

EREĞLİ KÖMÜRLERİ İŞLETMESİ'NDE KOZLU BÖLGESİNDEN ÇIKARILAN KÖMÜRLERİN ZONGULDAK MERKEZ LAVVARINA BANTLI KONVEYÖRLERLE TAŞINMASI

Adnan KONUK (*)
Şinasi ESKİKAYA()**

ÖZET

Ereğli Kömürleri İşletmesi Kozlu Bölgesi'nde üretilen yaklaşık 5000-5500 ton/gün'lük kömürün, deforme olan demiryolu yerine bantlı konveyörlerle Zonguldak Merkez Lavvarma taşınması etüd edilmiştir.

Yapılan fizibilite çalışmaları sonucu sahil yolunu takiben Kozlu-Zonguldak arasında 9 üniteden oluşan toplam 5100 metre uzunluğunda bantlı konveyörlerle günlük üretimin naklinin gerçekleştirilebileceği- anlaşılmıştır.

Konveyör bantı olarak «çelik telli multi-kord bant» seçildiğinde, tesislerin ilk yatırım giderleri 622.823.400 TL ve kömür naklinin fon başına birim maliyeti 66,31 TL olmuştur.

(*) Maden Yük. Müh. Anadolu Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., ESKİŞEHİR.
(**) Doç. Dr. Maden Yük. Müh., İTÜ Maden Fakültesi, İSTANBUL.

ABSTRACT

The transport of the coal produced at the Kozlu Mine of the Ereğli Coal Company as 5000-5500 tons per day has been investigated in connection to the transport with belt conveyors to the Zonguldak Central Coal Washing Plant instead of the transport by the deformed railway.

According to the results of feasibility studies, it is expected that with a 5100 metres conveyor belt, which consist of totally 9 units, following the shore of Kozlu - Zonguldak, the daily production could be transported.

When the «steel cable multi-cord belt» is preferred the investments cost is estimated to be 622.823.400 TL, and unit cost of coal transportation 66,31 TL per ton.

1. GİRİŞ

1.1. Varolan Tasıma Sistemindeki Güçlükler

Ereğli Kömürleri işletmesi Müessesesine bağlı bir üretim Bölgesi olarak 9km².lik bir alanda faaliyet gösteren Kozlu Bölgesinde, yeraltından günde 5000 - 5500 ton civarında üretilen tıvönan kömür, Uzun Mehmet - II kuyusu dibine 5 ton'luk vagonlarla getirilerek buradan 10 ton'luk skip ile yeryüzüne taşınmaktadır. Hazırlık lağımlarından çıkarılan günlük ortalama 400 ton taş da 5 ton'luk vagonlarla Uzun Mehmet -1 kuyusu dibine getirilip kafeslerle yeryüzüne taşınmaktadır.

Kozlu Bölgesinde üretilen kömür ve çıkarılan taşlar 50 ton'luk vagonlarla, üzerinde iki tünel bulunan ve halen varolan Zonguldak - Kozlu arasındaki Devlet Demiryolları hattından Merkez Lavvarına ve Kozlu sahiline taşınmaktadır.

Kozlu Bölgesi ile Zonguldak Merkez Lavvarı arası demiryolu hattı uzunluğu 6 km, Kozlu Bölgesi ile taşların döküldüğu sahil şeridi arası hat uzunluğu 4 km'dir. Kozlu Bölgesi ile Zonguldak arası bağlantıyı sağlayan demiryolu hattı üzerinde bulunan 2 tünden 1 nolu 274 metre II nolu da 1350 metre uzunluğundadır (Şekil 1).

Devlet Demiryolları hattı üzerinde bulunan iki tünelden 1350 metre uzunluklu büyük tünelde, yakınında kömür üretimi ile ilgili hiç bir çalışma yapılmamasına karşın büyük arıza deformasyon ve dökülmeler görülmektedir (1).

E.K.1. ve TCDD uzmanlarınca tünelde yapılan incelemelerde, tünelin yer yer deforme olduğu ve bazı kesimlerinde vagonların tünel duvarına sürtünerek geçtiği, tünel cidarındaki izlerden de anlaşılmıştır. Tünelin bir çok yerinden su damladığından demiryolu genel olarak çamurlu bir ortamda bulunmaktadır.

Tünelin bozulması üzerine E.K.İ. Jeoloji uzman'arınca tünel arazisinde yapılan etüdlere, sahada varolan 5 kadar faydan MtDi fayının halen aktivitesinin devam ettiği ve tüneli deformasyona uğrattığı kanısına varılmıştır. Ayrıca, EKİ Müessesesince yaptırılan jeofizik - rezistivite etüdü sonuçları da bu görüşü doğrulamıştır (1).

Aktif Midi fayının deforme ettiği tünelin arızası, civardaki kömür üretimi ilerledikçe artacaktır. Hatta diğer faylar da aktif hale gelebilecektir. Bu arada, üretim faaliyetlerinin doğal sonucu olarak göçük ve tasmanlarda sorunu arttıracığından, tünelin uzun süreli tamir - bakımı mümkün gözükmemektedir.

1.2. Bantlı Konveyörlerle Nakliye Tezinin Gerekçesi

Arızalanan II. Nolu tünelin uzun süre, ulaşım hizmet edemeyeceği, taşımanın aksamasıyla da Kozlu Bölgesinin üretim yapamaz duruma geleceği açıktır.

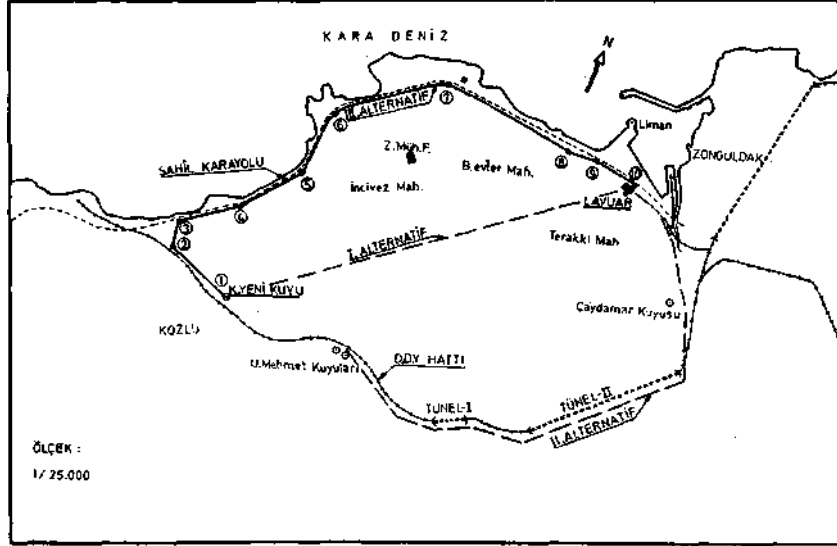
Kozlu Bölgesi üretim alan içinde kalan tünelleri korumak amacıyla topuk olarak 17.000.000 ton kömür rezervi bırakılmıştır (1). —200, —300 ve —425 katı hazırlık galerileri topuk hududuna kadar sürülmüş bulunmaktadır. Halen —560 katı hazırlıkları devam eden Bölgede, programlanan yıllık 2.000.000 ton kömür üretimi hiç bir zaman tamamen gerçekleştirilmemekte ve gün geçtikçe de üretim düşmektedir. Bölgede üretimin istenen düzeyde gerçekleştirilmesi için ivedi çözüm, tünel-topuk rezervlerinin devreye sokulması ile olanaklıdır. Bu ise Zonguldak - Kozlu demiryolu hattının iptal edilerek, yerine başka bir taşıma sisteminin tesis edilmesi ile olanaklı olabilir.

Çeşitli nakliye sistemleri içinde bantlı konveyörler «sürekli nakliyatı» gerçekleştirmeleri, elektrik enerjisi ile tahrik edilmele-

ri, emniyetli, güvenilir ve fleksibil olmaları nedeniyle Kozlu Bölgesi kömürlerinin Zonguldak Merkez Lavvarına taşınmasında kullanılabilir.

