

**KIRIŞSIZ DÖŞEMELERİN  
SONLU FARKLAR METODU İLE ÇÖZÜMÜ**

**İnş. Müh. Fahrettin Başar**

**Anadolu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisans Üstü Yönetmeliği Uyarınca  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır**

**Danışman : Doç. Ömer Rıza Akgün**

**T. C.  
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ  
MERKEZ KÜTÜPHANESİ**

**Ocak - 1987**

**Anadolu Üniversitesi  
Merkez Kütüphane**

## Ö N S Ö Z

Yapı sistemleri sürekli ve süreksiz olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir. Sonsuz serbestlik dereceli sistemlerin çözümü bir diferansiyel veya entegral denklem sistemi ile, sonlu serbestlik dereceli süreksiz sistemlerin çözümü ise cebirsel bir denklem takımı ile elde edilir.

Sonlu farklar yönteminde model olarak süreksiz ortamlar kullanılır. Yöntem ilk olarak C. Runge tarafından 1908 yılında burulma problemlerine, 1922 yılında da H. Marcus tarafından Plaklar teorisinde uygulanmıştır. Zamanımızda ise R.V. Soutwelt'in "RELAXATION METHODS" adlı yayınında geniş bir uygulama alanı bulmuştur (24).

Yabancı literatürde konuyla ilgili çok sayıda çalışma bulunmasına karşılık, ülkemizde son yirmibeş yıllık bir dönem içerisinde bu alanda yapılan birkaç tez çalışması dışında bir yayına rastlanmamıştır.

Bu konuyla ilgili yapılmış tezleri şöyle sıralayabiliriz; 1972 yılında M. İstiklal İNAN tarafından "DİKDÖRTGEN PLAKLARIN SONLU FARKLAR YÖNTEMİYLE ANALİZİ", 1972 yılında Zafer AKKAYA tarafından "DÜZ PLAKLARIN EĞİLMESİ", 1973 yılında M. İstiklal İNAN tarafından "BETONARME DÖŞEMELERDE SONLU FARKLAR YÖNTEMİNİN KULLANILIŞI", 1979 yılında Bülent YILMAZ tarafından "SU DEPOLARININ SONLU FARKLAR YÖNTEMİYLE ANALİZİ" çalışmaları yapılmıştır.

## SEBMOLLERİN LİSTESİ

<u>Sembol</u>	
$x, y, z$	Kartezyen koordinatlar
$r,$	Polar koordinatlar
$r_x, r_y$	Bir plağın orta yüzeyinin sıra ile xz ve yz düzlemlerindeki eğrilik yarıçapları
$h$	Plağın kalınlığı
$q$	Sürekli yayılmış bir yükün şiddeti
$E$	Malzemenin elastik modülü
$\nu$	Poission oranı
$\epsilon$	Birim uzama
$i_x, i_y$	Ortalama yüzeyin x ve y doğrultularındaki eğimi
$\sigma_{xy}$	x ve y eksenlerine göre yüzey burulma
$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$	Gerilmenin x, y ve z eksenlerine paralel normal bileşenleri
$N$	Bir plağın eğilme rijitliği
$\tau$	Kayma gerilmesi
$\tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$	Kartezyen koordinatlarda kayma gerilmesi bileşenleri
$u, v, w$	Yerdeğiştirmelerin bileşenleri
$\sigma^2$	Laplace operatörü
$G$	Kayma modülü
$r_n, r_t$	Ortalama yüzey ile $\alpha$ açısı yapan doğrultunun eğriliği
$r_{nt}$	Yüzey ile n ve t doğrultularına göre burulması
$M_x, M_y$	Bir plağın sıra ile x ve y eksenlerinin birim uzunluğuna isabet eden eğilme momentleri
$M_{xy}$	Bir plağın, x eksenlerine dik kesitinin birim uzunluğuna isabet eden burulma momenti
$M_n, M_{nt}$	Bir plağın, n doğrultusuna dik kesitinin birim uzunluğuna isabet eden eğilme ve burulma momentleri
$V_x, V_y$	Bir plağın z eksenine paralel doğrultuda sıra ile x ve y eksenlerine dik kesitlerinin birim uzunluğuna isabet eden kesme kuvvetleri
$\lambda$	Absis üzerindeki göz aralığıdır.
$\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$	x, y ve z doğrultularındaki birim uzamalar

$\lambda_x, \lambda_y$ 

x ve y doğrultularındaki göz aralığı

 $\alpha$  $(\lambda_x/\lambda_y)^2$  değerini gösterir. $V_n$ 

Bir plağın z eksenine paralel doğrultuda, n doğrultusuna dik kesitinin birim uzunluğuna isabet eden kesme kuvveti

## TABLOLAR LİSTESİ

<u>Tablo</u>		<u>Sayfa</u>
2.1	Sonlu Fark Katsayılarının Merkez Diferansiyellerde Kullanılışı	21
4.1	Örnek 1. ve Örnek 3.'ün Karşılaştırılması	92
4.2	Örnek 2. ve Örnek 4.'ün "	92
5.1	Örnek 1.'in Seyimler Tablosu	110

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. xy Düzleminin Yüklemeden Sonra z Doğrultusunda Eğilmesi	6
1.2. Orta Yüzeyden z Uzaklığındaki Bir Lifin Birim Uzaması	6
1.3. Gerilmelerin Yönleri	8
1.4. Plak Kenarları Boyunca Üniform Olarak Yayılmış Momentler Tesiri İle Basit Eğilmeye Maruz Dikdörtgen Plak	10
1.5. Plaktan Alınan Bir abcd Elemanı Üzerinde z Uzaklığında x ve y Doğrultularındaki Birim Uzamaların Gösterilmesi	10
1.6. Kirişsiz Döşemenin Basit Eğilme Durumu	13
2.1. $y = f(x)$ Fonksiyonunun Grafiği	18
3.1. $W = f(x)$ Fonksiyonu Türevlerinin Sonlu Farklar İfadeleri Şeklinde Gösterilmesinde Kullanılacak İnce Bir Plağın Elemanlara Ayrılması	25
3.2. Kısmi Türevlerin Yaklaşık Sonlu Farklar Denklemleri İle Gösterilmesi	28
3.3. Plakların Kare Elemanlara Ayrılması Halindeki Kısmi Türevlerin Yaklaşık Sonlu Fark Denklemleri	29
3.4. Plağın Bir Kenarının Ankastre Kenar Olması Durumu	29
3.5. Plağın " " Basit Mesnet Kenar Olması Durumu	30
3.6. Plağın " " Serbest Kenar Olmasının I. Durumu	31
3.7. Plağın " " " " " II. Durumu	32
3.8. Plağın İki Serbest Kenarının Kesim Noktasında Sonlu Farkların Uygulanması	32
3.9. Eğilmeye Çalışan Bir Plaktan Alınan Küçük Bir A Parçası Üzerinde Kuvvetlerin Gösterilmesi	34
3.10. Dört Kenarından Serbest ve Tek Kolon Üzerine Oturan Üniform Yayılı Yüklü Kare Döşeme	38

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
3.11.	Dört Kenarından Serbest ve Dört Kolon Üzerine Oturan Uniform Yayılı Yüklü Kare Döşeme	48
3.12.	Dört Kenarından Serbest ve Tek Kolon Üzerine Oturan Uniform Yayılı Yüklü Kare Döşeme	58
3.13.	Dört Kenarından Serbest ve Dört Kolon Üzerine Oturan Üniform Yayılı Yüklü Kare Döşeme	74

## B Ö L Ü M 1

### KİRİŞSİZ DÖŞEMELER VE TEZİN AMACI

#### 1.1 GİRİŞ

Kirişsiz döşemeler, kolonların üzerine başlıklı veya başlıksız olarak doğrudan oturan ve bunlara rijit ya da mafsalla bağlı olan plaklardır (20).

Kirişsiz döşemeler diğer döşeme türlerine kıyasla aşağıdaki avantajlara sahiptir ve bu avantajlar uygulama için birer tercih sebebi olmaktadır.

- Kirişsiz döşemelerde alttan düzgün bir görünüş elde edilir.
- Kalıp, demir ve beton işçilikleri daha kolaydır.

Betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları ile ilgili şartname TS 500 incelendiğinde; kirişsiz döşemelerin son teknoloji karşısında önemini bilindiği ve bu konu üzerinde kabul edilmesi gereken değerlerin de sık sık değiştiği görülür. Eski TS 500 (1969)'da kirişsiz döşemelerin kolonlar üzerinde genişletilme yapılmadan kullanılmasına müsaade edilmemiştir. Yeni TS 500 (1978)'de bu konu yeniden ele alınarak statik hesaplar ve mimari esaslarda önemli değişiklikler yapılmıştır. Yeni şartnameye göre kirişsiz döşemeler kolon başları genişletilmeden de yapılabilir. Bu durumda kolon başlarının üzerinde kayma gerilmelerinin tahkiki yapılmakta ve gerekli kayma donatısı hesaplanmaktadır.

Kirişsiz döşemelerin çözümünde ele alınan değerleri şöyle özetleyebiliriz;

#### 1. Kolon Başlığı Olan Döşemeler:

Mesnet başlarındaki genişletmenin yarıçapı  $0,3 \text{ min. } 1$  ve genişletmeyi meydana getiren koni ve piramidin plak orta düzlemine nazaran eğimi  $1/3$  den küçük olmalıdır. Genişletmenin eğimi  $\geq 1/3$  ise, eğilme donatısının hesabından bu eğimle elde edilen yükseklik faydalı yükseklik olarak alınır.

Plak alt kenarına açıklık momenti için konmuş donatının en az % 50'si mesnet eksenine kadar düz olarak sürülmelidir.

Bir kirişsiz döşeme bir kenarından devamlı olarak mesnetli ise, bu mesnedin direk olarak yarı başlık ve buna komşu olan açıklık şeridi donatıları, bir iç açıklığın açıklık şeridine nazaran % 25 azaltılabilir.

Plak kalınlığı genel olarak 15 cm den küçük olmamalıdır. Ancak çatı altı döşemelerinde 12 cm ye kadar alınabilir.

Plak ve kolonların eğilmeye dayanıklı bağlantısını sağlamak amacı ile kolon kesitinin açıklık yönündeki genişliği, aynı yöndeki eksen açıklığı  $l$  in  $1/20$  sinden ve 30 cm den küçük olmamalıdır. Kolon kesiti kenarlarının ayrıca kat yüksekliğinin  $1/15$  inden de küçük olmamalıdır.

Bu tip döşemelerin kenarları sürekli olarak mesnetlendirilmişse mesnet doğrultusuna paralel ve  $3/4 l$  genişliğinde plak şeridine donatı normal bir iç gözdeki açıklık şeridinin birim genişliğindekinden  $1/4$  az alınabilir.

## 2. Kolon Başlığı Olmayan Döşemeler:

Genelde yayılı ve hareketsiz yükler altında bu tip döşemelere müsaade edilir. Fabrika, atölye döşemeleriyle, 750 kg dan fazla tekerlek yükü olan vasıtaların geçeceği döşemelerde bu tip uygulanmamalıdır.

Plak kalınlığı  $l/30$  dan ince seçilmemeli ve gerilmelerin hesabında kolon şeridi  $0,2 l$ , açıklık şeridi  $0,6 l$  olarak alınmalıdır.

Kolon şeritlerinde hesaplanan donatının en az % 50 si kolon başında, kolon genişliğine plak kalınlığının iki katı eklenerek bulunan genişliği dağıtılmalıdır. Kolonun yarı plak kalınlığı kadar dışarısından geçirilen çepe çevre kesitteki kayma gerilmesinin  $\tau = 3Q/2b_0 \cdot d$  formülü ile tahkiki gereklidir. Burada  $b_0$  kesitin çevre boyu,  $Q$  ilgili kattan gelen en büyük yükü gösterir.

Başlıklı veya başlıksız kirişsiz döşemelerin yaklaşık yöntemle çözümünde aşağıda açıklanan özelliklerin bulunmasına dikkat edilir.

- Her yönde en az üç açıklık olmalıdır.
- Uzun kenarın kısa kenara oranı ikiden fazla olmamalıdır.



Genel denklem  $E = \sigma/\epsilon = \text{sabit}$  (Hooke Kanunu)

$$\epsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \frac{\nu\sigma_y}{E} \quad 1.1.a$$

$$\epsilon_y = \frac{\sigma_y}{E} - \frac{\nu\sigma_x}{E} = 0 \quad 1.1.b$$

E: Malzemenin elastisite modülü

$\nu$ : Poission oranı

Eğilme esnasında y doğrultusundaki yer değiştirmeler ve uzama oranları sıfırdır, çünkü plak y doğrultusunda sonsuz uzun alınmıştır. Bu suretle süreklilik şartı sağlanmış olur.

1.1.b denkleminde  $\sigma_y = \nu \cdot \sigma_x$  bulunur. Bu değeri de 1.1.a da yerine koyarsak  $\epsilon_x = (1 - \nu^2) \cdot \sigma_x / E$  ve Hooke Kanununda yerine koyarsak

$$\sigma_x = \frac{E \cdot \epsilon_x}{1 - \nu^2} = \frac{E \cdot z}{1 - \nu^2} \cdot \frac{d^2w}{dx^2} \quad 1.2$$

elde edilir.

Döşemenin kalınlığı (h) sabit kabul edilerek, kalınlık boyunca lineer olarak dağıldıklarından eğilme momentini gerilmeye bağlı olarak ifade edersek;

$$M = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x \cdot z \cdot dz = \int_{-h/2}^{h/2} \frac{E \cdot z^2}{1 - \nu^2} \cdot \frac{d^2w}{dx^2} dz$$

$$M = \frac{Eh^3}{12(1 - \nu^2)} \cdot \frac{d^2w}{dx^2} \quad 1.3$$

$$N = \frac{Eh^3}{12(1 - \nu^2)} \quad \text{eğilme rijitliği olarak tarif edersek, plağın}$$

elemanter şeridinde ait elastik eğri denklemi

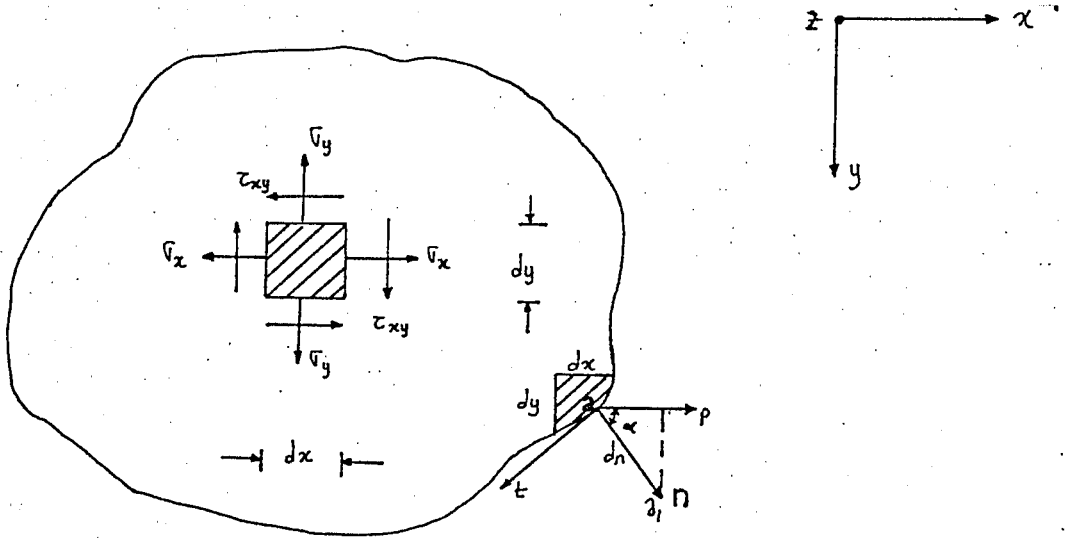
$$-M = N \cdot \frac{d^2w}{dx^2} \quad 1.4$$

olarak bulunur. Plağa normal yük tesir ediyorsa ve sehim husule geldikçe kenarlar serbestçe birbirine yaklaşabiliyorsa M eğilme momenti, elastik eğri denklemini entegre ederek elde edilir.

### 1.3. BASİT EĞİLME TESİRİNDEKİ DÖŞEMELERDE ÖZEL DURUMLAR

Normal yük tesiri altında bulunan döşemenin eğilme esnasında xy düzlemi içinde bulunan noktalar, bu düzleme dik doğrultuda w yer değiştirmesine maruz kalarak plağın ortalama yüzeyini meydana getirirler. Plağın ortalama düzleminin bu yer değiştirmelerine bir plağın sehimleri denir.

Plağın xz düzlemine paralel normal bir kesitinde; ortalama yüzeyin x doğrultusundaki eğimi  $i_x = \partial w / \partial x$ , ortalama yüzeyin y doğrultusundaki eğimi  $i_y = \partial w / \partial y$  dir.



Şekil 1.3. Gerilmelerin Yönleri

x eksenini ile  $\alpha$  açısı yapan herhangi bir  $a_n$  doğrultusunda iki komşu  $a_1$  ve  $a_2$  noktadaki sehimler farkı,

$$dw = \frac{\partial w}{\partial x} \cdot dx + \frac{\partial w}{\partial y} \cdot dy \quad 1.5$$

şeklinde gösterilir. Buna tekabül eden eğim ise;

$$\frac{\partial w}{\partial n} = \frac{\partial w}{\partial x} \cos \alpha + \frac{\partial w}{\partial y} \cdot \sin \alpha \quad 1.6$$

$$\left( \frac{\partial w}{\partial n} \right)_{\max} = \sqrt{\left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2} \quad 1.7$$

dir. 1.6 denklemini sıfıra eşit kılarak eğimi sıfır olan yüzeyin doğrultusunu buluruz.

Sıfır eğimli ve maksimum eğimli doğrultular birbirlerine diktir.

Plak yüzeyinin herhangi bir doğrultudaki eğimi, yüzeyin bu doğrultudaki teğeti ile xy arasındaki açı olarak alınabilir.

Yüzeyin xz düzlemine paralel bir düzlemdeki eğriliği,

$$\frac{1}{r_x} = -\frac{\partial}{\partial x} \cdot \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right) = -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \quad 1.8$$

Yüzeyin yz düzlemine paralel bir düzlemdeki eğriliği,

$$\frac{1}{r_y} = -\frac{\partial}{\partial y} \cdot \left( \frac{\partial w}{\partial y} \right) = -\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \quad 1.9$$

ortalama yüzeyin herhangi bir noktasındaki burulması;

$$\frac{1}{r_{xy}} = \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \quad 1.10$$

denklemlerinden elde edilir.

Herhangi bir  $\alpha$  açısı için;

$$\frac{1}{r_n} = \frac{1}{r_x} \cos^2 \alpha - \frac{1}{r_{xy}} \sin 2\alpha + \frac{1}{r_y} \sin^2 \alpha \quad 1.11$$

$$\frac{1}{r_t} = \frac{1}{r_x} \sin^2 \alpha + \frac{1}{r_{xy}} \sin 2\alpha + \frac{1}{r_y} \cos^2 \alpha \quad 1.12$$

$$\frac{1}{r_{nt}} = \frac{1}{2} \sin 2\alpha \cdot \left( \frac{1}{r_x} - \frac{1}{r_y} \right) + \cos 2\alpha \cdot \frac{1}{r_{xy}} \quad 1.13$$

Maksimum burulma  $\alpha = \pi/4$  olduğu zaman, yani asal düzlemler arasındaki açıları ortalayan iki dik doğrultu aldığımız zaman husule gelir.

$a_n$  ve  $a_t$  doğrultuları asal düzlemlerde bulunduğu takdirde, bunlara karşılık gelen  $1/r_{nt}$  burulması sıfırdır.  $1/r_x$  ve  $1/r_y$  eğriliklerinin her ikisinde pozitif ise yüzey konveksliği aşağı doğru olur. Her ikisinde negatif ise yüzey konveksliği yukarı doğru olur.

Bütün düzlemlerdeki eğrilikleri aynı işarette olan yüzeylere SIKLASTİK, iki asal eğrilikten biri negatif olursa böyle yüzeylere de ANTİLASTİK yüzey denir.

$$\text{Eğriliğin } \frac{1}{r_y} = \frac{-1}{r_x} \text{ olması halinde;}$$

$\alpha = \pi/4$  ve  $\alpha = 3\pi/4$  için eğrilik 0 ve burulma  $\mp 1/r_x$  olur.

$$\sigma_x = \frac{E.z}{1 - \nu^2} \left( \frac{1}{r_x} + \nu \frac{1}{r_y} \right) \quad 1.15.a$$

$$\sigma_y = \frac{E.z}{1 - \nu^2} \left( \frac{1}{r_y} + \nu \frac{1}{r_x} \right) \quad 1.15.b$$

Gerilmeler tarafsız yüzeyden z uzaklığı ile orantılı olup, eğilmiş plağın eğriliklerinin şiddetine bağlıdır.

Eğilme momentlerinin genel denkleminde faydalanarak eğrilikler cinsinden gerilmelerin değerini yazmak istersek;

$$M_x dy = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x \cdot z \cdot dydz \quad \text{ve} \quad M_y dx = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_y \cdot z \cdot dx dz \quad 1.16$$

1.16'daki integrallerde, 1.15 denklemlerindeki gerilme değerleri yerlerine konursa momentlerin eğrilik cinsinden değerlerini denklem 1.17.a ve 1.17.b'de olduğu gibi yazabiliriz.

$$M_x = N \left( \frac{1}{r_x} + \nu \frac{1}{r_y} \right) = -N \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \quad 1.17.a$$

$$M_y = N \left( \frac{1}{r_y} + \nu \frac{1}{r_x} \right) = -N \left( \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \quad 1.17.b$$

Şekil 1.5'deki abcd elemanın z eksenine paralel x ve y eksenlerine göre eğik bir kesitine tesir eden gerilmeleri bulmak için,  $M_n$  ve  $M_{nt}$ 'yi, eğrilik ve döşemenin ortalama yüzeyinin burulmasının fonksiyonu olarak gösterelim.

$$M_n = -N \cdot \left( \frac{\partial^2 w}{\partial n^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \right) \quad 1.18$$

$$M_{nt} = N(1 - \nu) \frac{\partial^2 w}{\partial n \cdot \partial t} \quad 1.19$$

$$\alpha = 0 \quad \text{veya} \quad \alpha = \pi \quad \implies \quad M_n = M_x$$

$$\alpha = \pi/2 \quad \text{veya} \quad \alpha = 3\pi/2 \quad \implies \quad M_n = M_y$$

$M_{nt}$  momentleri  $\alpha$ 'nın bu değerleri için sıfırdır.

Maksimum normal gerilmelerin, xz veya yz düzlemlerine paralel kesitlerde tesir ettiğini 1.20'deki denklemler ile gösterebiliriz.

$$(\sigma_x)_{\max} = \frac{6.M_x}{h^2} \quad \text{ve} \quad (\sigma_y)_{\max} = \frac{6.M_y}{h^2} \quad 1.20$$

a)  $M_x = M_y = M$  durumu

Bu durumda plak küresel bir yüzey şeklinde eğilir.

$$\frac{1}{r_x} = \frac{1}{r_y} = \frac{M}{N(1 + \nu)} \quad 1.21$$

$M_n$  ve  $M_{nt}$  denklemlerinden eğilme momentlerinin bütün çevre boyunca üniform olarak yayıldıkları, burulma momentlerinin ise sıfır olduğu anlaşılır.

Bu durumda herhangi bir plak için  $M_n$  eğilme momenti ile  $M_{nt}$  burulma momenti döşemenin kenarları boyunca yayıldığı taktirde döşemede daima basit eğilme oluşur.

b)  $M_x = M_1$  ve  $M_y = M_2$  ( $M_x \neq M_y$ ) durumu

$$\frac{1}{r_x} = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = -\frac{M_1 - \nu M_2}{N(1 - \nu^2)} \quad 1.22$$

$$\frac{1}{r_y} = \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = -\frac{M_2 - \nu M_1}{N(1 - \nu^2)} \quad 1.23$$

$$\frac{1}{r_{xy}} = \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \quad 1.24$$

c)  $M_2 = -M_1$  durumu:

$$\frac{1}{r_x} = -\frac{1}{r_y} = -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = \frac{M_1}{N(1 - \nu)} \quad 1.25$$

Bu durumda antilastik (eğer) bir yüzey elde edilir. Döşemenin bu şekilde eğilmesi, köşelere tesir eden tekil kuvvetler meydana getirilerek telafi edilir.

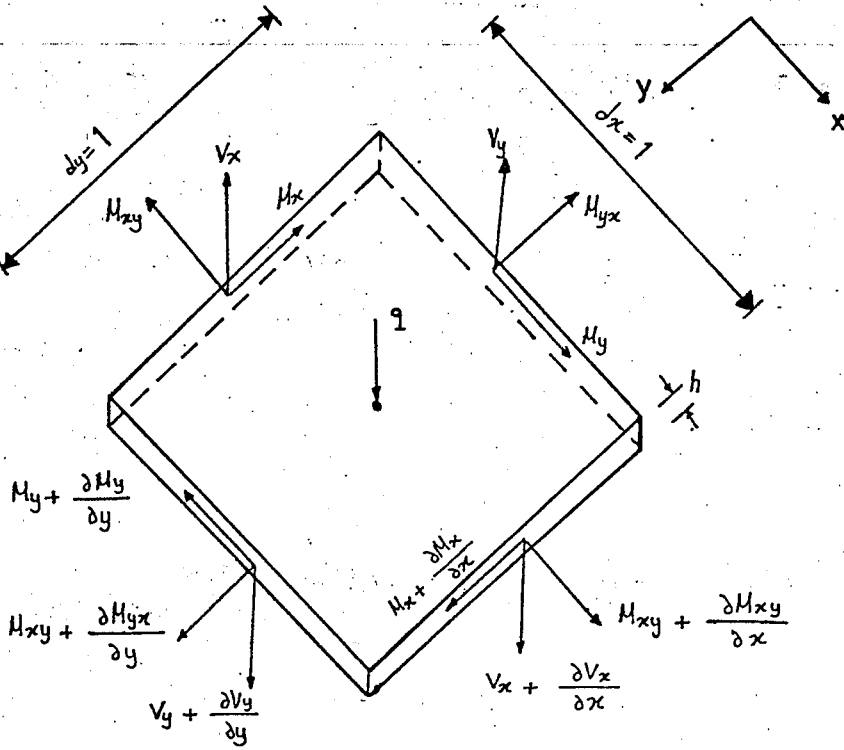
#### 1.4 PLAKLARIN DENGE DENKLEMLERİ

$dx.dy.h$  boyutlarındaki birim elemana (Şekil 1.6) tesir eden bütün kuvvetlerin  $z$  eksenine üzerine izdüşümü alınırsa aşağıdaki denge denklemi yazılabilir.

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} .dx.dy + \frac{\partial Q_y}{\partial y} .dydx + q.dxdy = 0$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} + q = 0$$

1.26 1.26



Şekil 1.6. Kirişsiz döşemenin basit eğilme hali

Elemana tesir eden bütün kuvvetlerin  $x$  eksenine göre momentini alarak 1.27'deki denge denklemini elde ederiz.

$$\frac{\partial M_{xy}}{\partial x} . dxdy - \frac{\partial M_y}{\partial y} .dydx + Q_x.dxdy = 0$$

1.27

**Denklem** 1.27'de  $q$  yükünün momenti ile  $Q_y$  kuvvetindeki değişmeden dolayı meydana gelen moment, ihmal edilmiştir.  $x$  eksenine göre moment;

$$\frac{\partial M_{xy}}{\partial x} - \frac{\partial M_y}{\partial y} + Q_y = 0 \quad 1.28$$

Y eksenine göre moment

$$\frac{\partial M_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial M_x}{\partial x} - Q_x = 0 \quad 1.29$$

1.28 ve 1.29 denklemlerinden  $Q_x$  ve  $Q_y$  bulunup 1.26 denkleminde yerine konulursa 1.30 denklemi elde edilir.

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} - 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} = -q \quad 1.30$$

Daha önce verilen 1.17 ve 1.19 denklemlerinde bulunan moment değerleri 1.30 denklemlerinde yerine konursa 1.31'de verilen DENGE DENKLEMİ elde edilir.

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q}{N} \quad 1.31$$

1.28 ve 1.29 denklemlerinden  $Q_x$  ve  $Q_y$ ,

$$Q_x = -N \frac{\partial}{\partial x} \cdot \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \quad 1.32$$

$$Q_y = -N \frac{\partial}{\partial y} \cdot \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \quad 1.33$$

şeklinde yazılır.

Buradan anlaşıldığına göre plaktaki gerilmeler verilen sınır şartlarında elastik yüzey denge denkleminin entegrasyonundan tayin edilmek şartı ile bulunur.

### 1.5 SINIR ŞARTLARI

x ve y eksenlerinin, döşemenin kenarlarına paralel alındığını farzedelim.

#### a) ANKASTRE KENAR

Döşemenin kenarı ankastre olursa, bu kenar boyunca sehim sıfır olur ve bel vermiş orta yüzeye bu kenar boyunca çizilen teğet, düzlem plağın başlangıçtaki ortalama yüzeyine uygun olur. Bu durumda plak kenarları ne dönebilir ne de yatay düzlemde yer değiştirebilir.

x eksenini ankastre kenar üzerinde ise;

$$(w)_{y=0} = 0, \quad \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)_{y=0} = 0 \quad 1.34$$

olur.

#### b) BASİT MESNETLİ KENAR

Döşemenin  $y = 0$  kenarı basit mesnetli ise, bu kenar boyunca  $w$  sehimi- nin sıfır olması gerekir. Aynı zamanda bu kenar  $x$  eksenine göre serbestçe dönebilir. Bu kenar boyunca  $M_y$  eğilme momentleri yoktur.

$$(w)_{y=0} = 0, \quad \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)_{y=0} = 0 \quad 1.35$$

#### c) KENARIN BOŞTA OLMASI DURUMU

$x = a$  kenarını tamamen serbest kabul edersek, bu kenar boyunca eğilme ve burulma momentleri ile düşey kesme kuvvetleri bulunmaz. Yani,

$$(M_x)_{x=a} = 0, \quad (M_{xy})_{x=a} = 0, \quad (Q_x)_{x=a} = 0 \text{ dır.}$$

$M_{xy}$  burulma momentlerinin yayılış şiddeti; Kirchhoff

$$V'_x = -\left(\frac{\partial M_{xy}}{\partial y}\right)_{x=a}$$

kesme kuvvetinin yayılışı ile statik olarak eşdeğerdir.

$x = a$  serbest kenar boyunca  $M_{xy}$  burulma momenti ile  $Q_x$  kesme kuvvetinin birleştirilmesinden denklem 1.36 elde edilir.

$$V_x = \left(Q_x - \frac{\partial M_{xy}}{\partial y}\right)_{x=a} = 0 \quad 1.36$$

$Q_x$  ve  $M_{xy}$  ifadeleri yerine eğrilikler cinsinden değerini yazarsak,

$$V_x = \left[ \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + (2 - \nu) \frac{\partial^3 w}{\partial x \cdot \partial y^2} \right]_{x=a} = 0 \quad 1.37$$

Eğilme momentlerinin serbest kenar boyunca sıfır olması şartından;

$$\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)_{x=a} = 0 \quad 1.38$$

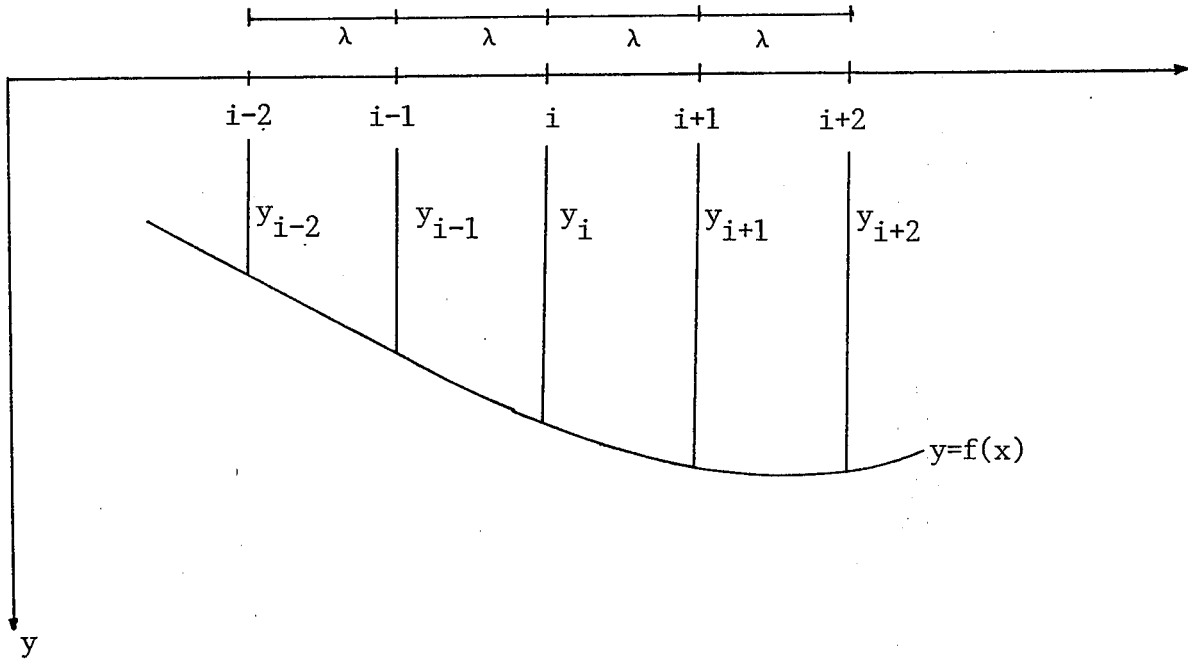
bulunur.

1.37 ve 1.38 denklemleri, plağın  $x = a$  serbest kenarı boyunca gerekli sınır şartlarını gösterirler.



Yapıların durumlarına göre çözüm yöntemlerinin esası diferansiyel denklemlerinin denge ve uygunluk şartına bağlıdır. Yük dağılımı, kesit özellikleri ve sınır şartları matematiksel ifadelerle çözülebilecek şekilde olan yapılar seçilmelidir. Gelişigüzel seçilmiş yapıların çözümü için matematik ve fizik bilgisine gerek duymayan sayısal yöntemlerin kullanılması daha uygundur.

#### SONLU FARKLAR İLE TÜRETİLEN FORMÜLLER



Şekil 2.1  $Y = f(x)$  Fonksiyonunun Grafiği

Şekil 2.1'deki  $y = f(x)$  fonksiyonunun  $x = a$  civarındaki Taylor serisinin denklemini şu şekilde yazılabilir.

$$y(x) = y(a) + \frac{(x-a)}{1!} y'(a) + \frac{(x-a)^2}{2!} y''(a) + \dots + \frac{(x-a)^{n-1}}{(n-1)!} y^{(n-1)}(a) + \dots$$

$x = a + \lambda$  durumunda denklem 2.1 şöyle olur.

$$y(a + \lambda) = y(a) + \frac{\lambda}{1!} y'(a) + \frac{\lambda^2}{2!} y''(a) + \frac{\lambda^3}{3!} y'''(a) + \dots$$

$$\dots + \frac{\lambda^{n-1}}{(n-1)!} y^{n-1}(a) + \dots \quad 2.2$$

$y = f(x)$  fonksiyonunun  $x_{i-\frac{1}{2}}$  noktasındaki türevi;

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{i-\frac{1}{2}} \approx \frac{1}{\lambda} (y_i - y_{i-1}) \quad 2.3$$

dır.  $\lambda_i$  absis üzerindeki göz aralığı.

$i$  ile  $i+1$  noktaları arasındaki orta noktanın çökme miktarı şu ifade ile gösterilir.

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{i+\frac{1}{2}} \approx \frac{1}{\lambda} (y_{i+1} - y_i) \quad 2.4$$

$i$  noktasındaki eğrinin ikinci türevi, yaklaşık olarak  $i + \frac{1}{2}$  ve  $i - \frac{1}{2}$  noktalarında farkları  $\lambda$ 'ya bölünmüş olarak ifade edilir. (Denklem 2.5)

$$\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_i \approx \frac{1}{\lambda} \left[ \left(\frac{dy}{dx}\right)_{i+\frac{1}{2}} - \left(\frac{dy}{dx}\right)_{i-\frac{1}{2}} \right] \quad 2.5$$

Bu ifade de 2.3 ve 2.4 denklemleri kullanılarak 2.6 denklemi elde edilir.

$$\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_i \approx \frac{1}{\lambda^2} (y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}) \quad 2.6$$

Burada her durum için fonksiyonun türevi terim olarak açıklanmıştır ve istenen noktaya simetrik olarak yerleştirilebilir.

Çok katlı türevleri hesaplamak için bu işlem istenen en büyük  $Y$  değerine varıncaya kadar tekrarlanır. Sonlu eleman katsayıları 2.6 de gösterilmiştir olur.

$y = f(x)$  fonksiyonunun üzerindeki noktaların Taylor serisinin yazılışı aşağıda gösterildiği gibidir.

$$y(x_i+1) = y(x_i) + \frac{\lambda}{1!} y^1(x_i) + \frac{\lambda^2}{2!} y^{11}(x_i) \dots + \frac{\lambda^n}{n!} y^n(x_i) \quad 2.7$$

$$y(x_i-1) = y(x_i) - \frac{\lambda}{1!} y^1(x_i) + \frac{\lambda^2}{2!} y^{11}(x_i) \dots + \frac{\lambda^n}{n!} y^n(x_i)$$

$y_i^1$  türevinin bulunması:

$$y_i^1 = (y_{i+1} - y_i)/\lambda \quad \text{ve} \quad y_i^1 = (y_i - y_{i-1})/\lambda \quad 2.8$$

2.8 denklemlerinin ortak çözümünden

$$y_i^1 = \frac{1}{2\lambda} (y_{i+1} - y_{i-1}) \quad 2.9$$

elde edilir.

$y_i^{11}$  türevinin bulunması:

$$y_{i+1}^1 = \frac{1}{2\lambda} (y_{i+2} - y_i) \quad \text{ve} \quad y_{i-1}^1 = \frac{1}{2\lambda} (y_i - y_{i-2}) \quad 2.10$$

2.10'da verilen denklemlerin ortak çözümünden

$$y_i^{11} = \frac{1}{2\lambda} (y_{i+1}^1 - y_{i-1}^1) \quad 2.11$$

elde edilir.

2.10 denklemlerini 2.11 denkleminde yerine koyarsak  $y_i^{11}$  'nin türevinin en son şekli;

$$y_i^{11} = \frac{1}{2\lambda} \left[ \frac{1}{2\lambda} (y_{i+2} - y_i) - \frac{1}{2\lambda} (y_i - y_{i-2}) \right] \quad 2.12$$

$$y_i^{11} = \frac{1}{\lambda^2} (y_{i-1} - 2y_i + y_{i+1}) \quad 2.13$$

elde edilir.

$y_i^{111}$  türevinin bulunması:

$$y_{i+1}^{11} = \frac{1}{\lambda^2} (y_{i+2} - 2y_{i+1} + y_i) \quad 2.14$$

$$y_{i-1}^{11} = \frac{1}{\lambda^2} (y_{i-2} - 2y_{i-1} + y_i)$$

2.14 denklemlerinden 2.15 denklemini elde edilir.

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_i = \frac{1}{2\lambda} (y_{i+1} - y_{i-1}) - \frac{\lambda^2}{3!} y_i^{111} - \frac{\lambda^4}{5!} y_i^5 - \dots \quad 2.18$$

2.18'deki denklemi 2.9 denklemi ile karşılaştırırsak  $y_i^1$  türevi için hata oranı;

$$\varepsilon_1 = -\frac{\lambda^2}{6} y_i^{111} - \frac{\lambda^4}{120} y_i^5 - \dots \quad 2.19$$

bulunur.

$$\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_i = \frac{1}{\lambda^2} (y_{i-1} - 2y_i + y_{i+1}) - \frac{2\lambda^2}{4!} y_i^4 - \frac{2\lambda^4}{6!} y_i^6 \dots \quad 2.20$$

2.20'deki denklemide 2.11 denklemi ile karşılaştırırsak  $y_i^{11}$  türevi için hata oranı;

$$\varepsilon_2 = -\frac{\lambda^2}{12} y_i^4 - \frac{\lambda^4}{360} y_i^6 \quad 2.21$$

bulunur.

$y_i^{111}$  ve  $y_i^{1V}$  türevlerinin hata oranları ise şöyledir,

$$\varepsilon_3 = -\frac{\lambda^2}{4} y_i^5 \quad \varepsilon_4 = -\frac{\lambda^2}{6} y_i^6 \quad 2.22$$

Yukarıdaki denklemlerden  $\lambda^2$  mertebesinin değerinin ilk hata terimine bağlı olduğu görülmektedir. Doğruluk derecesine,  $\lambda$ 'nın en yüksek derecesi alınarak yaklaşılır.

### 2.3 GENEL FORMÜLLERİN SONLU FARK KATSAYILARI İLE GÖSTERİLMESİ

$$h = \lambda$$

$$\frac{\partial w}{\partial y} = \frac{1}{2h} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = \frac{1}{h^2} \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{h^2} \begin{bmatrix} & 1 & & \\ 1 & -4 & & 1 \\ & & 1 & \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = \frac{1}{4h^2} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} = \frac{1}{h^3} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & -2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} = \frac{1}{h^4} \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 4 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\sigma^4 = \frac{1}{h^4} \begin{bmatrix} & & & 1 & & \\ & 2 & -8 & 2 & & \\ 1 & -8 & 20 & -8 & 1 & \\ & 2 & -8 & 2 & & \\ & & & 1 & & \end{bmatrix}$$

## BÖLÜM 3

## KİRİŞSİZ DÖŞEMELERİN SONLU FARKLAR YÖNTEMİ İLE ÇÖZÜLMESİ

## 3.1 GİRİŞ

Bu bölümde ince plakların çözümünde sonlu farklar yöntemi kullanılacaktır. Burada plağa etkiyen yükün tipine bağlı olarak iki farklı problem ortaya çıkar.

Plağın yüzeyine veya x-y düzlemine, bütün kuvvetler uygulandığında ve  $\sigma_z$ ,  $\tau_{zx}$ ,  $\tau_{xz}$ ,  $\tau_{zy}$ , ve  $\tau_{yz}$  sıfır iken meydana gelen gerilme  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  ve  $\tau_{xy}$  ( $=\tau_{yx}$ ) dir. Bu kuvvetlere DÜZLEM KUVVETLERİ denir. plak düzleminin herhangi bir yer değiştirmesi x ve y eksenlerindeki iki düzlemle ifade edilebilir.

Normal yüklemekten dolayı etkilenen ince plaklar, eğilebildiklerinden EĞİLME PLÂKALARI olarak ifade edilirler. Bunların çözümünde plaka yüzeyinin ortasındaki gerilme ihmal edilir ve buradaki noktaların düzlemdeki sapması sıfır kabul edilir.

Böylece plâkanın ortasındaki (x-y) düzleminin herhangi bir noktasındaki yer değiştirme, z doğrultusunda ve x,y eksenleri etrafında iki dönme ile ifade edilir.

Bunlara bağlı olarak iki yükleme tipine ait sapmalar her tipe göre hesap edilir.

Plağın eğilmesi ve düzlem gerilme problemleri sonlu farklar yönteminin temelini teşkil eden kısmi diferansiyel denklemler yardımıyla çözülür.

Düzlemin x yönündeki eğriliği;

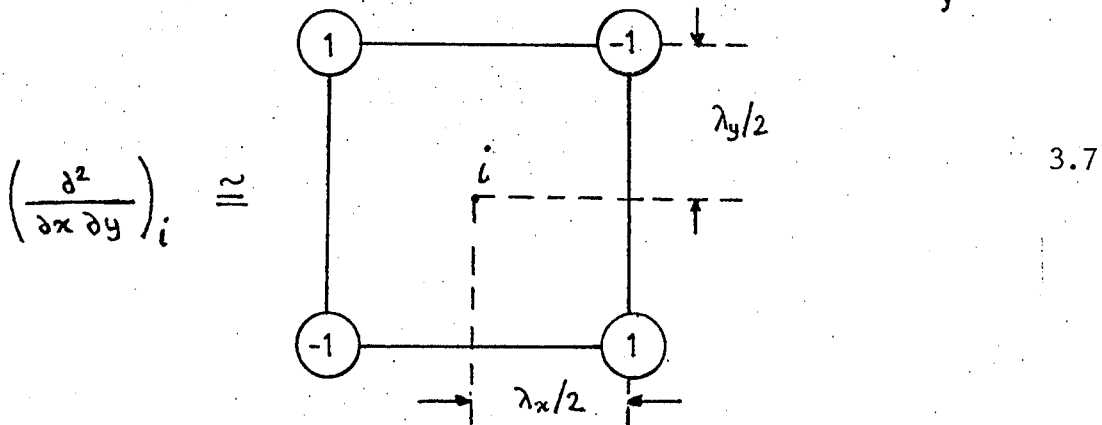
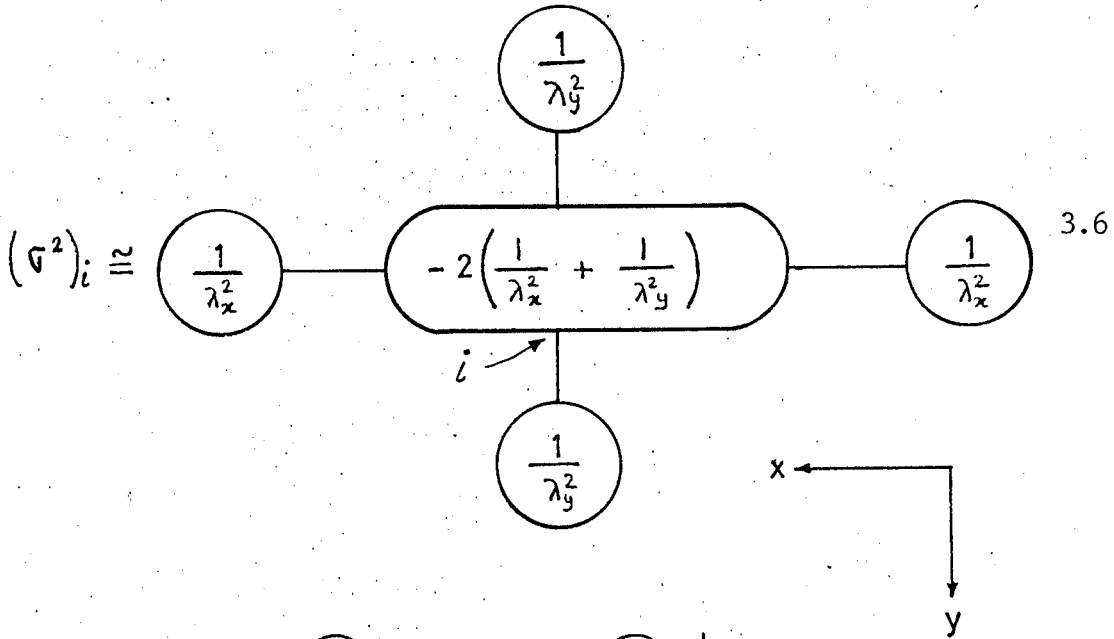
$$\left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2}\right)_0 = \frac{1}{\lambda_x^2} \cdot \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_0 \\ w_2 \end{bmatrix} \quad 3.3$$

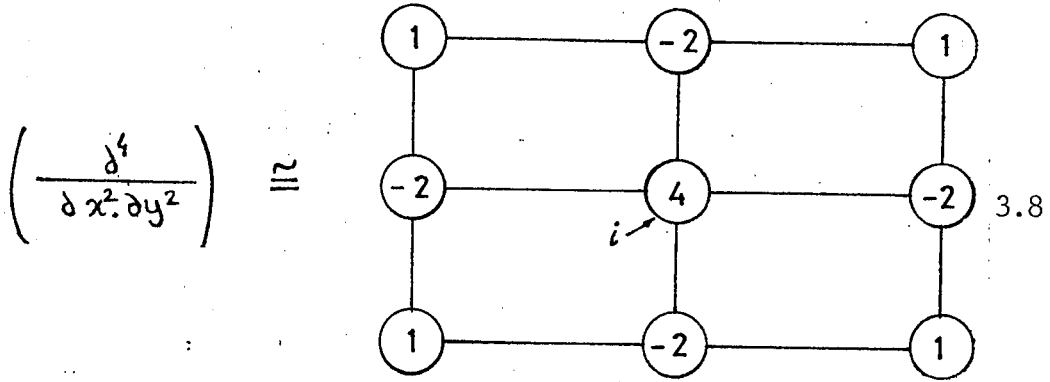
$$\left(\frac{\partial^2 W}{\partial y^2}\right)_0 = \frac{1}{\lambda_y^2} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_3 \\ w_0 \\ w_4 \end{bmatrix} \quad 3.4$$

x ve y değişkenlerinden Laplas operatörü;

$$\sigma^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \quad 3.5$$

Merkezi farklı kısmi türevlerin katsayıları;





Bu katsayılar yardımı ile plak üzerinde istenen herhangi bir noktanın sonlu farklar çözümü bulunur.

$$(\sigma^2 w)_0 \cong \frac{1}{\lambda^2_x} \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_0 \\ w_2 \end{bmatrix} + \frac{1}{\lambda^2_y} \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_3 \\ w_0 \\ w_4 \end{bmatrix} \quad 3.9$$

$$\begin{aligned} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)_i &\cong \frac{1}{\lambda_y} \left[ \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)_7 - \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)_6 \right] \\ &= \frac{1}{\lambda_x \lambda_y} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_2 \\ w_0 \\ w_3 \\ w_5 \end{bmatrix} \quad 3.10 \end{aligned}$$

0 noktasına karışık türev alırsak merkezi 0 noktası ve boyutları  $2\lambda_x$ ,  $2\lambda_y$  olan dikdörtgenin dört köşesindeki  $w$ 'lar denklem 3.10 daki gibi ifade edilir.

Genel olarak seçilen  $i$  noktası için 3.9 ve 3.10'da ifade edilen  $w$ 'ların katsayılarının çıkarılması denklem 3.6'dan elde edilir.

### 3.3 KİRİŞSİZ DÖŞEMELERİN SONLU FARK DENKLEMLERİ

Denklem 3.9'da gösterilen  $(\sigma^2)_i$  değeri,  $x$  ve  $y$  koordinatlı bir fonksiyon için  $\sigma^2$  Laplace operatörünün sonlu farklar şeklini vermektedir ve 3.6 denkleminde şematik olarak gösterilmiştir.

$\sigma^2(w)$  fonksiyonuna Laplace operatörü uygulandığında ve 3.6'da gösterilen örnek katsayılar yardımı ile  $\sigma^2(\sigma^2 w)$  türevinin sonlu farklar şekline çevrilmiş durumu elde edilir.

