

46992

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİRİŞLİ KÖPRÜLERDE ENLEMELERİN
İÇ KUVVET DAĞILIMINA ETKİSİ

İnş.Müh. Hasan ÖKSÜZ

F.B.E İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Doç. Zekeriya POLAT

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
İSTANBUL, 1995
MANTASYON MERKEZİ

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
TEŞEKKÜR	vii
TÜRKÇE ÖZET	viii
YABANCI DİLDE ÖZET (ABSTRACT)	ix
1.0. GİRİŞ	1
1.1. Kirişli Karayolu Köprülerinde Kullanılan Enine Dağılım Yöntemleri	1
1.1.1. Courbon Yöntemi	2
1.1.2. AASHTO Enine Dağıtım Formülleri	3
1.1.3. Diğer Yaklaşık Yöntemler	5
1.1.4. Sonlu Farklar ve Sonlu Eleman Yöntemleri	5
1.2. Örnek Çözümlerde Kullanılan Köprü Taşıyıcı Sistemi	6
2.0. SAYISAL ÇÖZÜMLER	9
2.1. Örnek Sayısal Çözümlerin Üretilmesinde İzlenen Yol	9
2.2. Sonlu Eleman Yöntemi İle Üretilen Çözümler	9
2.3. Diğer Yöntemlerle Çözümler	9
2.3.1. Temel Değerlerin Hesabı	9
2.3.2. AASHTO Formülleri İle Çözüm	12
2.3.3. Courbon Yöntemi İle Çözüm	14
3.0. SONUÇLARIN İRDELENMESİ	16
3.1. Genel	16
3.2. Toplu Sonuçlar	16
3.3. Sonuçların Karşılaştırılması (Enleme düzeni 1 ve 4 için)	17
3.3.1. Anakirişlerde Oluşan Maksimum Mesnet Reaksiyonları	17
3.3.2. Anakirişlerin Açıklık Ortasında Oluşan Maksimum Eğilme Momentleri	19
3.3.3. Anakirişlerin L/4 Kesitinde Oluşan Maksimum Eğilme Momentleri	20
3.4. Enleme Düzeninin Yük Dağılımına Etkisi	21
3.4.1. Enleme Düzeninin Maksimum Mesnet Reaksiyonları Üzerinde Etkileri	21

İÇİNDEKİLER (DEVAM)

3.4.2. Enleme Düzeninin L/2 Kesiti Maksimum Eğilme Momentleri Üzerinde Etkileri	23
3.4.3. Enleme Düzeninin L/4 Kesiti Maksimum Eğilme Momentleri Üzerinde Etkileri	24
3.5. Courbon Yöntemi İle Elde Edilen Sonuçların Sonlu Eleman Yöntemi İle Hesaplanan Sonuçlara Oranlanması	25
4.0. SONUÇ VE ÖNERİLER	26
KAYNAKLAR	27
EKLER	28
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Seçilen kirişli karayolu köprüsü	6
Şekil 1.2. Sayısal çözümlerde dikkate alınan enleme düzenleri	7
Şekil 1.3. Sonlu elemanlar modeli (4.tip enleme düzeni için)	8
Şekil 2.1. Mesnet reaksiyonu tesir çizgisi	11
Şekil 2.2. Açıklık ortası eğilme momenti tesir çizgisi	11
Şekil 2.3. L/4 kesiti eğilme momenti tesir çizgisi	12
Şekil 2.4. Tip köprü enkesitinde yükleme eksantriklikleri	14
Şekil 3.1. Anakirişlerde maksimum mesnet reaksiyonları	18
Şekil 3.2. Anakirişlerin L/2 kesitlerinde maksimum eğilme momentleri	19
Şekil 3.3. Anakirişlerin L/4 kesitlerinde maksimum eğilme momentleri	21
Şekil 3.4. Sonlu elemanlar yöntemine göre anakirişlerdeki maksimum mesnet reaksiyonlarının enleme sayısı ile değişimi	22
Şekil 3.5. Sonlu elemanlar yöntemine göre anakirişlerin L/2 kesitinde, maksimum eğilme momentlerinin enleme sayısı ile değişimi	23
Şekil 3.6. Sonlu elemanlar yöntemine göre anakirişlerin L/4 kesitinde, maksimum eğilme momentlerinin enleme sayısı ile değişimi	24

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1.	Tekerlek yüklerinin boylama kirişlerine dağıtımı	3
Tablo 2.1.	Sonlu elemanlar yöntemiyle $H_{30}-S_{24}$ yükleri için hesaplanan anakiriş maksimum mesnet tepkileri	10
Tablo 2.2.	Sonlu elemanlar yöntemiyle $H_{30}-S_{24}$ yükleri için hesaplanan anakiriş açıklık ortası eğilme momentleri	10
Tablo 2.3.	Sonlu elemanlar yöntemiyle $H_{30}-S_{24}$ yükleri için hesaplanan anakiriş L/4 kesiti eğilme momentleri	10
Tablo 2.4.	Courbon Metodu ile hesaplanan anakiriş mesnet tepkileri ve eğilme momentleri	15
Tablo 3.1.	Anakirişlerde elverişsiz mesnet reaksiyonları	16
Tablo 3.2.	Anakirişlerin açıklık ortası kesitlerinde elverişsiz eğilme momentleri	17
Tablo 3.3.	Anakirişlerin L/4 kesitlerinde elverişsiz eğilme momentleri	17
Tablo 3.4.	Anakiriş maksimum mesnet reaksiyonları	18
Tablo 3.5.	Anakirişlerin L/2 kesitlerinde maksimum eğilme momentleri	19
Tablo 3.6.	Anakirişlerin L/4 kesitlerinde maksimum eğilme momentleri	21
Tablo 3.7.	Sonlu Elemanlar yöntemine göre anakirişlerdeki maksimum mesnet reaksiyonları	22
Tablo 3.8.	Sonlu Elemanlar yöntemine göre anakirişlerin L/2 kesitlerinde maksimum eğilme momentleri	23
Tablo 3.9.	Sonlu Elemanlar yöntemine göre anakirişlerin L/4 kesitlerinde maksimum eğilme momentleri	24
Tablo 3.10.	Courbon ve Sonlu Elemanlar yöntemlerine ait çözümler	25
Tablo 3.11.	Courbon çözümlerinin Sonlu Elemanlar çözümlerine oranları	25

TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarımnda yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Zekeriya POLAT'a ve bana bilgisayar ve programlarından yararlanma imkânı tanıyan STFA Mühendislik A.Ő. yetkililerine teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Hasan ÖKSÜZ



TÜRKÇE ÖZET

Kirişli karayolu köprülerinin hareketli yükler altında ana kirişlerinde oluşan eğilme momenti ve mesnet tepkileri hesabında, günümüzde sıkça kullanılan AASHTO Formülleri ve Courbon Metodu oldukça pratik gözükmektedir. Ancak, bu yöntemlerin her girişli sistemde aynı hassasiyetle uygulanamayacağı açıktır. Ayrıca, bu formüller, tabliye teşkilinde enleme girişleri düzeni farklılıklarını dikkate almazlar; halbuki, enleme düzeni, hareketli yüklerin enine dağılımını oldukça etkiler.

Bu çalışmada, klasik girişli bir izostatik köprü tipi seçilerek, H₃₀-S₂₄ hareketli yükü altında köprü anakirişlerinin orta kesit, L/4 kesiti ve mesnet kesitinde eğilme momentleri ve mesnet tepkileri, muhtemel her türlü enleme düzeni için;

- (a) AASHTO formülleri ile,
- (b) Courbon Yöntemi ile,
- (c) Sonlu Elemanlar Yöntemi ile

hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, muhtelif şekillerde karşılaştırılarak,

- yöntemlerin farklılıkları ve hassasiyetleri,
- enlemelerin sonuçlara etkileri

incelenmiştir.

Sonuçta, ampirik formüllerin oldukça konservatif sonuçlar verdikleri ve enleme düzeninin sonuçları yadsınamayacak ölçüde değiştirdiği görülmüştür.

ABSTRACT

In the highway bridge decks based on the precast and/or cast-in-situ girders completed a cast-in-situ slab, the section forces due to the traffic loads are being estimated by AASHTO distribution formulae [1, Table 3.23.1] , Courbon Method, Guyon -Massonet Method, and/or any other similar procedure; their application is practicle and ease. But, it is obvious that all these methods do not give same sensitivity in every girders bridge deck. Furthermore, these methods do not consider the diaphragms configuration differences; however, the numerical calculations show that the diaphragms order in the deck affects the transversal dispersion of moving loads.

In the present work, considering a classic type of izostatic elevation girder bridge deck under $H_{30}-S_{24}$ type of moving loads, the section forces of girders are numerically calculated at the mid-span, quarter of span and support sections by:

- (a) AASHTO Formulae,
- (b) Courbon Method,
- (c) Finite Element Analysis.

The obtained are compared with each other at various forms and some investigations are made about:

- the differences and accuracies of the considered methods,
- and effects of diaphragms upon the provided results.

The comparisons made as above show that the AASHTO and Courbon formulae give quite conservative results and, the diaphrams composition changes the results innegligibly.

1.0. GİRİŞ

Günümüzde, bilgisayar uygulamalarının yaygınlaşması ile, projelendirmede, daha gerçeğe yakın hesaplamalar gerçekleştirmek mümkün hale gelmiştir. Klasik ve ampirik esaslı yaklaşımlar, projecilikte, yerini, bilgisayar sayesinde, daha kesin olan nümerik analiz metotlarına bırakmaktadır. Yapı sistemlerinin hesabında, matris deplasman yönteminin sonlu eleman uygulamaları oldukça yaygınlaşmış bulunmaktadır.

Günümüzde, karayolu ulaşımının ekonomideki ağırlığı bilinmektedir. Kirişli karayolu köprüleri ise, halen en sık kullanılan köprü tipleridir. Bu çalışmada, kirişli karayolu köprülerinin hesabında, hareketli yüklerin enine dağılımını belirlemek için sıkça kullanılan AASHTO formülleri ve Courbon yöntemiyle elde edilen sonuçların, kendi aralarında ve Sonlu Eleman analizi ile bulunan ve kesin kabul edilebilecek sonuçlarla karşılaştırılmaları yapılarak yorumlanmaya çalışılmıştır. Bu karşılaştırmalara, önemli bir değişken olarak enleme düzenindeki değişimler de dahil edilmiştir. Varılan sonuçlar pratik ve anlamlıdır.

Örnek çözümler için seçilen ve sıkça kullanılan kirişli karayolu köprüsünün plan ve kesiti Şekil 1.1. ve Şekil 1.2.'de verilmiştir.

- Seçilen köprü tipi, boyuna elevasyonda izostatiktir;
- En kesitte simetriktir;
- Taşıt yolu genişliği üç şerit olarak tasarlanmıştır;
- Köprü en kesiti dört anakirişlidir; kenar anakiriş 1, iç kiriş 2 ile numaralandırılmıştır.
- Enlemeler çeşitli düzenlerde olabilecektir.

1.1. Kirişli Karayolu Köprülerinde Kullanılan Enine Dağılım yöntemleri

Kirişli karayolu köprülerinin hesabında, eskiden beri, hareketli yüklerin enine dağılımı problemi, köprü enine elevasyonunun hiperstatikliğinden ileri gelen çözüm zorlukları, geliştirilmiş pratik bazı ampirik ya da yarı ampirik formüllerle aşılmaya çalışılmıştır. Bu suretle, literatürde, "AASHTO formülleri", "Courbon Metodu", "Guyon-Massonet Metodu" gibi isimlerle anılan çok sayıda enine dağılım metotları oluşmuştur. Bunların içinde, pratik olmaları sebebiyle çok

yaygın olarak kullanılanları “Courbon Yöntemi” ve “AASHTO formülleri” dir. Aşağıda, bu yöntemler kısaca açıklanmıştır.

1.1.1. Courbon Yöntemi

Courbon Yönteminde, kirişlere nazaran enlemelerin çok rijit olduğu kabul edilir ve kirişlerin deformasyonları yanında enlemelerin deformasyonları ihmal edilir (Celâsun, Betonarme Köprüler, 1974). O halde her bir enleme, tüm olarak, elemanter mekanikteki katı cisim gibi, şekil değiştirmeden yer değiştirecek demektir. Basit mesnetli çok kirişli bir köprüde kirişlerin açıklıkları, köprü genişliğinin iki katını aştığı zaman bu hipotezin kabul edilebilir sonuçlar verdiği ifade edilmektedir.

Courbon yöntemi kirişlerin rijitliklerini ve yükün eksantrikliğini dikkate alan bir “eksantriklik katsayısı” tahminine dayanır. Bu çalışmada, sayısal uygulaması yapılmak üzere seçilmiş olan köprü tipi, literatüre göre, Courbon uygulamaları için elverişli bir sistemdir:

Genel formül:

$$\Delta_i = 1 + \frac{\sum I_i}{\sum I_i \rho_i^2} \rho_i \alpha \quad (1.1)$$

Seçilen enkesitte, özdeş kiriş kabulü, yani $I_i = I_j$ ile

$$\Delta_{ij} = 1 + 6 \frac{n+1-2i}{n^2-1} \frac{e_j}{\lambda} \quad (1.2)$$

haline gelir.

$$M_i = \frac{M_q}{n} \cdot k_{ij} \quad (1.3)$$

$$V_i = \frac{V_q}{n} \cdot k_{ij} \quad (1.4)$$

$$k_{ij} = \Delta_{ij} \cdot j \alpha \quad (1.5)$$

Formüllerde:

- Δ_{ij} : i no'lu anakirişin j sayıda şerit yüklemesindeki eksantriklik katsayısı;
n : Anakiriş sayısı;
i : Hesaplanan anakiriş no'su (kenardan içe doğru);
 $e_{j(m)}$: Yükün bileşkesinin köprü eksenine uzaklığı (bkz. Şekil 2.4.);
 $\lambda(m)$: Anakirişler aralığı;
 M_q, V_q : Hareketli yüklerden ileri gelen eğilme momenti ve kesme kuvveti;
j : Hesapta gözönüne alınacak şerit sayısı;
 α : Yük azaltma çarpanı.

