygın olarak kullanılan çeşitli tipteki ekipmanlar (shovel, backhoe, kamyon, konveyör, pünomatik kapsül boru-hattı sistemi, vb.) mukayese için incelenmiştir. Ayrıca, hem yükleme hemde taşımacılık ekipmanlarının; sürekli çalışma uygulamasındaki ve dizaynlarındaki son gelişmeleri ele alınmıştır. Avrupadan belli başlı taşocaklarından bazı örnek uygulama çalışmaları değişik tipteki ekipmanlar için incelenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Hidrolik ekskavatörler (shovel, backhoe), Pünomatik kapsül sistemi, Bant konveyörler.

**ABSTRACT:** The selection of the most suitable excavation and transportation system and the associated equipment at quarries for a new project or the change to a technically more advanced one for existing operation is an important aspect for quarry planning engineers. These ever-increasing costs for labour, and for energy have shifted the industry's interest to mining methods less sensitive to those cost factors. Therefore, this paper handles recent developments for equipment selection in quarries. Several types of equipment (shovel, backhoe, truck, conveyor, capsule pipeline, etc.) presently commonly used in quarry have been taken into consideration for comparison. It discusses most recent trends in design and application of continuous operating both loading and transport equipment. Some examples from the European quarry applications are given for various type equipment.

**Keywords:** Hydraulic excavators (shovel, backhoe), Pneumatic capsule system, Belt conveyors.

### GİRİŞ

Ekipman seçimindeki temel görüşler sırası ile maden yatağının konumu (damar kalınlığı ve derinlik), üretim gereksinimleri, projenin ömrü, kapital ve işletme maliyetleri, jeoteknik parametreler ve kaynağın geri kazanımını içermektedir. Çevre de ayrıca ekipman seçimi ni etkilemektedir. Bunlar arasında en önemli parametreler olarak sıcaklık, yağış miktarı, rüzgar ve hava basıncı verilebilir.

Bu çalışmada taş ocaklarında en çok kullanılan ekipman sistemi (kazı-yükleme-kırma-taşıma) ve bunların avantajlı yönleri, uygulama sahaları ve diğer özellikleri sırası ile ele alınmıştır. Taş ocaklarında bilinen klasik sisteme (ekskavatör-kamyon) kıyasla en son yeni gelişmeler araştırılmıştır. Bütün ekipmanların tek tek ele alınması mümkün olmadığından sistemler özetlenmiştir.

### HİDROLİK EKSKAVATÖRLER VE YÜKLEME ORANLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Hidrolik ekskavatörlerde yükleme oranlarını etkileyen ana faktörler, diğer yükleme metodlarına kıyasla, aşağıda verilmiştir:

— *Parçalanma:* Parçalanmanın iyi olması daha kolay kazıya, kepçe dolma faktöründe artışa, daha az kayaç yığınının hazırlanmasına (bir araya getirme) ve aşırı büyük ebatlı kayaçlar için daha az zaman harcanmasına imkan kılmaktadır.

— *Kazı yeteneği:* Kayacın daha fazla positif kazılma kuvveti ortalama yükleme kapasitesini artırmaktadır.

— *Operatör yeteneği*

— *Dönme açısı:* Kazı ve boşaltma noktaları arasında küçük dönme açısı muhafaza edildiğinde kepçe devir

(cycle) süresinde azalma ve dakika daki pas sayısında artışa yol açılmaktadır.

— *Uzunum*: Çok uzun mesafelere hakim olması ve daha az palet hareketi gerek duyulur. Böylece devir (cycle) süresinde azalma ve yürüyüş takımlarında daha az yıpranma meydana gelecektir.

— *Görüş kabiliyeti*: Yüksek kabinden veya maki-neden görüşün artırılması, yüklemenin hızlı olmasına, daha seri hareket ve boşaltma işlemine müsaade etmektedir. Daha iyi yük dağılımı mümkün olmakta, böylece daha iri çaplı malzemeler kamyonlar tarafından taşınabilmektedir.

— *Kepçe ebadı*: Çok geniş kepçe, belirli ebattaki kayaçlar için, daha büyük dolma faktörüne sahiptir ve çok aşırı ebattaki kayaçların daha kolay ele alınmasına imkan tanımaktadır.

### SHOVEL VE BACKHOE'NUN MUKAYESESİ

Kazı performansı, kepçenin kayaç yığına girme yeteneğinin yanında, mevcut kazı kuvvetine bağlıdır. Genelde shovel ların geometrisindeki avantajları, backhoe nun daha dar genişlikte bir yapıya sahip olması ve hareket etmesizin kayaç yığınının yüzeyini scan (tarama, gözden geçirme) etme yeteneği vasıtasıyla karşılanmaktadır.