$\sigma^2(\sigma^2 w)$  denge denkleminin değeri;

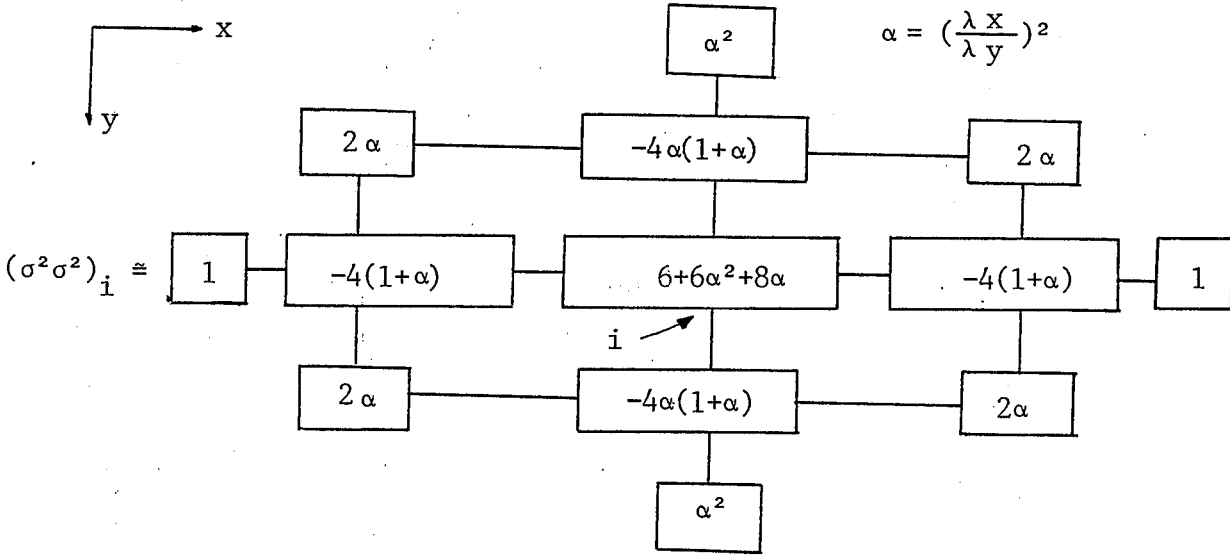


$$\sigma^2(\sigma^2 w) = \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \quad 3.11$$

dır.

$\sigma^2(\sigma^2 w)$  operatörünün örnek katsayıları,  $i$  noktasına uygulandığında  $w = f(x,y)$  fonksiyonunun değerini  $x$  ve  $y$  değişkenlerine bağlı kalarak ve döşeme üzerinde işlediğimiz elemanların biçimine göre iki farklı şekilde gösterilebilir.

a)  $\lambda_x \neq \lambda_y$  durumu (Genel durum):



Şekil 3.2  $(\sigma^2 \sigma^2)_i$  Kısmi Türevinin Yaklaşık Sonlu Fark Denklemleri İle Gösterilmesi. Bütün Katsayıların Çarpım Katsayısı  $1/\lambda_x^4$  dır.

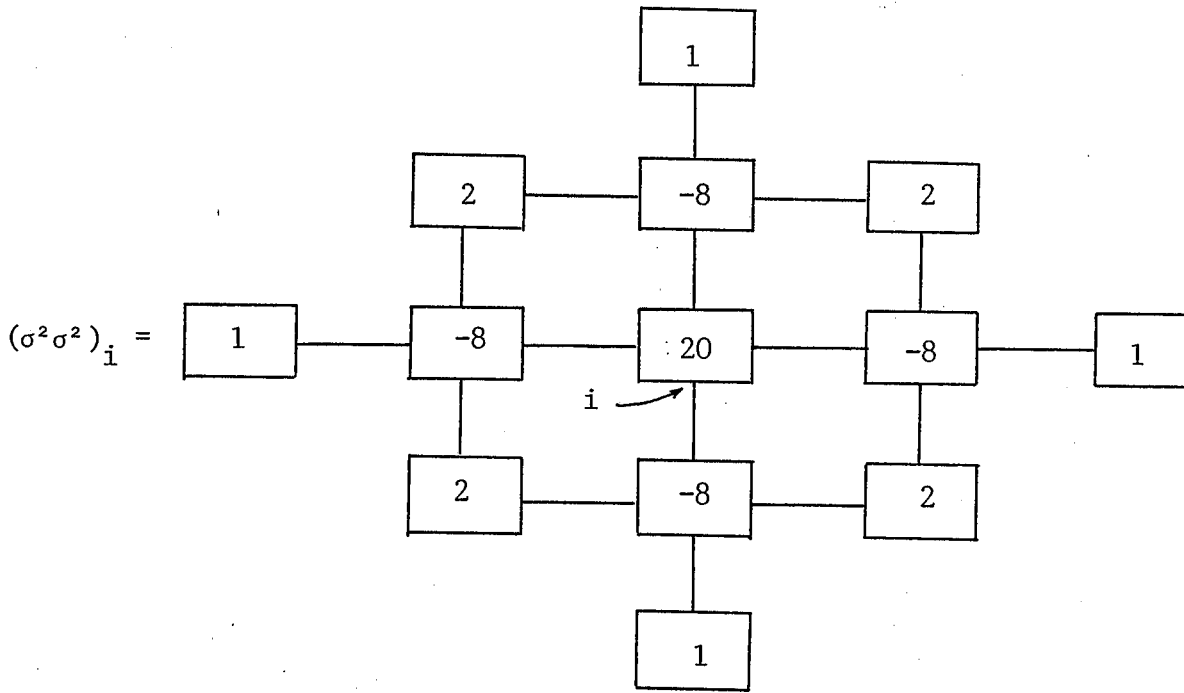
b)  $\lambda_x = \lambda_y$  durumu:

Şekil 3.4 deki tablolarda katsayılar 3.8 ve 3.11 denklemlerinin birlikte türetilmesinden elde edilmiştir.

1. Bölümdeki plak teorisinden

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q}{N}$$

şeklinde denge denklemi çıkartılabilir. Bu ifade sonlu farkların çözümünde



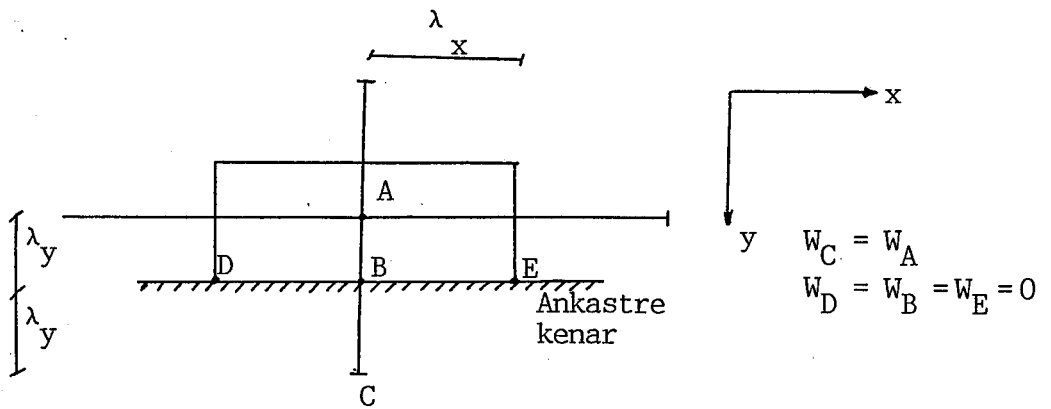
Şekil 3.3 Plakların kare Elemanlara Ayrılması Halindeki  $(\sigma^2 \sigma^2)_i$  Kısmi Türevlerin Yaklaşık Sonlu Fark Denklemleri Bütün Katsayıların Çarpım Katsayısı  $1/\lambda^4$  dür.

$$\sigma^2(\sigma^2 w) = \frac{q}{N} \quad \text{veya} \quad [\text{katsayılar}] \times [w] = \frac{q}{N} \quad 3.13$$

olarak gösterilebilir.

### 3.4 SINIR ŞARTLARI

#### a) Ankastre Kenar



Şekil 3.4 Plağın Bir Kenarının Ankastre Kenar Olması Hali

Ankastre kenar üzerindeki tüm noktaların dönme ve eğimi, kenarın normal yüzeyine göre sıfırdır.

$$w = 0 \quad \text{ve} \quad \partial w / \partial n = 0 \quad 3.14$$

3.13 nolu denklemde gösterilen sonlu farklar yöntemi A noktasına uygulandığında, hayali alınan C noktasındaki dönme  $W_A$ 'ya eşittir ve ankastre kenar üzerinde bulunan noktalardaki dönme sıfırdır.

Burada plak kenarına bitişik iç noktalardaki çökme, A'ya uygulanan yük şiddetine göre bağıntı kuruldu. 3.13 denklemde gösterilen sonlu farklar denklemi, bütün iç noktalara uygulandığında hesaplanacak düğüm noktalarındaki çökmeler için yeteri kadar denklem vermektedir.

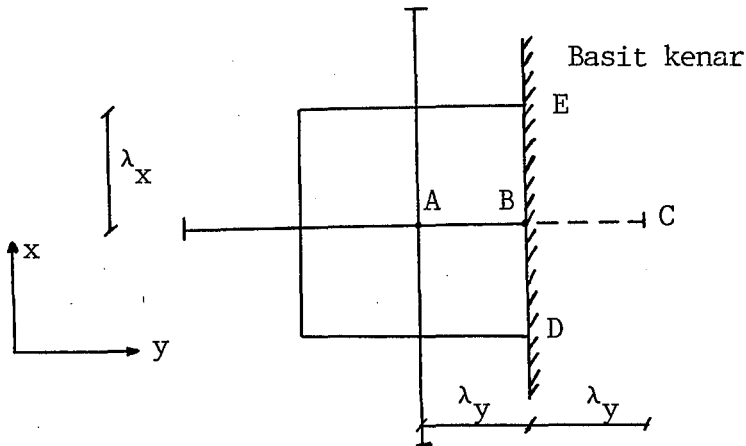
b) Basit mesnetlenmiş kenar:

$$w = 0 \quad \text{ve} \quad M_n = 0 \quad 3.15$$

Basit mesnetlenmiş kenar üzerindeki tüm noktalarda, çökme ve  $M_n$  eğilme momenti sıfırdır.

Döşemenin basit olarak mesnetlenmiş düzgün kenarı x eksenine paralel ise;

$$W_D = W_B = W_E = 0 \quad \text{ve} \quad W_C = -W_A$$

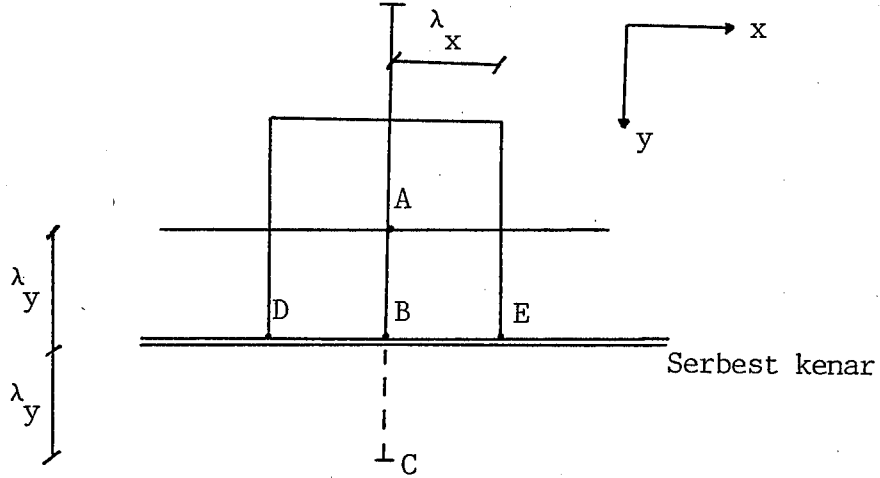


Şekil 3.5 Plağın Bir Kenarının Basit Mesnet Kenar Olması Hali

Plağın kenarı 3.15 denklemdeki şartlar altında doğru veya düz şekilde iken, plağa paralel simetrik bir plak hayal ediliyor. Hayali plağın yüklenmesi de simetrik olacak şekilde düşünülür.

Yukarıdaki sehim eşitlikleri, 3.13 denkleminde verilen sonlu farklar denkleminde kullanılırsa düğüm noktalarıyla ilgili istenen çözümler bulunur.

c) Serbest Kenar



Şekil 3.6 Plağın Bir kenarının Serbest Kenar Olmasının I Hali

Serbest kenar üzerindeki herhangi bir noktanın eğilme momenti sıfırdır. ( $M_n = 0$ ) ve normal kuvvetin bulunmaması gerekir.

Burada  $Q_n$  kesme kuvveti ve  $M_{nt}$  burulma momentleri tek denklem olarak şöyle yazılabilir.

$$Q_n - \frac{\partial M_{nt}}{\partial s} = 0 \quad 3.16$$

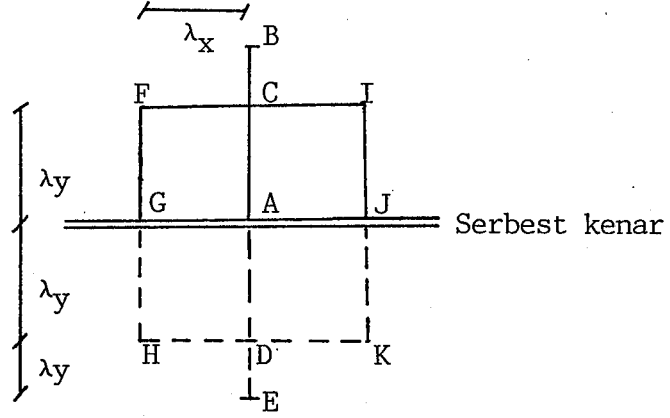
Serbest kenarın x eksenine paralel olması durumunda, ( $\theta = 90$  ve  $\partial s = -\partial x$ ) serbest kenarın durumu şu şekli alır.

$$\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0 \quad 3.17$$

$$\frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + (2 - \nu) \frac{\partial^3 w}{\partial y \cdot \partial x^2} = 0 \quad 3.18$$

Burada plağın iç noktalarından birisi olan A noktası için 3.17 denklemi kullanılarak ve hayali bir C noktasının dönmesi serbest kenar ve iç noktalar cinsinden sonlu fark değerlerine göre denklem 3.19 gibi yazılarak C noktasının değeri yok edilir.

$$\frac{1}{\lambda^2 y} (w_C - 2w_B + w_A) + \frac{\nu}{\lambda^2 x} (w_E - 2w_B + w_D) \cong 0 \quad 3.19$$



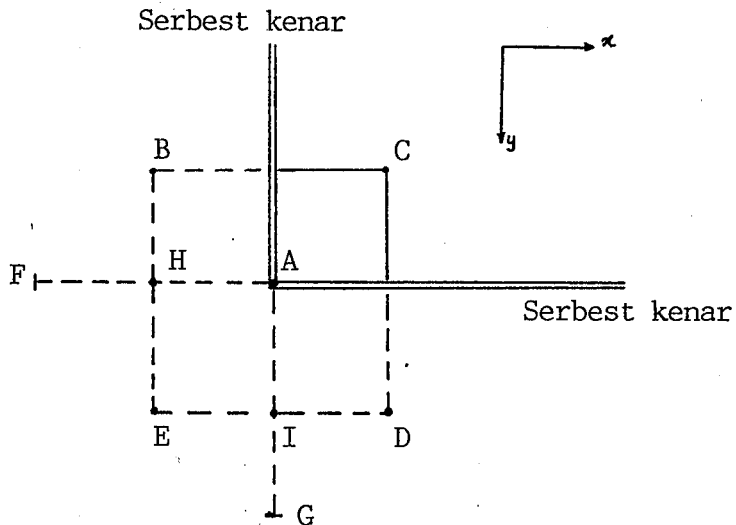
Şekil 3.7 Plağın Bir Kenarının Serbest Kenar Olmasının II. Hali

Şayet 3.17'deki sonlu fark denkleminin serbest kenar üzerinde bulunan A noktasına uygulanması durumunda şekil 3.7'de görülen H,D,K ve E noktalarındaki dönmelerin  $W_E$  şeklinde tarif edilmesi istenirse 3.18 denklemi kullanılarak sonlu farklara göre şöyle yazılır;

$$\frac{1}{2\lambda_y^3} (W_E - 2W_D + 2W_C - W_B) + \frac{2 - \nu}{2\lambda_y} \cdot \left( \frac{W_K - 2W_D + W_H}{\lambda_x^2} - \frac{W_I - 2W_C + W_F}{\lambda_x^2} \right) \approx 0 \quad 3.20$$

Şekil 3.7'de görülen H,D,K değerleri 3.19 denkleminde bulunarak 3.20 denkleminde yerlerine konursa hayali noktalarındaki sehimler yerine plak üzerinde bulunan gerçek noktalar cinsinden yazılabilir.

d) İki serbst kenarın köşesindeki durum:



Şekil 3.8 Plağın İki Serbest Kenarının Kesim Noktasında Sonlu Farkların Uygulanması

x ve y eksenlerine paralel olarak serbest kenarlar köşede çakışırsa; x ve y eksenine paralel tüm hayali noktalar için 3.19 ve 3.20 denklemleri uygulanır. Plağın köşesinde ise burulma momenti  $M_{xy} = 0$  olmaktadır. Bunu sonlu farklar şeklinde şöyle gösterebiliriz;

$$\frac{N(1 - \nu)}{4\lambda_x \cdot \lambda_y} (W_B - W_C + W_D - W_E) \approx 0 \quad 3.22$$

A noktasının bulunduğu köşeye 3.17 denklemi uygulandığında ve B,D,G, F,H,I hayali noktalarındaki deplasmanlar 3.19 ve 3.20 denklemlerinin kullanılması durumunda E noktasının deplasmanı 3.21 nolu denklemden çekilerek hayali noktaların değeri iç noktaların deplasmanları cinsinden bulunur.

### 3.5 KESİT TESİRLERİ İÇİN FARK DENKLEMLERİ

Eğilmeye çalışılan bir plaktan alınan küçük bir A parçası üzerinde kuvvetler Şekil 3.9'da gösterilmiştir.

Yayıllı yüke uygulanan kalın bir plağın içinden dx dy boyutlarında ve h kalınlığında bir A parçası üzerinde eğilme hareketini inceliyelim. Gerilmeyi çözmek için denge ve blokun yer değiştirmesi göz önünde bulundurulmalıdır.

#### a) Denge durumu

Kuvvet vektörünün toplamı ve dx dy kenarlarının etrafındaki momentlerin toplamı sıfırdır.

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} + q = 0$$

$$\frac{\partial M_x}{\partial x} + \frac{\partial M_{yx}}{\partial y} - Q_x = 0 \quad 3.22$$

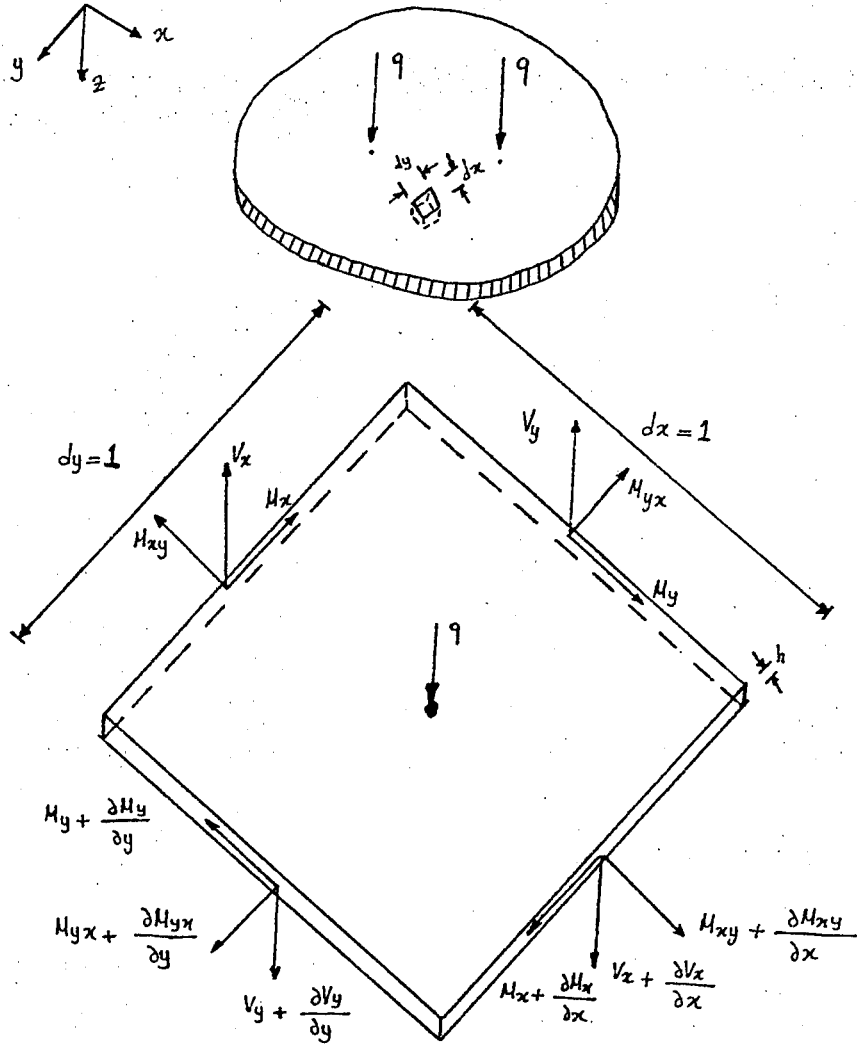
$$- \frac{\partial M_y}{\partial y} + \frac{\partial M_{xy}}{\partial x} + Q_y = 0$$

Böylece birim alana uygulanan yükün şiddetine q dersek, yukarıdaki üç denklem bir denklem şeklinde gösterilebilir (Denklem 3.23).

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \cdot \partial y} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} = -q \quad 3.23$$

#### b) Deformasyon

x ve y eksenleri yönündeki u ve v deplasmanları, herhangi bir noktada yüzeyin ortasından z uzaklığındadırlar ve deplasmanlar aşağıdaki terimler ile ifade edilir.



Şekil 3.9 Eğilmeye Çalışan Bir Plaktan Alınan Küçük Bir A Parçası Üzerinde Kuvvetlerin Gösterilmesi

$$u = -z \frac{\partial w}{\partial x} \quad \text{ve} \quad v = -z \frac{\partial w}{\partial y} \quad 3.24$$

Aynı noktanın birim uzama ifadesi deplasmanlar cinsinden şöyledir;

$$\epsilon_x = -z \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \quad \epsilon_y = -z \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}, \quad \nu_{xy} = -2z \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \quad 3.25$$

Homojen ve izotrop plaklar için Hook Kanununa göre gerilme, birim uzamaya bağlıdır ve gerilmeler düzlemin eğrilikleri cinsinden aşağıdaki gibi gösterilebilirler,

$$\begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{bmatrix} = -\frac{E \cdot z}{(1 - \nu^2)} \cdot \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & (1 - \nu) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \partial^2 w / \partial x^2 \\ \partial^2 w / \partial y^2 \\ \partial^2 w / \partial x \cdot \partial y \end{bmatrix} \quad 3.26$$







3.34

$$(Q_y)_i \cong \frac{-N}{2 \cdot \lambda_x^2 \cdot \lambda_y}$$

$$\alpha = \left( \lambda_x / \lambda_y \right)^2 \quad \nu = 0.3$$

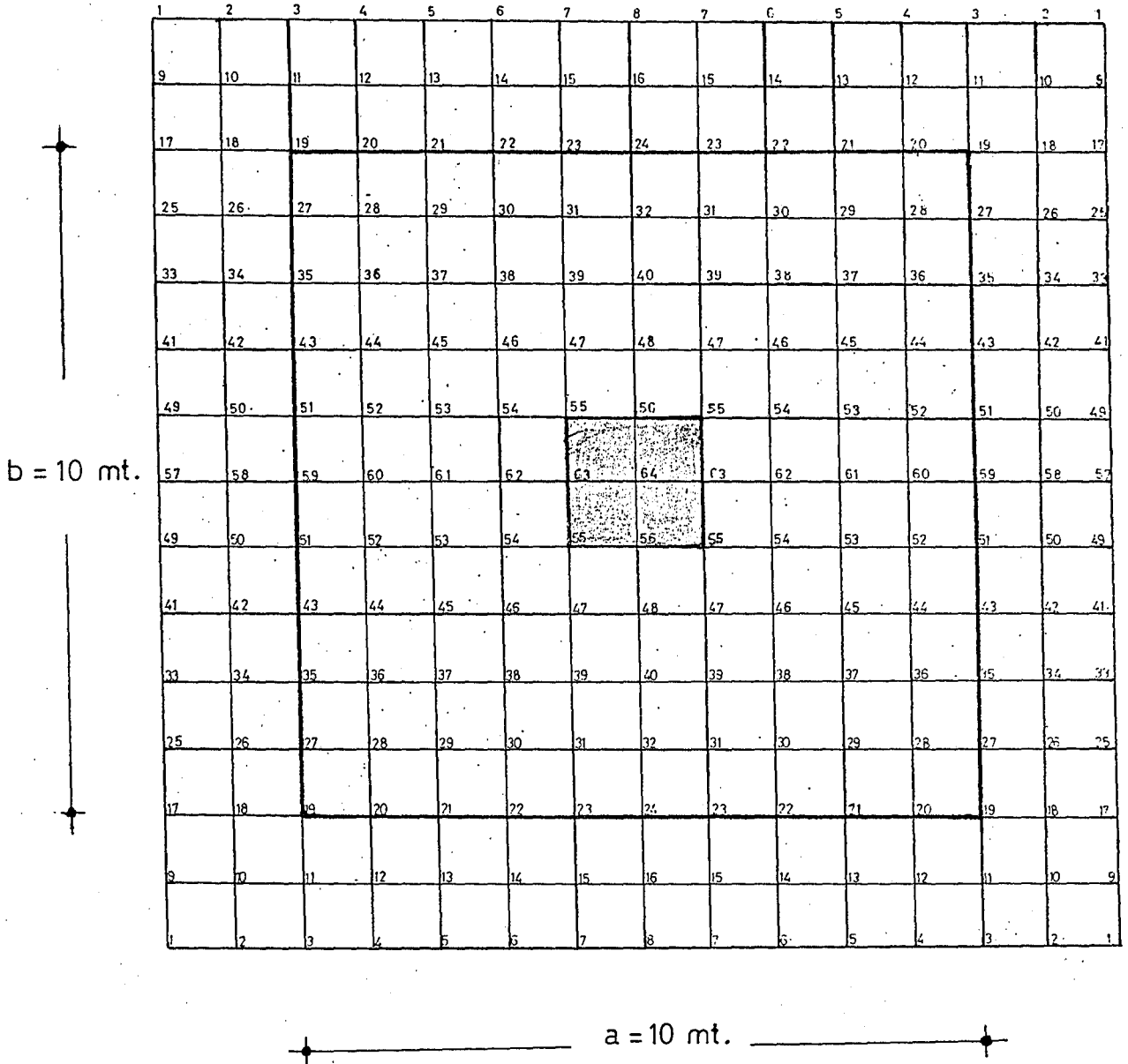
Eğilme momentlerini ve burulma momentlerini ise  $M_x$ ,  $M_y$  ve  $M_{xy}$  değerleri cinsinden aşağıdaki gibi gösterebiliriz.

$$\begin{bmatrix} M_n \\ M_{nt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos^2 \theta & \sin^2 \theta & -\sin 2\theta \\ \frac{\sin 2\theta}{2} & -\frac{\sin 2\theta}{2} & \cos 2\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{bmatrix}$$

Burada anlatılmaya çalışılan konu bir ve iki boyutlu ortamda denge problemlerini çözmek için kullanılan sonlu fark metodundaki esas prensipleri ortaya koymuştur. Bu yöntem geniş bir problem sınıfına doğrudan doğruya diğer herhangi bir yöntemden daha çok uygulanabilir. En büyük avantajlarından biri sınırları düzgün olmayan iki boyutlu sistemlerin çözümünde kullanılmasıdır. Burada çok sayıda denklem ve değişken bulunmasına rağmen her bir denklem hakiki sayısı sürekli sisteme ait esas diferansiyel denklemin yerini alan hesap moleküllerinin büyüklüğüne bağlı olmak üzere, az sayıda bilinmeyeni içerir. Bundan başka bütün bu denklemler arasında hep aynı denklemin yaklaşımları olmaları sebebi ile büyük bir benzerlik vardır.

Bu yöntemin kullanılmasında genel olarak yakınsaklık hızı o kadar yavaştır ki oldukça büyük sistemlerde elle hesap yapılması hiç bir zaman mümkün değildir. Bu durumda bilgisayar kullanılmasını hemen hemen mecbur kılar.

## ÖRNEK - 1

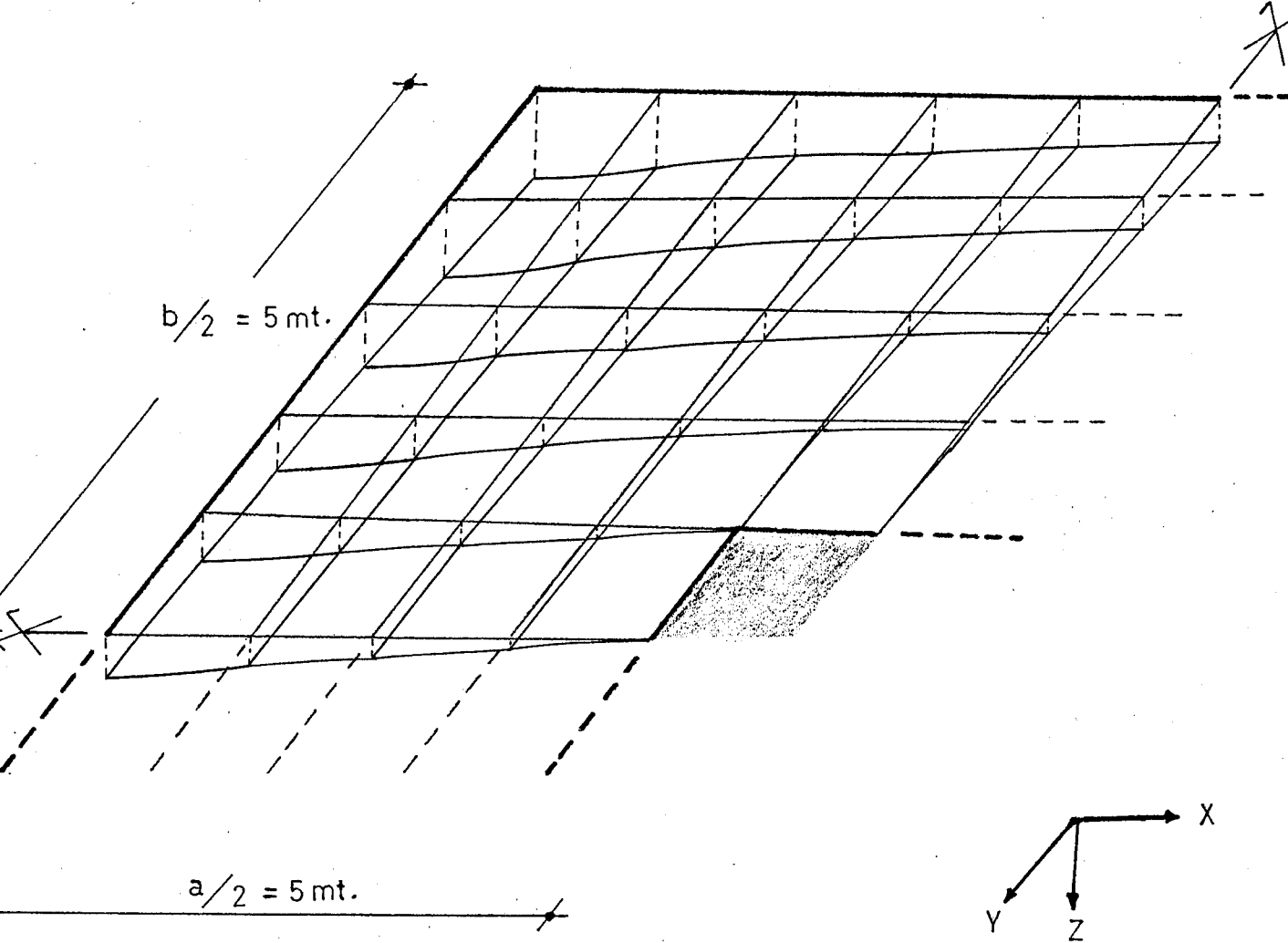


Sekil 3.10. Dört Kenarından Serbest ve Tek Kolon Üzerine Oturan Üiform Yayılı Yüklü Kare Döşeme

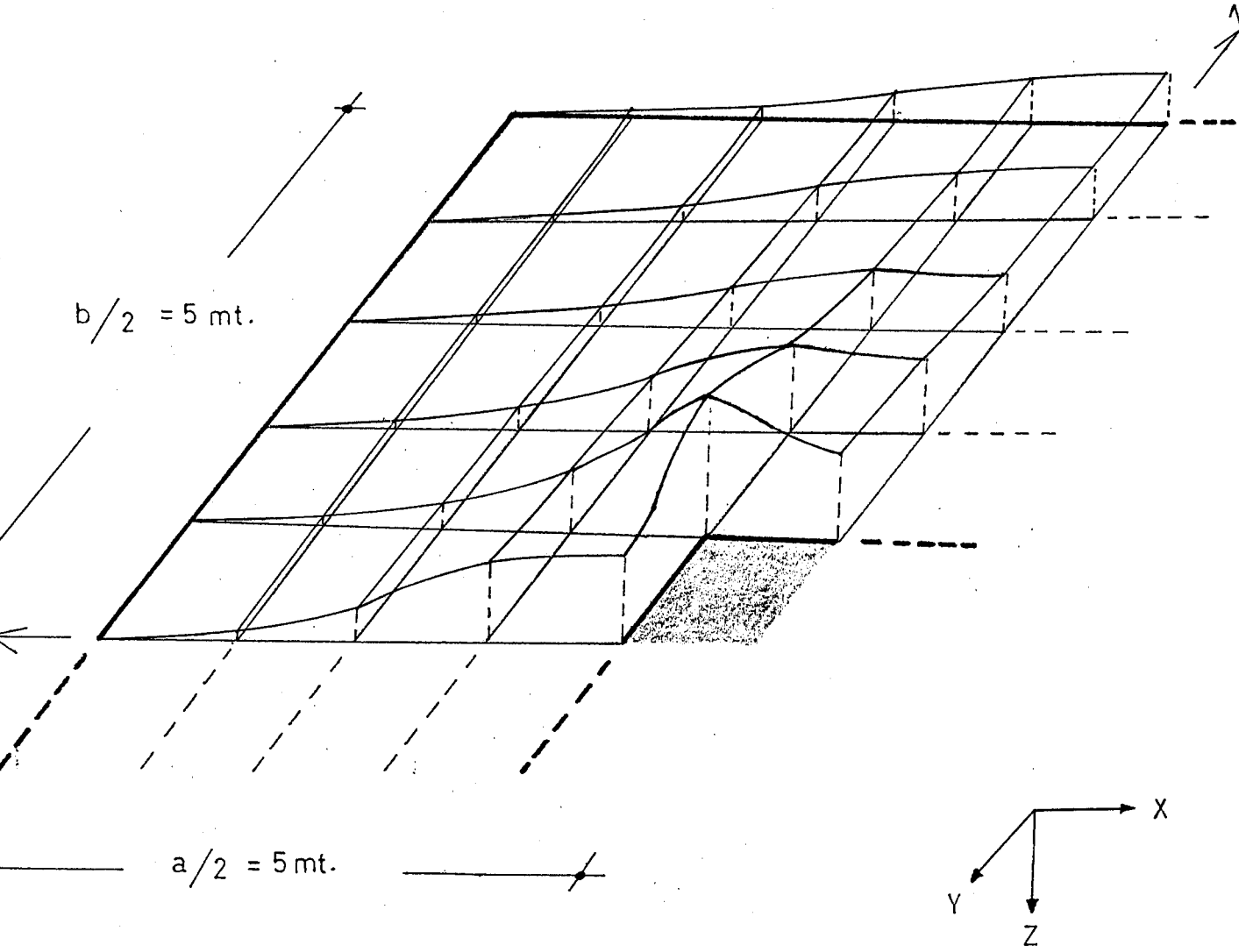
NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
19	8.9500	0.0000	-0.0000	0.0718	0.2051	0.2051
20	7.7700	-0.4821	-0.0513	-0.1256	-0.6154	-0.0513
21	6.6400	-1.5897	-0.0103	-0.1795	-0.8718	-0.1026
22	5.6800	-2.8000	-0.0000	-0.1436	-0.9231	0.1538
23	5.0200	-4.0103	0.0103	-0.0538	-0.5641	0.0513
24	4.7900	-4.2872	0.0205	0.0000	-0.0000	0.0513
23	5.0200	-4.0103	0.0103	0.0538	0.5641	0.0513
22	5.6800	-2.8000	-0.0000	0.1436	0.9231	0.1538
21	6.6400	-1.5897	-0.0103	0.1795	0.8718	-0.1026
20	7.7700	-0.4821	-0.0513	0.1256	0.6154	-0.0513
19	8.9500	0.0000	-0.0000	-0.0718	-0.2051	0.2051
27	7.7700	-0.0513	-0.4821	-0.1256	-0.0513	-0.6154
28	6.5700	-0.4000	-0.4000	-0.3051	-0.6154	-0.6154
29	5.4000	-1.6410	-0.4923	-0.4487	-1.1282	-0.8205
30	4.3900	-3.1590	-0.5744	-0.4487	-1.0256	-1.1282
31	3.7000	-4.3385	-0.4615	-0.2333	-0.5641	-1.5385
32	3.4600	-4.6462	-0.5538	0.0000	-0.0000	-1.4872
31	3.7000	-4.3385	-0.4615	0.2333	0.5641	-1.5385
30	4.3900	-3.1590	-0.5744	0.4487	1.0256	-1.1282
29	5.4000	-1.6410	-0.4923	0.4487	1.1282	-0.8205
28	6.5700	-0.4000	-0.4000	0.3051	0.6154	-0.6154
27	7.7700	-0.0513	-0.4821	0.1256	0.0513	-0.6154
35	6.6400	-0.0103	-1.5897	-0.1795	-0.1026	-0.8718
36	5.4000	-0.4923	-1.6410	-0.4487	-0.8205	-1.1282
37	4.1600	-1.8667	-1.8667	-0.6821	-1.3846	-1.3846
38	3.0600	-3.6923	-2.0410	-0.7179	-1.6410	-2.2564
39	2.2900	-5.5795	-2.4205	-0.3051	-0.9231	-3.3333
40	2.0400	-5.4667	-2.6667	0.0000	0.0000	-3.3333
39	2.2900	-5.5795	-2.4205	0.3051	0.9231	-3.3333
38	3.0600	-3.6923	-2.0410	0.7179	1.6410	-2.2564
37	4.1600	-1.8667	-1.8667	0.6821	1.3846	-1.3846
36	5.4000	-0.4923	-1.6410	0.4487	0.8205	-1.1282
35	6.6400	-0.0103	-1.5897	0.1795	0.1026	-0.8718
43	5.6800	-0.0000	-2.8000	-0.1436	0.1538	-0.9231
44	4.3900	-0.5744	-3.1590	-0.4487	-1.1282	-1.0256
45	3.0600	-2.0410	-3.6923	-0.7179	-2.2564	-1.6410
46	1.8300	-4.8000	-4.8000	-0.7538	-2.9744	-2.9744
47	0.9600	-7.7026	-5.7641	0.1077	-1.6410	-6.7692
48	0.7300	-6.5026	-7.3641	0.0000	0.0000	-0.6154
47	0.9600	-7.7026	-5.7641	-0.1077	1.6410	-6.7692
46	1.8300	-4.8000	-4.8000	0.7538	2.9744	-2.9744
45	3.0600	-2.0410	-3.6923	0.7179	2.2564	-1.6410
44	4.3900	-0.5744	-3.1590	0.4487	1.1282	-1.0256
43	5.6800	-0.0000	-2.8000	0.1436	-0.1538	-0.9231
51	5.0200	0.0103	-4.0103	-0.0538	0.0513	-0.5641
52	3.7000	-0.4615	-4.3385	-0.2333	-1.5385	-0.5641
53	2.2900	-2.4205	-5.5795	-0.3051	-3.3333	-0.9231
54	0.9600	-5.7641	-7.7026	0.1077	-6.7692	-1.6410

NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
55	0.0000	-12.8000	-12.8000	0.6641	1.4359	1.4359
56	0.0000	-2.2462	-7.4872	0.0000	0.0000	5.3333
55	0.0000	-12.8000	-12.8000	-0.6641	-1.4359	1.4359
54	0.9600	-5.7641	-7.7026	-0.1077	6.7692	-1.6410
53	2.2900	-2.4205	-5.5795	0.3051	3.3333	-0.9231
52	3.7000	-0.4615	-4.3385	0.2333	1.5385	-0.5641
51	5.0200	0.0103	-4.0103	0.0538	-0.0513	-0.5641
59	4.7900	0.0205	-4.2872	-0.0000	0.0513	-0.0000
60	3.4600	-0.5538	-4.6462	0.0000	-1.4872	-0.0000
61	2.0400	-2.6667	-5.4667	0.0000	-3.3333	0.0000
62	0.7300	-7.3641	-6.5026	0.0000	-0.6154	0.0000
63	0.0000	-7.4872	-2.2462	0.0000	5.3333	0.0000
64	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
63	0.0000	-7.4872	-2.2462	0.0000	-5.3333	0.0000
62	0.7300	-7.3641	-6.5026	0.0000	0.6154	0.0000
61	2.0400	-2.6667	-5.4667	0.0000	3.3333	0.0000
60	3.4600	-0.5538	-4.6462	0.0000	1.4872	0.0000
59	4.7900	0.0205	-4.2872	0.0000	-0.0513	0.0000
51	5.0200	0.0103	-4.0103	0.0538	0.0513	0.5641
52	3.7000	-0.4615	-4.3385	0.2333	-1.5385	0.5641
53	2.2900	-2.4205	-5.5795	0.3051	-3.3333	0.9231
54	0.9600	-5.7641	-7.7026	-0.1077	-6.7692	1.6410
55	0.0000	-12.8000	-12.8000	-0.6641	1.4359	-1.4359
56	0.0000	-2.2462	-7.4872	0.0000	0.0000	-5.3333
55	0.0000	-12.8000	-12.8000	0.6641	-1.4359	-1.4359
54	0.9600	-5.7641	-7.7026	0.1077	6.7692	1.6410
53	2.2900	-2.4205	-5.5795	-0.3051	3.3333	0.9231
52	3.7000	-0.4615	-4.3385	-0.2333	1.5385	0.5641
51	5.0200	0.0103	-4.0103	-0.0538	-0.0513	0.5641
43	5.6800	-0.0000	-2.8000	0.1436	0.1538	0.9231
44	4.3900	-0.5744	-3.1590	0.4487	-1.1282	1.0256
45	3.0600	-2.0410	-3.6923	0.7179	-2.2564	1.6410
46	1.8300	-4.8000	-4.8000	0.7538	-2.9744	2.9744
47	0.9600	-7.7026	-5.7641	-0.1077	-1.6410	6.7692
48	0.7300	-6.5026	-7.3641	0.0000	0.0000	0.6154
47	0.9600	-7.7026	-5.7641	0.1077	1.6410	6.7692
46	1.8300	-4.8000	-4.8000	-0.7538	2.9744	2.9744
45	3.0600	-2.0410	-3.6923	-0.7179	2.2564	1.6410
44	4.3900	-0.5744	-3.1590	-0.4487	1.1282	1.0256
43	5.6800	-0.0000	-2.8000	-0.1436	-0.1538	0.9231
35	6.6400	-0.0103	-1.5897	0.1795	-0.1026	0.6718
36	5.4000	-0.4923	-1.6410	0.4487	-0.8205	1.1282
37	4.1600	-1.8667	-1.8667	0.6821	-1.3846	1.3846
38	3.0600	-3.6923	-2.0410	0.7179	-1.6410	2.2564
39	2.2900	-5.5795	-2.4205	0.3051	-0.9231	3.3333
40	2.0400	-5.4667	-2.6667	0.0000	0.0000	3.3333
39	2.2900	-5.5795	-2.4205	-0.3051	0.9231	3.3333
38	3.0600	-3.6923	-2.0410	-0.7179	1.6410	2.2564
37	4.1600	-1.8667	-1.8667	-0.6821	1.3846	1.3846
36	5.4000	-0.4923	-1.6410	-0.4487	0.8205	1.1282

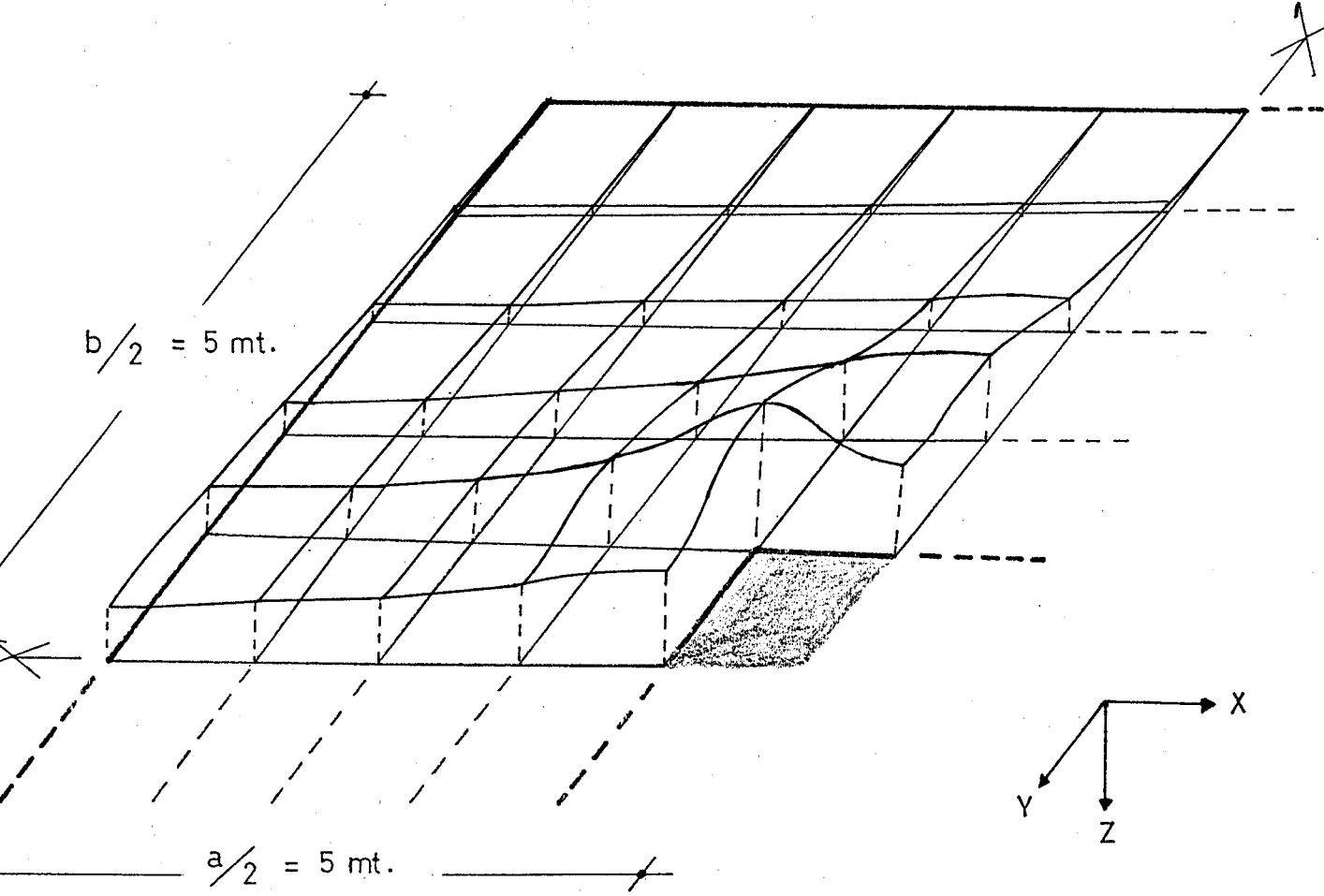
NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
35	6.6400	-0.0103	-1.5897	-0.1795	0.1026	0.8718
28	6.5700	-0.4000	-0.4000	0.3051	-0.6154	0.6154
27	7.7700	-0.0513	-0.4821	0.1256	-0.0513	0.1026
30	4.3900	-3.1590	-0.5744	0.4487	-1.1282	0.8205
31	3.7000	-4.3385	-0.4615	0.2333	-0.5641	1.4972
32	3.4600	-4.6462	-0.5538	0.0000	-0.5641	1.5385
34	3.7000	-4.3385	-0.4615	0.2333	-1.0256	1.1282
30	4.3900	-3.1590	-0.5744	0.4487	-1.1282	0.8205
29	5.4000	-1.6410	-0.4923	-0.4487	1.0256	1.1282
28	6.5700	-0.4000	-0.4000	-0.3051	0.6154	0.8205
27	7.7700	-0.0513	-0.4821	-0.1256	0.0513	0.6154
19	8.9500	0.0000	-0.0000	-0.0718	0.2051	0.6154
20	7.7700	-0.4821	-0.0000	0.0718	-0.2051	0.6154
21	6.6400	-1.5897	-0.8103	-0.1795	0.8718	0.1026
22	5.6800	-2.8000	-0.8000	-0.1436	0.9281	-0.1538
23	5.0200	-4.0103	0.0103	-0.0538	0.5641	-0.0513
24	4.7900	-4.2872	0.0205	-0.0000	0.0000	-0.0513
23	5.0200	-4.0103	0.0103	0.0538	-0.5641	-0.0513
22	5.6800	-2.8000	-0.8000	0.1436	-0.9281	-0.1538
21	6.6400	-1.5897	-0.8103	0.1795	-0.8718	0.1026
20	7.7700	-0.4821	-0.0513	0.1256	-0.6154	0.0513
19	8.9500	0.0000	-0.0000	-0.0718	0.2051	-0.2051

WÖlçek : 1 cm.  $\longrightarrow$  7 cm.

