

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

751663

151 663

ELASTİK ZEMİNE OTURAN İNCE PLAKLARIN SONLU ELEMENLAR METODU İLE EĞİLME HESABI

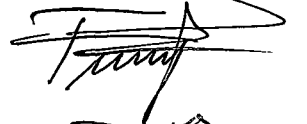
İnşaat Müh. Müberra ESER

FBE İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Türkan KÖKSAL

Doç. Dr. Filiz PİROĞLU



Prof. Dr. Türkan KÖKSAL



Y. Doç. Dr. H. Orhun KÖKSAL



İSTANBUL, 2004

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	i
ŞEKİL LİSTESİ.....	ii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. SONLU ELEMENLAR YÖNTEMİ.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Karışık Sonlu Elemanlar Metodu.....	1
1.3 Toplam Potansiyel Enerji Prensibi.....	2
1.3.1 Toplam Potansiyel Enerjinin Birinci Varyasyonu.....	2
2. PLAK TEORİSİNE GENEL BİR BAKIŞ.....	6
2.1 İnce Plak Teorisi.....	6
2.2 Plak Diferansiyel Denklemi.....	8
2.3 İnce Plaklar İçin Elastik Yüzey Denklemi.....	9
2.4 Diferansiyel Geometri.....	10
2.5 Gerilmelerle Şekil Değiştirme Bileşenleri Arasındaki Bağlıntılar.....	12
2.6 Gerilmelerle Yer Değiştirme Bileşenleri Arasındaki Bağlıntılar.....	12
2.7 İnce Plakların Sonlu Elemanlar Metodu İle Çözümü.....	13
2.7.1 Deplasman Fonksiyonlarının Seçimi.....	13
2.7.2 Şekil Fonksiyonları.....	16
2.7.3 Plak Elemanda Elastisite Bağlıntıları.....	17
2.7.4 Plak Elemanda Kesit Tesirleri-Yer Değiştirme Bağlıntıları.....	21
2.7.5 Eleman Rijitlik Matrisinin Oluşturulması.....	22
2.7.6 Eleman Zemin Etki Matrisinin Oluşturulması.....	24
2.7.7 Eleman Dış Yük Vektörünün Oluşturulması.....	26
2.7.8 Sisteme Geçiş.....	27
2.7.9 Sınır Şartlarının Tüm Sisteme Uygulanması.....	29
2.7.10 Düğüm Sabitlerinden Yararlanarak Kesit Tesirlerinin Bulunuşu.....	30
3. SAYISAL ÇÖZÜMLEME.....	31
3.1 Sisteme Geçiş.....	39
3.2 Sınır Şartlarının Sisteme Uygulanması.....	40
3.3 Plak İç Kuvvetlerinin Bulunuşu.....	41
3.4 Sisteme Geçiş.....	47
3.5 Sınır Şartlarının Sisteme Uygulanması.....	47
3.6 Kirişli Radye İç Kuvvetlerinin Bulunuşu.....	49
3.7 Kişisiz Plak Sistem İçin Yer değiştirme ve Moment Diyagramları.....	50
3.8 Kirişli Radye Sistem İçin Moment Diyagramları.....	60

4.	SONUÇLAR	66
KAYNAKLAR		67
EKLER		68
Ek 1	[m] matris elemanları	69
Ek 2	[k] matris elemanları	71
Ek 3	Kirişsiz Plak İçin Eleman Moment Değerleri	75
Ek 4	Kirişli Radye İçin Eleman Moment Değerleri	110
Ek 5	Kirişsiz Plak İçin SAP2000 Programıyla Çözüm Sonuçları	145
Ek 6	Kirişli Radye İçin SAP2000 Programıyla Çözüm Sonuçları	148
ÖZGEÇMİŞ		151



İMGE LİSTESİ

L	Sonlu elemanın x doğrultusundaki boyu
L_y	Sonlu elemanın y doğrultusundaki boyu
K	Zemin yataklanma katsayısı
U_i	Eleman için düğüm noktası deplasman parametreleri
D_i	Plak eğilme rijitliği
D_i	Sistem için düğüm noktası deplasman parametreleri
E	Elastisite modülü
G	Kayma modülü
I	Atalet momenti
K	Jakopyen matrisi
K_i	Eleman için rijitlik matrisi
K	Sistem için rijitlik matrisi
L_x	Plağın x doğrultusundaki boyu
L_y	Plağın y doğrultusundaki boyu
M_x, M_y	x ve y doğrultusundaki eğilme momentleri
M_{xy}, M_{yx}	Burulma momentleri
N_i	Şekil fonksiyonları
θ_x, θ_y	x ve y doğrultusundaki dönme
p	Plağa etkileyen tekil ve yüzeysel yük
Q_x, Q_y	Kesme kuvvetleri
e	Elastik zemin etki matrisi
t	Plak kalınlığı
u, v, w	x, y ve z doğrultusundaki yer değiştirmeler
J	İç kuvvetlerin işi
V	Dış kuvvetlerin işi
W	Toplam potansiyel enerji
x, y, z	Global koordinatlar
∇	Kısmi türev operatörü
η	Varyasyon sembolü
ξ	Yerel koordinatlar
γ	Kayma şekil değiştirmesi
$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$	Normal gerilme bileşenleri
τ	Kayma gerilmesi
ν	Poisson oranı
$\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$	Global koordinatlarda birim şekil değiştirmeler
N_i	Şekil fonksiyonlarının ikinci türevleri

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Düzgün yayılı yüklü basit kiriş.....	3
Şekil 2.1 Plak ve koordinat sistemi	6
Şekil 2.2 Plak boyutları	7
Şekil 2.3 Diferansiyel plak elemanın dengesi.....	8
Şekil 2.4 Şekil değiştirmeden önce ve şekil değiştirmeden sonra plak eleman.....	10
Şekil 2.5 Dikdörtgen elemanda deplasman bileşenleri.....	13
Şekil 2.6 Eleman ve sistem için düğüm parametreleri	27
Şekil 3.1 Kat kalıp planı	31
Şekil 3.2 Radye plak elemanı.....	32
Şekil 3.3 1 / 4 sistem için düğüm parametreleri.....	32
Şekil 3.4 Kiriş eleman ve boyutları.....	43
Şekil 3.5 1 / 4 sistem için düğüm nokta numaraları.....	50
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı.....	50-55
Şekil 3.7 Kirişsiz plak için Mx diyagramı	56-57
Şekil 3.8 Kirişsiz plak için My diyagramı	58-60
Şekil 3.9 1 / 4 kirişli radye sistem için düğüm nokta numaraları.....	61
Şekil 3.10 Kirişli plak için Mx diyagramı	61-63
Şekil 3.11 Kirişli plak için My diyagramı	64-66

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Eleman rijitlik matrisi.....	23
Çizelge 2.2 Eleman zemin etki matrisi	26
Çizelge 2.3 Eleman ve sistem için düğüm parametreleri.....	28
Çizelge 3.1 Eleman rijitlik matrisi	34
Çizelge 3.2 Eleman zemin etki matrisi $c=150000\text{ kN/m}^3$ için.....	35
Çizelge 3.3 Mesnet reaksiyonları	36



ÖNSÖZ

Bu tez çalışmamın hazırlanmasında, her konuda benden yardımını esirgemeyen değerli hocam, tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Türkan Köksal'a, bana hayatım boyunca daima destek olan aileme ve çalışmamda bana yardımcı olan Dr. Bilge Doran'a en içten teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Bu çalışmada, elastik zemine oturan kirişli radye ve kirişsiz plak için ayrı ayrı eğilme hesapları yapılmıştır. Çözüm yöntemi olarak yaklaşık çözüm yöntemlerinden “Sonlu Elemanlar Yöntemi” kullanılmıştır. Sonlu eleman ağı oluşturulurken dikdörtgen sonlu eleman şekli seçilmiştir. Plâğın oturduğu elastik zeminin plâğa etkisi düşünülürken, kayma modülleri sifıra eşit alınarak “Winkler Zemin Modellemesi” kullanılmıştır. Plak eleman için belirlenen düğüm noktası parametrelerine bağlı olarak bir yer değıştirme fonksiyonu seçilmiştir. Plâğı oluşturan her bir sonlu eleman için hesaplanan eleman rijitlik matrisleri ve eleman zemin etki matrisleri, biriktirme metodu kullanılarak sistem rijitlik matrisi ve sistem zemin etki matrisine çevrilmiştir. Çözüm aşamasında toplam potansiyel enerjinin birinci varyasyonu kullanılarak düğüm noktası yer değıştirme değeri bulunmuştur. Bu temel plâğının kirişli ve kirişsiz olarak düşünülmesi durumu için çözüm tekrarlanmış, yer değıştirme ve moment diyagramları çizilmiş ve bulunan moment değeri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Ayrıca SAP2000 bilgisayar programı ile de kirişli ve kirişsiz radye plak çözümlemesi yapılmış ve bulunan değeri birbirene oldukça yakın çıktığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sonlu elemanlar, eğilme, rijitlik matrisi, zemin etki matrisi.

ABSTRACT

In this study, the bending calculation for thin plates seated on the elastic soil has been searched. As a solution method, “The Mixed Finite Element Method”, which is one of the approximate solution methods, has been used. As the finite element web was forming, rectangular finite element shape was chosen. “The Winkler Soil Modelization” has been used, taking the sliding modules equal to zero while taking into consideration the effect of elastic soil to the plate. A displacement function was chosen due to displacement parameters. Element stiffness matrix and element soil matrix formed to the system stiffness matrix and system soil matrix by using accumulating method. At the solution step, the displacement values were obtained using the first variation of total potential energy. The solution has been repeated for the plate with beams and then displacement and moment diagrams were drawn and moment values were compared to each other. By the way, plate solution has been redone by using SAP2000 Nonlinear Program and it is obtained that the results are so closed to each other.

Keywords: Finite elements, bending, stiffness matrix, soil matrix.

1. SONLU ELEMANLAR METODU

1.1. Giriş

1950'lerin ortalarında geliştirilen Sonlu Elemanlar Yöntemi mühendislik problemlerinin çözümünde sıkça kullanılan bir sayısal hesap (nümerik analiz) tekniğidir. Yöntemde, sürekli veya süreksiz bir ortam fiktif sınırlarla sonlu sayıda elemana bölünür. Elemanın şekli söz konusu ortamın şekline ve sınır şartlarına bağlı olarak seçilir. Bu sonlu elemanların birbirleriyle bağlantısının düğüm noktalarında olduğu varsayılır. Uygulanışı ise elde edilen elemanlar üzerinde iç ve dış kuvvetlerin enerjisinin minimizasyonu ve sonra bu elemanların birleştirilmesi şeklindedir. Birbirlerine düğüm noktalarından bağlı ve bu düğüm noktaları ile karşılıklı etkileşimi sağlayan bu parçaların her birine “sonlu eleman” denir. Buna bağlı olarak sistemle ilgili her türlü özel koşullar kolayca dikkate alınabilir. Bu özelliğinden dolayı günümüzde sonlu elemanlar metodu yapı mühendisliğinin yanı sıra zemin mekaniğinde, hidrolikte, ısı transferinde, nükleer enerjide ve elektrik mühendisliğinde de kullanılmaktadır.

Yöntemde bilinmeyen olarak düğüm noktalarının ötelemeleri ve eğimleri veya iç kuvvetler seçilebilir. Bunlara düğüm parametreleri denir. Düğüm parametrelerinin sayısını arttırmak, sonlu eleman sayısını arttırmak yani sonlu eleman ağınyı daraltmakla mümkün olabilir. Bu durumda sistemde düğüm noktası sayısı ve buna bağlı düğüm parametrelerinin sayısı artar. Bunun doğal bir sonucu olarak daha gerçeğe yakın çözümler elde etmek mümkün olur. Ancak sonlu eleman boyutu küçüldükçe (sonlu eleman ağı daraldıkça) sistemin toplam serbestlik derecesi artar ki bu da çözüm aşamasının uzun sürmesine neden olur. Ayrıca çözüm stabilitesinin de düşebileceği unutulmamalıdır.

Elde edilen sonlu eleman ağı için kinematik şartları sağlayan uygun bir yer değiştirme fonksiyonu seçilir. Bu fonksiyon yardımı ile düğüm noktası deplasmanları ifade edilir. Bu düğüm parametreleri; deplasman bileşenleri, dönmeler ve burulma eğriliği gibi deplasman vektörlerini içerir. Eğilme hesabında bu deplasman parametrelerinin bulunması, gerçek - sistemin kesit tesirlerinin bulunması için yeterlidir.

1.2. Karışık Sonlu Elemanlar Metodu

Sonlu elemanlar metodunun temelini oluşturan düğüm noktalarındaki değişkenler açısından Sonlu Elemanlar Yöntemi 3'e ayrılabilir. Bu yöntemler;

- Deplasmanların değişken olduğu “deplasman modeli”
- Gerilmelerin değişken olduğu “denge metodu”
- Hem deplasmanların hem de gerilmelerin değişken olduğu “karışık metod”tur.

Plak çözümünde sonlu elemanlar metodu uygulanırken hem deplasmanlar, hem de deplasmanlara bağlı olarak gerilmeler değişken olduğu için karışık metot kullanılmaktadır. Sonlu elemanlar metodunda, seçilen fonksiyon yardımı ile düğüm noktası deplasmanları ifade edildikten sonra, malzeme özelliklerinden ve başlangıç şekil değiştirmelerinden yararlanılarak gerilme durumu ortaya çıkarılır. Elemana etki eden bu kuvvetlerin düğüm noktalarına yığıldığı kabul edilir. Bu kuvvetlerin dış yükler ve sınır gerilmeleri ile dengesi göz önüne alınarak eleman rijitlik matrisleri oluşturulur. Gerçek sisteme etkiyen dış yükler ise düğüm noktaları üzerine alınarak düğüm etki vektörü yani, eleman yük vektörü oluşturulur. Eleman eksenlerinde ifade edilen rijitlik matrisleri ve yük vektörleri oluşturulduktan sonra, biriktirme metodu ya da çevirme matrisleri yardımıyla sistem eksenlerinde tanımlı olan rijitlik ve yük matrisleri oluşturulur. Elde edilen denklem takımına sisteme ait mesnet şartları eklenir, bu işlem yapılırken mesnetlerde sıfır olduğu bilinen deplasman parametrelerine ait satır ve sütunlar silinerek denklem takımı ve bilinmeyen sayısı azaltılır. Denklem takımı çözülerek her düğüm noktasına ait deplasman parametreleri bulunduktan sonra, her eleman için deplasmanlardan yola çıkılarak gerilmeler hesaplanır. Aynı düğüm noktasında birleşen elemanlar için kesit tesirleri değerleri farklı olacağından, o düğüm noktası için bu değerlerin ortalaması alınarak sonuç kesit tesirleri bulunur.

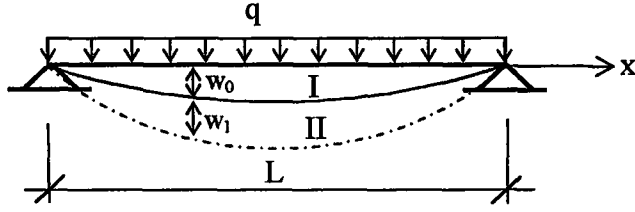
1.3.Toplam Potansiyel Enerji Prensibi

Geometrik açıdan lineer ve lineer olmayan sistemlere uygulanabilen toplam potansiyel enerji prensibi, fiziksel açıdan ise yalnızca lineer sistemlere uygulanabilmektedir. Toplam potansiyel enerjinin birinci varyasyonu denge denklemini, dolayısıyla eğilme problemini; ikinci varyasyonu ise stabilite problemini içerir. Bu çalışmada da eğilme problemi söz konusu olduğundan toplam potansiyel enerjinin birinci varyasyonu ele alınmıştır.

1.3.1. Toplam Potansiyel Enerjinin Birinci Varyasyonu

Elastik bir sistemde toplam potansiyel enerji, geometrik uygunluk ve geometrik sınır şartlarını sağlayan bütün konumlar arasında sadece denge konumu için bir ekstrem değere (stasyoner değer) sahiptir. Böylece eğilme problemi belirli bir integral ifadeyi ekstrem yapan konumun bulunması durumuna indirgenmiş olur. Birçok problemde bu ekstrem değer bir minimum olduğundan, bu prensibe minimum potansiyel enerji prensibi de denilir. Bilindiği gibi sınırlı bir integral ifadenin stasyoner değerinin aranması problemi bir varyasyon problemidir.

Örneğin, $I = \int_{x_1}^{x_2} f(x, y, y') dx \equiv \text{ekstrem}$ veya $\delta I \equiv 0$



Şekil 1.1. Düzgün yayılı yüklü basit kiriş

Şekil 1.1’de düzgün q yüküyle yüklü basit kirişin boyu L ise; çubuğun diferansiyel denklemi $EIw^{IV} = q$ olarak gösterilebilir. Burada w çökmeyi ifade ettiğine göre;

$w' =$ dönme

$-EIw'' = M$ eğilme momenti

$-EIw''' = V$ kesme kuvveti

$$EIw^{IV} = q$$

olur.

Toplam potansiyel enerji, iç kuvvetlerin potansiyel enerjisi (U) ile dış kuvvetlerin potansiyel enerjileri (W) toplamı şeklinde düşünülürse,

$$V = U + W \quad (1.1)$$

şeklinde yazılabilir.

Kesme kuvvetinin şekil değiştirmedeki payı ihmal edilirse, iç kuvvetlerin potansiyel enerjisi,

$$U = \int_0^L \frac{M^2}{2EI} dx \quad (1.2)$$

veya

$$U = \frac{EI}{2} \int_0^L (w'')^2 dx \quad (1.3)$$

şeklini alır.

Benzer şekilde dış kuvvetlerin potansiyel enerjisi;

$$W = - \int_0^L qw dx \quad (1.4)$$

$V = U + W$ olduğuna göre;

$$V = U + W = \int_0^L \left[\frac{EI}{2} (w'')^2 - qw \right] dx \quad (1.5)$$

olarak ifade edilebilir.

Şekil 1.1’de görüldüğü üzere (I) hakiki denge konumuna yakın ikinci bir konum daha (II) dikkate alırsak; burada w_0 denge konumundaki deplasman olmasına rağmen, ikinci konumu elde etmek için verilen sonsuz küçük artım w_1 ’dir.

$$w = w_0 + w_1 \quad (1.6)$$

Buna göre yeni konum için toplam potansiyel enerji ;

$$V_I(w_0) \rightarrow V_{II}(w_0 + w_1) \quad (1.7)$$

$$\Delta V = V_{II}(w_0 + w_1) - V_I(w_0) \quad (1.8)$$

$$\Delta V = \left[\int_0^L \frac{EI}{2} (w_0'' + w_1'')^2 dx - \int_0^L q(w_0 + w_1) dx \right] - \left[\int_0^L \frac{EI}{2} (w_0'')^2 dx - \int_0^L q w_0 dx \right] \quad (1.9)$$

$$\Delta V = \int_0^L EI w_0'' w_1'' dx - \int_0^L q w_1 dx + \int_0^L \frac{EI}{2} (w_1'')^2 dx \quad (1.10)$$

Potansiyel enerjideki değişim seriyeye açılırsa,

$$\Delta V = \delta V + (1/2!) \delta^2 V + (1/3!) \delta^3 V + (1/4!) \delta^4 V \quad \text{olur.} \quad (1.11)$$

(1.11) bağıntısındaki ilk terim potansiyel enerjinin birinci varyasyonunu, ikinci terim ise potansiyel enerjinin ikinci varyasyonunu göstermektedir.

İç kuvvetlerin işi δU , dış kuvvetlerin işi ise δW ile gösterilirse,

$$\delta U = \int \{\delta \epsilon\} \{\sigma\} dV \quad (1.12)$$

$$\{\sigma\} = [D] \{ \epsilon \} - \alpha \Delta t \{ D_T \} \quad (1.13)$$

$\{\epsilon_0\}$ başlangıç şekil değiştirmeleri ve $\{\sigma_0\}$ başlangıç gerilme vektörleri ihmal edilirse;

$$\{\sigma\} = [D] \{ \epsilon \} - \alpha \Delta t \{ D_T \} \quad \text{olur.} \quad (1.14)$$

İç ve dış kuvvetlerin eşitliği yazılırsa, aşağıdaki sonuç ifadeye ulaşılır:

$$[k_e] \{d(t)\} + [c_e] \{d^*(t)\} + [m_e] \{d^{**}(t)\} + [s_e] \{d(t)\} = \{q_e(t)\}_0 + \{q_e(t)\}_T \quad (1.15)$$

$$[k_e] = \int_V [\Delta N]^T [D] [\Delta N] dV \quad : \text{eleman rijitlik matrisi}$$

$$[c_e] = \mu \int_V [N]^T [N] dV \quad : \text{eleman sönüm matrisi}$$

$$[m_e] = \rho \int_V [N]^T [N] dV \quad : \text{eleman kütle matrisi}$$

$$[s_e] = c \int_F [N(w)]^T [N(w)] dF \quad : \text{eleman elastik yataklanma matrisi}$$

$$\{q_e(t)\}_T = \alpha \Delta t \int_V [\Delta N]^T \{D_T\} dV \quad : \text{elemanın zamana bağlı sıcaklık değişimi}$$

$$\{q_e(t)\}_0 = \int_F [N]^T p(t) dF \quad : \text{elemanın zamana bağlı dış yükü}$$

(1.15) bağıntısında eleman için verilen matris ve vektörlerden yararlanarak, sisteme geçilirse sonuç denklem (1.16) bağıntısındaki gibi gösterilebilir.

$$[K]\{d(t)\} + [C]\{d^*(t)\} + [M]\{d^{**}(t)\} + [S]\{d(t)\} = \{Q(t)\}_0 + \{Q(t)\}_T \quad (1.16)$$

2. PLAK TEORİSİNE GENEL BİR BAKIŞ

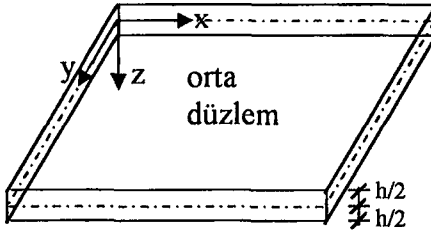
Yapı mühendisliğinde kullanılan taşıyıcı sistemler genel olarak üç grupta incelenir.

- Doğrusal taşıyıcı sistemler ya da çubuk sistemler ; iki boyutu taşıyıcı olan diğer boyutunun yanında ihmal edilebilecek kadar küçük olan sistemler, örneğin; kirişler,kolonlar,
- Yüzeysel taşıyıcı sistemler ; kalınlığı taşıyıcı boyutlarına göre çok küçük olan sistemler, örneğin; plak, levha, kabuk
- Uzaysal taşıyıcı sistemler ; her üç boyutu da ihmal edilemeyecek kadar büyük olan sistemlerdir.

Yüzeysel taşıyıcı sistemler ; dış yüklerin etki biçimine göre kendi içinde bölümlere ayrılır.

- a) Dış yükler, kalınlıkların orta noktalarının geometrik yeri olarak tanımlanabilecek “orta yüzey”e dik ise plak çalışması söz konusudur. Yani orta yüzeyin eğilmesi ile bir elastik yüzey meydana gelir. Bu tür taşıyıcılara plak denir. Örneğin betonarme döşemeler plak cinsinden taşıyıcılardır.
- b) Dış yükler, orta yüzey içinde etkiyorsa levha (disk) çalışması söz konusudur. Levhalarda eğilme problemi önemini yitirir (eğilme etkileri oluşmaz), stabilite problemi ön plana çıkar. Örneğin kendi ağırlığı etkisinde kalan perde duvarlar sadece bu yük durumu için levha cinsinden taşıyıcılar olarak kabul edilebilir.
- c) Plak ve levha türü taşıyıcılarda orta yüzey bir düzlemdir. Eğer orta yüzey bir düzlem değilse, herhangi bir formda bir eğri yüzey ise ve yük bu yüzeye genel konumda etkiyor ise kabuk çalışması söz konusu olacaktır. Bu tür taşıyıcılarda hem eğilme hem stabilite problemi önem kazanmaktadır. Örneğin, kubbeler, su depoları, silolar bu tür taşıyıcılara örnek olarak verilebilir.

2.1.İnce Plak Teorisi

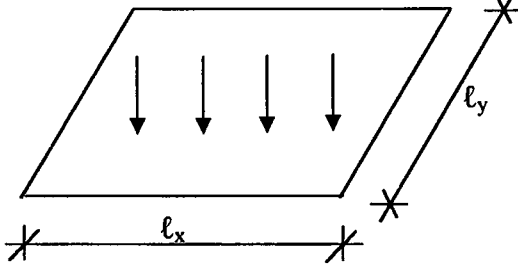


Şekil 2.1. Plak ve koordinat sistemi

İnce plak teorisinde eğilmenin tarif edilebilmesi için, plakla ilgili bazı kabuller yapılması gerekmektedir. Bu kabuller şu şekilde sıralanabilir:

1) Plak geometrisi açısından;

a) Plakın kalınlığı diğer iki boyutunun yanında çok küçüktür. ($h \ll \ell_x, \ell_y$)



Şekil 2.2. Plak boyutları

b) Plak kalınlığının orta noktalarının geometrik yeri bir düzlem oluşturur.

c) Yükler plak orta düzlemine diktir.

d) Plak kalınlığına oranla elastik şekil değiştirmeler küçüktür. Denge denklemleri ve şekil değiştirme-yer değiştirme bağıntılarında ikinci mertebe terimleri dikkate alınmaz. ($w \ll h$)

2) malzeme açısından;

a) Malzeme homojen (her noktada aynı fiziksel özellik gösteren), izotrop (her doğrultuda aynı davranışı gösteren) ve belli sınırlar içinde doğrusal-elastik olup Hooke kanunu geçerlidir.

3) Hesap kolaylığı açısından;

a) Şekil değiştirmeden önce orta düzlemin herhangi bir noktasının normali, şekil değiştirmeden sonra meydana gelen elastik yüzeyin aynı noktadaki normali olarak kalır. Yani şekil değiştirmeden önce orta düzlemin bir noktadaki normali üzerinde bulunan bir nokta, şekil değiştirmeden sonra da elastik yüzeyin aynı noktadaki normali üzerinde kalır. Bu durum çubuk sistemlerde Bernoulli-Navier hipotezine karşılık gelen Kirchhoff-Love hipotezidir.

b) Plak orta yüzeyine dik doğrultudaki σ_z normal gerilmeleri diğer normal gerilmeler yanında ihmal edilebilecek kadar küçüktür. $\sigma_z \approx 0$

c) Yukarıdaki kabule dayanılarak $\epsilon_z \approx 0$ alınabilir.

$$\epsilon_z = \frac{1}{E} \cdot [\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)] \quad (2.1)$$

$$\sigma_z \approx 0 \quad \mu = 0.10 - 0.15$$

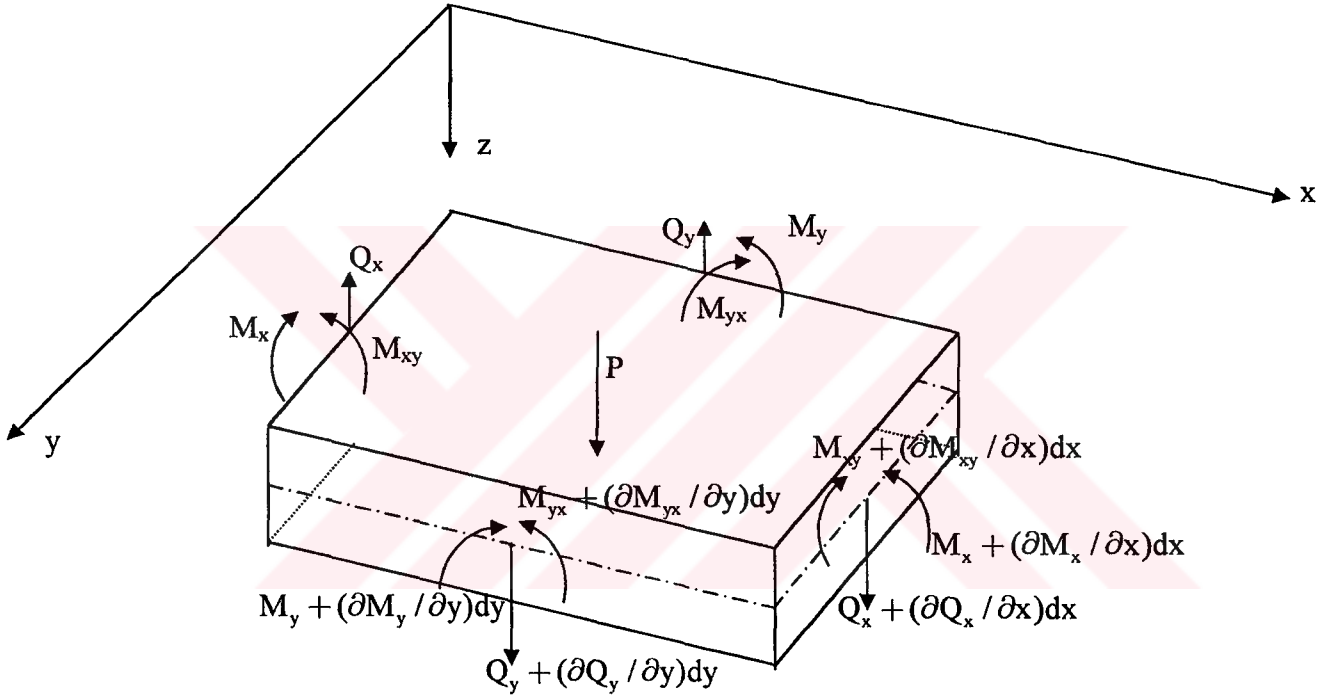
d) Plak kesitinin orta düzleminde deformasyon yoktur.

$$\begin{aligned} (\epsilon_x)_{z=0} &\approx 0 & (\epsilon_y)_{z=0} &\approx 0 & (\gamma_{xy})_{z=0} &\approx 0 \\ (u)_{z=0} &\approx 0 & (v)_{z=0} &\approx 0 & (w)_{z=0} &\neq 0 \end{aligned} \quad (2.2)$$

Yukarıdaki kabullere göre bazı plak çeşitleri şunlardır:

- 1) Reissner plağı : Kalın plak kabulü söz konusu olup, plağın kalınlığından doğan kayma gerilmeleri ihmal edilmez ve sabit bir değer olarak dikkate alınır.
 - 2) Karmann plağı : İnce plak teorisine girer ve çökmeler kalınlığa göre bir merteye daha büyüktür.
 - 3) Kirchhoff plağı : İnce plak teorisine girer ve çökmeler kalınlığa göre küçüktür.
- Bu çalışmada Kirchhoff plağına göre sonlu eleman ağı oluşturulacaktır.

2.2. Plak Diferansiyel Denklemleri



Şekil 2.3. Diferansiyel plak elemanın dengesi

$P(x,y)$ yükünün etkisi altındaki bir diferansiyel elemanın dengesini yazabilmek için 3 temel denge denkleminin yararlanılabilir. Bunlar;

$$\sum P_z = 0, \quad \sum M_x = 0, \quad \sum M_y = 0 \quad (2.3)$$

Plak davranışında etkili olan kesit tesirleri ; eğilme momentleri (M_x, M_y), burulma momentleri (M_{xy}, M_{yx}) ve kesme kuvvetleri (Q_x, Q_y) olacaktır. Sonsuz küçük bir diferansiyel elemanın denge konumu dikkate alındığında, aşağıdaki denge bağıntılarını elde etmek mümkündür:

1) $\Sigma P_z = 0$ denge şartı için;

$$P \cdot dx \cdot dy + \frac{\partial Q_x}{\partial x} \cdot dx \cdot dy + \frac{\partial Q_y}{\partial y} \cdot dx \cdot dy = 0 \quad (2.4)$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = -P$$

2) $\Sigma M_x = 0$ denge şartı için;

$$\frac{\partial M_x}{\partial x} \cdot dx \cdot dy + \frac{\partial M_{yx}}{\partial y} \cdot dx \cdot dy - \left(Q_x + \frac{\partial Q_x}{\partial x} \cdot dx \right) \cdot dx \cdot dy - \frac{\partial Q_y}{\partial y} \cdot dy \cdot dx \cdot \frac{dx}{2} - P \cdot dx \cdot dy \cdot \frac{dx}{2} = 0$$

$$\frac{\partial M_x}{\partial x} + \frac{\partial M_{yx}}{\partial y} = Q_x \quad (2.5)$$

3) $\Sigma M_y = 0$ denge şartı için;

$$\frac{\partial M_y}{\partial y} \cdot dx \cdot dy + \frac{\partial M_{xy}}{\partial x} \cdot dx \cdot dy - \left(Q_y + \frac{\partial Q_y}{\partial y} \cdot dy \right) \cdot dx \cdot dy - \frac{\partial Q_x}{\partial x} \cdot dy \cdot dx \cdot \frac{dy}{2} - P \cdot dx \cdot dy \cdot \frac{dy}{2} = 0$$

$$\frac{\partial M_y}{\partial y} + \frac{\partial M_{xy}}{\partial x} = Q_y \quad (2.6)$$

Moment-çökme ilişkilerinden yararlanılarak Q_x ve Q_y kesme kuvveti tesirleri, çökmeler cinsinden şu şekilde bulunabilir:

$$Q_x = -D \cdot (w'''_{xxx} + \mu \cdot w'''_{yyx}) - D \cdot (1 - \mu) w'''_{xyy}$$

$$Q_x = -D \cdot (w'''_{xxx} + \mu \cdot w'''_{yyx}) \quad (2.7)$$

$$Q_y = -D \cdot (w'''_{yyy} + \mu \cdot w'''_{yxx}) - D \cdot (1 - \mu) w'''_{xxy}$$

$$Q_y = -D \cdot (w'''_{yyy} + \mu \cdot w'''_{xxy}) \quad (2.8)$$

2.3. İnce Plaklar İçin Elastik Yüzey Denklemi

1900'li yılların başında yapı mühendisliğinde kullanılan sistemlerde boyutlandırma, işletme yüklemesi altındaki malzemeler için belirlenecek emniyet gerilmelerinin aşılmaması esas alınarak yapılmıştır. Elastik Hesap Yöntemi olarak bilinen bu yöntemden yararlanılarak, küçük sehimli ince plakların elastik yüzeyini ifade eden diferansiyel denklem, Lagrange tarafından 1816 yılında ortaya konmuştur.