1.1.2. AASHTO Enine Dağıtım Formülleri

Tablo 1.1. Tekerlek Yüklerinin Boylama Kirişlerine Dağıtımı (AASHTO, 1992, Tablo 3.23.1)

Tabliye tipi	Bir trafik şeridi için tasarlanmış köprü	2 veya daha çok trafik şeridi için tasarlanmış köprü
Ahşap		
- Tek tabaka tahta tabliye	s / 4.0	s / 3.75
- Çivi birleşimli 4" kalınlığa kadar ya da çok tabakalı 5" kalınlık ve üzeri ahşap tabliyeler	s / 4.5	s / 4.0
- Çivi birleşimli 6" ve üzeri kalınlıkta ahşap tabliye	s / 5.0 s > 6' ise (*)	s / 4.25 s > 6.5' ise (*)
Devamı diğer sayfada...		

Tablo 1.1.'in devamı	Bir trafik şeridi için tasarlanmış köprü	2 veya daha çok trafik şeridi için tasarlanmış köprü
- Tutkal birleşimli kirişler üzerinde tutkal birleşimli paneller 4" kalınlıkta 6" ve daha kalın	s / 4.5 s / 6.0 s > 6' ise (*)	s / 4.0 s / 5.0 s > 7.5' ise (*)
- Çelik kirişler üzerinde ahşap döşeme 4" kalınlıkta 6" ve daha kalın	s / 4.5 s / 5.25 s > 5.5' ise (*)	s / 4.0 s / 5.0 s > 7' ise (*)
Beton Tabliye		
- Çelik ve/veya öngerilmeli beton kirişli tabliye	s / 7.0 s > 10' ise (*)	s / 5.5 s > 14' ise (*)
- Betonarme T Kirişli Tabliye	s / 6.5 s > 6' ise (*)	s / 6.0 s > 10' ise (*)
- Ahşap kirişli betonarme	s / 6.0 s > 6' ise (*)	s / 5.0 s > 10' ise (*)
- Beton kutu kesit kirişli tabliyeler	s / 8.0 s > 12' ise (*)	s / 7.0 s > 16' ise (*)
- Çelik kutu kesit kirişli tabliyeler	(bkz. AASHTO, 1992, makale 10.39.2)	(bkz. AASHTO, 1992, makale 10.39.2)
- Öngerilmeli beton kutu kesitli kirişlerin yanyana dizilmesiyle oluşan tabliyeler	(bkz. AASHTO, 1992, makale 3.28)	(bkz. AASHTO, 1992, makale 3.28)
- Çelik ızgara tabliyeler 4" den az kalınlık 4" veya daha kalın	s / 4.5 s / 6.0 s > 6' ise (*)	s / 4.0 s / 5.0 s > 10.5' ise (*)
- Çelik köprü katlanmış (ondüle) plaklı (minimum kalınlık 2")	s / 5.5	s / 4.5

s = fit(ayak) olarak kiriş aralığı.

* Bu durumda, kirişler arasındaki tabliye parçasının basit mesnetli kiriş gibi davrandığı farzedilerek tekerlek yükü ilgili kirişlere paylaştırılacaktır.

1.1.3. Diğer Yaklaşık Yöntemler

Literatürde, yukarıdaki paragraflarda verilen metotların dışında, kimi literatürde "Guyon Metodu", kimi literatürde ise "Guyon-Massonet Metodu", (Celâsun, Betonarme Köprüler,1974) adı ile geçen ve enine rijitlik elemanlarının yanısıra tüm çubuk ve plak elemanlarının burulma rijitliklerini de hesaba alan bir metot ve daha bazı pratik yaklaşımlar mevcuttur (Travers Metodu.. gibi).

Guyon Metodu, köprü enine hiperstatikliğinin dikkate alınması suretiyle, önceden hazırlanmış bir takım parametrik çözüm tablolarından yararlanmayı gerektirmekte olup, günümüzdeki nümerik çözüm metotlarının (Sonlu Farklar, Sonlu Elemanlar) yanında, yine de bir takım sadeleştirmeler gerektirdiğinden, sonuç olarak bir yaklaşık metottur.Bu yüzden, projecilikte kullanılması çok nadirdir.

1.1.4. Sonlu Farklar ve Sonlu Elemanlar Yöntemleri

Günümüzde, güçlü bilgisayarların proje bürolarında da kullanılabilir duruma gelmesine paralel olarak, Sonlu Farklar yöntemi ve Sonlu Elemanlar yöntemi gibi öteden beri bilinmekle beraber, çok bilinmeyenli denklem sistemlerinin çözümünü gerektirdiklerinden pek uygulama alanı bulamayan yöntemler, sık başvurulan yöntemler haline gelmiştir.

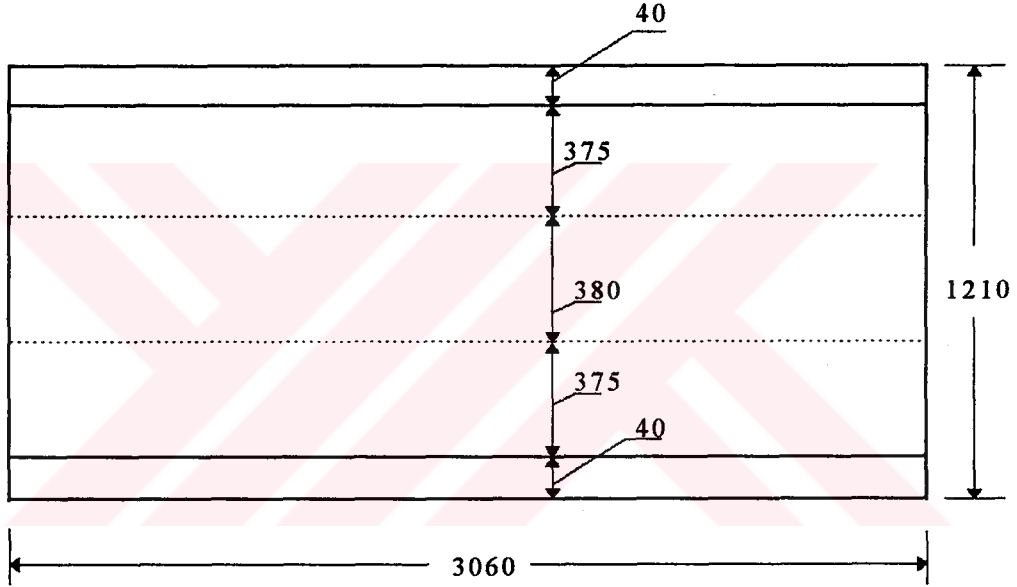
Bu çalışmada, profesyonel mühendislik programlarında (SAP90, ETABS, LUSAS, ABACUS, SAFE, PRINCIPIA...) da çok kullanılan bu nümerik çözümlerin sonuçları ile yukarıda sözü edilen Courbon ve AASHTO formüllerinin kullanılması ile elde edilen sonuçların karşılaştırılması; böylece, yaklaşık metotların kullanılması ile beklenen hataların mertebesi gösterilmeye çalışılmıştır.

Ayrıca, sonuçlara enleme düzenlerinin (konfigürasyon) etkisi inceleme konusu yapılacaktır.

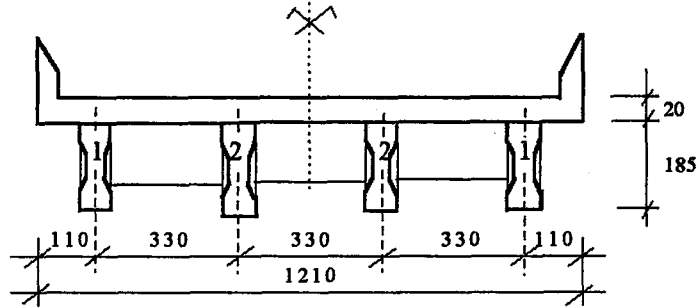
1.2. Örnek Çözümlerde Kullanılan Köprü Taşıyıcı Sistemi

SAP90 Yapı Analiz Programı (Wilson, SAP90, version 4.10) ve, Courbon yöntemi ve AASHTO formülleri kullanmak suretiyle, üzerinde sayısal sonuçlar üretilen örnek köprü tabliyeleri Şekil 1.1. ve Şekil 1.2.'de tanımlanmaktadır.

Şekillerden de görüldüğü üzere, köprü sistemi, boyuna elevasyonda bir açıklıklı (izostatik) alınmıştır. Günümüzde, çok açıklıklı da yapılırsa, prekast öngerilme kirişleri kullanıldığından, boyuna elevasyonda izostatik olan köprüler çok kullanılmaktadır. Bu bakımdan, yapılan çalışma izostatik sistemlerle sınırlı kalmış olmakla birlikte, uygulama değeri kazanmaktadır.

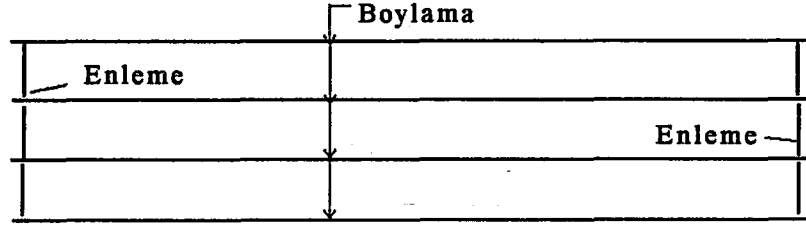


(a) Örnek çözümlerde kullanılan köprünün tabliye planı
(Köprü eksenine)

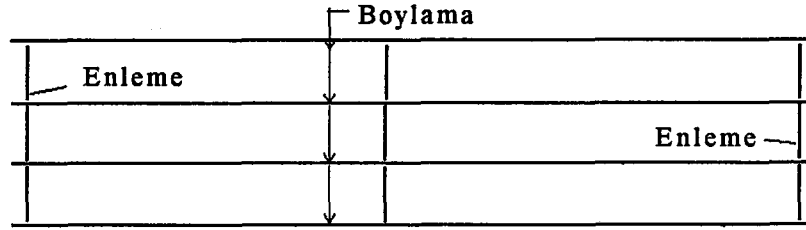


(b) Seçilen örnek köprünün enkesiti

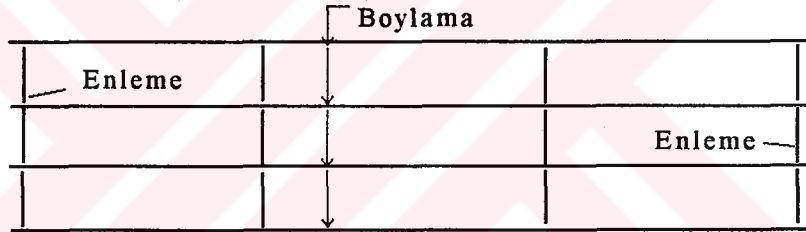
Şekil 1.1. Seçilen kirişli karayolu köprüsü



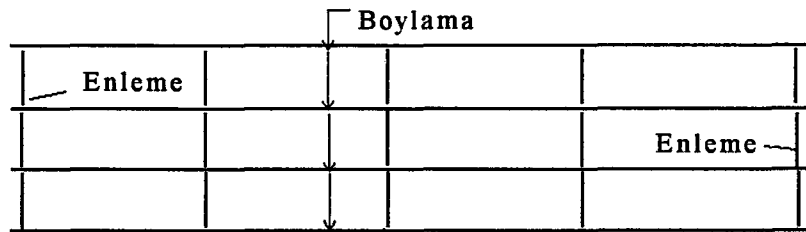
(a) İki enlemeli tabliye (HASC1)



(b) Üç enlemeli tabliye (HASC2)



