

# İHRAÇ VİNÇLERİNİN DİZAYNINDA ANA FAKTÖRLER

R.W. LATHAM (\*) - Çeviri : Nail ZÜBEYİROĞLU (\*\*)

## ÖZET

*Bir vinç üreticisi Maden Sanayii için basitçe işi yapan ve nizamnamelere uygun müşterisinin ödeyebileceği fiyattan daha ileri gidebilir. İhraç hareketinin ihtiva ettiği kısımlar dış hatları ile sıralandıktan sonra kuyu nakliyatı ve halat tipi dikkate alınmıştır. Vinç dizaynına tesir eden maden kanunları çeşitli ülkeler için karşılaştırmalı olarak araştırılmış ve frenleme problemi için bir analiz yapılmıştır. Vinç dizaynında bu tahdid edici esaslar tartışılmış ve vinç dizaynında dizayn optimizasyon sınırları ile mantuki sıra verilmiştir.*

## SUMMARY

*A hoist manufacturer can go further for the mining industry than simply providing a machine that does the job and complies with the regulations for a price the client can afford. After outlining the constituent parts of hoist motion, shaft conveyance and rope types are considered. A comparative survey is made of the mining regulations of several territories insofar as they affect hoist design, and an analysis is made of the braking problem. These constraining foundations of hoist design having been discussed, an outline is given of the logical sequence of hoist design, with some indications of the scope for design optimization.*

(\*) B. Sc. Eng., C. Eng., M.I.E.E. GEC Electrical Projects Ltd, Rugby, Warwickshire  
(\*\*) Maden Y. Müh., EKİ Etüd - Tesis Şube Müdür Muavini, ZONGULDAK.

## 1. GİRİŞ

Aslında imalatçı işi yapabilecek, emniyet nizamnameleri ve müşterinin ödeyebileceği makul bir fiyatın ötesinde maden endüstrisi için bir makina imâl edebilir Bunun için kendisine gerekli olan ihraç elemanları, nakliye miktarı ve halat tipinin ele alınarak tasarlanması yeterlidir. Ancak değişik ülke ve hatta eyaletler için ihraç vinçlerinin dizaynına tesir edebilen maden nizamnamelerinin karşılaştırmalı araştırmaları ve frenleme problemi analizleri yapılmalıdır. Vinç dizaynında bu zorunlu koşulların tartışması yapılmış, dizayn optimizasyonunda bazı belirli sahalara verilerek dizaynda mantık sırası işlenmiştir.

Ticari vinç dizaynının, amacı, işe uygun, kanunlara uygun ve pazarlanabilir bir sistem imalatı olup dizayncı işi ile ilgili bu üç öğeyi devamlı araştırması gerekir. Vinç dizaynında arzu edilen bu üç öğeye de aynı zamanda karşılayabilecek bir sonuç verebilecek dizayn, bu alanda sürdürülen devamlı bir rekabet öğesidir.

İstenilen işe uygun bir vinç; güvenilir, uzun yıllar devamlı ve ekonomik çalışabilir olmalıdır. Kanuni bir vinç, emin ve hayati tehlikeye yer vermeyecek nizamnamelerde var olan ana prensipleri gerek dizaynında ve gerekse ticari operasyonunda karşılayabilmelidir. Yine pazarlanabilir bir vinç, teknik açıdan imal edilebilir ve fiyat açısından da satılabilir olmalıdır. Bunun anlamı alıcı için ucuz, satıcı için kârlı ve piyasadaki benzerleri ile ticari rekabette yer alabilir olmalıdır.

Elektrik motoru ile tahrik edilen modern bir ihraç sisteminin dizaynı, sistem kabulleri ya da uygulamadaki mühendislik ihtisas çalışmalarını kapsar. Mühendis, genel olarak değişik yardımcı mühendislik organizasyonları, sistem experleri ve imalatta bulunan metal malzemeler tarafından desteklenir.

Bu çalışmanın konusu, uygulayıcı mühendis açısından vinç dizaynında ortaya çıkan bazı ana faktörleri kapsamaktadır.

## 2. İHRAÇ PROBLEMİ

Her ne kadar madenlerin açık işletmelerinde derinlik ve tonaj son zamanlarda oldukça artmış ve hatta hidrolik nakliyatın pratik ve ekonomisi konusunda çalışmalar başlamış ise de halatlı düşey nakliyat prensibi hala geçerliliğini korumaktadır.

Genel olarak ihraç problemi çok farklı üç değişik operasyonu gerektirmektedir. İlk olarak kuyuda cevher birden fazla yükleme istasyonundan genellikle sürfaza yükseltilecektir. İkinci olarak adam ve malzemelerin sürfaz ile çeşitli yeraltı seviyeleri arasında her iki yönde nakliyatı yapılmalıdır. Bazen tek bir servis kuyusundan yirmi değişik kata servis yapılması gerekebilir. Üçüncü olarak vincin zaman zaman çok ağır makina parçalarını taşıyabilecek performansı göstermesi istenebilir.

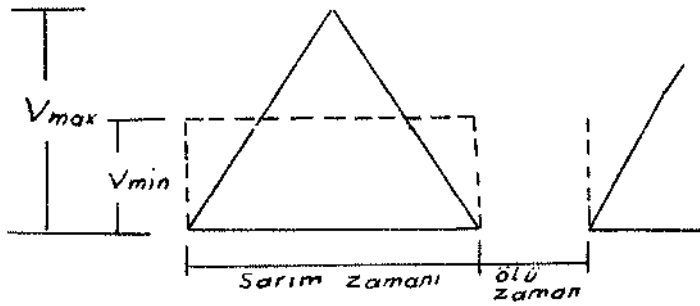
Kuyu ihraç sorunu kantitatif terimlerle ifade edilirse, önceden belirlenmiş bir derinlikten belirli bir tonaj çıktısının en iyi şekilde nasıl elde edileceğidir. Vinç dizayncısı kaynak olarak kendisine yalnızca bu iki parametre verildiğinde optimal bir çözümün elde edilmesine en iyi şekilde katkıda bulunabilir. Ancak genellikle problem vinç dizaynına geldiğinde başka parametrelerde saptanmış olmaktadır, örneğin, yük, toplam ağırlık ve halat çapı v.s. gibi. Bu faktörlerin önceden belirlenmesi müşterinin var olan sisteminin devamı için gerekli olabilir. Tabi bu ön kısıtlamalar planlamacıyı dar bir saha-

ya sokacaktır. Bazı özel koşulların zor da olsa dikkate alınması ya da başka bir çözüm bulunması gerekebilir. Bunlardan herhangi birini yapabilmek için spesifikasyonlarının bilinmesi zorunludur.

### 3. HAREKET

İhraç hareketi, her iki yönde kapalı devre bir sirküle hareketi olup hız-zaman ve hız-uzaklık faktörleri, vinç boyutları, hızı, kontrol ve korunmasını önemli biçimde etkiler. Bir devre için gereken zaman, daha önce belirli birim zamanda nakledilebilecek yük ile doğru orantılıdır. Daha ağır yük daha uzun zaman gerektirir ya da tersidir. Ayrıca bir devre yalnız sarma zamanı olmayıp, yükleme, boşaltma zamanı ile sinyal verme, istasyona yaklaşmada ve uzaklaşmada ki yavaşlama zamanlarını da içerir. Böylece sarma zamanı, taşıma kapasitesi, yükseltilecek yük miktarı ve ölü zaman toleransının bir fonksiyonu olmaktadır. Kaldırma mesafesi ile oldukça bağımsız görülmektedir. Bir servis kuyusunda; insan ve malzeme nakliyatında özellikle skip ile yapılan cevher nakliyatına göre ölü zaman daha fazladır.

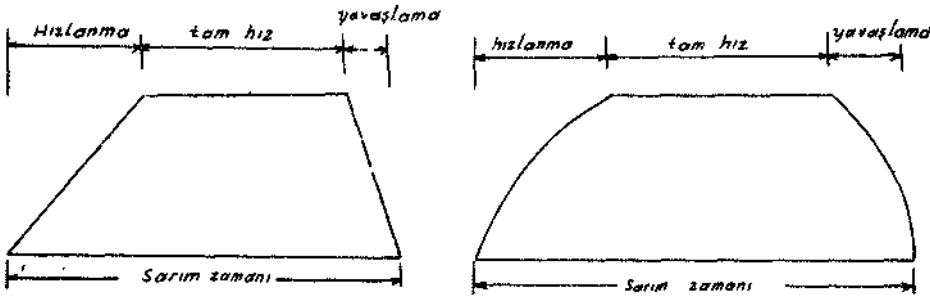
Hız-zaman diyagramı belirli bir ihraç kapasitesi, yük ve ölü zaman faktörleri ile sınırlıdır. Ve alanı ihraç mesafesine eşittir, tabanı ise sarma zamana eşittir. Limitleri Şekil 1'de görüldüğü gibidir.



Şekil. 1— HIZ—ZAMAN diyagramının teorik limitleri

Hız-zaman diyagramı en düşük ve en yüksek hıza bağlı olarak ya dikdörtgen ya da üçgendir. Dikdörtgen diyagrama ulaşılması olanaksızdır, üçgen diyagrama ise, pratik değildir. Fakat herhangi bir özel ihraç işi için, maksimumdan minimuma hız değişimini 2/1'den daha büyük olmadığını göstermesi bakımından ilginçtir. Her uygulama için bir optimal hızın seçilmesi zorunludur. Fakat birçok dizayn arasında geniş bir araştırma yapıldığında seçilen ihraç hızının, elde edilebilen en yüksek hızın 0,53 ile 0,7 arasında olduğu görülür. Bu hız zaman diyagramının genel formu Şekil 2a, gösterildiği gibi trapez şeklindedir. Hızlanma ve yavaşlama periyotları sabittir ama eşit olmaları gerekmez, ara periyod ise sabit hızdır. Buna karşılık Şekil 2b 'deki hız-mesafe diyagramı da önemlidir. İstasyona giriş ve çıkış hızları mesafenin karekökü ile doğru orantılıdır.

Bir ihraç sisteminin hareket örneğini meydana getiren değişik parametrelerin herbirinin incelenmesi ve etkilerinin araştırılması yararlıdır.



Şekil. 2 - Genel Hız-Zaman (a) ve Hız-Uzaklık (b) Diyagramları^

#### 4. ÖLÜ ZAMAN

ölü zaman, durma ya da yaklaşma zamanlarında meydana gelen gerekli, ancak kayıp bir zamandır. Bu nedenle sistemde minimum olması gerekir. Servis kuyularında bir madencinin kafese giriş ve çıkışı için 1.25 saniye alınır. Çok sayıda, 240 kişiye kadar adam taşıyabilen kafesler de ölü zaman oldukça büyük olabilir ve çok katlı aynı zamanda inme binme yapılabilen kafeslerin kullanılması kaçınılmaz olmaktadır. Skiple cevher taşınmasında ölü zaman için ana kriter dipteki skibi yüklemek için gerekli zamandır. Dipteki skip için geçen ortalama boşaltma zamanı genellikle yukarıdaki skip'in boşalma zamanından daha fazladır. Otomatik olarak alttan ya da devrilerek boşaltılan skiplerde başlama ve boşaltmanın tamamlanmasında istasyona yaklaşma zamanı vardır. Aşağıdaki skip'i tam olarak durdurmadan doldurmak hemen hemen olanaksızdır. Skiplerdeki kapıyı dışarıdan açan düzenekler üst skip için yaklaşma zamanını en aza indirmektedir.