Şekil 3.10.a. Düşey Deplasmanlar

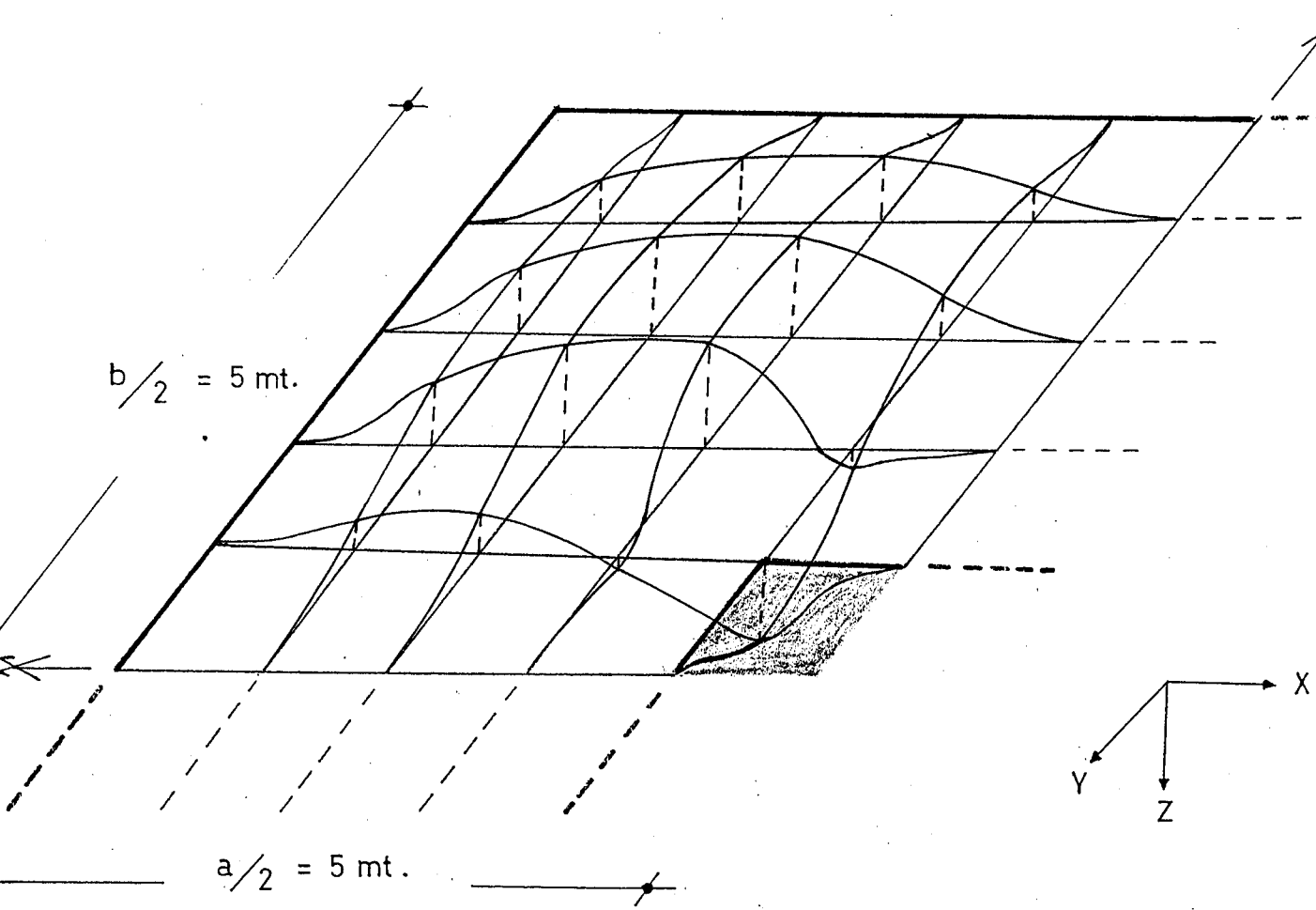
$M_x$ Ölçek: 1 cm  $\rightarrow$  6 t m.Şekil 3.10.b.  $M_x$  Eğilme Momentleri

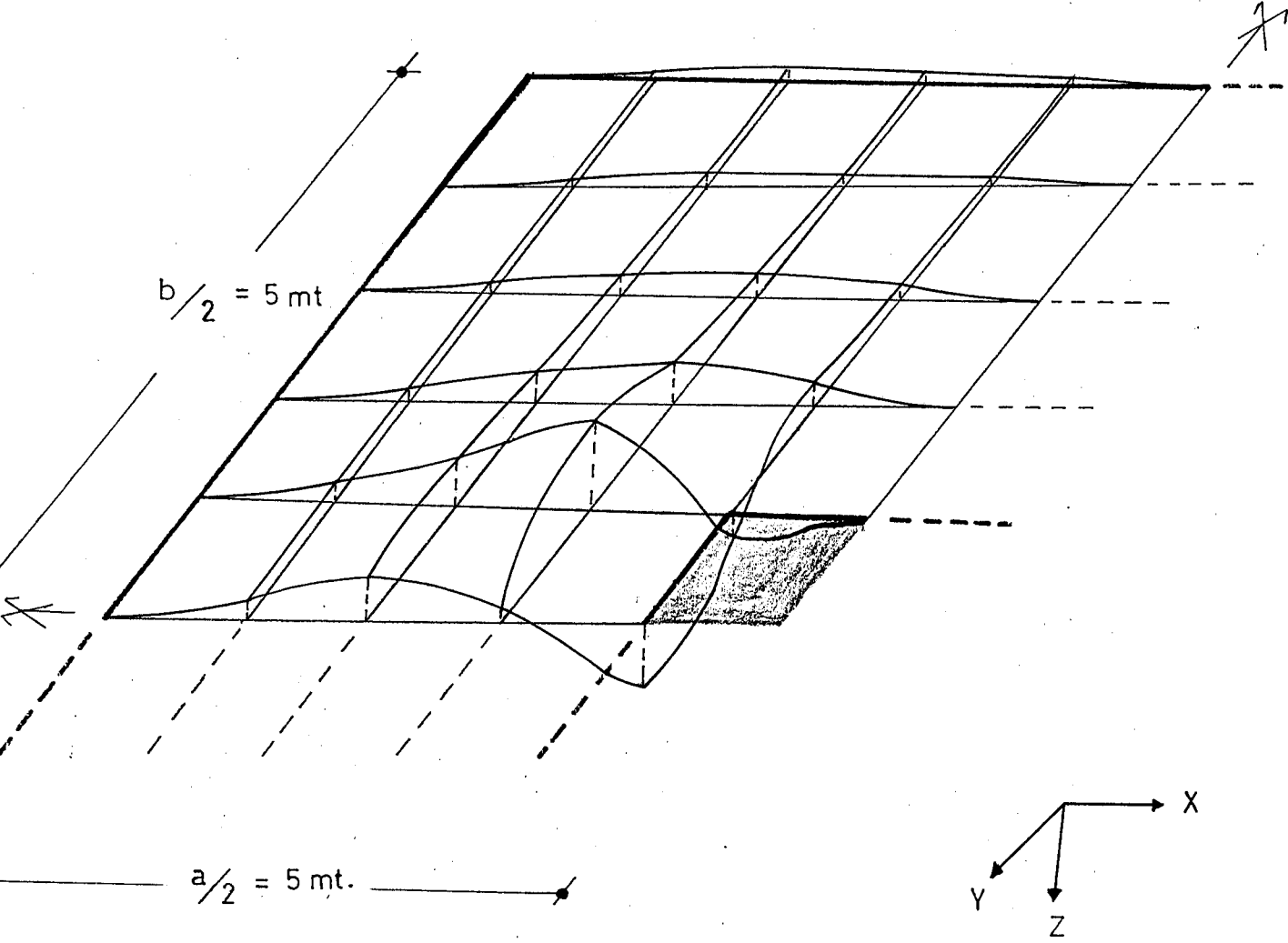


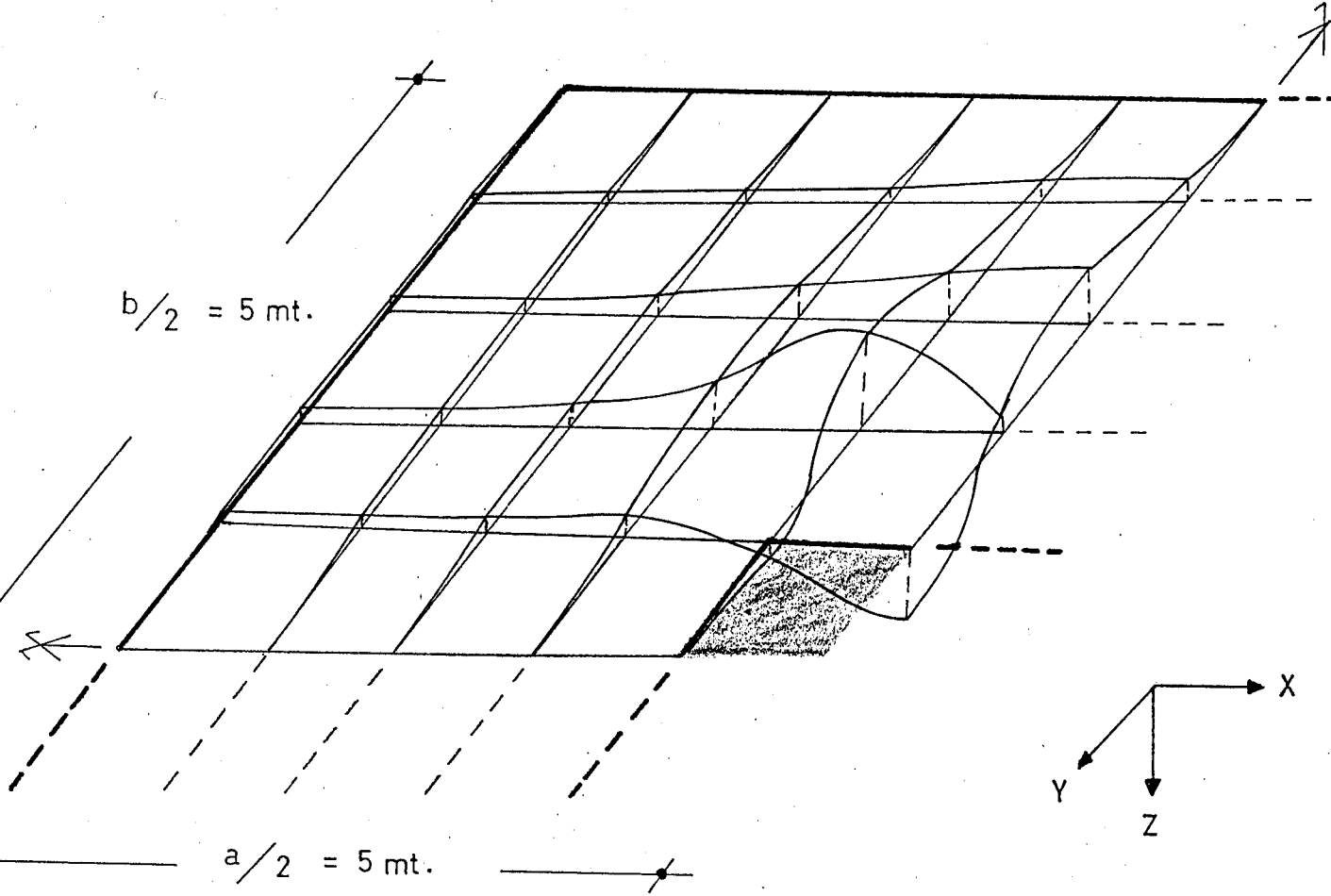
MyÖlçek : 1 cm.  $\rightarrow$  6 tm.Şekil 3.10.c.  $M_y$  Eğilme Momentleri

M<sub>xy</sub>

Ölçek: 1 cm. — 0.5 tm.

Sekil 3 10 d M<sub>xy</sub> Burulma Momentleri

$V_x$ Ölçek: 1 cm. — 5<sup>t</sup>Şekil 3.10.e.  $V_x$  Kesme Kuvvetleri

$V_y$ Ölçek: 1 cm.  $\rightarrow$  5 t.Şekil 3. 10. f.  $V_y$  Kesme Kuvvetleri



NOKTA	M	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
19	-0.075	0.0080	0.0080	0.0000	0.3773	0.3773
20	-0.054	0.4014	0.0066	0.2201	-0.2082	0.2595
21	-0.075	-0.5190	-0.0064	0.4945	-0.1544	0.4538
22	-0.044	0.0087	-0.0021	0.7790	0.1303	0.0821
23	-0.008	-0.1723	-0.0144	0.4065	-0.3615	-0.8282
24	0.043	0.9508	-0.0044	0.0000	-0.0615	-0.0615
23	-0.008	-0.1723	-0.0144	-0.4065	-0.1303	-0.8282
22	-0.044	0.0087	-0.0021	-0.7790	0.1544	0.0821
21	-0.075	-0.5190	-0.0064	-0.4945	-0.1544	0.4538
20	-0.054	0.4014	0.0066	-0.2201	0.2082	0.2595
19	-0.075	0.0080	0.0080	0.0000	-0.3773	0.3773
27	-0.054	0.0066	0.4014	0.2201	0.2595	-0.2082
26	0.000	0.7147	0.7147	0.1346	-0.5133	-0.5133
29	0.000	-1.2513	0.3246	0.5517	-0.5036	-3.0800
30	0.145	0.0205	0.0995	0.9100	0.8308	-0.3333
31	0.290	0.8482	0.3851	0.4774	0.6462	0.7487
32	0.357	1.3774	0.4226	0.0000	0.0000	0.6359
34	0.290	0.8482	0.3851	-0.4774	-0.6462	0.7487
30	0.145	0.0205	0.0995	-0.9100	-0.8308	-0.3333
29	0.000	-1.2513	0.3246	-0.5517	0.5036	-3.0800
28	0.000	0.7147	0.7147	-0.1346	0.5133	-0.5133
27	-0.054	0.0066	0.4014	-0.2201	-0.2595	-0.2082
35	-0.075	-0.0064	-0.5190	0.4945	0.4538	-0.1544
36	0.000	0.3246	-1.2513	0.5517	-3.0800	-0.5036
37	0.000	-4.2667	-4.2667	0.6049	0.0256	0.0256
38	0.320	0.2754	-1.1354	0.4918	3.9590	0.4462
39	0.574	1.5405	0.2195	0.2540	1.3308	0.6949
40	0.670	1.9785	0.6215	0.0000	0.0000	0.6513
39	0.574	1.5405	0.2195	-0.2540	-1.3308	-0.6949
38	0.320	0.2754	-1.1354	-0.4918	-3.9590	0.4462
37	0.000	-4.2667	-4.2667	-0.6049	-0.0256	0.0256
36	0.000	0.3246	-1.2513	-0.5517	3.0800	-0.5036
35	-0.075	-0.0064	-0.5190	-0.4945	-0.4538	-0.1544
43	-0.044	-0.0021	0.0087	0.7790	0.0821	0.1303
44	0.145	0.0995	0.0205	0.9100	-0.3333	0.8308
45	0.320	-1.1354	0.2754	0.4918	0.4462	3.9590
46	0.626	0.6400	0.6400	-0.0359	1.5000	1.5000
47	0.884	1.8646	1.1754	-0.0251	0.8513	0.8821
48	0.980	2.1846	1.3087	0.0000	0.0000	0.7128
47	0.884	1.8646	1.1754	0.0251	-0.8513	-0.8821
46	0.626	0.6400	0.6400	0.0359	-1.5000	-1.5000
45	0.320	-1.1354	0.2754	-0.4918	-0.4462	-3.9590
44	0.145	0.0995	0.0205	-0.9100	0.3333	0.8308
43	-0.044	-0.0021	0.0087	-0.7790	-0.0821	-0.1303
51	-0.009	-0.0144	-0.1723	0.4065	-0.8282	0.3615
52	0.290	0.3851	0.9482	0.4774	0.7487	0.6462
53	0.574	0.2195	1.5405	0.2540	0.6949	1.3308
54	0.884	1.1754	1.8646	-0.0251	0.8821	0.8513
55	1.128	2.0267	2.0267	-0.0431	0.5436	0.5436

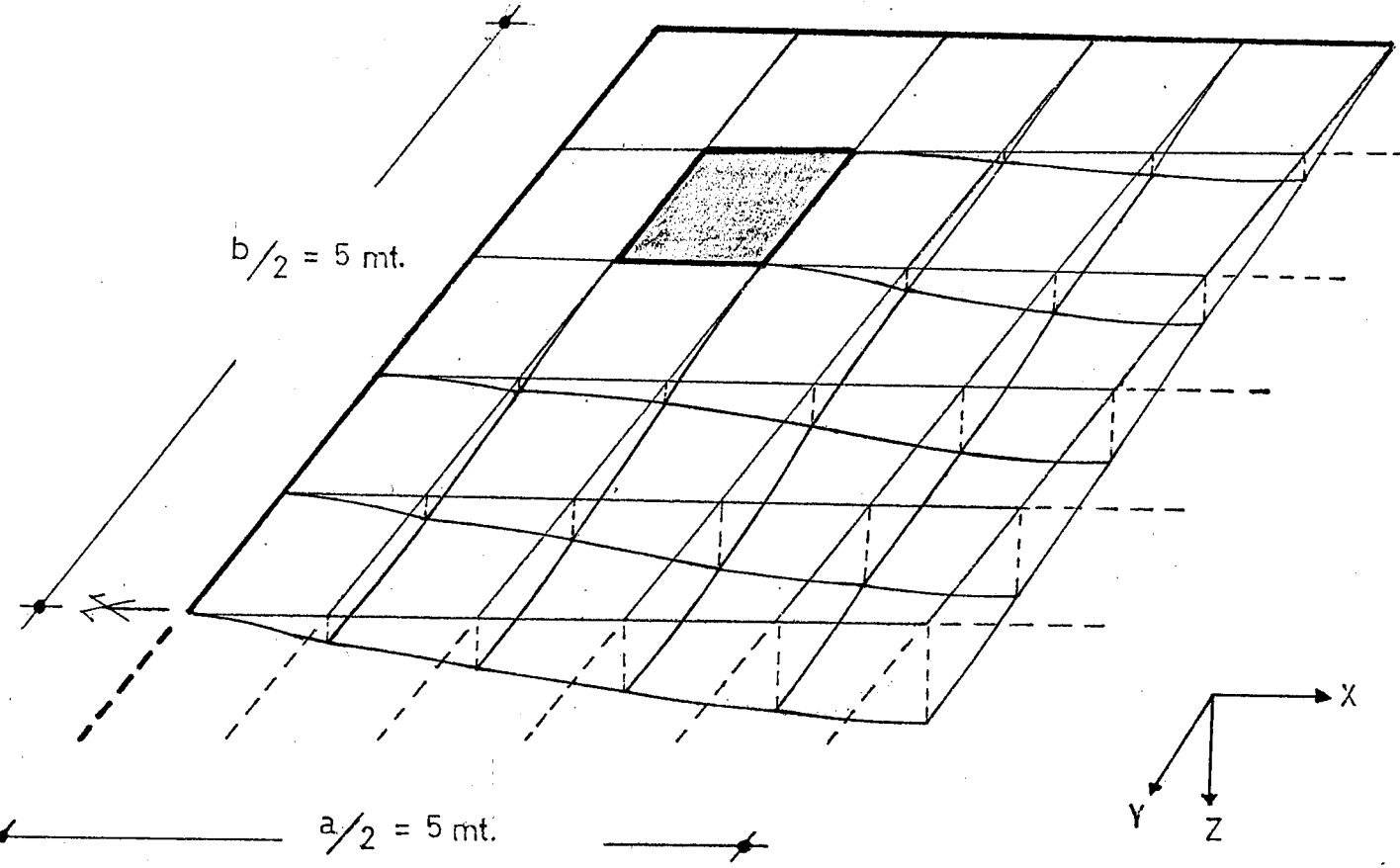
NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
56	1.220	2.3487	2.1046	0.0000	0.0000	0.5026
55	1.128	2.0267	2.0267	0.0431	-0.5436	0.5436
54	0.884	1.1754	1.8646	0.0251	-0.8821	0.8513
53	0.574	0.2195	1.5405	-0.2540	-0.6949	1.3308
52	0.290	0.3851	0.8482	-0.4774	-0.7487	0.6462
51	-0.008	-0.0144	-0.1723	-0.4065	0.8282	0.3615
59	0.043	-0.0041	0.9508	0.0000	-0.0615	0.0000
60	0.357	0.4226	1.3774	0.0000	0.6359	0.0000
61	0.670	0.6215	1.9785	0.0000	0.6513	0.0000
62	0.980	1.3087	2.1846	0.0000	0.7128	0.0000
63	1.220	2.1046	2.3487	0.0000	0.5026	0.0000
64	1.310	2.4000	2.4000	0.0000	0.0000	0.0000
63	1.220	2.1046	2.3487	0.0000	-0.5026	0.0000
62	0.980	1.3087	2.1846	0.0000	-0.7128	0.0000
61	0.670	0.6215	1.9785	0.0000	-0.6513	0.0000
60	0.357	0.4226	1.3774	0.0000	-0.6359	0.0000
59	0.043	-0.0041	0.9508	0.0000	0.0615	0.0000
51	-0.008	-0.0144	-0.1723	-0.4065	-0.8282	-0.3615
52	0.290	0.3851	0.8482	-0.4774	0.7487	-0.6462
53	0.574	0.2195	1.5405	-0.2540	0.6949	-1.3308
54	0.884	1.1754	1.8646	0.0251	0.8821	-0.8513
55	1.128	2.0267	2.0267	0.0431	0.5436	-0.5436
56	1.220	2.3487	2.1046	0.0000	0.0000	-0.5026
55	1.128	2.0267	2.0267	-0.0431	-0.5436	-0.5436
54	0.884	1.1754	1.8646	-0.0251	-0.8821	-0.8513
53	0.574	0.2195	1.5405	0.2540	-0.6949	-1.3308
52	0.290	0.3851	0.8482	0.4774	-0.7487	-0.6462
51	-0.008	-0.0144	-0.1723	0.4065	0.8282	-0.3615
43	-0.041	-0.0021	0.0087	-0.7790	0.0821	-0.1303
44	0.145	0.0995	0.0205	-0.9100	-0.3333	-0.8308
45	0.320	-1.1354	0.2754	-0.4918	0.4462	-3.9590
46	0.626	0.6400	0.6400	0.0359	1.5000	-1.5000
47	0.884	1.8646	1.1754	0.0251	0.8513	-0.8821
48	0.980	2.1846	1.3087	0.0000	0.0000	-0.7128
47	0.884	1.8646	1.1754	-0.0251	-0.8513	-0.8821
46	0.626	0.6400	0.6400	-0.0359	-1.5000	-1.5000
45	0.320	-1.1354	0.2754	0.4918	-0.4462	-3.9590
44	0.145	0.0995	0.0205	0.9100	0.3333	-0.8308
43	-0.041	-0.0021	0.0087	0.7790	-0.0821	-0.1303
35	-0.075	-0.0064	-0.5190	-0.4945	0.4538	0.1544
36	0.000	0.3246	-1.2513	-0.5517	-3.0800	0.5036
37	0.000	-4.2667	-4.2667	-0.6049	0.0256	-0.0256
38	0.320	0.2754	-1.1354	-0.4918	3.9590	-0.4462
39	0.574	1.5405	0.2195	-0.2540	1.3308	-0.6949
40	0.670	1.9785	0.6215	0.0000	0.0000	-0.6513
39	0.574	1.5405	0.2195	0.2540	-1.3308	-0.6949
38	0.320	0.2754	-1.1354	0.4918	-3.9590	-0.4462
37	0.000	-4.2667	-4.2667	0.6049	-0.0256	-0.0256
36	0.000	0.3246	-1.2513	0.5517	3.0800	0.5036
35	-0.075	-0.0064	-0.5190	0.4945	-0.4538	0.1544

NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
27	-0.054	0.0066	0.4014	-0.2201	0.2595	0.2082
28	0.000	0.7147	0.7147	-0.1346	-0.5133	0.5133
29	0.000	-1.2513	0.3246	-0.5517	-0.5036	3.0800
30	0.145	0.0205	0.0995	-0.9100	0.8308	0.3333
31	0.290	0.8482	0.3851	-0.4774	0.6462	-0.7487
32	0.357	1.3774	0.4226	0.0000	0.0000	-0.6359
31	0.290	0.8482	0.3851	0.4774	-0.6462	-0.7487
30	0.145	0.0205	0.0995	0.9100	-0.8308	0.3333
29	0.000	-1.2513	0.3246	0.5517	0.5036	3.0800
28	0.000	0.7147	0.7147	0.1346	0.5133	0.5133
27	-0.054	0.0066	0.4014	0.2201	-0.2595	0.2082
19	-0.075	0.0080	0.0080	0.0000	0.3723	-0.3723
20	-0.054	0.4014	0.0066	-0.2201	-0.2082	-0.2595
21	-0.075	-0.5190	-0.0064	-0.4945	-0.1544	-0.4538
22	-0.041	0.0087	-0.0021	-0.7790	0.1303	-0.0821
23	-0.008	-0.1723	-0.0144	-0.4065	0.3615	0.8282
24	0.043	0.9508	-0.0041	0.0000	0.0000	0.0615
23	-0.008	-0.1723	-0.0144	0.4065	-0.3615	0.8282
22	-0.041	0.0087	-0.0021	0.7790	-0.1303	-0.0821
21	-0.075	-0.5190	-0.0064	0.4945	0.1544	-0.4538
20	-0.054	0.4014	0.0066	0.2201	0.2082	-0.2595
19	-0.075	0.0080	0.0080	0.0000	-0.3723	-0.3723



W

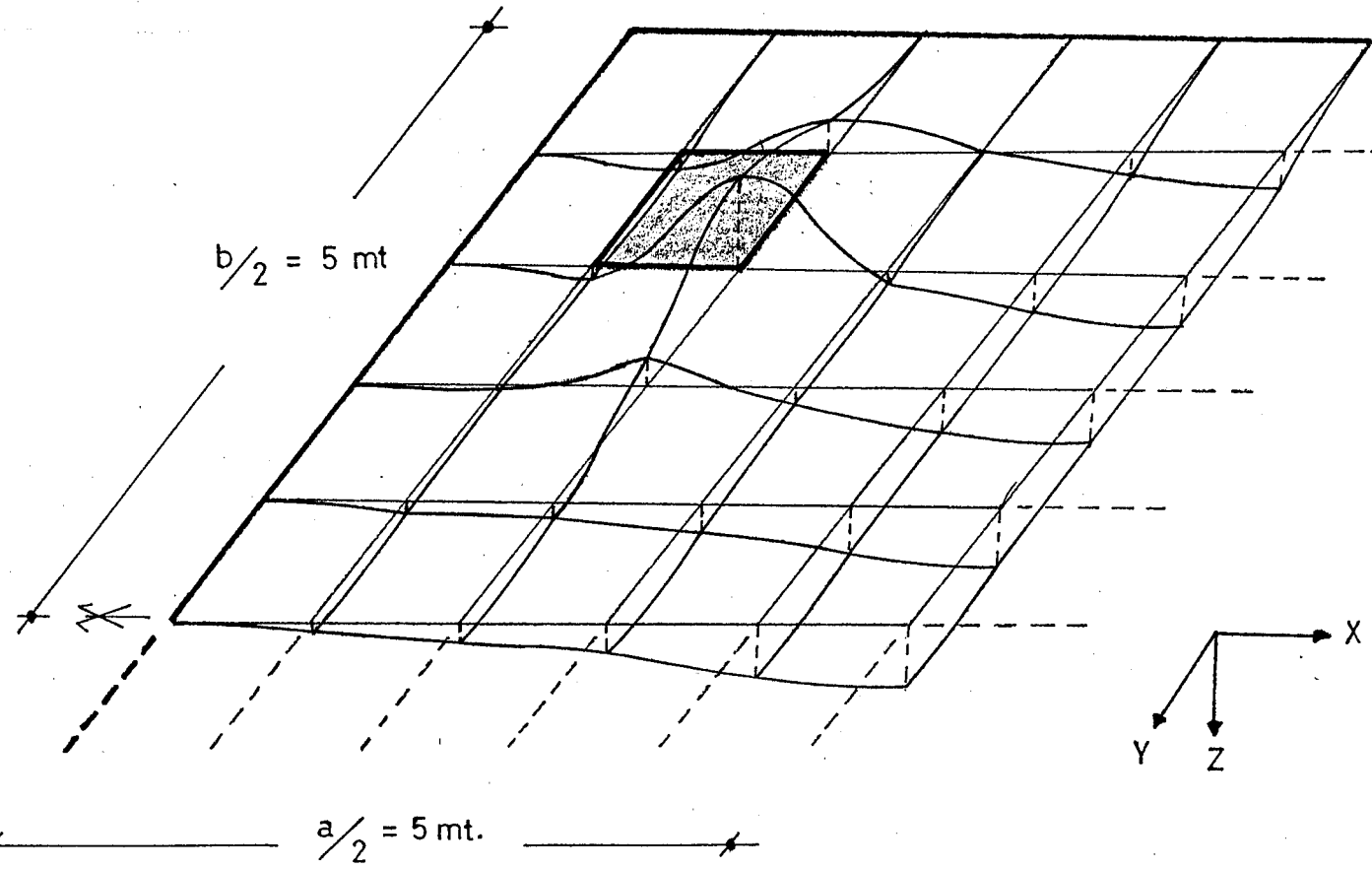
Ölçek : 1cm → 1cm



Şekil 3.11.a.

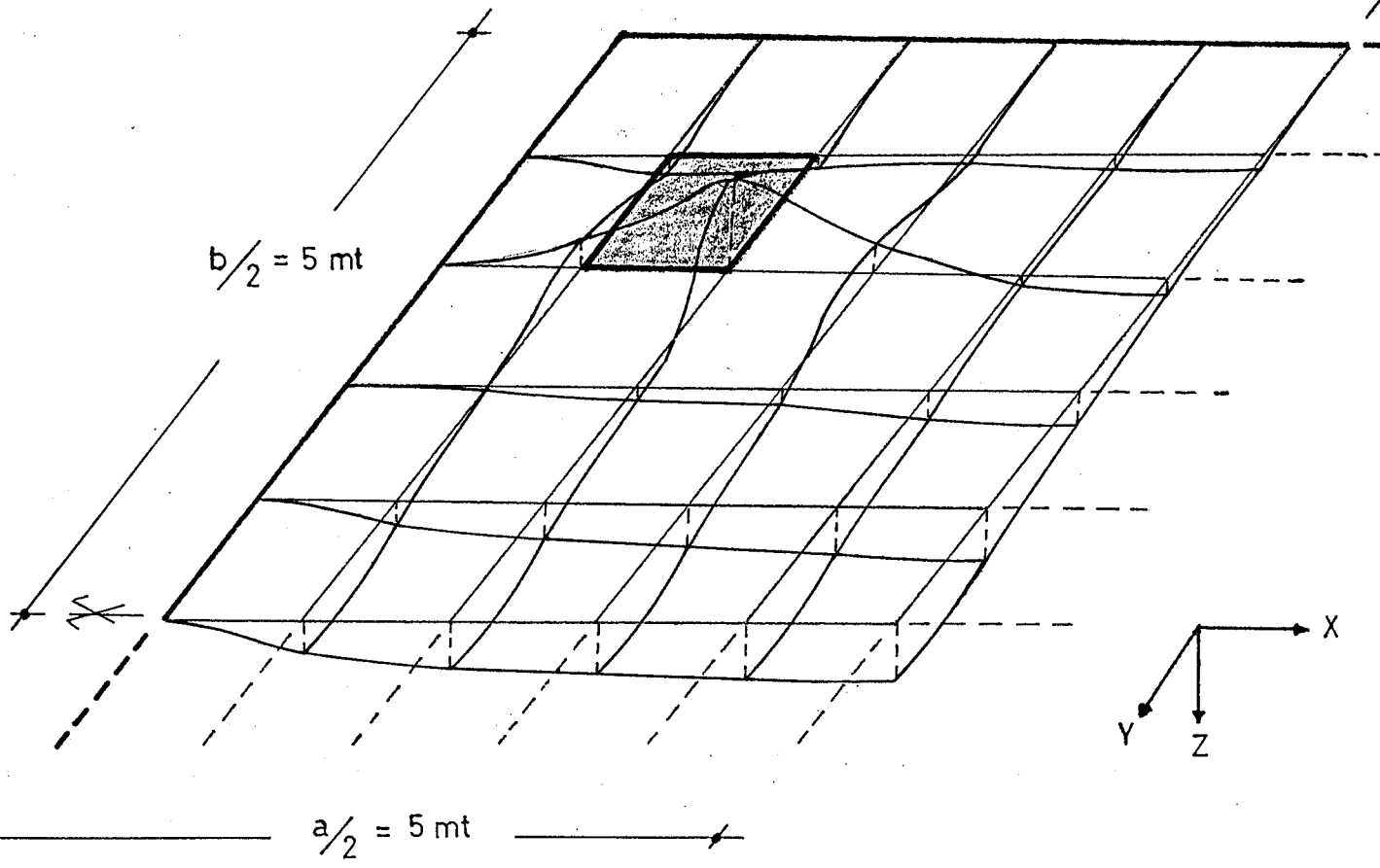
Düşey Deplasmanlar

M<sub>x</sub>  
Ölçek : 1 cm → 3 tm.



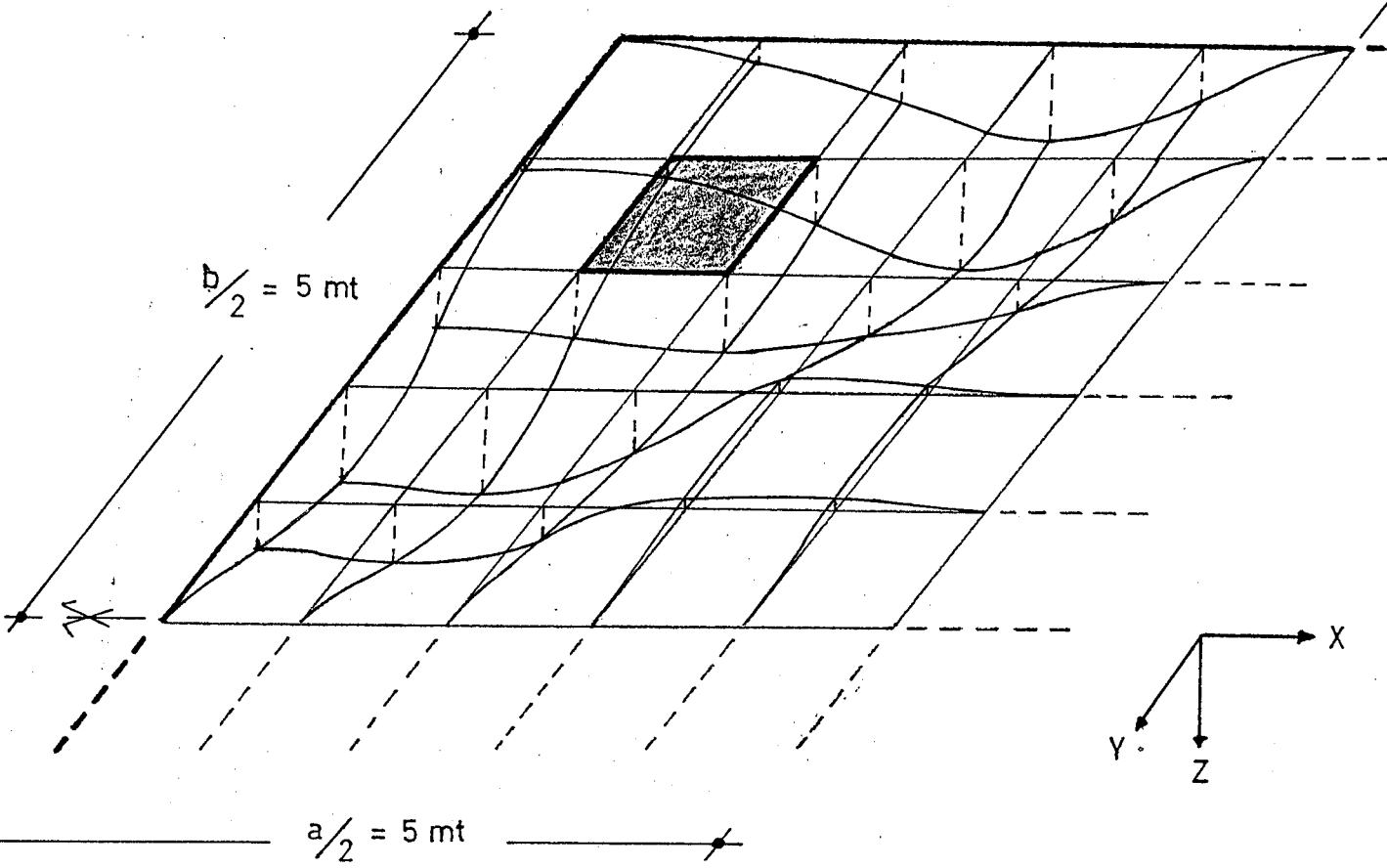
Şekil 3.11.b. M<sub>x</sub> Eğilme Momentleri

$\frac{My}{}$   
 Ölçek : 1 cm. — 3 mt.



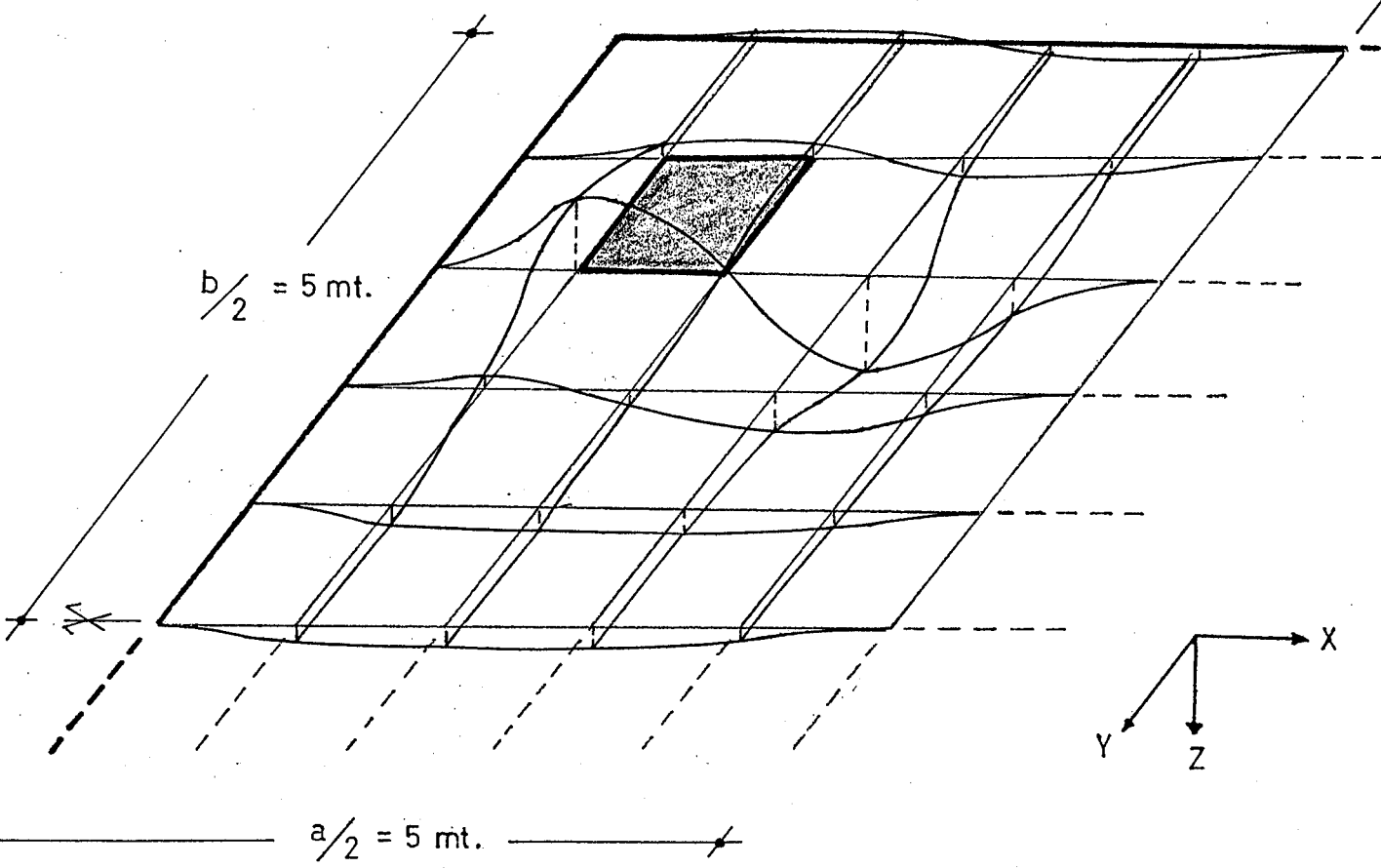
Şekil 3.11.c.  $M_y$  Eğilme Momentleri

Mxy  
Ölçek: 1 cm. → 0.6 tm.



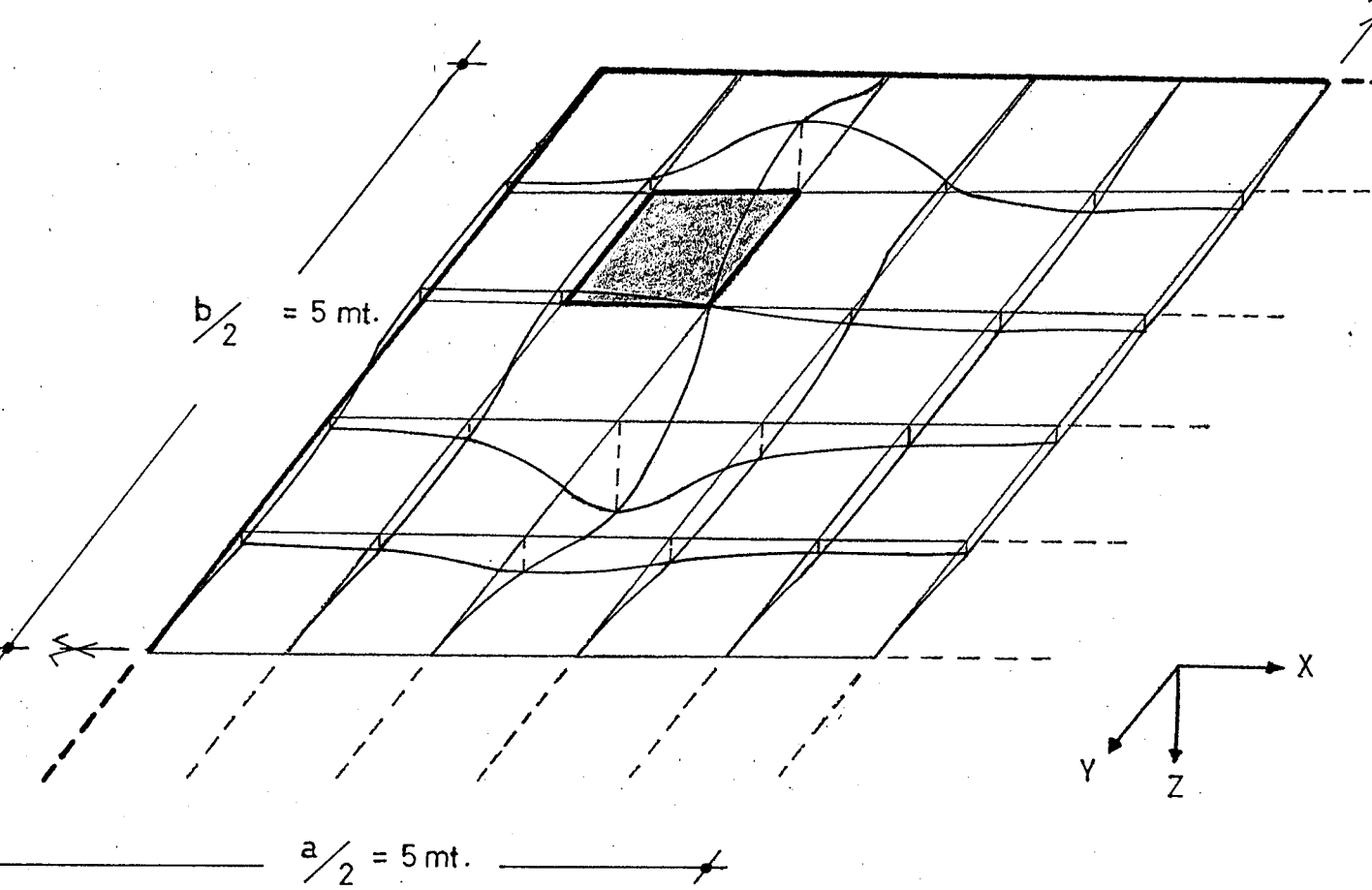
Şekil 3.11.d.  $M_{xy}$  Burulma Momentleri

$\frac{V_x}{}$   
 Ölçek : 1 cm — 3 t



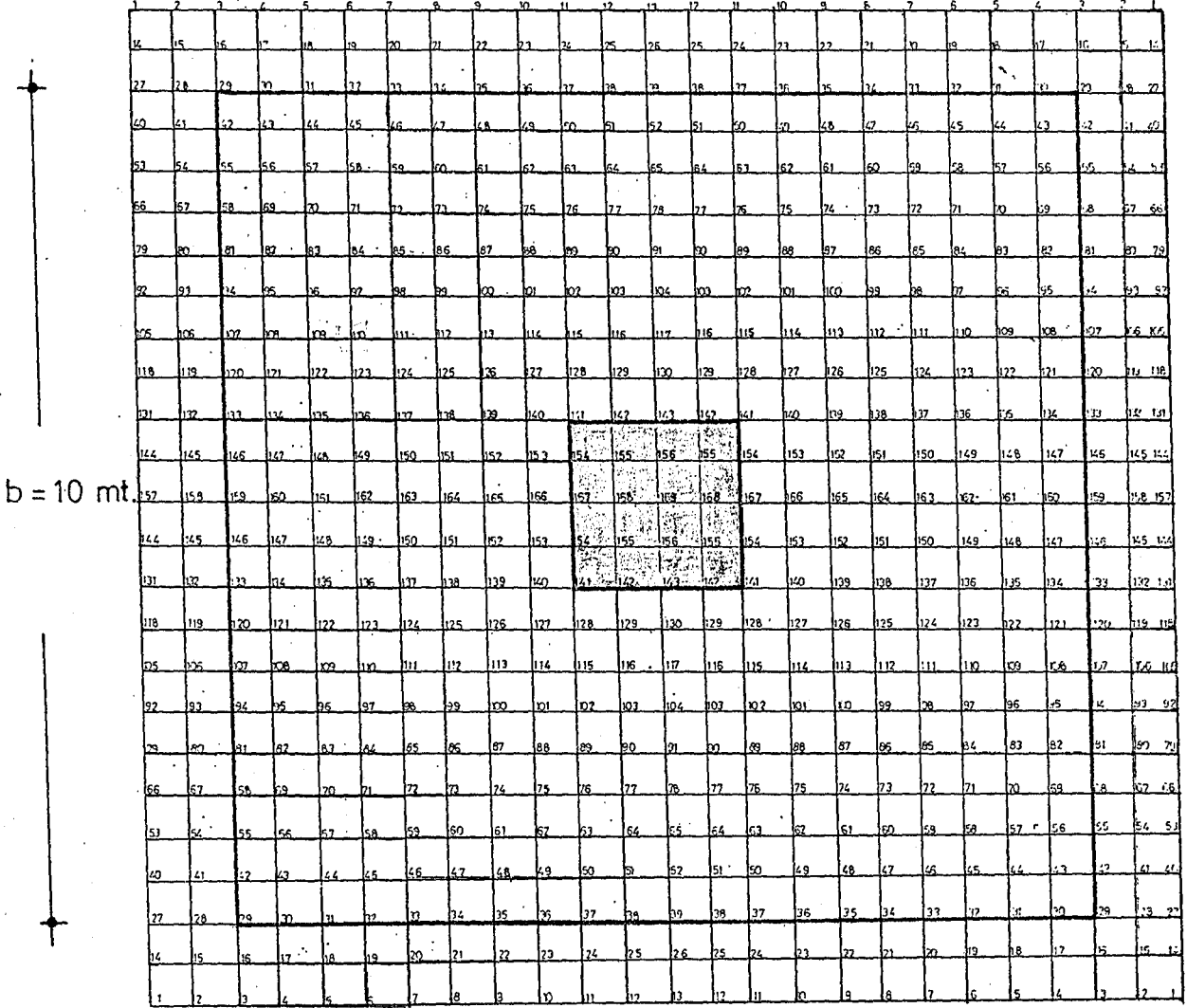
Şekil 3. 11.e.  $V_x$  .Kesme Kuvvetleri

$\frac{V_y}{}$   
 Ölçek : 1 cm  $\rightarrow$  3<sup>t</sup>



Şekil 3.11.f.  $V_y$  Kesme Kuvvetleri

## ÖRNEK - 3



Şekil 3.12. Dört Kenarından Serbest ve Tek Kolon Üzerine Oturan Üniform Yayılı Yüklü Kare Döşeme

NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
29	8.1200	-0.2667	-0.2667	0.0718	-0.4103	-0.4103
30	7.5650	-0.0000	-0.0000	-0.0359	-0.2051	1.0256
31	7.0100	-0.6154	-0.1846	-0.1005	-1.3949	-0.2462
32	6.4700	-1.2800	-0.5333	-0.1005	-0.2872	0.3282
33	5.9600	-1.3046	0.1313	-0.1867	-0.0821	0.7385
34	5.4860	-2.1087	0.1887	-0.1579	-0.8205	-0.8205
35	5.0700	-2.4123	0.1723	-0.0718	-1.6000	0.2462
36	4.7200	-3.6513	-0.3487	-0.1364	-0.5333	0.8615
37	4.4650	-3.2615	0.3282	-0.1077	-0.6154	-1.0256
38	4.3000	-4.4103	-0.3897	0.0359	-0.6154	-0.3892
39	4.2500	-3.7333	-0.0000	0.0000	-0.0000	1.2308
38	4.3000	-4.4103	-0.3897	-0.0359	0.6154	-0.3892
37	4.4650	-3.2615	0.3282	0.1077	0.6154	-1.0256
36	4.7200	-3.6513	-0.3487	0.1364	0.5333	0.8615
35	5.0700	-2.4123	0.1723	0.0718	1.6000	0.2462
34	5.4860	-2.1087	0.1887	0.1579	0.8205	-0.8205
33	5.9600	-1.3046	0.1313	0.1867	0.0821	0.7385
32	6.4700	-1.2800	-0.5333	0.1005	0.2872	0.3282
31	7.0100	-0.6154	-0.1846	0.1005	1.3949	-0.2462
30	7.5650	-0.0000	-0.0000	0.0359	0.2051	1.0256
29	8.1200	-0.2667	-0.2667	-0.0718	0.4103	-0.4103
42	7.5650	-0.0000	-0.0000	-0.0359	1.0256	-0.2051
43	7.0100	0.2667	0.2667	-0.0718	-0.8205	-0.8205
44	6.4500	-0.8205	-0.2462	-0.1795	-0.2462	0.6154
45	5.9100	-0.4103	0.6256	-0.2872	-0.2462	-0.6564
46	5.3860	-1.4113	0.0246	-0.2585	-2.7077	-0.9846
47	4.9000	-2.6585	-0.6482	-0.2872	-0.9846	-0.1641
48	4.4800	-2.6256	-0.0410	-0.2441	0.4923	-1.1487
49	4.1300	-2.9128	0.2462	-0.1795	-1.8462	0.2051
50	3.8600	-4.3282	-0.7385	-0.1436	-1.2308	-0.6154
51	3.7000	-4.1436	-0.1231	-0.1077	1.4359	-0.0000
52	3.6500	-3.6103	0.4103	0.0000	0.0000	-1.6410
51	3.7000	-4.1436	-0.1231	0.1077	-1.4359	-0.0000
50	3.8600	-4.3282	-0.7385	0.1436	1.2308	-0.6154
49	4.1300	-2.9128	0.2462	0.1795	1.8462	0.2051
48	4.4800	-2.6256	-0.0410	0.2441	-0.4923	-1.1487
47	4.9000	-2.6585	-0.6482	0.2872	0.9846	-0.1641
46	5.3860	-1.4113	0.0246	0.2585	2.7077	-0.9846
45	5.9100	-0.4103	0.6236	0.2872	0.2462	-0.6564
44	6.4500	-0.8205	-0.2462	0.1795	0.2462	0.6154
43	7.0100	0.2667	0.2667	0.0718	0.8205	-0.8205
42	7.5650	-0.0000	-0.0000	0.0359	-1.0256	-0.2051
55	7.0100	-0.1846	-0.6154	-0.1005	-0.2462	-1.3949
56	6.4500	-0.2462	-0.8205	-0.1795	0.6154	-0.4103
57	5.8900	0.0000	-0.0000	-0.2872	-1.2308	-1.2308
58	5.3300	-1.4749	-1.1897	-0.3303	-1.8872	-0.9846
59	4.8000	-1.7149	-0.7385	-0.3590	0.4103	-0.9846
60	4.3100	-1.9282	-0.2051	-0.4595	-0.9846	0.0821



NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
61	3.8700	-3.1590	-0.5744	-0.5026	-1.2308	-1.6410
62	3.5100	-3.4462	-0.2872	-0.2872	-0.0000	-2.4615
63	3.2400	-3.7333	-0.0000	-0.1436	-0.8205	-0.6154
64	3.0700	-4.2667	-0.5333	-0.1436	-1.6410	-1.2308
65	3.0100	-4.8000	-1.0667	0.0000	-0.0000	-2.4615
64	3.0700	-4.2667	-0.5333	0.1436	1.6410	-1.2308
63	3.2400	-3.7333	-0.0000	0.1436	0.8205	-0.6154
62	3.5100	-3.4462	-0.2872	0.2872	-0.0000	-2.4615
61	3.8700	-3.1590	-0.5744	0.5026	1.2308	-1.6410
60	4.3100	-1.9282	-0.2051	0.4595	-0.9846	0.0821
59	4.8000	-1.7149	-0.7395	0.3590	-0.4103	-0.9846
58	5.3300	-1.4769	-1.1897	0.3303	1.8872	-0.9846
57	5.8900	0.0000	-0.0000	0.2872	1.2308	-1.2308
56	6.4500	-0.2462	-0.8205	0.1795	-0.6154	-0.4103
55	7.0100	-0.1846	-0.6154	0.1005	0.2462	-1.3949
68	6.4700	-0.5333	-1.2800	-0.0718	0.1641	-0.6154
69	5.9100	0.5744	-0.5744	-0.2872	-0.6564	0.4103
70	5.3300	-1.1897	-1.4769	-0.3590	-0.8205	-2.0513
71	4.7700	-0.5333	-0.5333	-0.4308	0.0000	0.0000
72	4.2200	-1.7641	-0.9026	-0.5744	-1.6410	-1.3949
73	3.7100	-2.1744	-1.0256	-0.5744	-1.6410	-1.2308
74	3.2500	-3.4051	-1.3949	-0.5744	-2.0513	-1.2308
75	2.8700	-4.2256	-1.6410	-0.5026	-0.8205	-2.0513
76	2.5900	-4.5128	-1.3538	-0.2154	-0.0000	-3.6923
77	2.4200	-4.5128	-1.3538	0.0000	-0.4103	-1.6410
78	2.3600	-4.9231	-1.4769	0.0000	-0.0000	-1.6410
77	2.4200	-4.5128	-1.3538	-0.0000	0.4103	-1.6410
76	2.5900	-4.5128	-1.3538	0.2154	0.0000	-3.6923
75	2.8700	-4.2256	-1.6410	0.5026	0.8205	-2.0513
74	3.2500	-3.4051	-1.3949	0.5744	2.0513	-1.2308
73	3.7100	-2.1744	-1.0256	0.5744	1.6410	-1.2308
72	4.2200	-1.7641	-0.9026	0.5744	1.6410	-1.3949
71	4.7700	-0.5333	-0.5333	0.4308	0.0000	0.0000
70	5.3300	-1.1897	-1.4769	0.3590	0.8205	-2.0513
69	5.9100	0.5744	-0.5744	0.2872	0.6564	0.4103
68	6.4700	-0.5333	-1.2800	0.0718	-0.1641	-0.6154
81	5.9600	-0.0821	-1.5179	-0.1867	1.3949	0.5744
82	5.3900	0.4513	-0.9846	-0.2872	-0.8205	-2.8718
83	4.8000	-0.9026	-1.7641	-0.3590	-1.6410	0.4103
84	4.2200	-0.9026	-1.7641	-0.5744	-1.2308	-1.6410
85	3.6500	-2.1333	-2.1333	-0.7179	-0.8205	-0.8205
86	3.1200	-2.2974	-1.4359	-0.7179	-0.8205	-3.2821
87	2.6400	-3.5282	-1.8051	-0.5744	-2.0513	-2.0513
88	2.2400	-4.3487	-2.0513	-0.5026	-2.4615	-2.0513
89	1.9400	-5.7026	-2.8308	-0.2872	-0.4103	-3.2821
90	1.7700	-4.7590	-2.1744	0.0000	0.4103	-4.1026
91	1.7100	-5.2923	-2.7077	0.0000	0.0000	-2.4615
90	1.7700	-4.7590	-2.1744	0.0000	-0.4103	-4.1026
89	1.9400	-5.7026	-2.8308	0.2872	0.4103	-3.2821
88	2.2400	-4.3487	-2.0513	0.5026	2.4615	-2.0513

NOKTA	W	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>xy</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>
87	2.6400	-3.5282	-1.8051	0.5744	2.0513	-2.0513
86	3.1200	-2.2974	-1.4359	0.7179	0.8205	-3.2821
85	3.6500	-2.1333	-2.1333	0.7179	0.8205	-0.8205
84	4.2200	-0.9026	-1.7641	0.5744	1.2308	-1.6410
83	4.8000	-0.9026	-1.7641	0.3590	1.6410	0.4103
82	5.3900	0.4513	-0.9846	0.2872	0.8205	-2.8718
81	5.9600	-0.0821	-1.5179	0.1867	-1.3949	0.5744
94	5.4900	0.6154	-1.6821	-0.2154	-0.8205	-0.8205
95	4.9000	-0.8615	-2.8718	-0.2872	-0.8205	-1.6410
96	4.3100	-0.2051	-1.9282	-0.4308	0.4103	-0.8205
97	3.7100	-1.0256	-2.1744	-0.5744	-1.2308	-1.6410
98	3.1200	-1.4359	-2.2974	-0.7179	-3.2821	-0.8205
99	2.5500	-3.7333	-3.7333	-0.7897	-2.8718	-2.8718
100	2.0500	-4.0205	-3.4462	-0.7179	-0.8205	-2.4615
101	1.6300	-5.1282	-3.4051	-0.4308	-2.0513	-4.9231
102	1.3200	-6.0718	-4.0615	-0.0718	-2.0513	-3.2821
103	1.1400	-6.3179	-4.8821	0.1436	0.4103	-5.7436
104	1.0900	-5.0872	-4.5128	0.0000	0.0000	-2.8718
103	1.1400	-6.3179	-4.8821	-0.1436	-0.4103	-5.7436
102	1.3200	-6.0718	-4.0615	0.0718	2.0513	-3.2821
101	1.6300	-5.1282	-3.4051	0.4308	2.0513	-4.9231
100	2.0500	-4.0205	-3.4462	0.7179	0.8205	-2.4615
99	2.5500	-3.7333	-3.7333	0.7897	2.8718	-2.8718
98	3.1200	-1.4359	-2.2974	0.7179	3.2821	-0.8205
97	3.7100	-1.0256	-2.1744	0.5744	1.2308	-1.6410
96	4.3100	-0.2051	-1.9282	0.4308	-0.4103	-0.8205
95	4.9000	-0.8615	-2.8718	0.2872	0.8205	-1.6410
94	5.4900	0.6154	-1.6821	0.2154	0.8205	-0.8205
107	5.0700	-0.0410	-2.6256	-0.0718	-0.4103	-2.0513
108	4.4800	-0.0410	-2.6256	-0.2154	-0.8205	0.8205
109	3.8700	-0.5744	-3.1590	-0.5026	-1.6410	-1.2308
110	3.2500	-1.3949	-3.4051	-0.5744	-1.2308	-2.0513
111	2.6400	-1.8051	-3.5282	-0.5744	-2.0513	-2.0513
112	2.0500	-3.4462	-4.0205	-0.7179	-2.4615	-0.8205
113	1.5200	-4.2667	-4.2667	-0.7179	-4.1026	-4.1026
114	1.0700	-6.9744	-5.8256	-0.2872	-3.2821	-5.7436
115	0.7600	-6.9744	-5.8256	0.4308	-1.2308	-6.5641
116	0.5900	-7.0564	-7.3436	0.5744	0.8205	-4.5128
117	0.5500	-5.0051	-6.7282	0.0000	0.0000	-5.3333
116	0.5900	-7.0564	-7.3436	-0.5744	-0.8205	-4.5128
115	0.7600	-6.9744	-5.8256	-0.4308	1.2308	-6.5641
114	1.0700	-6.9744	-5.8256	0.2872	3.2821	-5.7436
113	1.5200	-4.2667	-4.2667	0.7179	4.1026	-4.1026
112	2.0500	-3.4462	-4.0205	0.7179	2.4615	-0.8205
111	2.6400	-1.8051	-3.5282	0.5744	2.0513	-2.0513
110	3.2500	-1.3949	-3.4051	0.5744	1.2308	-2.0513
109	3.8700	-0.5744	-3.1590	0.5026	1.6410	-1.2308
108	4.4800	-0.0410	-2.6256	0.2154	0.8205	0.8205
107	5.0700	-0.0410	-2.6256	0.0718	0.4103	-2.0513
120	4.7200	-0.2872	-3.4462	-0.1677	1.0256	-1.0256

NOKTA	W	$M_x$	$M_y$	$M_{xy}$	$V_x$	$V_y$
121	4.1300	0.2462	-2.9128	-0.1436	-0.0000	-1.6410
122	3.5100	-0.2872	-3.4462	-0.2872	-2.4615	-0.0000
123	2.8700	-1.6410	-4.2256	-0.5026	-2.0513	-0.8205
124	2.2400	-2.0513	-4.3487	-0.5026	-2.0513	-2.4615
125	1.6300	-3.4051	-5.1282	-0.4308	-4.9231	-2.0513
126	1.0700	-5.8256	-6.9744	-0.2872	-5.7436	-3.4872
127	0.6100	-8.0000	-8.0000	0.0000	-4.5128	-4.5128
128	0.3000	-9.7641	-8.9026	1.2923	-0.8205	-14.7692
129	0.1800	-6.5231	-10.5436	1.5077	1.6410	-3.6923
130	0.1500	-5.5385	-10.9949	0.0000	0.0000	-21.5385
129	0.1800	-6.5231	-10.5436	-1.5077	-1.6410	-3.6923
128	0.3000	-9.7641	-8.9026	-1.2923	0.8205	-14.7692
127	0.6100	-8.0000	-8.0000	0.0000	4.5128	-4.5128
126	1.0700	-5.8256	-6.9744	0.2872	5.7436	-3.4872
125	1.6300	-3.4051	-5.1282	0.4308	4.9231	-2.0513
124	2.2400	-2.0513	-4.3487	0.5026	2.0513	-2.4615
123	2.8700	-1.6410	-4.2256	0.5026	2.0513	-0.8205
122	3.5100	-0.2872	-3.4462	0.2872	2.4615	-0.0000
121	4.1300	0.2462	-2.9128	0.1436	0.0000	-1.6410
120	4.7200	-0.2872	-3.4462	0.1077	-1.0256	-1.0256
133	4.4600	-0.2051	-3.7949	-0.1077	-1.0256	-0.6154
134	3.8600	-0.5333	-4.2667	-0.1436	0.2051	-1.2308
135	3.2400	-0.0000	-3.7333	-0.1436	-0.8205	-0.8205
136	2.5900	-1.3538	-4.5128	-0.2154	-3.6923	-0.0000
137	1.9400	-2.8308	-5.7026	-0.2872	-3.2821	-0.2872
138	1.3200	-4.0615	-6.0718	-0.0359	-3.4872	-2.0923
139	0.7600	-5.8872	-7.1795	0.4308	-6.5641	-0.2051
140	0.3000	-8.9026	-9.7641	1.2564	-14.5641	-1.1897
141	0.0000	-16.0000	-16.0000	3.0872	-0.4103	-0.4103
142	0.0000	-4.4308	-14.7692	5.3487	-5.9487	11.9385
143	0.0000	-9.1692	-30.5641	0.0000	0.0000	73.2328
142	0.0000	-4.4308	-14.7692	-5.3487	5.9487	11.9385
141	0.0000	-16.0000	-16.0000	-3.0872	0.4103	-0.4103
140	0.3000	-8.9026	-9.7641	-1.2564	14.5641	-1.1897
139	0.7600	-5.8872	-7.1795	-0.4308	6.5641	-0.2051
138	1.3200	-4.0615	-6.0718	0.0359	3.4872	-2.0923
137	1.9400	-2.8308	-5.7026	0.2872	3.2821	-0.2872
136	2.5900	-1.3538	-4.5128	0.2154	3.6923	0.0000
135	3.2400	-0.0000	-3.7333	0.1436	0.8205	-0.8205
134	3.8600	-0.5333	-4.2667	0.1436	-0.2051	-1.2308
133	4.4600	-0.2051	-3.7949	0.1077	1.0256	-0.6154
146	4.3000	-0.3282	-4.2051	0.0359	-0.3692	0.2051
147	3.7000	-0.1231	-4.1436	-0.1436	-0.2051	1.2308
148	3.0700	-0.5333	-4.2667	-0.1436	-1.2308	-1.6410
149	2.4200	-1.3538	-4.5128	-0.0215	-1.5179	-0.2872
150	1.7700	-2.1374	-4.6359	-0.0287	-4.1436	0.0821
151	1.1400	-5.0379	-6.2154	0.1292	-4.8410	0.0821
152	0.5950	-6.7487	-6.3179	0.6318	-4.8410	-0.2051
153	0.1800	-10.7979	-6.7487	1.5436	-4.7179	2.5026
154	0.0000	-14.7692	-4.4308	2.1538	12.3077	11.9795

155	0.1800	-7.1056	5.5590	3.9128	5.2820	2.9128
156	0.5950	41.9897	36.6769	0.0000	-0.0000	8.5436
155	0.1800	-7.1056	5.5590	-3.9128	5.2820	2.9128
154	0.0000	-14.7692	-4.4308	-2.1538	2.3077	1.9795
153	0.1800	-10.7979	-6.7487	-1.5436	4.7179	2.5026
152	0.5950	-6.7487	-6.3179	-0.6318	4.8410	0.2051
151	1.1400	-5.0379	-6.2154	-0.1292	4.8410	-0.0821
150	1.7700	-2.1374	-4.6359	0.0287	4.1436	-0.0821
155	0.1800	-7.1056	5.5590	3.9128	5.2820	2.9128
156	0.5950	41.9897	36.6769	0.0000	-0.0000	8.5436
155	0.1800	-7.1056	5.5590	-3.9128	5.2820	2.9128
154	0.0000	-14.7692	-4.4308	-2.1538	2.3077	1.9795
153	0.1800	-10.7979	-6.7487	-1.5436	4.7179	2.5026
152	0.5950	-6.7487	-6.3179	-0.6318	4.8410	0.2051
151	1.1400	-5.0379	-6.2154	-0.1292	4.8410	-0.0821
150	1.7700	-2.1374	-4.6359	0.0287	4.1436	-0.0821
149	2.4200	-1.3538	-4.5128	0.0215	-1.5179	0.2872
148	3.0700	-0.5333	-4.2667	0.1436	-0.2051	1.6410
147	3.7000	-0.1231	-4.1436	0.1436	-0.3692	-1.2308
146	4.3000	-0.3282	-4.2051	-0.0259	-0.3692	-0.0000
159	4.2500	-0.6000	-3.7333	0.0000	-1.2308	0.0000
160	3.6500	0.4103	-3.6103	0.0000	1.6410	0.0000
161	3.0100	-1.0667	-4.8000	0.0000	2.3385	-0.3000
162	2.3600	-1.3538	-4.8862	0.0000	1.9692	0.0000
163	1.7070	-2.8636	-5.5631	0.0000	2.9128	0.0000
164	1.0860	-4.6113	-5.4154	0.0000	3.7744	0.0000
165	0.5450	-7.3846	-5.9487	0.0000	4.1436	0.0000
166	0.1540	-10.3631	-5.0503	0.0000	2.3795	0.0000
167	0.0000	-12.6359	-3.7908	0.0000	0.0000	0.0000
168	0.1540	-10.3631	-5.0503	0.0000	0.6154	0.0000
169	0.5450	30.8513	5.5221	0.0000	-0.0000	-0.0000
168	0.1540	-10.3631	-5.0503	0.0000	0.6154	0.0000
167	0.0000	-12.6359	-3.7908	0.0000	0.0000	0.0000
166	0.1540	-10.3631	-5.0503	0.0000	-2.3795	0.0000
165	0.5450	-7.3846	-5.9487	0.0000	-4.1436	0.0000
164	1.0860	-4.6113	-5.4154	0.0000	-3.7744	0.0000
163	1.7070	-2.8636	-5.5631	0.0000	-2.9128	0.0000
162	2.3600	-1.3538	-4.8862	0.0000	-1.9692	-0.0000
161	3.0100	-1.0667	-4.8000	0.0000	-2.3385	-0.0000
160	3.6500	0.4103	-3.6103	0.0000	-1.6410	0.0000
159	4.2500	-0.0000	-3.7333	-0.0000	1.2308	-0.0000
146	4.3000	-0.3282	-4.2051	-0.0259	0.3692	1.2308
147	3.7000	-0.1231	-4.1436	0.1436	0.2051	-1.5410
148	3.0700	-0.5333	-4.2667	0.1436	1.2308	-0.2872
149	2.4200	-1.3538	-4.5128	0.0215	1.5179	0.0821
150	1.7700	-2.1374	-4.6359	0.0287	4.1436	0.0821
151	1.1400	-5.0379	-6.2154	-0.1292	4.8410	-0.0821
152	0.5950	-6.7487	-6.3179	-0.6318	4.8410	-0.2051
153	0.1800	-10.7979	-6.7487	-1.5436	4.7179	2.5026
154	0.0000	-14.7692	-4.4308	-2.1538	2.3077	1.9795
155	0.1800	-7.1056	5.5590	-3.9128	5.2820	2.9128
156	0.5950	41.9897	36.6769	0.0000	-0.0000	8.5436
155	0.1800	-7.1056	5.5590	3.9128	5.2820	2.9128

NOKIA W Mx My Mxy Vx Vy

NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
149	2.4200	-1.3538	-4.5128	-0.0215	1.5179	0.2872
148	3.0700	-0.5333	-4.2667	-0.1436	1.2308	1.6410
147	3.7000	-0.1231	-4.1436	-0.1436	0.2051	-1.2308
146	4.3000	-0.3282	-4.2051	0.0359	0.3692	-0.2051
133	4.4600	-0.2051	-3.7949	0.1077	-1.0256	0.6154
134	3.8600	-0.5333	-4.2667	0.1436	0.2051	1.2308
135	3.2400	-0.0000	-3.7333	0.1436	-0.8205	0.8205
136	2.5900	-1.3538	-4.5128	0.2154	-3.6923	0.0000
137	1.9400	-2.8308	-5.7026	0.2872	-3.2821	0.2872
138	1.3200	-4.0615	-6.0718	0.0359	-3.4872	2.0923
139	0.7600	-5.8872	-7.1795	-0.4308	-6.5641	0.2051
140	0.3000	-8.9026	-9.7641	-1.2564	-14.5641	1.1897
141	0.0000	-16.0000	-16.0000	-3.0872	-0.4103	0.4103
142	0.0000	-4.4308	-14.7692	-5.3487	-5.9487	1.9385
143	0.0000	-9.1692	-0.5641	0.0000	0.0000	3.2308
142	0.0000	-4.4308	-14.7692	5.3487	5.9487	1.9385
141	0.0000	-16.0000	-16.0000	3.0872	0.4103	0.4103
140	0.3000	-8.9026	-9.7641	1.2564	14.5641	1.1897
139	0.7600	-5.8872	-7.1795	0.4308	6.5641	0.2051
138	1.3200	-4.0615	-6.0718	-0.0359	3.4872	2.0923
137	1.9400	-2.8308	-5.7026	-0.2872	3.2821	0.2872
136	2.5900	-1.3538	-4.5128	-0.2154	3.6923	0.0000
135	3.2400	-0.0000	-3.7333	-0.1436	0.8205	0.8205
134	3.8600	-0.5333	-4.2667	-0.1436	-0.2051	1.2308
133	4.4600	-0.2051	-3.7949	-0.1077	1.0256	0.6154
120	4.7200	-0.2872	-3.4462	0.1077	1.0256	1.0256
121	4.1300	0.2462	-2.9128	0.1436	-0.0000	1.6410
122	3.5100	-0.2872	-3.4462	0.2872	-2.4615	-0.0000
123	2.8700	-1.6410	-4.2256	0.5026	-2.0513	0.8205
124	2.2400	-2.0513	-4.3487	0.5026	-2.0513	2.4615
125	1.6300	-3.4051	-5.1282	0.4308	-4.9231	2.0513
126	1.0700	-5.8256	-6.9744	0.2872	-5.7436	3.4872
127	0.6100	-8.0000	-8.0000	0.0000	-4.5128	4.5128
128	0.3000	-9.7641	-8.9026	-1.2923	-0.8205	4.7692
129	0.1800	-6.5231	-10.5436	-1.5077	1.6410	3.6923
130	0.1500	-5.5385	-10.9949	0.0000	0.0000	1.5385
129	0.1800	-6.5231	-10.5436	1.5077	-1.6410	3.6923
128	0.3000	-9.7641	-8.9026	1.2923	0.8205	4.7692
127	0.6100	-8.0000	-8.0000	0.0000	4.5128	4.5128
126	1.0700	-5.8256	-6.9744	-0.2872	5.7436	3.4872
125	1.6300	-3.4051	-5.1282	-0.4308	4.9231	2.0513
124	2.2400	-2.0513	-4.3487	-0.5026	2.0513	2.4615
123	2.8700	-1.6410	-4.2256	-0.5026	2.0513	0.8205
122	3.5100	-0.2872	-3.4462	-0.2872	2.4615	-0.0000
121	4.1300	0.2462	-2.9128	-0.1436	0.0000	1.6410
120	4.7200	-0.2872	-3.4462	-0.1077	-1.0256	1.0256
107	5.0700	-0.0410	-2.6256	0.0718	-0.4103	2.0513
108	4.4800	-0.0410	-2.6256	0.2154	-0.8205	-0.8205
109	3.8700	-0.5744	-3.1590	0.5026	-1.6410	1.2308
110	3.2500	-1.3949	-3.4051	0.5744	-1.2308	2.0513

NOKTA	W	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>xy</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>
111	2.6400	-1.8051	-3.5282	0.5744	-2.0513	2.0513
112	2.0500	-3.4462	-4.0205	0.7179	-2.4615	0.8205
113	1.5200	-4.2667	-4.2667	0.7179	-4.1026	4.1026
114	1.0700	-6.9744	-5.8256	0.2872	-3.2821	5.7436
115	0.7600	-6.9744	-5.8256	-0.4308	-1.2308	6.5641
116	0.5900	-7.0564	-7.3436	-0.5744	0.8205	4.5128
117	0.5500	-5.0051	-6.7282	0.0000	0.0000	5.3333
116	0.5900	-7.0564	-7.3436	0.5744	-0.8205	4.5128
115	0.7600	-6.9744	-5.8256	0.4308	1.2308	6.5641
114	1.0700	-6.9744	-5.8256	-0.2872	3.2821	5.7436
113	1.5200	-4.2667	-4.2667	-0.7179	4.1026	4.1026
112	2.0500	-3.4462	-4.0205	-0.7179	2.4615	0.8205
111	2.6400	-1.8051	-3.5282	-0.5744	2.0513	2.0513
110	3.2500	-1.3949	-3.4051	-0.5744	1.2308	2.0513
109	3.8700	-0.5744	-3.1590	-0.5026	1.6410	1.2308
108	4.4800	-0.0410	-2.6256	-0.2154	0.8205	-0.8205
107	5.0700	-0.0410	-2.6256	-0.0718	0.4103	2.0513
94	5.4900	0.6154	-1.6821	0.2154	-0.8205	0.8205
95	4.9000	-0.8615	-2.8718	0.2872	-0.8205	1.6410
96	4.3100	-0.2051	-1.9282	0.4308	0.4103	0.8205
97	3.7100	-1.0256	-2.1744	0.5744	-1.2308	1.6410
98	3.1200	-1.4359	-2.2974	0.7179	-3.2821	0.8205
99	2.5500	-3.7333	-3.7333	0.7897	-2.8718	2.8718
100	2.0500	-4.0205	-3.4462	0.7179	-0.8205	2.4615
101	1.6300	-5.1282	-3.4051	0.4308	-2.0513	4.9231
102	1.3200	-6.0718	-4.0615	0.0718	-2.0513	3.2821
103	1.1400	-6.3179	-4.8821	-0.1436	0.4103	5.7436
104	1.0900	-5.0872	-4.5128	0.0000	0.0000	2.8718
103	1.1400	-6.3179	-4.8821	0.1436	-0.4103	5.7436
102	1.3200	-6.0718	-4.0615	-0.0718	2.0513	3.2821
101	1.6300	-5.1282	-3.4051	-0.4308	2.0513	4.9231
100	2.0500	-4.0205	-3.4462	-0.7179	0.8205	2.4615
99	2.5500	-3.7333	-3.7333	-0.7897	2.8718	2.8718
98	3.1200	-1.4359	-2.2974	-0.7179	3.2821	0.8205
97	3.7100	-1.0256	-2.1744	-0.5744	1.2308	1.6410
96	4.3100	-0.2051	-1.9282	-0.4308	-0.4103	0.8205
95	4.9000	-0.8615	-2.8718	-0.2872	0.8205	1.6410
94	5.4900	0.6154	-1.6821	-0.2154	0.8205	0.8205
81	5.9600	-0.0821	-1.5179	0.1867	1.3949	-0.5744
82	5.3900	0.4513	-0.9846	0.2872	-0.8205	2.8718
83	4.8000	-0.9026	-1.7641	0.3590	-1.6410	-0.4103
84	4.2200	-0.9026	-1.7641	0.5744	-1.2308	1.6410
85	3.6500	-2.1333	-2.1333	0.7179	-0.8205	0.8205
86	3.1200	-2.2974	-1.4359	0.7179	-0.8205	3.2821
87	2.6400	-3.5282	-1.8051	0.5744	-2.0513	2.0513
88	2.2400	-4.3487	-2.0513	0.5026	-2.4615	2.0513
89	1.9400	-5.7026	-2.8308	0.2872	-0.4103	3.2821
90	1.7700	-4.7590	-2.1744	0.0000	0.4103	4.1026
91	1.7100	-5.2923	-2.7077	0.0000	0.0000	2.4615
90	1.7700	-4.7590	-2.1744	-0.0000	-0.4103	4.1026

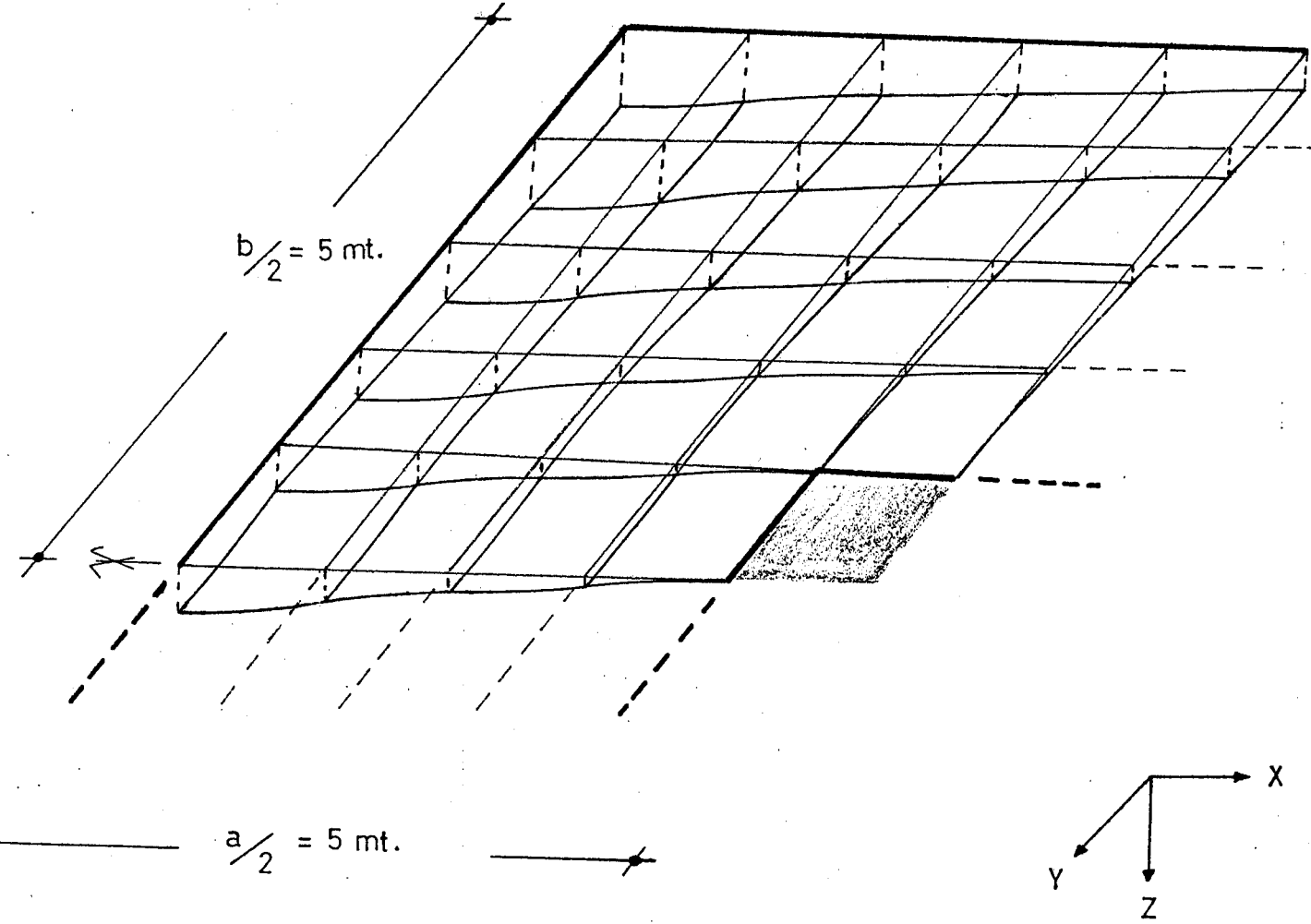
NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
89	1.9400	-5.7026	-2.8308	-0.2872	0.4103	3.2821
88	2.2400	-4.3487	-2.0513	-0.5026	2.4615	2.0513
87	2.6400	-3.5282	-1.8051	-0.5744	2.0513	2.0513
86	3.1200	-2.2974	-1.4359	-0.7179	0.8205	3.2821
85	3.6500	-2.1333	-2.1333	-0.7179	0.8205	0.8205
84	4.2200	-0.9026	-1.7641	-0.5744	1.2308	1.6410
83	4.8000	-0.9026	-1.7641	-0.3590	1.6410	-0.4103
82	5.3900	0.4513	-0.9846	-0.2872	0.8205	2.8718
81	5.9800	-0.0821	-1.5179	-0.1867	-1.3949	-0.5744
68	6.4700	-0.5333	-1.2800	0.0718	0.1641	0.6154
69	5.9100	0.5744	-0.5744	0.2872	-0.6564	-0.4103
70	5.3300	-1.1897	-1.4769	0.3590	-0.8205	2.0513
71	4.7700	-0.5333	-0.5333	0.4308	0.0000	0.0000
72	4.2200	-1.7641	-0.9026	0.5744	-1.6410	1.3949
73	3.7100	-2.1744	-1.0256	0.5744	-1.6410	1.2308
74	3.2500	-3.4051	-1.3949	0.5744	-2.0513	1.2308
75	2.8700	-4.2256	-1.6410	0.5026	-0.8205	2.0513
76	2.5900	-4.5128	-1.3538	0.2154	0.0000	3.6923
77	2.4200	-4.5128	-1.3538	-0.0000	-0.4103	1.6410
78	2.3600	-4.9231	-1.4769	-0.0000	0.0000	1.6410
77	2.4200	-4.5128	-1.3538	0.0000	0.4103	1.6410
76	2.5900	-4.5128	-1.3538	-0.2154	0.0000	3.6923
75	2.8700	-4.2256	-1.6410	-0.5026	0.8205	2.0513
74	3.2500	-3.4051	-1.3949	-0.5744	2.0513	1.2308
73	3.7100	-2.1744	-1.0256	-0.5744	1.6410	1.2308
72	4.2200	-1.7641	-0.9026	-0.5744	1.6410	1.3949
71	4.7700	-0.5333	-0.5333	-0.4308	0.0000	0.0000
70	5.3300	-1.1897	-1.4769	-0.3590	0.8205	2.0513
69	5.9100	0.5744	-0.5744	-0.2872	0.6564	-0.4103
68	6.4700	-0.5333	-1.2800	-0.0718	-0.1641	0.6154
55	7.0100	-0.1846	-0.6154	0.1005	-0.2462	1.3949
56	6.4500	-0.2462	-0.8205	0.1795	0.6154	0.4103
57	5.8900	0.0000	0.0000	0.2872	-1.2308	1.2308
58	5.3300	-1.4769	-1.1897	0.3303	-1.8872	0.9846
59	4.8000	-1.7149	-0.7385	0.3590	0.4103	0.9846
60	4.3100	-1.9282	-0.2051	0.4595	-0.9846	-0.0821
61	3.8700	-3.1590	-0.5744	0.5026	-1.2308	1.6410
62	3.5100	-3.4462	-0.2872	0.2872	-0.0000	2.4615
63	3.2400	-3.7333	-0.0000	0.1436	-0.8205	0.6154
64	3.0700	-4.2667	-0.5333	0.1436	-1.6410	1.2308
65	3.0100	-4.8000	-1.0667	0.0000	-0.0000	2.4615
64	3.0700	-4.2667	-0.5333	-0.1436	1.6410	1.2308
63	3.2400	-3.7333	-0.0000	-0.1436	0.8205	0.6154
62	3.5100	-3.4462	-0.2872	-0.2872	-0.0000	2.4615
61	3.8700	-3.1590	-0.5744	-0.5026	1.2308	1.6410
60	4.3100	-1.9282	-0.2051	-0.4595	0.9846	-0.0821
59	4.8000	-1.7149	-0.7385	-0.3590	-0.4103	0.9846
58	5.3300	-1.4769	-1.1897	-0.3303	1.8872	0.9846
57	5.8900	0.0000	0.0000	-0.2872	1.2308	1.2308
56	6.4500	-0.2462	-0.8205	-0.1795	-0.6154	0.4103

NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
55	7.0100	-0.1846	-0.6154	-0.1005	0.2462	1.3949
42	7.5650	-0.0000	-0.0000	0.0359	1.0256	0.2051
43	7.0100	0.2667	0.2667	0.0718	-0.8205	0.8205
44	6.4500	-0.8205	-0.2462	0.1795	-0.2462	-0.6154
45	5.9100	-0.4103	0.6236	0.2872	-0.2462	0.6564
46	5.3860	-1.4113	0.0246	0.2585	-2.7077	0.9846
47	4.9000	-2.6585	-0.6482	0.2872	-0.9846	0.1641
48	4.4800	-2.6256	-0.0410	0.2441	0.4923	1.1487
49	4.1300	-2.9128	0.2462	0.1795	-1.8462	-0.2051
50	3.8600	-4.3282	-0.7385	0.1436	-1.2308	0.6154
51	3.7000	-4.1436	-0.1231	0.1077	1.4359	0.0000
52	3.6500	-3.6103	0.4103	0.0000	0.0000	1.5410
51	3.7000	-4.1436	-0.1231	-0.1077	-1.4359	0.0000
50	3.8600	-4.3282	-0.7385	-0.1436	1.2308	0.6154
49	4.1300	-2.9128	0.2462	-0.1795	1.8462	-0.2051
48	4.4800	-2.6256	-0.0410	-0.2441	-0.4923	1.1487
47	4.9000	-2.6585	-0.6482	-0.2872	0.9846	0.1641
46	5.3860	-1.4113	0.0246	-0.2585	2.7077	0.9846
45	5.9100	-0.4103	0.6236	-0.2872	0.2462	0.6564
44	6.4500	-0.8205	-0.2462	-0.1795	0.2462	-0.6154
43	7.0100	0.2667	0.2667	-0.0718	0.8205	0.8205
42	7.5650	-0.0000	-0.0000	-0.0359	-1.0256	0.2051
29	8.1200	-0.2667	-0.2667	-0.0718	-0.4103	0.4103
30	7.5650	-0.0000	-0.0000	0.0359	-0.2051	-1.0256
31	7.0100	-0.6154	-0.1846	0.1005	-1.3949	0.2462
32	6.4700	-1.2800	-0.5333	0.1005	-0.2872	-0.3282
33	5.9600	-1.3046	0.1313	0.1867	-0.0821	-0.7385
34	5.4860	-2.1087	0.1867	0.1579	-0.8205	0.8205
35	5.0700	-2.4123	0.1723	0.0718	-1.6000	-0.2462
36	4.7200	-3.6513	-0.3487	0.1364	-0.5333	-0.8615
37	4.4650	-3.2615	0.3282	0.1077	-0.6154	1.0256
38	4.3000	-4.4103	-0.3897	-0.0359	-0.6154	0.3692
39	4.2500	-3.7333	-0.0000	-0.0000	0.0000	-1.2308
38	4.3000	-4.4103	-0.3897	0.0359	0.6154	0.3692
37	4.4650	-3.2615	0.3282	-0.1077	0.6154	1.0256
36	4.7200	-3.6513	-0.3487	-0.1364	0.5333	-0.8615
35	5.0700	-2.4123	0.1723	-0.0718	1.6000	-0.2462
34	5.4860	-2.1087	0.1867	-0.1579	0.8205	0.8205
33	5.9600	-1.3046	0.1313	-0.1867	0.0821	-0.7385
32	6.4700	-1.2800	-0.5333	-0.1005	0.2872	-0.3282
31	7.0100	-0.6154	-0.1846	-0.1005	1.3949	0.2462
30	7.5650	-0.0000	-0.0000	-0.0359	0.2051	-1.0256
29	8.1200	-0.2667	-0.2667	0.0718	0.4103	0.4103



W

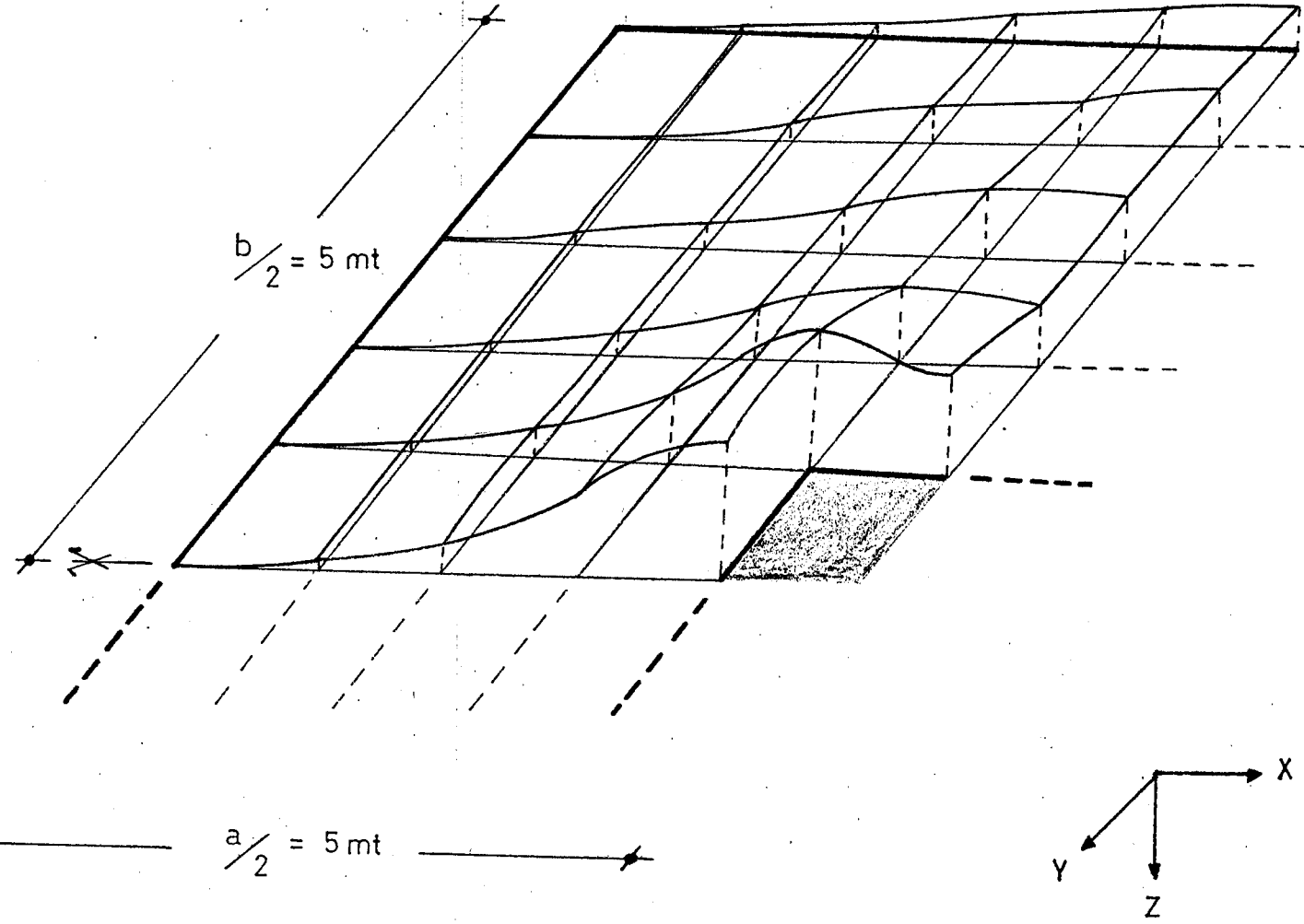
Ölçek: 1 cm. — 7 cm.



Şekil 3.12. a. Düşey Deplasmanlar

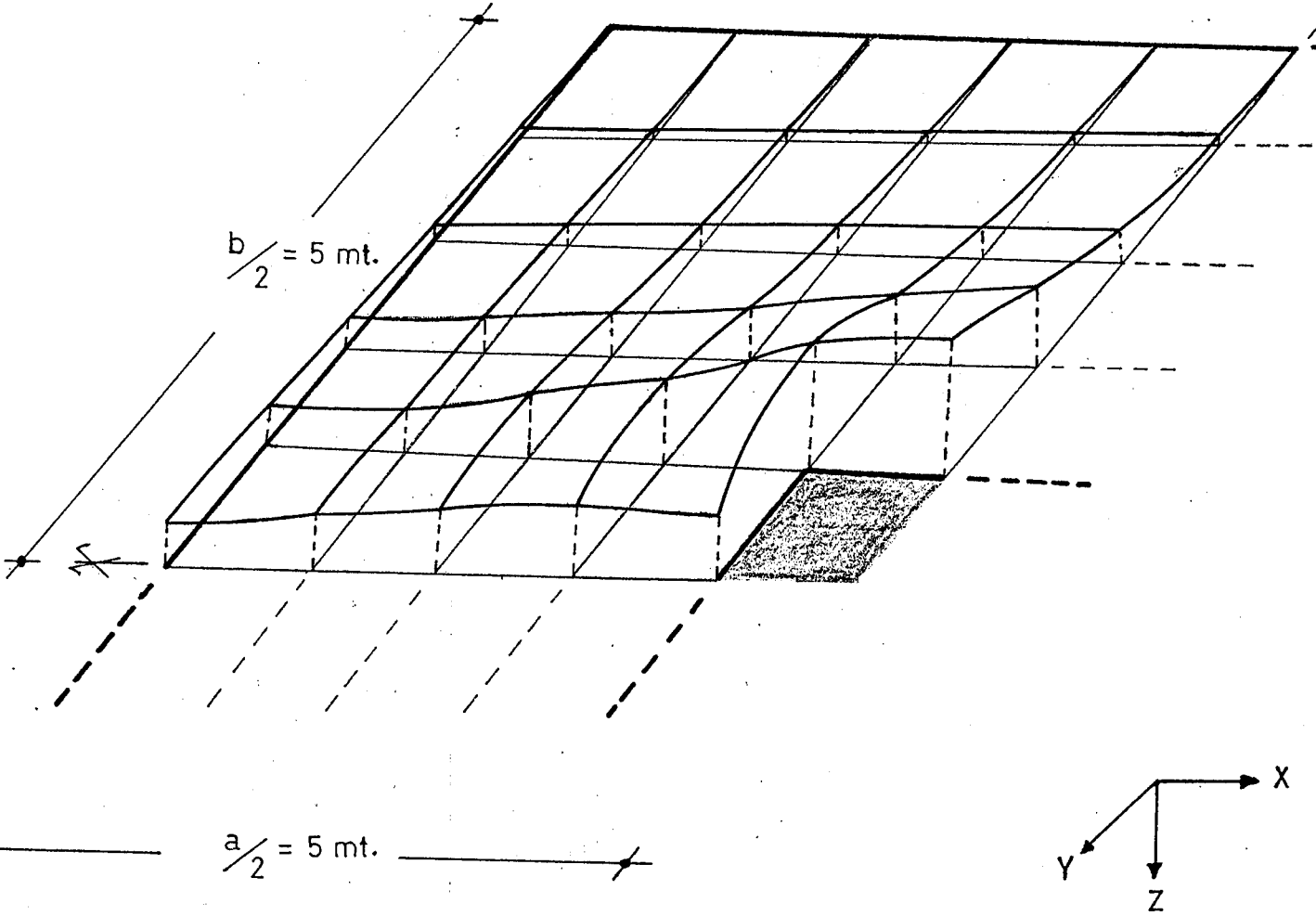
$M_x$ 

Ölçek: 1 cm. — 6 tm.

Şekil 3.12.b.  $M_x$  Eğilme Momentleri

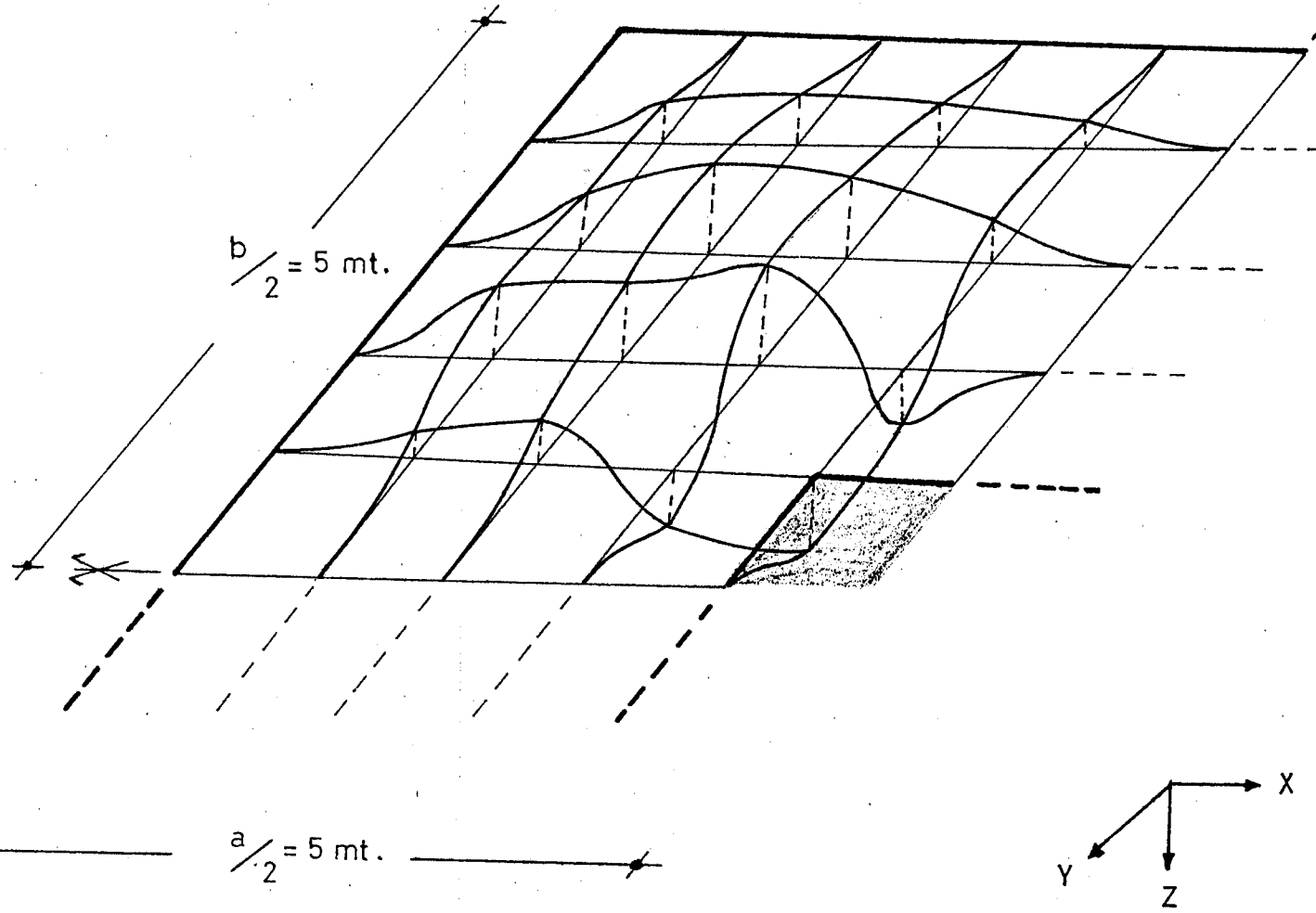
My

Ölçek: 1 cm. → 6 tm.

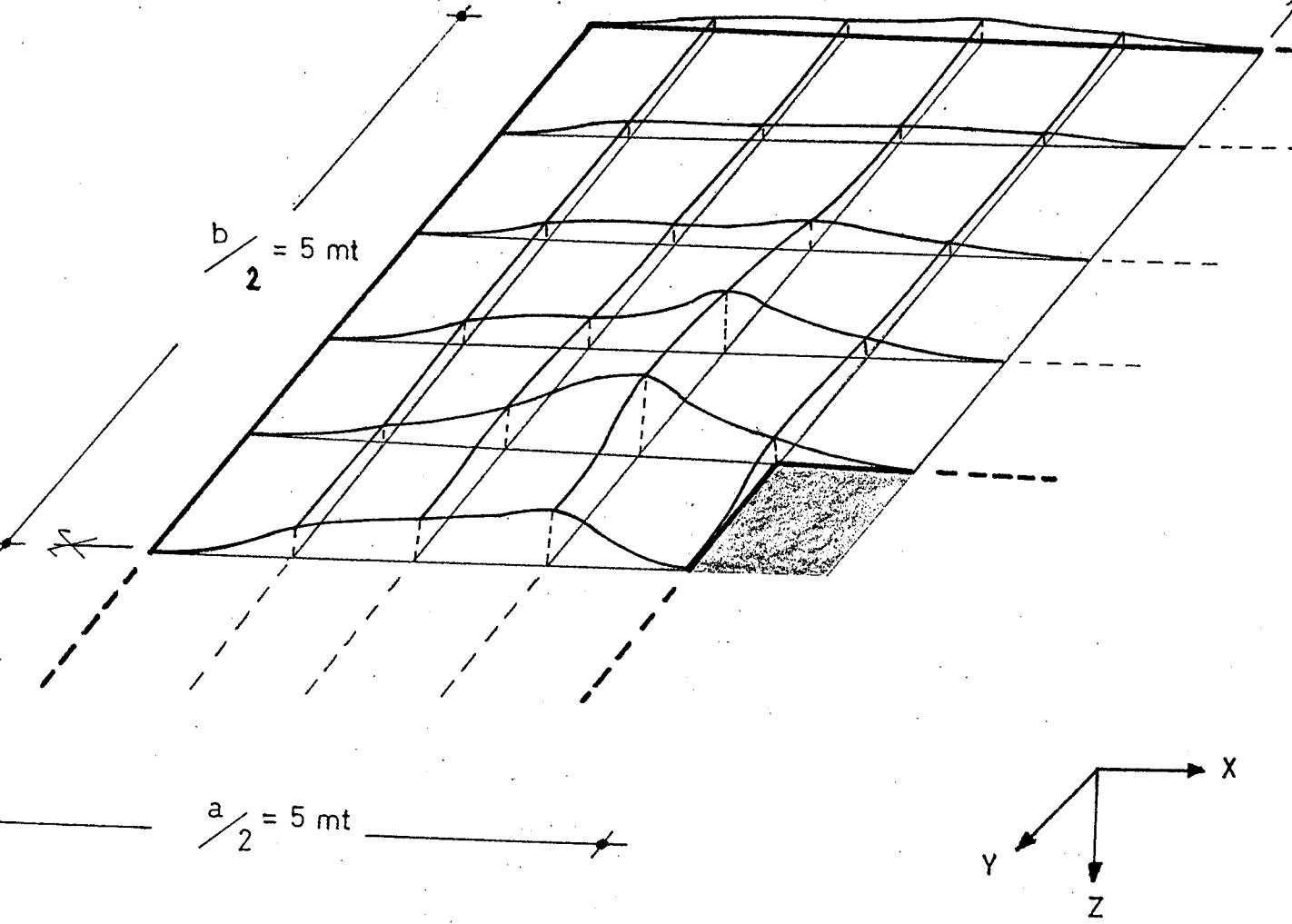
Şekil 3.12.c.  $M_y$  Eğilme Momentleri

M<sub>xy</sub>

Ölçek : 1 cm. → 0.5 tm.

