

AÇIK İŞLETMELERDE YÜKSEK AÇILI BANT KONVEYOR UYGULAMALARI

Applications of High Angle Belt Conveyor in Open Pit Mines

T. CEBESOY (*)

Anahtar Sözcükler: Yüksek açılı band konveyör, sandviç tipi yüksek açılı band konveyörler, sandviç band konveyörlerin uygulanabileceği açık ocak tipleri ve endüstriyel uygulamaları.

ÖZET

Bu yazıda açık işletmelerde cevher ve dekapaj nakliyatında kullanılan yüksek açılı band konveyörler tanıtılmıştır. Özellikle, sandviç band konveyörlerin teknik özelliklerinden bahsedilmiş ve endüstriyel uygulamalarından örnekler verilmiştir.

ABSTRACT

In this paper, the high angle belt conveyors employed in open pit mines were introduced. In particular, technical specifications of sandwich belt conveyors were presented and some examples from their industrial applications were given.

Dr. Maden Müh., Etibank Proje ve Tesis Dairesi Bşk., 06410, Ankara

1. GERİŞ

Açık işletmelerde toplam işletme maliyetlerinin yansından fazlasını ekipmanlara bağlı işletme maliyetleri oluşturur. Bu maliyetlerin %40-70 civarındaki kısmı sadece cevher veya dekapaj taşıma maliyetleridir. Dolayısıyla, maliyetler açısından bakıldığında dekapaj veya cevher nakliyatında uygun nakliyat sisteminin seçimi çok iyi bir mühendislik kararı gerektirmektedir.

En uygun nakliyat sisteminin seçimini iki safhada ele almak gerekir. Birinci safha teknik bir ön seçimden ibaret olup, seçim teknik faktörlere göre yapılır ve bu faktörler genellikle taşınan malzemenin cinsi, taşıma yapılan güzergahın özellikleri, taşınan miktar ve çevre koşulları olarak sayılabilir, ikinci safha, nihai seçim olup, burada ekonomik faktörler ağırlıktadır. Bu faktörlerin başlıcaları; ilk yatırım maliyeti (alış maliyeti, taşıma ve kurma maliyeti, hurda değeri gibi), faiz oranı, ve işletme maliyetleridir (elektrik ve yakıt maliyeti, yol bakım ve lastik maliyeti, tamir ve bakım maliyeti, işçilik maliyeti gibi). Uygun nakliyat sistemi seçiminde önemli olabilecek bir diğer nokta da, seçimi yapan mühendisin her iki seçim aşamasındaki belirsizlik durumlarını mutlaka göz önünde bulundurması gerektiğidir. Örneğin, ilk safhada, taşınan malzemenin tane boyutu belirlerken, çoğu zaman mühendis "iri parça, orta parça, küçük parça, tozlu" gibi subjektif kararlara dayalı değerler bulur dolayısıyla bu değerlerin en yakın değerinin ne olabileceğinin tahmininde bazı istatistiksel ve matematiksel yaklaşımların kullanılması faydalı olabilir (Bayes yaklaşımı, Fuzzy yaklaşımı, Optimistik-Pesimistik yaklaşımlar gibi). Yine ilk seçim aşamasında, taşınan malzemenin nemlilik tesbitinde "çok nemli, nemli, kuru, çok kuru" gibi aynı şekilde subjektif kararlara dayalı sonuçlar üretilir. Burada da bir belirsizlik mevcut olduğundan yaklaşık değeri hesaplamak için aynı yaklaşımların kullanılması gerekir. İkinci aşamada da, benzeri belirsizlikler mevcuttur. Örneğin, beher ton malzemenin taşıma maliyeti hesabında, seçilecek nakliyat sisteminin işletme

maliyetlerinin bir zaman aralığı boyunca nasıl ve ne şekilde artış göstereceğinin tahmini oldukça zor olup, belirsizdir. Bundan dolayı bu maliyetlerin nasıl artış göstereceğinin hesaplanmasında da aynı yaklaşımlar kullanılabilir.