Sinyalizasyonda ölü zaman hem gerekli hem de nizamname gereğidir. Otomatik ihraç sistemlerinin seçimi ile bu ölü zamandan tasarruf edilebilir ve sinyalizasyon gecikmesini de elimine etmek için nokta emniyet idarecisi yerine otomatik malzeme ve insan ihraç sistemlerinde kafesten ya da kuyu tarafından pus buton kullanımı istifade edilecek iyi bir işlemdir.

Ölü zamanın bir parçası olan yaklaşım zamanı da aynı derecede önemlidir ve gerçekçi bir iş sirkülasyon diyagramında hesaba katılmış olmasını görmek memnuniyet vericidir. Skip dizayn edenler daima, skip'in istasyona girerken kapılarının açılmasında istenmeyen darbeleri yapmıyacak bir hızın olmasını beklerler. Skip ve kule bakımından sorumlu maden mühendisi de bu durumla aynı derecede ilgilidir\*. Yaklaşma zamanı dikkate alınmamış bir dizaynda, yavaşlamada ivmenin  $0,9 \text{ m/sn}^2$  olduğunu kabul ederek skip durma noktasına çok yaklaşmış olmasına karşın hala önemli bir hızda hareketi olacaktır. Alttan boşaltılan tipik bir skip'te kontrol makaraları durma noktasına 5 m kala kanallara girer böylece giriş hızı  $3 \text{ m/sn}$ 'ye düşer. Yaklaşma zamanı hız  $1 \text{ m/sn}$  iken 3 saniye kabul edilirse giriş hızı 3'den  $2.15 \text{ m/sn}$ 'ye düşer. Girişteki darbe kuvvetleri yarıya indirilmiş olur. İleride gösterileceği gibi normal bir iş sirkülasyonunda kesin bir yaklaşma zamanı için skip sistemlerinde çok kısa olan, fazla tırmanma müzadesinin, pratik problemini ve insan naklinde aşırı hız ile fazla tırmanmayı engelleyen nizamname koşul-

larini yerine getirmek için sisteme mekanik emniyet freni eklemek belki de tek çıkar yoldur.

## 5. HIZLANMA VE YAVAŞLAMA

Hızlanma ve yavaşlamada ivmenin zaman zaman eşit olmasına karşın hızlanma ve yavaşlama sürelerinin eşit olmaları zorunlu değildir. Hızlanma ve yavaşlama ivmesinin küçük tutulması halinde sabit hız yüksek olabilir. İstenen ihraç kapasitesini karşılamak için ise, yüksek sabit kuyu içi hızına gerek vardır. Yüksek ivmelerin seçimi halinde, halatta, koşumlarda, tamburda ve diğer güç aktarma organlarında dinamik yük ve pik tortu artar.

Modern kapalı devre kontrol sistemleri ani hız artışları yerine yavaş hızlanmayı sağlayarak şoku minimize ederek taşıma sisteminde ve halatta uzunlamasına meydana gelebilecek vibrasyonları azaltmaktadır. Besleme sistemindeki anlık piki sınırlamak için tam hıza ulaşıldığından Ward-Leonard doğru akım vinci kapalı devre kontrolü hızlanma ivmesini modifiye etmekte kullanılabilir.

Yavaşlamada ivme seçiminin etkisi hızlanmaya göre daha azdır. Fakat yavaşlama ivmesinin, aşırı hız koruma problemi yaratmayacak biçimde yükseltilebileceği bir limit vardır.

Hernekadar ihraçta alçak hız fazla yük avantajlı ise de, mekanik parçalar elektrik tahrikini büyüteceğinden ve bu nedenle bir optimum ihraç hızı olmalıdır ki, bu değer minimum olması şart değildir.

## 6. TAŞIMA

Vinç dizayncısı için en önemli taşıma parametresi ölü ağırlıktır. Bunun yanında; ihraç halatı, koşumlar, varsa denge halatı, topluca ihraç sisteminin ölçülendirilmesinde anahtar değerlerdir. Taşımanın geometrisi, daha az bir dereceye kadarda genişlik, köpe sistemlerinde yan yana dizilebilecek halat sayısını, uzunlukla yükleme, yaklaşma zamanları ve kule yüksekliği etkilediğinden ilgi çeker.

Skipier cevher taşınması için esas form olup, insan ve malzeme taşınmasını gerçekleştirmek için bir iki dakikada skipin kafesle değiştirilebildiği geliştirilmiş sistemler de vardır. Kafesler ise, servis için en iyi form olmakta devam etmektedir. Kuyuda kat sayısının fazla olması halinde konturpualı kafesler kullanılmaktadır.

Ölü ağırlıkla, taşınan yük arasında herhangi bir sabit oran olmamakla birlikte alttan boşaltmalı bir skipte 3 - 20 ton arasında bir yük için ölü ağırlık %50-80 olabilmektedir. Bir skip'in nominal kapasitesi elde edilebilen oranla bir farklılık yapması gerekir ve genellikle taşınan yükün miktarı arttıkça daha uygun oranlar (düşük) gözlenir. Dizayn parametreleri çok değişik olduğu için uygulanabilir dizaynlar için ölü ağırlık ile taşınan yük arasında düzgün bir ilişki kurulamaz. Bu parametreler başlıca şu temel faktörlere dayanır.

- Taşınan cevherin ortalama özgül ağırlığı: Çünkü skip'in hacmi ve boyutları bu faktörü tayin eder

— Skip'in geometrik şekli: Kesitini ve toplam boyunu kapsar.

— Sarım derinliği (Halat boyu): Skip yüklenirken halat boyundaki uzamaya etkilidir ki saçılmaları en aza indirecek doldurma seviyesinin kuyu dibine yeterli yüksekliği almasıdır.

— Vinç tipi: Tamburlu vinçler, ilâve denge halatı gerektiren sürtünmeli tip için dizayn edilenlere karşın belirli bir yük için daha hafif yük-taşıma konstrüksiyonu gerektirirler. Bu ölü yükte dikkate alınacak bir avantaj değil ise de sığ kuyularda halattaki gerilmenin azalıp sürtünmede halat kaymaları kriteri dikkate alındığında kısmen faydalı olmaktadır.

— İstenen kullanma süresi ve bakım politikası; cevherin doğası yükleme ve boşaltma sirkülasyon frekansı, kontrol ve onarımlar arasındaki geçen sürede sirkülasyon sayısı ve kabul edilebilir aşınma ve deformasyon

— Skip konstrüksiyonu ve malzemesinin seçimini bunun sonucu olarak bir dereceye kadar yük ile ilişkili olarak taşıyacak ölü yükü etkileyen faktörlerden bir kaçıdır.

## 7. HALATLAR

Vinç dizaynı ile ilgili halatların temel karakteristikleri, yapısı (sarım şekli tel kesitleri geometrik şekli vb.) kopma mukavemeti halat ve tel çapları elastik modülü, çeliğin çekme mukavemeti ve çeşitli tip ve boyların işletme deneyimleridir. İşletme deneyimlerinin imalâtçı ve kullanıcıların bilgisinde kalması vasat bir dizayncı için talihsizliktir. Geniş halat yapı teknikleri içinde locked coil (ters sarım) ve stranded (iç gerilimli normal halat) tipleri vinç dizaynı için önemli faktörlerdir.

Ters sarımlı halatların tamburlu ve sürtünmeli vinçlerin her ikisinde özellikle İngiltere'de kullanıldığı görülmüştür. Oysa diğer birçok ülkede normal sarımlı halatlar kullanılmaktadır.

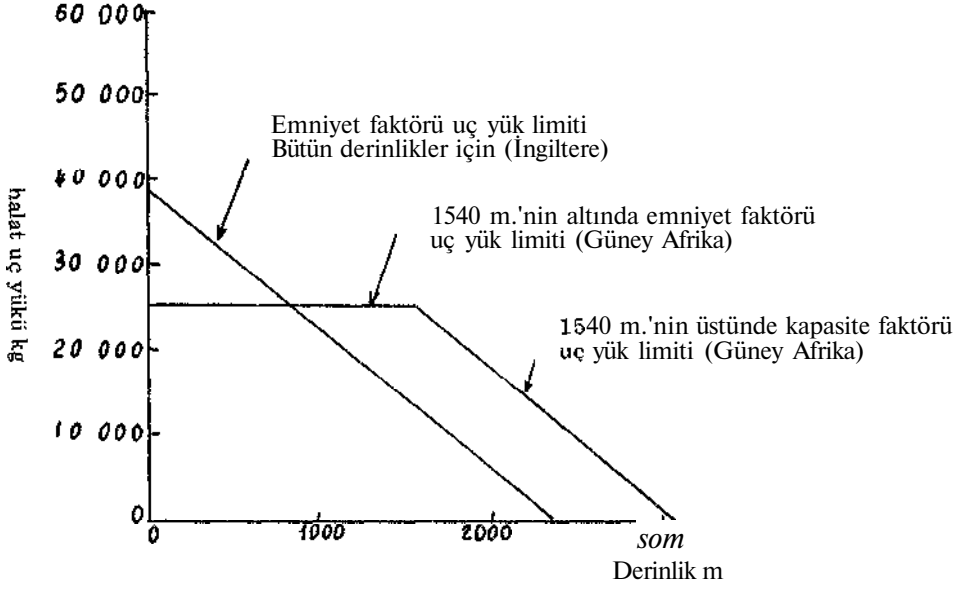
İthal zorunluluğu ve bölgesel olarak üretilen normal halatların temininde kolaylık normal sarımlı halatların kullanımı için temel neden olsa gerektir. İngiltere'de geniş çapta kullanılan halat kayıtlarda dönmeme özelliğinden dolayı ters sarımlı halatların kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Sabit kızak kullanılan yerlerde fazla dönme gösteren halatların kullanımı mümkün olduğu için normal sarımlı halatlar seçilebilmektedir.

Gelişme için en büyük etki ihtiyaçtır. İnsanlık yerin daha derinlerindeki madenleri alabilmek için derinlik mesafesini artırdıkça gelişen gereksinmelere cevap verebilecek ihraç olanaklarını halat üreticileri sağlamak durumundadırlar.

Güney Afrika'daki vinçlerde şimdi 2500 m'ye kadar inen düşey kuyularda bölgesel olarak üretilen yüksek kopma gerilimli normal sarımlı halatlar kullanılmaktadır.