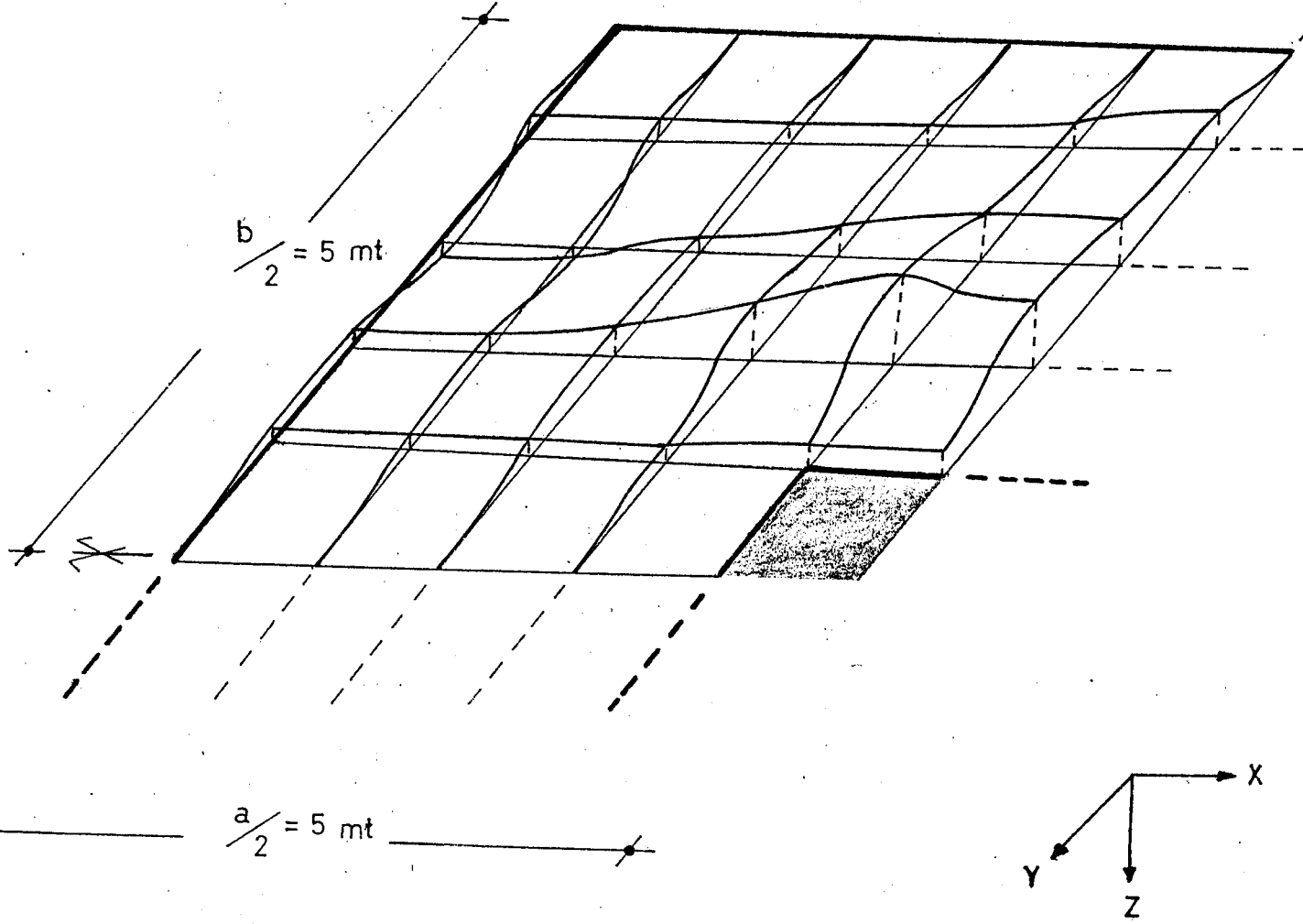
Şekil 3.12.d.  $M_{xy}$  Burulma Momentleri

$V_x$   
Ölçek : 1 cm. — 5<sup>t</sup>



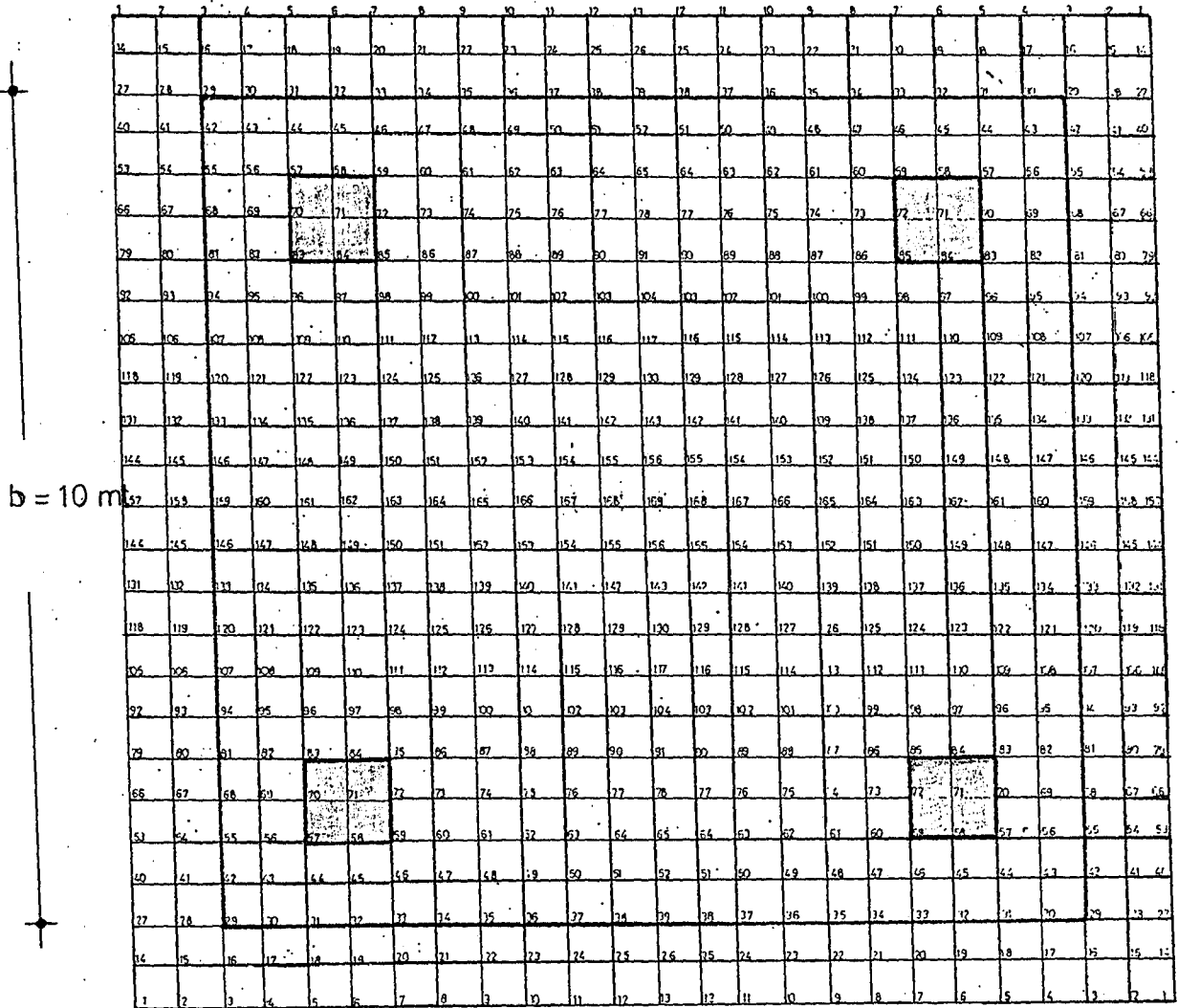
Şekil 3.12.e.  $V_x$  Kesme Kuvvetleri

$V_y$   
Ölçek: 1 cm.  $\rightarrow$  5<sup>t</sup>



Şekil 3.12.c.  $V_y$  Kesme Kuvvetleri

## ÖRNEK - 4



Şekil 3.13. Dört Kenarından Serbest ve Dört Kolon Üzerine Oturan Üniform Yayılı Yüklü Kare Döşeme

NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
29	-0.0033	0.0000	0.0000	-0.0009	0.0590	0.0590
30	-0.0037	0.0538	-0.0072	0.0503	-0.0154	0.0308
31	-0.0060	-0.0595	0.0195	0.0682	-0.2256	-0.0000
32	-0.0060	-0.5410	0.0010	0.0467	-0.5231	0.0359
33	0.0133	-1.4072	0.0072	0.0835	-0.2897	0.1513
34	0.0830	-1.2605	-0.0328	0.1615	0.3385	-0.0205
35	0.1973	-0.5149	-0.0051	0.1597	0.6462	-0.0513
36	0.3300	0.3692	0.0174	0.1059	0.6000	-0.0564
37	0.4497	1.0369	0.0031	0.0556	0.4308	-0.0513
38	0.5323	1.4964	0.0103	0.0215	0.2308	0.0051
39	0.5617	1.6421	-0.0021	0.0000	0.0000	-0.0205
38	0.5323	1.4964	0.0103	-0.0215	-0.2308	0.0051
37	0.4497	1.0369	0.0031	-0.0556	-0.4308	-0.0513
36	0.3300	0.3692	0.0174	-0.1059	-0.6000	-0.0564
35	0.1973	-0.5149	-0.0051	-0.1597	-0.6462	-0.0513
34	0.0830	-1.2605	-0.0328	-0.1615	-0.3385	-0.0205
33	0.0133	-1.4072	0.0072	-0.0835	0.2897	0.1513
32	-0.0060	-0.5410	0.0010	-0.0467	0.5231	0.0359
31	-0.0060	-0.0595	0.0195	-0.0682	0.2256	0.0000
30	-0.0037	0.0538	-0.0072	-0.0503	0.0154	0.0308
29	-0.0033	0.0000	0.0000	0.0009	-0.0590	0.0590
42	-0.0037	-0.0072	0.0538	0.0503	0.0308	-0.0154
43	-0.0022	0.0667	0.0667	0.0467	-0.0128	-0.0128
44	-0.0023	-0.0185	0.0318	0.0251	-0.2359	0.0872
45	-0.0015	-0.4338	-0.0462	-0.1041	-0.7205	0.2308
46	0.0143	-1.7610	-0.0990	0.0126	-0.4154	-1.0872
47	0.0920	-1.4082	-0.1518	0.3051	0.4333	-0.6103
48	0.2183	-0.5354	-0.1979	0.3464	0.7077	-0.2821
49	0.3617	0.4164	-0.1364	0.2674	0.6718	-0.1436
50	0.4887	1.1026	-0.0892	0.1669	0.4821	-0.0154
51	0.5753	1.5600	-0.0267	0.0772	0.2667	0.0103
52	0.6060	1.7149	-0.0082	0.0000	0.0000	0.0513
51	0.5753	1.5600	-0.0267	-0.0772	-0.2667	0.0103
50	0.4887	1.1026	-0.0892	-0.1669	-0.4821	-0.0154
49	0.3617	0.4164	-0.1364	-0.2674	-0.6718	-0.1436
48	0.2183	-0.5354	-0.1979	-0.3464	-0.7077	-0.2821
47	0.0920	-1.4082	-0.1518	-0.3051	-0.4333	-0.6103
46	0.0143	-1.7610	-0.0990	-0.0126	0.4154	-1.0872
45	-0.0015	-0.4338	-0.0462	0.1041	0.7205	0.2308
44	-0.0023	-0.0185	0.0318	-0.0251	0.2359	0.0872
43	-0.0022	0.0667	0.0667	-0.0467	0.0128	-0.0128
42	-0.0037	-0.0072	0.0538	-0.0503	-0.0308	-0.0154
55	-0.0060	0.0195	-0.0595	0.0700	-0.0051	-0.2205
56	-0.0023	0.0318	-0.0185	0.0251	0.0872	-0.2359
57	0.0000	0.0933	0.0933	0.0045	0.0179	0.0179
58	0.0000	0.0138	0.0462	-0.0897	-1.6974	0.1846
59	0.0000	-2.9426	-1.2841	0.0601	-1.1308	-0.8949
60	0.0913	-1.9138	-0.9662	0.4182	1.1436	-1.1744



NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
61	0.2407	-0.5621	-0.6913	0.4900	1.1128	-0.4718
62	0.4027	0.4769	-0.4636	0.3572	0.8667	-0.1692
63	0.5427	1.2359	-0.2359	0.2136	0.5846	-0.0154
64	0.6360	1.6533	-0.1200	0.0969	0.2974	0.0410
65	0.6690	1.8308	-0.0574	0.0000	0.0000	0.0667
64	0.6360	1.6533	-0.1200	-0.0969	-0.2974	0.0410
63	0.5427	1.2359	-0.2359	-0.2136	-0.5846	-0.0154
62	0.4027	0.4769	-0.4636	-0.3572	-0.8667	-0.1692
61	0.2407	-0.5621	-0.6913	-0.4900	-1.1128	-0.4718
60	0.0913	-1.9138	-0.9662	-0.4182	-1.1436	-1.1744
59	0.0000	-2.9426	-1.2841	-0.0601	1.1308	-0.8949
58	0.0000	0.0138	0.0462	0.0897	1.6974	0.1846
57	0.0000	0.0933	0.0933	-0.0045	-0.0179	0.0179
56	-0.0023	0.0318	-0.0185	-0.0251	-0.0872	-0.2359
55	-0.0060	0.0195	-0.0595	-0.0700	0.0051	-0.2205
68	-0.0060	0.0113	-0.5379	0.0467	0.0564	-0.5231
69	-0.0015	-0.0462	-0.4338	-0.1041	0.2256	-0.7205
70	0.0000	0.0462	0.0138	-0.0897	0.1846	-1.6974
71	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.6333	-1.6333
72	0.0000	-3.2205	-0.9662	0.3751	-1.7744	-3.3282
73	0.1047	-2.6226	-1.9908	0.6695	0.8564	-1.0462
74	0.2817	-0.5959	-1.3641	0.4864	1.7128	-0.3487
75	0.4653	0.6236	-0.7836	0.2979	1.1282	-0.0103
76	0.6183	1.3590	-0.3856	0.1597	0.6923	0.0718
77	0.7187	1.7856	-0.1456	0.0682	0.3487	0.1333
78	0.7537	1.9415	-0.0615	0.0000	0.0000	0.1282
77	0.7187	1.7856	-0.1456	-0.0682	-0.3487	0.1333
76	0.6183	1.3590	-0.3856	-0.1597	-0.6923	0.0718
75	0.4653	0.6236	-0.7836	-0.2979	-1.1282	-0.0103
74	0.2817	-0.5959	-1.3641	-0.4864	-1.7128	-0.3487
73	0.1047	-2.6226	-1.9908	-0.6695	-0.8564	-1.0462
72	0.0000	-3.2205	-0.9662	-0.3751	1.7744	-3.3282
71	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.6333	-1.6333
70	0.0000	0.0462	0.0138	0.0897	-0.1846	-1.6974
69	-0.0015	-0.0462	-0.4338	0.1041	-0.2256	-0.7205
68	-0.0060	0.0113	-0.5379	-0.0467	-0.0564	-0.5231
81	0.0133	0.0072	-1.4072	0.0817	0.1462	-0.2949
82	0.0143	-0.0990	-1.7610	0.0126	-1.0872	-0.4154
83	0.0000	-1.2841	-2.9426	0.0601	-0.8949	-1.1256
84	0.0000	-0.9662	-3.2205	0.3751	-3.3282	-1.7744
85	0.0000	-6.4400	-6.4400	0.5654	-0.5436	-0.5436
86	0.1610	-2.2185	-3.3815	0.3554	4.1231	0.5128
87	0.3650	-0.3621	-1.7979	0.1256	2.1487	0.3436
88	0.5627	0.8154	-0.8287	0.0413	1.2872	0.2615
89	0.7223	1.4872	-0.3005	0.0090	0.7282	0.2359
90	0.8257	1.8913	-0.0113	-0.0036	0.3538	0.2308
91	0.8613	2.0226	0.0841	0.0000	0.0000	0.1949
90	0.8257	1.8913	-0.0113	0.0036	-0.3538	0.2308
89	0.7223	1.4872	-0.3005	-0.0090	-0.7282	0.2359
88	0.5627	0.8154	-0.8287	-0.0413	-1.2872	0.2615

NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
87	0.3650	-0.3621	-1.7979	-0.1256	-2.1487	0.3436
86	0.1610	-2.2185	-3.3815	-0.3554	-4.1231	0.5128
85	0.0000	-6.4400	-6.4400	-0.5654	0.5436	-0.5436
84	0.0000	-0.9662	-3.2205	-0.3751	3.3282	-1.7744
83	0.0000	-1.2841	-2.9426	-0.0601	0.8949	-1.1256
82	0.0143	-0.0990	-1.7610	-0.0126	1.0872	-0.4154
81	0.0133	0.0072	-1.4072	-0.0817	-0.1462	-0.2949
94	0.0830	-0.0328	-1.2605	0.1615	-0.0205	0.3385
95	0.0920	-0.1518	-1.4082	0.3033	-0.6051	0.4385
96	0.0913	-0.9631	-1.9036	0.4182	-1.1744	1.1231
97	0.1047	-1.9908	-2.6226	0.6713	-1.0513	0.8615
98	0.1610	-3.3815	-2.2185	0.3554	0.5128	4.1231
99	0.3143	-1.6400	-1.6400	-0.2495	1.7436	1.7436
100	0.5087	-0.1456	-0.9210	-0.2926	1.4615	0.9128
101	0.6983	0.8738	-0.3538	-0.2297	1.0205	0.5231
102	0.8530	1.5364	0.0503	-0.1508	0.6615	0.3846
103	0.9533	1.9385	0.3015	-0.0772	0.3077	0.2923
104	0.9877	2.0297	0.3569	0.0000	0.0000	0.2718
103	0.9533	1.9385	0.3015	0.0772	-0.3077	0.2923
102	0.8530	1.5364	0.0503	0.1508	-0.6615	0.3846
101	0.6983	0.8738	-0.3538	0.2297	-1.0205	0.5231
100	0.5087	-0.1456	-0.9210	0.2926	-1.4615	0.9128
99	0.3143	-1.6400	-1.6400	0.2495	-1.7436	1.7436
98	0.1610	-3.3815	-2.2185	-0.3554	-0.5128	4.1231
97	0.1047	-1.9908	-2.6226	-0.6713	1.0513	0.8615
96	0.0913	-0.9631	-1.9036	-0.4182	1.1744	1.1231
95	0.0920	-0.1518	-1.4082	-0.3033	0.6051	0.4385
94	0.0830	-0.0328	-1.2605	-0.1615	0.0205	0.3385
107	0.1973	-0.0051	-0.5149	0.1597	-0.0462	0.6462
108	0.2183	-0.1877	-0.5323	0.3464	-0.3026	0.7077
109	0.2403	-0.7179	-0.5887	0.4900	-0.4718	1.1128
110	0.2817	-1.3538	-0.5928	0.4864	-0.3282	1.7128
111	0.3650	-1.7979	-0.3621	0.1256	0.3385	2.1487
112	0.5087	-0.9210	-0.1456	-0.2926	0.9128	1.4615
113	0.6837	0.1067	0.1067	-0.3895	0.9282	0.9282
114	0.8560	0.9569	0.3897	-0.3321	0.7590	0.5795
115	0.9983	1.5744	0.6123	-0.2244	0.4974	0.4359
116	1.0910	1.9159	0.7241	-0.1149	0.2410	0.3692
117	1.1230	2.0277	0.7856	0.0000	0.0000	0.3128
116	1.0910	1.9159	0.7241	0.1149	-0.2410	0.3692
115	0.9983	1.5744	0.6123	0.2244	-0.4974	0.4359
114	0.8560	0.9569	0.3897	0.3321	-0.7590	0.5795
113	0.6837	0.1067	0.1067	0.3895	-0.9282	0.9282
112	0.5087	-0.9210	-0.1456	0.2926	-0.9128	1.4615
111	0.3650	-1.7979	-0.3621	-0.1256	-0.3385	2.1487
110	0.2817	-1.3538	-0.5928	-0.4864	0.3282	1.7128
109	0.2403	-0.7179	-0.5887	-0.4900	0.4718	1.1128
108	0.2183	-0.1877	-0.5323	-0.3464	0.3026	0.7077
107	0.1973	-0.0051	-0.5149	-0.1597	0.0462	0.6462
120	0.3300	0.0174	0.3692	0.1059	-0.0564	0.6000

NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
121	0.3617	-0.1364	0.4164	0.2692	-0.1385	0.6718
122	0.4027	-0.4605	0.4872	0.3572	-0.1692	0.8872
123	0.4653	-0.7836	0.6236	0.2962	-0.0154	1.1231
124	0.5627	-0.8287	0.8154	0.0413	0.2615	1.2923
125	0.6983	-0.3538	0.8738	-0.2297	0.5231	1.0205
126	0.8560	0.3897	0.9569	-0.3321	0.5795	0.7744
127	1.0100	1.0133	1.0133	-0.3123	0.5282	0.5385
128	1.1387	1.5754	1.1446	-0.2262	0.4513	0.3795
129	1.2233	1.9446	1.2554	-0.1149	0.1846	0.3179
130	1.2520	1.9733	1.2267	0.0000	0.0000	0.2974
129	1.2233	1.9446	1.2554	0.1149	-0.1846	0.3179
128	1.1387	1.5754	1.1446	0.2262	-0.4513	0.3795
127	1.0100	1.0133	1.0133	0.3123	-0.5282	0.5385
126	0.8560	0.3897	0.9569	0.3321	-0.5795	0.7744
125	0.6983	-0.3538	0.8738	0.2297	-0.5231	1.0205
124	0.5627	-0.8287	0.8154	-0.0413	-0.2615	1.2923
123	0.4653	-0.7836	0.6236	-0.2962	0.0154	1.1231
122	0.4027	-0.4605	0.4872	-0.3572	0.1692	0.8872
121	0.3617	-0.1364	0.4164	-0.2692	0.1385	0.6718
120	0.3300	0.0174	0.3692	-0.1059	0.0564	0.6000
133	0.4497	0.0031	1.0369	0.0538	-0.0462	0.4359
134	0.4887	-0.0862	1.1128	0.1669	-0.0154	0.4615
135	0.5427	-0.2359	1.2359	0.2154	-0.0205	0.5846
136	0.6183	-0.3856	1.3590	0.1579	0.0769	0.7026
137	0.7223	-0.2974	1.4974	0.0090	0.2359	0.7077
138	0.8530	0.0503	1.5364	-0.1544	0.3949	0.6821
139	0.9983	0.6215	1.6051	-0.2279	0.4462	0.4462
140	1.1387	1.1508	1.5959	-0.2208	0.3641	0.4256
141	1.2550	1.5867	1.5867	-0.1759	0.2769	0.2974
142	1.3317	1.8769	1.5897	-0.0897	0.1590	0.2051
143	1.3583	1.9764	1.6103	0.0000	0.0000	0.2410
142	1.3317	1.8769	1.5897	0.0897	-0.1590	0.2051
141	1.2550	1.5867	1.5867	0.1759	-0.2769	0.2974
140	1.1387	1.1508	1.5959	0.2208	-0.3641	0.4256
139	0.9983	0.6215	1.6051	0.2279	-0.4462	0.4462
138	0.8530	0.0503	1.5364	0.1544	-0.3949	0.6821
137	0.7223	-0.2974	1.4974	-0.0090	-0.2359	0.7077
136	0.6183	-0.3856	1.3590	-0.1579	-0.0769	0.7026
135	0.5427	-0.2359	1.2359	-0.2154	0.0205	0.5846
134	0.4887	-0.0862	1.1128	-0.1669	0.0154	0.4615
133	0.4497	0.0031	1.0369	-0.0538	0.0462	0.4359
146	0.5323	0.0205	1.4995	0.0215	-0.0103	0.2308
147	0.5750	-0.0533	1.5333	0.0772	0.0103	0.2718
148	0.6360	-0.1097	1.6564	0.0951	0.0718	0.3026
149	0.7187	-0.1323	1.7990	0.0682	0.1077	0.3282
150	0.8253	-0.0379	1.8646	-0.0018	0.2410	0.3641
151	0.9533	0.3426	1.9508	-0.0772	0.2615	0.3077
152	1.0900	0.6646	1.8421	-0.1149	0.3231	0.2564
153	1.2227	1.2328	1.9005	-0.1149	0.3795	0.1949
154	1.3317	1.6103	1.8831	-0.0897	0.2308	0.1590

NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
155	1.4033	1.8667	1.8667	-0.0485	0.1282	0.1385
156	1.4283	1.9600	1.8667	0.0000	0.0000	0.1179
155	1.4033	1.8667	1.8667	0.0485	-0.1282	0.1385
154	1.3317	1.6103	1.8831	0.0897	-0.2308	0.1590
153	1.2227	1.2328	1.9005	0.1149	-0.3795	0.1949
152	1.0900	0.6646	1.8421	0.1149	-0.3231	0.2564
151	0.9533	0.3426	1.9508	0.0772	-0.2615	0.3077
150	0.8253	-0.0379	1.8646	0.0018	-0.2410	0.3641
149	0.7187	-0.1323	1.7990	-0.0682	-0.1077	0.3282
148	0.6360	-0.1097	1.6564	-0.0951	-0.0718	0.3026
147	0.5750	-0.0533	1.5333	-0.0772	-0.0103	0.2718
146	0.5323	0.0205	1.4995	-0.0215	0.0103	0.2308
159	0.5617	-0.0021	1.6421	0.0000	-0.0103	0.0000
160	0.6060	-0.0021	1.7354	0.0000	0.0564	0.0000
161	0.6690	-0.0472	1.8338	0.0000	0.0359	0.0000
162	0.7533	-0.0882	1.9149	0.0000	0.1385	0.0000
163	0.8613	0.1005	2.0462	0.0000	0.2154	0.0000
164	0.9877	0.3569	2.0297	0.0000	0.2872	0.0000
165	1.1230	0.8041	2.0892	0.0000	0.3333	0.0000
166	1.2520	1.2390	2.0144	0.0000	0.2667	0.0000
167	1.3583	1.6103	1.9764	0.0000	0.2205	0.0000
168	1.4283	1.8667	1.9600	0.0000	0.1179	0.0000
169	1.4527	1.9467	1.9467	0.0000	0.0000	0.0000
168	1.4283	1.8667	1.9600	0.0000	-0.1179	0.0000
167	1.3583	1.6103	1.9764	0.0000	-0.2205	0.0000
166	1.2520	1.2390	2.0144	0.0000	-0.2667	0.0000
165	1.1230	0.8041	2.0892	0.0000	-0.3333	0.0000
164	0.9877	0.3569	2.0297	0.0000	-0.2872	0.0000
163	0.8613	0.1005	2.0462	0.0000	-0.2154	0.0000
162	0.7533	-0.0882	1.9149	0.0000	-0.1385	0.0000
161	0.6690	-0.0472	1.8338	0.0000	-0.0359	0.0000
160	0.6060	-0.0021	1.7354	0.0000	-0.0564	0.0000
159	0.5617	-0.0021	1.6421	0.0000	0.0103	0.0000
146	0.5323	0.0205	1.4995	-0.0215	-0.0103	-0.2308
147	0.5750	-0.0533	1.5333	-0.0772	0.0103	-0.2718
148	0.6360	-0.1097	1.6564	-0.0951	0.0718	-0.3026
149	0.7187	-0.1323	1.7990	-0.0682	0.1077	-0.3282
150	0.8253	-0.0379	1.8646	0.0018	0.2410	-0.3641
151	0.9533	0.3426	1.9508	0.0772	0.2615	-0.3077
152	1.0900	0.6646	1.8421	0.1149	0.3231	-0.2564
153	1.2227	1.2328	1.9005	0.1149	0.3795	-0.1949
154	1.3317	1.6103	1.8831	0.0897	0.2308	-0.1590
155	1.4033	1.8667	1.8667	0.0485	0.1282	-0.1385
156	1.4283	1.9600	1.8667	0.0000	0.0000	-0.1179
155	1.4033	1.8667	1.8667	-0.0485	-0.1282	-0.1385
154	1.3317	1.6103	1.8831	-0.0897	-0.2308	-0.1590
153	1.2227	1.2328	1.9005	-0.1149	-0.3795	-0.1949
152	1.0900	0.6646	1.8421	-0.1149	-0.3231	-0.2564
151	0.9533	0.3426	1.9508	-0.0772	-0.2615	-0.3077
150	0.8253	-0.0379	1.8646	-0.0018	-0.2410	-0.3641

NOKTA	W	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>xy</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>
149	0.7187	-0.1323	1.7990	0.0682	-0.1077	-0.3282
148	0.6360	-0.1097	1.6564	0.0951	-0.0713	-0.3026
147	0.5750	-0.0533	1.5333	0.0772	-0.0103	-0.2718
146	0.5323	0.0205	1.4995	0.0215	0.0103	-0.2308
133	0.4497	0.0031	1.0369	-0.0538	-0.0462	-0.4359
134	0.4887	-0.0862	1.1128	-0.1669	-0.0154	-0.4615
135	0.5427	-0.2359	1.2359	-0.2154	-0.0205	-0.5846
136	0.6183	-0.3856	1.3590	-0.1579	0.0769	-0.7026
137	0.7223	-0.2974	1.4974	-0.0090	0.2359	-0.7077
138	0.8530	0.0503	1.5364	0.1544	0.3949	-0.6821
139	0.9983	0.6215	1.6051	0.2279	0.4462	-0.4462
140	1.1387	1.1508	1.5959	0.2208	0.3641	-0.4256
141	1.2550	1.5867	1.5867	0.1759	0.2769	-0.2974
142	1.3317	1.8769	1.5897	0.0897	0.1590	-0.2051
143	1.3583	1.9764	1.6103	0.0000	0.0000	-0.2410
142	1.3317	1.8769	1.5897	-0.0897	-0.1590	-0.2051
141	1.2550	1.5867	1.5867	-0.1759	-0.2769	-0.2974
140	1.1387	1.1508	1.5959	-0.2208	-0.3641	-0.4256
139	0.9983	0.6215	1.6051	-0.2279	-0.4462	-0.4462
138	0.8530	0.0503	1.5364	-0.1544	-0.3949	-0.6821
137	0.7223	-0.2974	1.4974	0.0090	-0.2359	-0.7077
136	0.6183	-0.3856	1.3590	0.1579	-0.0769	-0.7026
135	0.5427	-0.2359	1.2359	0.2154	0.0205	-0.5846
134	0.4887	-0.0862	1.1128	0.1669	0.0154	-0.4615
133	0.4497	0.0031	1.0369	0.0538	0.0462	-0.4359
120	0.3300	0.0174	0.3692	-0.1059	-0.0564	-0.6000
121	0.3617	-0.1364	0.4164	-0.2692	-0.1385	-0.6718
122	0.4027	-0.4605	0.4872	-0.3572	-0.1692	-0.8872
123	0.4653	-0.7836	0.6236	-0.2962	-0.0154	-1.1231
124	0.5627	-0.8287	0.8154	-0.0413	0.2615	-1.2923
125	0.6983	-0.3538	0.8738	0.2297	0.5231	-1.0205
126	0.8560	0.3897	0.9569	0.3321	0.5795	-0.7744
127	1.0100	1.0133	1.0133	0.3123	0.5282	-0.5385
128	1.1387	1.5754	1.1446	0.2262	0.4513	-0.3795
129	1.2233	1.9446	1.2554	0.1149	0.1846	-0.2179
130	1.2520	1.9733	1.2267	0.0000	0.0000	-0.2974
129	1.2233	1.9446	1.2554	-0.1149	-0.1846	-0.3179
128	1.1387	1.5754	1.1446	-0.2262	-0.4513	-0.3795
127	1.0100	1.0133	1.0133	-0.3123	-0.5282	-0.5385
126	0.8560	0.3897	0.9569	-0.3321	-0.5795	-0.7744
125	0.6983	-0.3538	0.8738	-0.2297	-0.5231	-1.0205
124	0.5627	-0.8287	0.8154	0.0413	-0.2615	-1.2923
123	0.4653	-0.7836	0.6236	0.2962	0.0154	-1.1231
122	0.4027	-0.4605	0.4872	0.3572	0.1692	-0.8872
121	0.3617	-0.1364	0.4164	0.2692	0.1385	-0.6718
120	0.3300	0.0174	0.3692	0.1059	0.0564	-0.6000
107	0.1973	-0.0051	-0.5149	-0.1597	-0.0462	-0.6462
108	0.2183	-0.1877	-0.5323	-0.3464	-0.3026	-0.7077
109	0.2403	-0.7179	-0.5887	-0.4900	-0.4718	-1.1128
110	0.2817	-1.3538	-0.5928	-0.4864	-0.3282	-1.7128

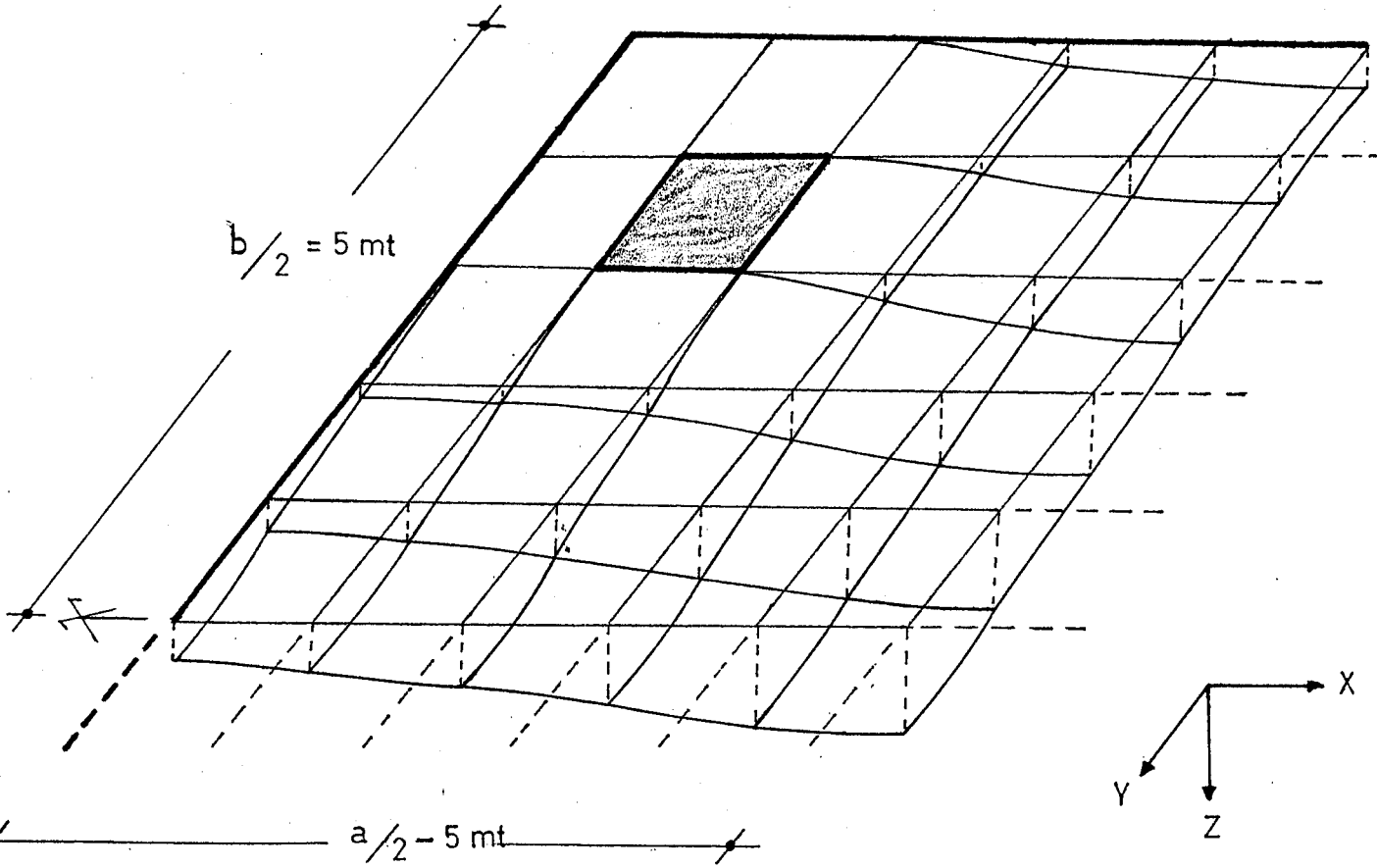
NOKTA	W	Mx	My	Mxy	Vx	Vy
111	0.3650	-1.7979	-0.3621	-0.1256	0.3385	-2.1487
112	0.5087	-0.9210	-0.1456	0.2926	0.9128	-1.4615
113	0.6837	0.1067	0.1067	0.3895	0.9282	-0.9282
114	0.8560	0.9569	0.3897	0.3321	0.7590	-0.5795
115	0.9983	1.5744	0.6123	0.2244	0.4974	-0.4359
116	1.0910	1.9159	0.7241	0.1149	0.2410	-0.3692
117	1.1230	2.0277	0.7856	0.0000	0.0000	-0.3128
116	1.0910	1.9159	0.7241	-0.1149	-0.2410	-0.3692
115	0.9983	1.5744	0.6123	-0.2244	-0.4974	-0.4359
114	0.8560	0.9569	0.3897	-0.3321	-0.7590	-0.5795
113	0.6837	0.1067	0.1067	-0.3895	-0.9282	-0.9282
112	0.5087	-0.9210	-0.1456	-0.2926	-0.9128	-1.4615
111	0.3650	-1.7979	-0.3621	0.1256	-0.3385	-2.1487
110	0.2817	-1.3538	-0.5928	0.4864	0.3282	-1.7128
109	0.2403	-0.7179	-0.5887	0.4900	0.4718	-1.1128
108	0.2183	-0.1877	-0.5323	0.3464	0.3026	-0.7077
107	0.1973	-0.0051	-0.5149	0.1597	0.0462	-0.6462
94	0.0830	-0.0328	-1.2605	-0.1615	-0.0205	-0.3385
95	0.0920	-0.1518	-1.4082	-0.3033	-0.6051	-0.4385
96	0.0913	-0.9631	-1.9036	-0.4182	-1.1744	-1.1231
97	0.1047	-1.9908	-2.6226	-0.6713	-1.0513	-0.8615
98	0.1610	-3.3815	-2.2185	-0.3554	0.5128	-4.1231
99	0.3143	-1.6400	-1.6400	0.2495	1.7436	-1.7436
100	0.5087	-0.1456	-0.9210	0.2926	1.4615	-0.9128
101	0.6983	0.8738	-0.3538	0.2297	1.0205	-0.5231
102	0.8530	1.5364	0.0503	0.1508	0.6615	-0.3846
103	0.9533	1.9385	0.3015	0.0772	0.3077	-0.2923
104	0.9877	2.0297	0.3569	0.0000	0.0000	-0.2718
103	0.9533	1.9385	0.3015	-0.0772	-0.3077	-0.2923
102	0.8530	1.5364	0.0503	-0.1508	-0.6615	-0.3846
101	0.6983	0.8738	-0.3538	-0.2297	-1.0205	-0.5231
100	0.5087	-0.1456	-0.9210	-0.2926	-1.4615	-0.9128
99	0.3143	-1.6400	-1.6400	-0.2495	-1.7436	-1.7436
98	0.1610	-3.3815	-2.2185	0.3554	-0.5128	-4.1231
97	0.1047	-1.9908	-2.6226	0.6713	1.0513	-0.8615
96	0.0913	-0.9631	-1.9036	0.4182	1.1744	-1.1231
95	0.0920	-0.1518	-1.4082	0.3033	0.6051	-0.4385
94	0.0830	-0.0328	-1.2605	0.1615	0.0205	-0.3385
81	0.0133	0.0072	-1.4072	-0.0817	0.1462	0.2949
82	0.0143	-0.0990	-1.7610	-0.0126	-1.0872	0.4154
83	0.0000	-1.2841	-2.9426	-0.0601	-0.8949	1.1256
84	0.0000	-0.9662	-3.2205	-0.3751	-3.3282	1.7744
85	0.0000	-6.4400	-6.4400	-0.5654	-0.5436	0.5436
86	0.1610	-2.2185	-3.3815	-0.3554	4.1231	-0.5128
87	0.3650	-0.3621	-1.7979	-0.1256	2.1487	-0.3436
88	0.5627	0.8154	-0.8287	-0.0413	1.2872	-0.2615
89	0.7223	1.4872	-0.3005	-0.0090	0.7282	-0.2359
90	0.8257	1.8913	-0.0113	0.0036	0.3538	-0.2308
91	0.8613	2.0226	0.0841	0.0000	0.0000	-0.1949
90	0.8257	1.8913	-0.0113	-0.0036	-0.3538	-0.2308

NOKTA	W	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>xy</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>
89	0.7223	1.4872	-0.3005	0.0090	-0.7282	-0.2359
88	0.5827	0.8154	-0.8287	0.0413	-1.2872	-0.2615
87	0.3650	-0.3621	-1.7979	0.1256	-2.1487	-0.3436
86	0.1610	-2.2185	-3.3815	0.3554	-4.1231	-0.5128
85	0.0000	-6.4400	-6.4400	0.5654	0.5436	0.5436
84	0.0000	-0.9662	-3.2205	0.3751	3.3282	1.7744
83	0.0000	-1.2841	-2.9426	0.0601	0.8949	1.1256
82	0.0143	-0.0990	-1.7610	0.0126	1.0872	0.4154
81	0.0133	0.0072	-1.4072	0.0817	-0.1462	0.2949
68	-0.0060	0.0113	-0.5379	-0.0467	0.0564	0.5231
69	-0.0015	-0.0462	-0.4338	0.1041	0.2256	0.7205
70	0.0000	0.0462	0.0138	0.0897	0.1846	1.6974
71	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.6333	1.6333
72	0.0000	-3.2205	-0.9662	-0.3751	-1.7744	3.3282
73	0.1047	-2.6226	-1.9908	-0.6695	0.8564	1.0462
74	0.2817	-0.5959	-1.3641	-0.4864	1.7128	0.3487
75	0.4653	0.6236	-0.7836	-0.2979	1.1282	0.0103
76	0.6183	1.3590	-0.3856	-0.1597	0.6923	-0.0718
77	0.7187	1.7856	-0.1456	-0.0682	0.3487	-0.1333
78	0.7537	1.9415	-0.0615	0.0000	0.0000	-0.1282
77	0.7187	1.7856	-0.1456	0.0682	-0.3487	-0.1333
76	0.6183	1.3590	-0.3856	0.1597	-0.6923	-0.0718
75	0.4653	0.6236	-0.7836	0.2979	-1.1282	0.0103
74	0.2817	-0.5959	-1.3641	0.4864	-1.7128	0.3487
73	0.1047	-2.6226	-1.9908	0.6695	-0.8564	1.0462
72	0.0000	-3.2205	-0.9662	0.3751	1.7744	3.3282
71	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.6333	1.6333
70	0.0000	0.0462	0.0138	-0.0897	-0.1846	1.6974
69	-0.0015	-0.0462	-0.4338	-0.1041	-0.2256	0.7205
68	-0.0060	0.0113	-0.5379	0.0467	-0.0564	0.5231
55	-0.0060	0.0195	-0.0595	-0.0700	-0.0051	0.2205
56	-0.0023	0.0318	-0.0185	-0.0251	0.0872	0.2359
57	0.0000	0.0933	0.0933	-0.0045	0.0179	-0.0179
58	0.0000	0.0138	0.0462	0.0897	-1.6974	-0.1846
59	0.0000	-2.9426	-1.2841	-0.0601	-1.1308	0.8949
60	0.0913	-1.9138	-0.9662	-0.4182	1.1436	1.1744
61	0.2407	-0.5621	-0.6913	-0.4900	1.1128	0.4718
62	0.4027	0.4769	-0.4636	-0.3572	0.8667	0.1692
63	0.5427	1.2359	-0.2359	-0.2136	0.5846	0.0154
64	0.6360	1.6533	-0.1200	-0.0969	0.2974	-0.0410
65	0.6690	1.8308	-0.0574	0.0000	0.0000	-0.0667
64	0.6360	1.6533	-0.1200	0.0969	-0.2974	-0.0410
63	0.5427	1.2359	-0.2359	0.2136	-0.5846	0.0154
62	0.4027	0.4769	-0.4636	0.3572	-0.8667	0.1692
61	0.2407	-0.5621	-0.6913	0.4900	-1.1128	0.4718
60	0.0913	-1.9138	-0.9662	0.4182	-1.1436	1.1744
59	0.0000	-2.9426	-1.2841	0.0601	1.1308	0.8949
58	0.0000	0.0138	0.0462	-0.0897	1.6974	-0.1846
57	0.0000	0.0933	0.0933	0.0045	-0.0179	-0.0179
56	-0.0023	0.0318	-0.0185	0.0251	-0.0872	0.2359

NOKTA	W	$M_x$	$M_y$	$M_{xy}$	$V_x$	$V_y$
55	-0.0060	0.0195	-0.0595	0.0700	0.0051	0.2205
42	-0.0037	-0.0072	0.0538	-0.0503	0.0308	0.0154
43	-0.0022	0.0667	0.0667	-0.0467	-0.0128	0.0128
44	-0.0023	-0.0185	0.0318	-0.0251	-0.2359	-0.0872
45	-0.0015	-0.4338	-0.0462	0.1041	-0.7205	-0.2308
46	0.0143	-1.7610	-0.0990	-0.0126	-0.4154	1.0872
47	0.0920	-1.4082	-0.1518	-0.3051	0.4333	0.6103
48	0.2183	-0.5354	-0.1979	-0.3464	0.7077	0.2821
49	0.3617	0.4164	-0.1364	-0.2674	0.6718	0.1436
50	0.4887	1.1026	-0.0892	-0.1669	0.4821	0.0154
51	0.5753	1.5600	-0.0267	-0.0772	0.2667	-0.0103
52	0.6060	1.7149	-0.0082	0.0000	0.0000	-0.0513
51	0.5753	1.5600	-0.0267	0.0772	-0.2667	-0.0103
50	0.4887	1.1026	-0.0892	0.1669	-0.4821	0.0154
49	0.3617	0.4164	-0.1364	0.2674	-0.6718	0.1436
48	0.2183	-0.5354	-0.1979	0.3464	-0.7077	0.2821
47	0.0920	-1.4082	-0.1518	0.3051	-0.4333	0.6103
46	0.0143	-1.7610	-0.0990	0.0126	0.4154	1.0872
45	-0.0015	-0.4338	-0.0462	-0.1041	0.7205	-0.2308
44	-0.0023	-0.0185	0.0318	0.0251	0.2359	-0.0872
43	-0.0022	0.0667	0.0667	0.0467	0.0128	0.0128
42	-0.0037	-0.0072	0.0538	0.0503	-0.0308	0.0154
29	-0.0033	0.0000	0.0000	0.0009	0.0590	-0.0590
30	-0.0037	0.0538	-0.0072	-0.0503	-0.0154	-0.0308
31	-0.0060	-0.0595	0.0195	-0.0682	-0.2256	0.0000
32	-0.0060	-0.5410	0.0010	-0.0467	-0.5231	-0.0359
33	0.0133	-1.4072	0.0072	-0.0835	-0.2897	-0.1513
34	0.0830	-1.2605	-0.0328	-0.1615	0.3385	0.0205
35	0.1973	-0.5149	-0.0051	-0.1597	0.6462	0.0513
36	0.3300	0.3692	0.0174	-0.1059	0.6000	0.0564
37	0.4497	1.0369	0.0031	-0.0556	0.4308	0.0513
38	0.5323	1.4964	0.0103	-0.0215	0.2308	-0.0051
39	0.5617	1.6421	-0.0021	0.0000	0.0000	0.0205
38	0.5323	1.4964	0.0103	0.0215	-0.2308	-0.0051
37	0.4497	1.0369	0.0031	0.0556	-0.4308	0.0513
36	0.3300	0.3692	0.0174	0.1059	-0.6000	0.0564
35	0.1973	-0.5149	-0.0051	0.1597	-0.6462	0.0513
34	0.0830	-1.2605	-0.0328	0.1615	-0.3385	0.0205
33	0.0133	-1.4072	0.0072	0.0835	0.2897	-0.1513
32	-0.0060	-0.5410	0.0010	0.0467	0.5231	-0.0359
31	-0.0060	-0.0595	0.0195	0.0682	0.2256	0.0000
30	-0.0037	0.0538	-0.0072	0.0503	0.0154	-0.0308
29	-0.0033	0.0000	0.0000	-0.0009	-0.0590	-0.0590

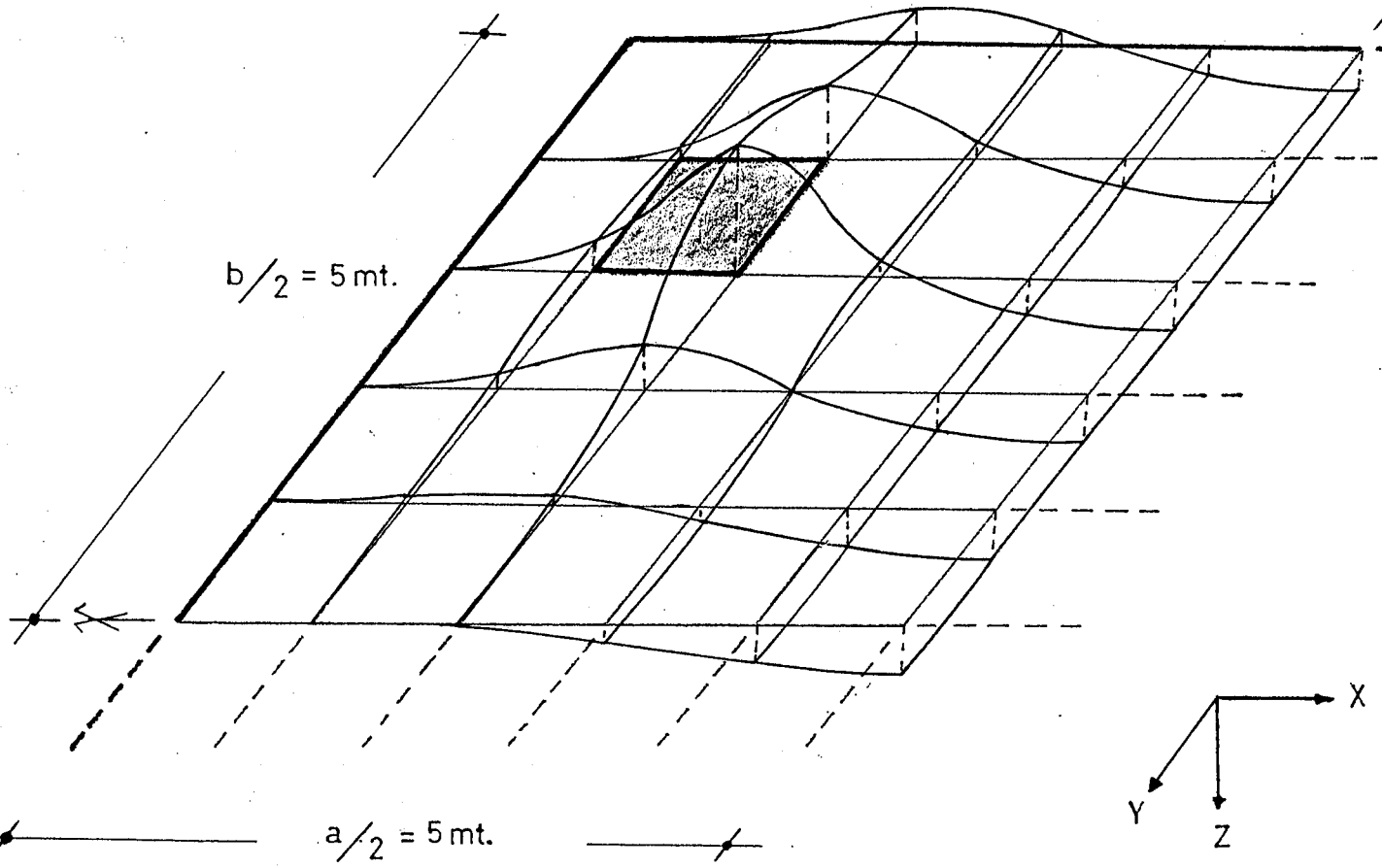


$\frac{W}{}$   
 Ölçek: 1 cm.  $\longrightarrow$  1 cm.



