

29/67

T.C.
YILDIZ TEKNİK UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

KÖPRÜLÜ VİNÇLERİN DOLU KİRİŞ
KONSTRÜKSİYONLARININ BİLGİSAYAR
YARDIMIYLA DİZAYNI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

MAK.MUH.Mehmet Tunç TUNÇEL

İstanbul-1993



ANNEME VE BABAMA

INTRODUCTION

In this study, I wanted to determine calculation of the gantry crane of box section, which is a well-known method, by a computer smulation programme. Therefore, I examined programmes about this subject which were done beforehand and I found out that they weren't suitable for users and made them apply for external data sources.

All the data which is neseccary help the users by being given as tablo.

I used PASCAL TURBO 5.5 as a language of programme .

I thank Dear Prof. Mustafa Alışverişçi who doesn't wihthold help during my study.

M. Tunç TUNÇEL

İstanbul 1993

GİRİŞ

Bu tez çalışmamda, günümüzde hesap yolu çok iyi bilinen kutu kirişli köprülü vinçlerin ,bilgisayar yardımı ile hatasız ve hızlı bir biçimde hesaplanmasını amaçladım. Bu sebeple, bu konuda daha önce yapılmış programları inceledim ve bir çok yönde kullanıcıya hitap etmeyen, dış veri kaynaklarını sıkça kullanmak zorunda bırakan bir yapıda buldum.

Yaptığım bu programda gerekli tüm veriler tablo bilgileri şeklinde çifte etkileşimli olarak verilerek kullanıcıya büyük kolaylık sağlanmıştır.

Programlama dili olarak PASCAL TURBO 5.5 programlama dili kullanılmıştır.

Tezin hazırlanmasında bana olanak sağlayan Sayın Prof.Mustafa ALIŞVERİŞÇİ'ye teşekkür ederim.

M.Tunç TUNÇEL

İstanbul 1993

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	I
Kullanılan Semboller	II
GİRİŞ	III
1. KÖPRÜLÜ VİNÇLER	
1.1. Köprükü Vinçler Hakkında Genel Bilgi	1
1.2. F.E.M. Kurallarına Göre Köprülü	
Vinçin Hesaplanması.....	5
1.2.1. Vinçlerin Guruplandırılması	5
1.2.2. Taşıyıcı Sistemlerin Hesabında	
Gözönünde bulundurulacak Yükler	5
1.2.2.1 Esas Yükler	6
1.2.2.2 Düşey Hareketten Meydana Gelen	
Yükler	6
1.2.2.3 Yatay Hareketten Meydana Gelen	
Yükler	7
1.2.2.4 İklim Şartlarından Meydana	
Gelen Yükler	8
1.2.3. Yükleme Halleri	8
1.2.4. Vinç Hesaplarının Yapılması	10
1.3. Köprülü Vinçin Kiriş Hesabı	16
1.3.1. Kaynaklı Dolu Kirişler	16
1.3.2. Kirişin Üzerine Etkiyen Yükler	17
1.3.3. Kirişlerdeki Kuvvetlerin Meydana	
Getirdiği Momentlerin Hesabı	19

1.3.4. Kirişlerde Oluşan Gerilmeler	
Hesabı	24
1.3.5. Kirişin Buruşma Hesabı	25
1.3.6. Kirişteki Sehim Hesabı	26
2. ÇİFT KİRİŞLİ KUTU KESİTLİ VİNÇİN HESABI	
2.1. Kutu Kirişin Atalet Ve Mukavemet Momentleri	30
2.2. Kiriş Kesitinde Oluşan Momentlerin Hesabı	32
2.3. Kiriş Gerilmeleri Hesabı	33
2.3.1 Kiriş Kesitinde Oluşan Kayma Gerilmesi	
Hesabı	34
2.4. Statik Ve Dinamik Emniyet Gerilmesi	36
2.5. Buruşma Hesabı	39
2.6. Maksimum Sehim Hesabı Ve Kontrolü	42
2.7. Baş Kiriş Hesabı	43
3. ÖRNEK PROBLEM	47
4. BİLGİSAYAR PROGRAMI	52
5. BİLGİSAYARLA ÖRNEK HESAPLAMA	80

KULLANILAN SEMBOLLER

P_a	: Araba ağırlığı
P_v	: Kaldırma yükü
L	: Köprü açıklığı
L'	: Baş kiriş tekerlek açıklığı
q	: Kirişin birim boy ağırlığı
q'	: Servis platformu birim boy ağırlığı
P_e	: Elektirik tesisatı ağırlığı
P_{ky}	: Yürüyüş takımının ağırlığı
Ψ	: Titreşim katsayısı
V_L	: Kaldırma hızı
M	: Yükseltme katsayısı
r	: Araba tekerlek aralığı
a	: Araba ray aralığı
e	: Araba sınır yanaşma değeri
G	: Kirişin kesitinde oluşan normal gerilmeler
Z	: Kirişin kesitinde oluşan kayma gerilmesi
G_{max}	: Kirişin kesitinde oluşan maksimum gerilme
G_{min}	: Kirişin kesitinde oluşan minimum gerilme
G_v	: Kirişin kesitinde oluşan bileşik gerilme
G_-	: Emniyetli akma gerilmesi
Z_-	: Emniyetli kayma gerilmesi
G_{em}	: Emniyetli işletme gerilmesi
G'_-	: Euler gerilmesi
G_{vkr}	: İdeal buruşma kıyaslama gerilmesi

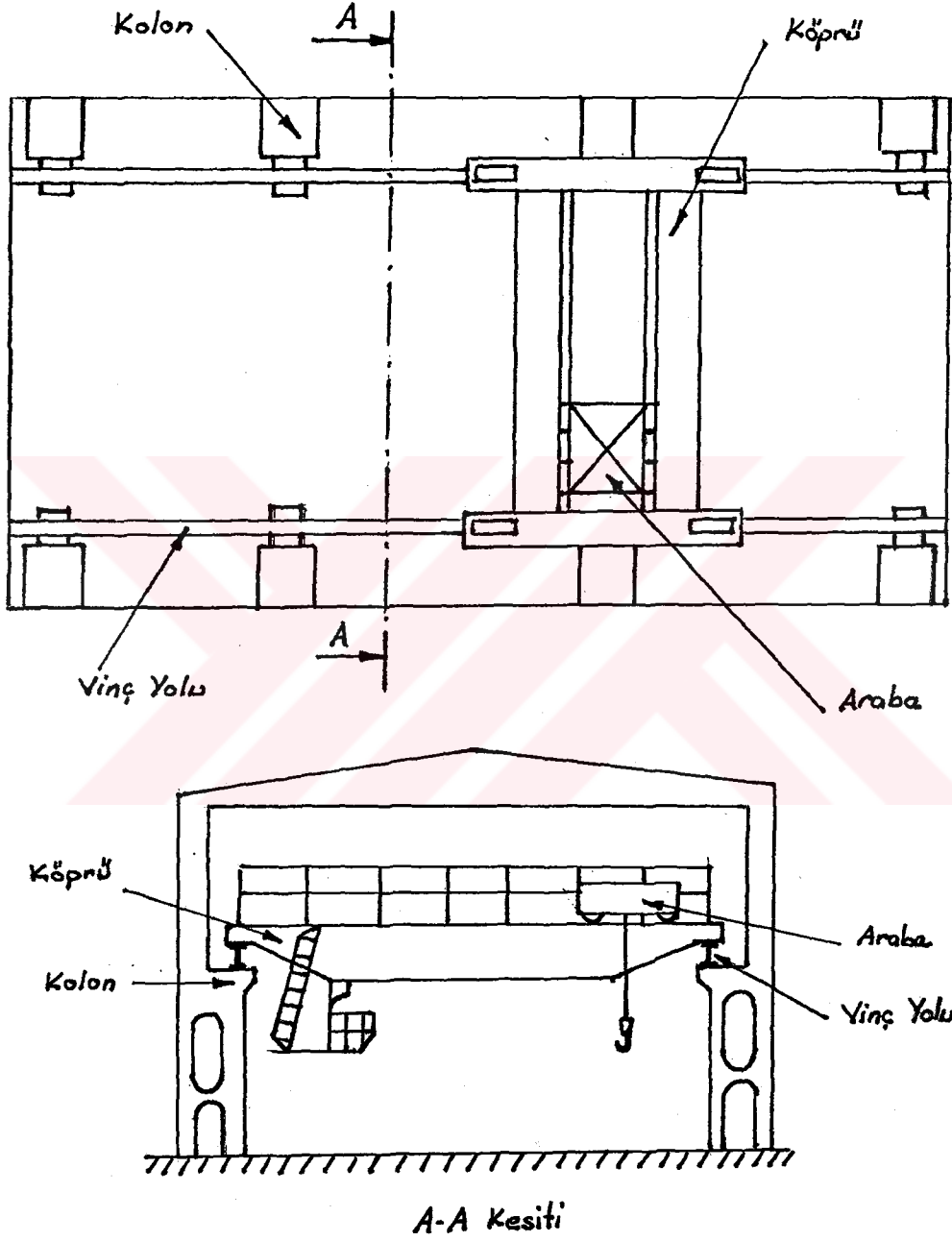
- G'_{vk} : Azaltılmış mukayese gerilmesi
- G'_{kr} : İdeal buruşma gerilmesi
- τ_{kr} : İdeal buruşma kayma gerilmesi
- V_B : Buruşma emniyet katsayısı
- X : Gerilme oranı
- $G_{D(-1)}: \Psi = -1$ için sürekli dinamik emniyetli işletme gerilmesi
- G_B : Malzeme kopma gerilmesi
- $G_{\text{çekme}}$: Sürekli dinamik emniyeti çekme gerilmesi
- G_{basma} : Sürekli dinamik emniyeti basma gerilmesi
- E : Elastiklik modülü
- K : Buruşma sayısı
- τ_d : Buruşma gerilmesi
- τ_k : Kesme gerilmesi
- W_x, W_y : Mukavemet momentleri
- J_x, J_y : Atalet momentleri
- S_1 : Kiriş alt ve üst saç kalınlığı
- S_2 : Kirişin yan saç kalınlığı
- R_x : Ray yüksekliği
- R_y : Ray genişliği
- B : Kiriş genişliği
- H : Kiriş yüksekliği

1. KÖPRÜLÜ VİNÇLER

1.1. Köprülü Vinçler Hakkında Genel Bilgi :

Sanayinin büyük bir bölümünde (fabrika,işletme,depo ve stok sahaları vb.) ağır yükleri kaldırmak,bunları belirli bir mesafeye taşımak yerlerine yerleştirmek gereksinimi vardır. Bu gereksinim için geliştirilen cihazlara vinç adı verilir.

Vinçler tarafından yapılan kaldırma ve iletme işlemleri, bir boyutlu (Çizgisel) , iki boyutlu (Yüzeysel) veya üç boyutlu (Hacimsel) olarak yapılmaktadır. ilgi konumuz olan köprülü vinçler üç boyutta kaldırma ve iletme yapan araçlardır. Köprünün hareketi ile kapladığı hacmi bir dikdörtgenler pirizmasına benzetirsek , köprülü vinç bu pirizmanın üst yüzeyinde bulunmak üzere , birinci boyut kaldırma yüksekliği , ikinci boyut arabanın sağa ve sola enine hareketi , üçüncü boyut ise vinç köprüsünün boyuna hareketidir. Bu hareketlerle hacim içerisinde istenen bir noktaya rahatlıkla ulaşılabilir. Şekil 1'de bir köprülü vincin genel görünüşü verilmiştir.



Köprülü Vinçin Genel Görünüşü

Şekil 1

Köprülü vincin diğer araçlara olan temel üstünlüğü , işletmede kullanılan sahadan daha fazla yararlanma olanağı sağlamasıdır.

Bir köprülü vincin planlanmasında gözönünde tutulan temel büyüklükler , kaldırma yükü , tekerlek yükü , kaldırma yüksekliği , köprü açıklığı , vinç gabarisi ve köprü yürütme yolu uzunluğudur. Yapılacak olan vinç kapalı bir mekan içinde çalışacaksa , yapılacak olan binanın yüksekliğinin ve kolonlarının açıklığının tespitinde yukarıda değinilen boyutlar gözönüne alınır.

Vinçlerde araba hızları genellikle 63 m/d kadardır. Bunun sebebi ise köprü açıklığının arabanın hareket yolunu kısıtlamasıdır. Buna karşın köprü hızları 180 m/d'ya kadar çıkarılmaktadır. Köprülü vinç tasarlanırken belirli bir maksimum yüke göre hesaplamalı ve bu yükün üzerinde aşırı yüklenmelerden etkilenmemelidir.

Köprülü vinçleri giriş gruplarına göre ;

- a) Dolu Giriş
- b) Kutu Giriş
- c) Profil Giriş
- d) Kafes Giriş

olarak sınıflandırabiliriz.

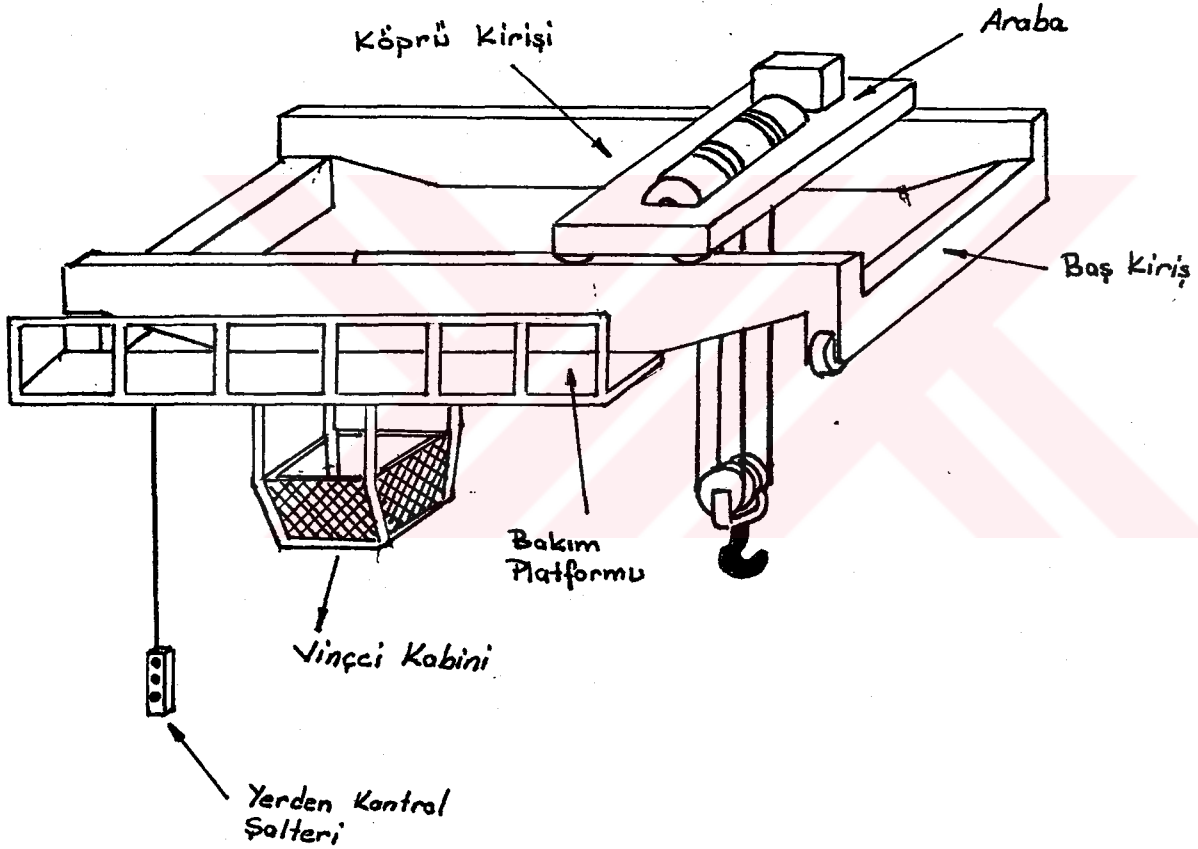
Günümüzde sanayide ağırlıkla kullanılan kutu girişli köprülü vinç için optimum giriş seçimi üzerinde durulacaktır.

Köprülü vinci oluşturan elemanlar sırasıyla,

a) Araba

b) Köprü

c) Vinç yolu ve kolonlar olarak üç ana grupta toplayabiliriz. Şekil 2 'de ayrıntılı olarak bu parçalar gösterilmiştir.