Hem shovel hemde backhoe tabii kazı ve yığınlama yeteneğine sahiptir. Mükemmel uzunımları ve dar kepçeleriyle meyilli kayaç yığınlarında çalışmada tekerlekli bir loderden daha verimli olmaktadır. Belirli bir model için shovel'ın kolları bachoe'lara nazaran daha ağır bir kepçeyi taşımaktadır. Kepçe kapasitesindeki bu fazla ağırlık kepçenin ileriye doğru boşaltması ile fark edilebilen kepçe kapasitesindeki bir kesin avantaja işaret

etmektedir. Ayrıca shovel'ın kepçesinin konumu ve şekli kayaçların daha kolay ele alınmasını sağlamaktadır.

Bütün bu avantajlara rağmen backhoe'lara karşı zayıf olduğu tarafları ise: tekerlekli loderlerde olduğu gibi ekskavatörün kepçesinin ileriye doğru boşaltmadan meydana gelen yük dağılımı kısmen zayıf olacak, daha az kamyon yükleme kapasitesi meydana gelecektir; yükü yaymak için zaman kaybı olacaktır ve kepçe kapasitesindeki avantajı cycle süresinin uzamasıyla azalacaktır.

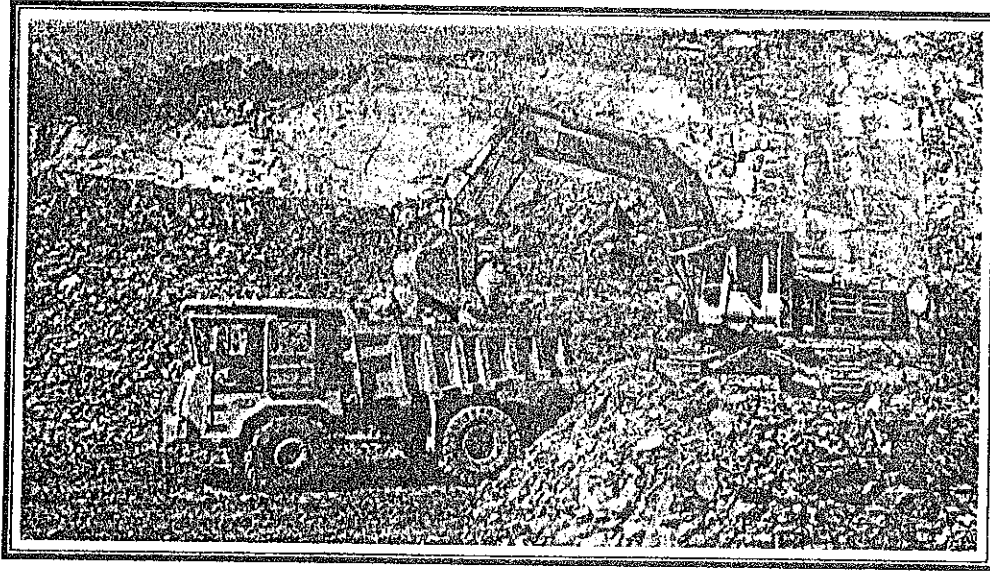
### BAKCHOE'LAR VE TAŞ OCAKLARINDAKİ YERİ

Backhoe'ların dört temel metoda dayanarak çalıştıkları gözlenmektedir. Bunlar:

— Backhoe'nun atımla parçalanmış kayaç yığınının üzerinde ve kamyonun basamak seviyesinde konumlanmış halinde yüklemenin yapılması. Bu metod sert kayaçlı taş ocaklarında backhoe'ların en çok uygulanan şeklidir (Şekil 1). Yükleme işlemine başlamadan önce, kayaçların bir araya getirilmesi gerekmektedir. Bu işlemin yaklaşık 15 dakika ile 1 saat arasında süreceği tahmin edilmektedir.

Yükleme işlemi yaklaşık 45° lik dönme açısı ile yapılmaktadır. Kayaçların zayıf derecede parçalanması halinde çok iri çaplı kayaçların ele alınma problemi ve ikinci patlatma işlemi oluşacaktır. Bu durumda tekerlekli loderler çok iri kayaçların istiflenmesinde kullanılabilirler.

— Bachoe ve kamyonun aynı seviyede yükleme işleminin yapılması. Bu metod, kayaç yığınının tepesine zeminden ulaşamadığı özel durumlarda uygulanmaktadır. Bachoe'ların en verimsiz çalıştığı uygulamadır.



Şekil 1. Demag H55 backhoe ve 30 ton luk kamyon (Almanya, Limburg da Jost taşocağı-1600 ton/gün).

