

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Köprü Tipi bir İzg. Sıst. Bur. Teo. İle
Ağı, Ort. Mom. Tes. Yüz. Elde Edil.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kaan Ok

1993

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Kot	: R 150 234
Alındığı Yer	: Y.T.Ü
Tarih	: 28.8.1995
Fatura	: -
Fiyatı	: 25.000 TL.
Ayniyat No	: 1-16
Kayıt No	: 51534
UDC	:
Ek	:

Y. T. Ü.

KÜTÜPHANE DOK. DAİ. BAŞKANLIĞI

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSÜ

KÖPRÜ TİPLİ BİR IZGARA SİSTEMİNDE
BURULMA TEORİSİ İLE AÇIKLIK ORTASI
MOMENT TESİR YÜZEYLERİNİN ELDE
EDİLMESİ.



YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş.Müh.KAAN OK

İSTANBUL 1991

İÇİNDEKİLER

Özet

Summary

1. Giriş
- 2.1 Yöntemdeki ana unsurlar.
- 2.2 İncelemede uygulanan ön koşullar.
3. St.Venant burulması.
4. Kesit çarpılması.
5. Normal gerilmeler.
6. Çarpılma burulması.
7. Bimomentin bulunuşu.
8. Çarpılma gerilmeleri.
9. Burulma diferansiyel denklemi.
10. Eksenel yüklerin ana kirişlere paylaştırılması.
11. Çarpılma normal gerilmelerinin oluşturduğu fiktif eğilme momentleri.
12. Fiktif momentleri oluşturan ikinci adımdaki dağıtılmış yüklerin bulunuşu.
13. Boyuna yönde gezici tekil yük durumunda burulma momenti etkisi.
14. Courbon metodu.
15. Birim yük birinci kiriş açıklık ortasındayken kirişlere gelen yük dağılımı ve Courbon metodu mukayesesi.
16. Birim yük kirişlerin üzerinde gezinirken kirişlere gelen yük dağılımı ve tabloları.
17. Dokuz ana kirişli sistemde birim yükün gezinmesi halinde yük dağılımı ve Courbon metodu mukayesesi.
18. Referans noktalarına gelen kuvvet ve momentlerin bulunması ve tablolaştırılması.
19. Referans noktaları için moment tesir yüzeylerin gösterilmesi.
20. Sonuç
- Literatür

ÖZET

Uygulamada karşılaşılan köprülerin büyük bir kısmı boyuna ve enine yönde-ki kirişler ve taşıyıcı plak tarafından oluşturulan bir "ızgara sistem" şeklindedir. Pratikte ızgara sistemi oluşturan, ana kiriş ve enleme kirişleri birbirinden ayırarak bağımsız çubuk sistem olarak ele alınmaktadır. Bu yöntemde öncelikle köprü yüklerinden, her kirişin ne kadar pay alacağını saptamak gerekir. Bu işleme "yük dağıtımı" adı verilir. "Burulma teorisi" sayesinde ızgara sistemin açıklık ortası moment tesir yüzeylerinin elde edilmesi gerçekleştirilir.

SUMMARY

Most of the bridges met at practice are designed as grid formed by vertical and horizontal beams and slabs. Main and secondary members contributing to grid can be disintegrated to obtain a full view. With the load distribution method the amount of load each beam is subjected to should be determined. With the aid of torsion theory, contribution factors for midspan grid formed is obtained.

2.1 Yöntemdeki ana unsurlar:

- 1)Yüksek rijitlikteki enlem kırıklarının etkisiyle köprü enkesitinde defereasyon olmadığı varsayılmaktadır.
- 2)Köprü enkesitinde bir tekil yük ana kırıklara etelete momentleriyle orantılı olarak paylaştırılır.
- 3)Eksenrik bir tekil yük, eksenel yük artı burulma momentine dönüşür.
- 4)Burulma momenti burulma teorisine göre köprü kesitinde ve dolayısıyla köprü kesitinin periferi olan ana kırıklar ve normal veritillerle oluşturulur.
- 5)Bu veritillerin, sistemde soyutlanan ana kırıklara etelete momentlerinden aldığı var sayılarak, bu "fiktif etelete momentleri" bulunur.
- 6)Fiktif etelete momentlerinde ana kırıklara "fiktif etelete yükleri" olduğu varsayılmaktadır.
- 7)Yine bu fiktif yükler eksenel yüklerden gelen paylarla etkileşim içinde, yük dağılımı, yavaş rijit enlemlerin veritilleri ile oluşturulur.

I.GİRİŞ

Köprü statüğünde genel eğilim, taşıyıcı ızgara sistemi ana kiriş ve enleme kirişlere ayıştırmak ve bu elemanları ayrı ayrı incelemektir. Burada ana soru ise köprü yüklerinin, ayıştırılan elemanlara nasıl paylaştırılacağıdır. Bu incelemede ana fikri WAGNER tarafından belirtilen ve burulma teorisine dayanan pratik bir yük dağıtma yöntemi gerçekleştirilecektir. Ayrıca sonsuz rijitlikteki enleme kirişlerin varlığında geçerli olan COURBON yöntemi ile karşılaştırma yapılacaktır. Burulma teorisilede ızgara sistemin açıklık ortası moment tesir yüzeylerinin elde edilmesi gerçekleştirilir.

2.1 Yöntemdeki ana unsurlar:

- 1)Yüksek rijitlikteki enleme kirişlerin katkısıyla köprü enkesitinde defarmasyon olmadığı varsayılmaktadır.
- 2)Köprü enkesitinde bir tekil yük ana kirişlere atalet momentleriyle orantılı olarak paylaştırılır.
- 3)Ekzantrik bir tekil yük,eksenel yük artı burulma momentine dönüştürülür.
- 4)Burulma momenti çarpılma teorisine göre köprü kesitinde ve dolayısıyla köprü kesitinin parçaları olan ana kirişlerde normal gerilmeler oluşturulur.
- 5)Bu gerilmelerin ,sistemden soyutlanan ana kirişlere eğilme momentlerinden geldiği var sayılarak,bu "fiktif eğilme momentleri"bulunur.
- 6)Fiktif eğilme momentlerininde ana kirişlere "fiktif düşey yüklerden" geldiği varsayılmaktadır.
- 7)İşte bu fiktif yükler eksenel yüklerden gelen paylarla süperpoze edildiğinde,yük dağıtımı,sonsuz rijit enlemlerin varlığında tamamlanmış olmaktadır.

2.2 İncelemede uygulanan ön koşullar:

- 1) Kesitler ince cidarlı ve açık.
- 2) Sistem boylama eksenini (x) doğrusal.
- 3) Enkesit deformasyonu yok.
- 4) Kesit ölçüleri boyuna yönde değişmiyor.
- 5) Kayma gerilmelerinden ileri gelen deformasyonlar dikkate alınmıyor.
- 6) Malzeme homojen ve izotrop.
- 7) Kesit simetrik.

3. St.Venant Burulması:

İki ucunda birbirine ters yönde burulma etkileri olan çubukta bu yüzden meydana gelebilecek boylama deplasmanlar herhangi bir nedenle engellenmezse oluşan burulma St.Venant burulmasıdır.

Sadece St.Venant burulmasına maruz bir çubuğun, her dx uzunluğu aynı ölçüde $d\varphi$ burulma dönmesi yapar, yani birim dönme açısı sabit kalır.

$$\Theta = \varphi' = \frac{d\varphi}{dx} = \text{sabit.}$$

φ :Burulma dönme açısı.

G :Kayma modülü.

φ' :Birim dönme açısı.

J_T :Burulma atalet momenti.

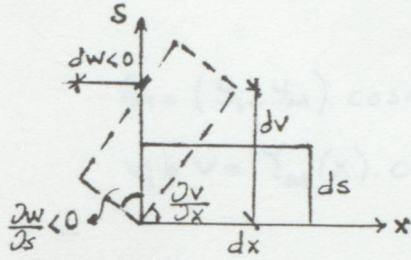
$$J_T \approx \frac{1}{3} \sum_i S_i \cdot t_i^3 \quad t \ll s \quad M_T = G \cdot J_T \cdot \varphi'$$

4. Kesit Çarpılması :

St.Venant burulmasına uğrayan çubuk kesitlerinde bu etki sonucu boylama yönde deplasmanlar oluşur. Kesit çarpılır. St.Venant burulmasında normal gerilmeler sıfır olduğundan çubuk boyunca boylama eksenine paralel alınan bir lif üstündeki bütün noktalar aynı miktarda çarpılır. Yani çarpılma sadece y ve z nin bir fonksiyonudur.

$$w = w(y, z) \quad w = w(s)$$

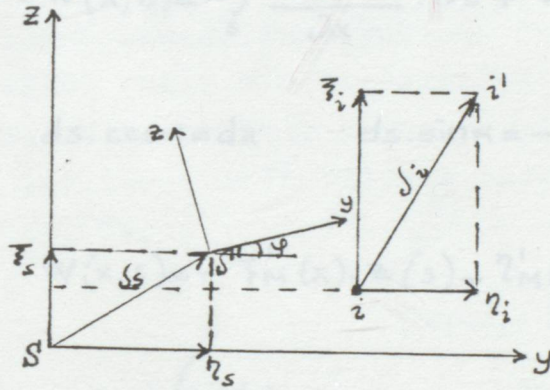
Herhangi bir $ds \cdot dx$ elemanı pozisyonunu değiştirir, ancak geometrik şeklini korur.



$$\frac{\partial w}{\partial s} + \frac{\partial v}{\partial x} = 0$$

v : teğetsel yöndeki deplasman.

Koordinat sisteminin merkezi olarak seçilen S noktasının deplasmanları ve dönmesi sonucu rastgele alınan bir i noktasının, ilk durumdeki koordinat eksenleri yönlerinde yaptığı deplasmanlar



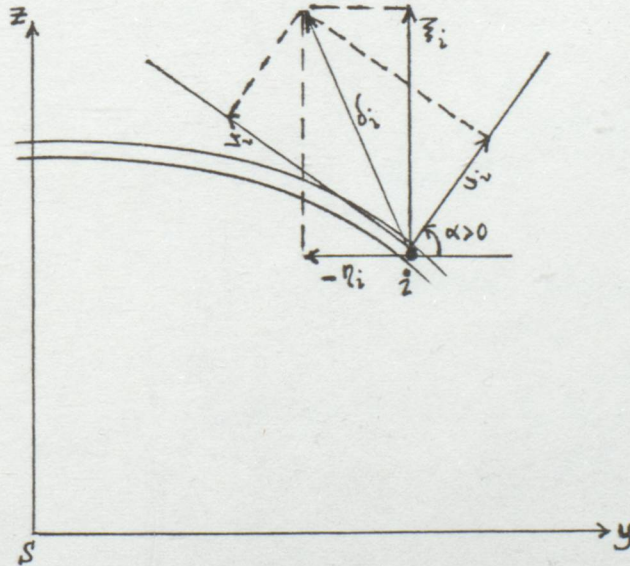
$$r_i = r_s - z_i \cdot \varphi_s$$

$$\zeta_i = \zeta_s + y_i \cdot \varphi_s$$

S yerine, aynı koordinat sisteminde herhangi bir M noktası için

$$r_i = r_M - (z_i - z_M) \cdot \varphi_M$$

$$\zeta_i = \zeta_M + (y_i - y_M) \cdot \varphi_M \quad (1)$$



$$V_i = \zeta_i \cos \alpha - \eta_i \sin \alpha \quad (2)$$

$$P_M = (y_i - y_M) \cos \alpha + (z_i - z_M) \sin \alpha$$

$$V_i = V = \zeta_M(x) \cos \alpha(s) - \eta_M(x) \sin \alpha(s) + y_M(x) \cdot P_M(s)$$

$$\frac{\partial W}{\partial s} + \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \quad \text{integrasyonu ile}$$

$$W(x, s) = - \int_s \frac{\partial V(x, s)}{\partial x} \cdot ds + \bar{\zeta}(x)$$

$$ds \cdot \cos \alpha = dz \quad ds \cdot \sin \alpha = -dy$$

$$W(x, s) = - \zeta'_M(x) \cdot z(s) - \eta'_M(x) \cdot y(s) - y'_M(x) \cdot \int_s P_M(s) \cdot ds + \bar{\zeta}(x)$$

$$W_M = \int_s P_M(s) \cdot ds \quad (\text{Asal çarpılma})$$

5. Normal Gerilmeler:

Boylama yönde birim boy değişimi

$$\epsilon_x = \frac{\partial w(x,s)}{\partial x}$$

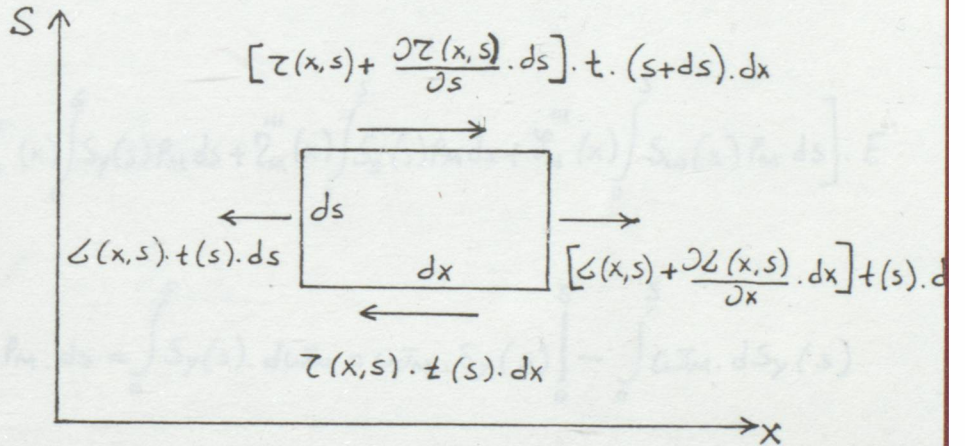
Hooke kanunundan

$$\sigma_x = E \cdot \epsilon_x$$

$$\sigma_x = E \cdot \left[-\xi_M''(x) \cdot z(s) - \eta_M''(x) \cdot y(s) - \psi_M''(x) \cdot \omega_M(s) + \xi'(x) \right] \quad (3)$$

6. Çarpılma Burulması:

Çubuğun mesnetlenme, yükleme durumu ve kesit geometrik özelliğine bağlı olarak çarpılma sonucu oluşan normal gerilmelerle birlikte kayma gerilmeleride oluşur. Bu kayma gerilmelerinin bileşke burulma momentinede Çarpılma Burulması denir.



$$\tau(x,s) = -\frac{1}{t(s)} \cdot \int_0^s \frac{\partial \sigma(x,s)}{\partial x} \cdot t(s) \cdot ds$$

x 'e göre türev alınırsa

$$\tau(x,s) = \frac{1}{t(s)} \cdot E \cdot \left[\xi_M'''(x) \int_0^s z(s) \cdot t(s) \cdot ds + \eta_M'''(x) \int_0^s y(s) \cdot t(s) \cdot ds + \psi_M'''(x) \int_0^s \omega_M(s) \cdot t(s) \cdot ds \right]$$

Boylama yönde kuvvet değişimi olmaması halinde

$$N = \int_F \angle x . dF \quad \frac{\partial N}{\partial x} = 0 \quad \text{şartından} \quad \xi''(x) = 0 \quad \text{olur.}$$

$$\int_0^s z(s) . t(s) . ds = S_y(s) \quad \int_0^s y(s) . t(s) . ds = S_z(s)$$

$$\int_0^s \omega_M(s) . t(s) . ds = S_\omega(s) \quad t(s) . ds = dF$$

fonksiyonel göstergeleriyle

$$\tau(x, s) = \frac{1}{t(s)} . E . \left[\xi_M'''(x) . S_y(s) - \eta_M'''(x) . S_z(s) + \psi_M'''(x) . S_\omega(s) \right]$$

$$\text{Garpılma Burulması} \quad M_z = \int_0^s \tau(x, s) . t(s) . \rho_M(s) . ds$$

$$M_z = \left[\xi_M'''(x) \int_0^s S_y(s) \rho_M ds + \eta_M'''(x) \int_0^s S_z(s) \rho_M ds + \psi_M'''(x) \int_0^s S_\omega(s) \rho_M ds \right] . E$$

$$\int_0^s S_y(s) . \rho_M . ds = \int_0^s S_y(s) . d\omega_M = \omega_M . S_y(s) \Big|_0^s - \int_0^s \omega_M . dS_y(s)$$

S_y : Ağırlık eksenli koordinat sistemi merkezi olduğundan sıfırdır.

11

$$\int_0^s S_y(s) \cdot P_M \cdot ds = - \int_0^s \omega_M \cdot z(s) \cdot dF = - \dot{J}_{y\omega_M}$$

$$- \int_0^s \omega_M \cdot y(x) \cdot dF = - \dot{J}_{z\omega_M}$$

$$- \int_0^s \omega_M^2 \cdot dF = - \dot{J}_{\omega_M \omega_M} \text{ (Çarpılma mukavemeti)}$$

$$M_Z = F \cdot \left[-\xi_M''' \cdot \dot{J}_{y\omega_M} - \eta_M''' \cdot \dot{J}_{z\omega_M} - \psi_M''' \cdot \dot{J}_{\omega_M \omega_M} \right]$$

M: Kayma merkezi olarak

$$\dot{J}_{y\omega_M} = 0 \quad \dot{J}_{z\omega_M} = 0$$

$$M_Z = -F \cdot \psi_M''' \cdot \dot{J}_{\omega_M \omega_M}$$

7. Bimoment:

Tamamen definitif bir değer olarak verilir.

$$M_{\omega} = \int_F \Delta x \cdot \omega \cdot dF$$

Δx için (3) konularak

$$M_{\omega} = E \cdot \xi'(x) \cdot \int_F \omega_M \cdot dF - E \cdot \xi_M''(x) \int_F z(s) \omega_M \cdot dF \\ - E \cdot \eta_M''(x) \cdot \int_F y(s) \cdot \omega_M \cdot dF - E \cdot \varphi_M''(x) \cdot \int_F \omega_M^2 \cdot dF$$

M noktasının yerinin ve çarpılma miktarlarının ait olduğu düzlemin uygun şekilde alınması ile normal kuvvet, eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri için olduğu gibi diferansiyel denklemler kısılar.