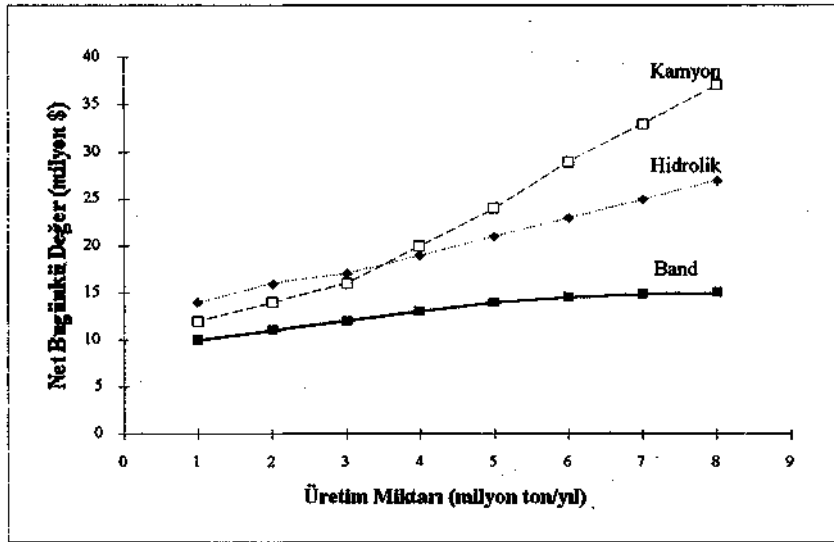
Dünyanın hemen hemen bir çok ülkesinde, açık işletmelerde gerek cevher ve gerekse dekapaj nakliyatında, kamyon vazgeçilmez bir nakliyat sistemidir. Kamyona dayalı nakliyatın yaygın olmasının sebeplerinden birisi bu sisteme alternatif olabilecek nakliyat sistemlerinin uzun süre geç ortaya çıkmasıdır. Ancak son 20 yıldan bu yana yapılan yoğun araştırmalar neticesinde, band konveyörler ocak dışındaki taşımalarda kamyonun en büyük rakibi haline gelmiştir. Örneğin ülkemizde, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumunda (TKİ) ve Türkiye Taşkömürü İşletmeleri Kurumunda (CTTK), kilometrelerce uzunlukta band konveyörler tesis edilmiş olup, kömür nakliyatının alternatifsiz üniteleridir. Bilindiği gibi band konveyörle nakliyat ancak 18-20° eğimlere kadar mümkün olabilmekte ve ocak içi nakliyatında kamyon kullanılması bir bakıma zorunlu olmaktadır. Ancak teknolojik gelişmelerin sayesinde, 1980 yılından günümüze kadar gelişmiş batılı ülkeler, açık ocak işletmelerinde, ocak içinde en alt basamaktan en üst basamağa kadar tesis edilen yüksek açılı konveyörleri kullanarak ocak içinde de band konveyörlerin kamyona rakip olabileceklerini kanıtlamışlardır.

2. KAMYON VE BAND KONVEYÖR NAKLİYAT SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Günümüzde açık işletmelerde, üretim boyutlarının genişlemesi, dekapaj oranının artması ve yüksek tenörüü cevherlerin tükenmesi gibi faktörlerden dolayı cevher ve dekapaj nakliyatlarının kamyonla yapılması halinde işletme maliyetleri giderek artmaktadır. Özellikle makro boyutta ekonomik sorunları olan ülkelerde, kamyona dayalı nakliyat sisteminde işletme maliyeti her yıl katlanarak artış göstermektedir. İşte

alternatif nakliyat sistemi olarak ortaya çıkan band konveyörler, gerek teknik ve gerekse ekonomik bakımdan üstün özelliklere sahiptir. Örneğin, Sevim ve Sharma (1991) ekonomik nakliyat sisteminin seçeni ile ilgili yapıldan bir çalışmada, kamyon, band ve hidrolik taşıma sistemleri arasında bir tekno-ekonomik değerlendirme yapmışlar ve sonuçta band konveyörün