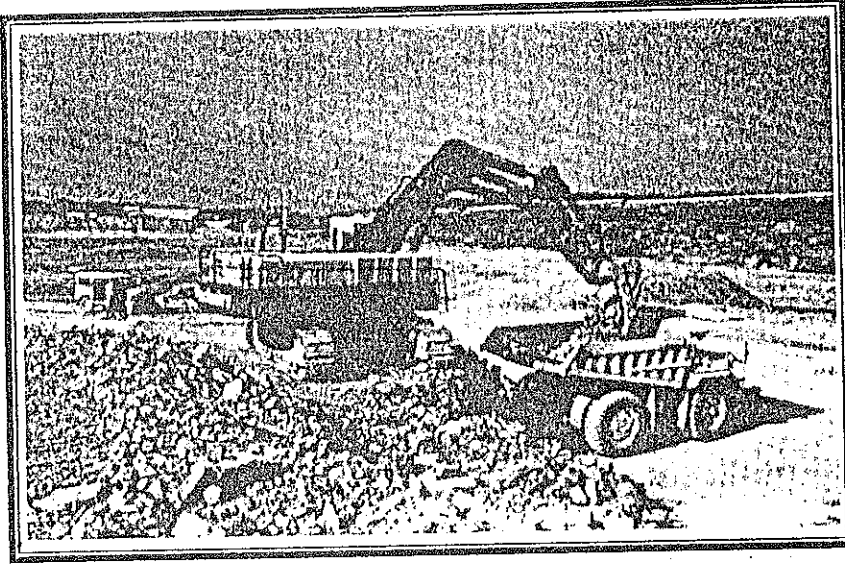
Figure 1. Demag H55 backhoe and 30 tonnes capacity truck (Jost quarry in Limburg, Germany-1600 ton/day).

Dönme açısı geniş (en azından 90°) olmaktadır. Yüklemede boom'un daha yükseğe kaldırılması ve kamyonun kasanın daha zayıf görüş sahası içinde bulunması gibi dezavantajlı ortamlar ortaya çıkmaktadır.

— Backhoe'nun kamyonun üzerindeki basamaktan malzemeyi kazarak yüklemesi. Bu uygulamaya örnek olarak Fransa'da Lorraine, Heming'de çimento üretimi için işletilen yatay tabakalanmış kireçtaşı/şeyl depositi verilebilir (Şekil 2). Kireçtaşı, şeyl ve artık malzeme Poclain 610, 600 ve 400 modelinde backhoe lar kullanılarak 3.0 ve 4.5 m yükseklikteki basamaklarda ayrı ayrı çalışılmaktadır.

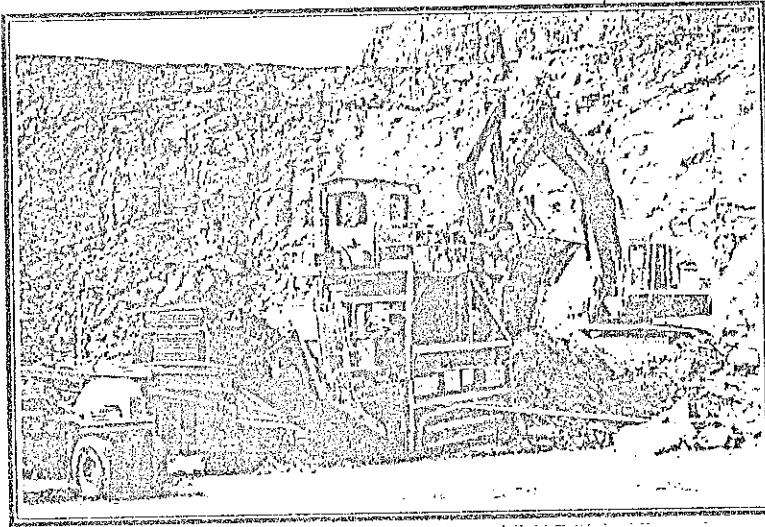
— Backhoe kayaç yığınının tepesinde ve alt basamakta konumlanmış mobil bir kırıcının besleme hunisine (hopper) doğrudan doğruya malzemeyi yüklemesi. Bu tip çalışmaya örnek olarak İngiltere'nin Cumbria, Silverdale'deki ARC'nin Middlebarrow taşocağında kendi kendine hareket edebilen (mobil) kırıcı ve backhoe kombinasyonu verilebilir (Şekil 3).

Poclain 350K tipi backhoe sürekli olarak kireçtaşını jaw kırıcıya (Lokotrack 125, Finlandiya'nın Lokomo firması tarafından üretilmektedir, 1985 den bu tarafa 110 adet satılmıştır) beslemektedir. Kırıcı kapasitesi 350 ile 400 ton/saat olup (ağırlığı 82 ton, 18 cm altı ürün



Şekil 2. Poclain 610 backhoe'nun 80 ton'luk kamyon ile çalışma düzeni (Kireçtaşı/şeyl, Heming, Fransa).

Figure 2. Poclain 610 backhoe with 80 tonnes capacity truck (Limestone/seyl, Heming, France).



Şekil 3. Lokotrack mobil kırıcının backhoe ile çalışma şekli (ARC'nin Silverdale taşocağı).

Figure 3. Backhoe feeds material to Lokotrack mobile crusher (ARC's Silverdale quarry).

vermekte), atım için aynadan 100 m uzağa çekilmekte ve ayna boyunca hareket edebilmektedir. Atım öncesi geri çekilmesi ve aynada yeni konumunu almak için geri getirilmesi ve yeniden kullanılması yaklaşık 30 dakika sürmekte olup, bu esnada backhoe yeni bir yükleme için platformunu hazırlamaktadır.

