

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

78604

EĞİLMEYE MARUZ KOMPOZİT (ANİZOTROP) PLAKLARDA
ÇENTİK CİVARINDAKİ GERİLME ANALİZİ

Mak. Müh. Ayşen ÖZDEN

Tez Savunma Tarihi:03/02/1999

Tezin Danışmanı: Doç. Dr. Muzaffer TOPCU

ARALIK 1998

DENİZLİ

Ayşen ÖZDEN tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak sunulan "Eğilmeye maruz kompozit plaklarda çentik civarındaki gerilme analizi" başlıklı bu çalışma, jürimizce Pamukkale Üniversitesi Lisansüstü Öğretim ve Sınav Yönergesinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

...../...../1998

Üye: Doç.Dr.Muzaffer TOPCU

Muzaffer Topcu

Üye: Yrd.Doç.Dr.Durmuş TÜRKMEN

Durmuş Türkmen

Üye: Yrd.Doç.Dr.Gülabi DEMİRDAL

Gülabi Demirdal

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun..19.02..1999..tarih ve.....5..11-2.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Hikmet Rende
Prof. Dr. Hikmet RENDE
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Plaklar, iki boyutu yanında üçüncü boyutu çok küçük olan ve düzlemine dik olarak yük taşıyan yapı ve makina elemanlarıdır. Uçak kanatları, türbin kanatları v.b. gibi elemanlardaki değişik plak uygulamalarında, zamanımızda mukavemet/ağırlık oranlarının küçük olmasından dolayı kompozit (anizotrop) malzemeler kullanılmıştır. Kompozit (anizotrop) malzemelerin hafif olması, bir çok alanda kullanılması için en önemli neden olabilir. Bir makina elemanında süreksizliğe sebep olan çentik, çatlak gibi yapılar aynı zamanda gerilme yığılmaları meydana getirmektedir. Anizotrop yapıya sahip olan, eğilmeye çalışan kompozit plaklarda meydana gelen gerilmeleri hesaplarken sonlu elemanlar metodu kullanılmıştır.

Bu çalışmamda bana yardımcı olan Sayın Hocam Doç.Dr.Muzaffer TOPCU Bey'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ONAY SAYFASI	I
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2 KOMPOZİT MALZEMELER.....	5
BÖLÜM 3 PLAKLAR.....	6
3.1 Diferansiyel Geometri.....	7
3.2 Gerilmelerin Bileşkesi Olarak Momentlerin Bulunması.....	11
3.3 Diferansiyel Elemanın Dengesi ve Plak Diferansiyel Denklemleri.....	12
3.4 Ankastre Plak İçin Sınır Şartları.....	17
3.5 Anizotrop Plakların Eğilmesi.....	17
BÖLÜM 4 SONLU ELEMANLAR FORMÜLASYONU.....	20
4.1 Klasik Plak Modeli.....	20
4.1.1 Yerdeğiştirmeler.....	20
4.2.2 Vırtüel İş Durumu.....	21
4.2 Sonlu Elemanlar Modeli.....	26
BÖLÜM 5 ÖRNEK PROBLEMLER.....	29
5.1 Problem 1.....	29
5.2 Problem 2.....	30
5.3 Problem 3.....	31
5.4 Problem 4.....	31
5.5 Problem 5.....	32
5.6 Problem 6.....	34
5.7 Problem 7.....	35
5.8 Problem 8.....	36
5.9 Problem 9.....	37
5.10 Problem 10.....	39
5.11 Problem 11.....	40
5.12 Problem 12.....	41
5.13 Problem 13.....	41
5.14 Problem 14.....	43

5.15 Problem 15.....	44
5.16 Problem 16.....	46
5.17 Problem 17.....	47
5.18 Problem 18.....	49
BÖLÜM 6 SONUÇLAR.....	51
6.1 Sonuçların Grafiklerle Gösterilmesi.....	52
6.2 Üçüncü Problemin Sayısal Sonuçları.....	61
6.3 Dördüncü Problemin Sayısal Sonuçları.....	64
6.4 Beşinci Problemin Sayısal Sonuçları.....	68
6.5 Altıncı Problemin Sayısal Sonuçları.....	73
6.6 Dokuzuncu Problemin Sayısal Sonuçları.....	78
6.7 Onuncu Problemin Sayısal Sonuçları.....	82
EK 1.....	87
KAYNAKLAR.....	102
ÖZGEÇMİŞ.....	104



ÖZET

Kompozit (anizotrop) malzemeler mukavemet/ağırlık oranını küçük olmasından dolayı günümüzde pek çok sahada uygulama alanı bulmuşlardır. Çentik, çatlak gibi yapılar bu tür malzemelerde süreksizliğe sebep olduğu için gerilmeler ve gerilme yığılmaları meydana gelir.

Bu çalışmada eğilmeye çalışılan ankastre plaklar üzerinde birkaç örnek çözüm yapılmıştır. Çözümler aynı sınır şartlarında fakat ilk olarak izotrop ikinci olarak anizotrop yapıda iken çözülmüştür. Daha sonra sınır şartları değiştirilmiş ve her iki hal için gerilmeler sonlu elemanlar metodu kullanılarak bulunmuştur. Plak üzerine açılan farklı boyutlardaki delikler için sınır şartları verilmiş, izotrop, anizotrop hal için çözümler yapılmış, çentik civarındaki gerilmelerin değişimi incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, grafiklerle, izotrop ve anizotrop durumlardaki plak elemanları, karşılaştırılmış, her iki halde delik civarındaki değişimler gözlemlenmiş, düğüm noktalarındaki çökmeler gösterilmiştir.

ABSTRACT

Nowadays composite materials take a very large place in our life in many applications for the propotion of strength/weight is smaller than the other materials. Because of notch, crack etc. changes the contiunity in that kind of materials the stress and strain is formed.

In this thesis some problems are solved about bending plates are fixed from three axis. The stress of problems are solved as they are either isotropic or anisotropic plates by the help of finite elements methods. On the other hand plates are used which have different to observe the changing of the stress around the dimensioned holes.

The results are supported and compared by the graphics.



ŞEKİLLER DİZİNİ

	SAYFA
Şekil 3.1 : Deformasyondan önce ve sonra plak elemanı.....	7
Şekil 3.2 : Plâğın $z=-1/2.(h)$ yüzüne $p(x,y)$ yayılı kuvvetinin etkimesi.....	9
Şekil 3.3 : Birim alanda meydana gelen gerilmeler.....	11
Şekil 3.4 : Birim alana isabet eden kuvvet ve momentler.....	13
Şekil 4.1 : Geometri, moment ve kayma kuvvetleri.....	22
Şekil 5.1 : Üniform yüklenmiş ankastre plak.....	29
Şekil 5.2 : $25 \times 25 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plâğın sonlu eleman modeli.....	30
Şekil 5.3 : A kenarından ankastre, B kenarı boyunca yayılı yüklenmiş plak.....	31
Şekil 5.4 : $25 \times 25 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plâğın ortasına $5 \times 5 \text{ mm}^2$ 'lik delik açılması durumundaki sonlu eleman modeli.....	32
Şekil 5.5 : $25 \times 25 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plâğın ortasına $10 \times 10 \text{ mm}^2$ 'lik delik açılması durumundaki sonlu eleman modeli.....	35
Şekil 5.6 : $25 \times 25 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plâğın ortasına $15 \times 15 \text{ mm}^2$ 'lik delik açılması durumundaki sonlu eleman modeli.....	38
Şekil 5.7 : $30 \times 30 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plâğın sonlu eleman modeli.....	40
Şekil 5.8 : $30 \times 30 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plâğın ortasına $5 \times 5 \text{ mm}^2$ 'lik delik açılması durumundaki sonlu eleman modeli.....	42
Şekil 5.9 : $30 \times 30 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plâğın ortasına $10 \times 10 \text{ mm}^2$ 'lik delik açılması durumundaki sonlu eleman modeli.....	44
Şekil 5.10 : $30 \times 30 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plâğın ortasına $15 \times 15 \text{ mm}^2$ 'lik delik açılması durumundaki sonlu eleman modeli.....	48
Şekil 6.1 : (Problem 1) $P=60 \text{ N/mm}$ üniform yüklenmiş izotrop, plak elemanlarında oluşan gerilmeler.....	52
Şekil 6.2 : (Problem 2) $P=60 \text{ N/mm}$ üniform yüklenmiş anizotrop, plak elemanlarında oluşan gerilmeler.....	52
Şekil 6.3 : (Problem 3) B kenarından $P=60 \text{ N/mm}$ yayılı yüklenmiş izotrop bir plâğın, bir kesit boyunca elemanlarında meydana gelen gerilmeler.....	53
Şekil 6.4 : (Problem 4) B kenarından $P=60 \text{ N/mm}$ yayılı yüklenmiş anizotrop bir plâğın, bir kesit boyunca elemanlarında meydana gelen gerilmeler.....	53
Şekil 6.5 : (Problem 5) B kenarından $P=60 \text{ N/mm}$ yayılı yüklenmiş $5 \times 5 \text{ mm}^2$ delikli izotrop bir plâğın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	54
Şekil 6.6 : (Problem 6) B kenarından $P=60 \text{ N/mm}$ yayılı yüklenmiş $5 \times 5 \text{ mm}^2$ delikli anizotrop bir plâğın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	54
Şekil 6.7 : (Problem 7) B kenarından $P=60 \text{ N/mm}$ yayılı yüklenmiş $10 \times 10 \text{ mm}^2$ delikli izotrop bir plâğın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	55
Şekil 6.8 : (Problem 8) B kenarından $P=60 \text{ N/mm}$ yayılı yüklenmiş $10 \times 10 \text{ mm}^2$ delikli anizotrop bir plâğın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	55
Şekil 6.9 : (Problem 9) B kenarından $P=60 \text{ N/mm}$ yayılı yüklenmiş $15 \times 15 \text{ mm}^2$	

	delikli izotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	56
şekil 6.10	: (Problem 10) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 15×15 mm ² delikli anizotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	56
şekil 6.11	: (Problem 11) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş izotrop bir plağın, bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	57
şekil 6.12	: (Problem 12) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş anizotrop bir plağın, bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	57
şekil 6.13	: (Problem 13) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 5×5 mm ² delikli izotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	58
şekil 6.14	: (Problem 14) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 5×5 mm ² delikli anizotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	58
şekil 6.15	: (Problem 15) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 10×10 mm ² delikli izotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	59
şekil 6.16	: (Problem 16) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 10×10 mm ² delikli anizotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	59
şekil 6.17	: (Problem 17) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 15×15 mm ² delikli izotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	60
şekil 6.18	: (Problem 18) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 15×15 mm ² delikli anizotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler.....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

σ	: Normal Gerilme (N/mm ²)
τ	: Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
ϵ	: Birim Şekil Değişirmesi
γ	: Kayma Şekil Değişirmesi
h	: Plak Kalınlığı (mm)
P, f	: Birim Uzunluğa Gelen Yük (N/mm)
E	: Elastiste Modülü (N/mm ²)
E_x'	: x yönündeki Malzemenin Elastiste Modülü
E_y'	: y yönündeki Malzemenin Elastiste Modülü
E''	: Kompozit Malzemenin Elastiste Modülü
G	: Kayma Modülü (N/mm ²)
ν	: Poisson Oranı
u	: x yönündeki yerdeğişirmeler
v	: y yönündeki yerdeğişirmeler
w	: z yönündeki yerdeğişirmeler
M	: Moment (Nmm)
M_x, M_y	: Eğilme Momentleri (Nmm)
M_{xy}	: Burulma Momenti (Nmm)
M_n, M_s	: Kenardaki Eğilme Momentleri (Nmm)
M_{ns}	: Kenardaki Burulma Momenti (Nmm)
Q_x, Q_y	: Düşey Kesme Kuvvetleri (N)
V	: Hacim
ρ	: Yoğunluk
I	: Atalet Momenti (mm ⁴)
D_{ij}	: Plak Eğilme Rijitliği
Δ	: Laplace Operatörü
δ	: Virtüel İş Hali
t	: Zaman
Ω^e	: Yüzey Alan
Γ^e	: Sınır (Çevre) Uzunluğu
$[K]$: Sistem Rijitlik Matrisi
dx	: x yönündeki Birim Uzunluk
dy	: y yönündeki Birim Uzunluk
dz	: z yönündeki Birim Uzunluk

BÖLÜM 1

1.GİRİŞ

Kalınlığı taşıyıcı boyutları yanında çok küçük ve orta düzlemine dik olarak yüklenmiş düzlemsel taşıyıcı sistemlere plak denir.

Kompozit plaklarda şekillendirme sırasında meydana gelen çentik ve çatlaklar gerilme yığılmalarına sebep olurlar. Kompozit plaklarda gerilme analizi ile ilgili birçok inceleme yapılmıştır.

Durlofsky ve Uchiyama, sonlu elemanlar metoduyla hem üç düğümlü hem de dört düğümlü elemanlara ayrılmış dörtgen plakların eğilmesini incelemişlerdir. Formülasyonlar Mindlin plak teorisine dayanarak yapılmış ve plakların yanal yer değişiminin bağımsız fonksiyonlar gibi davrandığı görülmüştür /1/.

Kwon, eğilmeye maruz sürekli fiber takviyeli kompozit plaklarda yeni bir sonlu elemanlar modeli oluşturarak nonlineer analizini yapmıştır /2/. Bir başka incelemesinde çatlaklardan dolayı oluşan çeşitli kırık fiberler üzerinde çalışmış, tek yönlü kompozit plaklardaki çatlakları, fiber ve lokal matriks çatlakları gibi mikro çatlakların etkilerini incelemiştir. Matriks ve fiberlerin farklı malzeme özelliklerini de kullanarak çözümlerini sonlu elemanlar metodu ile genişletmiştir /3/.

Weissman ve Taylor, birlikte yaptıkları çalışmada, özellikle Hellinger-Reissner fonksiyonlarını, Hu-Washizu'nun çeşitli prensipleriyle formülize ederek ve Reissner-Mindlin plak teorilerine bağlı olarak plakların eğilmesini incelemişlerdir /4/.

Joshi ve Iyengar, laminat kompozit plaklarda, Mindlin plak teorisine bağlı olarak, sonlu elemanlar metoduyla, dokuz düğümlü izoparametrik elemanlar kullanılarak gerilme analizi yapmışlardır /5/.

Yüceoğlu, Toghi ve Yavuz, ortotropik, dairesel, kompozit plaklarda ve disklerde klasik lineer elastite teorisi kullanarak gerilmeleri incelemişlerdir /6/.

Savithri ve Varadan, yaprak şeklinde ince tabakalardan oluşan laminat ortotropik plakları, tam eğme altında incelemişler ve bundan önceki teorilerden yararlanarak, uzunluğu belli olan ortotropik laminat plaklar için de geçerli olduğu teorisini ortaya çıkarmışlardır /7/.

Mohammed, Baluch ve Azad, kalın dikdörtgen plaklarda gerilme analizi yapmışlardır /8/.

Gerhardt, çentikli izotrop malzemeler için sonlu elemanlar metodu ile gerilme analizi yapmıştır. Düzlem halde elips ve dairesel delikli anizotrop malzemeler için uygulamalar yaparak, çözümleri diğer metotlarla karşılaştırmıştır /9/.

Grueters, Hackl ve Willims, çizgisel veya yüzeysel yükleme altındaki dikdörtgen plakların boyutlandırılmasını, dikdörtgen plaklarda oluşan büyük deformasyonların oluşturduğu gerilmeleri incelemişlerdir. Plaklarda oluşan deformasyon ve gerilme dağılımlarını, sonlu elemanlar metodu yardımı ile nonlineer kabuk teorisi kullanarak nümerik olarak hesaplamışlardır. Sonuçları deneysel veriler yardımıyla güçlendirerek yeni sonuçlar elde etmişlerdir /10/.

Chang, kompozit plaklarda oluşan artık gerilmelerin belirlenmesi için nonlineer sonlu elemanlar metodu kullanılmıştır. Bu yayında grafit/epoksi tabakalarında varsayılan deformasyonları, deneysel sonuçlarla karşılaştırmıştır. Serbest köşe etkilerinin lineer yaklaşımlarla benzerlik göstermediğini mevcut analizlerle saptamıştır /11/. Bir başka çalışmada, kalınlığı değişken olan kompozit plaklarda gerilme yoğunluk faktörünü hesaplamıştır /12/.

Hwu ve Yen, iki boyutlu anizotrop plaklarda, elips şeklindeki deliğin sınır koşulları verilerek, Green fonksiyonunu geliştirmişlerdir. Bu geliştirmeyi Stroh formülasyonu kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Bu fonksiyon ile sınır eleman metodunun kombinasyonu yapıldığında delikli problemlerin çözümü için en etkili yöntem yaklaşıldığını görmüşlerdir /13/. Hwu, tek başına yaptığı bir başka çalışmada, üzerinde kare, oval veya üçgen delikler bulunan anizotrop plakların üniform yük altında veya eğilme durumundaki gerilmelerini incelemiştir /14/.

Kamel, Sherif ve Koth, üniform yük altında anizotrop eğri plaklarda iki karşı kenar sabitlenip diğer iki kenar serbest bırakılarak, plakların davranışlarını analiz etmişler ve üzerinde geniş çalışmalar yapmışlardır. Sapma ve esneklik davranışlarını, eğrilik açısı ve esneklik/rijitlik oranı gibi çeşitli parametrelere bağlı olarak incelemişlerdir /15/.

Sato, kısmi diferansiyel denklemler kullanarak, tamamlanmış kompozit plaklar ile tamamlanmamış kompozit plaklar arasındaki bağlantıyı araştırmıştır. Mevcut metodun aynı zamanda, sürekli tamamlanmamış kompozit plakların ve diğer tipteki yüklerin yandan çökme sonuçlarını saptarken uygulanabilir olduğunu görmüştür /16/.

Lachemi ve Lahoud, dikdörtgen şeklindeki eğilmiş plakları sonlu elemanlar metodu ile dört düğümlü elemanlara ayırarak analizini yapmışlar, elde edilen sonuçları diğer elemanlar ve analiz metotları ile karşılaştırmışlardır /17/.

Sherbourne ve Pandey kirişlerin ve kompozit plakların eğilme analizinde kullanılan diferansiyel alan hesabını yapmışlardır. Dikdörtgen, ortotropik ve anizotropik, simetrik kompozit tabakalarda problem çözümlerini genişletmişlerdir /18/.

Theocaris ve Demakos ortotropik elastik plağı, sonlu elemanlar metoduyla, Lekhnitskii teorisi kullanılarak, fiberleri iç çatlağa doğru dik olarak yönlendirmişler ve eliptik bir delikle zayıflatarak gerilme analizi yapmışlardır /19/.

İkinci bölümde, kompozit malzemeler, avantajları uygulama sahaları ve sınıflandırılması kısaca açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, plaklar, plak diferansiyel denklemlerinin çıkarılması için yapılan kabuller belirtilmiştir. Diferansiyel geometri yardımıyla deformasyon bileşenleri ile deplasman bileşenleri arasındaki bağıntılar çıkarılmış, gerilmelerin bileşkesi olarak momentler ele alınmıştır. Diferansiyel elemanın dengesi ile plak diferansiyel denklemi bulunmuştur. Ankastre plak için sınır şartları verilmiştir. Anizotrop plakların eğilmesi incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, problemlerin sonlu elemanlar formülasyonu üzerinde durulmuştur. Klasik plak modeli ile sonlu eleman modeli oluşturulmuştur. Çözüm bölgesinin elemanlara ayrılmasında dört düğümlü izoparametrik dörtgen elemanlar kullanılmıştır.

Beşinci bölümde, örnek çözümler için sınır şartları verilmiştir. Örnek problemin sınır şartları verilirken, plağın bir kenarı ankastre, diğer kenarı boyunca yayılı yük altında olduğu dikkate alınmıştır. İzotrop ve anizotrop plaklar için ayrı elastite modülü sınır şartlarında belirtilmiştir.

Altıncı bölümde, sınır şartları beşinci bölümde verilmiş olan plak modellerinin herhangi bir kesitindeki gerilmeler ve ya yer değiştirmeler grafiksel olarak gösterilmiştir. Bir plağın her elemanındaki gerilmeleri ve her düğüm noktasındaki yer değiştirmeleri görebilmek için bazı problemlerin sayısal sonuçları da verilmiştir.

BÖLÜM 2

2.KOMPOZİT MALZEMELER

Malzemeler genellikle; metaller, seramikler ve organik malzemeler olmak üzere üç ana gruba ayrılırlar. Bunların birbirlerine göre üstün veya zayıf yönleri vardır. Bu nedenle, aynı veya farklı gruplardan iki ya da daha fazla malzemenin uygun olan özelliklerini tek malzeme toplamak, yeni bir özellik ortaya çıkarmak amacıyla, makro seviyede birleşmesiyle kompozit malzemeler oluşturulmuştur.

Kompozit malzemelerin avantajı en iyi özelliklerin bir araya getirilmesi ve bazı özelliklerin geliştirilmesidir. Oluşturulan malzeme bütün özellikler iyileşmez. Zaten buna gerek de yoktur. Kullanım yerine ve özelliklerine bağlı olarak tespit edilen, ihtiyaç duyulan özellikler artırılır. İstenen özelliklerde kompozit malzemeler üretilebilmesi için kompozit malzemelerin genel olarak yapıları ve yapı özellikleri iyi bilinmelidir.

Bu malzeme grubunun, hava ve uzay endüstrileri, kara ve deniz taşımacılığı, çeşitli spor malzemeleri, tıp gereçleri, robot yapımı, kimya sanayi, elektroteknik ve elektronik, müzik aletleri yapımı gibi birçok uygulama sahası vardır.

Kompozit malzemeleri uygulama sahası çok fazladır. Dolayısıyla bunları sınıflandırmak güçtür. Makina mühendisliğinde yaygın olarak kullanılan bir sınıflandırma yapacak olursak biçimlerine göre sınıflandırabiliriz.

a)Elyaf takviyeli kompozit malzemeler: Burada matris kuvvetleri elyafa iletilir. Kuvvet tümüyle elyaf tarafından taşınır. Bu tür malzemelerde cam takviyeli plastiklerde olduğu gibi özellikler anizotropdur.

b)Küçük parçacıklarla dayanımı artırılmış malzemeler: Kuvvetler matris tarafından taşınır. Özellikler izotropiktir.

c)İri parçacık takviyeli kompozit malzemeler: Yükü matris ve elyaf birlikte taşırlar. Özellikler izotropiktir /20/.

BÖLÜM 3

3.PLAKLAR

Kalınlığı taşıyıcı boyutları yanında çok küçük ve orta düzlemine dik olarak yüklenmiş düzlemsel taşıyıcı sistemlere plak denir.

Plak diferansiyel denklemlerini çıkarmak için bazı kabuller vardır. Bunlar;

a)Plak kalınlığı diğer boyutları yanında çok küçüktür ve ihmal edilebilirler.

b)Sehimler plak kalınlığı yanında çok küçüktür.

c)Plak kalınlığının orta noktalarının geometrik yeri bir düzlemdir. Yükler orta düzleme diktir.

d)Deformasyondan önce orta düzlemin herhangi bir noktasının normali ile deformasyondan sonra meydana gelen elastik yüzeyin normali aynıdır.

e)Plak orta düzlemine dik doğrultudaki σ_z normal gerilmeleri yok sayılabilecek kadar küçüktür. Gerçekte plakta üç doğrultuda gerilme söz konusudur. Fakat döşemenin herhangi bir (x_0, y_0) noktasında σ_z 'in h yüksekliğince değişimi incelenirse,

$$\sigma_z = \sigma(x_0, y_0, z)$$

$$z = -h/2 \text{ için } \sigma_z = -p ; (p, \text{ birim alana gelen yük}) \quad (3.1)$$

$$z = h/2 \text{ için } \sigma_z = 0$$

σ_x , σ_y değerleri σ_z değerleri yanında çok büyüktür. Böylece $\sigma_z \approx 0$ alınabilir.

f)Bu varsayıma bağlı olarak $\varepsilon_z \approx 0$ alınabilir.

$$\varepsilon_z = 1/E[\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)] ; \sigma_z \approx 0 \quad (3.2)$$

Görüldüğü gibi z doğrultusundaki boy değişimleri de yok sayılabilecek kadar küçük olur. Demek ki deformasyon sırasında plak kalınlığının değişmediği kabul ediliyor.

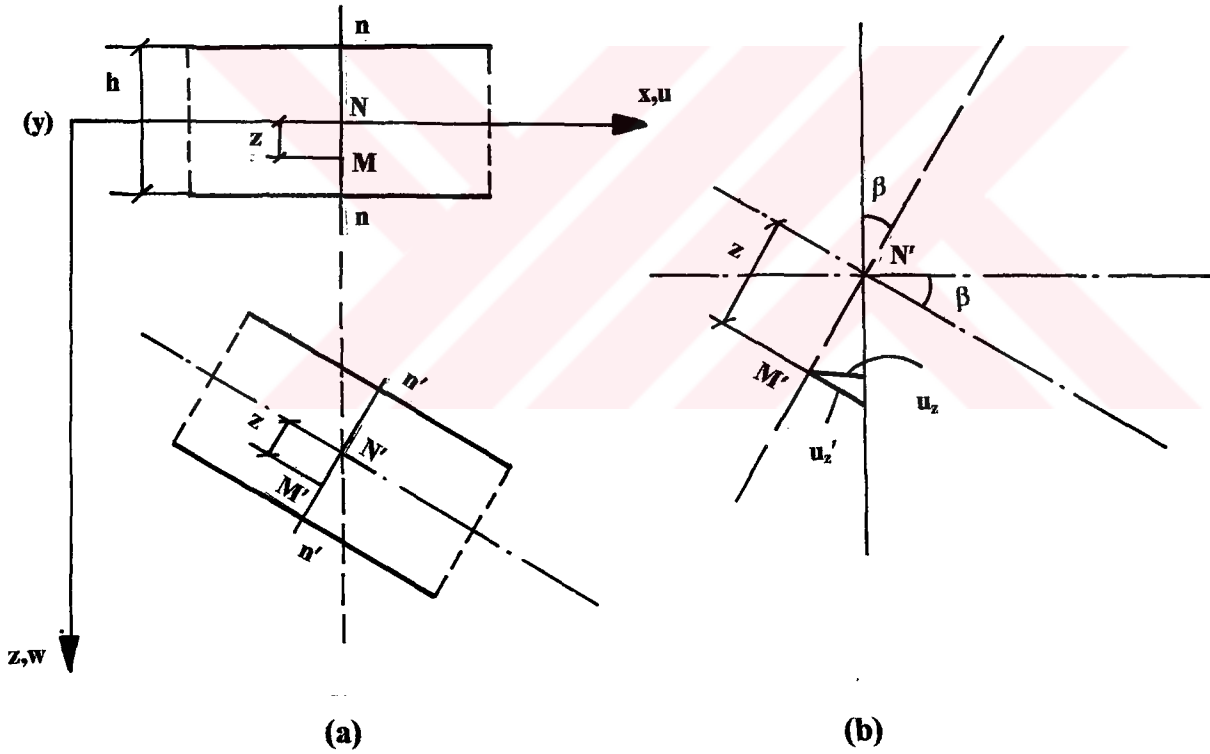
g)Kesitin orta düzleminde deformasyon yoktur. Birim boy ve açı değişimleri yaklaşık sıfır olur.

Bu varsayımlardan yola çıkarak; plak probleminde ilk adım, plağa etkiyen yükler ile bunun sonucu olan deformasyonlar arasındaki diferansiyel bağıntının çıkartılmasıdır /21/.

3.1.Diferansiyel Geometri

Diferansiyel geometri yardımıyla, deformasyon bileşenleri ile deplasman bileşenleri arasındaki bağıntılar çıkarılacaktır.

Bir plağı deformasyondan önce ve sonra y =sabit düzlemiyle Şekil 3.1 deki gibi keselim.



Şekil 3.1 Deformasyondan önce ve sonra plak elemanı

Plağın noktaları, xy düzlemi deforme olması orta düzlemindeki x, y, z koordinat eksenine göre ölçülür. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi orta düzleme ait $(x, y, 0)$ noktası, z eksenine doğru bir w yer değiştirmesine maruz kalır ve bu noktadan geçen, orta düzleme dik

olan normal, bir miktar eğilir. Bu eğilme $\frac{\partial w}{\partial x}, \frac{\partial w}{\partial y}$ açıları yardımıyla belirtilir. Orta düzlemde z mesafesinde bulunan bir (x,y,z) noktası ise plağın şekil değiştirme esnasında u_z, v_z, w_z yer değiştirmelerine maruz kalacaklardır.

Plağın x doğrultusundaki eğimi Şekil 3.1.b'den,

$$\tan\beta \approx \beta = \frac{u_z}{z} = \frac{\partial w}{\partial x} \quad (3.3)$$

$$u_z' = z \cdot \tan\beta = z \frac{\partial w}{\partial x} \quad (3.4)$$

$$u_z = u_z' \cos\beta \quad (3.5)$$

β açısı çok küçük olduğu için yaklaşık sıfır değerini alır. Böylece $\cos\beta=1$ olur. (3.5) bağıntısı (3.6) bağıntısı halini alır.

$$u_z = u_z' \quad (3.6)$$

u_z yerdeğişimi Şekil 3.1'de görüldüğü gibi x ekseninin ters yönündedir. O halde,

$$u_z = -z \frac{\partial w}{\partial x} \quad (3.7)$$

$$v_z = -z \frac{\partial w}{\partial y} \quad (3.8)$$

plak kalınlığı çok küçük olduğundan,

$$w_z = w \quad (3.9)$$

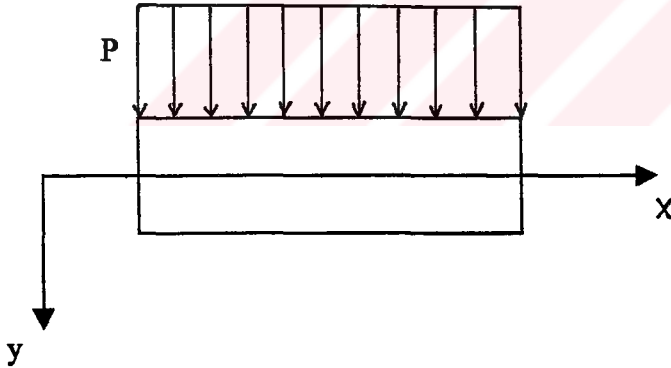
Bir başka bağıntı; plağın x =sabit kesitindeki şekil değişiminden bulunur. Orta düzlemden z mesafesinde bulunan ve oradakine paralel bir alan elemanının şekil değiştirme bileşenleri u_z , v_z ve w_z yerdeğiştirme bileşenleri yardımıyla, yani (3.7) ve (3.8) bağıntıları dikkate alınarak,

$$\varepsilon_z = \frac{\partial u_z}{\partial x} = -z \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$$

$$\varepsilon_y = \frac{\partial v_z}{\partial y} = -z \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \quad (3.10)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\partial u_z}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial x} = -2z \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$$

bağıntıları elde edilir.