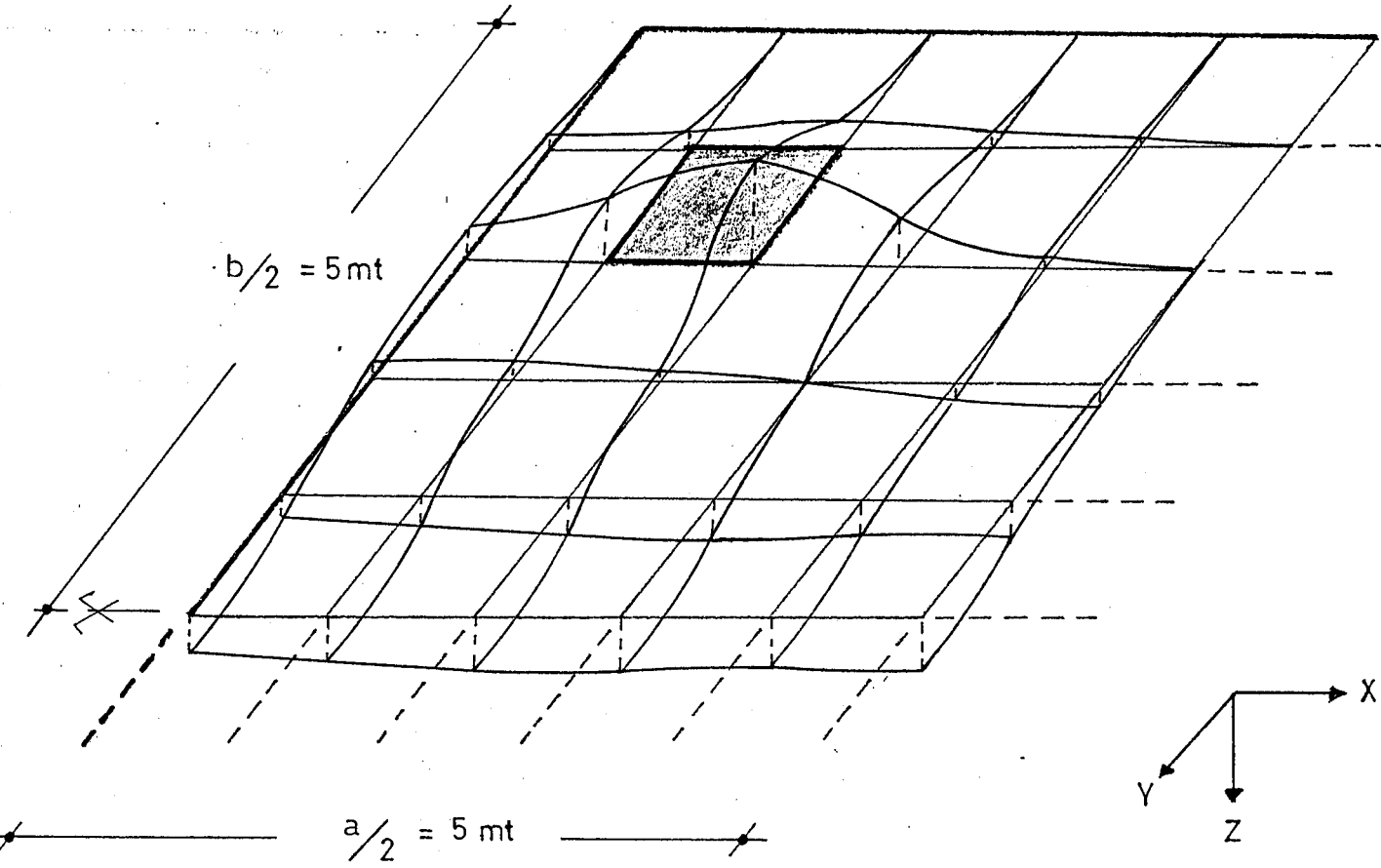
Şekil 3.13. a. Düşey Deplasmanlar

$M_x$   
Ölçek : 1 cm.  $\rightarrow$  3 tm.



Şekil 3. 13.b.  $M_x$  Eğilme Momentleri

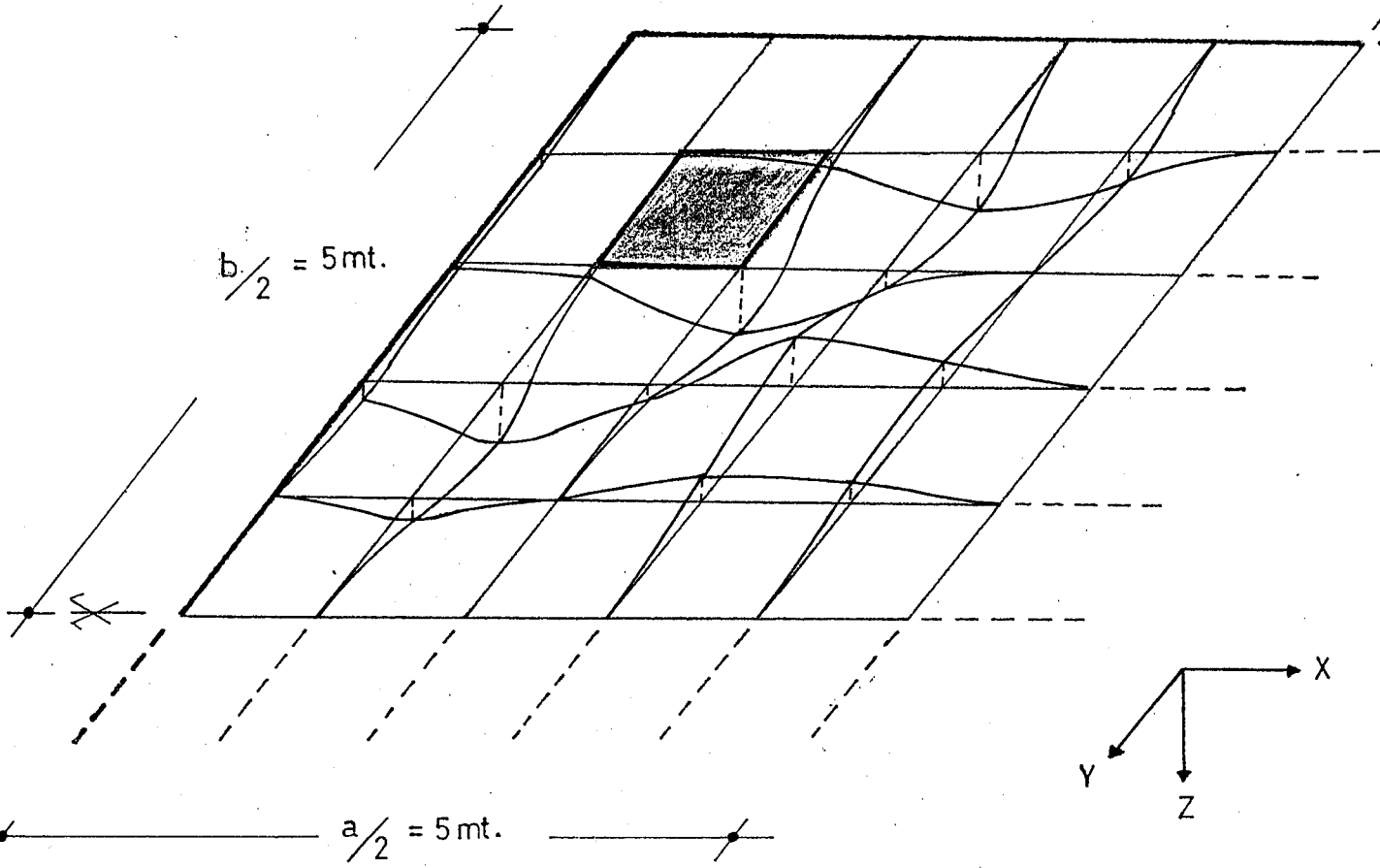
$\frac{My}{}$   
 Ölçek: 1 cm.  $\rightarrow$  3 tm.



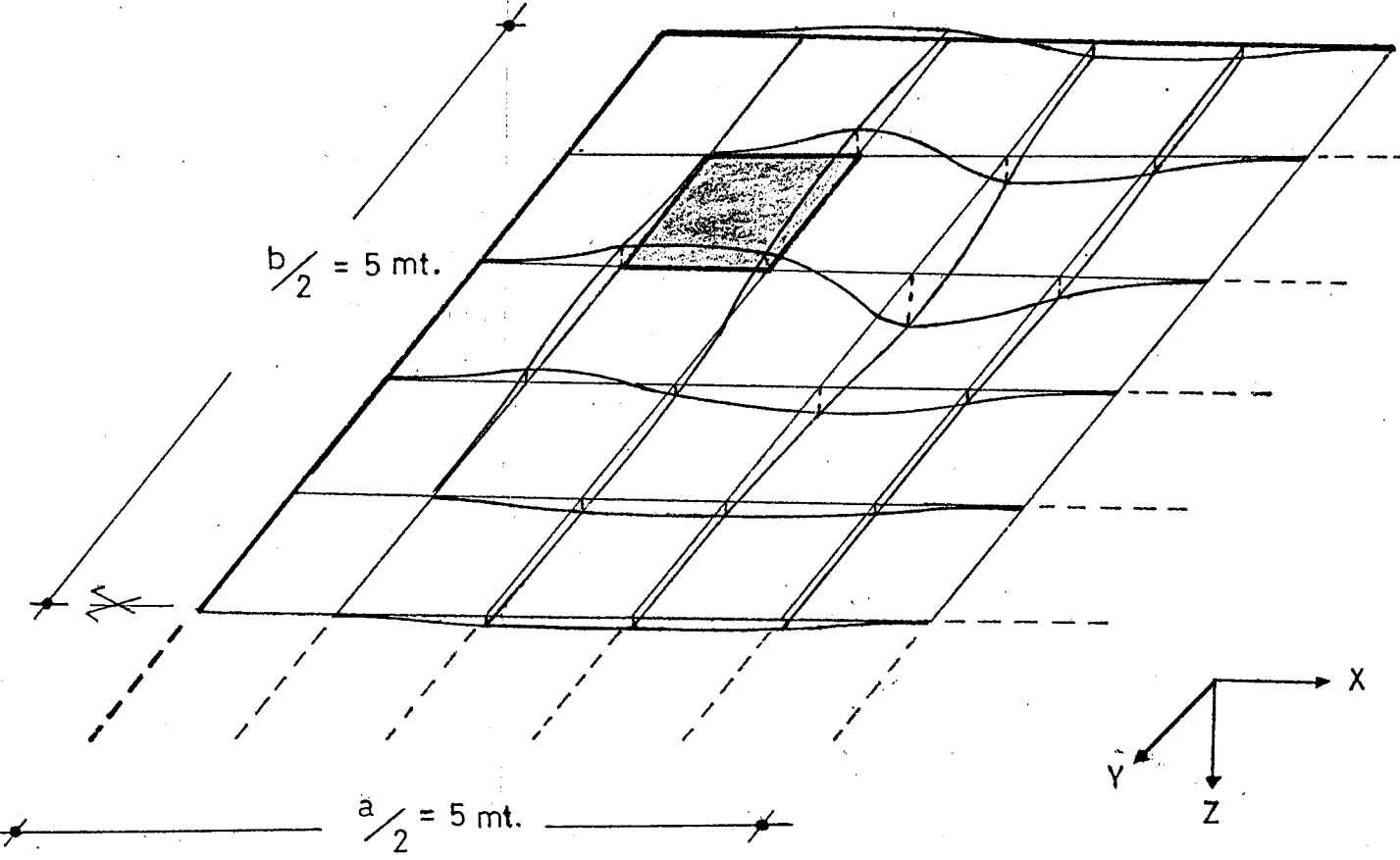
Şekil 3.13.c.  $M_y$  Eğilme Momentleri

M<sub>xy</sub>

Ölçek : 1cm. → 0.6 tm.

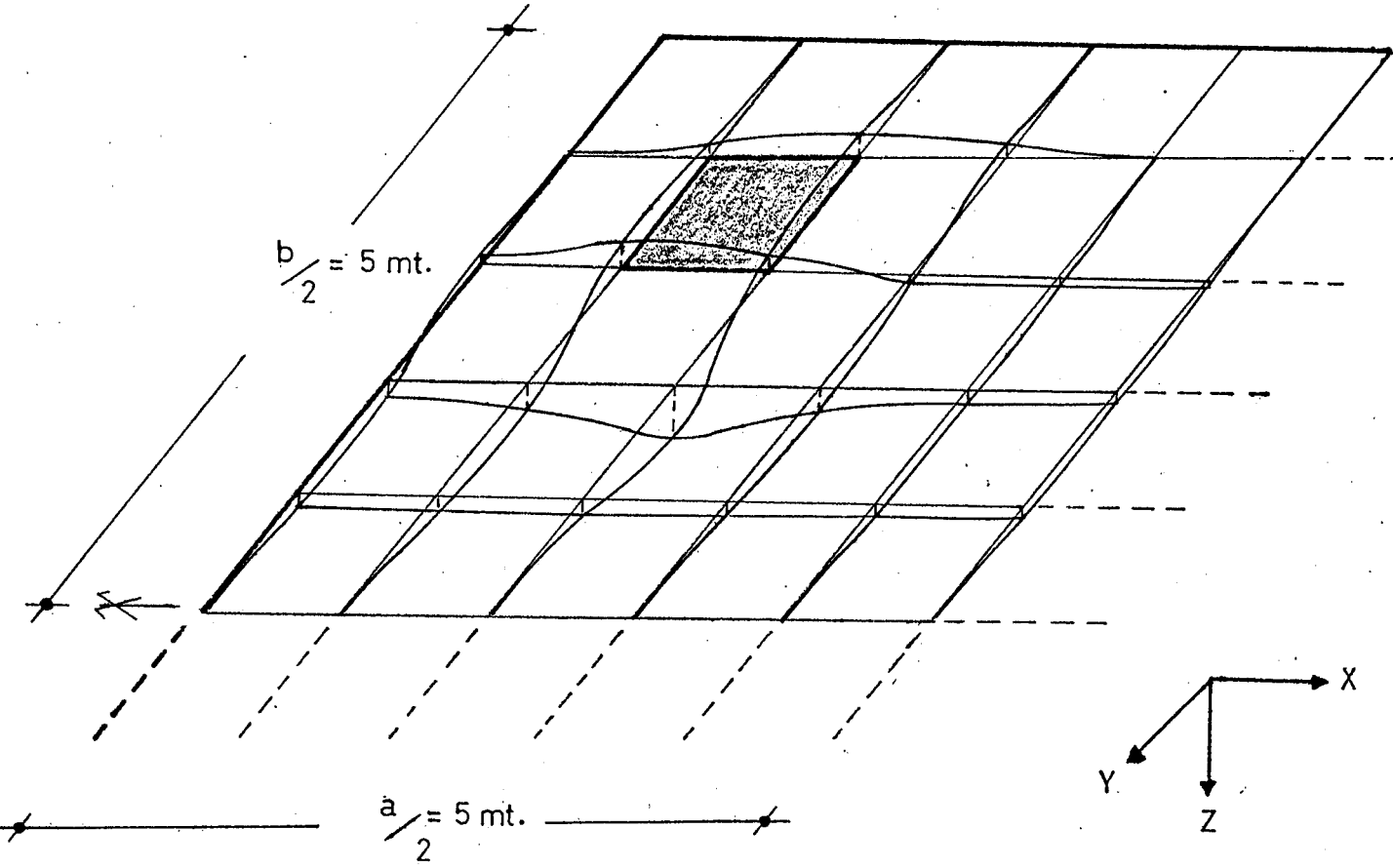
Şekil 3.13.d.  $M_{xy}$  Burulma Momentleri

$\frac{V_x}{3^t}$   
Ölçek : 1 cm. →



Şekil 3.13.e.  $V_x$  Kesme Kuvvetleri

$V_y$   
Ölçek : 1 cm.  $\rightarrow 3^t$



Şekil 3.13.f.  $V_y$  Kesme Kuvvetleri

## BÖLÜM 4

### SONUÇLAR

#### 4.1 YÖNTEMLE İLGİLİ SONUÇLAR

Denge veya gerilme problemlerini yapı üzerinde noktalar seçerek çözmeye çalışan sonlu farklar yöntemi, sürekli sistemleri eşdeğer ayrık sistemlere dönüştürerek çözer. Yöntemde seçilen ağ sistemin de sonlu sayıda fark denklemleri yazılarak sonuca ulaşılır.

Sınır şartları ifade edildiği takdirde, denklem sayısı diğer yöntemdekilerin nazaran daha azdır. Yöntemin önemli bir özelliği de diferansiyel denklem ve sınır şartlarında ortaya çıkacak hataların fark denklemleri ile azaltılmasıdır.

Problemlerin çözümünde izlenen yolu sıralıyacak olursak;

- Sistem idealize edilir. Belli parçalara ayrılır.
- Sınır şartları belirlenir.
- Parçalara ayrılan noktalarda türevler, belli moleküller yardımı ile deplasmanlar cinsinden yazılır.
- Oluşturulan denklem sistemi çözülerek deplasmanlar bulunur.
- Bulunan deplasmanlar yardımı ile moment ve kesme kuvvetleri bulunur.

Sonlu farklar yöntemini, diğer çözüm yöntemleri ile kıyaslıyacak olursak;

#### A- AVANTAJLARI

- Sınır şartları verildiğinde denklem sayısı diğer yöntemlere nazaran daha azdır.
- Kirişsiz döşemelerin analizinde, sonlu farklar yönteminde yalnızca çökme fonksiyonunun yazılmasına karşılık diğer yöntemlerde çökme ve iki doğrultudaki dönme fonksiyonlarını yazmak gerekir.
- Yöntem, plakların çözümünde her türlü mesnet ve yük şartı için sonuç verir.
- Seçilen nokta sayısının az olması halinde sonuçlardaki farklar kabul edilebilir limitler içinde kalmasına karşılık çok sayıda nokta alındığında kesin çözüme daha çok yaklaşılmış olur.
- Uygulama diferansiyel denklem sistemlerinin çözümünden ibaret olduğundan fazla tecrübe ve bilgiye gerek duyulmaz.
- Seçilen sistem idealize edildikten sonra çözüm bilgisayar tarafından kolayca elde edilmektedir.

#### B- DEZAVANTAJLARI

- Bu yöntemi kullanırken seçilen sisteme düzgün bir ağ sistemi yerleştirmek gerekir. Sistem karışık olduğunda bu yöntemin kullanılmasında ilave hesapların yapılması gerekir.
- Bu yöntem homojen ve izotrop olmayan sistemler için uygun değildir.
- Sınır şartları denklem sisteminin simetrisini bozmaktadır.



## 4.2. ÇÖZÜMLE İLGİLİ SONUÇLAR

TABLO 4.1: ÖRNEK 1. VE ÖRNEK 3.ÜN KARŞILAŞTIRILMASI

	ÖRNEK 1.İN SONUÇLARI	ÖRNEK 3.ÜN SONUÇLARI	FARK %
$(W)_{\max}$	8,95	8,12	9,27
$(M_x)_{\max}$	-12,80	-16,00	20,00
$(M_y)_{\max}$	-12,80	-16,00	20,00
$(M_{xy})_{\max}$	-0,7538	-0,7897	4,54
$(V_x)_{\max}$	-6,7692	-5,9487	12,12
$(V_y)_{\max}$	-6,7692	-5,7436	15,15

TABLO 4.2. ÖRNEK 2. VE ÖRNEK 4.ÜN KARŞILAŞTIRILMASI

	ÖRNEK 2.NİN SONUÇLARI	ÖRNEK 4.ÜN SONUÇLARI	FARK %
$(W)_{\max}$	1,31	1,4527	9,80
$(M_x)_{\max}$	-4,2667	-6,44	33,74
$(M_y)_{\max}$	-4,2667	-6,44	33,74
$(M_{xy})_{\max}$	-0,7790	-0,67	13,99
$(V_x)_{\max}$	-3,959	-4,1231	3,98
$(V_y)_{\max}$	-3,959	-4,1231	3,98

Kesine daha yakın çözüm sonuçları elde etmek için bilgisayar kapasitesinden de yararlanılarak çok sayıda nokta alınması gerekli olmaktadır.

Çözülen örneklerin karşılaştırılması sonucunda kesin çözüme yaklaşım oranı deplasmanlarda % 9, Eğilme momentlerinde % 27, Burulma momentlerinde % 9, Kesme kuvvetlerinde % 9 olarak tesbit edilmiştir.

## BÖLÜM 5

## KAYNAKLAR

1. Timoshenko, S.: "Theory of Plate and Shells", Mc Graw-Hill Book Company, 1959.
2. Timoshenko, S.: "Theory of Elasticity" VOL.2, 1916 st. Petersburg.
3. Ghali, A. and Neville, A.M.: "Structural Analysis", Calgary, Alberta, Canada Leeds, England, July 1977.
4. Ugural, A.C.: "Stresses in Plates and Shells", Mc Graw-Hill, 1981.
5. Chugh, A.K. and Gesund, H.: "Difference Operator for Variable Stiffness Plates" International Journal for numerical methods in Engineering. VOL. 9, pp. 701-709, U.S.A. 1975.
6. Cernica, John N.: "Fundamentals of Reinforced Concrete", Youngstown, Ohio, June 1964.
7. Croll, J.G.A.: "Automatic Generating of the Coefficient Matrix of Finite Difference Equations", International Journal for Numerical Methods in Engineering, V. 8. pp. 662-670, U.S.A. 1974.
8. Chugh, A.K. and Gesund, H.: "The Treatment of Natural Boundary Conditions in the Finite Element and Finite Difference Methods", International Journal for numerical methods in engineering, VOL. 5 pp. 443-452, U.S.A. 1973.
9. Paulin, V. and Perrone, N.: "Finite-Difference Energy Techniques for Arbitrary Meshes Applied to Linear Plate Problems", International Journal for Numerical Methods in Engineering, VOL. 14, pp. 647-664, U.S.A. 1979.
10. Noor, Ahmed K.: "Mixed Finite-Difference Scheme For Analysis of Simply Supported Thick Plates", Computers Structures VOL.3, pp. 967-982, U.S.A. 1973.

11. Perrone, Nicholes and Kao, Robert: "A General Finite Difference Method For Arbitrary Meshes", Computers Structures, VOL.5, pp. 45-58, Washington, 1975.
12. Reddy, J.N. and Gera, R.: "An Improved Finite-Difference Analysis of Bending of Thin Rectangular Elastik Plates", Computers Structures, VOL. 10, pp. 431-438, Fashington-1979.
13. Çakıroğlu, Adnan and Kayan, İ.: "Exact Forms of Finite Difference Equations For Certain differantial Equations", İstanbul, 1963.
14. Akgün, Ömer Rıza: "Mukavemete Giriş" Eskişehir-1984
15. Şenel, Musa: "Nümerik Analiz", Eskişehir. 1983.
16. Çakıroğlu, Adnan: "Mustafa İnan Anısına", İstanbul, 1971.
17. Yarar, Rifat: "Fikri Santur Hatırasına", İstanbul , 1952.
18. Oğuz, Sacit: "Düzlemde Elastisite Teorisi Ders Notları", Esişehir, 1981.
19. İnan, Mustafa: "Düzlemde Elastisite Teorisi", İstanbul, 1969.
20. Karadeniz, Ahmet: "Yüksek Matematik II", İstanbul, 1972.
21. Çetmeli, Enver: "Alman Betonarme Şartnamesi", İstanbul, 1981.
22. Tameröğlu, S.: "Yüzeyel Taşıyıcı Sistemler", İstanbul, 1964.
23. Kabağaç, Mümin: "Plakların Sonlu Farklar Metodu İle Çözümü", Eskişehir, 1985.
24. Özışık, Gündüz: "Beton Kalender", Ankara Çağdaş Basımevi.
25. Barkana, Atalay ve Akgün, Ömer Rıza: "Basıç Programlama ve Nümerik Hesap" Eskişehir, 1983.

# EK-1

PROGRAM 1,2 : ORNEK-1' in COZUMU  
PROGRAM 3,4 : ORNEK-2' in COZUMU  
PROGRAM 5,6 : ORNEK-3' un COZUMU  
PROGRAM 5,7 : ORNEK-4' un COZUMU

## \*\*\* PROGRAM 1 \*\*\*

```

10 CLS:INPUT "YAZDIRMA KATSAYISI";CS
20 CLS:LOCATE 1,10
30 PRINT#CS,TAB(35)"***** DIKKAT *****"
40 PRINT#CS
50 PRINT#CS,TAB(21)"KATSAYILAR MATRISININ KOLON SAYISI ILE ESITLIK MATRISININ SATIR "
60 PRINT#CS,TAB(21)"          SAYISININ ESIT OLMASI GEREKIR"
70 LOCATE 42,22:PRINT "HERHANGI BIR TUSA BASINIZ"
80 WHILE INKEY#="" :WEND:CLS
90 INPUT"KATSAYILAR MATRISININ SATIR(=KOLON) SAYISINI VER N= ",N
100 INPUT"ESITLIK MATRISININ KOLON SAYISINI VER M= ",M
110 DIM L(N,N+M),B(N,N+M),FA(N+M,N+M)
120 PRINT#CS
130 PRINT#CS,TAB(41) "KATSAYILAR MATRISI"
140 PRINT #CS
150 K=N
160 GOSUB 830
170 FOR I=1 TO N:FOR J=1 TO N
180 L(I,J)=FA(I,J)
190 PRINT #CS,USING"###.##";L(I,J);
200 NEXT J:PRINT #CS:NEXT I
210 PRINT#CS:PRINT#CS:PRINT#CS
220 PRINT#CS,TAB(41) "ESITLIK MATRISI"
230 PRINT#CS
240 K=M
250 GOSUB 830
260 FOR I=1 TO N:FOR J=N+1 TO N+M
270 L(I,J)=FA(I,J-N)
280 PRINT #CS,L(I,J);
290 NEXT J,I
300 PRINT#CS:PRINT#CS:CLS
310 LOCATE 32,13:PRINT "LUTFEN BEKLEYINIZ"
320 FOR I=1 TO N
330 FOR J=1 TO N+M
340 IF L(I,I)=0 THEN GOSUB 720
350 B(I,J)=L(I,J)/L(I,I)
360 NEXT J
370 FOR RA=1 TO N+M
380 L(I,RA)=B(I,RA)
390 NEXT RA
400 FOR Z=1 TO N
410 IF I=Z THEN 450
420 FOR J=1 TO N+M
430 B(Z,J)=L(Z,J)-L(I,J)*L(Z,I)
440 NEXT J
450 NEXT Z
460 FOR SA=1 TO N
470 IF SA=I THEN 510
480 FOR TA=1 TO N+M
490 L(SA,TA)=B(SA,TA)
500 NEXT TA

```



## \*\*\* PROGRAM 2 \*\*\*

```

10 CLS:INPUT"YAZDIRMA KATSAYISI";C5
20 REM NOKTALARIN BELİRLENMESİ
30 INPUT "NOKTA SAYISI=";R
40 R=11:A1=(R+1)/2+2
50 DIM Y(R+4,R+4),W(A1*A1),Mx(A1*A1),My(A1*A1)
60 DIM Mxy(A1*A1),Vx(A1*A1),Vy(A1*A1)
70 C=0:N=1025.641
80 FOR J=1 TO R+4
90 FOR I=1 TO A1
100 IF J>A1 THEN GOTO 120
110 Y(J,I)=I+C :Y(J,2*A1-I)=Y(J,I):GOTO 130
120 Y(J,I)=Y((J-2*(J-A1)),I):Y(J,2*A1-I)=Y(J,I)
130 NEXT I
140 C=Y(J,I)+1
150 NEXT J
160 FOR I5=1 TO 64:READ W(I5):NEXT I5
170 PRINT#C5,"NOKTA      W          Mx          My          Mxy          Vx          Vy"
180 PRINT#C5,"-----"
190 FOR J=1 TO R+4
200 FOR I=1 TO R+4
210 IF I<3 OR I>(R+2) THEN 430
220 IF J<3 OR J>(R+2) THEN 430
230 S1=Y(J,I)
240 S2=Y(J-1,I)
250 S3=Y(J,I-1)
260 S4=Y(J,I+1)
270 S5=Y(J+1,I)
280 S6=Y(J-1,I+1)
290 S7=Y(J-1,I-1)
300 S8=Y(J+1,I+1)
310 S9=Y(J+1,I-1)
320 S10=Y(J-2,I)
330 S11=Y(J+2,I)
340 S12=Y(J,I+2)
350 S13=Y(J,I-2)
360 Mx(S1)=-N*(-2.6*W(S1)+0.3*W(S2)+0.3*W(S5)+W(S3)+W(S4))
370 My(S1)=-N*(-2.6*W(S1)+W(S2)+W(S5)+0.3*W(S3)+0.3*W(S4))
380 Mxy(S1)=N*(1-0.3)*0.25*(W(S5)+W(S7)-W(S9)-W(S6))
390 Vx(S1)=-N*0.5*(4*W(S3)-W(S13)-W(S7)-W(S9)-4*W(S4)+W(S12)+W(S6)+W(S8))
400 Vy(S1)=-N*0.5*(4*W(S2)-W(S10)-W(S7)-W(S6)-4*W(S5)+W(S11)+W(S9)+W(S8))
410 PRINT#C5, USING" ## ##.### ##.### ##.### ##.### ##.###"
420 PRINT#C5,S1;W(S1);Mx(S1)/100;My(S1)/100;Mxy(S1)/100;Vx(S1)/100;Vy(S1)/100
430 NEXT I
440 NEXT J

```

## \*\*\* PROGRAM 3 \*\*\*

```

10 CLS:INPUT "YAZDIRMA KATSAYISI":C5
20 CLS:LOCATE 1,10
30 PRINT#C5,TAB(35)"***** DIKKAT *****"
40 PRINT#C5
50 PRINT#C5,TAB(21)"KATSAYILAR MATRISININ KOLON SAYISI ILE ESITLIK MATRISININ SATIR "
60 PRINT#C5,TAB(21)"          SAYISININ ESIT OLMASI GEREKIR"
70 LOCATE 42,22:PRINT "HERHANGI BIR TUSA BASINIZ"
80 WHILE INKEY="" :WEND
90 INPUT"KATSAYILAR MATRISININ SATIR(=KOLON) SAYISINI VER N= ",N
100 INPUT"ESITLIK MATRISININ KOLON SAYISINI VER M= ",M
110 DIM L(N,N+M),B(N,N+M),FA(N+M,N+M),Z(N+M),Q(N,N)
120 FOR I=2 TO N-1
130 FOR J=2 TO N-1
140 Q(I,J)=2
150 NEXT J
160 NEXT I
170 FOR I=2 TO N-1
180 Q(I,1)=1 :Q(I,N)=1
190 NEXT I
200 FOR J=2 TO N-1
210 Q(1,J)=1
220 Q(N,J)=1
230 NEXT J
240 Q(1,1)=0.5 : Q(1,N)=0.5 :Q(N,1)=0.5 :Q(N,N)=0.5
250 CLS:PRINT#C5:PRINT#C5:PRINT#C5
260 PRINT#C5, TAB(41)"--- Q(I,J) MATRISI ---": PRINT#C5
270 FOR I=1 TO N:PRINT#C5, TAB(13):FOR J=1 TO N
280 PRINT#C5,USING"###.# " :Q(I,J);:NEXT J:PRINT#C5:NEXT I
290 PRINT#C5:PRINT#C5,TAB(41) "KATSAYILAR MATRISI"
300 PRINT #C5:K=N:GOSUB 1010
310 FOR I=1 TO N:FOR J=1 TO N
320 L(I,J)=FA(I,J)
330 PRINT #C5,USING"###.##":L(I,J);
340 NEXT J:PRINT #C5:NEXT I
350 PRINT#C5:PRINT#C5:PRINT#C5
360 PRINT#C5,TAB(41) "ESITLIK MATRISI(t/m^2)"
370 PRINT#C5
380 K=M:GOSUB 1010
390 FOR I=1 TO N:FOR J=N+1 TO N+M
400 L(I,J)=FA(I,J-N)
410 PRINT #C5,L(I,J);
420 NEXT J,I
430 PRINT#C5:PRINT#C5:CLS
440 LOCATE 32,13:PRINT "LUTFEN BEKLEYINIZ"
450 FOR I=1 TO N
460 FOR J=1 TO N+M
470 IF L(I,I)=D THEN GOSUB 910
480 B(I,J)=L(I,J)/L(I,I)
490 NEXT J
500 FOR PA=1 TO N+M

```







## \*\*\* PROGRAM 4 \*\*\*

```

10 CLS:INPUT"YAZDIRMA KATSAYISI";C5
20 REM NOKTALARIN BELIRLENMESI
30 INPUT "NOKTA SAYISI=";R
40 R=R+1:A1=(R+1)/2+2
50 DIM Y(R+4,R+4),W(A1*A1),Mx(A1*A1),My(A1*A1)
60 DIM Mxy(A1*A1),Vx(A1*A1),Vy(A1*A1)
70 C=0:N=1025.641
80 FOR J=1 TO R+4
90 FOR I=1 TO A1
100 IF J>A1 THEN GOTO 120
110 Y(J,I)=I+C :Y(J,2*A1-I)=Y(J,I):GOTO 130
120 Y(J,I)=Y((J-2*(J-A1)),I):Y(J,2*A1-I)=Y(J,I)
130 NEXT I
140 C=Y(J,I)+1
150 NEXT J
160 FOR IS=1 TO 64:READ W(IS):NEXT IS
170 DATA -.305,.148,.014,-.12,-.11,-.38,-1.02,-.53,.148,-.19,-.097,-.095,-.166
180 DATA -.226,-.31,-.24,.014,-.097,-.075,-.0536,-.075,-.041,-.008,.043,-0.120
190 DATA -.095,-.053,0,0,.1445,.29,.357,-.11,-.166,-.075,0,0,.32,.574,.67,-.38
200 DATA -.226,-.041,.1445,.32,.626,.884,.98,-1.02,-.310,-.008,.29,.5740,0.884
210 DATA 1.1280,1.2200,-0.5300,-0.240,0.0430,0.3570,0.6700,0.980,1.2200,1.3100
220 PRINT#C5,"NOKTA      W           Mx           My           Mxy           Vx           Vy"
230 PRINT#C5,"-----"
240 FOR J=1 TO R+4
250 FOR I=1 TO R+4
260 IF I<3 OR I>(R+2) THEN 480
270 IF J<3 OR J>(R+2) THEN 480
280 S1=Y(J,I)
290 S2=Y(J-1,I)
300 S3=Y(J,I-1)
310 S4=Y(J,I+1)
320 S5=Y(J+1,I)
330 S6=Y(J-1,I+1)
340 S7=Y(J-1,I-1)
350 S8=Y(J+1,I+1)
360 S9=Y(J+1,I-1)
370 S10=Y(J-2,I)
380 S11=Y(J+2,I)
390 S12=Y(J,I+2)
400 S13=Y(J,I-2)
410 Mx(S1)=-N*(-2.6*W(S1)+0.3*W(S2)+0.3*W(S5)+W(S3)+W(S4))
420 My(S1)=-N*(-2.6*W(S1)+W(S2)+W(S5)+0.3*W(S3)+0.3*W(S4))
430 Mxy(S1)=N*(1-0.3)*0.25*(W(S8)+W(S7)-W(S9)-W(S6))
440 Vx(S1)=-N*0.5*(4*W(S3)-W(S13)-W(S7)-W(S9)-4*W(S4)+W(S12)+W(S6)+W(S8))
450 Vy(S1)=-N*0.5*(4*W(S2)-W(S10)-W(S7)-W(S6)-4*W(S5)+W(S11)+W(S9)+W(S8))
460 PRINT#C5, USING" ## ##.### ##.### ##.### ##.### ##.### ##.### ##.###"
470 PRINT#C5,S1;W(S1);Mx(S1)/100;My(S1)/100;Mxy(S1)/100;Vx(S1)/100;Vy(S1)/100
480 NEXT I
490 NEXT J

```

## \*\*\* PROGRAM 5 \*\*\*

```

10 CLS :INPUT "YAZDIRMA KATSAYISI";C5
20 READ N :DIM A(N,N),R(N),X(N)
30 PRINT#C5,"KATSAYILAR MATRISI:"
40 PRINT#C5,"-----"
50 FOR I2=1 TO N
60 FOR J2=1 TO N
70 READ A(I2,J2)
80 PRINT#C5,A(I2,J2);
90 NEXT J2
100 PRINT#C5
110 NEXT I2
120 PRINT#C5
130 PRINT#C5,"DENKLEM SABITLERI"
140 PRINT#C5,"-----"
150 FOR I1=1 TO N
160 READ R(I1)
170 PRINT#C5,R(I1);
180 R(I1)=-R(I1)
190 NEXT I1
200 PRINT#C5
210 FOR I=2 TO N
220 LET A(I,1)=-A(I,1)/A(1,1)
230 NEXT I
240 FOR I=2 TO N
250 FOR K=1 TO N
260 FOR V=1 TO I-1
270 LET A(I,K)=A(I,K)+A(I,V)*A(V,K)
280 NEXT V
290 NEXT K
300 FOR K=I+1 TO N
310 FOR V=1 TO I-1
320 LET A(K,I)=A(K,I)+A(K,V)*A(V,I)
330 NEXT V
340 NEXT K
350 FOR T=I+1 TO N
360 LET A(T,I)=-A(T,I)/A(I,I)
370 NEXT T
380 NEXT I
390 FOR I=2 TO N
400 FOR L=1 TO I-1
410 LET R(I)=R(I)+A(I,L)*R(L)
420 NEXT L
430 NEXT I
440 FOR I=1 TO N
450 NEXT I
460 X(N)=-R(N)/A(N,N)
470 FOR I=N-1 TO 1 STEP -1
480 FOR J=I+1 TO N
490 LET R(I)=R(I)+X(J)*A(I,J)
500 NEXT J

```

```
510 FOR T=N-1 TO 1 STEP -1
520 LET X(T)=-R(T)/A(T,T)
530 NEXT T
540 NEXT I
550 PRINT#CS
560 PRINT#CS,"COZUM:"
570 PRINT#CS,"-----"
580 FOR T=1 TO N
590 PRINT#CS,USING"###=##.###";T;100*X(T)*0.000001
600 NEXT T:END
610 REM BILINMIYEN SAYISI
620 DATA 63
630 REM KATSAYILAR MATRISI
640 DATA 2.31,-4.62,0.91,0.0,0,0,0,0
650 DATA 1.4,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
660 DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
670 DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
680 DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
690 REM SABITLER
700 DATA 0.25,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5
710 DATA 0.5,0.5,0.5,0.5,1,1,1,1,1,1
720 DATA 1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1
730 DATA 1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1
740 DATA 1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1
750 END
```

\*\*\* PROGRAM 6 \*\*\*

```

10 CLS:INPUT"YAZDIRMA KATSAYISI":C5
20 REM NOKTALARIN BELIRLENMESI
30 INPUT "NOKTA SAYISI=":R
40 A1=(R+1)/2+2
50 DIM Y(R+4,R+4),W(A1*A1),Mx(A1*A1),My(A1*A1)
60 DIM Mxy(A1*A1),Vx(A1*A1),Vy(A1*A1)
70 C=0:N=1025.641
80 FOR J=1 TO R+4
90 FOR I=1 TO A1
100 IF J>A1 THEN GOTO 130
110 Y(J,I)=I+C
120 Y(J,2*A1-I)=Y(J,I):GOTO 150
130 Y(J,I)=Y((J-2*(J-A1)),I)
140 Y(J,2*A1-I)=Y(J,I)
150 NEXT I
160 C=Y(J,I)+1
170 NEXT J
180 FOR IS=1 TO 169
190 READ W(IS):NEXT IS
200 DATA 10.33,9.78,9.23,8.68,8.13,7.58,7.03,6.48,5.93,5.38,4.83,4.28,3.73,3.18,2.63,2.08,1.53,0.98,0.43,0.37
210 DATA 9.78,9.24,8.68,8.12,7.57,7.03,6.52,6.05,5.63,5.29,5.03,4.87,4.82
220 DATA 9.23,8.68,8.12,7.56,7.01,6.47,5.96,5.48,5.07,4.72,4.46,4.3,4.25
230 DATA 8.68,8.12,7.56,7.01,6.45,5.91,5.38,4.9,4.48,4.13,3.86,3.7,3.65
240 DATA 8.13,7.57,7.01,6.45,5.89,5.33,4.8,4.31,3.87,3.51,3.24,3.07,3.01
250 DATA 7.58,7.03,6.47,5.91,5.33,4.77,4.22,3.71,3.25,2.87,2.59,2.42,2.36
260 DATA 7.03,6.52,5.96,5.39,4.8,4.22,3.65,3.12,2.64,2.24,1.94,1.77,1.71
270 DATA 6.6,6.05,5.49,4.9,4.31,3.71,3.12,2.55,2.05,1.63,1.32,1.14,1.09
280 DATA 6.19,5.64,5.07,4.48,3.87,3.25,2.64,2.05,1.52,1.07,0.76,0.59,0.55
290 DATA 5.84,5.29,4.72,4.13,3.51,2.87,2.24,1.63,1.07,0.61,0.3,0.18,0.15
300 DATA 5.58,5.03,4.46,3.86,3.24,2.59,1.94,1.32,0.76,0.3,0,0
310 DATA 5.41,4.87,4.3,3.7,3.07,2.42,1.77,1.14,0.59,0.18,0,0,0,0.595
320 DATA 5.37,4.82,4.25,3.65,3.01,2.36,1.70,1.08,0.54,0.15,0,0,0.154,0.545
330 PRINT#CS,"NOKTA      W           Mx           My           Mxy           Vx           Vy"
340 PRINT#CS,"-----"
350 FOR J=1 TO R+4
360 FOR I=1 TO R+4
370 IF I<3 OR I>(R+2) THEN 590
380 IF J<3 OR J>(R+2) THEN 590
390 S1=Y(J,I)
400 S2=Y(J-1,I)
410 S3=Y(J,I-1)
420 S4=Y(J,I+1)
430 S5=Y(J+1,I)
440 S6=Y(J-1,I+1)
450 S7=Y(J-1,I-1)
460 S8=Y(J+1,I+1)
470 S9=Y(J+1,I-1)
480 S10=Y(J-2,I)
490 S11=Y(J+2,I)
500 S12=Y(J,I+2)

```

```
510 S13=Y(J,I-2)
520 Mx(S1)=(-N/D.25)*(-2.6*W(S1)+0.3*W(S2)+0.3*W(S5)+W(S3)+W(S4))
530 My(S1)=(-N/D.25)*(-2.6*W(S1)+W(S2)+W(S5)+0.3*W(S3)+0.3*W(S4))
540 Mxy(S1)=(N*(1-0.3)/1)*(W(S8)+W(S7)-W(S9)-W(S6))
550 Vx(S1)=(-N/D.25)*(4*W(S3)-W(S13)-W(S7)-W(S9)-4*W(S4)+W(S12)+W(S6)+W(S8))
560 Vy(S1)=(-N/D.25)*(4*W(S2)-W(S10)-W(S7)-W(S6)-4*W(S5)-W(S11)+W(S9)+W(S8))
570 PRINT#C5, USING" ### ##.### # ##.### ##.### ##.### ##.### ##.### ##.###"
580 PRINT#C5, S1;W(S1);Mx(S1)/100;My(S1)/100;Mxy(S1)/100;Vx(S1)/100;Vy(S1)/100
590 NEXT I
600 NEXT J
```

## \*\*\* PROGRAM 7 \*\*\*

```

10 CLS:INPUT"YAZDIRMA KATSAYISI=";C5
20 REM NOKTALARIN BELIRLENMESI
30 INPUT "NOKTA SAYISI=";R
40 A1=(R+1)/2+2
50 DIM Y(R+4,R+4),W(A1*A1),Mx(A1*A1),My(A1*A1)
60 DIM Mxy(A1*A1),Vx(A1*A1),Vy(A1*A1)
70 C=0:N=1025.641
80 FOR J=1 TO R+4
90 FOR I=1 TO A1
100 IF J>A1 THEN GOTO 130
110 Y(J,I)=I+C
120 Y(J,2*A1-I)=Y(J,I):GOTO 150
130 Y(J,I)=Y((J-2*(J-A1)),I)
140 Y(J,2*A1-I)=Y(J,I)
150 NEXT I
160 C=Y(J,I)+1
170 NEXT J
180 FOR IS=1 TO 169
190 READ W(IS):NEXT IS
200 DATA 0.045,0.03,0.015,-0.003,-0.053,-0.093,-0.043,0.1,0.415,0.82,1.205,1.479,1.573
210 DATA 0.03,-0.02,-0.009,-0.013,-0.033,-0.049,-0.009,0.185,0.513,0.905,1.265,1.515,1.605
220 DATA 0.015,-0.009,-0.01,-0.011,-0.018,-0.018,0.04,0.249,0.592,0.99,1.349,1.597,1.685
230 DATA -0.003,-0.013,-0.011,-0.0065,-0.007,-0.0045,0.043,0.276,0.655,1.085,1.466,1.726,1.818
240 DATA -0.053,-0.033,-0.018,-0.007,0,0,0.274,0.722,1.208,1.628,1.908,2.007
250 DATA -0.093,-0.05,-0.018,-0.0045,0,0,0.314,0.845,1.396,1.855,2.156,2.261
260 DATA -0.043,-0.009,0.04,0.043,0,0,0.483,1.095,1.688,2.167,2.477,2.584
270 DATA 0.1,0.185,0.249,0.276,0.274,0.314,0.483,0.943,1.526,2.095,2.559,2.85,2.963
280 DATA 0.415,0.513,0.592,0.655,0.721,0.845,1.095,1.526,2.051,2.568,2.995,3.275,3.369
290 DATA 0.82,0.905,0.99,1.085,1.208,1.396,1.688,2.095,2.568,3.03,3.416,3.67,3.756
300 DATA 1.205,1.265,1.349,1.466,1.628,1.855,2.167,2.559,2.995,3.416,3.765,3.995,4.075
310 DATA 1.48,1.515,1.597,1.725,1.908,2.156,2.476,2.86,3.27,3.668,3.995,4.21,4.285
320 DATA 1.573,1.605,1.685,1.818,2.007,2.26,2.584,2.963,3.369,3.756,4.075,4.285,4.358
330 PRINT#C5,"NOKTA      W          Mx          My          Mxy          Vx          Vy"
340 PRINT#C5,"-----  -----  -----  -----  -----  -----  -----"
350 FOR J=1 TO R+4
360 FOR I=1 TO R+4
370 IF I<3 OR I>(R+2) THEN 590
380 IF J<3 OR J>(R+2) THEN 590
390 S1=Y(J,I)
400 S2=Y(J-1,I)
410 S3=Y(J,I-1)
420 S4=Y(J,I+1)
430 S5=Y(J+1,I)
440 S6=Y(J-1,I+1)
450 S7=Y(J-1,I-1)
460 S8=Y(J+1,I+1)
470 S9=Y(J+1,I-1)
480 S10=Y(J-2,I)
490 S11=Y(J+2,I)
500 S12=Y(J,I+2)

```



```
510 S13=Y(J,I-2)
520 Mx(S1)=(-N/D.25)*(-2.6*W(S1)+0.3*W(S2)+0.3*W(S5)+W(S3)+W(S4))
530 My(S1)=(-N/D.25)*(-2.6*W(S1)+W(S2)+W(S5)+0.3*W(S3)+0.3*W(S4))
540 Mxy(S1)=(N*(1-0.3)/1)*(W(S8)+W(S7)-W(S9)-W(S6))
550 Vx(S1)=(-N/D.25)*(4*W(S3)-W(S13)-W(S7)-W(S9)-4*W(S4)+W(S12)+W(S6)+W(S8))
560 Vy(S1)=(-N/D.25)*(4*W(S2)-W(S10)-W(S7)-W(S6)-4*W(S5)+W(S11)+W(S9)+W(S8))
570 PRINT#CS,USING" ###  ##.####  ####.####  ####.####  ####.####  ####.####  ####.####"
580 PRINT#CS,S1;W(S1);Mx(S1)/100;My(S1)/100;mxy(S1)/100;Vx(S1)/100;Vy(S1)/100
590 NEXT I
600 NEXT J
```

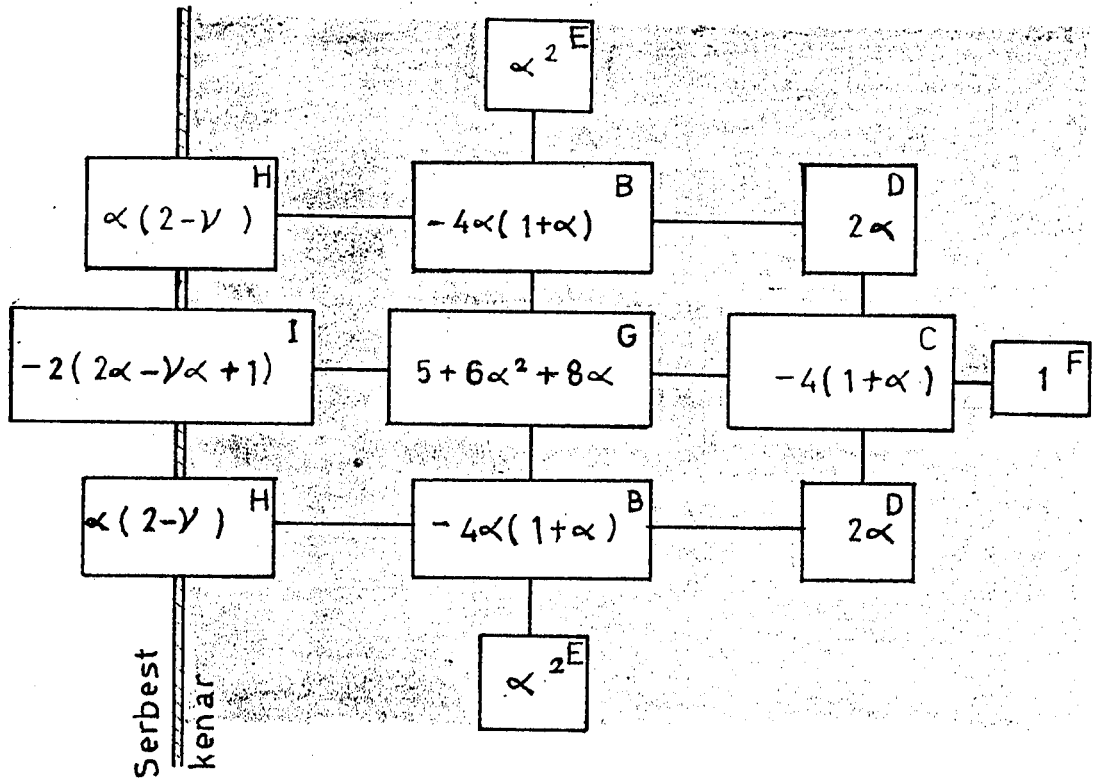
EK-2

Y(J.1)