Kırıcı 1250x900 mm lik bir besleme açıklığında ve 100 ile 250 mm lik bir elek altı ürün ayarına sahiptir. Kırıcı istasyonu dizel-hidrolik (245 kW gücünde) sürücü vasıtasıyla paletleri üzerinde hareket etmekte ve bağımsız olarak hareket eden dizel-hidrolik sürücülü konveyör ünitesine boşaltma yapmaktadır. Bunu takiben sırası ile birbirlerine irtibatlı iki adet B&W mobil konveyörler (herbiri 30 m uzunlukta) ile ana kırıcı ve eleme tesislerine irtibatlı sabit arazi konveyörlerine besleme yapılmaktadır. Lokomo firması böyle bir sistemin kamyonlara kıyasla %40 oranında tasarruf yapılabileceğini iddia etmektedir. Fakat bu değere şimdilik ARC'nin kireçtaşı ocağında ulaşamamakla birlikte %8 lik bir tasarruf (önceki uygulanan backhoe-kamyon-kırıcı sistemine kıyasla) işletme maliyetlerinde elde edilmiştir.

#### BACKHOE KULLANIMINA İLİŞKİN ÖRNEKLER

Özet olarak üç ayrı ülkeye ait backhoe'ların kullanıldığı taşocakları ve bunların spesifik özellikleri Çizelge 1 ve 2 de verilmiştir.

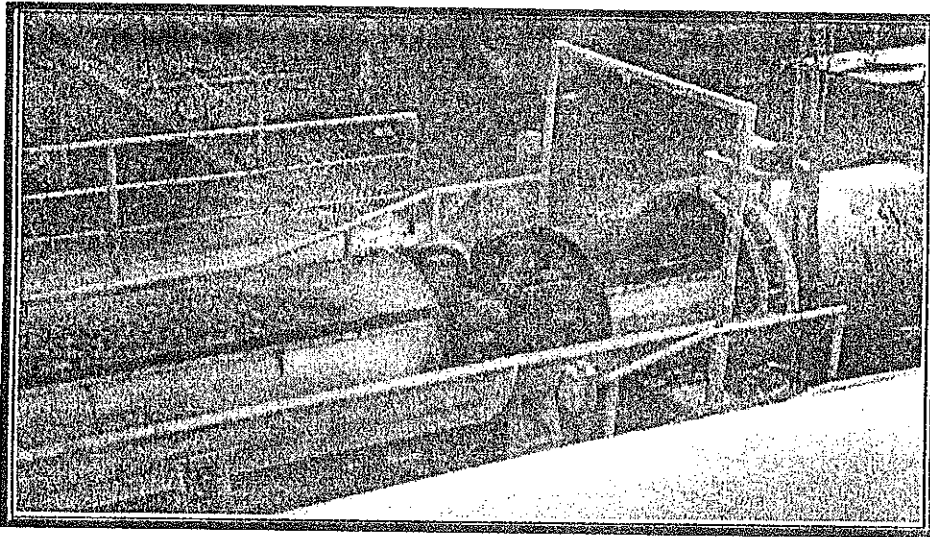
#### PÜNOMATİK KAPSÜL BORU-HATTI SİSTEMİ (PKBS)

PKBS donanımı (bakınız Şekil 4) Japonya'da Kajija, Niigata Mühendislik Co. Ltd ve Sumitomo Metal Sanayisi işbirliği ile dizayn ve imal edilmiştir. 1983 den beri kullanımda olup 2.4 Mt/yıl oranında kireçtaşı Sumitomo Çimento Sanayi ve Karasawa açık işletme madeni

arasında (yaklaşık 3200 metre uzaklık) taşımaktadır. Yılda ortalama 7200 saat sürekli çalışan bir sisteme sahiptir.