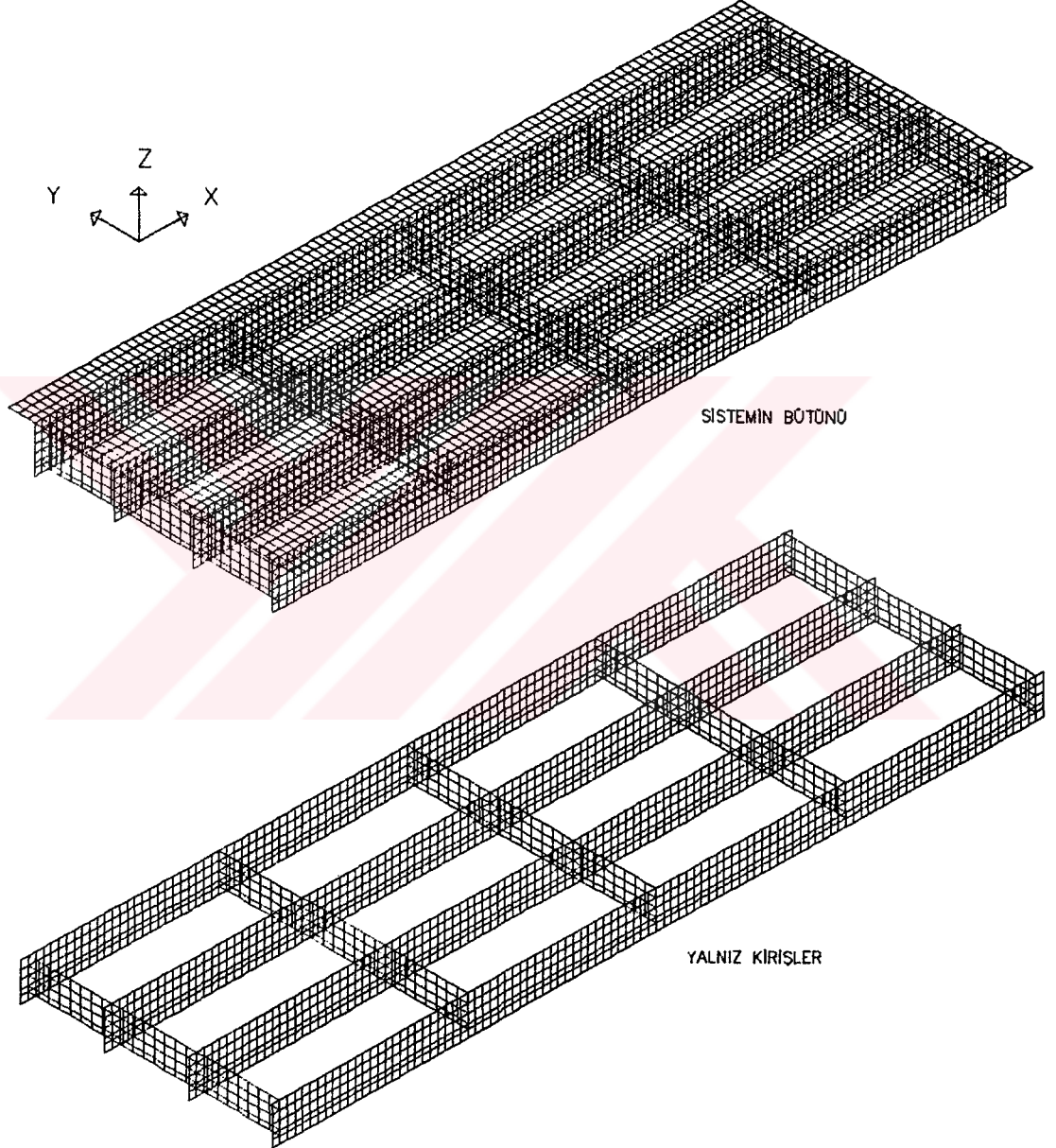
(c) Dört enlemeli tabliye (HASC3)



(d) Beş enlemeli tabliye (HASC4)

Şekil 1.2. Sayısal çözümlerde dikkate alınan enleme düzenleri (enleme aralıkları eşittir.)

4.tip tabliyenin sonlu elemanlar modeli (sonlu elemanlar ađı) Şekil 1.3.'de verilmiştir.



Őekil 1.3. Sonlu elemanlar modeli (4.tip enleme dűzeni iŐin)

2.0. SAYISAL ÇÖZÜMLER

2.1. Örnek Sayısal Çözümlerin Üretilmesinde İzlenen Yol

Örnek sayısal çözümler, yukarıda, paragraf 1'de temel özellikleri, ve Ek-1'de bilgisayar girdileri verilen dört tip enleme düzeni için bir örnek yapı üzerinde üretilmiştir.

Çözümler, sırası ile,

- Sonlu Elemanlar yöntemi (SAP90 programı kullanılmıştır);
- Courbon Metodu;
- AASHTO formülleri

kullanılarak yapılmıştır.

Yalnız $H_{30}-S_{24}$ standart kamyon yükü dikkate alınmıştır; bununla beraber, yük düzenleri ve yük oranları aynı şekilde değiştiği için üretilen sonuçların karşılaştırılması diğer standart yükler, $H_{20}-S_{16}$, $H_{15}-S_{12}$ için de geçerlidir.

2.2. Sonlu Eleman Yöntemi İle Üretilen Çözümler

Enlemelerin dizilişine göre dört ayrı şekilde modellenen kirişli karayolu köprüsü, $H_{30}-S_{24}$ hareketli kamyon yükü için şeritlerin yüklenme durumları da gözönünde bulundurularak, anakirişlerde (boylamalarda) oluşan mesnet tepkileri ve köprünün açıklık ortası ($L/2$) ile çeyrek ($L/4$) kesitlerinde oluşan eğilme momentleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Tablo 2.1. ~ 2.3.'de verilmiştir.

2.3. Diğer Yöntemlerle Çözümler

2.3.1. Temel Değerlerin Hesabı

Bir şerit yükü için gözönünde bulunacak tabliye kesit tesirleri ve mesnet reaksiyonları, köprünün bütünü için, bütün yöntemlerde aynı olmalıdır. Tesir çizgileri kavramı kullanılarak, bu paragrafta, öncelikle bu temel değerler hesaplanacaktır. Dikkat edilirse, gerek Courbon, gerekse AASHTO formüllerinde enleme farklılıkları gözetilmemiştir; dolayısıyla, çözümler, dikkate alınan dört tabliye tipinin herbiri için geçerli olmak durumundadır.

Tablo 2.1. Sonlu Elemanlar yöntemiyle H_{30} - S_{24} yükleri için hesaplanan anakiriş maksimum mesnet tepkileri

Ana Kiriş No	Yüklü Şerit Sayısı	Modellenen köprü tiplerine göre MESNET TEPKİLERİ (kN)				
		1.Tip	2.Tip	3.Tip	4.Tip	ORTALAMA
1	1	350.84	345.03	340.45	337.15	343.37
	2	378.60	383.40	391.41	397.26	387.67
	3	323.99	336.17	348.88	356.95	341.50
2	1	155.02	157.21	157.24	156.97	156.61
	2	492.06	481.71	463.79	449.02	471.65
	3	521.07	506.49	491.62	482.10	500.32

Tablo 2.2. Sonlu Elemanlar yöntemiyle H_{30} - S_{24} yükleri için hesaplanan anakiriş açıklık ortası eğilme momentleri

Ana Kiriş No	Yüklü Şerit Sayısı	Modellenen köprü tiplerine göre AÇIKLIK ORTASI EĞİLME MOMENTLERİ (kNm)				
		1.Tip	2.Tip	3.Tip	4.Tip	ORTALAMA
1	1	1982.63	1724.41	1777.11	1685.37	1792.38
	2	2642.93	2842.46	2692.14	2730.26	2726.95
	3	2488.40	2948.47	2765.73	2856.11	2764.68
2	1	1076.24	1115.86	1087.54	1097.90	1094.39
	2	2647.07	2006.62	2286.90	2071.97	2253.14
	3	3088.81	2532.70	2691.38	2576.26	2722.29

Tablo 2.3. Sonlu Elemanlar yöntemiyle H_{30} - S_{24} yükleri için hesaplanan anakiriş L/4 kesiti eğilme momentleri

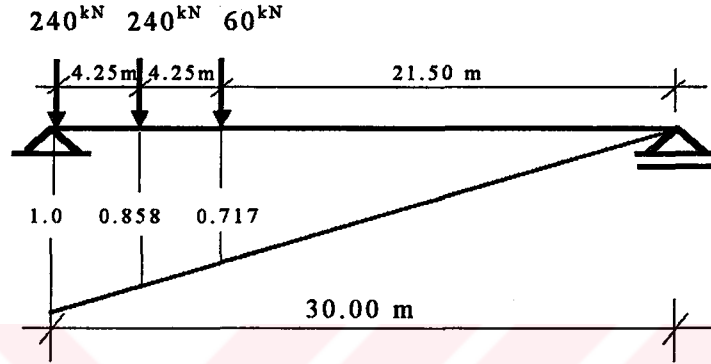
Ana Kiriş No	Yüklü Şerit Sayısı	Modellenen köprü tiplerine göre L/4 KESİTİ EĞİLME MOMENTLERİ (kNm)				
		1.Tip	2.Tip	3.Tip	4.Tip	ORTALAMA
1	1	1637.84	1552.52	1463.45	1406.49	1515.08
	2	2079.78	2100.92	2175.38	2189.36	2136.36
	3	1934.97	2057.45	2191.86	2236.32	2105.15
2	1	835.53	852.27	860.99	879.94	857.18
	2	2148.37	2022.04	1759.65	1659.64	1897.43
	3	2430.40	2264.89	2093.74	2048.74	2209.44

(a) Tabliye mesnet reaksiyonu

Mesnet reaksiyonu tesir çizgisi Şekil 2.1.'de işaret edildiği gibidir. H₃₀-S₂₄ standart kamyon yükünden ileri gelen mesnet reaksiyonu:

$$R_q = 240 \times (1 + 0.858) + 60 \times 0.717 = 488,94 \text{ kN/şerit}$$

olur.



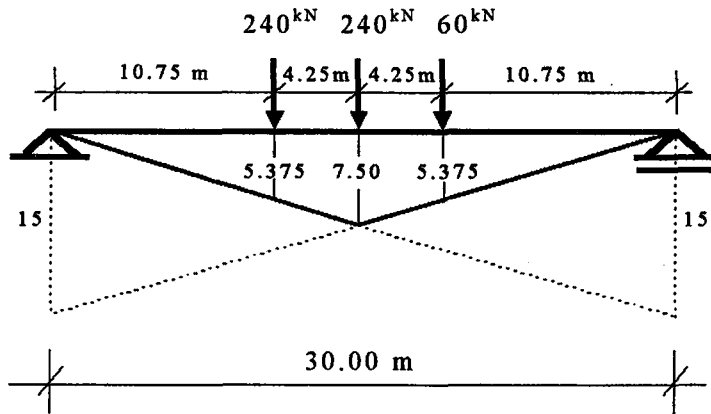
Şekil 2.1. Mesnet reaksiyonu tesir çizgisi

(b) Köprü açıklık ortası eğilme momenti

Açıklık ortası eğilme momenti tesir çizgisi Şekil 2.2'deki gibidir. H₃₀-S₂₄ standart taşıt yükünden ileri gelen eğilme momenti:

$$M_q = 240 \times (7.5 + 5.375) + 60 \times 5.375 = 3412.5 \text{ kNm/şerit}$$

olur.



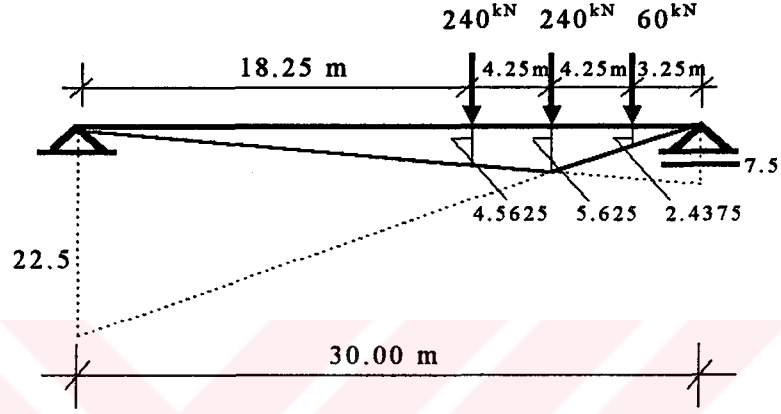
Şekil 2.2. Açıklık ortası eğilme momenti tesir çizgisi

(c) Köprü çeyrek (L/4) kesiti eğilme momenti

L/4 Kesiti eğilme momenti tesir çizgisi Şekil 2.3'deki gibidir;

$$M_q = 240 \times (4.5625 + 5.625) + 60 \times 2.4375 = 2591.25 \text{ kNm/şerit}$$

olur.



Şekil 2.3. L/4 Kesiti eğilme momenti tesir çizgisi

2.3.2. AASHTO Formülleri İle Çözüm

AASHTO enine dağıtım formülleri, uygulamada çok kullanılan, bütün dünyada kabul görmüş, el kitaplarında (Handbook) hemen hemen tek rastlanılan formüllerdir. Bu formülleri özetleyen tablo AASHTO Köprüler Standardından (AASHTO, 1992, Tablo 3.23.1.) alınarak Tablo 1.1. 'de, tercümesi ile, verilmiştir (bkz paragraf 1.1.2.).

Betonarme veya öngerilmeli beton kirişli köprüler için enine dağıtım formülü:

$$\Delta = \frac{s}{5.5} \quad (2.1)$$

olarak verilmiştir. Burada;

s : Fit (feet) olarak iki ana kiriş arasındaki mesafeyi,

Δ : Bir sıra tekerlek (yarım şerit) yükü için dağıtma sayısını

gösterir; Türk literatüründe alışılmış anlamında kullanılması için, bir şerit yükünden ileri gelen kesit tesirleri veya mesnet momentleri, sonuç olarak, $\Delta/2$ ile çarpılmak durumundadır. Formül, şerit sayısının birden çok olabilmesi hâllerini, kiriş bazındaki kesit tesirlerinin hesabında, gözardı eder.