2. NAKLİYE GÜZERGAHININ SEÇİMİ

Nakliye hattı güzergâhının başlangıç noktası, gelecekte yeraltından yerüstüne kömür naklini gerçekleştirecek ve halen kazı işlemleri devam eden Kozlu Yeni Kuyu alınacak, bitiş noktası ise Zonguldak Merkez Lavvarı olacaktır (Şekil 1).



Sekil 1- Zonguldak - Kozlu arası var olan demiryolu hattı ve bantlı konveyör nakliyat alternatifleri.

I. alternatif olarak ele alınan, iki nokta arası direkt nakliye hattı uzunluğu 3475 metredir. Fakat, arazinin aşırı yükselti ve engebeli olması, büyük yerleşim bölgelerine rastlaması nedeniyle bantlı konveyör tesislerinin kurulamayacağına karar verilmiştir.

II. alternatif olarak, eski demiryolu hattına paralel bir nakliye güzergahında da nakliye uzaklığı yaklaşık 5800 metre'dir. Ayrıca arazi aşırı yükselti ve engebelidir. Arazide çok fazla yol düzeltme (hafriyat ve dolgu) çalışmaları yapmak gerekmektedir. Bundan başka, büyük yükseltilere bantlı konveyörlerle nakliyatta

motor gücü gereksinimleri artacak ve dolayısıyla ilk yatırım ve enerji giderleri artacaktır.

III. alternatif olarak sahilden seçilen güzergah uzunluğu 5100 metredir. Bu güzergahta, çok az bir kamulaştırma işlemi yaparak ve yerleşim yerlerine fazla zarar vermeden nakliye yapmak olanaklıdır. Saptanan sahil yolu nakliye güzergahında ortalama 50.000 m³'lük kazı yapılması yeterli olmaktadır. Sahil güzergahında büyük yükseltilerin olmamasından da, nakliyatın diğer güzergah alternatiflerinden daha ekonomik olacağı tahmin edilebilmektedir. Bu nedenlerden dolayı Kozlu-Zonguldak arası sahilden nakliye güzergahı seçilmiştir.

Seçilen nakliye güzergahında nakliye üniteleri, arazi topografyasına ve yerleşim alanlarına uygun olarak 9 kısımdan meydana gelmektedir. Nakliye güzergahının düzenlenmesi sırasında, Yeni Kuyu çıkışından yaklaşık 125 metre sonra Kozlu Köprüsü üzerine üst geçit yapılması düşünülmektedir.

3. BANTLI KONVEYÖRLERLE NAKLİYAT SİSTEMİ ALTERNATİFLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bantlı konveyörlerle taşımada sistemin esasını, iki tambur arasına gerdirilen sonsuz bantın sürtünme kuvveti yardımıyla hareket ettirilmesi oluşturur. Sürtünme kuvveti, bir motor tarafından tahrik edilen bir ya da birkaç tambur ve bir-iki vinç ile çekilen iki sonsuz halat yardımıyla olmak üzere iki şekilde sağlanmaktadır. Materyali taşıyan konveyör bantı, çeşitli malzemelerden yapılmakta olup, dayanım ve kullanım ömrüne göre nakliye ekonomisine etkisi değişir.

Bantlı konveyör nakliyatı olanaklarının araştırılması sonucu, dünyada popüler olarak kullanılan ve ekonomiklikleri tartışılan üç tür bantlı konveyör sistemi saptanmıştır :

- Klasik tekstil bantlı konveyörler
- Çelik telli kord bantlı konveyörler
- Halatlı bant konveyörler

Bantlı konveyör sistemlerinin tesis ve işletme maliyetleri üzerine etki eden faktörler çok çeşitlidir. Bantlı konveyörlerin ekonomikliği hakkında kesin karar verebilmek için ilk yatırım ve işletme dönemi giderlerinin detaylı olarak etüd edilmesi gerekir.

Bununla birlikte sistem seçimini hızlandırmak ve ekonomiklik hakkında ön bilgiler elde edebilmek için, bu konuda yayınlanmış rapor ve yazılar değerlendirilerek bantlı konveyör sistemleri ekonomik ve teknik olarak karşılaştırılmıştır.

3.1. Ekonomik Karşılaştırma

Nakliye uzaklığının minimum kademedeki tesis edilmesi ile tahrik istasyonu, tambur tertibatları ve gerdirme donanımları azaldığından, ilk yatırım işçilik ve enerji giderleri oldukça azalır. Tesis edilecek tek tahrikli kademe uzunluğu bantın yapısına ve tahrik şekline göre değişir. Klasik tekstil bantlarla 1-2 km'ye, çelik kordlu bantlarla 4 km'ye, halatlı bantlarla 16 km'ye, kadar tek kademe nakliye yapılabilmektedir (2,3,4).

— İlk yatırım giderleri, çelik kordlu bant konveyörlerinin klasik-tekstil bantlılardan yaklaşık %40, halatlı bantlılardan %20 daha pahalı olduğu saptanmıştır (5).

— Enerji tüketim giderleri, halatlı bant konveyörlerinde klasik konveyörlere göre hareketli parçaların ağırlığı ve sürtünme az olduğundan (uzun mesafelere tek kademe malzeme taşınabildiğinden) %30-40 oranında daha azdır (5, 6). Çelik kordlu bantlarla yüksek gerilme kuvvetleri, klasik bantlara nazaran ince ve birim ağırlığı az olan çelik bantlarla taşındığından enerji giderleri % 10-15 daha azdır.

— Aralarında pek büyük farklılıklar olmamakla birlikte tamir-bakım açısından en ekonomisi halatlı bant konveyörleridir (7). Boylamasına çelik kordlu bantlarda ise ani ve aşırı yüklemelerde < yırtılmalar olduğunda tamir-bakım masrafları klasik bantlılardan fazla olmaktadır. Fakat çelik telli multi - kord bantlar (çelik örgülü bant) da sakınca yoktur.

— Bantlı konveyörlerin uzun mesafelere, tek kademe taşıma yapabilme kabiliyetleri ile fazlalık transfer noktaları ortadan kalktığından, işçi gereksinimi de azalır. Bu nedenle, işçilik açısından en ekonomik sistem halatlı bantlardır. İkincisi çelik kordlu bantlardır. En fazla işçi gereksinimi ise klasik tekstil bant konveyörlerinde olmaktadır.

3.2. Teknik Karşılaştırma

— Halatlı sistemde bant makaralar üzerinden geçirilmediğinden, malzemenin banttaki hafif dökülme eğilimine karşı, titre-

şim az olduğundan bant boyunca toz oluşumu diğer sistemlerden az olur. Transfer noktalarının azalmış olması da toz oluşumunu azaltıcı etki yapar. Çelik kordlu bant sisteminde de klasik tekstil bantlılardan daha az toz oluşur.

— Bantlı konveyör tesislerinde gürültü kaynakları genellikle taşıyıcı ve dönüş makara grupları ile tahrik ünitelerinin çıkardığı seslerdir. Bunların sayılarında olacak azalma ile birlikte gürültü de azalır. Buna göre, en iyi sistem halatlı bant, ikincisi çelik kordlu bant, konveyörleridir. En fazla gürültüyü klasik tekstil bantlar çıkarır.

— Bantların ekleme kolaylığı açısından en iyisi yine halatlı bantlılardır, çünkü banta tahrik gerilmesi verilmediğinden düşük gerilmeli eklemeler yapılmaktadır. Çelik kordlu bantlarda da karkas yapı tek katlı olduğundan eklenmeleri klasik bantlardan daha kolay olur.

— Halatlı bantlar tekneleşebilme kabiliyetleri açısından pek güvenilir değildir. Yapılarında bulunan enlemesine takviye telleri ve yanlardan halat ile tahrik nedeniyle diğer sistemlere oranla iyi bir tekneleşme elde edilemez. Klasik tekstil ve çelik kordlu bantlar kolaylıkla tekneleşerek istenen kapasitedeki malzemeyi emniyetle taşıyabilirler.

— Yüksek gerilmeli yapılan klasik ve çelik kordlu bant sistemleri değişen yüklerde ve kıvrımlarda (yatay ve dikey) çok zorlukla bir ayarda tutulur. Halatlı bantlılarda ise halat ile bant bağlantısı serbest olduğundan yalnız makaraların konumları değiştirilerek ayarlanabilir (8, 9).