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{2\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{P(x,y)}{D} \quad (2.9)$$

Bu bağıntılarda çözümü sağlayan $w=f(x,y)$ ifadesi olup, çökme belirlendikten sonra denge denklemlerinden yararlanılarak moment ifadeleri şu şekilde bulunabilir:

$$\begin{aligned} M_x &= -D \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \\ M_y &= -D \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mu \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \\ M_{xy} &= -D \cdot (1-\mu) \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right) \end{aligned} \quad (2.10)$$

ya da kısaca;

$$\begin{aligned} M_x &= -D \cdot (w''_{xx} + \mu \cdot w''_{yy}) \\ M_y &= -D \cdot (w''_{yy} + \mu \cdot w''_{xx}) \\ M_{xy} &= -D \cdot (1-\mu) \cdot w''_{xy} \end{aligned}$$

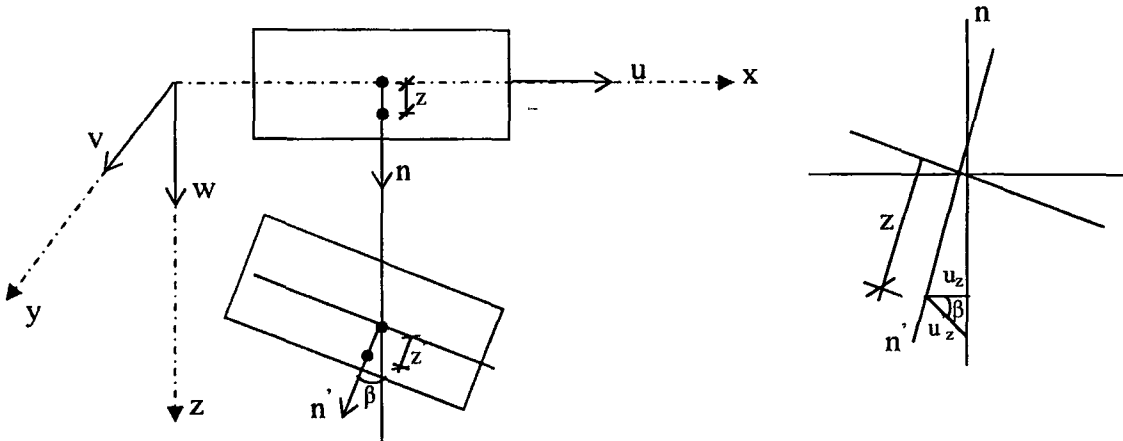
Burada D sembolü plak rijitliğini göstermekte olup,

$$D = \frac{E \cdot I}{(1-\mu^2)} = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1-\mu^2)} \quad (2.11)$$

olarak yazılabilir.

2.4. Diferansiyel Geometri

Bir plak elemanda diferansiyel geometri yardımıyla, şekil değiştirme bileşenleri ile yer değiştirme bileşenleri arasındaki bağıntıları bulabilmek için plak şekil değiştirmeden önce ve şekil değiştirmeden sonra $y = \text{sabit}$ düzlemiyle kesilirse;



Şekil 2.4. Şekil değiştirmeden önce ve şekil değiştirmeden sonra plak eleman.

Şekil 2.4.'den

$$\operatorname{tg} \beta \cong \beta \cong \frac{\partial w}{\partial x} \quad (2.12)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{u'_z}{z} \quad u'_z = z \cdot \operatorname{tg} \beta = z \cdot \frac{\partial w}{\partial x} \quad (2.13)$$

$$u_z = u'_z \cdot \cos \beta$$

olduğu görülmektedir. Burada $\operatorname{tg} \beta$ plağın x doğrultusundaki eğimini ifade etmektedir.

Ayrıca; β çok küçük olduğundan $\cos \beta \cong 1$; $u_z = u'_z$ ve

u_z, u' 'nin (+) yönüne ters olduğundan

$$u_z = -\frac{\partial w}{\partial z} \cdot z \quad (2.14)$$

ve benzer şekilde;

$$v_z = -\frac{\partial w}{\partial y} \cdot z \quad (2.15)$$

olarak yazılabilir.

z derinliğinde birim boy değişimleri ise;

$$(\epsilon_x)_z = \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)_z = -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \cdot z \quad (2.16)$$

$$(\epsilon_x)_z = -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \cdot z \quad (2.17)$$

$$(\epsilon_y)_z = -\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \cdot z \quad (2.18)$$

şeklinde ifade edilir.

z derinliğinde ve orta düzleme paralel bir elemandaki açı değişimleri ise;

$$(\gamma_{xy})_z = \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)_z = -\frac{\partial^2 w}{\partial x \cdot \partial y} \cdot z - \frac{\partial^2 w}{\partial y \cdot \partial x} \cdot z \quad (2.19)$$

$$(\gamma_{xy})_z = -2z \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x \cdot \partial y}$$

olarak hesaplanabilir.

2.5. Gerilmelerle Şekil Değiştirme Bileşenleri Arasındaki Bağlantılar

Elastisite teorisinden bilindiği gibi,

$\sigma_z \approx 0$, $\varepsilon_z \approx 0$ kabulü ile birim boya karşı gelen şekil değiştirmeler

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E} \cdot (\sigma_x - \mu \sigma_y) \quad (2.20)$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E} \cdot (\sigma_y - \mu \sigma_x) \quad (2.21)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{1}{G} \cdot \tau_{xy} \quad (2.22)$$

şeklinde yazılabilir.

Burada;

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \mu)} \quad (2.23)$$

olarak alınabilir.

(2.20), (2.21), (2.22) bağıntılarından gerilmeler çekilirse ;

$$(\sigma_x)_z = \frac{E}{1 - \mu^2} \cdot (\varepsilon_x + \mu \varepsilon_y)_z \quad (2.24)$$

$$(\sigma_y)_z = \frac{E}{1 - \mu^2} \cdot (\varepsilon_y + \mu \varepsilon_x)_z \quad (2.25)$$

$$(\tau_{xy})_z = G \cdot (\gamma_{xy})_z \quad (2.26)$$

bağıntılarına ulaşılır.

2.6. Gerilmelerle Yer Değiştirme Bileşenleri Arasındaki Bağlantılar

$$(\sigma_x)_z = \frac{E}{1 - \mu^2} \cdot \left(-h \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \mu \cdot h \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \quad (2.27a)$$

$$(\sigma_x)_z = -\frac{E \cdot h}{1 - \mu^2} \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \quad (2.27b)$$

Benzer şekilde ;

$$(\sigma_y)_z = -\frac{E \cdot h}{1 - \mu^2} \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mu \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \quad (2.28a)$$

$$(\tau_{xy})_z = -\frac{E \cdot h}{1 + \mu} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x \cdot \partial y} \quad (2.28b)$$

Yukarıda belirtildiği üzere gerilmeler plak kalınlığı (h)'a doğrusal olarak bağlıdır. Bu bağlamda kesit yüksekliğince gerilmelerin doğrusal olarak değişeceği düşünülebilir. O halde z indisi kaldırılarak, gerilmeler kısaca şu şekilde ifade edilebilir:

$$\begin{aligned}
 \sigma_x &= a \cdot h \\
 \sigma_y &= b \cdot h \\
 \tau_{xy} &= c \cdot h
 \end{aligned}
 \tag{2.29}$$

2.7. İnce Plakların Sonlu Elemanlar Metodu İle Çözümü

Plakların analizinde incelenecek olan sürekli plak, malzeme özellikleri değişmemek kaydı ile sonlu sayıda düzlemsel elemana ayrılır. Bu sonlu elemanların geometrik şekli ortamın şekline ve sınır şartlarına bağlı olarak seçilebilir. Bu çalışmada dikdörtgen sonlu elemanlar kullanılmıştır. Dolayısıyla elemanın her köşesinde bir yer değiştirme ve iki de dönme bileşeni olmak üzere üç deplasman bileşeni dikkate alınmıştır. Her bir dikdörtgen elemanda toplam on iki deplasman bileşeni bulunmaktadır. Yani eleman rijitlik matrisi 12x12 boyutundadır.



Şekil 2.5. Dikdörtgen elemanda deplasman bileşenleri

O halde bu elemanın deplasman parametreleri;

$$\{d\}_i^T = [w_i, \theta_{xi}, \theta_{yi}, w_j, \theta_{xj}, \theta_{yj}, w_k, \theta_{xk}, \theta_{yk}, w_l, \theta_{xl}, \theta_{yl}]
 \tag{2.30}$$

olur.

Burada w ; z eksenindeki yer değiştirmeyi (çökmeyi), θ_x ve θ_y sırasıyla x ve y eksenini etrafındaki dönmeleri temsil eder. Deplasman parametreleri deplasman fonksiyonları cinsinden de yazılabilir:

$$\{d\}_i = \begin{Bmatrix} w_i \\ \theta_{xi} \\ \theta_{yi} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} w_i \\ \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)_i \\ -\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)_i \end{Bmatrix}
 \tag{2.31}$$

2.7.1. Deplasman Fonksiyonlarının Seçimi

Bölüm 1.1.de belirtildiği gibi seçilecek deplasman fonksiyonunun rijit cisim hareketi ve sabit şekil değiştirme sağlayacak şekilde seçilmiş olması gerekmektedir. Bunun için deplasman

fonksiyonları ya tam polinom ya da doğal koordinatların fonksiyonu şeklinde olmalıdır. Elemanın içinde ve kenarında sürekli olmalıdır. Ayrıca iç ve dış kuvvetlerin içindeki türevlerde de sürekli olmalıdır. Bu nedenle Pascal polinomlarından yararlanılarak deplasman fonksiyonu seçilir:

$$w = a_1 + a_2x + a_3y + a_4x^2 + a_5xy + a_6y^2 + a_7x^3 + a_8x^2y + a_9xy^2 + a_{10}y^3 + a_{11}x^3y + a_{12}xy^3 \quad (2.32)$$

Burada a katsayıları polinom sabitleridir. Eleman düğüm noktası deplasmanları olan $\{d\}$ ile a arasındaki bağı veren bir $[A]$ matrisi; elemanın düğüm noktalarının deplasman parametrelerinin, deplasman fonksiyonları ve onların türevleri cinsinden yazılmış bileşenlerinde, düğüm noktası koordinatlarının yerine koyulması ile tanımlanabilir.

Katsayıların hesabında gerekli olan türev bağıntıları;

$$\theta_x = \frac{\partial w}{\partial y} = a_3 + a_5x + 2a_6y + a_8x^2 + 2a_9xy + 3a_{10}y^2 + a_{11}x^3 + 3a_{12}xy^2 \quad (2.33)$$

$$\theta_y = -\frac{\partial w}{\partial x} = -a_2 - 2a_4x - a_5y - 3a_7x^2 - 2a_8xy - a_9y^2 - 3a_{11}x^2y - a_{12}y^3 \quad (2.34)$$

şeklinde yazılabilir.

Düğüm noktası koordinatları $i(0;0)$, $j(0;b)$, $k(a;b)$, $l(a;0)$ olan dikdörtgen sonlu eleman için $[A]$ matrisi (2.35) bağıntısı ile verilmiştir.

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & b & 0 & 0 & b^2 & 0 & 0 & 0 & b^3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2b & 0 & 0 & 0 & 3b^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -b & 0 & 0 & 0 & -b^2 & 0 & 0 & 0 & -b^3 \\ 1 & a & b & a^2 & ab & b^2 & a^3 & a^2b & ab^2 & b^3 & a^3b & ab^3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & a & 2b & 0 & a^2 & 2ab & 3b^2 & a^3 & 3ab^2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & -2a & -b & 0 & -3a^2 & -2ab & -b^2 & 0 & -3a^2b & -b^3 & 0 \\ 1 & a & 0 & a^2 & 0 & 0 & a^3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & a & 0 & 0 & a^2 & 0 & 0 & a^3 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & -2a & 0 & 0 & -3a^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.35)$$

$[A]$ matrisinin inversi alınarak $[B]$ matrisi (2.36) bağıntısındaki gibi oluşturulur.

$$[B] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -3/a^2 & 0 & -2/a & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1/ab & 1/a & -1/b & 1/ab & 0 & 1/b & -1/ab & 0 & 0 & 1/ab & -1/a & 0 \\ -3/b^2 & 2/b & 0 & 3/b^2 & 1/b & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2/a^3 & 0 & 1/a^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2/a^3 & 0 & 0 \\ 3/a^2b & 0 & 2/ab & -3/a^2b & 0 & -2/ab & 3/a^2b & 0 & -1/ab & -3/a^2b & 0 & 1/ab \\ 3/ab^2 & -2/ab & 0 & -3/ab^2 & -1/ab & 0 & 3/ab^2 & 1/ab & 0 & -3/ab^2 & 2/ab & 0 \\ 2/b^3 & -1/b^2 & 0 & -2/b^3 & -1/b^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -2/a^3b & 0 & -1/a^2b & 2/a^3b & 0 & 1/a^2b & -2/a^3b & 0 & 1/a^2b & 2/a^3b & 0 & -1/a^2b \\ -2/ab^3 & 1/ab^2 & 0 & 2/ab^3 & 1/ab^2 & 0 & -2/ab^3 & -1/ab^2 & 0 & 2/ab^3 & -1/ab^3 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.36)$$

Boyutları $a=1m$, $b=1m$ olan bir sonlu eleman için $[A]$ ve $[B]$ matrisleri aşağıdaki gibi bir hal alır:

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 2 & 0 & 1 & 2 & 3 & 1 & 3 \\ 0 & -1 & 0 & -2 & -1 & 0 & -3 & -2 & -1 & 0 & -3 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & -2 & 0 & 0 & -3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.37)$$

$$[B] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ -3 & -2 & 0 & 3 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 & 0 & -1 \\ 3 & 0 & -2 & -3 & 0 & 2 & 3 & 0 & 1 & -3 & 0 & -1 \\ 3 & 2 & 0 & -3 & 1 & 0 & 3 & -1 & 0 & -3 & -2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & -2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 1 & 2 & 0 & -1 & -2 & 0 & -1 & 2 & 0 & 1 \\ -2 & -1 & 0 & 2 & -1 & 0 & -2 & 1 & 0 & 2 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.38)$$

2.7.2. Şekil Fonksiyonları

Plak için seçilmiş olan deplasman fonksiyonu (2.32) bağıntısı ile verilmiştir. Burada

$w = [\phi(x, y)] \cdot \{a\}$ olmak üzere

$$w = [\phi(x, y)] \cdot [B] \cdot \{d\} \quad (2.39)$$

bağıntısı yazılabilir.

$[\phi(x, y)] \cdot [B]$ ifadesi deplasman fonksiyonunda elemanın geometrik şekliyle ilgili bir terim olup, şekil fonksiyonu adını alır ve kısaca N ile gösterilir.

$$[N] = [\phi(x, y)] \cdot [B] \quad (2.40)$$

(2.40) bağıntısından

$[\phi(x, y)] = [1, x, y, x^2, xy, y^2, x^3, x^2y, xy^2, y^3, x^3y, xy^3]$ şekil fonksiyonları hesaplanır.

Şekil fonksiyonları hesaplanırken $[B]$ matrisi a ve b' li terimler içerdiğinden basitleştirme ve işlem kolaylığı sağlaması açısından $x/a = \xi$ ve $y/b = \eta$ olarak gösterilirse şekil fonksiyonları ;

(i) düğüm noktasında $\xi = 0, \eta = 0$ için;

$$\begin{aligned} N_1 &= 1 - \xi\eta - (3 - 2\xi)\xi^2(1 - \eta) - (1 - \xi)(3 - 2\eta)\eta^2 \\ N_2 &= (1 - \xi)\eta(1 - \eta)^2b \\ N_3 &= -\xi(1 - \xi)^2(1 - \eta)a \end{aligned} \quad (2.41)$$

(j) düğüm noktasında $\xi = 0, \eta = 1$ için;

$$\begin{aligned}
N_4 &= (1-\xi)(3-2\eta)\eta^2 + \xi(1-\xi)(1-2\xi)\eta \\
N_5 &= -(1-\xi)(1-\eta)\eta^2 b \\
N_6 &= -\xi(1-\xi)^2 \eta a
\end{aligned} \tag{2.42}$$

(k) düğüm noktasında $\xi = 1, \eta = 1$ için;

$$\begin{aligned}
N_7 &= (3-2\xi)\xi^2 \eta - \xi \eta (1-\eta)(1-2\eta) \\
N_8 &= -\xi(1-\eta)\eta^2 b \\
N_9 &= (1-\xi)\xi^2 \eta a
\end{aligned} \tag{2.43}$$

(l) düğüm noktasında $\xi = 1, \eta = 0$ için;

$$\begin{aligned}
N_{10} &= (3-2\xi)\xi^2 (1-\eta) + \xi \eta (1-\eta)(1-2\eta) \\
N_{11} &= \xi \eta (1-\eta)^2 b \\
N_{12} &= (1-\xi)\xi^2 (1-\eta) a
\end{aligned} \tag{2.44}$$

şeklinde yazılabilir.

Dikdörtgen eleman için hesaplanan bu şekil fonksiyonları eleman boyutları ve geometrik şekil değişmediği sürece her eleman için aynıdır. Herhangi bir eleman üzerindeki herhangi bir düğüm noktasının yer değiştirme vektörü $\{u\}$ ile gösterilirse,

$$\{u\} = \begin{Bmatrix} u(x, y) \\ v(x, y) \\ w(x, y) \end{Bmatrix} = [\phi(x, y)]\{a\} \tag{2.45}$$

olarak ifade edilebilir.

$$\{a\} = [B]\{d\}, \quad \{u\} = [\phi(x, y)][B]\{d\}, \quad [\phi(x, y)][B] = [N]$$

olduğuna göre;

$$\{u\} = [N]\{d\} \tag{2.46}$$

olarak da ifade edilebilir.

2.7.3. Plak Elemanda Elastisite Bağlılıkları

Bilindiği gibi ince plaklar için lineer şekil değiştirme-yer değiştirme bağıntısı

$$\{\epsilon\} = \begin{Bmatrix} -\partial^2 w / \partial x^2 \\ -\partial^2 w / \partial y^2 \\ -2\partial^2 w / \partial x \partial y \end{Bmatrix} \tag{2.47}$$

şeklindedir.

Bu şekil değiştirmeler matris formda

$$\begin{aligned}
\{\epsilon\} &= [\Delta]\{u\} \\
\{\epsilon\} &= [\Delta][N]\{d\} = [\Delta N]\{d\}
\end{aligned} \tag{2.48}$$

şeklinde ifade edilebilir.

Bu ifadede $[\Delta N]$ matrisi N şekil fonksiyonlarının x' 'e y' 'ye ve xy' 'ye göre ikinci türevlerinden $(\partial^2 N / \partial x^2, \partial^2 N / \partial y^2, \partial^2 N / \partial x \partial y)$ oluşan bir matristir:

$$[\Delta N] = \begin{Bmatrix} -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} [N] \\ -\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} [N] \\ -\frac{2\partial^2 w}{\partial x \partial y} [N] \end{Bmatrix}$$

Buradan (2.48) bağıntılarının yardımıyla şekil değiştirme vektörü,

$$\{\epsilon\} = \begin{Bmatrix} -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} [N] \\ -\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} [N] \\ -\frac{2\partial^2 w}{\partial x \partial y} [N] \end{Bmatrix} \{d\} \quad (2.49)$$

veya

$$\{\epsilon\} = \begin{bmatrix} -N_{1,xx} & -N_{2,xx} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & -N_{12,xx} \\ -N_{1,yy} & -N_{2,yy} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & -N_{12,yy} \\ -2N_{1,xy} & -2N_{2,xy} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & -2N_{12,xy} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ d_{12} \end{Bmatrix} \quad (2.50)$$

şeklinde elde edilebilir.

Türev işlemlerini kolaylaştırmak için Jakobi Transformasyonu kullanılabilir:

$$\frac{\partial N}{\partial \xi} = \frac{\partial N}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial \xi} + \frac{\partial N}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial \xi}$$

$$\frac{\partial N}{\partial \eta} = \frac{\partial N}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial \eta} + \frac{\partial N}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial \eta}$$

ve ya matris formda,

$$\begin{Bmatrix} \frac{\partial N}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N}{\partial \eta} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial \xi} & \frac{\partial y}{\partial \xi} \\ \frac{\partial x}{\partial \eta} & \frac{\partial y}{\partial \eta} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \frac{\partial N}{\partial x} \\ \frac{\partial N}{\partial y} \end{Bmatrix} = [J] \begin{Bmatrix} \frac{\partial N}{\partial x} \\ \frac{\partial N}{\partial y} \end{Bmatrix} \quad (2.51)$$

şeklinde yazılabilir. Burada $\xi = x/a$ ve $\eta = y/b$ kısaltmaları yapılırsa,

$$[J] = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial \xi} & \frac{\partial y}{\partial \xi} \\ \frac{\partial x}{\partial \eta} & \frac{\partial y}{\partial \eta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & 0 \\ 0 & b \end{bmatrix} = ab \quad (2.52)$$

(2.51) bağıntısından yararlanarak şekil fonksiyonlarının türevleri,

$$\begin{Bmatrix} \frac{\partial N}{\partial x} \\ \frac{\partial N}{\partial y} \end{Bmatrix} = [J]^{-1} \begin{Bmatrix} \frac{\partial N}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N}{\partial \eta} \end{Bmatrix} \quad (2.53)$$

olarak yazılabilir.

(2.52) bağıntısında bulunan $[J]$ matrisinin inversi (2.54) bağıntısında gösterilmiştir.

$$[J]^{-1} = \frac{1}{|J|} \begin{bmatrix} \frac{\partial y}{\partial \eta} & -\frac{\partial y}{\partial \xi} \\ -\frac{\partial x}{\partial \eta} & \frac{\partial x}{\partial \xi} \end{bmatrix} = \frac{1}{ab} \begin{bmatrix} b & 0 \\ 0 & a \end{bmatrix} \quad (2.54)$$

$$[J]^{-1} = \begin{bmatrix} 1/a & 0 \\ 0 & 1/b \end{bmatrix}$$

(2.53) ve (2.54) bağıntıları kullanılarak,

$$\begin{Bmatrix} \frac{\partial N}{\partial x} \\ \frac{\partial N}{\partial y} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/a & 0 \\ 0 & 1/b \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \frac{\partial N}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N}{\partial \eta} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{1}{a} \frac{\partial N}{\partial \xi} \\ \frac{1}{b} \frac{\partial N}{\partial \eta} \end{Bmatrix} \quad (2.55)$$

ifadesi elde edilir.

(2.55) bağıntısında bulunan matris formdan yola çıkılarak,

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} &= \frac{1}{a} \frac{\partial}{\partial \xi} \\ \frac{\partial}{\partial y} &= \frac{1}{b} \frac{\partial}{\partial \eta} \\ \frac{\partial^2}{\partial x^2} &= \frac{1}{a^2} \frac{\partial^2}{\partial \xi^2} \\ \frac{\partial^2}{\partial y^2} &= \frac{1}{b^2} \frac{\partial^2}{\partial \eta^2} \\ \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} &= \frac{1}{ab} \frac{\partial^2}{\partial \xi \partial \eta} \end{aligned} \quad (2.56)$$

yazılabilir.

Buna göre şekil fonksiyonlarının ikinci türevleri,

$$-N_{1,xx} = -\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} = -\frac{1}{a^2} \frac{\partial^2 N}{\partial \xi^2} = (1-2\xi)(1-\eta) \frac{6}{a^2} \quad (2.57)$$

$$-N_{1,yy} = -\frac{\partial^2 N}{\partial y^2} = -\frac{1}{b^2} \frac{\partial^2 N}{\partial \eta^2} = (1-\xi)(1-2\eta) \frac{6}{b^2} \quad (2.58)$$

$$-2N_{1,xy} = -2 \frac{\partial^2 N}{\partial x \partial y} = -\frac{2}{ab} \frac{\partial^2 N}{\partial \xi \partial \eta} = [1-6\xi(1-\xi)-6\eta(1-\eta)] \frac{2}{ab} \quad (2.59)$$

olarak ifade edilebilir.

Yukarıda gösterildiği gibi her eleman için şekil fonksiyonlarının x'e, y'ye ve xy'ye göre ikinci türevleri $(\partial^2 N / \partial x^2, \partial^2 N / \partial y^2, \partial^2 N / \partial x \partial y)$ alınarak $[\Delta N]$ matrisi bulunur. $[\Delta N]$ matrisinin boyutu 3×12 dir.

$$[\Delta N]^T = \begin{bmatrix} (1-2\xi)(1-\eta) \frac{6}{a^2} & (1-\xi)(1-2\eta) \frac{6}{b^2} & [1-6\xi(1-\xi)-6\eta(1-\eta)] \frac{2}{ab} \\ 0 & (1-\xi)(2-3\eta) \frac{2}{b} & (1-3\eta)(1-\eta) \frac{2}{a} \\ -(2-3\xi)(1-\eta) \frac{2}{a} & 0 & -(1-3\xi)(1-\xi) \frac{2}{b} \\ (1-2\xi)\eta \frac{6}{a^2} & -(1-\xi)(1-2\eta) \frac{6}{b^2} & [-1+6\xi(1-\xi)+6\eta(1-\eta)] \frac{2}{ab} \\ 0 & (1-\xi)(1-3\eta) \frac{2}{b} & -\eta(2-3\eta) \frac{2}{a} \\ -(2-3\xi)\eta \frac{2}{a} & 0 & (1-3\xi)(1-\xi) \frac{2}{b} \\ -(1-2\xi)\eta \frac{6}{a^2} & -\xi(1-2\eta) \frac{6}{b^2} & [1-6\xi(1-\xi)-6\eta(1-\eta)] \frac{2}{ab} \\ 0 & \xi(1-3\eta) \frac{2}{b} & \eta(2-3\eta) \frac{2}{a} \\ -(1-3\xi)\eta \frac{2}{a} & 0 & -\xi(2-3\xi) \frac{2}{b} \\ -(1-2\xi)(1-\eta) \frac{6}{a^2} & \xi(1-2\eta) \frac{6}{b^2} & [-1+6\xi(1-\xi)+6\eta(1-\eta)] \frac{2}{ab} \\ 0 & \xi(2-3\eta) \frac{2}{b} & -(1-3\eta)(1-\eta) \frac{2}{a} \\ -(1-3\xi)(1-\eta) \frac{2}{a} & 0 & \xi(2-3\xi) \frac{2}{b} \end{bmatrix} \quad (2.60)$$

2.7.4. Plak Elemanda Kesit Tesirleri-Yer Değiştirme Bağlılıları

Bölüm 2.3’de plak elemanın moment tesirlerini veren ifadeler 2.10 bağıntısında gösterilmiştir.

Bu diferansiyel denklemler matris formda yazılırsa;

$$[D] = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \begin{bmatrix} 1 & \mu & 0 \\ \mu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\mu}{2} \end{bmatrix} \quad (2.61)$$

şeklini alır.

(2.61) bağıntısını (2.10) bağıntısında kullanarak gerilmeler şu şekilde yazılabilir:

$$\{\sigma\} = \begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \begin{bmatrix} 1 & \mu & 0 \\ \mu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\mu}{2} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \\ -\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \\ -2\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \end{Bmatrix} \quad (2.62)$$

(2.62) bağıntısında yer alan $(\partial^2 w / \partial x^2, \partial^2 w / \partial y^2, 2\partial^2 w / \partial x \partial y)$ ifadesi yerine (2.50)

bağıntısı yazılırsa, kesit tesirleri değerleri ;

$$\{\sigma\} = \begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \begin{bmatrix} 1 & \mu & 0 \\ \mu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\mu}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -N_{1,xx} & -N_{2,xx} & . & . & -N_{12,xx} \\ -N_{1,yy} & -N_{2,yy} & . & . & -N_{12,yy} \\ -2N_{1,xy} & -2N_{2,xy} & . & . & -2N_{12,xy} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ . \\ . \\ d_{12} \end{Bmatrix} \quad (2.63)$$

şeklini alır.

(2.63) bağıntısındaki ifadede;

$$\begin{bmatrix} 1 & \mu & 0 \\ \mu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\mu}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -N_{1,xx} & -N_{2,xx} & . & . & -N_{12,xx} \\ -N_{1,yy} & -N_{2,yy} & . & . & -N_{12,yy} \\ -2N_{1,xy} & -2N_{2,xy} & . & . & -2N_{12,xy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -m_{1,1} & -m_{1,2} & . & . & -m_{1,12} \\ -m_{2,1} & -m_{2,2} & . & . & -m_{2,12} \\ -m_{3,1} & -m_{3,2} & . & . & -m_{3,12} \end{bmatrix} \quad (2.64)$$

eşitliği yazılırsa , gerilme ifadesi

$$\{\sigma\} = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} [m] \{d\} \quad (2.65)$$

şeklini alır.

(2.65) bağıntısında $[m]$ matrisinin elemanları Ekler kısmında verilmiştir.

2.7.5. Eleman Rijitlik Matrisinin Oluşturulması

Plak elemanlar için eleman rijitlik matrisinin en genel ifadesi

$$[k_e] = \iint [\Delta N]^T [D] [\Delta N] dx dy \quad (2.66)$$

olarak yazılabilir.

Bölüm 2.7.3. de gösterilen Jakobi Tranformasyonu kullanılarak (2.66) bağıntısı;

$$[k_e] = \int_0^1 \int_0^1 [\Delta N]^T [D] [\Delta N] J d\xi d\eta$$

$$[k_e] = ab \int_0^1 \int_0^1 [\Delta N]^T [D] [\Delta N] d\xi d\eta \quad (2.67)$$

olarak yazılabilir.

(2.67) bağıntısı daha açık yazılırsa, eleman rijitlik matrisi;

$$[k_e] = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \frac{1}{ab} \int_0^1 \int_0^1 \begin{bmatrix} -N_{1,xx} & -N_{1,yy} & -2N_{1,xy} \\ -N_{2,xx} & -N_{2,yy} & -2N_{2,xy} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ -N_{12,xx} & -N_{12,yy} & -2N_{12,xy} \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 1 & \mu & 0 \\ \mu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\mu}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -N_{1,xx} & -N_{2,xx} & \cdot & \cdot & -N_{12,xx} \\ -N_{1,yy} & -N_{2,yy} & \cdot & \cdot & -N_{12,yy} \\ -2N_{1,xy} & -2N_{2,xy} & \cdot & \cdot & -2N_{12,xy} \end{bmatrix} d\xi d\eta$$

$$[k_e] = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \frac{1}{ab} \begin{bmatrix} k_{1,1} & k_{1,2} & \cdot & \cdot & k_{1,3} \\ k_{2,1} & k_{2,2} & \cdot & \cdot & k_{2,12} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ k_{12,1} & k_{12,2} & \cdot & \cdot & k_{12,12} \end{bmatrix} \quad (2.68)$$

şeklini alır.

12x12 boyutlu eleman rijitlik matrisinin tüm elemanları Ekler kısmında verilmiştir.

$a = b = 1$ m. ve $\mu = 0.15$ olması durumunda eleman rijitlik matrisi Çizelge 2.1' de verilmiştir.

2.7.6. Eleman Zemin Etki Matrisinin Oluşturulması

Yapısal sistemlerin Sonlu Elemanlar Metodu ile çözüm aşamasında temel hesabında, döşeme plaklarından farklı bir yöntem söz konusudur. Temelin oturduğu zemin cinsine bağlı olarak elastik zemine oturan plak kabulü söz konusudur. Elastik zemine oturan plaklar için diğer plaklardan farklı olarak bir de zemin etki matrisi tanımlanmaktadır. Elastik zemine oturan bir plakta kuvvet-yer değiştirme ilişkisi;

$$p_f = -cw$$

olarak ifade edilir.

Yapılan kabullere göre, zemin yataklanma matrisi, eleman boyunca sabit olup, zeminden doğan yataklanma tepkileri yalnızca plak yüzeyinin normali doğrultusundadır.

Zemin etki matrisi, plağa ait şekil fonksiyonlarına ve zemin yataklanma katsayısına bağlıdır.

$$[s_e] = c \iint [N]^T [N] dx dy$$

$$[N] = [\phi(x, y)][B] \quad (2.69)$$

$$[s_e] = c \iint [B]^T [\phi(x, y)]^T [\phi(x, y)][B] dx dy$$

(2.69) bağıntısında verilen zemin etki matrisi, c zemin yataklanma katsayısı ve dikdörtgen sonlu eleman boyutları olan a ve b için hesaplanarak Çizelge 2.2.de verilmiştir.

2.7.7. Eleman Dış Yük Vektörünün Oluşturulması

Sonlu Elemanlar Metodu ile incelenen bir sistemde değişik yükleme durumları söz konusu olabilir. Örneğin bir plak; tekil yük, çizgisel yük veya yüzeysel yük etkisi altında olabilir. Her bir değişik yükleme durumu için eleman dış yük matrisi de değişmektedir.

Bölüm 1.3.1.'de eleman üzerinde dış yük olması durumu için

$$\{q_e(t)\}_0 = \int_F [N]^T p(t) dF \quad (2.70)$$

ifadesi verilmiştir.

Eleman üzerinde yüzeysel yayılı yük olması durumunda $p(t)$ yükün değerini, dF ise plak elemanın alanını gösterir.

$$\{q_e(t)\}_0 = \int \int [N]^T p \, dx dy \quad (2.71)$$

İşlem kolaylığı için boyutsuz çalışılırsa,

$$\{q_e(t)\}_0 = ab \int_0^1 \int_0^1 [N_1, N_2, \dots, N_{12}]^T p \, d\xi d\eta \quad (2.72)$$

veya;

$$\{q_e(t)\}_0 = pab \int_0^1 \int_0^1 \begin{Bmatrix} N_1 \\ N_2 \\ \vdots \\ N_{12} \end{Bmatrix} d\xi d\eta = \begin{Bmatrix} q_{e1} \\ q_{e2} \\ \vdots \\ q_{e12} \end{Bmatrix} \quad (2.73)$$

şeklini alır.