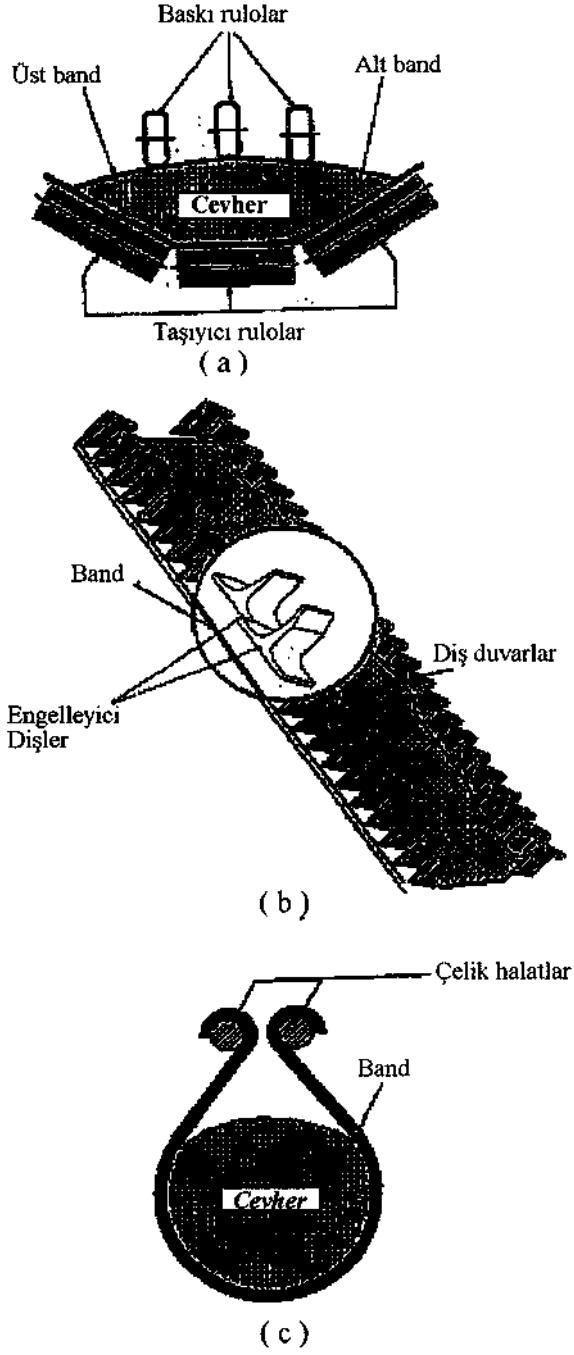
en ekonomik nakliyat sistemi olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Değerlendirme sonuçları Şekil 1' de göstermiştir. Ayrıca, kamyon ile band konveyör sistemlerinin avantaj ve dezavantajları kısaca Çizge-1'de özetlenmiştir. (Richmond, 1991; Singhal, 1986)



Şekil 1. Nakliyat sistemlerinin ekonomik olarak karşılaştırılması (Sevim & Sharma, 1991).

Çizim - Nakliyatın Karşılaştırılması

Nakliyat Sistemleri	Avantajları	Dezavantajları
Normal Etilen Gazlı Band Konveyörler	<ul style="list-style-type: none"> - Kesintisiz çalıştırma imkanı sağlar. - Enerjinin %10'üne yakını yakıt ve enerji tüketiminde tasarruflandır. - İşletme maliyeti düşüktür ve insan gücüne bağımlı değildir. - Çok az yedek parça ihtiyacına gereksinim duyar. - Gececeği günün ortasında çalıştırma imkanı sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nakliyat esnek olmayıp, selektif madencilik için uygun değildir. - İşletim maliyeti yüksektir - Ana esnasında nakliyat tamamen durur. - Özellikle iri boyutlu cevherlerin nakliyatı için mutlaka bir kınaya ihtiyaç vardır
Kamyonla	<ul style="list-style-type: none"> - İyi hava koşullarında rahatlıkla çalışır. - Çalışması otomatik olarak kontrol altında olup, kaza oranı en aza indirilmiştir. • Ocak içinde 3060 m'e kadar nakliyat imkanı vardır. - Nakliyat hızını 4XP5 arasında ayarlayabilir. - Her boyuta cevher ve dekapaj miktarına uygundur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Yüksek işletme maliyeti - Yedek parça ihtiyacı fazla - Kötü hava koşullarında nakliyat hızı düşer - Çevre kirliliği yaratır, (Gürültü, duman).



Şekil 2. Sandviç tipi (a), kırışık tip (b) ve oluk tipi yüksek açılı band konveyörler (c), (Kesimal, 1990).

