

İlk yayın: 14 Ocak 2016

www.guven-kutay.ch

VİNÇTE ÇELİK KONSTRÜKSİYON

VİNÇ YOLLARI ve RAYLARI

42_00

M. Güven KUTAY, Muhammet ERDÖL

En son durum: 14 Ocak 2016

Daha detaylı bilgi edinmek isterseniz.

***“Vinçlerde Çelik Konstrüksiyonlar, Cilt I ve Cilt II, MMO/2008/483,
Serpil KURT – Remzi ASLAN – Güven KUTAY “***

***kitaplarına bakınız. Satın almanızı öneririm. Kitap kitaptır. Hemde çok
ucuz.***

DİKKAT:

Bu çalışma iyi niyetle ve bugünün teknik imkanlarına göre yapılmıştır. Bu çalışmadaki bilgilerin yanlış kullanılmasından doğacak her türlü maddi ve manevi zarar için sorumluluk kullanana aittir. Bu çalışmadaki bilgileri kullananlara, kullandıkları yerdeki şartları iyi değerlendirip buradaki verilerin yeterli olup olmadığına karar vermeleri ve gerekirse daha detaylı hesap yapmaları önerilir. Eğer herhangi bir düzeltme, tamamlama veya bir arzunuz olursa, hiç çekinmeden bizimle temasa geçebilirsiniz.

Bu dosyada kullandığımız terimlerin Almancadan Türkçe karşılığını, ne Türk Dil Kurumunda nede normal veya elektronik sözlüklerde bulamadık. Hedefimiz Türkçe bilen kişilere bilgileri basit olarak aktarmak olduğu için, kendi mantığımızı göre okuyucunun anlayacağı, basit Türkçe terimler kullandık. Ayrıca 44-00 numaralı dosyada Türkçe-Almanca(-İngilizce-Fransızca) sözlük ile Kaynakları verdik. İsteyen oradan kullanılan Türkçe terimleri bulabilir. Bilginiz ola!..

*Terimlerin Türkçe karşılığı için büyük yardımı olan sayın **Muhammet ERDÖL** e kendim ve dosyadan faydalanacakların adına çok teşekkür ederim.*

İÇİNDEKİLER

0	Genel	5
0.1.	Vinç yollarının hesaplanması ve konstrüksiyonu	6
0.2.	Vinç yollarının analizi	7
1.	Vinç Yolunun seçimi ve değerleri	9
1.1.	Konstrüksiyon şekli ve değerleri	9
1.1.1.	Sistemin alanı " A_{Si} "	9
1.1.2.	Sistemin ağırlık merkezi " z_S "	10
1.1.3.	Parçaların ağırlık merkezlerinin sistemin ağırlık merkezine "z" mesafeleri " z_{Si} "	10
1.1.4.	Parçaların ağırlık merkezlerinin sistemin ağırlık merkezine "y" mesafeleri " y_{Si} "	10
1.1.5.	Sistemin y-eksenine göre eylemsizlik ve karşı koyma momenti	10
1.1.6.	Sistemin z-eksenine göre eylemsizlik ve karşı koyma momenti " $I_{züt}$ "	10
1.1.7.	Sistemin üst takımının alanı " $A_{züt}$ "	11
1.2.	Gerekli faktörler	11
1.2.1.	Kaldırma yükü faktörü " φ_K "	11
1.2.2.	Raya dik tekerlek yatay kuvvet faktörü " φ_Y "	12
1.2.3.	Ray boyuna kuvvet faktörü " φ_B "	12
1.2.4.	Dinamik faktör " φ_{dy} "	12
1.2.5.	Statik faktör " φ_{st} "	12
1.2.6.	Genel emniyet faktörü " γ_M "	12
1.2.7.	Lokal kuvvet emniyet faktörü " γ_{M1} "	12
1.2.8.	Yorulma gerilmelerinde çentik düzeltme faktörü " γ_{Mf} "	12
1.2.9.	Eşdeğer gerilmeler farkı faktörü " λ_E "	13
1.3.	Vinç Yolunu etkileyen tekerlek kuvvetleri	15
1.3.1.	Raya dik tekerlek dikey kuvveti " F_D "	15
1.3.2.	Raya dik tekerlek yatay kuvveti " F_Y "	15
1.3.3.	Ray boyuna tekerlek kuvveti " F_B "	15
1.4.	Diğer kuvvetler	16
1.5.	Gerekli malzeme değerleri	16
2.	Vinç yolunun analizi	16
2.1.	Bir aralıklı vinç yolunda temel değerler	17
2.2.	İki aralıklı vinç yolunda temel değerler	20
2.3.	Üç aralıklı vinç yolunda temel değerler	23
3.	Vinç yolunun kontrolü	26
3.1.	Normal gerilmelerin kontrolü	26
3.1.1.	Rayın boyuna kuvvetlerden oluşan bası gerilmesi " σ_{Nb} "	27
3.1.2.	Yatay kuvvetlerden oluşan eğilme gerilmesi " σ_z "	27
3.1.3.	Dikey kuvvetlerin y-eksenine göre eğilme gerilmesi	29
3.1.4.	Sistemde toplam normal gerilmelerin mukavemet kontrolü	30
3.2.	Kayma gerilmelerinin kontrolü	30
3.3.	Sistemin toplam gerilme kontrolü	31
3.4.	Sehim kontrolü	31
3.5.	Lokal kuvvetlerin iletişim kontrolü	31
3.6.	Stabilite kontrolü	32
3.7.	Yorulma kontrolleri	34
3.7.1.	1. Bölge "*"1", Ray ile profilin kaynak bağlantı yeri	34
3.7.2.	2. Bölge "*"2", Profil ile takviyelerin kaynak bağlantı yeri	35
3.7.3.	3. Bölge "*"3", Lokal kuvvetin iletişim kesiti, dikme kuşak bağlantı yarıçapı	35
3.7.4.	4. Bölge "*"4", Lokal kuvvetin iletişim kesiti, dikme kuşak kaynak bağlantısı	35
3.7.5.	5. Bölge "*"5", Çenelerin ve deliklerin olduğu bölge	35
3.8.	Burulma (Torsiyon) kontrolleri	36
3.8.1.	Torsiyon oluşturan kuvvetlerin ağırlık merkezine mesafeleri	36
3.8.2.	Sistemdeki torsiyon gerilmesi	36
4.	Vinç yolu rayları ve vinç yollarının konstrüksiyon şekilleri	37
4.1.	Vinç yolu rayları	37
4.1.1.	Lama vinç rayları	37
4.1.2.	Vinç rayı, DIN 536 A tipi	38
4.1.3.	Basık vinç rayı, DIN 536 F tipi	39
4.1.4.	Demir yolu rayları	39
4.2.	Vinç yolu konstrüksiyonları	41

4.2.1.	Lama raylı konstrüksiyonlar	41
4.2.2.	DIN 536 A tipi rayla konstrüksiyonlar	42
4.2.3.	Standart profillerle düşünölen vinç yolu konstrüksiyonu	43
4.2.4.	Genel konstrüksiyon önerileri	44
4.3.	Vinç yollarında toleranslar	44
4.3.1.	Vinç ray ekseninin teorik eksene göre toleransı	44
4.3.2.	Vinç rayının açıklıktaki paralellik toleransı	45
4.3.3.	Vinç rayının yükseklik toleransı	45
4.3.4.	Vinç raylarının seviye toleransı	45
4.3.5.	Vinç yolu veya rayının su yüzeyine göre toleransı	45
5.	Vinç Yolları için örnekler	46
5.1.	Vinç yolu örneklerinin analizi	46
6.	Standartlar ve Literatür	48
7.	Konu İndeksi	50

Vinç yolları ve rayları

0 Genel

Vinç yolları ve raylarının hesapları ve konstrüksiyonunu, Alman standartlarını doğrudan veya kendi standartları yanında kabul eden ülkelerde, sırasıyla şu standartlara göre yapılmıştır:

DIN 120-1/ DIN 120-2/ DIN 4132/ DIN 4132-B1/ DIN 15018/ DIN EN 1993-(1-6) ve Eurocode 3

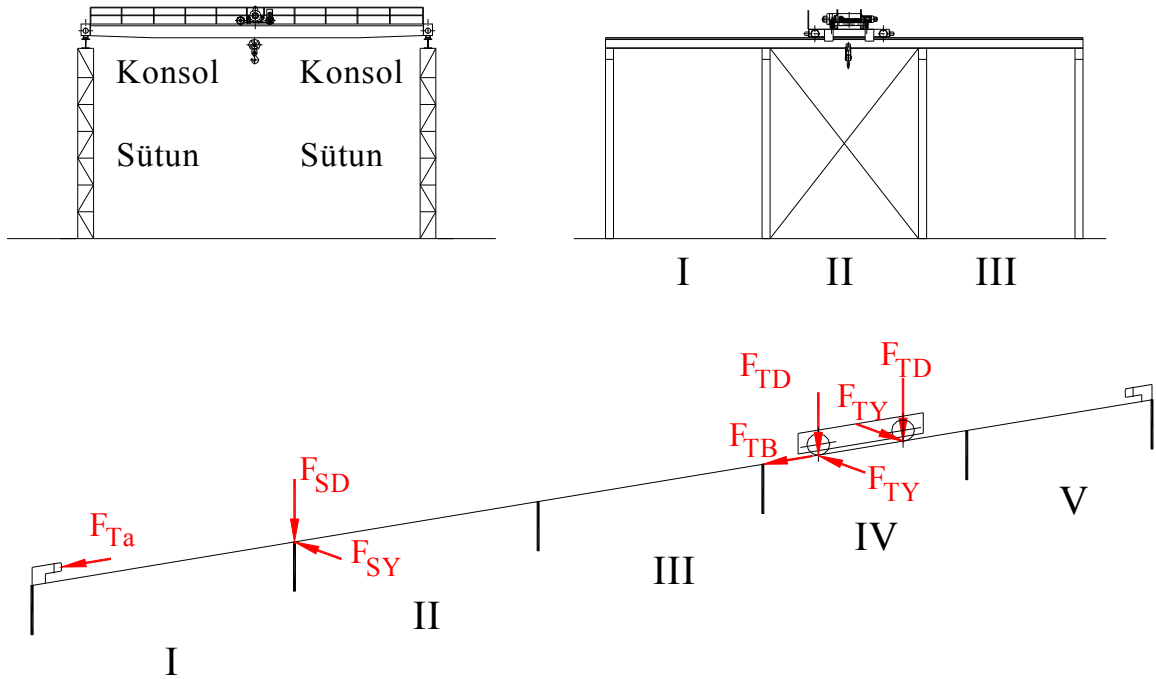
Bu çalışmalarda, vinç yollarının hesabı, bütün standart kabulleri kullanılarak, standart profillerden yapılmış konstrüksiyonların maksimum değerleri kuvvet metodu ile hesaplanacaktır. Pratikte vinç yolları yerde veya sütunlar üzerinde bulunur. Yerdeki vinç yollarının hesabı doğrudan zemine baskı ile yapılır. Sütunlarla taşınan vinç yolları da iki şekilde olur.

1. Vinç yollarını baş üzerinde taşıyan sütunlar,
2. Vinç yollarını konsol ile taşıyan sütunlar.

Sütunlara ve aralıklara gelen yük ve momentler her iki şekilde de aynen hesaplanır. Hesaplardaki farklılık vinç yolunu taşıyan sütunların burkulmaya göre kontrol hesabında görülür. Vinç yolunun şekli vinç yolunun hesabında hiçbir etkisi yoktur, yalnız sütunların hesabında şekil etkisini gösterir.

Vinç yollarını baş üzerinde taşıyan sütunlar

Vinç yollarını baş üzerinde taşıyan sütunlar Şekil 1 ile basit olarak gösterilmiştir. Bunlara daha çok açık sahada portal vinçlerin kullanılmayacağı yerlerde veya atölye binasından açık sahaya çıkan vinç yollarında rastlanır. Vinç yolu, III bölümdeki gibi köşegen bağlantılarla, yol istikametinde rijit bir konstrüksiyon oluşturmak üzere bağlanır. Böylece vinçin frenlemesinden, ivmesinden veya tampona çarpmasından oluşacak kuvvetler karşılanır, ve vinç yolunda sabit bir yataklama elde edilir.

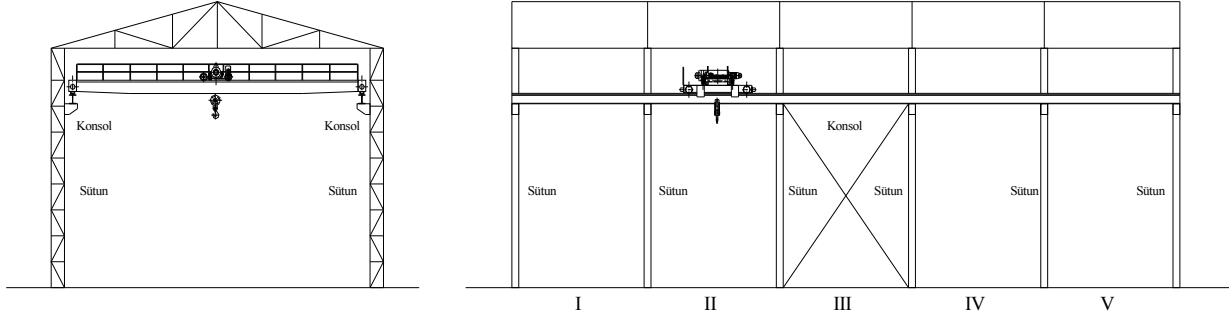


Şekil 1, Vinç yollarını baş üstünde taşıyan sütunlar

F_{TD}	Tekerlek dik kuvveti
F_{TY}	Tekerlek yatay kuvveti
F_{TB}	Tekerlek ray boyuna kuvveti
F_{Ta}	Tampon kuvveti
F_{SD}	Sütuna dik kuvvet
F_{SY}	Sütuna yatay kuvvet

Vinç yollarını konsol ile taşıyan sütunlar

Vinç yollarını konsol ile taşıyan sütunlar Şekil 2 ile görülmektedir.



Şekil 2, Vinç yollarını konsol ile taşıyan sütunlar

0.1. Vinç yollarının hesaplanması ve konstrüksiyonu

Vinç yollarının hesabı ve konstrüksiyonu için izlenecek yol:

1. Gereken bilgiler toparlandıktan sonra firmamızın veya literatürün önerisine göre vinç yolunun şekli ve kullanılacak malzeme seçilir. Malzeme ve geometri değerleri bilindiği için gereken karşı koyma momentleri ve konstrüksiyon büyüklükleri hesaplanır,
2. Kritik kesit büyüklükleri hesaplanır,
3. Düşünülen taslağın fonksiyonunu yapıp yapamayacağı kontrol edilir.
 - 3.1 Normal gerilmelerin kontrolü,
 - 3.2 Sehim kontrolü,
 - 3.3 Lokal kuvvet iletişim kontrolü,
 - 3.4 Stabilite kontrolü,
 - 3.5 Yorulma kontrolleri,
 - 3.6 Burulma (Torsiyon) kontrolleri,
4. Özetleme ve karar.

Burada yapılan hesapların sonuçları standartların verdiği veya deneyler sonucu kabul edilen emniyetli değerlerle karşılaştırılır. Karşılaştırma değerlendirilir. Bu değerlendirmeye konstrüktör kendi görüşünü de katmalıdır. Bazen sonuçlar yeterli çıksa bile konstrüktörün kabul edilen değerler hakkındaki fikri çok önemlidir. Bazende konstrüktör sonuçlar emniyetli de çıksa konstrüksiyonu beğenmediğini ve tatmin olmadığını sebepleri açıklayarak belirtebilir.

Birçok zaman yapılan hesaplar tam tatmin edici olmayabilir ve konstrüktör yapılması gereken ek hesapların ve deneylerin yapılmasını önerebilir.

Yapılan hesapların protokolünde hiçbir zaman kesin kararlar verilmemeli, Örneğin; "Konstrüksiyon fonksiyonunu yapar. Parça kırılmaz" gibi kati kararlar yazılmamalıdır. Bunun yerine "Hesaplara ve kabul edilen değerlere göre konstrüksiyon fonksiyonunu yapar" demekte fayda vardır.

0.2. Vinç yollarının analizi

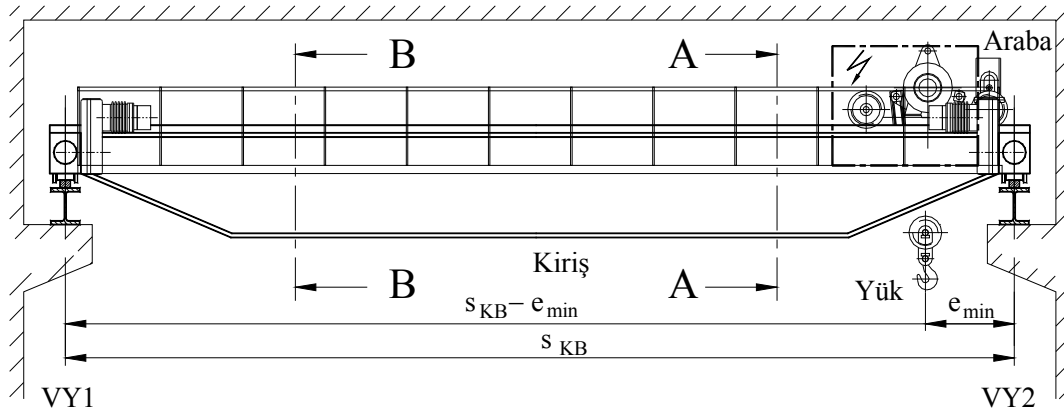
Vinç yollarının hesaplarına başlamadan önce şu hususları tam olarak belirleyelim. Vinç yollarının hesabını batıda "**İnşaat mühendisi**" yapar. Çünkü vinç yollarını taşıyan sütunları ve bu sütunlara gelen kuvvetleri bilerek binayı ona göre hesaplar. Vinç yollarının fonksiyonunu tam olarak yapabilmesi için konstrüktörün vinç yollarının konstrüksiyonunu, hesabını, en iyi uyan malzemesini seçmeyi ve montajını hakkıyla yapabilmesi için çok geniş kapsamda vinci tanıması veya vinci üreten firmadan detaylı bilgi alması gerekir. Bu bilgilerin yanında vinç ile vinç yollarının karşılıklı etkilerinden oluşan zorlanmaları ve deformasyonları da gayet iyi bilmelidir. Başlangıçta ray ile profilin üst kuşağı dikkate alınır ve sonraları konstrüksiyonun tamamı sistem olarak düşünülür [18].

Fakat memleketimizde bu iş vinci yapan firmaya yüklenir ve vinci yapan firmada inşaat mühendisi yoktur ve yalnız makina mühendisi vardır. Bu problem bütün çelik konstrüksiyon hesapları için geçerlidir. Probleme inşaat mühendisi gözüyle bakacak olursak daha detaylı hesaplar yapmamız gerektiğinin de göreceğiz.

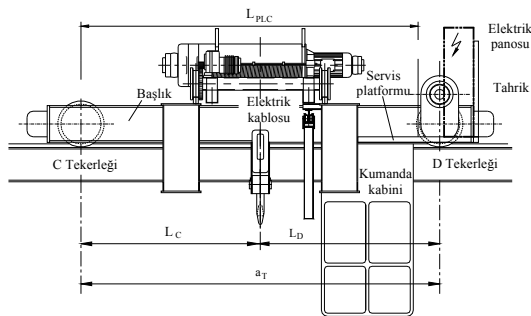
Vinç yollarını etkileyen tekerlek kuvvetleri:

Vincin vinç yollarını zorlaması esas olarak tekerleklerin raya dikey, yatay ve boyuna (atalet kuvvetleri, tampon kuvvetleri, v.b.) etkileyen kuvvetlerinden oluşur. Vincin bu özel etkilerinden ötürü vinç yollarının hesabı normal bina çelik konstrüksiyon hesabından oldukça ayrıcalıklı yapılır. Yatay kuvvetler rayın üst kenarından, kayma merkezi dışında etkileyerek, vinç yollarının zayıf ekseninde sistemi burulmaya (torsiyon) ve eğilmeye etkiler. Bunun dışında, vincin zorlama grubuna göre, raya dikey kuvvetin eksantrik olarak etkisinin oluşturduğu ek burulma etkisi de dikkate alınır. Böylece vinç yolunun iki eksenli eğilme ve burulma etkisinde olduğu görülür. Vinç yolları hareketli tekerlek kuvvetlerinin etkisinde olduklarından tek aralıklı vinç yolunda bile maksimum momentin nerede ve ne büyüklükte olduğu hesaplanarak bulunur. Vinç yollarının hesaplanmasında eğilme zorlamasının yanında torsiyon zorlaması da dikkate alınmalıdır [18]. Vinç yollarını hesaplamak için Şekil 1 ile görülen etkileyici kuvvetleri belirlememiz gerekir. Bu kuvvetleri şöyle sıralayabiliriz:

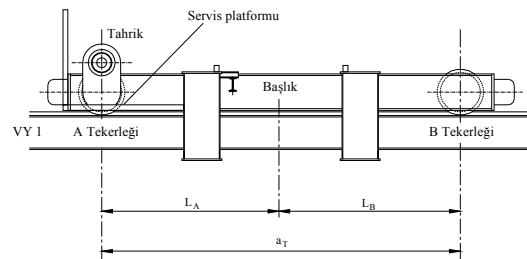
1. Raya dik **dikey** kuvvetler: Kaldırılan yük ve ağırlık kuvvetleri.
2. Raya dik **yatay** kuvvetler: Tahrik, kütle ve kasılma kuvvetleri.
3. Ray **boyuna** kuvvetler: Atalet ve frenleme kuvvetleri.