Çarpılma koordinatları ile ilgili şu integralleri sıfıra eşitleyebiliriz.

$$S_{\omega_M} = \int_F \omega_M \cdot dF = 0 \quad (4)$$

$$\int_F y \omega_M = \int_F z(s) \cdot \omega_M \cdot dF = 0 \quad (5) \quad \int_F z \omega_M = \int_F y(s) \cdot \omega_M \cdot dF = 0$$

ω_M 'leri M noktası henüz belli olmadığından ağırlık merkezine göre bulunmuş olan çarpılma koordinatlarından bulacağız.

$$M_w = -E \cdot \varphi_M''(x) \cdot \underbrace{\int_F \omega_M^2(s) \cdot dF}_{\dot{J}_{\omega_M \omega_M}}$$

$$M_w = -E \cdot \dot{J}_{\omega_M \omega_M} \cdot \varphi_M''(x)$$

8. Çarpılma Gerilmeleri:

(3) bağıntısında çarpılmadan ileri gelen kısmın

$$\Delta x = \Delta_{xw} = -E \cdot \varphi_M''(x) \cdot \omega_M(s)$$

olduğu görülür. Diğer bilinmeyenler eğilme momentleri ve normal kuvvetin gerilmeler cinsinden definitif değerleri olarak yazılırsa

$$N_x = \int_F \Delta_x \cdot dF \quad M_y = \int_F \Delta_x \cdot z \cdot dF \quad M_z = - \int_F \Delta_z \cdot y \cdot dF$$

asal eksenlere göre integrasyonla

$$\varphi_M'' = - \frac{M_y}{E \cdot \dot{J}_{yy}} \quad \varphi_M'' = \frac{M_z}{E \cdot \dot{J}_{zz}} \quad \xi' = \frac{N_x}{E \cdot F}$$

$$\varphi_M'' = \frac{M_w}{E \cdot \dot{J}_{\omega_M \omega_M}}$$

(3) de yerlerine konularak

$$\Delta_x = \frac{N}{F} + \frac{M_y}{\dot{J}_{yy}} \cdot z - \frac{M_z}{\dot{J}_{zz}} \cdot y + \frac{M_w}{\dot{J}_{\omega_M \omega_M}} \cdot \omega_M$$

$$\Delta_{xw} = \frac{M_w}{\dot{J}_{\omega_M \omega_M}} \cdot \omega_M$$

$$\omega_M = \int_0^s \rho_M \cdot ds + \omega_0$$

simetrik kesitlerde $\omega_0 = 0$

çarpılma mukavemeti $\dot{J}_{\omega\omega} = \int_A \omega_M^2 \cdot dA$

9. Burulma Diferansiyel Denklemi:

Toplam burulma momenti $M_{T\Sigma} = M_T + M_Z$

$$M_{T\Sigma} = -E \cdot \dot{J}_{\omega\omega} \omega_M \cdot \varphi_M''' + G \cdot \dot{J}_T \cdot \varphi_M'$$

Kesit burulma momenti çubuk boyunca değiştiğinde denge şartından

$$\frac{dM_{T\Sigma}}{dx} = -m_M(x)$$

$$m_M(x) = E \cdot \dot{J}_{\omega\omega} \omega_M \cdot \varphi_M^{IV} - G \cdot \dot{J}_T \cdot \varphi_M''$$

$$\Gamma(x) = \frac{m_M(x)}{E \cdot \dot{J}_{\omega\omega} \omega_M}$$

$$\varphi_M^{IV} - \frac{G \cdot \dot{J}_T}{E \cdot \dot{J}_{\omega\omega} \omega_M} \cdot \varphi_M'' = \Gamma(x)$$

homojen kısmın çözümü

$$k = \sqrt{\frac{G \cdot \dot{J}_T}{E \cdot \dot{J}_{\omega\omega} \omega_M}} \text{ ile}$$

$$\varphi_{Mh} = A \cdot \operatorname{ch} kx + B \cdot \operatorname{sh} kx + C + Dx$$

" İncelemede kullanılan yükler tekil yükler olduğundan, bu yüklerin ekzantrik durumlarından oluşan burulma momentleride tekil burulma momentleri şeklindedir. Bu durumda $M_{T\Sigma} = -E \cdot \dot{J}_{ww} \cdot y_M'' + G \cdot \dot{J}_T \cdot y_M'$ denkleminin sol tarafı sabit kalır.

Yeniden türev alınarak

$$-E \cdot \dot{J}_{ww} \cdot y_M^{IV} + G \cdot \dot{J}_T \cdot y_M'' = 0$$

Açıklık ortasında etki eden ekzantrik tekil yükten ileri gelen toplam dış burulma momenti

$$M_{TD} = F \cdot e \quad 0 \leq x \leq \frac{L}{2} \text{ için}$$

$$y_M = \frac{M_{TD}}{G \cdot \dot{J}_T} \cdot \left[\frac{x}{2} - \frac{\text{sh} \frac{kL}{2}}{k \text{sh} kL} \cdot \text{sh} kx \right]$$

$$y_M' = \frac{M_{TD}}{G \cdot \dot{J}_T} \cdot \left[\frac{1}{2} - \frac{\text{sh} \frac{kL}{2}}{\text{sh} kL} \cdot \text{ch} kx \right]$$

$$y_M'' = - \frac{M_{TD}}{G \cdot \dot{J}_T} \cdot \frac{\text{sh} \frac{kL}{2}}{\text{sh} kL} \cdot k \cdot \text{sh} kx$$

$$y_M''' = - \frac{M_{TD}}{G \cdot \dot{J}_T} \cdot \frac{\text{sh} \frac{kL}{2}}{\text{sh} kL} \cdot k^2 \cdot \text{ch} kx$$

10. Ekzantrik Olmayan (Eksenel) Yüklerin Ana Kirişlere Paylaştırılması:

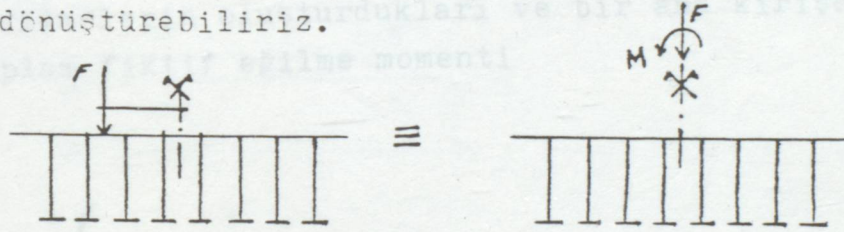
Enleme kirişlerin sonsuz rijit olmaları ve köprü sisteminde çok sayıda enlemenin bulunması durumunda eksenel yükler sehımlerin eşitliği sonucunda ana kiriş atalet momentleriyle orantılı olarak dağılır.

$$F_{j1} = F \cdot \frac{J_j}{\sum J_j}$$

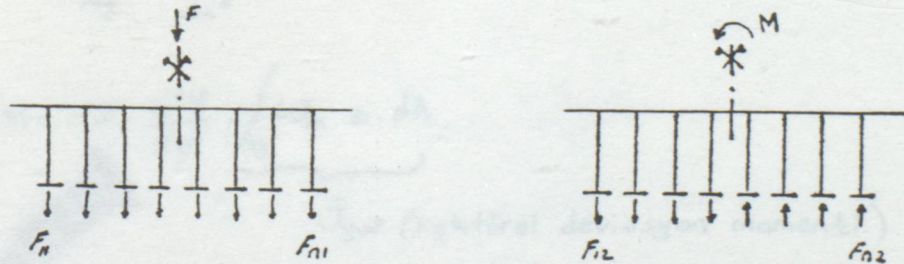
Ana kirişler eşit boyutlardaysa

$$\frac{J_j}{\sum J_j} = \frac{1}{n} \quad F_j = \frac{F}{n}$$

Eksenel olmayan bir tekil yüküde şekildeki gibi eksenel yük ve bir burulma momentine dönüştürebiliriz.



Yük dağıtımı eksenel yük ve burulma momenti için ayrı ayrı yapılacak ve sonuçlar süperpoze edilecektir. Burulma momentinin etkisiyle oluşan dağıtılmış ana kiriş yükleri için ise düşey denge koşuluna göre öncelikle $\sum F_{j2} = 0$ olmalıdır.



$$F_j = F_{j1} + F_{j2} \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

11. Çarpılma Normal Gerilmelerinin Oluşturduğu Fiktif Eğilme Momentleri:

Yük dağıtımında ekzantriklikten gelen yükleri bulabilmek için çarpılma normal gerilmelerinin her ana kirişte meydana getirdikleri fiktif eğilme momentlerinin bulunması gerekir. Fiktif momentleri sağlayan kiriş yükleride F_{j2} değerleridir. Asıl amaç gerilmelerin bulunması olduğundan gerilmeleri yaratan neden kesit çarpılması olmakla birlikte, aynı sonucu veren dağıtılmış ana kiriş yüklerinin bu gerilmeleri oluşturduğunun sonucuda değişmemektedir. Bu varsayımlarda yük dağıtımı için burulma teorisine dayanan bir yöntem elde edilmektedir.

Fiktif eğilme momentlerini kesit ağırlık merkezinde seçilmiş olan koordinat eksenlerine göre aldığımızda, gerilmelerin oluşturdukları ve bir ana kirişe gelen toplam fiktif eğilme momenti

$$\Delta M = \int_{A_j} \sigma_w \cdot z \cdot dA \text{ olur.}$$

$$\sigma_w = -E \cdot \omega_m \cdot \frac{d^2 y}{dx^2}$$

$$\Delta M = - \int_{A_j} E \cdot \frac{d^2 y}{dx^2} \cdot \omega_m \cdot z \cdot dA$$

$$\Delta M = -E \cdot \frac{d^2 y}{dx^2} \cdot \underbrace{\int_{A_j} \omega_m \cdot z \cdot dA}$$

J_{yw} (sektörel deviasyon momenti.)

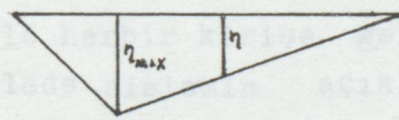
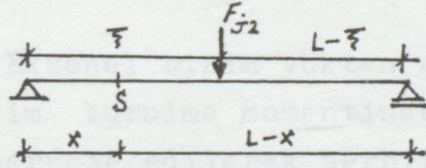
$$\Delta M = \frac{M_w}{J_{ww}} \cdot J_{yw}$$

12. Fiktif Momentleri Oluşturan İkinci Adımdaki Dağıtılmış Yüklerin Bulunuşu:

Bu yükler ekzantriklikten oluşan burulma momentinden ileri gelen kısımlardır.

Tesir çizgisi yöntemini kullanmakla, boyuna yöndeki yük pozisyonunun değişkenliğinin de incelersek ekzantrik yük dağılımının bir yandan yükün boyuna yöndeki yük pozisyonuna, diğer yandan da incelenen kesitin yerine bağlı olduğu anlaşılmaktadır.

Boyuna yöndeki ($\bar{x}$) ile gösterilen konumdaki birim tekil yükün ekzantrikliği (e) yüzünden oluşturduğu burulma momentinden çarpılma teorisi sonucu ileri gelen herhangi bir (x) kesitindeki fiktif eğilme momenti daha önce bulunmuştu bundan yararlanarak da ikinci adım yükleri olan F_{j2} değerleri bulunabilir.



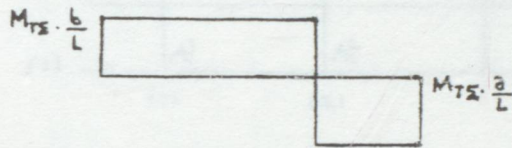
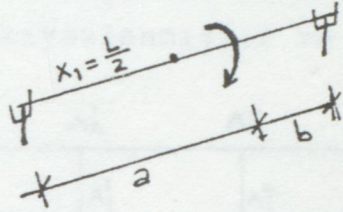
$M_{S\bar{x}}$ moment tesir çizgisi.

$\bar{x}$ uzaklığındaki F_{j2} kuvvetinden S (açıklık ortası) noktasında meydana gelen fiktif eğilme momenti $\Delta M = F_{j2} \cdot \bar{x}$ olarak bulunur.

$$x \leq \bar{x} \text{ için } \eta = \frac{L - \bar{x}}{L} \cdot x \quad \eta_{max} = \frac{x \cdot (L - x)}{L}$$

$$\text{Böylece } F_{j2} = \frac{\Delta M \cdot L}{(L - \bar{x}) \cdot x} \text{ olarak elde edilir.}$$

13. Boyuna Yönde Gezici Tekil Yük Durumunda
Burulma Momenti Etkisi:



$$M_w = \frac{M_{Ts}}{k} \cdot \frac{shkb}{shkl} \cdot shkx_1$$

$$M_w = -E \cdot \ddot{J}_{ww} \cdot y''$$

$$y'' = -\frac{M_w}{E \cdot \ddot{J}_{ww}} = -\frac{M_{Ts}}{k \cdot E \cdot \ddot{J}_{ww}} \cdot \frac{shkb}{shkl} \cdot shkx_1$$

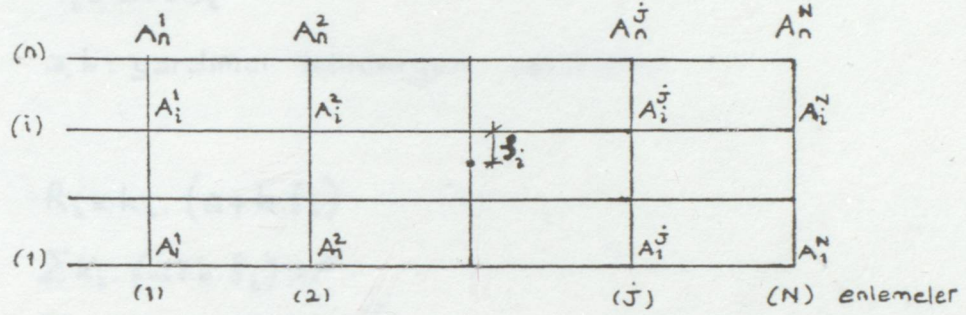
$$y'' = -\frac{M_{Ts} \cdot k}{k^2 \cdot E \cdot \ddot{J}_{ww}} \cdot \frac{shkb}{shkl} \cdot shkx_1$$

$$y'' = -\frac{M_{Ts}}{E \cdot \ddot{J}_T} \cdot k \cdot \frac{shkb}{shkl} \cdot shkx_1$$

Eksenel birim yükten gelen E_{j1} değeri gezici birim burulma momentinden gelen E_{j2} değeri ile süperpoze edilerek herbir kirişte gezici birim yükün bulunduğu noktadaki toplam yük bulunmuş olur. Bu noktanın altındaki η tesir çizgisi değeriyle herbir kirişe gelen toplam yükün çarpılmasıyla sistemin açıklık ortalarına gelen momentler bulunmuş olur. İşte bu momentlerin gezici birim tekil yükün altına yazılmasıyla referans noktalarına ait moment tesir yüzeyleri elde edilmiş olur.

14. Courbon Metodu:

Yük dağıtımı işlemiyle her bir kirişin köprü yüklerinden ne kadar pay alacağı saptandıktan sonra bu değerler Courbon metoduyla bulunan değerlerle kıyaslanmıştır ve fark yüzdeleri bulunmuştur.



Kirişler üzerinde absis başlangıcı, kirişlere çizilen bir dik doğru üzerindedir.

I_i : i kirişine ait atalet momenti.

I_k : k kirişine ait atalet momenti.

$\frac{I_i}{I_k}$: sabit kabul ediliyor.

Kirişlere nazaran enlemelerin çok rijit olduğu kabul ve kirişlerin deformasyonu yanında enlemelerin deformasyonu ihmal ediliyor. Her bir enleme deformasyon yapmadan, yer değiştirmiş oluyor.

A_i^j : i kirişi ile j enlemesinin arakesit noktası.

S_i : A_i^j noktalarının ağırlık merkezinin absisi.

Kabullere göre bir enlemeden diğerine S_i aynı kalıyor. α absisinde bir $\mathcal{F}$ münferit yükünü taşıyan bir enlemeye i kirişi tarafından tatbik edilen reaksiyonu R_i ile gösterip yönünü yukarı doğru pozitif kabul edersek

A_i^j deki deplasmana v_i dersek

$$R_i = k_i \cdot v_i$$

denge denklemlerinden
$$\begin{cases} \sum R_i = F \\ \sum R_i \cdot f_i = F \cdot \alpha \end{cases}$$

$$V_i = a + b \cdot f_i$$

a, b : yardımcı bilinmeyen sabitleri.

$$R_i = k_i \cdot (a + b \cdot f_i)$$

$$\sum k_i \cdot (a + b \cdot f_i) = F$$

$$\sum k_i \cdot (a + b \cdot f_i) \cdot f_i = F \cdot \alpha$$

$$a \cdot \sum k_i + b \cdot \sum k_i \cdot f_i = F$$

$$a \cdot \sum k_i \cdot f_i + b \cdot \sum k_i \cdot f_i^2 = F \cdot \alpha$$

Absis başlangıcı ağırlık merkezinde olduğundan

$$\sum k_i \cdot f_i = 0$$

$$a = \frac{F}{\sum k_i} \quad b = \frac{F \cdot \alpha}{\sum k_i \cdot f_i^2} \quad \frac{k_i}{\sum k_i} = \frac{I_i}{\sum I_i}$$

$$R_i = F \cdot \frac{k_i}{\sum k_i} \cdot \left(1 + \frac{\sum k_i \cdot f_i \cdot \alpha}{\sum k_i \cdot f_i^2} \right) = F \cdot \frac{I_i}{\sum I_i} \cdot \underbrace{\left(1 + \frac{\sum I_i \cdot f_i \cdot \alpha}{\sum I_i \cdot f_i^2} \right)}_{\Delta_i}$$

$$R_i = F \cdot \frac{I_i}{\sum I_i} \cdot \Delta_i \text{ olur.}$$

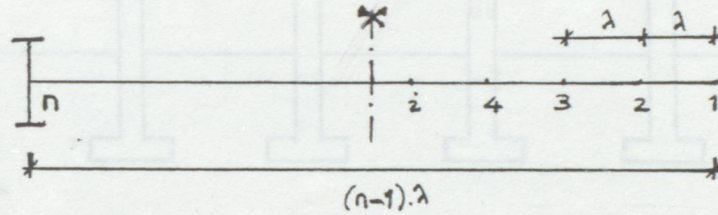
F yerine bileşke F , α yerine bileşke F nin absisi e konabilir.

$e=0$ olursa i ne olursa olsun $\Delta_i = 1$ olur.

$e \neq 0$ ise, kenar kiriş diğer kirişlerden daha fazla yük alır.

Esit aralıklı ve özdeş n kiriş varsa

λ : komsu iki kiriş arası.



$$\sum I_i = n \cdot I \quad \frac{I_i}{\sum I_i} = \frac{1}{n} \quad f_i = \frac{n+1-2i}{2} \cdot \lambda$$

$$\sum I_i \cdot f_i^2 = I \cdot \lambda^2 \cdot \sum_1^n \left(\frac{n+1-2i}{2} \right)^2 = I \cdot \lambda^2 \cdot \left[\left(\frac{n+1}{2} \right)^2 \cdot n - 2 \cdot \frac{n+1}{2} \cdot \sum_1^n i + \sum_1^n i^2 \right]$$

$$\sum_1^n i = n \cdot \frac{n+1}{2} \quad \sum_1^n i^2 = n \cdot \frac{n+1}{2} \cdot \frac{2n+1}{3} \quad \sum I_i \cdot f_i^2 = I \cdot \lambda^2 \cdot \frac{n(n^2-1)}{12}$$