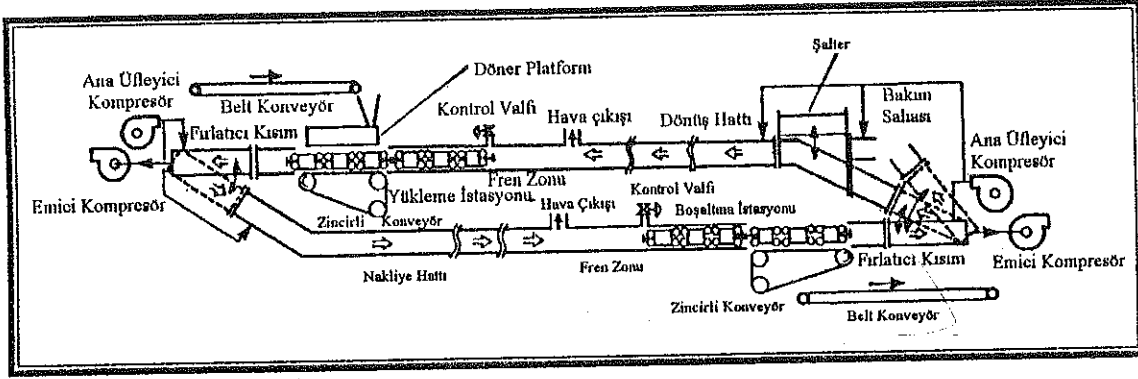
Kireçtaşı önceden maden sahasından fabrikaya tren ile taşınmaktaydı. Fakat gürültü, yer sarsıntısı, ana yolları geçişteki trafik karışıklığı ve trafik kazaları gibi problemler sistemin yeniden ele alınmasını gerekli kılmıştır. Buna ilaveten, tren taşıma kapasitesi sınırlı ve maden üretimindeki artışla uyum sağlamakta zorlanmaktaydı. Böylece bant konveyör ve pünomatik kapsül taşımacılığı üzerinde gerekli çalışmalar yapılmıştır. Geleneksel bant konveyör sistemi mevcut tren hattını kullanmazdı, çünkü direk hat gerektiği için yeni bir güzergah gerekecekti. Oysa kavisli (curved) bant konveyörler mevcut tren hattını takip edebilirdi, fakat yollarda ve tren hattını karşıdan karşıya geçişte bazı problemler mevcuttu. Tesis maliyeti PKBS sistemine kıyasla biraz daha fazla idi. Takip edecekleri rota analizlerine gelince: PKBS 240 metrelik bir havai uzantı, fazladan yer seviyesinde 240 metrelik bir uzunluk ve 2700 metre yeraltında uzunluk olmak üzere toplam 3180 metrelik bir uzunluğa sahipti; bant konveyör sistemi 1950 metrelik havai konveyör, fazladan 1360 metrelik yer seviyesinde uzanım ve 880 metre yeraltında olmak üzere toplam 4220 metrelik bir uzunluğu gerekli kılmaktaydı.

PKBS sisteminin (genel görünüm Şekil 5 de verilmiştir) ana parçası 998 mm lik bir çap da olup 3180 m uzunlukta bir çelik boru hattıdır. Boru hattındaki hava basıncı 0.1 bar dır. Kireçtaşı birbirine bağlı üç kapsül içinde (vagon şeklinde) taşınmaktadır. Ortalama kapsül hızı 9 m/sn dir. Yükleme ve boşaltma otomatik olarak yapılmaktadır. Herbir kapsül bedeninin sonunda 2x5 tekerlekler bulunmaktadır. Eşit aralıklı tekerlekler kapsülün merkez aksında ait olduğu taşıyıcı üzerine monte edilmiştir. Özel olarak kauçuk lastik tekerleklerin iç kısmı yumuşak kauçuktan dış kısmı ise sert kauçuktan imal



Şekil 4. Pünomatik kapsül boruhattı sistemi'nin genel görünümü (Karasawa kireçtaşı ocağı, Japonya).

Figure 4. General view of the pneumatic capsule pipeline system (Karasawa limestone quarry, Japan).



Şekil 5. Kapsül taşımacılık sisteminin ana elemanlarını gösteren şematik diyagram.

Figure 5. Schematic diagram for main components of the pipeline capsule transportation system.

edilmiş ve boru hattı boyunca titreşim ve gürültü minimuma indirgenmiştir. Kapsüllerin hareketlerinden boru içinde aşınma oluşmamaktadır. Bu lastik tekerlekler yenilenme (değiştirilme) öncesi 250 000 km. lik ortalama servis ömrüne sahiptirler.

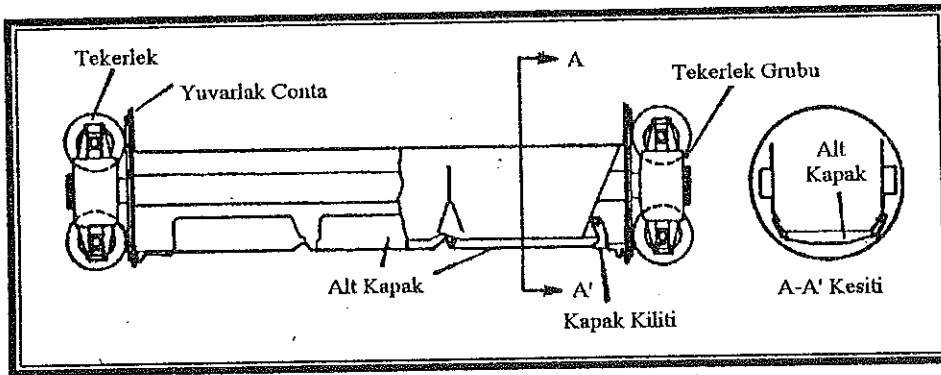
Herbir kapsülün boş ağırlığı 1.6 ton olup 1.6 ton yük kapasitesine sahiptir. Kapsül yapısı; üst tarafı açık ve üç kısma ayrılır. Her bir kısım alt kısmında kapak ihtiva eder ve malzeme (kireçtaşı) buradan boşaltılır. Yapısı yuvarlak görünsede gerçekte, kireçtaşının yüzeyinde oluşan killerin yapışmasını önlemek için, yanları düşey duvarlar dan oluşmakta, böylece boşaltma kolaylığı sağlamaktadır (Şekil 6). Sistemin Karasawa'daki enerji gereksinimi 2.5 kWh/ton-km dir. Eğer inişli çıkışlı hat olmadığı takdirde, düz rotada bu değer 0.2 kWh/ton-km. olacağı iddia edilmektedir. Günde 8 saat 2 vardiye çalışmakta, işçi gereksinimi vardiye de 2 operator, 1 devriyeci, 2 bakımcı dan ibarettir.

