

BÖLÜM 4.

TRANSPORT SİSTEMLERİNE ETKİYEN KUVVETLER

4.1. GENEL KAVRAMLAR

DIN 15001'E göre krenler bir taşıma elemanına asılı olan (genellikle halata) yükü kaldıran ve çeşitli yönlerde hareket ettiren kaldırma ve taşıma makinalarıdır. Kren çeşitleri arasında köprülü krenler, portal krenler, döner krenler ve kablolu krenler sayılabilir.

Gezer ve portal krenlerin hesabında DIN 15018'e göre esaslar gözeltir. Taşıyıcı sistemlerin hesaplanmasında, bir krenin işletmesi esnasında meydana gelen zorlamaları göz önünde bulundurulmalıdır. Bu zorlamalar aşağıdaki belirtilen yüklerin sonucunda ortaya çıkar.

a)Duruş halindeki krenin taşıyıcı sisteminin (en uygunsuz yükleme halindeki) esas yükler,

Düşey hareketten meydana gelen yükler,

Yatay hareketten meydana gelen yükler,

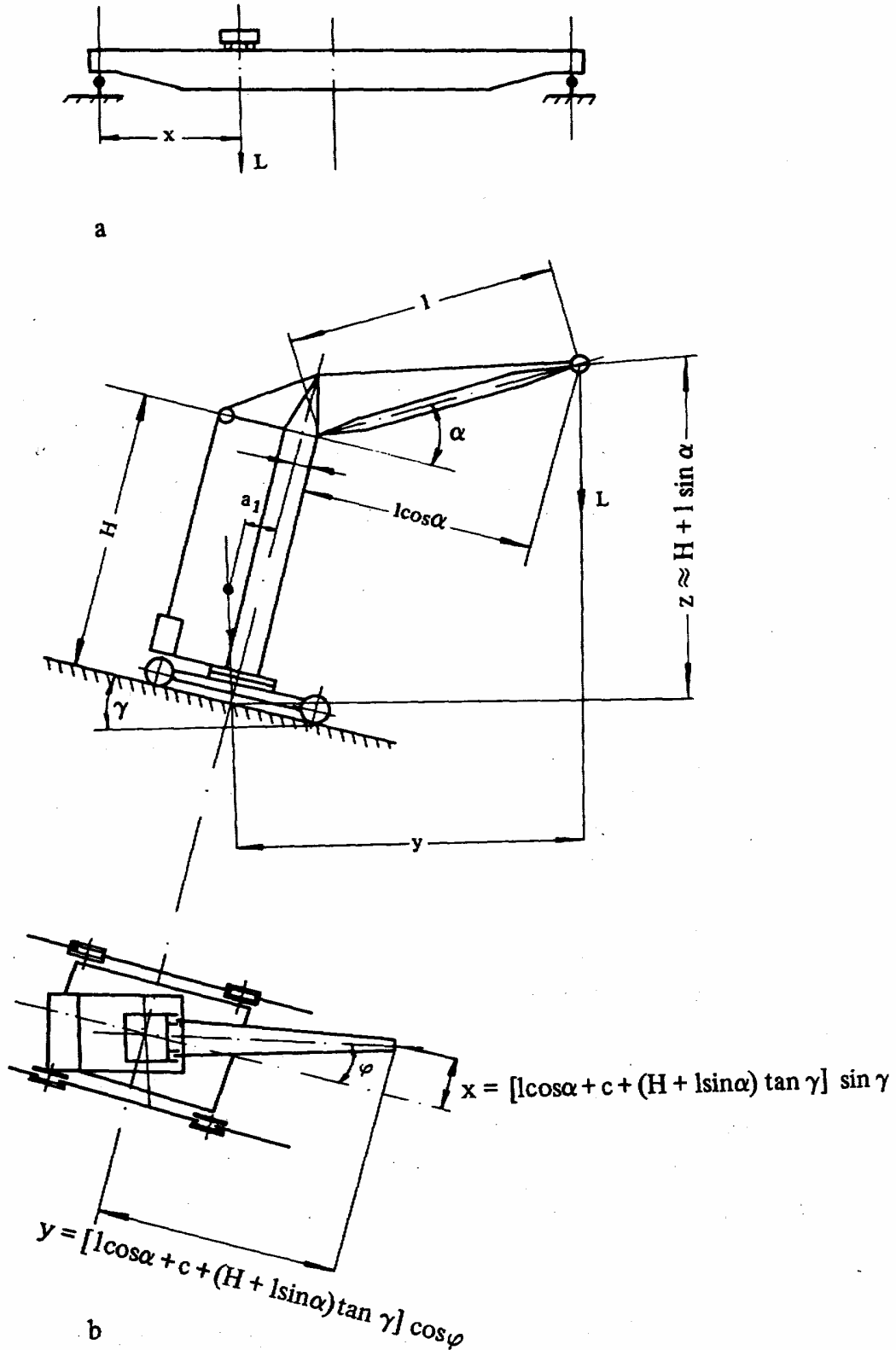
Hava şartlarından “iklim etkisi ile” meydana gelen yükler olarak gruplandırabiliriz.