3. YÜKSEK AÇBLI KONVEYÖR TIPLERİ VE NAKLİYAT DİNAMİĞİ

Normal band konveyörler ocak dışında maksimum 18°'ye kadar olan eğimlerde çalışmasına karşın, ilk olarak 1979 yılında Almanya, AB.D ve Japonya'da geliştirilen yüksek açan band konveyörler ocak içinde, en alt noktadan en üst noktaya kadar 30-60° arasında değişen eğimlerde çalışabilmektedirler.

Band çalışma şekillerine göre 3 ana tip yüksek açan konveyörden bahsedülebilir (Kesimat 1990).

- Sandviç tipi
- Yiv tipi
- Oluk tipi

Bu konveyörlerin kesit görünüşleri Şekil 2'de verilmiştir. Bunların arasında açık işletmelerde kullanılması en uygun ve ekonomik olanı, sandviç tipi yüksek açan band konveyördür. Bu konveyörler de, Şekil 2a'dan görüldüğü gibi cevher, iki adet sentetik band arasında aynen bir sandviç gibi taşınmaktadır. Normal konveyörler gibi sandviç konveyörler tahrik ve saptama tamburlarına, baskı ve taşıyıcı ruloları, şasiye ve gerdirme ünitelerine sahiptir. Ayrıca sandviç konveyörler normal konveyörlerin sahip olduğu avantajlara sahip olmakla birlikte, aşağıdaki ilave avantajlara sahiptir:

- Nakliyat sahasına montajı basit olup, yedek parça temini kolaydır.
- Montaj ve bakım masrafları düşüktür.
- Nakliyat kapasitesi yapılacak ilave yeniliklerle yükseltilebilir.
- Profil değişikliği ile 90°'lik nakliyat eğiminde rahat şekilde çalışabilirler.
- Ocak geometrisinin büyümesi ile birlikte esnek kullanım özelliğinden dolayı kolayca uzatılıp kısaltılabilir.
- Vardiya sonrası band temizliği kolaydır.
- Nakliyat esnasında malzeme kaybı minimumdur.

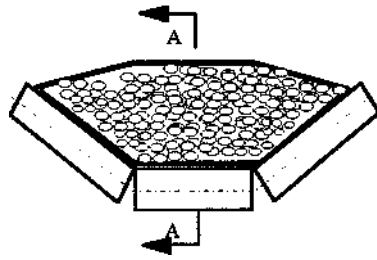
- İyi bir çevre temizliği (toz ve duman açısından) ortamı sağlar.

Sandviç konveyörler cevher nakliyatında, aşağıdaki faktörlerin bir arada olması büyük etkileri vardır

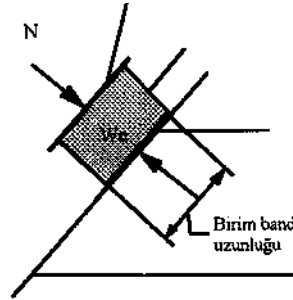
- Sandviç bandın cevher üzerindeki baskı kuvveti veya cevheri sarma kuvveti.
- Cevherin iç sürtünme açısı ve sürtünme katsayısı.
- Band ile cevher arasındaki sürtünme direnci
- Nakliyat eğimi.

Bunların arasında en önemli faktör, sandviç bandın cevheri sarma kuvvetidir. Sarma kuvveti nakliyat esnasında cevherin aşağı doğru kaymaması için optimum miktarda olmalıdır. Optimum sarma kuvveti, yukarıdaki faktörlerin yanı sıra, band taşıyıcı ruloların dizaynına, band gerdirme kuvvetine ve band profiline, band tahrik şekline, nakliyat yüksekliğine, cevherin band üzerindeki homojen dağıtımına ve yoğunluğuna, cevherin boyutuna ve kurulum durumuna bağlıdır. Cevherin iç sürtünme açısı ve sürtünme direnci nakliyatı etkileyen bir diğer önemli faktördür. Bu faktör, nakliyat eğimine, cevherin tane boyutuna, minerolojik Meşimine ve band üzerindeki dağılımına bağlıdır. Band ile cevher arasındaki sürtünme direnci, randımanlı nakliyatın en önemli göstergesidir. Zira, yeterli sürtünme olmaması halinde nakliyat esnasında cevher aşağı doğru kayacaktır. Bu faktör, band tipi ve nakledilen cevherin fiziksel özelliği ile yakından ilgilidir. Nakliyat eğimi, cevher nakliyatındaki etkisinin yanı sıra tesis edilecek yüksek açılı sandviç konveyörün profil yapısını da etkiler. Colijn (1962), optimum sarma kuvvetinin nakliyat eğimi ile cevherin iç sürtünme açısı arasındaki ilişki ile orantılı olduğunu ortaya çıkarmış ve cevherin nakliyat esnasında aşağı doğru kaymaması için nakliyat eğiminin cevher iç sürtünme açısından küçük olması gerektiğini savunmuştur. Çünkü nakliyat esnasında, cevher ile band arasında ve