Şekil 2

Vinçlerin hesaplanması F.E.M.(Federation Europeenne De La Moutention) 'in yayınladığı hesap kurallarına uyularak yapılmalıdır. Bu tezde oluşturulacak olan bilgisayar programı, F.E.M. standartlarına uygun olarak yapılacaktır.

1.2. F.E.M. Kurallarına Göre Köprülü Vincin Hesaplanması

F.E.M 'e göre vinçler işletme tarzlarına göre değişik guruplarda sınıflandırılmıştır. Bu guruplar takip eden bölümde anlatılmıştır.

1.2.1 Vinçlerin Guruplandırılması

Yükleme tekrarı ve yükleme durumlarından veya yapı elemanlarının maruz kaldığı gerilme durumlarından yararlanarak vinçler veya vinçlerin yapı elemanları Tablo 1 'de gösterildiği gibi altı grupta toplanabilir. Yükleme tekrarlanması ve kaldırılan yükün durumu vinç gurupları için verilmiş olan M yükseltme katsayısının seçilmesinde faydalı olur.

Kaldırılan yükün durumu veya bir yapı elemanı için gerilme durumu	Yükleme tekrarlanması ve belirli kaldırma tekrar sayısı veya bir yapı elemanı için tekrar sayısı			
	A $6.3 \cdot 10^4$	B $2 \cdot 10^5$	C $6.3 \cdot 10^5$	D $2 \cdot 10^6$
0. Çok Hafif $p=0$	1	2	3	4
1. Hafif $p=1/3$	2	3	4	5
2. Orta $p=2/3$	3	4	5	6
3. Ağır $p=1$	4	5	6	6

Tablo 1

1.2.2 Taşıyıcı Sistemlerin Hesaplanmasında Gözönüne

Alınacak Yükler

En başta bir vincin işletme halinde bulunmasından

meydana gelen zorlanmalar tespit edilmelidir. Bulunacak bu zorlanmalar sırasıyla açıklanacak yüklerin dikkate alınmasıyla hesaplanacaktır.

- a) Duruş halindeki vinç taşıyıcı sisteminin en uygunsuz yükleme halindeki esas yükler.
- b) Düşey hareketten meydana gelen yükler.
- c) Yatay hareketten meydana gelen yükler.
- d) İklim şartlarından meydana gelen yükler.

1.2.2.1 Esas Yükler

Köprülü vinçte esas yük denildiğinde;

- Taşıyıcı sistem elemanlarının kendi ağırlığından oluşan yükler. (Hesaplamalarda S_m sembolüyle hesaplanacaktır)

1.2.2.2 Düşey Hareketten Meydana Gelen Yükler

Yüyük yukarıya doğru sarsıntılı kaldırılmasından, yukarı doğru hareketin ivmesinden veya atalet kuvvetinden, yükün hareket sırasında sebep olduğu düşey kuvvetlerden oluşan yüklerdir. İşletme yükünün sebep olduğu bu yüklemeler " Titresim Katsayısı Ψ " denilen bir faktörle çarpılması suretiyle hesaplara katılacaktır.

$\Psi = 1 + \{ V_L$ Bağıntısı ile titresim katsayısını hesaplarız.

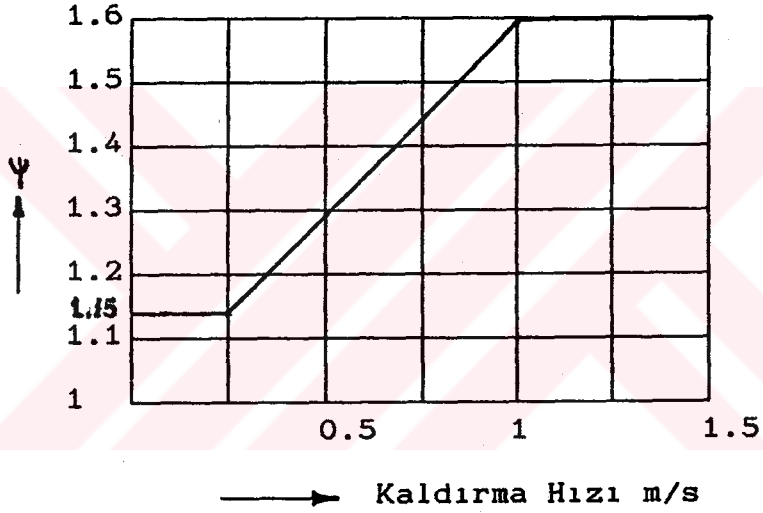
V_L (m/s) cinsinden vinçin kaldırma hızı.

$\{$ Deneyssel olarak bulunan katsayı. Köprülü vinçlerde $\{ = 0.6$ alınacaktır.

Yukarıda belirttiğimiz formül ile bulacağımız Ψ değeri, 0,25 m/s ile 1 m/s olan kaldırma hızları arasında bir değişim

gösterir. Kaldırma hızının 1 m/s 'ye eşit veya büyük olması durumunda Ψ maksimum 1.6 olarak alınmalı.

Tablo 3' de $\Psi = 1 + \{V_L$ formülünden yararlanarak çıkarılan grafiği görmekteyiz.



Titreşim Katsayısı
Tablo 2

1.2.2.3 Yatay Hareketten Meydana Gelen Yükler

Bu yükleri şöyle sınıflandıra biliriz;

- Yürütme döndürme ve sallanma hareketinin ivmesinden (veya ataletinden) doğan ve büyüklükleri ivmeye (veya atalete) bağlı olarak hesaplanabilen atalet etkileri,
- Savrulma kuvvetinin etkileri,
- Hareket sırasındaki yatay yan kuvvetler,
- Tanpon vuruntuları,

ivme veya ataletten meydana gelen yatay kuvvetlerin hesabında ivme değeri m/s^2 olarak alınmalıdır. Ek olarak gözönünde bulundurulacak yatay kuvvet, tahrik edilen veya frenlenen tekerlerin tekerlek yükünün en az 1/30'u veya en çok 1/4'ü olabileceğidir.

1.2.2.4 İklim Şartlarından Meydana Gelen Yükler

Hava şartlarından oluşan gerilmeler, rüzgar ,kar ve ısı değişiminden oluşur.

- Kar yükleri gezen vinçlerde hesaba katılmaz,
- Isı değişimide giriş sistemi elemanlarının serbest olarak uzamalarının mümkün olmadığı yerlerde dikkate alınır.

Isı değişim aralığı $-20^{\circ}C$ ile $+45^{\circ}C$ olarak alınır.

1.2.3 Yükleme Halleri

Yapacağımız hesaplarda üç işletme durumu gözönüne alınacaktır.

- a) Rüzgarsız normal işletme,
- b) Vinç işletmesinde en büyük emniyetli rüzgar siddeti ile normal işletme,
- c) Fevkalade yüklemeler,

Vinçin hesapları yapılırken, önceden görülmeyen sebeplerle hesaplanan gerilmeler aşılsa hesaplar muhakkak tekrarlanmalıdır. Vinçin sınıfına göre değişen bir M katsayısı hesaplara katılmalıdır. Aşağıdaki tabloda (tablo 3) vinç guruplarına göre M'in çeşitli değerleri bulunmaktadır.

	Vinç Gurupları					
	B ¹	B ²	B ³	B ⁴	B ⁵	B ⁶
M	1	1	1	1.06	1.02	1.2

M Yüksetlme Katsayısı

Tablo 3

a) Rüzgarsız Normal İşletme (I.Hal):

Vinçin statik kendi ağırlığından meydana gelen gerilme (S_G), kaldırma yükü (S_L) " Kaldırma yükü ψ titreşim katsayısı ile çarpılarak hesaba katılır", yatay yüklemelerden oluşan (S_H) in en uygunsuz yükleme durumları dikkate alınarak hesaplamalara katılmalıdır. Bu durumda tampon kuvvetleri göz ardı edilir. Yukarıda bahsedilen yüklemelerin toplamı M yükseltme katsayısı ile çarpılarak elde edilir.

$$M * (S_G + S_L + S_H)$$

b) Rüzgarlı Vinç İşletme Hali (II.Hal):

Bu yükleme durumunda yukarıda bahsedilen I. yükleme haline rüzgar yükü (S_w) eklenir.

$$M * (S_G + S_L + S_H) + S_w$$

c) Fevkalade Yükleme Hali (III.Hal):

Çok şiddetli rüzgarda işletme dışı vinç, tampon vuruntusu ile çalışan vinç ve deney şartlarındaki vinçler için geçerlidir. Pratikte uygulamalarda vinçler I. yükleme haline göre hesaplanır.

1.2.4. Vinç Hesaplarının Yapılması

Vinç sisteminin taşıyıcı sisteminin hesaplanmasında üç temel sınırlandırılma getirilmiştir.

- Akma sınırının aşılması,
- Kritik flanbaj veya buruşma yüklemesinin aşılması,
- İşletme mukavemetinin aşılması,

Konstrükiyonda kullanılacak çeliğin kalitesi kesin olarak bilinmesi ve mukavemet özellikleri, kimyasal bileşimi, kaynak özellikleri üretici tarafından garanti edilmesi lazımdır.

a) Akma Sınırına Göre Hesaplama

Vinç elemanları üzerinde hesaplanan çekme ve basma gerilmeleri malzemenin emniyetli akma gerilmesini G_a 'yı aşmaması gerekmektedir. Aynı zamanda Kayma gerilmesi hesaplarında Z_a 'yı da aşmaması gerekmektedir.

$$Z_a = G_a / 3 \text{ (Emniyetli kayma gerilmesi)}$$

Belirli bir noktadaki gerilmeler G_x , G_y ve kayma gerilmesi Z_{xy} olduğuna göre kıyaslama gerilmesi G_{eq} nin G_a dan küçük olması gerekir. (Formül 1)

$$G_{eq} = \sqrt{G_x^2 + G_y^2 - G_x * G_y + 3 * Z_{xy}^2} < G_a \text{ (Formül 1)}$$

Bileşik Gerilme

b) Buruşma Gerilmesi

Buruşma gerilmesinin tespitinde başta gelen kabuller, levhanın tam düzgün olması, kuvvet iletiminin tam ortadan

yapılması, malzemenin özelliklerinin ideal olduğudur. Ek olarak Hook kanununun malzeme üzerinde sınırsız olarak geçerli olduğuda kabuller arasındadır. Tablo 4 'te K buruşma değeri verilmiştir. Bu tablonun 2. sütunundan buruşma gerilmesi olarak $G_{kr} = k_r * G_e$ ve $Z_{ke} = k_e * G_e$ alınır. Burada G_{kr} basınç ve çekme gerilmesi için, Z_{kr} ise kayma gerilmesi için kullanılır. Yukarıdaki formüllerde kullanılan k değerleri , levhanın kenarlarının oranına (α), yükleme hal ve yataklamaya bağıntılı buruşma değerleridir. G_e ise 1 cm genişliğinde, b cm uzunluğunda, uçlarından serbest olarak yataklanmış Euler flanbaj gerilmesini göstermektedir. Buna göre;

E: Elastiklik modülü (Çelikler için $E=21000 \text{ kp/mm}^2$)

μ : Poison sayısı (Çelik için $\mu=0.3$)

t: Levha kalınlığı ,

olmak üzere

$$G_e = \frac{\pi^2 * E * t^2}{12 * b^2 * (1 - \mu^2)}$$

$$G_e = 189.8 * (100 * t / b)^2$$

$$G_e = (1378 * t / b)^2 \text{ kp/cm}^2 \text{ dir.}$$

Tablo 4 ' te dört kenarı serbest olarak dayatılmış, dikdörtgen levhaların çeşitli durumları için k buruşma değerleri verilmiştir. (Tablo 4 , Sütun 4)

G_{kr} , Z_{kr} buruşma gerilmeleri ve G , Z gerilmeleri

hesaplandıktan sonra ideal kıyaslama gerilmesinin hesabına geçilir (G_{vk1}).

İdeal kıyaslama gerilmesi:

$$G_{vk1} = \frac{\sqrt{G^2 + 3 * \Sigma^2}}{\frac{1 + \psi}{4} * \frac{G}{G_{kr}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi}{4} * \frac{G}{G_{kr}}\right)^2 + \left(\frac{\Sigma}{\Sigma_{kr}}\right)^2}}$$

G_{vk1} 'nin aldığı değer eğer çeligin orantı sınırının üzerindeyse, bir azalma uygulaması gerekmektedir. Her G_{vk1} için azaltılmış bir mukayese gerilmesi G'_{vk} oluşturulur. Tablo 5 de azaltılmış mukayese gerilmeleri bulunmaktadır. G_{vk1} nin ara değerleri için azaltılmış mukayese gerilmesini bulurken lineer enterpolasyon yapılır.

G_{vk} ' dan yararlanarak buruşma emniyet sayısı

$$V_B = \frac{G_{vk}}{\sqrt{G^2 + 3 * \Sigma^2}}$$

olarak bulunur.

İdeal kıyaslama gerilmesi $G_{vk1} < 3750 \text{ kp/cm}^2$ için;

I. Yükleme halinde $V_B > 1.35$

II. Yükleme halinde $V_B > 1.25$

İdeal kıyaslama gerilmesi $G_{vk1} > 3750 \text{ kp/cm}^2$ için;

I. Yükleme hali $V_B > 1.35 * (0.9 + 0.1 * (3750 / G_{vk1}))^2$

II. Yükleme hali $V_B > 1.25 * (0.9 + 0.1 * (3750 / G_{vk1}))^2$

1	2	3	4
Yüklemo	Buruşma gerilmesi	Geçerlilik bölgesi	Buruşma değeri
2	Linear dağılmış basınç gerilmeleri $0 \leq \psi \leq 1$	$\sigma_1 K_i = k \cdot \sigma_0$	$\alpha \geq 1$ $k = \frac{8,4}{\psi + 1,1}$ $\alpha < 1$ $k = \left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)^2 \cdot \frac{2,1}{\psi + 1,1}$
3	Basınç tarafı daha fazla, linear dağılmış basınç ve çekme gerilmeleri $-1 < \psi < 0$	$\sigma_1 K_i = k \cdot \sigma_0$	$k = (1 + \psi)k' - \psi \cdot k'' + 10\psi \cdot (1 + \psi)$, burada k' , $\psi = 0$ için buruşma değerini (ikinci sıraya göre) ve k'' , $\psi = -1$ için buruşma değerini (dördüncü sıraya göre) göstermektedir.
4	Kenar değerleri aksi olan ve linear dağılmış basınç ve çekme gerilmeleri $\psi = -1$ veya çekme tarafı daha fazla $\psi < -1$	$\sigma_1 K_i = k \cdot \sigma_0$	$\alpha \geq 2/3$ $k = 23,9$ $\alpha < 2/3$ $k = 15,87 + \frac{1,87}{\alpha^2} + 8,6\alpha^2$
5	Uniform dağılmış kayma gerilmeleri	$\tau K_i = k \cdot \sigma_0$	$\alpha \geq 1$ $k = 5,34 + \frac{4,00}{\alpha^2}$ $\alpha < 1$ $k = 4,00 + \frac{5,34}{\alpha^2}$

K Buruşma Değerleri

Tablo 4

G_{VKz} kp/cm ²	St 37	St 52
	G_{VK} kp/cm ²	G_{VK} kp/cm ²
< 1570	G_{VKz}	G_{VKz}
1920	1920	"
2000	1983	"
2100	2036	"
2200	2077	"
2300	2109	"
2400	2136	"
2500	2158	"
2600	2178	"
2700	2194	"
2800	2209	"
2880		2880
2900	2221	2899
3200	2252	3077
3400	2267	3149
3600	2280	3202
3800	2291	3248
4000	2300	3284
4200	2308	3313
4400	2315	3338
4600	2321	3358
4800	2326	3378
5000	2331	3394
5500	2340	3426
6000	2347	3450
6500	2353	3469
7000	2358	3484
8000	2366	3506
10000	2374	3532
20000	2389	3574
∞	2400	3600

Azaltılmış Mukayese Gerilmesi

Tablo 5

c) İşletme Mukavemetine Göre Hesaplar

Vinç sistemindeki taşıyıcı elemanlar, değişken ve tekrarlanan yüklemelerle zorlanıyorsa, eleman statik olarak emniyetli hesaplanmış olsa bile kırılma tehlikesi meydana gelir. Aşağıdaki parametreler hesap esnasında gözönünde tutulur.

a) Eleman üzerindeki yük tekrarı sayısı ve gerilme durumu. (Tablo 1 den yük tekrarı ve gerilme durumuna göre vinç gurubu tespit edilir.)

b) Kullanılan malzeme ve çentik hali

Vinç elemanının işletme mukavemeti sırasıyla kullanılan malzeme ve eklemelerin yapım tarzı, elemanın şekli, ekleme elemanının şekli bunların uygulama tarzı ayrıca ekleme elemanının gerilme yoğunlaşmasına verdiği imkana (çentik etkisi) bağlıdır.

c) Sınır gerilme oranı

Sınır gerilme oranının hesaplanması için I. yükleme halinde meydana gelen gerilmelerin maksimum ve minimum değerleri hesaplanmalıdır. Minimum gerilmenin maksimum gerilmeye oranı, sınır gerilme oranını verir.

$$X = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} \quad ; \text{ Kesme gerilmesi için } X = \tau_{\min} / \tau_{\max}$$

Burada bulunacak X oranı +1 ile -1 arasında değişir.