Krenlere etkiyen mekanik veya termal dış yükler, kren parçalarında gerilmelere neden olurlar.

Geleneksel analizde yükler, iç yükler ve dış yükler olarak ikiye ayrılırlar. İç yüklerin sebebinin dış yükler olduğu kabul edilmektedir. Ancak bu ayırım her zaman bu kadar net olarak yapılamaz. Krene etkiyen dış yükler kavramının içine, krenin kaldırdığı yükün ağırlığı ve rüzgar yükü de dahildir. Ayrıca krenin harekete karşı direnci de dış yüklerin kapsamındadır.

Ancak, krenin ölü ağırlığından ve krenin dinlenme ve sabit çalışma şartlarının değişiminden dolayı oluşan dinamik yüklerden kaynaklanan kuvvetler, tüm kren parçalarına etkidiğinden aslında iç yüklere etki yapmaktadır. Ancak uniformluğun sağlanması için bu kuvvetler de pratik olarak dış yükler olarak düşünülür.

Her dış yük bir vektör ile temsil edilir ve altı parametre ile karakterize edilir. Bu parametreler: Salt büyüklük, etki noktasının üç koordinatı ve uzayda etki doğrultusunu belirten iki açıdır (şekil 4.1). En basit halde, yük iki parametre (L ve x) ile belirlenir (Şekil 4.1.a). Daha genel hallerde (şekil 4.1.b) ise her yükün geometrik parametrelerinin ana parametrelerin ve krenin eğim açısının formunda bir fonksiyon olarak gösterilmesi daha uygundur.



Şekil 4.1 Kaldırılan yükün ağırlığının etkisi.

a) Köprülü kren; b) Kuleli kren

Krenin eğim açısının değeri genellikle çok küçüktür. Ölü ağırlıktan ve kaldırılan yükün ağırlığından dolayı krene etkiyen düşey yüklerin dikey eksenine paralel bileşenleri genellikle bu yüklerin salt büyüklüklerinden farklıdır. Yatay bileşenler ise bu salt büyüklükler ve eğim açılarının tanjantlarının çarpımlarıyla elde edilir.

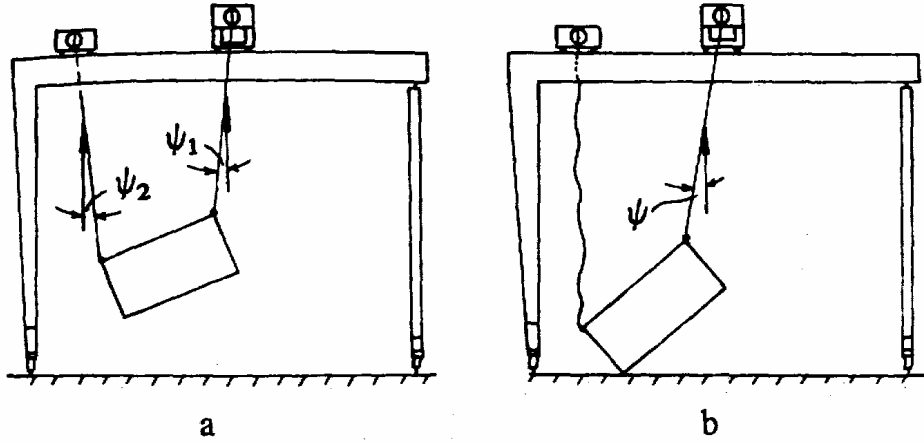
Kuleli bir krene etki eden L yükünün, krenin merkezinin kaynak kabul edildiği koordinat sistemine göre koordinatları şu şekilde yazılabilir:

$$\begin{aligned} x &= [l \cos \alpha + c + (H + l \sin \alpha) \tan \gamma] \sin \phi \\ y &= [l \cos \alpha + c + (H + l \sin \alpha) \tan \gamma] \cos \phi \\ z &= H + l \sin \alpha \end{aligned} \quad (4.1)$$

Yükün uzaydaki eğim açıları ψ ve β dir.

Kren yapısının eğimi hesaplara tek boyutlu olarak alınır.

Yükün ağırlığına bağlı olan kuvvetin düşeyden olan değişimi bazı şartlar altında oluşur. İki araba tarafından halatlarla taşınan bir yük, halatlardaki değişimlerden dolayı 5^0 civarında bir açı yapabilir (şekil 4.2).



Şekil 4.2 Yükün iki araba tarafından halatlarla kaldırılması
a) yükün asılması; b) yükün yerde açı ile durması

4.2. Kren ve Parçalarının Teorik Eğimi

4.2.1. Krenin çalışma durumundaki eğimi, krenin yapılışının ve rayların konumlarının hassasiyetine bağlıdır. Ayrıca eğim krenin elastisitesine de bağlıdır. Krenin kurulma hassasiyeti ve krenin elastikliği farklı değerler alacağından; eğim de devamlı değişir. Şekil 4.3 te kumluk bir alana kurulmuş kuleli krenin raylarının olasılık-yoğunluk dağılımı verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi bu dağılım normaldir.

Farklı kren parçalarının tasarımı için değişik ekipmanların (arabanın yürüdüğü kirişin, mesnetlerin) eğiliminin bilinmesi gereklidir. Bu eğilimler, krenin tamamının eğilimine bağlıdır.

Fakat, krenin kaldırma kapasitesi daima yük kolunun ağırlığının sebep olduğu kuvvet olarak alınır. Bu tanımlama, keyfi olmasına rağmen devam etmelidir. Çünkü, kaldırma kapasitesi sık sık teknik, ticari ve yasal dokümanlarda belirtilir.

Bölüm 3'te verilen yükün ağırlığının istatistiki bilgisi kren performansının tanımlanması için ana karakteristikler olarak düşünülmüştür.

Bölüm 6’da bahsedilen, dinamik yükün istatistiki parametreleri, yüklerin ağırlığından daha az araştırıldı. Bu değerler, normal çalışma süresince bakım kreni dizayn yükü ile karşı karşıya geldi.

Çevresel koşullara bağlı olan yükler, servis yüklerinden daha geniş aralıkta rasgele değer alır. Onlar, yerel hidro-meteorolojik koşullara veya sıcaklığa bağlıdır. Bu yüklerin ortalama değerleri tanımlanmalı ve dizayn değerleri olarak alınmalıdır. En önemlisi rüzgar yüküdür. Onun sınır değerleri bölüm 9’da açıklanmıştır.

Aynı yaklaşım, elimizdeki bilinen ortalama değerlerle hesaplanan sürtünme kayıpları içinde geçerlidir.

Bu bölümde, sadece sürtünmeden kaynaklanan statik yüklerin özellikleri tanımlanacak. Rüzgar ve dinamik yükler ayrı bölümlerde tanımlanmıştır. Yer sarsıntısı şokları için dizayn, sadece krenin belli tipleri için ve nadir durumlarda önemlidir. Bu konuya burada değinilmeyecek.

4.3. SÜRTÜNME DEN KAYNAKLANAN YÜKLER

Sürtünmeden kaynaklanan yükler, krenin hareketli ve sabit parçaları arasında kontak olduğu noktada hareket boyunca görülür. Kontak noktasındaki normal kuvvet ile sürtünme katsayısının (hareketin doğasına göre kayma veya yuvarlanma) çarpımı olarak tanımlanır. Kayma sürtünmesi kuvveti;

$$S_s = Q \cdot \mu \quad (4.2)$$

Burada; μ , kayma sürtünmesi katsayısı; Q, normal kuvvet.