cevherin kendi içindeki sürtünmelerden dolayı ortaya çıkan salkıma, titreşme ve türbülans gibi dinamik hareketlerden dolayı nakliyat eğiminin küçük tutulması gerekmektedir.



Sandviç konveyörlerde cevherin nakliyatını kontrol eden denge ve sarma kuvvetleri, Şekil 3'de görülen parametreyardımla hesaplanır.



Kist A-A

Şekil 3. Cevher taşınması esnasındaki kuvvetler (Dos Santos, 1983).

Her iki bantın da hareketli olduğu sandviç konveyörlerde cevherin nakliyat esnasında (a) kadar bir nakliyat eğimi altında aşağı doğru kaymaması için gerekli denge aşağıdaki eşitlik ile orantılıdır (Dos Santos, 1983);

$$Wc \sin \alpha > (N + Wc \cos \alpha) u' \quad (1)$$

(u' = u_1 veya u_c değerlerinden en küçük değere sahip sürtünme katsayısıdır.

(1) nolu formülden cevherin aşağı doğru kaymaması için gerekli olan sarma kuvveti eşitliği ile sağlanır. $u' = u_1$ veya u_c değerlerinden en küçük olanıdır.

(2) nolu formülden, gerekli olan sarma kuvveti

$$N > Wc [u' (u'' + u') + (\sin \alpha / u' - \cos \alpha)] \quad (2)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Eşitliklerdeki parametreler;

α : Nakliyat açısı

$$N > Wc (\sin \alpha / u' - \cos \alpha) \quad (2)$$

eşitliği ile hesaplanır:

Üst bantı sabit, alt bantı hareketli olan yüksek açılı sandviç konveyörlerde cevherin aşağı doğru kaymaması için gerekli denge şartı

$$Wc \sin \alpha > N (u'' + u') + Wc \cos \alpha \quad (3)$$

u_1 : Üst bant ile cevher arasındaki sürtünme katsayısı

u_c : Cevherin kendi arasındaki sürtünme katsayısı ($u_c = \tan \phi$, ϕ = Cevherin iç sürtünme açısı)

u_a : Alt bant ile cevher arasındaki sürtünme katsayısı

N: Sarma kuvveti

Wc: Birim uzunluktaki band üzerindeki cevherin ağırlığı

4. SANDVIÇ KONVEYORLERİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Mevcut açık işletmelerde kullanılan sandviç tipi yüksek açılı band konveyörlerde maksimum band hızı 2.85 m/sn, band genişliği 3 m civarındadır. Ancak bu genişlik taşınacak cevherin cinsine ve boyutuna göre değişebilir. Maksimum çalışma yüksekliği 93.5 m olup, maksimum kapasitesi 9000 ton/saat'tir. Bandlardaki gerdirmeye kuvveti emniyet aktörü de gözönüne atıldığında toplam 3570 kg/cm/band genişliği olup, bu gerilmenin %30'u üst banda %70'i alt banda uygulanmaktadır. Sandviç tipi konveyörlerde alt band ve yükü taşıyan ruloların çapı 178 mm maksimum yük kaldırma kapasitesi 1429 kg dizayn açılı ise 15° ile 35° arasında. Üst banda baskı yapan rotaların çapı ise 159 mm'dir. Bandın sarıldığı ve banda tahrik veren tamburlar çelik yapı olup, yüksek sürtünme direnci elde edebilmek için kauçuk veya seramik gibi malzemelerle kaplanırlar. Tahrik tamburlarının ortalama çapları 1200 mm, kuyruk kısmındaki tamburların ortalama çapları ise 1000 mm civarındadır. Konveyörü çalıştırmak için gerekli motor gücü toplam 1350 kW kadar olabilir. Band gerdirilmesi, kuyruk karna yerleştirilmiş ortalama 1700 üe 1800PSi'lik basınçta sahip tek hidrolik üniteler tarafından yapılarak Cevherin band konveyör üzerine beslenmesi, et kalınlığı 10 mm öten oluk levhalar, et kalınlığı 20 mm olan frenleyici levhalar ve dökülme esnasında bandı tahribattan koruyan 8 mm kalınlığındaki kalkanlar yardımıyla yapılarak. Aynı şekilde cevherin boşalması ise boşaltma olukları ve frenleyici levhalarla yapılmaktadır.