Burada $\sigma_{\max}$ gerilmelerinin ve ayrı hesaplanan bileşik gerilmenin işletme mukavemetine göre hesaplanan emniyet gerilmesini aşmaması gerekmektedir. Emniyet kontrollerinde bu

dikkate alınmalıdır.

İşletme mukavemetinde emniyetli gerilme kiritik gerilmeden elde edilir. Bu gerilme , yapılan çeşitli ömür deneylerinde kiritik gerilmenin %90 nına denk olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ek olarak emniyetli gerilme $4/3$ gibi bir emniyet katsayısı ile kullanılacaktır.

1.3 Köprülü Vinçin Kiriş Hesabı

1.3.1 Kaynaklı Dolu kirişler

Kaynaklı dolu kirişler iki guruba ayrılır,

- a) Kaynaklı I profilli kutu kiriş,
- b) Katnaklı kutu kiriş,

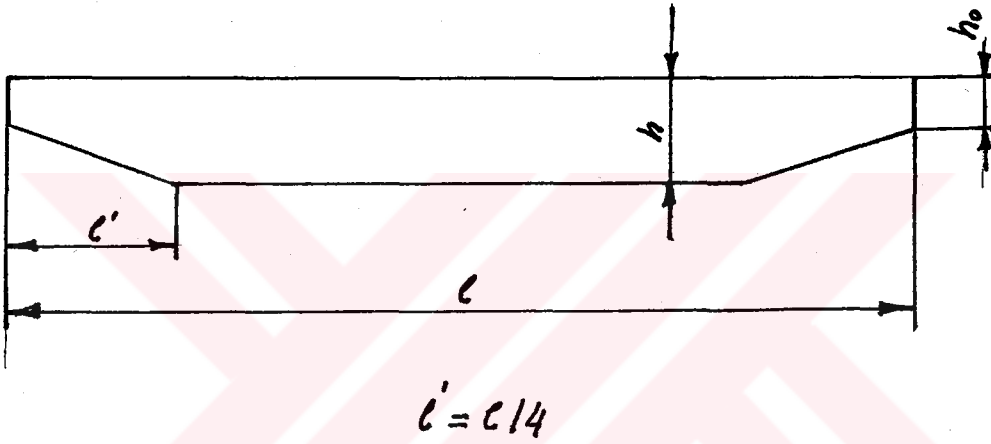
Tez çalışmasında yalnız kaynaklı kutu kirişin hesap yöntemi incelenerek ve buna göre bir bilgisayar programı geliştirilecektir.

Kaynaklı dolu kirişte levha kalınlığı, kaynak sırasındaki ısı iletimi, kaynak gerilmesi ve kaynak emniyeti dikkate alınarak kalın seçilmemesi gerekir.

Kiriş açıklığının $1/10$ ile $1/12$ 'si en ekonomik kiriş yüksekliğini verir. Gövde levhası her iki taraftan kaynak edilmiş köşebentler veya lama çelikleri ile takviye edilirler. Çekme başlığında kuvvet doğrultusuna dik hiç bir kaynak dikişi bulunmamalıdır. Bu nedenle takviyeler çekme başlığına kaynak edilmezler.

En uygun kiriş formu ise eğilme momentinin akışına uygun

olmalıdır. Fakat bu formdaki üretimin maliyeti yüksek olduğundan Şekil 3' deki gibi trapez formundaki köprü kirişleri kullanılır.



Şekil 3

1.3.2 Kirişin Üzerine Etkiyen Yükler

F.E.M.' e göre I. yükleme durumunda gözönünde bulundurulacak yükler sırasıyla;

- S_{a1} , kiriş üzerindeki ölü ağırlıkların toplamı.

Bu ağırlıkları üç gruba ayırarak incelersek,

- a) S_{a1} , kirişin kendi ağırlığı, üzerine yerleştirilen

araba rayı ağırlığı, delikli saçtan imal edilmiş platform ağırlığıdır. (Enine bağlantılar ve platform ağırlığı 80 ila 120 kp/m kabul edilir.)

- b) S_{g2} , vinç yürütme tertibatının tekerlekler hariç ağırlığı, vinçci kabini ağırlığından oluşur.

(Çesitli vinç tonajlarına göre yürütme tertibatının ağırlığı 600 ile 2500 kg arasında ve vinçci kabini ağırlığı ise küçük tonajlarda 1200, büyük tonajlarda ise 2000 ile 2500 kg arasında seçilir.

- c) S_{g3} , vinç arabasının yüksüz ağırlığıdır.

(Tablo 7' de kaldırma tonajına göre tahmini araba ağırlıkları verilmiştir.)

- S_L , Kaldırma yüküdür.
- S_H , Atalet kuvvetleri (S_{H5}), araba kasılmasından oluşan yatay kuvvetler (S_{H6}), tampon vuruntusundan oluşan yatay kuvvetler (S_{H7})' nin toplamından oluşur.

M : Yükseltme katsayısı

: Tiştreşim katsayısı olmak üzere,

$$M * (S_{g1} + S_L + S_H) , \text{ olarak alınır.}$$

Yukarıdaki formülü açık bir şekilde yazarsak ;

$M * (S_{g1} + S_{g2} + S_{g3} + S_L + S_{H5} + S_{H6} + S_{H7})$, şeklini alır. Bu kuvvetlerin oluşturduğu gerilmeler,

$$M * (G_1 + G_2 + G_3 + \psi * G_4 + G_5 + G_6 + G_7) , \text{ şeklinindedir.}$$

Yalnız, S_{H7} den oluşan G_7 gerilmesi III. yükleme hali için kullanılır.

1.3.3. Kirişlerdeki Yüklerin Meydana Getirdiği Momentlerin Hesabı

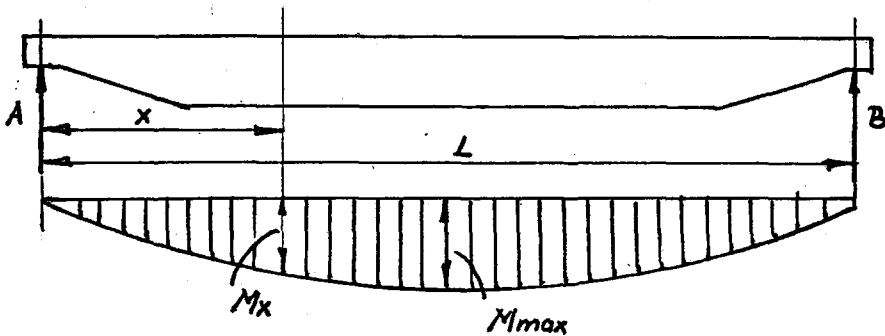
Dolu kirişin boyutlandırılmasında kullanılacak, konu 1.3.2 de bahsedilen kuvvetlerin oluşturduğu momentler sırasıyla aşağıda bahsedilmiştir.

Kuvvetlerin oluşturduğu momentleri iki düzlem üzerinde düşünersek, düşey ve yatay eğilme momenti ortaya çıkar. Düşey eğilme momentini oluşturan kuvvetler sırasıyla S_{G1} , S_{G2} , S_{G3} ve S_{L4} tür. Yatay eğilme momentini oluşturan kuvvetler ise S_{H5} , S_{H6} ve S_{H7} dir.

Düşey kuvvetlerin oluşturduğu eğilme momentleri sırasıyla incelersek:

- Kiriş açıklığı üzerinde eşit dağıldığı kabul edilen kiriş, ray ve platform ağırlıklarının oluşturduğu momentler ;

Kirişin sol mesnetinden herhangi bir x mesafesindeki eğilme momenti değeri,



Sabit Yüklerden Oluşan Düşey Eğilme Momenti

Şekil 3

q_e , kp/m cinsinden yayılı yükün değeri,

$q_e = q + q'$, olarak açık olarak yazabiliriz.

q :Kiriş ağırlığı,

q' :Platform ağırlığı,

olmak üzere;

$$M_x = A * X - \frac{q_e * X^2}{2} = \frac{q_e * L}{2} * X - \frac{q_e * X^2}{2}$$

$$M_x = (L-X) * \frac{q_e * X}{2} , \text{ olarak bulunur.}$$

Bir parabol olan bu eğilme momenti, maksimum değerini X 'in kiriş boyunun yarısına eşit olduğu an alır.
 X yerine $L/2$ koyarsak,

$$M_1 = \frac{q_e * L}{4} * (L-L/2) = \frac{q_e * L^2}{8} \text{ kp.cm şeklini alır.}$$

- Araba ve kaldırma yükünden oluşan momentler;

Araba ağırlığı (S_{a3}) ve faydalı kaldırma yükü (S_{L4}), vinç arabasının tekerlekleri vasıtasıyla tekerlek basıncı olarak kiriş üzerine etkir. Bu yükleri arabanın dört tekerlegi üzerine eşit yayılmış olduğunu kabul edilip hesaplamalar ona göre yapılır.

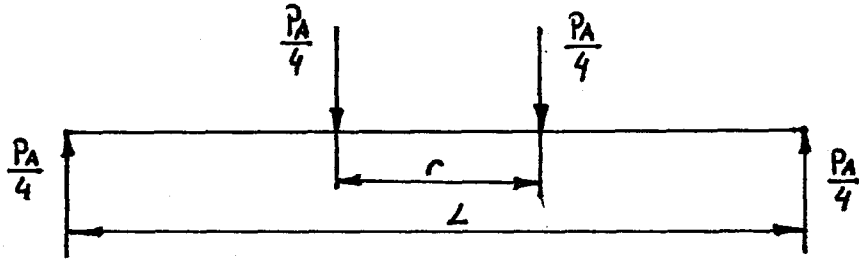
a) Araba ağırlığından meydana gelen moment;

P_a : Araba ağırlığı,

r : Tekerlek aks açıklığı,

L : Kiriş boyu, olmak üzere,

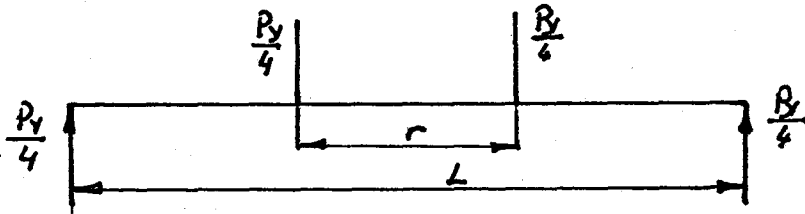
$$M_z = \frac{P_A \cdot (2 \cdot L - r)^2}{32 \cdot L} \quad \text{kp.cm olarak hesaplanır.}$$



b) Kaldırma yükünden meydana gelen moment;

P_V : Kaldırılan yük, olmak üzere,

$$M_z = \frac{P_V \cdot (2 \cdot L - r)^2}{32 \cdot L} \quad \text{kp.cm , olarak hesaplanır.}$$



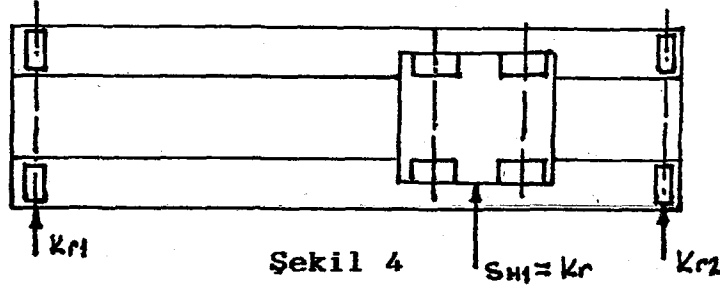
Yatay kuvvetlerin oluşturduğu eğilme momentleri
sırasıyla :

Yatay kuvvetlerden oluşan eğilme momenti hesabı

DIN 15018 'in hesaplama kullarına göre yapılacaktır.

- Köprü hareketinden meydana gelen yatay moment;

(Şekil 4)



K_r : Yatay kuvvet,

$\min R_k$: Kaldırma yükü hariç minimum tekerlek yükü, olmak üzere;

$$K_r = 1.5 * 0.2 * (\min R_{kr1} + \min R_{kr2})$$

K_{r1} 'in değeri K_{r2} ' ye eşit alınır

$$K_r = 1.5 * 0.2 * 2 * \min R_k = 0.6 * \min R_k$$

$$S_{H1} = (q + q') * L \text{ kp ve}$$

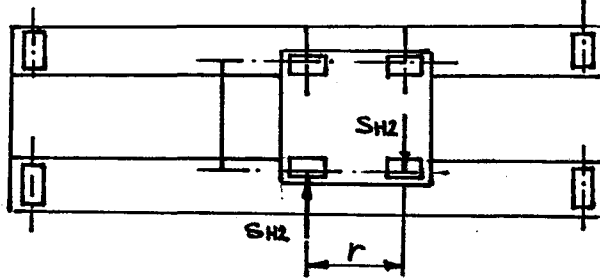
$$\min R_k = \frac{S_{H1}}{2} + \frac{P_a}{4} \text{ kp , olarak}$$

$$K_r = 0.3 * ((q+q')*L+P_a/2) \text{ kp}$$

$$M_4 = 0.3 * L/4 * ((q+q')*L+P_a/2) \text{ kp.cm olur.}$$

- Araba kasılmasından oluşan yatay eğilme momenti:

Arabanın vinç kirişi üzerindeki hareketi sırasında, arabanın kasılması sonucu kiriş üzerinde yatay kuvvetler oluşur. (Şekil 5)



Şekil 5

P_A : Araba ağırlığı ,

P_Y : Kaldırma yükü ,

a : Araba aks açıklığı , olmak üzere,

araba tekerleklerinin herbirinin gelen dik kuvvet ;

$(P_A + P_Y) / 4$ şeklinde olur.

Buradan ,

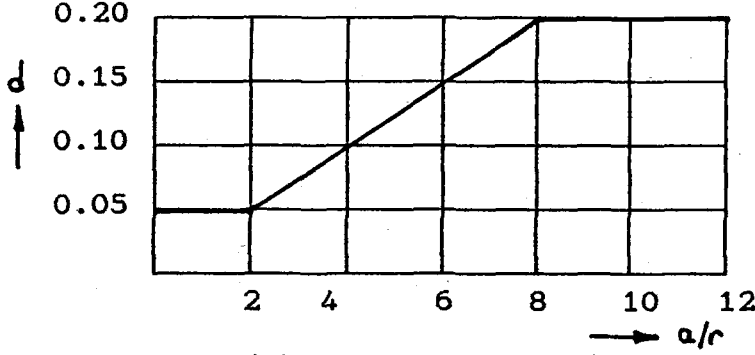
$$S_{H2} = d/4 * (P_A + P_Y) = 0.2/4 * (P_A + P_Y) \text{ kp}$$

$$S_{H2} = 0.05 * (P_A + P_Y) \text{ kp olur.}$$

Yukarıdaki formülde kullanılan d katsayısı a/r oranına bağlı olarak tablo 6 den seçilen bir değerdir. Bu katsayı araba tekerlegine gelen dik kuvvetle çarpılarak yatay kuvvet elde edilir. Köprülü vinçlerde a/r oranı 1'e çok yakın bir değer aldığından d katsayısının maksimum değeri olan 0.2 alınır.

Bu kuvvetin oluşturduğu yatay eğilme momenti,

$$M_S = 0.05 * r * (P_A + P_Y) \text{ kp.cm olur.}$$



d katsayısının seçimi
Tablo 6

Tampon vuruntularının oluşturduğu momentler yalnız III. yükleme yalı için hesaba katılır.

1.3.4. Kirişlerde Oluşan Gerilmelerin Hesabı

Her yük için tek tek kirişlerde oluşan gerilmeler hesaplanır;

W_x : Kirişin yatay eksene göre mukavemet momenti (cm^3).