Yuvarlanma sürtünmesi kuvveti;

$$S_r = Q \frac{f}{R} \quad (4.3)$$

Burada; f, yuvarlanma sürtünmesi katsayısı; R, yuvarlak cismin yarıçapı.

4.3.1. Silindirik taşımali tekerlek durumunda normal kuvvet dikey yüke eşittir (Şekil 1.3b ve c). Silindirik veya konik tekerleklerin meyilli yüzeyde yuvarlanması durumunda, normal kuvvet dikey yükten büyüktür.

Farklı yuvarlanma hızlarındaki kayma nedeniyle, konik tekerlek hat boyunca ray (Şekil 1.3d) ile temas ettiğinde harekete karşı direnç artar. Fakat, tekerlek meyilli rayda yuvarlandığında direnç hala artar. Çünkü, kontak noktasında yan itme moment yaratır $M=HR$, bu da göbeğe etkiyen eksenel kuvvetlere ve ek sürtünmelere neden olur./5.28/. M ve f katsayıları, zaman

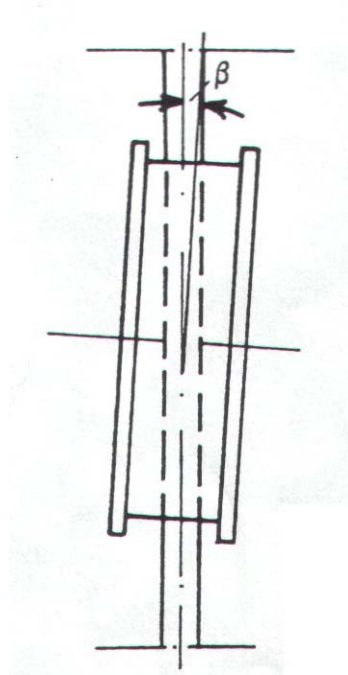
içinde bazı nedenlerden dolayı (sıcaklık, hareket hızı, yağlama durumu, atmosferik koşullar,v.b.) değişmektedir. Bu katsayılar rasgele değişime sahiptirler. Sürtünme için uzun süre çalışılmış olmasına rağmen, ortalama değerler genellikle yayınlanır ve dizaynda çalışılır. Sürtünmenin istatistiksel karakteristik bilgileri yetersizdir. Ortalama değerler, genellikle az sayıda yapılan testlere dayanılarak yayınlanır. Bu yüzden değişik yazarlar farklı değerler önerirler. Dizayn içinde izin verilen sürtünmeden dolayı yüklerin meydana gelme ihtimali düşüncesine imkan vermek için, bu değerlerin mümkün olan dağılımı dizayn esnasında göz önüne alınmalıdır.

Hareketli parçalar daima hareketin yönünde belli bir açıda oldukları için, krenlerde ölçülen sürtünme katsayıları genellikle laboratuarda ölçülenden büyüktür.

Boji tekerleğinin eğriligi, enine kaymaya neden olur. Bu da, hareketin miktarını aşağıdaki formüle göre artırır:

$$\Delta S = Q\mu\beta \quad (4.4)$$

Burada; β , eğrilik açısıdır.



Şekil 4.3. eğrilik durumunda boji tekerleğinin pozisyonu

Tekerleklerin sürülmesi durumunda enine kaymaya ek olarak boyuna kaymada meydana gelir. Boylamasına kayma, tekerlekler arasındaki çap farkına ve birleştirilen tekerlek sayısına bağlı olduğu kadar, tekerlek ve yönetici eleman arasındaki sürtünmeye de bağlıdır.

Bu yüzden, sürtünme katsayısının değeri, pratik olarak sık sık her bir birleşim için en yüksek değere sahip olduğu kabul edilir.

4.3.2. Sürtünme veya yüzeyin kesilmesinden dolayı harekete karşı oluşan ek direnç eğrilerde görülmektedir (yumuşak zeminde paletli kamyon ve oto lastiği ile). Bazı durumlarda (kablo

ve makara veya zincir ve zincir dişlisi çarkı arasında), hareketli parçanın (zincir, kablo, v.b.) sehimli, ek dirençlere neden olur.