5. ÇALIŞMA PRENSİPLERİNE VE PROFİL TİPLERİNE GÖRE SANDVIÇ KONVEYÖRLER

Sandviç konveyörlerin, üst banda uygulanan baskı şekillerine göre çeşitli tipleri mevcut olup, belli başlıları şunlardır;

- Üst bandın kendi ölü ağırlığı ile çalışan sandviç konveyör
- Rolü baskılı sandviç konveyör.
- Lastik tekerlek baskılı sandviç konveyör.
- Mekanik baskılı sandviç konveyör
- Pnömatik baskılı sandviç konveyör

Açık ocak genel eğim açısının değişmesi ve ocak geometrisinin büyümesi durumunda veya özel amaçlı kullanımlar için, çeşitli profil yapılarında sandviç konveyörler imal edilmiştir. Açık işletmelerde kullanılan bel başlı profiller Şekil 4'de verilmiştir.

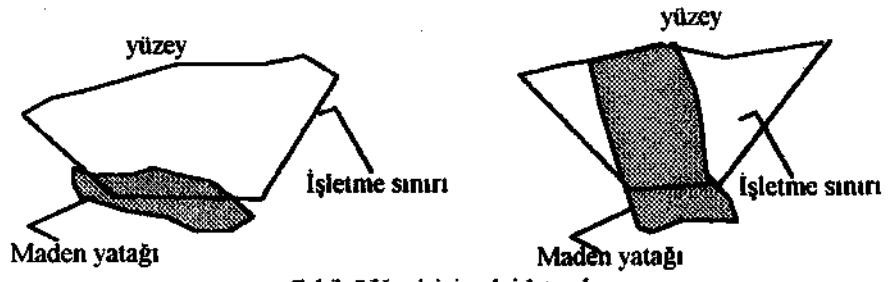
6. SANDVIÇ KONVEYORLERİN KULLANILDIĞI AÇIK İŞLETMELER

6.1. Koni Tipi Açık İşletmeler

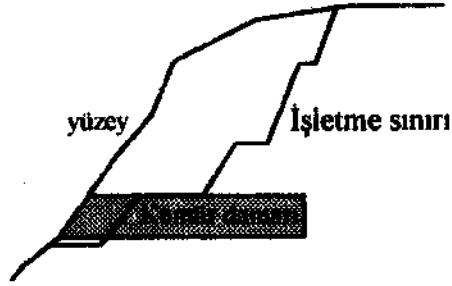
Sandviç tipi yüksek açılı konveyörlerin en fazla kullanıldığı açık işletme tipi koni tipi açık işletmelerdir. Bilindiği gibi koni tipi açık işletme genellikle Şekil 5'de görülen maden yataklarına uygulanır. Böyle bir yatakta işletme dizaynı yapıldıktan sonra yüksek açılı konveyörün nasıl monte edileceğinin izometrik görünüşleri de Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.

6.2 Yamaç Tipi Açık İşletmeler

Bu tip açık işletmeler genellikle Şekil 8'de görüldüğü gibi bir yamaçta maden yataklarına uygulanır. İşletme dizaynını yaptıktan sonra tesis edilecek sandviç band konveyörün şematik görünüşleri Şekil 9'de ve Şekil 10'da görülmektedir.