- Sabit yüklerden oluşan gerilmeler;

$$G_1 = \frac{M_1}{W_x} \quad \text{kp/cm}^2$$

- Hareketli yüklerden oluşan gerilme;

a) Araba ağırlığından oluşan gerilme,

$$G_2 = \frac{M_2}{W_x} \quad \text{kp/cm}^2$$

b) Kaldırma yükünden oluşan gerilme,

$$G_3 = \frac{M_3}{W_x} \quad \text{kp/cm}^2$$

- Yatay kuvvetlerden oluşan gerilme,

W_y : Kirişin düşey eksenine göre mukavemet momenti olmak üzere,

a) Araba ağırlığından oluşan gerilme,

$$G_4 = \frac{M_4}{W_y} \quad \text{kp/cm}^2$$

b) Araba kasılmasından oluşan gerilme,

$$G_5 = \frac{M_5}{W_y} \quad \text{kp/cm}^2$$

Yukarıdaki gerilmelerden yararlanılarak maksimum ve minimum gerilmeler ,

$$G_{\max} = M \cdot (G_1 + G_2 + \psi \cdot G_3 + G_4 + G_5) \quad \text{ve}$$

$$G_{\min} = G_1 + G_2 \quad \text{kp/cm}^2 \quad \text{olur.}$$

1.3.5 Kirişin Buruşma Hesabı

Buruşma hesabı sırasıyla şöyledir;

Mukayese gerilmesi G_{vk1} hesaplanır, tablo 3 den G_{vk1} ' ye denk gelen azaltılmış mukayese gerilmesi vk bulunur. Sonra G_{vk} ve G_v bileşik gerilmesine göre buruşma emniyet katsayısı

$$V_B = \frac{G_{vk}}{G_{max}^2 + 3 \cdot \sum_{max}^2} \quad \text{olarak bulunur.}$$

Buruşma emniyet katsayısı V_B minimum emniyet katsayısı

V_{Bmin} ile mukayese edilir.

$$V_{Bmin} = 1.71 + 0.18 \cdot (\Psi - 1) \quad \text{formülüyle hesaplanır.}$$

$$V_B > V_{Bmin}$$

Burada Ψ , -1 ve +1 arasında değişen gerilme oranıdır;

$$\Psi = \frac{G_{min}}{G_{max}}$$

Üst levhalarda $\Psi = -1$,

Yan levhalarda $\Psi = 1$ alınır.

1.3.6. Kirişlerdeki Sehim Hesabı

Maksimum sehim;

P_a : Araba ağırlığı,

P_v : Kaldırma yükü,

L : Kiriş uzunluğu,

r : Araba tekerlek aks açıklığı,

q_e : Toplam dağılılı yük,

E : Elastiklik modülü

J_x : Kirişin X-X eksenine göre atalet momenti , olmak

üzere sehim miktarı;

$$Y_{max} = \frac{P \cdot (L-r) \cdot (3 \cdot L^2 - (L-r)^2) + 0.625 \cdot q_e \cdot L^4}{48 \cdot E \cdot J_x} \quad \text{cm}$$

olarak bulunur.

Emniyetli maksimum sehim kiriş açıklığının 100 ila 800 de biri arasında seçilir.

Genel olarak $Y_{max} < L/1000$ alınır.

Taşıma Yükü daN	Araba Ağırlığı daN	Tekerlekler Arası Mesafe m	Ray Aralığı m	Tekerlek Baskısı daN
3200	1900	1.6	1.4	1300
5000	2200	1.7	1.6	1800
8000	3500	1.9	1.6	2900
10000	4000	2.0	1.8	3500
12500	4600	2.0	1.8	4500
16000	5300	2.1	2.0	5300
20000	6000	2.2	2.0	6500
32000	8600	2.4	2.24	10200
50000	10000	2.6	2.24	15000
80000	17000	2.8	2.5	24000
100000	23000	3.2	2.8	30700

Vinç arabalarının tahmini ağırlıkları, Tekerlek baskıları, Tekerlek aralığı ve Ray aralığı.

Tablo 7

2. ÇİFT KİRİŞLİ KUTU KESİTLİ VİNÇİN HESABI

Köprülü vinç yapımında genellikle standart plakalar kullanılmaktadır. Bu plakalar 1 , 1.5 metre genişliğinde ve 0.6 , 0.8 , 1 cm kalınlığında olmaktadır. Bu boyutlar standart plakalardan firesiz olarak, kesme payları dahil kutu kirişin saç parçalarını elde etmek için hesaplanmıştır.

Kutu kirişin firesiz ana boyutlarını

$$\begin{array}{ll} B \cdot h = 190 \cdot 490 & B \cdot h = 490 \cdot 990 \\ B \cdot h = 290 \cdot 490 & B \cdot h = 490 \cdot 1190 \\ B \cdot h = 290 \cdot 690 & B \cdot h = 490 \cdot 1490 \\ B \cdot h = 490 \cdot 690 & B \cdot h = 690 \cdot 1490 \end{array}$$

kullanarak, plaka kalınlıkları da göz önüne alınarak imalatçı firmalar standart kutu kiriş boyutları (Tablo 8) kullanılmaktadır.

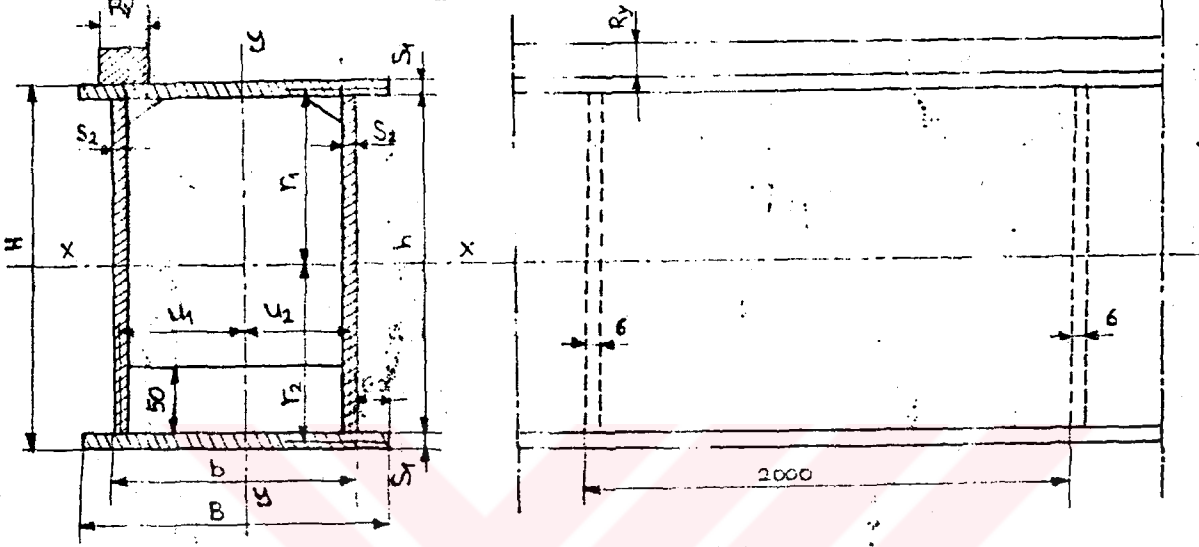
Kiriş	B cm	h cm	S ₁ cm	S ₂ cm	R _v cm	J _x cm ⁴
K01	29	49	.6	.6	4	3464.5
K02	29	49	.8	.6	4	50908
K03	29	69	.6	.6	4	94403
K04	29	69	.8	.6	4	109198
K05	29	69	1.0	.6	4	124131
K06	49	69	.8	.6	4	148619
K07	49	69	1.0	.8	4	184776.4
K08	49	99	.8	.6	4	332752.5
K09	49	99	.8	.8	4	365610
K010	49	99	1.0	.6	4	383128.5
K011	49	99	1.0	.8	4	415912
K012	49	99	1.2	.8	4	466588
K013	49	99	1.2	1.0	4	498222
K014	49	119	1.0	.8	4	636732
K015	49	119	1.2	.8	4	709290
K016	49	119	1.2	1.0	4	765860
K017	49	149	1.0	.8	4	1084076
K018	49	149	1.2	1.0	4	1196803
K019	49	149	1.2	.8	4	1307661
K020	69	149	1.0	.8	4	1309524
K021	69	149	1.2	1.0	4	1468004
K022	69	149	1.2	1.0	4	1578726
K023	69	149	1.5	1.2	4	1817890

Kutu Kirişe Ait Standart Ana Boyutlar

Tablo 8

2.1. Kutu Kirişin Atalet, Mukavemet Momentleri Ve Birim

Bov ağırlığının Hesabı



Kutu Kesitli Kiriş

Şekil 6

a) Kirişin Nötr Eksenleri Hesabı

$$r_1 = \frac{h+S_1}{2} - \frac{R_y^2 \cdot (h+2 \cdot S_1 + R_y)}{4 \cdot (S_1 \cdot B + S_2 \cdot h + R_y \cdot z/2)} \quad \text{cm}$$

$$r_1 = \frac{h+S_1}{2} + \frac{R_y^2 \cdot (h+2 \cdot S_1 + R_y)}{4 \cdot (S_1 \cdot B + S_2 \cdot h + R_y \cdot z/2)} \quad \text{cm}$$

$$U_1 = \frac{e+S_2}{2} - \frac{R_y^2 \cdot (e+S_2)}{4 \cdot (S_1 \cdot B + S_2 \cdot h + R_y \cdot z/2)} \quad \text{cm}$$

$$U_1 = \frac{e+S_2}{2} + \frac{R_y^2 \cdot (e+S_2)}{4 \cdot (S_1 \cdot B + S_2 \cdot h + R_y \cdot z/2)} \quad \text{cm}$$

e, b, H değerleri;

$$e = B - 6 - 2 \cdot S_2 \quad \text{cm}$$

$$H = h + 2 \cdot S_1$$

$$b = e + 2 \cdot S_2 \quad \text{cm}$$

olarak hesaplanır. Ry ise kirişin üzerindeki rayın yüksekliğidir.

b) Kirişin Atalet Ve Mukavemet Momentlerinin Hesabı

X-X Eksenine göre,

$$J_x = \frac{h^3 \cdot S_z}{6} + \frac{B \cdot S_1}{6} \cdot (S_1^2 + 6 \cdot r_1^2 + 6 \cdot r_2^2) + \frac{R_v^4}{12} + R_v^2 \cdot \left(r_1 + \frac{S_1 + R_v}{2}\right)^2 + 2 \cdot S_z \cdot h \cdot \left(r_2 - \left(\frac{S_1 + h}{2}\right)\right)^2 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{J_x}{r_2 + 0.5 \cdot S_1} \text{ cm}^3$$

Y-Y Eksenine göre ,

$$J_y = \frac{B^3 \cdot S_1}{6} + \frac{h \cdot S_z}{6} \cdot (S_z^2 + 6 \cdot U_1^2 + 6 \cdot U_2^2) + \frac{R_v^4}{12} + R_v^2 \cdot U_1^2 + 2 \cdot B \cdot S_1 \cdot \left(U_2 - \left(\frac{e + S_z}{2}\right)\right)^2 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{J_y}{U_2 + 0.5 \cdot S_z + 3} \text{ cm}^3$$

Jx ,Jy atalet momenti, Wx, Wy mukavemet momentidir.

c) Kiriş birim Boy Ağırlığı

$$q = 0.0157 \cdot (S_z \cdot h + S_1 \cdot b) + 0.00785 \cdot (R_v^2 + 0.003 \cdot e \cdot (h - 5)) + a \cdot 0.0377$$

kp/cm olarak bulunur. Burada kullanılan a katsayısı, birim boy ağırlığı hesabında köşebent ağırlıklarını hesaba katmak

için kullanırır. Bu katsayı h yüksekliğinin bağlı olarak değişmektedir.

$h \leq 119$	$h > 119$
$a = 2$	$a = 4$

a değeri yukarıdaki tablodan seçilir.

d) Kirişin Kesit Alanları

$$F_m = (U_1 + U_2) \cdot (r_1 + r_2) \quad \text{cm}^2$$

$$F_o = S_2 \cdot h \quad \text{cm}^2$$

2.2. Kiriş Kesitinde Oluşan Momentlerin Hesabı

a) Kirişin Kendi Ağırlığından Ve Platform Kaplamasının Ağırlığından Oluşan Moment :

$$M_1 = (q + q') \cdot L^2 / 8 \quad \text{kp.cm}$$

$$q = \text{Kirişin birim boy ağırlığı} \quad \text{kp/cm}$$

$$q' = \text{Platform birim boy ağırlığı} \quad \text{kp/cm}$$

$$L = \text{Köprü açıklığı} \quad \text{cm}$$

b) Araba Ağırlığından Oluşan Moment

$$M_2 = \frac{P_a \cdot (2 \cdot L - r)}{32 \cdot L} \quad \text{kp.cm}$$

$$P_a : \text{Araba ağırlığı} \quad (\text{kp})$$

$$r : \text{Araba Tekerlek Aks Açıklığı} \quad (\text{cm})$$

c) Kaldırma Yükünden Oluşan Moment

$$M_3 = \frac{P_V \cdot (2 \cdot L - r)_2}{32 \cdot L} \quad \text{kp.cm}$$

P_V : Kaldırma Yüğü (kp)

r :Araba Tekerlek Aks Açıklığı (cm)

d) Yatay Kuvvetlerden Oluşan Gerilmeler

$$M_4 = 0.075 \cdot L \cdot ((q + q') \cdot L + P_A / 2) \quad \text{kp.cm}$$

e) Araba Kasılmasından Oluşan Gerilmeler

$$M_5 = 0.05 \cdot r \cdot (P_A + P_V) \quad \text{kp.cm}$$

2.3. KIRIŞ GERİLMELERİ HESABI

a) Platform Ağırlığı Ve Kirişin Kendi Ağırlığından

Meydana Gelen Gerilme

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_x} \quad \text{kp/cm}^2$$

W_x : x-x eksenine göre kirişin mukavemet momenti

b) Araba Ağırlığından Oluşan Gerilme

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{W_x} \quad \text{kp/cm}^2$$

c) Kaldırma Yükünden Oluşan Gerilme

$$\sigma_3 = \frac{M_3}{W_x} \quad \text{kp/cm}^2$$

d) Yatay Kuvvetlerden Oluşan Gerilme

$$G_4 = \frac{M_4}{W_x} \quad \text{kp/cm}^2$$

e) Araba Kasılmasından Oluşan Gerilme

$$G_5 = \frac{M_5}{W_x} \quad \text{kp/cm}^2$$

Maksimum Gerilme :

$$G_{\max} = M \cdot (G_1 + G_2 + \psi \cdot G_3 + G_4 + G_5) \quad \text{kp/cm}^2$$

M: Yükseltme Katsayısı

ψ : Titiresim Katsayısı

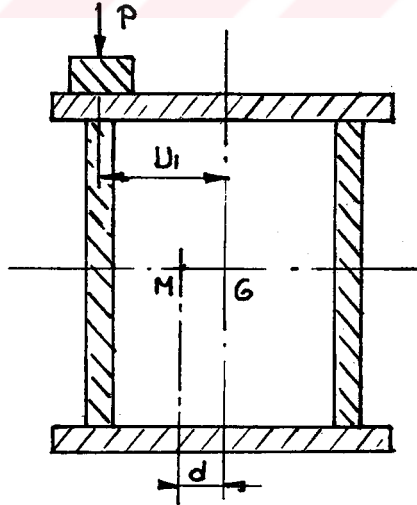
Minimum Gerilme :

$$G_{\min} = G_1 + G_2 \quad \text{kp/cm}^2$$

2.3.1 Kiriş Kesitinde Oluşan Kayma Gerilmesi Hesabı

a) Kirişe Asimetrik Olarak, Araba Tekerleklerindeki

Yükten İleri Gelen Burkulma Kayma Gerilmesi



Kirişte Oluşan Burulma Merkezi

Şekil 7

$$P = \frac{*P_v + M*P_a}{2} \quad \text{kp}$$

$$M_d = P*(U_1 - d) = P*U_1 \quad \text{kp.cm}$$

d = 0 alınarak emniyet sağlanmıştır.