Bu durumda, örnek çözümdeki dört tabliye tipinin hepsinde geçerli olmak üzere, kesit tesirleri aşağıda gösterildiği gibidir:

$$\text{Kesit kuvveti} = (\text{Bir şerit yükü için kesit tesiri}) \times \Delta/2$$

Eksantriklik (dağıtım) katsayısı:

$$\Delta = \frac{s}{5.5} = \frac{3.30/0.3048}{5.5} = 1.9685$$

Mesnet reaksiyonu:

$$R = 488.94 \times 1.9685/2 = 481.24 \text{ kN/kiriş}$$

Açıklık ortası momenti:

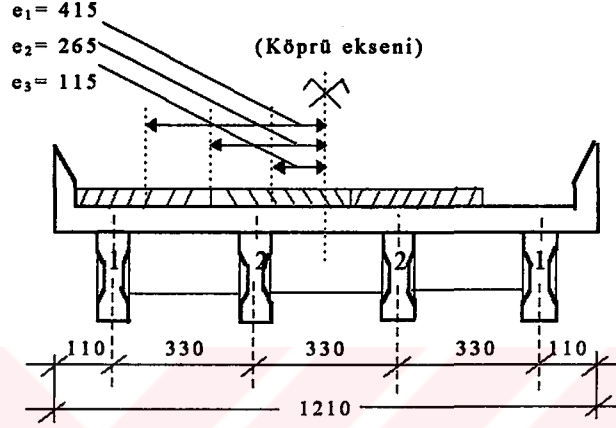
$$M(L/2) = 3412.5 \times 1.9685/2 = 3358.75 \text{ kNm/kiriş}$$

L/4 kesiti momenti:

$$M(L/4) = 2591.25 \times 1.9685/2 = 2550.44 \text{ kNm/kiriş}$$

Sonuçlar, kenar kiriş, iç kiriş ayırımı yapılmaksızın, bütün kirişler için geçerlidir.

2.3.3. Courbon Yöntemi ile Çözüm



Şekil 2.4. Tip köprü enkesitinde yükleme eksantriklikleri

(1.2) ifadesi ile verilen eksantriklik katsayısı,

1- nolü anakiriş (kenar kiriş) için:

$$\Delta_{1j} = 1 + 6x \frac{(4+1-2x1)}{(4^2-1)} \times \frac{e_j}{3.30}$$

$$\Delta_{1j} = 1 + 0.3636xe_j$$

olarak bulunur. Aynı formül, 2 nolü anakiriş (orta kiriş) için:

$$\Delta_{2j} = 1 + 6x \frac{(4+1-2x2)}{(4^2-1)} \times \frac{e_j}{3.30}$$

$$\Delta_{2j} = 1 + 0.1212xe_j$$

olur. Sonuçlar hesaplanarak Tablo 2.4.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Courbon Metodu ile hesaplanan anakiriş mesnet tepkileri ve eğilme momentleri

Ana Kiriş No	Yüklü Şerit Sayısı	e_{ij} (m)	Δ_{ij}	k_{ij} (Δ_{ij}, j, α)	R (kN)	M(L/2) (kNm)	M(L/4) (kNm)
1	1	4.15	2.509	2.509	306.69	2140.49	1625.38
	2	2.65	1.964	3.928	480.14	3351.07	2544.61
	3	1.15	1.418	3.829	468.04	3266.61	2480.48
2	1	4.15	1.503	1.503	183.72	1282.25	973.66
	2	2.65	1.321	2.642	322.94	2253.14	1711.53
	3	1.15	1.139	3.075	375.87	2623.36	1992.38
Not: 1 ve 2 şerit yükü için $\alpha = 1$, 3 şerit yükü için $\alpha = 0.90$							

Tablonun doldurulmasında paragraf 2.3.1.'de verilen bir şerit yükünden ileri gelen temel kesit tesirleri kullanılmıştır:

$$V_q = 488.94 \text{ kN/şerit}$$

$$M_q(L/2) = 3412.5 \text{ kNm/şerit}$$

$$M_q(L/4) = 2591.25 \text{ kNm/şerit}$$

3.0. SONUÇLARIN İRDELENMESİ

3.1.- Genel

Bu paragrafta, seçilen köprü tiplerinin sayısal çözümlerinin Sonlu Elemanlar yöntemi, AASHTO formülleri ve Courbon enine dağıtım formüllerinin uygulanması ile elde edilmiş sonuçları karşılaştırılacak ve enleme düzeninin etkisi incelenecektir.

Elde edilen sayısal çözümlerin sınırlı tutulması, sayısal çözüm üretmekteki zorluklardan kaynaklanmaktadır. Bununla beraber, uygulamada çok kullanılan üç şeritli bir tabliyenin ve prekast yapılar için yine 30 m lik bir açıklığın tip olarak seçilmesi, uygulamayı yansıtacak iyi bir ortalama olarak düşünülmüştür.

Karşılaştırmaların tablolar ve grafiklerle yapılması tercih edilmiştir.

Tablo ve grafikler okunurken verilen kesit tesirlerinin yalnız $H_{30}-S_{24}$ taşıt yüklerini kapsadığı ve sadme (impact) etkilerini içermediği hatırlanmalıdır; bununla beraber, yük kombinezonları aynı olduğu için, karşılaştırma oranları $H_{20}-S_{16}$ ve $H_{15}-S_{12}$ için de geçerlidir.

3.2. Toplu Sonuçlar

Tablo 3.1.,3.2. ve 3.3. elde edilen sonuçları toplu olarak göstermektedir.

Tablo 3.1. Anakirişlerde elverişsiz mesnet reaksiyonları

Ana Kiriş No	Yüklü Şerit Sayısı	AASHTO (kN)	COURBON (kN)	SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ			
				1.Tip (kN)	2.Tip (kN)	3.Tip (kN)	4.Tip (kN)
1	1	481.24	306.69	350.84	345.03	340.45	337.15
	2		480.14	378.60	383.40	391.41	397.26
	3		468.04	323.99	336.40	348.88	356.95
2	1	481.24	183.72	155.02	157.21	157.24	156.97
	2		322.94	492.06	481.71	463.79	449.02
	3		375.87	521.07	506.49	491.62	482.10

Tablo 3.2. Anakirişlerin açıklık ortası kesitlerinde elverişsiz eğilme momentleri

Ana Kiriş No	Yüklü Şerit Sayısı	AASHTO (kNm)	COURBON (kNm)	SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ			
				1.Tip (kNm)	2.Tip (kNm)	3.Tip (kNm)	4.Tip (kNm)
1	1	3358.75	2140.49	1982.63	1724.41	1777.11	1685.37
	2		3351.07	2642.93	2842.46	2692.14	2730.26
	3		3266.61	2488.40	2948.47	2765.73	2856.11
2	1	3358.75	1282.25	1076.24	1115.86	1087.54	1097.90
	2		2253.14	2647.07	2006.62	2286.90	2071.97
	3		2623.36	3088.81	2532.70	2691.38	2576.26

Tablo 3.3. Anakirişlerin L/4 kesitlerinde elverişsiz eğilme momentleri

Ana Kiriş No	Yüklü Şerit Sayısı	AASHTO (kNm)	COURBON (kNm)	SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ			
				1.Tip (kNm)	2.Tip (kNm)	3.Tip (kNm)	4.Tip (kNm)
1	1	2550.43	1625.36	1637.84	1552.52	1463.45	1406.49
	2		2544.61	2079.78	2100.92	2175.38	2189.36
	3		2480.48	1934.97	2057.45	2191.86	2236.32
2	1	2550.43	973.66	835.53	852.27	860.99	879.94
	2		1711.52	2148.37	2022.04	1759.65	1659.64
	3		1992.02	2430.40	2264.89	2093.74	2048.74

3.3. Sonuçların Karşılaştırılması-(Enleme Düzeni 1 ve 4 için)

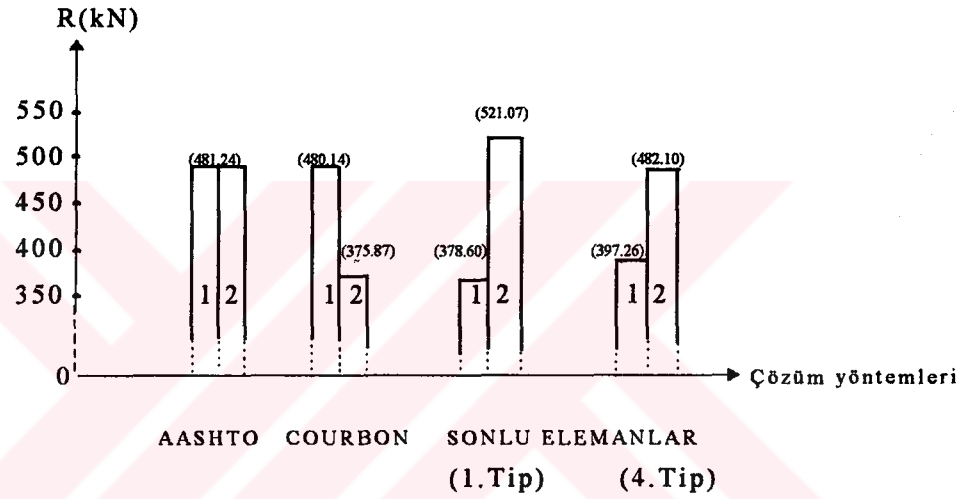
AASHTO, Courbon ve Sonlu Elemanlar yönteminin 1. ve 4. tip enleme düzeni için elde edilen tesirlerin karşılaştırılması aşağıda verilmiştir.

3.3.1. Anakirişlerde Oluşan Maksimum Mesnet Reaksiyonları

Sayılan üç yöntemin herbiri ile elde edilen maksimum mesnet reaksiyonları Tablo 3.4. ve Şekil 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Anakiriş maksimum mesnet reaksiyonları

Ana Kiriş No	Çözüm Yöntemleri			
	AASHTO (kN)	COURBON (kN)	SONLU ELEMENLAR	
			1.Tip (kN)	4.Tip (kN)
1	481.24	480.14	378.60	397.26
2	481.24	375.87	521.07	482.10

**Şekil 3.1. Anakirişlerde maksimum mesnet reaksiyonları**

- Courbon Metodu kullanıldığında, 1 no'lu kirişin maksimum mesnet reaksiyonu 1. tip enleme düzenine göre %26.8, 4. tip enleme düzenine göre %20.9, fazla, 2 no'lu kirişin mesnet reaksiyonu ise 1. tip enleme düzenine göre %27.9, 4. tip enleme düzenine göre %22.0, az tahmin edilmiş olacaktır.

- AASHTO formülü kiriş farkı gözetmediğinden, bu defa, maksimum mesnet reaksiyonu, 1 no'lu kiriş için 1. tip enleme düzenine göre %27.1, 4. tip enleme düzenine göre %21.1, fazla, 2 no'lu kiriş için 1. tipe göre %7.64 az tahmin edilirken 4. tipe göre eşit bir tahmin yapılmış olacaktır.

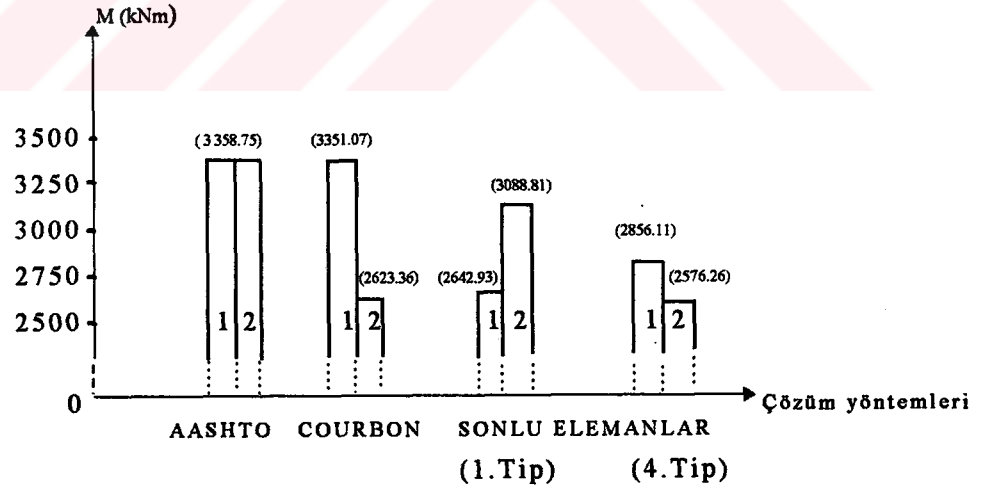
- AASHTO formülleri Courbon Metoduna nispetle daha konservatif değerler vermektedir.

- Ayrıca, AASHTO ve Courbon yöntemleri ile elde edilen sonuçların, 4. tip enleme düzeninde, 1. tip enleme düzenine göre daha yakın sonuçlar verdiği gözlenmektedir.