3.3. Bantlı Konveyör Sisteminin Seçimi

Yapılan çalışmada, klasik tekstil bantlar, çelik kordlu bantlar ve halatlı bantlar arasında yapılan ekonomik ve teknik karşılaştırmalar sonucu, her ne kadar halatlı sistem birçok bakımlardan avantajlı çıkmışsa da, Zonguldak-Kozlu arası direkt nakliye güzergahının fazla engebeli olması, sahil yolunda fazla yatay kıvrım bulunması dolayısıyla, kurulabilecek bantlı konveyör tesislerinin genelde kısa mesafeli ve birkaç üniteli olmasını gerektirdiğinden, halatlı bant sisteminin kullanım avantajları ortadan kalkmaktadır. Halatlı bant sistemlerinin ekonomik üstünlükleri, ancak ünite

Dant boyunun mümkün olduğu kadar uzun olması ile söz konusu olmaktadır (10).

Yurtiçinden sağlanabilme durumları da gözönüne alınarak, yapılan tüm değerlendirmeler sonucu, en uygun bant tes'isi tipinin çelik telli mülti - kord bant olduğuna karar verilmiştir. Hesaplamalar bölümünde, ayrıca çelik telli mülti-kord bant ile klasik-sentetik dokuma bantlar arasında detaylı bir karşılaştırma yapılacaktır.

4 TEKNİK TASARIM

4.1. Bant Genişliğinin Saptanması

Bant genişliği, taşınacak malzemenin kapasitesi ve parça boyutuna göre saptanabilir. Ayrıca, bant genişliğini taşınacak malzemenin (tövönan kömür) özelliğine göre seçilen bant hızı da etkiler. Bant genişliği Ek'deki amprik formülle (üçlü makara grubu ve yan makaraların 20° eğimli olduğu kabul edilerek) hesaplanmış olup,

$$B = 0,795 \text{ metre} \dots \dots \dots \text{bulunmuştur.}$$

Ban standartlarına göre ise (ST 547) $B = 800 \text{ mm}$ 'lik bant genişliği seçilmiştir.

4.2. Bant Genişliğine Uygun Parça Boyutunun Saptanması

Sınıflandırılmamış malzemeler için maksimum parça boyutu ile bant genişliği arasındaki ilişkiyi veren formül aşağıdaki gibidir :

$$B^3,3 \times a + 200 \dots \dots \dots (\text{mm}) \quad (2)$$

Burada,

$$B = \text{Bant genişliği, (= 800 mm)}$$

$$a = \text{Maksimum parça boyutu, (mm)}$$

Bant genişliğine göre maksimum parça boyutu,

$$800^3,3 \times a + 200$$

$$a \hat{=} 181,8 \text{ mm}$$

$$a = 180 \text{ mm}$$

Banta yüklenecek olan kömürü 180 mm'nin altına kırarak bir kırıcı bant yükleme noktasına konulmalıdır.

4.3. Makara Çapları, Aralıkları ve Ağırlıkları

Bant genişliğine ve parçalanmış kömürün yoğunluğuna bağlı olarak çizelgelerden (Ek Çizelge 4) aşağıdaki değerler bulunmuştur.

| | |
|----------------------------------|-------------------|
| Taşıyıcı (üst) makara aralıkları | = 1300 mm |
| Dönüş (alt) makara aralıkları | = 3000 mm |
| Makara Çapları | = 133 mm |
| Taşıyıcı makaraların uzunlukları | = 315 mm |
| Dönüş makaralarının uzunlukları | = 950 mm |
| Taşıyıcı makaraların ağırlığı | = 18,6 kg. |
| Dönüş makaralarının ağırlığı | = 16,0 kg. |

4.4- Güç, Band Kollarındaki Gerilmelerin ve Gerdirme Kuvvetlerinin Hesaplanması

Bantlı konveyör ünitelerinin gücü ve bant kollarına ge'nen gerilme kuvvetlerinin hesaplanmasında kullanılan formüller Ek' de verilmiş olup, hesaplama sonuçları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Gerdirme kuvvetlerinin hesaplama sonuçları da Çizelge 2'de verilmiştir.

4.5. Bantın Seçimi

Bant kollarındaki gerilme kuvvetlerinin maksimum olduğu değerler, bant karkasının seçiminde ana etken olmaktadır. Bant kopma mukavemetleri aşağıdaki formüllerle hesaplanmış olup sonuçlar. Çizelge 3'de verilmektedir.

$$T_{cm} = \frac{T_{max}}{B}, (kg/cm)$$

$$T_m = T_{cm} \times 1,40, (kg/cm)$$

$$T_{km} = T_m \times N, (kg/cm)$$

Çizelge 1 – Bantlı Konveyör Tesisleri için Gerekli Motor Güçleri ve Bant Kollarındaki Gerilmelerin Dağılımı

| Konveyör | Konveyör Uzunluğu | Nakliye kat farkı | Üst koldaki direnç kuvvetleri | Alt koldaki direnç kuvvetleri | Effektif tahrik kuvveti | Tahrik Gücü | Bant Kollarındaki Gerilmeler (*) | | | | | |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|
| | | | | | | | Motor Gücü | Bant Kollarındaki Gerilmeler (*) | | | | |
| | L (m) | H (m) | F _u (kg) | F _a (kg) | P (kg) | N ₁ (HP) | N _m (kw) | T ₁ (kg) | T ₂ (kg) | T ₃ (kg) | T ₄ (kg) | |
| 1- 2 | 520 | + 5,0 | 930,5 | 207,3 | 1395,3 | 37,2 | 52,5 | 39,2 | 1511,5 | 116,2 | 263,5 | 263,5 |
| 2- 3 | 210 | + 5,0 | 473,7 | 105,5 | 836,7 | 22,3 | 31,5 | 23,5 | 906,4 | 69,7 | 860,9 | 860,9 |
| 3- 4 | 490 | + 10,0 | 1088,2 | 226,8 | 1760,0 | 46,9 | 66,3 | 49,4 | 1906,7 | 146,7 | 253,5 | 253,5 |
| 4- 5 | 580 | -10,0 | 1128,6 | 203,3 | 816,9 | 21,8 | 30,8 | 23,0 | 885,0 | 68,1 | 561,7 | 561,7 |
| 5- 6 | 550 | +20,0 | 1131,1 | 252,0 | 2413,1 | 64,4 | 90,9 | 67,8 | 2614,2 | 201,1 | 213,1 | 213,1 |
| 6- 7 | 920 | +20,0 | 1574,4 | 350,7 | 2955,1 | 78,8 | 111,3 | 83,0 | 3201,4 | 246,3 | 3090,7 | 3090,7 |
| 7- 8 | usa | -35,0 | 2049,1 | 465,6 | 712,2 | 19,0 | 26,8 | 20,0 | 771,6 | 59,4 | 945,0 | 945,0 |
| 8- 9 | 270 | — | 567,2 | 126,3 | 693,5 | 18,5 | 26,1 | 19,5 | 751,3 | 57,8 | 625,0 | 625,0 |
| 9-10 | 380 | - 5,0 | 739,0 | 164,6 | 646,1 | 17,2 | 24,3 | 18,1 | 670,0 | 53,8 | 278,5 | 278,5 |

(*) Bant kollarındaki gerilme sembollerinin anlamı :

- T_1 : Tahrik tarafındaki gergin kol gerilmesi,
- T_2 : Tahrik tarafındaki gevşek kol gerilmesi,
- T_3 : Dönüş tamburu tarafındaki gevşek kol gerilmesi,
- T_4 : Dönüş tamburu tarafındaki gergin kol gerilmesi.

Çizelge 2 — Gerdirme Kuvveti Hesaplama Sonuçları

| Konveyör No. | Nakliyat Şekli (*) | Gerdirme Yeri (**) | Gerdirme Kuvveti (kg) |
|--------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 1- 2 | Yukarı | KT | 929 |
| 2- 3 | Yukarı | KT-TT | 176 |
| 3- 4 | Yukarı | KT | 969 |
| 4- 5 | Aşağı | DT | 881 |
| 5- 6 | Yukarı | KT | 1179 |
| 6- 7 | Yukarı | KT | 1745 |
| 7- 8 | Aşağı | KT | 1592 |
| 8- 9 | Yatay | KT-TT | 146 |
| 9- 10 | Aşağı | KT | 599 |

(*) Terimlerin anlamları :
 Yukarı : Nakliyatın aşağıdan yukarı yapıldığı,
 Aşağı : Nakliyatın yukarıdan aşağı yapıldığı,
 Yatay : Nakliyatın yatay bir konumda yapıldığını belirtir.