Bredt'e göre ince cidarlı içi boş bir kesitte burulma kayma gerilmesi;

$$\tau_{bur} = \frac{M_d}{2*t*F_m} \quad \text{kp/cm}^2$$

t: Cidar kalınlığı

$$F_m = (U_1 + U_2)*(r_1 + r_2) \quad \text{cm}^2$$

U₁, U₂, r₁, r₂ kirişin tarafsız eksen mesafeleridir.

b) Kesme Kuvvetinden Oluşan Kayma Gerilmesi

$$P = (P_v + P_a)/2 \quad \text{kp}$$

$$\tau_k = \frac{P}{2*F_o} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$F_o = S_z*h \quad \text{cm}^2$$

Toplam Maximum Kayma Gerilmesi :

$$\tau_{max} = \frac{(\psi * P_v + M * P_a) * U_1}{4 * S_z * F_m} + \frac{*P_v + M*P_a}{2 * S_z * h} \quad \text{kp/cm}^2$$

Kiriş Kesitinde Oluşan Bileşke Gerilme :

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3*\tau_{max}^2} \quad \text{kp/cm}^2$$

Bu bileşke gerilmenin statik ve dinamik kontrolü aşağıda yapılacaktır.

2.4. Statik Ve Dinamik Emniyet Gerilmesi

a) Gerilmelerin statik kontrolünde kullanılan statik emniyet gerilmeleri malzeme ve yükleme haline bağlı olarak Tablo 9 den seçilir.

Malzeme Cinsi	Yükleme Hali	Emniyetli Çekme Gerilmesi kp/cm ²	Emniyetli Bası Gerilmesi kp/cm ²	Emniyetli Kayma Gerilmesi kp/cm ²
St 37	H	1600	1400	920
	HZ	1800	1600	1040
St 52	H	2400	2100	1380
	HZ	2700	2400	1560

Statik Emniyet Gerilmesi (DIN 15018)

Tablo 9

DIN 15018 in yükleme hallerinin FEM standardı karşılığı;

DIN 15018

FEM

H

I. Yükleme (Rüzgarsız işletme)

HZ

II. Yükleme (Rüzgarlı işletme)

HS

III. Yükleme (Olağan üstü yükleme)

St 37 ve St 52 Malzeme için I. yükleme haline göre statik kontrol yapılır. H halindeki gerilme değerinin HZ halindeki değerden düşük olması nedeni ile H hali hesaplarda kullanılır.

$$G_v \leq G_{-m}$$

b) Dinamik Emniyet Gerilmesi

Sürekli dinamik emniyetli işletme gerilmesi daha çok vinç kesitindeki gerilme değişimi (X) ve kaynaklı

konstrüksiyondaki çentik etkisine bağlıdır.

Kesitteki gerilme değişim katsayısı :

$$X = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

X, değişken yüklemelerde -1 ile +1 arasında değişir fakat Vinç kirişlerinde X, 0 ile +1 arasında değişir.

Dinamik emniyetli çekme ve basma gerilmesi DIN 15018'e göre çentik sınıfına , malzeme türü ve yükleme sınıfı gözönüne alınarak seçilen $\sigma_{D(-1)}$ ve kopma gerilmesi σ_B gözönüne alınarak hesaplanır.

$$\sigma_{\text{çem}} = \frac{5}{2} * \frac{\sigma_{D(-1)}}{1 - \left(1 - \frac{5}{3} * \frac{\sigma_{D(-1)}}{0.75 * \sigma_B}\right) * X} \quad \text{kp/cm}^2$$

Emniyetli basma gerilmesi :

$$\sigma_{\text{bam}} = \frac{2 * \sigma_{D(-1)}}{1 - \left(1 - \frac{2 * \sigma_{D(-1)}}{0.9 * \sigma_B}\right) * X} \quad \text{kp/cm}^2$$

σ_B : :Malzeme kopma gerilmesi

St 37 için 3700 kp/cm²

St 52 için 5200 kp/cm²

$\sigma_{D(-1)}$: X = -1 için sürekli dinamik emniyetli işletme gerilmesi, malzeme türü, çentik etki hali ve vinç gurubuna bağlı olarak Tablo 10 dan alınır. Bu cetveldeki vinç gurubu DIN 15018'e göre belirlenmiştir.

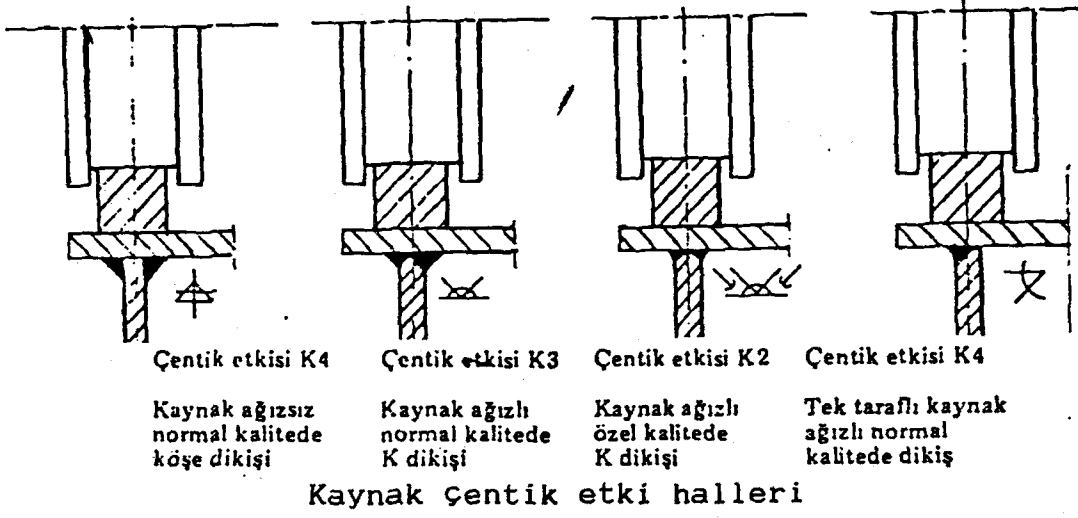
Vinç kirişlerinde kiriş üst kısmındaki bası gerilmesi, kiriş alt kısmındaki çeki gerilmesinin hemen hemen aynıdır. Yukarıda hesaplanan emniyetli çekme gerilmesi (G_{cem}^I), emniyetli basma gerilmesinden (G_{bcm}^I), daha küçük çıkacağından gerilmelerin dinamik kontrolü emniyetli çekme gerilmesine göre yapılır.

Hazırlanan bilgisayar programında $G_{D(-1)}$ değeri bilgisayara tablo olarak girilmiştir. Buradan çentik etkisi, vinç gurubu ve malzeme cinsine göre seçim yapılır. Burada kontrolde $G_v < G_{cem}^I$ eşitliği sağlanmalıdır.

Malzeme cinsi	St 37			St 52		
Çentik Etki Hali	K ₂	K ₃	K ₄	K ₂	K ₃	K ₄
Yükleme Gurubu	X = 1 için sürekli dinamik em.li işletme gerilmesi. $D_{(-1)}$ kp/cm ²					
B ₁	1800	1800	1527	2700	2540	1527
B ₂	1800	1800	1080	2520	1800	1080
B ₃	1782	1873	764	1782	1273	764
B ₄	1260	900	540	1260	900	540
B ₅	891	636	382	891	656	382
B ₆	630	450	270	630	450	270

X = -1 için sürekli dinamik emniyetli işletme gerilmesi

Tablo 10



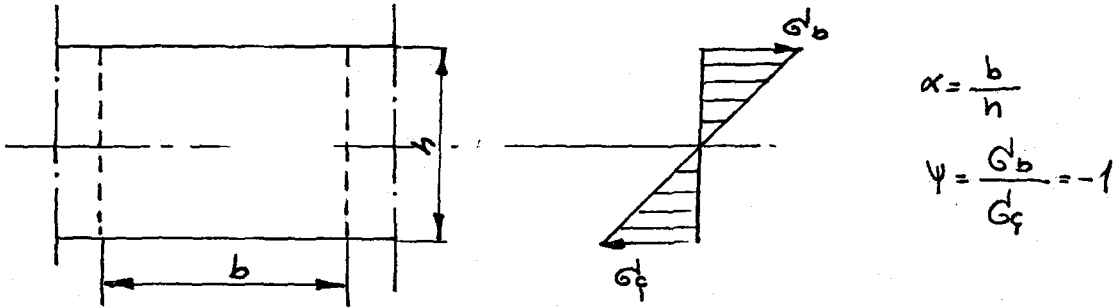
Sekil 8

2.5. Buruşma Hesabı

a) Yan Levhaların Buruşma Kontrolü

(DIN 41142'e göre)

Kirişlerde buruşmayı engellemek için kullanılan perdelerin birbirilerine olan mesafeleri $b = 200$ cm kabul edilmiştir. Yapılan programda b mesafesini 50 cm ile 250 cm arasında alabiliyoruz.



Yan Levhaların Buruşması

Sekil 9

Bası veya Çekme Gerilmesi

$$\alpha = \frac{b}{h} \quad \text{sonucuna göre tablo 4 den k değeri}$$

seçilir.

$$G_e = \left(1378 * \frac{S_z}{h} \right)^2 \quad \text{Euler gerilmesi}$$

$$G_{kr} = k * G_e \quad \text{kp/cm}^2$$

Kayma gerilmesi

α nın aldığı değere göre ($\alpha \geq 1, \alpha < 1$) tablo 4 ten seçilen formülle k sayısı hesaplanır.

$$\tau_{kr} = k * G_e \quad \text{kp/cm}^2$$

İdeal Buruşma Mukayese Gerilmesi

$$G_{vk1} = \frac{\sqrt{G_{max}^2 + 3 * \tau_{max}^2}}{\frac{1+\psi}{4} * \frac{G_{max}}{G_{kr}} + \sqrt{\left(\frac{3-\psi}{4} * \frac{G_{max}}{G_{kr}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{kr}} \right)^2}}$$

Kutu kirişlerde $\psi = G_b / G_e = -1$ ve $\tau \neq 0$ olduğundan formül

$$G_{vk1} = \frac{\sqrt{G_{max}^2 + 3 * \tau_{max}^2}}{\sqrt{\left(\frac{G_{max}}{G_{kr}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{kr}} \right)^2}} \quad \text{kp/cm}^2$$

halini alır.

İdeal mukayese gerilmesi olan G_{vk1} den yararlanarak tablo 3 den azaltılmış mukayese gerilmesi G_{vk} bulunur ,

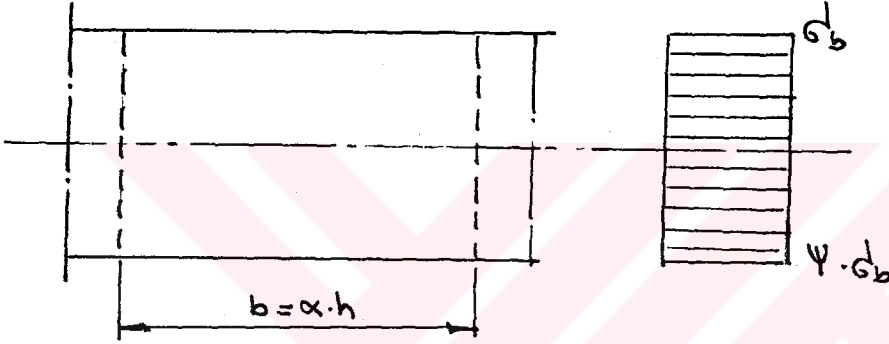
$$V_B = \frac{G_{vk}}{G_v} \quad \text{emniyet katsayısı hesaplanır.}$$

I. yükleme haline göre ;

$$V_{Bmin} = 1.71 + 0.18 * (\psi - 1) \text{ dir.}$$

Üst başlık levhası için $\psi = -1$ olduğundan $V_{Bmin} = 1.35$ olur. $V_B > V_{Bmin}$ olarak değerlendirilir.

b) Üst Başlık Bevhasının Buruşma Kontrolu



Üst Levhaların Buruşması

Şekil 10

Bası veya Çekme Gerilmesi

Üst başlık levhası için $\psi = 1$ ve $\alpha > 1$ olduğundan tablo 4 den

$$k = \frac{8.4}{\psi + 1.1}$$

seçilir ve $k = 4$ olarak hesaplanır.

$$G_{1kr} = k * G'_m \quad \text{kp/cm}^2$$

Kayma gerilmesi

$$\alpha > 1 \text{ için } k = 5.34 + \frac{4}{\alpha^2}$$

$$\Sigma_{1kr} = k \cdot G' = \text{kp/cm}^2$$

İdeal Buruşma Mukayese Gerilmesi

$$G'_{1vk1} = \frac{\sqrt{G_{\max}^2 + 3 \cdot \tau_{\max}^2}}{\frac{G_{\max}}{2 \cdot G'_{1kr}} + \sqrt{\left(\frac{G_{\max}}{2 \cdot G'_{1kr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\max}}{\tau_{1kr}}\right)^2}} \text{ kp/cm}^2$$

İdeal mukayese gerilmesi olan G'_{1vk1} den yararlanarak tablo 3 den azaltılmış mukayese gerilmesi G'_{vk} bulunarak ,

$$V_B' = \frac{G'_{vk}}{G_v} \text{ emniyet katsayısı hesaplanır.}$$

I. yükleme haline göre ;

$$V_{Bmin} = 1.71 + 0.18 \cdot (\psi - 1) \text{ dir.}$$

Üst başlık levhası için $\psi = 1$ olduğundan $V_{Bmin} = 1.71$ olur. $V_B' > V_{Bmin}$ olarak değerlendirilir.

2.6. Maksimum Sehim Hesabı Ve Kontrolü

Kirişin sehim kontrolü J_{xo} olarak yaklaşık hesaplanan kiriş atalet momentinin seçilen kesite ait hesaplanan J_x atalet momenti ile karşılaştırılarak yapılır.

Emniyetli sehim için;

$$J_x > J_{xo} \text{ , olmalıdır.}$$

2.7. Baş Kiriş Hesabı

a) Araba Ve Kaldırma Yükünden Oluşan Maximum Ve Minimum Yükler

$$R_{max} = \frac{P_v + P_a}{2} * \frac{(L - (e + r/2))}{L} \quad kp$$

$$R_{min} = \frac{P_v + P_a}{2} * \frac{(e + r/2)}{L} \quad kp$$

b) Köprülü Vincin Kendi Ağırlığından Oluşan Tekerlek Yükü

$$R_k = \frac{P_k + P_B + P_E + P_{Kv}}{4} \quad kp$$

P_k : Ana giriş ağırlığı

$$P_k = 2 * q * L \quad kp$$

P_B : Başlık ağırlığı

U profil kullanıldığından;

$$P_B = 4 * q_{kb} * (L' + 2 * Z) * 1.2 \quad kp$$

q_{kb} : standart U profilin birim boy ağırlığı

Bilgisayar programında U profilin 120 den 300 'e kadar standart değerlerin seçimini yapılabilmektedir.

P_B değerinin hesabında kullanılan Z mesafeleri için standart tekerlek çapları, 20, 25, 30, 40, 50 olarak bilgisayara girildiğinde Z değeri tekerlek çapına göre sırasıyla 13, 15, 17.5, 25, 30 cm değerlerini alacaktır.

P_e : Elektirik Tesisat Ağırlığı

(1000 ila 2000 kg arasında seçilir.)

P_{KV} : Köprü yürütme tertibatı ağırlığı

(1000 ila 2500 kg arasında vincin taşıma gücüne göre seçilir)

c) Maksimum Ve Minimum Tekerlek Yükleri

$$R_{tmax} = \Psi * R_{max} + R_k \quad kp$$

$$R_{tmin} = \Psi * R_{min} + R_k \quad kp$$

d) Eşdeğer Düşey Tekerlek Yükü

$$R_x = \frac{2 * R_{tmax} + R_{tmin}}{3} \quad kp$$

e) Yatay Tekerlek Yükü

Vinçlerde her iki gezinti kolu tarafından, gezinti doğrultusuna dik olarak etki yapan, arabanın yüklü durumunda en uygunsuz olacak şekilde, gezinti yolu tarafındaki tekerlek yükünün 1/10' na eşit yatay bir kuvvet alınır.

$$H = 0.1 * R_x$$

f) Başlıkta Oluşan Düşey Ve Yatay Momentler

$$M_x = R_{tmax} * \frac{(L' - a)}{2} \quad kp.cm$$

L' : Başlık Eksen Açıklığı cm

a : Ray Eksen Açıklığı cm

$$M_y = H * (L' - a) / 2 \quad kp.cm$$

g) Başlık Kirişinde Oluşan Maksimum Gerilmeler

Maksimum Normal Gerilme

$$\sigma_{max} = \frac{M_x}{2 \cdot W_x} + \frac{M_y}{2 \cdot W_y} \quad \text{kp/cm}^2$$

Maksimum kayma gerilmesi

$$\tau_{max} = \frac{R_{tmax}}{F_b} \quad \text{kp/cm}^2$$

W_x , W_y , F_b değerleri programın içine tablo halinde bulunmaktadır.