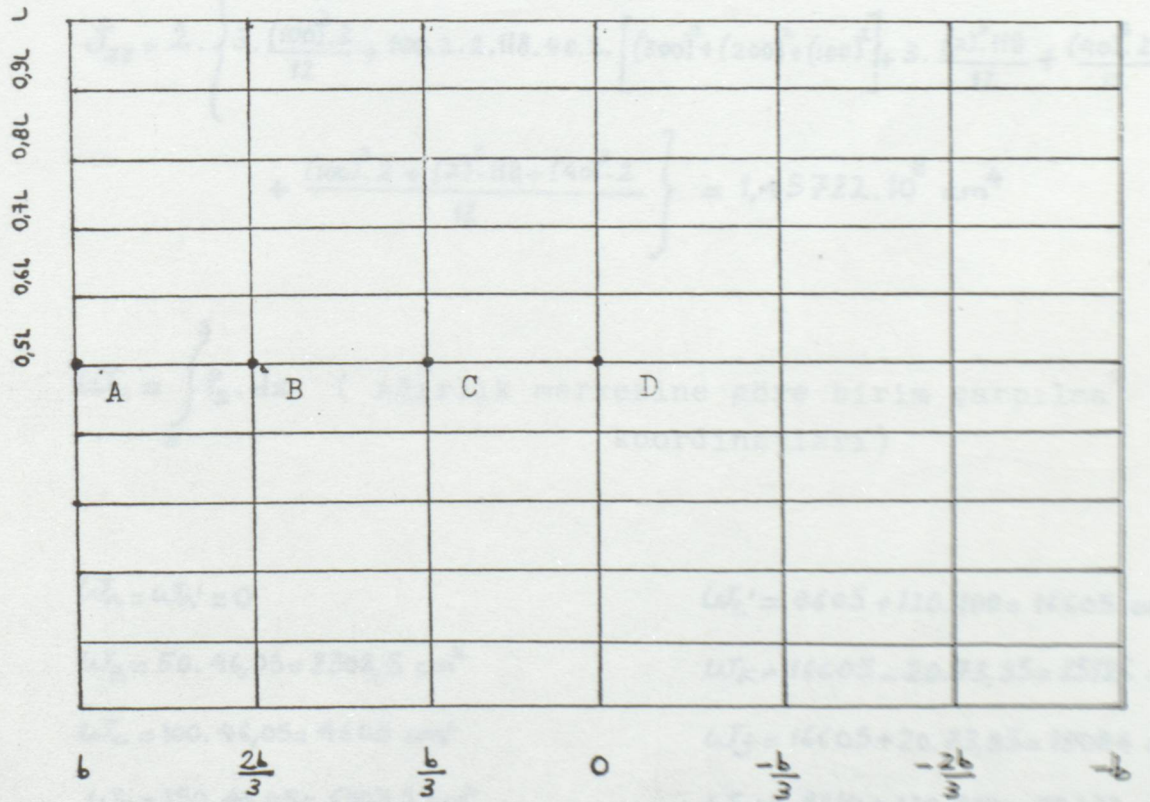
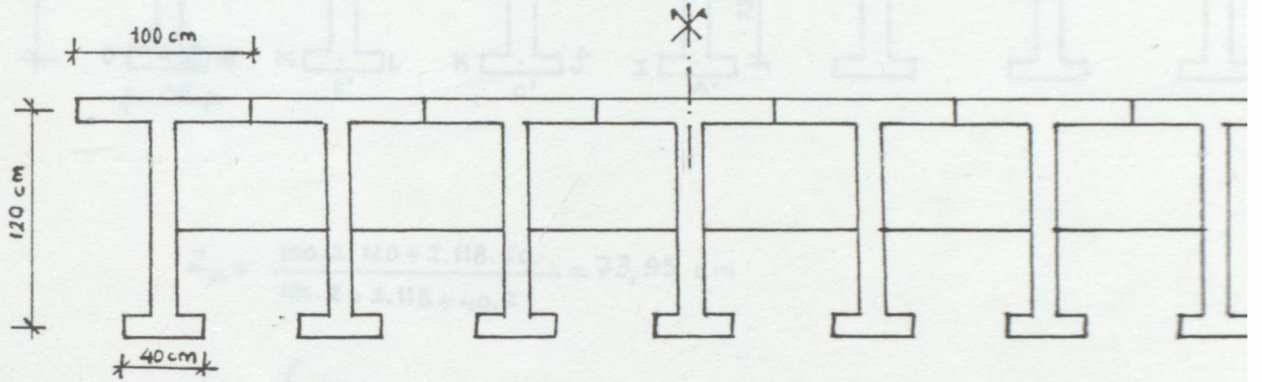
$$R_i = \frac{F}{n} \cdot \left[1 + \frac{12}{\lambda^2(n^2-1)} \cdot \frac{n+1-2i}{2} \cdot \lambda \cdot \alpha \right]$$

$$\Delta_i = 1 + 6 \cdot \frac{n+1-2i}{n^2-1} \cdot \frac{\alpha}{\lambda}$$

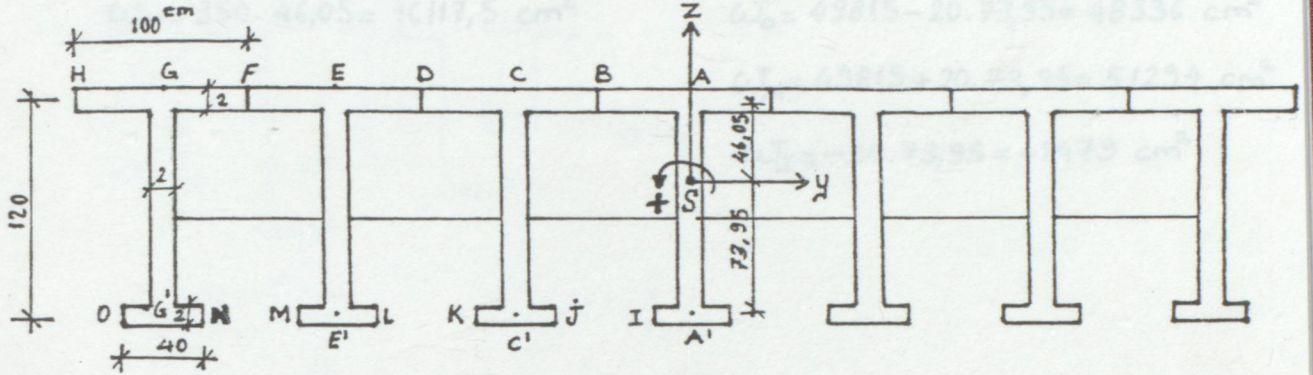
$$R_i = \frac{F}{n} \cdot \left[1 + 6 \cdot \frac{n+1-2i}{n^2-1} \cdot \left(\frac{\alpha}{\lambda} \right) \right]$$

"Yedi ana kirişli, kiriş boyu 20m olan diğer ölçüleri aşağıda verilen sistem boyuna yönde 10 eşit parçaya ayrılmış, kiriş açıklık ortaları referans noktaları olarak seçilmiştir.

Örnekte de birim tekil yük (1 KN) kirişlerin üzerinde gezinirken referans noktalarına gelen kuvvetlerin bulunması gösterilmiştir.



15. 1 KN I. KİRİŞ AÇIKLIK ORTASINDAYKEN KİRİŞLERE
GELEN YÜK DAĞILIMI VE COURBON MUKAYESESİ:



$$Z_G = \frac{100 \cdot 2 \cdot 120 + 2 \cdot 118 \cdot 60}{100 \cdot 2 + 2 \cdot 118 + 40 \cdot 2} = 73,95 \text{ cm}$$

$$J_{zz} = \int_F y^2(s) \cdot dF$$

$$J_{zz} = 2 \cdot \left\{ 3 \cdot \frac{(100)^3 \cdot 2}{12} + 100 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 118 \cdot 40 \cdot 2 \cdot \left[(300)^2 + (200)^2 + (100)^2 \right] + 3 \cdot \frac{(2)^3 \cdot 118}{12} + \frac{(40)^3 \cdot 2}{12} \cdot 3 \right. \\ \left. + \frac{(100)^3 \cdot 2 + (2)^3 \cdot 118 + (40)^3 \cdot 2}{12} \right\} = 1,45722 \cdot 10^8 \text{ cm}^4$$

$$\omega_s = \int_0^s p_s \cdot ds \quad (\text{Ağırlık merkezine göre birim çarpılma koordinatları})$$

$$\omega_A = \omega_{A'} = 0$$

$$\omega_B = 50 \cdot 46,05 = 2302,5 \text{ cm}^2$$

$$\omega_C = 100 \cdot 46,05 = 4605 \text{ cm}^2$$

$$\omega_D = 150 \cdot 46,05 = 6907,5 \text{ cm}^2$$

$$\omega_E = 200 \cdot 46,05 = 9210 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{C'} = 4605 + 120 \cdot 100 = 16605 \text{ cm}^2$$

$$\omega_K = 16605 - 20 \cdot 73,95 = 15126 \text{ cm}^2$$

$$\omega_J = 16605 + 20 \cdot 73,95 = 18084 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{E'} = 9210 + 120 \cdot 200 = 33210 \text{ cm}^2$$

$$\omega_M = 33210 - 20 \cdot 73,95 = 31731 \text{ cm}^2$$

$$\omega_F = 250 \cdot 46,05 = 11512,5 \text{ cm}^2$$

$$\omega_G = 300 \cdot 46,05 = 13815 \text{ cm}^2$$

$$\omega_H = 350 \cdot 46,05 = 16117,5 \text{ cm}^2$$

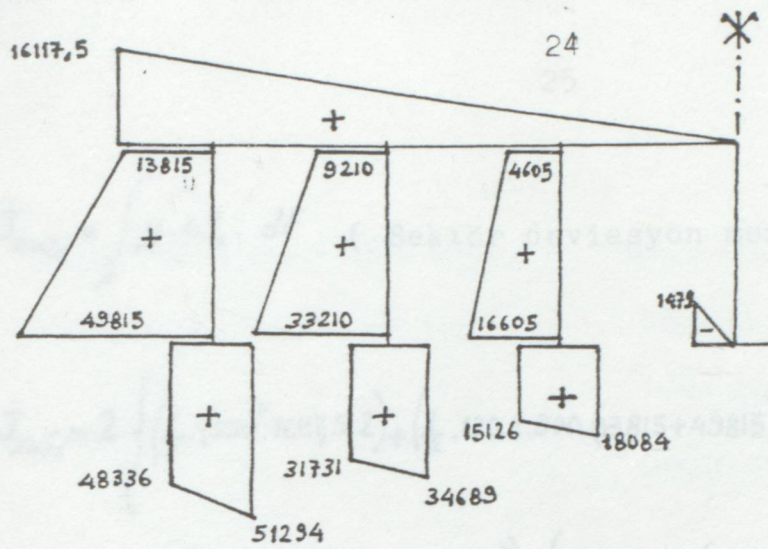
$$\omega_L = 33210 + 20 \cdot 73,95 = 34689 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{E'} = 13815 + 120 \cdot 300 = 49815 \text{ cm}^2$$

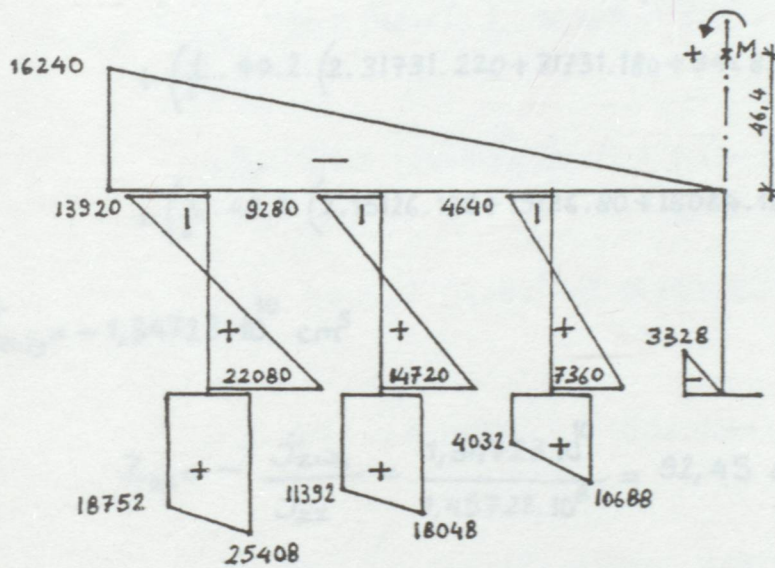
$$\omega_O = 49815 - 20 \cdot 73,95 = 48336 \text{ cm}^2$$

$$\omega_N = 49815 + 20 \cdot 73,95 = 51294 \text{ cm}^2$$

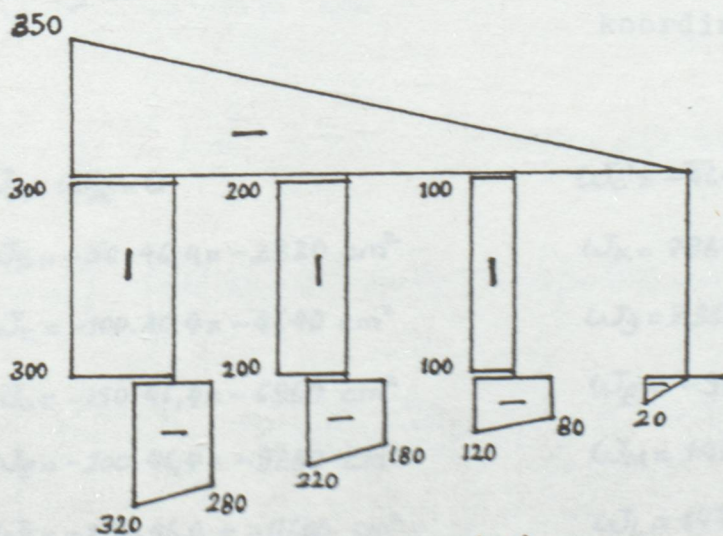
$$\omega_I = -20 \cdot 73,95 = -1479 \text{ cm}^2$$



(W_s)



(W_m)



(y)

$$\dot{J}_{z\omega_s} = \int_F y \cdot \omega_s \cdot dF \quad (\text{Sektör deviasyon momenti})$$

$$\begin{aligned} \dot{J}_{z\omega_s} = & 2 \cdot \left\{ \left(\frac{1}{3} \cdot (350)^2 \cdot 16117,5 \cdot 2 \right) + \left(\frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 2 \cdot 300 \cdot (13815 + 49815) \right) + \left(\frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 2 \cdot 200 \cdot (9210 + 33210) \right) \right. \\ & + \left(\frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 2 \cdot 100 \cdot (4605 + 16605) \right) + \left(\frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 48336 \cdot 320 + 48336 \cdot 280 + 51294 \cdot 320 + \right. \\ & \left. \left. 2 \cdot 51294 \cdot 280) \right) + \left(\frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 31731 \cdot 220 + 31731 \cdot 180 + 34689 \cdot 220 + 2 \cdot 34689 \cdot 180) \right) \right. \\ & \left. + \left(\frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 15126 \cdot 120 + 15126 \cdot 80 + 18084 \cdot 120 + 2 \cdot 18084 \cdot 80) \right) - \frac{1}{3} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (1479 \cdot 20 \right. \end{aligned}$$

$$\dot{J}_{z\omega_s} = -1,34723 \cdot 10^{10} \text{ cm}^5$$

$$Z_M = - \frac{\dot{J}_{z\omega_s}}{\dot{J}_{zz}} = \frac{1,34723 \cdot 10^{10}}{1,45722 \cdot 10^8} = 92,45 \text{ cm} \quad (\text{Kayma merkezi})$$

$$\omega_M = \int p_M \cdot ds \quad (\text{Kayma merkezine göre bulunan birim çarpılma koordinatları})$$

$$\omega_A = \omega_{A'} = 0$$

$$\omega_B = -50 \cdot 46,4 = -2320 \text{ cm}^2$$

$$\omega_C = -100 \cdot 46,4 = -4640 \text{ cm}^2$$

$$\omega_D = -150 \cdot 46,4 = -6960 \text{ cm}^2$$

$$\omega_E = -200 \cdot 46,4 = -9280 \text{ cm}^2$$

$$\omega_F = -250 \cdot 46,4 = -11600 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{C'} = -4640 + 120 \cdot 100 = 7360 \text{ cm}^2$$

$$\omega_K = 7360 - 20 \cdot 166,4 = 4032 \text{ cm}^2$$

$$\omega_J = 7360 + 20 \cdot 166,4 = 10688 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{E'} = -9280 + 120 \cdot 200 = 14720 \text{ cm}^2$$

$$\omega_M = 14720 - 20 \cdot 166,4 = 11392 \text{ cm}^2$$

$$\omega_L = 14720 + 20 \cdot 166,4 = 18048 \text{ cm}^2$$

$$\omega_G = -300.46,4 = -13920 \text{ cm}^2$$

$$\omega_G^1 = -13920 + 120.300 = 22080 \text{ cm}^2$$

$$\omega_H = -350.46,4 = -16240 \text{ cm}^2$$

$$\omega_O = 22080 - 20.166,4 = 18752 \text{ cm}^2$$

$$\omega_N = 22080 + 20.166,4 = 25408 \text{ cm}^2$$

$$\omega_I = -20.166,4 = -3328 \text{ cm}^2$$

$$\dot{J}_{\omega\omega} = \int \omega_m^2 \cdot dA \quad (\text{Çarpılma atalet momenti})$$

$$\begin{aligned} \dot{J}_{\omega\omega} = & 2 \cdot \left\{ \frac{1}{3} \cdot 350 \cdot 2 \cdot (16240)^2 + \frac{1}{3} \cdot 46,4 \cdot 2 \cdot (13920)^2 + \frac{1}{3} \cdot 46,4 \cdot 2 \cdot (9280)^2 + \frac{1}{3} \cdot 46,4 \cdot 2 \cdot (4640)^2 \right. \\ & + \frac{1}{3} \cdot 73,6 \cdot 2 \cdot (22080)^2 + \frac{1}{3} \cdot 73,6 \cdot 2 \cdot (14720)^2 + \frac{1}{3} \cdot 73,6 \cdot 2 \cdot (7360)^2 + \frac{1}{3} \cdot 20 \cdot 2 \cdot (3328)^2 \\ & + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot \left(2 \cdot (18752)^2 + 2 \cdot 18752 \cdot 25408 + 2 \cdot (25408)^2 \right) \\ & + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot \left(2 \cdot (11392)^2 + 2 \cdot 11392 \cdot 18048 + 2 \cdot (18048)^2 \right) \\ & \left. + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot \left(2 \cdot (4032)^2 + 2 \cdot 4032 \cdot 10688 + 2 \cdot (10688)^2 \right) \right\} \end{aligned}$$

$$\dot{J}_{\omega\omega} = 3,39554 \cdot 10^{11} \text{ cm}^6$$

$$\dot{J}_T = \frac{1}{3} \cdot \sum b \cdot t^3 \quad t \ll b \quad (\text{Burulma atalet momenti})$$

$$\dot{J}_T = \frac{7}{3} \cdot \left((2)^3 \cdot 100 + (2)^3 \cdot 118 + (2)^3 \cdot 40 \right) = 4816 \text{ cm}^4$$

$$k = \sqrt{\frac{G \cdot \dot{J}_T}{E \cdot \dot{J}_{\omega\omega}}} = \sqrt{\frac{81 \cdot 10^5 \cdot 4816}{21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11}}} = 7,396 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$$

$$\varphi_m'' = - \frac{M_{Tz}}{G \cdot J_T} \cdot \frac{\text{sh } kb}{\text{sh } kl} \cdot k \cdot \text{sh } kx$$

$$\varphi_m'' = - \frac{3 \cdot 10^5}{81 \cdot 10^5 \cdot 4816} \cdot \frac{(0,074)}{0,148} \cdot 7,396 \cdot 10^{-5} \cdot 0,074 = -2,1045 \cdot 10^{-11}$$

$$M_{\omega} = -E \cdot J_{\omega\omega} \cdot \varphi_m'' \quad (\text{Bimoment})$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-2,1045 \cdot 10^{-11}) = 1,50064 \cdot 10^8 \text{ Ncm}^2$$

$$J_{y\omega_m} = \int \omega_{m1} \cdot z \cdot dA \quad (\text{Sektörel deviasyon momenti})$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 2 \cdot 46,05 \cdot (-16240 - 11600) + \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (-73,95) \cdot (18752 + 25408)$$

$$+ \frac{1}{6} \cdot 120 \cdot 2 \cdot \left\{ (2 \cdot 46,05 \cdot (-13920) + 46,05 \cdot 22080 + (-73,95) \cdot (-13920) + 2 \cdot (-73,95) \cdot (22080)) \right\}$$

$$J_{y\omega_m} = -3,5889 \cdot 10^8 \text{ cm}^5$$

$$\Delta M = \frac{M_{\omega}}{J_{\omega\omega}} \cdot J_{y\omega_m} \quad (\text{Fiktif moment})$$

$$\Delta M = \frac{1,50064 \cdot 10^8}{3,39554 \cdot 10^{11}} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 158609 \text{ Ncm}$$

$$F_{j2} = \frac{4 \cdot \Delta M}{L} = \frac{4 \cdot (158609,44)}{2000} = 317 \quad N$$

$$F_{j1} = \frac{F}{n} = \frac{1000}{7} = 142 \quad N$$

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = 317,22 + 142,86 = 460 \quad N \\ \text{(I.kiriş gelen)} \end{array} \right\}$$

COURBON MUKAYESESİ:

$$\Delta_i = 1 + 6 \cdot \frac{n+1-2j}{n^2-1} \cdot \frac{e}{\lambda} \quad F_i = \frac{F}{n} \cdot \Delta_i$$

$$\Delta_1 = 1 + 6 \cdot \frac{7+1-2 \cdot 1}{(7)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = 3,25$$

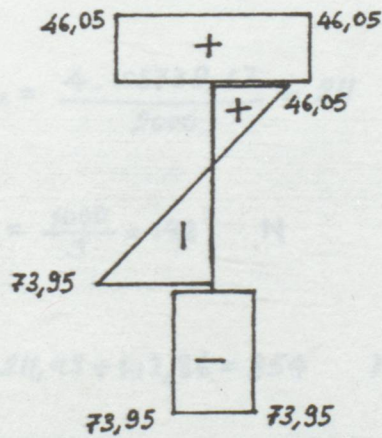
λ : kiriş eksenleri arasındaki mesafe.

n : kiriş açıklık sayısı.