şekil 5 Koni tipi açık işletmeler



şekil 8 Yarna tipi açık işletme

Çizge 2 Sanch[^]lîpBaraiKbm[^]itaİkPro[^]

Taşman mateme	Ijnji, taşkömürü, bakır cevheri, örtü dekapajı, demir cevheri, kumve kumtaşı
Nakliyat [^] imi	30 ile 60 dereceler arasında değişrekte
60 dercodik nakliye eğiminde saaffikkapasteter	1955,2468\`e2684tan/iaat
Taşınan nBİzanderin>oğunlukian,sıasyia	0 [^] , 1.6, 2.401 [^]
Kullanılan band [^] nişliği	1524mm
Seçilen band h d an	OiledImMaıasndadegişmekte •
Mabemekrintaşıüüğüyüksklikler	7.9 ile 19.5 metearastnda deęişmekte
Bandkanveyütünuzunluęu	35m
Bancflanlahrikedenmotafer	75.6kWmban± lalmke(meklB 111.8kWattbandıtahriketmekte

Çizge 3 AB.D. Wyoming'de Titan Taşkömürü Ocağındaki Uygulama (Dos Santos, 1987)

Taşman mateme	Taşkömürü
Nakliyat eğimi	öOderece
Efcaynkapastesi	1814ton&iat
Kutoulanbandgaraslięi	1524mm
Bandhta	4.65 m&1
Cevherin taşmdığıycskfi,	32.9m
Bandkonveyörünuzunluęu	56.7m
Bandlantahrikedenmotorlar	112kWöbanilahriketmekte 149kWattbandılahr&etmete

Çizge 4 Wyoming'te Bir Diğer KoMffOcağaxlaki Uygulama (Dos Santos, 1987)

Taşmanmateme	Taşkömürü
Nakliyateęimi	35daeo
Kapasite	2903ton*aat
Kullanılan band genişliği	1829mm
Band hızı	4.57 mfcn
Cevherin taşındığı yükseklik	29.0m
Bandlanlahrikedenmotorlar	149kWüstbarriitarmkemekte 224kWaltbuxlıtahrkeunekte

Çizge-5 YugoslvyadaMajdanek Sakır Maderrâleki Uygulama (Dos Santos, 1987)

Taşmanmateme	Baktrmadeni
Nakliyateęimi	35.5 d ce ce
Kapasite	4000tafeaat
Kullanılan band genişliği	2000mm
Bandhıa	2.85 m&1
Catointaşındığıyükseklik	93.5m
BatKDan tahrik eden nictoriar	459kWüstbarıa larmkdmekte 2x90CkWaltrjaKâtarn&etmekle

Çizelge - 6 AB.Dinde Colorado Eyaletinde parça granit nakliyatındaki uygulama (Dos Santos, 1990)

Taşman mabane	Patça granit
Nakliyat eğimi	90 derece
Kapasite	272 ton/ saat
Kullanılan band genişliği	914 mm
Band hızı	1.6 m/s
Gevherin taşıdığı yükseklik	31.7 m
Bandları tahrik eden motorlar	22.4 kW üst bandı tahrik etmekte 22.4 kW alt bandı tahrik etmekte

Çizelge-7 AB.Dinde Utah Eyaletinde Tüvenan Kömür Nakliyatındaki Uygulama (Dos Santos, 1990)

Taşman mabane	Tüvenan Kömür
Nakliyat eğimi	67 derece
Kapasite	1089 ton/ saat
Kullanılan band genişliği	1372 mm
Band hızı	3.56 m/s
Çukurluğun yüksekliği	33.2 m
Bandları tahrik eden motorlar	93.2 kW üst bandı tahrik etmekte 93.2 kW alt bandı tahrik etmekte

Çizelge-8 AB.Dinde Lawara Kömür Nakliyatındaki Uygulama (Dos Santos, 1990)

Taşman malzeme	Tüvenan Kömür
Nakliyat eğimi	49 derece
Kapasite	1089 ton/ saat
Kullanılan band genişliği	1372 mm
Band hızı	2.79 m/s
Çukurluğun yüksekliği	21.9 m
Bandları tahrik eden motorlar	56 kW üst bandı tahrik etmekte 56 kW alt bandı tahrik etmekte

7. SANDVIÇ KONVEYOR UYGULAMALARI

Yüksek açılı band konveyörlerin ilk test uygulamasına 1979-1980 yılında Almanya, AB.D ve Japonya da başlanmış olup, ilk prototip saha uygulamasına da 1983 yılında başlanmıştır. 1983 yılında yapılan bu ilk prototip uygulama ile ilgili veriler Çizelge 2 'de verilmiştir.