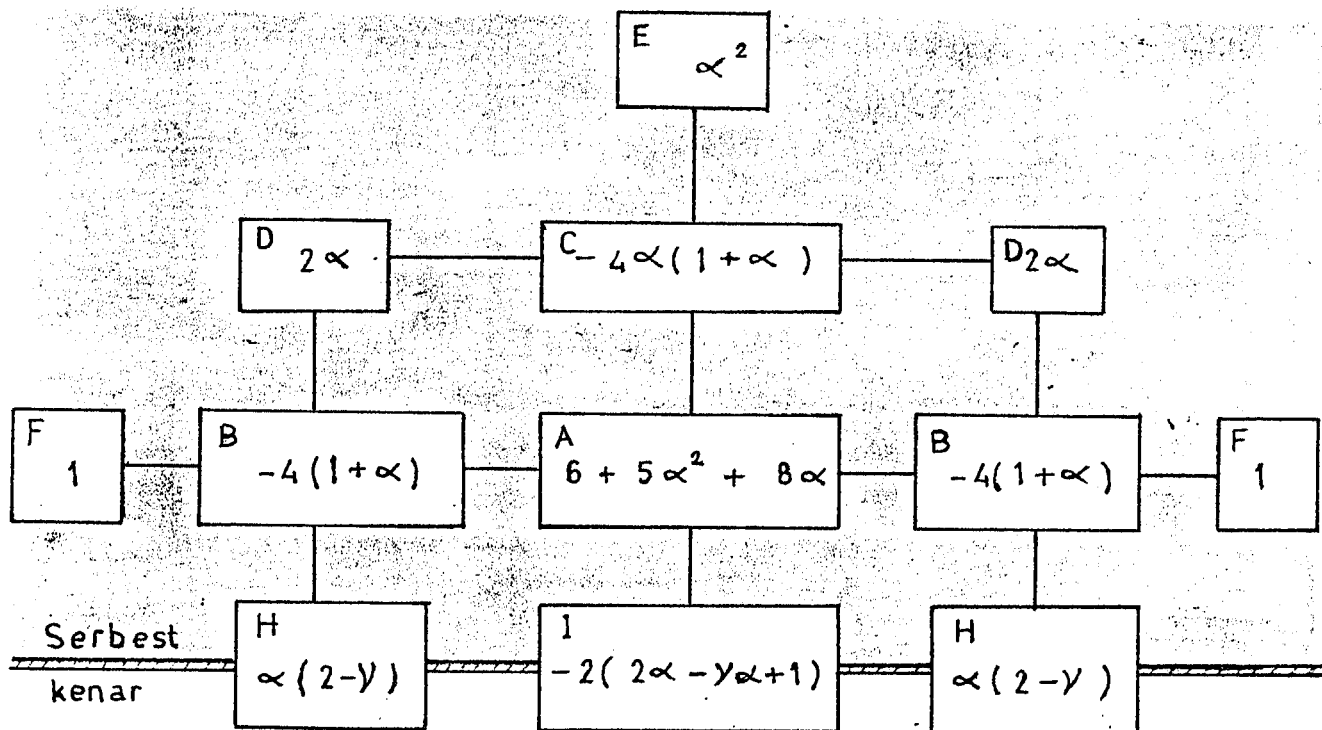
---

20	24	8	8	8	8	8	8	8	23	19
16	12	4	4	4	4	4	4	4	11	15
5	1	25	25	25	25	25	25	25	3	7
5	1	25	25	25	29	25	25	25	3	7
5	1	25	25	0	0	0	25	25	3	7
5	1	25	26	0	0	0	27	25	3	7
5	1	25	25	0	0	0	25	25	3	7
5	1	25	25	25	28	25	25	25	3	7
5	1	25	25	25	25	25	25	25	3	7
13	9	2	2	2	2	2	2	2	10	14
17	21	6	6	6	6	6	6	6	22	18

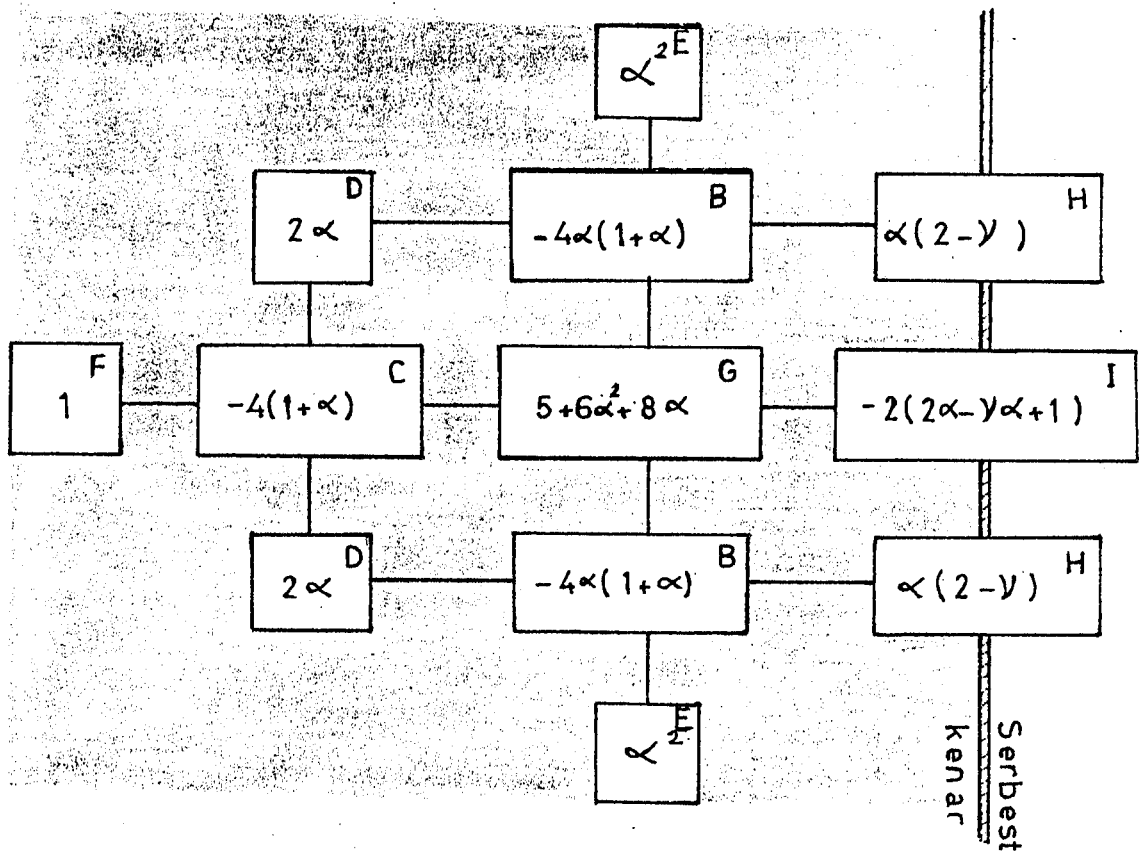
Tablo 5.1. ÖRNEK-1' in Sehimler Tablosu

DENKLEM NO : 1

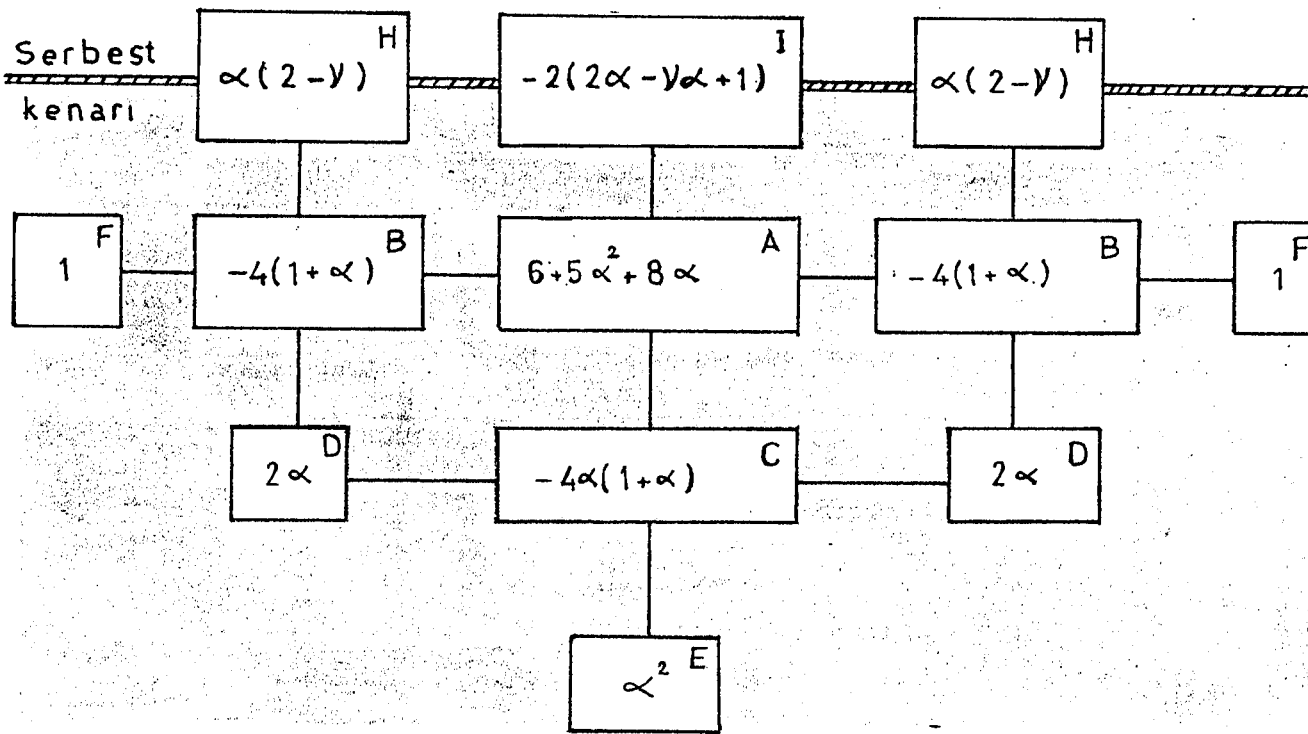
$$W_{ij} = \left[ \begin{array}{l} \frac{q_{ij} \cdot \lambda^j}{N_{ij}} - I \cdot W_{i,j-1} - B \cdot W_{i,j+1} - F \cdot W_{i,j+2} - H \cdot W_{i-1,j-1} - C \cdot W_{i-1,j} \\ - D \cdot W_{i-1,j+1} - E \cdot W_{i-2,j} - H \cdot W_{i+1,j-1} - C \cdot W_{i+1,j+1} - D \cdot W_{i+1,j+1} \\ - E \cdot W_{i+2,j} \end{array} \right] / G$$

DENKLEM NO : 2

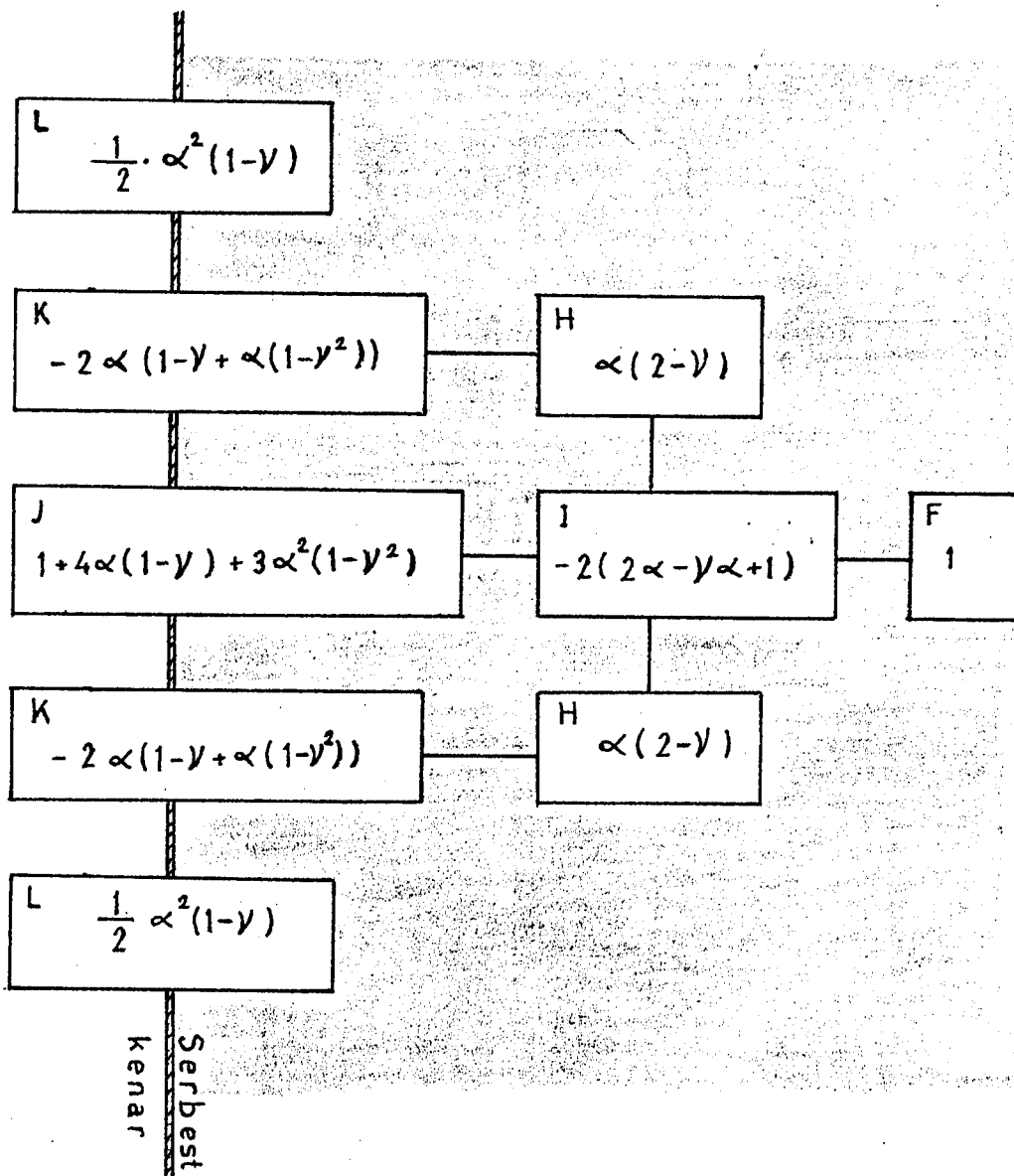
$$W_{ij} = \left[ \begin{array}{l} \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - B \cdot W_{ij,j-1} - F \cdot W_{i,j-2} - B \cdot W_{ij,j+1} - F \cdot W_{i,j+2} - D \cdot W_{i-1,j-1} \\ - C \cdot W_{i-1,j} - D \cdot W_{i-1,j+1} - E \cdot W_{i-2,j} - H \cdot W_{i+1,j-1} - I \cdot W_{i+1,j} \\ - H \cdot W_{i+1,j+1} \end{array} \right] / v$$

DENKLEM NO:3

$$W_{ij} = \left[ \begin{array}{cccccc} \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} & -B \cdot W_{i,j-1} & -F \cdot W_{i,j-2} & -I \cdot W_{i,j+1} & -D \cdot W_{i-1,j-1} & -C \cdot W_{i-1,j} \\ & -H \cdot W_{i-1,j+1} & -E \cdot W_{i-2,j} & -D \cdot W_{i+1,j-1} & -C \cdot W_{i+1,j} & -H \cdot W_{i+1,j+1} \\ & -E \cdot W_{i+2,j} & & & & \end{array} \right] / G$$

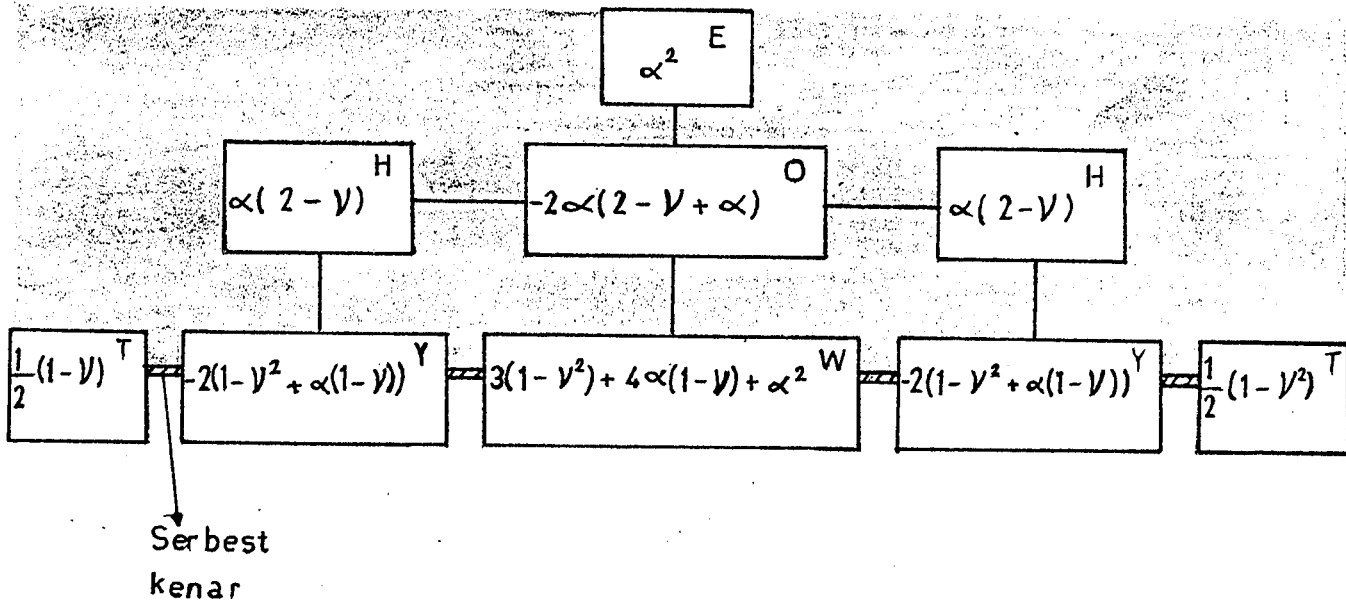


$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - B \cdot W_{i,j-1} - F \cdot W_{i,j-2} - B \cdot W_{i,j+1} - F \cdot W_{i,j+2} - H \cdot W_{i-1,j-1} - I \cdot W_{i-1,j} - D \cdot W_{i+1,j-1} - C \cdot W_{i+1,j} - D \cdot W_{i+1,j+1} - E \cdot W_{i+2,j} \right] / A$$

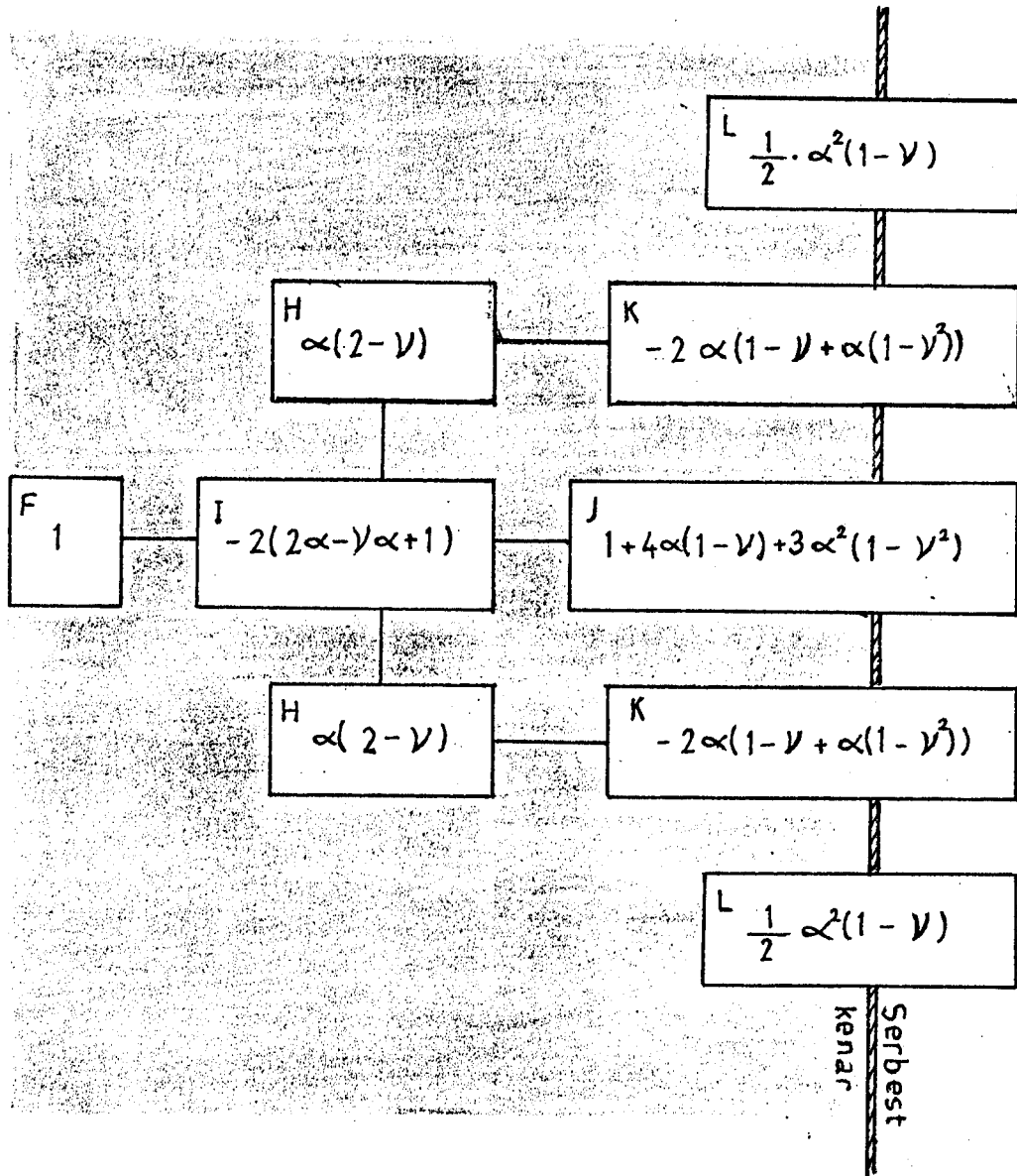


$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^f}{N_{ij}} - I \cdot W_{i,j+1} - F \cdot W_{i,j+2} - K \cdot W_{i-1,j} - H \cdot W_{i-1,j+1} - L \cdot W_{i-2,j} \right. \\ \left. - K \cdot W_{i+1,j} - H \cdot W_{i+1,j+1} - L \cdot W_{i+2,j} \right] / j$$

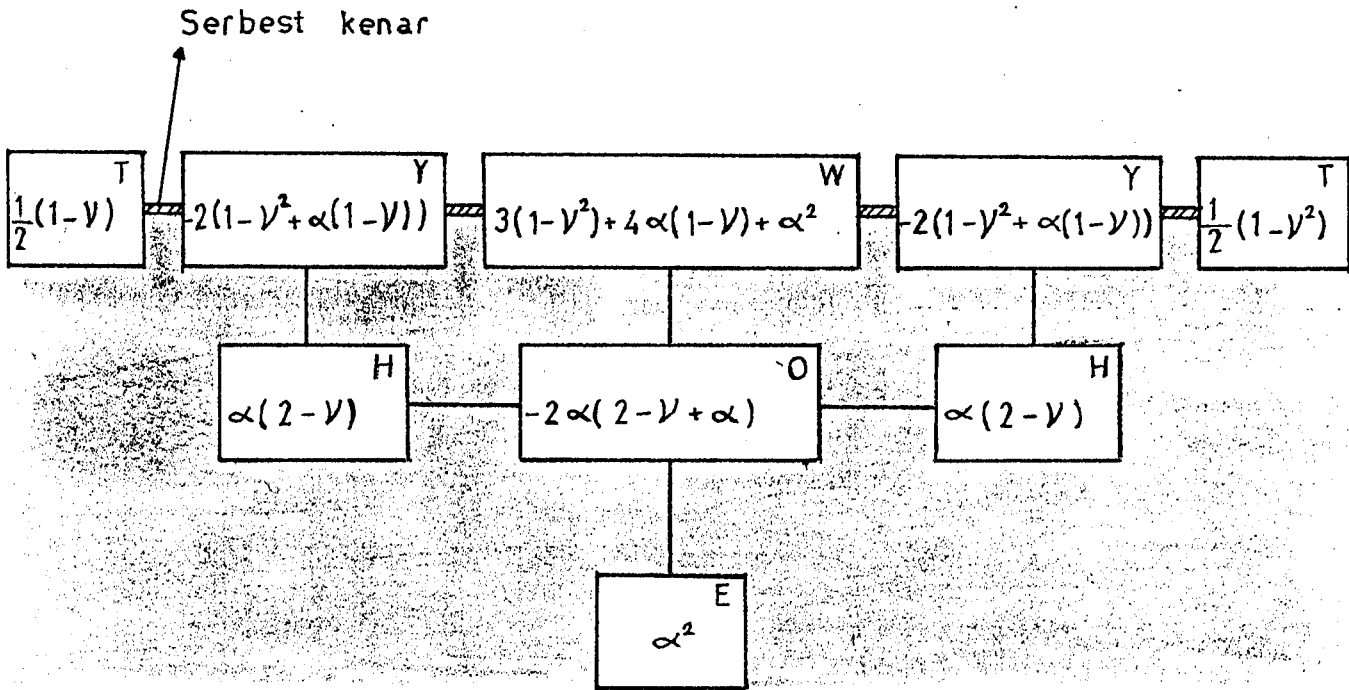




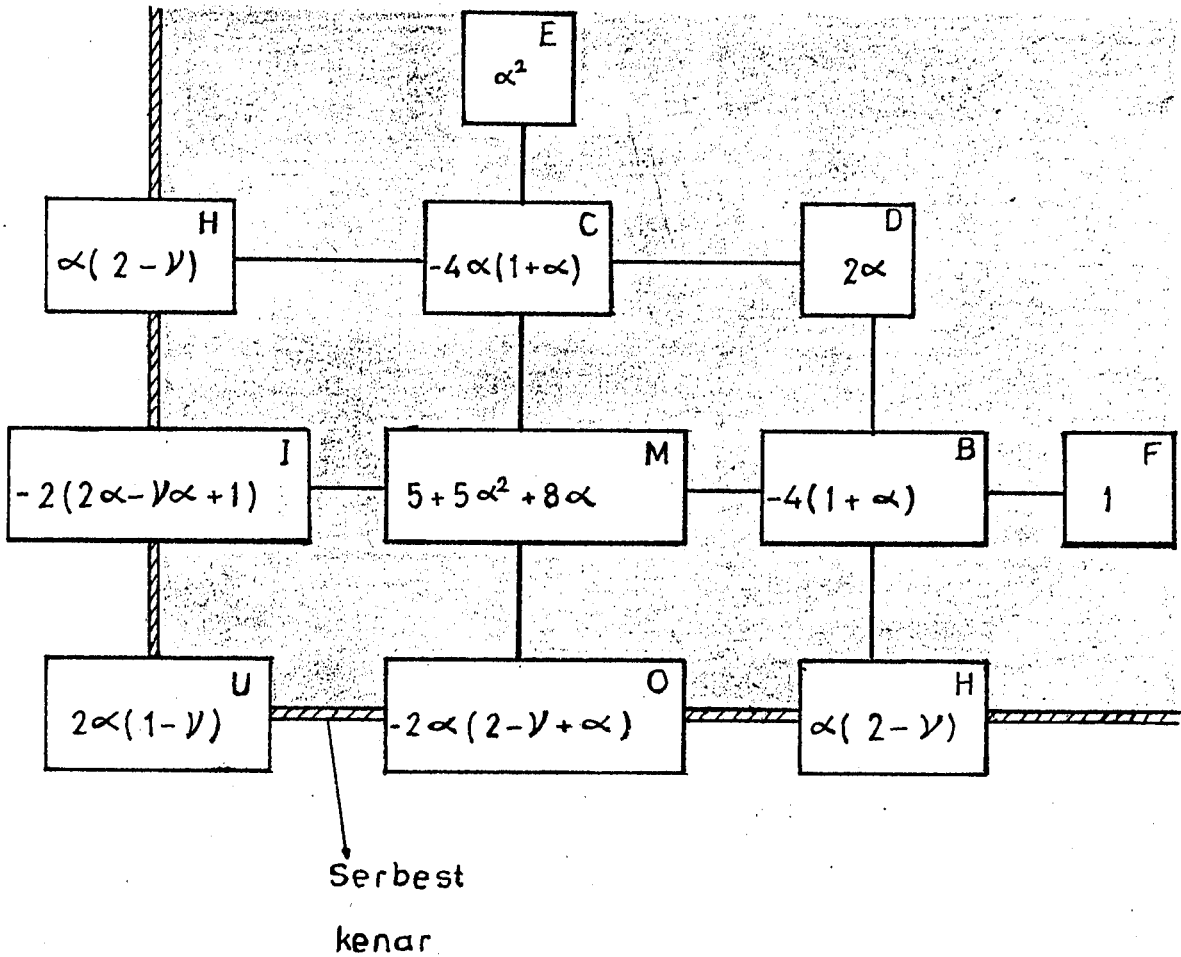
$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - Y \cdot W_{i,j-1} - T \cdot W_{i,j-2} - Y \cdot W_{i,j+1} - T \cdot W_{i,j+2} - H \cdot W_{i-1,j-1} - O \cdot W_{i-1,j} - H \cdot W_{i-1,j+1} - E \cdot W_{i-2,j} \right] / W$$



$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \lambda^4}{N_{ij}} - I \cdot W_{i,j-1} - F \cdot W_{i,j-2} - K \cdot W_{i-1,j} - H \cdot W_{i-1,j-1} - L \cdot W_{i-2,j} - K \cdot W_{i+1,j} - H \cdot W_{i+1,j-1} - L \cdot W_{i+2,j} \right] / j$$

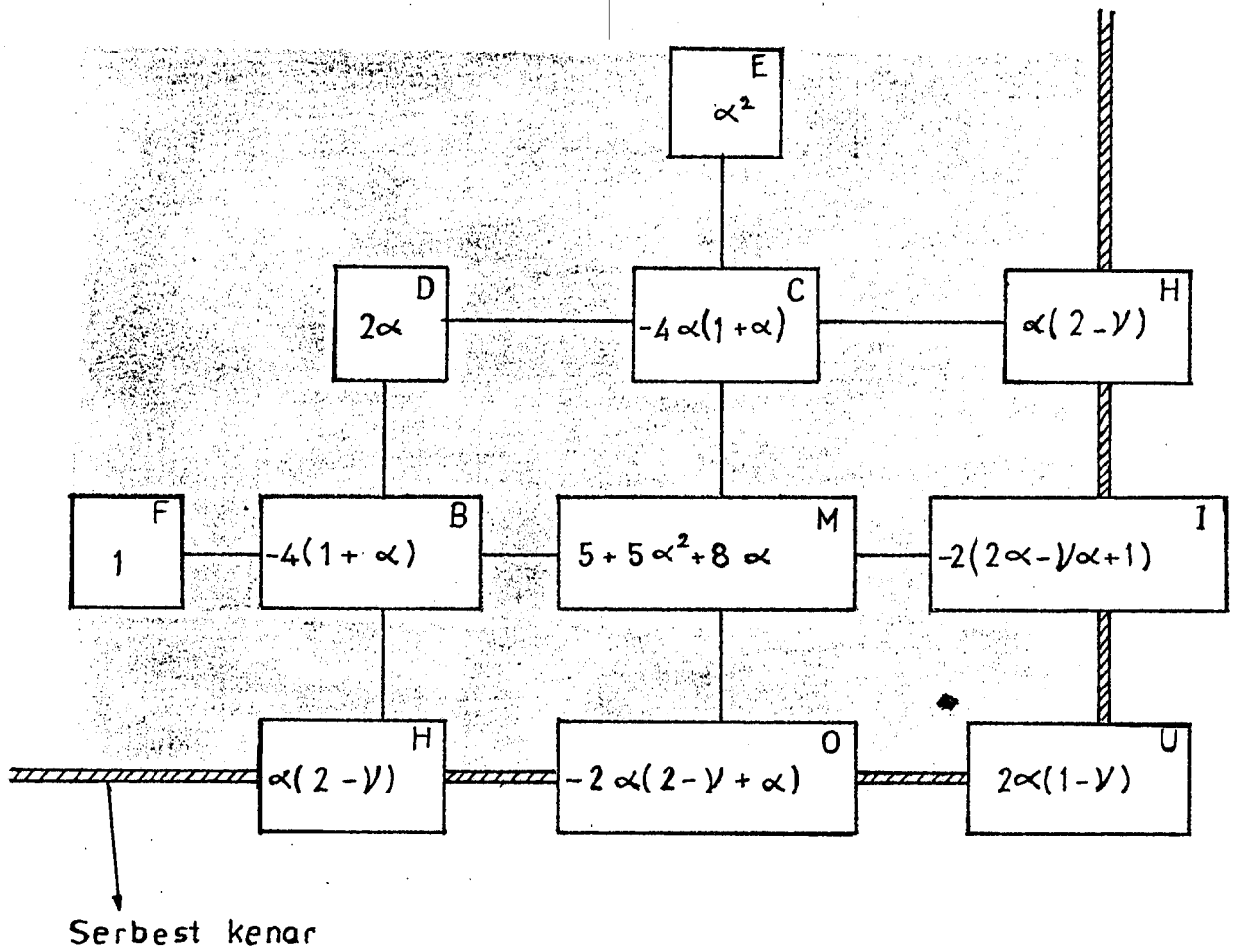


$$W_{ij} = \left[ \begin{array}{l} \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - Y \cdot W_{i,j-1} - T \cdot W_{i,j-2} - Y \cdot W_{i,j+1} - T \cdot W_{i,j+2} - H \cdot W_{i+1,j-1} \\ - O \cdot W_{i+1,j} - H \cdot W_{i+1,j+1} - E \cdot W_{i+2,j} \end{array} \right] / W$$



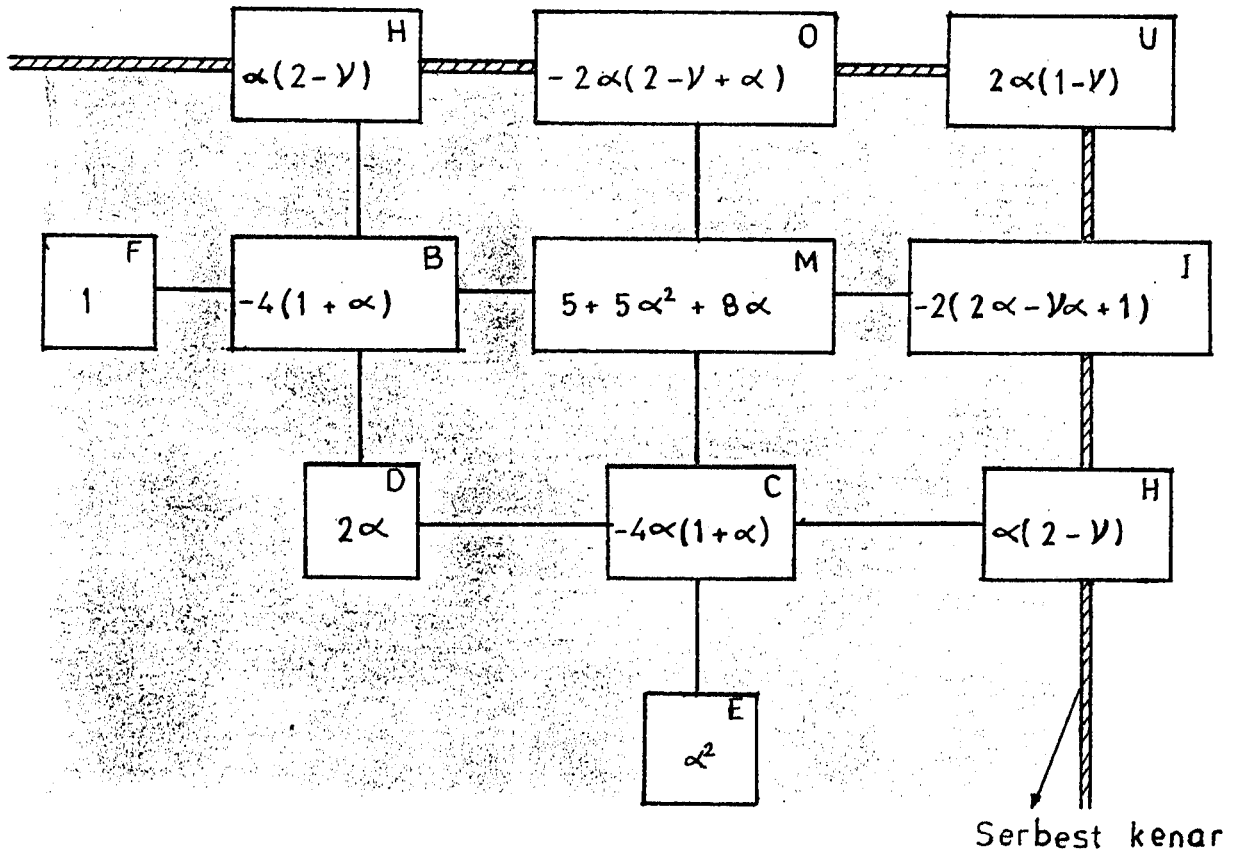
$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \lambda^4}{N_{ij}} - I.W_{i,j-1} - B.W_{i,j+1} - F.W_{i,j+2} - H.W_{i-1,j-1} - C.W_{i-1,j} \right.$$

$$\left. - D.W_{i-1,j+1} - E.W_{i-2,j} - U.W_{i+1,j-1} - O.W_{i+1,j} - H.W_{i+1,j+1} \right] / M$$



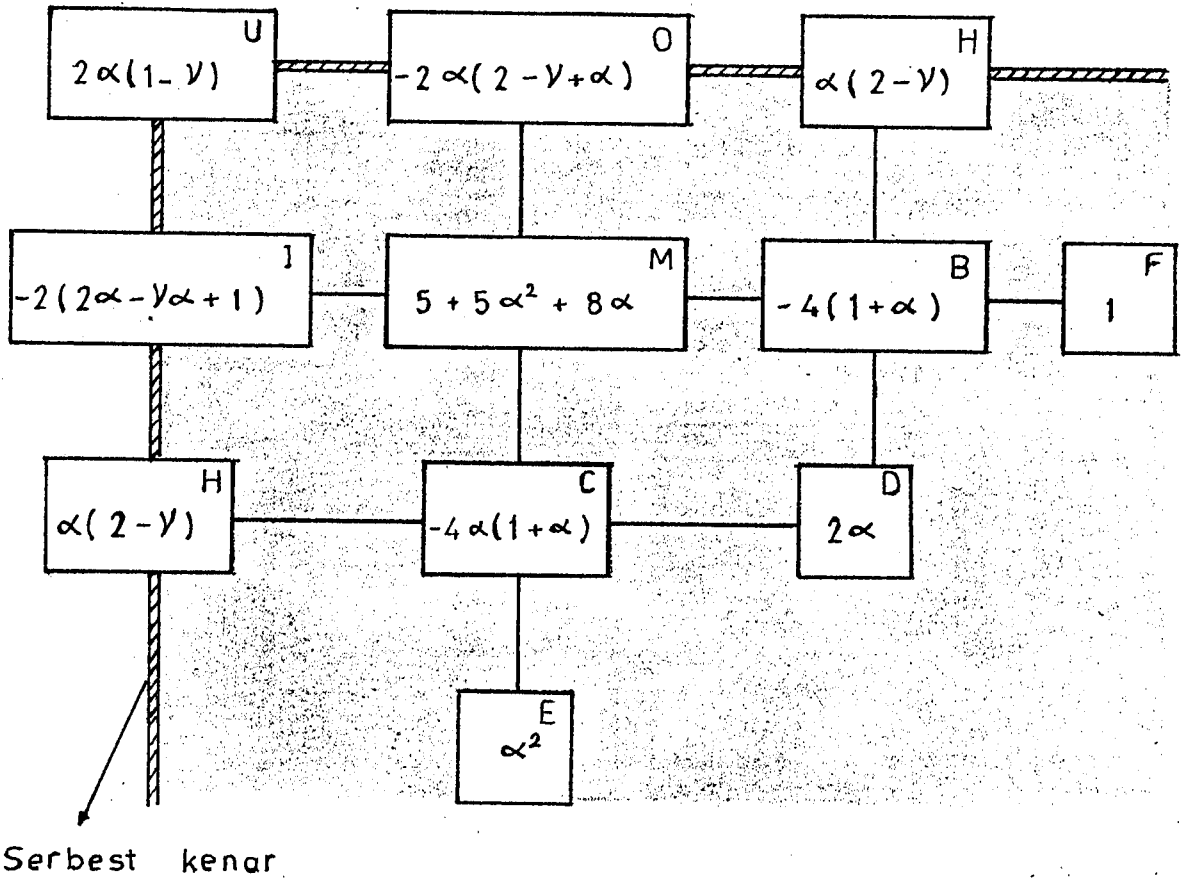
$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda}{N_{ij}} - B \cdot W_{jj-1} - F \cdot W_{jj-2} - I \cdot W_{jj+1} - D \cdot W_{i-1,j-1} - C \cdot W_{i-1,j} \right.$$

$$\left. - H \cdot W_{i-1,j+1} - E \cdot W_{i-2,j} - H \cdot W_{i+1,j-1} - O \cdot W_{i+1,j} - U \cdot W_{i+1,j+1} \right] / M$$



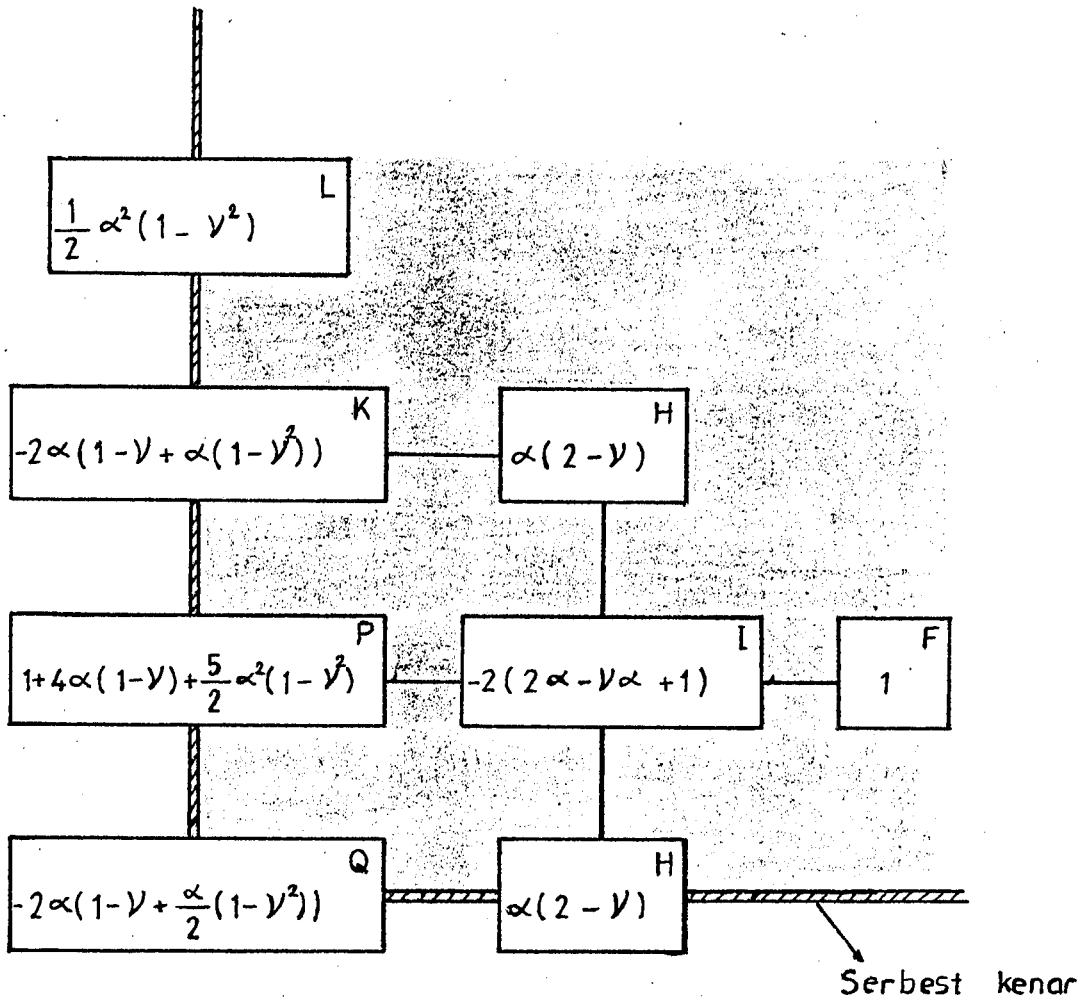
$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda}{N_{ij}} - B \cdot W_{j,j-1} - F \cdot W_{j,j-2} - I \cdot W_{i,j+1} - H \cdot W_{i-1,j-1} - O \cdot W_{i-1,j} \right.$$

$$\left. - U \cdot W_{i-1,j+1} - D \cdot W_{i+1,j-1} - C \cdot W_{i+1,j} - H \cdot W_{i+1,j+1} - E \cdot W_{i+2,j} \right] / M$$



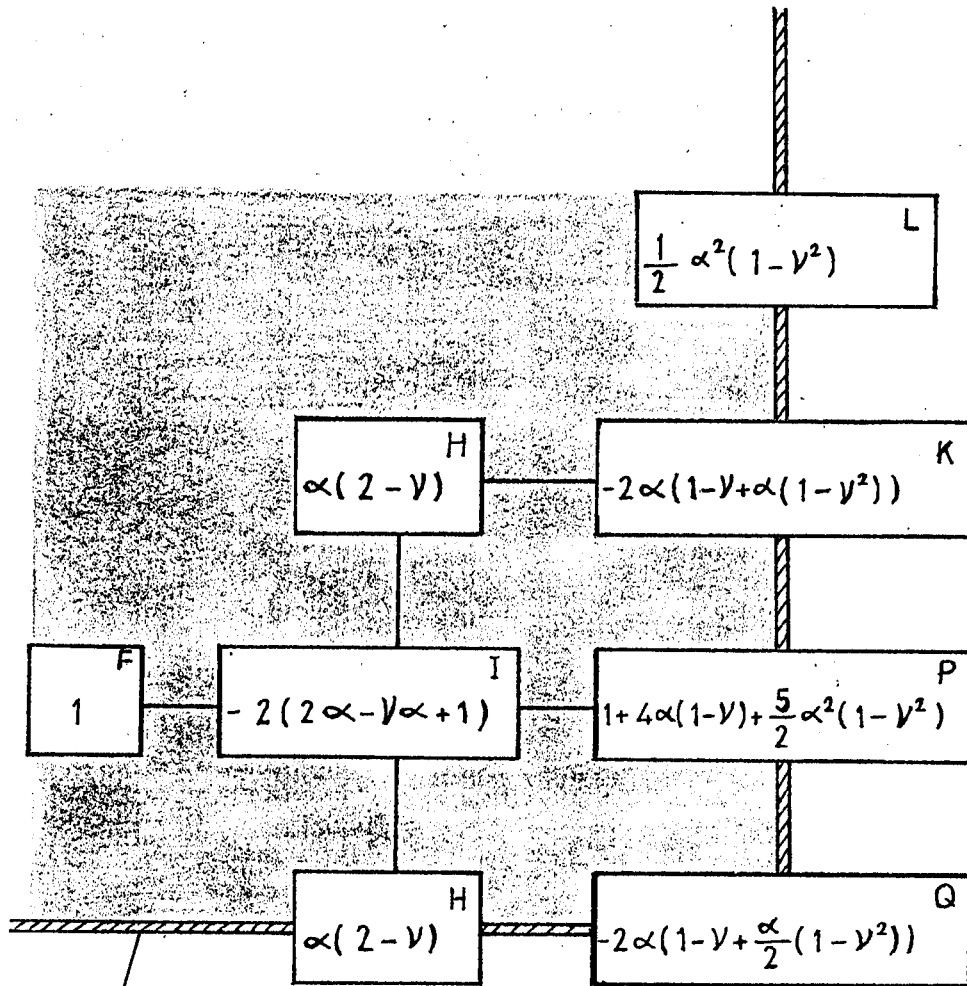
$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - I \cdot W_{i,j-1} - B \cdot W_{i,j+1} - F \cdot W_{i,j+2} - U \cdot W_{i-1,j-1} - O \cdot W_{i-1,j} \right.$$

$$\left. - H \cdot W_{i-1,j+1} - H \cdot W_{i+1,j-1} - C \cdot W_{i+1,j} - D \cdot W_{i+1,j+1} - E \cdot W_{i+2,j} \right] / M$$



$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - I \cdot W_{i,j+1} - F \cdot W_{i,j+2} - K \cdot W_{i-1,j} - H \cdot W_{i-1,j+1} - L \cdot W_{i-2,j} - Q \cdot W_{i+1,j} - H \cdot W_{i+1,j+1} \right] / P$$