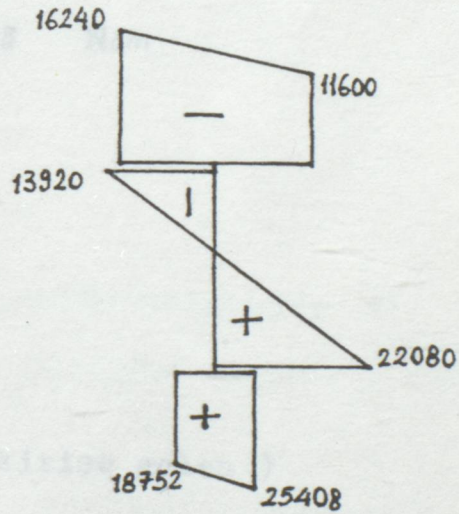
j : kiriş numarası.

e : eksantrisite.

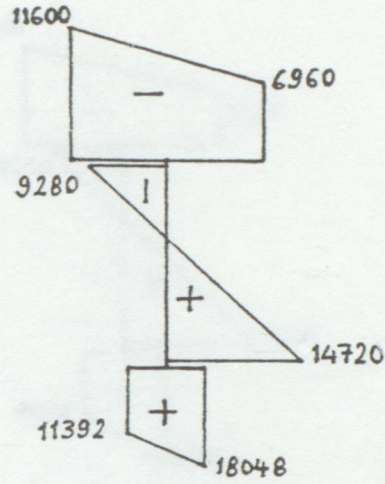
$$F_i = \frac{1000}{7} \cdot 3,25 = 464 \quad N \quad \text{(I.kiriş gelen)}$$



(Z)



(Wm1)



(ω_{m2})

$$\dot{J}_y \omega_{m2} = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 24 \cdot 46,05 \cdot (-11600 - 6960) + \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 24 \cdot (-73,95) \cdot (11392 + 18048)$$

$$+ \frac{1}{6} \cdot 120 \cdot 24 \cdot \left\{ 2 \cdot 46,05 \cdot (-9280) + 46,05 \cdot 14720 + (-73,95) \cdot (-9280) + 2 \cdot (-73,95) \cdot (14720) \right\}$$

$$\dot{J}_y \omega_{m2} = -2,3926 \cdot 10^8 \text{ cm}^5$$

$$\Delta M = \frac{1,50064 \cdot 10^8}{3,39554 \cdot 10^4} \cdot 2,3926 \cdot 10^8 = 105739 \text{ Ncm}$$

$$F_{j2} = \frac{4 \cdot 105739,63}{2000} = 211 \text{ N}$$

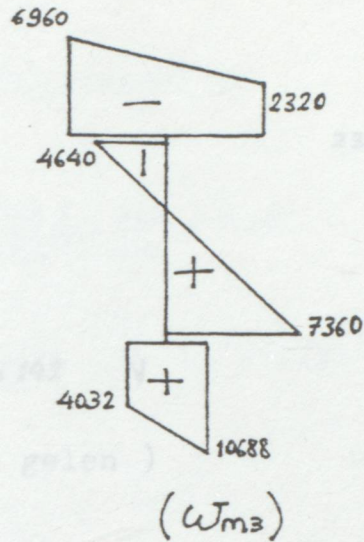
$$F_{j1} = \frac{1000}{9} = 142 \text{ N}$$

$$F_2 = 211,48 + 142,86 = 354 \text{ N (2.kiriş e gelen)}$$

COURBON MUKAYESESİ :

$$\Delta_2 = 1 + 6 \cdot \frac{7+1-2 \cdot 2}{(7)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = 2,5$$

$$F_2 = \frac{1000}{7} \cdot 2,5 = 354 \text{ N (2.kiriş e gelen)}$$



$$\dot{J}_{y\omega m3} = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 2 \cdot 46,05 \cdot (-6960 - 2320) + \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (-73,95) \cdot (4032 + 10688)$$

$$+ \frac{1}{6} \cdot 120 \cdot 2 \cdot \left\{ 2 \cdot 46,05 \cdot (-4640) + 46,05 \cdot 7360 + (-73,95) \cdot (-4640) + 2 \cdot (-73,95) \cdot (7360) \right\}$$

$$\dot{J}_{y\omega m3} = -1,1963 \cdot 10^8 \text{ cm}^5$$

$$\Delta M = \frac{7,50064 \cdot 10^8}{3,39554 \cdot 10^4} \cdot 1,1963 \cdot 10^8 = 52869 \text{ Ncm}$$

$$F_{j2} = \frac{4 \cdot 52869,813}{2000} = 105 \text{ N}$$

$$F_{j1} = \frac{1000}{9} = 142 \text{ N}$$

$$\left. \begin{array}{l} F_3 = 105,74 + 142,86 = 248 \text{ N} \\ (3. \text{ kiriş e gelen}) \end{array} \right\}$$

COURBON MUKAYESESİ :

$$\Delta_s = 1 + 6 \cdot \frac{7+1-2 \cdot 3}{(7)^2 - 1} \cdot \frac{300}{100} = 1,75$$

$$F_s = \frac{1000}{7} \cdot 1,75 = 250 \text{ N} \quad (3. \text{ kiriş e gelen})$$

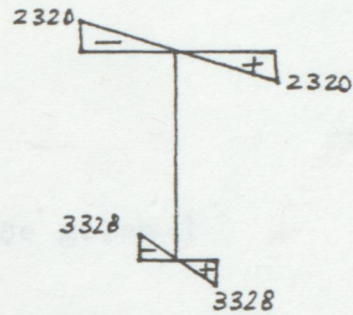
$$\dot{J}_{y\omega_m} = 0$$

$$\Delta M = 0$$

$$F_{j2} = 0$$

$$F_{j1} = F_4 = \frac{1000}{7} = 142 \quad \text{N}$$

(4.kiriş gelen)

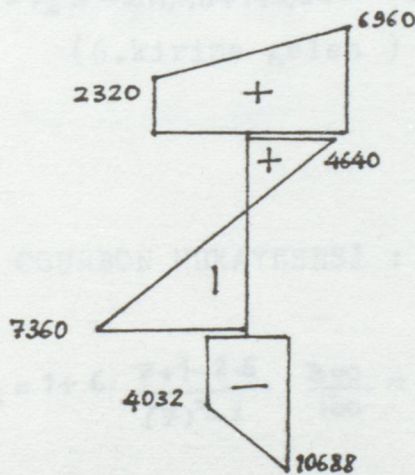


(ω_{m4})

COURBON MUKAYESESİ :

$$\Delta_4 = 1 + 6 \cdot \frac{7+1-2.4}{(7)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = 1$$

$$F_4 = \frac{1000}{7} \cdot 1 = 142 \quad \text{N} \quad (4.kiriş gelen)$$



(ω_{m5})

$$\dot{J}_{y\omega_{m5}} = 1,1963 \cdot 10^8 \text{ cm}^5$$

$$\Delta M = -52869 \quad \text{Ncm}$$

$$F_{j2} = -105 \quad \text{N}$$

$$F_{j1} = 142 \quad \text{N}$$

$$F_{j5} = -105,74 + 142,86 = 37 \quad \text{N} \quad (5.kiriş gelen)$$

ÇOURBON MUKAYESESİ :

$$\Delta_5 = 1 + 6 \cdot \frac{7+1-2.5}{(7)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = 0,25$$

$$F_5 = \frac{1000}{7} \cdot 0,25 = 35 \quad \text{N} \quad (5.\text{kiriş e gelen})$$

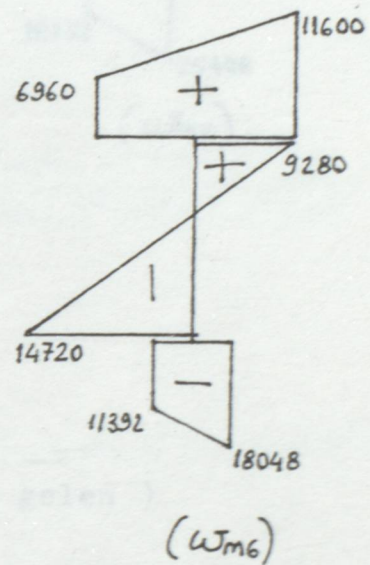
$$\dot{J}_{y\omega_{m6}} = 2,3926 \cdot 10^8 \text{ cm}^5$$

$$\Delta M = -105739 \quad \text{Ncm}$$

$$F_{j2} = -211 \quad \text{N}$$

$$F_{j1} = 142 \quad \text{N}$$

$$F_j = F_6 = -211,48 + 142,86 = -68 \quad \text{N} \\ (6.\text{kiriş e gelen})$$



COURBON MUKAYESESİ :

$$\Delta_6 = 1 + 6 \cdot \frac{7+1-2.6}{(7)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = -0,5$$

$$F_6 = \frac{1000}{7} \cdot (-0,5) = -71 \quad \text{N} \quad (6.\text{kiriş e gelen})$$

16. 3. KIRIŞLARIN ÜZERİNDE GEZİNİRKEN ZİSİLELER
 11. KIRIŞ YUK BAKILIMI :

$$\dot{J}_y \omega_{m7} = 3,5889 \cdot 10^8 \text{ cm}^5$$

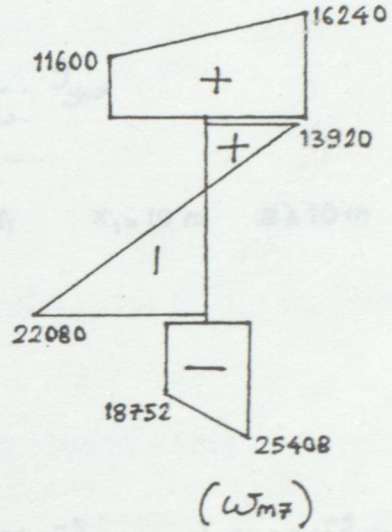
$$\Delta M = -158603 \text{ Ncm}$$

$$F_{j2} = -317 \text{ N}$$

$$F_{j1} = 142 \text{ N}$$

$$F_7 = -317,22 + 142,86 = -174 \text{ N}$$

(7.kirişe gelen)



COURBON MUKAYESESİ :

$$\Delta_7 = 1 + 6 \cdot \frac{7+1-2 \cdot 7}{(7)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = -1,25$$

$$F_7 = \frac{1000}{7} \cdot (-1,25) = -178 \text{ N} \quad (7.kirişe gelen)$$

16. 1 KN KİRİŞLERİN ÜZERİNDE GEZİNİRKEN KİRİŞLERE
GELEN YÜK DAĞILIMI :

$$M_{\omega} = -E \cdot \ddot{J}_{\omega\omega} \cdot \varphi'' \quad \Delta M = \frac{M_{\omega}}{\ddot{J}_{\omega\omega}} \cdot \ddot{J}_{\omega\omega}$$

$$\varphi'' = -\frac{M_{\omega}}{E \cdot \ddot{J}_{\omega\omega}} = -\frac{M_{T\Xi}}{k \cdot E \cdot \ddot{J}_{\omega\omega}} \cdot \frac{shkb}{shkL} \cdot shkx_1 \quad x_1 = 10 \text{ m} \quad a \geq 10 \text{ m}$$

1 KN I.kiriste gezinirken

$$1 \text{ kn } a=10 \text{ m 'de: } \varphi'' = -\frac{3 \cdot 10^5 \cdot sh 7,396 \cdot 10^{-5} \cdot 1000 \cdot sh 7,396 \cdot 10^{-5} \cdot 1000}{7,396 \cdot 10^{-5} \cdot 21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot sh 7,396 \cdot 10^{-5} \cdot 2000}$$

$$\varphi'' = -2,10474 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-2,10474 \cdot 10^{-11}) = 1,50081 \cdot 10^8 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = \frac{1,50081 \cdot 10^8}{3,39554 \cdot 10^{11}} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 158609 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = 105739 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = 52869 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$$\Delta M_5 = -52869 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_6 = -105739 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_7 = -158609 \text{ Ncm}$$

$$1 \text{ kn } a=12 \text{ m' de: } y'' = -5,68848 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{sh 7,396 \cdot 10^{-5} \cdot 800}{sh 7,396 \cdot 10^{-5} \cdot 2000} \cdot sh 7,396 \cdot 10^{-5} \cdot 1000$$

$$y'' = -1,6781 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-1,6781 \cdot 10^{-11}) = 1,19659 \cdot 10^8 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = \frac{1,19659 \cdot 10^8}{3,39554 \cdot 10^{11}} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 126473 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = 84315 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = 42157 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$$\Delta M_5 = -42157 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_6 = -84315 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_7 = -126473 \text{ Ncm}$$

$$a=14 \text{ m' de: } y'' = -2,84424 \cdot 10^{-10} \cdot sh 7,396 \cdot 10^{-5} \cdot 600 = -1,26257 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = 90029547 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = \frac{90029547}{3,39554 \cdot 10^{11}} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 95156 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = 63437 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = 31718 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$$\Delta M_5 = -31718 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_6 = -63437 \quad \text{Ncm}$$

$$\Delta M_7 = -95156 \quad \text{Ncm}$$

$$a = 16 \text{ m' de: } \varphi'' = -2,84424 \cdot 10^{-10} \cdot \text{sh } 7,396 \cdot 10^{-5} \cdot 400 = -8,41563 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = 60008777 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = \frac{60008777}{3,39554 \cdot 10^{11}} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 63425 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = 42283 \quad \text{Ncm}$$

$$\Delta M_3 = 21141 \quad \text{Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$$\Delta M_5 = -21141 \quad \text{Ncm}$$

$$\Delta M_6 = -42283 \quad \text{Ncm}$$

$$\Delta M_7 = -63425 \text{ Ncm}$$

$$a = 18 \text{ m' de: } \varphi'' = -2,84424 \cdot 10^{-10} \cdot \text{sh } 7,396 \cdot 10^{-5} \cdot 200 = -4,20735 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = 30001096 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 31709 \quad \text{Ncm}$$

$$\Delta M_2 = 21139 \quad \text{Ncm}$$

$$\Delta M_3 = 10569 \quad \text{Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$$\Delta M_5 = -105,69 \quad \text{Ncm}$$

$$\Delta M_6 = -21139 \quad \text{Ncm}$$

$$\Delta M_7 = -31709 \quad \text{Ncm}$$

$$a=20 \text{ m'de: } \psi^w = 0$$

$$M_w = 0$$

$$\Delta M = 0$$

$$a=30 \text{ m'de: } F_{12} = 317 \quad \text{N} \quad \{F_{12} = 50.28\}$$

$$F_{13} = 211 \quad \text{N}$$

$$F_{14} = 105 \quad \text{N}$$

$$a=40 \text{ m'de: } F_{12} = 317 \quad \text{N} \quad \{F_{12} = 50.28\}$$

$$F_{13} = 211 \quad \text{N}$$

$$F_{14} = 105 \quad \text{N}$$

Bu değerler $\psi = 0$ değeri alınarak
herbir kırıya gelen toplam yük bulunabilir.

$$a=10 \text{ m'de: } F_{12}=317 \text{ N (1.kirişin açıklık ortasına gelen)}$$

$$F_{22}=211 \text{ N (2.kirişin açıklık ortasına gelen)}$$

$$F_{32}=105 \text{ N (3.kirişin açıklık ortasına gelen)}$$

$$a=12 \text{ m'de: } F_{12}=316 \text{ N } \{F_{0,2L}=\Delta M\}$$

$$F_{22}=210 \text{ N } //$$

$$F_{32}=105 \text{ N } //$$

$$a=14 \text{ m'de: } F_{12}=317 \text{ N } \{F_{0,15L}=\Delta M\}$$

$$F_{22}=211 \text{ N } //$$

$$F_{32}=105 \text{ N } //$$

$$a=16 \text{ m'de: } F_{12}=317 \text{ N } \{F_{0,10L}=\Delta M\}$$

$$F_{22}=211 \text{ N } //$$

$$F_{32}=105 \text{ N } //$$

$$a=18 \text{ m'de: } F_{12}=317 \text{ N } \{F_{0,05L}=\Delta M\}$$

$$F_{22}=211 \text{ N } //$$

$$F_{32}=105 \text{ N } //$$

Bulunan bu değerlere $F_1 = \frac{1000 \text{ N}}{7}$ değeri eklenerek

herbir kirişe gelen toplam yük bulunabilir.

1 kn 2.kiriş üzerinde gezinirken

$$M_{Z_{diş}} = F \cdot e = 10^3 \cdot 200 = 2 \cdot 10^5 \text{ Ncm}$$

$$1 \text{ kn } a=10 \text{ m'de: } y'' = \frac{-2 \cdot 10^5 \cdot 0,074 \cdot 0,074}{5,27382 \cdot 10^{14} \cdot 0,148} = -1,40316 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-1,40316 \cdot 10^{-11}) = 1,000054 \cdot 10^8 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 2,94664 \cdot 10^{-4} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 105751 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \quad \quad \quad \cdot 2,3926 \cdot 10^8 = 70501 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \quad \quad \quad \cdot 1,1963 \cdot 10^8 = 35250 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$$a=12 \text{ m'de: } y'' = -3,79232 \cdot 10^{-10} \cdot 0,059 \cdot 0,5 = -1,11873 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-1,11873 \cdot 10^{-11}) = 79772542 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 2,34933 \cdot 10^{-4} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 84315 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \quad \quad \quad \cdot 2,3926 \cdot 10^8 = 56210 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \quad \quad \quad \cdot 1,1963 \cdot 10^8 = 28105 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$$a = 14 \text{ m'de} : \varphi'' = -3,79232 \cdot 10^{-10} \cdot 0,044 \cdot 0,5 = -8,41716 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-8,41716 \cdot 10^{-12}) = 60019687 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = \frac{60019687}{3,39554 \cdot 10^{11}} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 63437 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot 2,3926 \cdot 10^8 = 42291 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = " \cdot 1,1963 \cdot 10^8 = 21145 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$$a = 16 \text{ m'de} : \varphi'' = -3,79232 \cdot 10^{-10} \cdot 0,0296 \cdot 0,5 = -5,61263 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-5,61263 \cdot 10^{-12}) = 40021636 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 1,17865 \cdot 10^{-4} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 42300 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot 2,3926 \cdot 10^8 = 28200 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = " \cdot 1,1963 \cdot 10^8 = 14100 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$$a = 18 \text{ m'de} : \varphi'' = -3,79232 \cdot 10^{-10} \cdot 0,0148 \cdot 0,5 = -2,8049 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-2,8049 \cdot 10^{-12}) = 20000715 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 5,89029 \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 21139 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot 2,3926 \cdot 10^8 = 14093 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = " \cdot 1,1963 \cdot 10^8 = 7046 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$a=10\text{ m}'\text{de: } F_{12} = 211 \text{ N}$ (1.kirişin açıklık ortasına gelen)

$F_{22} = 141 \text{ N}$ (2.kirişin açıklık ortasına gelen)

$F_{32} = 70 \text{ N}$ (3.kirişin açıklık ortasına gelen)

$a=12\text{ m}'\text{de: } F_{12} = 210 \text{ N}$

$F_{22} = 140 \text{ N}$

$F_{32} = 70 \text{ N}$

$a=14\text{ m}'\text{de: } F_{12} = 211 \text{ N}$

$F_{22} = 140 \text{ N}$

$F_{32} = 70 \text{ N}$

$a=16\text{ m}'\text{de: } F_{12} = 211 \text{ N}$

$F_{22} = 141 \text{ N}$

$F_{32} = 70 \text{ N}$

$a=18\text{ m}'\text{de: } F_{12} = 211 \text{ N}$

$F_{22} = 140 \text{ N}$

$F_{32} = 70 \text{ N}$

Bulunan bu değerlere $F_1 = \frac{1000\text{ N}}{7}$ değeri eklenerek

herbir kirişe gelen toplam yük bulunabilir.