3.3.2. Anakirişlerin Açıklık Ortasında Oluşan Maksimum Eğilme Momentleri

Tablo 3.5. Anakirişlerin L/2 kesitlerinde maksimum Eğilme Momentleri

Ana Kiriş No	Çözüm Yöntemleri			
	AASHTO (kNm)	COURBON (kNm)	SONLU ELEMANLAR	
			1.Tip (kNm)	4.Tip (kNm)
1	3358.75	3351.07	2642.93	2856.11
2	3358.75	2623.36	3088.81	2576.26



Şekil 3.2. Anakirişlerin L/2 kesitlerinde maksimum eğilme momentleri

Tablo 3.5. ve Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi;

- AASHTO ve Courbon yöntemlerine göre L/2 kesitlerinde oluşan maksimum eğilme momenti değerleri çok yakın. Ancak daha kesin bir sonuç olan Sonlu Elemanlar yöntemi ile Courbon yöntemi kıyaslanacak olursa, 1 no'lu anakirişte Courbon yöntemi ile hazırlanan eğilme momenti Sonlu Elemanlar yönteminin 1. tip enleme düzenine göre %26.8, 4.tip enleme düzenine göre %18.7, daha fazla bulunurken 2 no'lu anakirişte Sonlu Elemanlar yönteminin 1.tipine göre %15.1 daha eksik, 4.tipine göre ise %2.0, daha fazla tahmin edilmektedir.

- Sonlu Elemanlar yönteminin 1.tip enleme düzenine göre sapmalar, özellikle Courbon formülü ile büyük sapmalar göstermektedir. Bu kesit tesirleri için de, AASHTO formülü Courbon metoduna nispetle daha konservatif değerler vermektedir.

- 4.tip enleme düzenine göre ise Courbon Metodu, AASHTO formüllerine nispetle gerçeğe daha yakın sonuçlar vermektedir. Bu da Courbon Yönteminin, sık aralıklarla enleme teşkil eden köprü tabliyesinde gerçeğe daha yakın değerler verdiğini gösterir.

3.3.3. Anakirişlerin L/4 Kesitlerinde Oluşan Maksimum Eğilme Momentleri

Tablo 3.6. ve Şekil 3.3.'de görüldüğü gibi;

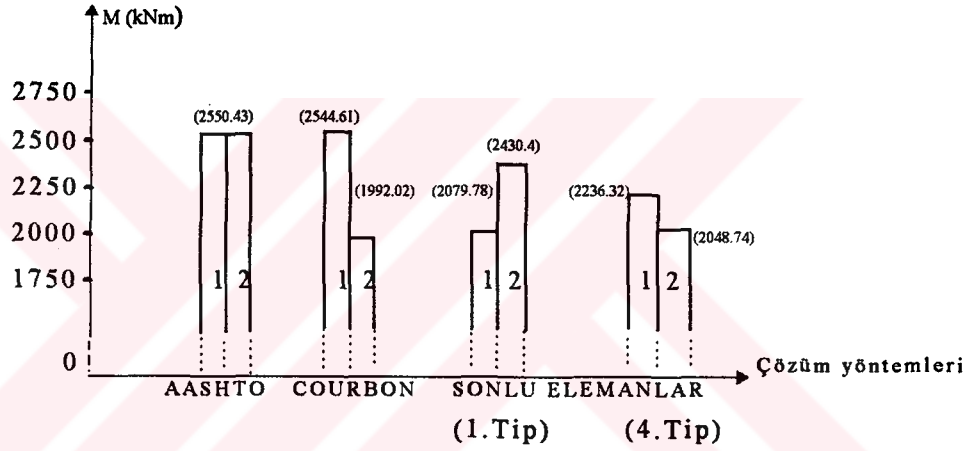
- Mesnet reaksiyonlarında ve L/2 kesiti eğilme momentlerinin tahmininde yaklaşık yöntemlerin kullanılması ile görülen sapmalar, aynı eğilimlerle, L/4 kesiti eğilme momentlerinde de izlenmektedir.

- AASHTO formülü ile 1 no'lu kiriş için 1.tip enleme düzenine göre %22.6, 4.tip enleme düzenine göre %14, fazla, 2 no'lu anakiriş için 1.tipe göre %4.9, 4.tipe göre %24.5, fazla tahmin yapılırken; Courbon yöntemi ile, 1 no'lu kiriş için 1.tipe göre %22.35, 4.tipe göre %13.8, fazla, 2 no'lu anakiriş için 1.tipe göre %18.0, 4.tipe göre %2.8, az tahmin edilmektedir.

- 1.tip enleme düzenine göre AASHTO, Courbona nispetle, daha muhafazakâr gözükmele birlikte, 4.tip enleme düzenine göre Courbon, AASHTO'ya nispetle gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği gözlenmektedir.

Tablo 3.6. Anakirişlerin L/4 kesitlerinde maksimum eğilme momentleri

Ana Kiriş No	Çözüm Yöntemleri			
	AASHTO (kNm)	COURBON (kNm)	SONLU ELEMANLAR	
			1.Tip (kNm)	4.Tip (kNm)
1	2550.43	2544.61	2079.78	2236.32
2	2550.43	1992.02	2430.40	2048.74



Şekil 3.3. Anakirişlerin L/4 kesitlerinde maksimum eğilme momentleri

3.4. Enleme Düzeninin Yük Dağılımına Etkisi

Enlemelerin durumuna göre dört tip köprü modeli oluşturulmuştu. Bu dört ayrı tip köprü modelini Sonlu Elemanlar yöntemi ile H₃₀-S₂₄ standart kamyon yükleri için elde edilen çözüm sonuçları paragraf 3.2.'de topluca verilmiştir.

3.4.1. Enleme Düzeninin Maksimum Mesnet Reaksiyonları Üzerinde Etkileri

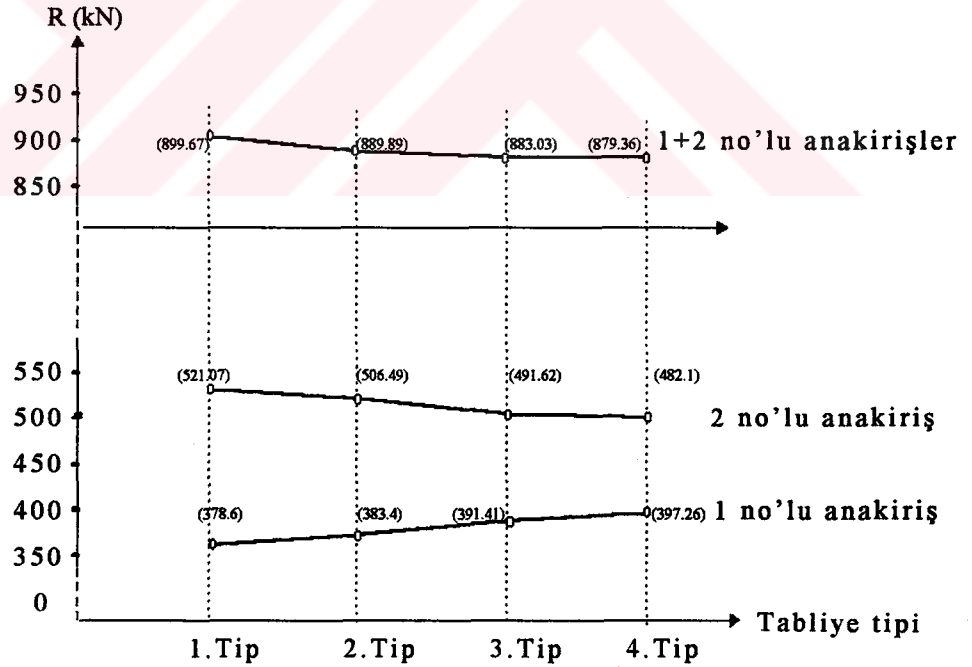
Tablo 3.7. ve Şekil 3.4.'den de izleneceği üzere, enleme sayısı arttıkça;

- 1 nolu anakirişin (kenar kiriş) mesnet tepkisi artmakta,
- 2 nolu anakirişin (orta kiriş) mesnet tepkisi azalmaktadır.

- Buna mukabil, enleme sayısı arttıkça 1 ve 2 no'lu kirişin mesnet reaksiyonları birbirine yaklaşmaktadır.
- 1 ve 2 no'lu anakirişlerin maksimum kesit tesirlerinin toplamı dikkate alındığında sapma oranı daha da azalmaktadır.

Tablo 3.7. Sonlu Elemanlar yöntemine göre anakirişlerdeki maksimum mesnet reaksiyonları

Ana Kiriş No	MAKSİMUM MESNET REAKSİYONLARI			
	1.Tip (kN)	2.Tip (kN)	3.Tip (kN)	4.Tip (kN)
1	378.60	383.40	391.41	397.26
2	521.07	506.49	491.62	482.10
1 + 2	899.67	889.89	883.03	879.36
Enleme düzeni				



Şekil 3.4. Sonlu Elemanlar yöntemine göre anakirişlerdeki maksimum mesnet reaksiyonlarının enleme sayısı ile değişimi

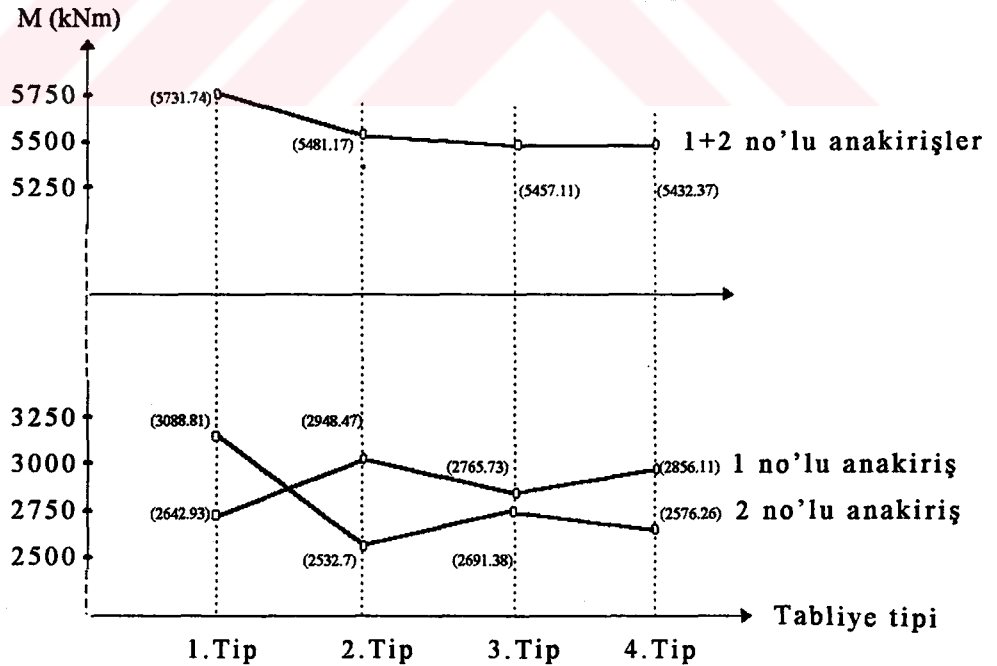
3.4.2. Enleme Düzeninin L/2 Kesiti Maksimum Eğilme Momentleri Üzerinde Etkileri

Tablo 3.8. ve şekil 3.5.'den de izlenebileceği üzere;

- Enleme sayısı arttıkça 1 no'lu kirişin açıklık momenti artmakta, buna karşın 2 no'lu kirişin açıklık momenti azalmaktadır.
- Enleme sayısının artmasına paralel olarak toplam maksimum açıklık momentinde azalma hızında düşerek azalma meydana gelmektedir.

Tablo 3.8. Sonlu Elemanlar yöntemine göre anakirişlerin L/2 kesitlerinde maksimum eğilme momentleri

Ana Kiriş No	MAKSİMUM EĞİLME MOMENTLERİ			
	1.Tip (kNm)	2.Tip (kNm)	3.Tip (kNm)	4.Tip (kNm)
1	2642.93	2948.47	2765.73	2856.11
2	3088.81	2532.70	2691.38	2576.26
1 + 2	5731.74	5481.17	5457.11	5432.37
Enleme düzeni				



Şekil 3.5. Sonlu Elemanlar yöntemine göre anakirişlerin L/2 kesitlerinde maksimum eğilme momentlerinin enleme sayısı ile değişimi

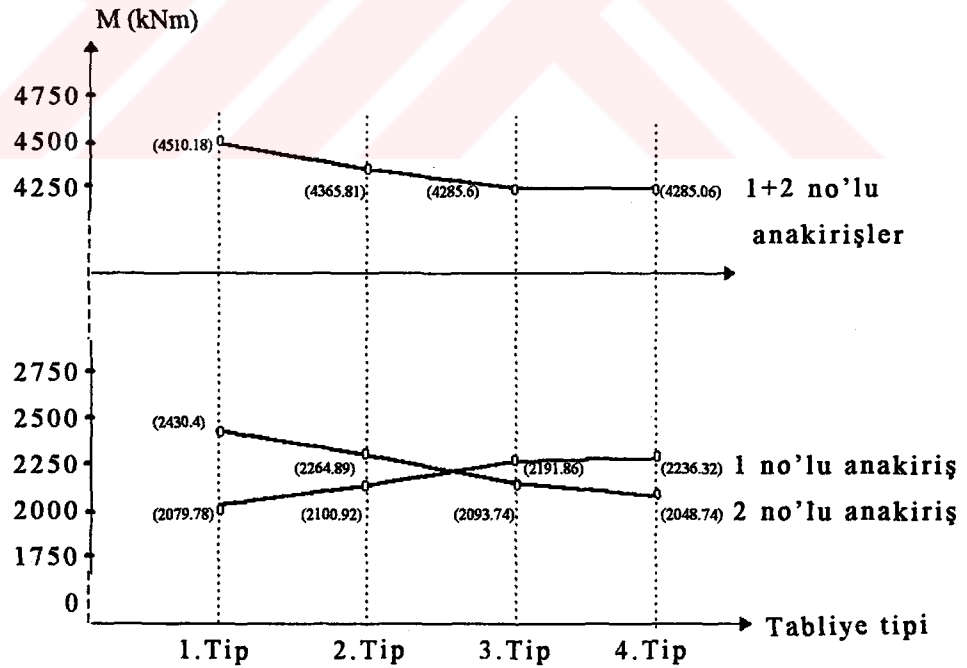
3.4.3. Enleme Düzeninin L/4 Kesiti Maksimum Eğilme Momentleri Üzerinde Etkileri

Tablo 3.9. ve Şekil 3.6.'dan da izleneceği üzere;

- Açıklık ortası momenti için yukarıda belirlenen eğilimler, L/4 kesiti eğilme momentleri için de sözkonusudur; ancak, oranlar nispeten küçülmüştür.