PKBS çevreye ters bir etkiye sahip olmayıp, temiz ve emin bir taşıyıcı sistemdir. Sürekli bir taşımacılık sistemini ihtiva etmektedir. Hava şartlarından bağımsızdır. Esas yatırımı teşkil eden boru-hattı bakımdan muaftır.

### LOKOLINK BANT KONVEYÖRLER

Nordberg'in (Helsinki, Finlandiya) Lokolink mobil bant konveyör sistemi (1992'de ilan edilmiştir) bir seri tekerlek üstüne monteli olup fleksibilitiyi vermekte ve taşıdığı içi kırıcısı ve arazi konveyör sistemi arasında kalıcı hattı sağlamaktadır. Bir treyler aks üzerine monte li tüp şeklinde çelik kafes yapısındadır. Hızlı harekete sahip olup otomatik kontrol sistemine imkan kılmaktadır. Kapasiteleri 300-1200 t/saat, malzeme ebadı 400 mm ye kadar dır. Lokolink miktarı çalışılan ayna ile arazi konveyörü arasındaki mesafeye bağlıdır. İtilme veya çekilme hareketleri diğer bir vasıta ile de (loder veya kamyon) yapılabilmektedir.

Böyle bir sistem ilk defa Galler'in kuzeyinde Pant kireçtaşı taşıma sisteminde 1992 de kurulmuştur. Kireçtaşı 600 ton/saat kapasitede kırılmakta, iki üniteli lokolink konveyörüne beslenmektedir. Bu konveyörleri müteakiben bir seri 260 m uzunlukta Huwood arazi konveyörleri malzemeyi 150 m lik bir tüneli geçen fiks konveyörlere boşaltmakta ve böylece kırılmış kaycağ işletme tesislerine taşınmaktadır.



Şekil 6. Kapsül sisteminin boyuna ve enine kesit görüntüsü.

Figure 6. Longitudinally and wide cross-section of the pipeline capsule.

Çizelge 1. Bache'ların kullandığı ülkelerdeki taşocaklarının özeti.

Table 1. A summary of quarries where bachoes are employed.

Şirket	Bölge	Yıllık Üretim, ton	Mineral	Yükleyici Tipi
<b>ALMANYA</b>				
Schaefer Kalk	Hahnstatten	600 000	Metalurjik	H65 bullclan
Schotterwerk Isselbach	Mensfelden	400 000	Kireçtaşı	H55 backhoe
Wilhelm Jost	Weilmunster	450 000	Bazalt	H55 backhoe
Schmidth KG	Talheim	425 000	Dolerit Bazalt	H65 backhoe ve H71 bullclan
<b>FRANSA</b>				
Carrières Jeannine Cedest Cimenterie	Chemaudin Heming	350 000 2 500 000 (dekapaj dahil)	Kireçtaşı Kireçtaşı ve şeyl	RH30B backhoe Poclairn 1000 bullclan Poclairn 610 backhoe Poclairn 600 backhoe Poclairn 400 backhoe Poclairn 350 backhoe H85 backhoe ve Cat 245 backhoe
<b>OMYA</b>				
Mines de Salsigne	Tautavel Salsigne	800 000 3 500 000	Kimyasal Kalsit Şist içinde Altın	Poclairn 350 backhoe H85 backhoe ve Cat 245 backhoe
<b>İNGİLTERE</b>				
ARC Eastern	Silverdale	800 000	Kireçtaşı	Poclairn 350CK backhoe

Çizelge 2. Bache'lara ilişkin değişik veriler.

Table 2. Various data related with backhoes.