Vinç halat ölçü ve tipinin seçimi, dizayn süreci içinde bir anahtar noktadır. Seçilen halat aynı zamanda nizamnamelere uygun ve yeterli bir ömre sahip olmalıdır. Birçok ülkede halatların nizamnamelere göre kabul edilebilme koşulu olarak halatın kopma gerilmesi ile halatın üzerinde oluşan statik yük arasındaki oran olan, minimum statik emniyet faktörü kullanılmaktadır. Bu amaç için kullanılan halatın kopma gerilmesi ilgili

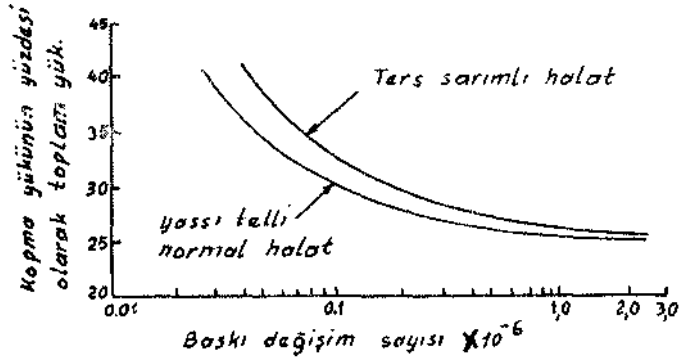
ülkelere göre değişik şekilde tarif edilmektedir. Vaughan'ın belirttiği gibi, halat uzadıkça gerilmeleri absorbe etme yeteneğinin artması, bazı ülkelerin derinlik arttıkça azalan statik faktörleri kullanmalarına neden olmaktadır. Daha ziyade bu rahatlama Vaughan'ın tanımladığı gibi ilk olarak, üst makarada halatın normal olarak gidebildiği en derin noktadaki kendi ağırlığı ve aynı zamanda ucundaki yükü de içine alan yükü minimum emniyet faktörü oluşmasıdır. İkinci ve aynı zamanda kapasite faktörü diye bir başka faktör daha tanımlanmıştır. Bu da halatın kopma yükünün taşıdığı yüke olan oranıdır. Kapasite faktörü kabul edilebilir minimum emniyet faktörünün iki misli olması istenir. Belli bir değerden daha az derin olan kuyularda, daha az olan emniyet faktöründen daha önemli olduğu için etkili duruma geçer. Kapasite faktörünün genel sonucu Şekil 3'de gösterildiği gibi, belli bir halata uygulanabilecek yükün üst limitini tespit edebilmektir. Yalnızca emniyet faktörünün kullanıldığı ülkelerde bunun etkisi normale göre, sığ olan derinliklerde halatta daha fazla gerilme olduğunu kabul etmeli ve daha derin olan kuyularda halat ucundaki yükü sınırlamalıdır.



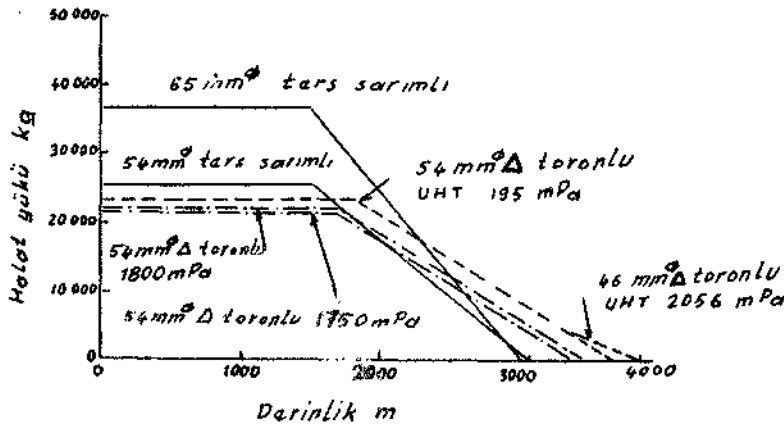
Şekil . 3 - İngiltere ve Güney Afrika uygulamalarında mümkün olan maksimum halat kullanımının karşılaştırılması (54 mm / ters sarımsı halat çizilmiş olup mukavemetinde % 10 kayıp halinde ıskartaya çıkarılacağı kabul edilmemiştir.)

özel ve belirli koşullarda talimatnamelerin biraz gevşetilmesiyle emniyet faktörleri /asa! değerlerden daha düşük alınabilir. Diğer yandan bazı talep sahipleri kendi pratik <azanımları sonucu nizamnamelerde belirtilenlerden daha yüksek emniyet faktörleri isteyebilirler.

Halat ömrü hepsi değerlendirilemeyen birçok faktöre bağlıdır. Halat seçiminde, halat ömrünü yeterli derecede tanımlayan ve statik ağırlık (yük+halat), dinamik yük, eğilme komponentlerinin kullanımı ile hesap edilen "Fatigue stress" (Plastik limit yük)-faktörüdür. Halatın kopma yükünün bir yüzdesi olarak ifade edilen toplam tahmini yük, yorulma kriterini oluşturur. Tel halatlar üzerinde yapılan testlerin sonuçları, halatların dayanacağı yük değişim sayısı olarak tanımlanan bu kriterin, halatların ömrünü tahminde kullanılabileceğini göstermiştir. "Fatigue failure" (yorgunluk kopması) karakteristiğine göre Şekil 4'de simgelenen gibi, kopma yükünün yüzdesi olarak ifade edilen toplam halat yükündeki ufak bir değişim bile halat ömrünü büyük ölçüde etkilemektedir. Bu etki nedenin yüz katı olabilmektedir. Yorulma düşüncesinden hareket ettiğimizde verilen belirli bir kapasite ve kopma yükü yüzdesine göre, ağır yük taşıyan vinçlerin hafif yük taşıyan vinçlere göre baskı değişim sayısı daha az olacağından daha uzun halat ömrüne sahiptirler.



Şekil. 4- Halatlardaki Yorulma Testleri



Şekil. 5- Yüksek çekme mukavemetli halatların derin ihracı (Güney Afrika Cumhuriyeti Nizamnamesine ve halatın % 10 mukavemet kaybında esasına göre iskartaya çıkması)



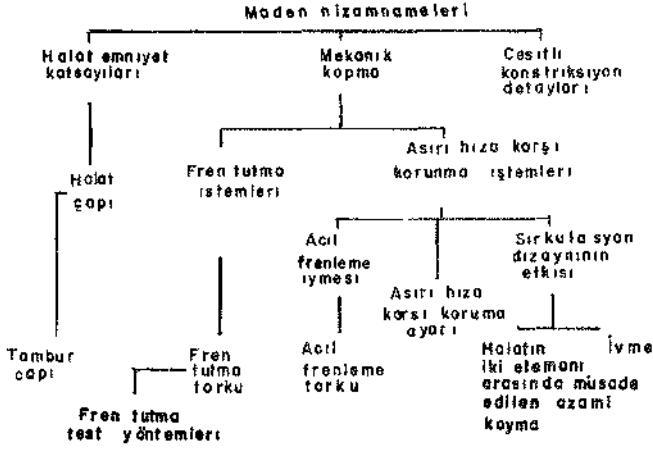
Derin madencilik ve hatta daha derinlere gidilen öncü Güney Afrika madenciliğinde kullanılan yüksek çekme mukavemetli halatlar ile şu anda bulunabilen halatların Şekil 5'te verilen karşılaştırılmasını yapmak yararlı olacaktır.

2000 m dolayındaki bir derinlikte 54 mm'lik bilinen ters sarımlı halat, daha fazla yük taşıyan 1750, 1800, 1900 MPa çekme dayanımı olan çelikten yapılan aynı çaptaki üçgen toronlu halat tarafından kapasitede geçilir. Ve hatta 2500 m'de 65 mm'lik en büyük ters sarımlı halat bile 1950 MPa'lık çelikten yapılan en küçük 54 mm'lik yüksek mukavemetli üçgen toronlu tarafından kapasitede geçilir. Yüksek mukavemetli çelikten ırral edilen halatlar derinlik eşiğini daha da derine sürmekte ise de, şu anda ancak küçük çapta olanları vardır.

## 8. NİZAMNAMESLER

Her vinç, kullanılacağı ülkenin emniyet kurallarına uymak zorundadır. Bu kuralların tümünün amacı güvenliği arttırmak olmasına karşın bir ülkeden diğerine farklılık gösterir. Vinç kullanıcılarını buldukları ülkenin nizamnamelerinden başkası ilgilendirmezse de yapımcılar olarak pazarlama alanına giren tüm ülkelerin nizamnameleri hakkında bilgi sahibi olmaları gerekir.

İhraç kuralları bir ülkenin genel maden nizamnamelerinin yalnızca bir parçası olmakla birlikte ihraç sistemlerinin dizaynında yalnız birkaç madde kullanıldığı da aynı derecede doğrudur. Kuralların çoğunluğu genellikle çahtırma şekli ve disiplini ile ilgilidir. Şekil. 6'da emniyet kurallarının ihraç makinaları di/aynına etki eden alanları verilmiştir.



Şekil 6 — Maden emniyet nizamnamelerinin ihraç makinaların dizaynı üzerinde etkili oldukları sahalar

İhraç makineleri dizaynında emniyet kurallarından en etkili olanı, halat tipinin seçimi ile ilgili olanıdır. Frenleme ve benzeri koruyucu önlemlerle ilgili hükümlerin ihraç makinelerinin ana boyutları üzerinde çok az etkili olmalarına karşın önemleri çok büyüktür. Bazı durumlarda emniyet kurallarının mühendisler ve ocak personeli tarafından farklı yorumlandığı görülmüştür. Bu nedenle bu kuralların farklı yorumlara neden olmayacak şekilde dikkatlice okunması gerekir. İhraç makinelerinin dizaynı üzerinde konstrüksiyon ve kontrol açısından tambur kenarı, derinlik göstergesi, fren ve debreyaj bağlantısı vb. gibi etkili birçok kurallar vardır. Tablo 1'de altı farklı ülkeye ait bu kurallardan bazıları verilmiştir. Köpe ihraç sistemlerinin dizaynına etkili olan kurallara burada girilmemiştir. Fakat onlarda aynı şekilde karşılaştırabilirler.

## 9. HALAT SEÇİMİ

Bahsi geçen tüm ülkelerin nizamnameleri (Güney Afrika dışında) statik bir emniyet faktöründen söz ederler. Bu faktör, yeni halatın kopma mukavemetini esas alır. Güney Afrika'da ise emniyet faktörü çalışan bir halat için söz konusu olup halatın çalıştığı andaki kopma mukavemetini esas alır ve bu faktör periyodik olarak hesaplanır. Bir halatın çalıştığı (hangi ülkede olursa olsun) kopma mukavemetinin azaldığı açıktır. Bu nedenle, Güney Afrika dışındaki ülkelerin emniyet katsayılarında, bu durumu statik emniyet faktöründe gözönünde tutan bir rezerv mukavemet söz konusudur. Bu değer pratikte halat atılınca kadar geçen süre için yeterli olmalıdır. Vinç dizayncısının Güney Afrika'ya has özel durumu dikkate alması gerekir. Çünkü, Güney Afrika'da bir halat, mukavemetinin %10'unu kayıp edene kadar geçerlidir ve daha sonra alılır. Bu yüzden verilen statik emniyet faktörüne bir miktar daha eklemesi gerekir. Mantıken, halatın beklenenden daha önce atılmasını önlemek için statik emniyet faktörüne %11 ilâve gerekmektedir. Ancak, Tadhope pratikte statik emniyet faktörüne yalnız %7 eklendiğini ve bu nedenle halatın erken atılmasının her nasılsa daha ekonomik kabul edilebileceğini belirtmiştir.

Değerlendirmeye alınan ülkelerden üçü statik kapasite faktörü izah etmektedirler. Bu faktörün önemi, yukarıda ihraç halatı dikkate alınarak izah edilmiştir. Şimdi yalnızca diğer ülkelerin benzer zorlamaları ile bunu dikkate almalıyız.

Tablo-2'de cevher naklinde halat emniyet ve kapasite faktörü kriterleri karşılaştırılmaktadır. Tabloda verilen faktörler yeni halatlarla ilgilidir. Karşılaştırmanın Güney Afrika durumuyla yapılabilmesi için verilen faktörlerin herbiri hernekadar %7 kısmı müsaade pratikte yeterli olarak kabul edilmişse de %11 oranında arttırılmıştır.

Değişik nizamnamelerin karşılaştırılmalı etkileri Şekil. 7'de açıkça verilmiştir.

Şekil 7 halat ucunda, müsaade edilen azami yükün halat çapı karesine bölümünün derinliğe karşı değişimini göstermektedir. Bu şekil kapalı tip halatlar için çizilmişse de ramsal değerler farklı olmakla birlikte genel eğilim diğer halatlar için de aynıdır.