Şekil 3.2: Plağın $z = -\frac{1}{2}h$ yüzüne $p(x,y)$ yayılı kuvvetinin etkimesi

Şimdi Şekil 3.2'deki gibi orta düzleme dik olarak ve $+z$ doğrultusunda tesir eden yük sürekli olarak dağıtıldığında ve plağın $z = -\frac{1}{2}h$ yüzüne tatbik edildiğinde bunun birim alana isabet eden şiddeti $p(x,y)$ olup bu genel olarak x, y koordinatlarına bağlıdır. Plağın alt ve üst yüzeyleri için aşağıdaki sınır şartları geçerlidir /21/.

$$z = -\frac{1}{2}h; \quad \sigma_z = -p(x,y); \quad \tau_{zx} = 0; \quad \tau_{zy} = 0 \quad (3.11)$$

$$z = +\frac{1}{2}h; \quad \sigma_z = 0; \quad \tau_{zx} = 0; \quad \tau_{zy} = 0$$

Plak içerisinde σ_z ; $-p(x,y)$ ile 0 arasında değişen değerler alır. σ_z 'nin, $z = -h/2$ yüzünde meydana gelen mutlak değeri, σ_x ve σ_y nin sınır değerlerine nazaran küçük olduğundan σ_z gerilme bileşeni ihmal edilir. Böylece ε_x , ε_y , γ_{xy} gerilme-şekil değiştirme denklemleri (3.12) da belirtilmiştir.

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}(\sigma_x - \nu\sigma_y)$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E}(\sigma_y - \nu\sigma_x) \quad (3.12)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{1}{G}\tau_{xy} \quad ; \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

Bu bağıntılardan hareketle σ_x , σ_y , τ_{xy} bileşenleri çekilirse,

$$\sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y)$$

$$\sigma_y = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_y + \nu\varepsilon_x) \quad (3.13)$$

$$\tau_{xy} = G\gamma_{xy}$$

Buradan gerilme ve deplasmanlar arasındaki ilişki de şudur,

$$\sigma_x = -\frac{Ez}{1-\nu^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \quad (3.14)$$

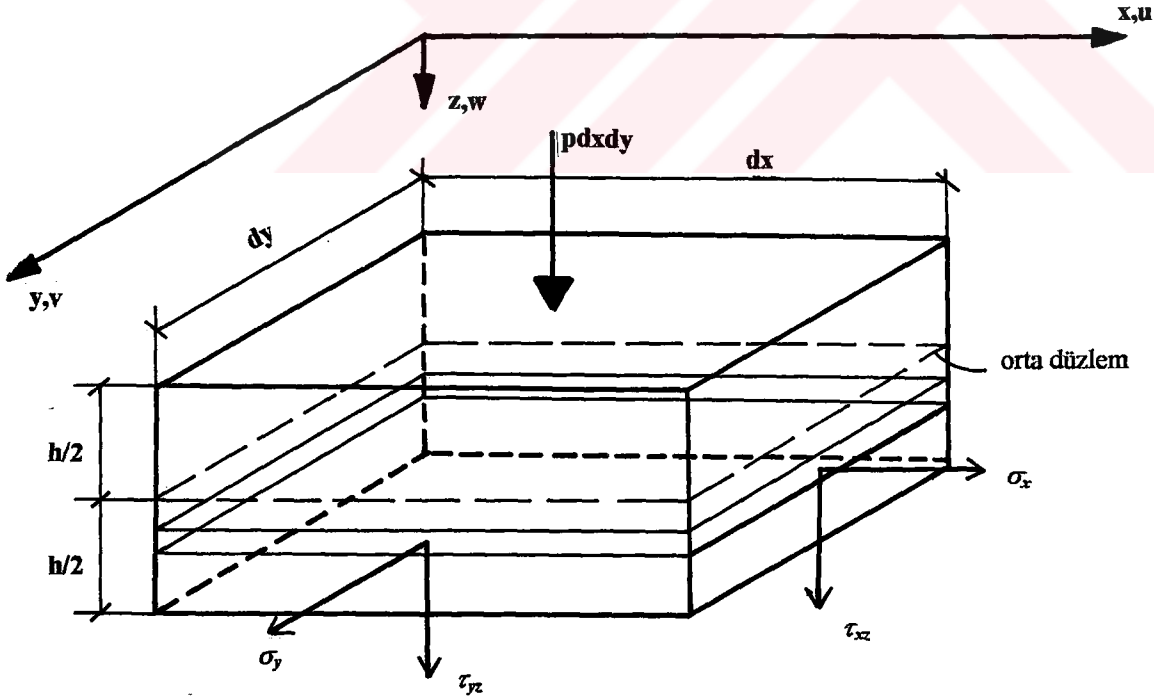
Benzer şekilde,

$$\sigma_y = -\frac{Ez}{1-\nu^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \quad (3.15)$$

$$\tau_{xy} = -\frac{Ez}{1+\nu} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$$

Görüldüğü gibi; gerilme bileşenleri, orta düzlemden olan z mesafesiyle orantılı olup, plak kalınlığı boyunca lineer olarak değişirler.

3.2. Gerilmelerin Bileşkesi Olarak Momentlerin Bulunması



Şekil 3.3 Birim alanda meydana gelen gerilmeler

Birim boyda etki eden momentleri M_x , M_y , M_{xy} ile gösterilir. Demek ki $dy=1$, σ_x gerilmelerinin tarafsız eksene göre momentine M_x denir. dz yüksekliğindeki diferansiyel elemana etkiyen kuvvet $\sigma_x dF$ olur ($dF=dydz$). Bu kuvvetin tarafsız eksene göre momentini; $\sigma_x dFz$ olur. Plak yüksekliği boyunca integre edilirse,

$$M_x = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x \cdot dF \cdot z$$

$$M_x = \int \sigma_x \cdot z \cdot dz, \quad (3.16)$$

$\sigma_x = a \cdot z$ alınırsa

$$M_x = a \int_{-h/2}^{h/2} z^2 dz = a \left[\frac{z^3}{3} \right]_{-h/2}^{h/2}$$

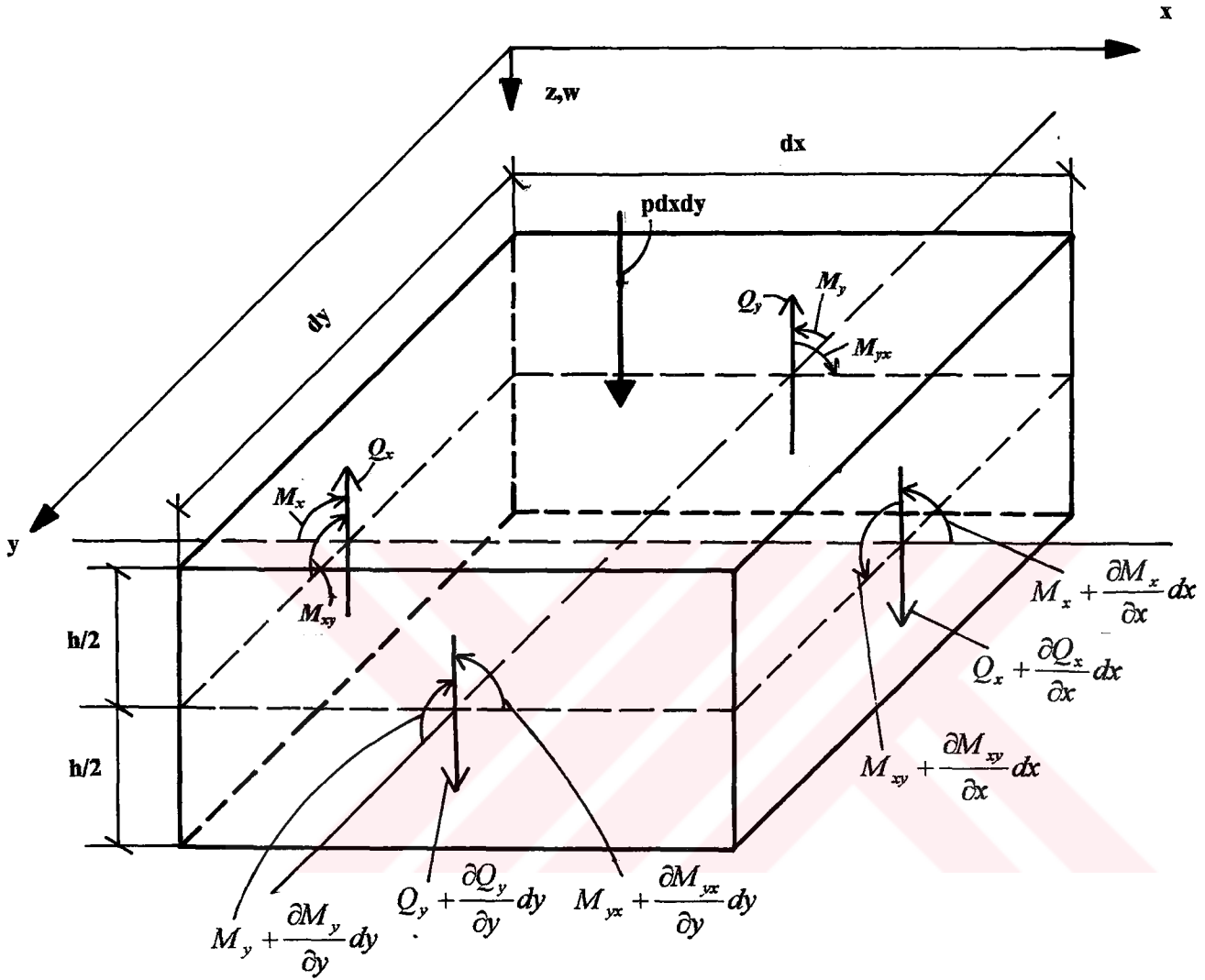
$$M_x = \frac{ah^3}{12} \quad (3.17)$$

halini alır. Atalet momenti $I = lh^3/12$ olduğundan,

$M_x = a \cdot I$, şeklinde ifade edilebilirler /21/.

3.3. Diferansiyel Elemanın Dengesi ve Plak Diferansiyel Denklemi

Plağa tesir eden yükün, yüzeye dik olduğunu, sehimlerin plak kalınlığına göre küçük olduğu ve çevrede plak kenarlarının plak düzleminde serbestçe hareket edebildiği daha önce belirtilmişti. Bu nedenle kenardaki reaksiyonlar plak düzlemine dik olur. Bu varsayımlara göre eğilme esnasında plağın orta düzlemindeki herhangi bir şekil değiştirme ihmal edilebilir. Aşağıda x ve y eksenlerinin plağın orta düzleminde, z ekseninin ise bu düzleme dik olacak şekilde bir eleman alınacaktır /23/.



Şekil 3.4 Birim alana isabet eden kuvvet ve momentler

Bir plağın basit eğilmesiyle ortaya çıkan M_x ve M_y eğilme momentleri ile M_{xy} burulma momentine ilave olarak burada elemanın yüzeylerine tesir eden, x ve y eksenlerine paralel olan birim uzunluğa isabet eden Q_x ve Q_y düşey kesme kuvvetleridir. Bir plak elemanına tesir eden gerilmeler Şekil 3.4'de gösterilmiştir. Burada $p dx dy$ ile yüklenmiş olan hacim elemanını dengede tutmak için, τ_{xz} ve τ_{yz} kayma gerilmeleri de meydana gelir. Burada normal gerilmeler plak kalınlığı boyunca lineer ilerlediğinden buna

bağlı olarak kayma gerilmelerinin de doğru eksenli ve dikdörtgen kesitli çubuklarda olduğu gibi yine kalınlığı boyunca parabolik olarak dağılır. (3.11) denklemindeki sınır şartlarına uygun olarak τ_{xz} ve τ_{yz} kayma gerilmeleri de $z=\pm h/2$ kenarlarında sıfır olmalıdır.

Gerilme bileşenleri ile kesit büyüklükleri arasındaki bağıntılar şunlardır,

$$M_x = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x \cdot z \, dz$$

$$M_y = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_y \cdot z \, dz$$

$$M_{xy} = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{xy} \cdot z \, dz = -M_{yx} = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{yx} \cdot z \, dz \quad (3.18)$$

$$Q_x = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{xz} \cdot dz$$

$$Q_y = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{yz} \cdot dz$$

Buradaki gerilme bileşenleri yerine (3.14) ve (3.15) deki denklemler yerine konularak integrasyonlar yapılırsa,

$$M_x = -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)$$

$$M_y = -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \quad (3.19)$$

$$M_{xy} = -M_{yx} = -D(1-\nu) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$$

bağıntılarını elde edilir. Burada belirtilen D eğilme rijitliği (plak rijitliği) dir.

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)} \quad (3.20)$$

Atalet momenti $I = \frac{bh^3}{12}$ olduğundan eğilme rijitliği $D = \frac{EI}{1-\nu^2}$ şeklinde de tanımlanabilir.

Şekil 3.4'de birim alana isabet eden kuvvet ve momentlerin dengede olduğu kabul edilir. Denge şartları olarak; $\sum P_z = 0$; $\sum M_x = 0$; $\sum M_y = 0$ ifadeleri şekilden bakılarak yazılır.

$\sum P_z = 0$ denge şartından gerekli işlemler yapılarak,

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = -p \quad (3.21)$$

$\sum M_x = 0$ denge şartından gerekli işlemler yapılarak,

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

$\sum M_y = 0$ denge şartından gerekli işlemler yapılarak,

$$\frac{\partial M_y}{\partial y} + \frac{\partial M_{xy}}{\partial x} = Q_y \quad (3.23)$$

sonuçları bulunur.

Δ ; Laplace operatörü aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\Delta w = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \quad (3.24)$$

Kesme kuvvetleri Laplace operatörü cinsinden (3.25) şeklini alırlar.

$$Q_x = -D \frac{\partial}{\partial x} \Delta w \quad (3.25)$$

$$Q_y = -D \frac{\partial}{\partial y} \Delta w$$

Kesme kuvvetlerinin türevleri ile dış yükle deformasyonlar arasındaki diferansiyel denklem bulunabilir. (3.21) denklemini tekrar düzenlenirse,

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{p}{D} \quad (3.26)$$

$$\Delta \Delta w = \Delta^2 w = \frac{p}{D} \quad (3.27)$$

$\Delta^2 w = \nabla w$ ile gösterilirse,

$$\nabla w = \frac{p}{D} \quad (3.28)$$

Lineer, kısmi, dördüncü mertebeden ve homojen olmayan bu denklem plağın $w(x,y)$ elastik yüzeyini karakterize eder ve plak denklemini adını alır. Bu denklemin, belirli yüklemeye maruz bir plak için yüklenme ve mesnetlemeden meydana gelen bütün sınır şartları dikkate alınarak integrasyonu yapılırsa, problemin kesin çözümü elde edilmiş olur /21/,/22/.

3.4. Ankastre Plak İçin Sınır Şartları

x ve y kenarlarının plağın kenarlarına paralel olduğu ve plağın bir kenarının ankastre olduğu farz edilirse, bu kenar boyunca sehim sıfır olur ve eğilmiş orta yüzeye bu kenar boyunca çizilen teğet, düzlem plağın başlangıçtaki orta yüzey olduğu görülür. x ekseninin ankastre kenar üzerinde bulunduğu farz edilirse sınır şartları şunlar olur.

$$(w)_{y=0}=0 \quad (3.29)$$

$$\left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)_{y=0}=0 \quad (3.30)$$

Kenar boyunca $\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$ ve (3.19) denklemlerindeki M_{xy} de sıfıra eşit olur. O halde tam ankastre olan plak kenarlarında bir burulma momenti meydana gelmez. Dolayısıyla reaksiyon kuvvetleri, plak kesme kuvvetlerinin sınır değerine eşit olur /23/.

3.5. Anizotrop Plakların Eğilmesi

Daha önce malzemenin izotrop olması halindeki gerilmeleri incelenmişti. Şimdi malzemenin anizotrop olduğu düşünülürse, bütün doğrultularda özellikleri birbirlerinden farklı olan malzemeler anizotropik malzemeler olarak tanımlanır.

Plak malzemesinin, elastik özellikleri bakımından üç simetri düzleminin var olduğu kabul edilsin. Bu düzlemler koordinat düzlemi olarak alınırsa xy düzlemindeki bir düzlem gerilme hali için gerilme-şekil değiştirme bileşenleri arasındaki bağıntılar aşağıdaki denklemlerle gösterilebilir,

$$\sigma_x = E'_x \varepsilon_x + E'' \varepsilon_y$$

$$\sigma_y = E'_y \varepsilon_y + E'' \varepsilon_x \quad (3.31)$$

$$\tau_{xy} = G \gamma_{xy}$$

Bu ifadelerden görülüyor ki düzlem gerilme halinde malzemenin elastik özelliklerini karakterize etmek için dört E'_x , E'_y , E'' ve G sabitine ihtiyaç vardır.

Eğilmeden önce plağın orta düzlemine (xy düzlemi) dik olan lineer elemanlar, eğilmeden sonra da doğrusal ve plağın elastik yüzeyine dik kalacak şekilde bir malzemeden yapıldığı farz edilen bir plağın eğilmesi göz önüne alındığında, şekil değiştirme bileşenleri için önceki ifadeler kullanılabilir.

$$\varepsilon_z = -z \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$$

$$\varepsilon_y = -z \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \quad (3.32)$$

$$\gamma_{xy} = -2z \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \quad \varepsilon_z = -z \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$$

bu durumda gerilme bileşenleri (3.31) denklemlerinden,

$$\sigma_x = -z \left(E'_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + E'' \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)$$

$$\sigma_y = -z \left(E'_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + E'' \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \quad (3.33)$$

$$\tau_{xy} = -2Gz \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$$

olarak bulunur. Gerilme bileşenlerinin bu ifadeleri ile eğilme ve burulma momentleri,

$$M_x = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_{x,z} dz = -(D_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_1 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2})$$

$$M_y = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_{y,z} dz = -(D_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + D_1 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}) \quad (3.34)$$

$$M_{xy} = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{xy,z} dz = 2D_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$$

olur. Burada belirtilen D_x , D_y , D_1 ve D_{xy} değerleri (3.35) de belirtilmiştir.

$$D_x = E'_x h^3 / 12 \quad , \quad D_y = E'_y h^3 / 12 \quad (3.35)$$

$$D_1 = E'' h^3 / 12 \quad , \quad D_{xy} = G h^3 / 12$$

Bu ifadeleri (3.26) denge denkleminde yerine konulursa, anizotropik plaklar için şu denklemler elde edilir.

$$D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2(D_1 + 2D_{xy}) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p \quad (3.36)$$

Burada,

$$H = D_1 + 2D_{xy} \quad (3.37)$$

notasyonu kullanılarak,

$$D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p \quad (3.38)$$

elde edilir.

BÖLÜM 4

4.SONLU ELEMENLAR FORMÜLASYONU

4.1.Klasik Plak Modeli

4.1.1.Yerdeğiştirmeler

Klasik plak teorisi yer değiştirmeler üzerine kurulmuştur. Bölüm 3'deki Şekil 3.1'e tekrar bakıldığında ve yerdeğiştirme denklemleri;

$$u_1(x,y,z,t)=u-z\frac{\partial w}{\partial x}$$

$$u_2(x,y,z,t)=v-z\frac{\partial w}{\partial y} \quad (4.1)$$

$$u_3(x,y,z,t)=w(x,y,t)$$

burada u_1 , u_2 , u_3 ; x , y ve z yönleri boyunca herhangi bir x , y , z noktasının yer değiştirmelerini, u , v ve w ise t zamanında plağın ortasındaki herhangi bir x , y , z noktasının yer değiştirmelerini gösterir. Plağın yer değiştirme denklemleri, virtüel yer değiştirme prensibi olarak türetilir. Burada virtüel yer değiştirmeler, sonlu elemanların genel denklemini sağlamazlar. Ortotropik malzemeler ve sonsuz küçük gerilmeleri esas alan lineer teori için plak içerisindeki yer değiştirmeler u ve v , çökmeden ayrılmışlardır. Plak içerisindeki yer değiştirmeler Bölüm 3' deki plak diferansiyel denklemindeki gibi tanımlanabilir /25/.

(4.1) denklemindeki w çökme fonksiyonundan dolayı lineer yer değiştirmeler aşağıdaki gibidir.

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ 2\varepsilon_{xy} \end{Bmatrix} = -z \begin{Bmatrix} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \\ \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \\ 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \end{Bmatrix} \quad (4.2)$$

burada $\varepsilon_{xz}=0$, $\varepsilon_{yz}=0$ ve $\varepsilon_z=0$ 'dır.

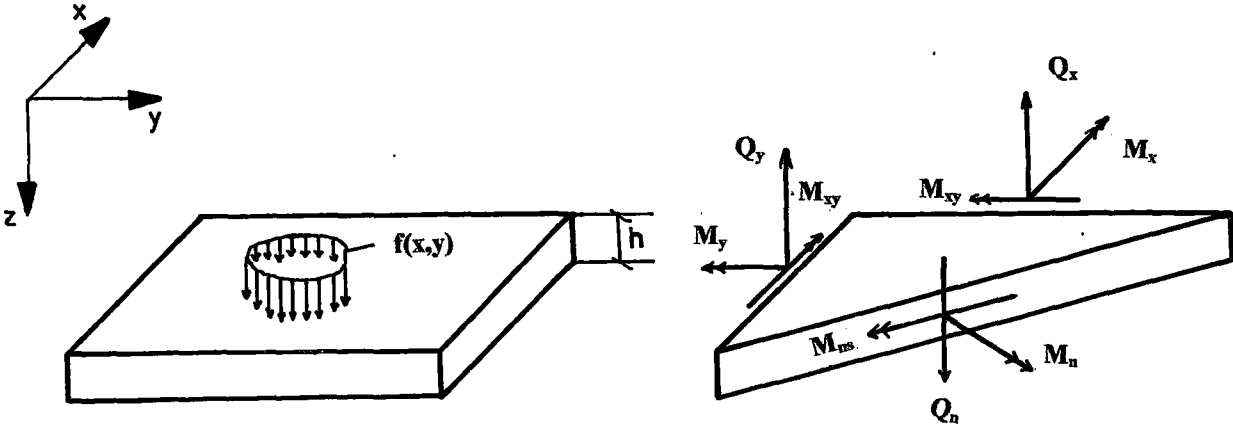
4.2.2. Virtüel İş Durumu

Bir cismin teşkil eden noktaların, bu cismin mesnet şartlarına, katı formuna uygun olarak ve şekil değiştirmelerin sonsuz küçük olması halinde yapabileceği yer değişimlere virtüel yer değiştirmeler denir. Denge bulunan bir cisme, denge konumunu bozacak şekilde bir virtüel yer değiştirme verilecek olursa (cismin durumunun sonsuz küçük bir değişimi ile ilgili olarak) bu takdirde dış kuvvetlerin yapacağı iş (yükler ve hacim kuvvetleri), iç kuvvetlerin işine eşit olur/22/.

Zamana bağlı durumlar için virtüel yer değiştirme prensibi,

$$\begin{aligned} 0 = & \int_{V'} \left[\rho z^2 \left(\frac{\partial \delta w}{\partial x} \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial t^2} + \frac{\partial \delta w}{\partial y} \frac{\partial^3 w}{\partial y \partial t^2} \right) + \rho \delta w \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \right. \\ & \left. + \delta \varepsilon_x \sigma_x + \delta \varepsilon_y \sigma_y + 2 \delta \varepsilon_{xy} \sigma_{xy} \right] dV \\ & - \int_{\Omega^e} f \delta w dx dy - \int_{\Gamma^e} \left(-M_n \frac{\partial \delta w}{\partial n} + V_n \delta w \right) ds \end{aligned} \quad (4.3)$$

Burada ilk üç terim, üç koordinat yönündeki atalet kuvvetleri tarafından yapılan işi gösterir, hacim integrali içinde geri kalan terimler ise plak içinde yüklü virtüel çökmeyi tanımlar. Son iki integral ise (Ω^e plağın ortasındaki, Γ^e sınırlarındaki) M_n ve V_n kenar yükleri ve yayılı yük $f(x,y)$ tarafından yapılan virtüel işi gösterir (Şekil 4.1). (Şekil 4.1'de moment yönüne karar vermek için sağ el kuralındaki toplam kullanılır. Momentler çift ok ile gösterilmiştir.)



Şekil 4.1 Geometri, moment ve kayma kuvvetleri

$V^e = \Omega^e \times (-1/2.h_e, 1/2.h_e)$ olduğu için açısıl yer değiştirme ve gerilme, x ve y'nin tek başına fonksiyonları olarak ve z'nin fonksiyonu olarak (4.4)'deki gibi ayrılabilir.

$$F(x,y,z) = g(x,y)f(z) \quad (4.4)$$

Virtüel çökme için, hacim integralini, (4.1) ve (4.2) denklemlerinde yerine koyarsak, açısıl yer değiştirmeyi (4.3) denkleminde yerine koyarsak, z'ye bağlı integral alındığında (4.5) denklemini elde ederiz.

$$0 = \iint_{\Omega^e} \left(\delta w I_0 \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \frac{\partial \delta w}{\partial x} I_2 \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial t^2} + \frac{\partial \delta w}{\partial y} I_2 \frac{\partial^3 w}{\partial y \partial t^2} - M_x \frac{\partial^2 \delta w}{\partial x^2} - M_y \frac{\partial^2 \delta w}{\partial y^2} - 2M_{xy} \frac{\partial^2 \delta w}{\partial x \partial y} - f \delta w \right) dx dy - \oint_{\Gamma^e} \left(-M_n \frac{\partial \delta w}{\partial n} + V_n \delta w \right) ds \quad (4.5)$$

Burada daha önceden de hatırladığımız gibi M_x , M_y eğilme momentleri, M_{xy} burulma momentidir [Bölüm 3, (3.18)].

I_0 ve I_2 kütle atalet momentleridir, (4.6)'da bunlar gösterilmiştir.

$$I_0 = \int_{-h/2}^{h/2} \rho dz = \rho h$$

$$I_2 = \int_{-h/2}^{h/2} \rho z^2 dz = \frac{1}{12} \rho h^3$$
(4.6)

M_n ve M_{ns} 'nin kenardaki eğilme ve burulma momentini gösterdiğini belirtmek gerekir. V_n kesme kuvvetidir. Lineer ortotropik malzemeler için momentler;

$$M_x = -\left(D_{11} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)$$

$$M_y = -\left(D_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_{22} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)$$

$$M_{xy} = -2D_{66} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$$
(4.7)

şeklinde. Bilindiği gibi D_{ij} plak rijitliğidir. Bunlar (4.8)'de belirtilmiştir.

$$D_{11} = \frac{E_1 h^3}{12(1-\nu_{12}\nu_{21})}$$

$$D_{22} = \frac{E_2 h^3}{12(1-\nu_{12}\nu_{21})}$$

$$D_{12} = \frac{\nu_{12} E_2 h^3}{12(1-\nu_{12}\nu_{21})}$$

$$D_{66} = \frac{1}{12} G_{12} h^3$$
(4.8)

Sınır kuvvetleri M_n ve V_n , M_x , M_y ve M_{xy} 'ye bağlı olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$M_n = M_x n_x^2 + M_y n_y^2 + 2M_{xy} n_x n_y$$

$$V_n = \hat{Q}_n + \frac{\partial M_{ns}}{\partial s}$$

$$\hat{Q}_n = Q_x n_x + Q_y n_y + I_2 \left(\frac{\partial^3 w}{\partial x \partial t^2} n_x + \frac{\partial^3 w}{\partial y \partial t^2} n_y \right)$$

(4.9)

$$M_{ns} = (M_y - M_x) n_x n_y + M_{xy} (n_x^2 - n_y^2)$$

$$Q_x = \frac{\partial M_x}{\partial x} + \frac{\partial M_{xy}}{\partial y}$$

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

burada n_x ve n_y , sınırdaki Γ^s 'deki birim normalinin kosinüsleri yönündedir. (4.7)

denklemini (4.5) denkleminde yerine yerleştirildiğinde, problemin sonlu elemanlar genel denklemine uymadığı görülür.

$$\begin{aligned} 0 = & \int_{\Omega^e} \left[\delta w I_0 \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \frac{\partial \delta w}{\partial x} I_2 \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial t^2} + \frac{\partial \delta w}{\partial y} I_2 \frac{\partial^3 w}{\partial y \partial t^2} \right. \\ & + \left(D_{11} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \frac{\partial^2 \delta w}{\partial x^2} + \left(D_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_{22} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \frac{\partial^2 \delta w}{\partial y^2} \\ & \left. + 4D_{66} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \frac{\partial^2 \delta w}{\partial x \partial y} - \delta w f \right] dx dy \\ & - \int_{\Gamma^s} \left(-M_n \frac{\partial \delta w}{\partial n} + V_n \delta w \right) ds \end{aligned} \quad (4.10)$$

w'yi tanımlayan diferansiyel denklem daha önceden bilindiği gibi aşağıda gösterilmiştir.

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(D_{11} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \left(D_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_{22} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \\ & + 2 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \left(2D_{66} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right) - f + I_0 \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - I_2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) = 0 \end{aligned} \quad (4.11)$$

burada ilk üç terimdeki parantez içindeki ifadeler, (4.7)'deki $-M_x$, $-M_y$ ve $-M_{xy}$ moment ifadeleridir.