Bölge	Makine Tipi	Kap. m <sup>3</sup>	Yoğ. ton/ m <sup>3</sup>	Dolma Fak.	Kepçe ton	Y.S. sn	Pas Sayısı	Kepçe Peryodu sn	Yükleme Oranı (ton/saat)	
									Max.Dolgu Oranı	Min. Kırıcı Kap.
Mensfelden	H55	2.8	1.7	0.8	3.8	230	6	38	360	230
Weilmunster	H55	2.8	1.7	0.9	4.3	110	5	22	720	200
Talheim	H65	3.8	1.7	0.8	5.2	n/a	n/a	n/a	n/a	300
Chemaudin	RH30B	2.2	1.6	0.7	2.5	180	12	15	600	300
Heming, Perlini	610/600	5.0	1.6	0.9	7.2	240	8	30	870	n/a
Berlie	610/600	5.0	1.6	0.9	7.2	120	5	24	1 080	n/a
Tautavel	350CKB	3.2	1.6	0.8	4.1	150	5	30	500	250
Salsigne	H85	5.0	1.6	0.9	7.2	150	5	30	860	n/a
	245	3.0	1.6	0.8	3.8	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Silverdale	350CK	3.2	1.6	0.8	4.1	n/a	n/a	30	490	400

Açıklamalar = Kap: Kapasite; Yoğ: Yoğunluk; Fak: Faktör; Y.S.: Yüklem Süresi; Pas Sayısı: Bir kamyonun dolması için gerekli kepçe adedi.

### KAMYON-KONVEYÖR KOMBİNASYONU

Böyle bir sistem yaygın olarak taşocaklarında kullanılmaktadır. Sadece ekskavator-kamyonun içerildiği sisteme nazaran işletme maliyetleri açısından ekonomik olmaktadır. Bu sistemde ekskavatörden aldığı malzemeyi kamyon kırıcıya beslemekte, kırıcı bu malzemeyi belirli bir boyuta indirip bant konveyöre iletmektedir. Kamyonun burada kullanımı sistemin fleksibilitesini artırmaya (bant konveyörün çalışmadığı keskin virajların içerildiği konumlar, sürekli atımın yapıldığı yerler, vb.) yöneliktir. Kamyon sayısında azalma ile birlikte, sorumlu olduğu taşıma mesafesinde azalacaktır. Böylece ton-km başına daha az enerji sarfiyatı ve işletme maliyeti oluşacaktır.

Kırıcı sonrası genellikle kullanılan bant konveyör tiplerine örnek olarak yeryüze konveyörleri (kavisli-curved dahil), kapalı tipli konveyörler (pipe konveyör, sicon konveyör, aeroband, vb.), yüksek açılı konveyörler

(Sandwich belt prensibi-HAC, Hu-rise, Flexowell, vb.) verilebilir. Böyle bir sistemin çalıştığı yerlerdeki bant konveyörlere ait örnek uygulamalar Çizelge 3 de verilmiştir.

### SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışmada taş ocaklarında yaygın olarak en çok kullanılan yükleyici ve taşıyıcı ekipmanlar incelenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilmiş sistemler (ekipman olarak) ve bunların uygulama sahaları özellenmiştir. En uygun ekipman seçimi esas itibarı ile mevcut üniteler arasında zamana dayalı (taş ocağının ömrü süresince) ekonomik analizi içermelidir. Aynı özellikteki ekipmanlar bir başka taş ocağı için elverişli olmayabilir. Sebepi ise her ocağın kendine has spesifik özelliklere bağlı olmasından kaynaklanır. Yeni bir ekipman seçiminde öncelikle ocaktaki önceden mevcut ekipmanlar arasında uyum derecesi göz önüne alınmalıdır. Daha sonra mik-

Çizelge 3. Değişik tipteki bant konveyör uygulamaları.

Table 3. Various types of belt conveyors installations.

Bant Konveyör Tipi	Malzeme	Mak. kayac ebadı (mm)	Kapasite (ton/saat)	Mesafe (metre)	Hız (metre/sn)
Yeryüzü konveyörü, İsviçre	Kireçtaşı	n/a*	500	2490	3.00
Yeryüzü konveyörü, Endonezya	Kireçtaşı	n/a*	1000	6850	4.00
Yeryüzü konveyörü, Avusturya	Kireçtaşı	250	1500	3500	3.50
Boru (pipe) konveyör, Almanya	Artık Kayaç	120	900	1658	2.10-3.15
Boru (pipe) konveyör, İsviçre	Kireçtaşı	50	1000	945	3.00
Sicon konveyör, Hollanda	Kireçtaşı	70	390	55	3.00
Sicon konveyör, İsveç	Kireçtaşı	70	250	250	5.00
Yüksek açılı konveyör-HAC, Venezuela	Fosfat	150	668	113	2.29

Açıklamalar= n/a: bilinmiyor; Mak.: Maksimum

tarları ve kapasiteleri üzerinde detaylı çalışma işlemi yapılmalıdır.