Hareket tipleri arasındaki büyük farklar yüzünden sürtünme kuvvetlerinin genel formunu düşüneyiz. Bu kuvvetler, karakteristik durumlar için aşağıda kararlaştırılmıştır.

4.4. KRENİN VE RAYLAR ÜZERİNDEKİ ARABANIN HAREKETİ

Raylardaki tekerleklerin hareketine dikey kuvvetlerin yanı sıra yan itmesi de eşlik eder. Çünkü, krenin bütün noktaları daima düz bir hat üzerinde hareket etmek zorunda değildir. Raylar üzerindeki krenin düz hareketine daima eğriliğe neden olan bazı sallanmalar eşlik eder. Bu eğrilik yan itmeyi artırır ve tekerlek ile ray eksenleri arasındaki açıyı düzeltir. Bu da harekete karşı direnci artırır.

Eğer ray açıklığı “l” (raylar arasındaki mesafe), tekerlek tabanından “a” (eğer sonuncusu dikey muyluya sahipse direk arabası ve dış mil arasındaki mesafe) büyükse ek direnç önemlidir. Eğer $l/a < 1$ ise eğrilik ihmal edilebilir. Bazı durumlarda, tekerleklerin orijinal eğri pozisyonlarından dolayı izin verilen sürtünme artışı için o yeterlidir. Bu durumda, daha az önemli tekerlek flanşlarının ovalaması veya raylara karşı yönetici silindirden dolayı, yan itme oluşur. Bu yan itmeyi hesaplamak zordur. Sadece şunu kesin olarak bilebiliriz ki, dikey yüklere bağlı değildir. Bu tip durumlarda, eşitlik (5.4) aşağıdaki şekilde yazılabilir;

$$S = Q\mu_{red} + S_L \quad (4.5)$$

Burada; S_L , tekerlek flanşlarının veya yönetici silindirlerin sürtünmesinden dolayı oluşan ek direnç.

Ek direnç S_L , rayın kıvrımına ve tekerleğin dizaynına bağlıdır. Değeri, Bir flanşlı konik tekerlekler için, iki flanşlı olanlardan azdır.

Tekerlekler asılı çift raylı yol üzerinde hareket ederken iki durum seçilebilir

4.5.1. Esas (ana) yükler:

Bir krene etkiyen ana yükler taşıyıcı sistem elemanlarının kendi “zati” ağırlığından gelen yükler ve işletme yükü (hareketten doğan) yüklerdir. Taşıyıcı sistem elemanlarının “kendi ağırlıklarından” gelen yükler için, (DIN 15018 Tablo-2) de “yürütme hızlarına ve hareket yollarının düzgünlük durumlarına göre” (çubuk kuvvetleri, eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri ile çarpılan) zati ağırlık katsayıları ϕ olarak verilmiştir. Sabit yükün bir kısmı uniform yaylı yük olarak kabul edilirler, diğer kısmı (makine sepeti, karşı ağırlık vb) münferit yük olarak tesir eder.

4.5.2. Düşey hareketlerden gelen yükler:

Bu yükler, işletme yükünün (kaldırılan yükünün) az veya çok sarsıntılı olmasından ve kaldırma hareketinin ivmeli bir hareket oluşundan ortaya çıkan ilave yüklerdir. Bu nedenle (DIN 15018, Tablo-3) de “yük kaldırma hızlarına göre” yük kaldırma katsayıları ψ olarak verilmiştir. İşletme yükünün “büyütülmesi” için kullanılan bu ψ katsayısı ile çubuk kuvvetleri, kesme kuvvetleri ve eğilme momentleri çarpılır.

4.5.3. Yatay hareketlerden gelen yükler

Hareket eden kısımların hareketinden veya frenlenmesinden meydana gelen ivmeli hareketlerin (atalet kuvvetlerinin), çeşitli taşıyıcı sistem elemanları üzerine gelen ilave yan yüklerdir.