Şekil 3, Bandaj tekerlekli gezer köprü vinci



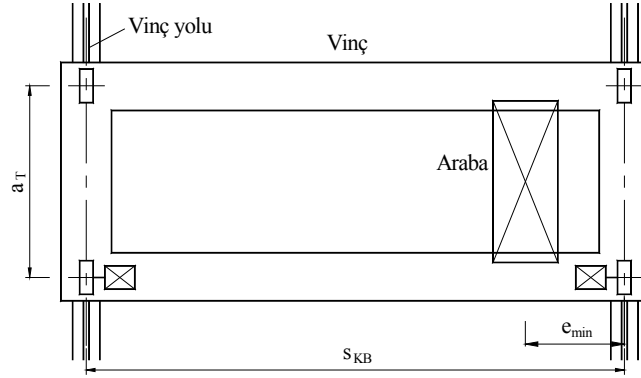
Şekil 4, A-A kesiti, VY2 Tarafı, Şekil 3



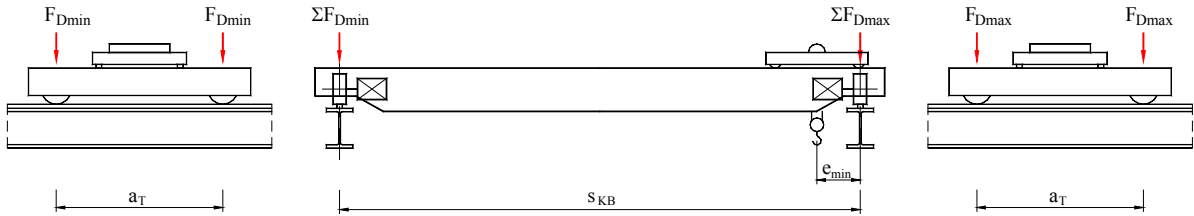
Şekil 5, B-B kesiti, VY1 Tarafı Şekil 3

Yukarıdaki şekillere bakıldığında vinç yürütme tekerleklerine gelen dik kuvvetlerin eşit olmadığı açıkça görülmektedir. Son yıllarda gezer köprü vinçlerde kumanda yerden, çoğunlukla uzaktan kumandalı yapılmaktadır. Bunun içinde kumanda kabine gerek kalmamıştır. Servis platformunda yapılmayıp, forkliftlerle gereken bakım yerden yapılmaktadır. Elektrik panosu, elektrik kabloları ve tahrik pratikte yapılacak hesaplarda dikkate alınmadan vincin maksimum tekerlek kuvveti bulunur, kabul edilen faktörlerle ara kapatılır. Bulunan bu değer vinç yolunun üzerindeki iki tekerlek için eşit kabul edilir. Aynı taraftaki vinç yolunu etkileyen minimum kuvvetlerde minimum değerler bulunur ve hesaplar yapılır.

Bu kabul bütün standartlarda (Eurocode3, DIN EN, SIA, BS v.b.) aynen uygulanmaktadır. Tekerlek kuvvetleri basite indirgenip büyültme faktörleri ile emniyetli hesaba geçilir. Vincin basit hali Şekil 6 ve Şekil 7 ile görülmektedir. Standartların hesapları küçük farklılıklarla hemen hemen aynı sonuçları vermektedir. **Biz bu dosyada kendimize göre en basit ve kısa yoldan, ama emniyetli, vinç yolu hesabını göreceğiz. Ayrıca kuvvet metodu ile bir ile dört aralıklı vinç yollarının "Mathcad" ile yapılmış detaylı hesapları sitede verilmiştir. İsteyen bu detaylı hesaplara veya herhangi bir standartta göre hesapları yapabilir.**



Şekil 6, Basit olarak gezer köprü vinci. Yukarıdan görünüş



Şekil 7, Basit olarak gezer köprü vinci. Karşıdan ve yandan görünüş

Hesaplar için şu değerleri belirlemek gerekir:

- | | | |
|---|-----------|-----|
| • Hol boyu | L_{Hol} | m |
| • Sütunlar mesafesi | a_S | m |
| • Vincin kaldırma kapasitesi | F_Y | kN |
| • Arabanın kendi ağırlık kuvveti | F_A | kN |
| • Vincin kendi ağırlık kuvveti. Başlık ve tekerlek takımı ile | F_{Vi} | kN |
| • Vincin kiriş boyu veya raylar mesafesi | S_{KB} | m |
| • Vinç tekerleklerinin eksen mesafesi | a_T | m |
| • Kancanın vinç rayına en küçük mesafesi | e_{min} | m |
| • Kaldırma hızı | v_K | m/s |
| • Vincin yürütme hızı | v_V | m/s |
| • Vincin yükleme sınıfı "Q" (Eski DIN e göre Hx) | Hx | 1 |
| • Vincin yükleme sayısı sınıfı "U" (Eski DIN e göre Bx) | Ux | 1 |
| • Çeşitli yük kuvvetleri: Platform, Elektrik panoları, kablo sistemi, kar, v.s. | F_C | |

Yukarıda gösterilen yolu takip ederek vinç yollarının hesabının nasıl yapılacağını görelim.

1.1.2. Sistemin ağırlık merkezi "z_s"

Sistemin ağırlık merkezi "z_s" F 2 ile hesaplanır:

$$z_S = \frac{A_P \cdot z_P + A_R \cdot z_R + 2 \cdot A_L \cdot z_L}{A_{Si}} \quad F 2$$

A _i	mm ²	İndisine göre alan
z _i	mm	İndisine göre parça ağırlık merkezinin sistemin alt kenarına mesafesi

1.1.3. Parçaların ağırlık merkezlerinin sistemin ağırlık merkezine "z" mesafeleri "z_{si}"

Parçaların ağırlık merkezlerinin sistemin ağırlık merkezine mesafeleri "z_{si}" aşağıdaki formüllerle hesaplanır:

Profilin mesafesi
$$z_{SP} = z_S - z_P \quad F 3$$

Köşebentlerin mesafesi
$$z_{SL} = h_P - e_{yL} - z_S \quad F 4$$

Rayın mesafesi
$$z_{SR} = h_P + e_{yR} - z_P \quad F 5$$

e_u mesafesi
$$e_u = z_S \quad F 6$$

e_o mesafesi
$$e_o = h_P + h_R - z_S \quad F 7$$

z _S	mm	Sistemin ağırlık merkezinin sistemin alt kenarına mesafesi
z _i	mm	İndisine göre parça ağırlık merkezinin sistemin alt kenarına mesafesi
h _P	mm	Profilin yüksekliği

1.1.4. Parçaların ağırlık merkezlerinin sistemin ağırlık merkezine "y" mesafeleri "y_{si}"

Parçaların ağırlık merkezlerinin sistemin ağırlık merkezine mesafeleri "y_{si}" aşağıdaki formüllerle hesaplanır. Profil ve ray simetrik olduğundan mesafeleri sıfırdır. Köşebentlerin mesafesi formül F 8 ile hesaplanır:

Köşebentlerin mesafesi
$$y_{SL} = 0,5 \cdot b_P + b_L - e_z \quad F 8$$

En büyük "y" mesafesi
$$y_L = 0,5 \cdot b_P + b_L \quad F 9$$

b _P	mm	Profilin genişliği
b _L	mm	Köşebentin "y" boyu
e _z	mm	Köşebentin ağırlık merkezi "y" mesafesi

1.1.5. Sistemin y-eksenine göre eylemsizlik ve karşı koyma momenti

Sistemin y-eksenine göre eylemsizlik momenti "I_{ySi}":

$$I_{ySi} = I_{yP} + A_P \cdot z_{SP}^2 + I_{yR} + A_R \cdot z_{SR}^2 + 2 \cdot (I_{yL} + A_L \cdot z_{SL}^2) \quad F 10$$

I _{yi}	mm ⁴	İndisine göre parçanın y-eksenine göre eylemsizlik momenti
A _i	mm ²	İndisine göre parçanın alanı
z _{si}	mm	İndisine göre parçanın ağırlık merkezine mesafesi

Sistemin y-eksenine göre karşı koyma momenti "W_{ySi}":

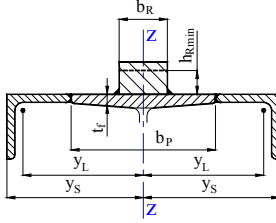
$$W_{ySi} = \frac{I_{ySi}}{e_u(z_S)} \quad F 11$$

I _{ySi}	mm ⁴	Sistemin y-eksenine göre eylemsizlik momenti
z _S	mm	En uzak kenar mesafesi

1.1.6. Sistemin z-eksenine göre eylemsizlik ve karşı koyma momenti "I_{züt}"

Sistemin z-eksenine göre eylemsizlik momenti "I_{züt}":

Yatay kuvvetler üst kuşak takımı tarafından karşılandığı kabulü ile üst kuşak takımı eylemsizlik momenti hesaplanır.



Üst kuşağın eylemsizlik momenti

$$I_{z\text{üK}} = b_P^3 \cdot t_f / 12 \quad \text{F 12}$$

Üst kuşak takımı eylemsizlik momenti.

$$I_{z\text{üT}} = I_{z\text{üK}} + I_{zR} + 2 \cdot I_{zL} + 2 \cdot A_L \cdot y_L^2 \quad \text{F 13}$$

Notasyonlar yukarıda verilmiştir.

Şekil 10, Üst kuşak takımı eylemsizlik momenti

Sistemin z-eksenine göre karşı koyma momenti "W_{züt}":

$$W_{z\text{üT}} = \frac{I_{z\text{üT}}}{y_S} \quad \text{F 14}$$

$I_{z\text{üT}}$ mm⁴ Sistemin z-eksenine göre eylemsizlik momenti
 y_S mm En uzak kenar mesafesi

1.1.7. Sistemin üst takımının alanı "A_{züt}"

Sistemin üst takımının alanı "A_{züt}" formül F 15 ile hesaplanır:

$$A_{z\text{üT}} = b_P \cdot t_f + A_R + 2 \cdot A_L \quad \text{F 15}$$

b_P mm Profilin genişliği
 t_f mm Profil kuşak kalınlığı
 A_R mm² Ray alanı
 A_L mm² Köşebent alanı

1.2. Gerekli faktörler

1.2.1. Kaldırma yükü faktörü "φ_K"

Kaldırma yükü faktörü "φ_K" yükleme sınıfı ve kaldırma hızına bağlı olarak ya Tablo 1 ile verilen formüllerle veya Şekil 11 ve F 16 ile belirlenir. Seçim konstrüktöre bırakılmıştır.

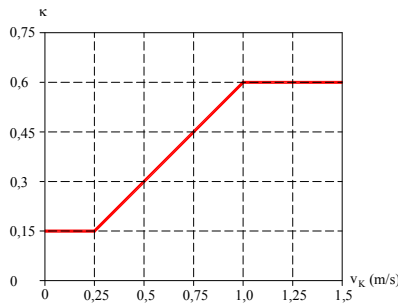
Tablo 1 Kaldırma yükü faktörü "φ_K" DIN e göre

Yükleme sınıfı	Kaldırma yükü faktörü φ _K			
	H1	H2	H3	H4
v _K ≤ 90 m/dak	1,1 + 0,0022 · v _K	1,2 + 0,0044 · v _K	1,3 + 0,0066 · v _K	1,4 + 0,0088 · v _K
v _K > 90 m/dak	1,3	1,6	1,9	2,2

Kaldırma yükü faktörü, yükün kaldırılmasından oldukça fazladır, fakat vincin hareketinden dikkate alınmayacak kadar az etkilendiğinden vinç yürüme hızı dikkate alınmaz yalnız kaldırma hızı ile hesap yapılır.

Kaldırma yükü faktörü "φ_K" SIA ya göre.

Yukarıdada belirttiğimiz gibi kaldırma yükü faktörü "φ_K" F 16 ve Şekil 11 ile belirlenir

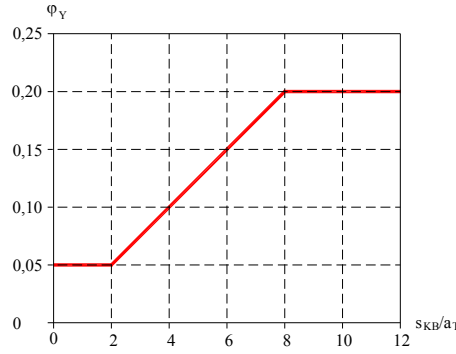


$$\phi_K = 1 + \kappa \cdot \frac{F_{Y\text{ü}}}{2 \cdot F_{1D1}} \quad \text{F 16}$$

κ 1 Kaldırma hızı faktörü, bkz Şekil 11
 $F_{Y\text{ü}}$ kN Kaldırma yükü
 F_{1D1} kN Bir tekerleğin max nominal kuvveti

Şekil 11, Kaldırma yükü faktörü-diyagramı

1.2.2. Raya dik tekerlek yatay kuvvet faktörü " φ_Y "



Şekil 12, Yatay kuvvet faktörü-diyagramı

Standartlarda raya dik tekerlek yatay kuvvet faktörü detaylı olarak hesaplanmaktadır. Herhangi bir şart yoksa, vinç yolları hesaplarında yatay kuvvet faktörü Şekil 12 ile verilen diyagramla bulunur.

1.2.3. Ray boyuna kuvvet faktörü " φ_B "

Buradada standartlarda (SIA hariç) ray boyuna tekerlek kuvvetleri detaylı olarak hesaplanmaktadır. Burada herhangi bir şart yoksa, formül F 17 ile verilen değer kabul edilir.

$$\varphi_B = 0,2$$

F 17

1.2.4. Dinamik faktör " φ_{dy} "

Dinamik faktör " φ_{dy} " dinamik kuvvetleri ve etkilediği değerleri büyültmek için gereklidir ve herhangi bir şart yoksa, vinç yolları hesaplarında formül F 18 ile verilen değer kabul edilir.

$$\varphi_{dy} = 1,50$$

F 18

1.2.5. Statik faktör " φ_{st} "

Statik faktör " φ_{st} " statik kuvvetleri ve etkilediği değerleri büyültmek için gereklidir ve herhangi bir şart yoksa, vinç yolları hesaplarında formül F 19 ile verilen değer kabul edilir.

$$\varphi_{st} = 1,35$$

F 19

1.2.6. Genel emniyet faktörü " γ_M "

Genel emniyet faktörü " γ_M " karşılaştırma mukavemet değerini küçültmek için gereklidir ve herhangi bir şart yoksa, vinç yolları için formül F 20 ile verilen değer kabul edilir.

$$\gamma_M = 1,1$$

F 20

1.2.7. Lokal kuvvet emniyet faktörü " γ_{M1} "

Yorulma hesabında Lokal kuvvet emniyet faktörü " γ_{M1} " yorulma kuvvetini büyültmek için gereklidir ve herhangi bir şart yoksa, formül F 21 ile hesaplanır.

$$\gamma_{M1} = 0,5 \cdot (1 + \gamma_M)$$

F 21

1.2.8. Yorulma gerilmelerinde çentik düzeltme faktörü " γ_{Mf} "

Malzemenin çentik düzeltme faktörü " γ_{Mf} " yorulmada mukavemet değerini küçültmek için gereklidir ve herhangi bir şart yoksa, vinç yolları için Tablo 2 ile seçilir. Genelde bu değer " $\gamma_{Mc} = 1,15$ " olarak kabul edilir.

Tablo 2, Yorulma hesabında malzemenin çentik düzeltme faktörü " γ_{Mf} "

	Olacak zarar küçük ve tehlikesiz ise	Olacak zarar büyük ve tehlikeli ise
Yorulmanın tesbiti çok öncelerde mümkün ise	1,00	1,15
Yorulmanın tesbiti imkansız ise	1,15	1,50

1.2.9. Eşdeğer gerilmeler farkı faktörü " λ_E "

Eşdeğer gerilmeler farkı faktörü " λ_E " formül F 22 ile bulunur.

$$\lambda_E = \lambda_1 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4$$

F 22

λ_1	1	Zorlama sıklığı faktörü
λ_3	1	Kullanma ömrü faktörü
λ_4	1	Vinç sayısı faktörü

- Kullanma ömrü faktörü normal gezer köprü vinçleri için $\lambda_3 = 1,0$ değeri kabul edilir.
- Vinç yolundaki vinç sayısına göre faktör, bir vinç için $\lambda_4 = 1,0$ değeri kabul edilir.

Zorlama sıklığı faktörü " λ_1 "

Vinç yollarında yorulma kontrolü 16'000 den fazla değişken zorlamanın olduğu işletmelerde yapılır. Buda 16'000 den fazla yük kaldırmadır. Diğer taraftan kaldırılan yük daima vincin kapasitesi olan tam yük değildir. Mukavemet hesapları hem maksimum yük hemde en kötü şartlar ile yapılır. Yorulma kontrolünü yaparken vincin yüklenme ve çalışma etkilerini dikkate alınır ve bunu sağlamak içinde hesapta "**Yüklenme sıklığı faktörü λ_1** " kullanılır.

Tablo 3, Yorulma hesabında yüklenme sınıfı

Yüklenme Sınıfı	Tanımlama
S ₀	Uzun çalışma molası veren, çalıştığında çok küçük yüklerle çalışan, çok ender olarak maksimum yükte çalışan vinçler. Örneğin: Santral veya türbin dairesi vinçleri vb.
S ₁	Kısa molalarla çalışan, fakat ortalama kapasitesinin yani maksimum yükün 1/3 civarında yük taşıyan, çok ender olarak maksimum yükte çalışan vinçler. Örneğin: Depo, atölye vinçleri, hurda deposu kancalı vinçleri, liman vinçleri vb.
S ₂	Oldukça sık çalışan ve kapasitesinin yani maksimum yükün 1/3 ile 2/3 ü civarında yük taşıyan ve maksimum yükte oldukça sık çalışan vinçler. Örneğin: Depo, atölye, hurda deposu vinçleri, liman ve dökümhane vinçleri vb.
S ₃	Devamlı maksimum veya maksimum yüke yakın yükte çalışan vinçler. Örneğin: Kepçeli, potalı veya magnetli hurda deposu, liman ve dökümhane vinçleri vb.

Aşağıda Tablo 4 ile yorulma hesabında yükleme grubu önerileri verilmiştir. Genelde vinç veya elemanlarının yükleme grubu bilinir.

Buradaki veriler genel öneridir. Konstrüktör duruma göre buradaki önerilerin altında veya üstünde değer seçmekte serbesttir. Bu veriler reçete değildir. Duruma göre seçim yapılır.

Tablo 4, Yorulma hesabında yükleme grubu "Ci" önerileri

yükleme grubu	Yüklenme şekli	Vincin düşünülen ömür boyu yüklenme sayısı
C1	Uzun molalı, arada sırada gayrı muntazam çalışan, sık ve uzun molalı vinçler	$1,6 \cdot 10^4 < C1 \leq 6,40 \cdot 10^4$
C2	Normal molalı, muntazam çalışan vinçler	$6,40 \cdot 10^4 < C2 \leq 1,25 \cdot 10^5$
C3		$1,25 \cdot 10^5 < C3 \leq 2,50 \cdot 10^5$
C4	Muntazam devamlı işletme ve tek vardiya çalışan vinçler	$2,50 \cdot 10^5 < C4 \leq 1,00 \cdot 10^6$
C5		$1,00 \cdot 10^6 < C5 \leq 2,00 \cdot 10^6$
C6	Muntazam devamlı işletme ve bir vardiyadan fazla çalışan vinçler	$2,00 \cdot 10^6 < C6 \leq 3,00 \cdot 10^6$
C7		$C7 > 3,00 \cdot 10^6$

Zorlama sıklığı faktörü " λ_1 " yüklenme sınıfı "S_i" ve yüklenme sınıfı "C_i" nin yardımıyla ile Tablo 5...Tablo 8 tablolarından okunur.

Tablo 5, Yükleme Sınıfı "S₀" için zorlama sıklığı faktörü " λ_1 " önerileri

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 0,5$	0,14	0,18	0,24	0,30	0,37	0,45	0,56
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 1,0$	0,16	0,21	0,27	0,35	0,42	0,52	0,64
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 1,5$	0,17	0,23	0,30	0,38	0,46	0,56	0,70
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 2,0$	0,18	0,25	0,32	0,40	0,50	0,60	0,74

Tablo 6, Yükleme Sınıfı "S₁" için zorlama sıklığı faktörü " λ_1 " önerileri

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 0,5$	0,16	0,21	0,26	0,32	0,40	0,50	0,61
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 1,0$	0,19	0,24	0,30	0,37	0,45	0,56	0,69
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 1,5$	0,21	0,26	0,32	0,40	0,49	0,61	0,74
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 2,0$	0,22	0,27	0,34	0,42	0,52	0,64	0,79

Tablo 7, Yükleme Sınıfı "S₂" için zorlama sıklığı faktörü " λ_1 " önerileri

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 0,5$	0,19	0,23	0,29	0,36	0,45	0,57	0,72
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 1,0$	0,20	0,25	0,31	0,38	0,48	0,60	0,76
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 1,5$	0,21	0,26	0,32	0,40	0,51	0,63	0,80
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 2,0$	0,22	0,27	0,34	0,42	0,54	0,67	0,84

Tablo 8, Yükleme Sınıfı "S₃" için zorlama sıklığı faktörü " λ_1 " önerileri

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 0,5$	0,21	0,25	0,32	0,41	0,52	0,66	0,82
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 1,0$	0,22	0,26	0,33	0,42	0,53	0,67	0,85
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 1,5$	0,23	0,27	0,34	0,43	0,54	0,68	0,87
$F_{Vi}/F_{Yü} \leq 2,0$	0,24	0,28	0,35	0,44	0,55	0,70	0,88

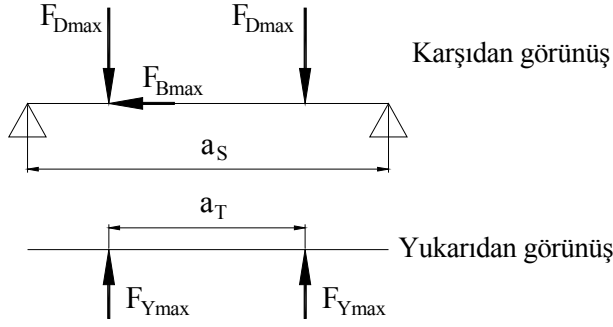
Yukarıdaki tablolarla verilmiş bilgiler DIN, Eurocode, SIA ve "Fédération Européenne de la Manutention" dosyalarından toparlanmıştır.

Bu tablolardan okunacak değerler pratikte dahada emniyetli hesap sonuçları verecek değerlerdir. Daha detaylı ve doğru hesaplar için ya "Euro Code 3" e, "DIN" veya "SIA" standartlarına bakınız.

Yükleme faktörünün hesaplanması için bir örnek verirsek; Örnek olarak *Nasıl Vinç Yapırım / Vincin mekanik kısımları* dosyasında birinci örnek olarak verilmiş olan "**100kNx20m Gezerköprü vinci**" ele alalım.

Vincin kullanılacağı yer talaşlı imalat atölyesi olduğuna göre, Yükleme sınıfını Tablo 3 ile "**S₁**" seçelim. Tahrik grubu "1Am" olduğuna göre, Tablo 4 ile yükleme sayısını, devamlı fakat molalı kullanma ve kabaca $1,00 \cdot 10^6 < C5 \leq 2,00 \cdot 10^6$ için "**C5**" seçelim. Vincin toplam ağırlığının kaldırma yüküne oranı $F_{Vi}/F_{Yü} = 1,13$ ise: Tablo 6 ile yükleme sınıfı "S₁" ve yükleme grubu "C5" için zorlama sıklığı faktörü $F_{Vi}/F_{Yü} = 1,00$ için " $\lambda_1 = 0,45$ ", $F_{Vi}/F_{Yü} = 1,5$ için " $\lambda_1 = 0,49$ " okunur. Burada yukarıya yuvarlanan değer " $\lambda_1 = 0,49$ " kabul edilir. Bilhassa Excel programlarında yukarıya yuvarlanan değer kabul edilir. Buda pratikte büyük rol oynamaz.