Bu ilk prototip saha uygulamasından sonra, ticari anlamda ilk uygulamaya 1984 yılının Nisan ayında ABDnin Wyoming eyaletindeki Triton taşkömürü ocağında başlanmıştır. Buradaki uygulamakla ilgili veriler Çizelge 3'de verilmiştir. 1987 yıkım Şubat ayında yine Wyoming eyaletinde bir diğer taşkömürü işletmesinde de sandviç tipi band konveyör uygulaması başlanmıştır. Buradaki uygulama ile ilgili veriler de Çizelge 4'de verilmiştir. Sandviç tipi band konveyörün Avrupa'daki ilk ticari uygulaması Yugoslavya da Majdenpek Bakır madeninde gerçekleştirilmiştir. Bu madendeki uygulamaya ilişkin veriler Çizelge - 5de verilmiştir. Daha sonraki yıllara ait endüstriyel uygulamak sırasıyla Çizelge 6,7 ve 8¹ de verilmiştir.

8. SONUÇLAR

Günümüzde ülkeler arasındaki rekabet, madencilik endüstrisini düşük maliyetle yüksek üretim yapmaya zorlamaktadır. Özellikle yüksek tenörlü madenlerin derinlere doğru gitmesi ve buna paralel ocak geometrisinin büyümesi neticesinde cevher ve dekapaj maliyetleri inanılmaz boyutlarda artış göstermiştir. Öyleki, bir açık işletmede işletme maliyetlerinin %50'den fazlasını sadece nakliyat maliyetleri oluşturabilmektedir. Bundan dolayı, nakliyat maliyeti konusundaki araştırmakdan ve uygulamakdan elde edilen sonuçlara göre band konveyörlerin tartışılmaz bir ekonomik üstünlüğe sahip olduğu ortaya konmuştur. Bütün bunlara üaveten, 1979 yılından günümüze kadar devamlı olarak geliştirilen ve bazı

açık işletmelerde de uygulama akıllı bulan sandviç üpi yüksek açılı band konveyörler, sözkonusu ekonomik üstünlüğe yeni bir boyut daha kazandırmıştır". Çünkü, normal band konveyörlerle ocak içi cevher nakliyatı mümkün olmayıp maksimum 18-20° eğimlere kadar çalışabilirken, yüksek açılı band konveyörlerle ocak içinde cevher nakliyatı mümkün olmuş ve çalışma eğimi 30 -60°ye kadar çıkmıştır. Kısaca, band konveyörlerin bir açık işletmenin hemen ha noktasında artık kamyon nakliyatına rakip durumda okluğu söylenebilir.

9. KAYNAKLAR

ATKINSON, T., 1985; " Surface Mining Lecturers Notes ", Nottingham University, (yayınlanmamıştır).

COLIJN, H., 1962; " Design Considerations for Belt-Conveyor Systems", Iron and Steel Engineering August.

DOS SANTOS, J.A , 1990; " High Angle Conveyors- HACs: A Decade of Progress Yields A Rock Solid Future", Bulk Solids Handling, v. 10, n. 3, s: 267-270, August.

DOS SANTOS, J.A veZTVORD, S., 1987; "In-pit Crushing and High Angle Conveying in Yugoslavia Copper Mine", International Journal of Surface Mining, s.97-104.

DOS SANTOS, J.A.veFRIZELL, E M , 1983; "Evolution of Sandwich Belt High Angle Conveyors ",CMBunetin,s:51-66,July.

KESİMAL, A, 1990;"The Comparison of Truck and High Angle Conveyor (HAQ in Surface Mine", Ms.c Thesis, Nottingham University, (yayınlanmamıştır).

RICHMOND, A, ATKINSON, T, ve SCOBLE, M, 1991; "Conveyor System Design and

Application for Surface Mining", CM Bulletin, November-December.

SEVİM, H, ve SHARMA, G, 1991; "Comparative Economic Analysis of Transportation Systems in Surface Coal Mines" International Journal of Surface Minings: 17-23.

SINGHAL, R.K., 1986; "Surface Mining Equipment Selection and Use are the Keys to Profit", World Mining Equipment, January