(**) Parametrelerin anlamları :
 KT : Kuyruk tamburu tarafından gerdirme
 KT-TT : Tahrik tamburlarının bulunduğu kuyruk tamburu tarafından gerdirme,
 DT : Dökücü tambur tarafından gerdirme.

Çizelge 3 — Bant Kopma Mukavemetlerinin Hesaplanmış Sonuçları

| Konveyör No. | Max. Çekme Kuvveti | Bantın Çekme Mukavemeti | Emniyetli Çekme Mukavemeti | Kopma Mukavemeti |
|--------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|
| | $T_{m,k}$ (kg) | T (kg/cm) | T (kg/cm) | T_b (kg/cm) |
| 1- 2 | 1511,5 | 18,9 | 26,5 | 265 |
| 2- 3 | 906,4 | 11,3 | 15,8 | 158 |
| 3- 4 | 1906,7 | 23,8 | 33,3 | 333 |
| 4- 5 | 885,0 | 14,8 | 20,7 | 207 |
| 5- 6 | 2614,2 | 32,7 | 45,8 | 458 |
| 6- 7 | 3201,4 | 40,0 | 56,0 | 560 |
| 7- 8 | 945,0 | 11,8 | 16,5 | 165 |
| 8- 9 | 751,3 | 9,4 | 13,2 | 132 |
| 9-10 | 670,0 | 8,4 | 11,8 | 118 |

Çizelge 4 — Bantlı Konveyör üniteleri İçin Seçilen Tekstil (Sentetik) Bantların özellikleri

| Konveyör No. | Karkas Dokusu Cinsi (*) | Doku Kat Adedi | Minimum Kopma Mukavemeti | | Kaplama Kauçuk Kalınlıkları | | Kaplama Kauçuğu Kopma Dayanımı (kg/cm*) | Bantın Toplam Kalınlığı (mm) |
|--------------|-------------------------|----------------|--------------------------|----------------|-----------------------------|----------|---|------------------------------|
| | | | Çözüde (kg/cm) | Atkıda (kg/cm) | Üst (mm) | Alt (mm) | | |
| 1- 2 | KN 75 | 4 | 300 | 140 | 4,0 | 2,0 | 200 | 11-12 |
| 2- 3 | KN 75 | 4 | 300 | 140 | 4,0 | 2,0 | 200 | 11-12 |
| 3- 4 | KN 75 | 5 | 375 | 175 | 4,5 | 2,0 | 260 | 13-14 |
| 4- 5 | KN 75 | 4 | 300 | 140 | 4,0 | 2,0 | 200 | 11-12 |
| 5- 6 | KN 120 | 5 | 550 | 250 | 4,5 | 2,0 | 260 | 13-14 |
| 6- 7 | KN 160 | 4 | 600 | 240 | 4,5 | 2,0 | 260 | 12-13 |
| 7- 8 | KN 75 | 4 | 300 | 140 | 4,0 | 2,0 | 200 | 11-12 |
| 8- 9 | KN 75 | 4 | 300 | 140 | 4,0 | 2,0 | 200 | 11-12 |
| 9-10 | KN 75 | 4 | 300 | 140 | 4,0 | 2,0 | 200 | 11-12 |

I/) Karkas dokusu sembollerinin anlamı :

K : Kord bezi

N : Naylon

Burada,

T_{cm} = Bantın çekme mukavemeti, (kg/cm)

T_{max} = Maksimum çekme kuvveti, (kg)

T_{em} = Emniyetli çekme mukavemeti, (kg/cm)

T_{km} = Kopma mukavemeti, (kg/cm)

Hesaplanan kopma mukavemeti değerlerine göre, imalât kataloglarından seçilen tekstil (sentetik kord dokulu) ve çelik telli mülti - kord bantların özellikleri Çizelge 4 ve 5'de verilmektedir.

Çizelge 5—Bantlı Konveyör üniteleri için Seçilen Çelik Telli Mülti - Kord Bantların özellikleri.

| Konveyör No. | Kord Karkas Mukavemeti | | Kord Kalınlığı (nun) | Kord Ağırlığı (k*/m*) | Bantın Tipi |
|--------------|------------------------|---------------|----------------------|-----------------------|-------------|
| | Boyuna (kg/cm) | Enine (kg/cm) | | | |
| 1- 2 | 350 | 63 | 3,0 | 1,6 | ST 350 |
| 2- 3 | 350 | 63 | 3,0 | 1,6 | ST 350 |
| 3- 4 | 350 | 63 | 3,0 | 1,6 | ST 350 |
| 4- 5 | 350 | 63 | 3,0 | 1,6 | ST 350 |
| 5- 6 | 500 | 63 | 3,0 | 2,15 | ST 500 |
| 6- 7 | 630 | 63 | 3,0 | 2,65 | ST 630 |
| 7- 8 | 350 | 63 | 3,0 | 1,6 | ST 350 |
| 8- 9 | 350 | 63 | 3,0 | 1,6 | ST 350 |
| 9-10 | 350 | 63 | 3,0 | 1,6 | ST 350 |

(*) 1 mm kalınlıklı kaplama kauçuğu ağırlıkları 1,4 kg/m²'dir.

4.6. Tambur Çaplarının Bulunması

Tambur çapları, seçilen bantın yapısına bağlı olarak tekstil ve çelik telli mülti - kord bantlar için ayrı ayrı bulunmuştur.

a) Tekstil karkaslı bantlar için;

(1-2), (2-3), (4-5), (6-7), (7-8), (8-9), (9-10) no lu bantlı konveyörler için seçilen bantın tabaka katsayısı 4 olduğundan Tahrik Tamburları Çapı $D_1 = 500$ mm, Yardımcı Tambur Çapı $D_2 = 400$ mm bulunmuştur.

(3 - 4) ve (5 - 6) no lu bantlı konveyörler için seçilen bantın tabaka katsayısı 5 olduğundan Tahrik Tamburları Çapı $D_1 = 500$ mm. bulunmuştur.

b) Çelik telli mülti - kord bantlar için;

(1-2), (2-3), (3-4), (4-5), (7-8), (8-9), (9-10) no lu konveyör tesisleri için (ST 350) :

| | |
|--|----------|
| Tahrik tamburları çapları | 315 mm. |
| Yardımcı tambur çapları | 250 mm. |
| (5 - 6) ve (6 - 7) no lu konveyör tesisleri için | (ST 500) |
| Tahrik tamburları çapları | 380 mm. |
| Yardımcı tambur çapları | 300 mm. |

4.7. Yükleme Bantları Tasarım Sonuçları

Kömürü silolardan banta yüklemede kullanılmak üzere 10 m uzunluğunda, 410 t/h kapasiteli, **1200** mm. genişliğinde 2 adet «yükleme bantı» tasarlanmıştır.

5. EKONOMİK ANALİZ

Bu bölümde, bantlı konveyörlerin nakliyatta ilk yatırım ve işletme dönemi giderleri (malzeme ve yedek parça gereksinimi, enerji tüketimi, işçilik ve personel giderleri, bakım ve onarım giderleri, amortismanlar) hesaplanarak taşınan malzemenin ton başına maliyeti bulunacaktır.

öncelikle, ilk yatırım ve malzeme gereksinimi giderlerini önemli oranda etkileyeceği sanılan bantın ekonomik olarak seçimi yapılacaktır.

5.1. Ekonomik Olarak Bant Seçimi

Konveyör tesisleri için seçilen bant tipleri ve gerekli bant uzunlukları Çizelge 6'da, konveyör bantları ilk yatırım giderleri Çizelge 7'de ve bantların amortisman masrafları karşılaştırmasında Çizelge 8'de verilmektedir.