(2.73) bağıntısındaki integral işlemleri yapılırsa, yüzeysel yük için eleman yük vektörü p, a, b ' ye bağlı olarak;

$$\{q_e\}_p = \begin{Bmatrix} pab/4 \\ pab^2/24 \\ -pa^2b/24 \\ pab/4 \\ -pab^2/24 \\ -pa^2b/24 \\ pab/4 \\ -pab^2/24 \\ pa^2b/24 \\ pab/4 \\ pab/24 \\ pa^2b/24 \end{Bmatrix} \quad (2.74)$$

Eleman üzerinde tekil yük olması durumunda ise, eleman dış yük matrisi oluşturulurken bu yükün değeri doğrudan yazılır. Bir düğüm noktası üzerinde bir çökme ve iki dönme bileşeni (w, θ_x, θ_y) olduğuna göre, mevcut dış yük bu deplasman bileşenlerinden hangisi yönünde etkiliyorsa, o bileşene karşılık gelen satıra yazılır.

Aynı eleman üzerinde birden fazla yükleme durumu söz konusu olduğunda, farklı yüklemeler için hesaplanan dış yük matrislerinin toplanması gerekmektedir.

2.7.8. Sisteme Geçiş

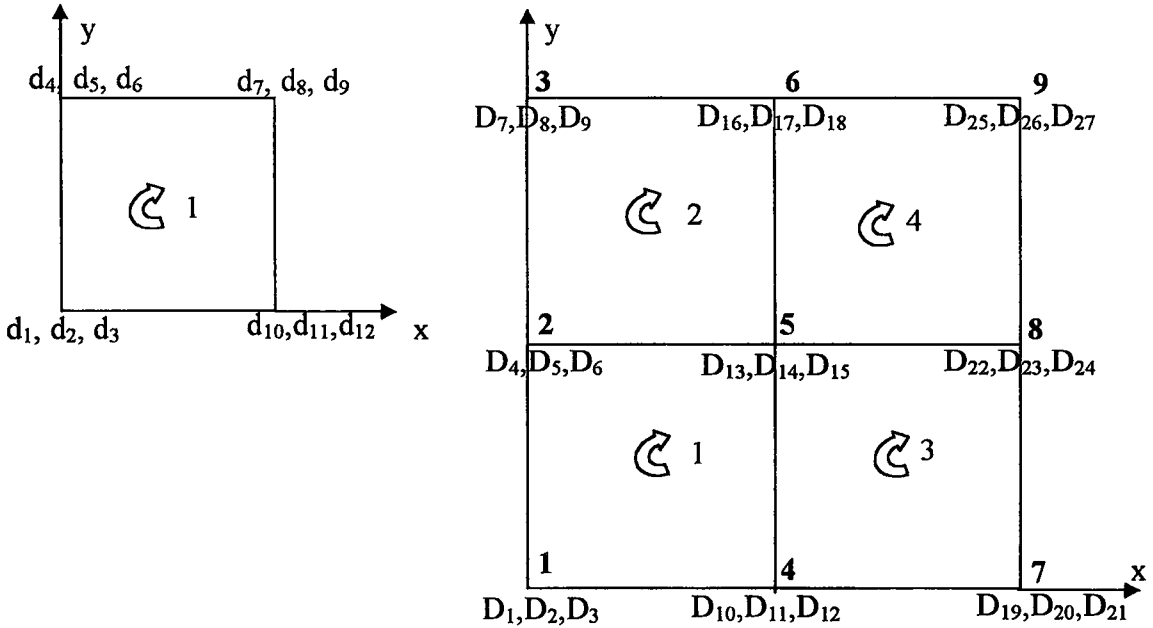
Bundan önceki bölümlerde sonlu eleman ağını oluşturan her bir eleman için, rijitlik matrisinin zemin etki matrisinin ve yük vektörünün nasıl oluşturulduğu anlatıldı. Bu bölümde de eleman için oluşturulan bu matrislerin sisteme nasıl çevrileceği anlatılacaktır. Sonlu Elemanlar Metodu'nda sisteme geçiş iki şekilde olmaktadır. Bunlar;

- a) Biriktirme metodu kullanılarak,
- b) Çevirme matrisleri yardımıyla

olmaktadır.

Eğer sonlu eleman ağı, az sayıda elemandan ve düğüm noktasından oluşuyorsa sisteme geçiş biriktirme metodu ile kolayca sağlanabilir. Ancak eğer çok sayıda eleman ve düğüm noktası sayısı mevcut ise, çevirme matrislerinden yararlanmak daha kolay olacaktır. Esasında çevirme matrisleri de biriktirme metodundan faydalanılarak çıkartılmıştır.

Örnek olarak; 4 elemandan oluşan bir plak için sisteme geçiş şu şekilde olmaktadır:



Şekil 2.6. Eleman ve sistem için düğüm parametreleri

a) Biriktirme metoduyla sisteme geçiş

Şekil 2.6. da eleman ve sistem için düğüm parametreleri ayrı ayrı gösterilmiştir. Sisteme geçebilmek için her elemanda eleman düğüm parametrelerine karşılık gelen düğüm parametrelerinin yazılması gerekmektedir. Örneğin; sistemde D_{10} deplasman bileşenini yazabilmek için, 1 nolu elemanın d_{10} bileşeni ile 3 nolu elemanın d_1 bileşenine ihtiyaç vardır. Yine sistemde D_{14} deplasman bileşenini yazabilmek için, 1 nolu elemanın d_8 bileşeni, 2 nolu elemanın d_{11} bileşeni, 3 nolu elemanın d_5 bileşeni ile 4 nolu elemanın d_2 bileşenine ihtiyaç vardır. Benzer şekilde sistemdeki her düğüm parametresi için elemanlar ayrı ayrı incelenerek, sistem düğüm parametreleri oluşturulmaktadır. Bütün düğüm parametrelerini bir tabloda gösterirsek;

Çizelge 2.2. Eleman ve sistem için düğüm parametreleri

Eleman düğüm parametresi	Sistem düğüm parametreleri			
	I	II	III	IV
d_1	D_1	D_4	D_{10}	D_{13}
d_2	D_2	D_5	D_{11}	D_{14}
d_3	D_3	D_6	D_{12}	D_{15}
d_4	D_4	D_7	D_{13}	D_{16}
d_5	D_5	D_8	D_{14}	D_{17}
d_6	D_6	D_9	D_{15}	D_{18}
d_7	D_{13}	D_{16}	D_{22}	D_{25}
d_8	D_{14}	D_{17}	D_{23}	D_{26}
d_9	D_{15}	D_{18}	D_{24}	D_{27}
d_{10}	D_{10}	D_{13}	D_{19}	D_{22}
d_{11}	D_{11}	D_{14}	D_{20}	D_{23}
d_{12}	D_{12}	D_{15}	D_{21}	D_{24}

b) Çevirme matrisleri yardımıyla sisteme geçiş

Çevirme matrisleri eleman düğüm parametreleri ile sistem düğüm parametreleri arasındaki ilişkiyi ifade eden bir matristir. Bu nedenle çevirme matrisinin satır sayısı eleman düğüm parametresi sayısına, sütun sayısı ise sistem düğüm parametresi sayısına eşittir. Çevirme matrisleri kullanılarak sisteme geçerken yine her eleman için ayrı ayrı inceleme yapılır. Elemanın kendi düğüm parametresine karşılık gelen satır ve sütuna (1), diğer satır ve sütunlara ise (0) yazılarak çevirme matrisleri oluşturulur. Örneğin birinci elemanda eleman düğüm parametrelerine karşılık gelen sistem düğüm parametreleri $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_{13}, D_{14}, D_{15}, D_{10}, D_{11}, D_{12}$ olduğuna göre birinci eleman için yazılan çevirme matrisinde bu düğüm parametrelerinin olduğu satırlara (1) diğerlerine (0) yazılacaktır.

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \\ d_5 \\ d_6 \\ d_7 \\ d_8 \\ d_9 \\ d_{10} \\ d_{11} \\ d_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \\ D_4 \\ D_5 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ D_{26} \\ D_{27} \end{bmatrix}$$

Sistemi oluşturan her eleman için bu çevirme matrisleri yazıldıktan sonra, sistem rijitlik matrisi için;

$$[K] = \sum_{i=1}^n [C_{ei}]^T [k_e] [C_{ei}] \quad (2.75)$$

sistem dış yük matrisi için ise;

$$[Q] = \sum_{i=1}^n [C_{ei}]^T [q_e] \quad (2.76)$$

bağıntıları kullanılarak sisteme geçilir.

2.7.9. Sınır Şartlarının Tüm Sisteme Uygulanması

Mevcut tüm sistemlerde mesnetlenme durumları ya da simetri şartlarından doğan sisteme özgü çeşitli sınır şartları bulunmaktadır. Sonlu Elemanlar Yöntemi'nin diğer yöntemlere üstünlüğü bu sınır şartlarının probleme en son aşamada uygulanmasıdır. Bu sayede herhangi bir nedenden ötürü sistemin sınır şartlarını değişmesi sadece çözümün en son aşamasını değiştirir. Mesnetlenme durumuna bakılarak sistemin bilinmeyen düğüm parametresi sayısını indirmek mümkündür. Şöyle ki; plak basit mesnet üzerinde oturuyorsa, sehim yapamayacağından çökme bileşeninin olmadığı kabul edilir. Benzer şekilde plakta ankastre mesnet varsa, hem çökmelerin (w), hem de x ve y eksenleri etrafındaki dönmelerin (θ_x ve θ_y) sıfır olduğu kabul edilir. Eğer plak x eksenine göre simetriye sahipse θ_x , y eksenine göre simetriye sahipse θ_y , hem x hem de y eksenlerine göre simetriye sahipse θ_x ve θ_y değerleri sıfır kabul edilir. Bu sınır şartlarının sisteme uygulanması da son derece basittir. Sisteme geçildikten sonra elde edilen denklem ;

$$[Q] = [K][D_s] \quad (2.77)$$

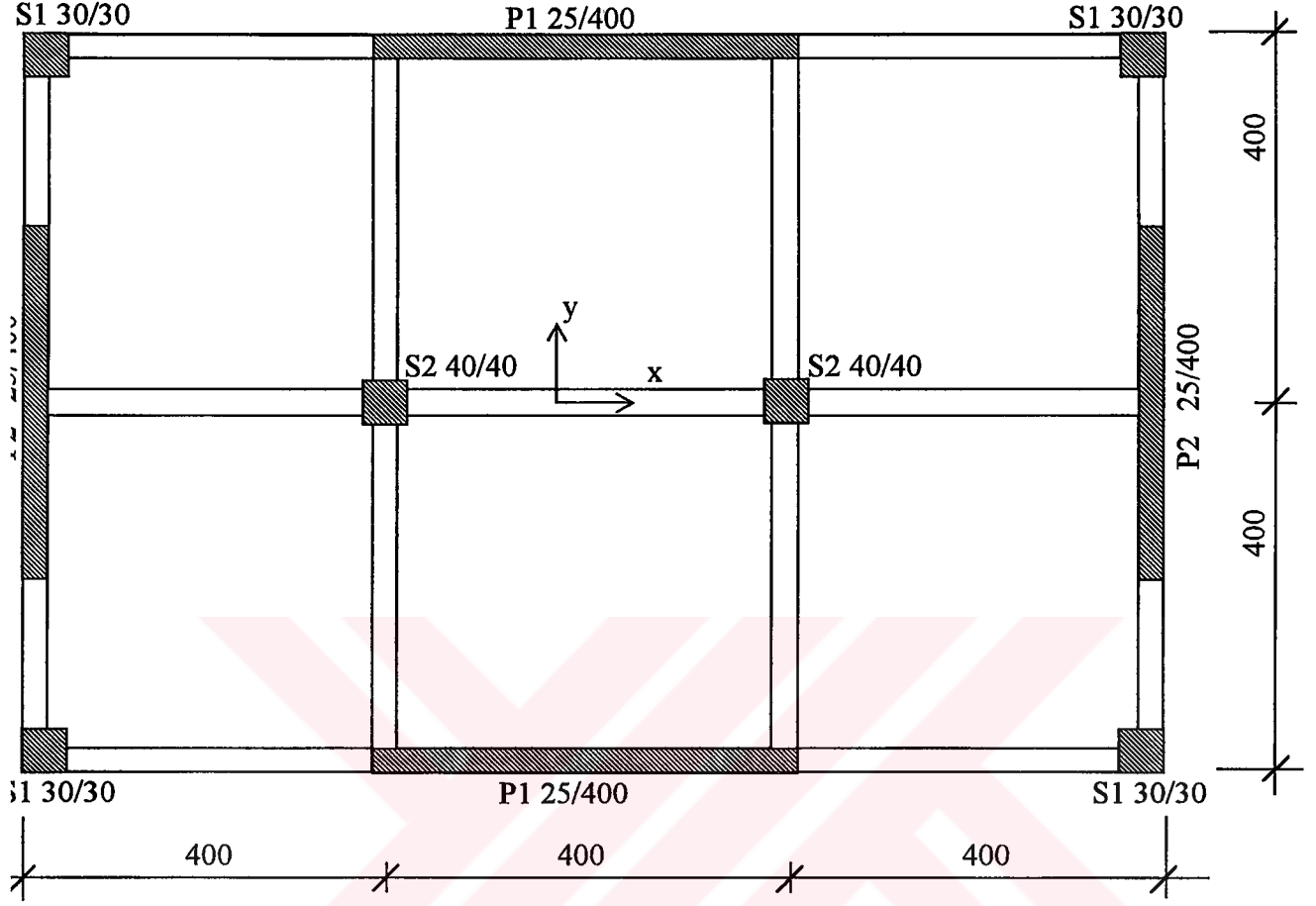
bağıntısıyla ifade edilmektedir.

Rijitlik matrisinde sınır şartlarından ötürü sıfır olduğu bilinen düğüm parametresine (D_i) ait (K_{ii}) elemanı için (1), o satır ve sütunda bulunan diğer elemanlar için (0) yazılarak bilinmeyen sayısı indirgenmiş olur. Bu işlem sıfır olduğu bilinen tüm düğüm parametreleri için uygulanarak matris boyutları küçülür. Matris işlemleri yapılarak sisteme ait $[D_s]$ düğüm parametreleri bulunmuş olur.

2.7.10. Düğüm Sabitlerinden Yararlanarak Kesit Tesirlerinin Bulunuşu

(2.65) bağıntısında gerilmeler ile deplasman parametreleri arasındaki ilişki gösterilmiştir. Sistemde bulunan her eleman için gerilmeler ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Bu işlem yapılırken deplasman sabitleri olarak, üzerinde çalışılan elemanın deplasman sabitleri dikkate alınmalıdır. Eğer sınır şartlarından ötürü o elemanın herhangi bir noktasındaki düğüm parametresi sıfır olarak kabul edilmişse, gerilme hesabında da aynı şekilde dikkate alınmalıdır. Her eleman için hesaplanan gerilme değerlerinden sonra, eğer bir düğüm noktası birden fazla elemana ait ise, sonuç gerilmelerin bulunması için o düğüm noktasını içeren tüm elemanlardaki gerilmelerin aritmetik ortalaması alınmalıdır. Örneğin Şekil 2.6. da gösterilen sistemde 5 nolu düğüm noktasındaki gerilme değerlerini bulabilmek için; 1, 2, 3 ve 4 nolu elemanlar için gerilme değerlerinin ayrı ayrı hesaplanıp, aritmetik ortalaması alınması gerekmektedir.

3. SAYISAL ÇÖZÜMLEME



Hesap verileri :

Malzeme C20/ S420 $E = 30000 \text{ MPa}$
 poisson oranı $= \mu = 0.15$
 $\gamma_{\text{beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$

Döşeme için ; $h_f = 12 \text{ cm}$
 sıva + kaplama $= 1.5 \text{ kN/m}^2$
 hareketli yük $= 2 \text{ kN/m}^2$

Kirişsiz radye temel için; $h = 60 \text{ cm}$

Radye temel için Şekil 3.1.de görülen döşeme plağın dört tarafından 1'er metrelik ampatman göz önüne alınır. Bu yeni plak eleman her iki yönde de 1'er metre aralıklarla eşit parçalara bölünürse, temel planı Şekil 3.2. de görüldüğü gibi olur.

127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Şekil 3.2. Radye plak elemanı

Şekil 3.2. de görülen sistemin simetri özelliğinden yararlanarak plağın 1 / 4' ü için düğüm parametreleri Şekil 3.3. de gösterilmiştir.

D ₁₂₁ D ₁₂₂ D ₁₂₃ D ₁₂₄ D ₁₂₅ D ₁₂₆ D ₁₂₇ D ₁₂₈ D ₁₂₉ D ₁₃₀ D ₁₃₁ D ₁₃₂ D ₁₃₃ D ₁₃₄ D ₁₃₅ D ₁₃₆ D ₁₃₇ D ₁₃₈ D ₁₃₉ D ₁₄₀ D ₁₄₁ D ₁₄₂ D ₁₄₃ D ₁₄₄						
29	30	31	32	33	34	35
D ₉₇ D ₉₈ D ₉₉	D ₁₀₀ D ₁₀₁ D ₁₀₂	D ₁₀₃ D ₁₀₄ D ₁₀₅	D ₁₀₆ D ₁₀₇ D ₁₀₈	D ₁₀₉ D ₁₁₀ D ₁₁₁	D ₁₁₂ D ₁₁₃ D ₁₁₄	D ₁₁₅ D ₁₁₆ D ₁₁₇ D ₁₁₈ D ₁₁₉ D ₁₂₀
5	6	7				8
22	23	24	25	26	27	28
D ₇₃ D ₇₄ D ₇₅	D ₇₆ D ₇₇ D ₇₈	D ₇₉ D ₈₀ D ₈₁	D ₈₂ D ₈₃ D ₈₄	D ₈₅ D ₈₆ D ₈₇	D ₈₈ D ₈₉ D ₉₀	D ₉₁ D ₉₂ D ₉₃ D ₉₄ D ₉₅ D ₉₆
15	16	17	18	19	20	21
D ₄₉ D ₅₀ D ₅₁	D ₅₂ D ₅₃ D ₅₄	D ₅₅ D ₅₆ D ₅₇	D ₅₈ D ₅₉ D ₆₀	D ₆₁ D ₆₂ D ₆₃	D ₆₄ D ₆₅ D ₆₆	D ₆₇ D ₆₈ D ₆₉ D ₇₀ D ₇₁ D ₇₂
8	9	10	11	12	13	4
D ₂₅ D ₂₆ D ₂₇	D ₂₈ D ₂₉ D ₃₀	D ₃₁ D ₃₂ D ₃₃	D ₃₄ D ₃₅ D ₃₆	D ₃₇ D ₃₈ D ₃₉	D ₄₀ D ₄₁ D ₄₂	D ₄₃ D ₄₄ D ₄₅ D ₄₆ D ₄₇ D ₄₈
1	2	3	4	5	6	3
D ₁ D ₂ D ₃	D ₄ D ₅ D ₆	D ₇ D ₈ D ₉	D ₁₀ D ₁₁ D ₁₂	D ₁₃ D ₁₄ D ₁₅	D ₁₆ D ₁₇ D ₁₈	D ₁₉ D ₂₀ D ₂₁ D ₂₂ D ₂₃ D ₂₄
1			2			

Şekil 3.3. 1 / 4 sistem için düğüm parametreleri

Bölüm 2.7.1’de boyutları $a = b = 1$ m olan bir sonlu eleman için $[A]$ bağ matrisi ve $[B]=[A]^{-1}$ matrisi, (2.37) ve (2.38) bağıntılarında verilmiştir. Bölüm 2.4’ de verilen rijitlik matrisi elemanları $a = b = 1$ m ve $\mu = 0.15$ için hesaplanmış ve eleman rijitlik matrisi Çizelge 3.1’ de verilmiştir.

Bölüm 2.4’de verilen eleman zemin etki matrisi elemanları da $c = 150000$ kN/m³ için hesaplanmış olup, eleman zemin etki matrisi Çizelge 3.2’de verilmiştir.



Çizelge 3.2. Eleman zemin etki matrisi $c = 150000 \text{ kN/m}^3$ için

[illegible]

1 / 4 sistem için yük matrisi oluşturulurken sistem üzerinde bulunan yayılı ve tekil yükler dikkate alınmıştır. Radye temel hesabı için, temele oturan sistemin mesnet reaksiyonları hesaplanmıştır. Şekil 3.3’de verilen sistemde belirtilen düğüm noktalarına kolon ve perdelerden gelen mesnet reaksiyonları Çizelge 3.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3.Mesnet reaksiyonları

Düğüm noktası	Rz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
1	-1807.9	-7.3	6.12
2	-458.12	-6.946	6.08
3	-571.46	-6.822	-5.562
4	-424.34	-3.212	-4.457
5	-589.59	-5.98	-5.534
6	-671.35	-6.92	-6.634
7	-481.18	-3.984	-4.163
8	-299.39	-5.159	-3.302

Çizelge 2.3’de verilen tekil yükler dışında sistem üzerinde sabit yüklerden gelen üniform yayılı yük de söz konusudur. Bu yükün değeri,

$$q_{\text{yayılı}} = \gamma_{\text{beton}} \cdot h_{\text{temel}} = 25 \cdot 0.6 = 15 \text{ kN/m}^2$$

olarak hesaplanmıştır.

Radye plak sisteminde 35 ayrı eleman olmasına rağmen 7 farklı eleman yük vektörü (3.1) bağıntısında verilmiştir.

$$q_{e2} = q_{ey} + q_{et} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ 0.625 \\ 3.75 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -904 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ 0.625 \\ -900.25 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix}$$

$$q_{e6} = q_{ey} + q_{et} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ 0.625 \\ 3.75 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -571.46 \\ -6.822 \\ -5.562 \\ -229.06 \\ -3.473 \\ 3.04 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ -567.71 \\ -7.447 \\ -4.937 \\ -225.31 \\ -2.848 \\ 3.665 \end{Bmatrix}$$

$$q_{e13} = q_{ey} + q_{et} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ 0.625 \\ 3.75 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -424.34 \\ -3.212 \\ -4.457 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ -420.59 \\ -3.837 \\ -3.832 \\ 3.75 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix}$$

$$q_{e22} = q_{ey} + q_{et} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ 0.625 \\ 3.75 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -294.8 \\ -2.99 \\ -2.767 \\ -671.35 \\ -6.92 \\ -6.634 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ -291.05 \\ -3.615 \\ -3.392 \\ -667.6 \\ -7.545 \\ -6.009 \\ 3.75 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix}$$

$$q_{e23} = q_{ey} + q_{et} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ 0.625 \\ 3.75 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -481.18 \\ -3.984 \\ -4.163 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ -477.43 \\ -4.609 \\ -3.538 \\ 3.75 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix}$$

$$q_{e27} = q_{ey} + q_{et} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ 0.625 \\ 3.75 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -299.39 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ -295.64 \\ -0.625 \\ 0.625 \\ 3.75 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix}$$

Diğer tüm elemanlar için eleman yük vektörü birbirine eşit olup,

$$q_e = \begin{Bmatrix} 3.75 \\ 0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ -0.625 \\ 3.75 \\ -0.625 \\ 0.625 \\ 3.75 \\ 0.625 \\ 0.625 \end{Bmatrix}$$

(3.1)

3.1. Sisteme Geçiş

Çizelge 3.1 ve 3.2’de verilen eleman rijitlik matrisi ve eleman zemin etki matrisi biriktirme metodu yardımıyla sistem matrisi haline getirilmiştir. Bu matrisin boyutları 144x144’dür.

Eleman yük vektörlerinden yola çıkılarak sistem yük vektörü aşağıda gösterildiği gibi oluşturulmuş olup, boyutları 144x1’dir. Bu yük vektörü aşağıda gösterilmiştir.

Düğüm Noktası Bileşeni No / Yük Vektörü Bileşeni

1	3.75	25	7.5	49	7.5	73	7.5	97	-287.3	121	3.75
2	0.625	26	0	50	0	74	0	98	-2.99	122	-0.625
3	-0.625	27	-1.25	51	-1.25	75	-1.25	99	-4.017	123	-0.625
4	7.5	28	15	52	15	76	15	100	-656.35	124	7.5
5	1.25	29	0	53	0	77	0	101	-6.92	125	-1.25
6	0	30	0	54	0	78	0	102	-6.634	126	0
7	-896.5	31	15	55	15	79	15	103	-466.18	127	7.5
8	1.25	32	0	56	0	80	0	104	-3.984	128	-1.25
9	0	33	0	57	0	81	0	105	-4.163	129	0
10	7.5	34	15	58	15	82	15	106	15	130	7.5
11	1.25	35	0	59	0	83	0	107	0	131	-1.25
12	0	36	0	60	0	84	0	108	0	132	0
13	7.5	37	15	61	15	85	15	109	15	133	7.5
14	1.25	38	0	62	0	86	0	110	0	134	-1.25
15	0	39	0	63	0	87	0	111	0	135	0
16	7.5	40	15	64	15	88	15	112	15	136	7.5
17	1.25	41	0	65	0	89	0	113	0	137	-1.25
18	0	42	0	66	0	90	0	114	0	138	0
19	-221.56	43	-556.46	67	-409.34	91	15	115	-284.39	139	7.5
20	-2.223	44	-6.822	68	-3.212	92	0	116	0	140	-1.25
21	3.04	45	-5.562	69	-4.457	93	0	117	0	141	0
22	3.75	46	7.5	70	7.5	94	7.5	118	7.5	142	3.75
23	0.625	47	0	71	0	95	0	119	0	143	-0.625
24	0.625	48	1.25	72	1.25	96	1.25	120	1.25	144	0.625

3.2. Sınır Şartlarının Sisteme Uygulanması

144x144 boyutlu sistem rijitlik matrisi ve 144x1 boyutlu sistem yük vektörü oluşturulduktan sonra sistemde mevcut olan sınır şartları sisteme uygulanır. Ayrıca çözümleme aşamasında sistemin 1 / 4'ü ile çalışıldığı için simetri eksenlerindeki şartların da sisteme aktarılması uygundur. Bu nedenle Şekil 3.3. de gösterilen 1 / 4 sistem üzerinde x ekseninde θ_x (dönme) bileşenleri ile y ekseninde θ_y (dönme) bileşenleri sıfıra eşit alınır. Sıfır olan düğüm noktası bileşenleri;

$$D_2 = D_5 = D_8 = D_{11} = D_{14} = D_{17} = D_{20} = D_{23} = \theta_x = 0 \quad \text{x eksenine göre simetriden,}$$

$$D_3 = D_{27} = D_{51} = D_{75} = D_{99} = D_{123} = \theta_y = 0 \quad \text{y eksenine göre simetriden,}$$

Sistem rijitlik matrisinde ve sistem yük vektöründe sıfır olduğu bilinen yukarıdaki düğüm noktası parametrelerine karşılık gelen satır ve sütunlar silinir, böylece matris boyu küçülmüş ve bilinmeyen sayısı azalmış olur. Yeni rijitlik matrisinin boyutu 130x130, ve yük vektörünün boyutu da 130x1 olur. Denklem takımı çözülerek bilinmeyen düğüm noktası parametreleri aşağıdaki gibi bulunur.

$$\begin{Bmatrix} D_1 = -9.3032 \cdot 10^{-4} \\ D_4 = -1.0863 \cdot 10^{-3} \\ D_6 = 2.6537 \cdot 10^{-4} \\ D_7 = -1.3947 \cdot 10^{-3} \\ D_9 = 1.787 \cdot 10^{-4} \\ D_{10} = -1.5252 \cdot 10^{-3} \\ D_{12} = 2.5692 \cdot 10^{-5} \\ D_{13} = -1.6144 \cdot 10^{-3} \\ D_{15} = 9.4872 \cdot 10^{-5} \\ D_{16} = -1.8801 \cdot 10^{-3} \\ D_{18} = 2.3771 \cdot 10^{-4} \\ D_{19} = -2.0811 \cdot 10^{-3} \\ D_{21} = 1.9883 \cdot 10^{-4} \\ D_{22} = -2.2862 \cdot 10^{-3} \\ D_{24} = 2.0109 \cdot 10^{-4} \\ D_{25} = -8.3051 \cdot 10^{-4} \\ D_{26} = 1.5119 \cdot 10^{-4} \\ D_{28} = -8.9256 \cdot 10^{-4} \\ D_{29} = 2.4029 \cdot 10^{-4} \\ D_{30} = 1.1356 \cdot 10^{-4} \end{Bmatrix} \quad \begin{Bmatrix} D_{31} = -1.1241 \cdot 10^{-3} \\ D_{32} = 3.7598 \cdot 10^{-4} \\ D_{33} = 5.4484 \cdot 10^{-4} \\ D_{34} = -1.263 \cdot 10^{-3} \\ D_{35} = 3.7775 \cdot 10^{-4} \\ D_{36} = -3.3022 \cdot 10^{-6} \\ D_{37} = -1.4802 \cdot 10^{-3} \\ D_{38} = 2.3339 \cdot 10^{-4} \\ D_{39} = 8.0833 \cdot 10^{-4} \\ D_{40} = -1.8948 \cdot 10^{-3} \\ D_{41} = 1.9331 \cdot 10^{-4} \\ D_{42} = 3.2183 \cdot 10^{-4} \\ D_{43} = -2.2086 \cdot 10^{-3} \\ D_{44} = -8.9923 \cdot 10^{-4} \\ D_{45} = 2.4569 \cdot 10^{-4} \\ D_{46} = -2.3939 \cdot 10^{-3} \\ D_{47} = 1.1112 \cdot 10^{-4} \\ D_{48} = 1.7785 \cdot 10^{-4} \\ D_{49} = -7.3605 \cdot 10^{-4} \\ D_{50} = -6.1439 \cdot 10^{-7} \end{Bmatrix} \quad \begin{Bmatrix} D_{52} = -7.5002 \cdot 10^{-4} \\ D_{53} = 4.2203 \cdot 10^{-5} \\ D_{54} = 3.6164 \cdot 10^{-5} \\ D_{55} = -8.1997 \cdot 10^{-4} \\ D_{56} = 2.0243 \cdot 10^{-4} \\ D_{57} = 4.7168 \cdot 10^{-5} \\ D_{58} = -9.1839 \cdot 10^{-4} \\ D_{59} = 3.0173 \cdot 10^{-4} \\ D_{60} = 1.2653 \cdot 10^{-4} \\ D_{61} = -1.1584 \cdot 10^{-3} \\ D_{62} = 3.6515 \cdot 10^{-4} \\ D_{63} = 3.0412 \cdot 10^{-4} \\ D_{64} = -1.6065 \cdot 10^{-3} \\ D_{65} = 4.7061 \cdot 10^{-4} \\ D_{66} = 5.04 \cdot 10^{-4} \\ D_{67} = -2.0803 \cdot 10^{-3} \\ D_{68} = 5.8541 \cdot 10^{-4} \\ D_{69} = 3.2731 \cdot 10^{-4} \\ D_{70} = -2.2647 \cdot 10^{-3} \\ D_{71} = 4.3382 \cdot 10^{-4} \end{Bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{72} = 1.5722 \cdot 10^{-4} \\ D_{73} = -8.4334 \cdot 10^{-4} \\ D_{74} = -1.962 \cdot 10^{-4} \\ D_{76} = -8.0812 \cdot 10^{-4} \\ D_{77} = -1.4597 \cdot 10^{-4} \\ D_{78} = -6.5229 \cdot 10^{-5} \\ D_{79} = -7.2259 \cdot 10^{-4} \\ D_{80} = 1.039 \cdot 10^{-5} \\ D_{81} = -8.2656 \cdot 10^{-5} \\ D_{82} = -6.7155 \cdot 10^{-4} \\ D_{83} = 2.0114 \cdot 10^{-4} \\ D_{84} = 1.5521 \cdot 10^{-5} \\ D_{85} = -7.7667 \cdot 10^{-4} \\ D_{86} = 3.8038 \cdot 10^{-4} \\ D_{87} = 2.1201 \cdot 10^{-4} \\ D_{88} = -1.064 \cdot 10^{-3} \\ D_{89} = 5.616 \cdot 10^{-4} \\ D_{90} = 3.4662 \cdot 10^{-4} \\ D_{91} = -1.3977 \cdot 10^{-3} \\ D_{92} = 6.9669 \cdot 10^{-4} \\ D_{93} = 2.9547 \cdot 10^{-4} \\ D_{94} = -1.6534 \cdot 10^{-3} \\ D_{95} = 6.9727 \cdot 10^{-4} \\ D_{96} = 2.4068 \cdot 10^{-4} \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{97} = -1.0454 \cdot 10^{-3} \\ D_{98} = -1.3831 \cdot 10^{-4} \\ D_{100} = -9.63 \cdot 10^{-4} \\ D_{101} = -9.6272 \cdot 10^{-5} \\ D_{102} = -1.6935 \cdot 10^{-4} \\ D_{103} = -7.3395 \cdot 10^{-4} \\ D_{104} = 2.08 \cdot 10^{-5} \\ D_{105} = -2.6929 \cdot 10^{-4} \\ D_{106} = -4.8799 \cdot 10^{-4} \\ D_{107} = 1.8221 \cdot 10^{-4} \\ D_{108} = -1.8256 \cdot 10^{-4} \\ D_{109} = -4.1073 \cdot 10^{-4} \\ D_{110} = 3.522 \cdot 10^{-4} \\ D_{111} = 2.515 \cdot 10^{-5} \\ D_{112} = -5.2753 \cdot 10^{-4} \\ D_{113} = 5.0913 \cdot 10^{-4} \\ D_{114} = 1.9097 \cdot 10^{-4} \\ D_{115} = -7.5125 \cdot 10^{-4} \\ D_{116} = 6.1786 \cdot 10^{-4} \\ D_{117} = 2.2353 \cdot 10^{-4} \\ D_{118} = -9.5901 \cdot 10^{-4} \\ D_{119} = 6.6849 \cdot 10^{-4} \\ D_{120} = 2.0486 \cdot 10^{-4} \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{121} = -1.1029 \cdot 10^{-3} \\ D_{122} = -3.3253 \cdot 10^{-5} \\ D_{124} = -9.8079 \cdot 10^{-4} \\ D_{125} = 6.2175 \cdot 10^{-6} \\ D_{126} = -2.3563 \cdot 10^{-4} \\ D_{127} = -6.5961 \cdot 10^{-4} \\ D_{128} = 9.3851 \cdot 10^{-5} \\ D_{129} = -3.7573 \cdot 10^{-4} \\ D_{130} = -2.9177 \cdot 10^{-4} \\ D_{131} = 2.0766 \cdot 10^{-4} \\ D_{132} = -3.2163 \cdot 10^{-4} \\ D_{133} = -6.0186 \cdot 10^{-5} \\ D_{134} = 3.5614 \cdot 10^{-4} \\ D_{135} = -1.279 \cdot 10^{-4} \\ D_{136} = -3.0005 \cdot 10^{-5} \\ D_{137} = 4.9616 \cdot 10^{-4} \\ D_{138} = 5.7952 \cdot 10^{-5} \\ D_{139} = -1.4247 \cdot 10^{-4} \\ D_{140} = 6.0233 \cdot 10^{-4} \\ D_{141} = 1.5162 \cdot 10^{-4} \\ D_{142} = -3.1085 \cdot 10^{-4} \\ D_{143} = 6.3598 \cdot 10^{-4} \\ D_{144} = 1.7464 \cdot 10^{-4} \end{array} \right\}$$

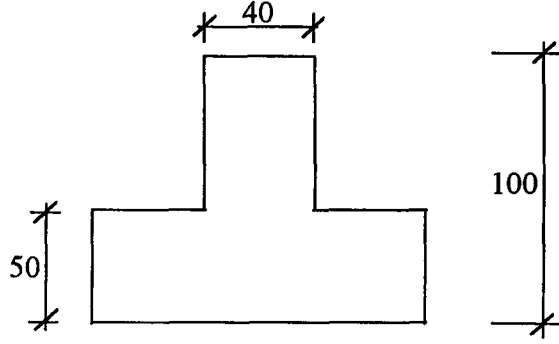
3.3. Plak İç Kuvvetlerinin Bulunuşu

130 bilinmeyenli denklem takımının çözülmesi ile bulunan düğüm noktası parametrelerinden yararlanılarak, plak iç kuvvetleri her eleman için her düğüm noktasında ayrı ayrı hesaplanır.

$$\{\sigma\} = \begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot [m] \cdot \{D_s\} \quad (3.2)$$

Plak iç kuvvetleri (3.2) bağıntısı kullanılarak her eleman için hesaplanmış olup, Ekler bölümünde verilmiştir.