Yaklaşık olarak 1500 m.den daha büyük derinliklere verilen bir halata, Güney Afrika'da, Kanada'da (Ontario) ve Zambia'da hemen hemen aynı uç yükü uygulanır. Fakat daha az olan derinliklerde, derinliğin azalması ile, sırasıyla Güney Afrika, Kanada ve Zambia'da bu uç yüküne kapasite faktörü kriteri ile sınırlamalar uygulanır. Avustralya (Yeni

|   | Avustralya<br>Kömür Madeni                                 | İngiltere<br>Kömür Madeni  | Kanada  |
|---|--|--|---|
| Statik emniyet faktörü                  | Yeni olduğunda<br>610m. 610m.<br>İnsan 10 8<br>Malzeme 8 7 | Yeni olduğunda<br>İnsan 6.5<br>İnsan kuyusunda Malz. 6.5   | Yeni olduğunda<br>Malzeme 5                   |
| Halatlar                                |  |  |   |
| Statik kapasite faktörü                 | -  | -  | Yeni olduğunda<br>İnsan 10<br>Malzeme 8.5     |
| Iskarta kriteri                         | —  | —  | —   |
| Minimum tambur + halat çapı oranı       | -  | -  | 25.4mm O'ye kadar 60<br>25.4mm O'den büyük 80 |
| Maksimum ihraç sarım hızı               | -  | -  | -   |
| Maksimum hızlanma ve yavaşlama derecesi | —  | —  | —   |
| Aşın hız koruma ayarı                   | -  | -  | Önceden belirlenen bir miktar                 |
| Acil frenleme performansı               | —  | 1.52m/sn üzerindeki bir hızda insan bindirmeden korunma<br>İnsan kafesinin inişinde tehlikeli yavaşlamadan korunma | Azami yükü kolayca durdurabilme               |

|                                 |                        |  |  |  |   |
|---------------------------------|------------------------|--|--|--|---|
| Fren tutma                      |                        |  |  | Başanslı iki gözün azami tahrik gücü tatbik edildiğinde tutulması.<br>Tam yüklü tek kafesin aşağı inerken azamî tahrik gücünde tutulması (kuyu içinde) | Her iki tamburda maksimum yükün tutulması.<br><br>Normal başlangıç akımında deneme freni. |
|                                 |                        | SSCB, kömür ve řist madenî                                   |  | Güney Afrika   | Zambia  |
|                                 | Statik emniyet faktörü | Yeni <i>olduğunda</i> .<br>Yalnız insan 9<br>İnsan+Malz. 7.5 |  | Herhangi bir an<br>İnsan veya Malzeme 5<br>Cevher 4.5  | Yeni olduğunda<br>İnsan veya malz. 5.5<br>Cevher 4.95                                     |
| Halatlar                        | Statik emniyet faktörü |  |  | Herhangi bir an<br>İnsan veya malzeme 10<br>Cevher 9   | Yeni olduğunda<br>İnsan veya malzeme 8<br>Cevher 7.2                                      |
|                                 | İskarta kriteri        |  |  | Gerçek kopma yükü yenr ikenkî kopma yükünün %90'mdan daha az   |   |
| Minimum tambur halat çapı oranı |                        | Yeraltı ihraç vinçlerinde 60<br>Yerüstü ihraç vinçlerinde 80 |  |  |   |
| Maksimum ihraç sarım hızı       |                        | İnsan: derinliğe bağlı ama <i>azami</i>                      |  |  |   |

Aşın hız koruma ayarı

Acil frenleme performansı

Fren tutma

Normalden %15 daha fazla

İnen yükün yavaşlama derecesi 1.5m/sn<sup>2</sup> den az ve çıkan yükün 5m/sn<sup>2</sup>'den daha fazla olmadığında frenleme zamanındaki gecikme 0.5 sn'yi geçmez.

Frenleme torku, gerekli yükün statik torkundan üç mislinden daha az olmaz

Efektif

Bir tarafın dip-te cevher yüklü ya da adam yükünün 2 misli ya da malzemen-adam yükünün 2 misli (birlikte naklediliyorsa) balanssız bir yüklemde her tambur frenleyebilir. Debriyajla ayırmadan önce yeterli güce karşı deneme freni.

Maksimum'dan %15 daha fazla

Adam yüklü kafesi durma noktasından 3m'den daha uzakta düşmesini önlemek

Yüksek hızda insan kafesinin tehlikeli bir şekilde durmasını önlemek

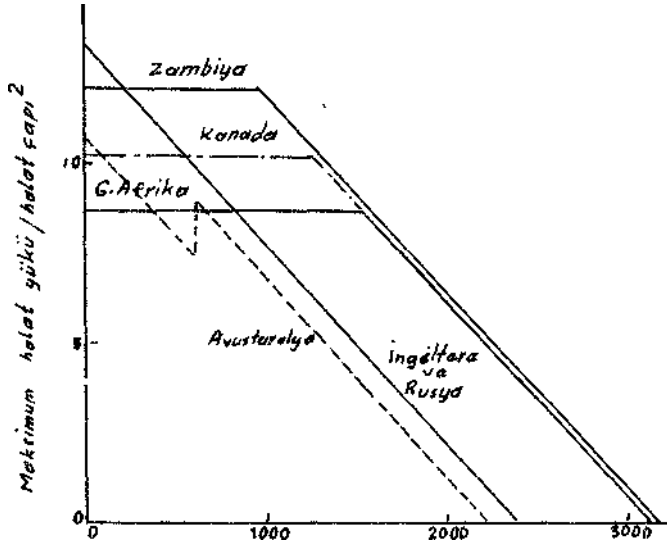
Dipte mineral ya da 2 adam yükte debriyajsız olarak tamburu frenleme Debriyaj ayırmadan önce aşağı doğru tatbik edilen norma! başlangıç akımında tatbik edilen yüke karşı deneme freni

Güney Galier) 610, m'nin altında daha az bir güvenlik faktörü uygular, bunun etkisi kapasite faktörünün sınırlama etkisinin aynıdır. İngiltere ve SSCB nizamnamelerinin yalnız tek bir güvenlik faktörü kriteri ile etkileri karşılaştırılmalı olarak Şekil. 7'de gösterilmiştir.

Tablo 2— Cevher Naklinde Yeni Bir Halatın Emniyet ve Kapasite Faktörleri

|                         | Avustralya              | İngiltere | Kanada | SSCB | G. Afrika* | Zambia |
|-------------------------|-------------------------|-----------|--------|------|------------|--------|
| Statik emniyet faktörü  | 610 <sup>m</sup><br>8 7 | 6.5       | 5      | 6.5  | 5          | 4,95   |
| Statik kapasite faktörü | —                       | —         | 8.5    | —    | 10         | 7.2    |

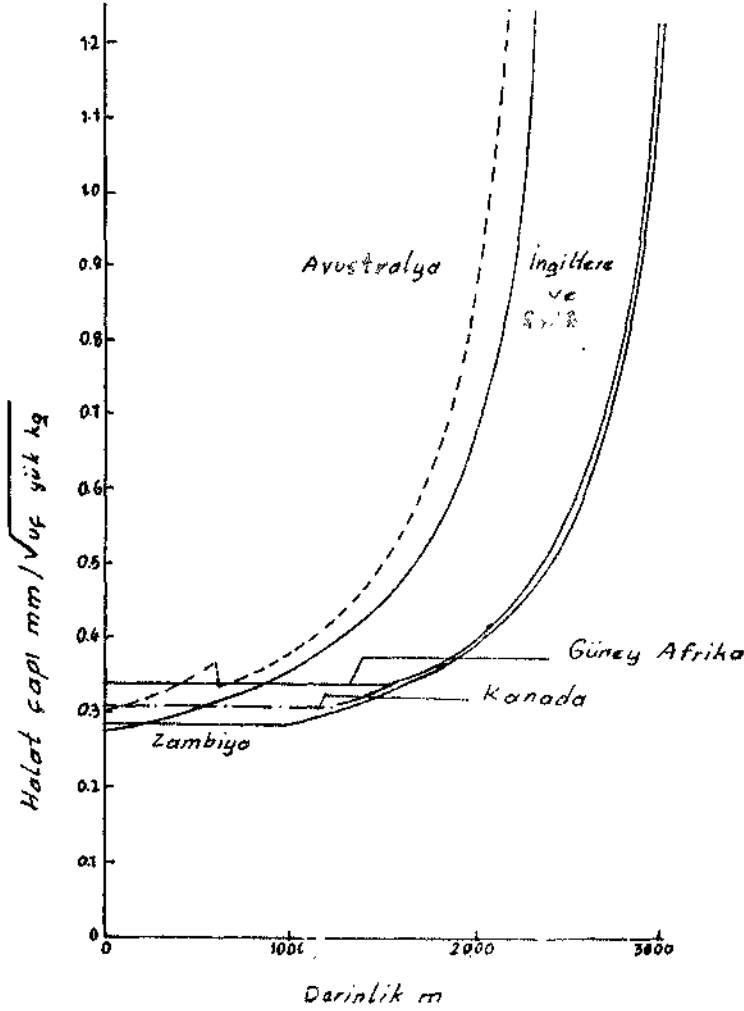
\*Güney Afrika faktörleri, herhangi bir andaki yasal emniyet faktörlerinin 0.9'a bölünmesi ele bulunmuştur. Böylece halat mukavemetinden başlangıç değerine göre % 10 kayıp ettiğinde kullanılamaz duruma gelmiştir.



Şekil 7 Halatların maksimum kullanımı için çeşitli maden nizamnamelerinin etkilerinin karşılaştırılması (ters sarımlı halatlar için çizilmiştir.)

Nizamnamelerin vinç boyutları üzerindeki ilgili etkilerini veren Şekil 8 rehber olarak ilginç olacaktır. Bu bir önceki diyagramın ters kareköküdür. örneğin halat çapının, uç yükünün kareköküne oranı derinliğine göre çizilmiştir.

Böylece diyagram belli bir herhangi halat uç yükü için değişik ülkelerde gerekli olan halat ölçülerini direkt olarak verir. Tambur halat çapı oranı sabit kaldığını varsayarsak tambur ölçüleri arasında da doğrudan bir kıyaslama yapılabilir. 1000 m dolayındaki derinliklerde aynı halat uç yükü için, halat ve tambur ölçüleri değişik ülkelerde farklı olmasına karşın, hepsi artı ya da eksi %15 farklılık bir ara içine düşer. Daha fazla olan derinliklerde Avustralya, İngiltere ve SSCB'nde kullanılan halat ölçüsü diğer ülkelere kıyasla, inanılmıyacak kadar büyüktür. Bu belkide daha çok bu ülkelerde normal madencilik limitinin bir göstergesidir. Bununla birlikte bu ülkelerde de, derin madenciliğin bazı durumlarında diğer ülkelerin pratiği ile uyum sağlanmaktadır.



Şekil. 8 — Değişik Nizamnamelerin halat çapı ve dolayısıyla tambur ölçülerindeki mukayesesi (ters sarımlı halat için çizilmiştir.)

## 10. KORUMA VE FRENLEME

Koruma ve frenleme birbirleriyle çok sıkı bir ilişki içindedirler ve bunlarla ilgili yasal hükümler nizamnamelerde oldukça açık bir şekilde belirlenmiştir.