Tablo 3.9. Sonlu Elemanlar yöntemine göre anakirişlerin L/4 kesitlerinde maksimum eğilme momentleri

Ana Kiriş No	MAKSİMUM EĞİLME MOMENTLERİ			
	1.Tip (kNm)	2.Tip (kNm)	3.Tip (kNm)	4.Tip (kNm)
1	2079.78	2100.92	2191.86	2236.32
2	2430.40	2264.89	2093.74	2048.74
1 + 2	4510.18	4365.81	4285.60	4285.06
Enleme düzeni				



Şekil 3.6. Sonlu Elemanlar yöntemine göre anakirişlerin L/4 kesitlerinde maksimum eğilme momentlerinin enleme sayısı ile değişimi

3.5. Courbon Yöntemi İle Elde Edilen Sonuçların Sonlu Eleman Yöntemi İle Hesaplanan Sonuçlara Oranlanması

Courbon yöntemi ile elde edilen sonuçların Sonlu Elemanlar yöntemi ile elde edilen sonuçlara oranları Tablo 3.11.'de verilmiştir.

- Courbon formülü kullanılması halinde kenar kiriş için, gerek mesnet tepkisi gerekse eğilme momentlerinde gerçek değerinin üzerinde (%21~ %27) değerler tahmin edilmektedir. Orta kirişler için ise, tam tersi gerçek değerinin (%22~%28) altında tahmin yapılmaktadır.
- Bütün kirişlerin kenar kiriş koşullarına göre boyutlandırılması halinde, Courbon yaklaşımı ile çok konservatif çözümlere ulaşılabileceği anlaşılmaktadır. Buna karşın, iç kirişler için Courbon'a itibar edilmesi yapı emniyetini azaltacak demektir.

Tablo 3.10. Courbon ve Sonlu Elemanlar yöntemlerine ait çözümler

Anakiriş Kesit Tesirleri	Anakiriş No	COURBON YÖNTEMİ	SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ			
			1.Tip	2.Tip	3.Tip	4.Tip
Mesnet Reaksiyonu (kN)	1	480.14	378.60	383.60	391.41	397.26
	2	375.87	521.07	506.49	491.62	482.10
L/2 Kesiti Eğilme Momenti (kNm)	1	3351.07	2642.93	2948.47	2765.73	2856.11
	2	2623.36	3088.81	2532.70	2691.38	2576.26
L/4 Kesiti Eğilme Momenti (kNm)	1	2544.61	2079.78	2100.92	2191.86	2236.32
	2	1992.02	2430.40	2264.89	2093.74	2048.74

Tablo 3.11. Courbon çözümlerinin Sonlu Elemanlar çözümlerine oranları

Anakiriş Kesit Tesirleri	Anakiriş No	COURBON SONUÇLARININ SONLU ELEMANLARA BAĞLI % DEĞERLERİ				Değişim Aralığı
		Courbon 1.Tip	Courbon 2.Tip	Courbon 3.Tip	Courbon 4.Tip	
Mesnet Reaksiyonu (%)	1	127	125	123	121	127~121
	2	72	74	76	78	72~78
L/2 Kesiti Eğilme Momenti (%)	1	127	114	121	117	127~117
	2	85	104	97	102	85~104
L/4 Kesiti Eğilme Momenti (%)	1	122	121	116	114	122~114
	2	82	88	95	97	82~97

4.0. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen nümerik sonuçlar, yukarıda da belirtildiği gibi, nümerik çözüm üretiminin güçlüğü dolayısıyla, kısıtlı tutulmuş olmakla birlikte, seçilen köprü ve enleme düzenleri uygulamayı temsil eden iyi bir ortalama olarak değerlendirilebilir.

3. paragrafta yapılan karşılaştırmalar açıkça göstermektedir ki:

- 1 no'lu (kenar kiriş) hareketli yük eğilme momentlerinin hesabında, AASHTO ya da Courbon formülleri kullanılması halinde, gerçeğe yakınlığı bilinen Sonlu Eleman yöntemi çözümlerine nispetle %10 ~ %20 daha büyük değerler tahmin edilmiş olmaktadır. Bu durumda, sayılan bu formüllere, özellikle uygulama projelerinde itibar edilmemesi gerekir.

- Az sayıda enleme bulunan köprü tabliyelerinde, iç kirişlerin mesnet tepkilerinin hesabında Courbon formülüne itibar edilmesi proje güvenliğini düşürmektedir. Bu bakımdan, AASHTO formülü, Courbon'a nispeten muhafazar gözükmektedir.

- Yeterli sayıda enleme bulunan köprü tabliyelerinde ise, iç kirişlerin kesit tesirlerinin hesabında Courbon yönteminin gerçeğe oldukça yakın sonuçlar verdiği AASHTO formüllerinin ise kiriş farkı gözetmediği için aşırı emniyetli olduğu söylenebilir.

- Enleme düzeni kesit tesirlerinin paylaşımını ve dağılımını önemli ölçüde değiştirmektedir. Bu hususu direkt dikkate almaması nedeni ile gerek Courbon, gerekse AASHTO formüllerinin kullanılmasında ihtiyat gösterilmeli, meselâ uygulama projelerinde bu yaklaşık yöntemler gözardı edilmelidir.

Böyle bir çalışmanın hiperstatik boyuna elevasyonlu köprülerde de yapılması yararlı olur; bununla beraber, böyle bir çalışmada, burada bulunan oranlar değişse de eğilimlerin değişmeyeceği açıktır.

KAYNAKLAR

- [1]- AASHTO, 1992. The American Association of State Highway and Transportation Officials.
- [2]- Celâsun H., 1974. Betonarme Kôprüler, İstanbul.
- [3]- Wilson, E.C., Habibullah, "SAP90, A Series of Computer Programs for the Static and Dynamic Analysis of Structures", Version 4.10



EK-1

4. tip enleme düzeni (5 enlemeli tabliye) için giriş dataları

C1-HASAN4- KÖPRÜLERDE ENİNE DAĞILIM ETKİLERİ-

C 4B.KİRİŞİ+(E1,E2,E4,E6,E7)ENLEME

SYSTEM

L=9

C	L=1	1. ŞERİT YÜKLÜ / AÇIKLIK ORTASI/ MAKSİMUM MOMENT
C	L=2	2. ŞERİT YÜKLÜ / AÇIKLIK ORTASI/ MAKSİMUM MOMENT
C	L=3	3. ŞERİT YÜKLÜ / AÇIKLIK ORTASI/ MAKSİMUM MOMENT
C	L=4	1. ŞERİT YÜKLÜ / L/4 MESAFESİ / MAKSİMUM MOMENT
C	L=5	2. ŞERİT YÜKLÜ / L/4 MESAFESİ / MAKSİMUM MOMENT
C	L=6	3. ŞERİT YÜKLÜ / L/4 MESAFESİ / MAKSİMUM MOMENT
C	L=7	1. ŞERİT YÜKLÜ / MAKSİMUM MESNET REAKSİYONU
C	L=8	2. ŞERİT YÜKLÜ / MAKSİMUM MESNET REAKSİYONU
C	L=9	3. ŞERİT YÜKLÜ / MAKSİMUM MESNET REAKSİYONU

:

JOINTS

C PLAK

1	X=0	Y=0	Z=0	
103	X=30.6			
207	X=0	Y=.8		
309	X=30.6			Q=1,103,207,309,1,103
C				
310	X=0	Y=1.1		
412	X=30.6			
413	X=0	Y=1.4		
515	X=30.6			Q=310,412,413,515,1,103
C				
516	X=0	Y=1.85		
618	X=30.6			
1031	X=0	Y=4.10		
1133	X=30.6			Q=516,618,1031,1133,1,103
C				
1134	X=0	Y=4.40		
1236	X=30.6			
1237	X=0	Y=4.7		
1339	X=30.6			Q=1134,1236,1237,1339,1,103
C				
1340	X=0	Y=5.15		
1442	X=30.6			
1855	X=0	Y=7.4		
1957	X=30.6			Q=1340,1442,1855,1957,1,103
C				
1958	X=0	Y=7.7		
2060	X=30.6			
2061	X=0	Y=8		
2163	X=30.6			Q=1958,2060,2061,2163,1,103
C				
2164	X=0	Y=8.45		
2266	X=30.6			
2679	X=0	Y=10.7		
2781	X=30.6			Q=2164,2266,2679,2781,1,103

C
 2782 X=0 Y=11
 2884 X=30.6
 2885 X=0 Y=11.3
 2987 X=30.6 Q=2782,2884,2885,2987,1,103

C
 2988 X=0 Y=11.7
 3090 X=30.6
 3091 X=0 Y=12.1
 3193 X=30.6 Q=2988,3090,3091,3193,1,103

C 1.BOYLAMA
 4001 X=0 Y=1.1 Z=-1.95
 4103 X=30.6
 4104 X=0 Z=-1.65
 4206 X=30.6 Q=4001,4103,4104,4206,1,103

C
 4207 X=0 Y=1.1 Z=-1.45
 4309 X=30.6
 4516 X=0 Z=-0.4
 4618 X=30.6 Q=4207,4309,4516,4618,1,103

C
 4619 X=0 Z=0
 4721 X=30.6 G=4619,4721,1

C 2.BOYLAMA
 5001 X=0 Y=4.4 Z=-1.95
 5103 X=30.6
 5104 X=0 Z=-1.65
 5206 X=30.6 Q=5001,5103,5104,5206,1,103

C
 5207 X=0 Z=-1.45
 5309 X=30.6
 5516 X=0 Z=-0.4
 5618 X=30.6 Q=5207,5309,5516,5618,1,103

C
 5619 X=0 Z=0
 5721 X=30.6 G=5619,5721,1

C 3.BOYLAMA
 6001 X=0 Y=7.7 Z=-1.95
 6103 X=30.6
 6104 X=0 Z=-1.65
 6206 X=30.6 Q=6001,6103,6104,6206,1,103

C
 6207 X=0 Z=-1.45
 6309 X=30.6
 6516 X=0 Z=-0.4
 6618 X=30.6 Q=6207,6309,6516,6618,1,103

C
 6619 X=0 Z=0
 6721 X=30.6 G=6619,6721,1

C 4.BOYLAMA
 7001 X=0 Y=11 Z=-1.95
 7103 X=30.6
 7104 X=0 Z=-1.65
 7206 X=30.6 Q=7001,7103,7104,7206,1,103

C			
7207	X=0		Z=-1.45
7309	X=30.6		
7516	X=0		Z=-0.4
7618	X=30.6	Q=7207,7309,7516,7618,1,103	
C			
7619	X=0		Z=0
7721	X=30.6	G=7619,7721,1	
C	1.ENLEME		
8001	X=0.3	Y=1.1	Z=-1.65
8025		Y=11	
8026		Y=1.1	Z=-1.45
8050		Y=11	Q=8001,8025,8026,8050,1,25
C			
8051		Y=1.1	Z=-1.1
8075		Y=11	
8101		Y=1.1	Z=-0.4
8125		Y=11	Q=8051,8075,8101,8125,1,25
C			
8126		Y=1.1	Z=0
8150		Y=11	G=8126,8150,1
C	2.ENLEME		
8201	X=7.8	Y=1.1	Z=-1.65
8225		Y=11	
8226		Y=1.1	Z=-1.45
8250		Y=11	Q=8201,8225,8226,8250,1,25
C			
8251		Y=1.1	Z=-1.1
8275		Y=11	
8301		Y=1.1	Z=-0.4
8325		Y=11	Q=8251,8275,8301,8325,1,25
C			
8326		Y=1.1	Z=0
8350		Y=11	G=8326,8350,1
C	4.ENLEME		
8601	X=15.30	Y=1.1	Z=-1.65
8625		Y=11	
8626		Y=1.1	Z=-1.45
8650		Y=11	Q=8601,8625,8626,8650,1,25
C			
8651		Y=1.1	Z=-1.1
8675		Y=11	
8701		Y=1.1	Z=-0.4
8725		Y=11	Q=8651,8675,8701,8725,1,25
C			
8726		Y=1.1	Z=0
8750		Y=11	G=8726,8750,1
C	6.ENLEME		
9001	X=22.80	Y=1.1	Z=-1.65
9025		Y=11	
9026		Y=1.1	Z=-1.45
9050		Y=11	Q=9001,9025,9026,9050,1,25
C			
9051		Y=1.1	Z=-1.1
9075		Y=11	