Bileşke gerilme;

$$\sigma_{vb} = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2} \quad \text{kp/cm}^2$$

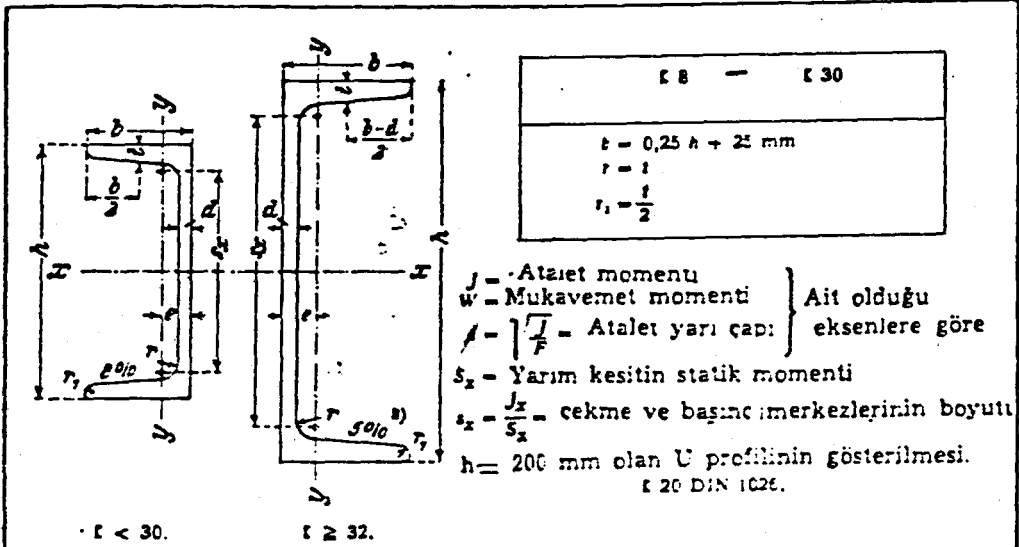
h) Başlık Kiriřinin Statik Ve Dinamik Kontrolu

$$\sigma_{vb} < \sigma_{em} \quad \text{statik kontrol}$$

$$\sigma_{vb} < \sigma_{sem} \quad \text{dinamik kontrol}$$

σ_{em} Malzeme türüne göre tablo 9 den seçilir .

σ_{sem} bölüm 2.4 de olduğu gibi hesaplanır.



İşareti t	Boyutları					F_b	G_{kb}	Eğilme eksen						S_x	e_x	e
	mm							x - x			y - y					
	h	b	d	t = r	r ₁			J_x	W_x	i_x	J_y	W_y	$i_y = i_1$ (min)			
8	80	45	6	8	4	11,0	8,64	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	15,9	6,65	1,45
10	100	50	6	8,5	4,5	13,5	10,6	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	24,5	8,42	1,55
12	120	55	7	9	4,5	17,0	13,4	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	36,3	10,0	1,60
14	140	60	7	10	5	20,4	16,0	605	86,4	5,45	62,7	14,8	1,75	51,4	11,8	1,75
16	160	65	7,5	10,5	5,5	24,0	18,8	925	116	6,21	85,3	18,3	1,89	68,6	13,3	1,84
18	180	70	8	11	5,5	28,0	22,0	1350	150	6,95	114	22,4	2,02	89,6	15,1	1,92
20	200	75	8,5	11,5	6	32,2	25,3	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	114	16,8	2,01
22	220	80	9	12,5	6,5	37,4	29,4	2690	245	8,48	197	33,6	2,30	146	18,5	2,14
24	240	85	9,5	13	6,5	42,3	33,2	3600	300	9,22	248	39,6	2,42	179	20,1	2,23
26	260	90	10	14	7	48,3	37,9	4620	371	9,99	317	47,7	2,56	221	21,8	2,36
(28)	280	95	10	15	7,5	53,3	41,8	6280	448	10,9	399	57,2	2,74	266	23,6	2,53
30	300	100	10	16	8	58,6	46,2	8030	535	11,7	495	67,8	2,90	316	25,4	2,70
(32)	320	100	14	17,5	8,75	75,8	59,5	10870	679	12,1	597	80,6	2,81	413	26,3	2,60
35	350	100	14	18	8	77,3	60,6	12640	734	12,9	570	75,0	2,72	459	26,6	2,40
40	400	110	14	18	9	91,5	71,8	20350	1020	14,9	846	102	3,04	618	32,9	2,65

DIN 1026 'ya Uygun U Profiller

Tablo 10

3. ÖRNEK HESAPLAMA

a) Veriler

Kaldırma yükü	$P_v = 16000 \text{ kg}$
Araba Ağırlığı	$P_a = 5300 \text{ kg}$
Servis Platformu Birim Boy Ağırlığı	$q' = 0.4 \text{ kg/cm}$
Elektirik Tesisatı Ağırlığı	$P_e = 750 \text{ kg}$
Yürüşüş Takımı Ağırlığı	$P_{kv} = 1750 \text{ kg}$
Köprü açıklığı	$L = 1700 \text{ m}$
Araba Tekerlek Aks Açıklığı	$r = 210 \text{ cm}$
Baslık Eksen Açıklığı	$L' = 300 \text{ cm}$
Araba Eksen Açıklığı	$a = 180 \text{ cm}$
Tekerlek Çapı	$d = 40 \text{ cm}$
Sınır Yanaşma Değeri	$e = 100 \text{ cm}$
Yükseltme Katsayısı	$M = 1$
Titreşim Katsayısı	$= 1.15$
Sehim Oranı	$L/f = 1000$
Çentik Gurubu	K4
Vinç Gurubu	B3
Malzeme	St 37 (3700 kp/cm ²)
Baslık	Standart U profil (200)

b) Hesaplamalar

$J_{xo} = 226125.91 \text{ cm}^4$ olarak bulunur. Kiriş tablosundan buna en yakın kiriş , $J_x = 365610.50 \text{ cm}^4$ olan K09 kirişidir.

Kirişin Değerleri:

$$B = 49 \text{ cm}$$

$$h = 99 \text{ cm}$$

$$S_1 = 0.8 \text{ cm}$$

$$S_2 = 0.8 \text{ cm}$$

$$J_y = 92910.09 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 6819.79 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 3596.23 \text{ cm}^3$$

$$q = 2.08 \text{ kg/cm}$$

$$R_y = 4 \text{ cm}$$

olarak bulunur.

1) Kiriş Kesitindeki Momentler

$$M_1 = 894515.39 \text{ kp.cm}$$

$$M_2 = 991421.51 \text{ kp.cm}$$

$$M_3 = 2992970.59 \text{ kp.cm}$$

$$M_4 = 807397.26 \text{ kp.cm}$$

$$M_5 = 223650.00 \text{ kp.cm}$$

2) Kirişte Oluşan Gerilmeler

$$\sigma'_1 = 131.16 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma'_2 = 145.37 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma'_3 = 438.87 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma'_4 = 243.20 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_s = 62.19 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{\max} = 1086.62 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = 276.54 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{\max} = 109.57 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_v = 1103.07 \text{ kp/cm}^2$$

3) Statik Ve Dinamik Kontrol

I. yükleme hali için statik emniyet gerilmesi

$$\sigma_{\text{em}} = 1600 \text{ kp/cm}^2 \text{ (St 37).}$$

Dinamik emniyet çekme gerilmesi,

$$\sigma_{\text{cem}} = 1476.70 \text{ kp/cm}^2$$

- Sehım

$J_{xo} < J_x$ olduğundan sehime göre emniyetli.

$$226125.91 < 365610.0$$

- Statik Emniyet

$\sigma_v < \sigma_{\text{em}}$ olduğundan statik kontrolu emniyetli

$$1231 < 1600$$

- Dinamik Emniyet

$\sigma_v < \sigma_{\text{cem}}$ olduğundan dinamik kontrolu emniyetli

$$1231 < 1476.70$$

4) Yan Levhanın Buruşma Kontrolu

Perde arası mesafesi $b = 240 \text{ cm}$ kabul edilerek,

$\alpha = 2.42$ bulunur. Buradan $k = 23.90$ olarak bulunur.

$\sigma_e = 124.00 \text{ kp/cm}^2$ olarak euler gerilmesi bulunur.

Buradan,

$G_{kr} = 2963.51 \text{ kp/cm}^2$ olarak hesaplanır. Yine , kayma gerilmesi için k değeri hesaplandığında $k = 6.02$ olur.

$G_{kr} = 446.53 \text{ kp/cm}^2$ hesaplanır.

ideal falmbaj mukayese gerilmesi,

$G_{vkr} = 2792.93 \text{ kp/cm}^2$ olur. Bundan yararlanarak azaltılmış mukayese gerilmesi bulunur.

$G_{vk} = 2209 \text{ kp/cm}^2$

Yan levha buruşma emniyet katsayısı,

$V_B = 2.00 > V_{Bmin} = 1.35$ olduğundan emniyetli.

5) Üst Levhanın Buruşma Kontrolü

Perde arası mesafesi $b = 240 \text{ cm}$ alınmıştı,

$\alpha = 4.90$ bulunur. Buradan $k = 3.82$ olarak bulunur.

$G_{-} = 506.16 \text{ kp/cm}^2$ olarak euler gerilmesi bulunur.

Buradan,

$G_{kr} = 1932.60 \text{ kp/cm}^2$ olarak hesaplanır. Yine , kayma gerilmesi için k değeri hesaplandığında $k = 5.51$ olur.

$G_{kr} = 2787.28 \text{ kp/cm}^2$ hesaplanır.

ideal falmbaj mukayese gerilmesi,

$G_{vkr} = 1952.36 \text{ kp/cm}^2$ olur. Bundan yararlanarak azaltılmış mukayese gerilmesi bulunur.

$G_{vk} = 1983 \text{ kp/cm}^2$

Yan levha buruşma emniyet katsayısı,

$V_B = 1.80 > V_{Bmin} = 1.71$ olduğundan emniyetli.

6) Baş Kiriş Hesabı

$R_{max} = 9365.74$ kp , $R_{min} = 1284.26$ kp olarak maksimum ve minimum yükler bulunur.

$R_K = 2500.87$ kp , $d = 40$ cm , $Z = 25$ cm den

$R_{tmax} = 13271.47$ kp ve $R_{tmin} = 3977.78$ kp olan tekerlek yükleri bulunur.

Eş değer tekerlek yükü olan R_x ,

$R_x = 10173.57$ kp dir.

$H = 0.1 * R_x = 1017.36$ kp olur.

Düşey ve yatay momentler,

$M_x = 431322.75$ kp.cm

$M_y = 33064.11$ kp.cm

Maksimum normal gerilme ,

$\sigma_{max} = 947.73$ kp/cm²

$\tau_{max} = 354.85$ kp/cm²

Maksimum kayma gerilmesi

$\sigma_{vb} = 1129.58$ kp/cm²

- Statik Emniyet

$\sigma_{vb} < \sigma_{em}$ olduğundan emniyetli.

$$1129.58 < 1600$$

- Dinamik Emniyet

$\sigma_{vb} < \sigma_{cem}$ olduğundan emniyetli.

$$1129.58 < 1476.7$$

4. PROGRAMLAR

```
program anaprogram;
uses

baski,main,crt,color,winedit,tablo0,tablo1,tablo2,ta
blo3,tablo4,tablo5,
tablo6,agirlik,boyut,diger,degerata,sehim,moment,bur
usma,burust,baskir;
label cs,bas;
var ax,x:integer;
begin
bas:   clrscr; u:=false;pdno:=0;window(1,1,80,25);
      zeminkarakteri;
      baslik;
      alt;
      repeat
      off;
      as:=readkey;
      if as=#0 then begin
      as:=readkey;
      cs: case as of
      #32:begin
pulldown(3,2,29,8,1,25,#35,#18,7,4,1); pdno:=1; end;
      #18:begin
pulldown(19,2,32,6,2,12,#32,#20,6,20,1);pdno:=2; end;
      #20:begin
pulldown(32,2,73,10,3,40,#18,#35,10,33,1);pdno:=3; end;
      #35:begin
pulldown(38,2,79,10,4,40,#20,#32,14,50,1);pdno:=4; end;
end;
      if u then goto cs;
      u:=false;
      end;
      case pdno of
      1: case p of
          2:Write('R');
          5:begin clrscr;exit;end;
          end;
      2:case p of
          1:agirlik_oku;
          2:boyut_oku;
          3:diger_oku;end;
      3: case p of
          1:standart_boyutlar;
          2:statik_girilme;
          3:begin malzeme; goto bas;end;
          4:begin kaynak_centik; goto bas;
end;
          5:standart_araba;
```

```
6:begin titresim; goto bas;end;
7:begin yukseltme; goto bas;end;
end;

4: case p of
    1:sehim_hesabi;
    2:moment_hesabi;
    3:burusma_yan;
    4:burusma_ust;
    5:baslik_hesabi;
    6:kagida_bas;
end;

end;
pdno:=0;
until as=#271;
end.
```

Ağırlık Verileri Girişi

```
unit agiredit;
  interface
    uses crt,main,color;

    type
      birim =record
        uzun:byte;
        a:string[7];
        x,y,cursor,adet:integer;
      end;

    const
      max=5;
    var
      q:array[1..max] of birim;
      em:integer;
      c:char;
      konum:word;
      durum:boolean;
      procedure giris;
      procedure go;
      procedure read;

    implementation
      uses winedit;
      procedure giris;
      begin
        with q[1] do
          begin
            x:=52;
            y:=4;
            a:='';
            cursor:=1;
            adet:=0;
          end;
        with q[2] do
          begin
            x:=52;
            y:=5;
            a:='';
            cursor:=1;
            adet:=0;
          end;
        with q[3] do
          begin
            x:=52;
            y:=6;
            a:='';
```

```
        cursor:=1;

    end;
    with q[4] do
        begin
            x:=52;
            y:=7;
            a:='';
            cursor:=1;
            adet:=0;
        end;
    with q[5] do
        begin
            x:=52;
            y:=8;
            a:='';
            cursor:=1;
            adet:=0;
        end;
    yazdir(' ~ÇIKIŞ ',colhig,51,9);
    durum:=true;
end;

procedure go;
begin
    if em=6 then begin high(7,51,9);off;end
    else
        gotoxy((q[em].x-1)+q[em].cursor,q[em].y);
    end;

procedure hata_ara;
var
    yer,say:integer;
begin
    yer:= pos(' ',q[em-1].a);
    if yer =0 then else
        for say:= yer to 7 do
            begin
                if q[em-1].a[say]<>#32 then begin em:=em-
                    1;q[em].a:='';go;exit;end; end;
                delete(q[em-1].a,yer,8-yer);
            end;

procedure ofset;
var
    lop:integer;
    cp:^char;
begin
    with q[em-1] do
        begin
            konum:=((y-1)*80+(x-1))*2;
```

```
end;
for lop:=1 to 7 do
begin
cp:=ptr($b800,konum);
q[em-1].a:=q[em-1].a+cp^;
inc(konum,2);
end;
hata_ara;
end;
```

```
procedure yaz;
begin
q[em].cursor:=q[em].cursor+1;
if q[em].cursor>8 then q[em].cursor:=8
else
begin
write(c);
end;
end;
procedure sol;
begin
with q[em] do
begin
if em=6 then else begin
cursor:=cursor-1;if cursor<=1 then cursor:=1;
go;
end;
end;
end;
end;
procedure sag;
begin
with q[em] do
begin
if em=6 then else begin
cursor:=cursor+1;if cursor>=8 then cursor:=8;
go;
end;
end;
end;
end;
procedure asagi;
begin
em:=em+1;
case em of
1..6:begin go;offset;end;
7..8:em:=6;
end;
end;
end;
procedure yukari;
begin
em:=em-1;if em=5 then low(7,51,9);
if em<=1 then em:=1;
```

```
go;
q[em].a:='';
end;

procedure del;
begin
  q[em].cursor:=q[em].cursor-1;
  if q[em].cursor < 1 then q[em].cursor:=1
  else
    write(^h,' ',^h);
  end;
procedure ozel;
begin
  c:=readkey;
  case c of
    #80:asagi;
    #72:yukari;
    #77:sag;
    #75:sol;
  end;
end;

procedure read;

begin
  c:=readkey;
  case c of
    #48..#57,#32,#46:yaz;
    #8:del;
    #0:ozel;
    #13:begin asagi;delay(500);end;
  end;
end;

begin
  giris;
  durum:=false;
end.
```