1.3. Vinç Yolunu etkileyen tekerlek kuvvetleri



Şekil 13, Vinç yolunda kuvvetler

Tekerlek kuvvetlerinin hesaplanmasını VY nun tek veya çok aralıklı olması etkilemez. Tekerlek kuvvetlerini her konstrüksiyonda geçerli olarak hesaplayabiliriz. Burada dikkat edilecek bir noktada kancanın daima araba ortasında olduğu kabul edilmiştir. Eğer kanca kaldırma yüksekliğine göre her hangi tekerlek tarafına doğru hareketliyse bu durum hesaplarda dikkate alınmalıdır. Genelde kaldırma sistemi ikiz tambur değilse, kaldırma sistemini (açık veya ceraskal) tambur kirişlere paralel olacak şekilde arabaya yerleştirilmelidir.

1.3.1. Raya dik tekerlek dikey kuvveti "F_D"

Nominal tekerlek dik kuvveti "F_D" formül F 25 ile hesaplanır.

$$F_{ID1} = \frac{F_{Ki}}{4} + \frac{(F_Y + F_A) \cdot (s_{KB} - e_{min})}{2 \cdot s_{KB}} \quad F 23$$

$$F_{ID2} = \frac{F_{PL}}{2 \cdot a_T} \cdot a_{PLC} + F_{YR} + F_{EP} \quad F 24$$

$$F_D = F_{ID1} + F_{ID2} \quad F 25$$

Maksimum tekerlek dik kuvveti "F_{Dmax}" formül F 26 ile hesaplanır.

$$F_{Dmax} = \varphi_K \cdot F_D \quad F 26$$

F _{idi}	N	İndisine göre nominal tekerlek dik kuvveti
F _{Ki}	N	Kirişin başlıklar dahil komple ağırlık kuvveti
F _Y	N	İşletmede kaldırılacak max yük kuvveti
F _A	N	Arabanın kanca takımı ve halat dahil toplam ağırlık kuvveti
s _{KB}	m	Kirişin boyu, raylar arası mesafe
e _{min}	m	Kancanın raya minimum mesafesi
F _{PL}	N	Servis platformunun kuvveti
a _T	m	Tekerlekler arası mesafe
a _{PLC}	m	Servis platformunun C tekerleğine mesafesi
F _{YR}	N	Yürüyüş redüktörü kuvveti
F _{EP}	N	Elektrik panosu kuvveti
φ _K	1	Kaldırma yükü faktörü

Burada dikkat edilecek bir noktada kancanın daima araba ortasında olduğu kabul edilmiştir. Eğer kanca kaldırma yüksekliğine göre C veya D tekerlekleri tarafına doğru hareketliyse bu durum hesaplarda dikkate alınmalıdır. Genelde kaldırma sistemi ikiz tambur değilse, kaldırma sistemini (açık veya ceraskal) tambur kirişlere paralel olacak şekilde arabaya yerleştirilmelidir.

1.3.2. Raya dik tekerlek yatay kuvveti "F_Y"

Raya dik tekerlek yatay kuvveti "F_Y" standartlarda (SIA hariç) detaylı olarak hesaplanmaktadır. Biz burada SIA ya göre kabul edilen yatay kuvvet faktörü "φ_Y" ve formül F 27 ile hesaplayacağız.

$$F_Y = \varphi_Y \cdot F_{Dmax} \quad F 27$$

φ _Y	1	Raya dik tekerlek yatay kuvvet faktörü
F _{Dmax}	N	Tekerleğin maksimum dik kuvveti

1.3.3. Ray boyuna tekerlek kuvveti "F_B"

Ray boyuna tekerlek kuvveti "F_B" standartlarda (SIA hariç) detaylı olarak hesaplanmaktadır. Biz burada SIA ya göre kabul edilen sabit boyuna kuvvetler faktörü "φ_B = 0,2" ile boyuna kuvvetleri formül F 28 ile hesaplayacağız.

$$F_B = \varphi_B \cdot F_{D_{max}}$$

F 28

φ_B	1	Boyuna kuvvetler katsayısı
$F_{D_{max}}$	N	Tekerleğin maksimum dik kuvveti

1.4. Diğer kuvvetler

Yukarıda gördüğümüz kuvvetlerin dışında vincin servis platformunda duran veya yürüyen bakım personeli ve taşıdıkları aletler ile yedek parçaların etkileri hesaplarda dikkate alınmazlar. Bunların yanında rüzgar kuvveti, karın etkisi, sıcaklığın etkisi vincin çalıştığı yere ve gereğine göre dikkate alınmalıdır.

1.5. Gerekli malzeme değerleri

Vinç yolunun konstrüksiyon şekli seçildikten sonra kontrol hesapları yapılır. Kontrol hesapları için malzemenin gereken değerleri bilinmelidir.

Tablo 9 , Malzemenin gereken değerleri

Adı	Malzeme kalınlığına göre (mm) minimum akma mukavemeti "f _y "MPa olarak							
	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250
S235	235	225	215	215	215	195	185	175
S275	275	265	255	245	235	225	215	205
S355	355	345	335	325	315	295	285	275
S450	450	430	410	390	380	380	-	-

Bütün malzemeler için Elastiklik modülü E = 210'000 MPa kabul edilir.

Emniyetli normal mukavemet değeri "f_{σEM}" formül F 29 ile hesaplanır.

$$f_{\sigma EM} = \frac{f_y}{\gamma_M}$$

F 29

f_y	MPa	Akma mukavemeti
γ_M	1	Genel emniyet faktörü

Emniyetli kayma mukavemet değeri "f_{τEM}" formül F 30 ile hesaplanır

$$f_{\tau EM} = \frac{f_y}{\gamma_M \cdot \sqrt{3}}$$

F 30

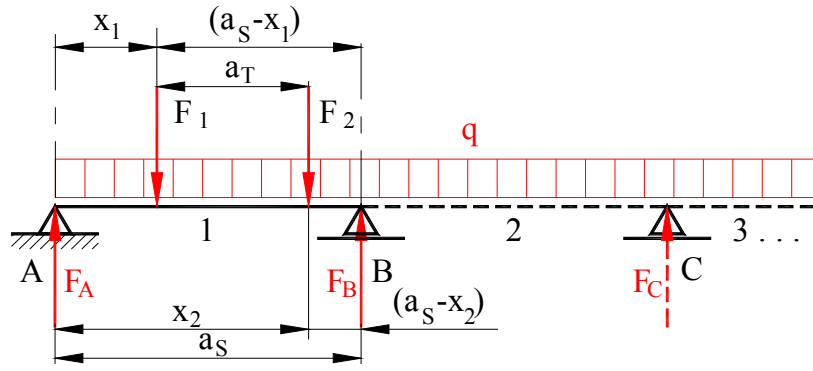
f_y	MPa	Akma mukavemeti
γ_M	1	Genel emniyet faktörü

2. Vinç yolunun analizi

Binanın ölçülerine göre vinç yolları çeşitli aralıklarla yapılırlar. Vinç yolları aralık varyantlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Tek aralıklı vinç yolları,
- İki aralıklı vinç yolları,
- Üç aralıklı vinç yolları,
- Üçten fazla aralıklı vinç yolları, Burada hesaplar üç aralıklı vinç yolları gibi yapılır.

Vinç yolu kaç aralıklı olursa olsun kritik kesiti aynıdır ve 1. aralıktadır. Kritik kesitteki hesaplar için gereken büyüklükler aşağıda verilmiştir. Ek dosyalar olarak, bir ile dört aralığa kadar, bütün vinç yollarının detaylı hesapları verilmiştir. Vinç yollarının kritik kesiti Şekil 14 ile gösterilmiştir ve F 31 ile hesaplanır.



Şekil 14, Vinç yolunun genel görünüşü ve kritik kesiti

Şekil 14 ile sabit aralıklı ve eşit büyüklükte hareketli iki kuvvet taşıyan çok aralıklı vinç yolunun genel görünüşü verilmiştir. Burada genel olarak sistemin kritik kesitinin A dayanağına " x_1 " mesafesinin değeri formül F 31 ile bulunur.

$$x_1 = 0,25 \cdot (2 \cdot a_S - a_T)$$

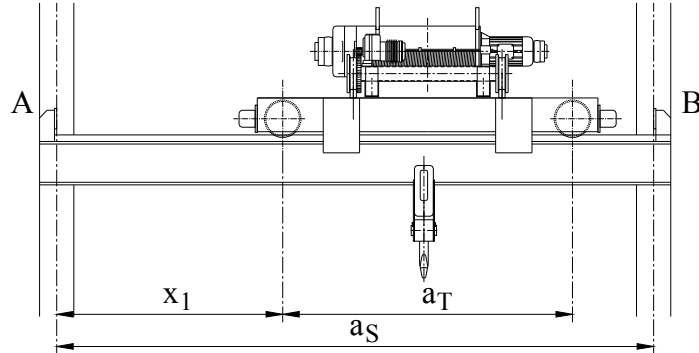
F 31

a_S	m	Sütunlar arası mesafe
a_T	m	Tekerlekler mesafesi

Ek dosyada verilmiş detaylı hesaplara bakıldığında yukarıda ve burada verilen önerilerin doğruluğu görülür.

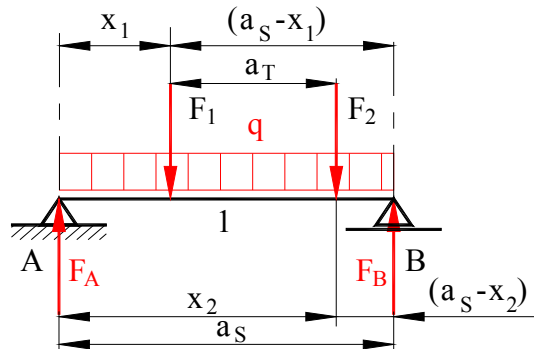
2.1. Bir aralıklı vinç yolunda temel değerler

Bir aralıklı vinç yolu Şekil 15 ile gösterilmiştir.



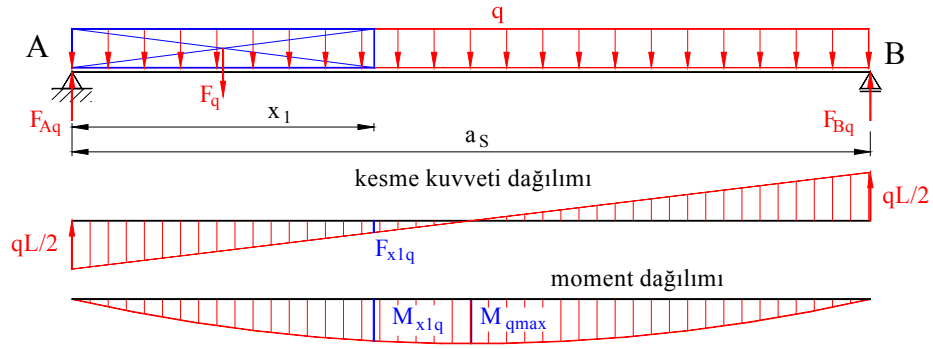
Şekil 15, Bir aralıklı vinç yolu

Bir aralıklı vinç yolunun şematik hali Şekil 16 ile görülmektedir.



Şekil 16, Bir aralıklı vinç yolunun şematik görünüşü

Şekil 17 ile bir aralıklı vinç yolunun kendi ağırlık değerleri için gereken durum verilmiştir.



Şekil 17, Vinç yolunun kendi ağırlık değerleri

Bir aralıklı vinç yolunda:

Kendi ağırlığından oluşan kritik kesit " x_1 " deki moment formül F 32 ile hesaplanır.

$$M_{1qx1} = 0,5 \cdot q \cdot x_1 \cdot (a_S - x_1) \quad \text{F 32}$$

Kendi ağırlığından oluşan sütun momentleri formül F 33 ile hesaplanır.

$$M_{1Aq} = M_{1Bq} = 0 \quad \text{F 33}$$

Kendi ağırlığından oluşan sütun kuvvetleri formül F 34 ile bulunur.

$$F_{1ASq} = F_{1BSq} = F_{1\tau q \max} = 0,5 \cdot q \cdot a_S \quad \text{F 34}$$

Kendi ağırlığından oluşan maksimum kesit kuvveti formül F 35 ile hesaplanır.

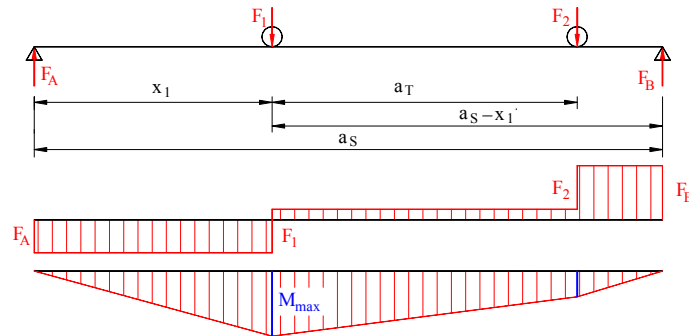
$$F_{1\tau q} = 0,25 \cdot q \cdot a_S \quad \text{F 35}$$

Kendi ağırlığından oluşan maksimum sehim formül F 36 ile hesaplanır.

$$w_{1q mz} = \frac{5 \cdot q \cdot a_S^4}{384 \cdot E \cdot I_y} \quad \text{F 36}$$

q	N/m	Vinç yolunun birim ağırlık kuvveti
x_1	m	Kritik kesitin A sütununa mesafesi
a_S	m	Sütunlar arası mesafe
E	MPa	Malzemenin elastiklik modülü
I_y	m^4	Sistemin y eksenine göre eylemsizlik momenti

Şekil 18 ile bir aralıklı vinç yolunun tekerlek kuvvetlerinden oluşan değerleri için gereken durum verilmiştir.



Şekil 18, Bir aralıklı vinç yolunun tekerlek kuvvetlerinin değerleri

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan kritik kesit " x_1 " de y-eksenine göre moment formül F 37 ile hesaplanır.

$$M_{1Fy_{\max}} = \frac{F_{D_{\max}} \cdot x_1}{a_S} \cdot (2 \cdot a_S - 2 \cdot x_1 - a_T) \cdot \varphi_{dy} \quad F 37$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan kritik kesit "x₁" de z-eksenine göre moment formül F 38 ile hesaplanır.

$$M_{1Fz_{\max}} = M_{1Fy_{\max}} \cdot \varphi_Y \quad F 38$$

Tekerlek kuvvetlerinden aralık ortasında oluşan z-yönündeki sehim formül F 39 ile hesaplanır.

$$w_{1mFz} = \frac{F_{D_{\max}} \cdot (a_S - a_T)}{48 \cdot E \cdot I_y} \left[3 \cdot a_S^2 - (a_S - a_T)^2 \right] \quad F 39$$

Tekerlek kuvvetlerinden aralık ortasında oluşan y-yönündeki sehim formül F 40 ile hesaplanır.

$$w_{1mFy} = w_{1mFz} \cdot \varphi_Y \cdot I_y / I_{züt} \quad F 40$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan sütun kuvvetleri formül F 41 ve F 42 ile hesaplanır.

$$F_{1AS} = \frac{F_{D_{\max}}}{a_S} \cdot (2 \cdot a_S - 2 \cdot x_1 - a_T) \quad F 41$$

$$F_{1BS} = F_{D_{\max}} \cdot \left(1 + \frac{a_S - a_T}{a_S} \right) \quad F 42$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan maksimum kesit kuvveti formül F 43 ile hesaplanır.

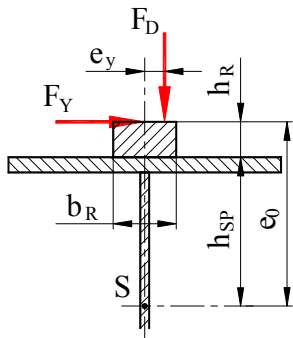
$$F_{1\tau F} = F_{1BS} = F_{D_{\max}} \cdot \left(1 + \frac{a_S - a_T}{a_S} \right) \quad F 43$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan sütun momentleri formül F 44 ile hesaplanır.

$$M_{1A} = M_{1B} = 0 \quad F 44$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan torsiyon (burulma) momenti formül F 45 ile hesaplanır.

$$M_{1tF_{\max}} = 2 \cdot F_{D_{\max}} \cdot (e_y + e_o \cdot \varphi_Y) \quad F 45$$



Şekil 19, Torsiyon momenti

$F_{D_{\max}}$	N	Bir tekerleğin maksimum dik kuvveti
x_1	m	Kritik kesitin A sütununa mesafesi
a_S	m	Sütunlar arası mesafe
a_T	m	Tekerlekler arası mesafe
φ_{dy}	1	Dinamik faktör
φ_Y	1	Yatay kuvvet faktörü
E	MPa	Malzemenin elastiklik modülü
I_y	m ⁴	Sistemin y eksenine göre eylemsizlik momenti
$I_{züt}$	m ⁴	Sistemde üst takımın z eksenine göre eylemsizlik momenti
e_y	m	Tekerleğin dik kuvvet kaçıklığının z eksenine mesafesi
e_o	m	Tekerleğin yatay kuvvetinin ağırlık merkezine mesafesi

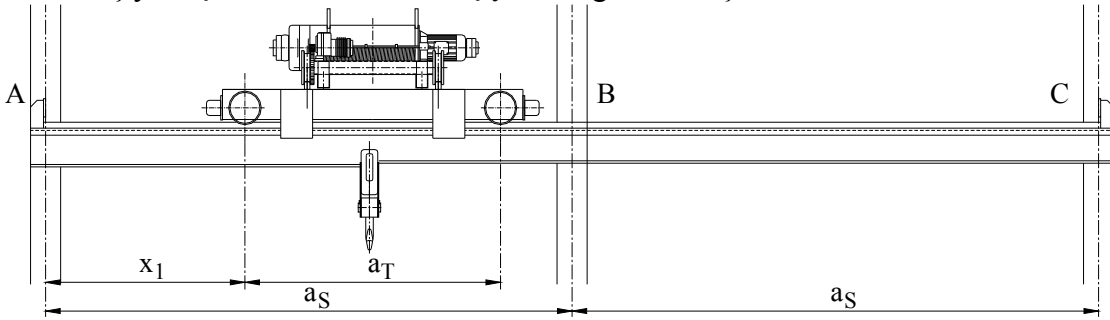
Vinç yolu için maksimum hesap değerleri Tablo 12 ile verilen formüllerle hesaplanır

Tablo 10, Kuvvetler 1. aralıkta F_1 kuvveti x_1 de, F_2 kuvveti x_2 de

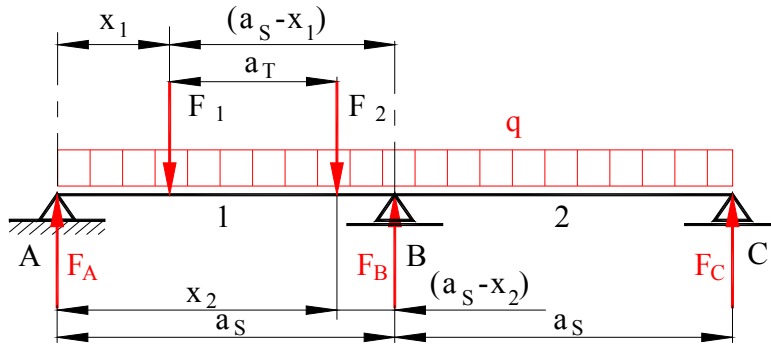
Aralık	Tanımı	Formül
1 Aralıklı	Kritik kesit " x_1 " deki toplam moment	$M_{1y \max} = M_{1Fy \max} + M_{1qx1}$ $M_{1z \max} = M_{1Fz \max}$
	Aralıkdaki toplam maksimum sehim	$w_{1z} = w_{1mFz} + w_{1qm}$ $w_{1y} = w_{1mFy}$
	Maksimum sütun momentini	$M_{1S \max} = 0$
	Maksimum kesit kuvveti	$F_{1\tau \max} = F_{1\tau F} + F_{1\tau q}$
	Maksimum torsiyon momentini	$M_{1t \max} = M_{1tF \max}$

2.2. İki aralıklı vinç yolunda temel değerler

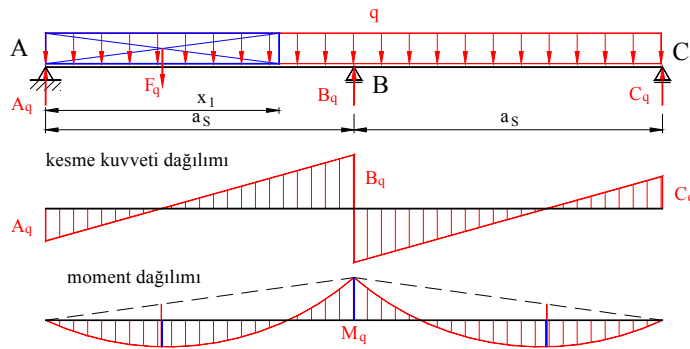
İki aralıklı vinç yolu Şekil 20, İki aralıklı vinç yolu ile gösterilmiştir.



Şekil 20, İki aralıklı vinç yolu



Şekil 21, İki aralıklı vinç yolunun şematik görünüşü



Şekil 22, İki aralıklı vinç yolunun kendi ağırlık değerleri

İki aralıklı vinç yolunda:

Kendi ağırlığından oluşan kritik kesit "x₁" deki moment formül F 46 ile hesaplanır.

$$M_{2qx1} = 0,5 \cdot q \cdot x_1 \cdot (0,75 \cdot a_S - x_1) \quad F 46$$

Kendi ağırlığından oluşan sütun momentleri formül F 47 ve F 48 ile hesaplanır.

$$M_{2Aq} = M_{2Cq} = 0 \quad F 47$$

$$M_{2Bq} = -0,125 \cdot q \cdot a_S^2 \quad F 48$$

Kendi ağırlığından oluşan sütun kuvvetleri formül F 49 ve F 50 ile bulunur.

$$A_{2Sq} = C_{2Sq} = 0,375 \cdot q \cdot a_S \quad F 49$$

$$B_{2Sq} = 1,25 \cdot q \cdot a_S \quad F 50$$

Kendi ağırlığından oluşan maksimum kesit kuvveti formül F 51 ile hesaplanır.

$$F_{2\tau q} = 1,25 \cdot q \cdot a_S \quad F 51$$

Kendi ağırlığından oluşan maksimum sehim formül F 52 ile hesaplanır.

$$w_{2qm} = \frac{q \cdot a_S^4}{64 \cdot E \cdot I_y} \quad F 52$$

q	N/m	Vinç yolunun birim ağırlık kuvveti
x ₁	m	Kritik kesitin A sütununa mesafesi
a _S	m	Sütunlar arası mesafe
E	MPa	Malzemenin elastiklik modülü
I _y	m ⁴	Sistemin y eksenine göre eylemsizlik momenti

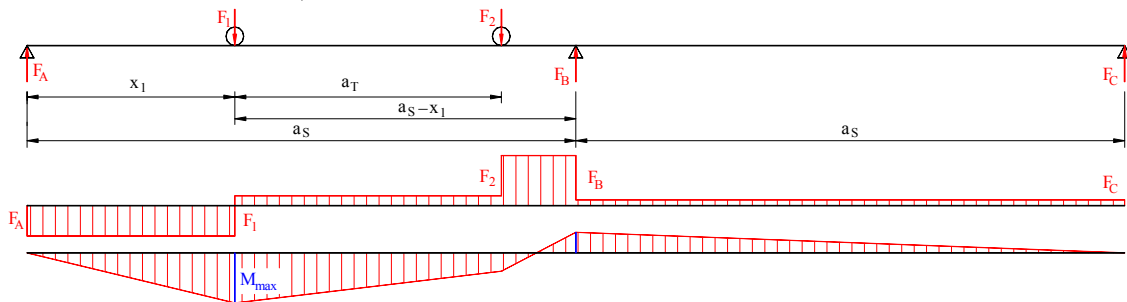
Şekil 23 ile bir aralıklı vinç yolunun tekerlek kuvvetlerinden oluşan değerleri için gereken durum verilmiştir.