Şekil 3.2’de verilen radye plak elemanın kirişli olarak düşünülmesi durumunda ise mesnetlenme şartları ve kiriş ağırlıklarından ötürü yük vektörü değişecektir. Plak elemanın kirişli olarak alınması durumunda kiriş boyutları aşağıdaki gibi seçilmiş olup, plak kalınlığı 0.5 m. alınmıştır.



Şekil 3.4. Kiriş Eleman ve boyutları

Plak ağırlığı için kalınlığa bağlı olarak üniform yayılı yükün değeri,

$$q_{\text{yayılı}} = \gamma_{\text{beton}} \cdot h_{\text{temel}} = 25 \cdot 0.5 = 12.5 \text{ kN/m}^2$$

olarak hesaplanmıştır. Ayrıca kirişlerin geçtiği noktalarda kiriş ağırlığına bağlı olarak çizgisel yükler de dikkate alınmıştır. Bu çizgisel yükün değeri 5 kN/m olup, çizgisel yük hesabında çizgisel yükün olduğu doğrultuya bağlı olarak integral alınarak yük vektörü hesaplanmıştır. Yük vektörlerinin yeni değerleri de aşağıda verilmiştir.

$$q_{el} = q_{ey} + q_{e\varphi} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 2.5 \\ 0 \\ -0.417 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2.5 \\ 0 \\ 0.417 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 5.625 \\ 0.521 \\ -0.938 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ 0.521 \\ 5.625 \\ 0.521 \\ 0.938 \end{Bmatrix} = q_{e4} = q_{e5} = q_{e31} = q_{e32} = q_{e33} = q_{e34}$$

$$q_{e2} = q_{ey} + q_{et} + q_{eq} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -904 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 2.5 \\ 0 \\ -0.417 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2.5 \\ 0 \\ 0.417 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 5.625 \\ 0.521 \\ -0.938 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ -898.375 \\ 0.521 \\ 0.938 \end{Bmatrix}$$

$$q_{e3} = q_{ey} + q_{eq} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 5 \\ 0.417 \\ -0.417 \\ 2.5 \\ -0.417 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2.5 \\ 0 \\ 0.417 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 8.125 \\ 0.938 \\ -0.938 \\ 5.625 \\ -0.938 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 5.625 \\ 0.521 \\ 0.938 \end{Bmatrix}$$

$$q_{e6} = q_{ey} + q_{et} + q_{eq} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -571.46 \\ -6.822 \\ -5.562 \\ -229.06 \\ -3.473 \\ 3.04 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 2.5 \\ 0 \\ -0.417 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2.5 \\ 0 \\ 0.417 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 5.625 \\ 0.521 \\ -0.938 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ -568.335 \\ -7.343 \\ -5.041 \\ -225.435 \\ -2.952 \\ 3.978 \end{Bmatrix}$$

$$q_{e7} = q_{ey} \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix} = q_{e8} = q_{e9} = q_{e11} = q_{e12} = q_{e14} = q_{e15} = q_{e16} = q_{e18} = q_{e19} = q_{e20} \\ = q_{e25} = q_{e26} = q_{e29} = q_{e30} = q_{e35}$$

$$q_{e10} = q_{ey} + q_{eq} \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 2.5 \\ 0.417 \\ 0 \\ 2.5 \\ -0.417 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 5.625 \\ 0.938 \\ -0.521 \\ 5.625 \\ -0.938 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix} = q_{e17} = q_{e21} = q_{e24} = q_{e28}$$

$$q_{e13} = q_{ey} + q_{et} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -424.34 \\ -3.212 \\ -4.457 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ -421.215 \\ -3.733 \\ -3.936 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix}$$

$$q_{e22} = q_{ey} + q_{et} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -294.8 \\ -2.99 \\ -2.767 \\ -671.35 \\ -6.92 \\ -6.634 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ -291.675 \\ -3.511 \\ -3.288 \\ -668.225 \\ -7.441 \\ -6.113 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix}$$

$$q_{e23} = q_{ey} + q_{et} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -481.18 \\ -3.984 \\ -4.163 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ -478.055 \\ -4.505 \\ -3.642 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix}$$

$$q_{e27} = q_{ey} + q_{et} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -299.39 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 3.125 \\ 0.521 \\ -0.521 \\ 3.125 \\ -0.521 \\ -0.521 \\ -296.265 \\ -0.521 \\ 0.521 \\ 3.125 \\ 0.521 \\ 0.521 \end{Bmatrix}$$

3.4. Sisteme Geçiş

Eleman yük vektörlerinden yola çıkılarak sistem yük vektörü oluşturulmuş olup, boyutları 144×1 'dir. Bu yük vektörü aşağıda gösterilmiştir.

1	5.625	25	6.25	49	6.25	73	6.25	97	-288.55	121	3.125
2	0.521	26	0	50	0	74	0	98	-2.99	122	-0.521
3	-0.938	27	-1.042	51	-1.042	75	-1.042	99	-3.809	123	-0.521
4	11.25	28	12.5	52	12.5	76	12.5	100	-658.85	124	6.25
5	1.042	29	0	53	0	77	0	101	-6.92	125	-1.042
6	0	30	0	54	0	78	0	102	-6.634	126	0
7	-890.25	31	17.5	55	17.5	79	17.5	103	-463.68	127	6.25
8	1.459	32	0	56	0	80	0	104	-4.401	128	-1.042
9	0	33	0	57	0	81	0	105	-4.58	129	0
10	11.25	34	12.5	58	12.5	82	12.5	106	17.5	130	6.25
11	1.042	35	0	59	0	83	0	107	0	131	-1.042
12	0	36	0	60	0	84	0	108	0	132	0
13	11.25	37	12.5	61	12.5	85	12.5	109	17.5	133	6.25
14	1.042	38	0	62	0	86	0	110	0	134	-1.042
15	0	39	0	63	0	87	0	111	0	135	0
16	11.25	40	12.5	64	12.5	88	12.5	112	17.5	136	6.25
17	1.042	41	0	65	0	89	0	113	0	137	-1.042
18	0	42	0	66	0	90	0	114	0	138	0
19	-222.31	43	-558.98	67	-409.34	91	17.5	115	-281.89	139	6.25
20	-2.431	44	-6.822	68	-2.795	92	0	116	-0.417	140	-1.042
21	3.457	45	-5.562	69	-4.457	93	0	117	0.417	141	0
22	3.125	46	6.25	70	6.25	94	6.25	118	6.25	142	3.125
23	0.521	47	0	71	0	95	0	119	0	143	-0.521
24	0.521	48	1.042	72	1.042	96	1.042	120	1.042	144	0.521

3.5. Sınır Şartlarının Sisteme Uygulanması

144×144 boyutlu sistem rijitlik matrisi ve 144×1 boyutlu sistem yük vektörü oluşturulduktan sonra sistemde mevcut olan sınır şartları sisteme uygulanır. Kirişsiz plak elemanından farklı olarak kirişlerin geçtiği noktalar basit mesnetli olarak düşünülmekte olup, bu düğüm noktalarında çökme bileşenleri sıfır olarak alınmıştır. Ayrıca çözümleme aşamasında sistemin $1/4$ 'ü ile çalışıldığı için simetri eksenlerindeki şartların da sisteme aktarılması uygundur. Bu nedenle Şekil 3.3. de gösterilen $1/4$ sistem üzerinde x ekseninde θ_x (dönme)

bileşenleri ile y eksenini üzerinde θ_y (dönme) bileşenleri sıfıra eşit alınır. Sıfır olan düğüm noktası bileşenleri;

$$\begin{aligned} D_1 = D_2 = D_3 = D_4 = D_5 = D_7 = D_8 = D_{10} = D_{11} = D_{13} = D_{14} = \\ D_{16} = D_{17} = D_{19} = D_{20} = D_{23} = D_{27} = D_{31} = D_{51} = D_{55} = D_{67} = \quad \text{(basit mesnetli)} \\ D_{75} = D_{79} = D_{91} = D_{99} = D_{103} = D_{106} = D_{109} = D_{112} = D_{115} = D_{123} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_2 = D_5 = D_8 = D_{11} = D_{14} = D_{17} = D_{20} = D_{23} = \theta_x = 0 \quad \text{x eksenine göre simetriden,} \\ D_3 = D_{27} = D_{51} = D_{75} = D_{99} = D_{123} = \theta_y = 0 \quad \text{y eksenine göre simetriden,} \end{aligned}$$

Sistem rijitlik matrisinde ve sistem yük vektöründe sıfır olduğu bilinen yukarıdaki düğüm noktası parametrelerine karşılık gelen satır ve sütunlar silinir, böylece matris boyu küçülmüş ve bilinmeyen sayısı azalmış olur. Yeni rijitlik matrisinin boyutu 113x113, ve yük vektörünün boyutu da 113x1 olur. Denklem takımı çözülerek bilinmeyen düğüm noktası parametreleri aşağıdaki gibi bulunur.

$$\begin{aligned} \left\{ \begin{aligned} D_6 &= 1.201 \cdot 10^{-7} \\ D_9 &= -3.2383 \cdot 10^{-7} \\ D_{12} &= -4.0854 \cdot 10^{-7} \\ D_{15} &= -1.657 \cdot 10^{-6} \\ D_{18} &= 2.1762 \cdot 10^{-6} \\ D_{21} &= 1.3999 \cdot 10^{-5} \\ D_{22} &= -8.7553 \cdot 10^{-6} \\ D_{24} &= -1.5511 \cdot 10^{-5} \\ D_{25} &= -2.0782 \cdot 10^{-5} \\ D_{26} &= -4.9824 \cdot 10^{-5} \\ D_{28} &= -1.3423 \cdot 10^{-5} \\ D_{29} &= -3.1537 \cdot 10^{-5} \\ D_{30} &= -1.2187 \cdot 10^{-5} \\ D_{32} &= 1.4009 \cdot 10^{-6} \\ D_{33} &= -1.7117 \cdot 10^{-5} \\ D_{34} &= 1.6319 \cdot 10^{-5} \\ D_{35} &= 2.4647 \cdot 10^{-5} \\ D_{36} &= -9.3214 \cdot 10^{-6} \\ D_{37} &= 1.5328 \cdot 10^{-5} \\ D_{38} &= 2.032 \cdot 10^{-5} \\ D_{39} &= 1.198 \cdot 10^{-5} \end{aligned} \right\} \quad \left\{ \begin{aligned} D_{40} &= -1.1296 \cdot 10^{-5} \\ D_{41} &= 4.3363 \cdot 10^{-7} \\ D_{42} &= 5.1462 \cdot 10^{-5} \\ D_{43} &= -6.6785 \cdot 10^{-5} \\ D_{44} &= -1.4832 \cdot 10^{-5} \\ D_{45} &= 9.3835 \cdot 10^{-6} \\ D_{46} &= -3.0265 \cdot 10^{-5} \\ D_{47} &= -1.1343 \cdot 10^{-5} \\ D_{48} &= -4.7341 \cdot 10^{-5} \\ D_{49} &= -1.1787 \cdot 10^{-4} \\ D_{50} &= -1.5647 \cdot 10^{-4} \\ D_{52} &= -7.4485 \cdot 10^{-5} \\ D_{53} &= -9.7936 \cdot 10^{-5} \\ D_{54} &= -7.4288 \cdot 10^{-5} \\ D_{56} &= -4.9238 \cdot 10^{-7} \\ D_{57} &= -6.4647 \cdot 10^{-5} \\ D_{58} &= 4.0349 \cdot 10^{-5} \\ D_{59} &= 1.9954 \cdot 10^{-5} \\ D_{60} &= -1.1525 \cdot 10^{-5} \\ D_{61} &= 3.1788 \cdot 10^{-5} \\ D_{62} &= 9.6931 \cdot 10^{-6} \end{aligned} \right\} \quad \left\{ \begin{aligned} D_{63} &= 2.1198 \cdot 10^{-5} \\ D_{64} &= 7.1962 \cdot 10^{-6} \\ D_{65} &= 2.1522 \cdot 10^{-5} \\ D_{66} &= 1.9102 \cdot 10^{-5} \\ D_{68} &= 5.1252 \cdot 10^{-5} \\ D_{69} &= 6.5747 \cdot 10^{-6} \\ D_{70} &= -1.264 \cdot 10^{-5} \\ D_{71} &= 3.3019 \cdot 10^{-5} \\ D_{72} &= 1.1265 \cdot 10^{-5} \\ D_{73} &= -3.4815 \cdot 10^{-4} \\ D_{74} &= -3.0212 \cdot 10^{-4} \\ D_{76} &= -2.1948 \cdot 10^{-4} \\ D_{77} &= -1.9893 \cdot 10^{-4} \\ D_{78} &= -2.2606 \cdot 10^{-4} \\ D_{80} &= 1.0767 \cdot 10^{-5} \\ D_{81} &= -1.4532 \cdot 10^{-4} \\ D_{82} &= 4.6748 \cdot 10^{-5} \\ D_{83} &= -2.147 \cdot 10^{-5} \\ D_{84} &= 1.4364 \cdot 10^{-5} \\ D_{85} &= 2.6703 \cdot 10^{-5} \\ D_{86} &= -2.0964 \cdot 10^{-5} \end{aligned} \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{array}{l} D_{87} = 1.7049 \cdot 10^{-5} \\ D_{88} = 1.2159 \cdot 10^{-5} \\ D_{89} = -9.8408 \cdot 10^{-6} \\ D_{90} = 1.4882 \cdot 10^{-5} \\ D_{92} = -1.1297 \cdot 10^{-5} \\ D_{93} = 2.8792 \cdot 10^{-6} \\ D_{94} = 5.7481 \cdot 10^{-6} \\ D_{95} = 3.6246 \cdot 10^{-6} \\ D_{96} = -8.2521 \cdot 10^{-6} \\ D_{97} = -6.4481 \cdot 10^{-4} \\ D_{98} = -2.0067 \cdot 10^{-4} \\ D_{100} = -4.3092 \cdot 10^{-4} \\ D_{101} = -1.571 \cdot 10^{-4} \\ D_{102} = -4.1734 \cdot 10^{-4} \\ D_{104} = -7.7689 \cdot 10^{-5} \\ D_{105} = -2.3446 \cdot 10^{-4} \end{array} \right\} \quad
 \left\{ \begin{array}{l} D_{107} = -3.8273 \cdot 10^{-5} \\ D_{108} = 5.2774 \cdot 10^{-5} \\ D_{110} = -2.3159 \cdot 10^{-5} \\ D_{111} = -9.2651 \cdot 10^{-6} \\ D_{113} = -8.3734 \cdot 10^{-6} \\ D_{114} = 2.7338 \cdot 10^{-6} \\ D_{116} = 4.3437 \cdot 10^{-6} \\ D_{117} = -4.451 \cdot 10^{-6} \\ D_{118} = 8.8598 \cdot 10^{-6} \\ D_{119} = 5.647 \cdot 10^{-6} \\ D_{120} = -1.0207 \cdot 10^{-5} \\ D_{121} = -7.3475 \cdot 10^{-4} \\ D_{122} = -6.3905 \cdot 10^{-5} \\ D_{124} = -5.1754 \cdot 10^{-4} \\ D_{125} = -7.0488 \cdot 10^{-5} \\ D_{126} = -3.7796 \cdot 10^{-4} \\ D_{127} = -1.4797 \cdot 10^{-4} \end{array} \right\} \quad
 \left\{ \begin{array}{l} D_{128} = -1.5826 \cdot 10^{-4} \\ D_{129} = -2.7007 \cdot 10^{-4} \\ D_{130} = -1.8708 \cdot 10^{-5} \\ D_{131} = -1.3069 \cdot 10^{-5} \\ D_{132} = -2.3701 \cdot 10^{-5} \\ D_{133} = -1.3136 \cdot 10^{-5} \\ D_{134} = -8.543 \cdot 10^{-6} \\ D_{135} = -8.4344 \cdot 10^{-6} \\ D_{136} = -3.7585 \cdot 10^{-6} \\ D_{137} = -2.2718 \cdot 10^{-6} \\ D_{138} = -8.2713 \cdot 10^{-6} \\ D_{139} = 5.2819 \cdot 10^{-6} \\ D_{140} = 5.1114 \cdot 10^{-6} \\ D_{141} = -9.8046 \cdot 10^{-6} \\ D_{142} = 1.5255 \cdot 10^{-5} \\ D_{143} = 6.0525 \cdot 10^{-6} \\ D_{144} = -9.8625 \cdot 10^{-6} \end{array} \right\}
 \end{aligned}$$

3.6. Kirişli Radye İç Kuvvetlerinin Bulunuşu

113 bilinmeyenli denklem takımının çözülmesi ile bulunan düğüm noktası parametrelerinden yararlanılarak, plak iç kuvvetleri her eleman için her düğüm noktasında ayrı ayrı hesaplanır.

$$\{\sigma\} = \begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot [m] \cdot \{D_s\}$$

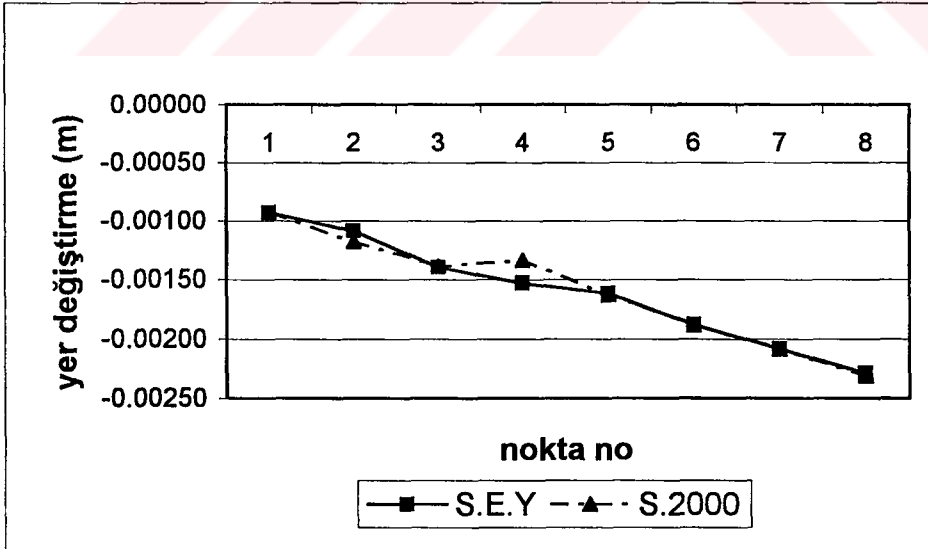
Kirişli radye iç kuvvetleri (3.2) bağıntısı kullanılarak her eleman için hesaplanmış olup, Ekler bölümünde verilmiştir.

3.7. Kirişsiz Plak Sistem İçin Yer değiştirme ve Moment Diyagramları

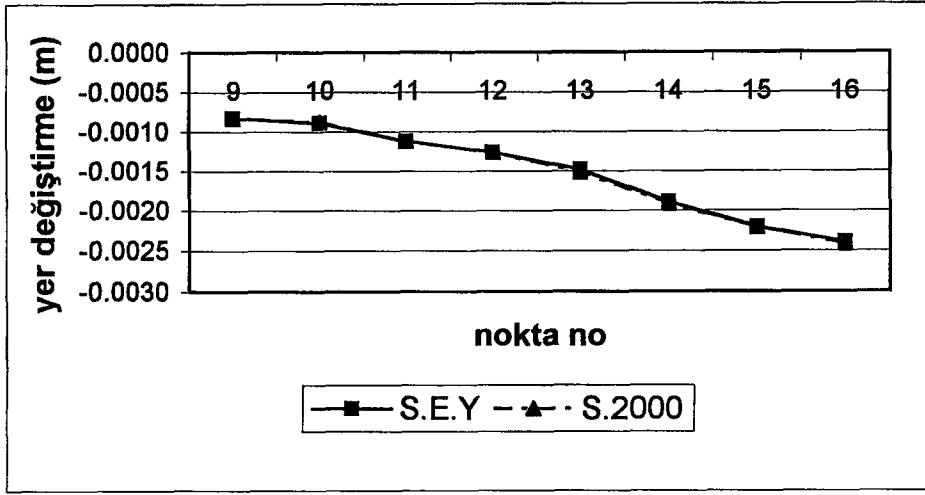
41	42	43	44	45	46	47	48
33	34	35	36	37	38	39	40
25	26	27	28	29	30	31	32
17	18	19	20	21	22	23	24
9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	8

Şekil 3.5. 1 / 4 sistem için düğüm nokta numaraları

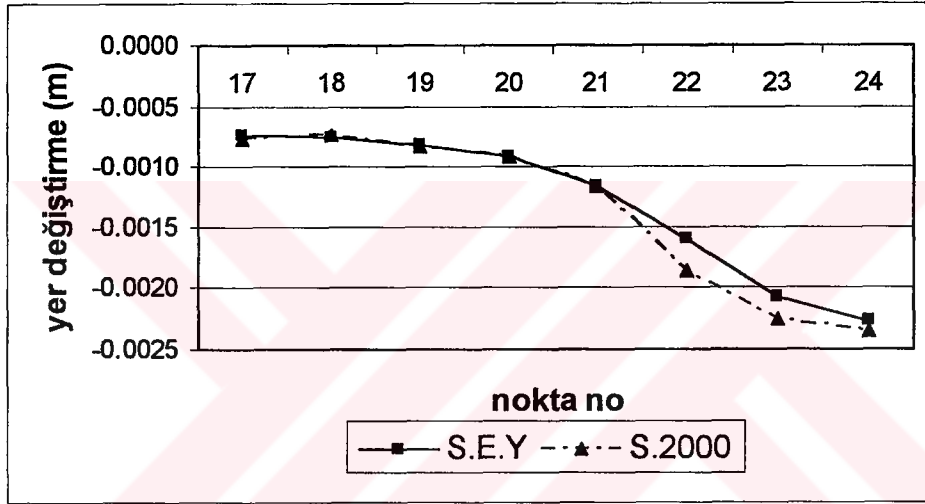
Şekil 3.5 de gösterilen düğüm nokta numaralarına bağlı olarak yer değiştirme ve moment grafikleri aşağıda gösterilmiştir.



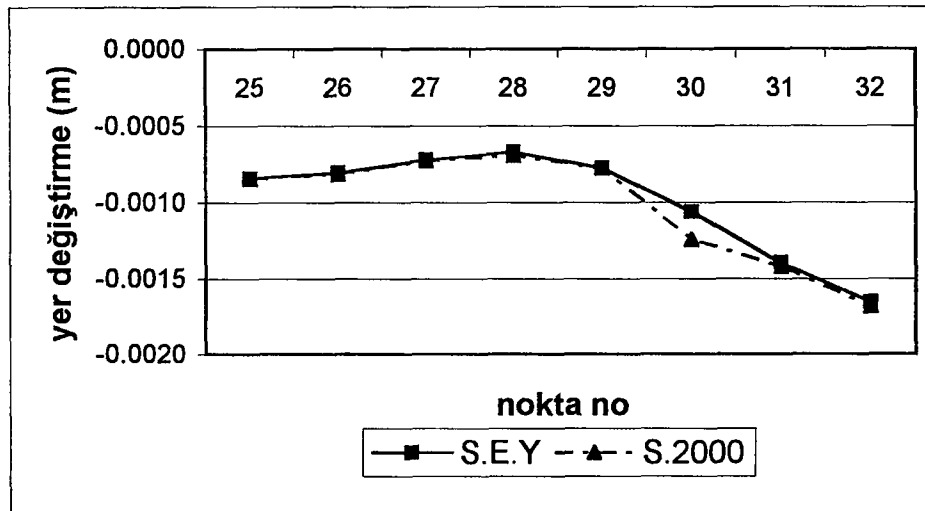
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



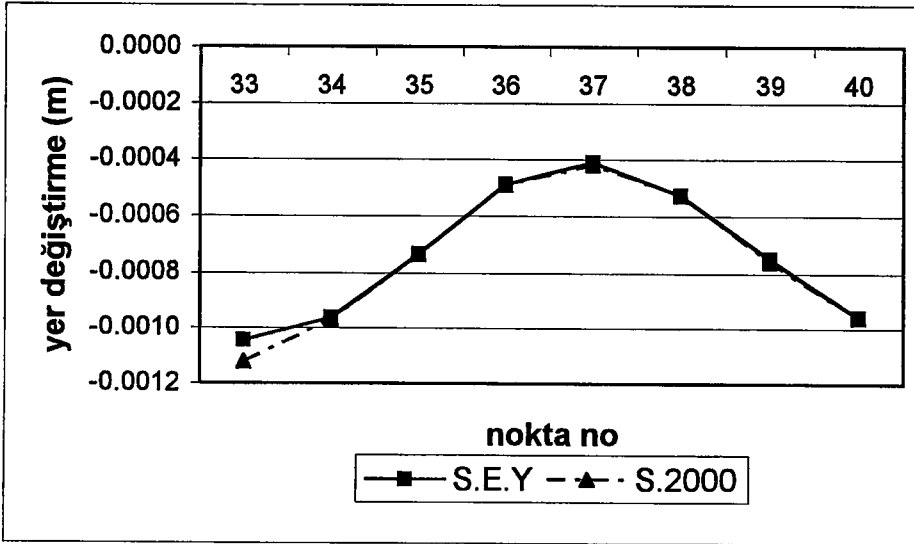
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



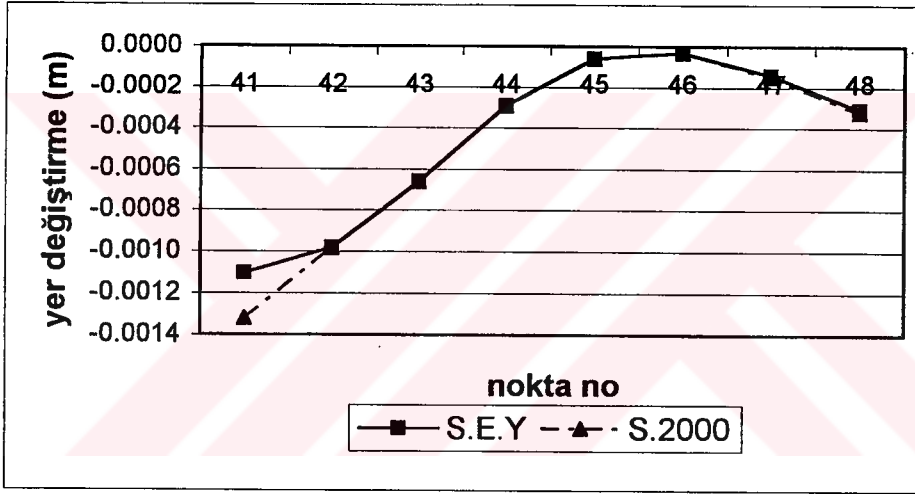
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



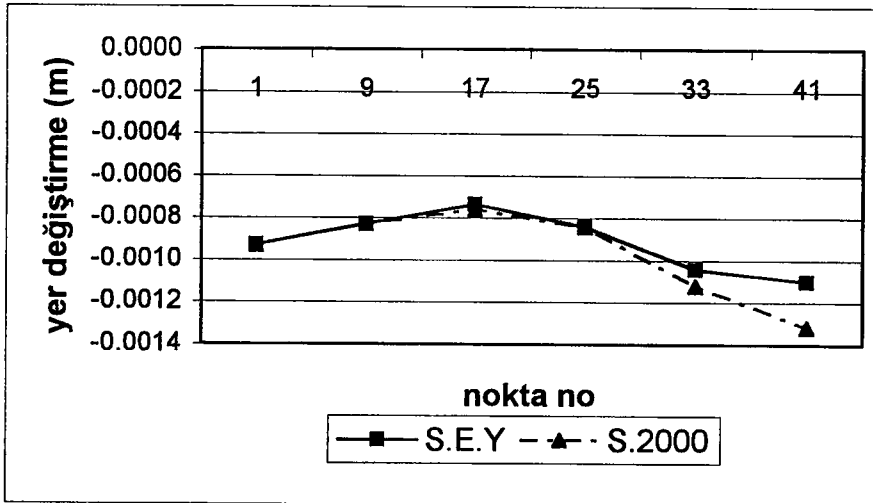
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



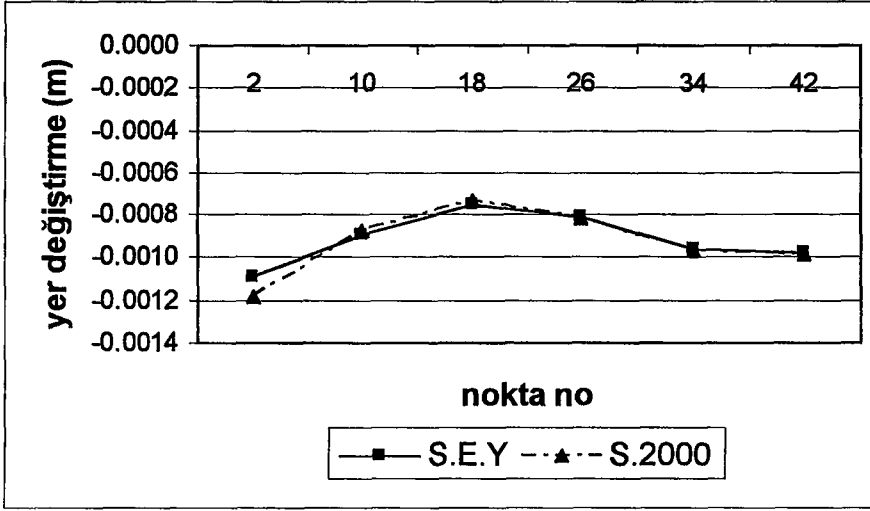
şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



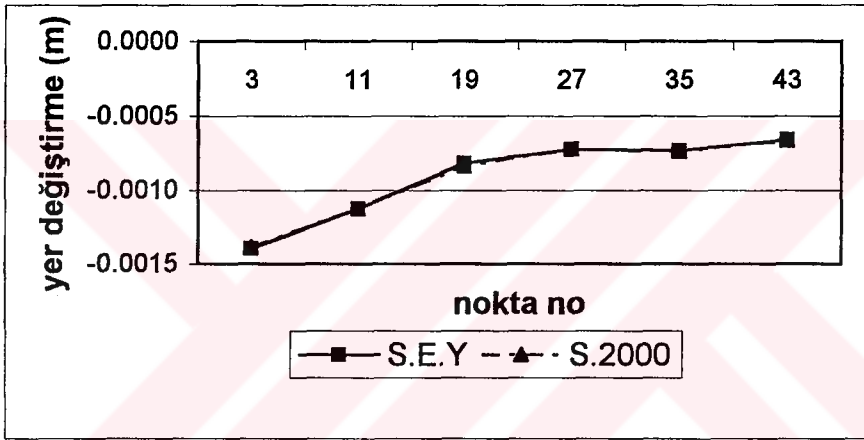
şekil 3.6 Kirişsiz plak iin yerdeğiştirme (w) diyagramı