1 kn 3.kiriş üzerinde gezinirken

$$M_{\Sigma d\dot{\lambda}} = 10^3 \cdot 100 = 10^5 \text{ Ncm}$$

$$a=10 \text{ m'de: } y'' = \frac{-10^5 \cdot (0,074)^2}{5,27382 \cdot 10^{14} \cdot 0,148} = -7,01579 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_w = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-7,01579 \cdot 10^{-12}) = 50027012 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 1,47332 \cdot 10^{-4} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 52875 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot 2,3926 \cdot 10^8 = 35250 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot 1,1963 \cdot 10^8 = 17625 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$$a=12 \text{ m'de: } y'' = -1,89616 \cdot 10^{-10} \cdot 0,059 \cdot 0,5 = -5,59367 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_w = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-5,59367 \cdot 10^{-12}) = 39886402 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 1,17467 \cdot 10^{-4} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 42157 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot 2,3926 \cdot 10^8 = 28250 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot 1,1963 \cdot 10^8 = 14052 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$a = 14 \text{ m'de:}$

$$y'' = -1,89616 \cdot 10^{-10} \cdot 0,044 \cdot 0,5 = -4,1716 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-4,1716 \cdot 10^{-12}) = 29745811 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 8,76026 \cdot 10^{-5} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 31439 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot 2,3926 \cdot 10^8 = 20959 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = " \cdot 1,1963 \cdot 10^8 = 10479 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$a = 16 \text{ m'de:}$

$$y'' = -1,89616 \cdot 10^{-10} \cdot 0,0296 \cdot 0,5 = -2,80632 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-2,80632 \cdot 10^{-12}) = 20010841 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 5,89327 \cdot 10^{-5} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 21150 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot 2,3926 \cdot 10^8 = 14100 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = " \cdot 1,1963 \cdot 10^8 = 7050 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$a = 18 \text{ m'de:}$

$$y'' = -1,89616 \cdot 10^{-10} \cdot 0,0148 \cdot 0,5 = -1,40316 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 3,39554 \cdot 10^{11} \cdot (-1,40316 \cdot 10^{-12}) = 10005420 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 2,94664 \cdot 10^{-5} \cdot 3,5889 \cdot 10^8 = 10575 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot 2,3926 \cdot 10^8 = 7050 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = " \cdot 1,1963 \cdot 10^8 = 3525 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 0$$

$a = 10 \text{ m' de:}$

$$F_{12} = 105 \text{ N (1.kirişin açıklık ortasına gelen)}$$

$$F_{22} = 70 \text{ N (2.kirişin açıklık ortasına gelen)}$$

$$F_{32} = 35 \text{ N (3.kirişin açıklık ortasına gelen)}$$

$a = 12 \text{ m' de:}$

$$F_{12} = 105 \text{ N}$$

$$F_{22} = 70 \text{ N}$$

$$F_{32} = 35 \text{ N}$$

$a = 14 \text{ m' de:}$

$$F_{12} = 104 \text{ N}$$

$$F_{22} = 69 \text{ N}$$

$$F_{32} = 34 \text{ N}$$

$a = 16 \text{ m' de:}$

$$F_{12} = 105 \text{ N}$$

$$F_{22} = 70 \text{ N}$$

$$F_{32} = 35 \text{ N}$$

$a = 18 \text{ m' de:}$

$$F_{12} = 105 \text{ N}$$

$$F_{22} = 70 \text{ N}$$

$$F_{32} = 35 \text{ N}$$

Bulunan bu değerlere $F_1 = \frac{1000 \text{ N}}{7}$ değeri eklenerek

herbir kirişe gelen toplam yük bulunabilir.

Yük yerine bağlı olarak
 A noktasına gelen kuvvet:
 (Newton olarak)

$\begin{array}{c} 2b \\ L \end{array}$	b	$\frac{2}{3}b$	$\frac{4}{3}b$	0	$-\frac{4}{3}b$	$-\frac{2}{3}b$	$-b$
L	0	0	0	0	0	0	0
$0,9L$	428	321	216	111	6	-100	-206
$0,8L$	428	322	216	111	6	-100	-206
$0,7L$	427	321	215	111	5	-100	-205
$0,6L$	428	322	216	111	6	-99	-206
$0,5L$	428	322	216	111	6	-100	-206

Yük yerine bağlı olarak

B noktasına gelen kuvvet:

$\begin{matrix} 2b \\ L \end{matrix}$	b	$\frac{2}{3}b$	$\frac{1}{3}b$	0	$-\frac{1}{3}b$	$-\frac{2}{3}b$	$-b$
L	0	0	0	0	0	0	0
0,9L	322	251	181	111	41	-30	-100
0,8L	322	252	181	111	41	-30	-100
0,7L	322	251	180	111	41	-29	-100
0,6L	322	251	181	111	41	-29	-100
0,5L	321	252	181	111	41	-30	-100

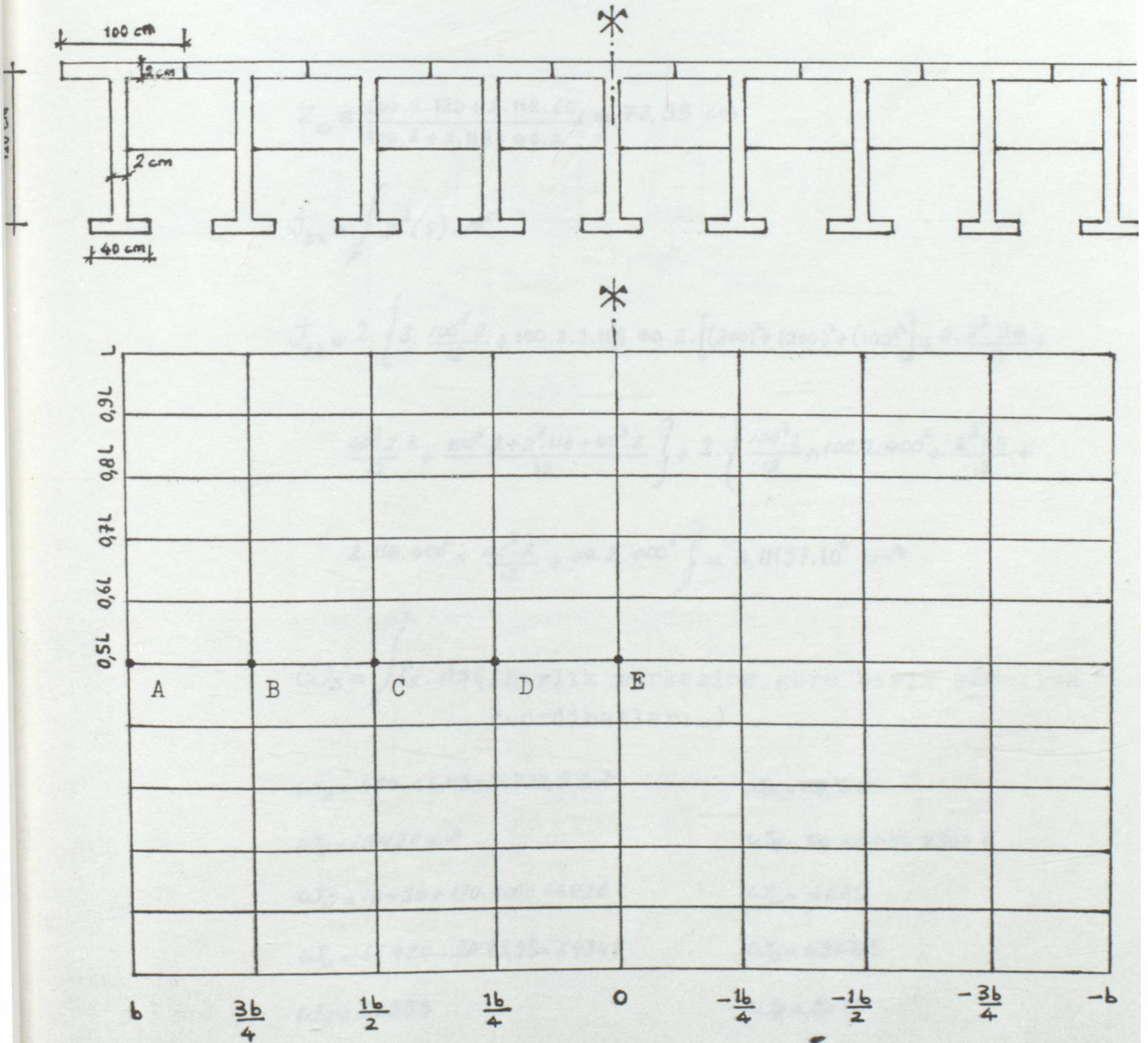
Yük yerine bağlı olarak

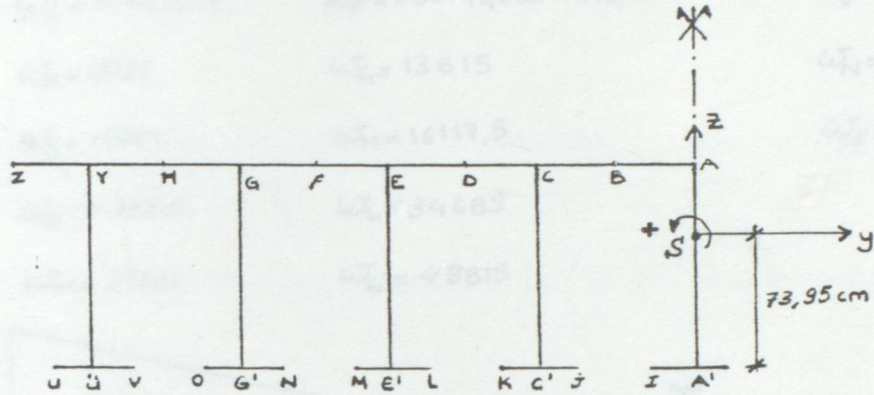
"C noktasına gelen kuvvet:

$\begin{matrix} 2b \\ L \end{matrix}$	b	$\frac{2}{3}b$	$\frac{1}{3}b$	0	$-\frac{1}{3}b$	$-\frac{2}{3}b$	$-b$
L	0	0	0	0	0	0	0
0,9L	216	181	146	111	76	41	6
0,8L	216	181	146	111	76	41	6
0,7L	216	181	145	111	76	41	6
0,6L	216	181	146	111	76	41	6
0,5L	216	181	146	111	76	41	6

1) Dokuz ana kirişli, kiriş boyu 20m olan diğer ölçüleri aşağıda verilen sistem boyuna yönde 10 eşit parçaya ayrılmış, kiriş açıklık ortaları referans noktaları olarak seçilmiştir.

Örnekte de birim tekil yük (1 kN) 2. kiriş ($\frac{3b}{4}$) üzerinde ve 0,6L de alınmış, A referans noktasına gelen momentin bulunması gösterilmiştir.





$$Z_G = \frac{100 \cdot 2 \cdot 120 + 2 \cdot 118 \cdot 60}{100 \cdot 2 + 2 \cdot 118 + 40 \cdot 2} = 73,95 \text{ cm}$$

$$J_{zz} = \int_F y^2(s) \cdot dF$$

$$J_{zz} = 2 \cdot \left\{ 3 \cdot \frac{100^3 \cdot 2}{12} + 100 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 118 \cdot 40 \cdot 2 \cdot [(300)^2 + (200)^2 + (100)^2] + 3 \cdot \frac{2^3 \cdot 118}{12} + \right.$$

$$\left. \frac{40^3 \cdot 2 \cdot 3}{12} + \frac{100^3 \cdot 2 + 2^3 \cdot 118 + 40^3 \cdot 2}{12} \right\} + 2 \cdot \left\{ \frac{100^3 \cdot 2}{12} + 100 \cdot 2 \cdot 400^2 + \frac{2^3 \cdot 118}{12} + \right.$$

$$\left. 2 \cdot 118 \cdot 400^2 + \frac{40^3 \cdot 2}{12} + 40 \cdot 2 \cdot 400^2 \right\} = 3,1197 \cdot 10^8 \text{ cm}^4$$

$$W_s = \int_0^s p_s \cdot ds \text{ (Ağırlık merkezine göre birim çarpılma koordinatları.)}$$

$$W_z = 450 \cdot 46,05 = 20722,5 \text{ cm}^2$$

$$W_A = W_A' = 0$$

$$W_y = 18420 \text{ cm}^2$$

$$W_B = 50 \cdot 46,05 = 2302,5$$

$$W_U = 18420 + 120 \cdot 400 = 66420$$

$$W_C = 4605$$

$$W_u = 66420 - 20 \cdot 73,95 = 64941$$

$$W_D = 6907,5$$

$$W_V = 67899$$

$$W_E = 9210$$

11

$$\omega_{E'} = 16605 \text{ cm}^2$$

$$\omega_F = 250 \cdot 46,05 = 11512,5$$

$$\omega_0 = 48336$$

$$\omega_K = 15126$$

$$\omega_G = 13815$$

$$\omega_N = 51294$$

$$\omega_{\bar{J}} = 18084$$

$$\omega_H = 16117,5$$

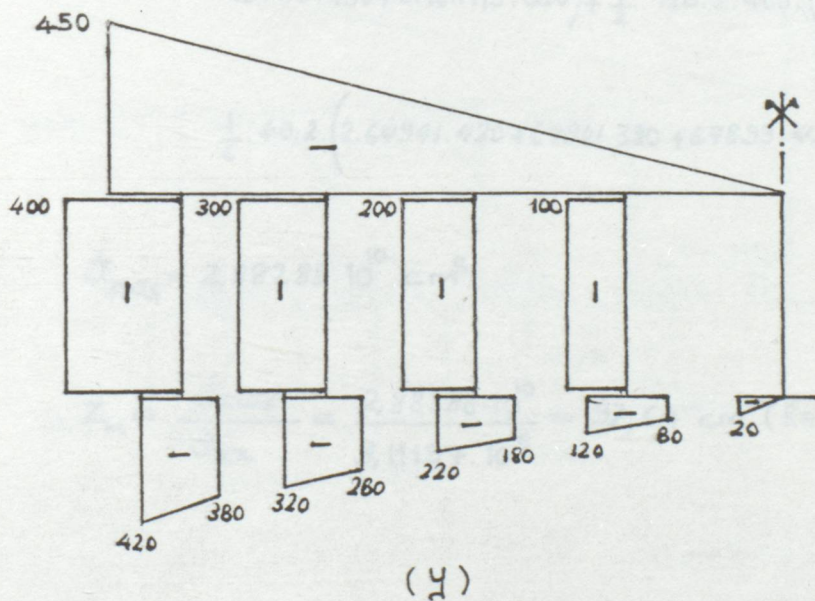
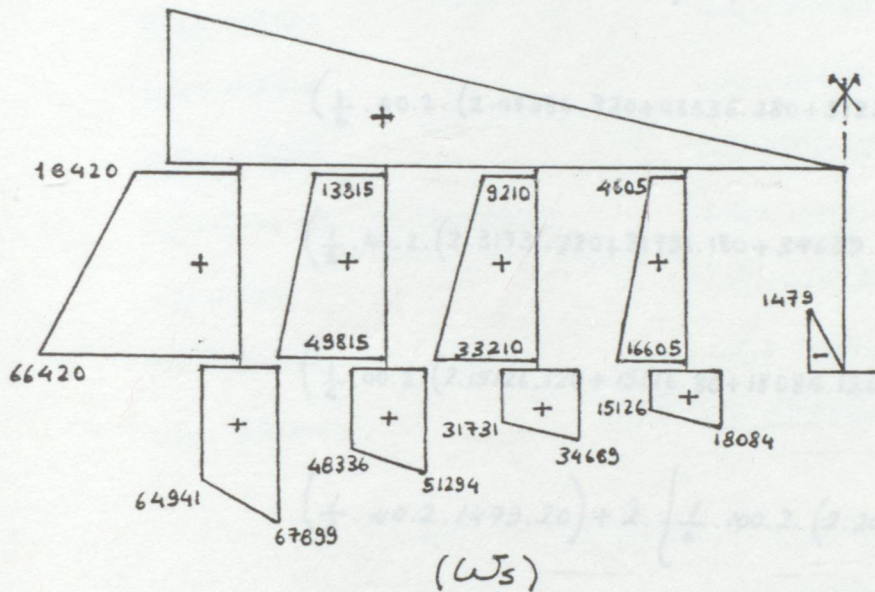
$$\omega_{\bar{I}} = -1479$$

$$\omega_{E'} = 33210$$

$$\omega_L = 34689$$

$$\omega_M = 31731$$

$$\omega_{\bar{G}} = 49815$$



$$J_{z\omega_s} = \int_F y \cdot \omega_s \cdot dF \quad (\text{Sektör deviasyon momenti})$$

$$J_{z\omega_s} = 2 \cdot \left\{ \left(\frac{1}{3} \cdot 350^2 \cdot 16117,5 \cdot 2 \right) + \left(\frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 2 \cdot 300 \cdot (13815 + 49815) \right) + \right. \\ \left(\frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 2 \cdot 200 \cdot (9210 + 33210) \right) + \left(\frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 2 \cdot 100 \cdot (4605 + 16605) \right) + \\ \left(\frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 48336 \cdot 320 + 48336 \cdot 280 + 51294 \cdot 320 + 2 \cdot 51294 \cdot 280) \right) + \\ \left(\frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 31731 \cdot 220 + 31731 \cdot 180 + 34689 \cdot 220 + 2 \cdot 34689 \cdot 180) \right) + \\ \left(\frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 15126 \cdot 120 + 15126 \cdot 80 + 18084 \cdot 120 + 2 \cdot 18084 \cdot 80) \right) - \\ \left(\frac{1}{8} \cdot 40 \cdot 2 \cdot 1479 \cdot 20 \right) + 2 \cdot \left\{ \frac{1}{6} \cdot 100 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 20722,5 \cdot 450 + 20722,5 \cdot 350 + \right. \\ 16117,5 \cdot 450 + 2 \cdot 16117,5 \cdot 350) + \frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 2 \cdot 400 \cdot (18420 + 66420) + \\ \left. \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 64941 \cdot 420 + 64941 \cdot 380 + 67899 \cdot 420 + 2 \cdot 67899 \cdot 380) \right\}$$

$$J_{z\omega_s} = 2,88288 \cdot 10^{10} \text{ cm}^5$$

$$Z_m = \frac{J_{z\omega_s}}{I_{zz}} = \frac{2,88288 \cdot 10^{10}}{3,11197 \cdot 10^8} = 92,64 \text{ cm (Kayma merkezi)}$$

$$W_m = \int P_m \cdot ds \quad (\text{Kayma merkezine göre bulunan birim çarpılma koordinatları})$$

$$W_z = -450 \cdot 46,59 = -20965,5 \text{ cm}^2$$

$$W_x = -20 \cdot 166,9 = 3331,8 \text{ cm}^2$$

$$W_y = -18636$$

$$W_{C'} = -4659 + 120 \cdot 100 = 7341$$

$$W_G = -13977$$

$$W_K = 4009,2$$

$$W_E = -9318$$

$$W_J = 10672,8$$

$$W_L = -4659$$

$$W_{E'} = 14682$$

$$W_z = 14682 + 20 \cdot 166,59 = 18013,8$$

$$W_M = 11350,2$$

$$W_{G'} = 22023$$

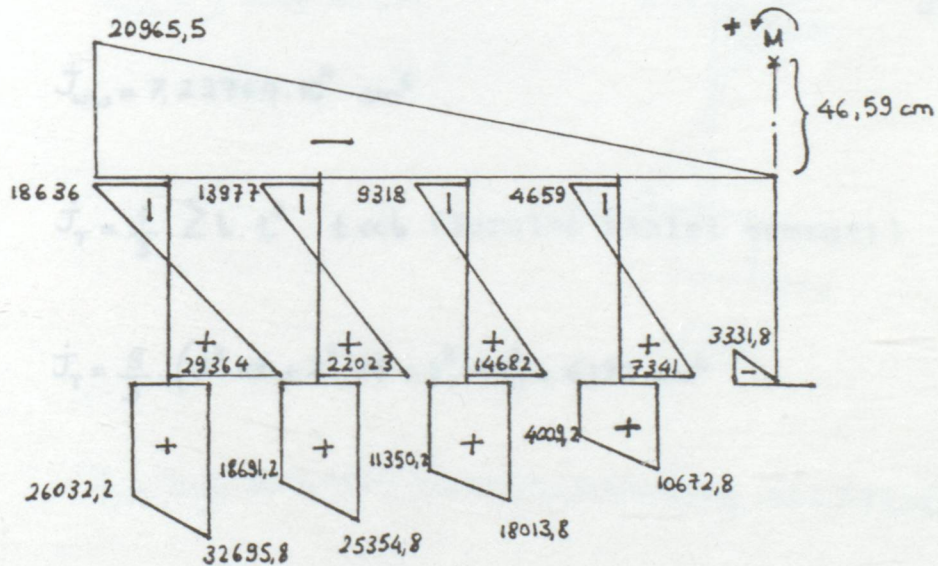
$$W_{C'} = -18636 + 120 \cdot 400 = 29364$$