4.5.4. Hava şartlarından meydana gelen yüklemeler

Hava şartlarından meydana gelen yüklemeler, rüzgar, kar ve sıcaklık değişimleri nedeniyle meydana gelirler. Rüzgar : Rüzgarın bütün yönlerden esmesi hallerinde dahi yatay olarak etki yaptığı kabul edilir. Rüzgarın etkisi krenin yapı şekline bağlıdır. Bir taşıyıcı sistem elemanın üzerine düşen rüzgarın etkisi bir kuvvettir. Bunun rüzgar yönündeki bileşeni:

$$p = c \cdot A \cdot q$$

P : Rüzgar kuvvetinin bileşkesi (daN)

c : Aerodinamik bir katsayısı, (Bu katsayı taşıyıcı sistem elemanların şekline bağlıdır.)

c katsayıları : Kafes kirişlerde $c=1,6$; Dolu gövdeli veya kutu kirişlerde

$c=1,2$ ile $1,6$; Boru kafes kirişlerde ve daire kesitli elemanlarda $c=0,7$ ile

A : Rüzgar yönüne dik düzlemdeki taşıyıcı sistem yüzeylerinin izdüşümü (m^2)

q : Dinamik basınç (daN/m^2) $q = (V_{rüz})^2 / 16$ (daN / m^2)

$V_{rüz}$: (m / s) rüzgar hızıdır.

4.5.5. Kar:

Gezer krenlerde, yükleme köprüleri ve döner krenlerin hesaplanmasında kar yükleri hesabı katılmaz

4.5.6. Sıcaklık değişimi:

Sıcaklık değişimlerinden yalnız özel hallerde dikkate alınır. Örneğin, kiriş sistem elemanlarının serbest olarak uzamalarının mümkün olmadığı yerlerde dikkate alınabilir. Bu gibi hallerde açık havada çalışacak tesislerde sıcaklık değişimlerinin sınırı ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$) dır.

4.6. YÜKLEME DURUMU GRUPLARI VE GENEL GERİLME DEĞERLERİ

Krenlerin hesaplanmasında ilk adım yükleme durumuna göre grubun seçilmesidir. Seçilen yükleme durumu gruplarına göre eğilme gerilmesi hesapları yapılır. Yükleme durumu iki gruba ayrılır. Bunlar da **H** ve **H_z** yükleme durumlarıdır.

4.6.1. Yükleme durumu H

H yükleme durumunda, bütün esas (ana) kuvvetlerin aynı anda en uygunsuz konumda etkilediği kabul edilir. Bu grup yüklemede ana kuvvetler:

Elemanların kendi (zati) ağırlıklarından doğan statik yükler. (Statik yük kavramından, şiddetleri ve tatbik noktaları değişmeyen kuvvetler anlaşılır, örneğin köprünün kendi ağırlığı gibi).

Hareketli yük (dinamik yük) kavramından, işletme (bir makinanın çalışması) sırasında şiddetleri ve / veya tatbik noktalı değişebilen kuvvetler anlaşılır. İşletme sırasında meydana

gelen kütle (atalet) kuvvetleri de bu gruba girer. (Durdurma hareketi sırasından ortaya çıkan fren kuvvetleri hariç)

Özel hallerde göz önüne alınan sıcaklık değişmelerinden doğan gerilmeler de; yükleme durumu H grubuna girer.

4.6.2. Yükleme durumu Hz

Hz yükleme durumunda ise ana kuvvetler ile ilave kuvvetlerin aynı anda en uygunsuz şartlarda etkilediği kabul edilir. Kısacası (Hz=H + ilave kuvvetlerdir.)

4.6.3. İlave kuvvetler

Krenlerin hesaplanmasında Hz grubunda yer alan bu kuvvetler; rüzgar yükü, durdurma hareketinden doğan fren kuvveti, yatay yanal kuvvetler dir.

Rüzgar yükü : Krendeki rüzgar yükü, bunun toplamı formuna bağlı olarak, yüzeylerinden her birine dikey tesir ettiği kabul olunan basınçların toplamından ibarettir. Rüzgar yükü, rüzgarın hızına, kirişin formuna ve rüzgar etki yüzeyinin büyüklüğüne bağlıdır.

Fren kuvvet : Yürüme doğrultusunda ray üstü yüzeyi yüksekliğinde etki eden en büyük fren kuvveti, sürtünme katsayısı $\mu = 1/7$ alındığında, frenlenen bütün tekerlekleri yükün $1/7$ 'sine eşit alınmalıdır.