Ağırlık verileri ana girişi

```
unit agirlik;
interface
  procedure agirlik_oku;
  implementation

uses crt,winedit,agiredit,color;
  procedure agirlik_oku;
  begin
    savew(16,2,65,10); window(17,3,64,9);clrscr;
    window(1,1,80,25); highvideo;
    gotoxy(20,2);write(' A Ğ I R L I K L A R
    ');lowvideo; gotoxy(18,4);write('Kaldırma Yüğü
    (Kp) : ');
    gotoxy(18,5);write('Araba Ağırlığı (Kp)
: ');
    gotoxy(18,6);write('Servis Plat. Ağırlığı (Kp/cm)
: ');
    gotoxy(18,7);write('Elektirik Tesisat Ağırlığı
    (Kp) : '); gotoxy(18,8);write('Yürüyüş Takımının
    Ağırlığı (Kp) : ');
    if durum =false then giris
    else begin
      gotoxy(52,4);write(q[1].a);
      gotoxy(52,5);write(q[2].a);
      gotoxy(52,6);write(q[3].a);
      gotoxy(52,7);write(q[4].a);
      gotoxy(52,8);write(q[5].a);
      yazdir(' ~ÇIKIŞ ',colhig,51,9)
    end;
    giris;
    em:=1;
    go;
    repeat
      read;
    until (c=#13) and (em=6);
    resw(16,2,65,10);
    end;

  begin
  end.
```

Boyut verileri girişi

```
unit boyedit;
interface
uses crt,main,color;

type
rim1 =record
    uzun1:byte;
    a1:string[7];
    x1,y1,cursor1,adet1:integer;
end;

const
    max1=5;
var
    q1:array[1..max1] of rim1;
    em1:integer;
    c1:char;
    konum1:word;
    durum1:boolean;

procedure giris1;
procedure gol;
procedure read1;

implementation
uses winedit,tablo7;
procedure giris1;
begin
    with q1[1] do
        begin
            x1:=52;
            y1:=4;
            a1:='';
            cursor1:=1;
            adet1:=0;
        end;
    with q1[2] do
        begin
            x1:=52;
            y1:=5;
            a1:='';
            cursor1:=1;
            adet1:=0;
        end;
    with q1[3] do
        begin
            x1:=52;
            y1:=6;
            a1:='';
            cursor1:=1;
```

```
        adet1:=0;
    end;
    with q1[4] do
    begin
        x1:=52;
        y1:=7;
        a1:='';
        cursor1:=1;
        adet1:=0;
    end;
    with q1[5] do
    begin
        x1:=52;
        y1:=8;
        a1:='';
        cursor1:=1;
        adet1:=0;
    end;
    yazdir(' ~ÇIKIŞ ',colhig,51,9);
    durum1:=true;
    end;
    procedure hesaplama(var bas_acik:real; acik:real);
    var l0,l1,l2,l3,l4:real;
    begin
        l0:=((acik-15)*(acik-20)*(acik-25)*(acik-30))/15000; l1:=((acik-10)*(acik-20)*(acik-25)*(acik-30))/-3750; l2:=((acik-10)*(acik-15)*(acik-25)*(acik-30))/2500; l3:=((acik-10)*(acik-15)*(acik-20)*(acik-30))/-3750; l4:=((acik-10)*(acik-15)*(acik-20)*(acik-25))/15000;
        bas_acik:=(l0*2.5+l1*2.6+l2*2.8+l3*3.3+l4*4)*100;
    end;

    procedure gol;
    begin
        if em1=6 then begin high(7,51,9);off;end
        else
            gotoxy((q1[em1].x1-1)+q1[em1].cursor1,q1[em1].y1);
        end;

    procedure baslik_acikligi;
    var i:integer;
        kopru_acikligi,bas_acikligi,r:real;
    begin
        if (q1[1].a1='') or (q1[1].a1=' ' then
begin
            savew(50,15,75,17);
            gotoxy(51,16);write(' Köprü AÇIKLIĞINI Girin
');off;
```

```
delay(1000);
resw(50,15,75,17);
end
else
begin
val(q1[1].a1,kopru_acikligi,i);
kopru_acikligi:=kopru_acikligi/100;{cm reyi m
reya ceviriyoruz}
hesaplama( bas_acikligi,kopru_acikligi);
oyun;
delete(q1[3].a1,1,1);
gotoxy(52,6);write(bas_acikligi:3:1);
q1[3].a1:='';
if em1=6 then low(7,51,9);
em1:=1;
gotoxy((q1[em1].x1-
1)+q1[em1].cursor1,q1[em1].y1);
q1[1].a1:='';q1[2].a1:='';q1[3].a1:='';q1[4].
a1:='';
q1[5].a1:='';
end;
end;
```

```
procedure hata_aral;
var
yer,say:integer;
begin
yer:= pos(' ',q1[em1-1].a1);
if yer =0 then else
for say:= yer to 7 do
begin
if q1[em1-1].a1[say]<>#32 then begin em1:=em1-
1;q1[em1].a1:='';gol;exit;end;
end;
delete(q1[em1-1].a1,yer,8-yer); {stringin
bosluklarını silerek val degeri için hazırlar}
end;
```

```
procedure ofset1;
var
lop:integer;
cp:^char;
begin
with q1[em1-1] do
begin
konum1:=((y1-1)*80+(x1-1))*2;
end;
for lop:=1 to 7 do
begin
```

```
cp:=ptr($b800,konum1);
q1[em1-1].a1:=q1[em1-1].a1+cp^;
inc(konum1,2);
end;
hata_aral;

end;
```

```
procedure yaz1;
begin
  q1[em1].cursor1:=q1[em1].cursor1+1;
  if q1[em1].cursor1>8 then q1[em1].cursor1:=8
  else
    begin
      write(c1);
    end;
  end;
procedure sol1;
begin
  with q1[em1] do
    begin
      if em1=6 then else begin
        cursor1:=cursor1-1;if cursor1<=1 then
cursor1:=1;
        go1;
        end;
        end;
      end;
    end;
  procedure sag1;
  begin
    with q1[em1] do
      begin
        if em1=6 then else begin
          cursor1:=cursor1+1;if cursor1>=8 then
cursor1:=8;
          go1;
          end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  procedure asag1;
  begin
    em1:=em1+1;
    case em1 of
      1..6:begin go1;offset1;end;
      7..8:em1:=6;
    end;
  end;
  procedure yukari1;
  begin
    em1:=em1-1;if em1=5 then low(7,51,9);
    if em1<=1 then em1:=1;
```

```
    go1;
    q1[em1].a1:='';
    end;

procedure dell;
begin
    q1[em1].cursor1:=q1[em1].cursor1-1;
    if q1[em1].cursor1 <1 then q1[em1].cursor1:=1
    else
        write('^h,' ',^h);
    end;
procedure ozell;
begin
    c1:=readkey;
    case c1 of
        #80:asagi1;
        #72:yukari1;
        #77:sagi1;
        #75:soli1;
        #48:baslik_acikligi;
    end;
end;

procedure read1;

begin
    c1:=readkey;
    case c1 of
        #48..#57,#32,#46:yazi1;
        #8:dell;
        #0:ozell;
        #13:begin asagi1;delay(500);end;
    end;
end;

begin
    durum1:=false;
    giris1;
end.
```

Boyut Verileri Girişi

```
unit boyut;
interface
  procedure boyut_oku;
  implementation

uses crt,winedit,boyedit,color,tablo7;
  procedure boyut_oku;
  begin
    savew(16,2,65,10); window(17,3,64,9);clrscr;
    window(1,1,80,25); gotoxy(20,2);write(' B O Y U T L A
R '); gotoxy(18,4);write('Köprü açıklığı (cm)
: ');
    gotoxy(18,5);write('Araba Tekerlek Aks Açıklığı (cm):
'); yazdir('~Başlık Eksen Açıklığı (cm)      :
',colhig,18,6);
    gotoxy(18,7);write('Araba Eksen Açıklığı (cm)      :
');
    gotoxy(18,8);write('Tekerlek Çapı (cm)      :
');
    if durum1=false then giris1
    else begin
      gotoxy(52,4);write(q1[1].a1);
      gotoxy(52,5);write(q1[2].a1);
      gotoxy(52,6);write(q1[3].a1);
      gotoxy(52,7);write(q1[4].a1);
      gotoxy(52,8);write(q1[5].a1);
      yazdir('~ÇIKIŞ ',colhig,51,9)
    end;
    giris1;
    em1:=1;
    uyari1;{tablo7 den çağırır}
    gol;
    repeat
      read1;
    until (c1=#13) and (em1=6);
    uyari2;{tablo7 den çağırır}
    resw(16,2,65,10);
  end;
begin
end.
```

```
unit degerata;
interface
type
  main = record

    Kaldirma_yuku:real;
    Araba_agirligi:real;
    Se_platformu_agirligi:real;
    Elektirik_tesis_agirligi:real;
    Yuruyus_tak_agirligi:real;

    Kopru_acikligi:real;
    Araba_tek_aks_acikligi:real;
    Baslik_ksen_acikligi:real;
    Araba_ksen_acikligi:real;
    Tekerlek_capi:real;

    Sinir_yanasma_degeri:real;
    Yukseltme_katsayisi:real;
    Titresim_katsayisi:real;
    Malzeme_kopma_mukavemeti:real;
    Sehim_orani:real;

    Centik_gurubu:integer;
    Vinc_grubu:integer;

    Baslik_tipi : record
      A:real;
      B:real;
      C:real;
      D:real;
      E:real;
    end;

  end;
var
  All:main;

procedure deger_ata;
implementation
uses
  Agiredit, Boyedit, Digedit, Tablo10, tablo9, tablo8;

procedure sifirla;
begin
  with All do begin
    Kaldirma_yuku:=0;
    Araba_agirligi:=0;
    Se_platformu_agirligi:=0;
    Elektirik_tesis_agirligi:=0;
    Yuruyus_tak_agirligi:=0;
```

```
Kopru_acikligi:=0;
Araba_tek_aks_acikligi:=0;
Baslik_eksen_acikligi:=0;
Araba_eksen_acikligi:=0;
Tekerlek_capi:=0;

Sinir_yanasma_degeri:=0;
Yukseltme_katsayisi:=0;
Titresim_katsayisi:=0;
Malzeme_kopma_mukavemeti:=0;
Sehim_orani:=0;

Centik_gurubu:=0;
Vinc_grubu:=0;

end;

with All.Baslik_tipi do
begin
    A:=0;
    B:=0;
    C:=0;
    D:=0;
    E:=0;
end;

end;

procedure deger_ata;
var code:integer;
begin
    val(q[1].a,All.Kaldirma_yuku,code);
    val(q[2].a,All.Araba_agirligi,code);
    val(q[3].a,All.Se_platformu_agirligi,code);
    val(q[4].a,All.Elektirik_tesis_agirligi,code);
    val(q[5].a,All.Yuruyus_tak_agirligi,code);

    val(q1[1].a1,All.Kopru_acikligi,code);
    val(q1[2].a1,All.Araba_tek_aks_acikligi,code);
    val(q1[3].a1,All.Baslik_eksen_acikligi,code);
    val(q1[4].a1,All.Araba_eksen_acikligi,code);
    val(q1[5].a1,All.Tekerlek_capi,code);

    val(q2[1].a2,All.Sinir_yanasma_degeri,code);
    val(q2[2].a2,All.Yukseltme_katsayisi,code);
    val(q2[3].a2,All.Titresim_katsayisi,code);
    val(q2[4].a2,All.Malzeme_kopma_mukavemeti,code);
    val(q2[5].a2,All.Sehim_orani,code);

    All.Centik_gurubu:=centik_sinifi;
    All.Vinc_grubu:=vinc_sinifi;
```

```
val( uprofil[1,upro],All.Baslik_tipi.A ,code);  
val( uprofil[2,upro],All.Baslik_tipi.B ,code);  
val( uprofil[3,upro],All.Baslik_tipi.C ,code);  
val( uprofil[4,upro],All.Baslik_tipi.D ,code);  
val( uprofil[5,upro],All.Baslik_tipi.E ,code);  
  
end;  
  
begin  
sifirla;  
end.
```



Veri girişi

```
unit digedit;  
interface  
uses crt,main,color;  
  
type  
rim2 =record  
    uzun2:byte;  
    a2:string[7];  
    x2,y2,cursor2,adet2:integer;  
end;
```

```
const  
    max2=5;  
var  
    q2:array[1..max2] of rim2;  
    em2:integer;  
    c2:char;  
    konum2:word;  
    durum2:boolean;
```

```
procedure giris2;  
procedure go2;  
procedure read2;
```

```
implementation  
uses
```

```
winedit,tablo8,tablo9,tablo10,tablo11,tablo12;
```

```
procedure giris2;
```

```
begin  
    with q2[1] do  
        begin  
            x2:=52;  
            y2:=7;  
            a2:='';  
            cursor2:=1;  
            adet2:=0;
```

```
        end;  
    with q2[2] do  
        begin  
            x2:=52;  
            y2:=8;  
            a2:='';  
            cursor2:=1;  
            adet2:=0;
```

```
        end;  
    with q2[3] do  
        begin  
            x2:=52;  
            y2:=9;  
            a2:='';
```

```
        cursor2:=1;
        adet2:=0;
    end;
    with q2[4] do
    begin
        x2:=52;
        y2:=10;
        a2:='';
        cursor2:=1;
        adet2:=0;
    end;
    with q2[5] do
    begin
        x2:=52;
        y2:=11;
        a2:='';
        cursor2:=1;
        adet2:=0;
    end;

    yazdir(' ~ÇIKIŞ ',colhig,51,12);
    durum2:=true;
    end;

    procedure go2;
    begin
        if em2=6 then begin high(7,51,12);off;end
        else
            gotoxy((q2[em2].x2-
1)+q2[em2].cursor2,q2[em2].y2);
        end;

    procedure hata_ara2;
    var
        yer,say:integer;
    begin
        yer:= pos(' ',q2[em2-1].a2);
        if yer =0 then else
            for say:= yer to 7 do
            begin
                if q2[em2-1].a2[say]<>#32 then begin
em2:=em2-1;q2[em2].a2:='';go2;exit;end;
                end;
                delete(q2[em2-1].a2,yer,8-yer); {stringin
bosluklarını silerek val degeri için
hazırlar} end;
```

```
procedure ofset2; {ekran üzerinden string okur}
var
  lop:integer;
  cp:^char;
begin
  with q2[em2-1] do
    begin
      konum2:=((y2-1)*80+(x2-1))*2;
    end;
    for lop:=1 to 7 do
      begin
        cp:=ptr($b800,konum2);
        q2[em2-1].a2:=q2[em2-1].a2+cp^;
        inc(konum2,2);
      end;
    hata_ara2;
  end;

procedure yaz2;
begin
  q2[em2].cursor2:=q2[em2].cursor2+1;
  if q2[em2].cursor2>8 then q2[em2].cursor2:=8
  else
    begin
      write(c2);
    end;
  end;

procedure sol2;
begin
  with q2[em2] do
    begin
      if em2=6 then else begin
        cursor2:=cursor2-1;if cursor2<=1 then
cursor2:=1;
        go2;
      end;
    end;
  end;

procedure sag2;
begin
  with q2[em2] do
    begin
      if em2=6 then else begin
        cursor2:=cursor2+1;if cursor2>=8 then
cursor2:=8;
        go2;
      end;
    end;
  end;
end;
```

```
procedure asagi2;
begin
  em2:=em2+1;
  case em2 of
    1..6:begin uyari_goster1;go2;offset2;end;
    7..8:em2:=6;
  end;
end;

procedure yukari2;
begin
  em2:=em2-1;if em2=5 then low(7,51,12);
  uyari_goster2;
  if em2<=1 then em2:=1;
  go2;
  q2[em2].a2:='';
end;

procedure del2;
begin
  q2[em2].cursor2:=q2[em2].cursor2-1;
  if q2[em2].cursor2 <1 then q2[em2].cursor2:=1
  else
    write('^h',' ',^h);
  end;
end;

procedure ozel2;
begin
  c2:=readkey;
  case c2 of
    #80:asagi2;
    #72:yukari2;
    #77:sag2;
    #75:sol2;
    #48:U_profil_sec;
    #31:centik_sec;
    #47:vinc_sinifi_sec;
    #20:Titresim_sec;
    {#37:K}
  end;
end;
```

```
procedure read2;

begin
  c2:=readkey;
  case c2 of
    #48..#57,#32,#46:yaz2;
    #8:del2;
    #0:ozel2;
    #13:begin asagi2;delay(500);end;
```