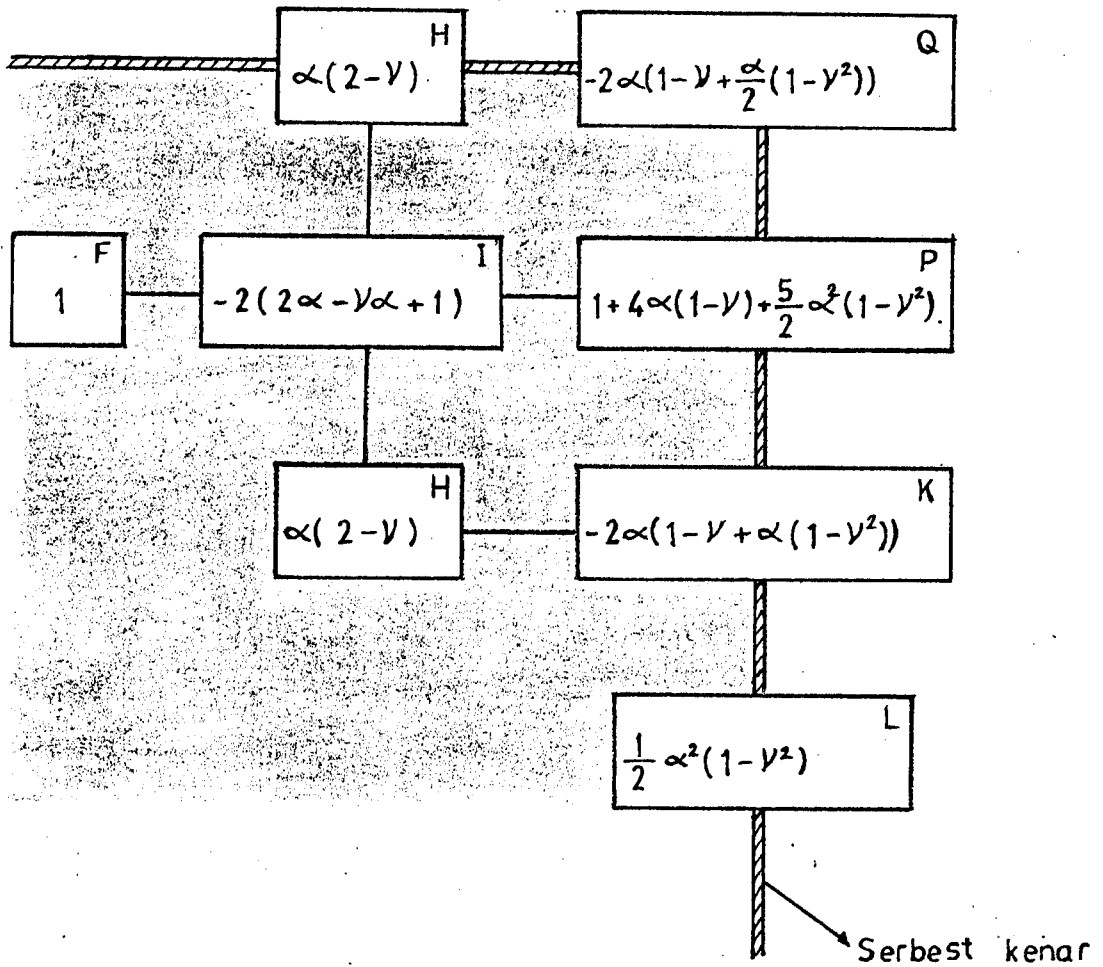




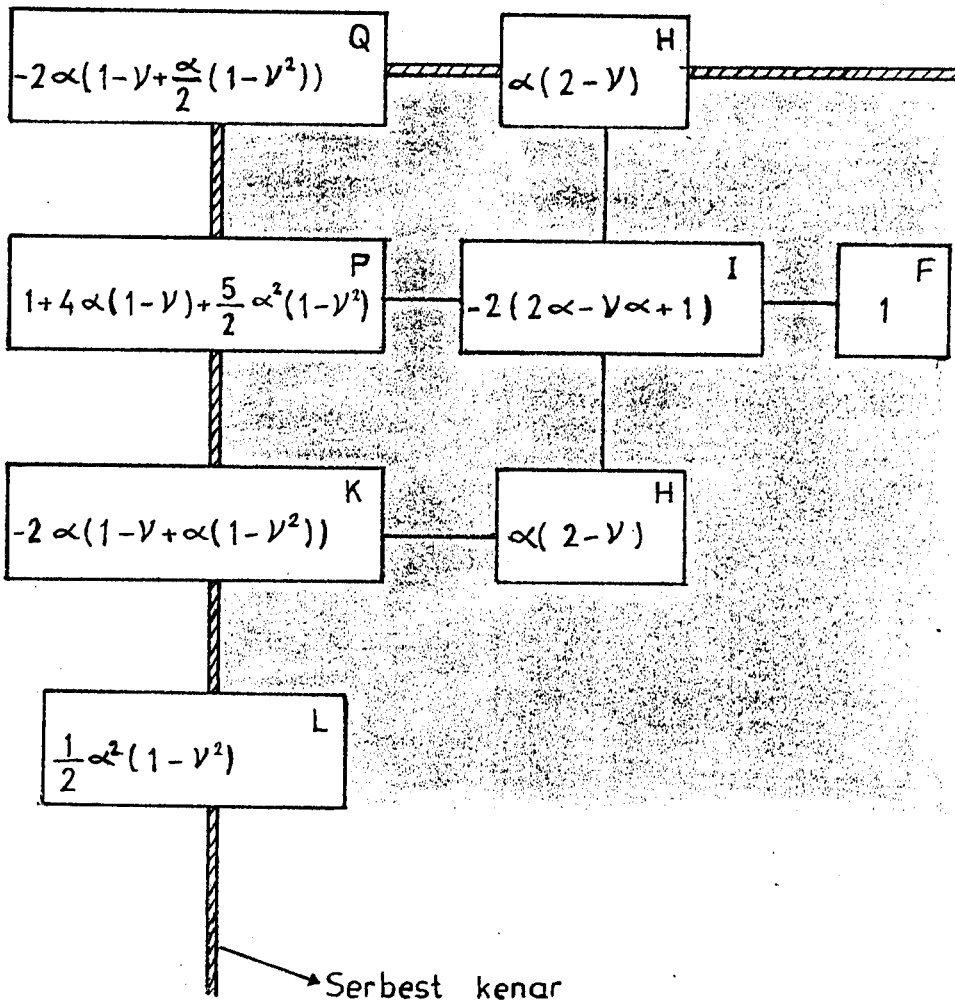
Serbest kenar

$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - I \cdot W_{i,j-1} - F \cdot W_{i,j-2} - H \cdot W_{i-1,j-1} - K \cdot W_{i-1,j} - L \cdot W_{i-2,j} \right.$$

$$\left. - H \cdot W_{i+1,j-1} - Q \cdot W_{i+1,j} \right] / P$$

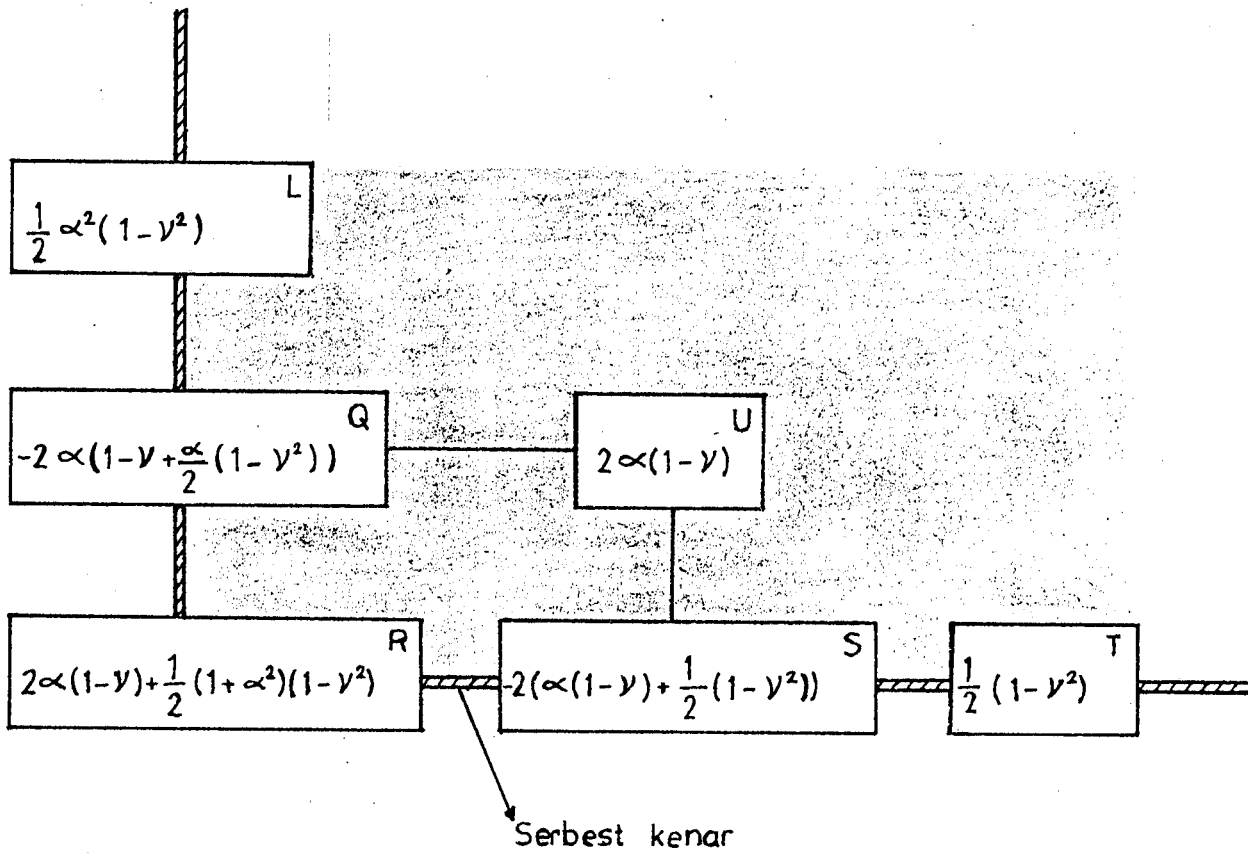


$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - I \cdot W_{i,j-1} - F \cdot W_{i,j-2} - H \cdot W_{i-1,j-1} - Q \cdot W_{i-1,j} - H \cdot W_{i+1,j-1} - K \cdot W_{i+1,j} - L \cdot W_{i+2,j} \right] / P$$



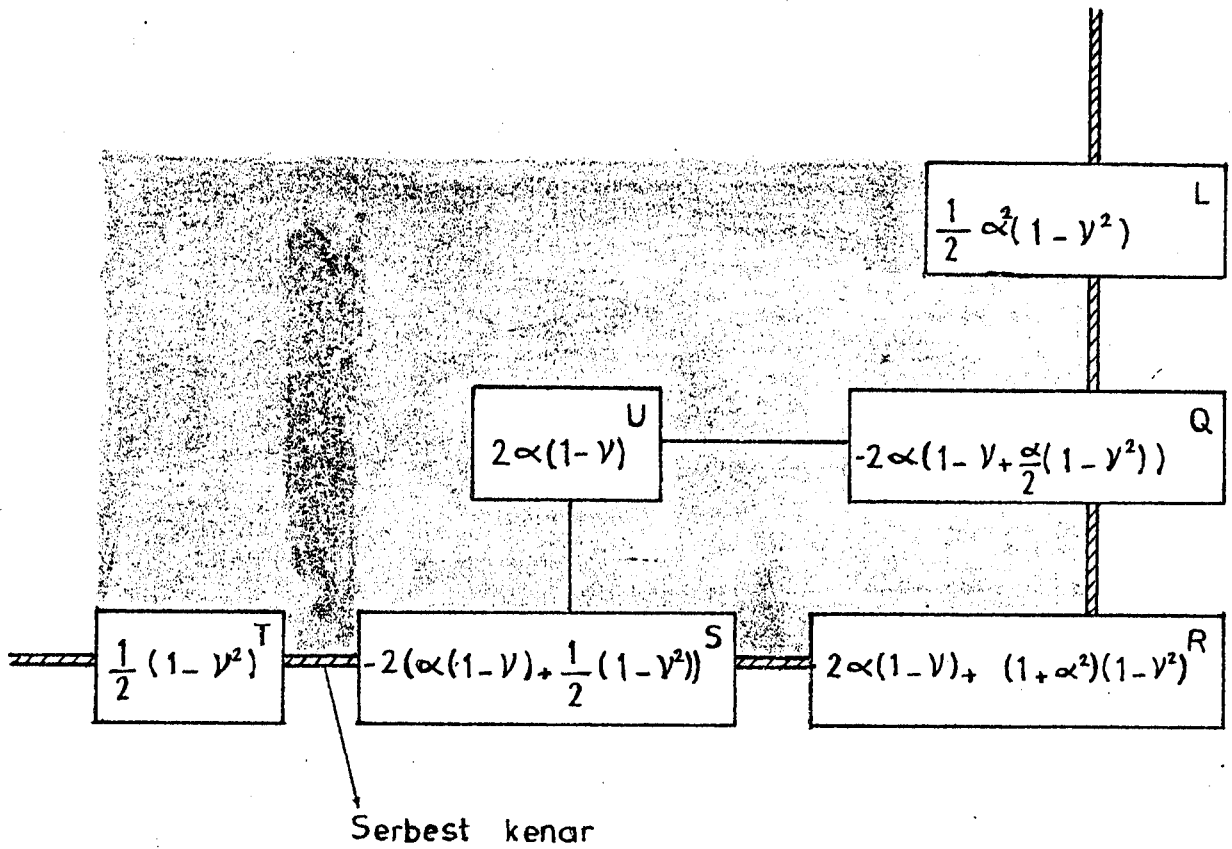
$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - I \cdot W_{i,j+1} - F \cdot W_{i,j+2} - Q \cdot W_{i-1,j} - H \cdot W_{i-1,j+1} - K \cdot W_{i+1,j} \right. / P$$

$$\left. - H \cdot W_{i+1,j+1} - L \cdot W_{i+2,j} \right] / P$$



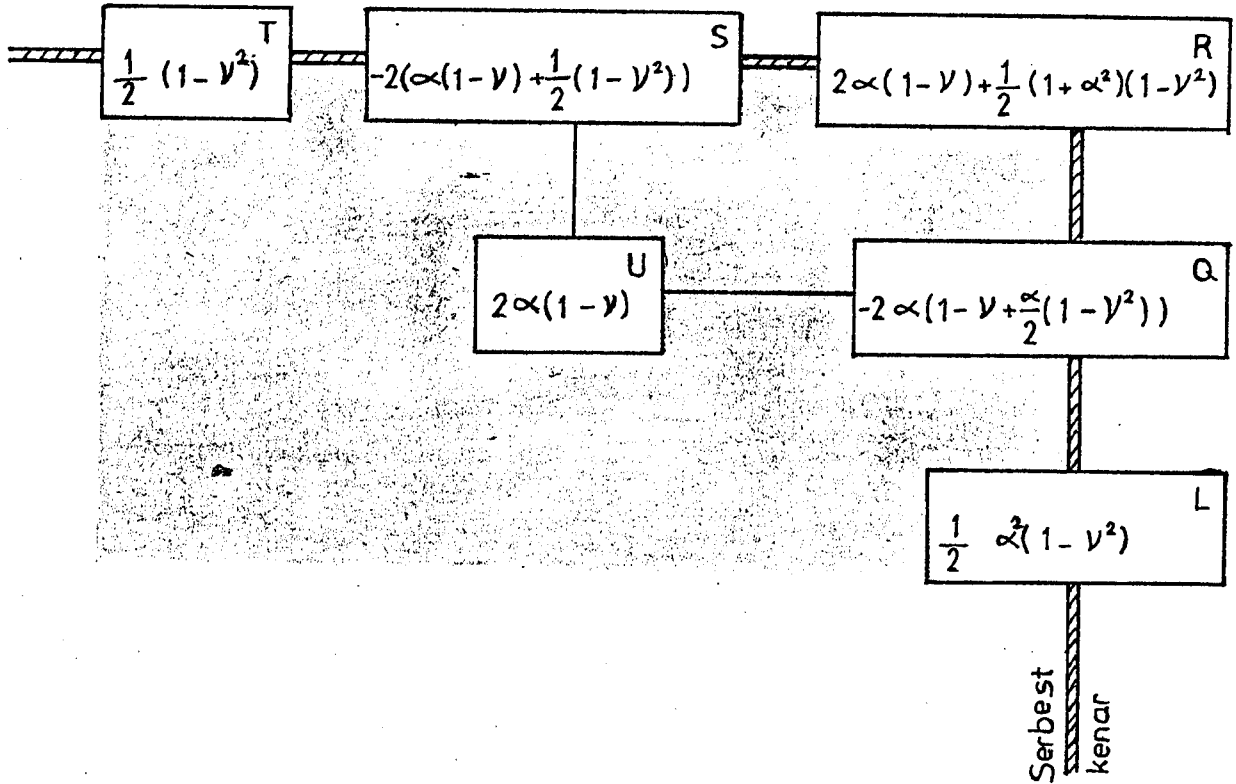
$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \lambda^i}{N_{ij}} - S \cdot W_{i,j+1} - T \cdot W_{i,j+2} - Q \cdot W_{i-1,j} - U \cdot W_{i-1,j+1} \right.$$

$$\left. - L \cdot W_{i-2,j} \right] / R$$



$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - S \cdot W_{i,j-1} - T \cdot W_{i,j-2} - Q \cdot W_{i-1,j} - U \cdot W_{i-1,j-1} \right.$$

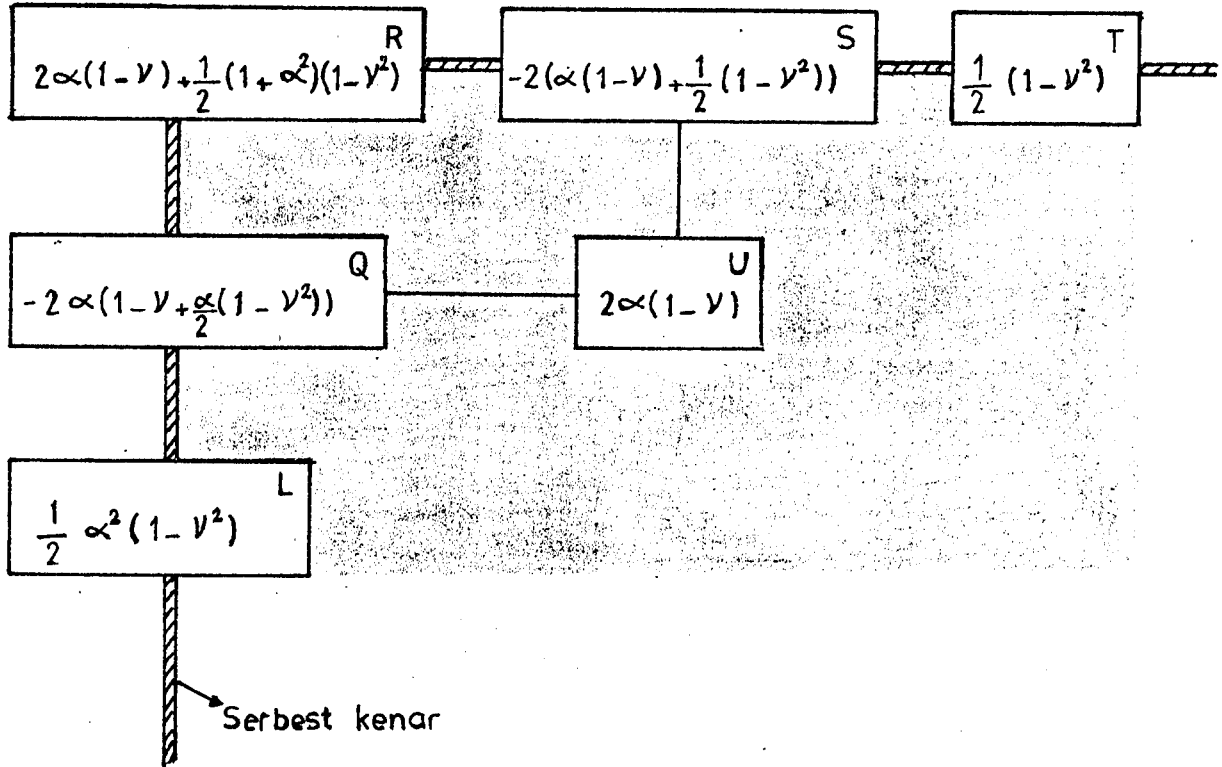
$$\left. - L \cdot W_{i-2,j} \right] / R$$



$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - S \cdot W_{i,j-1} - T \cdot W_{i,j-2} - Q \cdot W_{i+1,j} - U \cdot W_{i+1,j-1} \right.$$

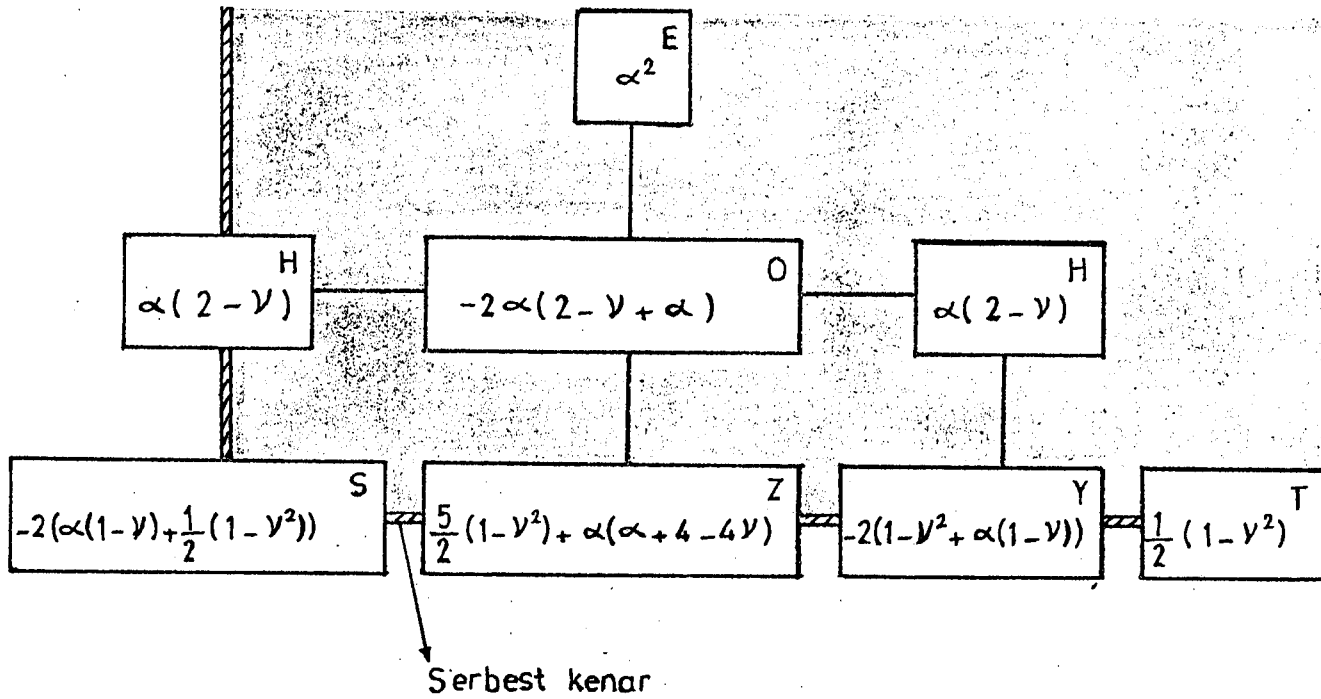
$$\left. - L \cdot W_{i+2,j} \right] / R$$

DENKLEM NO:20



$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij}\lambda^4}{N_{ij}} - S \cdot W_{i,j+1} - T \cdot W_{i,j+2} - Q \cdot W_{i+1,j} - U \cdot W_{i+1,j+1} \right. / R$$

$$\left. - L \cdot W_{i+2,j} \right] / R$$

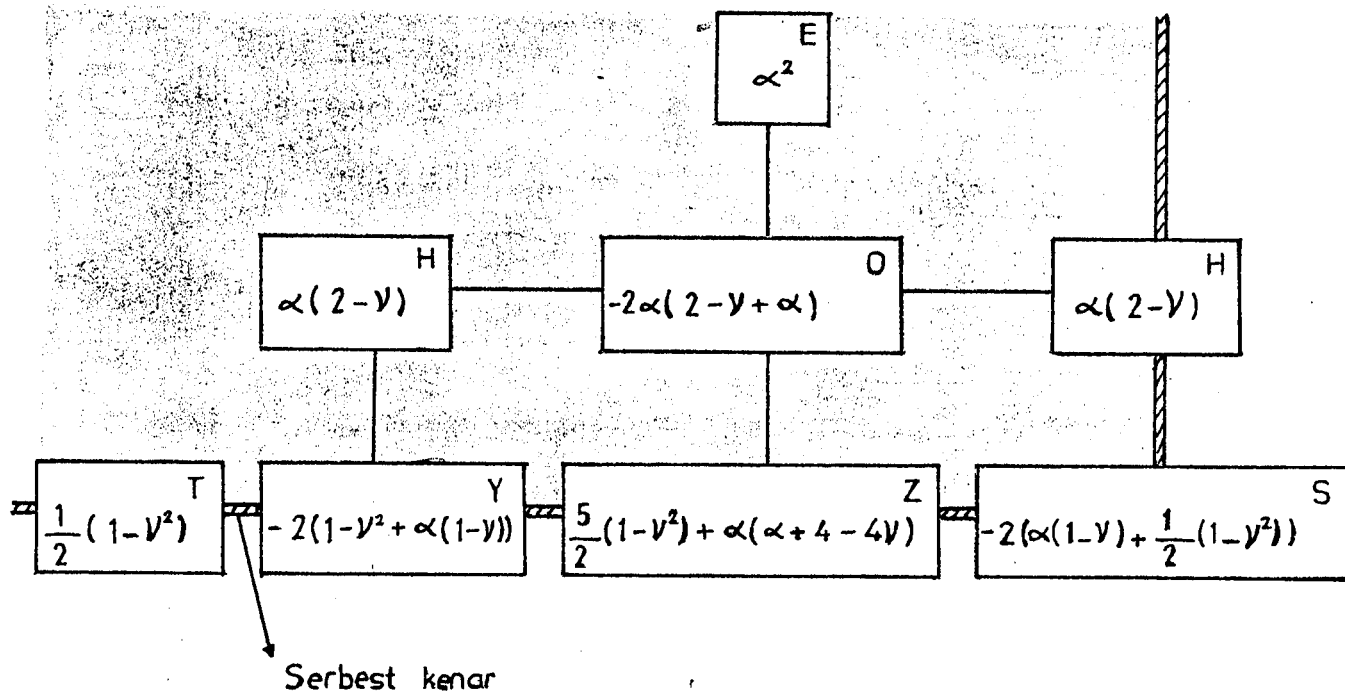


$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij}\lambda^4}{N_{ij}} - S \cdot W_{i,j-1} - Y \cdot W_{i,j+1} - T \cdot W_{i,j+2} - O \cdot W_{i-1,j} \right.$$

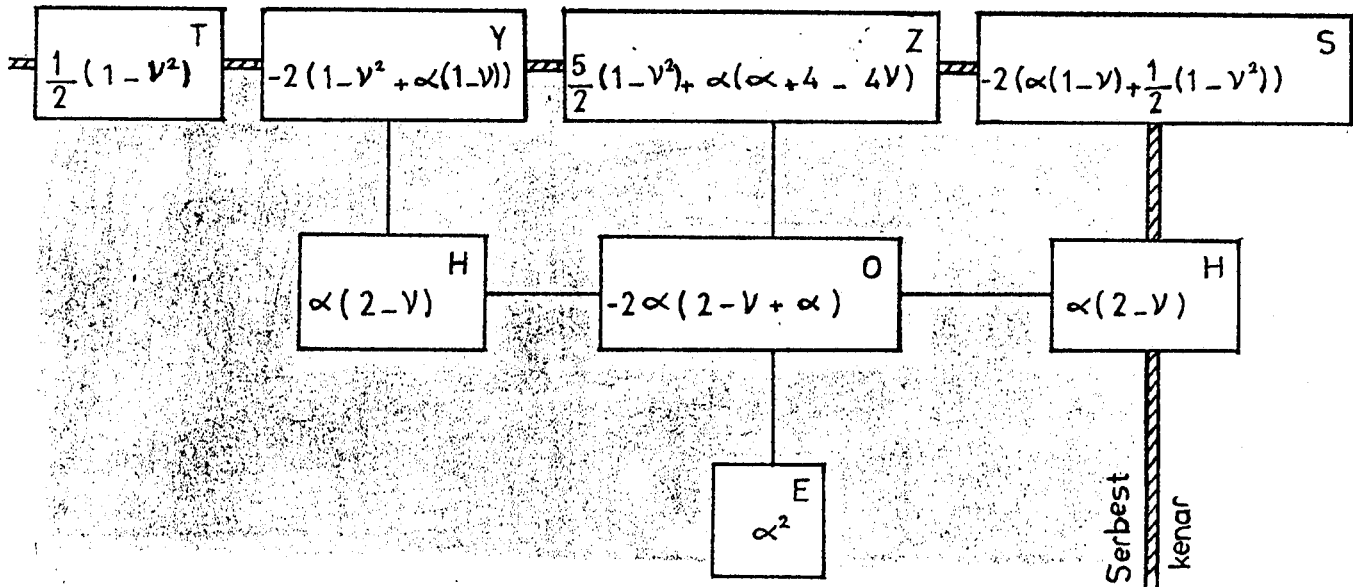
$$\left. - E \cdot W_{i-2,j} - H \cdot W_{i-1,j-1} - H \cdot W_{i-1,j+1} \right] / Z$$



DENKLEM NO: 22

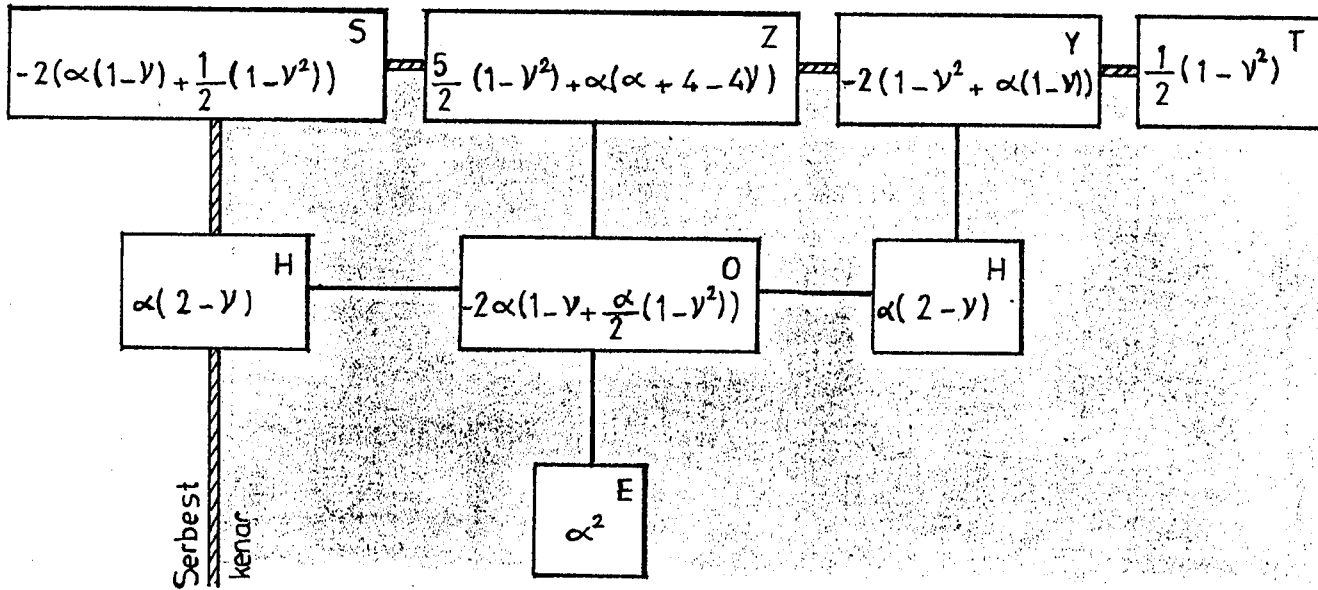


$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - Y \cdot W_{i,j-1} - T \cdot W_{i,j-2} - S \cdot W_{i,j+1} - H \cdot W_{i-1,j-1} \right. \\ \left. - H \cdot W_{i-1,j+1} - O \cdot W_{i-1,j} - E \cdot W_{i-2,j} \right] / Z$$



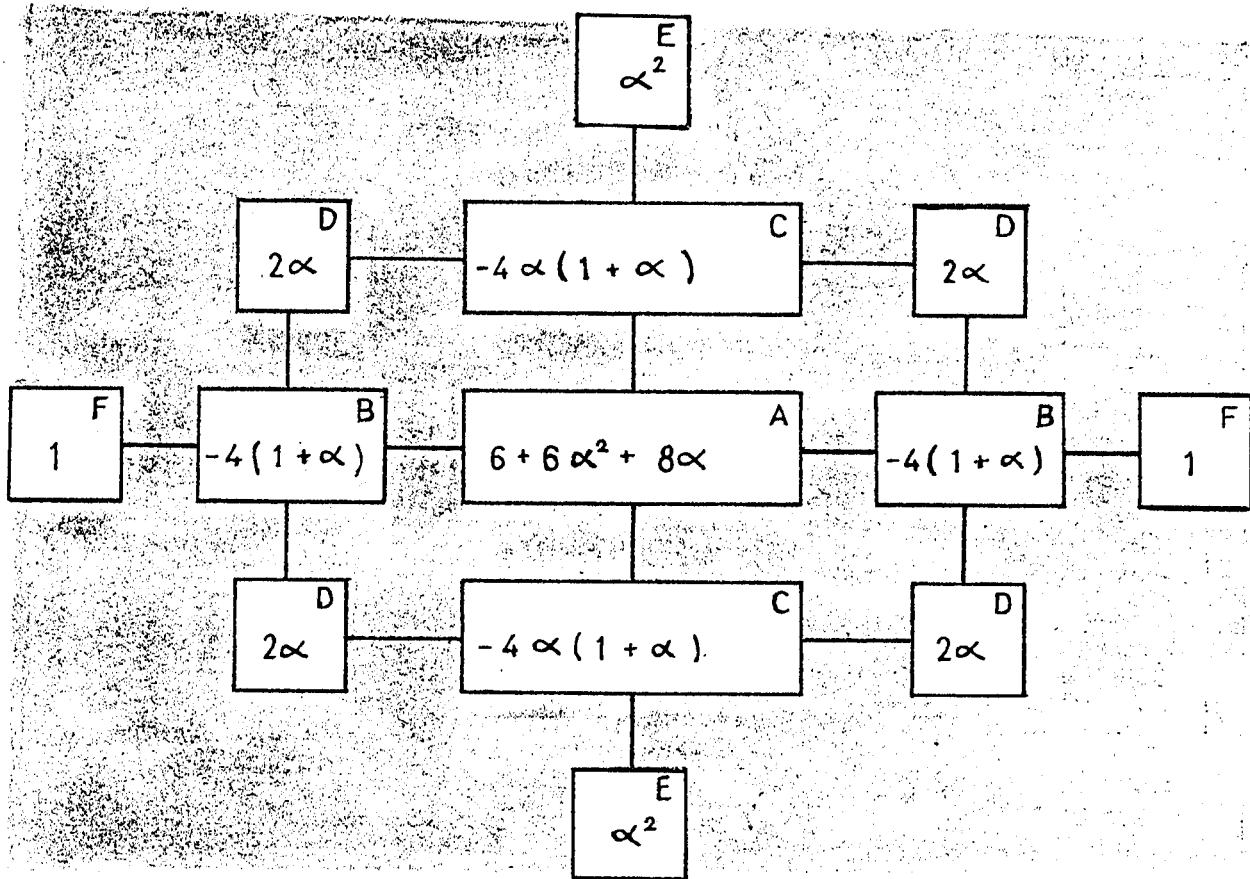
$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - Y \cdot W_{i,j-1} - T \cdot W_{i,j-2} - S \cdot W_{i,j+1} - H \cdot W_{i+1,j-1} \right.$$

$$\left. - H \cdot W_{i+1,j+1} - O \cdot W_{i+1,j} - E \cdot W_{i+2,j} \right] / Z$$



$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - S \cdot W_{i,j-1} - Y \cdot W_{i,j+1} - T \cdot W_{i,j+2} - H \cdot W_{i+1,j-1} \right.$$

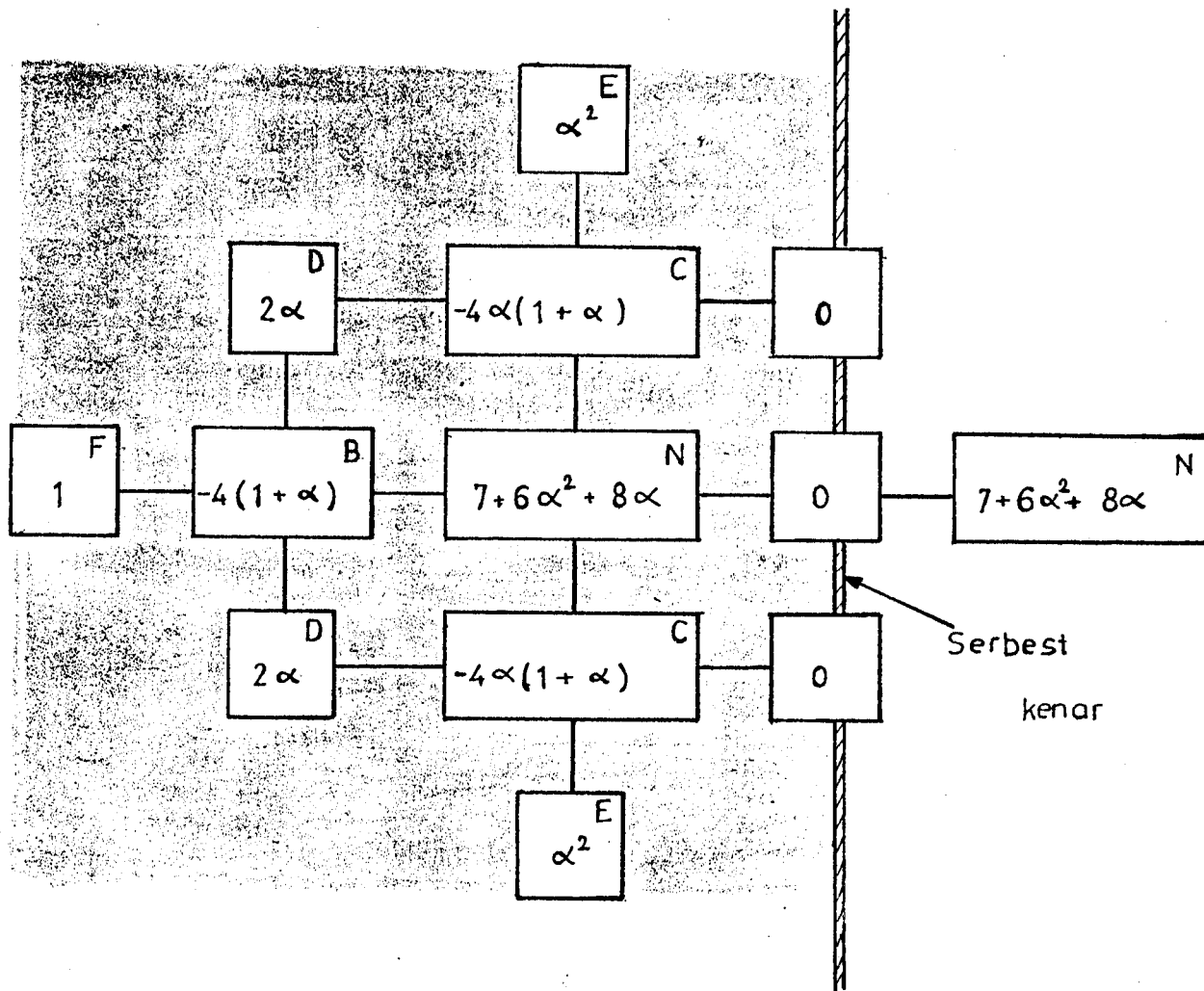
$$\left. - H \cdot W_{i+1,j-1} - O \cdot W_{i+1,j} - E \cdot W_{i+2,j} \right] / Z$$



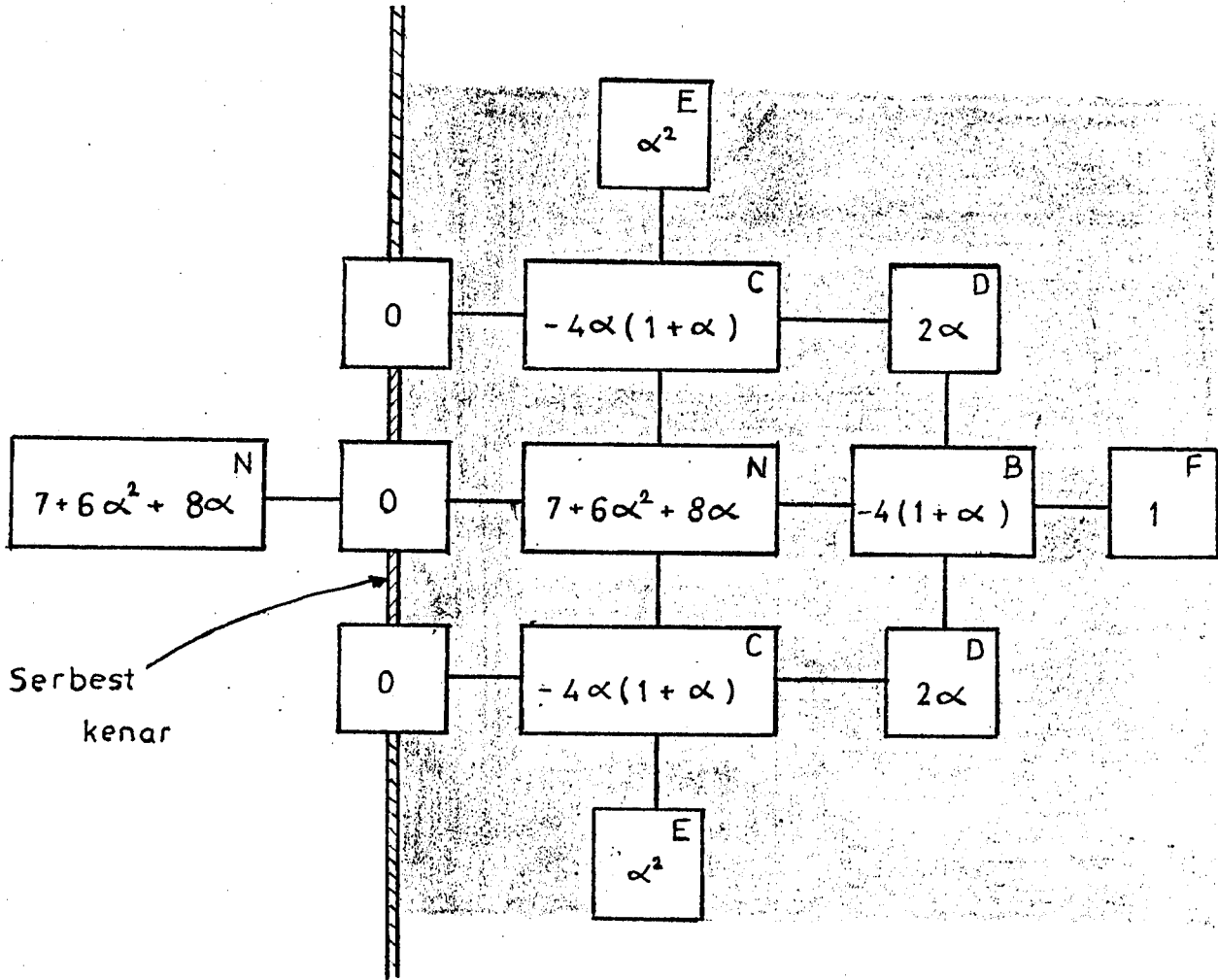
$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \lambda^4}{N_{ij}} - B \cdot W_{i,j-1} - B \cdot W_{i,j+1} - F \cdot W_{i,j-2} - F \cdot W_{i,j+2} - D \cdot W_{i-1,j-1} \right.$$

$$\left. - C \cdot W_{i-1,j} - D \cdot W_{i-1,j+1} - D \cdot W_{i+1,j-1} - E \cdot W_{i-2,j} - C \cdot W_{i+1,j} \right.$$

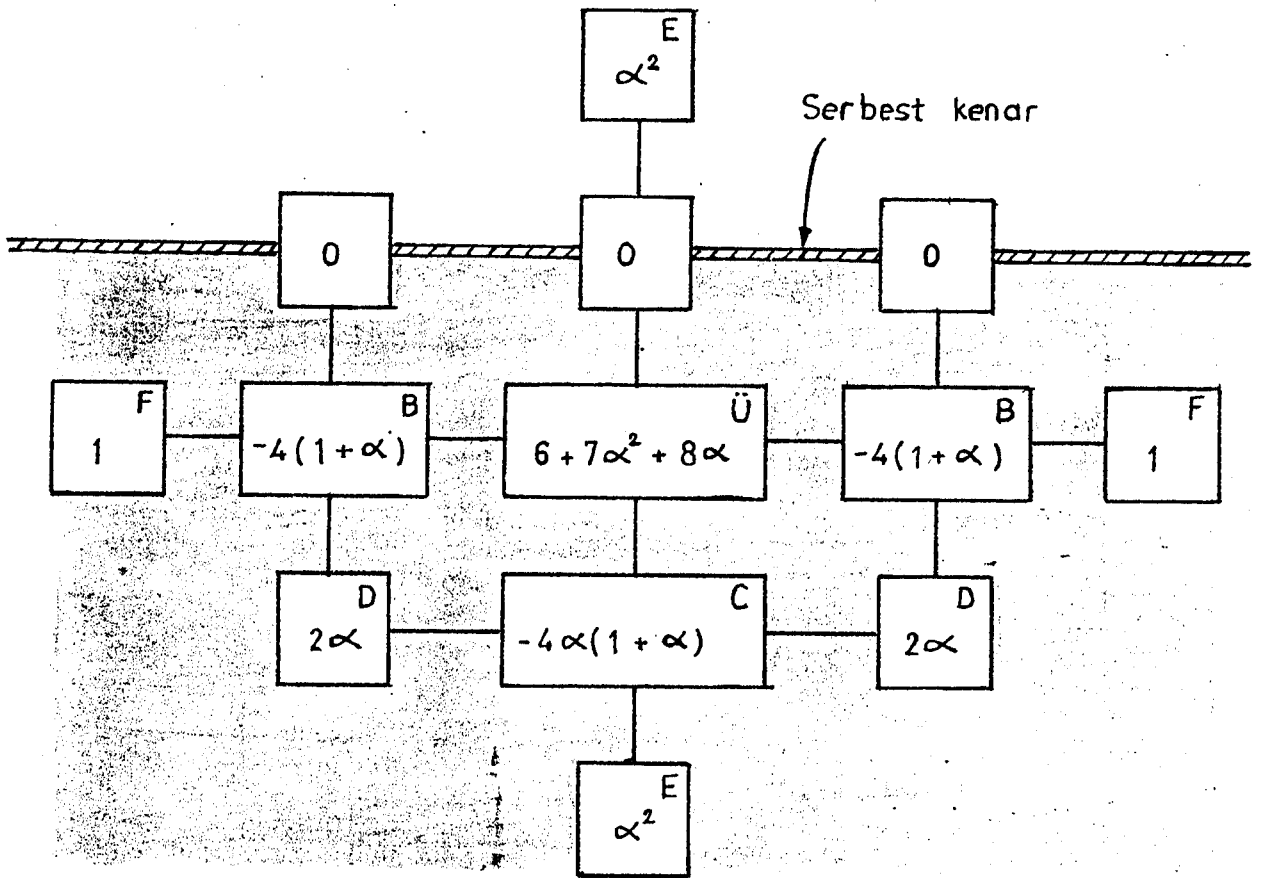
$$\left. - D \cdot W_{i+1,j+1} - E \cdot W_{i+2,j} \right] / A$$



$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - B \cdot W_{i,j-1} - C \cdot W_{i-1,j} - C \cdot W_{i+1,j} - D \cdot W_{i-1,j-1} - D \cdot W_{i+1,j-1} - E \cdot W_{i-2,j} - E \cdot W_{i+2,j} - F \cdot W_{i,j-2} \right] / N$$

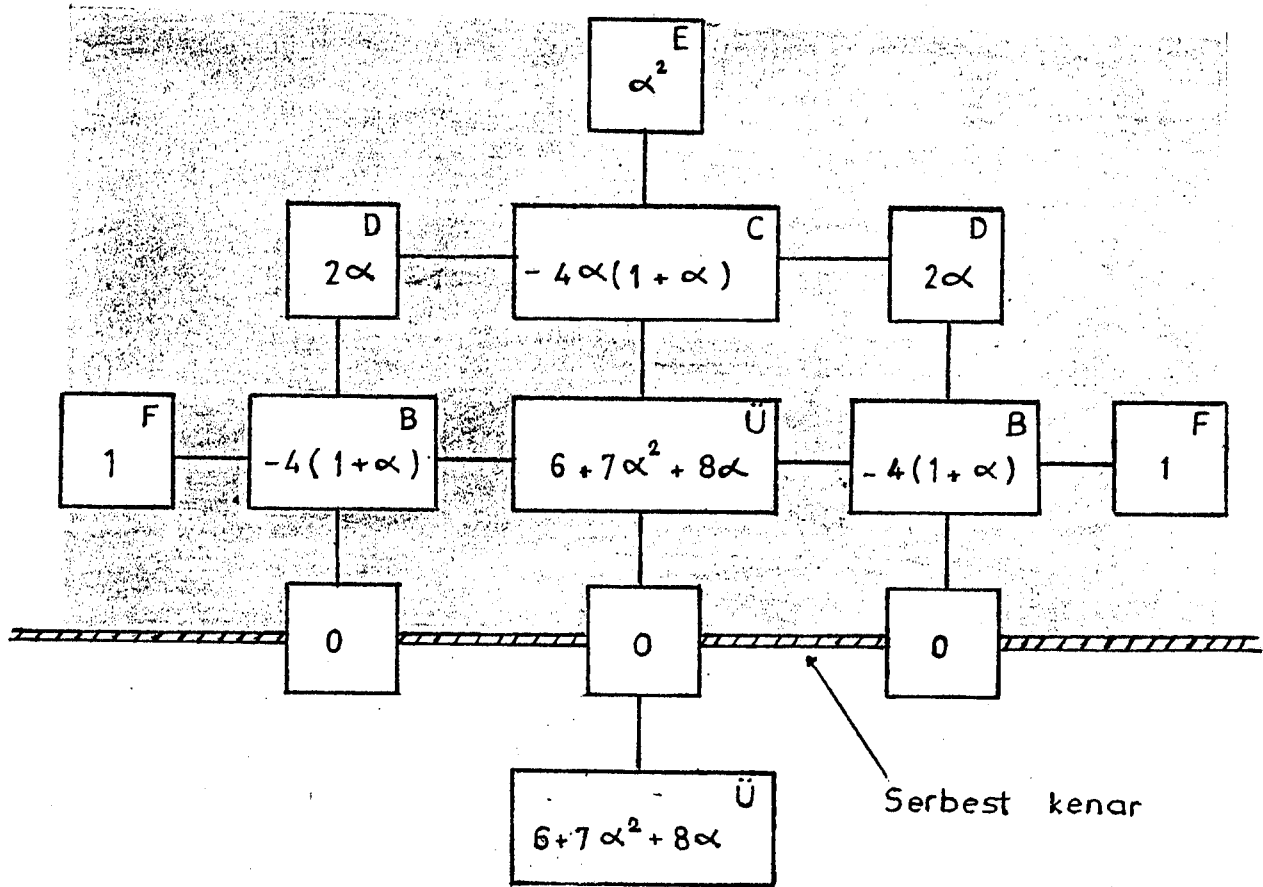


$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - B \cdot W_{i,j+1} - C \cdot W_{i-1,j} - C \cdot W_{i+1,j} - D \cdot W_{i-1,j+1} - D \cdot W_{i+1,j+1} - E \cdot W_{i-2,j} - E \cdot W_{i+2,j} - F \cdot W_{i,j+2} \right] / N$$



$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \lambda^4}{N_{ij}} - B \cdot W_{i,j-1} - B \cdot W_{i,j+1} - C \cdot W_{i+1,j} - D \cdot W_{i+1,j+1} \right.$$

$$\left. - D \cdot W_{i+1,j-1} - E \cdot W_{i+2,j} - F \cdot W_{i,j-2} - F \cdot W_{i,j+2} \right] / \ddot{u}$$



$$W_{ij} = \left[ \frac{q_{ij} \cdot \lambda^4}{N_{ij}} - B \cdot W_{i,j-1} - B \cdot W_{i,j+1} - C \cdot W_{i-1,j} - D \cdot W_{i-1,j-1} \right.$$

$$\left. - D \cdot W_{i-1,j+1} - E \cdot W_{i-2,j} - F \cdot W_{i,j-2} - F \cdot W_{i,j+2} \right] / \ddot{U}$$