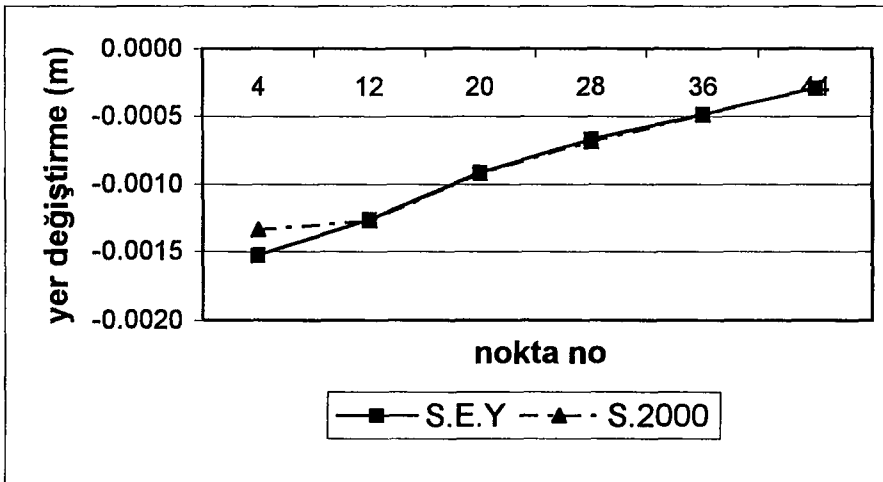
şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



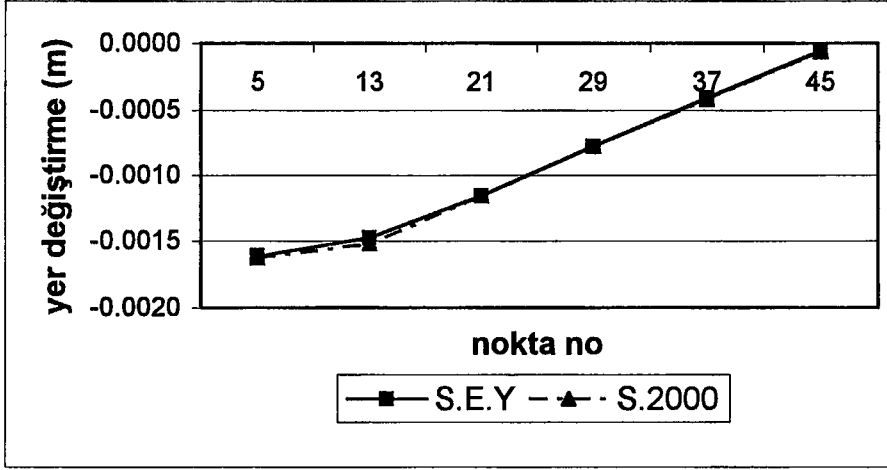
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



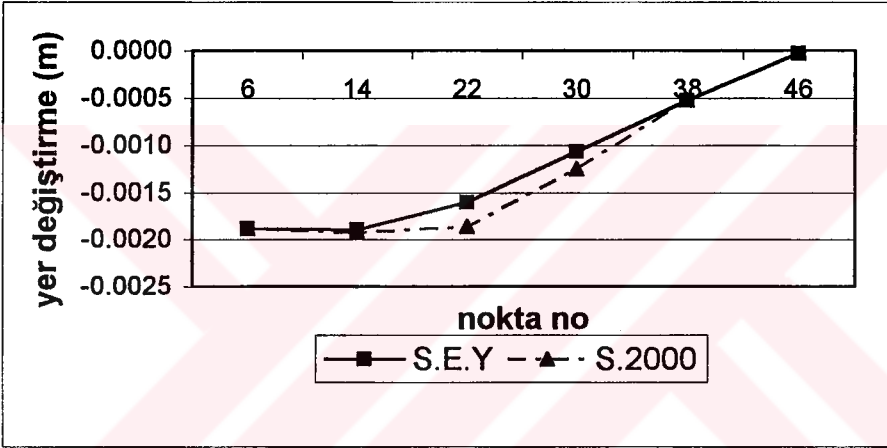
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



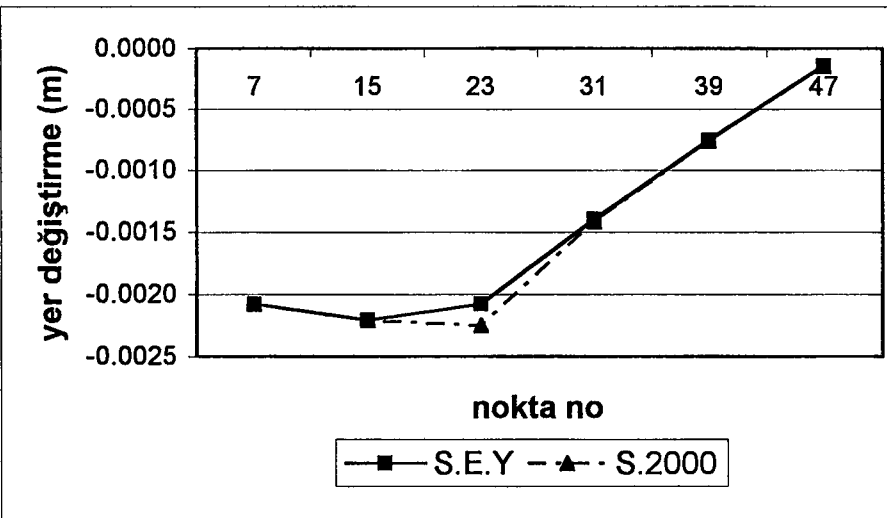
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



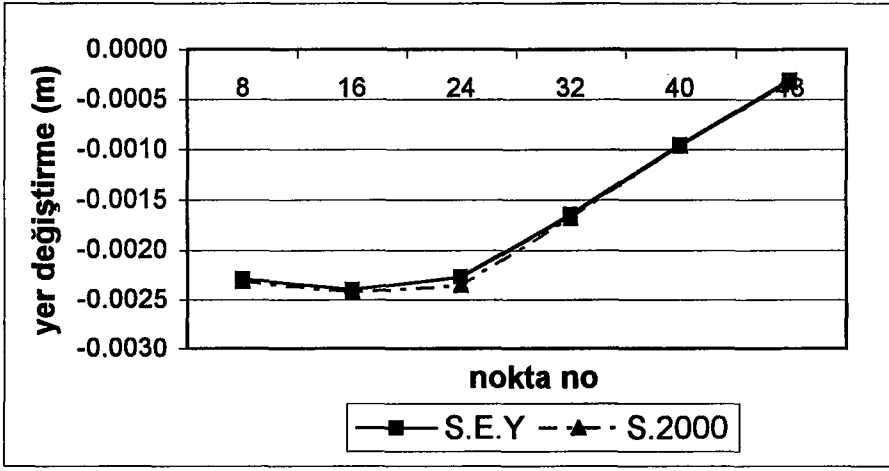
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



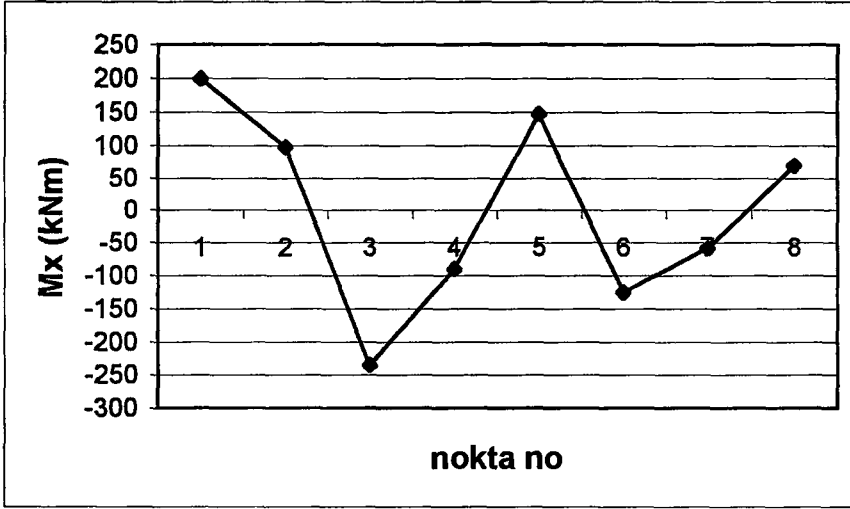
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



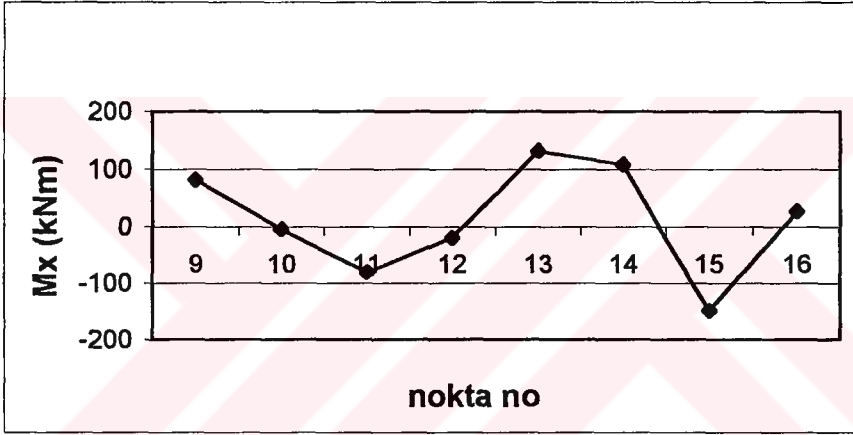
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



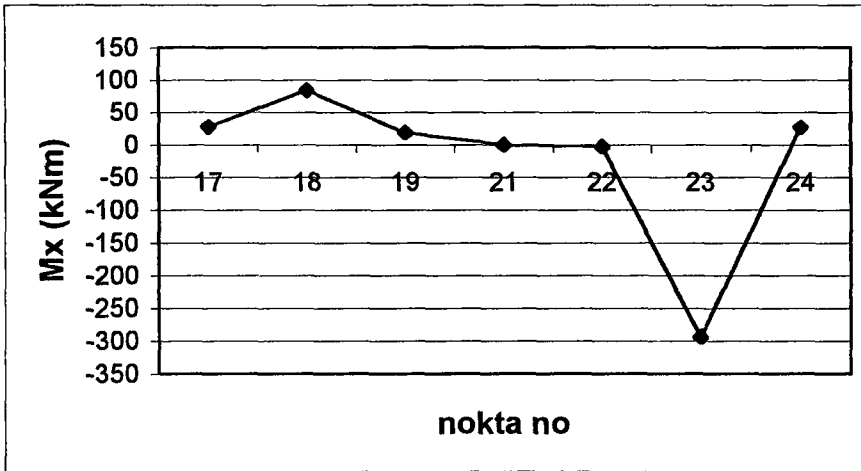
Şekil 3.6 Kirişsiz plak için yerdeğiştirme (w) diyagramı



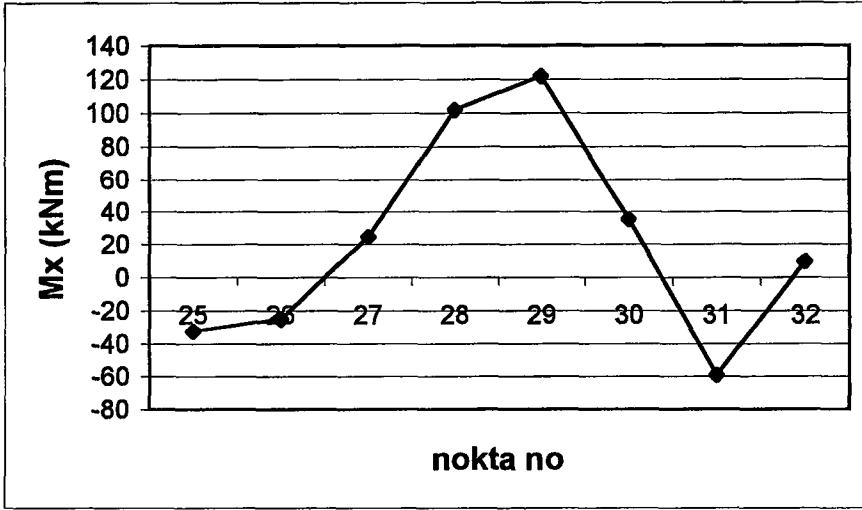
Şekil 3.7 Kirişsiz plak için Mx diyagramı



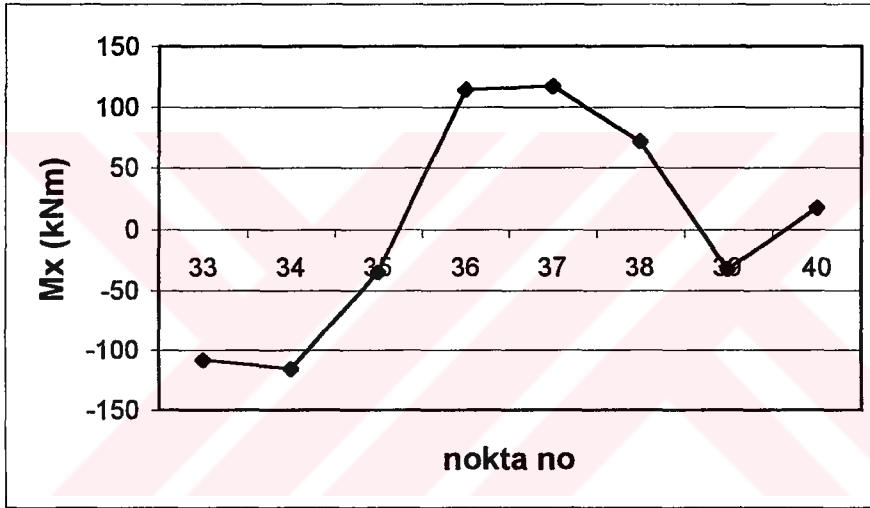
Şekil 3.7 Kirişsiz plak için Mx diyagramı



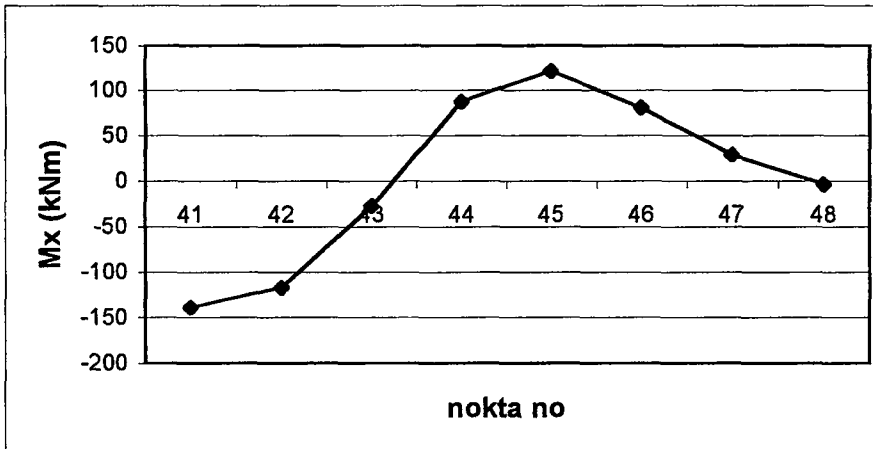
Şekil 3.7 Kirişsiz plak için Mx diyagramı



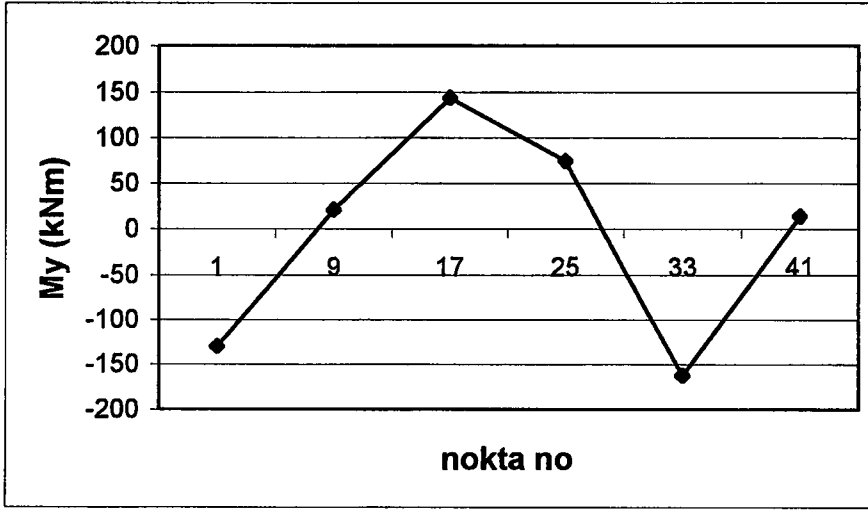
Şekil 3.7 Kirişsiz plak için Mx diyagramı



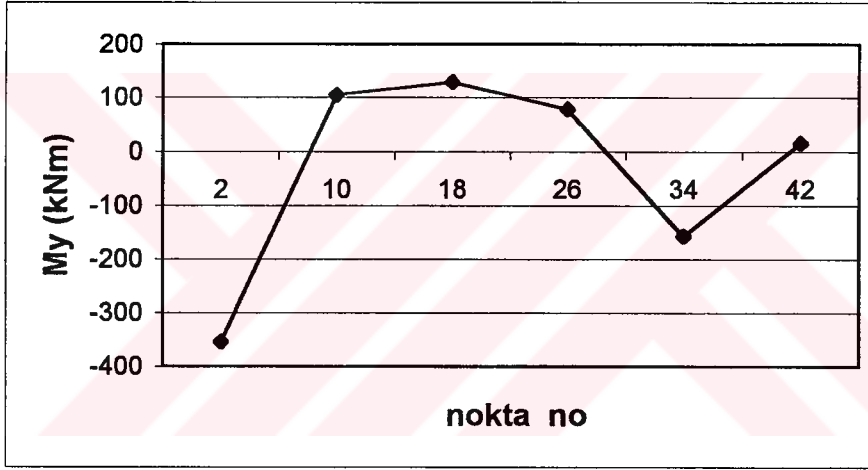
Şekil 3.7 Kirişsiz plak için Mx diyagramı



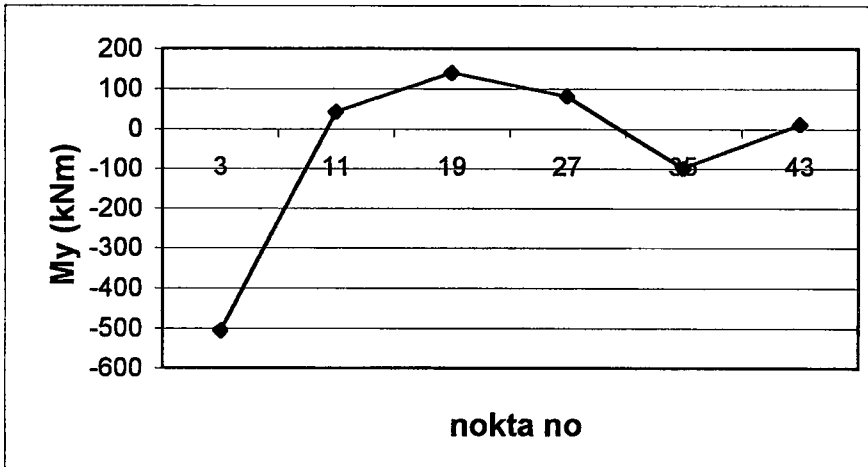
Şekil 3.7 Kirişsiz plak için Mx diyagramı



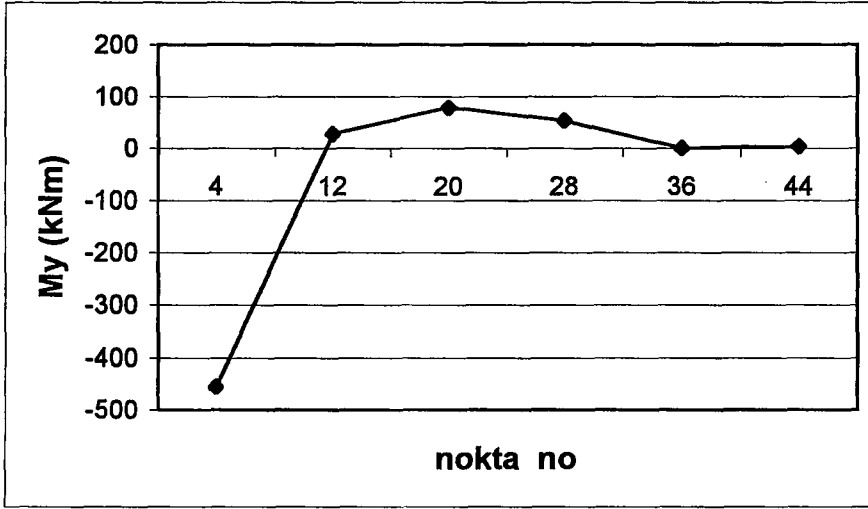
Şekil 3.8 Kirişsiz plak için My diyagramı



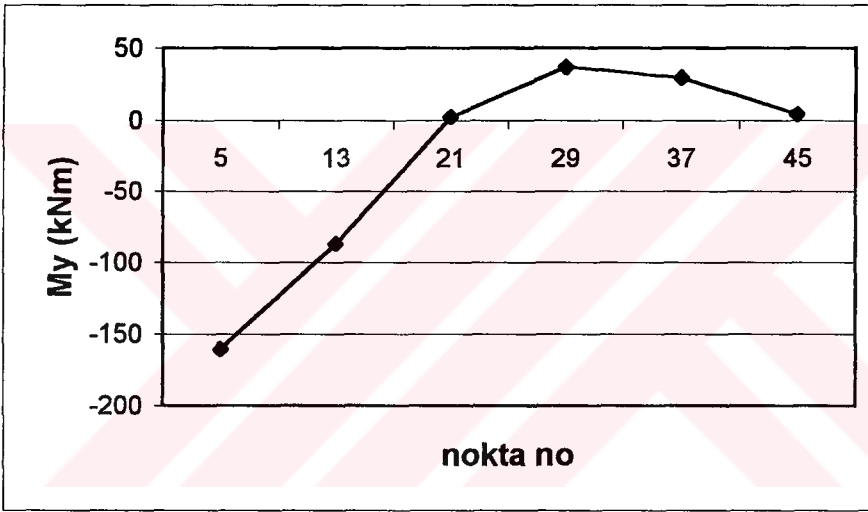
Şekil 3.8 Kirişsiz plak için My diyagramı



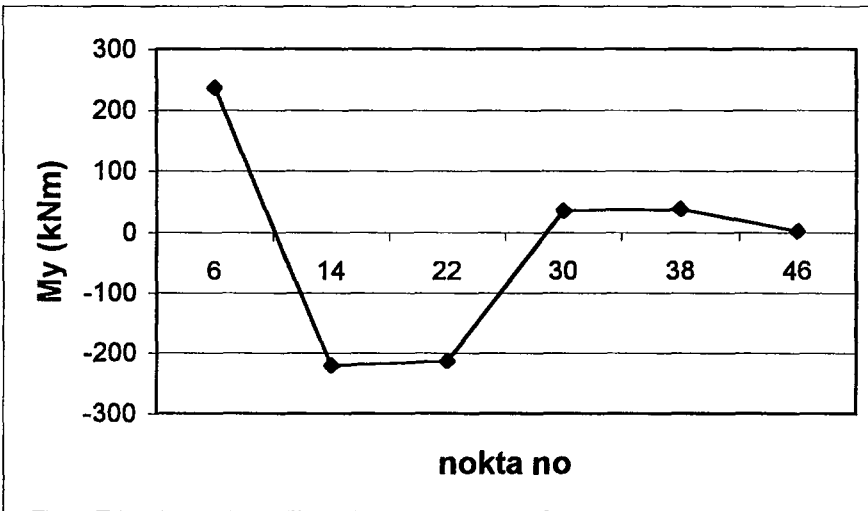
Şekil 3.8 Kirişsiz plak için My diyagramı



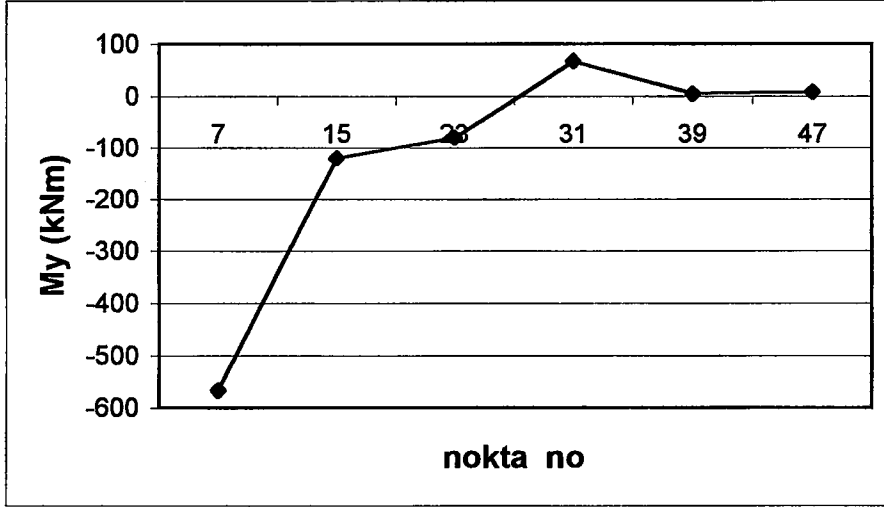
Şekil 3.8 Kirişsiz plak için My diyagramı



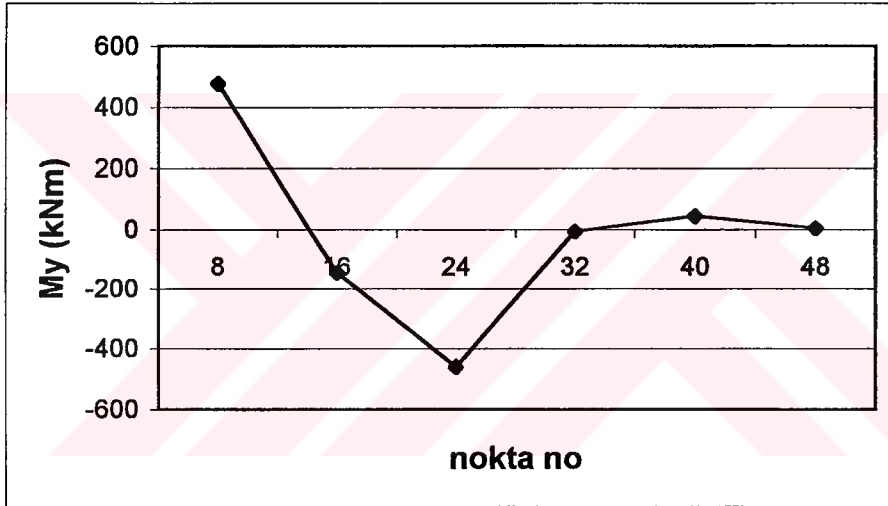
Şekil 3.8 Kirişsiz plak için My diyagramı



Şekil 3.8 Kirişsiz plak için My diyagramı

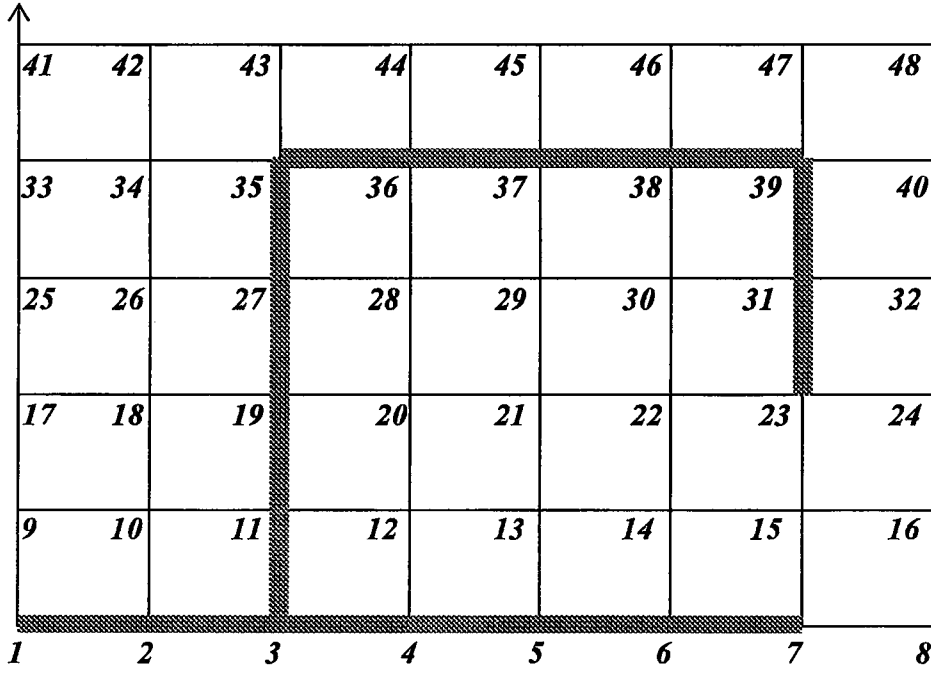


Şekil 3.8 Kirişsiz plak için My diyagramı

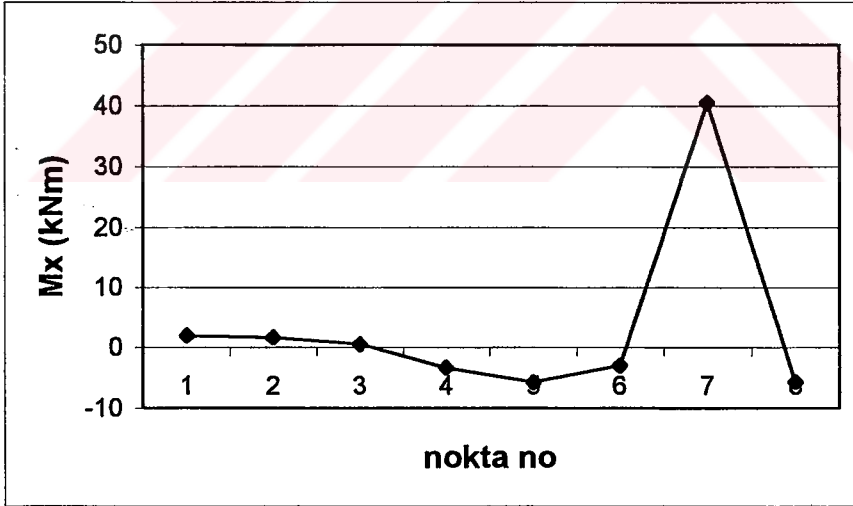


Şekil 3.8 Kirişsiz plak için My diyagramı

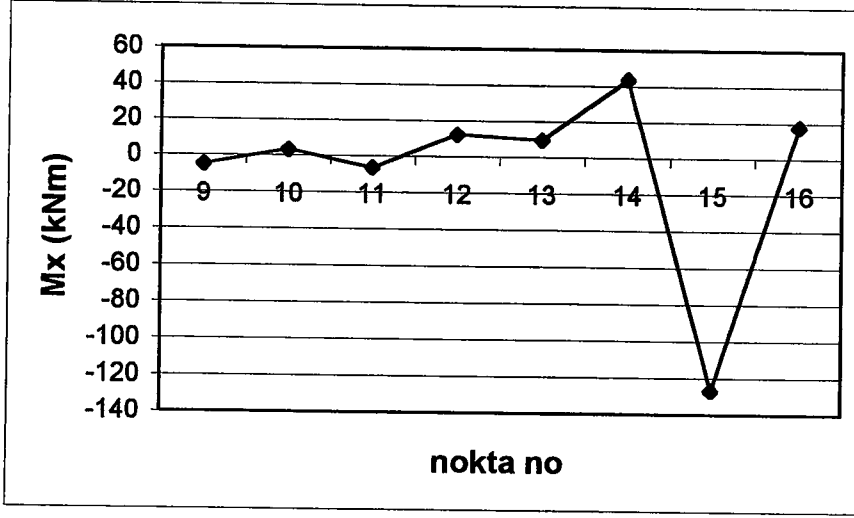
3.8. Kirişli Radye Sistem İçin Moment Diyagramları



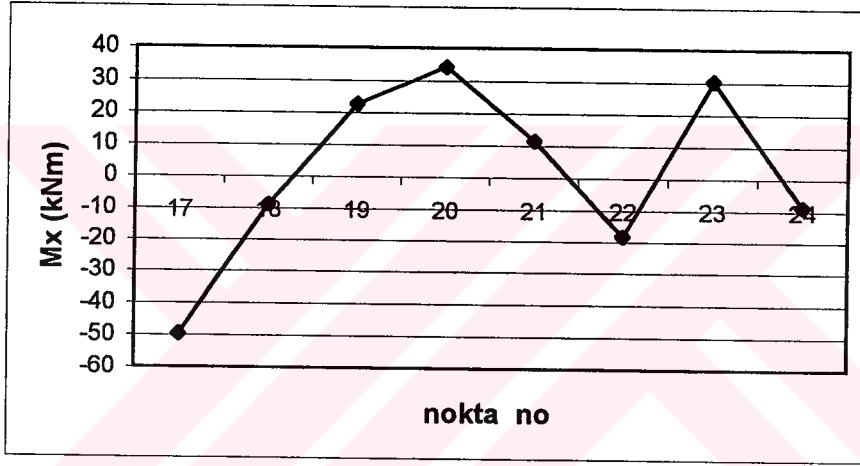
Şekil 3.9. 1 / 4 kirişli radye sistem için düğüm nokta numaraları