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan kritik kesit "x₁" de y-eksenine göre moment formül F 53 ile hesaplanır.

$$M_{2Fy \max} = \frac{F_{D \max} \cdot x_1}{4 \cdot a_S^3} \cdot \left[x_1^3 + x_2^3 + 8 \cdot a_S^3 - 5 \cdot a_S^2 \cdot (x_1 + x_2) \right] \cdot \Phi_{dy} \quad F 53$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan kritik kesit "x₁" de z-eksenine göre moment formül F 54 ile hesaplanır.

$$M_{2Fz \max} = M_{2Fy \max} \cdot \Phi_Y \quad F 54$$



Şekil 23, İki aralıklı vinç yolunun tekerlek kuvvetlerinin değerleri

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan z-yönündeki sehim formül F 55, F 56 ve F 57 ile hesaplanır.

$$w_{2mF1z} = \frac{F_{Dmax} \cdot x_1}{192 \cdot E \cdot I_y \cdot a_S^2} \cdot (15a_S^4 - 3a_S^3 \cdot x_1 - 22a_S^2 \cdot x_1^2 + 4a_S \cdot x_1^3 + 4 \cdot x_1^4) \quad F 55$$

$$w_{2mF2z} = -\frac{F_{Dmax} \cdot x_2}{192 \cdot E \cdot I_y \cdot a_S^2} \cdot (9a_S^4 - 3a_S^3 \cdot x_2 - 16a_S^2 \cdot x_2^2 + 4a_S \cdot x_2^3 + 4 \cdot x_2^4) \quad F 56$$

$$w_{2z} = w_{2mF1z} + w_{2mF2z} \quad F 57$$

Tekerlek kuvvetlerinden aralık ortasında oluşan y-yönündeki sehim formül F 58 ile hesaplanır.

$$w_{2y} = w_{2z} \cdot \varphi_Y \cdot I_y / I_{züT} \quad F 58$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan maksimum "B" sütunu kuvveti formül F 59 ile hesaplanır.

$$F_{2FB} = F_{Dmax} \cdot \left(2 - \frac{a_T}{a_S} \right) \quad F 59$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan maksimum kesit kuvveti formül F 60 ile hesaplanır.

$$F_{2tF} = F_{Dmax} \cdot \left(2 - \frac{a_T}{a_S} \right) \quad F 60$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan maksimum sütun momenti formül F 61 ile hesaplanır.

$$M_{2SF} = -\frac{F_{Dmax}}{4 \cdot a_S^2} \cdot [x_1^3 + x_2^3 - a_S^2 \cdot (x_1 + x_2)] \quad F 61$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan torsiyon (burulma) momenti formül F 62 ile hesaplanır.

$$M_{2tFmax} = 2 \cdot F_{Dmax} \cdot (e_y + e_o \cdot \varphi_Y) \quad F 62$$

F_{Dmax}	N	Bir tekerleğin maksimum dik kuvveti
x_1	m	Kritik kesitin A sütununa mesafesi
a_S	m	Sütunlar arası mesafe
a_T	m	Tekerlekler arası mesafe
φ_{dy}	1	Dinamik faktör
φ_Y	1	Yatay kuvvet faktörü
E	MPa	Malzemenin elastiklik modülü
I_y	m^4	Sistemin y eksenine göre eylemsizlik momenti
$I_{züT}$	m^4	Sistemde üst takımın z eksenine göre eylemsizlik momenti
e_y	m	Tekerleğin dik kuvvet kaçıklığının z eksenine mesafesi
e_o	m	Tekerleğin yatay kuvvetinin ağırlık merkezine mesafesi

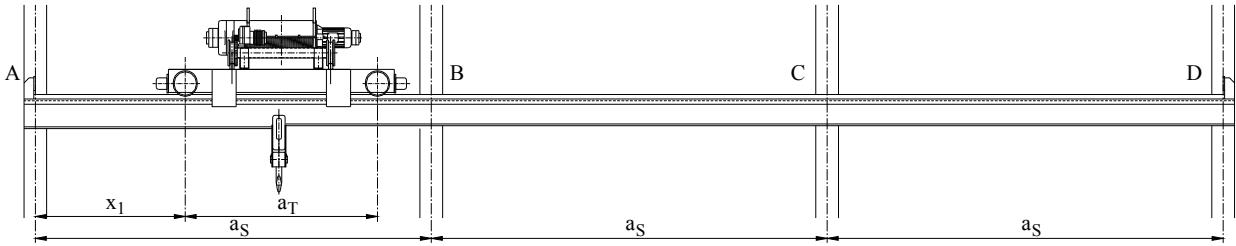
Vinç yolu için maksimum hesap değerleri Tablo 12 ile verilen formüllerle hesaplanır

Tablo 11, Kuvvetler 1. aralıkta F_1 kuvveti x_1 de, F_2 kuvveti x_2 de

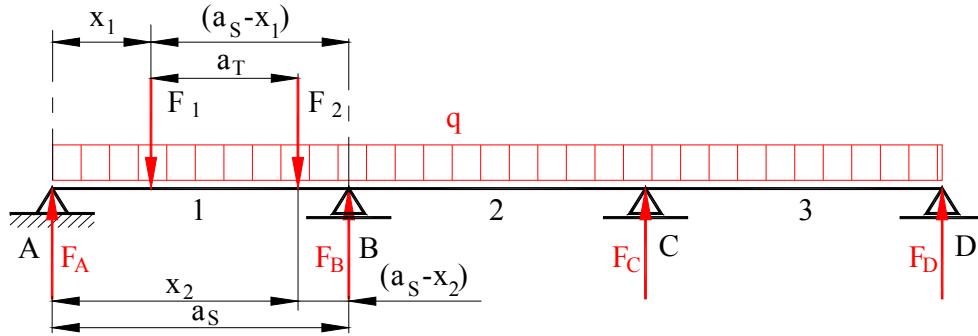
2 Aralıklı	Kritik kesit " x_1 " deki toplam moment	$M_{2y\max} = M_{2Fy\max} + M_{2qx1}$ $M_{2z\max} = M_{2Fy\max} \cdot \Phi_Y$
	Aralıkdaki toplam maksimum sehim	$w_{2z} = w_{2mFz} + w_{2qm}$ $w_{2y} = w_{2mFz} \cdot \Phi_Y \cdot I_y / I_{züT}$
	Maksimum sütun momentini	$M_{2S\max} = M_{2SF} + M_{2Sq}$
	Maksimum kesit kuvveti	$F_{2\tau\max} = F_{2\tau F} + F_{2\tau q}$
	Maksimum torsiyon momentini	$M_{2t\max} = M_{2tF\max}$

2.3. Üç aralıklı vinç yolunda temel değerler

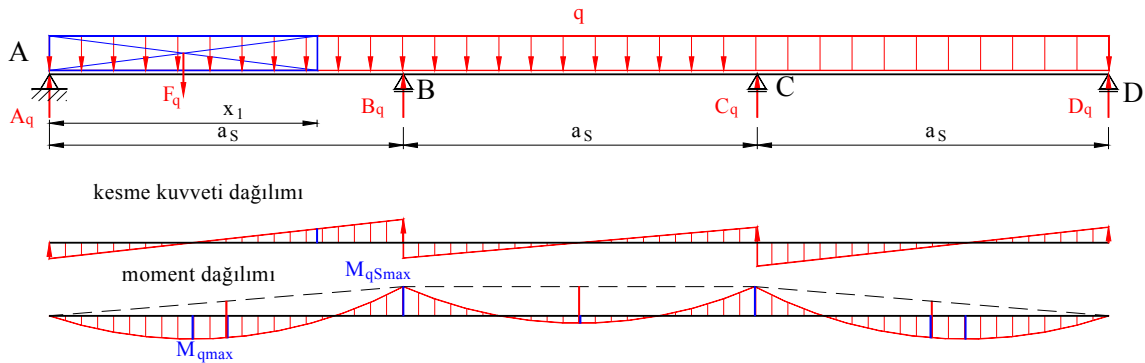
Üç aralıklı vinç yolu Şekil 24 ile gösterilmiştir.



Şekil 24, Üç aralıklı vinç yolu



Şekil 25, Üç aralıklı vinç yolunun şematik görünüşü



Şekil 26, Üç aralıklı vinç yolunun kendi ağırlık değerleri

Üç aralıklı vinç yolunda:

Kendi ağırlığından oluşan kritik kesit " x_1 " deki moment formül F 63 ile hesaplanır.

$$M_{3qx1} = 0,1 \cdot q \cdot x_1 \cdot (4 \cdot a_S - 5 \cdot x_1)$$

F 63

Kendi ağırlığından oluşan sütun momentleri formül F 64 ve F 65 ile hesaplanır.

$$M_{3Aq} = M_{3Dq} = 0$$

F 64

$$M_{3Bq} = M_{3Cq} = -0,1 \cdot q \cdot a_S^2$$

F 65

Kendi ağırlığından oluşan sütun kuvvetleri formül F 66 ve F 67 ile bulunur.

$$A_{3Sq} = D_{3Sq} = 0,4 \cdot q \cdot a_S$$

F 66

$$B_{3Sq} = C_{3Sq} = 1,1 \cdot q \cdot a_S$$

F 67

Kendi ağırlığından oluşan maksimum kesit kuvveti formül F 68 ile hesaplanır.

$$F_{3\tau q} = 1,1 \cdot q \cdot a_S$$

F 68

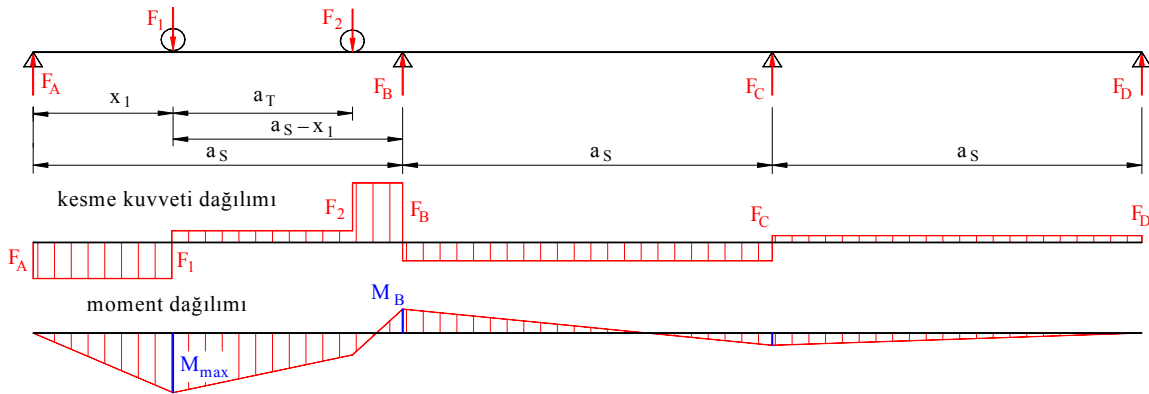
Kendi ağırlığından oluşan maksimum sehim formül F 69 ile hesaplanır.

$$w_{3qm} = \frac{13 \cdot q \cdot a_S^4}{1920 \cdot E \cdot I_y}$$

F 69

q	N/m	Vinç yolunun birim ağırlık kuvveti
x ₁	m	Kritik kesitin A sütununa mesafesi
a _S	m	Sütunlar arası mesafe
E	MPa	Malzemenin elastiklik modülü
I _y	m ⁴	Sistemin y eksenine göre eylemsizlik momenti

Şekil 27 ile bir aralıklı vinç yolunun tekerlek kuvvetlerinden oluşan değerleri için gereken durum verilmiştir.



Şekil 27, Üç aralıklı vinç yolunun tekerlek kuvvetlerinin değerleri

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan kritik kesit "x₁" de y-eksenine göre moment formül F 70 ile hesaplanır.

$$M_{3Fy \max} = \frac{F_{D \max} \cdot x_1}{34 \cdot a_S^3} \cdot \left[68 \cdot a_S^3 - 43 \cdot a_S^2 \cdot (x_1 + x_2) + 9 \cdot (x_1^3 + x_2^3) \right] \cdot \varphi_{dy}$$

F 70

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan kritik kesit "x₁" de z-eksenine göre moment formül F 71 ile hesaplanır.

$$M_{3Fz \max} = M_{3Fy \max} \cdot \varphi_Y$$

F 71

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan z-yönündeki sehim formül F 72 ile hesaplanır.

$$w_{3mz} = \frac{F_{Dmax}}{1632 \cdot E \cdot I_y} \cdot \left[75a_S^2 \cdot (x_1 - x_2) - 109 \cdot (x_1^3 - x_2^3) \right] \quad F 72$$

Tekerlek kuvvetlerinden aralık ortasında oluşan y-yönündeki sehim formül F 73 ile hesaplanır.

$$w_{3y} = w_{3mz} \cdot \varphi_Y \cdot I_y / I_{züT} \quad F 73$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan sütun kuvvetleri formül F 74, F 75, F 76 ve F 77 ile hesaplanır.

$$F_{3FA} = \frac{F_{Dmax}}{34 \cdot a_S^3} \cdot \left[68 \cdot a_S^3 - 43 \cdot a_S^2 \cdot (x_1 + x_2) + 9 \cdot (x_1^3 + x_2^3) \right] \quad F 74$$

$$F_{3FB} = \frac{F_{Dmax}}{17 \cdot a_S^3} \cdot \left[10 \cdot (x_1^3 + x_2^3) - 27 \cdot a_S^2 \cdot (x_1 + x_2) \right] \quad F 75$$

$$F_{3FC} = \frac{5 \cdot F_{Dmax}}{34 \cdot a_S^3} \cdot \left[a_S^2 \cdot (x_1 + x_2) - x_1^3 - x_2^3 \right] \quad F 76$$

$$F_{3FD} = \frac{F_{Dmax}}{17 \cdot a_S^3} \cdot \left[a_S^2 \cdot (x_1 + x_2) - x_1^3 - x_2^3 \right] \quad F 77$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan maksimum kesit kuvveti formül F 78 ile hesaplanır.

$$F_{3\tau F} = F_{3FB} = \frac{F_{Dmax}}{17 \cdot a_S^3} \cdot \left[27 \cdot a_S^2 \cdot (x_1 + x_2) - 10 \cdot (x_1^3 + x_2^3) \right] \quad F 78$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan maksimum sütun momenti formül F 79 ile hesaplanır.

$$M_{3SF} = \frac{9 \cdot F_{Dmax}}{34 \cdot a_S^2} \cdot \left[x_1^3 + x_2^3 - a_S^2 \cdot (x_1 + x_2) \right] \quad F 79$$

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan torsiyon (burulma) momenti formül F 80 ile hesaplanır.

$$M_{3tmax} = 2 \cdot F_{Dmax} \cdot (e_y + e_o \cdot \varphi_Y) \quad F 80$$

F_{Dmax}	N	Bir tekerleğin maksimum dik kuvveti
x_1	m	Kritik kesitin A sütununa mesafesi
a_S	m	Sütunlar arası mesafe
a_T	m	Tekerlekler arası mesafe
φ_{dy}	1	Dinamik faktör
φ_Y	1	Yatay kuvvet faktörü
E	MPa	Malzemenin elastiklik modülü
I_y	m^4	Sistemin y eksenine göre eylemsizlik momenti
$I_{züT}$	m^4	Sistemde üst takımın z eksenine göre eylemsizlik momenti
e_y	m	Tekerleğin dik kuvvet kaçıklığının z eksenine mesafesi
e_o	m	Tekerleğin yatay kuvvetinin ağırlık merkezine mesafesi

Vinç yolu için maksimum hesap değerleri Tablo 12 ile verilen formüllerle hesaplanır

Tablo 12, Kuvvetler 1. aralıkta F_1 kuvveti x_1 de, F_2 kuvveti x_2 de

3 Aralıklı	Kritik kesit " x_1 " deki toplam moment	$M_{3y \max} = M_{3Fy \max} + M_{3qx1}$ $M_{3z \max} = M_{3Fy \max} \cdot \phi_Y$
	Aralıkdaki toplam maksimum sehim	$W_{3z} = W_{3mFz} + W_{3qm}$ $w_{3y} = W_{3mFz} \cdot \phi_Y \cdot I_y / I_{züt}$
	Maksimum sütun momentleri	$M_{3S \max} = M_{3SF} + M_{3Sq}$
	Maksimum kesit kuvveti	$F_{3\tau \max} = F_{3\tau F} + F_{3\tau q}$
	Maksimum torsiyon momentleri	$M_{3t \max} = 2 \cdot F_{D \max} \cdot (e_y + e_o \cdot \phi_Y)$

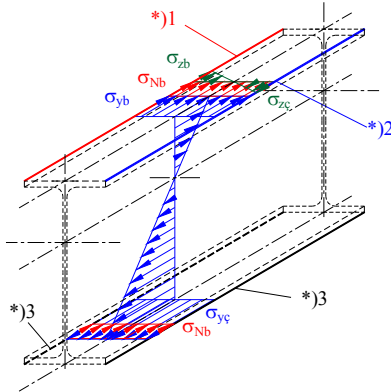
3. Vinç yolunun kontrolü

Konstrüksiyonda şu kontrol hesapları yapılır:

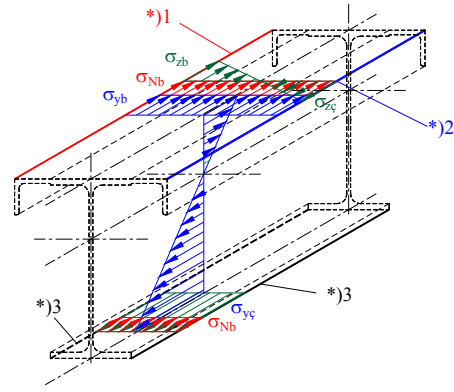
1. Gerilmelerin kontrolü,
2. Sehim kontrolü,
3. Taşıma emniyeti kontrolü,
4. Stabilite kontrolü,
5. Yorulma kontrolü.

3.1. Normal gerilmelerin kontrolü

Vinç yollarında gerilme kontrolü konstrüksiyona göre Şekil 28 ve Şekil 29 ile gösterilen yerlerde yapılır.



Şekil 28, Raylı profilde gerilme dağılımı



Şekil 29, Raylı ve takviyeli profilde gerilme dağılımı

Sistemin hesaplar için gereken bileşik gerilmeleri

1. Hal, üst kuşakta maksimum gerilme

$$\sigma_{1H} = \sigma_{Nb} + \sigma_{yb} + \sigma_{zb}$$

F 81

2. Hal, alt kuşakta maksimum gerilme

$$\sigma_{2H} = \sigma_{Nb} + \sigma_{yç}$$

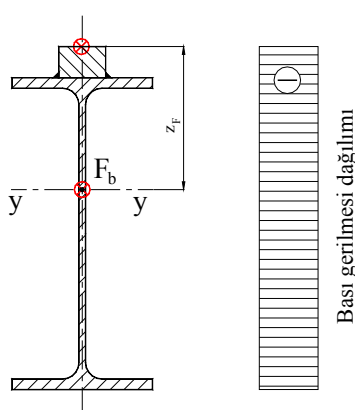
F 82

σ_{xH}	MPa	Sistemin hesaplar için gereken maksimum gerilme, indisine göre
σ_N	MPa	Boyuna kuvvetlerden bütün kesitteki normal gerilmesi, bkz F 83
σ_{yb}	MPa	y-eksenine göre üst kuşakta eğilme gerilmesi, bkz F 91
σ_z	MPa	Yatay kuvvetlerin z-eksenine göre eğilme gerilmesi, bkz F 85
$\sigma_{yç}$	MPa	y-eksenine göre alt kuşakta eğilme gerilmesi, bkz F 90

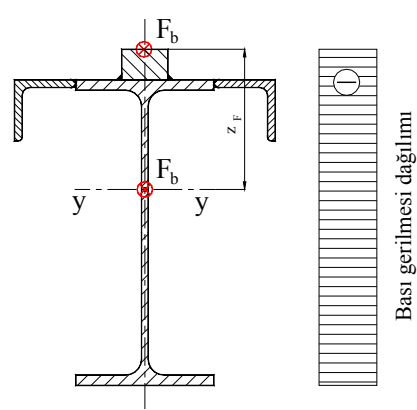
Yukarıdaki fomüller F 81 ve F 82 ile verilen değerleri sırasıyla hesaplayalım.

3.1.1. Rayın boyuna kuvvetlerden oluşan bası gerilmesi " σ_{Nb} "

Kritik kesit x_1 deki bası gerilmesinin hesabı için ray boyunca etkisini gösteren boyuna kuvvet sistemin ağırlık ekseninde etkili kabul edilir ve bası gerilmesi hesaplanır. Buradaki kuvvet kaydırımından oluşan eğilme momenti pratikte fazla etkisi olmayacağından dikkate alınmaz ve hesaplanmaz.



Şekil 30, Raylı profil



Şekil 31, Raylı ve takviyeli profil

$$\sigma_{Nb} = \frac{F_B \cdot \varphi_{dy}}{A_{Sis}}$$

F 83

σ_{Nb}	MPa	Rayın boyuna kuvvetlerden oluşan bası gerilmesi
F_B	N	Kritik kesit x_1 deki boyuna kuvvet
F_B	N	Kritik kesit x_1 deki boyuna kuvvet
A_{Sis}	mm ²	Sistemin kritik kesit x_1 deki alanı

Sistemin kritik kesitteki alanı:

$$A_{Sis} = A_P + A_R + 2 \cdot A_L$$

F 84

A_P	m ²	I-Profilinin alanı
A_R	m ²	Rayın aşınmış halindeki alanı
A_L	m ²	Köşebent profilinin alanı

3.1.2. Yatay kuvvetlerden oluşan eğilme gerilmesi " σ_z "

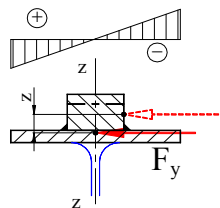
YZ düzleminin x_1 kesitindeki z-z eksenine göre yatay kuvvetlerden oluşan eğilme gerilmesinin hesabı için ray, üst kuşak ve takviyelerden oluşan grubun karşı koyma momentini hesaplamamız gerekir. Şekil 32 ve Şekil 33 ile gösterilen parçaların karşı koyma momenti hesaplanır. Bunu " $W_{zÜ}$ " olarak tanımlarız.

$$\sigma_{zmax} = \sigma_{zb} = \frac{M_{zmax}}{W_{zÜT}}$$

F 85

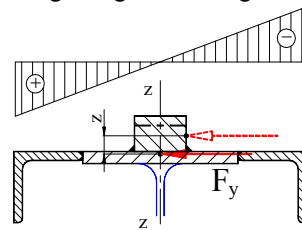
$\sigma_{zmax} = \sigma_{zb}$	MPa	Yatay kuvvetlerden oluşan max eğilme, z-ekseninde basma gerilmesi
M_{zmax}	Nmm	VY yi etkileyen z-eksenine göre maksimum moment,
$W_{zÜT}$	mm ⁴	Üst kuşak takımının z-eksenine göre karşı koyma momenti.