İncelemeye konu olan ülkelerden yalnızca ikisinde aşırı hız koruma yüzdesinin ne olduğu belirlenmiştir. Zambia'da kafes hızı azami hızın %15'ini geçtiğinde elektrik ceryanının kesilmesi ve fren tertibatının çalışması istenir. Kanada (Ontario) Nizamnamesi aşırı hız derecesini "önceden belirlenmiş bir değer" olarak, SSCB Nizamnamesi ise artışı normal hızın %15 olarak belirlemektedir. Hernekadar İngiliz Nizamnamesi bu şekilde bir aşırı hız koruması belirlemiyorsa da insan nakli gözönüne alındığında aynı etkiyi görmek mümkündür. Zira insan taşınmasında hızın bir azami değerle sınırlandırılmasıyla esasen böyle bir önlem alınmış olmaktadır. Diğer yandan iyi bir talih eseri mühendislikteki iyi ve yeterli deneyimler nizamnamenin zorunlu önlemler getirmediği yerlerde dahi aşırı hıza karşı bazı korumalar getirmektedir ve yazar da bunun hem cevher hem de insan taşınmasında önemli olduğu görüşündedir. Bunun nedenlerinden birincisi kafesin gereğinden fazla hareketine engel olmak, ikincisi de cevher naklinde ciddi bir aşırı hıza ulaşılması halinde, vinç operatörü ve diğerlerinin maruz kalabileceği tehlikeyi ortadan kaldırmaktır.

Biraz önce de belirtildiği gibi nizamnamenin öngördüğü şekildeki bir korumanın amacı, elektrik enerjisini kesmek ve hareket halindeki kafes vs. yi emniyetle duruş pozisyonuna getirmek için mekanik frenleme yapmaktır. Mekanik fren düzeninin çalışması ve dizayn için gözönüne alınan kriter, var olan nizamnamelerden çıkarılır. Nizamnamenin olmadığı yerlerde ise, deneyimlerden yararlanılmaktadır. Yalnız, İngiltere, Zambia ve SSCB Nizamnameleri hareket halindeki bir sistemi yavaşlatmak için fren işleyişine ait belli bazı şeyler söylemektedir. İngiliz ve Zambia nizamnameleri ise bu husustaki hükümleri insan nakline hasretmişlerdir.

Emniyet mesafesi çok kısa olan pek çok skip sisteminde dahi herhangi bir emniyet nizamname zorlaması olmamasına karşın, cevher naklinde hareketin yavaşlatılması hususunda çok açık bir gereksinmeyi kendiliğinden zorunlu hale getirmektedir. Avustralya'daki Yeni Güney Galler dışında, bütün nizamnamelerde kafesi sabit halde tutmak için frenleme ile ilgili hükümler bulunmaktadır. Ancak bunları detaylı olarak incelemeye önce fren yavaşlatma kriterlerine gözetmada yarar vardır.

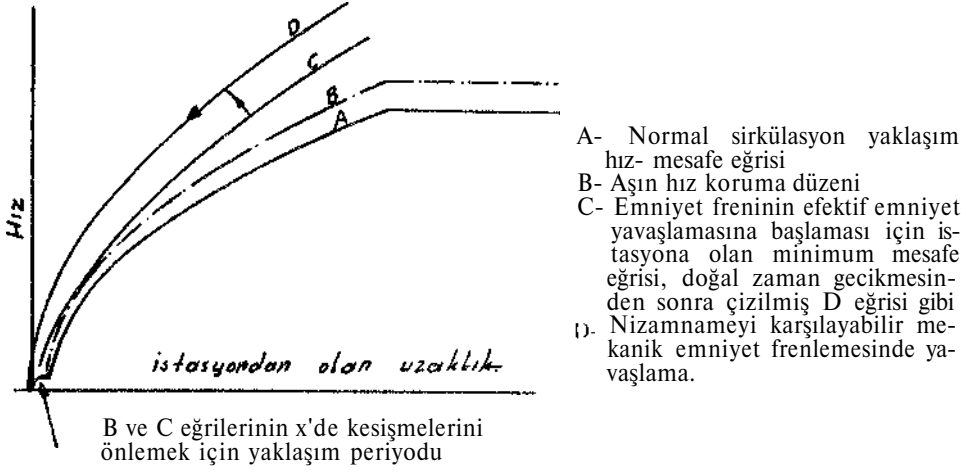
## 11. ANİ FREN PROBLEMİ

Hareketin sonuna sabit bir ivme ile yaklaşılması, genellikle uygulanan bir sistemdir. Genellikle hareket bitmeden biraz önce hız belli bir değere düşürülür. Ve buradan itibaren hareket sonuna kadar bir sürünme (yaklaşım hızı) ile devam eder. Sonrada mekanik fren tertibatı tüm sistemi normal yerinde durdurarak hareketsiz hale getirir.

Ciddi hatalarda mekanik emniyet freninin sistemi emniyetle durdurması istenir. Bu gibi hataların çoğu aşırı hız koşullarından kaynaklanmaktadır. Bir sistemi aşırı hız konumundan emniyetli bir duruşa geçirmede bazı "Ani Frenleme Problemleri" ortaya çıkmaktadır. Bu problemin çözümü, insanları aşırı yavaşlama ivmesinin etkisine sokmadan ve kuyuya da zarar vermeden sistemi durdurabilme koşullarını içermektedir. Bazı ülkelerin nizamnamelerinde bu koşul kafesin normal durma noktasından belli bir miktar fazla yükselmesi halinde durdurulması şeklinde iken İngiliz Nizamnamesinde bu koşul duruşa geçişteki hızın 1.52 m/sn'den fazla olmaması hükmü ile belirtilir.



Aşırı hız meydana geldiğinde mekanik ani fren düzeni çalışmaya başlayacak ve elektrik enerjisi kesilecektir. Fakat ani fren düzeninin tam olarak etkili olmasına kadar bir "Zaman Gecikmesi" vardır. Bu zaman gecikmesi sırasında inmekte olan denge dışı herhangi bir yük, çift kafes ya da korsturpualı sistemlerde, genellikle 2 m/sn<sup>2</sup> mertebesinde birivme oluşmasına yol açar. Dengelenmemiş tek kafesli sistemlerde bu değer iki katıdır. Dolayısıyla bir aşırı hızı izleyen herhangi bir doğal ivmelenme, sistemi emniyet freninin emniyetle durdurması gereken daha da büyük bir aşırı hız durumuna iter. Ani frenlemenin bu karakteristik durumu Şekil 9'da görülmektedir.

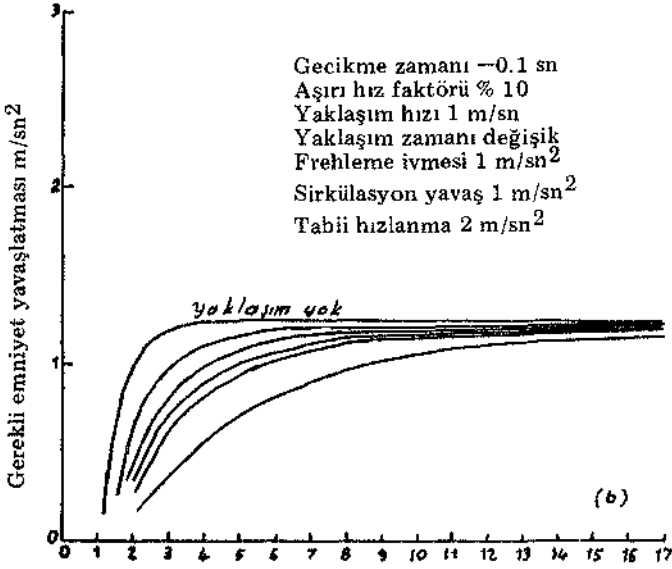
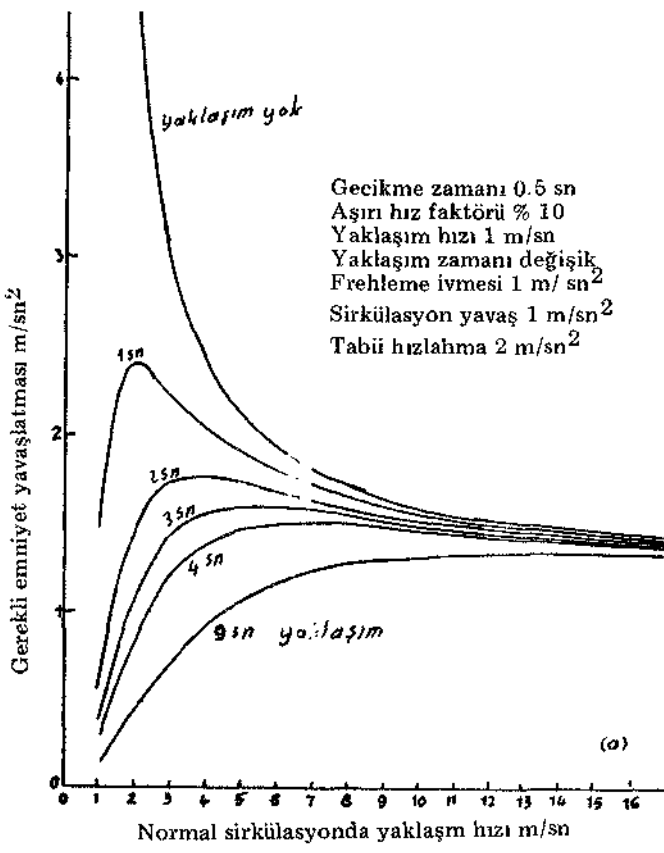


Şekil. 9 Emniyet frenleme problemi karakteristiği

Bu görevi yapmak için, mekanik emniyet freni, 7 parametre tarafından belirlenebilen bir yavaşlama ivmesi temin etmek zorundadır.

- 1- Gecikme zamanı: Aşırı hız sinyali alındıktan fren etki edene kadar geçen süre.
- 2- Aşırı hız faktörü: Aşırı hız sinyali alınabilmesi için müsaade edilen hız yüzdesi.
- 3- Yaklaşım hızı
- 4- Yaklaşım zamanı
- 5- Yavaşlama ivmesi: Normal sirkülasyonun sonunda mekanik frenin etkisi ile yaklaşım hızında durduracağı hıza kadar.
- 6- Yavaşlama ivmesi: Normal sirkülasyonun sonunda elektrikli yavaşlatma etkisi ile yaklaşım hızına kadar
- 7- Doğal hızlanma ivmesi: Statik balanssızlıktan doğan doğal ivme.

Bu yedi ana parametrenin bütün kombinasyonlarını içine alan değişimi ile ortaya çıkacak durumların analizi, bu bildirinin kapsamı dışındadır.



Şekil. 10— (a) ve (b) şekillerindeki durumlarda sistemin 1,52 m/sn'yi geçmeyen hızlarda durabilmesi için gerekli emniyet yavaşlama ivmesi.

Yavaşlama bağıntısının incelenmesinden bazı değerli sonuçlar çıkabilir: Daha yüksek aşırı hız faktörleri, daha uzun fren gecikme zamanı ve daha yüksek derecede yavaşlamaların hepsi daha yüksek emniyet yavaşlaması ister. Normal sirkülasyona bir yaklaşma hızı periyodu eklendiğinde gerekli emniyet yavaşlama derecesini düşürür. Düşük yaklaşma hızı ve uzun yaklaşma zamanı gerekli emniyet duraklamasının derecesini düşürür.

Mantığa dayanan bu sonuçlar pek şaşırtıcı olmayıp, tipik değerler çalışma parametrelerine uygulandığında daha ilginç sonuçlar elde edilir.