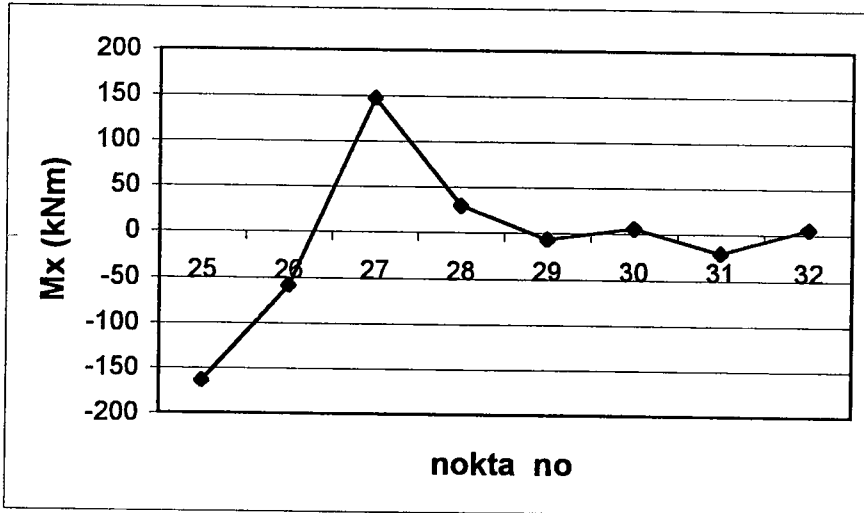
Şekil 3.10 Kirişli plak için Mx diyagramı



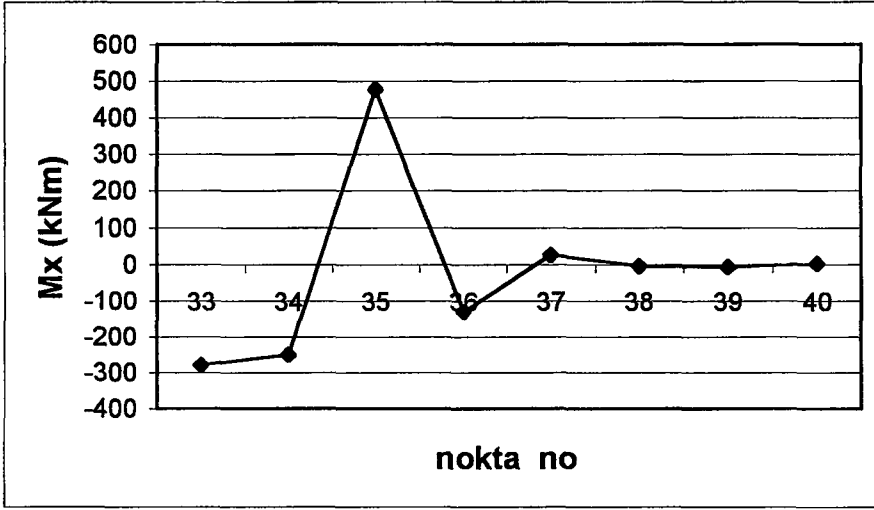
Şekil 3.10 Kirişli plak için Mx diyagramı



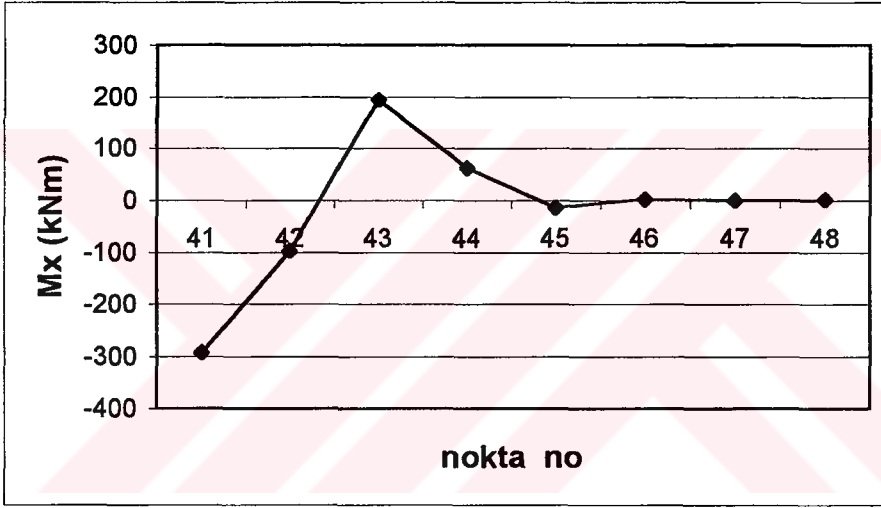
Şekil 3.10 Kirişli plak için Mx diyagramı



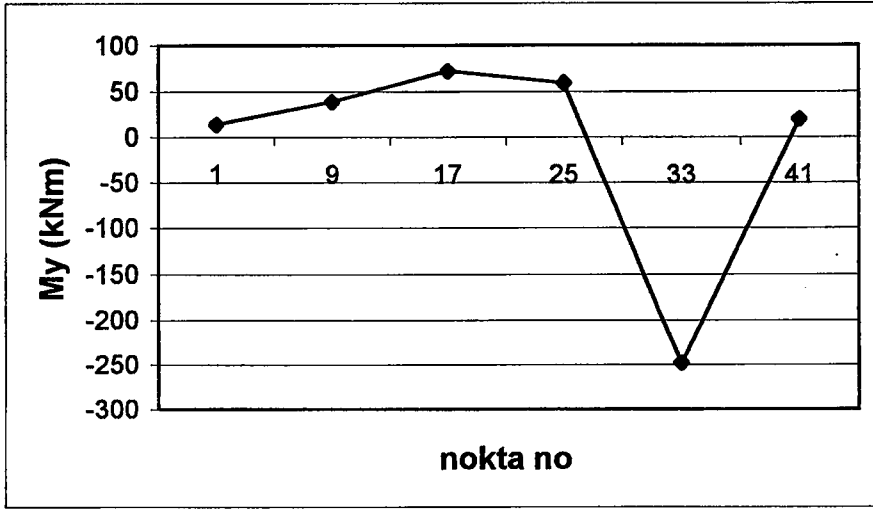
Şekil 3.10 Kirişli plak için Mx diyagramı



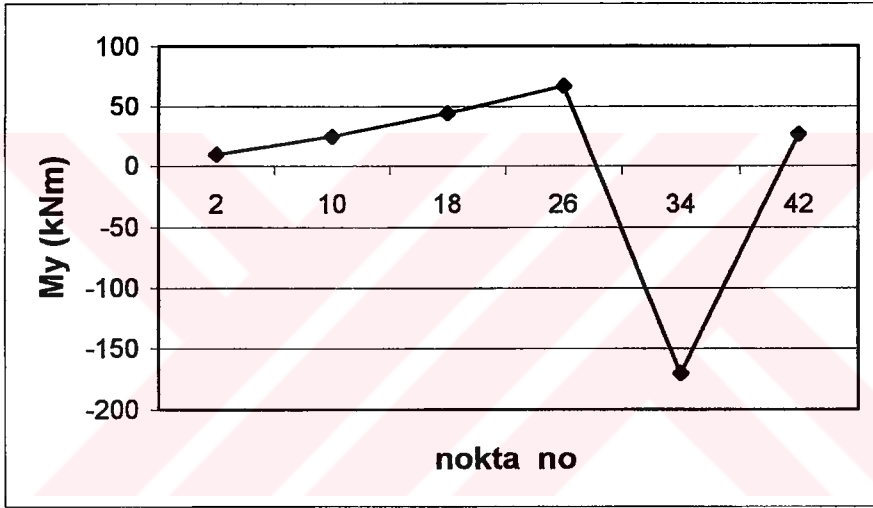
Şekil 3.10 Kirişli plak için M_x diyagramı



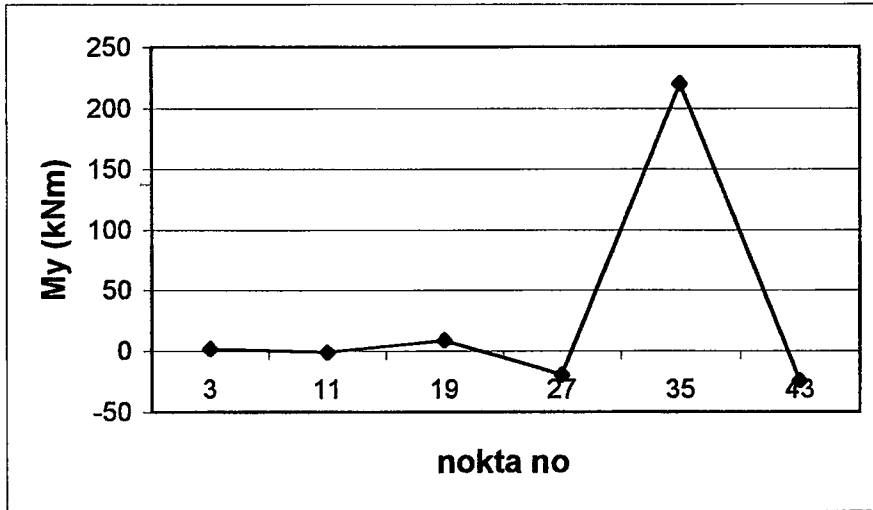
Şekil 3.10 Kirişli plak için M_x diyagramı



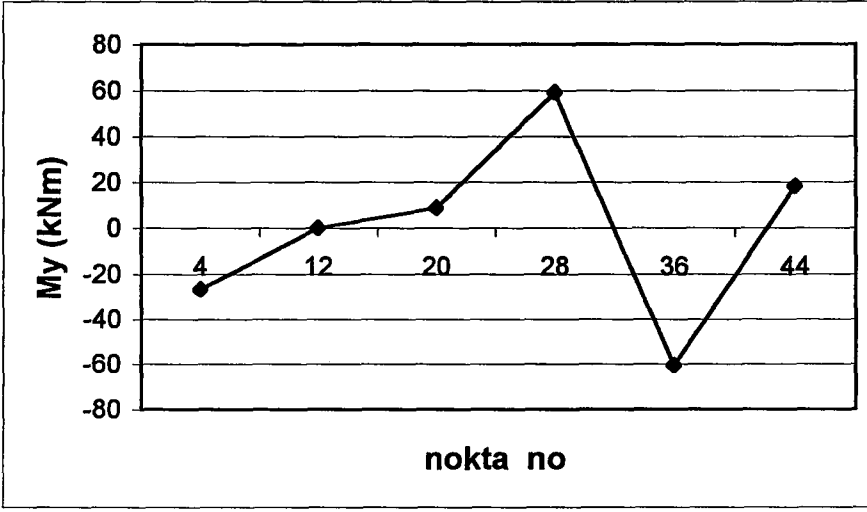
Şekil 3.11 Kirişli plak için My diyagramı



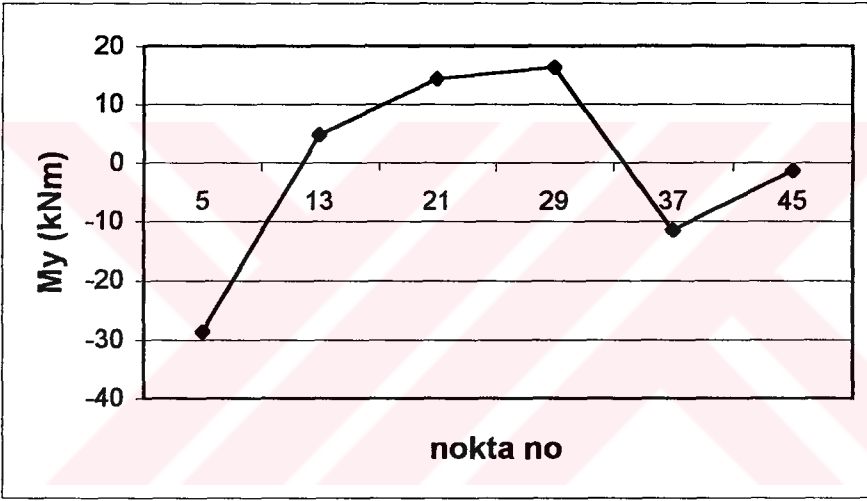
Şekil 3.11 Kirişli plak için My diyagramı



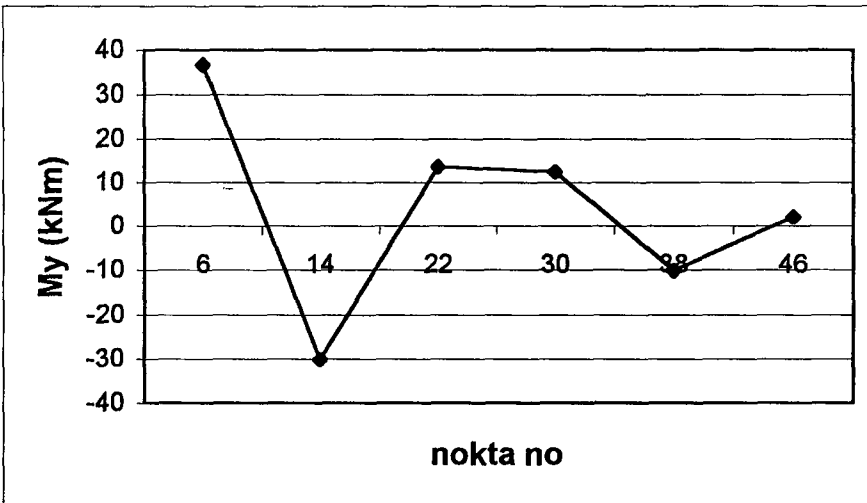
Şekil 3.11 Kirişli plak için My diyagramı



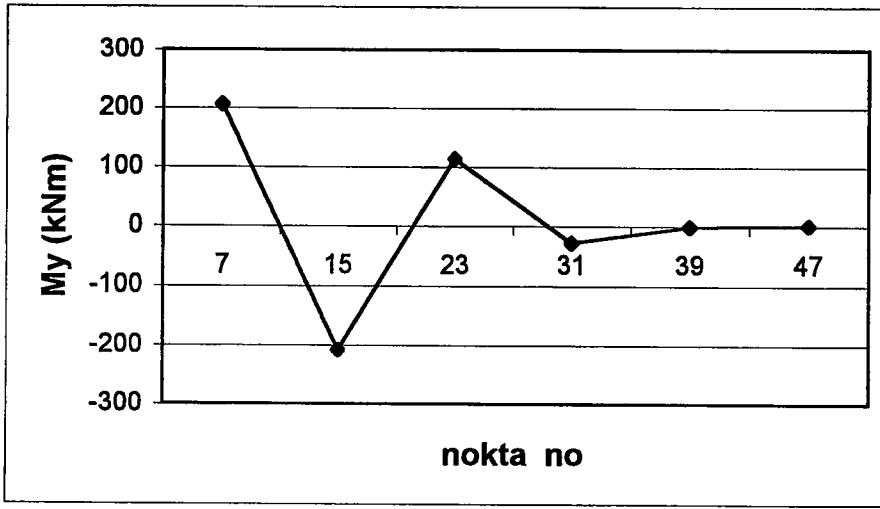
Şekil 3.11 Kirişli plak için My diyagramı



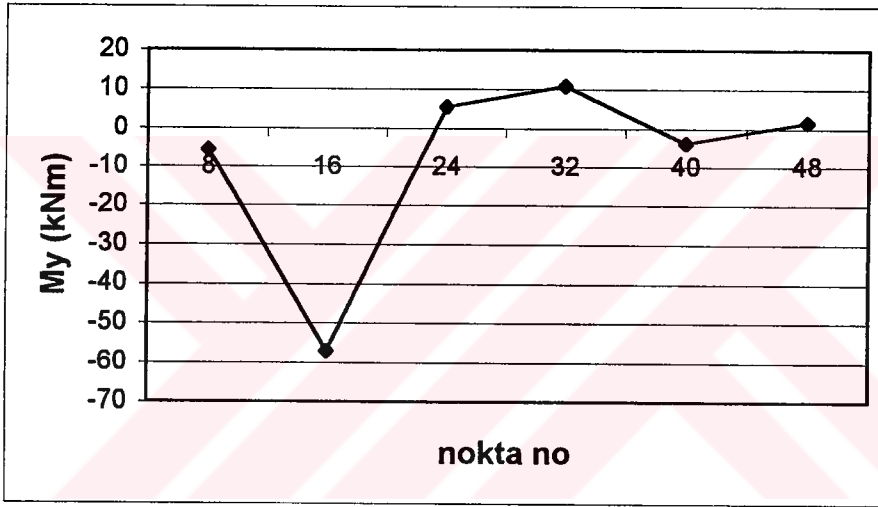
Şekil 3.11 Kirişli plak için My diyagramı



Şekil 3.11 Kirişli plak için My diyagramı



Şekil 3.11 Kirişli plak için My diyagramı



Şekil 3.11 Kirişli plak için My diyagramı

4. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında; sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak, elastik zemine oturan ince plaklar için eğilme hesabı yapılmıştır. Çözümleme yapılırken düğüm noktası bilinmeyenleri olarak yer değiştirmeler ve dönmeler alınmıştır. Yaklaşık bir hesap yöntemi olan sonlu elemanlar yöntemi, karışık problemlerin çözümünde kolaylıkla uygulanabilir. Bu yöntemin en önemli avantajı diğer yöntemlerden farklı olarak sınır şartlarının sisteme en son aşamada dahil ediliyor olmasıdır. Ayrıca sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak, sistem düğüm noktalarındaki yer değiştirmelerin yanı sıra iç kuvvetler de hesaplanabilir.

İnceleme konusu olan elastik zemine oturan ince plak çözümlemesi yapılırken plak sistemin kirişli ve kirişsiz radye olması durumları ayrı ayrı dikkate alınmıştır. Üstyapı ağır ve zemin çürük ise bütün yapının altında bir tek taban yapmak yoluna gidilir. Böylece yük, büyük bir alana yayılmış olur. Radye temel, zemin gerilmelerinin küçük olduğu yerlerde kullanılır. Radye temel ile yapının yekpareliği sağlanır, ayrıca yer altı suyunu karşı yalıtım sağlar. Bu tez çalışması sonucunda, plağın kirişli olması durumunda bulunan deplasman değerlerinin kirişsiz olması durumunda bulunan deplasman değerlerinden, bazı düğüm noktalarında yaklaşık olarak 10^3 mertebesinde az olduğu gözlenmiştir. Buna karşılık moment kesit tesirleri değerlerinin mesnetlerde azaldığı, buna rağmen açıklık ortasında ve üstyapının kolonlarından ve perdelerinden gelen tekil yüklerin bulunduğu noktalarda arttığı gözlenmiştir.

Sonlu eleman boyutları ne kadar küçültülürse, hesabın gerçeğe yakınlığı o kadar artar, ancak sonlu eleman boyutu küçüldükçe düğüm noktası serbestlik sayısı ve serbestlik sayısına bağlı olarak sistem rijitlik matrisi ve sistem yük vektörü boyutları artacağından, sonlu eleman yöntemi ile çözüm yaparak sonuca ulaşmak daha çok zaman almaktadır. Bu nedenle özellikle son yıllarda birçok mühendislik programı geliştirilmiş olup, SAP2000 programı da bunlardan biridir. Bu tez çalışmasında da sonlu eleman formülasyonu kullanılarak yapılan çözümün yanı sıra SAP2000 programı ile de çözüm yapılmıştır. Çözümleme esasları sonlu eleman yöntemine dayanan SAP2000 programı ile bulunan sonuçların, sonlu elemanlar yöntemi ile çözüm sonucu bulunan sonuçlara oldukça yakın çıktığı gözlenmiştir. Eleman boyutları küçüldükçe bu yakınsaklık artacağından istenirse, boyutlar küçültülerek daha hassas sonuçlar elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- Aşılioğlu, M., (1988) “Elastik Zemine Oturan Sürekli Temeller” , Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aydoğan, M., (2001) “Mühendislikte Sonlu Elemanlar Yöntemi” , (Ders Notları, İngilizce), İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Berktaş, İ., (1988) “Betonarme Plaklarda Kırılma Çizgileri Teorisi ve Uygulamalar” , Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- Berktaş, İ., (1992) “Plak Teorisi ve Uygulamaları” , Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Çaloğlu, M., (1995) “Elastik Zemine Oturan İnce Plakların Stabilitésinin Sonlu Elemanlar Metodu İle Çözümü” , Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çakıroğlu, A., Özden, E., Özmen, G., (1992) “Yapı Sistemlerinin Hesabı İçin Matris Metotları ve Elektronik Hesap Makinesi Programı” , İTÜ Kütüphanesi, İstanbul.
- İnan, M., (1967) “Cisimlerin Mukavemeti” , İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Köksal, T., (1995) “Sonlu Elemanlar Metodu” , Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Kütükoğlu, A.D., (2001) “Elastik Zemine Oturan Nervürlü İnce Plakların Sonlu Elemanlar Metodu İle Eğilme Hesabı” , Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Önol, R., (1998) “Elastik Zemine Oturan İnce Plakların Karışık Sonlu Elemanlar Metoduyla Çözümü” , Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özden, K., (1975) “İnce Plaklar Teorisine Kısa Bir Bakış” , İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Özden, K., (1996) “Mühendislikte Sonlu Elemanlar Yöntemi” (Ders Notları, İngilizce), İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Öztekin, L., (2003) “Plakların Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Eğilme Hesabı” , Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Szilar, R., (1974) “Theory of Analysis of Plates” , Prentice Hall Inc., USA.

EKLER

- Ek 1. [m] matris elemanları
- Ek 2. [k] matris elemanları
- Ek 3. Kirişsiz Plak İçin Eleman Moment Değerleri
- Ek 4. Kirişli Radye İçin Eleman Moment Değerleri
- Ek 5. Kirişsiz Plak İçin SAP2000 Programıyla Çözüm Sonuçları
- Ek 6. Kirişli Radye İçin SAP2000 Programıyla Çözüm Sonuçları



Ek 1. [m] matris elemanları

Bölüm 2.7.4 de (2.65) bağıntısında yer alan m terimlerinin değerleri ve çıkarılışı aşağıda gösterilmiştir.

$$m_{1,1} = -N_{1,xx} - \mu N_{1,yy} = \frac{6}{a^2}(1-2\xi)(1-\eta) + \frac{6\mu}{b^2}(1-\xi)(1-2\eta)$$

$$m_{1,2} = -N_{2,xx} - \mu N_{2,yy} = \frac{2\mu}{b}(1-\xi)(2-3\eta)$$

$$m_{1,3} = -N_{3,xx} - \mu N_{3,yy} = -\frac{2}{a}(2-3\xi)(1-\eta)$$

$$m_{1,4} = -N_{4,xx} - \mu N_{4,yy} = \frac{6}{a^2}(1-2\xi)\eta - \frac{6\mu}{b^2}(1-\xi)(1-2\eta)$$

$$m_{1,5} = -N_{5,xx} - \mu N_{5,yy} = \frac{2\mu}{b}(1-\xi)(1-3\eta)$$

$$m_{1,6} = -N_{6,xx} - \mu N_{6,yy} = -\frac{2}{a}(2-3\xi)\eta$$

$$m_{1,7} = -N_{7,xx} - \mu N_{7,yy} = -\frac{6}{a^2}(1-2\xi)\eta - \frac{6\mu}{b^2}(1-2\eta)\xi$$

$$m_{1,8} = -N_{8,xx} - \mu N_{8,yy} = \frac{2\mu}{b}\xi(1-3\eta)$$

$$m_{1,9} = -N_{9,xx} - \mu N_{9,yy} = -\frac{2}{a}(1-3\xi)\eta$$

$$m_{1,10} = -N_{10,xx} - \mu N_{10,yy} = -\frac{6}{a^2}(1-2\xi)(1-\eta) + \frac{6\mu}{b^2}(1-2\eta)\xi$$

$$m_{1,11} = -N_{11,xx} - \mu N_{11,yy} = \frac{2\mu}{b}\xi(2-3\eta)$$

$$m_{1,12} = -N_{12,xx} - \mu N_{12,yy} = -\frac{2}{a}(1-3\xi)(1-\eta)$$

$$m_{2,1} = -\mu N_{1,xx} - N_{1,yy} = \frac{6\mu}{a^2}(1-2\xi)(1-\eta) + \frac{6}{b^2}(1-\xi)(1-2\eta)$$

$$m_{2,2} = -\mu N_{2,xx} - N_{2,yy} = \frac{2}{b}(1-\xi)(2-3\eta)$$

$$m_{2,3} = -\mu N_{3,xx} - N_{3,yy} = -\frac{2\mu}{a}(2-3\xi)(1-\eta)$$

$$m_{2,4} = -\mu N_{4,xx} - N_{4,yy} = \frac{6\mu}{a^2}(1-2\xi)\eta - \frac{6}{b^2}(1-\xi)(1-2\eta)$$

$$m_{2,5} = -\mu N_{5,xx} - N_{5,yy} = \frac{2}{b}(1-\xi)(1-3\eta)$$

$$m_{2,6} = -\mu N_{6,xx} - N_{6,yy} = -\frac{2\mu}{a}(1-3\xi)\eta$$

$$m_{2,7} = -\mu N_{7,xx} - N_{7,yy} = -\frac{6\mu}{a^2}(1-2\xi)\eta - \frac{6}{b^2}\xi(1-2\eta)$$

$$m_{2,8} = -\mu N_{8,xx} - N_{8,yy} = \frac{2}{b} \xi (1 - 3\eta)$$

$$m_{2,9} = -\mu N_{9,xx} - N_{9,yy} = -\frac{2\mu}{a} (1 - 3\xi) \eta$$

$$m_{2,10} = -\mu N_{10,xx} - N_{10,yy} = -\frac{6\mu}{a^2} (1 - 2\xi)(1 - \eta) + \frac{6}{b^2} \xi (1 - 2\eta)$$

$$m_{2,11} = -\mu N_{11,xx} - N_{11,yy} = \frac{2}{b} \xi (2 - 3\eta)$$

$$m_{2,12} = -\mu N_{12,xx} - N_{12,yy} = -\frac{2\mu}{a} (1 - 3\xi)(1 - \eta)$$

$$m_{3,1} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{1,xy} = \frac{1-\mu}{ab} [1 - 6\xi(1-\xi) - 6\eta(1-\eta)]$$

$$m_{3,2} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{2,xy} = \frac{1-\mu}{a} (1 - 3\eta)(1 - \eta)$$

$$m_{3,3} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{3,xy} = -\frac{1-\mu}{b} (1 - 3\xi)(1 - \xi)$$

$$m_{3,4} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{4,xy} = \frac{1-\mu}{ab} [-1 + 6\xi(1-\xi) + 6\eta(1-\eta)]$$

$$m_{3,5} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{5,xy} = -\frac{1-\mu}{a} (2 - 3\eta) \eta$$

$$m_{3,6} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{6,xy} = \frac{1-\mu}{b} (1 - 3\xi)(1 - \xi)$$

$$m_{3,7} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{7,xy} = \frac{1-\mu}{ab} [1 - 6\xi(1-\xi) - 6\eta(1-\eta)]$$

$$m_{3,8} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{8,xy} = \frac{1-\mu}{a} (2 - 3\eta) \eta$$

$$m_{3,9} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{9,xy} = -\frac{1-\mu}{b} (2 - 3\xi) \xi$$

$$m_{3,10} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{10,xy} = \frac{1-\mu}{ab} [-1 + 6\xi(1-\xi) + 6\eta(1-\eta)]$$

$$m_{3,11} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{11,xy} = -\frac{1-\mu}{a} (1 - 3\eta)(1 - \eta)$$

$$m_{3,12} = -2 \left(\frac{1-\mu}{2} \right) N_{12,xy} = \frac{1-\mu}{b} (2 - 3\xi) \xi$$

olarak ξ ve η ' a bağılı olarak yazılabilir.

Ek 2. [k] matris elemanları

Bölüm 2.7.5 de (2.68) bağıntısında yer alan eleman rijitlik matrisi 12 x 12 boyutta olup, matris elemanları $\alpha = a/b$ ve $\beta = b/a$ ya bağlı olarak;

$$k_{1,1} = 4 \cdot (\alpha^2 + \beta^2) + \frac{14 - 4\mu}{5}$$

$$k_{1,2} = \left(2\alpha^2 + \frac{1 + 4\mu}{5} \right) b$$

$$k_{1,3} = - \left(2\beta^2 + \frac{1 + 4\mu}{5} \right) a$$

$$k_{1,4} = 2(\beta^2 - 2\alpha^2) - \frac{14 - 4\mu}{5}$$

$$k_{1,5} = \left(2\alpha^2 + \frac{1 - \mu}{5} \right) b$$

$$k_{1,6} = - \left(\beta^2 - \frac{1 + 4\mu}{5} \right) a$$

$$k_{1,7} = -2(\alpha^2 + \beta^2) + \frac{14 - 4\mu}{5}$$

$$k_{1,8} = \left(\alpha^2 - \frac{1 - \mu}{5} \right) b$$

$$k_{1,9} = - \left(\beta^2 - \frac{1 - \mu}{5} \right) a$$

$$k_{1,10} = 2(\alpha^2 - 2\beta^2) - \frac{14 - 4\mu}{5}$$

$$k_{1,11} = \left(\alpha^2 - \frac{1 + 4\mu}{5} \right) b$$

$$k_{1,12} = - \left(2\beta^2 - \frac{1 - \mu}{5} \right) a$$

$$k_{2,2} = \frac{4}{3} \left(\alpha^2 + \frac{1 - \mu}{5} \right) b^2$$

$$k_{2,3} = -\mu ab$$

$$k_{2,4} = - \left(2\alpha^2 + \frac{1 - \mu}{5} \right) b$$

$$k_{2,5} = \frac{2}{3} \left(\alpha^2 - \frac{1 - \mu}{10} \right) b^2$$

$$k_{2,6} = 0$$

$$k_{2,7} = - \left(\alpha^2 - \frac{1 - \mu}{5} \right) b$$

$$k_{2,8} = \frac{1}{3}(\alpha^2 + \frac{1-\mu}{5})b^2$$

$$k_{2,9} = 0$$

$$k_{2,10} = (\alpha^2 - \frac{1+4\mu}{5})b$$

$$k_{2,11} = \frac{2}{3}(\alpha^2 - \frac{2(1-\mu)}{5})b^2$$

$$k_{2,12} = 0$$

$$k_{3,3} = \frac{4}{3}(\beta^2 + \frac{1-\mu}{5})a^2$$

$$k_{3,4} = -(\beta^2 - \frac{1+4\mu}{5})a$$

$$k_{3,5} = 0$$

$$k_{3,6} = \frac{2}{3}(\beta^2 - \frac{2(1-\mu)}{5})a^2$$

$$k_{3,7} = (\beta^2 - \frac{1-\mu}{5})a$$

$$k_{3,8} = 0$$

$$k_{3,9} = \frac{1}{3}(\beta^2 + \frac{1-\mu}{5})a^2$$

$$k_{3,10} = (2\beta^2 + \frac{1-\mu}{5})a$$

$$k_{3,11} = 0$$

$$k_{3,12} = \frac{2}{3}(\beta^2 - \frac{1-\mu}{10})a^2$$

$$k_{4,4} = 4 \cdot (\alpha^2 + \beta^2) + \frac{14-4\mu}{5}$$

$$k_{4,5} = -\left(2\alpha^2 + \frac{1+4\mu}{5}\right)b$$

$$k_{4,6} = -\left(2\beta^2 + \frac{1+4\mu}{5}\right)a$$

$$k_{4,7} = 2(\alpha^2 - 2\beta^2) - \frac{14-4\mu}{5}$$

$$k_{4,8} = -\left(\alpha^2 - \frac{1+4\mu}{5}\right)b$$

$$k_{4,9} = -\left(2\beta^2 + \frac{1-\mu}{5}\right)a$$

$$k_{4,10} = -2(\alpha^2 + \beta^2) + \frac{14-4\mu}{5}$$

$$k_{4,11} = -\left(\alpha^2 - \frac{1-\mu}{5}\right)b$$

$$k_{4,12} = -\left(\beta^2 - \frac{1-\mu}{5}\right)a$$

$$k_{5,5} = \frac{4}{3}\left(\alpha^2 + \frac{1-\mu}{5}\right)b^2$$

$$k_{5,6} = \mu ab$$

$$k_{5,7} = -\left(\alpha^2 - \frac{1+4\mu}{5}\right)b$$

$$k_{5,8} = \frac{2}{3}\left(\alpha^2 - \frac{2(1-\mu)}{10}\right)b^2$$

$$k_{5,9} = 0$$

$$k_{5,10} = -\left(\alpha^2 - \frac{1-\mu}{5}\right)b$$

$$k_{5,11} = \frac{1}{3}\left(\alpha^2 + \frac{1-\mu}{5}\right)b^2$$

$$k_{5,12} = 0$$

$$k_{6,6} = \frac{4}{3}\left(\beta^2 + \frac{1-\mu}{5}\right)a^2$$

$$k_{6,7} = \left(2\beta^2 + \frac{1-\mu}{5}\right)a$$

$$k_{6,8} = 0$$

$$k_{6,9} = \frac{2}{3}\left(\beta^2 - \frac{1-\mu}{10}\right)a^2$$

$$k_{6,10} = \left(\beta^2 - \frac{1-\mu}{5}\right)a$$

$$k_{6,11} = 0$$

$$k_{6,12} = \frac{1}{3}\left(\beta^2 + \frac{1-\mu}{5}\right)a^2$$

$$k_{7,7} = 4 \cdot \left(\alpha^2 + \beta^2\right) + \frac{14-4\mu}{5}$$

$$k_{7,8} = -\left(2\alpha^2 + \frac{1+4\mu}{5}\right)b$$

$$k_{7,9} = \left(2\beta^2 + \frac{1+4\mu}{5}\right)a$$

$$k_{7,10} = 2(\beta^2 - 2\alpha^2) - \frac{14-4\mu}{5}$$

$$k_{7,11} = \left(2\alpha^2 + \frac{1-\mu}{5} \right) b$$

$$k_{7,12} = \left(\beta^2 - \frac{1+4\mu}{5} \right) a$$

$$k_{8,8} = \frac{4}{3} \left(\alpha^2 + \frac{1-\mu}{5} \right) b^2$$

$$k_{8,9} = -\mu ab$$

$$k_{8,10} = \left(2\alpha^2 + \frac{1-\mu}{5} \right) b$$

$$k_{8,11} = \frac{2}{3} \left(\alpha^2 - \frac{1-\mu}{10} \right) b^2$$

$$k_{8,12} = 0$$

$$k_{9,9} = \frac{4}{3} \left(\beta^2 + \frac{1-\mu}{5} \right) a^2$$

$$k_{9,10} = \left(\beta^2 - \frac{1+4\mu}{5} \right) a$$

$$k_{9,11} = 0$$

$$k_{9,12} = \frac{2}{3} \left(\beta^2 - \frac{2(1-\mu)}{5} \right) a^2$$

$$k_{10,10} = 4 \cdot \left(\alpha^2 + \beta^2 \right) + \frac{14-4\mu}{5}$$

$$k_{10,11} = \left(2\alpha^2 + \frac{1+4\mu}{5} \right) b$$

$$k_{10,12} = \left(2\beta^2 + \frac{1+4\mu}{5} \right) a$$

$$k_{11,11} = \frac{4}{3} \left(\alpha^2 + \frac{1-\mu}{5} \right) b^2$$

$$k_{11,12} = \mu ab$$

$$k_{12,12} = \frac{4}{3} \left(\beta^2 + \frac{1-\mu}{5} \right) a^2$$

olarak oluşturulur.