Tabii ki üç-adım işlemi kullanılarak (4.11)'deki denklem, tekrar (4.12)'deki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned} 0 = & \int_{\Omega'} \left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \left(D_{11} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \left(D_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_{22} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \right. \\ & \left. + 4D_{66} \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} - vf + I_0 v \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + I_2 \left(\frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial t^2} + \frac{\partial v}{\partial y} \frac{\partial^3 w}{\partial y \partial t^2} \right) \right] dx dy \\ & - \int_{\Gamma'} v \left[\left(\frac{\partial M_x}{\partial x} + \frac{\partial M_{xy}}{\partial y} \right) n_x + \left(\frac{\partial M_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial M_y}{\partial y} \right) n_y + I_2 \left(\frac{\partial^3 w}{\partial x \partial t^2} n_x + \frac{\partial^3 w}{\partial y \partial t^2} n_y \right) \right] ds \\ & + \int_{\Gamma'} \left[\frac{\partial v}{\partial x} (M_x n_x + M_{xy} n_y) + \frac{\partial v}{\partial y} (M_{xy} n_x + M_y n_y) \right] ds \end{aligned} \quad (4.12)$$

buradaki v , ağırlık fonksiyonunu gösterir, $\delta w = v$ ve ilk değişim olarak türetilir. Daha sonra türevleri dikdörtgen koordinat şekline (x,y) dönüştürülür ki bunlar lokal normal ve teğetsel koordinatlara (n,s) bağlıdır. Bu tanımlar (4.12)'nin integral sınırlarında kullanıldığında (4.13) denklemini elde edilir.

$$\frac{\partial v}{\partial x} = n_x \frac{\partial v}{\partial n} - n_y \frac{\partial v}{\partial s} \quad (4.13)$$

$$\frac{\partial v}{\partial y} = n_x \frac{\partial v}{\partial s} - n_y \frac{\partial v}{\partial n}$$

böylece sınır integrali şöyledir,

$$-\oint_{\Gamma} v \hat{Q}_n ds + \oint_{\Gamma} \left(\frac{\partial v}{\partial n} M_n + \frac{\partial v}{\partial s} M_{ns} \right) ds \quad (4.14)$$

buradaki \hat{Q}_n , M_n ve M_{ns} , (4.9)'da tanımlanan değerlerdir. İkinci integraldeki ikinci terim, sonuçtaki ifadenin elde edilmesi için bir parantezde toplanırsa,

$$\oint_{\Gamma} \left[v \left(\hat{Q}_n + \frac{\partial M_{ns}}{\partial s} \right) - \frac{\partial v}{\partial n} M_n \right] ds \quad (4.15)$$

parantez içindeki ifade V_n ile gösterilir ve tanımlaması Kirchhoff serbest kenar koşulları olarak bilinir. $(vM_{ns})_s=0$ kabul edilir.

4.2. Sonlu Elemanlar Modeli

(4.10)'daki denklemin sınır teriminin bir örneği sayesinde, gerekli sınır koşulları çökme fonksiyonu w 'yi ve w 'nin normal türevini tanımlar. w 'nin normal türevi problemin esas değişkenlerini içerir. Bunu Euler-Bernoulli kiriş teorisiyle birlikte düşünmek gerekir. Burada w 'nin sonlu elemanlar interpolasyonu w , $\partial w/\partial n$, $\partial w/\partial s$ olmalıdır ki kesişme sınırlarında sürekli olsun. Bilinmelidir ki $\partial/\partial n$ ve $\partial/\partial s$ bağıntıları da $\partial/\partial x$ ve $\partial/\partial y$ global türevlere bağlıdır. ((4.13) denklemindekilerin tersidir).

$$\frac{\partial}{\partial n} = n_x \frac{\partial}{\partial x} + n_y \frac{\partial}{\partial y} \quad (4.16)$$

$$\frac{\partial}{\partial s} = n_x \frac{\partial}{\partial y} - n_y \frac{\partial}{\partial x}$$

böylece düğümlerdeki esas değişkenler (4.12)'den direkt olarak w , $\partial w/\partial x$ ve $\partial w/\partial y$ şeklinde elde edilir.

Eğer w , şekil fonksiyonlarının interpolasyonu ise,

$$w = \sum_{j=1}^n \Delta_j \phi_j(x, y) \quad (4.17)$$

burada Δ_j w ve türevinin düğümlerdeki değerlerini gösterir ve $\phi_j(x, y)$, Hermite interpolasyon fonksiyonudur. Dört düğümlü dikdörtgen bir elemanın her bir düğümündeki w , $\partial w/\partial x$, $\partial w/\partial y$ değerleriyle ϕ_j 'yi elde etmek için polinom yaklaşımı 12 terim ($n=12$)'e ihtiyaç duyulur. Bu polinom dördüncü dereceden tam bir polinom değildir.

$$w = a_1 + a_2x + a_3y + a_4xy + a_5x^2 + a_6y^2 + a_7x^2y + a_8xy^2 + a_9x^3 + a_{10}y^3 + a_{11}x^3y + a_{12}xy^3 \quad (4.18)$$

üç düğümlü üçgen bir elemanda ϕ_j 'yi elde etmek için dokuz terim ($n=9$)'li polinom seçilir.

$$w = a_1 + a_2x + a_3y + a_4xy + a_5x^2 + a_6y^2 + a_7x^2y + a_8xy^2 + a_9x^3 + a_{10}y^3 \quad (4.19)$$

bu tam üçüncü dereceden bir polinomdur. Çünkü x^2y ve xy^2 bağımsız olarak değişmezler.

Bazı yorumlarda iç yüzeylerdeki sürekliliği sağlamak için dört düğümlü dikdörtgen eleman ve üç düğümlü üçgen eleman için w ve $\partial w/\partial n$ 'e ihtiyaç olduğu belirtilir. Dikdörtgen elemanı göz önüne alındığında, (4.18) denkleminde de bilindiği gibi herhangi bir x =sabit veya y =sabit doğrusu boyunca w , kübik olarak değişir. Her bir noktadaki kübik değişime tek başına karar vermek için verilen bir kenar boyunca iki düğüm ve iki değer w ve $\partial w/\partial n$ vardır. Bundan sonra, elemanın sınırı ve iç yüzeylerin sınırı boyunca sürekli olarak w , tek başına tanımlanır. $\partial w/\partial n$ gösterir ki x =sabit hattında $\partial w/\partial x$ 'de y kenarı boyunca kübik bir fonksiyon olarak değişir. $\partial w/\partial x$ 'in sadece iki değeri hat boyunca bilindiğinden kübik değişim tek başına elde edilemez ve normal eğim sürekliliği sağlanamaz. Süreklilik koşulunu sağlamayan elemanlar klasik plak teorisine uygun olmayan elemanlar olarak bilinir. Bu yüzden (4.18)'de w ile tanımlanan dört düğümlü dikdörtgen eleman uygun eleman değildir. Buna rağmen iyi sonuçlar verir ve CPT(N) olarak adlandırılır. Buradan anlaşıldığı gibi üç düğümlü üçgen elemanlarda klasik plak

teorisine uygun değildir. Ek olarak üçgen eleman kesin bir ağ için tekil davranışlar ve sonuca yaklaşılabilir problemlere ulaşılır.

w ve $\partial w = \phi_i (i=1,2,\dots,n)$ için (4.17) denklemi, sonlu elemanlar yöntemi yardımıyla (4.1) denklemi içine konulursa,

$$[M^e] \{\ddot{\Delta}^e\} + [K^e] \{\Delta^e\} = \{f^e\} + \{Q^e\} \quad (4.20)$$

burada K_{ij}^e , M_{ij}^e ve f_i^e aşağıdaki gibi tanımlanır,

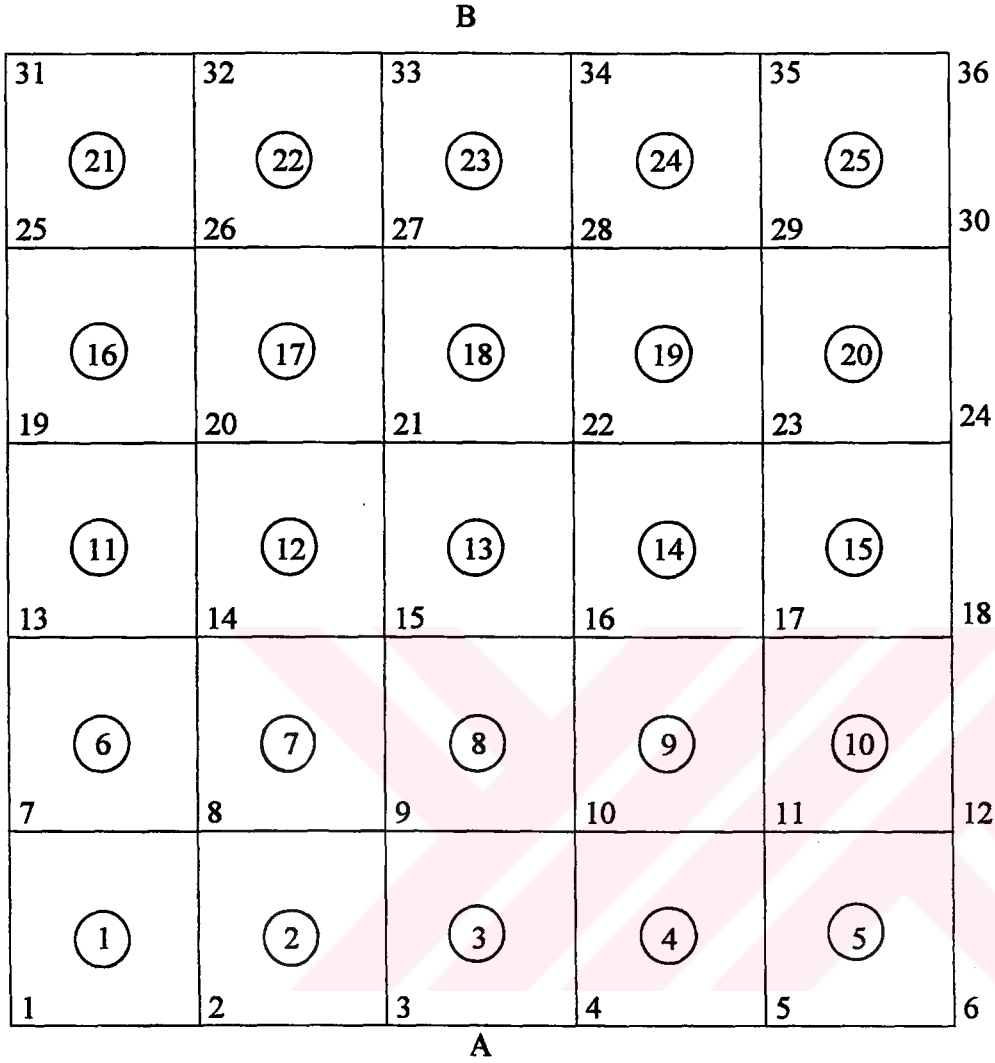
$$\begin{aligned} K_{ij}^e &= \int_{\Omega^e} \left[D_{11} \frac{\partial^2 \phi_i}{\partial x^2} \frac{\partial^2 \phi_j}{\partial x^2} + D_{12} \left(\frac{\partial^2 \phi_i}{\partial x^2} \frac{\partial^2 \phi_j}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \phi_i}{\partial y^2} \frac{\partial^2 \phi_j}{\partial x^2} \right) \right. \\ &\quad \left. + D_{22} \frac{\partial^2 \phi_i}{\partial y^2} \frac{\partial^2 \phi_j}{\partial y^2} + 4D_{66} \frac{\partial^2 \phi_i}{\partial x \partial y} \frac{\partial^2 \phi_j}{\partial x \partial y} \right] dx dy \\ M_{ij}^e &= \int_{\Omega^e} \left[I_0 \phi_i \phi_j + I_2 \left(\frac{\partial \phi_i}{\partial x} \frac{\partial \phi_j}{\partial x} + \frac{\partial \phi_i}{\partial y} \frac{\partial \phi_j}{\partial y} \right) \right] dx dy \\ f_i^e &= \int_{\Omega^e} f \phi_i dx dy \end{aligned} \quad (4.21)$$

$$Q_i^e = \oint_{\Gamma^e} \left(-M_n \frac{\partial \phi_i}{\partial n} + V_n \phi_i \right) ds$$

dönme ataleti $I_2 = I/2(\rho h^3)$ şeklindedir. Plak kalınlığı olan h , çoğunlukla ihmal edilir.

Sonuç olarak sonlu elemanlar yöntemindeki klasik plak eğilmesi yukarıdaki şekilde tanımlanmış olur.

Şekil 5.1'deki $25 \times 25 \text{ mm}^2$ boyutundaki yüklü plağın sonlu eleman modeli şöyledir.



Şekil 5.2: $25 \times 25 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plağın sonlu eleman modeli

5.2. Problem 2

1. problemdeki plağın anizotrop olması halindeki sınır şartları;

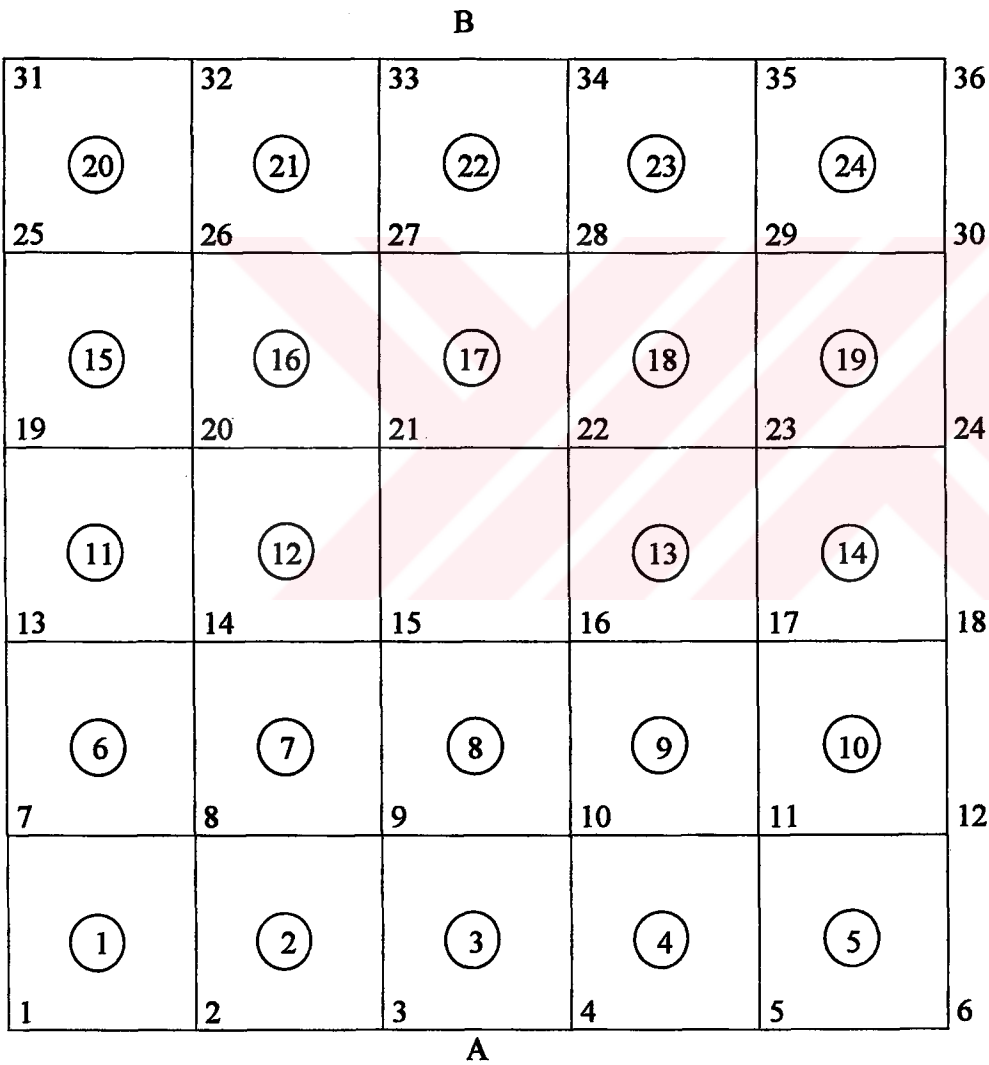
```

1  4  1  0  0  0  0  0
5  5
5  5  5  5  5
5  5  5  5  5
25.0E6  1.0E6  0.5E6  0.5E6  0.2E6  0.25E0  0.0E0  0.2E0
60
18
1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18

```

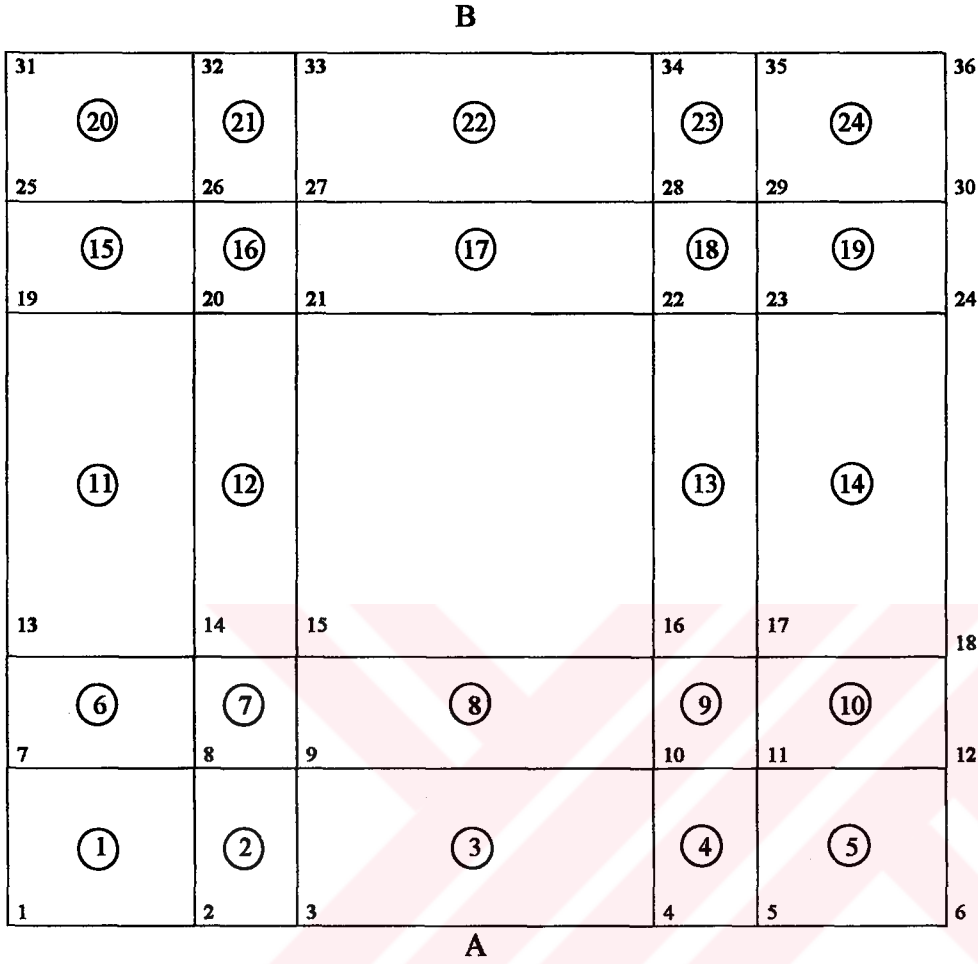

5 5 5 5 5
 25.0E6 1.0E6 0.5E6 0.5E6 0.2E6 0.25E0 0.0E0 0.2E0
 0.0
 18
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 6
 91 94 97 100 103 106
 6 12 12 12 12 6

5.5. Problem 5



Şekil 5.4: $25 \times 25 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plağın ortasına $5 \times 5 \text{ mm}^2$ lik delik açılması durumundaki sonlu eleman modeli

5.7. Problem 7



Şekil 5.5: $25 \times 25 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plağın ortasına $10 \times 10 \text{ mm}^2$ 'lik delik açılması durumundaki sonlu eleman modeli

Sonlu eleman modeli Şekil 5.5'deki $25 \times 25 \text{ mm}^2$ boyutundaki plağın ortasında $10 \times 10 \text{ mm}^2$ 'lik delik açtığımızda ve plağın izotrop olması durumundaki sınır şartları;

```

2  4  0  0  0  0  0  0
24 36
1  2  8  7
2  3  9  8
3  4 10  9
4  5 11 10
5  6 12 11
7  8 14 13
8  9 15 14
9 10 16 15

```

```

10 11 17 16
11 12 18 17
13 14 20 19
14 15 21 20
16 17 23 22
17 18 24 23
19 20 26 25
20 21 27 26
21 22 28 27
22 23 29 28
23 24 30 29
25 26 32 31
26 27 33 32
27 28 34 33
28 29 35 34
29 30 36 35
0 0 5 0 7.5 0 17.5 0 20 0 25 0
0 5 5 5 7.5 5 17.5 5 20 5 25 5
0 7.5 5 7.5 7.5 7.5 17.5 7.5 20 7.5 25 7.5
0 17.5 5 17.5 7.5 17.5 17.5 17.5 20 17.5 25 17.5
0 20 5 20 7.5 20 17.5 20 20 20 25 20
0 25 5 25 7.5 25 17.5 25 20 25 25 25
1.0E2 1.0E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3E0 1.0E1 2.0E1
0
18
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
6
91 94 97 100 103 106
6 12 12 12 12 6

```

5.8. Problem 8:

7. problemdeki plağın anizotrop olması halindeki sınır şartları;

```

2 4 0 0 0 0 0 0
24 36
1 2 8 7
2 3 9 8
3 4 10 9
4 5 11 10
5 6 12 11
7 8 14 13
8 9 15 14
9 10 16 15
10 11 17 16
11 12 18 17

```

```

13 14 20 19
14 15 21 20
16 17 23 22
17 18 24 23
19 20 26 25
20 21 27 26
21 22 28 27
22 23 29 28
23 24 30 29
25 26 32 31
26 27 33 32
27 28 34 33
28 29 35 34
29 30 36 35
0 0 5 0 7.5 0 17.5 0 20 0 25 0
0 5 5 5 7.5 5 17.5 5 20 5 25 5
0 7.5 5 7.5 7.5 7.5 17.5 7.5 20 7.5 25 7.5
0 17.5 5 17.5 7.5 17.5 17.5 17.5 20 17.5 25 17.5
0 20 5 20 7.5 20 17.5 20 20 20 25 20
0 25 5 25 7.5 25 17.5 25 20 25 25 25
25.0E2 1.0E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3E0 1.0E1 2.0E1
0
18
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
6
91 94 97 100 103 106
6 12 12 12 12 6

```

5.9. Problem 9

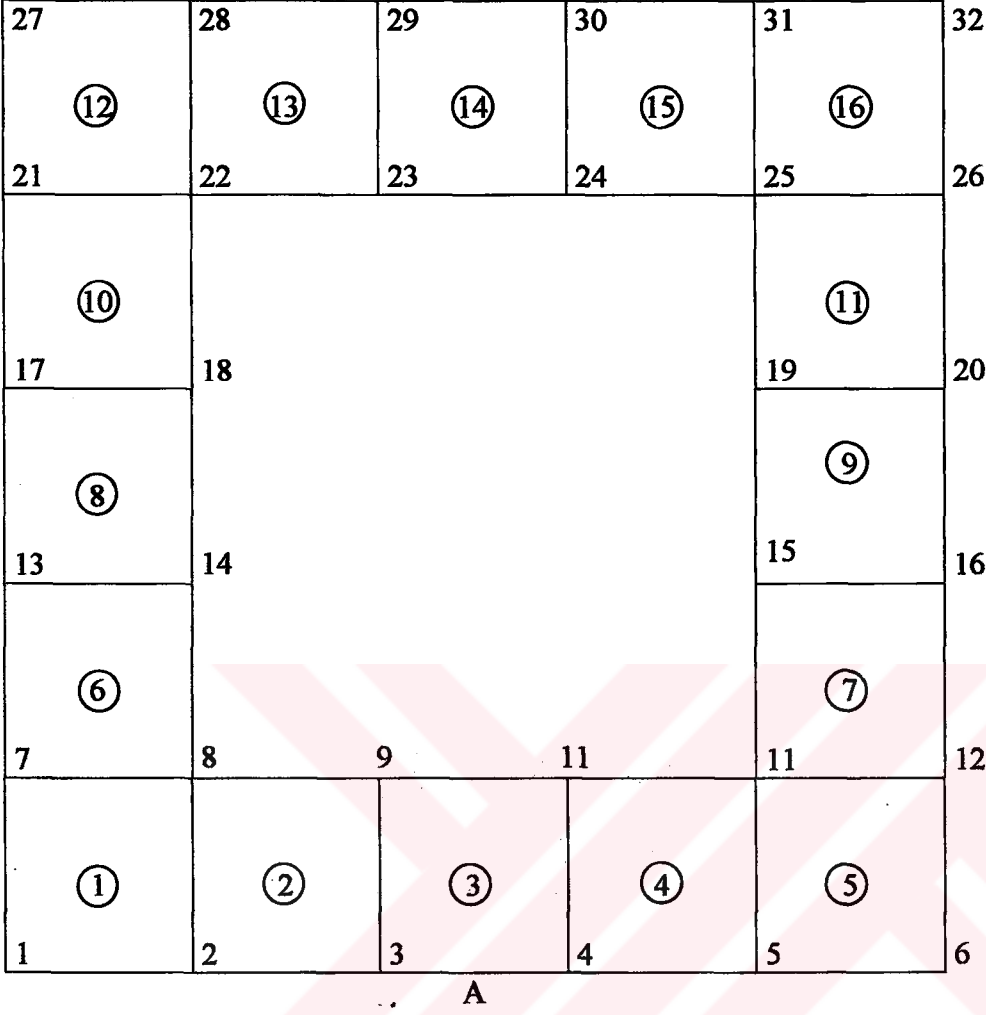
Sonlu eleman modeli Şekil 5.6'da verilen $25 \times 25 \text{ mm}^2$ boyutundaki plağın ortasında $15 \times 15 \text{ mm}^2$ 'lik delik açtığımızdaki ve plağın izotrop olması durumundaki sınır şartları;

```

2 4 0 0 0 0 0 0
16 32
1 2 8 7
2 3 9 8
3 4 10 9
4 5 11 10
5 6 12 11
7 8 14 13
11 12 16 15
13 14 18 17
15 16 20 19
17 18 22 21
19 20 26 25
21 22 28 27

```

B



Şekil 5.6: $25 \times 25 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plağın ortasına $15 \times 15 \text{ mm}^2$ 'lik delik açılması durumundaki sonlu eleman modeli

(9. problemin sınır şartlarının devamı)

```

21 22 28 27
22 23 29 28
23 24 30 29
24 25 31 30
25 26 32 31
0 0 5 0 10 0 15 0 20 0 25 0
0 5 5 5 10 5 15 5 20 5 25 5
0 10 5 10 20 10 25 10
0 15 5 15 20 15 25 15
0 20 5 20 10 20 15 20 20 20 25 20
0 25 5 25 10 25 15 25 20 25 25 25
1.0E2 1.0E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3E0 1.0E1 2.0E1
0
18
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

```

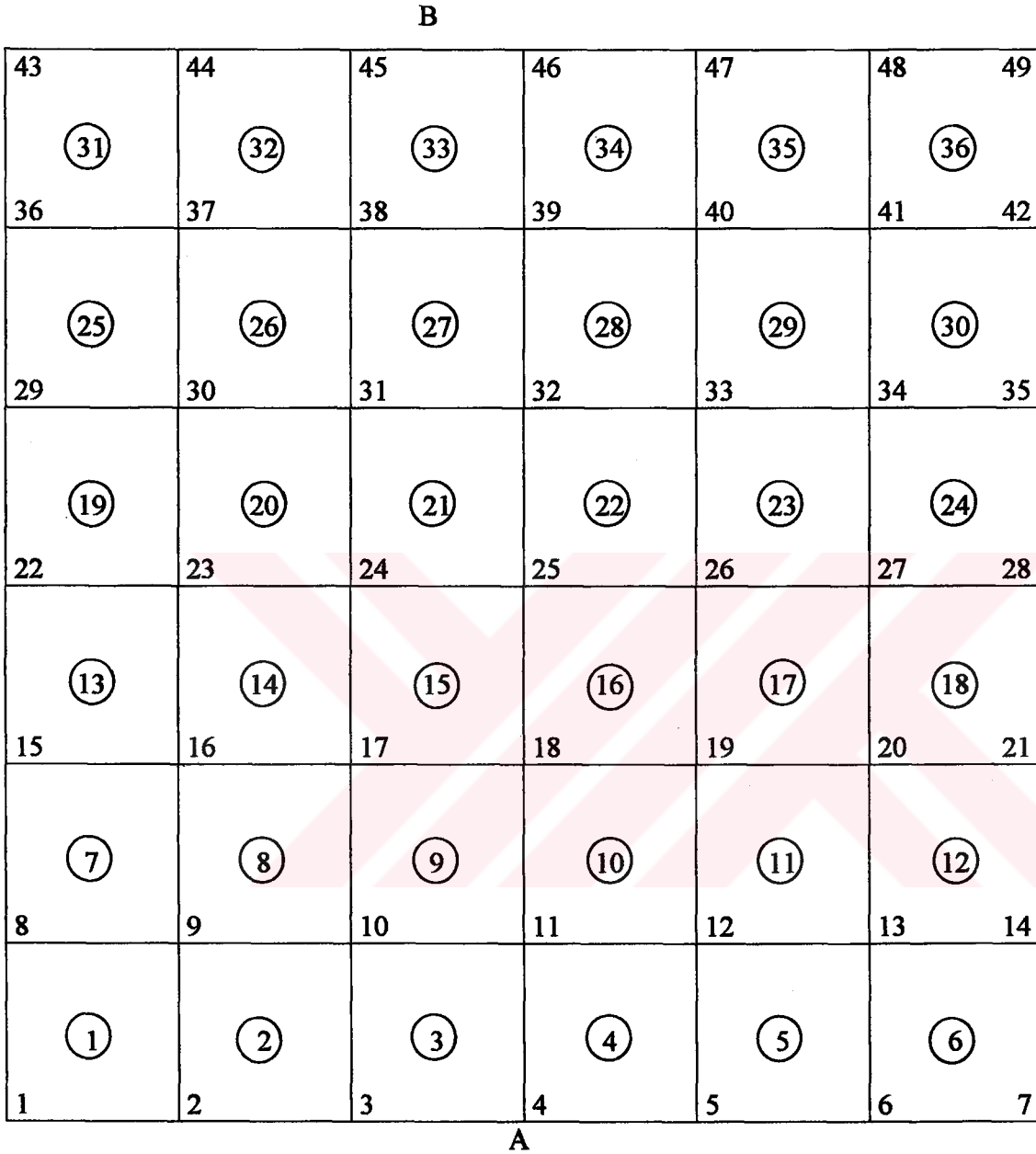

0.0
 6
 91 94 97 100 103 106
 6 12 12 12 12 6

5.10. Problem 10

9. problemdeki plağın anizotrop olması halindeki sınır şartları:

2 4 0 0 0 0 0 0
 16 32
 1 2 8 7
 2 3 9 8
 3 4 10 9
 4 5 11 10
 5 6 12 11
 7 8 14 13
 11 12 16 15
 13 14 18 17
 15 16 20 19
 17 18 22 21
 19 20 26 25
 21 22 28 27
 22 23 29 28
 23 24 30 29
 24 25 31 30
 25 26 32 31
 0 0 5 0 10 0 15 0 20 0 25 0
 0 5 5 5 10 5 15 5 20 5 25 5
 0 10 5 10 20 10 25 10
 0 15 5 15 20 15 25 15
 0 20 5 20 10 20 15 20 20 20 25 20
 0 25 5 25 10 25 15 25 20 25 25 25
 25.0E2 1.0E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3E0 1.0E1 2.0E1
 0
 18
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
 0.0
 6
 91 94 97 100 103 106
 6 12 12 12 12 6

5.11. Problem 11

Şekil 5.7: 30x30 mm² boyutundaki bir plağın sonlu eleman modeli

Sonlu eleman modeli Şekil 5.7'de verilen 30x30 mm² boyutundaki bir plağın izotrop olması durumundaki sınır şartları;

$$\begin{array}{ccccccc}
 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 6 & 6 & & & & & \\
 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & \\
 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 &
 \end{array}$$

0 17.5 7.5 17.5 12.5 17.5 17.5 17.5 22.5 17.5 30 17.5
 0 22.5 7.5 22.5 12.5 22.5 17.5 22.5 22.5 22.5 30 22.5
 0 30 7.5 30 12.5 30 17.5 30 22.5 30 30 30
 1.0E2 1.0E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3E0 1.0E1 2.0E1
 0
 18
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 6
 91 94 97 100 103 106
 6 12 12 12 12 6

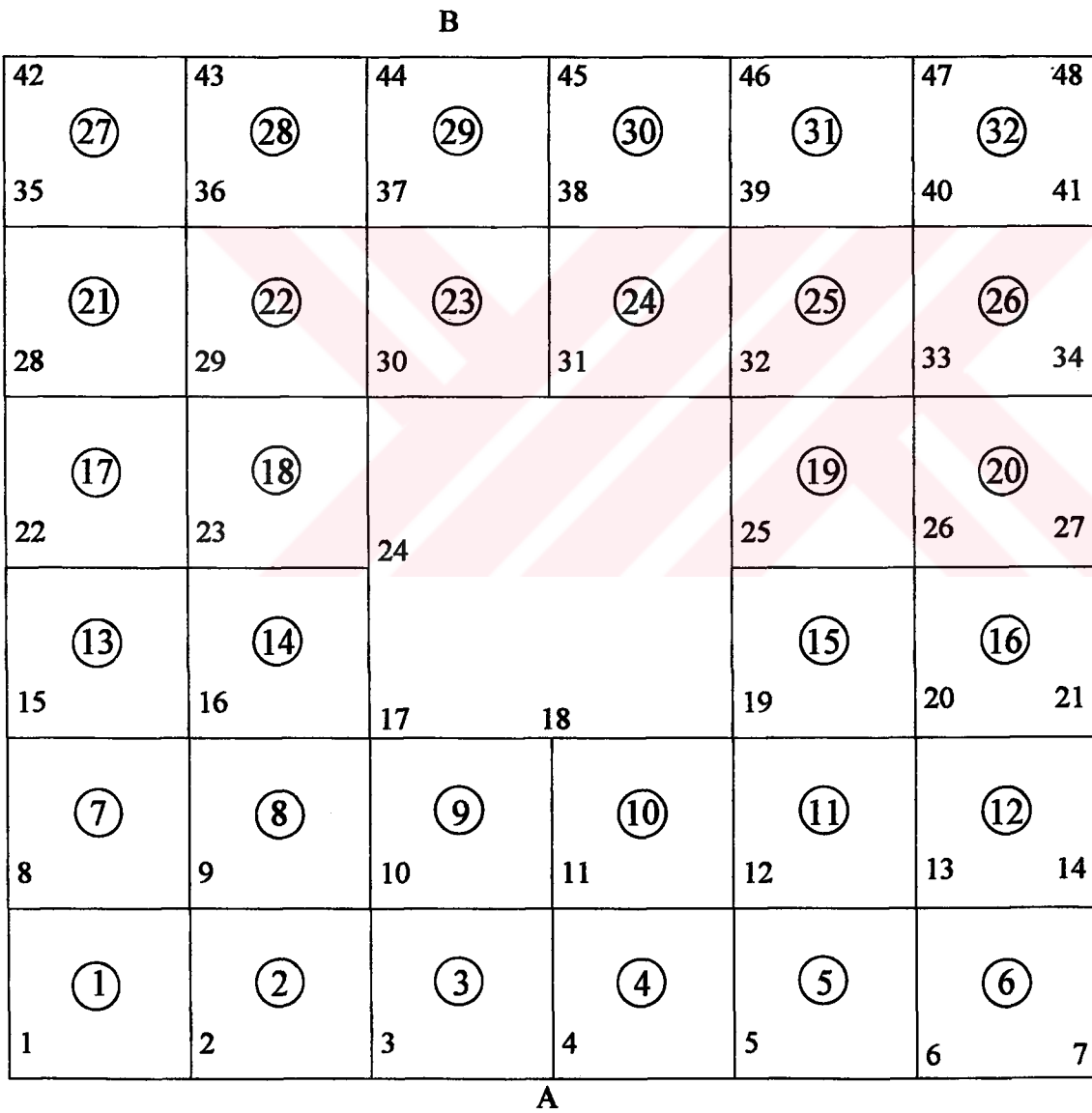
5.14. Problem 14

13. problemdeki plağın anizotrop olması halindeki sınır şartları:

2 4 0 0 0 0 0 0
 24 36
 1 2 8 7
 2 3 9 8
 3 4 10 9
 4 5 11 10
 5 6 12 11
 7 8 14 13
 8 9 15 14
 9 10 16 15
 10 11 17 16
 11 12 18 17
 13 14 20 19
 14 15 21 20
 16 17 23 22
 17 18 24 23
 19 20 26 25
 20 21 27 26
 21 22 28 27
 22 23 29 28
 23 24 30 29
 25 26 32 31
 26 27 33 32
 27 28 34 33
 28 29 35 34
 29 30 36 35
 0 0 7.5 0 12.5 0 17.5 0 22.5 0 30 0
 0 7.5 7.5 7.5 12.5 7.5 17.5 7.5 22.5 7.5 30 7.5
 0 12.5 7.5 12.5 12.5 12.5 17.5 12.5 22.5 12.5 30 12.5
 0 17.5 7.5 17.5 12.5 17.5 17.5 17.5 22.5 17.5 30 17.5
 0 22.5 7.5 22.5 12.5 22.5 17.5 22.5 22.5 22.5 30 22.5

0 30 7.5 30 12.5 30 17.5 30 22.5 30 30 30
 25.0E2 1.0E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3E0 1.0E1 2.0E1
 0
 18
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 6
 91 94 97 100 103 106
 6 12 12 12 12 6

5.15.Problem 15



Şekil 5.9: $30 \times 30 \text{ mm}^2$ boyutundaki plağın ortasına $10 \times 10 \text{ mm}^2$ 'lik delik açılması durumundaki sonlu eleman modeli

Sonlu eleman modeli Şekil 5.9'da verilen $30 \times 30 \text{ mm}^2$ boyutundaki plağın ortasında $10 \times 10 \text{ mm}^2$ 'lik delik açığımızda ve plağın izotrop olması durumundaki sınır şartları;

2 4 0 0 0 0 0 0

32 48

1 2 9 8

2 3 10 9

3 4 11 10

4 5 12 11

5 6 13 12

6 7 14 13

8 9 16 15

9 10 17 16

10 11 18 17

11 12 19 18

12 13 20 19

13 14 21 20

15 16 23 22

16 17 24 23

19 20 26 25

20 21 27 26

22 23 29 28

23 24 30 29

25 26 33 32

26 27 34 33

28 29 36 35

29 30 37 36

30 31 38 37

31 32 39 38

32 33 40 39

33 34 41 40

35 36 43 42

36 37 44 43

37 38 45 44

38 39 46 45

39 40 47 46

40 41 48 47

0 0 5 0 10 0 15 0 20 0 25 0 30 0

0 5 5 5 10 5 15 5 20 5 25 5 30 5

0 10 5 10 10 10 15 10 20 10 25 10 30 10

0 15 5 15 10 15 20 15 25 15 30 15

0 20 5 20 10 20 15 20 20 20 25 20 30 20

0 25 5 25 10 25 15 25 20 25 25 25 30 25

0 30 5 30 10 30 15 30 20 30 25 30 30 30

1.0E2 1.0E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3E0 1.0E1 2.0E1

0

21

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21


```

0 20 5 20 10 20 15 20 20 20 25 20 30 20
0 25 5 25 10 25 15 25 20 25 25 25 30 25
0 30 5 30 10 30 15 30 20 30 25 30 30 30
25.0E2 1.0E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3E0 1.0E1 2.0E1
0
21
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
7
124 127 130 133 136 139 142
5 10 10 10 10 10 5

```

5.17. Problem 17

Sonlu eleman modeli Şekil 5.10'da verilen $30 \times 30 \text{ mm}^2$ boyutundaki plağın ortasında $15 \times 15 \text{ mm}^2$ 'lik delik açtığımızda ve plağın izotrop olması durumundaki sınır şartları:

```

2 4 0 0 0 0 0 0
32 48
1 2 9 8
2 3 10 9
3 4 11 10
4 5 12 11
5 6 13 12
6 7 14 13
8 9 16 15
9 10 17 16
10 11 18 17
11 12 19 18
12 13 20 19
13 14 21 20
15 16 23 22
16 17 24 23
19 20 26 25
20 21 27 26
22 23 29 28
23 24 30 29
25 26 33 32
26 27 34 33
28 29 36 35
29 30 37 36
30 31 38 37
31 32 39 38
32 33 40 39
33 34 41 40
35 36 43 42
36 37 44 43

```

B

42 ②⑦ 35	43 ②⑧ 36	44 ②⑨ 37	45 ③⑩ 38	46 ③① 39	47 ③② 40	48 ③③ 41
②① 28	②② 29	②③ 30	②④ 31	②⑤ 32	②⑥ 33	②⑦ 34
①⑦ 22	①⑧ 23	①⑨ 24		①⑩ 25	①⑪ 26	①⑫ 27
①③ 15	①④ 16	①⑤ 17	①⑥ 18	①⑦ 19	①⑧ 20	①⑨ 21
① 8	② 9	③ 10	④ 11	⑤ 12	⑥ 13	⑦ 14
① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5	⑥ 6	⑦ 7

A

Şekil 5.10: $30 \times 30 \text{ mm}^2$ boyutundaki bir plağın ortasına $15 \times 15 \text{ mm}^2$ 'lik delik açılması durumundaki sonlu eleman modeli

(17. problemin sınır şartlarının devamı)

37 38 45 44

38 39 46 45

39 40 47 46

40 41 48 47

0 0 5 0 7.5 0 15 0 22.5 0 25 0 30 0

0 5 5 5 7.5 5 15 5 22.5 5 25 5 30 5

0 7.5 5 7.5 7.5 7.5 15 7.5 22.5 7.5 25 7.5 30 7.5

0 15 5 15 7.5 15 22.5 15 25 15 30 15

0 22.5 5 22.5 7.5 22.5 15 22.5 22.5 22.5 25 22.5 30 22.5

0 25 5 25 7.5 25 15 25 22.5 25 25 25 30 25

0 30 5 30 7.5 30 15 30 22.5 30 25 30 30 30


```
0 7.5 5 7.5 7.5 7.5 15 7.5 22.5 7.5 25 7.5 30 7.5
0 15 5 15 7.5 15 22.5 15 25 15 30 15
0 22.5 5 22.5 7.5 22.5 15 22.5 22.5 22.5 25 22.5 30 22.5
0 25 5 25 7.5 25 15 25 22.5 25 25 25 30 25
0 30 5 30 7.5 30 15 30 22.5 30 25 30 30 30
25.0E3 1.0E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3845E2 0.3E0 1.0E1 2.0E1
0
21
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21
0.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00
7
124 127 130 133 136 139 142
5 10 10 10 10 10 5
```



BÖLÜM 6

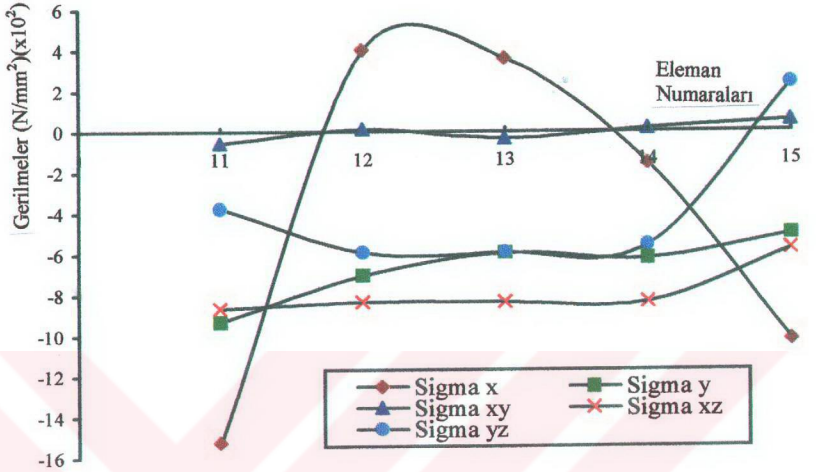
6. SONUÇLAR

Bu bölümde beşinci bölümde sınır şartları verilen problemlerin sonuçları grafikler halinde gösterilecektir. Elemanlarda meydana gelen gerilmelerin hepsini göstermeye gerek yoktur. Fakat bazı problemlerde karşılaştırma yapabilmek için sonuçlar sayısal olarak da verilmiştir. Aşağıdaki grafiklerdeki değerler, genel olarak delik civarında meydana gelen gerilme değerleridir.

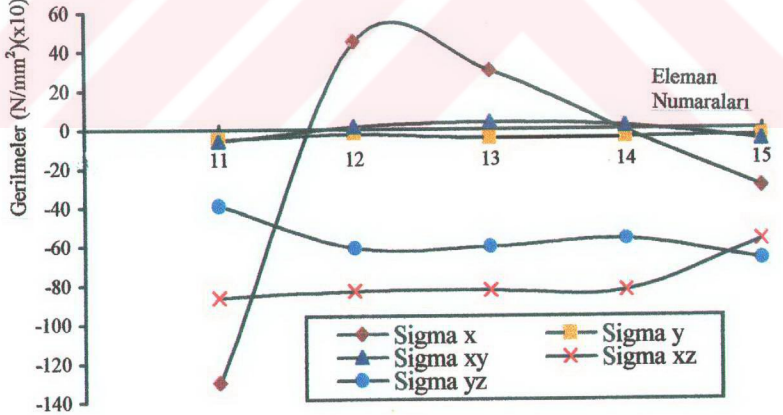
Sonuç olarak, plağı ortasından kestiğimizde, elemanlarda oluşan gerilmeler ve düğümlerdeki yer değiştirmeler grafiklerle belirtilmiştir. Deliklere yakın olan elemanlar daha çok zorlanmaktadır. Plağın kompozit(anizotrop) olması, izotrop halde olmasından daha avantajlıdır, çünkü grafiklerden de görüldüğü gibi gerilme değerleri biraz daha küçüktür.



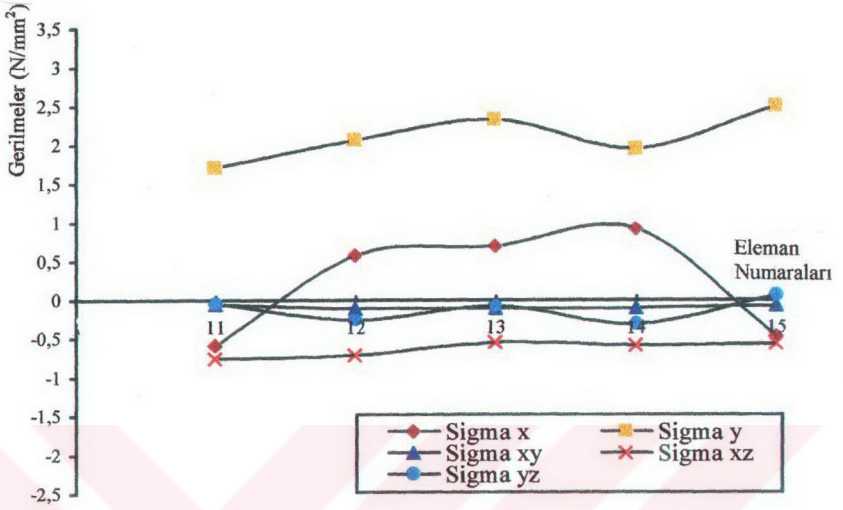
6.1 Sonuçların Grafiklerle Gösterilmesi



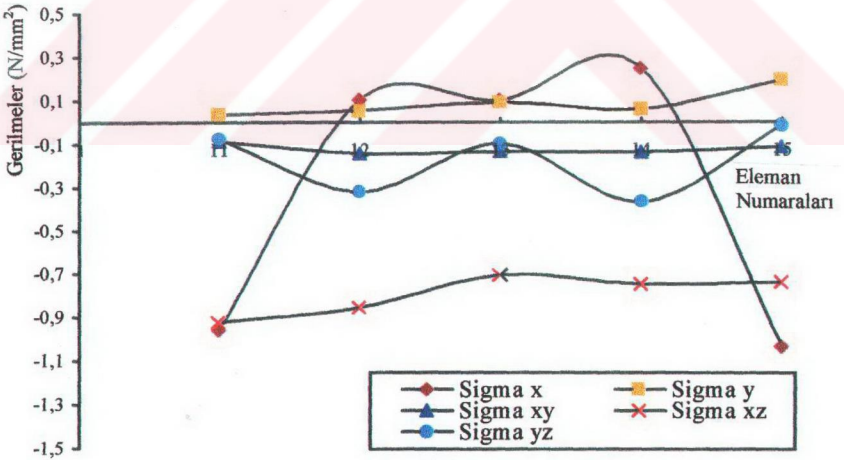
Şekil 6.1: (Problem 1) $P=60$ N/mm üniform yüklenmiş, izotrop plak elemanlarında oluşan gerilmeler



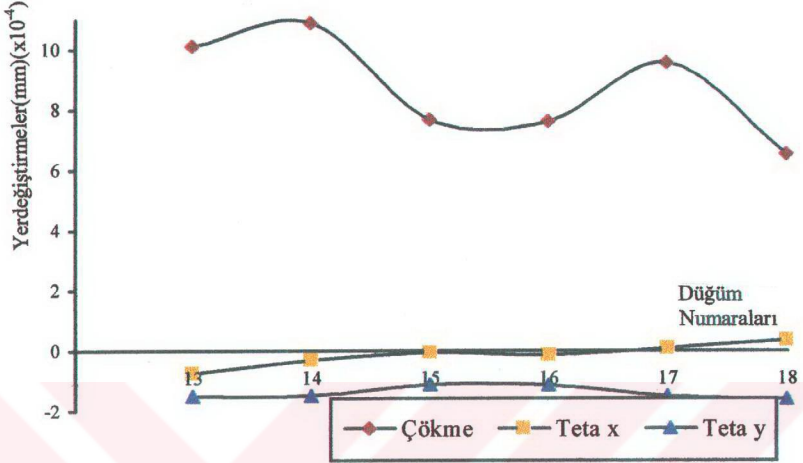
Şekil 6.2: (Problem 2) $P=60$ N/mm üniform yüklenmiş, anizotrop plak elemanlarında oluşan gerilmeler



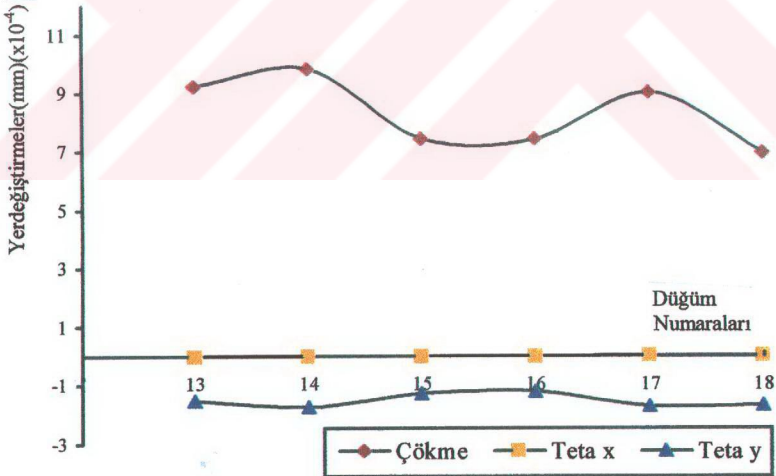
Şekil 6.3: (Problem 3) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş izotrop bir plağın, bir kesit boyunca elemanlarında meydana gelen gerilmeler



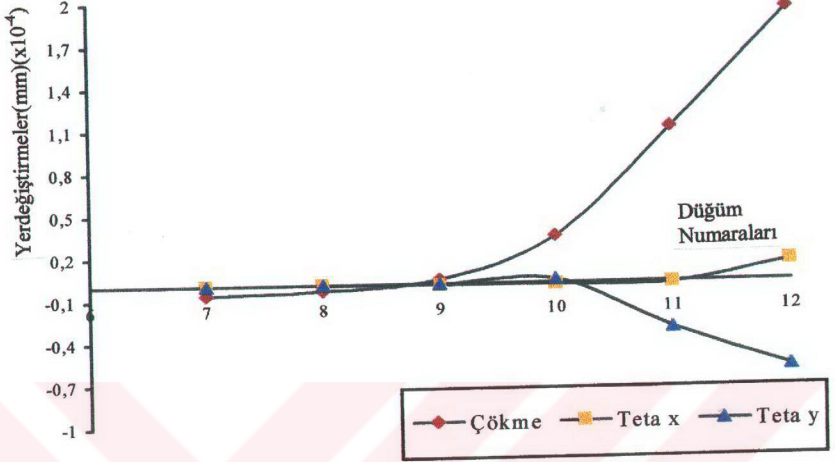
Şekil 6.4: (Problem 4) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş anizotrop bir plağın, bir kesit boyunca elemanlarında meydana gelen gerilmeler



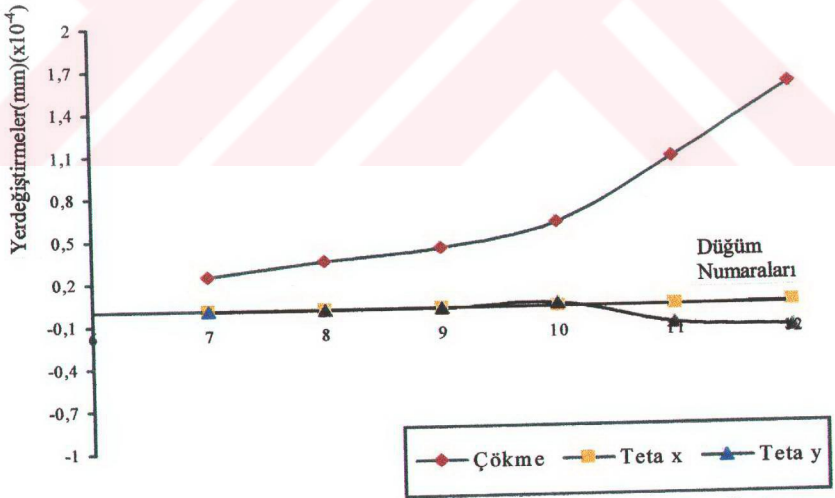
Şekil 6.5: (Problem 5) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 5×5 mm² delikli izotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler



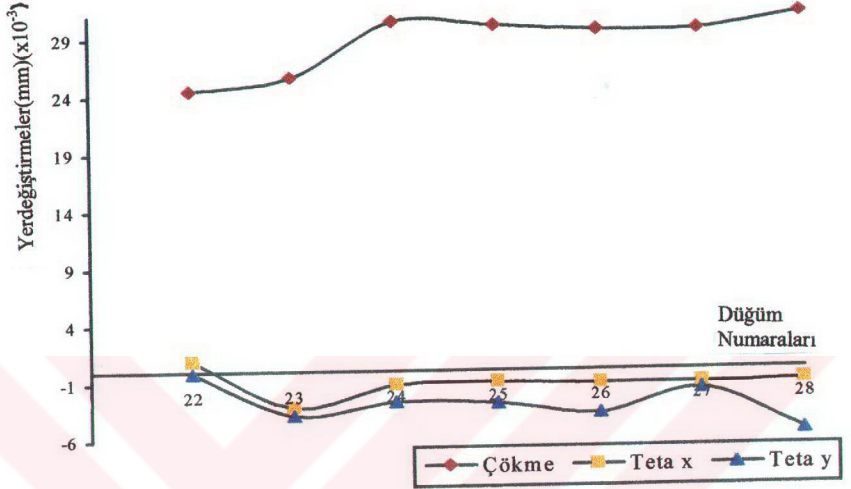
Şekil 6.6: (Problem 6) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 5×5 mm² delikli anizotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler



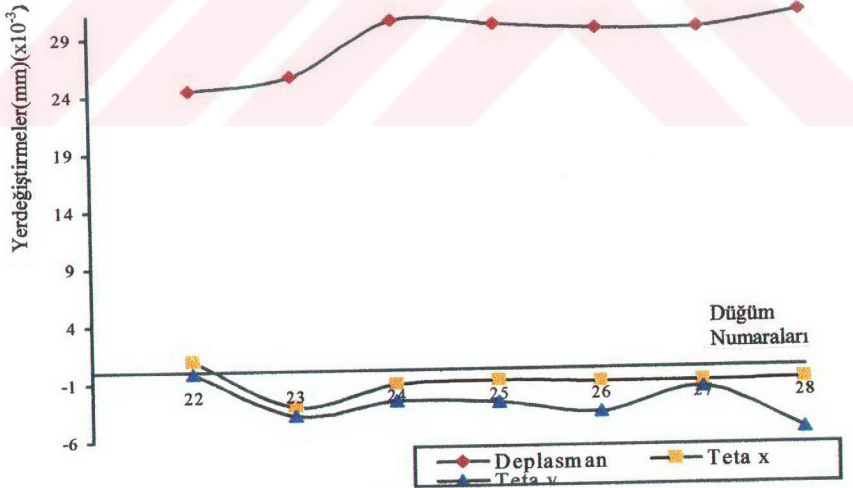
Şekil.6.9: (Problem9) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 15×15 mm² delikli izotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler



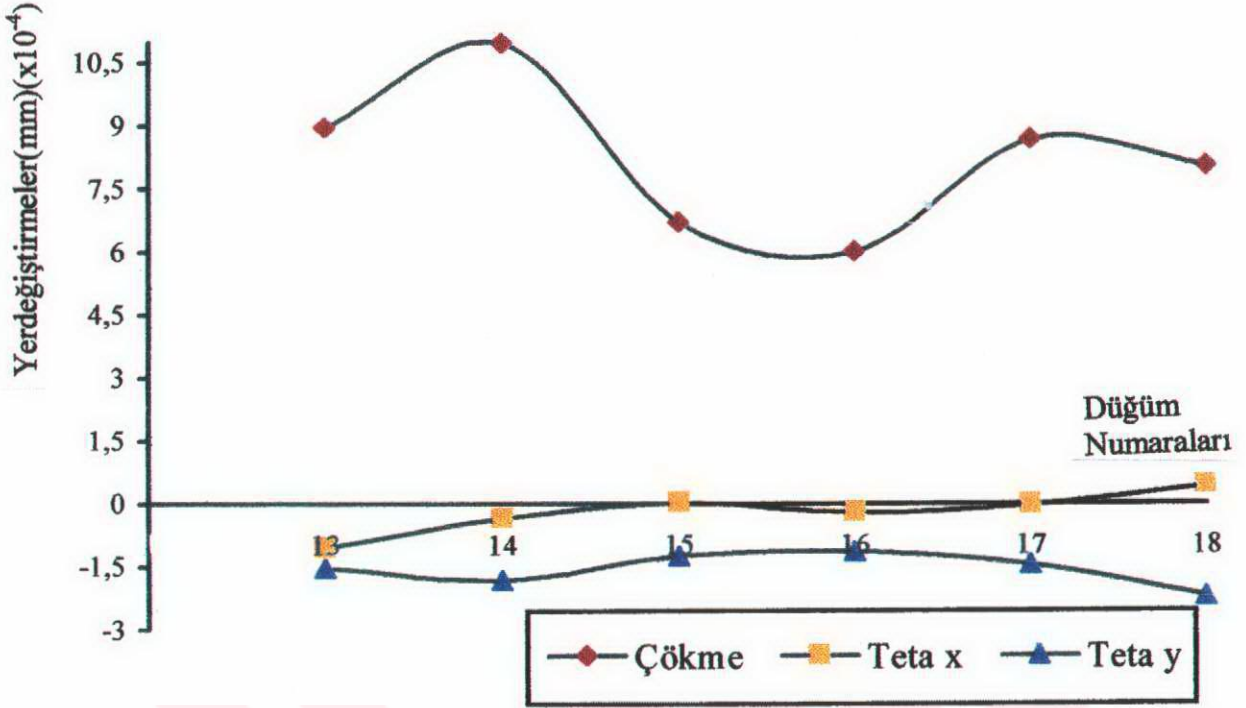
Şekil.6.10: (Problem 10) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 15×15 mm² delikli anizotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler



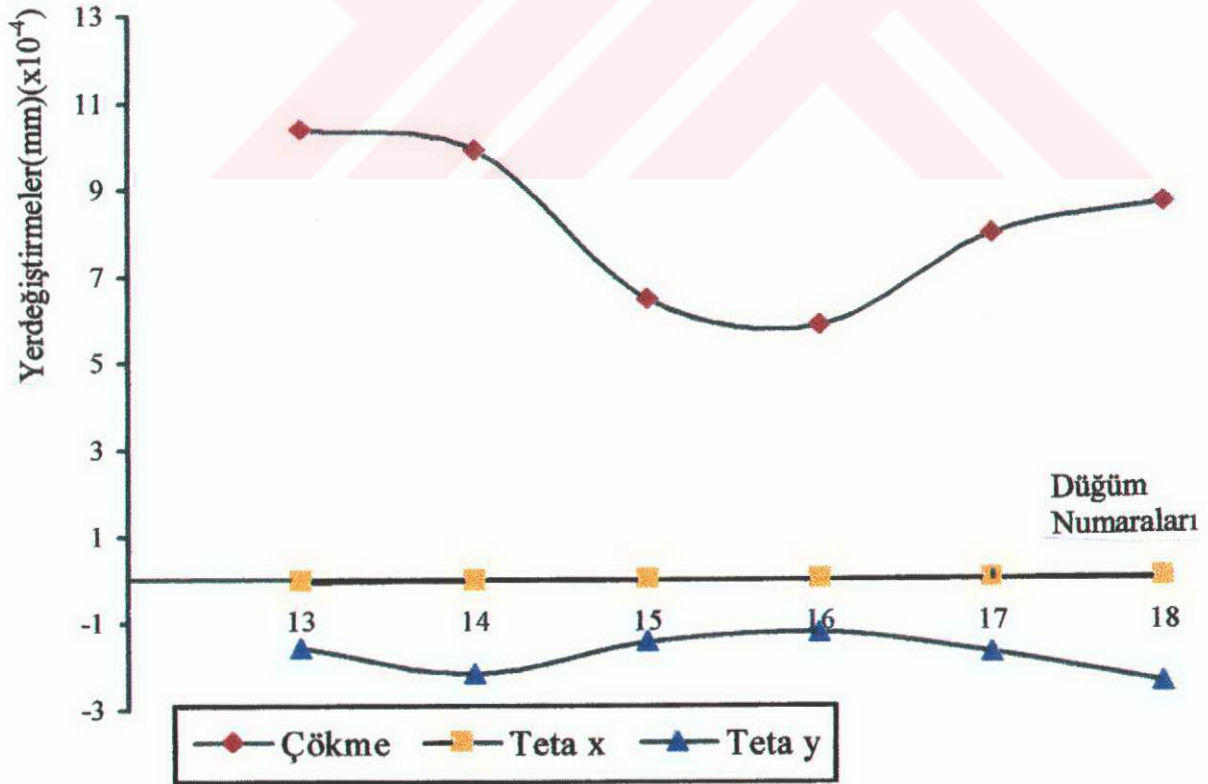
Şekil 6.11: (Problem 11) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş izotrop bir plağın, bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler



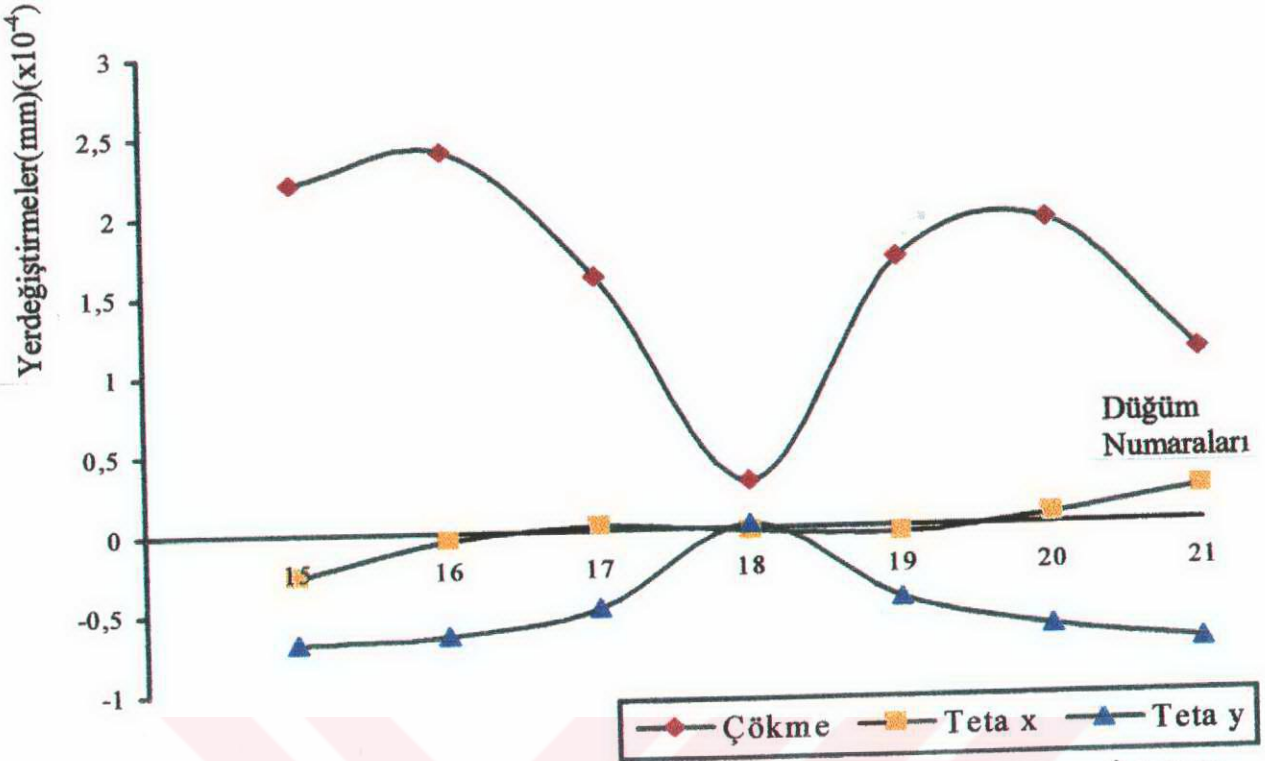
Şekil 6.12: (Problem 12) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş anizotrop bir plağın, bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler



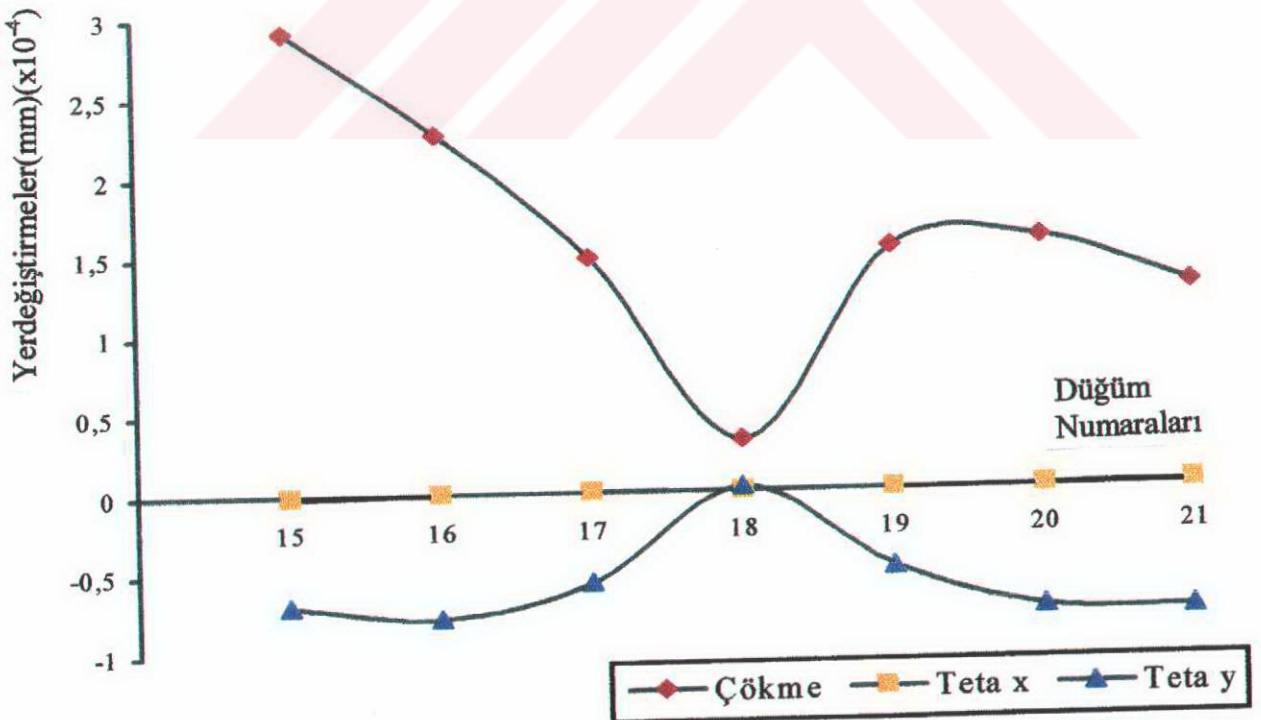
Şekil 6.13: (Problem 13) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 5×5 mm² delikli izotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler



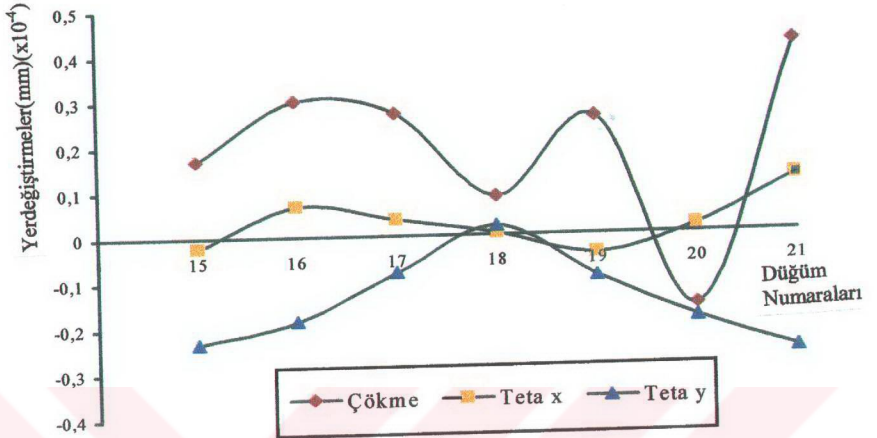
Şekil 6.14: (Problem 14) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 5×5 mm² delikli anizotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler



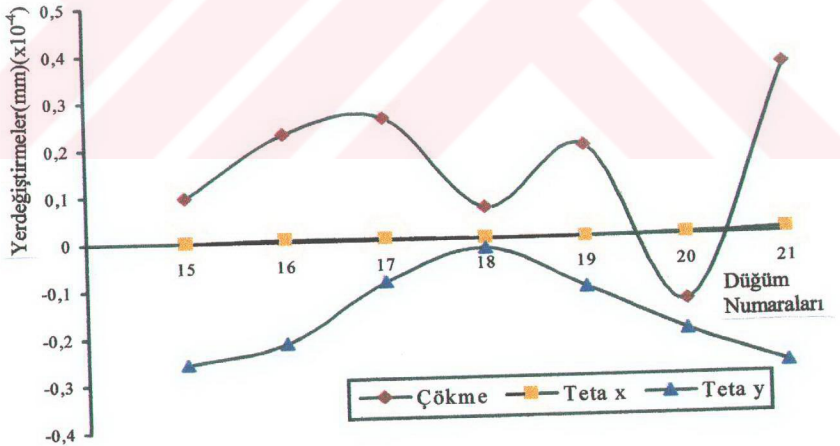
Şekil 6.15: (Problem 15) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 10×10 mm² delikli izotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler



Şekil 6.16: (Problem 16) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 10×10 mm² delikli anizotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler



Şekil 6.17: (Problem 17) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 15×15 mm² delikli izotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler



Şekil 6.18: (Problem 18) B kenarından $P=60$ N/mm yayılı yüklenmiş 15×15 mm² delikli anizotrop bir plağın, delik kenarındaki bir kesit boyunca düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler

Bazı problemlerin sayısal sonuçlarını verecek olursak;

6.2 Üçüncü Problemin Sayısal Sonuçları

ELEMAN TİPİ (1=LINEER,2=QUADRATIK) = 1
 ELEMAN DÜĞÜM SAYISI = 4
 AĞDAKİ TOPLAM ELEMAN SAYISI = 25
 AĞDAKİ TOPLAM DÜĞÜM SAYISI = 36
 SERBESTLİK DERECEŚİ = 3

MALZEME ÖZELLİKLERİ:

MODÜL , E1 = 0.25000E+08

MODÜL , E2 = 0.25000E+08

KAYMA MODÜLÜ , G12,G13,G23 = 0.5000E+06 0.5000E+06 0.2000E+06

POISSON ORANI , NU12 = 0.25000E+00

KAYMA DÜZELTME KATSAYISI , K = 0.83333E+00

MALZEME YOĞUNLUĞU , RHO = 0.00000E+00

PLAK KALINLIĞI , H = 0.20000E+00

YÜK ŞİDDETİ , P= 0.00000E+00

BELİRTİLEN DEPLASMAN KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ:

1	0.0000
2	0.0000
3	0.0000
4	0.0000
5	0.0000
6	0.0000
7	0.0000
8	0.0000
9	0.0000
10	0.0000
11	0.0000
12	0.0000
13	0.0000
14	0.0000
15	0.0000
16	0.0000
17	0.0000
18	0.0000

BELİRTİLEN KUVVET KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ:

91	6.0000
94	12.0000
97	12.0000
100	12.0000
103	12.0000
106	6.0000

ELEMEN KOD NUMARALARI MATRİSİ.....NOD(L,J)

1	1	2	8	7
2	2	3	9	8
3	3	4	10	9
4	4	5	11	10
5	5	6	12	11
6	7	8	14	13
7	8	9	15	14
8	9	10	16	15
9	10	11	17	16
10	11	12	18	17
11	13	14	20	19
12	14	15	21	20
13	15	16	22	21
14	16	17	23	22
15	17	18	24	23
16	19	20	26	25
17	20	21	27	26
18	21	22	28	27
19	22	23	29	28
20	23	24	30	29
21	25	26	32	31
22	26	27	33	32
23	27	28	34	33
24	28	29	35	34
25	29	30	36	35

DÜĞÜMLERİN SİSTEM KOORDİNATLARI:

DUGUM	X(I)	Y(I)
1	0.0000	0.0000
2	5.0000	0.0000
3	10.0000	0.0000
4	15.0000	0.0000
5	20.0000	0.0000
6	25.0000	0.0000
7	0.0000	5.0000
8	5.0000	5.0000
9	10.0000	5.0000
10	15.0000	5.0000
11	20.0000	5.0000
12	25.0000	5.0000
13	0.0000	10.0000
14	5.0000	10.0000
15	10.0000	10.0000
16	15.0000	10.0000
17	20.0000	10.0000
18	25.0000	10.0000
19	0.0000	15.0000

20	5.0000	15.0000
21	10.0000	15.0000
22	15.0000	15.0000
23	20.0000	15.0000
24	25.0000	15.0000
25	0.0000	20.0000
26	5.0000	20.0000
27	10.0000	20.0000
28	15.0000	20.0000
29	20.0000	20.0000
30	25.0000	20.0000
31	0.0000	25.0000
32	5.0000	25.0000
33	10.0000	25.0000
34	15.0000	25.0000
35	20.0000	25.0000
36	25.0000	25.0000

SİSTEM RİJİTLİK MATRİSİ YARI BAND GENİŞLİĞİ = 24

DÜĞ. NO.	W	TETA-X	TETA-Y
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.8275E-06	-0.1056E-05	0.8298E-07
8	-0.1080E-05	-0.2747E-05	-0.8194E-06
9	-0.1013E-05	-0.3135E-05	-0.1488E-05
10	0.4578E-07	-0.2720E-05	-0.2048E-05
11	-0.1612E-05	-0.2636E-05	-0.1556E-05
12	0.1389E-05	-0.4175E-05	-0.2013E-05
13	-0.1162E-05	0.1713E-05	-0.4910E-06
14	0.3647E-05	0.4763E-05	0.1125E-05
15	0.3687E-05	0.5082E-05	0.1499E-05
16	0.1563E-05	0.4183E-05	0.2331E-05
17	0.5509E-05	0.3556E-05	0.2027E-05
18	0.1359E-05	0.6757E-05	-0.1258E-06
19	-0.2460E-05	-0.8700E-06	0.3817E-05
20	-0.1957E-04	-0.7981E-05	0.4227E-05
21	-0.2129E-04	-0.8064E-05	0.6062E-05
22	-0.1867E-04	-0.6733E-05	0.6377E-05
23	-0.2903E-04	-0.4087E-05	0.3652E-05
24	-0.1910E-04	-0.1399E-04	0.1793E-04
25	0.1304E-04	-0.5456E-05	-0.1690E-04
26	0.6859E-04	0.1597E-04	-0.3675E-04
27	0.7244E-04	0.1488E-04	-0.4153E-04
28	0.7238E-04	0.1423E-04	-0.4944E-04

29	0.8958E-04	0.9008E-05	-0.3413E-04
30	0.5006E-04	0.3636E-04	-0.7124E-04
31	0.3872E-03	-0.8126E-05	-0.1165E-03
32	0.3925E-03	-0.7130E-04	-0.1006E-03
33	0.4721E-03	-0.3439E-04	-0.1258E-03
34	0.4622E-03	-0.3627E-04	-0.1180E-03
35	0.4626E-03	-0.3786E-04	-0.1307E-03
36	0.5063E-03	-0.5326E-04	-0.1191E-03

X-KOOR	Y-KOOR	SIGMAX	SIGMAY	SIGMAXY	SIGMAXZ	SIGMAYZ
2.500	2.500	-0.500E+00	-0.309E+00	-0.235E-01	-0.476E+00	-0.349E-01
7.500	2.500	-0.257E+00	-0.641E+00	-0.328E-01	-0.610E+00	-0.131E+00
12.500	2.500	-0.125E+00	-0.915E+00	-0.321E-01	-0.566E+00	-0.163E+00
17.500	2.500	-0.218E+00	-0.955E+00	-0.243E-01	-0.627E+00	-0.176E+00
22.500	2.500	-0.648E+00	-0.105E+01	-0.363E-01	-0.584E+00	-0.152E+00
2.500	7.500	0.454E+00	0.456E+00	0.550E-01	0.399E+00	0.414E-01
7.500	7.500	0.310E+00	0.131E+01	0.772E-01	0.417E+00	0.170E+00
12.500	7.500	0.362E+00	0.193E+01	0.770E-01	0.311E+00	0.116E+00
17.500	7.500	0.386E+00	0.209E+01	0.664E-01	0.343E+00	0.175E+00
22.500	7.500	0.808E+00	0.157E+01	0.726E-01	0.317E+00	0.487E-01
2.500	12.500	-0.589E+00	0.171E+01	-0.665E-01	-0.760E+00	-0.470E-01
7.500	12.500	0.574E+00	0.206E+01	-0.118E+00	-0.716E+00	-0.265E+00
12.500	12.500	0.689E+00	0.232E+01	-0.115E+00	-0.555E+00	-0.755E-01
17.500	12.500	0.916E+00	0.165E+01	-0.108E+00	-0.588E+00	-0.313E+00
22.500	12.500	-0.475E+00	0.480E+01	-0.813E-01	-0.568E+00	0.619E-01
2.500	17.500	-0.295E+00	-0.155E+02	-0.348E-03	0.178E+01	-0.172E+00
7.500	17.500	-0.622E+01	-0.237E+02	0.220E+00	0.163E+01	0.199E+00
12.500	17.500	-0.671E+01	-0.275E+02	0.182E+00	0.160E+01	-0.193E+00
17.500	17.500	-0.693E+01	-0.251E+02	0.233E+00	0.158E+01	0.430E+00
22.500	17.500	-0.381E+01	-0.327E+02	0.203E+00	0.161E+01	-0.362E+00
2.500	22.500	-0.220E+02	-0.464E+02	-0.469E+00	-0.464E+01	0.354E+00
7.500	22.500	-0.320E+00	-0.371E+02	-0.833E+00	-0.432E+01	-0.632E+00
12.500	22.500	-0.109E+02	-0.409E+02	-0.500E+00	-0.474E+01	-0.790E+00
17.500	22.500	-0.128E+02	-0.445E+02	-0.474E+00	-0.457E+01	-0.113E+01
22.500	22.500	-0.644E+01	-0.377E+02	-0.810E+00	-0.459E+01	-0.976E+00

6.3 Dördüncü Problemin Sayısal Sonuçları

ELEMAN TİPİ (1=LINEER,2=QUADRATİK) = 1

ELEMAN DÜĞÜM SAYISI = 4

AĞDAKİ TOPLAM ELEMAN SAYISI = 25

AĞDAKİ TOPLAM DÜĞÜM SAYISI = 36

SERBESTLİK DERECEŚİ = 3

MALZEME ÖZELLİKLERİ:

MODÜL, E1 = 0.25000E+08

MODÜL, E2 = 0.10000E+07

KAYMA MODÜLÜ, G12,G13,G23 = 0.5000E+06 0.5000E+06 0.2000E+06

POISSON ORANI, NU12 = 0.25000E+00

KAYMA DÜZELTME KATSAYISI, $K = 0.83333E+00$
MALZEME YOĞUNLUĞU, $RHO = 0.00000E+00$
PLAK KALINLIĞI, $H = 0.20000E+00$
YÜK ŞİDDETİ, $P = 0.00000E+00$

BELİRTİLEN DEPLASMAN KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ:

1	0.0000
2	0.0000
3	0.0000
4	0.0000
5	0.0000
6	0.0000
7	0.0000
8	0.0000
9	0.0000
10	0.0000
11	0.0000
12	0.0000
13	0.0000
14	0.0000
15	0.0000
16	0.0000
17	0.0000
18	0.0000

BELİRTİLEN KUVVET KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ:

91	6.0000
94	12.0000
97	12.0000
100	12.0000
103	12.0000
106	6.0000

ELEMAN KOD NUMARALARI MATRİSİ.....NOD(I,J)

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

16	19	20	26	25
17	20	21	27	26
18	21	22	28	27
19	22	23	29	28
20	23	24	30	29
21	25	26	32	31
22	26	27	33	32
23	27	28	34	33
24	28	29	35	34
25	29	30	36	35

DÜĞÜMLERİN SİSTEM KOORDİNATLARI:

DÜĞÜM	X(I)	Y(I)
1	0.0000	0.0000
2	5.0000	0.0000
3	10.0000	0.0000
4	15.0000	0.0000
5	20.0000	0.0000
6	25.0000	0.0000
7	0.0000	5.0000
8	5.0000	5.0000
9	10.0000	5.0000
10	15.0000	5.0000
11	20.0000	5.0000
12	25.0000	5.0000
13	0.0000	10.0000
14	5.0000	10.0000
15	10.0000	10.0000
16	15.0000	10.0000
17	20.0000	10.0000
18	25.0000	10.0000
19	0.0000	15.0000
20	5.0000	15.0000
21	10.0000	15.0000
22	15.0000	15.0000
23	20.0000	15.0000
24	25.0000	15.0000
25	0.0000	20.0000
26	5.0000	20.0000
27	10.0000	20.0000
28	15.0000	20.0000
29	20.0000	20.0000
30	25.0000	20.0000
31	0.0000	25.0000
32	5.0000	25.0000
33	10.0000	25.0000
34	15.0000	25.0000
35	20.0000	25.0000
36	25.0000	25.0000

SİSTEM RİJİTLİK MATRİSİ YARI BAND GENİŞLİĞİ = 24

DÜĞ. NO.	W	TETA-X	TETA-Y
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.1006E-05	-0.1280E-05	0.2094E-06
8	-0.1489E-05	-0.3335E-05	-0.1123E-05
9	-0.1461E-05	-0.3735E-05	-0.1876E-05
10	-0.3639E-06	-0.3234E-05	-0.2477E-05
11	-0.2537E-05	-0.3006E-05	-0.1927E-05
12	0.9969E-06	-0.5017E-05	-0.1834E-05
13	-0.1669E-05	0.2069E-05	-0.5940E-06
14	0.4674E-05	0.5728E-05	0.1234E-05
15	0.5053E-05	0.5972E-05	0.1327E-05
16	0.3098E-05	0.5023E-05	0.1484E-05
17	0.7770E-05	0.4200E-05	0.1938E-05
18	0.2089E-05	0.8460E-05	-0.2208E-05
19	0.9654E-06	-0.2240E-05	0.2354E-05
20	-0.1701E-04	-0.9766E-05	0.2781E-05
21	-0.1863E-04	-0.9639E-05	0.5157E-05
22	-0.1602E-04	-0.8376E-05	0.6777E-05
23	-0.2613E-04	-0.5831E-05	0.2234E-05
24	-0.1417E-04	-0.1640E-04	0.1842E-04
25	0.1034E-04	-0.2866E-05	-0.1080E-04
26	0.6598E-04	0.1803E-04	-0.3011E-04
27	0.6970E-04	0.1674E-04	-0.3557E-04
28	0.6947E-04	0.1623E-04	-0.4347E-04
29	0.8647E-04	0.1108E-04	-0.2778E-04
30	0.4792E-04	0.3803E-04	-0.6340E-04
31	0.4057E-03	-0.1053E-04	-0.1348E-03
32	0.4118E-03	-0.7470E-04	-0.1112E-03
33	0.4940E-03	-0.3641E-04	-0.1414E-03
34	0.4847E-03	-0.3920E-04	-0.1312E-03
35	0.4863E-03	-0.4033E-04	-0.1472E-03
36	0.5329E-03	-0.5728E-04	-0.1336E-03

X-KOOR	Y-KOOR	SIGMAX	SIGMAY	SIGMAXY	SIGMAXZ	SIGMAYZ
2.500	2.500	-0.517E+00	-0.143E-01	-0.297E-01	-0.585E+00	-0.461E-01
7.500	2.500	-0.108E+00	-0.311E-01	-0.391E-01	-0.735E+00	-0.174E+00
12.500	2.500	0.114E+00	-0.424E-01	-0.378E-01	-0.680E+00	-0.212E+00
17.500	2.500	0.462E-01	-0.436E-01	-0.285E-01	-0.741E+00	-0.232E+00
22.500	2.500	-0.513E+00	-0.427E-01	-0.397E-01	-0.689E+00	-0.182E+00
2.500	7.500	0.406E+00	0.196E-01	0.645E-01	0.492E+00	0.467E-01
7.500	7.500	-0.250E-01	0.554E-01	0.906E-01	0.499E+00	0.193E+00

12.500	7.500	-0.947E-01	0.707E-01	0.876E-01	0.384E+00	0.102E+00
17.500	7.500	-0.129E+00	0.770E-01	0.823E-01	0.415E+00	0.189E+00
22.500	7.500	0.572E+00	0.406E-01	0.831E-01	0.393E+00	0.220E-01
2.500	12.500	-0.958E+00	0.354E-01	-0.877E-01	-0.923E+00	-0.768E-01
7.500	12.500	0.106E+00	0.548E-01	-0.143E+00	-0.854E+00	-0.319E+00
12.500	12.500	0.101E+00	0.922E-01	-0.136E+00	-0.704E+00	-0.990E-01
17.500	12.500	0.446E+00	0.603E-01	-0.138E+00	-0.746E+00	-0.366E+00
22.500	12.500	-0.153E+01	0.194E+00	-0.114E+00	-0.735E+00	0.135E-01
2.500	17.500	0.323E+01	-0.428E+00	0.414E-01	0.190E+01	0.484E-01
7.500	17.500	-0.474E+00	-0.741E+00	0.255E+00	0.169E+01	0.449E+00
12.500	17.500	-0.403E-01	-0.910E+00	0.224E+00	0.166E+01	0.101E+00
17.500	17.500	-0.855E+00	-0.811E+00	0.263E+00	0.165E+01	0.708E+00
22.500	17.500	0.383E+01	-0.108E+01	0.260E+00	0.169E+01	-0.273E-01
2.500	22.500	-0.114E+02	-0.216E+01	-0.480E+00	-0.473E+01	0.398E+00
7.500	22.500	0.881E+01	-0.178E+01	-0.908E+00	-0.437E+01	-0.427E+00
12.500	22.500	-0.131E+01	-0.195E+01	-0.532E+00	-0.484E+01	-0.662E+00
17.500	22.500	-0.209E+01	-0.209E+01	-0.536E+00	-0.466E+01	-0.986E+00
22.500	22.500	0.203E+01	-0.188E+01	-0.844E+00	-0.472E+01	-0.753E+00

6.4 Beşinci Problemin Sayısal Sonuçları

ELEMAN TİPİ (1=LINEER,2=QUADRATİK) = 2

ELEMAN DÜĞÜM SAYISI = 4

AĞDAKİ TOPLAM ELEMAN SAYISI = 24

AĞDAKİ TOPLAM DÜĞÜM SAYISI = 36

SERBESTLİK DEREJESİ = 3

MALZEME ÖZELLİKLERİ:

MODÜL, E1 = 0.10000E+03

MODÜL, E2 = 0.10000E+03

KAYMA MODÜLÜ, G12,G13,G23 = 0.3845E+02 0.3845E+02 0.3845E+02

POISSON ORANI, NU12 = 0.30000E+00

KAYMA DÜZELTME KATSAYISI, K = 0.83333E+00

MALZEME YOĞUNLUĞU, RHO = 0.10000E+02

PLAK KALINLIĞI, H = 0.20000E+02

YÜK ŞİDDETİ, P = 0.00000E+00

BELİRTİLEN DEPLASMAN KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ:

1	0.0000
2	0.0000
3	0.0000
4	0.0000
5	0.0000
6	0.0000
7	0.0000
8	0.0000

9	0.0000
10	0.0000
11	0.0000
12	0.0000
13	0.0000
14	0.0000
15	0.0000
16	0.0000
17	0.0000
18	0.0000

BELİRTİLEN KUVVET KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ

91	6.0000
94	12.0000
97	12.0000
100	12.0000
103	12.0000
106	6.0000

ELEMAN KOD NUMARALARI MATRİSİ.....NOD(İ,J)

1	1	2	8	7
2	2	3	9	8
3	3	4	10	9
4	4	5	11	10
5	5	6	12	11
6	7	8	14	13
7	8	9	15	14
8	9	10	16	15
9	10	11	17	16
10	11	12	18	17
11	13	14	20	19
12	14	15	21	20
13	16	17	23	22
14	17	18	24	23
15	19	20	26	25
16	20	21	27	26
17	21	22	28	27
18	22	23	29	28
19	23	24	30	29
20	25	26	32	31
21	26	27	33	32
22	27	28	34	33
23	28	29	35	34
24	29	30	36	35

DÜĞÜMLERİN SİSTEM KOORDİNATLARI:

DÜĞÜM	X(I)	Y(I)
1	0.0000	0.0000
2	5.0000	0.0000

3	10.0000	0.0000
4	15.0000	0.0000
5	20.0000	0.0000
6	25.0000	0.0000
7	0.0000	5.0000
8	5.0000	5.0000
9	10.0000	5.0000
10	15.0000	5.0000
11	20.0000	5.0000
12	25.0000	5.0000
13	0.0000	10.0000
14	5.0000	10.0000
15	10.0000	10.0000
16	15.0000	10.0000
17	20.0000	10.0000
18	25.0000	10.0000
19	0.0000	15.0000
20	5.0000	15.0000
21	10.0000	15.0000
22	15.0000	15.0000
23	20.0000	15.0000
24	25.0000	15.0000
25	0.0000	20.0000
26	5.0000	20.0000
27	10.0000	20.0000
28	15.0000	20.0000
29	20.0000	20.0000
30	25.0000	20.0000
31	0.0000	25.0000
32	5.0000	25.0000
33	10.0000	25.0000
34	15.0000	25.0000
35	20.0000	25.0000
36	25.0000	25.0000

SİSTEM RİJİTLİK MATRİSİ YARI BAND GENİŞLİĞİ = 24

DÜĞ. NO.	W	TETA-X	TETA-Y
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.2430E-03	-0.3325E-04	-0.8429E-04
8	0.2641E-03	-0.6198E-05	-0.7307E-04
9	0.2459E-03	-0.3374E-05	-0.6516E-04
10	0.2289E-03	-0.2410E-05	-0.6478E-04
11	0.1996E-03	0.4050E-05	-0.7308E-04

12	0.1282E-03	0.2476E-04	-0.9008E-04
13	0.1013E-02	-0.7361E-04	-0.1500E-03
14	0.1088E-02	-0.2943E-04	-0.1487E-03
15	0.7676E-03	-0.4455E-05	-0.1123E-03
16	0.7628E-03	-0.1279E-04	-0.1136E-03
17	0.9571E-03	0.1070E-04	-0.1495E-03
18	0.6542E-03	0.3623E-04	-0.1607E-03
19	0.3090E-02	-0.1419E-03	-0.2486E-03
20	0.3093E-02	-0.6052E-04	-0.2286E-03
21	0.3491E-02	-0.1758E-04	-0.3315E-03
22	0.3673E-02	-0.7388E-04	-0.3360E-03
23	0.2721E-02	-0.2818E-05	-0.2460E-03
24	0.2262E-02	0.5206E-04	-0.2740E-03
25	0.8304E-02	-0.2104E-03	-0.3143E-03
26	0.7722E-02	-0.9873E-04	-0.3394E-03
27	0.7686E-02	-0.6768E-04	-0.3655E-03
28	0.7739E-02	-0.5156E-04	-0.3637E-03
29	0.7583E-02	-0.1428E-04	-0.3546E-03
30	0.6524E-02	0.6129E-04	-0.4133E-03
31	0.1910E-01	-0.1246E-03	-0.2397E-03
32	0.1863E-01	0.3432E-04	-0.3390E-03
33	0.1893E-01	0.3401E-04	-0.3394E-03
34	0.1898E-01	0.4520E-04	-0.3410E-03
35	0.1897E-01	0.8073E-04	-0.3338E-03
36	0.1828E-01	0.1849E-03	-0.3847E-03

X-KOOR	Y-KOOR	SIGMAX	SIGMAY	SIGMAXY	SIGMAXZ	SIGMAYZ
1.057	1.057	-0.414E-02	-0.176E-01	-0.193E-02	-0.158E-03	0.103E-02
1.057	3.943	-0.712E-03	-0.166E-01	-0.144E-02	-0.589E-03	-0.485E-03
3.943	1.057	-0.372E-02	-0.162E-01	-0.734E-03	-0.521E-04	0.115E-02
3.943	3.943	-0.285E-03	-0.152E-01	-0.236E-03	-0.194E-03	-0.243E-03
6.057	1.057	-0.458E-02	-0.157E-01	-0.302E-03	-0.626E-04	0.118E-02
6.057	3.943	-0.422E-02	-0.155E-01	0.487E-04	-0.234E-03	-0.137E-03
8.943	1.057	-0.428E-02	-0.146E-01	-0.177E-03	-0.515E-04	0.115E-02
8.943	3.943	-0.392E-02	-0.145E-01	0.174E-03	-0.192E-03	-0.885E-04
11.057	1.057	-0.425E-02	-0.143E-01	-0.238E-03	-0.445E-04	0.111E-02
11.057	3.943	-0.412E-02	-0.143E-01	-0.221E-03	-0.166E-03	-0.920E-04
13.943	1.057	-0.423E-02	-0.142E-01	-0.195E-03	-0.408E-04	0.105E-02
13.943	3.943	-0.411E-02	-0.142E-01	-0.178E-03	-0.152E-03	-0.149E-03
16.057	1.057	-0.409E-02	-0.145E-01	-0.215E-03	-0.467E-04	0.976E-03
16.057	3.943	-0.327E-02	-0.143E-01	-0.583E-03	-0.174E-03	-0.254E-03
18.943	1.057	-0.440E-02	-0.156E-01	0.717E-04	-0.215E-04	0.836E-03
18.943	3.943	-0.358E-02	-0.153E-01	-0.297E-03	-0.801E-04	-0.484E-03
21.057	1.057	-0.409E-02	-0.166E-01	0.372E-03	-0.396E-04	0.663E-03
21.057	3.943	-0.147E-02	-0.158E-01	-0.383E-03	-0.148E-03	-0.755E-03
23.943	1.057	-0.474E-02	-0.187E-01	0.129E-02	0.414E-04	0.333E-03
23.943	3.943	-0.211E-02	-0.179E-01	0.536E-03	0.154E-03	-0.127E-02
1.057	6.057	0.227E-02	-0.129E-01	-0.212E-02	-0.922E-03	0.192E-02
1.057	8.943	0.444E-02	-0.122E-01	-0.256E-02	-0.140E-02	0.668E-03

3.943	6.057	0.189E-02-0.141E-01-0.136E-02-0.354E-03 0.229E-02
3.943	8.943	0.407E-02-0.135E-01-0.180E-02-0.650E-03 0.933E-03
6.057	6.057	-0.294E-02-0.148E-01-0.355E-03-0.832E-03 0.211E-02
6.057	8.943	-0.130E-03-0.140E-01 0.913E-03-0.229E-02 0.826E-03
8.943	6.057	-0.185E-02-0.112E-01 0.629E-03-0.693E-03 0.125E-02
8.943	8.943	0.957E-03-0.103E-01 0.190E-02-0.192E-02 0.269E-03
11.057	6.057	-0.335E-02-0.105E-01-0.233E-03-0.215E-03 0.953E-03
11.057	8.943	-0.453E-02-0.109E-01-0.310E-03-0.226E-03 0.749E-04
13.943	6.057	-0.342E-02-0.107E-01-0.646E-03-0.233E-03 0.998E-03
13.943	8.943	-0.460E-02-0.111E-01-0.722E-03-0.344E-03 0.102E-03
16.057	6.057	-0.139E-02-0.114E-01-0.161E-02 0.358E-04 0.122E-02
16.057	8.943	0.767E-03-0.107E-01-0.284E-02 0.738E-03 0.211E-03
18.943	6.057	-0.245E-02-0.149E-01-0.853E-03 0.222E-03 0.179E-02
18.943	8.943	-0.286E-03-0.142E-01-0.208E-02 0.111E-02 0.481E-03
21.057	6.057	-0.186E-03-0.151E-01-0.624E-03-0.449E-03 0.157E-02
21.057	8.943	0.426E-03-0.149E-01-0.366E-03-0.116E-02 0.183E-03
23.943	6.057	0.348E-04-0.144E-01-0.409E-03-0.469E-04 0.426E-03
23.943	8.943	0.647E-03-0.142E-01-0.152E-03-0.710E-03-0.904E-03
1.057	11.057	0.520E-02-0.174E-01-0.424E-02-0.208E-02 0.777E-02
1.057	13.943	0.991E-02-0.160E-01-0.341E-02-0.347E-02 0.602E-02
3.943	11.057	0.591E-02-0.150E-01-0.259E-02-0.112E-02 0.760E-02
3.943	13.943	0.106E-01-0.136E-01-0.176E-02-0.211E-02 0.605E-02
6.057	11.057	-0.887E-03-0.221E-01-0.156E-02-0.204E-02 0.856E-02
6.057	13.943	0.139E-02-0.215E-01-0.774E-02 0.112E-03 0.654E-02
8.943	11.057	-0.619E-02-0.398E-01-0.762E-03-0.151E-02 0.114E-01
8.943	13.943	-0.391E-02-0.391E-01-0.695E-02 0.836E-03 0.784E-02
16.057	11.057	-0.554E-02-0.408E-01-0.464E-02-0.904E-03 0.119E-01
16.057	13.943	0.502E-03-0.390E-01 0.949E-03-0.609E-02 0.827E-02
18.943	11.057	-0.741E-03-0.248E-01-0.253E-02-0.283E-03 0.747E-02
18.943	13.943	0.530E-02-0.230E-01 0.306E-02-0.496E-02 0.520E-02
21.057	11.057	0.382E-03-0.199E-01-0.170E-02-0.169E-02 0.555E-02
21.057	13.943	0.411E-02-0.188E-01-0.244E-02-0.240E-02 0.370E-02
23.943	11.057	-0.259E-03-0.220E-01-0.394E-03-0.110E-02 0.470E-02
23.943	13.943	0.346E-02-0.209E-01-0.114E-02-0.149E-02 0.267E-02
1.057	16.057	0.143E-01-0.107E-01-0.398E-02-0.519E-02 0.243E-01
1.057	18.943	0.182E-01-0.958E-02-0.598E-02-0.850E-02 0.229E-01
3.943	16.057	0.126E-01-0.165E-01-0.263E-02-0.356E-02 0.223E-01
3.943	18.943	0.165E-01-0.153E-01-0.463E-02-0.655E-02 0.204E-01
6.057	16.057	0.265E-02-0.181E-01-0.979E-02 0.363E-04 0.204E-01
6.057	18.943	0.114E-02-0.186E-01-0.638E-02-0.232E-02 0.187E-01
8.943	16.057	0.557E-02-0.838E-02-0.103E-01 0.784E-03 0.172E-01
8.943	18.943	0.406E-02-0.883E-02-0.691E-02-0.170E-02 0.163E-01
11.057	16.057	-0.112E-01-0.989E-02-0.292E-02-0.189E-03 0.158E-01
11.057	18.943	-0.198E-02-0.713E-02-0.264E-02-0.131E-02 0.152E-01
13.943	16.057	-0.109E-01-0.908E-02 0.295E-03-0.947E-03 0.153E-01
13.943	18.943	-0.174E-02-0.632E-02 0.576E-03-0.129E-02 0.148E-01
16.057	16.057	0.111E-01-0.563E-02 0.677E-02-0.681E-02 0.167E-01
16.057	18.943	0.681E-02-0.691E-02 0.318E-02-0.358E-02 0.158E-01
18.943	16.057	0.802E-02-0.159E-01 0.527E-02-0.562E-02 0.210E-01

18.943	18.943	0.373E-02-0.172E-01	0.168E-02-0.276E-02	0.193E-01		
21.057	16.057	0.543E-02-0.214E-01	-0.320E-02-0.352E-02	0.215E-01		
21.057	18.943	0.806E-02-0.206E-01	-0.456E-02-0.587E-02	0.194E-01		
23.943	16.057	0.427E-02-0.253E-01	-0.228E-02-0.242E-02	0.186E-01		
23.943	18.943	0.689E-02-0.245E-01	-0.364E-02-0.456E-02	0.162E-01		
1.057	21.057	0.306E-01	0.210E-01	0.423E-02-0.892E-02	0.595E-01	
1.057	23.943	0.366E-01	0.228E-01	0.937E-03-0.675E-02	0.606E-01	
3.943	21.057	0.278E-01	0.116E-01	0.633E-02-0.667E-02	0.591E-01	
3.943	23.943	0.338E-01	0.134E-01	0.303E-02-0.399E-02	0.594E-01	
6.057	21.057	0.575E-02	0.290E-02	0.814E-02-0.188E-02	0.593E-01	
6.057	23.943	0.177E-02	0.170E-02	0.927E-02	0.171E-02	0.594E-01
8.943	21.057	0.673E-02	0.614E-02	0.674E-02-0.142E-02	0.602E-01	
8.943	23.943	0.275E-02	0.495E-02	0.788E-02	0.183E-02	0.606E-01
11.057	21.057	0.498E-02	0.656E-02	0.782E-02-0.103E-02	0.605E-01	
11.057	23.943	0.436E-02	0.637E-02	0.767E-02	0.850E-03	0.610E-01
13.943	21.057	0.485E-02	0.613E-02	0.761E-02-0.752E-03	0.606E-01	
13.943	23.943	0.423E-02	0.594E-02	0.746E-02	0.108E-02	0.610E-01
16.057	21.057	0.958E-02	0.733E-02	0.808E-02-0.155E-02	0.608E-01	
16.057	23.943	0.936E-02	0.726E-02	0.800E-02	0.772E-03	0.612E-01
18.943	21.057	0.951E-02	0.710E-02	0.800E-02-0.863E-03	0.615E-01	
18.943	23.943	0.929E-02	0.703E-02	0.792E-02	0.144E-02	0.619E-01
21.057	21.057	0.194E-01	0.103E-01	0.338E-02-0.556E-02	0.619E-01	
21.057	23.943	0.230E-01	0.114E-01	0.373E-02-0.234E-02	0.623E-01	
23.943	21.057	0.197E-01	0.113E-01	0.465E-02-0.405E-02	0.622E-01	
23.943	23.943	0.233E-01	0.124E-01	0.500E-02-0.526E-03	0.627E-01	

6.5 Altıncı Problemin Sayısal Sonuçları

ELEMAN TİPİ (1=LİNEER,2=QUADRATİK)= 2

ELEMAN DÜĞÜM SAYISI = 4

AĞDAKİ TOPLAM ELEMAN SAYISI = 24

AĞDAKİ TOPLAM DÜĞÜM SAYISI = 36

SERBESTLİK DERECEİ = 3

MALZEME ÖZELLİKLERİ:

MODÜL, E1 = 0.25000E+04

MODÜL, E2 = 0.10000E+03

KAYMA MODÜLÜ, G12,G13,G23 = 0.3845E+02 0.3845E+02 0.3845E+02

POISSON ORANI, NU12 = 0.30000E+00

KAYMA DÜZELTME KATSAYISI, K = 0.83333E+00

MALZEME YOĞUNLUĞU, RHO = 0.10000E+02

PLAK KALINLIĞI, H = 0.20000E+02

YÜK SİDDETİ, P = 0.00000E+00

BELİRTİLEN DEPLASMAN KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ

1	0.0000
2	0.0000
3	0.0000
4	0.0000

5	0.0000
6	0.0000
7	0.0000
8	0.0000
9	0.0000
10	0.0000
11	0.0000
12	0.0000
13	0.0000
14	0.0000
15	0.0000
16	0.0000
17	0.0000
18	0.0000

BELİRTİLEN KUVVET KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ:

91	6.0000
94	12.0000
97	12.0000
100	12.0000
103	12.0000
106	6.0000

ELEMAN KOD NUMARALARI MATRİSİ.....NOD(İ,J)

1	1	2	8	7
2	2	3	9	8
3	3	4	10	9
4	4	5	11	10
5	5	6	12	11
6	7	8	14	13
7	8	9	15	14
8	9	10	16	15
9	10	11	17	16
10	11	12	18	17
11	13	14	20	19
12	14	15	21	20
13	16	17	23	22
14	17	18	24	23
15	19	20	26	25
16	20	21	27	26
17	21	22	28	27
18	22	23	29	28
19	23	24	30	29
20	25	26	32	31
21	26	27	33	32
22	27	28	34	33
23	28	29	35	34
24	29	30	36	35

DÜĞÜMLERİN SİSTEM KOORDİNATLARI:

DÜĞÜM	X(I)	Y(I)
1	0.0000	0.0000
2	5.0000	0.0000
3	10.0000	0.0000
4	15.0000	0.0000
5	20.0000	0.0000
6	25.0000	0.0000
7	0.0000	5.0000
8	5.0000	5.0000
9	10.0000	5.0000
10	15.0000	5.0000
11	20.0000	5.0000
12	25.0000	5.0000
13	0.0000	10.0000
14	5.0000	10.0000
15	10.0000	10.0000
16	15.0000	10.0000
17	20.0000	10.0000
18	25.0000	10.0000
19	0.0000	15.0000
20	5.0000	15.0000
21	10.0000	15.0000
22	15.0000	15.0000
23	20.0000	15.0000
24	25.0000	15.0000
25	0.0000	20.0000
26	5.0000	20.0000
27	10.0000	20.0000
28	15.0000	20.0000
29	20.0000	20.0000
30	25.0000	20.0000
31	0.0000	25.0000
32	5.0000	25.0000
33	10.0000	25.0000
34	15.0000	25.0000
35	20.0000	25.0000
36	25.0000	25.0000

SİSTEM RİJİTLİK MATRİSİ YARI BAND GENİSLİĞİ = 24

DÜĞ. NO.	W	TETA-X	TETA-Y
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.3354E-03	-0.1282E-05	-0.8540E-04

8	0.2569E-03	-0.4281E-07	-0.8656E-04
9	0.2194E-03	0.5240E-07	-0.7355E-04
10	0.1963E-03	-0.2612E-07	-0.7120E-04
11	0.1600E-03	0.3786E-06	-0.8358E-04
12	0.1507E-03	0.1339E-05	-0.9342E-04
13	0.1224E-02	-0.3353E-05	-0.1528E-03
14	0.1084E-02	-0.1097E-05	-0.1736E-03
15	0.7428E-03	0.1081E-06	-0.1289E-03
16	0.7435E-03	0.1254E-06	-0.1211E-03
17	0.9024E-03	0.9329E-06	-0.1718E-03
18	0.6961E-03	0.1937E-05	-0.1690E-03
19	0.3449E-02	-0.7012E-05	-0.2614E-03
20	0.3109E-02	-0.2660E-05	-0.2663E-03
21	0.3471E-02	-0.4568E-06	-0.3614E-03
22	0.3656E-02	-0.3786E-05	-0.3661E-03
23	0.2686E-02	0.3572E-06	-0.2741E-03
24	0.2352E-02	0.2656E-05	-0.2885E-03
25	0.8730E-02	-0.1515E-04	-0.3654E-03
26	0.7796E-02	-0.7571E-05	-0.3877E-03
27	0.7752E-02	-0.5616E-05	-0.3942E-03
28	0.7767E-02	-0.4172E-05	-0.3956E-03
29	0.7613E-02	-0.1712E-05	-0.3960E-03
30	0.6736E-02	0.2463E-05	-0.4246E-03
31	0.1941E-01	-0.1264E-05	-0.3400E-03
32	0.1883E-01	0.9440E-05	-0.3633E-03
33	0.1909E-01	0.1072E-04	-0.3706E-03
34	0.1912E-01	0.1227E-04	-0.3718E-03
35	0.1909E-01	0.1468E-04	-0.3687E-03
36	0.1874E-01	0.1880E-04	-0.4018E-03

X-KOOR Y-KOOR SIGMAX SIGMAY SIGMAXY SIGMAXZ SIGMAYZ

1.057	1.057	-0.384E-02	-0.172E-01	-0.972E-04	-0.113E-03	0.146E-02
1.057	3.943	-0.254E-03	-0.171E-01	-0.149E-03	-0.423E-03	-0.121E-03
3.943	1.057	-0.388E-02	-0.173E-01	-0.422E-04	-0.108E-03	0.117E-02
3.943	3.943	-0.294E-03	-0.173E-01	-0.936E-04	-0.405E-03	-0.429E-03
6.057	1.057	-0.495E-02	-0.168E-01	0.210E-03	-0.509E-04	0.103E-02
6.057	3.943	-0.467E-02	-0.168E-01	0.787E-03	-0.190E-03	-0.523E-03
8.943	1.057	-0.449E-02	-0.153E-01	0.214E-03	-0.505E-04	0.940E-03
8.943	3.943	-0.422E-02	-0.153E-01	0.791E-03	-0.188E-03	-0.471E-03
11.057	1.057	-0.448E-02	-0.147E-01	0.410E-04	-0.310E-04	0.880E-03
11.057	3.943	-0.471E-02	-0.147E-01	0.146E-03	-0.116E-03	-0.471E-03
13.943	1.057	-0.440E-02	-0.144E-01	0.375E-04	-0.313E-04	0.804E-03
13.943	3.943	-0.463E-02	-0.144E-01	0.142E-03	-0.117E-03	-0.522E-03
16.057	1.057	-0.402E-02	-0.148E-01	-0.197E-03	-0.488E-04	0.709E-03
16.057	3.943	-0.284E-02	-0.148E-01	-0.746E-03	-0.182E-03	-0.656E-03
18.943	1.057	-0.445E-02	-0.162E-01	-0.179E-03	-0.472E-04	0.526E-03
18.943	3.943	-0.327E-02	-0.162E-01	-0.728E-03	-0.176E-03	-0.971E-03
21.057	1.057	-0.414E-02	-0.172E-01	-0.115E-03	-0.869E-05	0.433E-03
21.057	3.943	-0.136E-02	-0.171E-01	-0.552E-03	-0.324E-04	-0.115E-02

23.943	1.057	-0.448E-02-0.183E-01-0.726E-04-0.493E-05 0.360E-03
23.943	3.943	-0.170E-02-0.183E-01-0.510E-03-0.184E-04-0.133E-02
1.057	6.057	0.299E-02-0.143E-01-0.551E-03-0.632E-03 0.238E-02
1.057	8.943	0.594E-02-0.142E-01-0.142E-02-0.895E-03 0.106E-02
3.943	6.057	0.231E-02-0.165E-01-0.506E-03-0.605E-03 0.206E-02
3.943	8.943	0.526E-02-0.165E-01-0.138E-02-0.857E-03 0.523E-03
6.057	6.057	-0.318E-02-0.161E-01 0.145E-02-0.657E-03 0.166E-02
6.057	8.943	0.341E-04-0.161E-01 0.286E-02-0.180E-02 0.173E-03
8.943	6.057	-0.208E-02-0.124E-01 0.150E-02-0.651E-03 0.901E-03
8.943	8.943	0.114E-02-0.124E-01 0.291E-02-0.178E-02-0.246E-03
11.057	6.057	-0.355E-02-0.109E-01 0.275E-03-0.114E-03 0.679E-03
11.057	8.943	-0.328E-02-0.109E-01 0.517E-03-0.247E-04-0.323E-03
13.943	6.057	-0.336E-02-0.102E-01 0.279E-03-0.115E-03 0.832E-03
13.943	8.943	-0.309E-02-0.102E-01 0.521E-03-0.248E-04-0.112E-03
16.057	6.057	-0.103E-02-0.116E-01-0.156E-02 0.351E-04 0.101E-02
16.057	8.943	0.135E-03-0.116E-01-0.326E-02 0.761E-03-0.589E-04
18.943	6.057	-0.236E-02-0.160E-01-0.154E-02 0.442E-04 0.136E-02
18.943	8.943	-0.120E-02-0.160E-01-0.324E-02 0.775E-03-0.125E-03
21.057	6.057	-0.284E-03-0.171E-01-0.510E-03-0.304E-03 0.117E-02
21.057	8.943	-0.156E-03-0.171E-01 0.482E-04-0.102E-02-0.416E-03
23.943	6.057	0.153E-03-0.157E-01-0.508E-03-0.286E-03 0.305E-03
23.943	8.943	0.281E-03-0.157E-01 0.502E-04-0.100E-02-0.114E-02
1.057	11.057	0.721E-02-0.210E-01-0.159E-02-0.128E-02 0.824E-02
1.057	13.943	0.133E-01-0.209E-01-0.883E-03-0.208E-02 0.629E-02
3.943	11.057	0.776E-02-0.191E-01-0.150E-02-0.123E-02 0.718E-02
3.943	13.943	0.138E-01-0.191E-01-0.790E-03-0.201E-02 0.540E-02
6.057	11.057	-0.260E-03-0.245E-01 0.106E-02-0.127E-02 0.784E-02
6.057	13.943	0.263E-02-0.244E-01-0.515E-02 0.131E-02 0.558E-02
8.943	11.057	-0.512E-02-0.407E-01 0.111E-02-0.124E-02 0.107E-01
8.943	13.943	-0.223E-02-0.406E-01-0.510E-02 0.135E-02 0.697E-02
16.057	11.057	-0.535E-02-0.430E-01-0.183E-02-0.523E-03 0.115E-01
16.057	13.943	0.431E-02-0.429E-01 0.451E-02-0.476E-02 0.748E-02
18.943	11.057	-0.389E-03-0.265E-01-0.168E-02-0.495E-03 0.690E-02
18.943	13.943	0.927E-02-0.264E-01 0.466E-02-0.470E-02 0.445E-02
21.057	11.057	0.346E-04-0.212E-01-0.919E-04-0.146E-02 0.505E-02
21.057	13.943	0.379E-02-0.211E-01-0.851E-03-0.193E-02 0.309E-02
23.943	11.057	-0.560E-03-0.232E-01-0.344E-04-0.143E-02 0.457E-02
23.943	13.943	0.319E-02-0.231E-01-0.793E-03-0.190E-02 0.242E-02
1.057	16.057	0.188E-01-0.213E-01-0.123E-02-0.323E-02 0.239E-01
1.057	18.943	0.281E-01-0.212E-01-0.200E-02-0.557E-02 0.219E-01
3.943	16.057	0.182E-01-0.233E-01-0.109E-02-0.314E-02 0.215E-01
3.943	18.943	0.275E-01-0.232E-01-0.186E-02-0.544E-02 0.194E-01
6.057	16.057	0.461E-02-0.205E-01-0.626E-02 0.167E-02 0.196E-01
6.057	18.943	0.389E-02-0.205E-01-0.232E-02 0.764E-04 0.177E-01
8.943	16.057	0.769E-02-0.102E-01-0.627E-02 0.171E-02 0.167E-01
8.943	18.943	0.697E-02-0.102E-01-0.233E-02 0.114E-03 0.157E-01
11.057	16.057	-0.136E-01-0.657E-02-0.623E-03 0.887E-03 0.154E-01
11.057	18.943	0.256E-03-0.640E-02-0.480E-03 0.181E-03 0.148E-01
13.943	16.057	-0.135E-01-0.620E-02-0.412E-03 0.844E-03 0.147E-01

13.943	18.943	0.369E-03-0.603E-02-0.268E-03	0.189E-03	0.141E-01		
16.057	16.057	0.161E-01-0.961E-02	0.552E-02-0.521E-02	0.160E-01		
16.057	18.943	0.112E-01-0.967E-02	0.141E-02-0.220E-02	0.151E-01		
18.943	16.057	0.128E-01-0.203E-01	0.544E-02-0.514E-02	0.204E-01		
18.943	18.943	0.796E-02-0.204E-01	0.134E-02-0.215E-02	0.185E-01		
21.057	16.057	0.600E-02-0.249E-01-0.147E-02	0.286E-02	0.211E-01		
21.057	18.943	0.114E-01-0.248E-01-0.210E-02	0.490E-02	0.188E-01		
23.943	16.057	0.551E-02-0.266E-01-0.138E-02	0.281E-02	0.188E-01		
23.943	18.943	0.109E-01-0.265E-01-0.201E-02	0.483E-02	0.163E-01		
1.057	21.057	0.428E-01	0.556E-02-0.610E-03-0.585E-02	0.572E-01		
1.057	23.943	0.519E-01	0.567E-02-0.660E-03-0.430E-02	0.577E-01		
3.943	21.057	0.428E-01	0.543E-02-0.471E-03-0.570E-02	0.581E-01		
3.943	23.943	0.519E-01	0.554E-02-0.521E-03-0.412E-02	0.586E-01		
6.057	21.057	0.105E-01	0.496E-02	0.784E-03	0.278E-04	0.588E-01
6.057	23.943	0.858E-02	0.493E-02	0.748E-03	0.149E-02	0.592E-01
8.943	21.057	0.105E-01	0.487E-02	0.753E-03	0.613E-04	0.598E-01
8.943	23.943	0.855E-02	0.484E-02	0.718E-03	0.151E-02	0.603E-01
11.057	21.057	0.878E-02	0.482E-02	0.115E-02	0.569E-04	0.602E-01
11.057	23.943	0.909E-02	0.483E-02	0.116E-02	0.423E-03	0.606E-01
13.943	21.057	0.879E-02	0.485E-02	0.116E-02	0.841E-04	0.603E-01
13.943	23.943	0.910E-02	0.485E-02	0.117E-02	0.451E-03	0.607E-01
16.057	21.057	0.138E-01	0.507E-02	0.129E-02-0.826E-03	0.604E-01	
16.057	23.943	0.136E-01	0.507E-02	0.145E-02-0.661E-04	0.609E-01	
18.943	21.057	0.139E-01	0.548E-02	0.129E-02-0.781E-03	0.609E-01	
18.943	23.943	0.137E-01	0.548E-02	0.145E-02-0.214E-04	0.614E-01	
21.057	21.057	0.225E-01	0.555E-02-0.101E-02-0.483E-02	0.616E-01		
21.057	23.943	0.224E-01	0.555E-02-0.121E-02-0.258E-02	0.621E-01		
23.943	21.057	0.223E-01	0.503E-02-0.102E-02-0.475E-02	0.630E-01		
23.943	23.943	0.222E-01	0.503E-02-0.121E-02-0.251E-02	0.634E-01		