$$W_D = 18691,2$$

$$W_U = 26032,2$$

$$W_N = 25354,8$$

$$W_V = 32695,8$$



$$J_{\omega\omega} = \int \omega_m^2 \cdot dA \quad (\text{Çarpılma atalet momenti})$$

$$\begin{aligned}
 J_{\omega\omega} = 2 \cdot \left\{ \frac{1}{3} \cdot 450 \cdot 2 \cdot (20965,5)^2 + \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot 46,59 \cdot [18636^2 + 13977^2 + 9318^2 + 4659^2] \right. \\
 + \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot 20 \cdot 3331,8^2 + \frac{1}{3} \cdot 73,41 \cdot 2 \cdot [29364^2 + 22023^2 + 14682^2 + 7341^2] \\
 + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot [2 \cdot 26032,2^2 + 2 \cdot 26032,2 \cdot 32695,8 + 2 \cdot 32695,8^2] \\
 + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot [2 \cdot 18691,2^2 + 2 \cdot 18691,2 \cdot 25354,8 + 2 \cdot (25354,8)^2] \\
 + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot [2 \cdot 11350,2^2 + 2 \cdot 11350,2 \cdot 18013,8 + 2 \cdot 18013,8^2] \\
 \left. + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot [2 \cdot 4009,2^2 + 2 \cdot 4009,2 \cdot 10672,8 + 2 \cdot 10672,8^2] \right\}
 \end{aligned}$$

$$J_{\omega\omega} = 7,23764 \cdot 10^{11} \text{ cm}^6$$

$$J_T = \frac{1}{3} \cdot \sum b \cdot t^3 \quad t \ll b \quad (\text{Burulma atalet momenti})$$

$$J_T = \frac{9}{3} \cdot (2^3 \cdot 100 + 2^3 \cdot 118 + 2^3 \cdot 40) = 6192 \text{ cm}^4$$

$$k = \sqrt{\frac{G \cdot J_T}{E \cdot J_{\omega\omega}}} = \sqrt{\frac{81 \cdot 10^5 \cdot 6192}{21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^{11}}} = 5,744 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$$

$$y_m'' = - \frac{M_{Tz}}{G \cdot J_T} \cdot \frac{\text{sh } kb}{\text{sh } kl} \cdot k \cdot \text{sh } kx$$

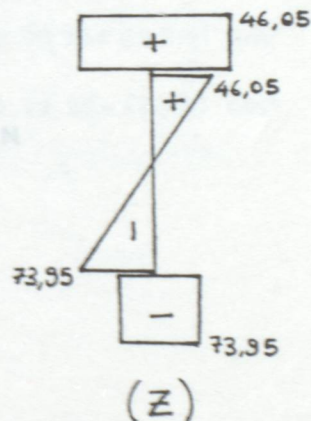
$$b = 800 \text{ cm} \quad L = 2000 \text{ cm} \quad x = 1000 \text{ cm}$$

$$y_m'' = - \frac{3 \cdot 10^5}{21 \cdot 10^6 \cdot 6192} \cdot \frac{0,046}{0,115} \cdot 0,057 = -7,83476 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega\omega} = -E \cdot J_{\omega\omega} \cdot y_m'' \quad (\text{Bimoment})$$

$$M_{\omega\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^{11} \cdot 7,83476 \cdot 10^{-12} = 1,19081 \cdot 10^8 \text{ Ncm}^2$$

$$J_{y\omega\omega} = \int \omega_m \cdot z \cdot dA$$



$$J_{y\omega\omega} = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 2 \cdot 46,05 \cdot (-20965,5 - 16306,5) + \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (-73,95) \cdot (26032,2 + 3261,2)$$

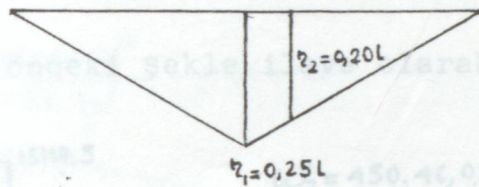
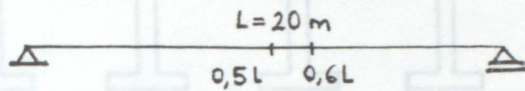
$$+ \frac{1}{6} \cdot 120 \cdot 2 \cdot \left\{ (2 \cdot 46,05 \cdot (-18636) + 46,05 \cdot 29364 + (-73,95) \cdot (-18636) + 2 \cdot (-73,95) \cdot 18636) \right\}$$

$$J_{y\omega\omega} = -4,7852 \cdot 10^8 \text{ cm}^5$$

17. 1 KN KIRIŞININ DERRİNDE GEZİNİRKEN KIRIŞLARA

$$\Delta M = \frac{M_{\omega}}{\dot{J}_{\omega\omega}} \cdot \dot{J}_{y\omega_m} \quad (\text{Fiktif eğilme momenti})$$

$$\Delta M_1 = \frac{1,19081 \cdot 10^8}{7,23764 \cdot 10^{11}} \cdot 4,7852 \cdot 10^8 = 78730 \text{ Ncm}$$



$$\Delta M = F_j \cdot \eta$$

$$F_{j2} = \frac{78730}{400} = 196 \text{ N}$$

$$F_{j1} = F \cdot \frac{J_i}{\sum J_i} = \frac{F}{n} = \frac{1000}{9} = 111 \text{ N}$$

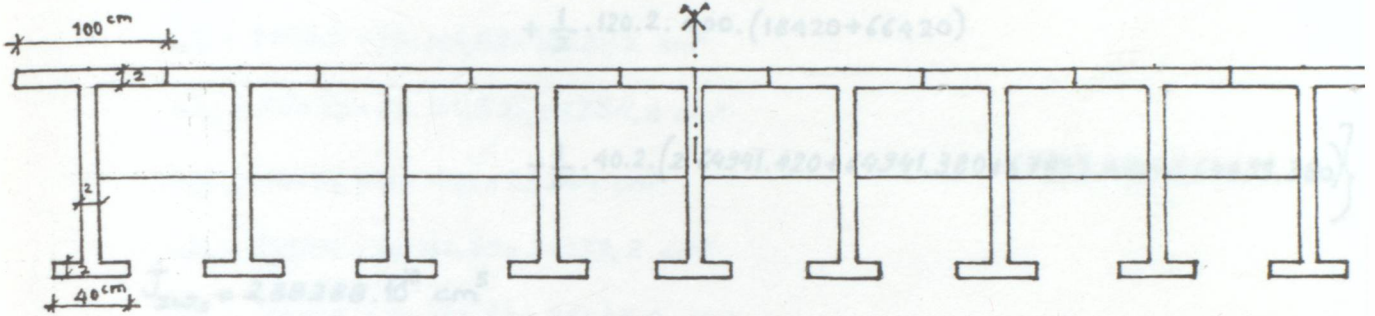
$$F_j = F_{j1} + F_{j2}$$

$$F_j = 111 + 196 = 307 \text{ N}$$

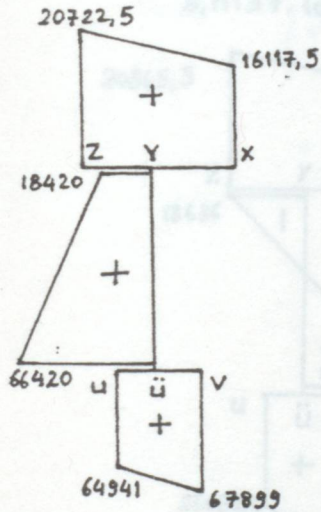
$$M = F \cdot \eta$$

$$M_A = 307 \cdot 400 = 122800 \text{ Ncm} = 1228 \text{ Nm}$$

17. 1 KN/KİRİŞLERİN ÜZERİNDE GEZİNİRKEN KİRİŞLERE
GELEN YÜK DAĞILIMI VE COURBON MUKAYESESİ:



Bir önceki şekle ilave olarak



$$\omega_2 = 450 \cdot 46,05 = 20722,5 \text{ cm}^2$$

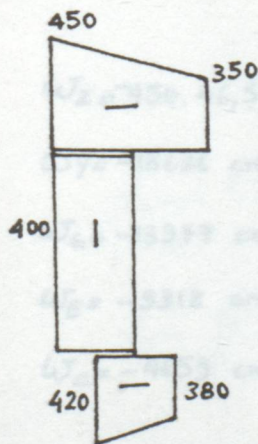
$$\omega_y = 18420 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{\bar{u}} = 18420 + 120 \cdot 400 = 66420 \text{ cm}^2$$

$$\omega_u = 66420 - 20 \cdot 73,95 = 64941 \text{ cm}^2$$

$$\omega_v = 66420 + 20 \cdot 73,95 = 67899 \text{ cm}^2$$

I.kiriş (ω_s)

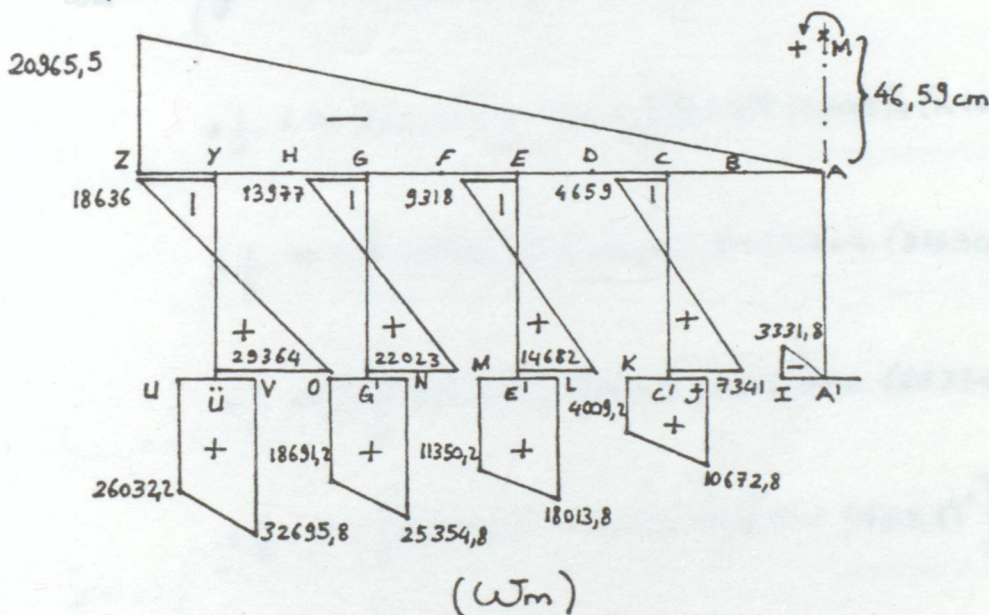


I.kiriş (ω_y)

$$\begin{aligned}
 \dot{J}_{Z\omega_S} = & -1,34723 \cdot 10^{10} - 2 \cdot \left\{ \frac{1}{6} \cdot 100 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 20722,5 \cdot 450 + 20722,5 \cdot 350 + 16117,5 \cdot 450 + \right. \\
 & \left. 2 \cdot 16117,5 \cdot 350) \right. \\
 & + \frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 2 \cdot 400 \cdot (18420 + 66420) \\
 & \left. + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 64941 \cdot 420 + 64941 \cdot 380 + 67899 \cdot 420 + 2 \cdot 67899 \cdot 380) \right\}
 \end{aligned}$$

$$\dot{J}_{Z\omega_S} = 2,88288 \cdot 10^{10} \text{ cm}^5$$

$$Z_M = \frac{2,88288 \cdot 10^{10}}{3,1197 \cdot 10^8} = 92,64 \text{ cm}$$



$$\omega_Z = 450 \cdot 46,59 = -20965,5 \text{ cm}^2$$

$$\omega_Y = -18636 \text{ cm}^2$$

$$\omega_G = -13977 \text{ cm}^2$$

$$\omega_E = -9318 \text{ cm}^2$$

$$\omega_C = -4659 \text{ cm}^2$$

$$\omega_I = -20 \cdot 166,9 = 3331,8 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{C'} = -4659 + 120 \cdot 100 = 7341 \text{ cm}^2$$

$$\omega_K = 7341 - 20 \cdot 166,59 = 4009,2 \text{ cm}^2$$

$$\omega_J = 7341 + 20 \cdot 166,59 = 10672,8 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{E'} = -9318 + 120 \cdot 200 = 14682 \text{ cm}^2$$

$$\omega_M = 14682 - 20 \cdot 166,59 = 11350,2 \text{ cm}^2$$

$$\omega_L = 14682 + 20 \cdot 166,59 = 18013,8 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{G'} = -13977,8 + 120 \cdot 300 = 22023 \text{ cm}^2$$

$$\omega_D = 22023 - 20 \cdot 166,59 = 18691,2 \text{ cm}^2$$

$$\omega_N = 22023 + 20 \cdot 166,59 = 25354,8 \text{ cm}^2$$

$$\omega_{\bar{U}} = -18636 + 120 \cdot 400 = 29364 \text{ cm}^2$$

$$\omega_U = 29364 - 20 \cdot 166,59 = 26032,2 \text{ cm}^2$$

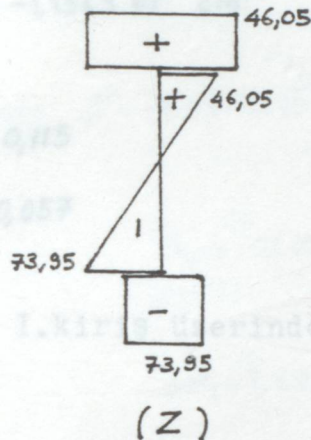
$$\omega_N = 29364 + 20 \cdot 166,59 = 32695,8 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \dot{J}_{\omega\omega} = 2 \cdot \left\{ \frac{1}{3} \cdot 450 \cdot 2 \cdot (20965,5)^2 + \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot 46,59 \cdot \left[(18636)^2 + (13977)^2 + (9318)^2 + (4659)^2 \right] \right. \\ + \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot 20 \cdot (3331,8)^2 + \frac{1}{3} \cdot 73,41 \cdot 2 \cdot \left[(29364)^2 + (22023)^2 + (14682)^2 + (7341)^2 \right] \\ + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot \left[2 \cdot (26032,2)^2 + 2 \cdot 26032,2 \cdot 32695,8 + 2 \cdot (32695,8)^2 \right] \\ + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot \left[2 \cdot (18691,2)^2 + 2 \cdot 18691,2 \cdot 25354,8 + 2 \cdot (25354,8)^2 \right] \\ + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot \left[2 \cdot (11350,2)^2 + 2 \cdot 11350,2 \cdot 18013,8 + 2 \cdot (18013,8)^2 \right] \\ \left. + \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 2 \cdot \left[2 \cdot (4009,2)^2 + 2 \cdot 4009,2 \cdot 10672,8 + 2 \cdot (10672,8)^2 \right] \right\} \end{aligned}$$

$$\dot{J}_{\omega\omega} = 7,23764 \cdot 10^{11} \text{ cm}^6$$

$$\dot{J}_T = \frac{9}{3} \cdot \left[(2)^3 \cdot 100 + (2)^3 \cdot 118 + (2)^3 \cdot 40 \right] = 6192 \text{ cm}^4$$

$$k = \sqrt{\frac{81 \cdot 10^5 \cdot 6192}{21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^4}} = 5,744 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$$



$$\begin{aligned} \dot{J}_{y\omega m_1} &= \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 2 \cdot 46,05 \cdot (-20965,5 - 16306,5) + \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (-73,95) \cdot (26032,2 + 32695,8) \\ &+ \frac{1}{6} \cdot 120 \cdot 2 \cdot \left\{ (2 \cdot 46,05 \cdot (-18636) + 46,05 \cdot 29364 + (-73,95) \cdot (-18636) + 2 \cdot (-73,95) \cdot (29364) \right\} \end{aligned}$$

$$\dot{J}_{y\omega m_1} = -4,7852 \cdot 10^8 \text{ cm}^5$$

$$\begin{aligned} \dot{J}_{y\omega m_2} &= \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 2 \cdot 46,05 \cdot (-16306,5 - 11647,5) + \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 2 \cdot (-73,95) \cdot (18691,2 + 25354,8) \\ &+ \frac{1}{6} \cdot 120 \cdot 2 \cdot \left\{ (2 \cdot 46,05 \cdot (-13977) + 46,05 \cdot 22023 + (-73,95) \cdot (-13977) + 2 \cdot (-73,95) \cdot (22023) \right\} \end{aligned}$$

$$\dot{J}_{y\omega m_2} = -3,5889 \cdot 10^8 \text{ cm}^5$$

$$\dot{J}_{y\omega m_3} = -2,3926 \cdot 10^8 \text{ cm}^5$$

$$\dot{J}_{y\omega m_4} = -1,1963 \cdot 10^8 \text{ cm}^5$$

$$shkl = 0,115$$

$$shkx_1 = 0,057$$

1 kn I.kiriş üzerinde geziniyor

$$a=10 \text{ m 'de: } y'' = \frac{-4 \cdot 10^5 \cdot (0,057)^2}{5744 \cdot 10^5 \cdot 21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^{11}} \cdot \frac{1}{0,115} = -1,29444 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^{11} \cdot (-1,29444 \cdot 10^{-11}) = 1,96743 \cdot 10^8 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 2,71832 \cdot 10^{-4} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 130077 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = " \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 65038 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 97557 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = " \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 32519 \text{ Ncm}$$

$$a=12 \text{ m 'de: } y'' = -4,58173 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,046}{0,115} \cdot 0,057 = -1,04391 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^{11} \cdot (-1,04391 \cdot 10^{-11}) = 1,58665 \cdot 10^8 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 2,19221 \cdot 10^{-4} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 104901 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 78676 \text{ Ncm}$$

$a=10 \text{ m' de:}$

$$\Delta M_3 = 2,19221 \cdot 10^{-4} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 52450,925 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = " \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 26225,463 \text{ Ncm}$$

$$a=14 \text{ m' de: } \varphi'' = -4,58173 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,034}{0,115} \cdot 0,057 = -7,82813 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^{11} \cdot (-7,82813 \cdot 10^{-12}) = 1,1898 \cdot 10^8 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 1,64391 \cdot 10^{-4} \cdot (4,7872 \cdot 10^8) = 78697 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 58998 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = " \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 39332 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = " \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 19666 \text{ Ncm}$$

$$a=16 \text{ m' de: } \varphi'' = -4,58173 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,041}{0,115} \cdot 0,057 = -2,60892 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^{11} \cdot (-2,60892 \cdot 10^{-12}) = 39653063 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 5,47873 \cdot 10^{-5} \cdot (4,7872 \cdot 10^8) = 26227 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 19662 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = " \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 13108 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = " \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 6554 \text{ Ncm}$$

$a=10 \text{ m' de:}$ $F_{12}=260 \text{ N}$ (1.kirişin açıklık ortasına gelen)

$F_{22}=195 \text{ N}$ (2.kirişin açıklık ortasına gelen)

$F_{32}=130 \text{ N}$ (3.kirişin açıklık ortasına gelen)

$1 \text{ kn } a=10 \text{ m' de:}$ $F_{42}=65 \text{ N}$ (4.kirişin açıklık ortasına gelen)