Eğilme gerilmesi dağılımı

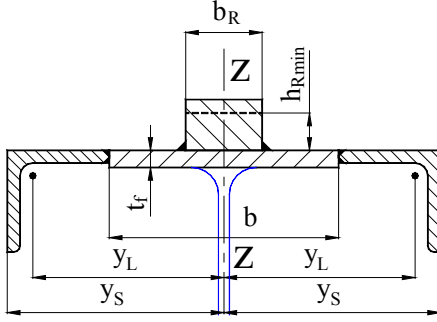


Şekil 32, Raylı profil üst kuşak takımı

Eğilme gerilmesi dağılımı



Şekil 33, Raylı ve takviyeli profil üst kuşak takımı

Üst kuşak takımının z-eksenine göre karşı koyma momenti

Şekil 34, Üst kuşak takımı

Yatay kuvvetlerin etkileri konstrüksiyonun yalnız ray ve takviyelerle birlikte yalnız üst kuşak ile karşılanır.

Bu durum bize z-eksenindeki eylemsizlik momenti " I_z " nin özel olarak hesaplanma-sını ön görür. Bkz Şekil 34.

Burada z-eksenindeki eylemsizlik momenti, ray, takviyeler ve yalnız üst kuşaktan oluşan sistemin eylemsizlik momentidir.

Fakat bütün sistemin z-eksenindeki eylemsizlik momentini hesaplırsak, aradaki farkın %10 civarında olduğunu buluruz.

Üst kuşak takımının eylemsizlik momenti F 86 ile hesaplanır.

Bkz Şekil 34

$$I_{z\text{üT}} = I_{z\text{üK}} + 2 \cdot I_L + 2 \cdot A_L \cdot y_L^2 + I_{zR}$$

F 86

$I_{z\text{üT}}$	mm^4	Üst kuşak takımının z-eksenine göre eylemsizlik momenti
$I_{z\text{üK}}$	mm^4	Üst kuşağın z-ekseninde eylemsizlik momenti
I_L	mm^4	Köşebentin z-z ekseninde eylemsizlik momenti
A_L	mm^2	Köşebentin alanı
y_L	mm	Köşebentin ağırlık merkezinin sistem eksenine mesafesi
I_{zR}	mm^4	Rayın z-z ekseninde eylemsizlik momenti

Üst kuşak takımının karşıkoyma momenti F 87 ile hesaplanır.

$$W_{z\text{üT}} = \frac{I_{z\text{üK}}}{y_S}$$

F 87

$W_{z\text{üT}}$	mm^3	Üst kuşak takımının z-eksenine göre karşı koyma momenti
$I_{z\text{üT}}$	mm^4	Üst kuşak takımının z-eksenine göre eylemsizlik momenti
y_S	mm	z-ekseni ile dış kenar mesafesi

Üst kuşak takımında çeşitli kesitlerde gerilmeler

Üst kuşak takımının çeşitli kesitlerdeki yorulma kontrolünü yapabilmek için o krsitlerdeki gerilmeleri bilmek gerekir.

Takviyeli ve takviyesiz üst kuşak takımında Profil-Ray kaynak bağlantısı kesitindeki F_y kuvvetinden oluşan z-eksenindeki gerilme:

$$\sigma_{zPR} = \sigma_{z\text{max}} \cdot \frac{b_R}{2 \cdot y_S}$$

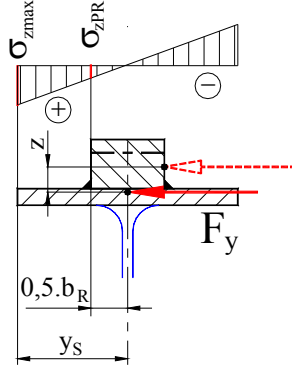
F 88

Takviyeli üst kuşak takımında Profil-Takviye kaynak bağlantısı kesitindeki F_y kuvvetinden oluşan z-eksenindeki gerilme:

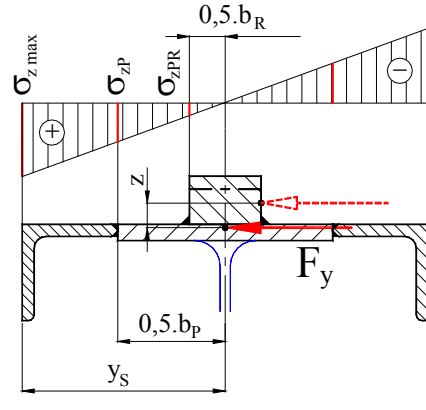
$$\sigma_{zPL} = \sigma_{z\text{max}} \cdot \frac{b_P}{2 \cdot y_S}$$

F 89

σ_{zPR}	MPa	Profil ray kaynak bağlantısı kesitindeki z-z eksenindeki gerilme
$\sigma_{z\text{max}}$	MPa	Takviyeli üst kuşak takımı max gerilmesi
b_R	mm	Ray genişliği
y_S	mm	z-ekseni ile dış kenar mesafesi
σ_{zPL}	MPa	Profil-Takviye bağlantısı kesitindeki z-eksenine göre gerilmesi
b_P	mm	Profil genişliği



Şekil 35, Üst kuşak takımı takviyesiz



Şekil 36, Üst kuşak takımı takviyeli

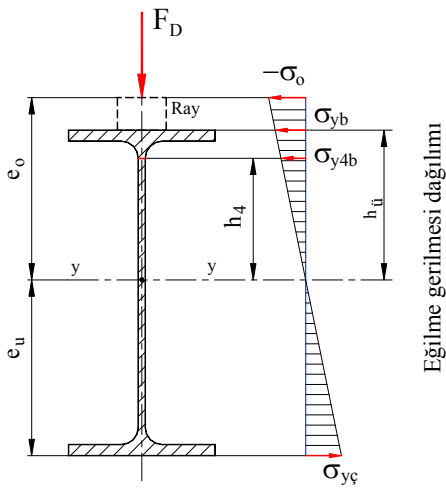
3.1.3. Dikey kuvvetlerin y-eksenine göre eğilme gerilmesi

Kritik kesit x_1 deki y-y eksenine göre dik kuvvetlerden oluşan eğilme gerilmesi Şekil 37 ve Şekil 38 ile genel olarak gösterilmiştir. Eğilme gerilmesi formül F 90 ile hesaplanır.

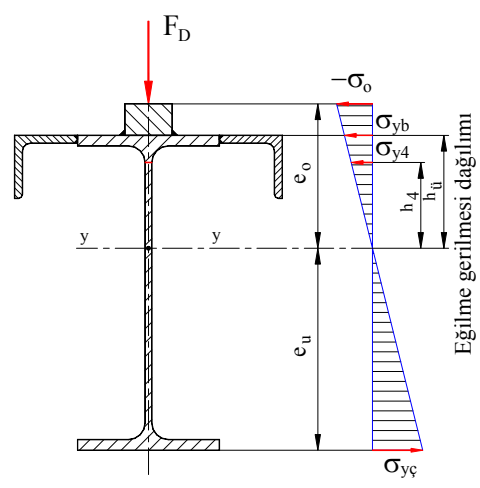
$$\sigma_{y\checkmark} = \frac{M_{y\max}}{W_y} \leq f_{\sigma EM} \quad \text{F 90}$$

$\sigma_{y\checkmark}$	MPa	Alt kuşakta dikey kuvvetlerden oluşan maksimum eğilme (çekme) gerilmesi,
$M_{y\max}$	Nmm	Sistemi etkileyen y-eksenine göre maksimum moment,
W_y	mm ⁴	Sistemin y-eksenine göre karşı koyma momenti,
$f_{\sigma EM}$	MPa	Malzemenin emniyetli mukavemeti.

Burada bulunan " $\sigma_{y\checkmark}$ " gerilmesi sistemi profilin alt kuşakında etkileyen eğilmeden oluşan maksimum çekme gerilmesidir. Sistemi etkileyen toplam gerilmeleri hesaplayabilmemiz için profilin üst kuşakındaki eğilme gerilmesini bulmamız gerekir. Bu gerilme F 91 ile bulunur. Bkz Şekil 37 ve Şekil 38.



Şekil 37, Raylı profil



Şekil 38, Raylı ve takviyeli profil

$$\sigma_{yb} = \sigma_{y\checkmark} \cdot \frac{h_{\checkmark}}{z_S} \leq f_{\sigma EM} \quad \text{F 91}$$

$\sigma_{y\checkmark}$	MPa	Dikey kuvvetlerden oluşan maksimum eğilme gerilmesi, bkz F 90
h_{\checkmark}	mm	Sistemin nötr ekseninden profilin üst kuşak üst yüzey mesafesi, bkz F 92
e_u	mm	Sistemin nötr ekseninin profilin alt kuşak alt yüzeyine mesafesi

$$h_{\checkmark} = e_o - h_R \quad \text{F 92}$$

e_o	mm	Sistemin nötr ekseninin üst yüzeyine mesafesi
h_R	mm	Ray yüksekliği

3.1.4. Sistemde toplam normal gerilmelerin mukavemet kontrolü

Yukarıda formüller F 81 ve F 82 ile hesaplanan hallerin en büyük değeri sistemdeki maksimum gerilme olarak kabul edilir ve emniyetli mukavemet değeriyle karşılaştırılır. Emniyetli mukavemet değeri " $f_{\sigma EM}$ " sistemdeki maksimum gerilme " σ_{max} " dan büyük olmalıdır.

$$\sigma_{max} = \sigma_{xH} \leq f_{\sigma EM} = \frac{f_y}{\gamma_M} \quad F 93$$

σ_{max}	MPa	Sistemde hesaplanan maksimum gerilme
σ_{xH}	MPa	Hesaplanan üç halin en büyük değeri
φ_{dy}	1	Dinamik faktör
$f_{\sigma EM}$	MPa	Emniyetli karşılaştırma mukavemet değeri
f_y	MPa	Malzemenin akma mukavemet değeri
γ_M	1	Genel emniyet faktörü

3.2. Kayma gerilmelerinin kontrolü

Kayma gerilmesi iki yerde kontrol edilir.

- Üst kuşakta kesme gerilmesi
- Dikmede kesme gerilmesi

Üst kuşakta kesme gerilmesi

Üst kuşaktaki kesme gerilmesi " $\tau_{üT}$ " formül F 94 ile hesaplanır.

$$\tau_{üT} = \frac{F_{\tau}}{A_{üT}} \leq F_{\tau EM} \quad F 94$$

F_{τ}	N	Üst kuşağı kesme ile etkileyen kuvvet
$A_{üT}$	mm ²	Üst kuşak takımının alanı

Önce torsiyon momentinden üst kuşağı kesme ile etkileyen kuvvet " F_{τ} " formül F 95 ile hesaplanır.

$$F_{\tau} = \frac{M_{tmax}}{h_{\tau}} \quad F 95$$

M_{tmax}	Nmm	Sistemi etkileyen torsiyon momenti
h_{τ}	mm	Üst kuşağı kesme ile etkileyen kuvvetin mesafesi

Üst kuşağı kesme ile etkileyen kuvvetin mesafesi " h_{τ} " formül F 96 ile hesaplanır.

$$h_{\tau} = e_o - h_R - 0,5 \cdot t_f \quad F 96$$

e_o	mm	Sistemin nötr ekseninin üst yüzeyine mesafesi
h_R	mm	Ray yüksekliği
t_f	mm	Üst kuşağın kalınlığı

Üst kuşak takımının alanı " $A_{üT}$ " formül F 97 ile hesaplanır.

$$A_{üT} = 2 \cdot A_L + A_R + b_P \cdot t_f \quad F 97$$

A_L	mm ²	Köşebentin alanı
A_R	mm ²	Rayın alanı (aşınmış halinde)
b_P	mm	Üst kuşağın genişliği
t_f	mm	Üst kuşağın kalınlığı

Dikmede kesme gerilmesi

Dikmedeki kesme gerilmesi " τ_{Di} " formül F 98 ile hesaplanır.

$$\tau_{Di} = \frac{F_{Dmax}}{A_{Di}} \leq F_{\tau EM} \quad F 98$$

F_{Dmax}	N	Maksimum tekerlek kuvveti
A_{Di}	mm ²	Dikmenin alanı

Dikmenin alanı " A_{Di} " formül F 99 ile hesaplanır.

$$A_{Di} = h_{Di} \cdot t_w$$

F 99

h_{Di}	mm	Dikmenin yüksekliği
t_w	mm	Dikmenin kalınlığı

Dikmenin yüksekliği " h_{Di} " formül F 100 ile hesaplanır.

$$h_{Di} = h_P - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r_P$$

F 100

h_P	mm	Profil yüksekliği
t_f	mm	Üst kuşak kalınlığı
r_P	mm	Profil radyusu

Minimum dikmede boyu

Minimum dikme boyu " $h_{Di\min}$ " formül F 101 ile hesaplanır.

$$h_{Di\min} = \frac{F_{\tau\max}}{t_w \cdot f_{\tau EM}}$$

F 101

$F_{D\max}$	N	Maksimum tekerlek kuvveti
t_w	mm	Dikmenin kalınlığı
$f_{\tau EM}$	MPa	Emniyetli kesme mukavemet değeri

3.3. Sistemin toplam gerilme kontrolü

Sistemin maksimum gerilmesine üst kuşaktaki kesme gerilmesi etki eder ve formül F 102 ile hesaplanır.

$$\sigma_{Top} = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 3 \cdot \tau_{üT}^2} \leq f_{\sigma EM}$$

F 102

σ_{\max}	MPa	Sistemdeki maksimum normal gerilme
$\tau_{üT}$	MPa	Üst kuşaktaki kesme gerilmesi
$f_{\sigma EM}$	MPa	Malzemenin emniyetli mukavemeti

3.4. Sehim kontrolü

Vinç yolunun emniyetli sehim değerleri Tablo 13 ile verilmiştir.

Tablo 13 , Vinç yolunun emniyetli sehim değerleri

Vinç yolunun emniyetli dikey sehimi, z-yönünde	$w_{zEM} = a_s / 700$
Vinç yolunun emniyetli yatay sehimi, y-yönünde	$w_{yEM} = a_s / 800$

3.5. Lokal kuvvetlerin iletişim kontrolü

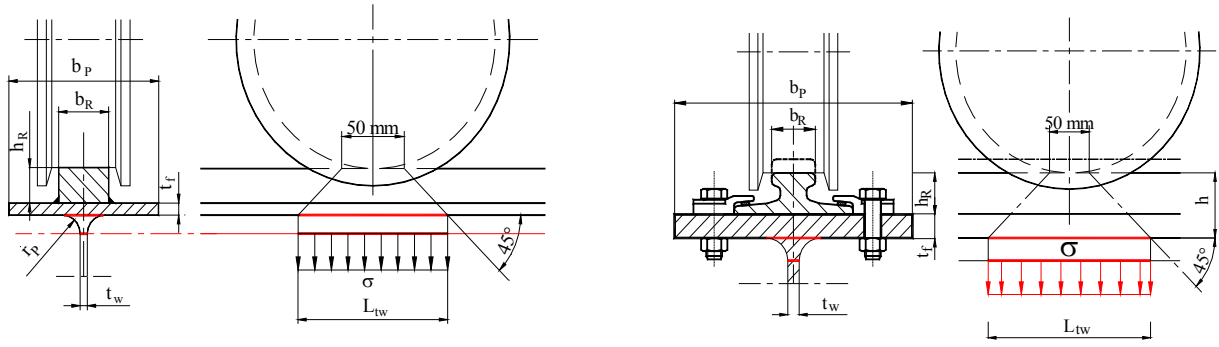
Lokal kuvvetlerin iletişim kontrolü ray altı bağlantısının bası gerilmesine göre kontrolü demektir. Lokal kuvvet iletişim kontrolü formül F 103 ile yapılır.

$$\sigma_{bhes} = \frac{F_{TD\max} \cdot \varphi_{dy}}{A_{tw}} \leq \sigma_{bEM}$$

F 103

σ_{bhes}	MPa	Lokal kuvvetin oluşturduğu bası gerilmesi
$F_{TD\max}$	N	Tekerleğin max dik kuvveti,
φ_{dy}	1	Dinamik faktör
A_{tw}	mm ²	Lokal kuvvetin etkilediği alan,
σ_{bEM}	MPa	Malzemenin emniyetli bası mukavemet değeri.

Yukarıda F 103 ile görüldüğü gibi bu kontrolü yapmak için tekerlek maksimum kuvvetinin bilinmesi ve bu kuvvetin lokal konumda etkilediği alanın hesaplanması lazımdır. Burada konstrüksiyon standart profillerde veya kaynak konstrüksiyonsada vinç yolu üst kuşağının alt sınırı kuvvet etki sınırı olarak kabul edilip etki boyu " L_{tw} " hesaplanır ve dikmenin en ince kalınlığı " t_w " ile çarpılarak etki alanı bulunur.



Şekil 39, Lokal kuvvet iletişimi

$$A_{tw} = L_{tw} \cdot t_w$$

F 104

A_{tw}	mm ²	Lokal kuvvet iletişiminin etkilediği alan
L_{tw}	mm	Lokal kuvvetin etkilediği boy, bkz F 105
t_w	mm	Dikme kalınlığı

Lokal kuvvetin eşit olarak dağılımının etkilediği " L_{tw} " boyu formül F 105 ile hesaplanır.

$$L_{tw} = 2 \cdot h + 50 \text{ mm}$$

F 105

L_{tw}	mm	Lokal kuvvetin etkilediği boy
h	mm	Lokal kuvvetin etki derinliği, bkz F 106

Lokal kuvvetin etki derinliği Şekil 39 ile görüldüğü gibi F 106 ile hesaplanır:

$$h = h_{R \min} + t_f$$

F 106

$h_{R \min}$	mm	Rayın aşınmış yüksekliği, $h_{R \min} = 0,75 \cdot h_R$ veya tablolardan
t_f	mm	Profilin kuşak kalınlığı

Lokal kuvvetin etkilediği alan bulunduğundan sonra emniyetli tekerlek kuvveti hesaplanır ve işletmedeki maksimum tekerlek kuvvetiyle karşılaştırılır. Emniyetli tekerlek kuvveti işletmedeki maksimum tekerlek kuvvetinden büyük olmalıdır. Bkz F 107

$$F_{TDEM} = \frac{f_y \cdot A_{tw}}{\gamma_{M1}} \geq F_{D \max} \cdot \Phi_{dy}$$

F 107

3.6. Stabilite kontrolü

Stabilite kontrolünde başka yoldan işletmedeki tekerlek kuvveti hesaplanarak emniyetli maksimum tekerlek kuvveti ile karşılaştırılır ve işlem formül F 108 ile yapılır.

$$F_{TEM} = \frac{f_y \cdot t_w^2}{2 \cdot \gamma_{M1}} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot t_f}{f_y \cdot t_w}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4 \geq F_{D \max}$$

F 108

F_{TEM}	N	Emniyetli maksimum tekerlek kuvveti
f_y	MPa	Malzemenin akma mukavemet değeri
t_w	mm	Profilin dikme kalınlığı
γ_{M1}	1	Malzeme düzeltme faktörü
E	MPa	Malzemenin elastiklik modülü
t_f	mm	Profilin üst kuşak kalınlığı
β_i	1	İndisine göre faktörler, aşağıda verilmiştir
$F_{D \max}$	N	Dikmede işletme kuvveti

Profil kuşağının narinlik sayısı $\beta_1 \leq 1,25$ den büyük olamaz.

$$\beta_1 = 4 \sqrt{\frac{b_p}{10 \cdot t_f}} \leq 1,25$$

F 109

b_p	mm	Yalnız profilin genişliği
t_f	mm	Profilin üst kuşak kalınlığı

Tek taraflı yüklemenin narinlik sayısı $\beta_2 \geq 1,0$ den küçük olamaz.

$$\beta_2 = \sqrt{\frac{60 \cdot t_w}{h_p - t_f}} \geq 1,0$$

F 110

t_w	mm	Profilin dikme kalınlığı
h_p	mm	Yalnız profilin yüksekliği
t_f	mm	Profilin üst kuşak kalınlığı

Kuvvet etkisinin faktörü $\beta_3 \leq 1,5$ tan büyük olamaz.

$$\beta_3 = 1 + \frac{L_{tw}}{h_p - t_f} \leq 1,5$$

F 111

L_{tw}	mm	Lokal kuvvetin etkilediği boy
h_p	mm	Yalnız profilin yüksekliği
t_f	mm	Profilin üst kuşak kalınlığı

Boyuna gerilme faktörü $\beta_4 \leq 1,5$ 1,0 den büyük olamaz.

$$\beta_4 = 1,5 - \frac{\sigma_{\beta 4} \cdot \gamma_{M1}}{f_y} \leq 1,0$$

F 112

$\sigma_{\beta 4}$	MPa	Boyuna toplam bası gerilmesi, bkz F 113
γ_{M1}	1	Malzeme düzeltme faktörü, $\gamma_{M1} = 1,05$
f_y	MPa	Malzemenin akma mukavemet değeri

Dikey kuvvetlerden oluşan eğilme gerilmesi " $\sigma_{y4eğ}$ "
Boyuna toplam bası gerilmesi " $\sigma_{\beta 4}$ "

$$\sigma_{\beta 4} = \sigma_{y4eğ} + \sigma_{Nb}$$

F 113

$\sigma_{\beta 4}$	MPa	Boyuna toplam bası gerilmesi
$\sigma_{y4eğ}$	MPa	Dikey kuvvetlerden oluşan eğilme gerilmesi, bkz F 114
σ_{Nb}	MPa	Rayın boyuna kuvvetlerden oluşan bası gerilmesi

"h4" mesafesi;

$$h_4 = h_p - e_u - t_f - R$$

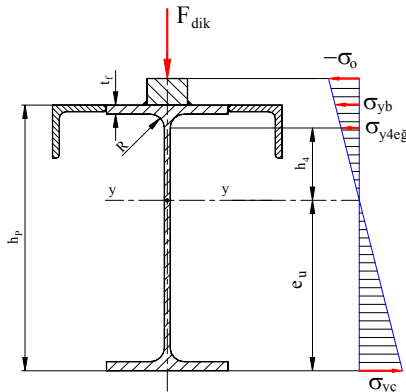
" $\sigma_{y4eğ}$ " eğilme gerilmesi;

$$\sigma_{y4eğ} = \sigma_{yç} \cdot \frac{h_4}{e_u}$$

F 114

" $\sigma_{yç}$ " vinç yolu sistemini etkileyen maksimum eğilme gerilmesidir. Üst kuşak takımı ağırlık merkezini yukarı çektiğinden bu değer profilin alt kuşağının alt yüzeyinde oluşur.