Ek 3. Kirişsiz Plak İçin Eleman Moment Değerleri

1. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \\ D_{25} \\ D_{26} \\ D_{27} \\ D_{28} \\ D_{29} \\ D_{30} \\ D_4 \\ D_5 \\ D_6 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 199.2437 \\ M_{y1} &= -130.2126 \\ M_{xy1} &= 44.1063 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 79.7128 \\ M_{y2} &= 8.7709 \\ M_{xy2} &= 2.2680 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 61.9450 \\ M_{y3} &= 117.983 \\ M_{xy3} &= -69.0167 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 12.8832 \\ M_{y4} &= -366.2719 \\ M_{xy4} &= 105.5649 \end{aligned}$$

2. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_4 \\ D_5 \\ D_6 \\ D_{28} \\ D_{29} \\ D_{30} \\ D_{31} \\ D_{32} \\ D_{33} \\ D_7 \\ D_8 \\ D_9 \end{Bmatrix}$$

$M_{x1} = 181.8825$
$M_{y1} = -340.922$
$M_{xy1} = -35.1939$
$M_{x2} = -68.7709$
$M_{y2} = 98.3756$
$M_{xy2} = -98.9092$
$M_{x3} = 571.8708$
$M_{y3} = 150.4078$
$M_{xy3} = 144.3021$
$M_{x4} = -406.3706$
$M_{y4} = -531.6412$
$M_{xy4} = 415.7199$

3. eleman,

$$\xi=0 \quad \eta=0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi=0 \quad \eta=1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi=1 \quad \eta=1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi=1 \quad \eta=0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_7 \\ D_8 \\ D_9 \\ D_{31} \\ D_{32} \\ D_{33} \\ D_{34} \\ D_{35} \\ D_{36} \\ D_{10} \\ D_{11} \\ D_{12} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -62.9383 \\ M_{y1} &= -480.1262 \\ M_{xy1} &= 167.9823 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -729.9826 \\ M_{y2} &= -44.8702 \\ M_{xy2} &= 167.1511 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 139.4339 \\ M_{y3} &= 54.5031 \\ M_{xy3} &= -18.3901 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -246.1002 \\ M_{y4} &= -478.473 \\ M_{xy4} &= 191.1213 \end{aligned}$$

4. eleman,

$\xi=0 \quad \eta=0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi=0 \quad \eta=1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi=1 \quad \eta=1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi=1 \quad \eta=0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{matrix} D_{10} \\ D_{11} \\ D_{12} \\ D_{34} \\ D_{35} \\ D_{36} \\ D_{37} \\ D_{38} \\ D_{39} \\ D_{13} \\ D_{14} \\ D_{15} \end{matrix} \right\}$$

$M_{x1} = 66.3098$
$M_{y1} = -431.6115$
$M_{xy1} = -73.719$
$M_{x2} = -160.7135$
$M_{y2} = 9.4810$
$M_{xy2} = -5.9326$
$M_{x3} = 1052$
$M_{y3} = 88.5$
$M_{xy3} = 342.7$
$M_{x4} = -85.6769$
$M_{y4} = -195.5983$
$M_{xy4} = 403.8423$

5. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{13} \\ D_{14} \\ D_{15} \\ D_{37} \\ D_{38} \\ D_{39} \\ D_{40} \\ D_{41} \\ D_{42} \\ D_{16} \\ D_{17} \\ D_{18} \end{array} \right\}$$

$M_{x1} = 380.3638$
$M_{y1} = -125.6922$
$M_{xy1} = 265.0968$
$M_{x2} = -778.1712$
$M_{y2} = -186.0401$
$M_{xy2} = 283.917$
$M_{x3} = 158.6379$
$M_{y3} = -441.3819$
$M_{xy3} = -11.5983$
$M_{x4} = -211.2452$
$M_{y4} = 224.716$
$M_{xy4} = 76.3717$

6. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{16} \\ D_{17} \\ D_{18} \\ D_{40} \\ D_{41} \\ D_{42} \\ D_{43} \\ D_{44} \\ D_{45} \\ D_{19} \\ D_{20} \\ D_{21} \end{Bmatrix}$$

$$M_{x1} = -39.3755$$

$$M_{y1} = 250.4965$$

$$M_{xy1} = -13.4671$$

$$M_{x2} = -13.8748$$

$$M_{y2} = -467.2588$$

$$M_{xy2} = 499.5517$$

$$M_{x3} = 93$$

$$M_{y3} = 1543.2$$

$$M_{xy3} = 482.1$$

$$M_{x4} = -49.8728$$

$$M_{y4} = -565.5493$$

$$M_{xy4} = -527.7245$$

7. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{19} \\ D_{20} \\ D_{21} \\ D_{43} \\ D_{44} \\ D_{45} \\ D_{46} \\ D_{47} \\ D_{48} \\ D_{22} \\ D_{23} \\ D_{24} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -67.3517 \\ M_{y1} &= -568.1712 \\ M_{xy1} &= 31.3012 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 109.5 \\ M_{y2} &= 1545.7 \\ M_{xy2} &= -443.1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -40.1185 \\ M_{y3} &= -594.985 \\ M_{xy3} &= -476.0405 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 56.1744 \\ M_{y4} &= 477.3838 \\ M_{xy4} &= 59.7707 \end{aligned}$$

8. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left. \begin{matrix} D_{25} \\ D_{26} \\ D_{27} \\ D_{49} \\ D_{50} \\ D_{51} \\ D_{52} \\ D_{53} \\ D_{54} \\ D_{28} \\ D_{29} \\ D_{30} \end{matrix} \right\}$$

$$\begin{matrix} M_{x1} = 83.2488 \\ M_{y1} = 32.3438 \\ M_{xy1} = -19.2616 \\ \\ M_{x2} = 28.4599 \\ M_{y2} = 148.3613 \\ M_{xy2} = 2.4711 \\ \\ M_{x3} = 50.6651 \\ M_{y3} = 118.7577 \\ M_{xy3} = -33.8713 \\ \\ M_{x4} = 61.0373 \\ M_{y4} = 111.9316 \\ M_{xy4} = -32.2898 \end{matrix}$$

9. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{28} \\ D_{29} \\ D_{30} \\ D_{52} \\ D_{53} \\ D_{54} \\ D_{55} \\ D_{56} \\ D_{57} \\ D_{31} \\ D_{32} \\ D_{33} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -69.6786 \\ M_{y1} &= 92.3243 \\ M_{xy1} &= -24.1807 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 116.8859 \\ M_{y2} &= 128.6908 \\ M_{xy2} &= -35.7025 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -65.8690 \\ M_{y3} &= 132.3937 \\ M_{xy3} &= -233.0494 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 568.9142 \\ M_{y4} &= 130.6971 \\ M_{xy4} &= -109.6994 \end{aligned}$$

10. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{31} \\ D_{32} \\ D_{33} \\ D_{55} \\ D_{56} \\ D_{57} \\ D_{58} \\ D_{59} \\ D_{60} \\ D_{34} \\ D_{35} \\ D_{36} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -732.9392 \\ M_{y1} &= -64.5809 \\ M_{xy1} &= -215.5126 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 103.9965 \\ M_{y2} &= 157.6735 \\ M_{xy2} &= -261.3093 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 14.2096 \\ M_{y3} &= 58.9610 \\ M_{xy3} &= 33.3449 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 138.1578 \\ M_{y4} &= 45.9957 \\ M_{xy4} &= 245.8262 \end{aligned}$$

11. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\left\{ \begin{matrix} D_{34} \\ D_{35} \\ D_{36} \\ D_{58} \\ D_{59} \\ D_{60} \\ D_{61} \\ D_{62} \\ D_{63} \\ D_{37} \\ D_{38} \\ D_{39} \end{matrix} \right\}$

$M_{x1} = -191.9896$
$M_{y1} = 0.9736$
$M_{xy1} = 118.0403$
$M_{x2} = 188.647$
$M_{y2} = 85.1266$
$M_{xy2} = 20.4741$
$M_{x3} = 16.5690$
$M_{y3} = 4.3322$
$M_{xy3} = -277.2501$
$M_{x4} = 1040.5$
$M_{y4} = 11.9$
$M_{xy4} = 22$

12. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{37} \\ D_{38} \\ D_{39} \\ D_{61} \\ D_{62} \\ D_{63} \\ D_{64} \\ D_{65} \\ D_{66} \\ D_{40} \\ D_{41} \\ D_{42} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -789.6546 \\ M_{y1} &= -262.5958 \\ M_{xy1} &= -233.6697 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 256.6771 \\ M_{y2} &= 40.3484 \\ M_{xy2} &= -302.0103 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -80.2399 \\ M_{y3} &= -303.2364 \\ M_{xy3} &= 20.2899 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 228.7495 \\ M_{y4} &= 26.0288 \\ M_{xy4} &= 348.6094 \end{aligned}$$

13. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{40} \\ D_{41} \\ D_{42} \\ D_{64} \\ D_{65} \\ D_{66} \\ D_{67} \\ D_{68} \\ D_{69} \\ D_{43} \\ D_{44} \\ D_{45} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 56.2368 \\ M_{y1} &= 0.1519 \\ M_{xy1} &= 523.429 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 50.4319 \\ M_{y2} &= -283.6356 \\ M_{xy2} &= -43.4958 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -271.5562 \\ M_{y3} &= 81.6414 \\ M_{xy3} &= -90.7106 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -406.5 \\ M_{y4} &= -1786.8 \\ M_{xy4} &= 799.6 \end{aligned}$$

14. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\left. \begin{matrix} D_{43} \\ D_{44} \\ D_{45} \\ D_{67} \\ D_{68} \\ D_{69} \\ D_{70} \\ D_{71} \\ D_{72} \\ D_{46} \\ D_{47} \\ D_{48} \end{matrix} \right\}$

$M_{x1} = -390$
 $M_{y1} = -1784.3$
 $M_{xy1} = -435.7$

$M_{x2} = -266.9821$
 $M_{y2} = 82.3275$
 $M_{xy2} = 109.9299$

$M_{x3} = -0.137$
 $M_{y3} = -638.4734$
 $M_{xy3} = 61.9169$

$M_{x4} = 94.7516$
 $M_{y4} = 304.1495$
 $M_{xy4} = -244.0347$

15. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{49} \\ D_{50} \\ D_{51} \\ D_{73} \\ D_{74} \\ D_{75} \\ D_{76} \\ D_{77} \\ D_{78} \\ D_{52} \\ D_{53} \\ D_{54} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 26.972 \\ M_{y1} &= 138.4423 \\ M_{xy1} &= 2.9924 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -32.8799 \\ M_{y2} &= 71.904 \\ M_{xy2} &= -0.4883 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -14.8962 \\ M_{y3} &= 79.2375 \\ M_{xy3} &= -48.099 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 52.2912 \\ M_{y4} &= 129.5986 \\ M_{xy4} &= -125.2564 \end{aligned}$$

16. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{matrix} D_{52} \\ D_{53} \\ D_{54} \\ D_{76} \\ D_{77} \\ D_{78} \\ D_{79} \\ D_{80} \\ D_{81} \\ D_{55} \\ D_{56} \\ D_{57} \end{matrix} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 118.5121 \\ M_{y1} &= 139.5317 \\ M_{xy1} &= -49.8397 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -35.5328 \\ M_{y2} &= 76.142 \\ M_{xy2} &= -48.0238 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 40.2042 \\ M_{y3} &= 80.475 \\ M_{xy3} &= -61.3741 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -67.2677 \\ M_{y4} &= 122.8686 \\ M_{xy4} &= -57.4501 \end{aligned}$$

17. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{55} \\ D_{56} \\ D_{57} \\ D_{79} \\ D_{80} \\ D_{81} \\ D_{82} \\ D_{83} \\ D_{84} \\ D_{58} \\ D_{59} \\ D_{60} \end{array} \right\}$$

$M_{x1} = 102.5978$
$M_{y1} = 148.3485$
$M_{xy1} = -37.4074$
$M_{x2} = 7.7456$
$M_{y2} = 75.6062$
$M_{xy2} = -80.3492$
$M_{x3} = 118.2006$
$M_{y3} = 57.1609$
$M_{xy3} = -71.5143$
$M_{x4} = 16.1088$
$M_{y4} = 71.6227$
$M_{xy4} = 82.5431$

18. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{matrix} D_{58} \\ D_{59} \\ D_{60} \\ D_{82} \\ D_{83} \\ D_{84} \\ D_{85} \\ D_{86} \\ D_{87} \\ D_{61} \\ D_{62} \\ D_{63} \end{matrix} \right\}$$

$M_{x1} = 190.5463$
$M_{y1} = 97.7883$
$M_{xy1} = -18.5661$
$M_{x2} = 85.9409$
$M_{y2} = 52.3219$
$M_{xy2} = -72.9512$
$M_{x3} = 140.3978$
$M_{y3} = 41.8821$
$M_{xy3} = -64.0769$
$M_{x4} = 10.5663$
$M_{y4} = -35.6859$
$M_{xy4} = 200.4414$

19. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{61} \\ D_{62} \\ D_{63} \\ D_{85} \\ D_{86} \\ D_{87} \\ D_{88} \\ D_{89} \\ D_{90} \\ D_{64} \\ D_{65} \\ D_{66} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 250.6744 \\ M_{y1} &= 0.3304 \\ M_{xy1} &= -17.28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 104.1242 \\ M_{y2} &= 36.4410 \\ M_{xy2} &= -52.8543 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 53.3796 \\ M_{y3} &= 44.3921 \\ M_{xy3} &= -83.5028 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -56.2175 \\ M_{y4} &= -143.087 \\ M_{xy4} &= 262.316 \end{aligned}$$

20. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{64} \\ D_{65} \\ D_{66} \\ D_{88} \\ D_{89} \\ D_{90} \\ D_{91} \\ D_{92} \\ D_{93} \\ D_{67} \\ D_{68} \\ D_{69} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 74.4543 \\ M_{y1} &= -123.4863 \\ M_{xy1} &= -62.0202 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 19.2726 \\ M_{y2} &= 39.2761 \\ M_{xy2} &= -71.5477 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -58.7658 \\ M_{y3} &= 65.7159 \\ M_{xy3} &= -12.5984 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -320.2142 \\ M_{y4} &= -242.7453 \\ M_{xy4} &= 381.8013 \end{aligned}$$

21. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{67} \\ D_{68} \\ D_{69} \\ D_{91} \\ D_{92} \\ D_{93} \\ D_{94} \\ D_{95} \\ D_{96} \\ D_{70} \\ D_{71} \\ D_{72} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -315.6401 \\ M_{y1} &= -242.0592 \\ M_{xy1} &= 22.7504 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -59.8486 \\ M_{y2} &= 65.5535 \\ M_{xy2} &= -48.7033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 11.6684 \\ M_{y3} &= 7.7335 \\ M_{xy3} &= 5.4376 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 53.2559 \\ M_{y4} &= -282.5208 \\ M_{xy4} &= 462.0839 \end{aligned}$$

22. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{73} \\ D_{74} \\ D_{75} \\ D_{97} \\ D_{98} \\ D_{99} \\ D_{100} \\ D_{101} \\ D_{102} \\ D_{76} \\ D_{77} \\ D_{78} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -32.1630 \\ M_{y1} &= 76.6831 \\ M_{xy1} &= -1.4322 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -108.1149 \\ M_{y2} &= -160.246 \\ M_{xy2} &= 2.4145 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -121.9974 \\ M_{y3} &= -154.5157 \\ M_{xy3} &= -46.4771 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -14.732 \\ M_{y4} &= 80.3324 \\ M_{xy4} &= -103.5073 \end{aligned}$$

23. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{76} \\ D_{77} \\ D_{78} \\ D_{100} \\ D_{101} \\ D_{102} \\ D_{103} \\ D_{104} \\ D_{105} \\ D_{79} \\ D_{80} \\ D_{81} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -35.3685 \\ M_{y1} &= 77.237 \\ M_{xy1} &= -54.9208 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -108.3634 \\ M_{y2} &= -152.4706 \\ M_{xy2} &= -36.4725 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -37.2233 \\ M_{y3} &= -98.5391 \\ M_{xy3} &= -75.2178 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 41.3195 \\ M_{y4} &= 87.9107 \\ M_{xy4} &= -82.1755 \end{aligned}$$

24. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{79} \\ D_{80} \\ D_{81} \\ D_{103} \\ D_{104} \\ D_{105} \\ D_{106} \\ D_{107} \\ D_{108} \\ D_{82} \\ D_{83} \\ D_{84} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 8.861 \\ M_{y1} &= 83.0149 \\ M_{xy1} &= -85.6787 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -32.7596 \\ M_{y2} &= -97.8695 \\ M_{xy2} &= -71.9017 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 111.8537 \\ M_{y3} &= 0.7077 \\ M_{xy3} &= -77.2768 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 117.7531 \\ M_{y4} &= 54.1778 \\ M_{xy4} &= 9.6043 \end{aligned}$$

25. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{82} \\ D_{83} \\ D_{84} \\ D_{106} \\ D_{107} \\ D_{108} \\ D_{109} \\ D_{110} \\ D_{111} \\ D_{85} \\ D_{86} \\ D_{87} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 85.4935 \\ M_{y1} &= 49.3388 \\ M_{xy1} &= 91.5375 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 117.0687 \\ M_{y2} &= 1.4899 \\ M_{xy2} &= -87.194 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 112.1167 \\ M_{y3} &= 30.9007 \\ M_{xy3} &= -81.925 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 139.7117 \\ M_{y4} &= 37.308 \\ M_{xy4} &= 108.2972 \end{aligned}$$

26. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{85} \\ D_{86} \\ D_{87} \\ D_{109} \\ D_{110} \\ D_{111} \\ D_{112} \\ D_{113} \\ D_{114} \\ D_{88} \\ D_{89} \\ D_{90} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 103.438 \\ M_{y1} &= 31.8669 \\ M_{xy1} &= -92.7626 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 122.7344 \\ M_{y2} &= 32.4934 \\ M_{xy2} &= -81.3569 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 67.5318 \\ M_{y3} &= 42.0438 \\ M_{xy3} &= -66.7017 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 51.5947 \\ M_{y4} &= 32.4928 \\ M_{xy4} &= 203.151 \end{aligned}$$

27. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{88} \\ D_{89} \\ D_{90} \\ D_{112} \\ D_{113} \\ D_{114} \\ D_{115} \\ D_{116} \\ D_{117} \\ D_{91} \\ D_{92} \\ D_{93} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 17.4877 \\ M_{y1} &= 27.3768 \\ M_{xy1} &= -84.8786 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 77.4755 \\ M_{y2} &= 43.5353 \\ M_{xy2} &= -72.5009 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -35.4538 \\ M_{y3} &= 2.1771 \\ M_{xy3} &= -33.1936 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -58.2885 \\ M_{y4} &= 68.8979 \\ M_{xy4} &= 295.7529 \end{aligned}$$

28. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{91} \\ D_{92} \\ D_{93} \\ D_{115} \\ D_{116} \\ D_{117} \\ D_{118} \\ D_{119} \\ D_{120} \\ D_{94} \\ D_{95} \\ D_{96} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -59.3713 \\ M_{y1} &= 68.7355 \\ M_{xy1} &= -11.5419 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -30.493 \\ M_{y2} &= 2.9212 \\ M_{xy2} &= -35.0437 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 19.1229 \\ M_{y3} &= 55.702 \\ M_{xy3} &= -18.083 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 7.4125 \\ M_{y4} &= -20.6393 \\ M_{xy4} &= 374.7125 \end{aligned}$$

29. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{matrix} D_{97} \\ D_{98} \\ D_{99} \\ D_{121} \\ D_{122} \\ D_{123} \\ D_{124} \\ D_{125} \\ D_{126} \\ D_{100} \\ D_{101} \\ D_{102} \end{matrix} \right\}$$

$M_{x1} = -108.78$
$M_{y1} = -164.6798$
$M_{xy1} = -1.0931$
$M_{x2} = -139.0494$
$M_{y2} = 14.0439$
$M_{xy2} = 0.1125$
$M_{x3} = -110.8836$
$M_{y3} = 16.2718$
$M_{xy3} = -31.0103$
$M_{x4} = -123.1294$
$M_{y4} = -162.0624$
$M_{xy4} = -28.7812$

30. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{100} \\ D_{101} \\ D_{102} \\ D_{124} \\ D_{125} \\ D_{126} \\ D_{127} \\ D_{128} \\ D_{129} \\ D_{103} \\ D_{104} \\ D_{105} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -109.4954 \\ M_{y1} &= -160.0173 \\ M_{xy1} &= -42.8347 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -123.7221 \\ M_{y2} &= 14.346 \\ M_{xy2} &= -29.0114 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -23.6134 \\ M_{y3} &= 12.1374 \\ M_{xy3} &= -47.8691 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -37.4717 \\ M_{y4} &= -100.1953 \\ M_{xy4} &= -9.8463 \end{aligned}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{103} \\ D_{104} \\ D_{105} \\ D_{127} \\ D_{128} \\ D_{129} \\ D_{130} \\ D_{131} \\ D_{132} \\ D_{106} \\ D_{107} \\ D_{108} \end{array} \right\}$$

$M_{x1} = -33.0081$
$M_{y1} = -99.5257$
$M_{xy1} = -68.5424$
$M_{x2} = -31.2148$
$M_{y2} = 10.9972$
$M_{xy2} = -46.1907$
$M_{x3} = 91.9237$
$M_{y3} = 4.209$
$M_{xy3} = -61.5126$
$M_{x4} = 111.572$
$M_{y4} = -1.1706$
$M_{xy4} = 30.8532$

32. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{106} \\ D_{107} \\ D_{108} \\ D_{130} \\ D_{131} \\ D_{132} \\ D_{133} \\ D_{134} \\ D_{135} \\ D_{109} \\ D_{110} \\ D_{111} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 116.7869 \\ M_{y1} &= -0.3884 \\ M_{xy1} &= -72.6586 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 82.9501 \\ M_{y2} &= 2.8629 \\ M_{xy2} &= -62.5583 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 127.495 \\ M_{y3} &= 5.2484 \\ M_{xy3} &= -69.1228 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 111.4319 \\ M_{y4} &= 26.3354 \\ M_{xy4} &= 117.5191 \end{aligned}$$

33. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\left\{ \begin{matrix} D_{109} \\ D_{110} \\ D_{111} \\ D_{133} \\ D_{134} \\ D_{135} \\ D_{136} \\ D_{137} \\ D_{138} \\ D_{112} \\ D_{113} \\ D_{114} \end{matrix} \right\}$

$M_{x1} = 122.0496$
$M_{y1} = 27.9281$
$M_{xy1} = -76.5387$
$M_{x2} = 116.4276$
$M_{y2} = 3.5883$
$M_{xy2} = -68.5983$
$M_{x3} = 85.3125$
$M_{y3} = 3.2119$
$M_{xy3} = 59.192$
$M_{x4} = 66.2548$
$M_{y4} = 33.5308$
$M_{xy4} = 206.9612$

$\xi=0 \quad \eta=0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi=0 \quad \eta=1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi=1 \quad \eta=1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi=1 \quad \eta=0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{112} \\ D_{113} \\ D_{114} \\ D_{136} \\ D_{137} \\ D_{138} \\ D_{139} \\ D_{140} \\ D_{141} \\ D_{115} \\ D_{116} \\ D_{117} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 76.1986 \\ M_{y1} &= 35.0224 \\ M_{xy1} &= -61.275 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 75.7268 \\ M_{y2} &= 1.774 \\ M_{xy2} &= -60.0729 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 26.9254 \\ M_{y3} &= 8.1644 \\ M_{xy3} &= -31.3787 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -34.6633 \\ M_{y4} &= 7.4473 \\ M_{xy4} &= 300.1642 \end{aligned}$$

35. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{115} \\ D_{116} \\ D_{117} \\ D_{139} \\ D_{140} \\ D_{141} \\ D_{142} \\ D_{143} \\ D_{144} \\ D_{118} \\ D_{119} \\ D_{120} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -29.7025 \\ M_{y1} &= 8.1914 \\ M_{xy1} &= -39.049 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 30.7515 \\ M_{y2} &= 8.7383 \\ M_{xy2} &= -31.0758 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -4.0167 \\ M_{y3} &= 3.7499 \\ M_{xy3} &= -11.4997 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 15.7354 \\ M_{y4} &= 33.1187 \\ M_{xy4} &= 331.8614 \end{aligned}$$

Ek 4. Kirişli Radye İçin Eleman Moment Değerleri

1. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \\ D_{25} \\ D_{26} \\ D_{27} \\ D_{28} \\ D_{29} \\ D_{30} \\ D_4 \\ D_5 \\ D_6 \end{Bmatrix}$$

$$M_{x1} = 1.9426$$

$$M_{y1} = 13.8151$$

$$M_{xy1} = 3.4555$$

$$M_{x2} = -4.745$$

$$M_{y2} = 39.5744$$

$$M_{xy2} = -5.1314$$

$$M_{x3} = 1.2416$$

$$M_{y3} = 24.8156$$

$$M_{xy3} = -10.9104$$

$$M_{x4} = 1.7125$$

$$M_{y4} = 9.6874$$

$$M_{xy4} = -19.7454$$

2. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

M_{x1}	=1.5395
M_{y1}	=9.6615
M_{xy1}	=0.524
M_{x2}	=5.1296
M_{y2}	=25.3988
M_{xy2}	=-14.9425
M_{x3}	=-7.2614
M_{y3}	=-4.1152
M_{xy3}	=-17.049
M_{x4}	=-0.3507
M_{y4}	=1.4604
M_{xy4}	=-0.8086

$$\left\{ \begin{matrix} D_4 \\ D_5 \\ D_6 \\ D_{28} \\ D_{29} \\ D_{30} \\ D_{31} \\ D_{32} \\ D_{33} \\ D_7 \\ D_8 \\ D_9 \end{matrix} \right\}$$

3 . eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_7 \\ D_8 \\ D_9 \\ D_{31} \\ D_{32} \\ D_{33} \\ D_{34} \\ D_{35} \\ D_{36} \\ D_{10} \\ D_{11} \\ D_{12} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 1.3991 \\ M_{y1} &= 1.7228 \\ M_{xy1} &= -0.2227 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -6.4323 \\ M_{y2} &= -3.9908 \\ M_{xy2} &= -11.1382 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 14.5252 \\ M_{y3} &= 1.8148 \\ M_{xy3} &= -7.4379 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -5.2894 \\ M_{y4} &= -27.0482 \\ M_{xy4} &= 17.0934 \end{aligned}$$

4. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{10} \\ D_{11} \\ D_{12} \\ D_{34} \\ D_{35} \\ D_{36} \\ D_{37} \\ D_{38} \\ D_{39} \\ D_{13} \\ D_{14} \\ D_{15} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -1.2954 \\ M_{y1} &= -26.4491 \\ M_{xy1} &= -4.6505 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 10.5904 \\ M_{y2} &= 1.2246 \\ M_{xy2} &= -2.6187 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 13.7745 \\ M_{y3} &= 7.8377 \\ M_{xy3} &= 7.9699 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -8.3661 \\ M_{y4} &= -28.972 \\ M_{xy4} &= 17.1635 \end{aligned}$$

5. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\left\{ \begin{matrix} D_{13} \\ D_{14} \\ D_{15} \\ D_{37} \\ D_{38} \\ D_{39} \\ D_{40} \\ D_{41} \\ D_{42} \\ D_{16} \\ D_{17} \\ D_{18} \end{matrix} \right\}$

$M_{x1} = -2.9962$
$M_{y1} = -28.1665$
$M_{xy1} = -6.0982$
$M_{x2} = 5.8023$
$M_{y2} = 6.6419$
$M_{xy2} = 3.2397$
$M_{x3} = 32.9455$
$M_{y3} = -32.5939$
$M_{xy3} = 19.9791$
$M_{x4} = 8.6661$
$M_{y4} = 38.3673$
$M_{xy4} = 10.8807$

6. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{16} \\ D_{17} \\ D_{18} \\ D_{40} \\ D_{41} \\ D_{42} \\ D_{43} \\ D_{44} \\ D_{45} \\ D_{19} \\ D_{20} \\ D_{21} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -14.5876 \\ M_{y1} &= 34.8792 \\ M_{xy1} &= -2.9128 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 54.0787 \\ M_{y2} &= -29.4239 \\ M_{xy2} &= 4.2554 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -134.6179 \\ M_{y3} &= -204.539 \\ M_{xy3} &= -21.0548 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 64.0848 \\ M_{y4} &= 209.9776 \\ M_{xy4} &= -36.4166 \end{aligned}$$

7. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{19} \\ D_{20} \\ D_{21} \\ D_{43} \\ D_{44} \\ D_{45} \\ D_{46} \\ D_{47} \\ D_{48} \\ D_{22} \\ D_{23} \\ D_{24} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 16.9501 \\ M_{y1} &= 202.9074 \\ M_{xy1} &= 14.9812 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -117.7666 \\ M_{y2} &= -202.0113 \\ M_{xy2} &= 13.3429 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 15.5179 \\ M_{y3} &= -71.23 \\ M_{xy3} &= 0.5639 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -5.6405 \\ M_{y4} &= 84.9621 \\ M_{xy4} &= -4.0639 \end{aligned}$$

8. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{25} \\ D_{26} \\ D_{27} \\ D_{49} \\ D_{50} \\ D_{51} \\ D_{52} \\ D_{53} \\ D_{54} \\ D_{28} \\ D_{29} \\ D_{30} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -5.1024 \\ M_{y1} &= 37.1923 \\ M_{xy1} &= 8.3296 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -49.8756 \\ M_{y2} &= 69.7387 \\ M_{xy2} &= -10.569 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -13.0236 \\ M_{y3} &= 45.8073 \\ M_{xy3} &= -39.7294 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 1.1373 \\ M_{y4} &= 24.1207 \\ M_{xy4} &= -74.9336 \end{aligned}$$

9.eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\left. \begin{matrix} D_{28} \\ D_{29} \\ D_{30} \\ D_{52} \\ D_{53} \\ D_{54} \\ D_{55} \\ D_{56} \\ D_{57} \\ D_{31} \\ D_{32} \\ D_{33} \end{matrix} \right\}$

$M_{x1} = 5.0253$
$M_{y1} = 24.7039$
$M_{xy1} = -15.9544$
$M_{x2} = -3.9759$
$M_{y2} = 47.1645$
$M_{xy2} = -46.244$
$M_{x3} = 21.8879$
$M_{y3} = 2.8338$
$M_{xy3} = -39.402$
$M_{x4} = -6.4144$
$M_{y4} = 1.532$
$M_{xy4} = -9.3843$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

10. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{31} \\ D_{32} \\ D_{33} \\ D_{55} \\ D_{56} \\ D_{57} \\ D_{58} \\ D_{59} \\ D_{60} \\ D_{34} \\ D_{35} \\ D_{36} \end{array} \right\}$$

$M_{x1} = -5.5853$
$M_{y1} = 1.6564$
$M_{xy1} = -21.9503$
$M_{x2} = 21.7763$
$M_{y2} = 2.817$
$M_{xy2} = -20.6357$
$M_{x3} = 38.0958$
$M_{y3} = 13.8522$
$M_{xy3} = 0.648$
$M_{x4} = 14.11$
$M_{y4} = -0.9529$
$M_{xy4} = 10.3565$

11. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\left. \begin{matrix} D_{34} \\ D_{35} \\ D_{36} \\ D_{58} \\ D_{59} \\ D_{60} \\ D_{61} \\ D_{62} \\ D_{63} \\ D_{37} \\ D_{38} \\ D_{39} \end{matrix} \right\}$

$M_{x1} = 10.1752$
$M_{y1} = -1.5431$
$M_{xy1} = -2.5575$
$M_{x2} = 31.6711$
$M_{y2} = 12.8885$
$M_{xy2} = 0.2288$
$M_{x3} = 7.3352$
$M_{y3} = 11.548$
$M_{xy3} = 5.592$
$M_{x4} = 13.0468$
$M_{y4} = 2.9864$
$M_{xy4} = 8.1604$

12. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{37} \\ D_{38} \\ D_{39} \\ D_{61} \\ D_{62} \\ D_{63} \\ D_{64} \\ D_{65} \\ D_{66} \\ D_{40} \\ D_{41} \\ D_{42} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 5.0746 \\ M_{y1} &= 1.7905 \\ M_{xy1} &= 14.6207 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 15.1680 \\ M_{y2} &= 12.7229 \\ M_{xy2} &= -0.2717 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -13.892 \\ M_{y3} &= 10.8751 \\ M_{xy3} &= -19.7953 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 33.2219 \\ M_{y4} &= -30.751 \\ M_{xy4} &= 6.9865 \end{aligned}$$

13. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

- D_{40}
- D_{41}
- D_{42}
- D_{64}
- D_{65}
- D_{66}
- D_{67}
- D_{68}
- D_{69}
- D_{43}
- D_{44}
- D_{45}

$M_{x1} = 54.3551$
$M_{y1} = -27.5811$
$M_{xy1} = 14.6497$
$M_{x2} = -23.6332$
$M_{y2} = 9.4139$
$M_{xy2} = -6.4787$
$M_{x3} = 30.4557$
$M_{y3} = 126.266$
$M_{xy3} = 7.3975$
$M_{x4} = -135.9563$
$M_{y4} = -213.4618$
$M_{xy4} = 56.839$

14. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{43} \\ D_{44} \\ D_{45} \\ D_{67} \\ D_{68} \\ D_{69} \\ D_{70} \\ D_{71} \\ D_{72} \\ D_{46} \\ D_{47} \\ D_{48} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -119.105 \\ M_{y1} &= -210.9341 \\ M_{xy1} &= -26.0411 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 33.5966 \\ M_{y2} &= 126.7371 \\ M_{xy2} &= -15.8412 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -10.0413 \\ M_{y3} &= -3.4718 \\ M_{xy3} &= 12.9971 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 19.7551 \\ M_{y4} &= -42.9821 \\ M_{xy4} &= 21.0379 \end{aligned}$$

15. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{49} \\ D_{50} \\ D_{51} \\ D_{73} \\ D_{74} \\ D_{75} \\ D_{76} \\ D_{77} \\ D_{78} \\ D_{52} \\ D_{53} \\ D_{54} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -49.1662 \\ M_{y1} &= 74.4675 \\ M_{xy1} &= 12.5613 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -165.1428 \\ M_{y2} &= 50.6882 \\ M_{xy2} &= -8.4076 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -62.9641 \\ M_{y3} &= 56.2313 \\ M_{xy3} &= -79.6744 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -13.6931 \\ M_{y4} &= 41.3437 \\ M_{xy4} &= -168.6003 \end{aligned}$$

16. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{52} \\ D_{53} \\ D_{54} \\ D_{76} \\ D_{77} \\ D_{78} \\ D_{79} \\ D_{80} \\ D_{81} \\ D_{55} \\ D_{56} \\ D_{57} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -4.6454 \\ M_{y1} &= 42.7008 \\ M_{xy1} &= -48.9384 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -57.3183 \\ M_{y2} &= 57.0781 \\ M_{xy2} &= -101.6487 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 153.1156 \\ M_{y3} &= 0.2424 \\ M_{xy3} &= -68.263 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 23.5781 \\ M_{y4} &= 14.1015 \\ M_{xy4} &= -9.6048 \end{aligned}$$

17. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\left. \begin{matrix} D_{55} \\ D_{56} \\ D_{57} \\ D_{79} \\ D_{80} \\ D_{81} \\ D_{82} \\ D_{83} \\ D_{84} \\ D_{58} \\ D_{59} \\ D_{60} \end{matrix} \right\}$

$M_{x1} = 23.4665$
 $M_{y1} = 14.0848$
 $M_{xy1} = -44.4774$

$M_{x2} = 146.809$
 $M_{y2} = -0.7036$
 $M_{xy2} = -19.7391$

$M_{x3} = 33.1231$
 $M_{y3} = 50.5261$
 $M_{xy3} = 30.2987$

$M_{x4} = 36.7213$
 $M_{y4} = 4.6885$
 $M_{xy4} = -6.3003$

18. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{58} \\ D_{59} \\ D_{60} \\ D_{82} \\ D_{83} \\ D_{84} \\ D_{85} \\ D_{86} \\ D_{87} \\ D_{61} \\ D_{62} \\ D_{63} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 30.2965 \\ M_{y1} &= 3.7248 \\ M_{xy1} &= 11.5822 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 22.8545 \\ M_{y2} &= 48.9858 \\ M_{xy2} &= 6.5265 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -10.083 \\ M_{y3} &= 16.8258 \\ M_{xy3} &= -7.5783 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 7.9987 \\ M_{y4} &= 15.9712 \\ M_{xy4} &= -14.1037 \end{aligned}$$

19. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{61} \\ D_{62} \\ D_{63} \\ D_{85} \\ D_{86} \\ D_{87} \\ D_{88} \\ D_{89} \\ D_{90} \\ D_{64} \\ D_{65} \\ D_{66} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 15.8315 \\ M_{y1} &= 17.1461 \\ M_{xy1} &= -2.7846 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -3.0947 \\ M_{y2} &= 17.8741 \\ M_{xy2} &= -2.4532 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 5.677 \\ M_{y3} &= 14.9434 \\ M_{xy3} &= -2.4865 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -12.8453 \\ M_{y4} &= 17.8532 \\ M_{xy4} &= -8.2543 \end{aligned}$$

20. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{64} \\ D_{65} \\ D_{66} \\ D_{88} \\ D_{89} \\ D_{90} \\ D_{91} \\ D_{92} \\ D_{93} \\ D_{67} \\ D_{68} \\ D_{69} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -22.5865 \\ M_{y1} &= 16.392 \\ M_{xy1} &= -18.2721 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 6.3982 \\ M_{y2} &= 15.0516 \\ M_{xy2} &= -3.6281 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -22.2467 \\ M_{y3} &= -34.2876 \\ M_{xy3} &= -3.3819 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 26.8965 \\ M_{y4} &= 102.538 \\ M_{xy4} &= -24.2666 \end{aligned}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{67} \\ D_{68} \\ D_{69} \\ D_{91} \\ D_{92} \\ D_{93} \\ D_{94} \\ D_{95} \\ D_{96} \\ D_{70} \\ D_{71} \\ D_{72} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 30.0374 \\ M_{y1} &= 103.0092 \\ M_{xy1} &= 15.4607 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -21.0468 \\ M_{y2} &= -34.1077 \\ M_{xy2} &= -0.1075 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 6.4675 \\ M_{y3} &= 17.0579 \\ M_{xy3} &= -7.5368 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -7.3369 \\ M_{y4} &= 14.5576 \\ M_{xy4} &= 10.0338 \end{aligned}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{73} \\ D_{74} \\ D_{75} \\ D_{97} \\ D_{98} \\ D_{99} \\ D_{100} \\ D_{101} \\ D_{102} \\ D_{76} \\ D_{77} \\ D_{78} \end{array} \right\}$$

$M_{x1} = -162.6237$
$M_{y1} = 67.482$
$M_{xy1} = -8.4381$
$M_{x2} = -278.7648$
$M_{y2} = -243.2563$
$M_{xy2} = 19.5574$
$M_{x3} = -233.3336$
$M_{y3} = -165.8852$
$M_{xy3} = -70.261$
$M_{x4} = -59.89$
$M_{y4} = 76.7253$
$M_{xy4} = -185.0432$

23. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{76} \\ D_{77} \\ D_{78} \\ D_{100} \\ D_{101} \\ D_{102} \\ D_{103} \\ D_{104} \\ D_{105} \\ D_{79} \\ D_{80} \\ D_{81} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -54.2442 \\ M_{y1} &= 77.5722 \\ M_{xy1} &= -89 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -267.1533 \\ M_{y2} &= -170.9582 \\ M_{xy2} &= -27.8222 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 473.0915 \\ M_{y3} &= 227.1436 \\ M_{xy3} &= 20.1392 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 147.2963 \\ M_{y4} &= -38.553 \\ M_{xy4} &= -83.9563 \end{aligned}$$

24. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{79} \\ D_{80} \\ D_{81} \\ D_{103} \\ D_{104} \\ D_{105} \\ D_{106} \\ D_{107} \\ D_{108} \\ D_{82} \\ D_{83} \\ D_{84} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 140.9897 \\ M_{y1} &= -39.4989 \\ M_{xy1} &= -48.6709 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 483.749 \\ M_{y2} &= 228.7422 \\ M_{xy2} &= -82.3167 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -149.428 \\ M_{y3} &= -68.0204 \\ M_{xy3} &= -22.4236 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 35.9153 \\ M_{y4} &= 69.1408 \\ M_{xy4} &= -9.921 \end{aligned}$$

25. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{82} \\ D_{83} \\ D_{84} \\ D_{106} \\ D_{107} \\ D_{108} \\ D_{109} \\ D_{110} \\ D_{111} \\ D_{85} \\ D_{86} \\ D_{87} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 25.6467 \\ M_{y1} &= 67.6005 \\ M_{xy1} &= 27.2108 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -113.3775 \\ M_{y2} &= -62.6129 \\ M_{xy2} &= 20.3514 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 35.7088 \\ M_{y3} &= -8.4968 \\ M_{xy3} &= -10.0408 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -10.4074 \\ M_{y4} &= 14.6626 \\ M_{xy4} &= -15.9751 \end{aligned}$$

26. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{85} \\ D_{86} \\ D_{87} \\ D_{109} \\ D_{110} \\ D_{111} \\ D_{112} \\ D_{113} \\ D_{114} \\ D_{88} \\ D_{89} \\ D_{90} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -3.4192 \\ M_{y1} &= 15.7109 \\ M_{xy1} &= -10.7499 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 15.327 \\ M_{y2} &= -11.5541 \\ M_{xy2} &= -12.4696 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -5.8347 \\ M_{y3} &= -11.5558 \\ M_{xy3} &= -5.8178 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 4.9103 \\ M_{y4} &= 9.8323 \\ M_{xy4} &= -8.7238 \end{aligned}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{88} \\ D_{89} \\ D_{90} \\ D_{112} \\ D_{113} \\ D_{114} \\ D_{115} \\ D_{116} \\ D_{117} \\ D_{91} \\ D_{92} \\ D_{93} \end{array} \right\}$$

$M_{x1} = 5.6316$
$M_{y1} = 9.9405$
$M_{xy1} = 0.6889$
$M_{x2} = -2.7622$
$M_{y2} = -11.0949$
$M_{xy2} = -5.9664$
$M_{x3} = -6.3825$
$M_{y3} = 1.861$
$M_{xy3} = -3.7041$
$M_{x4} = -20.5218$
$M_{y4} = -22.7886$
$M_{xy4} = 5.3508$

28. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{91} \\ D_{92} \\ D_{93} \\ D_{115} \\ D_{116} \\ D_{117} \\ D_{118} \\ D_{119} \\ D_{120} \\ D_{94} \\ D_{95} \\ D_{96} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -19.3219 \\ M_{y1} &= -22.6086 \\ M_{xy1} &= -8.9875 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -7.8213 \\ M_{y2} &= 1.6452 \\ M_{xy2} &= -2.5928 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 0.9688 \\ M_{y3} &= -5.8849 \\ M_{xy3} &= -0.0688 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 4.589 \\ M_{y4} &= 4.5343 \\ M_{xy4} &= -3.3439 \end{aligned}$$

29. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{97} \\ D_{98} \\ D_{99} \\ D_{121} \\ D_{122} \\ D_{123} \\ D_{124} \\ D_{125} \\ D_{126} \\ D_{100} \\ D_{101} \\ D_{102} \end{Bmatrix}$$

$M_{x1} = -280.2407$
$M_{y1} = -253.0951$
$M_{xy1} = -18.9$
$M_{x2} = -292.6452$
$M_{y2} = 19.456$
$M_{xy2} = 4.6501$
$M_{x3} = -108.8923$
$M_{y3} = 24.9394$
$M_{xy3} = 23.1416$
$M_{x4} = -233.9365$
$M_{y4} = -169.9047$
$M_{xy4} = -39.3482$

30. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{100} \\ D_{101} \\ D_{102} \\ D_{124} \\ D_{125} \\ D_{126} \\ D_{127} \\ D_{128} \\ D_{129} \\ D_{103} \\ D_{104} \\ D_{105} \end{Bmatrix}$$

$M_{x1} = -267.7562$
$M_{y1} = -174.9777$
$M_{xy1} = -47.605$
$M_{x2} = -85.0605$
$M_{y2} = 28.5142$
$M_{xy2} = 30.8983$
$M_{x3} = 202.3603$
$M_{y3} = -23.323$
$M_{xy3} = -4.3144$
$M_{x4} = 470.7152$
$M_{y4} = 211.301$
$M_{xy4} = -170.2452$

31. eleman,

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{103} \\ D_{104} \\ D_{105} \\ D_{127} \\ D_{128} \\ D_{129} \\ D_{130} \\ D_{131} \\ D_{132} \\ D_{106} \\ D_{107} \\ D_{108} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 481.3726 \\ M_{y1} &= 212.8997 \\ M_{xy1} &= 25.4673 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 186.2791 \\ M_{y2} &= -25.7352 \\ M_{xy2} &= -24.2009 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 79.0605 \\ M_{y3} &= 20.809 \\ M_{xy3} &= -43.3897 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -147.9801 \\ M_{y4} &= -58.3673 \\ M_{xy4} &= -0.9411 \end{aligned}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{106} \\ D_{107} \\ D_{108} \\ D_{130} \\ D_{131} \\ D_{132} \\ D_{133} \\ D_{134} \\ D_{135} \\ D_{109} \\ D_{110} \\ D_{111} \end{Bmatrix}$$

$M_{x1} = -111.9295$
 $M_{y1} = -52.9597$
 $M_{xy1} = -40.3906$

$M_{x2} = 44.5959$
 $M_{y2} = 15.6394$
 $M_{xy2} = -35.4188$

$M_{x3} = -26.2164$
 $M_{y3} = -3.0285$
 $M_{xy3} = 0.8812$

$M_{x4} = 35.2736$
 $M_{y4} = -11.3982$
 $M_{xy4} = -8.8099$

$\xi = 0 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 0 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 1,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$\xi = 1 \quad \eta = 0,$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} D_{109} \\ D_{110} \\ D_{111} \\ D_{133} \\ D_{134} \\ D_{135} \\ D_{136} \\ D_{137} \\ D_{138} \\ D_{112} \\ D_{113} \\ D_{114} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 14.8918 \\ M_{y1} &= -14.4555 \\ M_{xy1} &= -2.1494 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -3.1675 \\ M_{y2} &= 0.4288 \\ M_{xy2} &= 1.8487 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 3.7584 \\ M_{y3} &= 2.3366 \\ M_{xy3} &= -3.709 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -5.479 \\ M_{y4} &= -9.1844 \\ M_{xy4} &= -8.9621 \end{aligned}$$

34. eleman,

$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

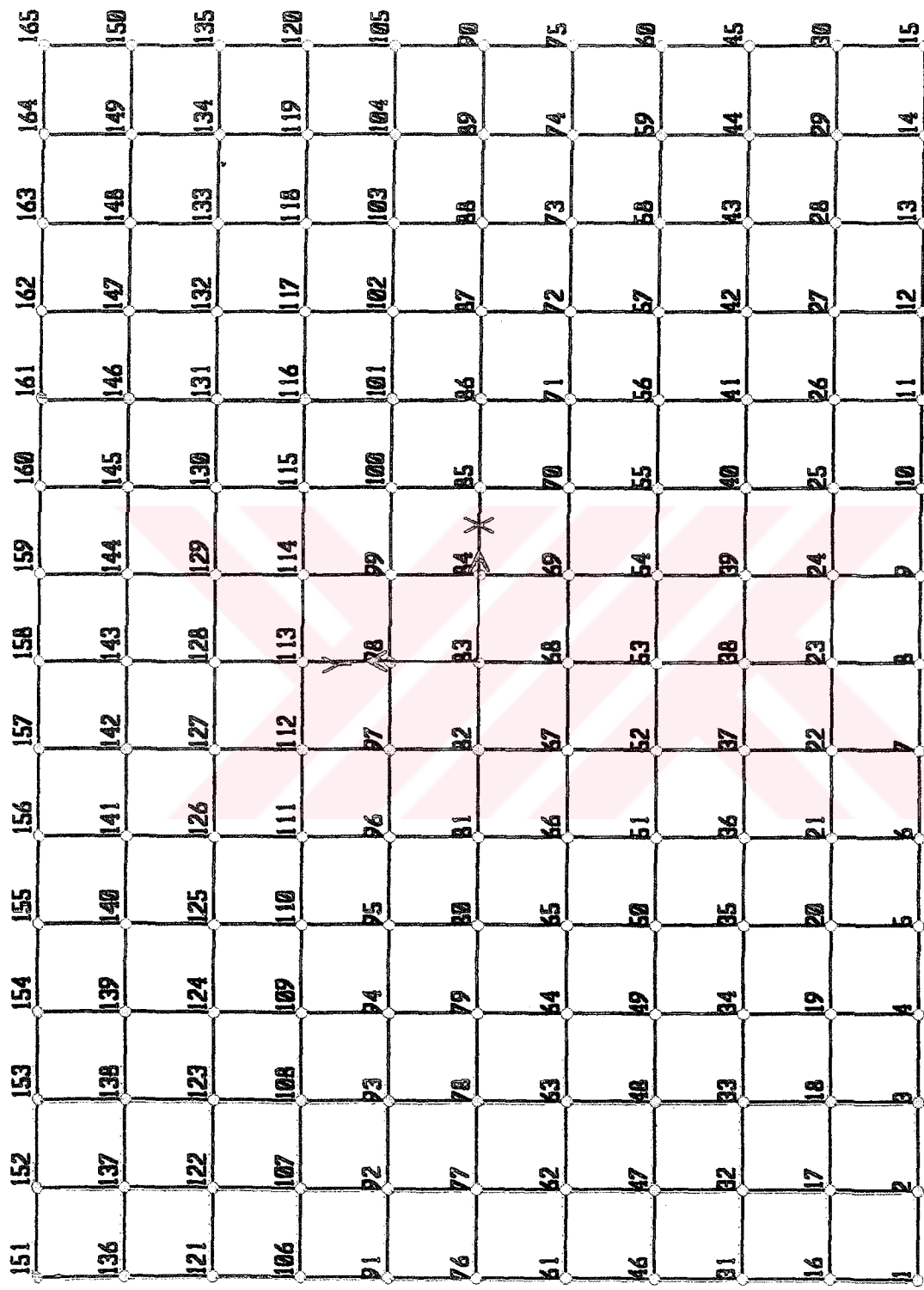
$$\begin{Bmatrix} D_{112} \\ D_{113} \\ D_{114} \\ D_{136} \\ D_{137} \\ D_{138} \\ D_{139} \\ D_{140} \\ D_{141} \\ D_{115} \\ D_{116} \\ D_{117} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -2.4065 \\ M_{y1} &= -8.7235 \\ M_{xy1} &= -6.8941 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -0.5831 \\ M_{y2} &= 1.6854 \\ M_{xy2} &= -4.3894 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= -0.6269 \\ M_{y3} &= 1.2875 \\ M_{xy3} &= -1.7357 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= -7.1542 \\ M_{y4} &= -3.2838 \\ M_{xy4} &= -1.4166 \end{aligned}$$



$$\xi = 0 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 6.9 & 0.6 & -4 & -0.9 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & -2 \\ 6.9 & 4 & -0.6 & -6 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & -0.3 \\ 0.85 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & 0 & 0.85 & 0.85 & 0 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 0 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -0.9 & -0.3 & 0 & 6.9 & -0.6 & -4 & -6 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ -6 & -2 & 0 & 6.9 & -4 & -0.6 & -0.9 & 0 & -0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 1,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -6 & 0 & 2 & 6.9 & -0.6 & 4 & -0.9 & -0.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0 & 0.3 & 6.9 & -4 & 0.6 & -6 & -2 & 0 \\ 0.85 & 0 & -0.85 & 0.85 & 0 & 0.85 & -0.85 & 0.85 & 0.85 & -0.85 & 0 & -0.85 \end{bmatrix}$$

$$\xi = 1 \quad \eta = 0,$$

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = D \cdot \begin{bmatrix} -6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -0.9 & 0.3 & 0 & 6.9 & 0.6 & 4 \\ -0.9 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & -6 & 2 & 0 & 6.9 & 4 & 0.6 \\ 0.85 & 0.85 & 0 & -0.85 & 0 & 0 & 0.85 & 1 & 0.85 & -0.85 & -0.85 & -0.85 \end{bmatrix}$$

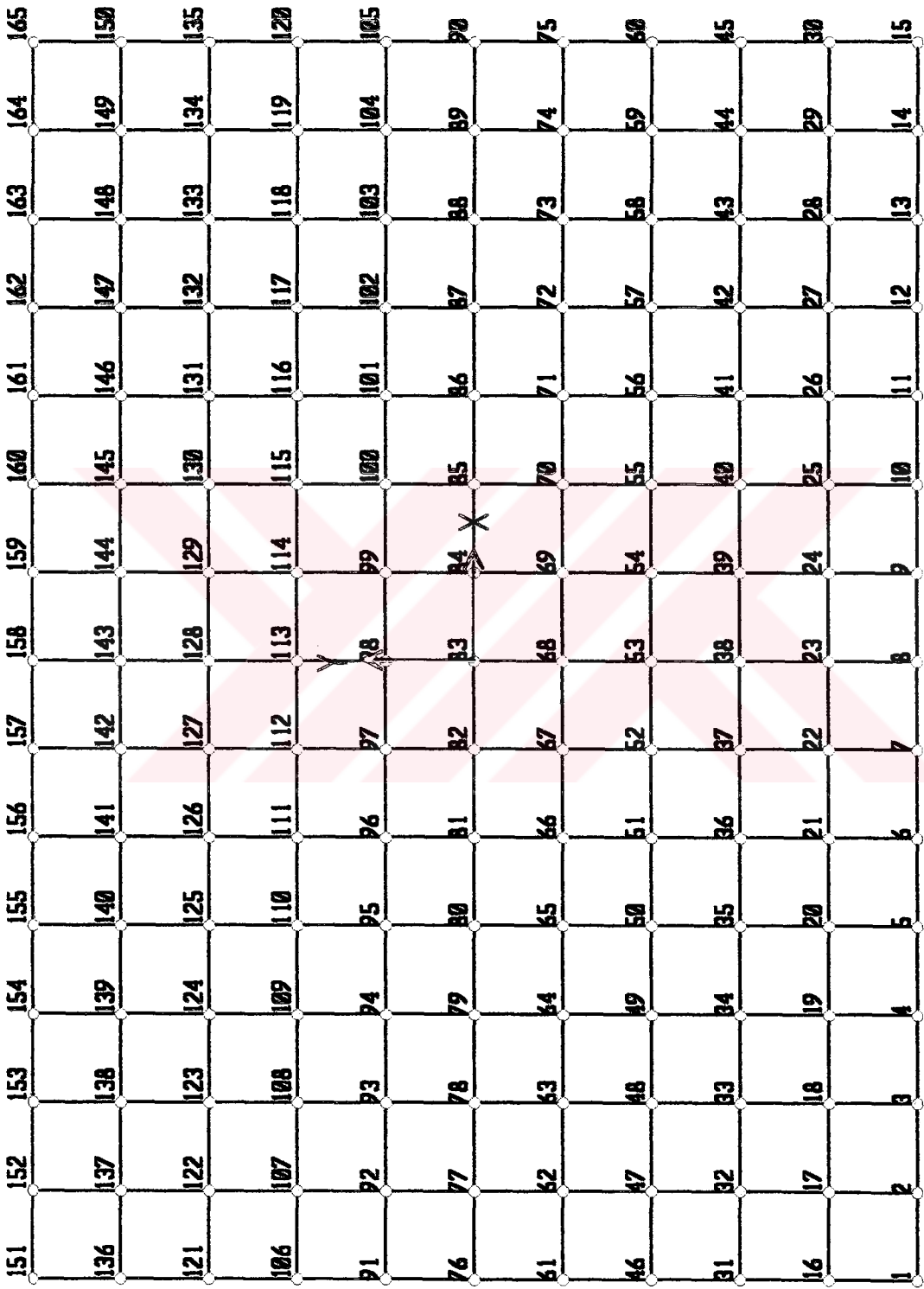
$$\begin{Bmatrix} D_{115} \\ D_{116} \\ D_{117} \\ D_{139} \\ D_{140} \\ D_{141} \\ D_{142} \\ D_{143} \\ D_{144} \\ D_{118} \\ D_{119} \\ D_{120} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -8.593 \\ M_{y1} &= -3.4996 \\ M_{xy1} &= -2.6031 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= -0.2825 \\ M_{y2} &= 1.3392 \\ M_{xy2} &= -2.433 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3} &= 0.6682 \\ M_{y3} &= 1.6485 \\ M_{xy3} &= 0.2426 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x4} &= 1.5894 \\ M_{y4} &= -1.7478 \\ M_{xy4} &= 3.4161 \end{aligned}$$



Ek 5. Kirişsiz Plak İçin SAP2000 Programıyla Çözüm Sonuçları

SAP2000 v7.44 File: RADYE2 KN-m Units PAGE 1
5/19/04 13:47:24

JOINT DISPLACEMENTS

JOINT LOAD	U1	U2	U3	R1	R2	R3
83 LOAD1	0.0000	0.0000	-9.312E-04	0.0000	0.0000	0.0000
84 LOAD1	0.0000	0.0000	-1.180E-03	0.0000	2.654E-04	0.0000
85 LOAD1	0.0000	0.0000	-1.385E-03	0.0000	1.800E-04	0.0000
86 LOAD1	0.0000	0.0000	-1.136E-03	0.0000	2.67E-05	0.0000
87 LOAD1	0.0000	0.0000	-1.625E-03	0.0000	9.52E-05	0.0000
88 LOAD1	0.0000	0.0000	-1.880E-03	0.0000	2.35E-04	0.0000
89 LOAD1	0.0000	0.0000	-2.081E-03	0.0000	2.01E-04	0.0000
90 LOAD1	0.0000	0.0000	-2.310E-03	0.0000	2.02E-04	0.0000
98 LOAD1	0.0000	0.0000	-8.321E-04	1.53E-04	0.0000	0.0000
99 LOAD1	0.0000	0.0000	-8.770E-04	2.51E-04	1.126E-04	0.0000
100 LOAD1	0.0000	0.0000	-1.124E-03	3.76E-04	5.51E-04	0.0000
101 LOAD1	0.0000	0.0000	-1.27E-03	3.79E-04	-3.303E-06	0.0000
102 LOAD1	0.0000	0.0000	-1.52E-03	2.35E-04	8.19E-04	0.0000
103 LOAD1	0.0000	0.0000	-1.92E-03	1.93E-04	3.219E-04	0.0000
104 LOAD1	0.0000	0.0000	-2.209E-03	-8.993E-04	2.52E-04	0.0000
105 LOAD1	0.0000	0.0000	-2.42E-03	1.129E-04	1.82E-04	0.0000

113	LOAD1	0.0000	0.0000	-7.607E-04	-6.215E-07	0.0000	0.0000
114	LOAD1	0.0000	0.0000	-7.538E-04	-4.25E-05	3.626E-05	0.0000
115	LOAD1	0.0000	0.0000	-8.364E-04	2.089E-04	4.74E-05	0.0000
116	LOAD1	0.0000	0.0000	-9.23E-04	3.225E-04	1.398E-04	0.0000
117	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.161E-03	3.69E-04	3.124E-04	0.0000
118	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.864E-03	4.52E-04	5.16E-04	0.0000
119	LOAD1	0.0000	0.0000	-2.25E-03	5.96E-04	3.38E-04	0.0000
120	LOAD1	0.0000	0.0000	-2.35E-03	4.350E-04	1.573E-04	0.0000
128	LOAD1	0.0000	0.0000	-8.45E-04	-2.01E-04	0.0000	0.0000
129	LOAD1	0.0000	0.0000	-8.16E-04	-1.65E-04	-6.65E-05	0.0000
130	LOAD1	0.0000	0.0000	-7.25E-04	1.305E-05	-8.4560E-05	0.0000
131	LOAD1	0.0000	0.0000	-6.924E-04	2.189E-04	1.421E-05	0.0000
132	LOAD1	0.0000	0.0000	-7.780E-04	.954E-04	2.327E-04	0.0000
133	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.248E-03	5.616E-04	3.472E-04	0.0000
134	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.42E-03	7.02E-04	2.847E-04	0.0000
135	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.685E-03	7.002E-04	2.518E-04	0.0000
143	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.322E-03	-1.584E-04	0.0000	0.0000
144	LOAD1	0.0000	0.0000	-9.685E-04	-9.638E-05	-1.644E-04	0.0000
145	LOAD1	0.0000	0.0000	-7.368E-04	2.185E-05	-2.831E-04	0.0000
146	LOAD1	0.0000	0.0000	-4.896E-04	1.777E-04	-1.836E-04	0.0000
147	LOAD1	0.0000	0.0000	-4.204E-04	3.533E-04	2.535E-05	0.0000
148	LOAD1	0.0000	0.0000	-5.260E-04	5.295E-04	1.947E-04	0.0000
149	LOAD1	0.0000	0.0000	-7.623E-04	6.228E-04	2.356E-04	0.0000
150	LOAD1	0.0000	0.0000	-9.613E-04	6.864E-04	2.609E-04	0.0000

158	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.319E-03	3.436E-05	0.0000	0.0000
159	LOAD1	0.0000	0.0000	-9.83E-04	6.25E-06	-2.369E-04	0.0000
160	LOAD1	0.0000	0.0000	-6.632E-04	9.458E-05	-3.177E-04	0.0000
161	LOAD1	0.0000	0.0000	-2.95E-04	2.247E-04	-3.236E-04	0.0000
162	LOAD1	0.0000	0.0000	-6.254E-05	3.571E-04	-1.31E-04	0.0000
163	LOAD1	0.0000	0.0000	-3.01E-05	4.87E-04	5.86E-05	0.0000
164	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.52E-04	6.125E-04	1.538E-04	0.0000
165	LOAD1	0.0000	0.0000	-3.254E-04	6.458E-04	1.854E-04	0.0000



Ek 6. Kirişli Radye İçin SAP2000 Programıyla Çözüm Sonuçları

SAP2000 v7.44 File: RADYE2 KN-m Units PAGE 1
5/19/04 13:47:24

JOINT DISPLACEMENTS

JOINT LOAD	U1	U2	U3	R1	R2	R3
83 LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
84 LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.24E-07	0.0000
85 LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-3.359E-07	0.0000
86 LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-4.19E-07	0.0000
87 LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.68E-06	0.0000
88 LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.35E-06	0.0000
89 LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.51E-05	0.0000
90 LOAD1	0.0000	0.0000	-8.81E-06	0.0000	-1.56E-05	0.0000
98 LOAD1	0.0000	0.0000	-2.12E-05	-5.01E-05	0.0000	0.0000
99 LOAD1	0.0000	0.0000	-1.342E-05	-3.218E-05	-1.126E-05	0.0000
100 LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	1.42E-06	-1.75E-05	0.0000
101 LOAD1	0.0000	0.0000	1.652E-05	2.478E-05	-9.35E-06	0.0000
102 LOAD1	0.0000	0.0000	1.56E-05	2.15E-05	1.19E-05	0.0000
103 LOAD1	0.0000	0.0000	-1.192E-05	4.415E-07	5.168E-05	0.0000
104 LOAD1	0.0000	0.0000	-6.78E-05	-1.5E-05	9.371E-06	0.0000
105 LOAD1	0.0000	0.0000	-3.123E-05	-1.129E-05	-4.745E-05	0.0000

113	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.607E-04	-1.215E-04	0.0000	0.0000
114	LOAD1	0.0000	0.0000	-7.538E-05	-9.65E-05	-7.626E-05	0.0000
115	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	-5.089E-07	-6.512E-05	0.0000
116	LOAD1	0.0000	0.0000	4.124E-05	2.125E-05	-1.398E-05	0.0000
117	LOAD1	0.0000	0.0000	3.161E-05	9.79E-06	2.124E-05	0.0000
118	LOAD1	0.0000	0.0000	7.464E-06	2.42E-05	1.911E-05	0.0000
119	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	5.164E-05	6.488E-06	0.0000
120	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.30E-05	3.350E-05	1.157E-05	0.0000
128	LOAD1	0.0000	0.0000	-3.45E-04	-3.01E-04	0.0000	0.0000
129	LOAD1	0.0000	0.0000	-2.16E-04	-1.882E-04	-2.45E-04	0.0000
130	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	1.105E-05	-1.5560E-04	0.0000
131	LOAD1	0.0000	0.0000	4.824E-05	-2.189E-05	1.421E-05	0.0000
132	LOAD1	0.0000	0.0000	2.70E-05	-1.954E-05	1.807E-05	0.0000
133	LOAD1	0.0000	0.0000	1.248E-05	-9.716E-06	1.472E-05	0.0000
134	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	-1.232E-05	2.847E-06	0.0000
135	LOAD1	0.0000	0.0000	5.751E-06	3.502E-06	-8.418E-06	0.0000
143	LOAD1	0.0000	0.0000	-6.521E-04	-2.184E-04	0.0000	0.0000
144	LOAD1	0.0000	0.0000	-4.485E-04	-1.638E-04	-4.344E-04	0.0000
145	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	-7.885E-05	-2.531E-04	0.0000
146	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	-3.777E-05	5.436E-05	0.0000
147	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	-2.533E-05	-9.31E-06	0.0000
148	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	-8.295E-06	2.847E-06	0.0000
149	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	4.228E-06	-4.356E-06	0.0000
150	LOAD1	0.0000	0.0000	8.713E-06	5.664E-06	-1.109E-05	0.0000

158	LOAD1	0.0000	0.0000	-7.319E-04	-6.436E-05	0.0000	0.0000
159	LOAD1	0.0000	0.0000	-5.23E-04	-7.15E-05	-3.869E-04	0.0000
160	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.632E-04	-1.458E-04	-2.677E-04	0.0000
161	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.95E-05	-1.297E-05	-2.236E-05	0.0000
162	LOAD1	0.0000	0.0000	-1.254E-05	-8.571E-06	-8.31E-06	0.0000
163	LOAD1	0.0000	0.0000	-3.751E-06	-2.187E-06	-8.286E-06	0.0000
164	LOAD1	0.0000	0.0000	5.52E-06	5.125E-06	-9.738E-06	0.0000
165	LOAD1	0.0000	0.0000	1.654E-05	6.358E-06	-9.854E-06	0.0000



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	19. 02. 1981	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1994 – 1998	Kadir Has Lisesi
Lisans	1998 – 2002	Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2002 – 2004	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Müh. Anabilim Dalı, Yapı Programı

Çalıştığı kurumlar

2002 – Devam ediyor YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Görevlisi