-74-

```
end;  
end;
```

```
begin  
  giris2;  
  durum2:=false;  
end.
```



```
unit diger;
interface
  procedure diger_oku;
implementation

uses crt,winedit,digedit,color,main;
  procedure diger_oku;
  begin
    savew(16,2,65,13); window(17,3,64,12);clrscr;
    window(1,1,80,25); gotoxy(20,2);write(' D i Ğ E R   G
    i r i Ŗ L E R ');
    Yazdir('~Başlık Tipi           ->
',colhig,18,4);
    Yazdir('~Çentik ~Sınıfı         ->
',colhig,18,5);
    Yazdir('~Vinç Gurubu           ->
',colhig,18,6);
    gotoxy(18,7);write('Sınır Yanaşma Değeri (cm)      :
');
    gotoxy(18,8);write('Yükseltme Katsayısı          :
');
    yazdir('~Titresim Katsayısı      :
',colhig,18,9);
    gotoxy(18,10);write('Malzeme Kopma Mukavemeti
: ');
    gotoxy(18,11);write('Sehim Oranı
: ');

    if durum2=false then giris2
    else begin
      gotoxy(52,7);write(q2[1].a2);
      gotoxy(52,8);write(q2[2].a2);
      gotoxy(52,9);write(q2[3].a2);
      gotoxy(52,10);write(q2[4].a2);
      gotoxy(52,11);write(q2[5].a2);

      yazdir(' ~ÇIKIŖ ',colhig,51,12);
      end;
      giris2;
      em2:=1;
      go2;
      repeat
      read2;

      until (c2=#13) and (em2=6);
      resw(16,2,65,13);
      end;
      begin
      end.
```

```
unit moment;
interface
var M1,M2,M3,M4,M5:real;
    G1,G2,G3,G4,G5,Gv,Gcem,Gem:real;
    Gmax,Gmin:real;
    Tomax1,Tomax2,Tomax:real;
    Kappa,Fm,Fo:real;
procedure moment_hesabi;
implementation

uses
    winedit,sehim,degerata,tablo4,tablo2,crt,color,tablo7;
var gcem1,gcem2:real;
    sw:integer;
procedure moment_hesabi;
begin
    deger_ata;
    {momentler}
    M1:=(Qbir+All.Se_platformu_agirligi)*sqr(All.kopru_acikligi)/8;
    M2:=All.Araba_agirligi*sqr(2*All.Kopru_acikligi-All.Araba_tek_aks_acikligi)/(32*All.Kopru_acikligi);
    M3:=All.kaldirma_yuku*sqr(2*All.Kopru_acikligi-All.Araba_tek_aks_acikligi)/(32*All.Kopru_acikligi);
    M4:=0.075*All.Kopru_acikligi*((Qbir+All.Se_platformu_agirligi)*All.Kopru_acikligi+All.Araba_agirligi/2);
    M5:=0.05*All.Araba_tek_aks_acikligi*(All.kaldirma_yuku+All.Araba_agirligi);

    {gerilmeler}
    G1:=M1/Wx;
    G2:=M2/Wx;
    G3:=M3/Wx;
    G4:=M4/Wy;
    G5:=M5/Wy;

    {max ve min gerilmeler}

    Gmax:=All.yukseltme_katsayisi*(G1+G2+(All.titresim_katsayisi*G3)+G4+G5);
    Gmin:= G1+G2;

    {gerilme değişim katsayısı}
    Kappa:=Gmin/Gmax;

    {Alan hesabı}
```

Fm:=(U1+U2)*(R1+R2);Fo:=S2*h2;

{max kayma gerilmesi}

Tomax1:=(All.Titresim_katsayisi*All.kaldirma_y
uku+All.yukseltme_katsayisi*All.Araba_
agirligi)*U1/ (4*S2*Fm);

Tomax2:=(All.titresim_katsayisi*All.kaldirma_y
uku+All.yukseltme_katsayisi*All.Araba_
agirligi)/ (4*S2*h2);

Tomax:=Tomax1+Tomax2;

{bileşke gerilme}

Gv:=sqrt(sqrt(Gmax)+3*sqrt(Tomax));

{dinamik emniyet çekme gerilmesi}

gcem2:=((5*Malzeme_girilimi)/(3*0.75*All.Malze
me_kopma_mukavemeti));

gcem1:=1-(1-gcem2)*kappa;

Gcem:=5/3*(Malzeme_girilimi/gcem1);

if statik_emniyet=0 then

begin

renk(14);

savew(10,10,56,12);gotoxy(11,11);write('

Statik Emniyet Sayısını Tablolardan

Giriniz '); renk(4);gotoxy(13,10);write('

UYARI ');off;

repeat until keypressed;

delay(50);

resw(10,10,56,12);

renk(7);

exit;

end;

Val(tab2[statik_emniyet,3],gem,sw);

savew(15,5,65,21);window(16,6,64,20);clrscr;wi

ndow(1,1,80,25);

renk(15);gotoxy(27,5);write(' Moment Ve

Gerilim Hesabı ');oyun;

renk(4);gotoxy(18,6);write('-----

Momentler -----');

renk(14);gotoxy(18,7);write('M1 =

');renk(15);write(M1:10:2,' kp/cm');

renk(14);gotoxy(42,7);write('M2 =

');renk(15);write(M2:10:2,' kp/cm');

renk(14);gotoxy(18,8);write('M3 =

');renk(15);write(M3:10:2,' kp/cm');

renk(14);gotoxy(42,8);write('M4 =

');renk(15);write(M4:10:2,' kp/cm');

renk(14);gotoxy(18,9);write('M5 =

');renk(15);write(M5:10:2,' kp/cm');

```

renk(4);gotoxy(18,10);write('-----
Gerilmeler -----');
renk(14);gotoxy(18,11);write('σ1 =
');renk(15);write(G1:6:2,' kp/cm²');
renk(14);gotoxy(42,11);write('σ2 =
');renk(15);write(G2:6:2,' kp/cm²');
renk(14);gotoxy(18,12);write('σ3 =
');renk(15);write(G3:6:2,' kp/cm²');
renk(14);gotoxy(42,12);write('σ4 =
');renk(15);write(G4:6:2,' kp/cm²');
renk(14);gotoxy(18,13);write('σ5 =
');renk(15);write(G5:6:2,' kp/cm²');

renk(4);gotoxy(18,14);write('----- Max.ve
Min. Gerilmeler -----');
renk(14);gotoxy(18,15);write('σmax =
');renk(15);write(Gmax:8:2,' kp/cm²');
renk(14);gotoxy(42,15);write('σmin =
');renk(15);write(Gmin:8:2,' kp/cm²');
renk(14);gotoxy(18,16);write('τmax =
');renk(15);write(tomax:8:2,' kp/cm²');
renk(14);gotoxy(42,16);write('X =
');renk(15);write(kappa:8:2);
renk(4);gotoxy(18,17);write('-----
Statik,Dinamik Kontrol -----');
renk(14); off;
delay(100);
if Gv<Gem then begin gotoxy(18,18);write(' σv
< σem ');renk(15);
write(Gv:2:2,' <
',Gem:2:2);renk(10);write(' Emniyetli ');off;end

else begin renk(14);gotoxy(18,18);write('
σv > σem
');renk(15);write(Gv:2:2,' >
',Gem:2:2);

textcolor(lightred+blink);write(' Emniyetsiz
');off;end;
renk(14);
if Gv<Gcem then begin gotoxy(18,19);write(' σv
< σdem ');renk(15);
write(Gv:2:2,' <
',Gcem:2:2);renk(10);write(' Emniyetli ');off;end

else begin renk(14);gotoxy(18,19);write('
σv > σdem
');renk(15);write(Gv:2:2,' >
',Gcem:2:2);
textcolor(lightred+blink);write
(' Emniyetsiz ');off;end;

```

```
renk(14);gotoxy(18,20);write(' emn.σDz(-1) =  
' );renk(15);write(malzeme_gerilimi,' kp/cm2 ');  
renk(7);off;  
repeat  
until keypressed;  
delay(50);  
resw(15,5,65,21);  
  
end;  
begin  
end.
```

***** AGIRLIKLAR *****

Kaldırma Yüğü = 16000.00 kp
Araba Ağırlığı = 5300.00 kp
Servis Platformu Ağırlığı = 0.40 kp/cm
Elektirik Tesisatı Ağırlığı = 750.00 kp
Yürüyüş Takımının Ağırlığı = 1750.00 kp

***** BOYUTLAR *****

Köprü Açıklığı = 1700.00 cm
Araba Tekerlek Aks Açıklığı = 210.00 cm
Baslık eksen açıklığı = 300.00 cm
Araba eksen açıklığı = 180.00 cm
Tekerlek Çapı = 40.00 cm

***** DIĞER VERİLER *****

Sınır yanaşma değeri = 100.00 cm
Yükseltme Katsayısı = 1.00
Titreşim Katsayısı = 1.15
Çentik Grubu = K4
Vinç Grubu = B3
Sehim Oranı = 1000.00
Malzeme Kopma Mukavemeti = 3700.00 kp/cm² St37

***** BAŞLIK VERİLERİ *****

H = 260.00 cm
Fb = 48.30 cm²
q = 37.90 kp/m
Wx = 371.00 cm².cm²
Wy = 47.70 cm².cm²

**** HESAPLAMALAR ***** SEHİME UYGUNLUĞU *****

Verilen Sistemin Jx0 = 226125.91 cm².cm² dir.
Seçilen Standart K09 Kirişin Değerleri :
B = 49.00 cm
h = 99.00 cm
S1 = 0.80 cm
S2 = 0.80 cm
Ry = 4.00 cm

X Eksenine Göre Jx = 365610.00 cm².cm² dir.
Y Eksenine Göre Jy = 92910.09 cm².cm² dir.
X Eksenine Göre Wx = 6819.79 cm².cm² dir.
Y Eksenine Göre Wy = 3596.23 cm².cm² dir.

Birim Ağırlığı = 2.08 kg/cm
Toplam Ağırlığı = 7058.97 kg

Jx > Jx0 Oldugundan Kiriş Sehime Uygundur
365610.00 > 226125.91

**** HESAPLAMALAR ***** KIRIŞIN GERİLME KONTROLU ****

**** MOMENTLER ****

M1 = 894515.39 kp.cm
M2 = 991421.51 kp.cm
M3 = 2992970.59 kp.cm
M4 = 874584.24 kp.cm
M5 = 223650.00 kp.cm

**** GERİLMELER ****

$\sigma_1 = 131.16 \text{ kp/cm}^2$
 $\sigma_2 = 145.37 \text{ kp/cm}^2$
 $\sigma_3 = 438.87 \text{ kp/cm}^2$
 $\sigma_4 = 243.20 \text{ kp/cm}^2$
 $\sigma_5 = 62.19 \text{ kp/cm}^2$

$\sigma_{\max} = 1086.62 \text{ kp/cm}^2$
 $\sigma_{\min} = 276.54 \text{ kp/cm}^2$
 $\tau_{\max} = 109.57 \text{ kp/cm}^2$
 $X = 0.25 \text{ kp/cm}^2$
 $em.\sigma_{Dz}(-) = 764 \text{ kp/cm}^2$

**** BİLEŞİK GERİLME ****

$\sigma_v = 1103.07 \text{ kp/cm}^2$

**** STATİK GERİLME EMNİYET DEĞERİ ****

$\sigma_{em} = 1600.00 \text{ kp/cm}^2$
 $\sigma_v < \sigma_{em}$ Oldugundan Emniyetli
 $1103.07 < 1600.00$

**** DİNAMİK GERİLME EMNİYET DEĞERİ ****

$\sigma_{dem} = 1476.70 \text{ kp/cm}^2$
 $\sigma_v < \sigma_{dem}$ Oldugundan Emniyetli
 $1103.07 < 1476.70$

**** HESAPLAMALAR **** YAN KIRIŞ BURUŞMA HESABI ****

**** İDEAL FLAMBAJ GERİLMESİ ****

$$\begin{aligned}\alpha &= 2.42 \\ \sigma_e &= 124.00 \text{ kp/cm}^2 \\ k &= 23.90 \\ \sigma_{kr} &= 2963.51 \text{ kp/cm}^2\end{aligned}$$

**** İDEAL FLAMBAJ KAYMA GERİLMESİ ****

$$\begin{aligned}k &= 6.02 \\ \tau_{kr} &= 746.53 \text{ kp/cm}^2\end{aligned}$$

**** İDEAL FLAMBAJ MUKAYESE GERİLMESİ ****

$$\sigma_{vkr} = 2792.93 \text{ kp/cm}^2$$

**** AZALTILMIŞ MUKAYESE GERİLMESİ ****

$$\sigma_{vk} = 2209.00 \text{ kp/cm}^2$$

**** YAN LEVHA BURUŞMA EMNİYET KATSAYISI ****

$$\begin{aligned}\text{Perde Genişliği} &= 240 \text{ cm} \text{ Olarak} \\ V_b &= 2.00 \\ V_{bmin} &= 1.35 \\ V_b > V_{bmin} &\text{ Olduğundan Emniyetli} \\ 2.00 > 1.35\end{aligned}$$

**** HESAPLAMALAR ***** ÜST KİRİŞ BURUŞMA HESABI ****

**** İDEAL FLAMBAJ GERİLMESİ ****

$$\begin{aligned}\alpha &= 4.90 \\ \sigma_e &= 506.16 \text{ kp/cm}^2 \\ k &= 3.82 \\ \sigma_{kr} &= 1932.60 \text{ kp/cm}^2\end{aligned}$$

**** İDEAL FLAMBAJ KAYMA GERİLMESİ ****

$$\begin{aligned}k &= 5.51 \\ \tau_{kr} &= 2787.28 \text{ kp/cm}^2\end{aligned}$$

**** İDEAL FLAMBAJ MUKAYESE GERİLMESİ ****

$$\sigma_{vkr} = 1952.36 \text{ kp/cm}^2$$

**** AZALTILMIŞ MUKAYESE GERİLMESİ ****

$$\sigma_{vk} = 1983.00 \text{ kp/cm}^2$$

**** ÜST LEVHA BURUŞMA EMNİYET KATSAYISI ****

$$\begin{aligned}\text{Perde Genişliği} &= 240 \text{ cm} \text{ Olarak} \\ V_b &= 1.80 \\ V_{bmin} &= 1.71 \\ V_b > V_{bmin} &\text{ Oldugundan Emniyetli} \\ 1.80 &> 1.71\end{aligned}$$

**** HESAPLAMALAR ***** BAŞ KIRIŞ HESABI *****

**** TEKERLEK YÜLKERİ ****

Rmax = 9365.74 kp
Rmin = 1284.26 kp
Rk = 2548.92 kp
Rtmax = 13319.52 kp
Rtmin = 4025.83 kp
Rx = 10221.62 kp
H = 1022.16 kp

**** MOMENTLER ****

Mx = 799171.06 kp.cm
My = 61329.72 kp.cm

**** GERİLMELER ****

Gmax = 1159.70 kp/cm²
τmax = 275.77 kp/cm²
Gvb = 1254.22 kp/cm²

**** STATİK GERİLME EMNİYET DEĞERİ ****

σvb < σem Olduğundan Emniyetli
1254.22 < 1600.00

**** DİNAMİK GERİLME EMNİYET DEĞERİ ****

σvb < σdem Olduğundan Emniyetli
1254.22 < 1476.70

KAYNAKLAR

- 1) DIN 4114, DIN 15018
- 2) SURER, Faruk ; " Kaldırma ve İletme Makinaları ",Cilt 2
İstanbul 1980
- 3) SURER, Faruk ; " Kaldırma ve İletme Makinaları ",Cilt 3
İstanbul 1981
- 4) SURER, Faruk ; " Vinçler için Hesaplama Kuralları FEM "
1976
- 5) AKIŞVERİŞÇİ, Mustafa; ARF Dünder; " Vinç Kutu Kirişlerinin
Standartlara Göre Hesaplanmasının Pprogramlanması "
- 6) Turbo Pascal 5.5 Complete Referance; MacGrow Hill
1989