Şekil 10(a) tipik bir ihraç sisteminde aşırı hız tespiti için gerekli emniyet yavaşlama derecesinin normal sirkülasyon yaklaşım hızına karşı bir takım karakteristiğini vermektedir. Sirkülasyon yavaşlama derecesi ve yaklaşma hızı, belki de biraz uygun olan nümerik değerinin 1'in belki biraz üzerindedirler. Fakat aksi takdirde rakamlar realiteden uzak değildir.

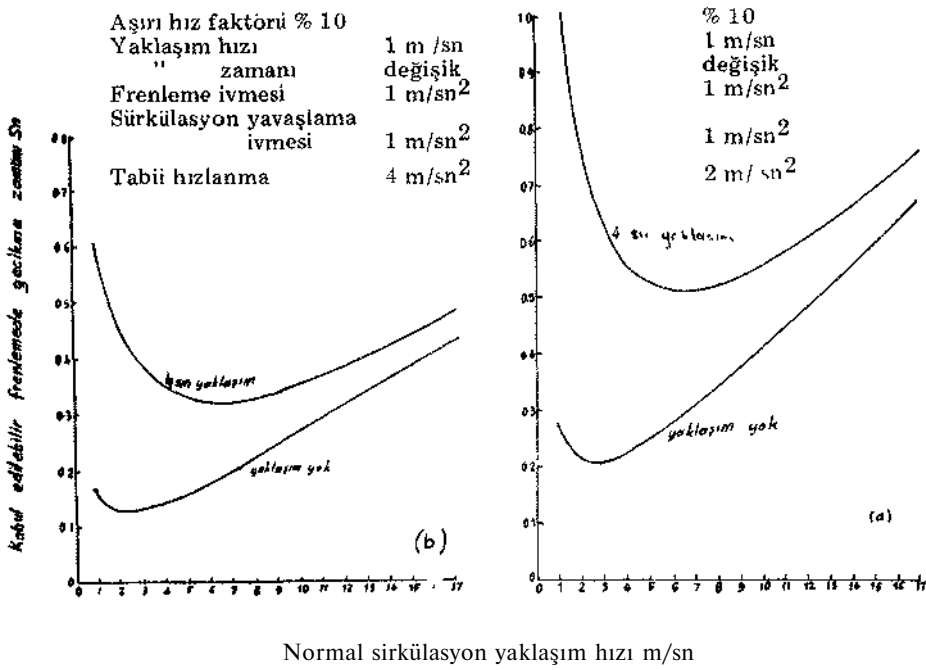
Diyagram iyi bilinen bir gerçeği ortaya koymaktadır. Daha yüksek yaklaşım hızlarında aşırı hız karşı korunma, orta derecede bir emniyet yavaşlaması ve dolayısıyla orta derecede bir frenleme torku ile kolayca karşılanabilir. Fakat sirkülasyon zamanı içinde uygun bir yaklaşım zamanına müsaade edilmezse, buna bağımlı olarak daha yavaş yaklaşım hızı için daha yüksek bir emniyet yavaşlama derecesi gerekecektir.

Şekil 10 (b) frenleme gecikme zamanı ilk değerine göre 5 defa daha, örneğin 0,1 sn'ye küçültülmesinden başka aynı parametrelerle çizilmiş benzer karakteristikleri göstermektedir. 1.3 m/sn<sup>2</sup>'lik bir emniyet yavaşlama derecesi bütün yaklaşım hızı ve yaklaşım zamanları için aşırı hız gereklerini karşılayacaktır. Bu yüzden frenleme gecikme zamanı, daha çok yavaşlama ivmesinin tayininde ya da sistemi, verilen bir frenleme miktarı için, nizamnameleri karşılayacak gerekli yaklaşım toleransını tayinde önemli bir parametredir.

Minimum 1.52 m/sn<sup>2</sup> kimi kez bir tamburlu vincin frenlenmesinde nominal emniyet yavaşlama ivmesi olarak sınır kabul edildiğine göre; 1,52 m/sn<sup>2</sup>'nin üzerinde durma hızına erişmeyen sistemlerde İngiliz Nizamnamelerinin gereğini yerine getirmek için kabul edilebilir bir maksimum hesaplanmış değeri gösteren Şekil 11(a) ve (b)'ye kaynak olarak gösterilmesi uygun olabilir. Şekil 11 (a) doğal hızlanma 2 m/sn<sup>2</sup>'yi Şekil 11 (b) ise balanssız tek yönlü indirim yapan sistemlere uygulanabilen 4 m/sn<sup>2</sup>'lik doğal hızlanmayı esas almaktadır. Bu sonuçlar, ancak, frenleme yeterli bir küçük zaman gecikmesine ya da ihraç sirkülasyonu yeterli bir yaklaşım zamanına sahipse, emniyet frenleme performansının nominal spesifikasyonu kabul edilebilir.

SSCB Nizamnamesi aşırı hız korumasını; normal sirkülasyon hızı diye adlandırabileceğimiz normal hızın %15'i kadar bir yükselmeye, 0,5 sn'den daha fazla olmayan bir frenleme zaman gecikmesi, 1,5 m/sn<sup>2</sup>'den daha az olmayan bir emniyet yavaşlama derecesi ve adam için 0,75 m/sn<sup>2</sup> den daha fazla olmayan sirkülasyon yavaşlama dereceleri ile tarif eder. Bu nizamname hükümleri, bu yüzden hemen bütün bu problemle ilgili parametreler için spesifik değerlerdir.

Zambia nizamnameleri, emniyet yavaşlama gereklerine maksimum durma hızı yerine, maksimum fazla yükselme mesafesi olarak birlikte dizaynı tümüne etkisi İngiliz Nizamnamelerinde belirtilen gibi aynen olacaktır.



Şekil. 11— 1.52 m/sn emniyet yavaşlama ivmesini geçmiyorsa, sistemin 1,52 m/sn'yi geçmeyen hızda kabul edilebilir frenleme gecikme zamanı ve Şekil—11 fa) ve (b)'de gösterilen diğer durumlar.

Dizaynda gerekli kuralların açıklanması için gerçek sayısal değerlerin pek önemi olmamakla birlikte, bu sonuçlar vinçlerin emniyet frenleme gereksinimlerinin, gecikme zamanının basitçe bir ifadesi olmaktan çok, daha dikkatli bir tanımla gözönüne alınması ve önemli bir faktör olan frenleme zaman farkı ve dizaynı, yapılmış bir sirkülasyonda gerekli herhangi bir yaklaşım mesafesinin etkisinin de dikkate alınması gerekir. Ayrıca bazı ülkelerde emniyet frenleme kurallarının yer almadığı da açıktır. Bu takdirde dizayncı vinç dizaynında kendi bilgilerine dayanmalı, örnek benzer sistemlerde uygun kuralları dikkate almalıdır.

Kuralların olmadığı ya da değişik şekilde yorumlandığı zamanlarda, yazar; dizayncının kullanıcılar tarafından seçilmiş, elinin altında bulunan en uygun pratik kotları kullanmasını önerir.

## 12. FREN TUTMA İŞİ VE FREN TUTMA TESTLERİ

Frenler, normal servis sırasında ya da tehlike anında sistemi yavaşlatabilmeden başka, sistemin her pozisyonunda ve taşınması gereken her yükte kuyu içinde de hızı sabit tutabilme kabiliyetine sahip olmalıdır. Ayrıca açıktır ki bu işi yapabilmesi için minimum gereklilikten başka marjinal bir fazlalığa da sahip olması gerekir.

Tablo - 1 'den bazı ülke nizamnamelerinin fren tutma koşullarını taşıma sırasında frenin hangi yüklerde tutma kabiliyetinde olması gerektiğini ve bunu sağlamak üzere sis-

temin konumunu belirterek doğrudan açıklandığı görülmektedir. Diğer ülkeler, fren tutma tarifine ek olarak mekanik yük bazında fren tutma tarifini istenen gerekleri yerine getirip getirmeyeceğini denemede kullanılacak değişik motor tork tariflerini istemektedirler.

Yazar, dizayn açısından bakıldığında, dolu sistemi herhangi bir konumda sabit tutacak fren tutma gücünü, serviste deneme için gerekli karşı koyma tahrik torkundan ve bunu da dizayn istekleri ile karıştırmamak için ana motordan ayrı olarak belirlenmesi gerektiğini düşünmektedir. Tablo.1 kaynak olarak alındığında, fren tutma tarifinde motor torkunun istenen derecelerinin değişik tariflerini verecektir. Örneğin "Maksimum Tork", "Normal Demeraj Akımı" "gerekli güç" vb.

Serviste denemeler için hakiki mekanik yükün frenin emniyetine bırakmadan önce tahrik motorunun gücünün (torkunu) kullanılarak yapılan frenin tutma denemesi çok faydalı olarak addedilmektedir. Ancak yazar bu gibi motor denemenin genel tarifini, minimum gerekler üzerinde değişik marjinal değerlerle kullanışlı addetmekle birlikte, cömertçe ekleri ihtiva eden hakiki ihraç durumu dikkate alınarak belirli değerlerle değiştirilmesi gerektiğine inanmaktadır.

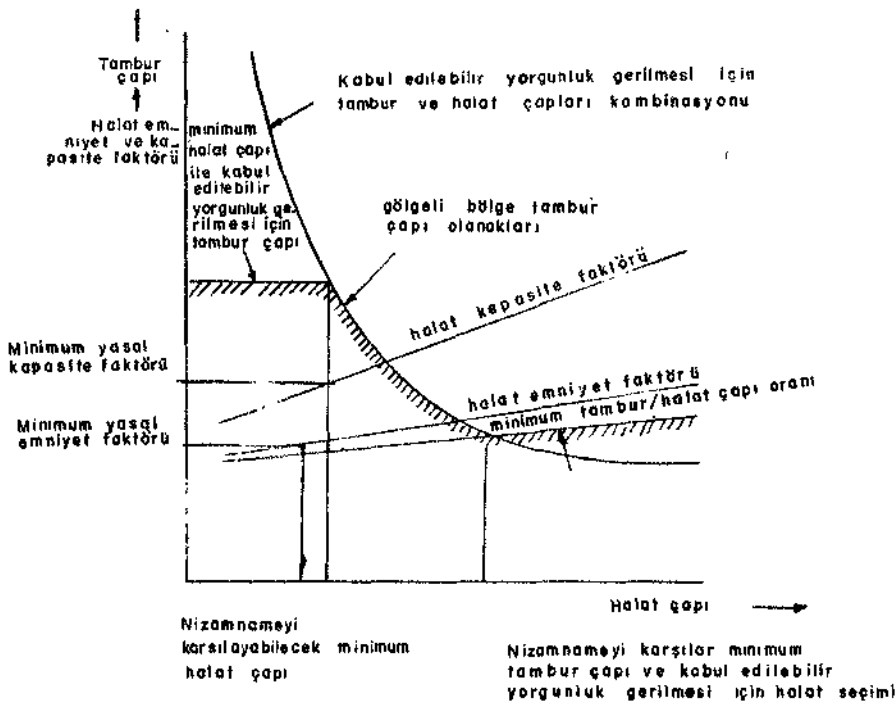
### 13. VINÇ DİZAYNINDA TEMEL İLKE VE KIYASLAMALAR

Halat tipi, sistem ağırlığı ve yük kombinasyonları sıralandığında yada spesifikasyonlar verildiğinde nizamnameleri karşılayabilen minimum halat çapı kolayca bulunabilir. Halat seçimine geçmeden önce halattan beklenen tahmini ömrün çek edilmesi önerilir. Örneğin atılmadan önce dayanabileceği yorulma güç kaybı hesabında kullanılan halatın yüklenme sayısı. Bir halat statik ve sistemden beklenen ihraç sirkülasyonlarının dinamik yükleri kombinasyonu altında ve ayrıca halatın tambura sarılmadan mütevellit eğilme gerilmesi ile yorulur. Eğer imalatçının tambur çapının halat çapına oranı halatın tahmini ömrünü karşılıyorsa halat seçilir; Eğer değilse dizayncı ya toplam gerilmeye istenen azalma kadar eğilme gerilmesini azaltacak derecede tambur çapını ya da halat çapını büyütecektir.