$a=12 \text{ m' de:}$

$F_{12}=262 \text{ N}$

$F_{22}=196 \text{ N}$

$F_{32}=131 \text{ N}$

$F_{42}=65 \text{ N}$

$a=14 \text{ m' de:}$

$F_{12}=262 \text{ N}$

$F_{22}=196 \text{ N}$

$F_{32}=131 \text{ N}$

$F_{42}=65 \text{ N}$

$a=16 \text{ m' de:}$

$F_{12}=262 \text{ N}$

$F_{22}=196 \text{ N}$

$F_{32}=131 \text{ N}$

$F_{42}=65 \text{ N}$

$a=18 \text{ m' de:}$

$F_{12}=262 \text{ N}$

$F_{22}=196 \text{ N}$

$F_{32}=131 \text{ N}$

$F_{42}=65 \text{ N}$

1 kh 2.kiriş üzerinde geziniyor

$$1 \text{ kn } a=10 \text{ m'de: } y'' = \frac{-3 \cdot 10^5 \cdot (0,057) \cdot (0,057)}{5,744 \cdot 10^{-5} \cdot 21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^{11}} = -9,70828 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^{11} \cdot (-9,70828 \cdot 10^{-12}) = 1,47557 \cdot 10^8 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = \frac{1,47557 \cdot 10^8}{7,23764 \cdot 10^{11}} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 97557 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 73168 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = " \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 48778 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = " \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 24389 \text{ Ncm}$$

$$a=12 \text{ m'de: } y'' = -3,4363 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,046}{0,115} \cdot 0,057 = -7,83476 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -1,5199 \cdot 10^{19} \cdot (-7,83476) \cdot 10^{-12} = 1,19081 \cdot 10^8 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 1,6453 \cdot 10^{-4} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 78730 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = " \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 59048 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = " \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 39365 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = " \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 19682 \text{ Ncm}$$

$$a=14 \text{ m' de: } y'' = -3,4363 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,033}{0,115} \cdot 0,057 = -5,62059 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_w = -1,5199 \cdot 10^{19} \cdot (-5,62059 \cdot 10^{-12}) = 85427371 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 1,18032 \cdot 10^{-4} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 56480 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 42360 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 28240 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = \text{''} \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 14120 \text{ Ncm}$$

$$a=16 \text{ m' de: } y'' = -3,4363 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,0229}{0,115} \cdot 0,057 = -3,90035 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_w = -1,5199 \cdot 10^{19} \cdot (-3,90035 \cdot 10^{-12}) = 59281418 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 8,19071 \cdot 10^{-5} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 39194 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 29395 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 19597 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = \text{''} \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 9798 \text{ Ncm}$$

$$a=18 \text{ m' de: } y'' = -3,4363 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,011}{0,115} \cdot 0,057 = -1,87353 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_w = -1,5199 \cdot 10^{19} \cdot (-1,87353 \cdot 10^{-12}) = 28475790 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 3,9344 \cdot 10^{-5} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 18826 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 14120 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 9413 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = \text{''} \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 4706 \text{ Ncm}$$

1 kn 3.kiriş üzerinde geziniyor

$a=10\text{ m}'de: F_{12}=195\text{ N}$ (1.kirişin açıklık ortasına gelen)

$F_{22}=146\text{ N}$ (2.kirişin açıklık ortasına gelen)

1 kn $a=10\text{ m}'de: F_{32}=97\text{ N}$ (3.kirişin açıklık ortasına gelen)

$F_{42}=48\text{ N}$ (4.kirişin açıklık ortasına gelen)

$a=12\text{ m}'de: F_{12}=196\text{ N}$

$F_{22}=147\text{ N}$

$F_{32}=98\text{ N}$

$F_{42}=49\text{ N}$

$a=14\text{ m}'de: F_{12}=196\text{ N}$

$F_{22}=147\text{ N}$

$F_{32}=98\text{ N}$

$F_{42}=49\text{ N}$

$a=16\text{ m}'de: F_{12}=195\text{ N}$

$F_{22}=146\text{ N}$

$F_{32}=97\text{ N}$

$F_{42}=48\text{ N}$

$a=18\text{ m}'de: F_{12}=196\text{ N}$

$F_{22}=147\text{ N}$

$F_{32}=98\text{ N}$

$F_{42}=49\text{ N}$

1 kn 3.kiriş üzerinde geziniyor

$$1 \text{ kn } a=10 \text{ m'de: } \varphi'' = \frac{-2 \cdot 10^5 \cdot 0,057 \cdot 0,057}{5,744 \cdot 10^{-5} \cdot 21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^{11}} = -6,47219 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{w'} = -1,5199 \cdot 10^{19} \cdot (-6,47216 \cdot 10^{-12}) = 98370794 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 1,35916 \cdot 10^{-4} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 65038 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 48778 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 32519 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = \text{''} \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 16259 \text{ Ncm}$$

$$a=12 \text{ m'de: } \varphi'' = -2,29086 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,046}{0,115} \cdot 0,057 = -5,22316 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{w'} = -1,5199 \cdot 10^{19} \cdot (-5,22316 \cdot 10^{-12}) = 79386821 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 1,03686 \cdot 10^{-4} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 52486 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 39365 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 26243 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = \text{''} \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 13121 \text{ Ncm}$$

$$a=14 \text{ m 'de: } y'' = -2,29086 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,034}{0,115} \cdot 0,057 = -3,8606 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = -1,5199 \cdot (-3,8606 \cdot 10^{-12}) = 58677216 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 8,10723 \cdot 10^{-5} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 38794 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 29096 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 19397 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = \text{''} \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 9698 \text{ Ncm}$$

$$a=16 \text{ m 'de: } y'' = -2,29086 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,0229}{0,115} \cdot 0,057 = -2,60023 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = 39520830 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 5,46046 \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 26129 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 19597 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 13064 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = \text{''} \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 6532 \text{ Ncm}$$

$$a=18 \text{ m 'de: } y'' = -2,29086 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,012}{0,115} \cdot 0,057 = -1,36256 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_{\omega} = 20709605 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 2,86138 \cdot 10^{-5} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 13692 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 10269 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 6846 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = \text{''} \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 3423 \text{ Ncm}$$

$a = 10 \text{ m'}$ de: $F_{12} = 130 \text{ N}$ (1.kirişin açıklık ortasına gelen)

$a = 10 \text{ m/ds}$: $F_{22} = 97 \text{ N}$ (2. " " " " ")

$$F_{32} = 65 \quad N(3. \quad " \quad " \quad " \quad " \quad)$$

$$F_{42} = 32 \quad N(4. \quad " \quad " \quad " \quad " \quad)$$

$$a = 12 \text{ m} \cdot \text{de: } F_{f2} = 131 \text{ N} \quad (3,5889 \cdot 10^4) = 24389 \text{ Nm}$$

$$F_{22} = 98 \text{ N} \quad (2.3926 \cdot 10^4) = 16259 \text{ Nm}$$

$$F_{32} = 65 \text{ N}$$

$$F_{42} = 32 \quad N$$

$a = 14 \text{ m'de: } F_{12} = 129 \text{ N}$

$$F_{22} = 96 \text{ N}$$

$$F_{32} = 64 \text{ N} \cdot 31 \cdot 10^{-3} \cdot (4,7852 \cdot 10^9) = 26248 \text{ Nm}$$

$$F_{42} = 32 \text{ N} \quad (3,5889 \cdot 10^8) = 19662 \text{ Nm}$$

$$a = 16 \text{ m'de: } F_{12} = 130 \text{ N} \quad (119(3.16^3)) = 6560 \text{ Nm}$$

$$F_2 = 97 \text{ N}$$

$$F_{32} = 65 \text{ N}$$

$$F_{42} = 32 \quad N$$

$$a = 18 \text{ m'de} : F_{12} = 130 \text{ N}$$

$$F_{22} = 97 \text{ N} \quad (3.5889 \cdot 10^3) = 14548 \text{ N/m}$$

$$F_{32} = 65 \text{ N}$$

$F_{42} = 32$ N

2- 1 kn 4.kiriş üzerinde geziniyor

$$a=10 \text{ m'de: } y'' = \frac{-1 \cdot 10^5 \cdot 0,057 \cdot 0,057}{5,744 \cdot 10^{-5} \cdot 21 \cdot 10^6 \cdot 7,23764 \cdot 10^{11}} \cdot \frac{1}{0,115} = -3,23609 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_w = 49185397 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 6,73578 \cdot 10^{-5} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 32519 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 24389 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 16259 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = \text{''} \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 8129 \text{ Ncm}$$

$$a=12 \text{ m'de: } y'' = 1,14453 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,046}{0,115} \cdot 0,057 = -2,61158 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_w = 39693478 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 5,48431 \cdot 10^{-5} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 26243 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 19682 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 13121 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = \text{''} \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 6560 \text{ Ncm}$$

$$a=14 \text{ m'de: } y'' = -1,14543 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,034}{0,115} \cdot 0,057 = -1,9303 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_w = 29338608 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 4,05362 \cdot 10^{-5} \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 19397 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = \text{''} \cdot (3,5889 \cdot 10^8) = 14548 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = \text{''} \cdot (2,3926 \cdot 10^8) = 9698 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = \text{''} \cdot (1,1963 \cdot 10^8) = 4849 \text{ Ncm}$$

$a = 16 \text{ m' de:}$

$$\varphi'' = -1,14543 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,0229}{0,115} \cdot 0,057 = -1,30011 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_W = 19760415 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 2,73023 \cdot 10^5 \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 13064 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = 9798 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = 6532 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 3266 \text{ Ncm}$$

$a = 18 \text{ m' de:}$

$$\varphi'' = -1,14543 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{0,0114}{0,115} \cdot 0,057 = -6,47218 \cdot 10^{-13} \text{ cm}^{-2}$$

$$M_W = 9837062,6 \text{ Ncm}^2$$

$$\Delta M_1 = 1,35915 \cdot 10^5 \cdot (4,7852 \cdot 10^8) = 6503 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_2 = 4877 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_3 = 3251 \text{ Ncm}$$

$$\Delta M_4 = 1625 \text{ Ncm}$$

Bulunan bu değerlere $F_1 = 65$ değeri eklenerek

herbir kirişe gelen toplam yük bulunabilir.

$a = 10 \text{ m' de:}$ $F_{12} = 65 \text{ N (1. kirişin açıklık ortasına gelen)}$

$F_{22} = 48 \text{ N (2. " " " ")}$

$F_{32} = 32 \text{ N (3. " " " ")}$

$F_{42} = 16 \text{ N (4. " " " ")}$

$a = 12 \text{ m' de:}$ $F_{12} = 65 \text{ N}$

$F_{22} = 49 \text{ N}$

$F_{32} = 32 \text{ N}$

$F_{42} = 16 \text{ N}$

$$a=14 \text{ m 'de: } F_{12} = 64 \quad \text{N}$$

$$F_{22} = 48 \quad \text{N}$$

$$F_{32} = 32 \quad \text{N}$$

$$F_{42} = 16 \quad \text{N}$$

$$F_1 = \frac{1000}{9} \cdot 2,4 = 311 \quad \text{N (1. kirişe gelen toplam yük)}$$

$$a=16 \text{ m 'de: } F_{12} = 65 \quad \text{N}$$

$$F_{22} = 48 \quad \text{N}$$

$$F_{32} = 32 \quad \text{N}$$

$$F_{42} = 16 \quad \text{N}$$

$$a=18 \text{ m 'de: } F_{12} = 65 \quad \text{N}$$

$$F_{22} = 48 \quad \text{N}$$

$$F_{32} = 32 \quad \text{N}$$

$$F_{42} = 16 \quad \text{N}$$

Bulunan bu değerlere $F_1 = \frac{1000}{9}$ değeri eklenerek

herbir kirişe gelen toplam yük bulunabilir.

COURBON MUKAYESESİ

1kn 2. kirişdeyken:

1 kn 1.kirişdeyken:

$$\Delta_1 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 1}{(9)^2-1} \cdot \frac{400}{100} = 3,4$$

$$F_1 = \frac{1000}{9} \cdot 3,4 = 377 \quad N \text{ (1.kirişde gelen toplam yük)}$$

$$\Delta_2 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 2}{(9)^2-1} \cdot \frac{400}{100} = 2,8$$

$$F_2 = \frac{1000}{9} \cdot 2,8 = 311 \quad N \text{ (2.kirişde gelen toplam yük)}$$

$$\Delta_3 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 3}{(9)^2-1} \cdot \frac{400}{100} = 2,2$$

$$F_3 = \frac{1000}{9} \cdot 2,2 = 244 \quad N \text{ (3.kirişde gelen toplam yük)}$$

$$\Delta_4 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 4}{(9)^2-1} \cdot \frac{400}{100} = 1,6$$

$$F_4 = \frac{1000}{9} \cdot 1,6 = 177 \quad N \text{ (4.kirişde gelen toplam yük)}$$

1kn 2. girişdeyken:

$$\Delta_1 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 1}{(9)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = 2,8$$

$$F_1 = \frac{1000}{9} \cdot 2,8 = 311 \quad N$$

$$\Delta_2 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 2}{(9)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = 2,35$$

$$F_2 = \frac{1000}{9} \cdot 2,35 = 261 \quad N$$

$$\Delta_3 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 3}{(9)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = 1,90$$

$$F_3 = \frac{1000}{9} \cdot 1,90 = 211 \quad N$$

$$\Delta_4 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 4}{(9)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = 1,45$$

$$F_4 = \frac{1000}{9} \cdot 1,45 = 161 \quad N$$

1 kn, 3. girişdeyken:

$$\Delta_1 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 1}{(9)^2-1} \cdot \frac{200}{100} = 2,2$$

$$F_1 = \frac{1000}{9} \cdot 2,2 = 244 \text{ N}$$

$$\Delta_2 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 2}{(9)^2-1} \cdot \frac{200}{100} = 1,9$$

$$F_2 = \frac{1000}{9} \cdot 1,9 = 211 \text{ N}$$

$$\Delta_3 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 3}{(9)^2-1} \cdot \frac{200}{100} = 1,6$$

$$F_3 = \frac{1000}{9} \cdot 1,6 = 177 \text{ N}$$

$$\Delta_4 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 4}{(9)^2-1} \cdot \frac{200}{100} = 1,3$$

$$F_4 = \frac{1000}{9} \cdot 1,3 = 144 \text{ N}$$

1 kn 4. girişdeyken:

$$\Delta_1 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 1}{(9)^2-1} \cdot \frac{100}{100} = 1,6$$

$$F_1 = \frac{1000}{9} \cdot 1,6 = 177 \text{ N}$$

$$\Delta_2 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 2}{(9)^2-1} \cdot 1 = 1,45$$

$$F_2 = \frac{1000}{9} \cdot 1,45 = 161 \text{ N}$$

$$\Delta_3 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 3}{(9)^2-1} \cdot 1 = 1,3$$

$$F_3 = \frac{1000}{9} \cdot 1,3 = 144 \text{ N}$$

$$\Delta_4 = 1 + 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 4}{(9)^2-1} \cdot 1 = 1,15$$

$$F_4 = \frac{1000}{9} \cdot 1,15 = 127 \text{ N}$$

1 kn 6. girişdeyken:

$$\Delta_1 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 1}{(9)^2-1} \cdot \frac{100}{100} = 0,4$$

$$F_1 = \frac{1000}{9} \cdot 0,4 = 44 \text{ N}$$

$$\Delta_2 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 2}{(9)^2-1} \cdot 1 = 0,55$$

$$F_2 = \frac{1000}{9} \cdot 0,55 = 61 \text{ N}$$

$$\Delta_3 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 3}{(9)^2-1} \cdot 1 = 0,7$$

$$F_3 = \frac{1000}{9} \cdot 0,7 = 77 \text{ N}$$

$$\Delta_4 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 4}{(9)^2-1} \cdot 1 = 0,85$$

$$F_4 = \frac{1000}{9} \cdot 0,85 = 94 \text{ N}$$

1 kn 7. girişdeyken:

$$\Delta_1 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 1}{(9)^2-1} \cdot \frac{200}{100} = -0,2$$

$$F_1 = \frac{1000}{9} \cdot (-0,2) = -22 \text{ N}$$

$$\Delta_2 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 2}{(9)^2-1} \cdot \frac{200}{100} = 0,1$$

$$F_2 = \frac{1000}{9} \cdot 0,1 = 11 \text{ N}$$

$$\Delta_3 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 3}{(9)^2-1} \cdot 2 = 0,4$$

$$F_3 = \frac{1000}{9} \cdot 0,4 = 44 \text{ N}$$

$$\Delta_4 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 4}{(9)^2-1} \cdot 2 = 0,7$$

$$F_4 = \frac{1000}{9} \cdot 0,7 = 77 \text{ N}$$

1 kn 8. girişdeyken:

$$\Delta_1 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 1}{(9)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = -0,8$$

$$F_1 = \frac{1000}{9} \cdot (-0,8) = -88 \text{ N}$$

$$\Delta_2 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 2}{(9)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = -0,35$$

$$F_2 = \frac{1000}{9} \cdot (-0,35) = -38 \text{ N}$$

$$\Delta_3 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 3}{(9)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = 0,10$$

$$F_3 = \frac{1000}{9} \cdot 0,10 = 11 \text{ N}$$

$$\Delta_4 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 4}{(9)^2-1} \cdot \frac{300}{100} = 0,55$$

$$F_4 = \frac{1000}{9} \cdot 0,55 = 61 \text{ N}$$

1kn 9. kirişdeyken:

18. " Özel birim tekil yükten (1 Kn) Referans noktalarına gelen toplam yük ($R=P_1 + P_2$).

$$\Delta_1 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 1}{(9)^2-1} \cdot \frac{400}{100} = -1,4$$

$$F_1 = \frac{1000}{9} \cdot (-1,4) = -155 \quad N$$

$$\Delta_2 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 2}{(9)^2-1} \cdot \frac{400}{100} = -0,8$$

$$F_2 = \frac{1000}{9} \cdot (-0,8) = -88 \quad N$$

$$\Delta_3 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 3}{(9)^2-1} \cdot \frac{400}{100} = -0,2$$

$$F_3 = \frac{1000}{9} \cdot (-0,2) = -22 \quad N$$

$$\Delta_4 = 1 - 6 \cdot \frac{9+1-2 \cdot 4}{(9)^2-1} \cdot \frac{400}{100} = 0,4$$

$$F_4 = \frac{1000}{9} \cdot 0,4 = 44 \quad N$$

18." Gezici birim tekil yükten (1 Kn) Referans noktalarına gelen toplam yük($F_j = F_{j1} + F_{j2}$) .

Aşağıdaki birimler Newton'dur.