9101	Y=1.1	Z=-0.4
9125	Y=11	Q=9051,9075,9101,9125,1,25
C		
9126	Y=1.1	Z=0
9150	Y=11	G=9126,9150,1
C 7.ENLEME		
9201 X=30.30	Y=1.1	Z=-1.65
9225	Y=11	
9226	Y=1.1	Z=-1.45
9250	Y=11	Q=9201,9225,9226,9250,1,25
C		
9251	Y=1.1	Z=-1.1
9275	Y=11	
9301	Y=1.1	Z=-0.4
9325	Y=11	Q=9251,9275,9301,9325,1,25

C		
9326	Y=1.1	Z=0
9350	Y=11	G=9326,9350,1

:

RESTRAINTS

C BOYLAMALARIN MESNETLENME ŞARTLARI

4002	R=0,0,1
5002	R=1,1,1
6002	R=0,0,1
7002	R=0,0,1
4102	R=0,0,1
5102	R=0,1,1
6102	R=0,0,1
7102	R=0,0,1

:

CONSTRAINTS

C BOYLAMALAR

310,412,1	C=4619,4619,4619,4619,4619,4619	I=1,1,1,1,1,1
1134,1236,1	C=5619,5619,5619,5619,5619,5619	I=1,1,1,1,1,1
1958,2060,1	C=6619,6619,6619,6619,6619,6619	I=1,1,1,1,1,1
2782,2884,1	C=7619,7619,7619,7619,7619,7619	I=1,1,1,1,1,1

C ENLEMELER

C E1

414,1032,103	C=8127,8127,8127,8127,8127,8127	I=1,1,1,1,1,1
1238,1856,103	C=8135,8135,8135,8135,8135,8135	I=1,1,1,1,1,1
2062,2680,103	C=8143,8143,8143,8143,8143,8143	I=1,1,1,1,1,1

C E2

439,1057,103	C=8327,8327,8327,8327,8327,8327	I=1,1,1,1,1,1
1263,1881,103	C=8335,8335,8335,8335,8335,8335	I=1,1,1,1,1,1
2087,2705,103	C=8343,8343,8343,8343,8343,8343	I=1,1,1,1,1,1

C E4

464,1082,103	C=8727,8727,8727,8727,8727,8727	I=1,1,1,1,1,1
1288,1906,103	C=8735,8735,8735,8735,8735,8735	I=1,1,1,1,1,1
2112,2730,103	C=8743,8743,8743,8743,8743,8743	I=1,1,1,1,1,1

C E6

489,1107,103	C=9127,9127,9127,9127,9127,9127	I=1,1,1,1,1,1
1313,1931,103	C=9135,9135,9135,9135,9135,9135	I=1,1,1,1,1,1
2137,2755,103	C=9143,9143,9143,9143,9143,9143	I=1,1,1,1,1,1

C E7
 514,1132,103 C=9327,9327,9327,9327,9327,9327 I=1,1,1,1,1,1
 1338,1956,103 C=9335,9335,9335,9335,9335,9335 I=1,1,1,1,1,1
 2162,2780,103 C=9343,9343,9343,9343,9343,9343 I=1,1,1,1,1,1
 C BOYLAMALAR-ENLEMELER
 C 1E
 4105,4517,103 C=8001,8001,8001,8001,8001,8001 I=25,25,25,25,25,25
 5105,5517,103 C=8009,8009,8009,8009,8009,8009 I=25,25,25,25,25,25
 6105,6517,103 C=8017,8017,8017,8017,8017,8017 I=25,25,25,25,25,25
 7105,7517,103 C=8025,8025,8025,8025,8025,8025 I=25,25,25,25,25,25
 C 2E
 4130,4542,103 C=8201,8201,8201,8201,8201,8201 I=25,25,25,25,25,25
 5130,5542,103 C=8209,8209,8209,8209,8209,8209 I=25,25,25,25,25,25
 6130,6542,103 C=8217,8217,8217,8217,8217,8217 I=25,25,25,25,25,25
 7130,7542,103 C=8225,8225,8225,8225,8225,8225 I=25,25,25,25,25,25
 C 4E
 4155,4567,103 C=8601,8601,8601,8601,8601,8601 I=25,25,25,25,25,25
 5155,5567,103 C=8609,8609,8609,8609,8609,8609 I=25,25,25,25,25,25
 6155,6567,103 C=8617,8617,8617,8617,8617,8617 I=25,25,25,25,25,25
 7155,7667,103 C=8625,8625,8625,8625,8625,8625 I=25,25,25,25,25,25
 C 6E
 4180,4592,103 C=9001,9001,9001,9001,9001,9001 I=25,25,25,25,25,25
 5180,5592,103 C=9009,9009,9009,9009,9009,9009 I=25,25,25,25,25,25
 6180,6592,103 C=9017,9017,9017,9017,9017,9017 I=25,25,25,25,25,25
 7180,7592,103 C=9025,9025,9025,9025,9025,9025 I=25,25,25,25,25,25
 C 7E
 4205,4617,103 C=9201,9201,9201,9201,9201,9201 I=25,25,25,25,25,25
 5205,5617,103 C=9209,9209,9209,9209,9209,9209 I=25,25,25,25,25,25
 6205,6617,103 C=9217,9217,9217,9217,9217,9217 I=25,25,25,25,25,25
 7205,7617,103 C=9225,9225,9225,9225,9225,9225 I=25,25,25,25,25,25
 C
 :
 SHELL
 NM=1
 1 E=3E7 U=.15
 C PLAK
 1 JQ=1,2,104,105 ETYPE=0 M=1 TH=.2 LP=0 G=102,2
 205 JQ=207,208,310,311 TH=.3 G=102,2
 409 JQ=413,414,516,517 TH=.2 G=102,6
 1021 JQ=1031,1032,1134,1135 TH=.3 G=102,2
 1225 JQ=1237,1238,1340,1341 TH=.2 G=102,6
 1837 JQ=1855,1856,1958,1959 TH=.3 G=102,2
 2041 JQ=2061,2062,2164,2165 TH=.2 G=102,6
 2653 JQ=2679,2680,2782,2783 TH=.3 G=102,2
 2857 JQ=2885,2886,2988,2989 TH=.2 G=102,2
 C BOYLAMALAR
 C B1
 4001 JQ=4001,4002,4104,4105 TH=.6 G=102,1
 4103 JQ=4104,4105,4207,4208 TH=.4 G=102,1
 4205 JQ=4207,4208,4310,4311 TH=.2 G=102,3
 4511 JQ=4516,4517,4619,4620 TH=.52 G=102,1
 C B2
 5001 JQ=5001,5002,5104,5105 TH=.6 G=102,1
 5103 JQ=5104,5105,5207,5208 TH=.4 G=102,1
 5205 JQ=5207,5208,5310,5311 TH=.2 G=102,3

5511	JQ=5516,5517,5619,5620	TH=.52	G=102,1
C B3			
6001	JQ=6001,6002,6104,6105	TH=.6	G=102,1
6103	JQ=6104,6105,6207,6208	TH=.4	G=102,1
6205	JQ=6207,6208,6310,6311	TH=.2	G=102,3
6511	JQ=6516,6517,6619,6620	TH=.52	G=102,1
C B4			
7001	JQ=7001,7002,7104,7105	TH=.6	G=102,1
7103	JQ=7104,7105,7207,7208	TH=.4	G=102,1
7205	JQ=7207,7208,7310,7311	TH=.2	G=102,3
7511	JQ=7516,7517,7619,7620	TH=.52	G=102,1
C ENLEMELER			
C E1			
8001	JQ=8001,8002,8026,8027	TH=.25	G=24,5
C E2			
8201	JQ=8201,8202,8226,8227		G=24,5
C E4			
8601	JQ=8601,8602,8626,8627		G=24,5
C E6			
9001	JQ=9001,9002,9026,9027		G=24,5
C E7			
9201	JQ=9201,9202,9226,9227		G=24,5

LOADS

C AÇIKLIK ORTASI MAX MOMENT İÇİN YÜKLEME

C 1. YÜKLEME : 1. SIRADAKİ KAMYON

140	L=1	F=0,0,-4.422
141		F=0,0,-8.164
142		F=0,0,-1.701
243		F=0,0,-12.382
244		F=0,0,-22.859
245		F=0,0,-4.762
346		F=0,0,-10.613
347		F=0,0,-19.593
348		F=0,0,-4.082
449		F=0,0,-9.729
450		F=0,0,-17.96
451		F=0,0,-3.742
C		
655		F=0,0,-8.844
656		F=0,0,-16.328
657		F=0,0,-3.402
758		F=0,0,-15.919
759		F=0,0,-29.39
760		F=0,0,-6.123
861		F=0,0,-12.382
862		F=0,0,-22.859
863		F=0,0,-4.762
C		
154,156,2		F=0,0,-3.061
155		F=0,0,-8.164
257,159,2		F=0,0,-8.572
258		F=0,0,-22.859
360,362,2		F=0,0,-7.347
361		F=0,0,-19.593

463,465,2	F=0,0,-6.735
464	F=0,0,-17.96
C	
669,671,2	F=0,0,-6.123
670	F=0,0,-16.328
772,774,2	F=0,0,-11.022
773	F=0,0,-29.39
875,877,2	F=0,0,-8.572
876	F=0,0,-22.859
C	
271	F=0,0,-1.511
272	F=0,0,-7.252
273	F=0,0,-3.928
374	F=0,0,-1.648
375	F=0,0,-7.911
376	F=0,0,-4.285
477	F=0,0,-.412
478	F=0,0,-1.978
479	F=0,0,-1.071
C	
683	F=0,0,-.275
684	F=0,0,-1.319
685	F=0,0,-.714
786	F=0,0,-2.472
787	F=0,0,-11.867
788	F=0,0,-6.428
889	F=0,0,-.824
890	F=0,0,-3.959
891	F=0,0,-2.143
C 2. SIRA KAMYON	
964	L=2 F=0,0,-14.151
965	F=0,0,-26.124
966	F=0,0,-5.443
1067	F=0,0,-13.266
1068	F=0,0,-24.491
1069	F=0,0,-5.102
1170	F=0,0,-9.729
1171	F=0,0,-17.96
1172	F=0,0,-3.742
C	
1376	F=0,0,-3.538
1377	F=0,0,-6.531
1378	F=0,0,-1.361
1479	F=0,0,-15.919
1480	F=0,0,-29.39
1481	F=0,0,-6.123
1582	F=0,0,-15.919
1583	F=0,0,-29.39
1584	F=0,0,-6.123
C	
978,980,2	F=0,0,-9.797
979	F=0,0,-26.124
1081,1083,2	F=0,0,-9.184
1082	F=0,0,-24.491
1184,1186,2	F=0,0,-6.735

1185		F=0,0,-17.96
C		
1390,1392,2		F=0,0,-2.449
1391		F=0,0,-6.531
1493,1495,2		F=0,0,-11.021
1494		F=0,0,-29.39
1596,1598,2		F=0,0,-11.021
1597		F=0,0,-29.39
C		
992		F=0,0,-1.099
993		F=0,0,-5.274
994		F=0,0,-2.857
1095		F=0,0,-2.06
1096		F=0,0,-9.889
1097		F=0,0,-5.356
1198		F=0,0,-.412
1199		F=0,0,-1.978
1200		F=0,0,-1.071
C		
1507		F=0,0,-1.923
1508		F=0,0,-9.23
1509		F=0,0,-4.999
1610		F=0,0,-1.648
1611		F=0,0,-7.911
1612		F=0,0,-4.285
C 3. SIRA KAMYON		
1685	L=3	F=0,0,-10.613
1686		F=0,0,-19.593
1687		F=0,0,-4.082
1788		F=0,0,-15.919
1789		F=0,0,-29.39
1790		F=0,0,-6.123
1891		F=0,0,-12.382
1892		F=0,0,-22.859
1893		F=0,0,-4.762
C		
2200		F=0,0,-14.151
2201		F=0,0,-26.124
2202		F=0,0,-5.443
2303		F=0,0,-15.919
2304		F=0,0,-29.39
2305		F=0,0,-6.123
2406		F=0,0,-7.075
2407		F=0,0,-13.062
2408		F=0,0,-2.721
C		
1699,1701,2		F=0,0,-7.347
1700		F=0,0,-19.593
1802,1804,2		F=0,0,-11.021
1803		F=0,0,-29.39
1905,1907,2		F=0,0,-8.572
1906		F=0,0,-22.859
C		
2214,2216,2		F=0,0,-9.797
2215		F=0,0,-26.124

2317,2319,2	F=0,0,-11.021
2318	F=0,0,-29.39
2420,2422,2	F=0,0,-4.898
2421	F=0,0,-13.062

C

1713	F=0,0,-.275
1714	F=0,0,-1.319
1715	F=0,0,-.714
1816	F=0,0,-2.472
1817	F=0,0,-11.867
1818	F=0,0,-6.428
1919	F=0,0,-.824
1920	F=0,0,-3.956
1921	F=0,0,-2.143