Yatay yan kuvvetler : Köprülerde, iki köprü yolunda her birinden, hareket doğrultusuna dikey olarak etki eden yatay diğer bir kuvvet vardır. Bu yatay kuvvetin şiddeti, yüklü arabanın en uygunsuz durumundan, köprü yolu tarafında hasıl olan tekerlek yüklerinin $1/10$ oranına eşit alınmalıdır. Bu yatay yan kuvvete, araba hareketindeki fren kuvvetleri dahildir.

4.7. GENEL EMNİYET GERİLME DEĞERLERİ

DIN 15018 de yükleme durumları (H ve Hz) gruplarına göre genel emniyet gerilme değerleri verilmiştir. Aşağıdaki tabloda çok kullanılan St 37 ve St 52-3 malzemelerinin gerilme emniyet değerleri gösterilmiştir.

Tablo-4.1. Gerilme emniyet değerleri

Malzeme	DIN	Yükleme Durumu	Çekme emniyet gerilmesi σ_{em} N/mm ²	Basma emniyet gerilmesi σ_{em} N/mm ²	Kayma emniyet gerilmesi τ_{em} N/mm ²
St 37	DIN 17100	H	160	140	92
St 37	DIN 17100	Hz	180	160	104
St 52-3	DIN 17100	H	240	210	138
St 52-3	DIN 17100	Hz	270	240	156

4.8. TAŞIYICI ELEMANLARIN YÜK DURUMUNA GÖRE EĞİLME GERİLMELERİ

Eğilme gerilmesi, H yük durumuna:

$$\sigma_H = \frac{\varphi \cdot M_T + \psi \cdot M_K}{W_z} + \frac{M_{AT}}{W_y}$$

Eğilme gerilemesi, Hz yük durumuna göre;

$$\sigma_{Hz} = \sigma_H + \frac{M_R + M_y}{W_y}$$

dir. Bu denklemden de görüldüğü gibi Hz yük durumunda eğilme gerilmeleri: $\sigma_{Hz} = \sigma_H +$ (rüzgar ve yan ilave yüklerden gelen eğilme gerilmelerin toplamıdır.)

M_R : rüzgar kuvvetlerinden ve M_Y : yan ilave yüklerinden gelen eğilme momentleridir.

4.9. KREN HESABINDAKİ KATSAYILAR

4.9.1. Zati ağırlık katsayısı ϕ

Krenlerin taşıyıcı elemanlarının yürüme yolları üzerinde hareketleri sırasında, seyir hızlarına (m / dak.) ve hareket yollarının pürüzlük durumlarına göre; kendi “zati” ağırlıkları sebebiyle ortaya çıkan kuvvet ve momentlerin Zati ağırlık katsayısı ϕ ile çarpılması gerekir (Tablo-4.2.)

Tablo-4.2. Zati ağırlık katsayısı ϕ

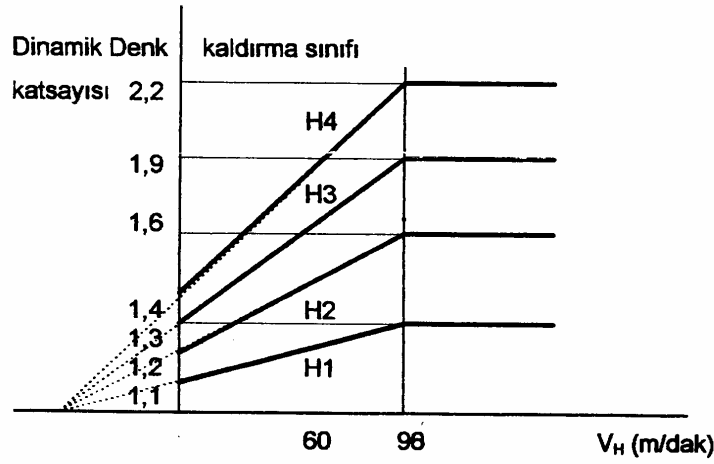
Hareket hızı v [m/dak]		Zati ağırlık katsayısı ϕ
Hareket yolları rayları		
Düzgün olmayan veya pürüzlü	Düzgün veya kaynaklı (işlenmiş)	
60 a kadar	90 a kadar	1.1
61 - 200	91- 300	1.2
200 den fazla	-	≥ 1.2