Bu ikinci seçenek (halat çapını büyümek) tambur çapının da bir miktar büyümesine neden olursa da bu büyüme ilk seçeneğin uygulanması halinde olduğu kadar fazla olmayacaktır. Ayrıca bundan sonraki tambur, imalatçının standart katalogundan seçilecektir. Şekil. 12 tambur ve halat çapı seçiminde kullanılan ana faktörleri göstermektedir.

Tambur çap ve genişliği ile tamburdaki sarımkat sayısı kombinasyonu, vinç-kuyu arasındaki mesafeye bağlı olarak meydana gelecek halat sarım açısının yeterliliğine bağlı olacaktır! Bu nedenle, vincin kuyuya göre düşünülen yerleşim planı, halat-sarım açısı hesaba tam olarak katılmadan önce kesinleşmelidir ve genellikle bu detaylar proje düşünce bazında iken bilinmezler. Bu detayların olmaması halinde dizayncı tambur çap/genişlik oranı hakkında mantıklı tahminini yaparken halatın sarılacağı sarımkat sayısından yararlanır. Kanada Nizamnamesi maksimum 3 kat kabul ederken SSCB Nizamnamesi iki kat malzeme için ve yalnızca 1 kat insan taşınması için müsaade etmiştir. Bu karşılanması gereken ağır bir kuraldır.

Yazar tarafından bu etapta gözönünde bulundurulması gereken diğer bir teklifte tam-



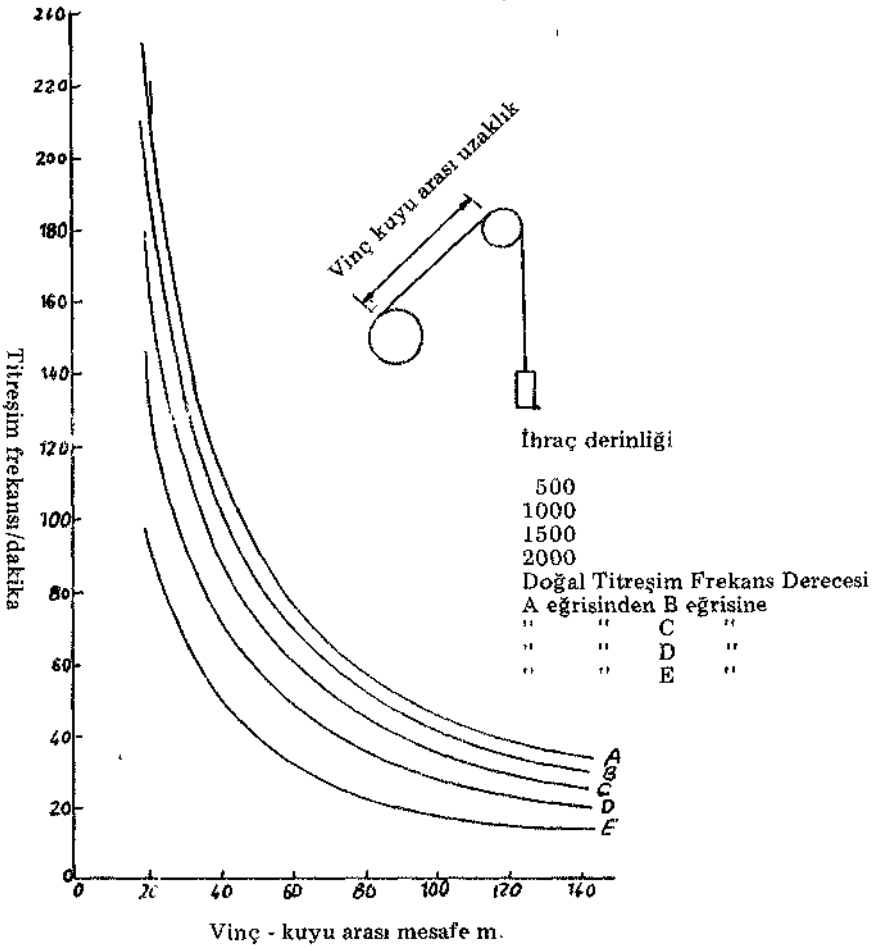
Şekil. 12— Halat ve Tambur Çapı Seçimi.

bur ve molet arasında halat düşey düzlemi boyunca titreşimlerin meydana gelme olasılığının dikkate alınmasıdır. Eğer ihraç tesisi ile kuyu arası yerleşim plânı (uzaklık) bilinirse titreşim derecesi önceden tahmin edilebilir. Eğer bilinmezse doğal frekans limitlerinin analizi kritik halat düzlemi uzunluklarından kaçınmak bundan sonra yapılacak yüzeysel yerleşim plânları için yararlı olacaktır.

Halatta meydana gelen gerilmelerden kaynaklanan titreşim teorisi incelendiğinde, tambur ve birim zamandaki ihraç sirkülasyonunda çalışılan derinlik ve molet tambur arası uzaklık ile bu doğal titreşim arasında ilginç bir bağıntı olduğu görülecektir.

Şekil. 13 j 60 m. olan tipik bir molet-tambur arası uzaklıkta, derinliğe bağlı olarak 40-80 devir/dak olarak meydana gelen doğal titreşimi göstermektedir. Belirtmesinde yararlı olan diğer bir noktada; bu frekans derecesi tipik tambur dönme hızı sınırı ile aynı seviyededir. Ve böylece halat çekiminde düzenli şekilde tekrarlanan darbeleri yüklerin halatın düşey düzlemi içinde salınımına neden olabileceği beklenmelidir. Halatın bir yivden diğerine ya da diğer bir sarma geçişte meydana gelen darbe yükleri, bu problemlili doğal olayın nedeni olduğu bilinir. Ve kontrol edilmediğinde halatın tambur üzerine kötü bir sarmasına ve dolayısıyla halatı zedeleyip ömrünün kısılmasına neden olur. Mühendisler geçte olsa bu titreşimi görerek, örneğin sarma hızını azaltma gibi koruma önlemlerinden birini ya da diğerini uyguladılar.

Yapılan analiz, bu olayın arada sırada olan sıkıcı bir olaydan çok, ilgili çalışma miktarlarının doğal bir sonucu olarak beklenen bir olay olduğunu göstermiştir. Bu yüzden sorunun hiç olmazsa dizayn sırasında azaltılmasını düşünmek en iyi önlem olacaktır. Ör-

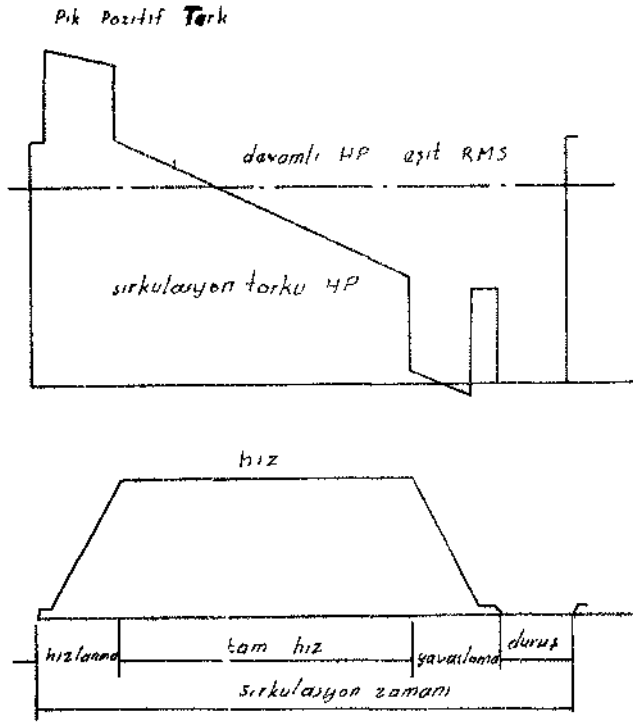


Şekil. 13 —Halat vinç-kuyu uzaklığı ve tabii titreşim frekansı ( 6.5 emniyet katsayısı faktörünü tam olarak karşılayacak ters sarımlı halat için çizilmiştir.)

neğin özel tambur yivlerinin düzenlenmesi ile bu durum azaltılabilmektedir. Lebus tamburun, her 180° dönüşünde halatın yarım yiv ilerlemesini temin eder. Böylece her dönüşte iki darbe elde edilir. Bu da doğal frekans sınırının çok üstünde olan, doğal tambur darbe yük frekansının iki mislidir. Diğer özel bir tambur yiv açma sistemi anti-Synchronous'da, yarım yiv bindirme şekli kullanılırsa da burada yivler tambur üzerinde 150° ya da 210° de bir yerleştirilmiştir. Bunun amacı derbelerin birikimini önlemektir.

Halat ve tambur boyutları saptanıp, dönen kısımların atalet tahminleri yapıldığında, seçilen yükte gerekli kapasiteyi karşılayacak herhangi bir hız-zaman sirkülasyonu için, gerekli elektrik tahrik gücünü hesaplamak rutin bir iştir.

Sistemin gerekli elektrik gücü sistemin tork-zaman sirkülasyonundan elde edilir. Şekil. 14 bunun tipik bir örneğidir.



Şekil 14- Tipik tork-zaman ve hız-zaman sirkülasyonu (Balansh çift tambur için çizilmiştir.).

Sirkülasyon sırasında hakiki estantane ihraç hızından bağımsız olarak tam hızdaki beygir gücünü tork yerine kullanmak normaldir. Bu yolla torku oluşturan akımların ısısal etkileri gözönüne alınır. Elektrikle tahrikin boyutu RMS ve pik değer olarak belirtilir.

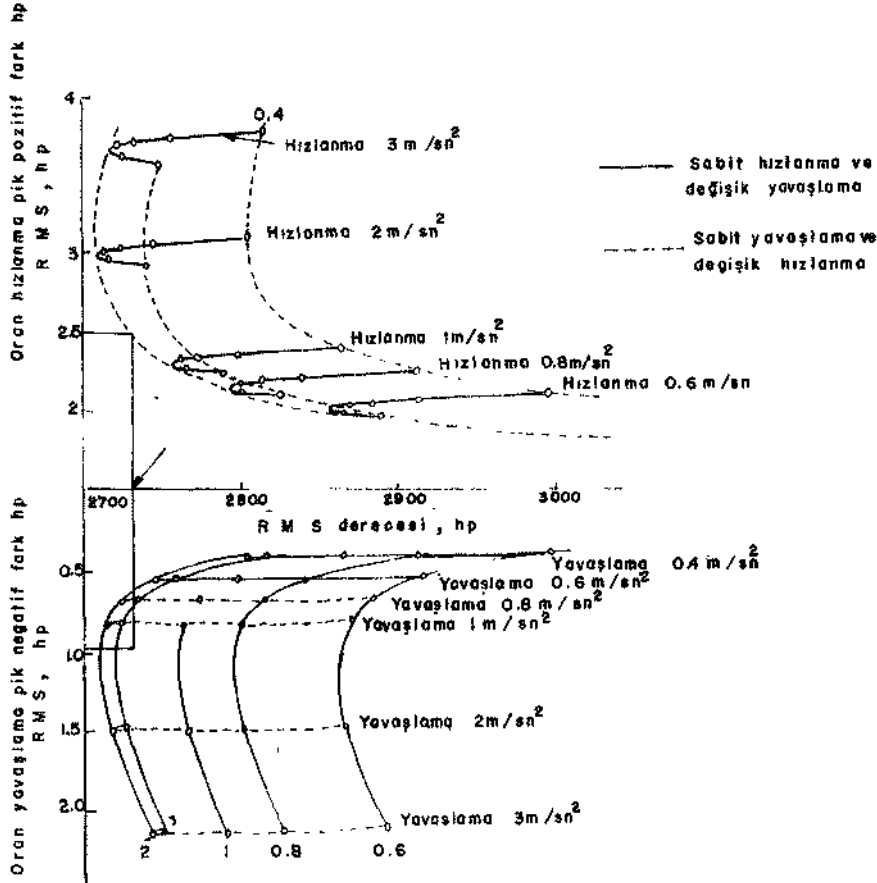
RMS derecesi sabit tam yük olup termal olarak tork-zaman, sirkülasyona eşittir. Tahrik motorunun kendinden havalandırmalı olduğu yerlerde sirkülasyonu arttırmak için RMS eşit derecedeki bir RMS derecesine düzeltme uygulanır. Düzeltme faktörü motorun tam hızda çalışmadığı zaman, kendini havalandırmasındaki azalmayı da dikkate alır.