Çizelge 6 — Konveyör Tesisleri için Seçilen Bant Tipleri ve Uzunlukları.

| Konveyör No. | Konveyör uzunluğu (m) | Gerekil Bant uzunluğu (m) | Seçilen Kord Sentetik | Bantlar Çelik |
|--------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|
| 1- 2 | 520 | 1050(*) | KN 75/4 | ST 350 |
| 2- 3 | 210 | 430 | KN 75/4 | ST 350 |
| 3- 4 | 490 | 990 | KN 75/4 | ST 350 |
| 4- 5 | 580 | 1170 | KN 75/4 | ST 350 |
| 5- 6 | 550 | 1110 | KN 120/5 | ST 500 |
| 6- 7 | 920 | 1850 | KN 160/4 | ST 630 |
| 7- 8 | 1180 | 2370 | KN 75/4 | ST 350 |
| 8- 9 | 270 | 550 | KN 75/4 | ST 350 |
| 9-10 | 380 | 770 | KN 75/4 | ST 350 |

(*) Gerekil bant uzunlukları = $2L + 10 = 2 \cdot 520 + 10 = 1050$ m şeklinde hesaplanmıştır.

Çizelge 7 — Konveyör Bantları ilk Yatırım Giderleri.

| Bantın Tipi | Toplam bant uzunluğu (m) | Bantın birim fiyatı (TL/m) | Toplam Bant ilk yatırımı (1000 TL) |
|-------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| KN 75/4 | 6340 | 11.700 | 74.178 |
| KN 75/5 | 990 | 12.000 | 11.880 |
| KN 120/5 | 1110 | 13.000 | 14.430 |
| KN 160/4 | 1850 | 15.000 | 27.750 |
| TOPLAM | — | — | 128.238 |
| ST 350 | 7330 | 14.600 | 107018 |
| ST 500 | 1110 | 16.250 | 18.037,5 |
| ST 630 | 1850 | 19.500 | 36.075 |
| TOPLAM | — | — | 161.130,5 |

Çizelge 8 — Bantların Amortisman Masrafları Karşılaştırması.

| Bantın Tipi | İlk yatırım Tutarı (1000 TL.) | Bantların Ortalama ömrü (Yıl) | Amortisman Oran (%) | Yıllık Amortisman Tutarı (1000 TL.) |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Sentetik kord | 128238 | 4 | 25 | 32 059,5 |
| Çelik kord | 161130,5 | 10 | 10 | 16113,05 |

Yıllık ortalama nakliye kapasitesi = 2 000 000 Ton/yıl
Bant ilk yatırımının taşınan kömürün tonu başına şarjı :

$$\text{Sentetik kord bant şarjı} = \frac{32\ 059\ 500}{2\ 000\ 000} = 16,03 \text{ TL/Ton}$$

$$\text{Çelik kord bant şarjı} = \frac{16\ 113\ 050}{2\ 000\ 000} = 8,06 \text{ TL/Ton}$$

Çelik telli multi kord bantın ilk yatırım tutarı, sentetik (naylon) kordlu'nunkinden yaklaşık %25 daha fazla olmasına karşın, ömrünün 2,5 kat fazla olması nedeniyle yıllık amortisman masrafı < 50 daha azdır. Bu nedenle tasarımı yapılan bantlı konveyör tesisleri için, ekonomik olarak da daha üstün olan «Çelik telli multi-kord bantlar» seçilmiştir.

5.2. İlk Yatırım Giderleri

İlk yatırım giderleri detaylı şekilde hesaplanarak sonuçlar Çizelge 9'da verilmekte olup, toplam ilk yatırım giderleri 622 823 400 TL'dir.

Çizelge 9 — İlk Yatırım Giderleri

| Yatırımın Cinsi | Birim Fiyatı (TL) | Miktarı | Tutar (1000 TL.) |
|-------------------------------------|-------------------|-----------|------------------|
| Nakliye Bantı (ST 350) | 14.600 | 7330 m. | 107.018,0 |
| Nakliye Bantı (ST 500) | 16.250 | 1110 m. | 18 037,0 |
| Nakliye Bantı (ST 630) | 19.000 | 1850 m. | 36.075,0 |
| Yükleme Bantı (ST 630) | 19.000 | 44 m. | 858,0 |
| Nakliye konveyör tesisleri (*) | 48.750 | 5100 m. | 248.625,0 |
| Yükleme konveyör tesisleri (*) | 50.000 | 20 m. | 1.000,0 |
| Dönel Kırıcı (210 ton/h) | 6.500.000 | 2 | 13.000,0 |
| Enerji nakil hattı (5,1 lan) | — | — | 13.767,0 |
| Aydınlatma donanımı | — | — | 6.842,2 |
| Haberleşme tesisleri | 260 | 5100 m. | 1.326,0 |
| Koruyucu örtü kaplama | — | — | 57.000,0 |
| Elektrik motorları | — | — | 3.557,8 |
| Redüktörler | — | — | 9.555,0 |
| Silolar (6 x 1000 mS) | — | - — | 14.442,1 |
| Nakliye yolu hafriyatı | 650 | 50.000 m» | 32.500,0 |
| Üst geçit (100 m) | — | — | 2.600,0 |
| İlk Yatırım Giderleri Toplamı | | | 566.203,1 |
| Beklenmeyen Giderler (% 10) | | | 56.620,3 |
| TOPLAM İLK YATIRIM GİDERLERİ | | | 622.823,4 |

(*) Konveyör tesisleri yatırımına motor ve redüktörler dahil değildir.

5.3. Yıllık İşletme Dönemi Giderleri

Çizelge 10'da görüldüğü gibi yıllık toplam malzeme giderleri 16 924.900 TL, enerji sarfiyatı 18.571.800 TL, işçilik ve personel giderleri 33.450.000 TL, tamir ve bakım giderleri 4.688.000 TL. (Çizelge 11), amortisman giderleri 58.724.000 TL, (Çizelge 12), genel giderler 256.000 TL. olmak üzere «Toplam Yıllık İşletme Dönemi Giderleri» 132 614 700TL'dir.

Çizelge 10 — Yıllık İşletme Dönemi Giderleri (1)

| | |
|--|--------------------|
| a) Malzeme Giderleri | |
| 1) Çeşitli yedek parça (2) | 6.418.900 TL/yıl |
| 2) Malzeme giderleri | |
| — Bantlar | 8.100.000 > |
| — Makaralar | 1.823.000 » |
| — Yağ sarfiyatı | 583000 > |
| TOPLAM MALZEME GİDERLERİ | 16924.900 TL/yıl |
| b) Enerji sarfiyatı | 18571.800 » |
| 1) işçilik | 21.900.000 TL/yıl |
| 2) Personel | 600.000 » |
| 3) Sosyal Yardımlar | 10.950.000 > |
| TOPLAM İŞÇİLİK VE PERSONEL GİDERLERİ | 33450.000 TL/yıl |
| d) Tamir - Bakım Giderleri (2) | 4.688.000 > |
| e) Amortismanlar (3) | 58.724.000 » |
| f) Genel Giderler (4) | 256,000 > |
| TOPLAM YILLIK İŞLETME DÖNEMİ GİDERLERİ | 132.614.700 TL/yıl |

(1) Tesis ilk yatırımının sağlanabileceği kaynaklar belirli olmadığından faiz giderleri dahil edilmemiştir. Çeşitli vergi ve harçlar kömür üretimi yıllık işletme dönemi giderlerine dahil edildiğinden ayrıca bantlı konveyör nakliyatı için gözönüne alınmamıştır.

(2) Tamir-Bakım ve yedek parça giderleri Çizelge 11'de detaylı bir şekilde verilmiştir.

(3) Amortisman giderleri detaylı olarak Çizelge 12'de verilmiştir.