6.6 Dokuzuncu Problemin Sayısal Sonuçları

ELEMAN TİPİ (1=LİNEER,2=QUADRATİK) = 2

ELEMAN DÜĞÜM SAYISI = 4

AĞDAKİ TOPLAM ELEMAN SAYISI = 16

AĞDAKİ TOPLAM DÜĞÜM SAYISI = 32

SERBESTLİK DERECEŚİ = 3

MALZEME ÖZELLİKLERİ:

MODÜL, E1 = 0.10000E+03

MODÜL, E2 = 0.10000E+03

KAYMA MODÜLÜ, G12,G13,G23= 0.3845E+02 0.3845E+02 0.3845E+02

POISSON ORANI, NU12 = 0.30000E+00

KAYMA DÜZELTME KATSAYISI, K = 0.83333E+00

MALZEME YOĞUNLUĞU, RHO = 0.10000E+02

PLAK KALINLIĞI, H = 0.20000E+02

YÜK ŞİDDETİ, P = 0.00000E+00

BELİRTİLEN DEPLASMAN KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ:

1	0.0000
2	0.0000
3	0.0000
4	0.0000
5	0.0000
6	0.0000
7	0.0000
8	0.0000
9	0.0000
10	0.0000
11	0.0000
12	0.0000
13	0.0000
14	0.0000
15	0.0000
16	0.0000
17	0.0000
18	0.0000

BELİRTİLEN KUVVET KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ:

91	6.0000
94	12.0000
97	12.0000
100	12.0000
103	12.0000
106	6.0000

ELEMAN KOD NUMARALARI MATRİSİ.....NOD(I,J)

1	1	2	8	7
2	2	3	9	8
3	3	4	10	9
4	4	5	11	10
5	5	6	12	11
6	7	8	14	13
7	11	12	16	15
8	13	14	18	17
9	15	16	20	19
10	17	18	22	21
11	19	20	26	25
12	21	22	28	27
13	22	23	29	28
14	23	24	30	29
15	24	25	31	30
16	25	26	32	31

DÜĞÜMLERİN SİSTEM KOORDİNATLARI:

DÜĞÜM	X(I)	Y(I)
1	0.0000	0.0000

2	5.0000	0.0000
3	10.0000	0.0000
4	15.0000	0.0000
5	20.0000	0.0000
6	25.0000	0.0000
7	0.0000	5.0000
8	5.0000	5.0000
9	10.0000	5.0000
10	15.0000	5.0000
11	20.0000	5.0000
12	25.0000	5.0000
13	0.0000	10.0000
14	5.0000	10.0000
15	20.0000	10.0000
16	25.0000	10.0000
17	0.0000	15.0000
18	5.0000	15.0000
19	20.0000	15.0000
20	25.0000	15.0000
21	0.0000	20.0000
22	5.0000	20.0000
23	10.0000	20.0000
24	15.0000	20.0000
25	20.0000	20.0000
26	25.0000	20.0000
27	0.0000	25.0000
28	5.0000	25.0000
29	10.0000	25.0000
30	15.0000	25.0000
31	20.0000	25.0000
32	25.0000	25.0000

SİSTEM RİJİTLİK MATRİSİ YARI BAND GENİŞLİĞİ = 24

DÜĞ. NO.	W	TETA-X	TETA-Y
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	-0.6576E-05	0.1205E-06	-0.1294E-06
8	-0.3901E-05	0.1275E-06	0.6082E-07
9	0.3104E-05	-0.5963E-06	-0.2787E-06
10	0.3297E-04	-0.1138E-05	0.2090E-05
11	0.1829E-03	-0.1067E-05	-0.4281E-04
12	0.1892E-03	0.1373E-04	-0.7062E-04
13	-0.2006E-04	0.2064E-06	-0.1664E-05
14	-0.1022E-04	-0.8412E-06	0.1246E-05

15	0.8974E-03	-0.2898E-04	-0.1332E-03
16	0.7924E-03	0.1731E-04	-0.1266E-03
17	-0.5776E-04	-0.9848E-05	-0.8013E-05
18	-0.6699E-05	-0.3101E-05	0.3950E-05
19	0.2672E-02	-0.1036E-03	-0.2504E-03
20	0.2542E-02	-0.7975E-05	-0.2051E-03
21	-0.1025E-03	-0.2471E-04	-0.2274E-05
22	-0.1903E-04	-0.3925E-04	-0.2943E-05
23	0.4801E-03	-0.1502E-03	-0.1739E-04
24	0.3475E-02	-0.2780E-03	-0.1169E-03
25	0.7677E-02	-0.2878E-03	-0.3082E-03
26	0.6590E-02	-0.9815E-04	-0.3769E-03
27	-0.3519E-04	-0.8435E-05	-0.1531E-06
28	-0.2222E-04	-0.1577E-04	-0.6935E-06
29	0.7774E-04	-0.5500E-04	-0.5010E-05
30	0.1308E-02	-0.1638E-03	-0.3309E-04
31	0.1109E-01	-0.2931E-03	-0.2039E-03
32	0.3067E-01	-0.2251E-03	-0.3781E-03

X-KOOR Y-KOOR SIGMAX SIGMAY SIGMAXY SIGMAXZ SIGMAYZ

1.057	1.057	-0.555E-05	-0.195E-04	0.125E-04	0.445E-05	-0.391E-04
1.057	3.943	-0.466E-05	-0.192E-04	0.209E-04	0.166E-04	-0.408E-04
3.943	1.057	0.169E-05	0.463E-05	0.128E-04	0.448E-05	-0.285E-04
3.943	3.943	0.258E-05	0.490E-05	0.212E-04	0.167E-04	-0.281E-04
6.057	1.057	-0.343E-04	-0.125E-04	-0.747E-05	0.931E-05	-0.156E-04
6.057	3.943	-0.126E-03	-0.400E-04	-0.225E-04	0.348E-04	-0.158E-04
8.943	1.057	-0.473E-04	-0.556E-04	-0.396E-04	0.648E-05	0.901E-05
8.943	3.943	-0.139E-03	-0.831E-04	-0.547E-04	0.242E-04	0.518E-05
11.057	1.057	-0.105E-04	0.412E-04	-0.162E-04	0.356E-04	0.618E-04
11.057	3.943	-0.793E-04	0.206E-04	0.890E-04	0.133E-03	0.659E-04
13.943	1.057	0.796E-04	0.342E-03	-0.402E-04	0.335E-04	0.182E-03
13.943	3.943	0.108E-04	0.321E-03	0.649E-04	0.125E-03	0.211E-03
16.057	1.057	-0.485E-03	-0.163E-02	-0.816E-03	0.195E-03	0.364E-03
16.057	3.943	-0.475E-03	-0.162E-02	-0.281E-02	0.730E-03	0.227E-03
18.943	1.057	-0.219E-02	-0.732E-02	-0.813E-03	0.196E-03	0.743E-03
18.943	3.943	-0.218E-02	-0.732E-02	-0.281E-02	0.731E-03	0.127E-03
21.057	1.057	-0.252E-02	-0.105E-01	-0.293E-03	0.224E-04	0.851E-03
21.057	3.943	-0.646E-03	-0.993E-02	-0.153E-02	0.836E-04	-0.498E-04
23.943	1.057	-0.358E-02	-0.140E-01	0.363E-03	0.802E-04	0.765E-03
23.943	3.943	-0.170E-02	-0.135E-01	-0.871E-03	0.299E-03	-0.432E-03
1.057	6.057	-0.111E-03	-0.225E-03	0.483E-04	0.298E-04	-0.861E-04
1.057	8.943	-0.245E-03	-0.265E-03	0.169E-03	0.538E-04	-0.104E-03
3.943	6.057	-0.717E-05	0.120E-03	0.147E-05	0.258E-04	-0.454E-04
3.943	8.943	-0.141E-03	0.798E-04	0.122E-03	0.386E-04	-0.341E-04
21.057	6.057	-0.764E-03	-0.168E-01	-0.321E-02	-0.189E-03	0.231E-02
21.057	8.943	0.323E-02	-0.156E-01	-0.169E-02	-0.993E-03	0.768E-03
23.943	6.057	0.545E-03	-0.125E-01	-0.182E-02	0.208E-03	0.151E-02
23.943	8.943	0.454E-02	-0.113E-01	-0.289E-03	-0.260E-03	0.344E-03
1.057	11.057	-0.161E-03	-0.936E-03	-0.276E-03	0.615E-04	-0.249E-03

1.057	13.943	0.828E-03-0.639E-03	0.126E-03	0.585E-04-0.332E-03
3.943	11.057	0.184E-03	0.213E-03	0.704E-04 0.726E-04-0.770E-05
3.943	13.943	0.117E-02	0.510E-03	0.472E-03 0.153E-03 0.691E-05
21.057	11.057	0.527E-02-0.202E-01-0.380E-02-0.176E-02	0.638E-02	
21.057	13.943	0.115E-01-0.184E-01-0.208E-02-0.304E-02	0.436E-02	
23.943	11.057	0.675E-02-0.153E-01-0.161E-02-0.708E-03	0.656E-02	
23.943	13.943	0.130E-01-0.134E-01	0.107E-03-0.146E-02	0.495E-02
1.057	16.057	0.697E-03	0.823E-03-0.774E-03-0.298E-04-0.398E-03	
1.057	18.943	-0.200E-02	0.132E-04-0.134E-02-0.268E-03-0.341E-03	
3.943	16.057	0.216E-03-0.780E-03-0.172E-02	0.118E-04-0.106E-03	
3.943	18.943	-0.248E-02-0.159E-02-0.228E-02-0.454E-03-0.184E-03		
21.057	16.057	0.200E-01-0.104E-01-0.110E-01-0.592E-02	0.225E-01	
21.057	18.943	0.319E-01-0.680E-02-0.161E-01-0.125E-01	0.210E-01	
23.943	16.057	0.156E-01-0.248E-01-0.683E-02-0.378E-02	0.194E-01	
23.943	18.943	0.276E-01-0.213E-01-0.119E-01-0.935E-02	0.166E-01	
1.057	21.057	-0.272E-02-0.386E-03	0.132E-02-0.330E-03	0.273E-03
1.057	23.943	-0.181E-02-0.112E-03	0.133E-02-0.262E-03	0.313E-03
3.943	21.057	-0.271E-02-0.370E-03	0.164E-02-0.571E-03	0.354E-06
3.943	23.943	-0.180E-02-0.957E-04	0.164E-02-0.426E-03	0.415E-04
6.057	21.057	-0.208E-01-0.535E-02	0.202E-02	0.911E-03-0.723E-03
6.057	23.943	-0.117E-01-0.262E-02	0.247E-02	0.149E-03-0.642E-03
8.943	21.057	-0.204E-01-0.407E-02	0.521E-02-0.861E-03-0.243E-02	
8.943	23.943	-0.113E-01-0.134E-02	0.566E-02-0.857E-03-0.224E-02	
11.057	21.057	-0.254E-01-0.213E-02	0.114E-02	0.118E-01-0.601E-02
11.057	23.943	-0.230E-01-0.140E-02	0.431E-02	0.710E-02-0.550E-02
13.943	21.057	-0.227E-01	0.693E-02	0.199E-02 0.950E-02-0.141E-01
13.943	23.943	-0.203E-01	0.766E-02	0.516E-02 0.502E-02-0.128E-01
16.057	21.057	-0.189E-02	0.171E-01-0.753E-02	0.261E-01-0.108E-01
16.057	23.943	-0.171E-01	0.125E-01-0.663E-02	0.484E-01-0.914E-02
18.943	21.057	-0.111E-02	0.197E-01-0.128E-01	0.255E-01 0.640E-02
18.943	23.943	-0.163E-01	0.151E-01-0.119E-01	0.465E-01 0.825E-02
21.057	21.057	0.414E-01	0.288E-01-0.938E-02	0.129E-01 0.401E-01
21.057	23.943	0.260E-01	0.242E-01-0.141E-01	0.888E-01 0.416E-01
23.943	21.057	0.374E-01	0.155E-01-0.148E-01	0.159E-01 0.115E+00
23.943	23.943	0.220E-01	0.108E-01-0.195E-01	0.905E-01 0.115E+00

6.7 Onuncu Problemin Sayısal Sonuçları

ELEMAN TİPİ (1=LİNEER,2=QUADRATİK) = 2

ELEMAN DÜĞÜM SAYISI = 4

AĞDAKİ TOPLAM ELEMAN SAYISI = 16

AĞDAKİ TOPLAM DÜĞÜM SAYISI = 32

SERBESTLİK DERECEŚİ = 3

MALZEME ÖZELLİKLERİ:

MODÜL, E1 = 0.25000E+04

MODÜL, E2 = 0.10000E+03

KAYMA MODÜLÜ, G12,G13,G23= 0.3845E+02 0.3845E+02 0.3845E+02

POISSON ORANI, NU12 = 0.30000E+00

KAYMA DÜZELTME KATSAYISI, $K = 0.83333E+00$
MALZEME YOĞUNLUĞU, $RHO = 0.10000E+02$
PLAK KALINLIĞI, $H = 0.20000E+02$
YÜK ŞİDDETİ, $P = 0.00000E+00$

BELİRTİLEN DEPLASMAN KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ:

1	0.0000
2	0.0000
3	0.0000
4	0.0000
5	0.0000
6	0.0000
7	0.0000
8	0.0000
9	0.0000
10	0.0000
11	0.0000
12	0.0000
13	0.0000
14	0.0000
15	0.0000
16	0.0000
17	0.0000
18	0.0000

BELİRTİLEN KUVVET KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ:

91	6.0000
94	12.0000
97	12.0000
100	12.0000
103	12.0000
106	6.0000

ELEMAN KOD NUMARALARI MATRİSİ.....NOD(İ,J)

1	1	2	8	7
2	2	3	9	8
3	3	4	10	9
4	4	5	11	10
5	5	6	12	11
6	7	8	14	13
7	11	12	16	15
8	13	14	18	17
9	15	16	20	19
10	17	18	22	21
11	19	20	26	25
12	21	22	28	27
13	22	23	29	28
14	23	24	30	29
15	24	25	31	30

16 25 26 32 31

DÜĞÜMLERİN SİSTEM KOORDİNATLARI:

DÜĞÜM	X(I)	Y(I)
1	0.0000	0.0000
2	5.0000	0.0000
3	10.0000	0.0000
4	15.0000	0.0000
5	20.0000	0.0000
6	25.0000	0.0000
7	0.0000	5.0000
8	5.0000	5.0000
9	10.0000	5.0000
10	15.0000	5.0000
11	20.0000	5.0000
12	25.0000	5.0000
13	0.0000	10.0000
14	5.0000	10.0000
15	20.0000	10.0000
16	25.0000	10.0000
17	0.0000	15.0000
18	5.0000	15.0000
19	20.0000	15.0000
20	25.0000	15.0000
21	0.0000	20.0000
22	5.0000	20.0000
23	10.0000	20.0000
24	15.0000	20.0000
25	20.0000	20.0000
26	25.0000	20.0000
27	0.0000	25.0000
28	5.0000	25.0000
29	10.0000	25.0000
30	15.0000	25.0000
31	20.0000	25.0000
32	25.0000	25.0000

SİSTEM RÜJİTLİK MATRİSİ YARI BAND GENİŞLİĞİ. = 24

DUG. NO.	W	TETA-X	TETA-Y
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.3418E-05	-0.1951E-08	-0.4279E-06
8	0.2408E-05	0.8777E-08	-0.3069E-06
9	0.3612E-05	0.1733E-07	-0.2431E-06

10	0.3150E-04	0.7153E-07	0.2160E-05
11	0.1446E-03	0.1578E-06	-0.5129E-04
12	0.1557E-03	0.7760E-06	-0.8626E-04
13	0.9618E-05	0.1089E-07	-0.7273E-06
14	0.9065E-05	0.4714E-09	-0.6721E-06
15	0.8599E-03	-0.8283E-06	-0.1477E-03
16	0.7230E-03	0.1406E-05	-0.1638E-03
17	0.2862E-04	-0.1366E-06	-0.1668E-05
18	0.1964E-04	-0.6587E-07	-0.1395E-06
19	0.2759E-02	-0.3311E-05	-0.2590E-03
20	0.2340E-02	0.5323E-06	-0.2837E-03
21	0.1609E-04	-0.4726E-05	-0.1079E-05
22	0.1019E-03	-0.4688E-05	0.3064E-06
23	0.8559E-03	-0.1135E-04	-0.8519E-06
24	0.3877E-02	-0.1615E-04	-0.9143E-04
25	0.7827E-02	-0.1551E-04	-0.3362E-03
26	0.6261E-02	-0.5153E-05	-0.4800E-03
27	-0.3127E-05	-0.3730E-05	-0.2657E-06
28	0.2206E-04	-0.3809E-05	-0.7196E-06
29	0.1961E-03	-0.7655E-05	-0.4588E-05
30	0.1507E-02	-0.1437E-04	-0.3515E-04
31	0.1127E-01	-0.1919E-04	-0.2121E-03
32	0.3059E-01	-0.1120E-04	-0.5272E-03

X-KOOR Y-KOOR SIGMAX SIGMAY SIGMAXY SIGMAXZ SIGMAYZ

1.057	1.057	-0.129E-04	-0.806E-04	0.199E-05	-0.137E-05	0.178E-04
1.057	3.943	0.182E-04	-0.802E-04	0.736E-05	-0.510E-05	0.104E-04
3.943	1.057	-0.864E-05	-0.666E-04	0.247E-05	-0.132E-05	0.145E-04
3.943	3.943	0.224E-04	-0.662E-04	0.784E-05	-0.494E-05	0.840E-05
6.057	1.057	-0.859E-05	-0.588E-04	0.185E-05	0.170E-05	0.151E-04
6.057	3.943	0.162E-04	-0.585E-04	0.468E-05	0.635E-05	0.964E-05
8.943	1.057	-0.638E-05	-0.514E-04	0.223E-05	0.174E-05	0.198E-04
8.943	3.943	0.184E-04	-0.511E-04	0.506E-05	0.648E-05	0.150E-04
11.057	1.057	0.734E-04	0.538E-04	0.413E-04	0.380E-04	0.627E-04
11.057	3.943	0.230E-03	0.557E-04	0.148E-03	0.142E-03	0.676E-04
13.943	1.057	0.157E-03	0.332E-03	0.437E-04	0.382E-04	0.175E-03
13.943	3.943	0.314E-03	0.334E-03	0.150E-03	0.142E-03	0.206E-03
16.057	1.057	-0.459E-03	-0.183E-02	-0.862E-03	0.154E-03	0.293E-03
16.057	3.943	-0.209E-03	-0.183E-02	-0.323E-02	0.574E-03	0.124E-03
18.943	1.057	-0.232E-02	-0.803E-02	-0.858E-03	0.154E-03	0.503E-03
18.943	3.943	-0.207E-02	-0.802E-02	-0.323E-02	0.575E-03	-0.237E-03
21.057	1.057	-0.288E-02	-0.118E-01	-0.546E-03	0.169E-04	0.544E-03
21.057	3.943	-0.109E-02	-0.117E-01	-0.210E-02	0.630E-04	-0.541E-03
23.943	1.057	-0.409E-02	-0.158E-01	-0.519E-03	0.193E-04	0.449E-03
23.943	3.943	-0.230E-02	-0.158E-01	-0.207E-02	0.720E-04	-0.101E-02
1.057	6.057	0.125E-04	-0.625E-04	0.888E-05	-0.579E-05	0.253E-04
1.057	8.943	-0.487E-04	-0.632E-04	0.596E-05	-0.394E-05	0.195E-04
3.943	6.057	0.102E-04	-0.701E-04	0.794E-05	-0.567E-05	0.290E-04
3.943	8.943	-0.510E-04	-0.709E-04	0.502E-05	-0.405E-05	0.225E-04

21.057	6.057	-0.751E-03-0.185E-01-0.243E-02-0.125E-03	0.188E-02		
21.057	8.943	0.393E-02-0.184E-01-0.160E-02-0.684E-03	0.167E-03		
23.943	6.057	-0.954E-04-0.163E-01-0.236E-02-0.107E-03	0.757E-03		
23.943	8.943	0.459E-02-0.163E-01-0.152E-02-0.649E-03	0.752E-03		
1.057	11.057	-0.421E-05-0.126E-03	0.182E-04-0.156E-04	0.832E-04	
1.057	13.943	0.231E-03-0.123E-03	0.836E-04-0.492E-04	0.715E-04	
3.943	11.057	0.470E-04	0.448E-04	0.218E-04-0.154E-04	0.588E-04
3.943	13.943	0.282E-03	0.476E-04	0.872E-04-0.482E-04	0.629E-04
21.057	11.057	0.611E-02-0.225E-01-0.154E-02-0.128E-02	0.618E-02		
21.057	13.943	0.108E-01-0.225E-01-0.192E-02-0.237E-02	0.409E-02		
23.943	11.057	0.581E-02-0.235E-01-0.147E-02-0.124E-02	0.480E-02		
23.943	13.943	0.105E-01-0.235E-01-0.185E-02-0.230E-02	0.262E-02		
1.057	16.057	0.354E-03	0.116E-03-0.238E-03	0.358E-04	0.872E-05
1.057	18.943	0.260E-03	0.115E-03-0.245E-03	0.302E-03	0.191E-04
3.943	16.057	0.349E-03	0.994E-04-0.240E-03	0.370E-04	0.387E-03
3.943	18.943	0.255E-03	0.983E-04-0.246E-03	0.302E-03	0.396E-03
21.057	16.057	0.200E-01-0.202E-01-0.467E-02-0.439E-02	0.218E-01		
21.057	18.943	0.389E-01-0.200E-01-0.996E-02-0.883E-02	0.199E-01		
23.943	16.057	0.159E-01-0.340E-01-0.438E-02-0.429E-02	0.166E-01		
23.943	18.943	0.348E-01-0.338E-01-0.967E-02-0.867E-02	0.134E-01		
1.057	21.057	0.929E-04	0.860E-04	0.151E-03	0.323E-03-0.228E-03
1.057	23.943	-0.249E-03	0.819E-04	0.697E-04	0.117E-03-0.220E-03
3.943	21.057	0.289E-04-0.127E-03	0.146E-03	0.323E-03-0.433E-03	
3.943	23.943	-0.313E-03-0.131E-03	0.645E-04	0.116E-03-0.445E-03	
6.057	21.057	-0.305E-01-0.686E-03-0.197E-04	0.386E-02-0.131E-02		
6.057	23.943	-0.224E-01-0.588E-03-0.140E-03	0.174E-02-0.134E-02		
8.943	21.057	-0.306E-01-0.100E-02	0.105E-03	0.375E-02-0.348E-02	
8.943	23.943	-0.225E-01-0.902E-03-0.149E-04	0.166E-02-0.354E-02		
11.057	21.057	-0.256E-01	0.148E-02-0.574E-02	0.167E-01-0.712E-02	
11.057	23.943	-0.311E-01	0.142E-02-0.307E-02	0.104E-01-0.696E-02	
13.943	21.057	-0.235E-01	0.844E-02-0.582E-02	0.166E-01-0.149E-01	
13.943	23.943	-0.290E-01	0.837E-02-0.316E-02	0.103E-01-0.141E-01	
16.057	21.057	0.164E-02	0.141E-01-0.177E-01	0.327E-01-0.114E-01	
16.057	23.943	-0.141E-01	0.140E-01-0.147E-01	0.542E-01-0.101E-01	
18.943	21.057	0.400E-02	0.220E-01-0.179E-01	0.327E-01	0.581E-02
18.943	23.943	-0.118E-01	0.218E-01-0.149E-01	0.541E-01	0.784E-02
21.057	21.057	0.548E-01	0.182E-01-0.142E-01	0.178E-01	0.392E-01
21.057	23.943	0.479E-01	0.182E-01-0.218E-01	0.950E-01	0.408E-01
23.943	21.057	0.488E-01-0.161E-02-0.143E-01	0.180E-01	0.113E+00	
23.943	23.943	0.419E-01-0.169E-02-0.219E-01	0.952E-01	0.113E+00	


```

COMMON/SHP/SF(9),GDSF(2,9),ELXY(9,2)
COMMON/STF/STIF(45,45),ELP(45),W0(45),W1(45),W2(45)
COMMON/MALZ/D(3,3),A0,A1,A2,A3,A4,D44,D55,C1,C2
COMMON/MSH/NOD(200,9),X(225),Y(225),DX(15),DY(15)
DATA NDF,NRMAX,NCMAX/3,283,93/
WRITE(*,*)' DATA DOSYASI İSMİ=?'
READ(*,1018) AI
1018 FORMAT(A8)
WRITE(*,*)' CIKTI DOSYASI İSMİ=?'
READ(*,1018) AO
OPEN(5,FILE=AI,FORM='FORMATTED',STATUS='OLD')
OPEN(6,FILE=AO,FORM='FORMATTED',STATUS='NEW')

C .....
C .           İŞLEM ÖNCESİ BİRİMİ           .
C .....
C
READ (5,1111) TITLİ
1111 FORMAT(A72)

READ (5,*) IEL,NPE,IMESH,NPRNT,ITEM,NTIME,NSTP,NOZERO
IF(IMESHEQ.1)GOTO 20
READ (5,*) NEM,NNM
DO 10 İ=1,NEM
10 READ (5,*) (NOD(L,J),J=1,NPE)
READ (5,*) (X(I),Y(I),İ=1,NNM)
GOTO 30
20 READ (5,*) NX,NY
NX1=IEL*NX+1
NY1=IEL*NY+1
NX2=NX1-1
NY2=NY1-1
READ (5,*) (DX(I),İ=1,NX2)
READ (5,*) (DY(I),İ=1,NY2)
DX(NX1)=0.0
DY(NY1)=0.0
CALL MESH(IEL,NX,NY,NPE,NNM,NEM)
30 READ (5,*) E1,E2,G12,G13,G23,ANU12,RHO,H

READ (5,*) P0
READ (5,*) NBDY
READ (5,*) (IBDY(I),İ=1,NBDY)
READ (5,*) (VBDY(I),İ=1,NBDY)
READ (5,*) NBSF
IF(NBSF.EQ.0)GOTO 35
READ (5,*) (IBSF(I),İ=1,NBSF)
READ (5,*) (VBSF(I),İ=1,NBSF)
35 IF(ITEMEQ.0)GOTO 40
READ (5,*) DT,ALFA
IF(NOZERO.EQ.0)GOTO 36
READ (5,*) (GF0(I),İ=1,NEQ)
READ (5,*) (GF1(I),İ=1,NEQ)
36 BETA=0.25*(0.5+ALFA)**2
DT2=DT*DT
A0=1.0/BETA/DT2
A2=1.0/BETA/DT
A1=ALFA*A2
A3=0.5/BETA-1.0

```

```

A4=ALFA/BETA-1.0
IF(NOZERO.EQ.1)GOTO 40
DO 38 I=1,NEQ
GF0(I)=0.0
GF1(I)=0.0
38 GF2(I)=0.0
C
C   VERİ GİRİŞİNİN SONU
C
C   .....
C   İŞLEMLERİN YAPILDIĞI BİRİM
C   .....
C
40 NEQ=NNM*NDF
NN=NPE*NDF
AK=5.0/6.0
ANU21=ANU12*E2/E1
DENOM=(1.0-ANU12*ANU21)
TOP=(H**3)/12.0
C1=RHO*H
C2=RHO*TOP
D(1,1)=E1*TOP/DENOM
D(1,2)=ANU12*E2*TOP/DENOM
D(1,3)=0.0
D(2,2)=D(1,1)*E2/E1
D(2,3)=0.0
D(3,3)=G12*TOP
D44=G13*H*AK
D55=G23*H*AK
DO 50 I=1,3
DO 50 J=1,3
50 D(J,I)=D(I,J)
C
C   GİRİLEN VERİLERİ VE AĞ İLE İLGİLİ BİLGİLERİ YAZDIR
C
WRITE (6,260) TITLE
WRITE (6,310) IEL,NPE
WRITE (6,320) NEM,NNM,NDF
WRITE (6,330) E1,E2,G12,G13,G23,ANU12,AK,RHO,H,P0
WRITE (6,340)
DO 52 I=1,NBDY
52 WRITE(6,266) IBDY(I),VBDY(I)
266 FORMAT(1X,I5,2F15.4)
WRITE (6,350)
DO 54 I=1,NBSF
54 WRITE(6,266) IBSF(I),VBSF(I)
WRITE (6,360)
DO 60 I=1,NEM
60 WRITE (6,270) I,(NOD(I,J),J=1,NPE)
WRITE (6,370)
WRITE(6,*) DÜĞÜM      X(I)      Y(I)'
WRITE(*,*) DÜĞÜM      X(I)      Y(I)'
DO 233 I=1,NNM
WRITE(6,234)I,X(I),Y(I)
233 WRITE(*,234)I,X(I),Y(I)
234 FORMAT(1X,I3,2X,2F15.4)
C   YARI BANT GENİŞLİĞİNİN HESABI
NHBW=0
DO 70 N=1,NEM