### SUMMARY

The selection of the most suitable excavation and transportation system and the associated equipment at quarries for a new project or the change to a technically more advanced one for existing operation is an important aspect for quarry planning engineers. These ever-increasing costs for labour, and for energy have shifted the industry's interest to mining methods less sensitive to those cost factors. Therefore, this paper handles recent developments for equipment selection in quarries. Several types of equipment (shovel, backhoe, truck, conveyor, capsule pipeline, etc.) presently commonly used in quarry have been taken into consideration for comparison. The considerations that affect these principal objectives may include the following:

The quarry operation in the World has generally tended to adopt a conservative attitude towards technologically innovations in the field of minerals extraction. Against this background, wheeled loaders eventually replaced the rope-operated shovel as the standard quarry loading machine. Today, however, the tracked hydraulic faceshovel is gaining popularity where loading performance is given priority over mobility. In Britain, backhoes are only rarely considered as alternative machines for the loading of blasted rock, and the industry generally tends to regard them as earthmovers, limited to lighter duties in sand and gravel extraction and overburden stripping. Backhoes are, however, commonly employed in French quarries, possibly owing to the influence of Poclairn who have been dominant in the national market and are specialists in the manufacture of backhoe excavators. The backhoe does provide a practical and economical alternative to the hydraulic faceshovel and the wheeled loading shovel, for general use as a primary face machine in hard rock quarrying. The most significant being:

— for a given carrier size, an excavator equipped with a backhoe will load faster than the equivalent fa-

ceshovel version, provided that fragmentation is good and the rock pile compact

— when the change from wheeled loader to backhoe is made, running costs are considerably reduced. This advantage is probably true of all tracked machines, the extra capital cost of an excavator is offset by tyre replacements, drive-line repairs, higher fuel consumption and arguably, the shorter economic life of the wheeled loader

— when the change from faceshovel to backhoe is made, repair and fuel costs are reduced, because of the limited track movements of the backhoe during loading.

The total cost of face operations should be evaluated for each system of working and, only then, should comparisons be made and the selection of a primary loader finalised.

Pneumatic capsule pipeline system (PCPS) transportation of minerals is relatively a new concept, operating installations having been reported in various countries at various times. However, this very environmentally-friendly means of moving minerals over long distances has not so far had the impact it merits. The reasons for this are primarily that although the idea in itself is simple - load a capsule with mineral, blow or suck the capsule along a pipeline and unload it at the other end - the difficulties encountered in setting up a continuously-operating, practical, reliable and cost-effective system have thwarted many previous attempts. The PCPS installation was designed and constructed by engineers from Sumitomo Metal Industries Ltd, Kajija Corp., Niigata Engineering Co. Ltd and Sumimoto Corp.. This capsule pipeline system - the first and largest in the industrialised western countries - has been operation since 1983, transporting limestone at a rate of 2.4 Mt/y between Sumitomo Cement Co.'s Karasawa open pit mine and its Tochigi cement plant over a distance of 3200 m. The PCPS should have increasing impact for a number of reasons: it is clean, safe and has no adverse effects on the environment; it is ideal for continuous mass transport; it is adaptable to many load types and situations; it is independent of the weather; the pipeline, which represents

the major investment, is maintenance-free; and labour productivity is extremely high.

In Nordberg's (Helsinki, Finland) Lokolink mobile conveyor system (announced 1992), a series of wheel-mounted belt conveyors provide a flexible but permanent link between the quarry's mobile crusher and field conveyor system. It is of tubular steel lattice construction mounted on a trailing axle. It facilitates rapid movement and features automatic controls for easy positioning. They vary from 300 to 1200 t/h with capacity for material sized up to 400 mm. The number of Lokolink units depends on the distance between working face and field conveyor. Movements require the Lokolink to be pushed or pulled around by either the Lokotrack (the company's crusher which adjoins to the Lokolink) itself or another item such as wheel loader or dumptruck. The first such system was installed at Pant limestone quarry, north Wales in 1992. The rock is crushed at a rate of 600 t/h, then discharged onto the two-section Lokolink. After the Lokolink, a series of Huwood field conveyors 260 metres in length discharge onto a Huwood fixed conveyor which sends the crushed rock to the main processing plant via a 150 metres long tunnel.

*Makalenin geliş tarihi : 24.4.1997*

*Makalenin yayına kabul edildiği tarih : 16.6.1997*

*Received April 24, 1997*

*Accepted June 16, 1997*

#### DEĞİNİLEN BELGELER

**Tomlinson L., 1990**, The Application of Back-Acters In The Quarry, Quarry Management, Vol. 17 No 2, 17-23.

**Anon., 1989**, Savings From Mobile Crusher - Lokotrack Plant Commissioned at Silverdale, Quarry Management, Vol. 16, No 7, 17-19.

**Kennedy A., 1993**, Limestone Transportation By Capsule Pipeline, Mining Magazine, Vol. 169, No 6, 294-298.

**Anon., 1995**, Conveyor Trends, World Mining Equipment, Vol. 19, No 5, 12-21.

**Kesimal A., 1994**, A Comparative Study Of Transportation Systems In Surface Mines, Ph.D. Thesis, University of Nottingham, Nottingham, England, October 1994, 286 sayfa.

**Anon., 1988**, "Investment in new plant at Steetley Quarry", Quarry Management, Cilt 15, Sayı 8, s. 31..

**Hannak, H. and Aigelsreiter, J., 1989**, Modernization and Installation of New Belt Conveyor Plant Austria's Largest Limestone Mine, Bulk Solids Handling, Vol. 9, No 1, 101-103.