(4) Genel giderler, nakliye ve yükleme konveyör tesisleri, bantları, elektrik motorları, redüktörler, kırıcılar, silolar, koruyucu örtü kaplama ve üst geçit ilk yatırım giderlerinin % 0,05'lik mali mesuliyet sigorta giderleri gözönüne alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 11 — Tamir - Bakım ve Yedek Parça Giderleri. (1000 TL.)

| | Toplam Bedel (TL) | Yedek Parça Oran C% | Tutan (TL) | Tamir Bakım Oran {%} | Tutarı (TL) |
|---|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Elektrik motorları | 3.557,8 | 2,0 | 71,2 | 1,3 | 46,3 |
| Redaktörler | 9.555,0 | 2,0 | 191,1 | 1,3 | 124,2 |
| Dönel Kınalar (2 x 210 ton/h) | 13.000,0 | 6,5 | 845,0 | 5,0 | 650,0 |
| Silolar (6 x 1000 m ²) | 14.442,1 | 0,2 | 28,9 | 0,1 | 14,4 |
| Nakliye bantı tesisleri (5100 m) | 248.625,0 | 2,0 | 4.972,5 | 1,3 | 3232,1 |
| Yükleme bantı tesisleri (20 m) | 1.000,0 | 2,0 | 20,0 | 1,3 | 13,0 |
| Enerji nakli hattı | 13.767,0 | — | — | 2,5 | 344,2 |
| Haberleşme tesisleri | 1.326,0 | — | — | 2,5 | 33,2 |
| Koruyucu örtü kaplama | 57.000,0 | 0,2 | 114,0 | 0,1 | 57,0 |
| Aydınlatma donanımı | 6.842,2 | 23 | 171,0 | 2,5 | 171,0 |
| Üst Geçit | 2.600,0 | 0,2 | 5,2 | 0,1 | 2,6 |
| TOPLAM GİDERLER | 371.7151 | — | 6418,9 | — | 4688,0 |

Çizelge 12 — Yıllık Amortisman Giderleri.

| Yatırım Cinsi | Toplam İlk Yatırım (1000 TL.) | Amortisman Oranı | Yıllık Amortisman Tutarı (1000 TL.) |
|------------------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| Nakliye Bantı (ST 350)' | 107.018,0 | 10 | 10.701,8 |
| Nakliye Bantı (ST 500) | 18.037,0 | 10 | 1.803,7 |
| Nakliye Bantı (ST 630) | 36.075,0 | 10 | 3.607,5 |
| Yükleme Bantı (ST 630) | 858,0 | 10 | 85,8 |
| Nakliye Konveyör Tesisleri | 248.625,0 | 12 | 29.835,0 |
| Yükleme Konveyör Tesisleri | 1.000,0 | 12 | 120,0 |
| Dönel Kırıcılar (2 x 210 ton/h) | 13.000,0 | 10 | 1.300,0 |
| Enerji nakil hattı | 13.767,0 | 6 | 826,0 |
| Aydınlatma donanımı | 6.842,0 | 6 | 410,5 |
| Haberleşme tesisleri | 1.326,0 | 6 | 79,6 |
| Koruyucu örtü kaplama | 57.000,0 | 5 | 2.850,0 |
| Elektrik motorları | 3.557,8 | 12 | 427,0 |
| Redaktörler | 7.350,0 | 12 | 882,0 |
| Silolar (6 x 1000 m ³) | 14.442,1 | 5 | 722,1 |
| Üst geçit (100 m) | 2.600,0 | 5 | 130,0 |
| Beklenmeyen Giderler (*) | 56.620,3 | 8,73 | 4.943,0 |
| TOPLAM GİDERLER | | | 58.724,0 |

(*) Beklenmeyen giderlerin amortisman oranı, diğer yatırımların amortisman oranları toplamının aritmetik ortalamasına göre hesaplanmıştır.

5.4. Bantlı Konveyör Nakliyatının Birim Maliyeti

Yılda ortalama 2 000 000 ton kömür nakledilmesi planlandığından, nakliyatın birim maliyeti :

$$\frac{132614700}{2000000} = 66,31 \text{ TL/Ton'dur.}$$

6. SONUÇLAR

a) Günde 5000-5500 ton civarında üretilen Kozlu Bölgesi kömürlerinin halen kullanılmakta olan demiryolu hattı yerine bantlı konveyörlerle taşınması ile deforme olmaya devam eden tünellerin ağır bakım masraflarından kurtulacağı gibi, tünel topuklarında kalan 17 milyon ton'luk kömür rezervi de işletilebilir. Bu sayede de var olan nakliyattaki aksamalar ve üretim programlarının gerçekleştirilmesindeki zorluklar ortadan kalkacaktır.

b) Bantlı konveyör üniteleri araziye kolaylıkla monte edilebileceğinden, nakliye güzergahının düzenlenmesi çalışmaları kısa sürede bitirilerek proje hızla gerçekleştirilebilecektir.

c) Nakliye güzergahı, sahil yoluna paralel olarak seçildiğinden ve konveyör ünite mesafeleri mümkün olduğu kadar uzun tutulduğundan, enerji sarfiyatı maliyeti, kömürün tonu başına 9,29 TL. ve işçilik giderleri kömürün tonu başına 16,7 TL. olmuştur.

d) Bantlı konveyörlerle kömür naklinin ton başına maliyeti (işletme dönemi giderlerine göre) 66,31 TL. olmuştur.

e) Bantlı konveyör nakliyatı için gerekli donanımın tamamı yurtiçinden sağlanabileceğinden, nakit döviz sıkıntısı çekilen ülke ekonomisi için önemli bir kazanç sağlanacaktır.

f) Bantlı konveyör nakliyatı projesinin gerçekleştirilmesinin önünde engel olan işçi, personel, malzeme ve taş nakli sorunları ise ek karayolu araç ve donanımları ile giderilebilir.

EK

TEKNİK TASARIM HESAPLAMALARINDA KULLANILAN FOMÜLLER VE SİMGELER

1. Bant Genişliğinin Hesaplanması

$$B = \frac{\sqrt{\frac{Q_m}{440 \cdot V}} + 0,05}{0,9} \quad (11)$$

Burada;

B = Bant genişliği, (m).

Q_m = Saatlik kapasite, (m³/saat) •

V = Ban hızı (V = 2,0 m/sn seçildi, Ek Çizelge 1).

$Q_m = \rho \cdot Q$, (m³/saat).

Q = Saatlik kapasite, (ton/saat).

p = Parçalı kömür yoğunluğu, (0,95 ton/m³).

Q_G = Maksimum günlük üretim, (= 5700 ton/gün).

T_G = Günlük nakliye süresi, (= 14 saat/gün).

$$Q = \frac{5700}{14} = 407,14 \text{ ton/saat}$$

$$Q = 410 \text{ ton/saat}$$

$$Q_m = 410 \times 0,85 = 390 \text{ m}^3/\text{saat}$$

2. Motor Gücünün Hesaplanması

Motor gücünün hesaplanmasında kullanılan formüller aşağıda verildiği gibidir (13,14).

Bantın üst kolundaki direnç kuvveti :

$$F_o = c.f.L. [(G_g + G_b) \cos + G_{Ro}]$$

Bantın alt kolundaki direnç kuvveti :

$$F_u = c.f.L. (G_b \cdot \cos + G_{Ro})$$

Effektif tahrik kuvveti :

$$P = F_o + F_u \mp H \cdot G_b$$

$$N_t = \frac{P \cdot V}{75} \text{ (HP)} \quad \text{ya da} \quad N_t = \frac{P \cdot V}{102} \text{ (kw)}$$

Motor gücü :

$$N_m = 1,2 \cdot \frac{N_t}{\eta}$$

Burada;

C = Bant boyuna bağlı düzeltme faktörü (Ek Şekil 1).

f = Makaraların sürtünme katsayısı (Ek Çizelge 3).

L = Bantlı konveyörlerin ünite uzunlukları (m)-

G_g = Bantın üzerinde taşınan yükün birim ağırlığı,

$$G_g = F \cdot L_1 \cdot p$$

$$F = \text{Bantın kesit alanı, (m}^2\text{)}. \quad F = \frac{Q_m}{V} \text{ (m}^2\text{)}.$$

Q_m = Saatte kapasite, (m³/saat)

V = Bant hızı, (m/saat)

L₁ = Birim uzunluk, (= 1,0 m)

p = Parçalı kömürün yoğunluğu (= 0,95 ton/m³)

G_b = Ortalama bant ağırlığı, (kg/m) ... (Ek Çizelge 2)

G_{Ro} = Taşıyıcı makaraların dönen kısımlarının birim ağırlığı, (kg/m), (Ek Çizelge4).

G_{Ru} = Alt makaraların dönen kısımlarının birim ağırlığı, (kg/m), (Ek Çizelge4).

H = Bantlı konveyör uçları arası kot farkı, (m).

a = Bantlı konveyör tesisleri meyilli kısımlarının eğimi, (derece).

t/ = Tahrik tertibatının randımanı, (= 0,85).