Motorun pik derecesi, geliştirilmesi gerekli maksimum tork ile çakışır. Bu normal olarak iş sirkülasyon diyagramının hızlanma pik noktasıdır. İlgili elektrik değerlendirmesinden sonra tahrik motorunu enerji kaynağı arasında statik tayristor ya da AC sistem için motor rezistans, DC sistem için dönen motor-jeneratör seti gibi tesisler takip eder.

#### 14. EN İYİ DİZYN YA DA OPTİMAZASYON

Buraya kadar anlatılanları izleyerek yapılan komple mekanik ve elektriksel dizayn muhakkak pratik olacak ve belki de birçok detay ve istenen spesifikasyonlarla dizayncıyı oldukça zorlamış olacak ve optimum sonuç olup olmadığı sorusu açıkta kalacaktır.

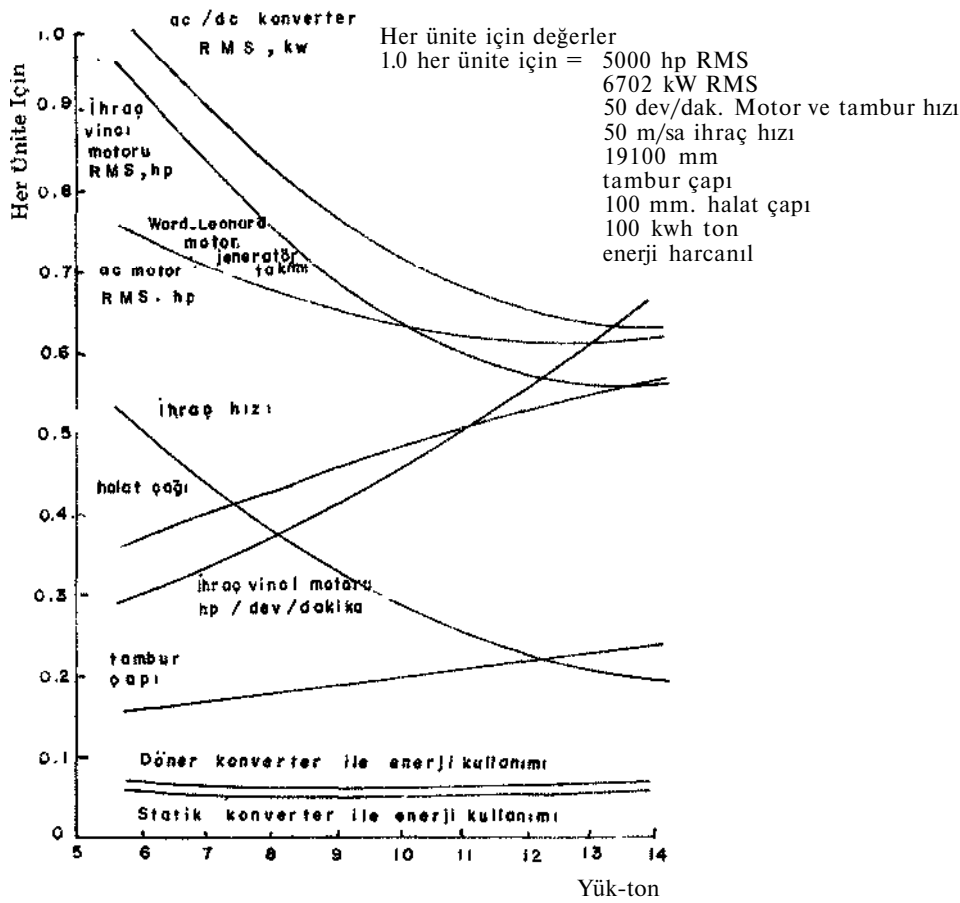




Şekil.15- Deneme yüklerinde optimum sirkülasyon seçimi

En iyi dizaynın ne olduğundan hareketle, burada herhangi bir boy için saptama yapmak olanaksızdır; çünkü, bunun bir ölçüde karar kriterine bağlı kalınması gerekmektedir. Böylelikle aptimum dizayn bir üreticinin mevcut ya da standart bir dizaynı değerlendirerek erken bir teslim tarihini karşılayan dizayn olmalıdır. Sonuç olarak bu durum en düşük yatırım tutarı ya da en düşük işletme giderlerine erişilmesi anlamını taşır. En düşük yatırım en ucuz işletme masrafına erişmek birbirinin alternatifi olabilir. Olanaklar oranı oldukça geniştir ve bu bîrdirinin amacı bazı serbestiyet derecelerini dizayncıya tekrar etmek olmuştur.

Ağır bir yükü yavaş hızda kaldırmamanın, hafif bir yükü yüksek hızda kaldırmaktan daha iyi olduğunu gösteren bir çok kaynağı literatürde bulmak olanaklıdır. Yazar; bunu kanıtlayacak bir sonuç olarak, aşınma ve yıpranma ile beygir gücünün azlığından başka bir şey görmemiştir. Belki aşağıdaki örnekler ilgili esas parametreleri açıklaması bakımından yararlı olacaktır.



Şekil 16. Zambiya nizamnamelerine göre 1400 m'den 300 ton/saat ihraç için karşılaştırmalı grafik

## 15. OPTİMUM SİRKÜLASYON

Yüklenme ve boşaltma ölü zamanı minimuma indirmek, istenen bir yaklaşımdır. Fakat dizayncının etkisi dışında ve en azından sarımın sonunda birkaç saniyelik bir yaklaşım kontrol ve koruma açısından verilen bir yük ve ihraç tonajı için gereklidir. Tek serbestiyet dereceleri, yavaşlama ve hızlanmadaki ivmelerin seçimidendir.

Her ne kadar Ward-Leonard sistemleri, düzeltilmiş hızlanma ya da pik güç kontrolünde geri beslemek suretiyle sistemden çekilen pik yükü sınırlamak için kullanılıyorsa da, bu bildiride dikkatler genel olarak hızlanmada sabit ivme, sabit tam hız, yavaşlamada sabit ivme ile bilinen ihraç modeli üzerinde toplanmıştır. Bununla birlikte yazar, tesisin daha iyi değerlendirilmesinde önerilen diğer ihraç modellerini kural dışı bırakmamıştır.

v

Maksimum ihraç hızı, tamamen seçilen hızlanma ve yavaşlama ivmelerine bağlıdır. Şekil. 15 çift tamburlu bir ihraç sisteminde, değişik hızlanma ve yavaşlama ivmelerinin, pik ve RMS elektrik derecelerine etkisini göstermektedir.



Gösterildiği gibi, 3/1 gibi çok yüksek pik/RMS oranı elde edilmek suretiyle RMS için minimal değere ulaşılabilir. Kabul edilebileceği gibi pozitif başlama pik/RMS oranı sirkülasyondaki hızlanma ivmesine çok, yavaşlama ivmesine az olarak bağlıdır. Eğer pik/RMS optimazasyon kriteri olarak kabul edilirse, bu eğri en iyi ihraç sirkülasyonu seçiminde değerli bir yöntemdir. Şekille gösterilen durumda 2.5/1 pik/RMS oranı, ve dolaşısıyla hızlanmada 1.3 m/sn<sup>2</sup>, yavaşlamada 1.2 m/sn<sup>2</sup> ve RMS için 2730 HP elde etmeyi amaçlıyordu.

## 16. OPTİMUM YÜK

Yukarıda açıklanan noktalar yalnız bir yük ile en iyi sirkülasyonu seçmek için uygulanır. Oysa geniş anlamda ihraç yükünün optimum değerinin ne olacağı cevaplandırılmamıştır.

Tablo. 3 tristör statik konverter DC besleme ya da alternatif Ward-Leonard döner konverter ile 4 değişik ihraç yükü değerlerini dizayn açısından karşılaştırmaktadır. Her durumda yönlendirme kriteri olarak ihraç motorunun 2.5/1, pik/RMS oranı seçilmiştir. Şekil. 16 belki de seçimleri daha açık perspektifleri ve aynı dizayn olanaklarıyla grafiksel karşılaştırmasını yapmaktadır.

Diğer yazarların daha önce önerdikleri gibi ihraç yükü arttıkça RMS derecesi hissedilir ölçüde azalmaktadır. Bununla birlikte yükü 6'dan 11 tona çıkarmakla RMS derecesi % 36, yani 4670'den 2990 HP gücünü düşüğünü, sarım hızının 25.1'den 12.7 m/sn'ye düşüğünü ve tambur çapının 3 m'den 4 metreye çıktığını ve direk kaplinli motorda hızın % 61.5, yani 155'ten 59 dev/dak'ya düşüğünün de bilindiğini ihmal etmeyelim. İhraç yükündeki bu artışın sonucu motor HP/devir/dak. oranının 30'dan 51'e yükselmesi gibi ani bir artış getirmektedir. HP/devir/dak. oranı tahrik motorunun şasi boyutlarını doğrudan verdiği sürece, yükü 6 ton'dan 11 ton'a çıkarmak suretiyle sağlanan beygir gücünde % 36 bir indirim motor şasi boyutlarını % 70 artırmaktadır. Sonuç olarak daha ağır yükler, kafesten motora kadar olan, fiziken daha büyük ihraç elemanlarıyla yükseltilebilirler.

Yükün, arttırılmasıyla elde edilen esas kâr, ihraç motoru ile enerji besleme arasında kalan konverter ekipmanı ve beslemeden daha düzgün ihtiyacı gerektiren her iki RMS ve pik yük elemanlarından elde edilmektedir. Yükün üst limitlerindeki, yükseltilen her ton için enerji gereksiniminin yukarıya doğru yükselen eğilimi ilgi çekicidir.

Bu DC motorlarında, çok düşük devirden doğru bakır kayıplarının verimi düşürmesinin sonucudur.

Optimum dizaynda son karar tamamen, ilgili yüke ve ihraç sistemi seçim işleminde önem taşıyan farklı boyutlar, hızlar, tüketimler, maliyetler v.b. bağlıdır. Dizayn faktörleri ve proseslerinin daha açık seçik bir şekilde anlaşılmasının daha kapsamlı ve gerçekçi ihraç sistemi dizaynının elde edilmesinde yardımcı olacağı yazarın ümit ve inancındır.