C

2228	F=0,0,-1.099
2229	F=0,0,-5.274
2230	F=0,0,-2.857
2331	F=0,0,-2.472
2332	F=0,0,-11.867
2333	F=0,0,-6.428

C

C L/4 MAX MOMENT İÇİN YÜKLEME
C 1. YÜKLEME : 1.SIRADAKİ KAMYON

165	L=4	F=0,0,-4.422
166		F=0,0,-8.164
167		F=0,0,-1.701
268		F=0,0,-12.382
269		F=0,0,-22.859
270		F=0,0,-4.762
371		F=0,0,-10.613
372		F=0,0,-19.593
373		F=0,0,-4.082
474		F=0,0,-9.729
475		F=0,0,-17.96
476		F=0,0,-3.742

C

680		F=0,0,-8.844
681		F=0,0,-16.328
682		F=0,0,-3.402
783		F=0,0,-15.919
784		F=0,0,-29.39
785		F=0,0,-6.123
886		F=0,0,-12.382
887		F=0,0,-22.859
888		F=0,0,-4.762

C

179,181,2		F=0,0,-3.061
180		F=0,0,-8.164
282,284,2		F=0,0,-8.572
283		F=0,0,-22.859
385,387,2		F=0,0,-7.347
386		F=0,0,-19.593
488,490,2		F=0,0,-6.735
489		F=0,0,-17.96

C		
694,696,2		F=0,0,-6.123
695		F=0,0,-16.328
797,799,2		F=0,0,-11.022
798		F=0,0,-29.39
900,902,2		F=0,0,-8.572
901		F=0,0,-22.859
C		
296		F=0,0,-1.511
297		F=0,0,-7.252
298		F=0,0,-3.928
399		F=0,0,-1.648
400		F=0,0,-7.911
401		F=0,0,-4.285
502		F=0,0,-.412
503		F=0,0,-1.978
504		F=0,0,-1.071
C		
708		F=0,0,-.275
709		F=0,0,-1.319
710		F=0,0,-.714
811		F=0,0,-2.472
812		F=0,0,-11.867
813		F=0,0,-6.428
914		F=0,0,-.824
915		F=0,0,-3.959
916		F=0,0,-2.143
C 2. SIRA KAMYON		
989	L=5	F=0,0,-14.151
990		F=0,0,-26.124
991		F=0,0,-5.443
1092		F=0,0,-13.266
1093		F=0,0,-24.491
1094		F=0,0,-5.102
1195		F=0,0,-9.729
1196		F=0,0,-17.96
1197		F=0,0,-3.742
C		
1401		F=0,0,-3.538
1402		F=0,0,-6.531
1403		F=0,0,-1.361
1504		F=0,0,-15.919
1505		F=0,0,-29.39
1506		F=0,0,-6.123
1607		F=0,0,-15.919
1608		F=0,0,-29.39
1609		F=0,0,-6.123
C		
1003,1005,2		F=0,0,-9.797
1004		F=0,0,-26.124
1106,1108,2		F=0,0,-9.184
1107		F=0,0,-24.491
1209,1211,2		F=0,0,-6.735
1210		F=0,0,-17.96
C		

1415,1417,2 F=0,0,-2.449
 1416 F=0,0,-6.531
 1518,1520,2 F=0,0,-11.021
 1519 F=0,0,-29.39
 1621,1623,2 F=0,0,-11.021
 1622 F=0,0,-29.39

C

1017 F=0,0,-1.099
 1018 F=0,0,-5.274
 1019 F=0,0,-2.857
 1120 F=0,0,-2.06
 1121 F=0,0,-9.889
 1122 F=0,0,-5.356
 1223 F=0,0,-.412
 1224 F=0,0,-1.978
 1225 F=0,0,-1.071

C

1532 F=0,0,-1.923
 1533 F=0,0,-9.23
 1534 F=0,0,-4.999
 1635 F=0,0,-1.648
 1636 F=0,0,-7.911
 1637 F=0,0,-4.285

C 3.SIRA KAMYON

1710 L=6 F=0,0,-10.613
 1711 F=0,0,-19.593
 1712 F=0,0,-4.082
 1813 F=0,0,-15.919
 1814 F=0,0,-29.39
 1815 F=0,0,-6.123
 1916 F=0,0,-12.382
 1917 F=0,0,-22.859
 1918 F=0,0,-4.762

C

2225 F=0,0,-14.151
 2226 F=0,0,-26.124
 2227 F=0,0,-5.443
 2328 F=0,0,-15.919
 2329 F=0,0,-29.39
 2330 F=0,0,-6.123
 2431 F=0,0,-7.075
 2432 F=0,0,-13.062
 2433 F=0,0,-2.721

C

1724,1726,2 F=0,0,-7.347
 1725 F=0,0,-19.593
 1827,1829,2 F=0,0,-11.021
 1828 F=0,0,-29.39
 1930,1932,2 F=0,0,-8.572
 1931 F=0,0,-22.859

C

2239,2241,2 F=0,0,-9.797
 2240 F=0,0,-26.124
 2342,2344,2 F=0,0,-11.021
 2343 F=0,0,-29.39

2445,2447,2 F=0,0,-4.898
 2446 F=0,0,-13.062

C

1738 F=0,0,-.275
 1739 F=0,0,-1.319
 1740 F=0,0,-.714
 1841 F=0,0,-2.472
 1842 F=0,0,-11.867
 1843 F=0,0,-6.428
 1944 F=0,0,-.824
 1945 F=0,0,-3.956
 1946 F=0,0,-2.143

C

2253 F=0,0,-1.099
 2254 F=0,0,-5.274
 2255 F=0,0,-2.857
 2356 F=0,0,-2.472
 2357 F=0,0,-11.867
 2358 F=0,0,-6.428

C

C MAX REAKSİYON KUVVETİ İÇİN YÜKLEME

C 1. YÜKLEME : 1.SIRADAKİ KAMYON

104 L=7 F=0,0,-4.422
 105 F=0,0,-8.164
 106 F=0,0,-1.701
 207 F=0,0,-12.382
 208 F=0,0,-22.859
 209 F=0,0,-4.762
 310 F=0,0,-10.613
 311 F=0,0,-19.593
 312 F=0,0,-4.082
 413 F=0,0,-9.729
 414 F=0,0,-17.96
 415 F=0,0,-3.742

C

619 F=0,0,-8.844
 620 F=0,0,-16.328
 621 F=0,0,-3.402
 722 F=0,0,-15.919
 723 F=0,0,-29.39
 724 F=0,0,-6.123
 825 F=0,0,-12.382
 826 F=0,0,-22.859
 827 F=0,0,-4.762

C

118,120,2 F=0,0,-3.061
 119 F=0,0,-8.164
 221,223,2 F=0,0,-8.572
 222 F=0,0,-22.859
 324,326,2 F=0,0,-7.347
 325 F=0,0,-19.593
 427,429,2 F=0,0,-6.735
 428 F=0,0,-17.96

C

633,635,2 F=0,0,-6.123

634 F=0,0,-16.328
 736,738,2 F=0,0,-11.022
 737 F=0,0,-29.39
 839,841,2 F=0,0,-8.572
 840 F=0,0,-22.859

C

235 F=0,0,-1.511
 236 F=0,0,-7.252
 237 F=0,0,-3.928
 338 F=0,0,-1.648
 339 F=0,0,-7.911
 340 F=0,0,-4.285
 441 F=0,0,-.412
 442 F=0,0,-1.978
 443 F=0,0,-1.071

C

647 F=0,0,-.275
 648 F=0,0,-1.319
 649 F=0,0,-.714
 750 F=0,0,-2.472
 751 F=0,0,-11.867
 752 F=0,0,-6.428
 853 F=0,0,-.824
 854 F=0,0,-3.959
 855 F=0,0,-2.143

C 2. SIRA KAMYON

928 L=8 F=0,0,-14.151
 929 F=0,0,-26.124
 930 F=0,0,-5.443
 1031 F=0,0,-13.266
 1032 F=0,0,-24.491
 1033 F=0,0,-5.102
 1134 F=0,0,-9.729
 1135 F=0,0,-17.96
 1136 F=0,0,-3.742

C

1340 F=0,0,-3.538
 1341 F=0,0,-6.531
 1342 F=0,0,-1.361
 1443 F=0,0,-15.919
 1444 F=0,0,-29.39
 1445 F=0,0,-6.123
 1546 F=0,0,-15.919
 1547 F=0,0,-29.39
 1548 F=0,0,-6.123

C

942,944,2 F=0,0,-9.797
 943 F=0,0,-26.124
 1045,1047,2 F=0,0,-9.184
 1046 F=0,0,-24.491
 1148,1150,2 F=0,0,-6.735
 1149 F=0,0,-17.96

C

1354,1356,2 F=0,0,-2.449
 1355 F=0,0,-6.531

1457,1459,2 F=0,0,-11.021
 1458 F=0,0,-29.39
 1560,1562,2 F=0,0,-11.021
 1561 F=0,0,-29.39

C

956 F=0,0,-1.099
 957 F=0,0,-5.274
 958 F=0,0,-2.857
 1059 F=0,0,-2.06
 1060 F=0,0,-9.889
 1061 F=0,0,-5.356
 1162 F=0,0,-.412
 1163 F=0,0,-1.978
 1164 F=0,0,-1.071

C

1471 F=0,0,-1.923
 1472 F=0,0,-9.23
 1473 F=0,0,-4.999
 1574 F=0,0,-1.648
 1575 F=0,0,-7.911
 1576 F=0,0,-4.285

C 3.SIRA KAMYON

1649 L=9 F=0,0,-10.613
 1650 F=0,0,-19.593
 1651 F=0,0,-4.082
 1752 F=0,0,-15.919
 1753 F=0,0,-29.39
 1754 F=0,0,-6.123
 1855 F=0,0,-12.382
 1856 F=0,0,-22.859
 1857 F=0,0,-4.762

C

2164 F=0,0,-14.151
 2165 F=0,0,-26.124
 2166 F=0,0,-5.443
 2267 F=0,0,-15.919
 2268 F=0,0,-29.39
 2269 F=0,0,-6.123
 2370 F=0,0,-7.075
 2371 F=0,0,-13.062
 2372 F=0,0,-2.721

C

1663,1665,2 F=0,0,-7.347
 1664 F=0,0,-19.593
 1766,1768,2 F=0,0,-11.021
 1767 F=0,0,-29.39
 1869,1871,2 F=0,0,-8.572
 1870 F=0,0,-22.859

C

2178,2180,2 F=0,0,-9.797
 2179 F=0,0,-26.124
 2281,2283,2 F=0,0,-11.021
 2282 F=0,0,-29.39
 2384,2386,2 F=0,0,-4.898
 2385 F=0,0,-13.062

C
 1677 F=0,0,-.275
 1678 F=0,0,-1.319
 1679 F=0,0,-.714
 1780 F=0,0,-2.472
 1781 F=0,0,-11.867
 1782 F=0,0,-6.428
 1883 F=0,0,-.824
 1884 F=0,0,-3.956
 1885 F=0,0,-2.143

C
 2192 F=0,0,-1.099
 2193 F=0,0,-5.274
 2194 F=0,0,-2.857
 2295 F=0,0,-2.472
 2296 F=0,0,-11.867
 2297 F=0,0,-6.428

HÜKSEKÖĞRETİM KURULU
YATIRIM MANTASYON MERKEZİ

:
 COMBO
 1 C=1,0,0,0,0,0,0,0 : 1 ŞERİT YÜKLÜ / ORTA
 2 C=1,1,0,0,0,0,0,0 : 2 ŞERİT YÜKLÜ / ORTA
 3 C=.9,.9,.9,0,0,0,0,0 : 3 ŞERİT YÜKLÜ / ORTA
 4 C=0,0,0,1,0,0,0,0 : 1 ŞERİT YÜKLÜ / L/4
 5 C=0,0,0,1,1,0,0,0 : 2 ŞERİT YÜKLÜ / L/4
 6 C=0,0,0,.9,.9,.9,0,0 : 3 ŞERİT YÜKLÜ / L/4
 7 C=0,0,0,0,0,0,1,0 : 1 ŞERİT YÜKLÜ / R
 8 C=0,0,0,0,0,0,1,1,0 : 2 ŞERİT YÜKLÜ / R
 9 C=0,0,0,0,0,0,.9,.9,.9 : 3 ŞERİT YÜKLÜ / R

:
 SELECT
 C ORTA
 NT=6 ID=4051,4561,102 SW=1 :1. KİRİŞ
 NT=6 ID=5051,5561,102 :2. KİRİŞ
 C L/4
 NT=6 ID=4076,4586,102 :1. KİRİŞ
 NT=6 ID=5076,5586,102 :2. KİRİŞ
 C REAK.
 NT=2 ID=4002,4102,100 :1. KİRİŞ
 NT=2 ID=5002,5102,100 :2. KİRİŞ
 NT=2 ID=6002,6102,100 :3. KİRİŞ
 NT=2 ID=7002,7102,100 :4. KİRİŞ
 :

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hasan ÖKSÜZ
Doğum Tarihi : 23 Nisan 1971
Doğum Yeri : Yeşilyurt / K.K.T.C.
İlk öğrenim okulu : Lefke İstiklal İlkokulu / K.K.T.C. (1982-1983)
Orta öğrenim okulu : Türk Maarif Koleji / K.K.T.C. (1988-1989)
Yüksek öğrenim okulu : Yıldız Teknik Üniversitesi / İSTANBUL
Lisans (1992-1993)