4.9.2. Yük kaldırma katsayısı ψ

Bu yükler, yukarıda açıklandığı gibi, işletme yükünün (kaldırılan yükünün) az veya çok sarsıntılı olmasından ve kaldırma hareketinin ivmeli bir hareket oluşundan ortaya çıkan ilave yüklerdir. Bu nedenle DIN 15018 den Tablo-4.3. de “yük kaldırma hızlarına (V_k) ve kaldırma sınıfları (H1, H2, H3 ve H4) göre” yük kaldırma katsayıları ψ olarak verilmiştir (Şekil-4.4.). İşletme yükünün “büyütülmesi” için kullanılan bu ψ katsayı ile çubuk kuvvetleri, kesme kuvvetleri veya eğilme momentleri çarpılır.

Tablo-4.3. Yük kaldırma katsayısı ψ

Kaldırma Sınıfı	Kaldırma hızları V_k [m/dak]	
	90 m/dak kadar	90 m/dak üstü
H1	$1.1 + 0.0022 V_k$	1.3
H2	$1.2 + 0.0044 V_k$	1.6
H3	$1.3 + 0.0066 V_k$	1.9
H4	$1.4 + 0.0088 V_k$	2.2



Şekil-4.4. Yük kaldırma katsayıları

Yük kaldırma katsayısı seçiminde bahsi geçen kaldırma sınıfları, relatif çalışma süresi, yükleme durumu ve tekrarına göre 4 grupta Tablo-4.4.'de verilmiştir.

Tablo-4.4. Krenlerin gruplandırılması ve kaldırma sınıfları

Gruplar	Relatif işletme süresi	Relatif yük	Yük tekrarı
1	Küçük	Küçük	Normal
2	Büyük	Küçük	Normal
	Küçük	Büyük	Normal
	Küçük	Küçük	Kuvvetli
3	Büyük	Küçük	Normal
	Büyük	Büyük	Kuvvetli
	Küçük	Küçük	Kuvvetli
4	Büyük	Büyük	Kuvvetli

Yaygın olarak kullanılan bazı krenlerin Tablo-4.4. de verilen grup numarasına göre kaldırma sınıfları aşağıda Tablo-4.5.'de verilmiştir.

Tablo-4.5. Çeşitli krenler ve kaldırma sınıfları

No	Kren çeşiti	Kaldırma Sınıfı
1	Küçük motorlu kaldırma makinaları ve el krenlerl	H1
2	Elektrik santral krenleri	H1 ve H2
3	Lokomotif kaldırma krenleri	H2
4	Hafif yük kaldıran atölye ve ambar krenleri	H2 ve H3
5	Ağır yük kaldıran atölye ve ambar krenleri	H2
6	Montaj krenleri	H1 ve H3
7	Dökümhane krenleri	H2 ve H3
8	Perçinli krenler	H2 ve H3
9	Tersane krenleri	H2
10	Ağır yük krenleri	H1 ve H2
11	Döner krenler, taklı krenler, yüzer krenler -kancalı	H2
12	Döner krenler, taklı krenler, yüzer krenler -kepçeli	H2 ve H3
13	Yükleme köprüleri, kablo krenler - kancalı	H2
14	Yükleme köprüleri, kablo krenler - kepçeli	H2 ve H3

15	Kiper (külbüter, basküler) köprüleri	H3
16	Yer üstü ve yer altı yapım işlerindeki kuleli krenler	H1 ve H2
Maden istihale tesisatında kullanılan özel krenler		
17	Hafif krenler, montaj krenleri, vals değiştirme krenleri	H1 ve H3
18	Doldurma makinaları	H3 ve H4
19	Çelik profil taşıma krenleri (kısaçlı)	H2 ve H4
20	Kokil ve blok krenleri	H2 ve H3
21	Karıştırıcılar ve döküm krenleri	H3
22	Yer altı fırın krenleri	H3 ve H4
23	Stipper krenleri	H4
24	Şahmerdan krenleri	H2 ve H4