A noktası için:

$\frac{2b}{L}$	b	$\frac{3}{4}b$	$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{4}b$	0	$-\frac{1}{4}b$	$-\frac{1}{2}b$	$-\frac{3}{4}b$	$-b$
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,9L	373	307	241	176	111	46	-19	-85	-151
0,8L	373	307	241	176	111	45	-19	-84	-151
0,7L	373	307	240	175	111	46	-18	-85	-151
0,6L	373	307	242	176	111	45	-20	-85	-151
0,5L	371	306	241	176	111	46	-18	-84	-151

B noktası için:

L \ 2b	b	$\frac{3}{4}b$	$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{4}b$	0	$-\frac{1}{4}b$	$-\frac{1}{2}b$	$-\frac{3}{4}b$	-b
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,9L	306	257	208	159	111	62	13	-35	-84
0,8L	307	258	209	160	111	62	13	-35	-85
0,7L	307	258	208	159	111	62	14	-36	-85
0,6L	307	258	209	160	111	61	13	-36	-85
0,5L	306	257	208	159	111	62	13	-35	-84

C noktası için:

$\begin{array}{c} 2b \\ L \end{array}$	b	$\frac{3}{4}b$	$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{4}b$	0	$-\frac{1}{4}b$	$-\frac{1}{2}b$	$-\frac{3}{4}b$	$-b$
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,9L	241	209	176	143	111	78	45	12	-19
0,8L	242	209	175	143	111	78	45	13	-19
0,7L	242	209	175	143	111	78	46	12	-19
0,6L	242	209	176	143	111	78	45	12	-20
0,5L	241	208	176	143	111	78	46	13	-19

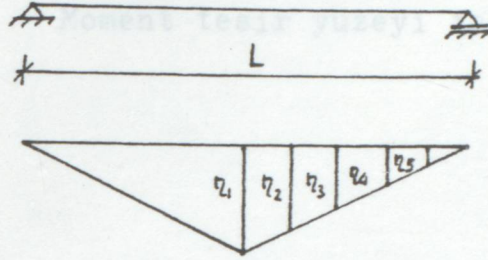
Referans Noktalarına Gelen Momentlerin Tablosu

D noktası için:



$\frac{2b}{L}$	b	$\frac{3}{4}b$	$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{4}b$	0	$-\frac{1}{4}b$	$-\frac{1}{2}b$	$-\frac{3}{4}b$	$-b$
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,9L	176	160	143	127	111	94	78	61	45
0,8L	176	160	143	127	111	94	78	62	45
0,7L	176	160	143	127	111	94	78	61	45
0,6L	176	160	143	127	111	94	78	61	46
0,5L	176	159	143	127	111	94	78	62	46

Referans Noktalarına Gelen Momentlerin Bulunması



$$\eta_1 = 0,25L$$

$$\eta_2 = 0,20L$$

$$\eta_3 = 0,15L$$

$$\eta_4 = 0,10L$$

$$\eta_5 = 0,05L$$

$$F \cdot \eta = M$$

A Noktasına Göre

Moment tesir yüzeyi tablosu
Aşağıdaki birimler Nm' dir.

$\frac{L}{2b}$	b	$\frac{3}{4}b$	$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{4}b$	0	$-\frac{1}{4}b$	$-\frac{1}{2}b$	$-\frac{3}{4}b$	-b
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,9L	373	307	241	176	111	46	-19	-85	-151
0,8L	746	614	483	352	222	91	-39	-169	-302
0,7L	1120	922	721	527	333	139	-54	-255	-453
0,6L	1493	1231	969	706	444	182	-80	-342	-604
0,5L	1856	1531	1205	880	555	230	-94	-420	-745

C Noktasına Göre
B Noktasına Göre
Moment tesir yüzeyi tablosu

$\frac{L}{2b}$	b	$\frac{3}{4} b$	$\frac{1}{2} b$	$\frac{1}{4} b$	0	$-\frac{1}{4} b$	$-\frac{1}{2} b$	$-\frac{3}{4} b$	-b
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,9L	307	258	209	159	111	62	13	-36	-85
0,8L	615	516	418	320	222	124	26	-71	-171
0,7L	933	774	624	478	333	187	42	-108	-256
0,6L	1231	1034	838	641	444	247	50	-146	-342
0,5L	1531	1287	1043	799	555	311	67	-176	-420

C Noktasına Göre
Moment tesir yüzeyi tablosu

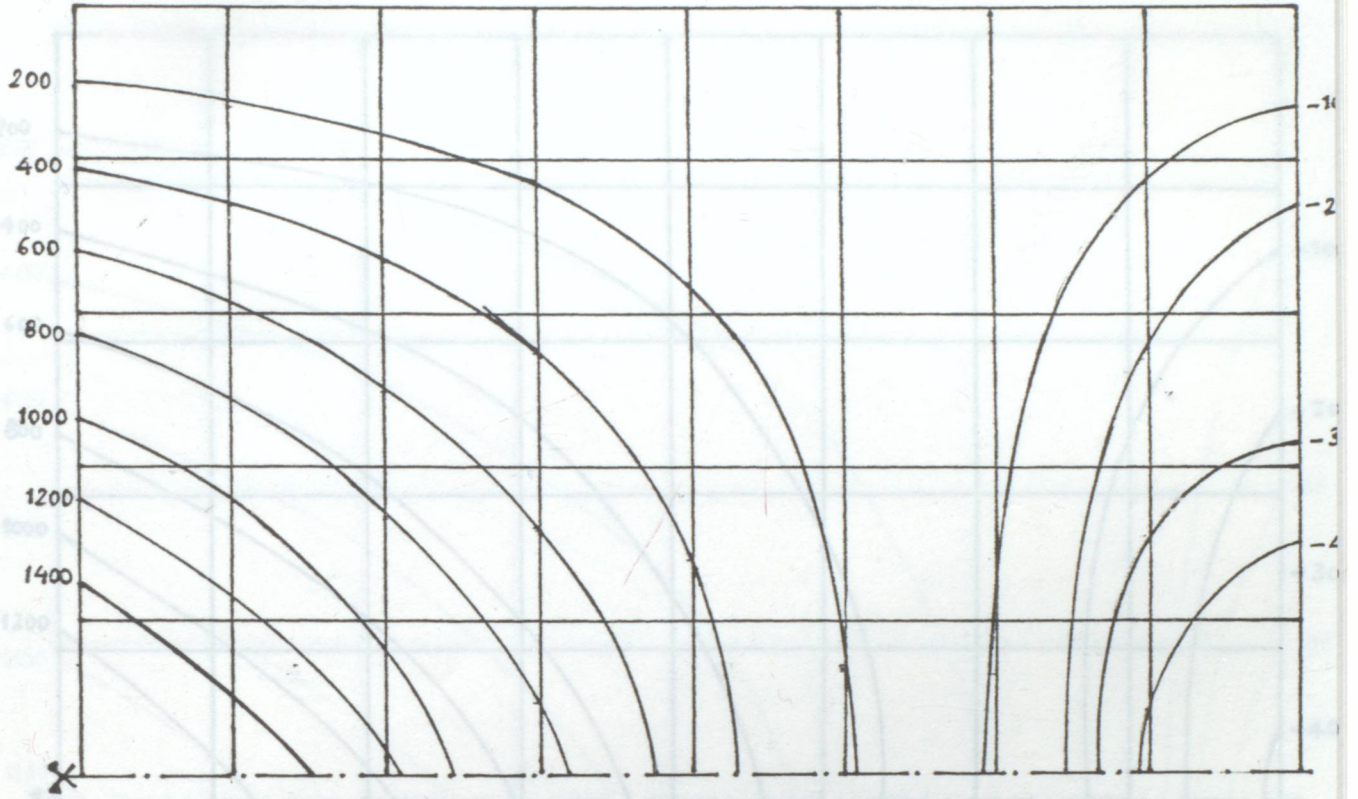
$\frac{2b}{L}$	b	$\frac{3}{4}b$	$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{4}b$	0	$-\frac{1}{4}b$	$-\frac{1}{2}b$	$-\frac{3}{4}b$	$-b$
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,9L	242	209	176	143	111	78	45	12	-19
0,8L	484	418	352	287	222	156	91	26	-39
0,7L	726	627	527	430	333	236	139	38	-59
0,6L	968	838	706	575	444	313	182	50	-80
0,5L	1205	1043	880	718	555	392	230	67	-94

D Noktasına Göre

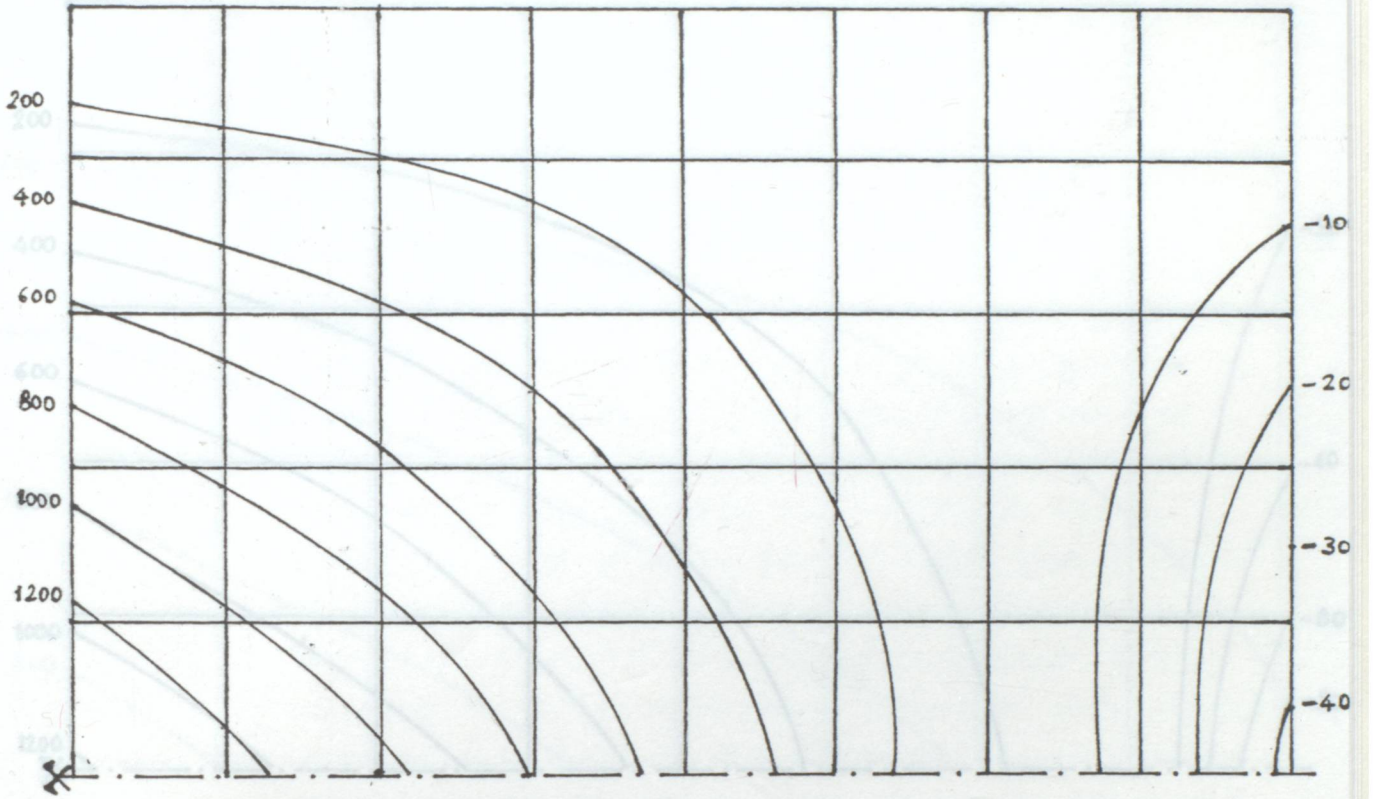
Moment tesir yüzeyi taslosu

$\begin{matrix} 2b \\ L \end{matrix}$	b	$\frac{3}{4}b$	$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{4}b$	0	$-\frac{1}{4}b$	$-\frac{1}{2}b$	$-\frac{3}{4}b$	$-b$
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,9L	176	160	143	127	111	94	78	61	45
0,8L	358	320	287	254	222	189	156	124	91
0,7L	529	481	430	381	333	284	236	185	136
0,6L	706	641	575	510	444	378	313	247	182
0,5L	880	799	718	636	555	474	392	311	230

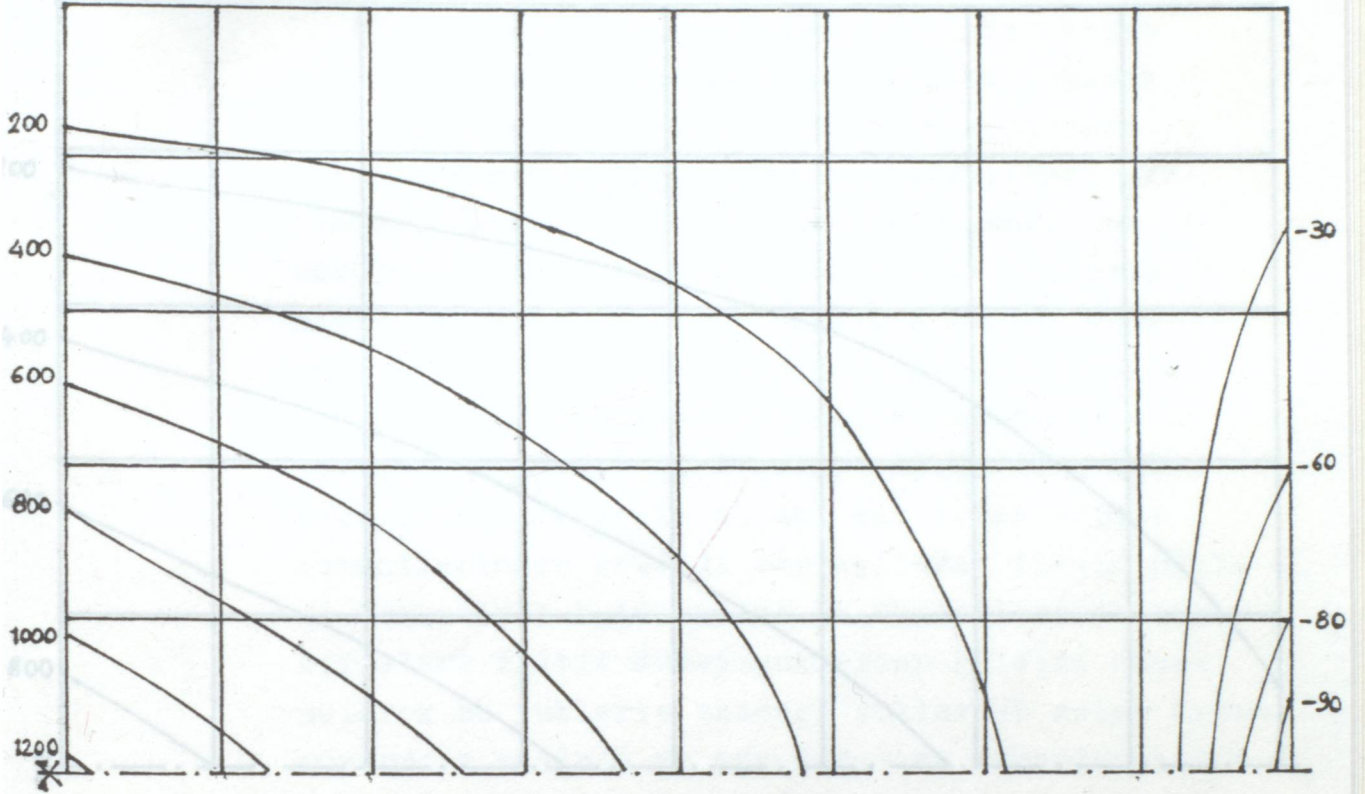
19. Referans noktaları için moment tesir yüzeyleri:



(A Noktası için)

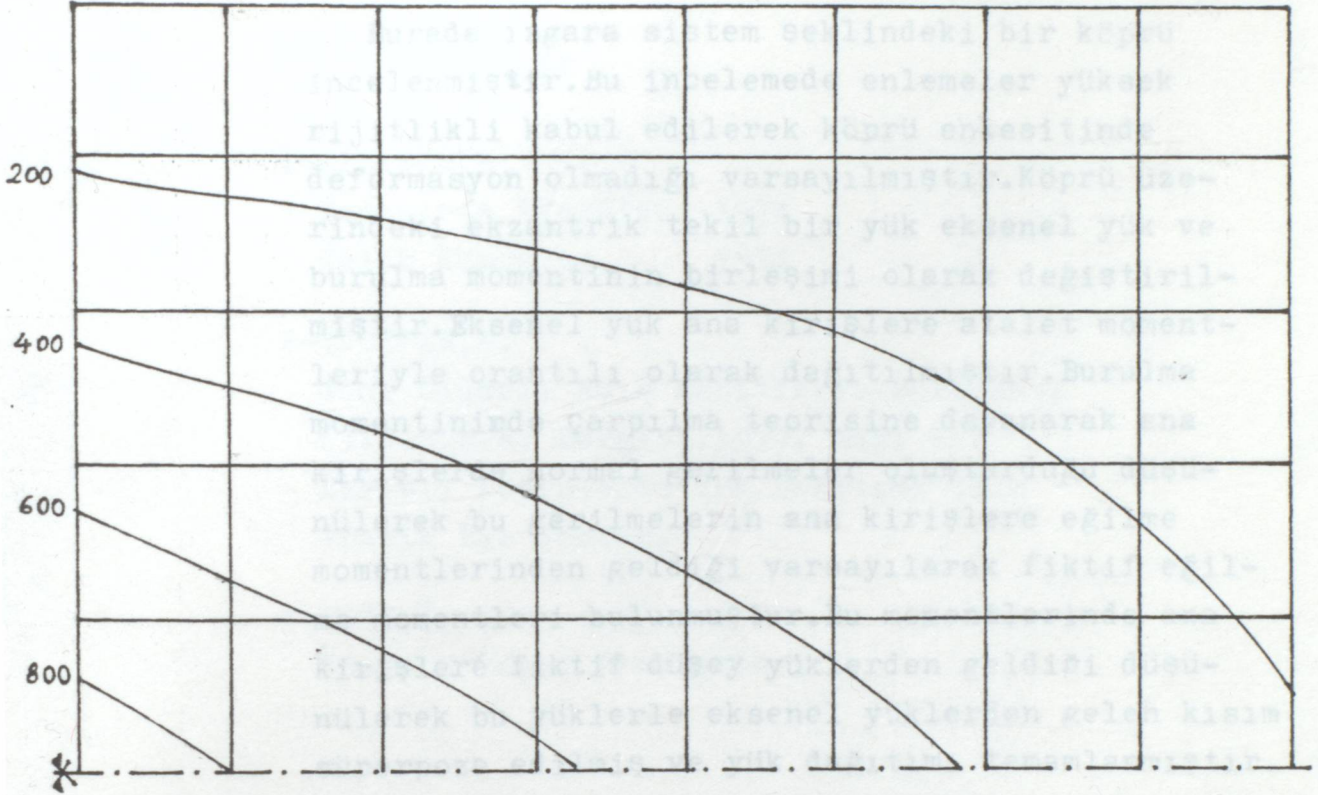


(B Noktası için)



(C Noktası için)

Boruç :



Bulunan değerler Ucarbon yöntemiyle kıyaslanarak fark yüzdeleri bulunmuştur. Tesir çizgisi yöntemi kullanılarak (D Noktası için)lerin sıcaklık ortalarında meydana gelen momentler bulunmuştur. İste bu momentlerin gesici birim tekil yüküne altına yazılmasıyla da referans noktalarına ait moment tesir yüzeyleri elde edilmiştir.

Sonuç :

Burada ızgara sistem şeklindeki bir köprü incelenmiştir. Bu incelemede enlemeler yüksek rijitlikli kabul edilerek köprü enkesitinde deformasyon olmadığı varsayılmıştır. Köprü üzerindeki ekzantrik tekil bir yük aksenal yük ve burulma momentinin birleşimi olarak değiştirilmiştir. Aksenal yük ana kirişlere atalet momentleriyle orantılı olarak dağıtılmıştır. Burulma momentininde çarpılma teorisine dayanarak ana kirişlerde normal gerilmeler oluşturduğu düşünülerek bu gerilmelerin ana kirişlere eğilme momentlerinden geldiği varsayılarak fiktif eğilme momentleri bulunmuştur. Bu momentlerinde ana kirişlere fiktif düşey yüklerden geldiği düşünülerek bu yüklerle aksenal yüklerden gelen kısım süperpoze edilmiş ve yük dağıtımı tamamlanmıştır. Bulunan değerler Courbon yöntemiyle kıyaslanarak fark yüzdeleri bulunmuştur. Tesir çizgisi yöntemi kullanılarakta ana kirişlerin açıklık ortalarında meydana gelen momentler bulunmuştur. İşte bu momentlerin gezici birim tekil yükün altına yazılmasıyla da referans noktalarına ait moment tesir yüzeyleri elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

1-CELASUN,H. :

Betonarme Köprüler 1974

Çelik Köprüler 1974

2-YÜCEFER,N. :

İnce Cıdarlı Açık Kesitlerin Burulması

(İ.D.M.M.A. Dergisi,1977, Sayı 1)

Kirişli Köprülerde Yük Dağıtımı İçin

Pratik Bir Yöntem.

3-EKİZ,İ. :

Çözümlü Köprü Problemleri.