Bu değer ray boyu etkili kuvvetten oluşan bası gerilmesi ile toplanır ve boyuna toplam bası gerilmesi " $\sigma_{\beta 4}$ " bulunur.



Şekil 40, Dikey kuvvetlerden oluşan eğilme gerilmesi

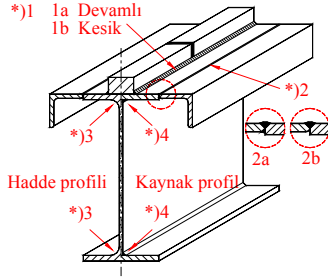
3.7. Yorulma kontrolleri

Vinç yollarında yorulma genelde titreşimlere maruz kalan ve 16'000 den fazla değişken zorlamanın olduğu işletmelerde yapılır. Yorulma kontrolü vincin çalışma ömrü boyunca vinç yollarında mikro çatlaklara sebep olup sonra konstrüksiyonun fonksiyonunu yapamayacak kadar çatlakların büyümesinin imkan dahilinde olup olmadığını görmek için yapılır. Vinç yollarında yorulmanın olduğu kritik noktalar Şekil 41 ve Şekil 42 ile gösterilmiş ve çentik faktörü dikkate alınarak kabul edilen mukavemet değerleride aşağıda verilmiştir. Yorulma kontrolünde şu şart olmalıdır;

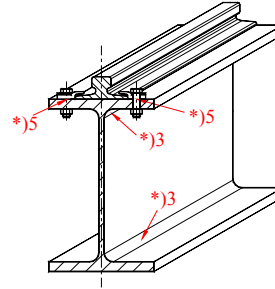
$$\Delta\sigma_{Di} \leq \Delta\sigma_{iEM}$$

F 115

$\Delta\sigma_{Di}$	MPa	Bölgede hesaplanan devamlı eşdeğer gerilme
$\Delta\sigma_{iEM}$	MPa	Bölgede emniyetli yorulma mukavemet değeri



Şekil 41, Vinç yolunda bölgeler



Şekil 42, Vinç yolunda bölgeler

Bölgelerde emniyetli yorulma mukavemet değerleri

Şekil 41 ve Şekil 42 ile gösterilen çentik faktörü dikkate alınarak kabul edilen mukavemet değerleri;

1. Bölgede, "*)1": Ray ile profilin kaynak bağlantı bölgesinde normal yorulma mukavemet değerleri,

- 1a) $\Delta\sigma_{D1a} = 125$ MPa, Çift taraf, devamlı, makina köşe kaynağı,
1b) $\Delta\sigma_{D1b} = 112$ MPa, Çift taraf, kesik, makina köşe kaynağı.

2. Bölgede, "*)2": Profile bağlanan takviye parçalarının kaynak bağlantı bölgesinde normal yorulma mukavemet değerleri,

- 2a) $\Delta\sigma_{D2a} = 112$ MPa, Kök kaynaklı,
2b) $\Delta\sigma_{D2b} = 100$ MPa, Tek taraflı, basit, kök kaynaklısız.

3. ve 4. Bölgelerde, "*)3", "*)4": Lokal kuvvetin iletişim kesiti bağlantı bölgesinde normal yorulma mukavemet değerleri,

$$\Delta\sigma_{c3} = \Delta\sigma_{D4} = 125 \text{ MPa, Standart profil radyuslu geçiş,}$$

5. Bölgede, "*)5": Çenelerin ve deliklerin olduğu bölgede normal yorulma mukavemet değerleri,

$$\Delta\sigma_{D5} = 80 \text{ MPa, Delik etkisi,}$$

Bütün bölgelerde emniyetli kayma yorulma mukavemet değeri:

$$\Delta\tau_D = 80 \text{ MPa, genel.}$$

Kesitin çentik etkisindeki emniyetli devamlı yorulma mukavemet değerleri (yukarıda [*]1 den *)5 e kadar standartlardan alınmış Şekil 41 ve Şekil 42 için verilen değerleri) malzemenin çentik düzeltme faktörü ile küçültülerek bulunur. Yukarıda kabul edilen çentik etkisindeki devamlı yorulma mukavemet değerleri $2 \cdot 10^6$ değişken zorlama ile bulunmuş değerlerdir. Bu düşüncüyü formüle dökerek bölgeler için gereken değerler formül F 116 ile bulunur.

$$\Delta\sigma_{iEM} = \frac{\Delta\sigma_{Di}}{\gamma_{Mf}}$$

F 116

$\Delta\sigma_{iEM}$	MPa	Yerine göre emniyetli yorulma mukavemet değeri
$\Delta\sigma_{Di}$	MPa	Yerine göre mukavemet değeri
γ_{Mf}	1	Malzemenin çentik düzeltme faktörü, $\gamma_{Mf} = 1,15$

3.7.1. 1. Bölge "*)1", Ray ile profilin kaynak bağlantı yeri

Burada yatay kuvvetin oluşturacağı kesme gerilmesi dikkate alınmaz. Çünkü ray ile profil arasındaki sürtünme kuvvetide hemen hemen aynı büyüklükte olduğundan, kesitte kesme gerilmesi oluşmaz.

1. Bölgede hesaplanan devamlı gerilmeler " σ_{D1} "

$$\sigma_{1\max} = \sigma_{Nb} + \sigma_{yb} + \sigma_{zPR}$$

F 117

$$\sigma_{1\min} = M_{qx1} / W_y$$

F 118

$$\Delta\sigma_{c1} = (\sigma_{1\max} - \sigma_{1\min}) \cdot \lambda_E$$

F 119

$$\Delta\sigma_{c1} \leq \Delta\sigma_{1EM} = \frac{\Delta\sigma_{c1}}{\gamma_{Mf}}$$

F 120

3.7.2. 2. Bölge " $^{}2$ ", Profil ile takviyelerin kaynak bağlantı yeri**

$$\sigma_{2\max} = \sigma_{Nb} + \sigma_{yb} + \sigma_{zP}$$

F 121

$$\sigma_{2\min} = M_{qx1} / W_y$$

F 122

$$\Delta\sigma_{c2} = (\sigma_{2\max} - \sigma_{2\min}) \cdot \lambda_E$$

F 123

$$\Delta\sigma_{2E} \leq \Delta\sigma_{2EM} = \frac{\Delta\sigma_{c2}}{\gamma_{Mf}}$$

F 124

3.7.3. 3. Bölge " $^{}3$ ", Lokal kuvvetin iletişim kesiti, dikme kuşak bağlantı radyusu**

$$\sigma_3 = \frac{F_{D\max}}{L_{tw} \cdot t_w}$$

F 125

$$\Delta\sigma_3 = \sigma_3 \cdot \lambda_E \leq \Delta\sigma_{3EM} = \frac{\Delta\sigma_{c3}}{\gamma_{Mf}}$$

F 126

3.7.4. 4. Bölge " $^{}4$ ", Lokal kuvvetin iletişim kesiti, dikme kuşak kaynak bağlantısı**

3. Bölgenin aynıdır. Yalnız burada radyusun yerinde kaynak konstrüksiyonun değeri kabul edilir.
Bkz Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

3.7.5. 5. Bölge " $^{}5$ ", Çenelerin ve deliklerin olduğu bölge**

$$\sigma_5 = \sigma_{Nb} + \sigma_{yb} + \sigma_{zD}$$

F 127

$$\Delta\sigma_5 = \sigma_5 \cdot \lambda_E \leq \Delta\sigma_{5EM} = \frac{\Delta\sigma_{c5}}{\gamma_{Mf}}$$

F 128

σ_i	MPa	İndisine göre bölgede gerilme
$\Delta\sigma_i$	MPa	İndisine göre bölgede eşdeğer gerilme farkı
λ_E	1	Eşdeğer gerilmeler farkı faktörü
$\Delta\sigma_{iEM}$	MPa	İndisine göre emniyetli eşdeğer gerilme farkı
$\Delta\sigma_{ci}$	MPa	İndisine göre gerilme farkı
$F_{D\max}$	N	3. Bölgede maksimum dik kuvvet
L_{tw}	mm	Lokal kuvvetin etkilediği boy
t_w	mm	Profilin dikme kalınlığı
γ_{Mf}	1	Malzemenin çentik düzeltme faktörü, $\gamma_{Mf} = 1,15$

3.8. Burulma (Torsiyon) kontrolleri

3.8.1. Torsiyon oluşturan kuvvetlerin ağırlık merkezine mesafeleri



Şekil 43, Eksenel kaçıklık

Tekerlek dik kuvvetlerinin eksenel kaçıklığı ray genişliğine göre tecrübelerle dayanarak kabul edilen formül **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ile hesaplanır.

$$e_y = \frac{b_R}{4}$$

F 129

e_y	mm	Eksenel kaçıklık
b_R	mm	Ray genişliği

Tekerlek yatay kuvvetlerinin ağırlık merkezi "S" e mesafesi formül **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ile hesaplanır.

$$e_o = h_{SP} + h_R$$

F 130

e_o	mm	S mesafesi
h_R	mm	Ray yüksekliği, aşınmamış yükseklik
h_{SP}	mm	Profilde S mesafesi

Tekerlek kuvvetlerinden oluşan torsiyon (burulma) momenti formül F 131 ile hesaplanır.

$$M_{tF_{max}} = 2 \cdot F_{D_{max}} \cdot (e_y + e_o \cdot \phi_Y)$$

F 131

3.8.2. Sistemdeki torsiyon gerilmesi

Sistemdeki maksimum torsiyon gerilmesi " τ_{max} " formül F 132 ile hesaplanır.

$$\tau_{max} = \frac{M_{t_{max}}}{W_{züt}} \leq f_{\tau EM} = \frac{f_y}{\gamma_M \cdot \sqrt{3}}$$

F 132

τ_{max}	MPa	Kritik kesitte hesaplanan maksimum gerilme
$M_{t_{max}}$	Nmm	Kritik kesitte hesaplanan maksimum moment
$W_{züt}$	mm ³	Sistemin z-eksenine göre karşı koyma momenti
$f_{\tau EM}$	MPa	Emniyetli karşılaştırma mukavemet değeri
f_y	MPa	Malzemenin akma mukavemet değeri
γ_M	1	Genel emniyet faktörü

Kritik kesitte hesaplanan maksimum torsiyon momenti " $M_{t_{max}}$ " formül F 133 ile hesaplanır.

$$M_{t_{max}} = 2 \cdot F_{D_{max}} \cdot (e_y + e_z \cdot \phi_Y)$$

F 133

$F_{D_{max}}$	N	Maksimum tekerlek dik kuvveti
e_y	mm	Maksimum tekerlek dik kuvvetinin eksenel kaçıklığı
e_z	mm	Maksimum tekerlek yatay kuvvetinin S mesafesi
ϕ_Y	1	Yatay kuvvet faktörü

4. Vinç yolu rayları ve vinç yollarının konstrüksiyon şekilleri

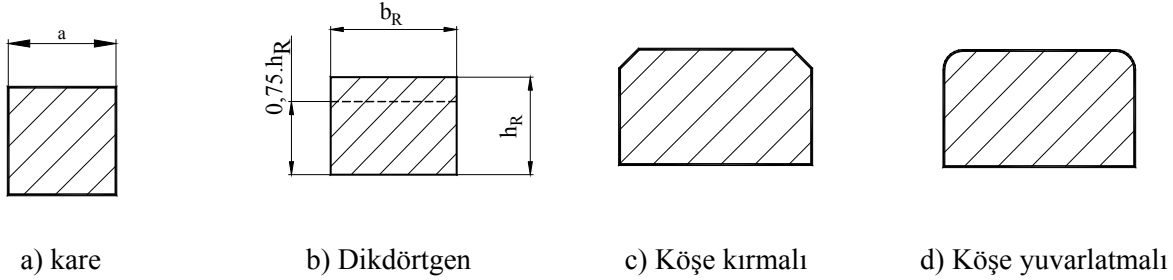
4.1. Vinç yolu rayları

Vinç yolu raylarını en basitinden özel raylara kadar şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Lama vinç rayları,
2. DIN 536 A tipi vinç rayları,
3. DIN 536 F tipi basık vinç rayları,
4. Demir yolu rayları .

4.1.1.Lama vinç rayları

Lama raylar ülkemizde en çok kullanılan ray çeşitidir. Özellikle Şekil 44 a'da görülen kare raylar en yaygın olanıdır.



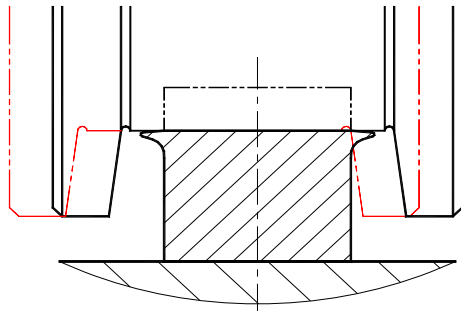
Şekil 44 ,Lama vinç rayları

Lamadan yapılan basit raylara ait veriler Tablo 14 ile görülmektedir. Bu raylarda zararsız aşınma payı, ray yüksekliğinin %25 i kadar alınır. Yani ray $0,75 \cdot h_R$ boyuna inene kadar kullanılır ve bundan sonra değiştirilmelidir. Hesaplarda rayın yüksekliği $0,75 \cdot h_R$ kabul edilir.

Genel olarak lama vinç rayları maksimum tek tekerlek kuvveti " $F_{max} \leq 275 \text{ kN}$ " kullanılması önerilir. Eğer maksimum tek tekerlek kuvveti " $F_{max} > 275 \text{ kN}$ " veya vinç yürütme hızı " $v_V > 63 \text{ m/dak}$ " ise, lama rayın aşınması çok çabuk olacağından, bu hallerde geniş ayaklı ray tiplerinin (DIN 536 A, DIN 536 F ve DIN 5901 T1 ile verilen demiryolu rayları) kullanılması önerilir ve kullanılmasında fayda vardır [18]. Böylece aşınma halinde rayı değiştirmek hem kolay hemde ekonomiktir. Darbelerin etkisini azaltmak, kuvvet dağılımını raydan vinç yolu üst kuşağına rahat dağılımını oluşturmak ve fonksiyonu kolaylaştırmak için ray ve giriş profili arasında elastik ara parçası kullanılır. Vinç yolu binayı yapan inşaat mühendisi tarafından yapıldığında, inşaat mühendisinin, vinci yapan makina mühendisi ile beraber rayı seçmesi gerekir. Çünkü vinci tekerleğinin malzemesi ile rayın malzemesinin uyumlu seçilmesi, aşınmayı azaltacak en önemli faktörlerden biridir ve konstrüksiyonun uzun ömürlü olmasını sağlar.

Tablo 14, Lama rayın değerleri

$b_R \times h_R$	30 x 30	40 x 30	40 x 40	50 x 25	50 x 30
q_R in kg/m	7,06	9,42	12,56	9,81	11,80
$b_R \times h_R$	50 x 40	50 x 50	60 x 30	60 x 40	70 x 50
q_R in kg/m	15,70	19,50	14,10	18,80	27,50



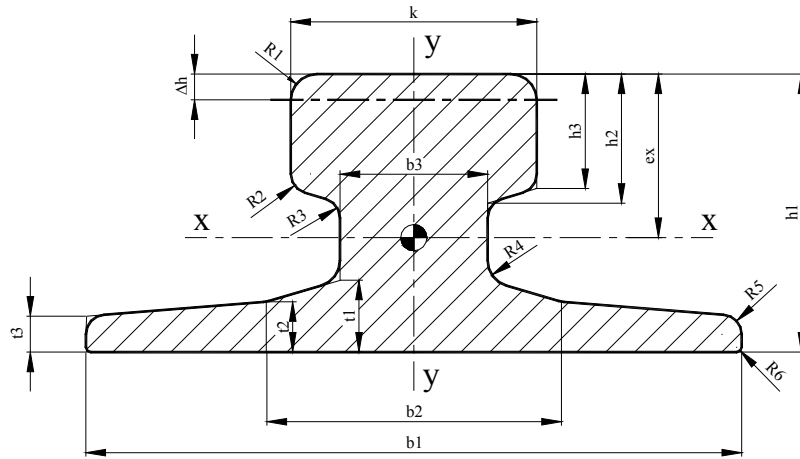
Şekil 45, Aşınmış lama ray

Küçük ve orta tonajlı vinçlerde bu raylar sıkça kullanılır. Aşınmış, diğer deyim ile sakal vermiş bir lamadan ray Şekil 45 ile görülmektedir. "Hertz" basıncı, raylarda, şekildeki gibi aşınmayı yaratır. Bunu önleyebilmek için üst köşeleri pah kırılmış veya yuvarlatılmış, kare veya dikdörtgen kesitli raylar kullanılır. Ray malzemesi olarakta mukavemeti yüksek olan malzemeler seçilir; örneğin St 50. Başka bir çözüm şekli de, tekerlek jant profillerinin (yuvarlanma yüzeylerinin) fiçi yüzeyi biçiminde yapılması ve "V" şeklinde eğimli olarak düzenlenmesidir. Böylelikle hem aşınmalar daha homojen olur,

hem de vinç yürürken rayların orta ekseninde kalarak (kasılmadan) hareketi sağlanmış olur. Daha yararlı bir çözüm şeklidir ama pahalı bir konstrüksiyon olduğundan ülkemizde pek yaygın olarak kullanılmaz. Genelde vinçin raylarda kendi kendini ortalaması için fiçi yuvarlama sistemine göre vinç tekerlekleri V-eğimli olarak yapılırlar. Bu sistem vinçin kasılmadan çalışmasını sağlarsa da, bizde daha oturmamıştır.

4.1.2. Vinç rayı, DIN 536 A tipi

Ülkemizde ender kullanılan raylardan biridir. Ender kullanılmasının en önemli nedeni memleketimizde imal edilmemeleridir. Genel bir tanımlama şunu der: Akşam geç vakit eve aç olarak geldiğinizde, mutfakta ne varsa onu yersiniz. Buradada böyle. Konstruktör ne bulursa, onunla konstruksiyonunu yapmak zorundadır. Ender hallerde, şartnamelerini dış kaynaklardan tercüme ederek hazırlayan iç firmalar ve ihraç edilecek vinç tesislerinde bu raylar Almanya'dan temin edilerek kullanılır. Bu haller için, DIN 536 raylarını tanımakta fayda vardır. Geniş ray üstü ölçüleri çok büyük tekerlek basınçlarını rahatlıkla karşıladıklarından, büyük tonajlı vinçlerde kullanılırlar. Bunların geniş taban kuşağı, rahat ve emniyetli olarak, vinç yoluna bağlanmalarını sağlar.



Şekil 46, DIN 536 A tipi vinç rayları

Tablo 15, DIN 536 T1 den A tipi için özet, bakınız (Şekil 46)

		A 45	A 55	A 65	A 75	A 100	A 120
k	mm	45	55	65	75	100	120
b ₁	mm	125	150	175	200	200	220
b ₂	mm	54	66	78	90	100	120
b ₃	mm	24	31	38	45	60	72
t ₁	mm	14,5	17,5	20	22	23	30
t ₂	mm	11	12,5	14	15,4	16,5	20
t ₃	mm	8	9	10	11	12	14
h ₁	mm	55±1	65±1	75±1	65±1	95±1	105±1
h ₂	mm	24	28,5	34	39,5	45,5	55,5
h ₃	mm	20	25	30	35	40	47,5
R ₁	mm	4	5	6	8	10	10
R ₂	mm	3	5	5	6	6	6
R ₃	mm	4	5	5	6	6	10
R ₄	mm	5	6	6	8	8	10
R ₅	mm	4	5	5	6	6	6
R ₆	mm	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
A	mm ²	2830	4070	5540	7210	9560	12900
q	*1 kg/m	22,2	32,0	43,5	56,6	75,2	101,3
e _x	mm	33,1	38,8	44,4	50,0	52,1	57,0
J _x	cm ⁴	91,0	182	327	545	888	1420
W _x	cm ³	27,5	46,9	73,7	109	170	249
J _y	cm ⁴	169	337	609	1010	1360	2370
W _y	cm ³	27	45	69,6	101	136	215
Δh	*2 cm	5	6	7	8	10	12

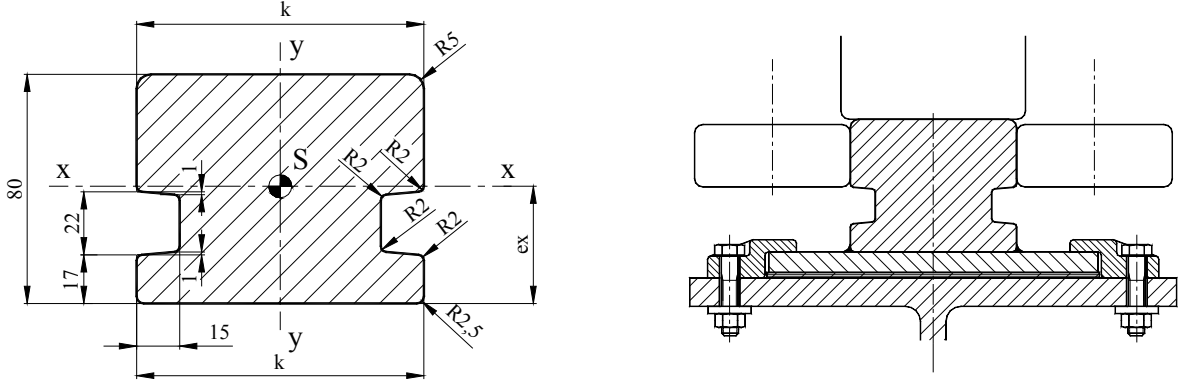
*1 Birim ağırlık $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$ kabul edilerek, hakiki boya göredir. Ağırlık toleransı $\pm \% 4$ tür.

*2 Δh Rayın aşınma sınırı. ($\Delta h \approx 0,25 \cdot h_3$) Daha fazla aşınma halinde rayın değiştirilmesi gereklidir. Özel durumlarda, atalet veya mukavemet momentinin önemli olmadığı yerlerde kullanılabilir.

DIN 536 A tipi rayların malzemesi sıcak haddeden çekilmiş, çekme gerilmesi $(R_m)_{\min} = 590 - 880$ MPa arasındadır. A 100 ve A 120 tiplerinin malzemesi $(R_m)_{\min} = 880$ MPa dir. Piyasadan elde edilecek boyları 9 m ile 12 m arasındadır. Normal olarak boy toleransları ± 50 mm olmasına rağmen, siparişte boyların ve toleransların konuşulup anlaşılmasında fayda vardır.