3 Bant Kollarına Gelen Gerilme Kuvvetleri

T^2 : Tahrik tarafında gevşek koldaki gerilme kuvveti, (kg).

$$T_2 = P \cdot \frac{1}{e^{\mu \cdot \alpha} - 1}, (\text{kg})$$

T_i : Tahrik tarafında gergin koldaki gerilme kuvveti, (kg)

$$T_1 = P + T_2, (\text{kg})$$

• t/ = Bant ile tamburlar arası sürtünme katsayısı, (= 0,35)

a = Bantın tahrik tamburlarına sarılma açısı, (= 420°)

T_3 : Dönüş ya da dökücü tambur tarafındaki gergin kol gerilme kuvveti, (kg)

T_4 : Dönüş ya da dökücü tambur tarafındaki gevşek kol gerilme kuvveti, (kg).

T_3 ve T_4 kuvvetlerinin değeri bantlı konveyör tesislerinin yatay ya da eğimli ve ön ya da arka kasnaklardan tahrikli olma durumlarına göre değişir.

a) Yatay bantlı konveyör :

1° – Dökücü kasnaktan tahrikli

$$T_3 = T_4 = T_2 + F,,$$

2° – Dönüş (arka) kasnaktan tahrikli

$$T_3 = T_4 = T_2 + F_0$$

3° – Dökücü ve dönüş kasnağından birlikte tahrik

$$T_4 = T_i - F,,$$

$$T_3 = T_4 + P_2$$

$$T_2 = P_1 \cdot \frac{1}{e^{\mu \cdot \alpha} - 1}$$

$$P_2 = \frac{1}{e^{\mu \cdot \alpha} + 1} \cdot P + \frac{e^{\mu \cdot \alpha} - 1}{e^{\mu \cdot \alpha} + 1} \cdot F_u$$

$P = P_1 + P_2$ olduğundan $P_1 = P - P_2$ dir.

b) Yukarıdan aşağı nakleden bantlı konveyör :

1° — Dökücü (ön) kasnaktan tahrikli

$$T_3 = T_4 = T_2 + H \cdot G_b + F_u,$$

2° — Arka (dönüş) kasnaktan tahrikli

$$T_3 = T_4 = T_1 - H \cdot G_b - F_u$$

3° — Dökücü ve dönüş kasnaklarından birlikte tahrik

$$T_2 = P_1 \cdot \frac{1}{e^{\mu \cdot \alpha} - 1}$$

$$T_1 = T_2 + P_1$$

$$T_3 = T_2 + F_u + H \cdot G_b$$

$$T_4 = T_3 - P_2$$

$$P_2 = \frac{1}{e^{\mu \cdot \alpha} + 1} \cdot P + \frac{e^{\mu \cdot \alpha} - 1}{e^{\mu \cdot \alpha} + 1} \cdot (F_u + H \cdot G_b)$$

c) Aşağıdan yukarıya nakleden bantlı konveyör :

1° — Dökücü (ön) kasnaktan tahrikli

$$T_3 = T_4 = T_2 + F_v - H \cdot G_b$$

2° — Arka (dönüş) kasnağından tahrikli

$$T_3 = T_4 = T_1 + H \cdot G_b - F_v$$

3° — Dökücü ve dönüş kasnaklarından birlikte tahrikli

$$T_4 = T_1 - F_v - H \cdot (G_g + G_b)$$

$$T_3 = T_4 + P_2$$

$$T_2 = P_1 \cdot \frac{1}{e^{\mu \cdot \alpha} - 1}$$

$$P_2 = \frac{e^{\mu_2 \cdot \alpha_2} - 1}{e^{\mu_2 \cdot \alpha_2} \cdot (e^{\mu_1 \cdot \alpha_1} - 1)} \cdot P + (e^{\mu_1 \cdot \alpha_1} - 1) \cdot (F_v - H \cdot G_b)$$

4 Gerdirme Kuvvetlerinin Bulunması

Gerdirme kuvvetleri, konveyörlerin düzenlenme yöntemine göre değişmektedir. Genel olarak üç tür düzenleme yöntemi vardır (15).

1° — Gergi tertibatı tahrik motoru tarafında ise :

$$G_T = 2 \cdot T_2 + 0,04 \cdot T,$$

2° — Gergi tertibatı kuyruk (dönüş) ya da dökücü tambur tarafında ise :

$$G_{KD} = 2 \cdot (T_a + F_R) + 0,04 T,$$

$$F_R = 0,4 \cdot (G \cdot F_X \cdot L)$$

3° — Çift tamburla tahrik durumunda

$$GCT = 2.T_2 + 0,04.Ta$$

Burada;

G_T = Tahrik motorları tarafından gerdirme kuvveti, (kg).

G_kD = Kuyruk ya da dönüş tamburları (tahrik motorları olmayan) tarafından gerdirme durumunda, gerdirme kuvveti, (kg).

G_{cT} = Çift tamburla tahrik durumunda gerdirme kuvveti, (kg).

G = Bant ve hareketli parçaların ağırlığı, (kg).

F_x = Makaralardan dolayı oluşan sürtünmenin katsayısı, (bilyalı yataklılarda 0,035, kaymalı yataklılarda 0,050).

L = Bantlı konveyör uzunluğu.

Gerdirme donanımı bant kollarındaki gerilmelerin en az olduğu (gevşek) tarafa konulmalıdır. Yatay konveyörlerde gerdirme tertibatı mümkünse tahrik ünitelerine yakın bir yerde olmalıdır. Eğimli konveyörlerde ise gerdirme, yukarı taşımada kuyruk tamburundan, aşağı taşımada tahrik motoru kuyruk tamburu tarafındaysa dökücü tamburundan, dökücü tambur tarafındaysa kuyruk tamburundan (ya da yakınından) yapılmalıdır.

Gerdirme kuvvetleri hesaplama sonuçları Çizelge 2'de verilmistir.

Ek Çizelge 1 — Bant Genişliği ve Malzemenin özelliklerine Göre önerilen Bant Ebzlan (m/sn)

| Malzemenin Adı | Malzemelerin özellikleri | Bant Genişlikleri | | | |
|--|--|-------------------|----------|----------|-----------|
| | | 400 | 500-600 | 800-1000 | 1200-1600 |
| Tüvönan kömür, tuz, kum, turba, cevher | Aşındırmaz ve az aşındırıcı, kırılmış fakat sınıflandırılmamış | 1,0-1,6 | 1,25-2,0 | 2,04,0 | 2,0-4,0 |
| Cevher, çakıl, cüruf, kırma taş | Aşındırıcı, küçük ve orta parçalı (a 160 mm) | 1,0-1,25 | 1,0-1,6 | 1,6-2,0 | 2,0-3,0 |
| Kaya, cevher taş | Fazla aşındırıcı, büyük parçalı, (a 160 mm) | | 1,0-1,6 | 1,0-1,6 | 1,6-2,0 |
| Kok, sınıflandırılmış kömür, odun kömürü | Kırılğan, sınıflandırılmış kırma malzeme | 1,0-1,25 | 1,0-1,6 | 1,25-1,6 | 1,6-2,0 |
| Çimento, fosforit, un | Pulverize malzeme, tozlu | | 0,8-1,0 | | |

KAYNAK : Götürücüler, A. Spivakovsky ve V. Dyachkov, TMMOB Makloa Mühendisleri Odası, 1976.