4.1.3. Basık vinç rayı, DIN 536 F tipi

Bu raylar da DIN 536 F tipi raylar gibi, memleketimizde ender kullanılan raylardan biridir. Genelde bunlar yürüyüş mekanizmasında kılavuz tekerlek olan vinçlerde kullanılır. Kılavuz tekerlekli vinç yürüyüş mekanizmasında ana tekerlekler düz ve silindirik olurlar (Şekil 47).



Şekil 47, DIN 536 F tipi basık vinç rayları

Tablo 16, DIN 536 T1 den F tipi için özet, (Şekil 47)

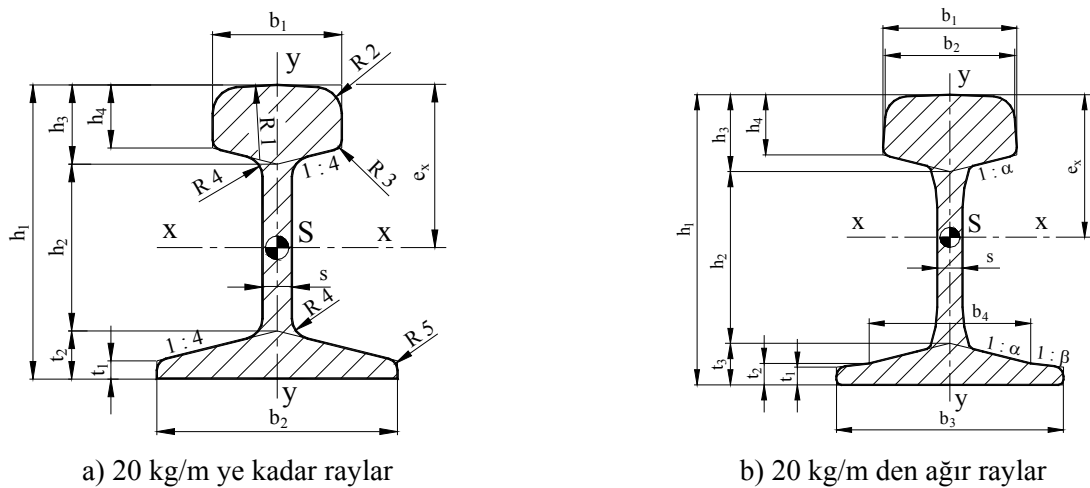
Tip	k mm	A cm ²	q kg/m	J _x cm ⁴	W _x cm ³	e _x mm	J _y cm ⁴	W _y cm ³
F 100	100	73,2	57,5	414	101	40,9	541	108
F 120	120	89,2	70,1	499	123	40,7	962	160

DIN 536 A tipi raylardan daha farklı özellikleri yoktur. Sıcak haddeme ile alaşımli çelik malzemeden yapılırlar ve çekme gerilmesi $(R_m)_{\min} = 590 - 880$ MPa arasındadır. Boyutların ve gereken toleransların siparişte kararlaştırılması sonradan doğabilecek anlaşmazlıkları önler. Ray eklemelerinde tam kesiti dolduracak kaynak bağlantısı şarttır. Kılavuz tekerleklerle taşıyıcı ana tekerleklerin bir birine yakın olmaları dik kuvvetten oluşan sürtünme kuvvetinin yatay kuvvetlerin karşı kuvveti olması bakımından büyük fayda sağlar.

4.1.4. Demir yolu rayları

Vinç yürüme yolu, traversler veya aralıklı babalar üzerine kurululacaksa, demir yolu yani tren raylarının kullanılması büyük avantaj sağlar. Bazı hallerde kullanılmış veya demir yolunda kullanılması sakıncalı olan kafaları fazla aşınmış rayların, hesabını iyi yapmak kaydıyla, hem teknik yönden hem de ekonomik açıdan kullanılması oldukça yararlıdır.

Demir yolu raylarının tip tanımı Almanca ray "Schiene" kelimesinin baş harfi "S" ile rayın birim ağırlığının yuvarlatılmış sayısı ile olur. Örneğin: Birim ağırlığı 6,75 kg/m olan rayın tip sembolü "S 7" dir.



Şekil 48, Demir yolu rayları

Tablo 17, DIN 5901 T1 den 20 kg/m ye kadar raylar, (Şekil 48, a)

Tip		S 7	S 10	S 12	S 14	S 18	S 20
q *1	kg/m	6,75	10,0	12,0	14,0	18,3	19,8
b ₁	mm	25	32	34	38	43	44
b ₂	mm	50	58	65	70	82	82
h ₁	mm	65	70	80	80	93	100
h ₂	mm	40	37,5	45,5	44,5	52,4	56,8
h ₃	mm	15,6	21,3	22	22	25,4	27
h ₄ ≈	mm	12,5	17,3	17,8	17,3	20	21,5
t ₁ ≈	mm	3,2	4,0	4,4	4,8	5,0	6,0
t ₂	mm	9,4	11,2	12,5	13,5	15,2	16,2
R ₁	mm	130... ∞	140.....∞	160.....∞	160.....∞	180.....∞	200.....∞
R ₂	mm	6	6	7	8	8	9
R ₃	mm	3	3	3	3	3	3,5
R ₄	mm	5	5	6	6	6	7
R ₅	mm	3	3	3	3	3	4
s	mm	5	6	7	9	10	10
e _x	mm	35,6	40,0	44,7	44,2	45,6	55,4
J _x	cm ⁴	51,6	85,7	141	154	278	346
W _x	cm ³	15,2	24,4	33,9	36,9	58,1	66,8
J _y	cm ⁴	6,34	15,1	20,2	27,5	47,4	60,3
W _y	cm ³	2,54	5,2	6,22	7,84	11,6	14,7
L _T *2	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
F *3	kN	7,6	12,2	17,0	18,5	29,1	33,4

*1 Birim ağırlık, $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$ kabul edilerek, boya göredir. Ağırlık toleransı $\pm\%6$ tür.

*2 L_T Travers açıklığı.

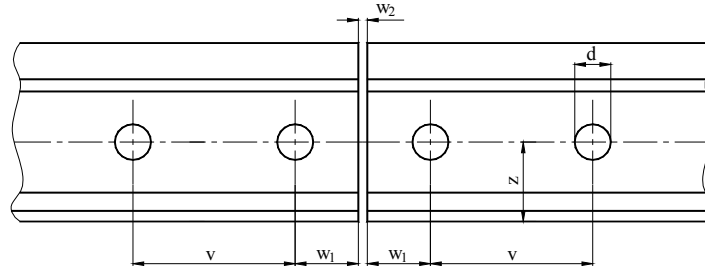
*3 Kuvvet F, traversin 1 m açıklığında rayın taşıyabileceği max. Kuvvettir ve şu formülle bulunmuştur: $\sigma_{EG} = M_{EG} / W_x$ formülünden, $F = (4 \cdot \sigma_{EGEM} \cdot W_x) / L_T$. Burada $\sigma_{EGEM} = 125 \text{ MPa}$ alınmıştır. Eğer taravers veya baba açıklıkları 1000 mm den farklı ise max kuvvet $F_x = F \cdot (1000 / L_{Tx})$ formülü ile bulunur. Burada F,

Tablo 19 ile verilen kuvvettir. Örneğin: S 12 de, travers açıklığı 600 mm ise max. Kuvvet $F_x = 17 \cdot (1000 / 600) = 28,3 \text{ kN}$ olarak bulunur.

Tablo 18, DIN 5901 T1 den 20 kg/m den ağır raylar, (Şekil 48, b)

Tip		S 24	S 30 *)1	S 33	S 34 *)1	S 41	S 49	S 54
q *1	kg/m	24,4	30,0	33,5	34,7	40,9	49,4	54,5
b ₁	mm	53	60,3	58	61,9	67	70	70
b ₂	mm	53	–	58	–	67	67	67
b ₃	mm	90	105	105	117,5	125	125	125
b ₄	mm	64	–	64	–	73,4	87,7	87,7
h ₁	mm	115	105	134	117,5	138	149	154
h ₂	mm	68	57,5	76	62,7	71	70	70
h ₃	mm	30,5	31	39	34,2	43	51,5	55
h ₄	mm	23,9	24	31,8	27	31,8	39,8	43,3
t ₁	mm	7	7	9,5	7	9,5	10,5	12
t ₂	mm	8,5	–	11	–	11,8	12,9	14,4
t ₃	mm	16,5	19,5	19	20,6	24	27,5	29
s	mm	10	12,3	11	13,1	12	14	16
e _x	mm	56,48	55,88	66,67	61,08	69,77	75,70	79,00
J _x	cm ⁴	569	606	1040	820	1368	1819	2073
W _x	cm ³	97,3	108,4	155	134,2	196	240	262
W _y	cm ³	18,0	–	28,7	–	41,7	51,0	57,0
α	–	4	–	4	–	3	3	3
β	–	–	–	–	–	–	7,8	7,8

*1 DIN 20501 de standartlaştırılmıştır.



Şekil 49, Ray ekleme parçaları için raydaki delikler

Tablo 19, Ray ekleme parçaları için raydaki delikler

Tip	S 7	S 10	S 12	S 14	S 18	S 20	S 24	S 33	S 41	S 49	S 54
d	14	16	16	16	20	20	30	30	30	30	30
v	70	75	90	90	90	90	120	120	165	165	165
w ₁	33	35	35	35	35	35	61	61	46	46	46
w ₂	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
z	29,4	30	35,5	35,8	41,4	44,6	50,5	57	59,5	62,5	64

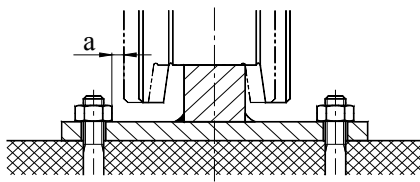
Genelde Avrupa piyasasında raylar delikli veya deliksiz satın alınırlar. Standartlaştırılmış ekleme parçaları da piyasadaki hazır satın alınabilir. Eğer özel ekleme parçası kullanılacaksa ve raydaki delikleri de kendimiz deleyeceksek bu ölçülere yakın kalınmalıdır.

4.2. Vinç yolu konstrüksiyonları

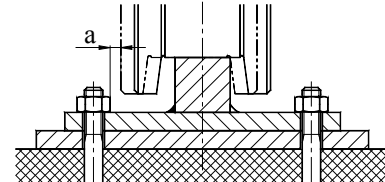
4.2.1. Lama raylı konstrüksiyonlar

Ülkemizde en çok kullanılan ray ve vinç yolu konstrüksiyonudur. Atölye ve açık saha vinçleri için kolonlar ya beton kirişlerle veya rayla birlikte çelik konstrüksiyon kirişlerle bağlanır.

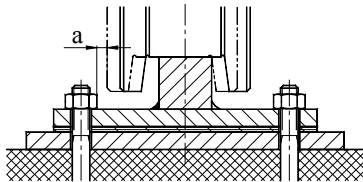
Vinç yolu beton kiriş veya yerde beton hat üzerine kurulacaksa:



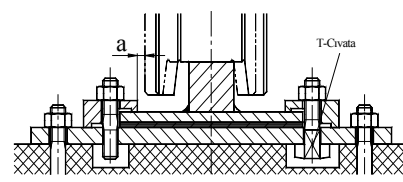
a) Ek lamalı ray, doğrudan betona yerleştirme



b) Ek lamalı ray, beton üstü lamaya yerleştirme



c) Ek lamalı ray ve elastik elemanlı yerleştirme



d) Ek lamalı ray, elastik ve pabuçlu yerleştirme

Şekil 50, Lama raylı konstrüksiyonlar

Burada konstrüksiyonlarda dikkat edilecek nokta, tekerlek ray boşluğundan ötürü vinçin sağa veya sola kayması esnasında tekerleklerin bağlantı civata veya somununa binmemesidir. Bunun için de "a" açıklığı, rayların toleransı da göz önüne alınarak hesaplanmalıdır.

Konstrüksiyonları Şekil 50 ile görünen lama rayların karşılaştırmasını yapacak olursak:

- Ek lamalı ray, doğrudan betona yerleştirme: Ekonomik olarak müşteri için en avantajlı görünürse de, rayların aşınması halinde değiştirmesi en masraflı olan çözümdür. Diğer taraftan vinç yolu toleransları çok zor sağlanır. Toleransların şartlardan büyük olması, bir taraftan rayların çabuk aşınmasına, diğer yönden vinç aksamının çabuk bozulmasına neden olur, tekerlekler gibi. Darbeler sert olarak vinç ve vinç yolu parçalarını etkiler.
- Ek lamalı ray, beton üstü lamaya yerleştirme: Konstrüksiyon a)'ya göre, aşınma halinde, rayın değiştirilmesi kolaydır. Vinç yolu toleransları daha kolay elde edilir. Fakat beton üstü lamanın maliyeti ile işçilik fazladır. Bunun için ekonomik olarak "a" dan daha pahalıdır.

Ek lamalı ray ile beton üstü lama arası elastik parçalı ve pabuçlu konstrüksiyon (saplama veya T-Civata)

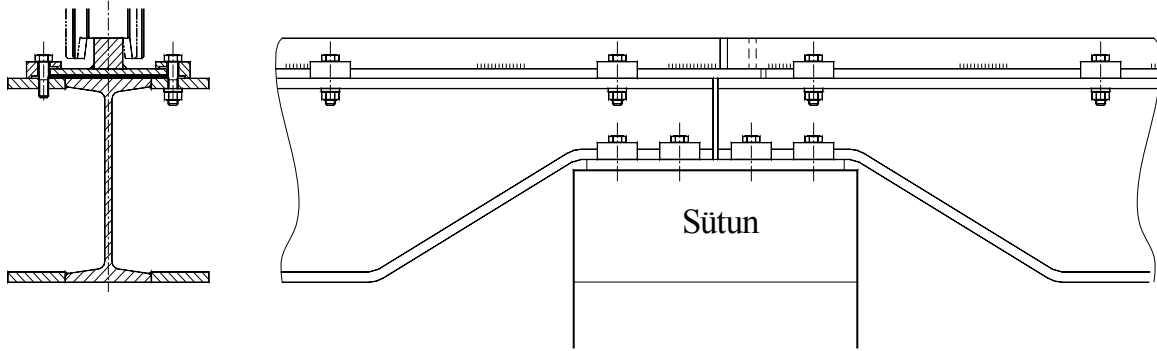
teknik açıdan en mükemmel, fakat en pahalı konstrüksiyonudur. Ama, rayların değiştirilmesi kısa bir sürede olabileceğinden yani işletme çok az duraksayacağından, bu da görece olarak bir ucuzluk sağlayabilir.

Özel hallerde Şekil 50 ile beton için verilen konstrüksiyon şekilleri burada da uygulanabilir Şekil 51.



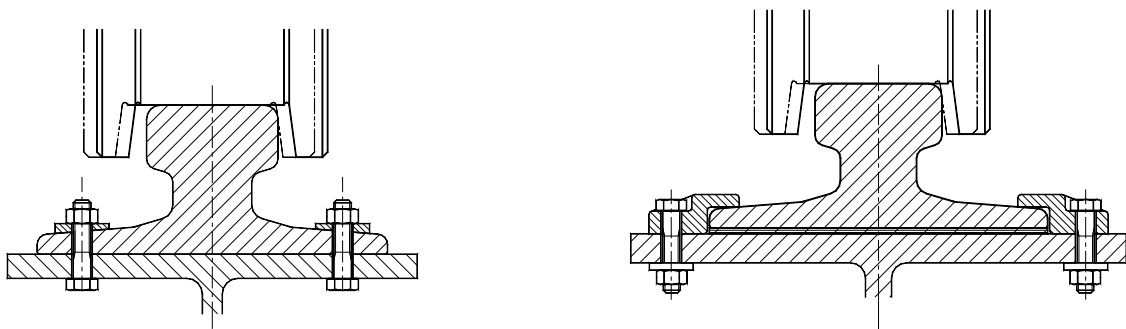
a) Ek lamalı ray, profil üstüne yerleştirme b) Ek lamalı ray ile profil arası elastik parçalı ve pabuçlu
Şekil 51, Ek lamalı ray ve çelik konstrüksiyon kirişler

Özel hallerde kolonları ikişer ikişer serbest kirişlerle de bağlama olanağı vardır. Böylece statik belirli sistem elde edilir fakat, ray bağlantıları arasında devamlı boşluk bulunur. Bu şekilde yapılacak vinç yollarında Şekil 58 ile önerilen konstrüksiyon şekillerinden biri uygulanır (Şekil 52).



Şekil 52, Tek aralıklı serbest kiriş konstrüksiyonu

4.2.2. DIN 536 A tipi rayla konstrüksiyonlar



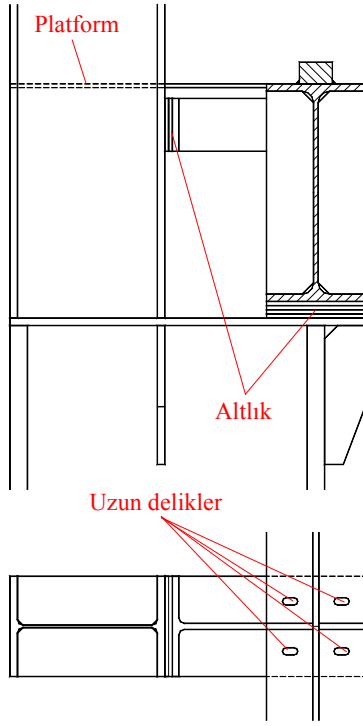
a) Doğrudan profile veya betona yerleştirme b) Elastik ara parçalı profile veya betona yerleştirme

Şekil 53, DIN 536 A tipi rayla konstrüksiyon

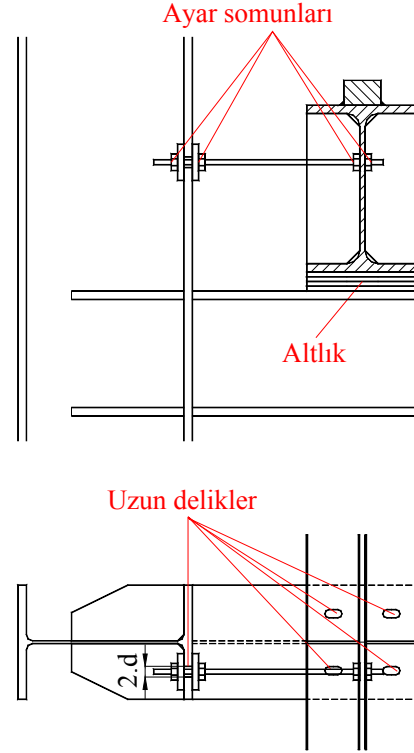
DIN 536 A tipi rayla konstrüksiyon ile lama ray konstrüksiyonu arasında pek fark yoktur. Elastik ara parçalı konstrüksiyonun en büyük avantajı, rayın tekerlek dik kuvvetin ağırlık merkezinden kaçık olması halinde rayın dayanma yüzeyinin tekerlek yüzeyine göre eğimini sağlaması ve kuvvet dağılımının daha geniş bir alana yaymasıdır.

4.2.3. Standart profillerle düşünölen vinç yolu konstrüksiyonu

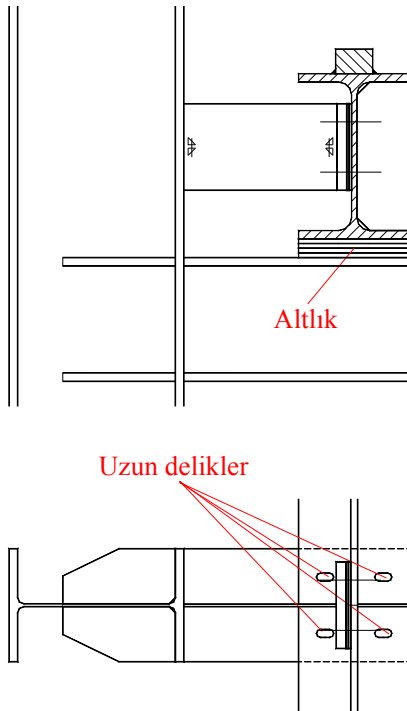
Vinç yolları yalnız standart profillerle yapılmaz. Ama en ekonomik çözümde standart profillerle nyapılan konstrüksiyondur. Özel durumlara göre kutu kiriş veya diğör konstrüksiyon şekli seçildiğinde hesaplar aynı yol ile yapılır. Duruma göre konstrüksiyon şekli seçilir. Konstrüksiyonda kabul edilen vinç yolu kirişinin sütun veya kolonlara yataklama sistemide "**çatal konstrüksiyon**" sistemidir. Bu deyim, vinç yolunun konsollarda yatay olarak bağlanarak, yana devrilmesinin önlenmesi demektir. Bak Şekil 54 ... Şekil 57.



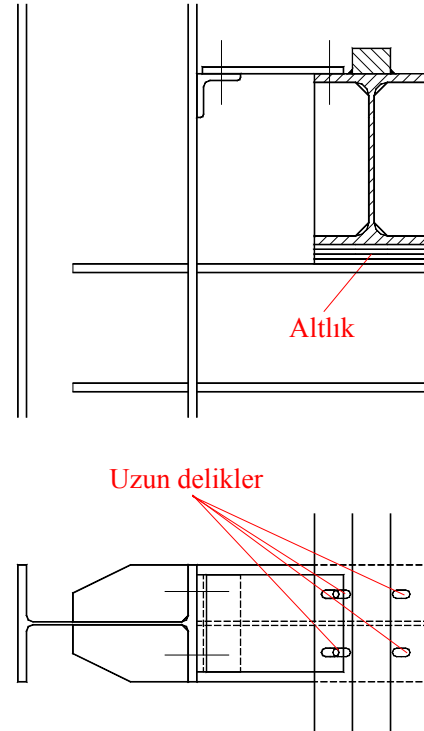
Şekil 54, Dikey, yatay altlık ve uzun delik



Şekil 55, Dikey altlık, ayar somunlu ve uzun delik



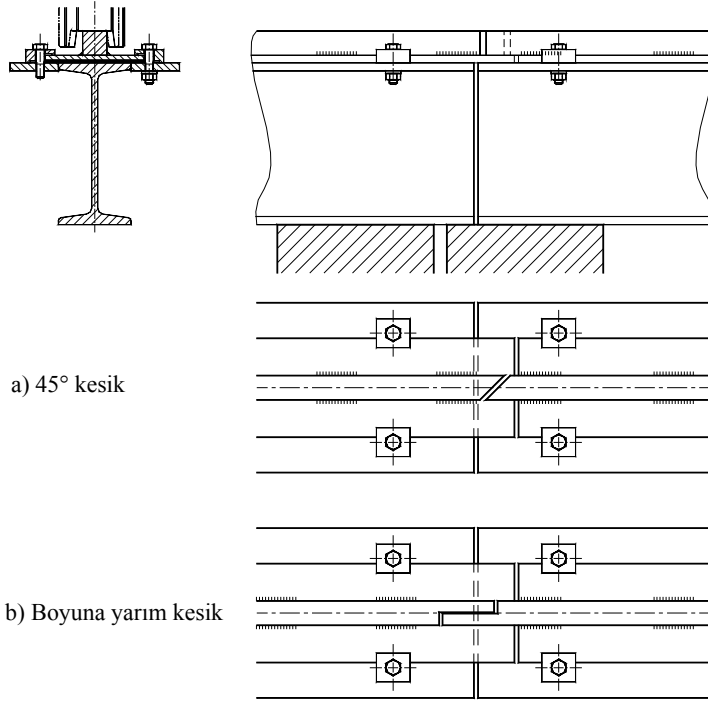
Şekil 56, Dikey, yatay altlık ve uzun delik



Şekil 57, Uzun delikler ve köşebent+plaka

Genelde kolon aralığı 6 m den küçük olan vinç yollarında sistemin kolonlara yatay olarak bağlanması şart değildir. Burada yerden kumandalı monoray vinci için yapılan vinç yolunun, 12 m ye kadar sistemin kolonlara yatay olarak bağlanması şart olmadığına hatırlatalım. Fakat 6 m den büyük açıklıkta vinç yolunun üst kuşağından konsollara yatay olarak bağlanması şarttır diyebiliriz. Kiriş kuşaklarını gerilim bakımından eşit olarak zorlamamız için, konstrüksiyonu z ekseninde simetrik I.kesitli seçimi yapılır. Üst kuşağın daha geniş ve kalın alınması veya standart profillerde takviyelerin yalnız üst kuşağa konulması yalnız yatay karşı koymayı yükseltmez, aynı zamanda sistemin "**ağırlık merkezini**" ve "**Kayma gerilimi merkezini**" de yukarıya çeker. Genelde kullanılan tipik vinç yolu konstrüksiyonları daha önce Şekil 8 ile gösterilmiştir.

4.2.4.Genel konstrüksiyon önerileri



Şekil 58, Dilatasyon bağlantısında ray konstrüksiyonu

Rayların bağlantı boşlukları tüm ray kesiti boyunca gayet güzel bir şekilde dolgu kaynağı ile kapatılmalıdır. Genelde bu kaynaklar elektrik veya termit alın kaynakları ile yapılır. Kaynak işlemi bilinçli yapılmalı ve kaynak tekniğinin tüm koşulları yerine getirilmelidir. Örneğin; ön ısıtma gibi.

Vinç yolları uzun olduğundan, binada deprem ve diğer maksatlar için yapılan diletasyon boşluklarında rayların da bina ile beraber rahatça esnemesini sağlamak için gereken konstrüktif önlemler alınmalıdır.

Açık sahada çalışan vinçlerde vinç yolunun su akıntı eğimleri dikkatle yapılmalıdır. Yoksa biriken suların yapacağı hidrolik basınç veya donma halinde oluşacak basınçlar vinç yollarının veya bağlantı sistemlerinin çatlamasına sebep olur. Diğer taraftan açık sahada çalışan vinçlerde, vinç yolundaki beton ve çeliğin ısısal genleşmesinin de dikkate alınmasında fayda vardır.

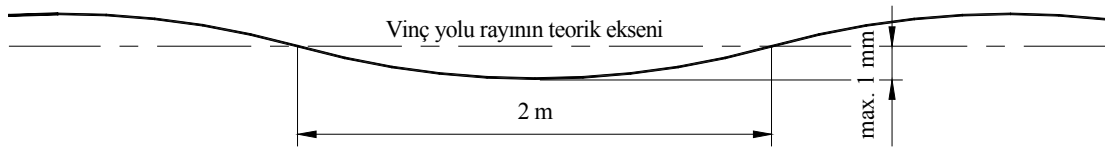
4.3. Vinç yollarında toleranslar

Burada verilmiş olan toleranslar "Avrupa Vinç İmalatçıları Birliği" nin önerileridir ve vinç yolunun ilk montajında kabul edilen toleranslardır ve yalnız montajda geçerlidir.

Vinç yollarının işletmeye alınmasından sonra yapılan kontrollerde burada verilmiş olan toleranslardan %20 sapma görülürse, vinç yolları burada verilen toleranslara göre yeniden düzeltilmelidir. Düzeltme imkanı yoksa yeniden döşenmelidir. Eğer şartnamede daha başka tolerans değerleri verilmişse şartnamedeki toleranslar geçerlidir. Şartnamedeki toleranslar daha büyükse, burada verilen toleransları tutmak, vinci çalışması ve dayanma süresi için faydalı ve gereklidir.

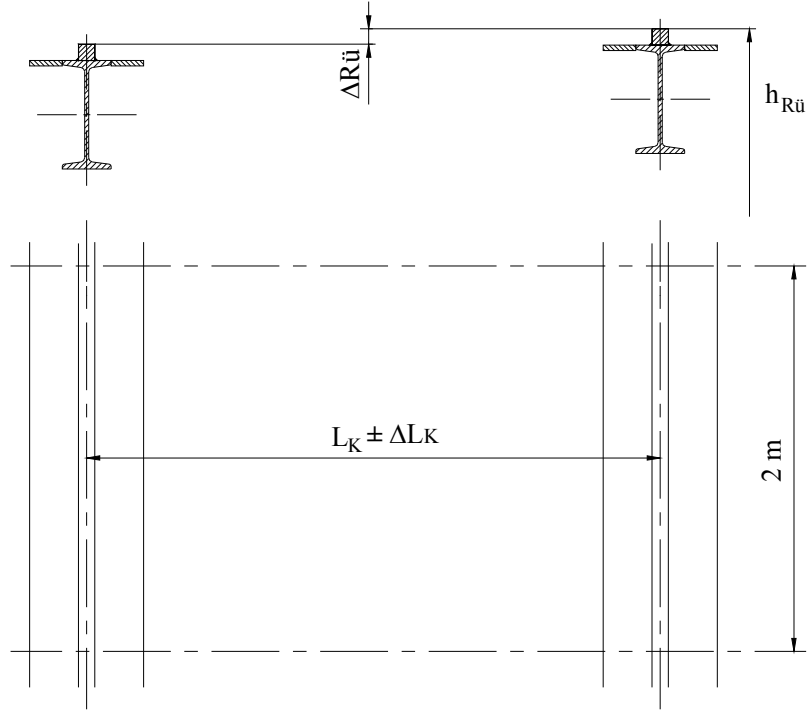
4.3.1.Vinç ray ekseninin teorik eksene göre toleransı

Burada ray taraflarından biri esas olarak alınır ve diğer ray kabul edilen esas raya göre ölçülüp toleranslar saptanır. Esas alınan vinç ray ekseninin, teorik eksene göre toleransı (bak Şekil 59) iki metrelik kısımda 1 mm yi aşmamalıdır.



Şekil 59, Vinç rayının eksen toleransı

4.3.2. Vinç rayının açıklıktaki paralellik toleransı



Şekil 60, Vinç rayının açıklık ve seviye toleransları

Şekil 60 ile vinç rayının açıklıktaki paralellik toleransı şematik olarak gösterilmiştir. Vinç ray açıklığı L_K daima metre olarak alındığında toleranslar 2 metrelik kısımda şu değerleri aşmamalıdır.

Vinç ray açıklığı $L_K \leq 15$ m ise;

$$\Delta L_K = \pm 3 \text{ mm}$$

Vinç ray açıklığı $L_K > 15$ m ise;

$$\Delta L_K = \pm [3 + 0,25 \cdot (L_K - 15)] = \max. \pm 25 \text{ mm}$$

4.3.3. Vinç rayının yükseklik toleransı

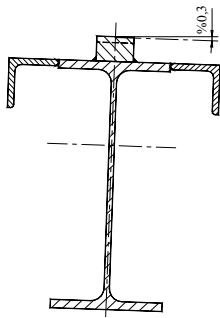
Aynı şekilde yükseklik toleransı, esas kabul edilen ray tarafında, ray üstü yüksekliği " $h_{Rü}$ " nin toleransıdır. " $\Delta h_{Rü}$ ", teorik ray üstü yüksekliğinden ± 10 mm sapabilir (Şekil 60), $\Delta h_{Rü} = \pm 10$ mm.

4.3.4. Vinç raylarının seviye toleransı

Ray üstü yüksekliklerinin farkları da iki metrelik kısımda kontrol edilir. İki rayın birbiri ile olan yükseklik farkı " $\Delta R_{ü}$ " max. 10 mm olabilir (Şekil 60).

4.3.5. Vinç yolu veya rayının su yüzeyine göre toleransı

Vinç yolu veya rayının su yüzeyine göre toleransı Şekil 61 ile enine ve boyuna olarak gösterilmiştir. Tolerans değeri eğim yüzdesi olarak verilmiştir. Eğim toleransı % 0,3 ü aşmamalıdır.



a) Enine kesit toleransı



b) Boyuna kesit toleransı

Şekil 61, Vinç yolu rayının su yüzeyine göre toleransı

Vincin kasılmadan çalışması için seçilen V-Eğimli tekerlek sisteminin etkisindeki ray aşınması bu toleransa dahil değildir. Buradaki vinç yolu enine kesit toleransı raya göre değil, taşıyıcı kiriş sistemine göredir.

5. Vinç Yolları için örnekler

Vinç Yolları için örnekler *42_00_Ornek_xx* dosyalarında görülmektedir. Basit bir karşılaştırma üç aralıklı vinç yolunda farklı tekerlek kuvvetleriyle yapılan hesapta görülmektedir.

5.1. Vinç yolu örneklerinin analizi

Yukarıda verilen örneklerde çözümünü gördüğümüz 1 ile 3 aralıklı vinç yollarının değerleri Tablo 20 ile verilmiştir.

Tablo 20, Vinç yolu örneklerinin değerleri

Emniyetli değerler	1 Aralıklı VY, IPE 450 ile, TK Eşit	2 Aralıklı VY, IPE 450 ile, TK Eşit	3 Aralıklı VY, IPE 450 ile, TK Eşit	3 Aralıklı VY, IPE 450 ile, TK Farklı	3 Aralıklı VY, IPE 400 ile, TK Eşit
$f_{\sigma EM} = 214 \text{ MPa}$	$\sigma_{1y\max} = 177 \text{ MPa}$	$\sigma_{2y\max} = 145 \text{ MPa}$	$\sigma_{3y\max} = 143 \text{ MPa}$	$\sigma_{3y\max F} = 169 \text{ MPa}$	$\sigma_{3y\max A} = 182 \text{ MPa}$
$f_{\sigma EM} = 214 \text{ MPa}$	$\sigma_{1z\max} = 85 \text{ MPa}$	$\sigma_{2z\max} = 70 \text{ MPa}$	$\sigma_{3z\max} = 69 \text{ MPa}$	$\sigma_{3z\max F} = 74 \text{ MPa}$	$\sigma_{3z\max A} = 72 \text{ MPa}$
$w_{zEM} = 10 \text{ mm}$	$w_{1z} = 9,44 \text{ mm}$	$w_{2z} = 8,17 \text{ mm}$	$w_{3z} = 5,51 \text{ mm}$	$w_{3mzF} = 5,81 \text{ mm}$	$w_{3zA} = 7,79 \text{ mm}$
$w_{yEM} = 9 \text{ mm}$	$w_{1y} = 7,30 \text{ mm}$	$w_{2y} = 6,22 \text{ mm}$	$w_{3y} = 4,28 \text{ mm}$	$w_{3myF} = 4,52 \text{ mm}$	$w_{3yA} = 4,62 \text{ mm}$
$f_{\tau EM} = 123 \text{ MPa}$	$\tau_{1Di} = 41 \text{ MPa}$	$\tau_{2Di} = 43 \text{ MPa}$	$\tau_{3Di} = 43 \text{ MPa}$	$\tau_{3DiF} = 41 \text{ MPa}$	$\tau_{3DiA} = 33 \text{ MPa}$
$\Delta\sigma_{1EM} = 109 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{1zPR} = 50 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{2zPR} = 41 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{3zPR} = 41 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{3zPRF} = 51 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{3zPRA} = 58 \text{ MPa}$
$\Delta\sigma_{2EM} = 87 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{1zP} = 64 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{2zP} = 53 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{3zP} = 53 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{3zPF} = 64 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{3zPA} = 70 \text{ MPa}$
$\Delta\sigma_{3EM} = 109 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{13} = 35 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{23} = 35 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{33} = 35 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{33F} = 36 \text{ MPa}$	$\Delta\sigma_{33A} = 39 \text{ MPa}$

Sonuçların analizi ve değerlendirilmesi Tablo 21 ile verilmiştir:

Tablo 21, Vinç yolu örneklerinin analizi

	VY1-Eşit	VY2-Eşit	VY3-Eşit	VY3-Farklı	VY3-A-Eşit
$\sigma_{EM} / \sigma_y \geq 1$	1,21	1,47	1,49	1,27	1,18
$\sigma_{EM} / \sigma_z \geq 1$	2,52	3,07	3,11	2,90	2,96
$w_{zEM} / w_z \geq 1$	1,06	1,22	1,82	1,72	1,28
$w_{yEM} / w_y \geq 1$	1,20	1,41	2,05	1,94	1,90
$f_{\tau EM} / \tau_{Di}$	3,02	2,90	2,84	3,01	3,76
$\Delta\sigma_{1EM} / \Delta\sigma_{1zPR}$	2,18	2,63	2,67	2,13	1,87
$\Delta\sigma_{2EM} / \Delta\sigma_{1zP}$	1,35	1,63	1,66	1,36	1,25
$\Delta\sigma_{3EM} / \Delta\sigma_{13}$	3,10	3,10	3,10	3,01	2,80

Sonuçların değerlendirilmesi bakıldığında seçilen kesitlerdeki değerlerin pek farklı olmadığı görülmektedir. Burada sorulacak soru şudur:

Konstrüksiyonu ele alarak daha ekonomik hale getirelim mi?

Cevabımızı şu verilere göre evet veya hayır olarak vermemiz gerekir:

- Konstrüksiyonu ilk defa yapıyor ve kullandığımız profiller depomuzda yoksa, cevabımız **evet!** dir.
- Eğer depomuzda kullandığımız profillerin diğer büyüklükleri varsa, zaten başka profil kullanmamız büyük hata olur.
- Konstrüksiyonu ilk defa yapmıyor ve kullandığımız profiller depomuzda ise iki sebepten konstrüksiyon zaten ekonomiktir:
 - a) Malzeme depomuzda olduğundan temini kolay ve ucuzdur, ve depoda malzeme çeşidini çoğaltmak ekonomik değildir, cevabımız **hayır!** dir.
 - b) Daha önce benzer konstrüksiyon yaptığımızdan sütunlara bağlanması ve diğer işlemler bilinen işlemlerdir. Yeni konstrüksiyona ve hatalara gerek yoktur, cevabımız **hayır!** dir.
- Bu düşüncelere göre 3 aralıklı vinç yolunuda IPE 400 yerine IPE 450 ile yapmak daha ekonomik olur.
- Mühendisliği gösterip hesap yapmasını uygulamak şahsi ego tatminidir, kazançtan çok zarar getirir. Her ne kadar konstrüksiyonun hesapları yapıp karar veriliyorsa da, makul olmak daima kazanç getirir.

Mutluluk ve başarılar dileğiyle ...

6. Standartlar ve Literatür

6.1. Standartlar

- | | | | |
|--------|------------------|------|---|
| [1] | DIN 4132 | 1981 | Kranbahnen, Stahltragwerke. Grundsätze für Berechnung, Februar 1981 |
| [2] | DIN 15018 | 1974 | Krane, Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung |
| [3] | DIN 18800 Teil 1 | 1990 | Stahlbauten, Bemessung und Konstruktion, November 1990 |
| [4] | DIN 18800 Teil 2 | 1990 | Stahlbauten, Stabilitätsfälle. Knicken von Stäben und Stabtragwerken, November 1990 |
| [5] | DIN 18800 Teil 3 | 1990 | Stahlbauten, Stabilitätsfälle. Beulen von Platten, November 1990 |
| [6] | DIN EN 1993-6 | 2010 | Ersatzvermerk Eurocode 3 |
| [7] | Eurocode 3 | 2011 | Kranbahnen Handbuch Eurocode 3 Stahlbau/Band 7 |
| [8] | SIA 260 *)1 | 2003 | SN 505 260 *)2 , Grundlagen der Projektierung von Tragwerken |
| [9] | SIA 261 | 2003 | SN 505 261, Einwirkungen auf Tragwerke |
| [10] | SIA 261/1 | 2003 | SN 505 261/1, Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen |
| [11] | SIA 263 | 2003 | SN 505 263, Stahlbau |
| [12] | SIA 263/1 | 2003 | SN 505 263/1, Stahlbau – Ergänzende Festlegungen |

*)1 SIA = Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (İsviçre mühendis ve mimarlar birliğı)

*)2 SN = Schweizer Normen (İsviçre Standartları)

6.2. Literatür

- | | |
|--------|---|
| [13] | Bollinger, O. E. Der durchlaufende Träger, Berechnung mit Hilfe der Dreimomentengleichung von Clapeyron, 1947, Schweizer Druck- und Verlagshaus |
| [14] | Dallmann, R. Baustatik. 2. Berechnung statisch unbestimmter Tragwerke, 2006, Hanser Verlag |
| [15] | Fontana, M. Vorlesung Stahlbau III, 2008, Zürich. Ermüdung, Manuskript ETHZ |
| [16] | Fontana, M. Vorlesung Stahlbau III, 2008, Zürich. Kranbahnen, Manuskript ETHZ |
| [17] | Fontana, M. Vorlesung Stahlbau III, 2008, Zürich. Kranbahnen, Vorlesungsfolien ETHZ |
| [18] | Füg, D. Und Autorenkollektiv, Stahltragwerke im Industriebau, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin |
| [19] | Guldan, R. Rahmentragwerke und Durchlaufträger, 1959, Springer |
| [20] | Hirschfeld, K. Baustatik, Theorie und Beispiele, 2006, Springer |
| [21] | Kuhlmann, U. Stahlbau Kalender, 2003, Berlin. Ernst & Sohn |
| [22] | Kutay, M.G. www.guven-kutay.ch / Nasıl Vinç Yaparım, Yapı statığı |
| [23] | Kurt, S./Aslan, R./Kutay, M.G. Krenlerde Çelik Konstrüksiyonlar I. Cilt, MMO, No: 2008/483 |
| [24] | Kurt, S./Aslan, R./Kutay, M.G. Krenlerde Çelik Konstrüksiyonlar II. Cilt, MMO, No: 2008/483 |
| [25] | Lohmeyer, G. Baustatik. 1. Grundlagen und Einwirkungen, Band 1, 2005, Teubner |
| [26] | Marti, Peter Baustatik, Grundlagen-Stabtragwerke-Flächentragwerke, Ernst & Sohn, Berlin, 2012 |
| [27] | Osterrieder, P / Richter, S. Kranbahnträger aus Walzprofilen: Nachweise und Bemessungsdiagramme, 2002, Springer |
| [28] | Pasternak/Hoch/Füg Stahltragwerke im Industriebau, 2010, Berlin. Ernst & Sohn |
| [29] | Petersen, Chr. Stahlbau, 1988, Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH |
| [30] | Rose, G. Ein Beitrag zur Berechnung von Kranbahnen, Der Stahlbau Heft 27 (1958) |

-
- [31] Seesselberg, C. Kranbahnen, 3. Aufl. 1989, Berlin. Bauwerk 2009
- [32] Stahlbau Zentrum Schweiz, C4/06, Steelwork, Konstruktionstabellen, 2.Aufl. 2012, Stahlbau Zentrum Schweiz
- [33] Stahlbau Zentrum Schweiz, C5/05, Steelwork, Konstruktionstabellen, 2.Aufl. 2012, Stahlbau Zentrum Schweiz
- [34] Thiele/Lohse Stahlbau Teil 2, 19. Aufl. 1997, Stuttgart. B.G. Teubner
- [35] von Berg, D. Krane und Kranbahnen, 2. Aufl. 1989, Stuttgart. B.G. Teubner
- [36] Weber, T. Vorschläge für eine neue Stahlbau-Profilreihe für Kranbahnträger, 2011, Ernst & Sohn Verlag
- [37] Zebisch, H-J. Fördertechnik 1, Hebezeuge, Krane: Bauteile und Anlagen. 4.Auflage, 1984, Würzburg: Vogel-Buchverlag

7. Konu İndeksi

A

Aralık ortasındaki toplam sehim 23

B

Burulma kontrolleri 36

Ççentik düzeltme faktörü " γ_{Mf} " 12**D**

Demir yolu rayları 38, 41

Dinamik faktör " φ_{dy} " 12**E**

Emniyetli yorulma mukavemet değerleri 34

Eşdeğer gerilmeler farkı faktörü " λ_E " 13**G**Genel emniyet faktörü " γ_M " 12**K**Kaldırma yükü faktörü " φ_K " 11Kritik kesit " x_1 " deki toplam moment 20Kritik kesitin yeri " x_1 " 17Kullanma ömrü faktörü " λ_3 " 13**L**

Lama ray 38

Lama raylar 42

Lokal kuvvet emniyet faktörü " γ_{M1} " 12

Lokal kuvvetler kontrolü 31

MMaksimum tekerlek dik kuvveti " F_{Dmax} " 15

Malzeme değerleri 16

NNominal tekerlek dik kuvveti " F_D " 15

Normal gerilmelerin kontrolü 26

R

Ray bağlantıları 43, 45

Ray boyuna kuvvet " F_B " 15Ray boyuna kuvvet faktörü " φ_B " 12

Ray boyuna kuvvetler 7

Raya dik dikey kuvvetler 7

Raya dik yatay kuvvetler 7

SSistemdeki torsiyon gerilmesi " τ_{max} " 36

Sistemin kritik kesiti 16

Stabilite kontrolü 32

Statik faktör " φ_{st} " 12

Sütuna dik kuvvet 5

Sütuna yatay kuvvet 5

Sütunlar 6

T

Tampon kuvveti 5

Tekerlek dik kuvveti 5

Tekerlek ray boyuna kuvveti 5

Tekerlek yatay kuvveti 5

Tekerlek yatay kuvveti " F_Y " 15

Torsiyon kontrolleri 36

V

Vinç rayı açıklık toleransı 45

Vinç rayı eksen toleransı 45

Vinç rayı seviye toleransı 46

Vinç rayı yükseklik toleransı 46

Vinç rayları 5, 38, 39

Vinç sayısı faktörü " λ_4 " 13

Vinç yolları 5

Vinç yollarında toleranslar 45

Vinç yollarını baş üstünde taşıyan sütunlar 5

Vinç yollarını konsol ile taşıyan sütunlar 5, 6

Vinç yolunun emniyetli sehim değerleri 31

Vinç yolunun konstrüksiyonu 9

VY nda kendi ağırlığından oluşan değerler 17

X x_1 deki bası gerilmesi 27 x_1 deki y-y eksenine göre eğilme gerilmesi 29 x_1 deki z-z eksenine göre eğilme gerilmesi 27**Y**Yatay kuvvet faktörü " φ_Y " 12

Yorulma kontrolleri 34

ZZorlama sıklığı faktörü " λ_1 " 13