**Ek Çizelge 2— Hesaplamalar için Ortalama Bant Ağırlıkları
(kg/m).**

| Bant Genişliği (mm) | Kırılmış Malzemenin özgül Ağırlığı (t/m ³) | | |
|------------------------|--|----------|---------|
| | 0,45-1,20 | 1,20-2,0 | 2,0-3,2 |
| 300 | 3,1 | 3,8 | 3,9 |
| 350 | 3,7 | 4,5 | 4,6 |
| 400 | 4,2 | 5,2 | 5,3 |
| 450 | 4,6 | 6,0 | 6,1 |
| 500 | 5,2 | 6,7 | 6,8 |
| 550 | 5,7 | 7,6 | 8,0 |
| 600 | 6,2 | 8,5 | 0,2 |
| 650 | 6,6 | 9,0 | 9,8 |
| 700 | 7,3 | 9,5 | 10,6 |
| 750 | 7,8 | 10,3 | 11,6 |
| 800 | 12,0 | 12,5 | 15,0 |
| 900 | 13,4 | 14,0 | 17,0 |
| 1000 | 15,0 | 16,0 | 19,2 |
| 1400 | 22,5 | 25,5 | 29,2 |
| 1600 | 27,6 | 30,3 | 33,5 |
| 1800 | 30,0 | 36,0 | 38,0 |
| 2000 | 33,0 | 40,0 | 42,0 |

KAYNAK : Ergun Aşık Bantlı Konveyörler, Makina Müh. Odası, Yayın No: 98

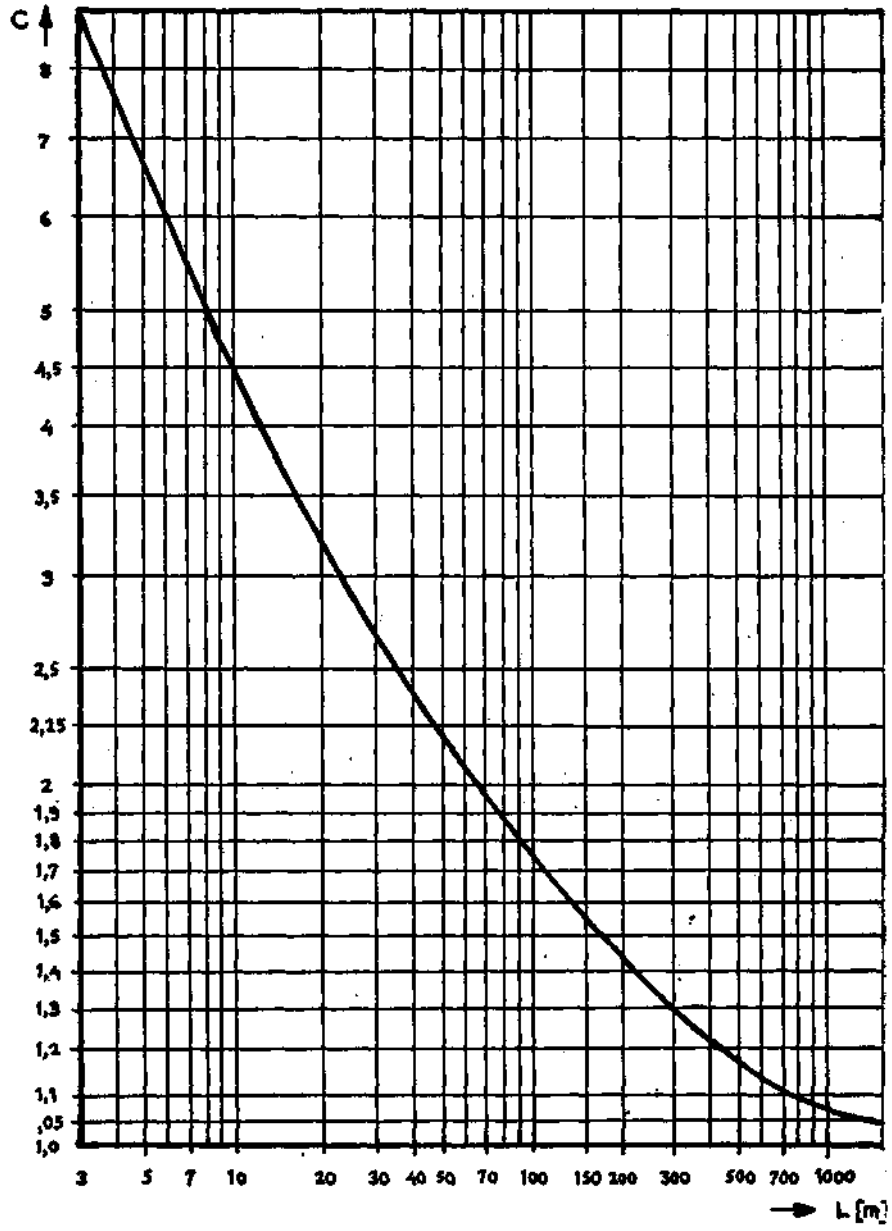
Ek Çizelge 3— Makaralardaki Sürtünme ve İşletme Şartları ile ilgili Katsayı (f)

| | |
|---|--------------|
| İç sürtünmesi az makara iyi kurulmuş tesis | 0,013 |
| Normal malzemeden yapılmış makara Standart değer | 0,020 |
| tç sürtünmesi fazla makara Yeraltı İşletme şartları | 0,030 |

Ek Çizelge 4—Taşıyıcı (üçlü Grup) ve Dönüş Makaraları Boyut ve Ağırlıkları.

| Bant Genişliği B (mm) | Makara Çapı D (mm) | Makara Boyutları | | Makara Ağırlıkları | |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------|
| | | Taşıyıcı L (mm) | Dönüş L (mm) | Taşıyıcı G ₁ (kg) | Dönüş «o (kg) |
| 300 | 89 | 125 | 380 | 6,1 | 4,6 |
| | 103 | 125 | 380 | 7,0 | 5,8 |
| 400 | 89 | 160 | 500 | 6,3 | 5,4 |
| | 103 | 160 | 503 | 8,4 | «.7 |
| 500 | 89 | 200 | 600 | 7,5 | 6,4 |
| | 103 | 200 | 600 | 9,8 | 7,8 |
| 650 | 89 | 250 | 750 | 9,0 | 8,0 |
| | 108 | 250 | 750 | 11,4 | 9,6 |
| | 133 | 250 | 753 | 15,8 | 12,7 |
| 800 | 108 | 315 | 950 | 13,8 | 12,0 |
| | 133 | 315 | 950 | 18,6 | 16,0 |
| 1000 | 133 | 380 | 1150 | 21,6 | 19,0 |
| 1200 | 133 | 465 | 1400 | 25,4 | 23,0 |
| 1400 | 133 | 530 | 1600 | 28,3 | 26,0 |

Makara ağırlıkları dönen kısımların ağırlığıdır.



Ek Şekil 1. Düzeltme faktörünün bant boyuna göre değişimi.

KAYNAKLAR

1. EKİ ve TCDD Uzmanlarınca Hazırlanan 23 Mayıs 1979 Tarihli Rapor; EKİ Etüd Dairesi, Zonguldak-
2. SPIVAKOVSKY, A. ve DYACHKOV, V-, Götürücüler; Çeviri : A. Münir CERİT: TMMOB Makina Müh. Odası, Yayın No: 105, ANKARA, 1976.
3. ESKİKAYA, Ş., Lastik Bantlı Konveyörler, Maden Müh. Odası, Madencilik Dergisi; Kasım 1972.
4. BEERY, J.P., Locomotive Haulage or Belt Haulage; Colliery Guardian Annual Review, August 1975; Page: 315-320.
5. ROBSON, T.M. and SKELDING, M.E., The Design and Installation of a Steel Cord Belt in the Surface Drift at Cadley Hill Colliery; The Mining Engineer, November 1980; Page : 305-315
6. Steel-hand conveying in a steep drift-II; Colliery Engineering, July 1957; Page : 226 - 270.
7. BROST, F.B., Construction and Operation of a Cable Belt Conveying System at Twin Buttes; Mining Engineering, December 1979 Page: 1686-1692.
8. DUNN, C, Cable Belt Installation Operation and Maintenance; Mining Engineer, July 1977; Page : 85-98.
9. THOMSON, M., Operation Experiences and the Development of Cable Belt Conveyors; CIM Bulletin, November 1975; Page : 75-81.
10. LANGLEY, T.B.G., ZÜBEYİROĞLU, N.. Çelik Bant Konveyör ile Mineral Naklindeki Gelişmeler; Türkiye 3. Kömür Kongresi, Mayıs 1982, Zonguldak.
11. ESKİKAYA, Ş., Madenlerde Ulaşım Ders Notları, Zonguldak, 1978.
12. AŞIK, E., Bantlı Konveyörler; TMMOB Makina Müh. Odası, Yayın No : 98, Ankara.
13. Les Bandes Transporteuses, Phoenix Gummiwerke A.G., Hamburg.
14. Stahlcord Conveyor Belts; Continental Gummi-werke Aktiengesellschaft, Hannover.
15. STACKE, C.W., Conveyor and Conveyor Belt Engineering; Plant Engineering Handbook.