```

```

DO 70 I=1,NPE
DO 70 J=1,NPE
NW=(IABS(NOD(N,I)-NOD(N,J))+1)*NDF
70 IF (NHBW.LT.NW) NHBW=NW
WRITE (6,400) NHBW
C
C ZAMAN ADIMININ BAŞLADIĞI DÖNGÜ
C
T = 0.0
IF(ITEM.EQ.1)WRITE (6,460) DT,ALFA,BETA, A0,A1,A2,A3,A4
IF (NTIME.EQ.0) NTIME=1
DO 220 NT=1,NTIME
IF(ITEM.EQ.1 .AND. NT.GE.NSTP)P0=0.0
C
C SİSTEM RÜJİTLİK MATRİSİ VE YÜK VEKTÖRÜNÜN SIFIRLANMASI
C
DO 80 I=1,NEQ
GF(I)=0.0
DO 80 J=1,NHBW
80 GSTIF(I,J)=0.0
WRITE(*,*)' ELEMEN RÜJİTLİK MATRİSLERİ HESABI'
DO 130 N=1,NEM
WRITE(*,*)' ELEMEN NO:',N
L=0
DO 90 I=1,NPE
NI=NOD(N,I)
ELXY(I,1)=X(NI)
ELXY(I,2)=Y(NI)
LI=(NI-1)*NDF
DO 90 J=1,NDF
LI=LI+1
L=L+1
W0(L)=GF0(LI)
W1(L)=GF1(LI)
90 W2(L)=GF2(LI)

CALL STIFF(IEL,NPE,NN,P0,ITEM,NT,NOZERO)
IF (NPRNT.EQ.0) GO TO 110
IF (N.GT.1) GO TO 110
WRITE (6,380)
DO 100 I=1,NN
100 WRITE (6,300) (STIF(I,J),J=1,NN)
WRITE (6,410)
WRITE (6,300) (ELP(I),I=1,NN)
WRITE (6,410)
110 CONTINUE
C
WRITE(*,*)' SİSTEM RÜJİTLİK MATRİSİNE KATILMASI'
C ELEMEN RÜJİTLİK MATRİSİNİN SİSTEM RÜJİTLİK MATRİSİNE KATKISI
C
DO 130 I=1,NPE
NR=(NOD(N,I)-1)*NDF
DO 130 II=1,NDF
NR=NR+1
L=(I-1)*NDF+II
GF(NR) = GF(NR) + ELP(L)
DO 130 J=1,NPE
NCL=(NOD(N,J)-1)*NDF
DO 130 JJ=1,NDF

```

```

M=(J-1)*NDF+JJ
NC=NCL+JJ-NR+1
IF (NC) 130,130,120
120 GSTIF(NR,NC)=GSTIF(NR,NC)+STIF(L,M)
130 CONTINUE
C
WRITE(*,*) SINIR ŞARTLARININ İŞE KATILMAŞI
C KUVVET VE DEPLASMAN SINIR ŞARTLARI SİSTEM DENKLEMİNE KATILYOR
C
IF(NBSF.EQ.0)GOTO 145
IF(NOZERO.EQ.1 .AND. ITEM.EQ.1)GOTO 145
DO 140 İ=1,NBSF
NB=IBSF(İ)
140 GF(NB)=GF(NB)+VBSF(İ)
145 CALL BNDY(NRMAX,NCMAX,NEQ,NHBW,GSTIF,GF,NBDY,IBDY,VBDY)
C
C SİSTEM DENKLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN "SOLVE" ALT-PROGRAMI
C ÇAĞIRILYOR
C
WRITE(*,*) DENKLEM SİSTEMİNİN ÇÖZÜMÜ
CALL SOLVE (NRMAX,NCMAX,NEQ,NHBW,GSTIF,GF,0)
IF(ITEM.EQ.0)GOTO 180
IF(NOZERO.EQ.0)GOTO 160
IF(NT.GT.1)GOTO 160
C
C BAŞLANGIÇ ŞARTLARI SIFIR OLMADIĞINDA ZAMANA GÖRE İKİNCİ
C TÜREV HESAPLANIYOR
C
DO 150 İ=1,NEQ
150 GF2(İ)=GF(İ)
GOTO 220
C
C YENİ HIZ VE İVMELERİN HESABI
C
160 T=T+DT
DO 170 İ=1,NEQ
GF0(İ)=A0*(GF(İ)-GF0(İ))-A2*GF1(İ)-A3*GF2(İ)
GF1(İ)=GF1(İ)+DT*(1.0-ALFA)*GF2(İ)+DT*ALFA*GF0(İ)
GF2(İ)=GF0(İ)
170 GF0(İ)=GF(İ)
WRITE (6,470) T
WRITE (*,470) T
180 WRITE (6,420)
İİ=0
DO 182 İ=1,NEQ,NDF
İİ=İİ+1
182 WRITE(6,301) İİ,GF(İ),GF(İ+1),GF(İ+2)
301 FORMAT(1X,İ5,3E15.4)
C
C .....
C İŞLEM SONRASI BİRİMİ
C .....
C
C EĞİLME GERİLMELERİNİN HESABI( GAUSS NOKTALARINDA)
C
WRITE(*,*) TÜREV VE GERİLMELERİN HESABI

WRITE (6,450)
DO 200 N=1,NEM

```

```

WRITE(*,*) ELEMEN NO:',N
L=0
DO 190 I=1,NPE
NI=NOD(N,I)
ELXY(I,1)=X(NI)
ELXY(I,2)=Y(NI)
LI=(NI-1)*NDF
DO 190 J=1,NDF
LI=LI+1
L=L+1
190 W0(L)=GF(LI)
200 CALL STRESS (NPE,NDF,IEL,W0,H)
IF(ITEM.EQ.0)GOTO 230
220 WRITE (6,390)
230 STOP

```

```

C
C           F O R M A T L A R
C

```

```

260 FORMAT (A72)
270 FORMAT (I5,5X,15I5)
280 FORMAT (8F10.4)
290 FORMAT (8F10.3)
300 FORMAT (8(2X,E12.5))
310 FORMAT (/,5X,'ELEMEN TİPİ(1=LİNEER,2=QUADRATİK)=' ,I2,/,5X,'ELEMEN
1 DÜĞÜM SAYISI=' ,I2)
320 FORMAT ( 5X,'AĞDAKİ TOPLAM ELEMEN SAYISI =' ,I3,/, 5X,'AĞDAKİ TOPLAM
1 DÜĞÜM SAYISI =' ,I3,/, 5X,'SERBESTLİK DERECEŚİ      =' ,I2,/)
330 FORMAT(5X,'M A L Z E M E  Ö Z E L L İ K L E R İ :',/,10X,'MODUL ,
1E1=' ,E12.5,/,10X,'MODÜL , E2=' ,E12.5,/,10X,'KAYMA MODÜLÜ,G12,G13,
2G23=' ,3E11.4,/,10X,'POISSON ORANI , NU12=' ,E12.5,/,10X,'KAYMA
3DÜZELTME KATSAYISI ,K=' ,E12.5,/,10X,'MALZEME YOGUNLÜĞÜ,RHO=' ,
4E12.5,/,10X,'PLAK KALINLIĞI , H=' ,E12.5,/,10X,'YÜK ŞİDDETİ , P='
5 ,E12.5,/)
340 FORMAT (/,5X,'BELİRTİLEN DEPLASMAN KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ')
350 FORMAT (/,5X,'BELİRTİLEN KUVVET KOD NUMARALARI VE DEĞERLERİ')
360 FORMAT (/,5X,'ELEMEN KOD NUMARALARI MATRİSİ.....NOD(I,J) ,/)
370 FORMAT (/,5X,'DÜĞÜMLERİN SİSTEM KOORDİNATLARI:' ,/)
380 FORMAT (/,5X,'ELEMEN RİJİTLİK VE KUVVET MATRİSLERİ:' ,/)
390 FORMAT (1X,'.....' ,/)
400 FORMAT (/,5X,'SİSTEM RİJİTLİK MATRİSİ YARI BAND GENİŞLİĞİ=' ,I5,/)
410 FORMAT (//)
420 FORMAT (/,2X,'DÜĞ. NO. ' ,DEPLASMAN W',8X,'TETA-X',8X,'TETA-Y' ,/)
450 FORMAT(/,3X,'X-KOOR',4X,'Y-KOOR',3X,'SIGMAX',3X,'SIGMAY',3X,
1'SIGMAXY',3X,'SIGMAXZ',4X,'SIGMAYZ')
460 FORMAT(/,1X,'DT=' ,E10.4,2X,'ALFA=' ,E10.4,2X,'BETA=' ,E10.4,/,1X,
1'ZAMAN PARAMETRELERİ,A0,A1,ETC.:' ,/,1X,5E12.4,/)
470 FORMAT (/,5X,'ZAMAN=' ,E10.3,/)

```

END

SUBROUTINE STIFF(IEI,NPE,NN,P0,ITEM,NT,NOZERO)

```

C
C .....
C BU PROGRAM ORTOTROPİK PLAKLARI DA KAPSAMAKTADIR.KAYMA DEFORMASYON-
C LARI GÖZ ÖNÜNE ALINMAKTADIR. BURADA 4, 8 VE/VEYA 9 DÜĞÜMLÜ
C İZOPARAMETRİK ELEMEN VE HER DÜĞÜMDE 3 SERBESTLİK DERECEŚİ
C (W,SX,SY) VARDIR.
C .....

```

```

C
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
COMMON/STF/STIF(45,45),ELP(45),W0(45),W1(45),W2(45)
COMMON/MALZ/D(3,3),A0,A1,A2,A3,A4,D44,D55,C1,C2
COMMON/SHP/SF(9),GDSF(2,9),ELXY(9,2)
DIMENSION H(45,45),WT(4,4),GAUSS(4,4)

C
DATA GAUSS/4*0.0D0,-.57735027D0,.57735027D0,2*0.0D0,-.77459667D0,0
1.0D0,.77459667D0,0.0D0,-.86113631D0,-.33998104D0,.33998104D0,.8611
23631D0/

C
DATA WT/2.0D0,3*0.0D0,2*1.0D0,2*0.0D0,.5555555D0,.8888888D0,.555
15555D0,0.0D0,.34785485D0,2*.65214515D0,.34785485D0/

C
NGP=IEL+1
LGP=IEL
NDF=NN/NPE

C
C ELEMEN MATRİSLERİ VE KUVVET VEKTÖRÜ SIFIRLANIYOR
C
DO 10 I=1,NN
ELP(I)=0.0
DO 10 J=1,NN
H(I,J) = 0.0
10 STIF(I,J)=0.0

C
C EĞİLME TERİMLERİ ÜZERİNDE GAUSS İNTEGRASYONU(FULL) BURADAN
C BAŞLIYOR

DO 80 NI=1,NGP
DO 80 NJ=1,NGP
XI=GAUSS(NI,NGP)
ETA=GAUSS(NJ,NGP)
CALL SHAPE(NPE,XI,ETA,DET)
CNST=DET*WT(NI,NGP)*WT(NJ,NGP)
DO 30 I=1,NPE
L=(I-1)*NDF+1
ELP(L)=ELP(L)+CNST*SF(I)*PO
30 CONTINUE

C
C RÜJİTLİK MATRİSİ 'STIF' VE KÜTLE MATRİSİ 'H' NİN TARİFİ
C
II=1
DO 70 I=1,NPE
JJ=1
DO 60 J=1,NPE
STIF(II+1,JJ+1)=STIF(II+1,JJ+1)+(D(1,1)*GDSF(1,I)*GDSF(1,J)
1 +D(3,3)*GDSF(2,I)*GDSF(2,J))*CNST
STIF(II+1,JJ+2)=STIF(II+1,JJ+2)+(D(1,2)*GDSF(1,I)*GDSF(2,J)
1 +D(3,3)*GDSF(2,I)*GDSF(1,J))*CNST
STIF(II+2,JJ+1)=STIF(II+2,JJ+1)+(D(1,2)*GDSF(2,I)*GDSF(1,J)
1 +D(3,3)*GDSF(1,I)*GDSF(2,J))*CNST
STIF(II+2,JJ+2)=STIF(II+2,JJ+2)+(D(3,3)*GDSF(1,I)*GDSF(1,J)
1 +D(2,2)*GDSF(2,I)*GDSF(2,J))*CNST
IF(ITEM.EQ.0)GOTO 60
H(II,JJ)=H(II,JJ) + C1*SF(I)*SF(J)*CNST
H(II+1,JJ+1)=H(II+1,JJ+1) + C2*SF(I)*SF(J)*CNST
H(II+2,JJ+2)=H(II+2,JJ+2) + C2*SF(I)*SF(J)*CNST

```

```

60 JJ=NDF*J+1
70 II=NDF*I+1
80 CONTINUE

```

```

C
C KAYMA TERİMLERİ ÜZERİNDE GAUSS İNTEGRASYONU(REduced) BURADAN
C BAŞLIYOR

```

```

DO 110 NI=1,LGP
DO 110 NJ=1,LGP
XI=GAUSS(NI,LGP)
ETA=GAUSS(NJ,LGP)
CALL SHAPE(NPE,XI,ETA,DET)
CNST=DET*WT(NI,LGP)*WT(NJ,LGP)
II=1
DO 100 I=1,NPE
JJ=1
DO 90 J=1,NPE
STIF(II,JJ) = STIF(II,JJ)+(D44*GDSF(1,I)*GDSF(1,J)+
1 D55*GDSF(2,I)*GDSF(2,J))*CNST
STIF(II,JJ+1)=STIF(II,JJ+1)+D44*GDSF(1,I)*SF(J)*CNST
STIF(II+1,JJ)=STIF(II+1,JJ)+D44*SF(I)*GDSF(1,J)*CNST
STIF(II,JJ+2)=STIF(II,JJ+2)+D55*GDSF(2,I)*SF(J)*CNST
STIF(II+2,JJ)=STIF(II+2,JJ)+D55*SF(I)*GDSF(2,J)*CNST
STIF(II+1,JJ+1)=STIF(II+1,JJ+1)+D44*SF(I)*SF(J)*CNST
STIF(II+2,JJ+2)=STIF(II+2,JJ+2)+D55*SF(I)*SF(J)*CNST

```

```

90 JJ=NDF*J+1
100 II=NDF*I+1
110 CONTINUE
IF(ITEMEQ.0)RETURN

```

```

C
C TRANSIENT ANALİZ İÇİN ELEMAN HESAPLARI BURADAN BAŞLIYOR
C

```

```

IF(NOZERO.EQ.0 .OR. NT.GT.1)GOTO 130
DO 120 I=1,NN
ELP(I)=0.0
DO 120 J=1,NN
ELP(I)=ELP(I)-STIF(I,J)*W0(J)
120 STIF(I,J)=H(I,J)
RETURN
130 DO 140 I=1,NN
DO 140 J=1,NN
ELP(I)=ELP(I)+H(I,J)*(A0*W0(J)+A2*W1(J)+A3*W2(J))
140 STIF(I,J)=STIF(I,J)+A0*H(I,J)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE STRESS (NPE,NDF,IEL, W,H)

```

```

C
C .....
C PROGRAM GAUSS NOKTALARINDA REDUCED İNTEGRASYON YAPARAK EĞİLME
C GERİLMELERİNİ HESAPLAMAKTADIR. GERİLMELER PLAĞIN ÜST YÜZÜNDE
C (VEYA TERSİ ALT YÜZÜNDE) Kİ DEĞERLERDİR.
C .....
C

```

```

IMPLICIT REAL *8(A-H,O-Z)
COMMON/SHP/SF(9),GDSF(2,9),ELXY(9,2)
COMMON/MALZ/D(3,3),A0,A1,A2,A3,A4,D44,D55,C1,C2
DIMENSION W(45),GAUSS(4,4)

```

```
DATA GAUSS/4*0.0D0,-.57735027D0,.57735027D0,2*0.0D0,-.77459667D0,0
1.0D0,.77459667D0,0.0D0,-.86113631D0,-.33998104D0,.33998104D0,.8611
23631D0/
```

C

```
NGP=IEL
DO 40 NI=1,NGP
DO 40 NJ=1,NGP
XI=GAUSS(NI,NGP)
ETA=GAUSS(NJ,NGP)
CALL SHAPE (NPE,XI,ETA,DET)
SIX=0.0
SIY=0.0
DWX=0.0
DWY=0.0
DSXY=0.0
DSYX=0.0
DSXX=0.0
DSYY=0.0
X=0.0
Y=0.0
DO 20 I=1,NPE
L=(I-1)*NDF+1
X=X+SF(I)*ELXY(I,1)
Y=Y+SF(I)*ELXY(I,2)
10 DWX=DWX+GDSF(1,I)*W(L)
   DWY=DWY+GDSF(2,I)*W(L)
   SIX=SIX+SF(I)*W(L+1)
   SIY=SIY+SF(I)*W(L+2)
   DSXX=DSXX+GDSF(1,I)*W(L+1)
   DSXY=DSXY+GDSF(2,I)*W(L+1)
   DSYX=DSYX+GDSF(1,I)*W(L+2)
20 DSYY=DSYY+GDSF(2,I)*W(L+2)
   SGMAX=(D(1,1)*DSXX+D(1,2)*DSYY)*6.0/(H**2)
   SGMAY=(D(1,2)*DSXX+D(2,2)*DSYY)*6.0/(H**2)
   SGMXY=D(3,3)*(DSXY+DSYX)*6.0/(H**2)
   SGMXZ=D44*(DWX+SIX)/H
   SGMYZ=D55*(DWY+SIY)/H
   WRITE (6,50) X,Y,SGMAX,SGMAY,SGMXY,SGMXZ,SGMYZ
40 CONTINUE
RETURN
50 FORMAT (1X,F7.3,3X,F7.3,10E10.3)
END
```

```
SUBROUTINE SHAPE(NNPE,XI,ETA,DET)
```

C

C

```
.....
C BU ALT-PROGRAM INTERPOLASYON FONKSİYONLARI (SF(I)) VE
C YEREL KOORDİNATLARA GÖRE TÜREVLERİNİ (DSF(I,J)),AYRICA
C SİSTEM KOORDİNATLARINA GÖRE TÜREVLERİNİ (GDSF(I,J)) HESAPLAR.
C 4,8 VE 9 İZOPARAMETRİK DÖRTKEN ELEMAN GÖZ ÖNUNE ALINABİLMEKTEDİR.
```

C

```
C SF(I).....ELEMANIN İ DÜĞÜMÜ İÇİN INTERPOLASYON FONKSİYONU
```

```
C DSF(I,J).....SF(J) 'IN XI 'YA GÖRE TÜREVİ ( I=1 İSE),
```

```
C ETA ,YA GÖRE TÜREVİ ( I=2 İSE)
```

```
C GDSF(I,J)....SF(J) 'NİN X 'E GÖRE TÜREVİ ( I=1 İSE),
```

```
C Y 'YE GÖRE TÜREVİ ( I=2 İSE)
```

```
C XNODE(I,J)...ELEMANIN İ. DÜĞÜMÜNÜ J.İNCİ KOORDİNATI
```


C NP(I).....ELEMEN DÜĞÜMLERİ DİZİNİ(SF VE DSF NİN TARİFİ İÇİN)
 C GJ(I,J).....JACOBIYEN MATRİSİ
 C GJINV(I,J)...JACOBIYEN MATRİSİN TERSİ
 C
 C

```

IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
DIMENSION XNODE(9,2),NP(9),DSF(2,9),GJ(2,2),GJINV(2,2)
COMMON/SHP/SF(9),GDSF(2,9),ELXY(9,2)
DATA XNODE/-1.0D0,2*1.0D0,-1.0D0,0.0D0,1.0D0,0.0D0,-1.0D0,0.0D0,
2      2*-1.0D0,2*1.0D0,-1.0D0,0.0D0,1.0D0,2*0.0D0/
DATA NP/1,2,3,4,5,7,6,8,9/

```

C FNC(A,B)=A*B

IF(NNPE-8) 60,10,80

C QUADRATİK İNTERPOLASYON FONKSİYONLARI(8 DÜĞÜMLÜ ELEMEN)
 C

```

10 DO 40 I=1,NNPE
  NI=NP(I)
  XP=XNODE(NI,1)
  YP=XNODE(NI,2)
  XI0=1.0+XI*XP
  ETA0=1.0+ETA*YP
  XI1=1.0-XI*XI
  ETA1=1.0-ETA*ETA
  IF(I.GT.4) GO TO 20
  SF(NI)=0.25*FNC(XI0,ETA0)*(XI*XP+ETA*YP-1.0)
  DSF(1,NI)=0.25*FNC(ETA0,XP)*(2.0*XI*XP+ETA*YP)
  DSF(2,NI)=0.25*FNC(XI0,YP)*(2.0*ETA*YP+XI*XP)
  GO TO 40
20 IF(I.GT.6) GO TO 30
  SF(NI)=0.5*FNC(XI1,ETA0)
  DSF(1,NI)=-FNC(XI,ETA0)
  DSF(2,NI)=0.5*FNC(YP,XI1)
  GO TO 40
30 SF(NI)=0.5*FNC(ETA1,XI0)
  DSF(1,NI)=0.5*FNC(XP,ETA1)
  DSF(2,NI)=-FNC(ETA,XI0)
40 CONTINUE
GO TO 130

```

C LİNEER İNTERPOLASYON FONKSİYONLARI (4 DÜĞÜMLÜ ELEMEN)
 C

```

60 DO 70 I=1,NNPE
  XP=XNODE(I,1)
  YP=XNODE(I,2)
  XI0=1.0+XI*XP
  ETA0=1.0+ETA*YP
  SF(I)=0.25*FNC(XI0,ETA0)
  DSF(1,I)=0.25*FNC(XP,ETA0)
70 DSF(2,I)=0.25*FNC(YP,XI0)
GO TO 130

```

C QUADRATİK İNTERPOLASYON FONKSİYONLARI (9 DÜĞÜMLÜ ELEMEN)
 C

```

80 DO 120 I=1,NNPE
  NI=NP(I)

```



```

IF(IEL.GT.0)GOTO 100
C
C   UCKEN ELEMEN AGI
C
NEM=2*NX*NY
NX1=NX+1
NY1=NY+1
NXX1=2*NX
NYY1=2*NY
NNM=NX1*NY1
NOD(1,1)=1
NOD(1,2)=2
NOD(1,3)=NX1+2
NOD(2,1)=1
NOD(2,2)=NX1+2
NOD(2,3)=NX1+1
K=3
DO 60 IY=1,NY
L=IY*NXX1
M=(IY-1)*NXX1
IF(NX.EQ.1)GOTO 40
DO 30 N=K,L,2
DO 20 I=1,NPE
NOD(N,I)=NOD(N-2,I)+1
20 NOD(N+1,I)=NOD(N-1,I)+1
30 CONTINUE
40 IF(NY.EQ.1)GOTO 60
DO 50 I=1,NPE
NOD(L+1,I)=NOD(M+1,I)+NX1
50 NOD(L+2,I)=NOD(M+2,I)+NX1
60 K=L+3
70 L=0
YC=0.0
DO 90 J=1,NY1
XC=0.0
DO 80 I=1,NX1
L=L+1
X(L)=XC
Y(L)=YC
80 XC=XC+DX(I)
90 YC=YC+DY(J)
RETURN
C
C   4,8 VEYE 9 DÜĞÜMLÜ QUADRATİK DÖRTKEN ELEMEN AĞI TEŞKİL EDİLİYOR.
C
100 NEX1=NX+1
NEY1=NY+1
NXX=IEL*NX
NYY=IEL*NY
NXX1=NXX+1
NYY1=NY+1
NEM=NX*NY
NNM=NXX1*NYY1-(IEL-1)*NX*NY
IF(NPE.EQ.9)NNM=NXX1*NYY1
K0=0
IF(NPE.EQ.9) K0=1
C
C   DÜĞÜM NUMARALARI DİZİNİ NOD(I,J) TEŞKİL EDİLİYOR.
C

```

```

NOD(1,1)=1
NOD(1,2)=IEL+1
NOD(1,3)=NXX1+(IEL-1)*NEX1+IEL+1
IF(NPE.EQ.9)NOD(1,3)=4*NX+5
NOD(1,4)=NOD(1,3)-IEL
IF(NPE.EQ.4)GO TO 200
NOD(1,5)=2
NOD(1,6)=NXX1+(NPE-6)
NOD(1,7)=NOD(1,3)-1
NOD(1,8)=NXX1+1
IF(NPE.EQ.9)NOD(1,9)=NXX1+2
200 IF(NY.EQ.1)GOTO 230
M=1
DO 220 N=2,NY
L=(N-1)*NX+1
DO 210 I=1,NPE
210 NOD(L,I)=NOD(M,I)+NXX1+(IEL-1)*NEX1+K0*NX
220 M=L
230 IF(NX.EQ.1)GOTO 270
DO 260 NI=2,NX
DO 240 I=1,NPE
K1=IEL
IF(LEQ.6 .OR. I.EQ.8)K1=1+K0
240 NOD(NI,I)=NOD(NI-1,I)+K1
M=NI
DO 260 NJ=2,NY
L=(NJ-1)*NX+NI
DO 250 J=1,NPE
250 NOD(L,I)=NOD(M,I)+NXX1+(IEL-1)*NEX1+K0*NX
260 M=L
C
C X(I) VE Y(I) KOORDINATLARI HESAPLANIYOR.
C
270 YC=0.0
IF(NPE .EQ. 9) GOTO 310
DO 300 NI = 1, NEY1
I = (NXX1+(IEL-1)*NEX1)*(NI-1)+1
J = (NI-1)*IEL+1
X(I) = 0.0
Y(I) = YC
DO 280 NJ = 1,NXX
I = I+1
X(I) = X(I-1)+DX(NJ)
280 Y(I) = YC
IF(NI.GT.NY .OR. IEL.EQ.1)GO TO 300
J = J+1
YC = YC+DY(J-1)
I = I+1
X(I) = 0.0
Y(I) = YC
DO 290 II = 1, NX
K = 2*II-1
I = I+1
X(I) = X(I-1)+DX(K)+DX(K+1)
290 Y(I) = YC
300 YC=YC+DY(J)
RETURN
C
310 DO 330 NI=1,NYY1

```

```

I=NXX1*(NI-1)
XC=0.0
DO 320 NJ=1,NXX1
I = I+1
X(I) = XC
Y(I) = YC
320 XC = XC + DX(NJ)
330 YC = YC + DY(NI)
RETURN
END

```

SUBROUTINE BNDY(NRMAX,NCMAX,NEQ,NHBW,S,SL,NBDY,IBDY,VBDY)

C
C
C
C
C

BU ALT-PROGRAMDA SINIR ŞARTLARI DENKLEME SOKULUYOR.

```

IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
DIMENSION S(283,93),SL(93)
DIMENSION IBDY(NBDY),VBDY(NBDY)
DO 300 NB = 1, NBDY
IE = IBDY(NB)
SVAL=VBDY(NB)
IT=NHBW-1
I=IE-NHBW
DO 100 II=1,IT
I=I+1
IF (I.LT. 1) GO TO 100
J=IE-I+1
SL(I)=SL(I)-S(I,J)*SVAL
S(I,J)=0.0
100 CONTINUE
S(IE,1)=1.0
SL(IE)=SVAL
I=IE
DO 200 II=2,NHBW
I=I+1
IF(I.GT. NEQ) GO TO 200
SL(I)=SL(I)-S(IE,II)*SVAL
S(IE,II)=0.0
200 CONTINUE
300 CONTINUE
RETURN
END

```

SUBROUTINE SOLVE(NRM,NCM,NEQNS,NBW,BAND,RHS,IRES)

C
C
C
C
C

.....
BANT TİPİ SİMETRİK DENKLEM TAKIMI ÇÖZÜLÜYOR.
IRES>0 İSE SAĞ TARAF ELİMİNASYONU YAPILMAYACAK.
.....

```

IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
DIMENSION BAND(283,93),RHS(283)
MEQNS=NEQNS-1
IF(IRES.GT. 0) GO TO 90
DO 500 NPIV=1,MEQNS
NPIVOT=NPIV+1

```

```

LSTSUB=NPIV+NBW-1
IF(LSTSUB.GT.NEQNS) LSTSUB=NEQNS
DO 400 NROW=NPIVOT,LSTSUB

```

C

```

NCOL=NROW-NPIV+1
FACTOR=BAND(NPIV,NCOL)/BAND(NPIV,1)
DO 200 NCOL=NROW,LSTSUB
ICOL=NCOL-NROW+1
JCOL=NCOL-NPIV+1
200 BAND(NROW,ICOL)=BAND(NROW,ICOL)-FACTOR*BAND(NPIV,JCOL)
400 RHS(NROW)=RHS(NROW)-FACTOR*RHS(NPIV)
500 CONTINUE
GO TO 101
90 DO 100 NPIV=1,MEQNS
NPIVOT=NPIV+1
LSTSUB=NPIV+NBW-1
IF(LSTSUB.GT.NEQNS) LSTSUB=NEQNS
DO 110 NROW=NPIVOT,LSTSUB

```

C

```

NCOL=NROW-NPIV+1
FACTOR=BAND(NPIV,NCOL)/BAND(NPIV,1)
110 RHS(NROW)=RHS(NROW)-FACTOR*RHS(NPIV)
100 CONTINUE

```

C GERİDEN ÇÖZÜM İŞLEMİ

```

101 DO 800 IJK=2,NEQNS
NPIV=NEQNS-IJK+2
RHS(NPIV)=RHS(NPIV)/BAND(NPIV,1)
LSTSUB=NPIV-NBW+1
IF(LSTSUB.LT.1) LSTSUB=1
NPIVOT=NPIV-1
DO 700 JKI=LSTSUB,NPIVOT
NROW=NPIVOT-JKI+LSTSUB
NCOL=NPIV-NROW+1
FACTOR=BAND(NROW,NCOL)
700 RHS(NROW)=RHS(NROW)-FACTOR*RHS(NPIV)
800 CONTINUE
RHS(1)=RHS(1)/BAND(1,1)
RETURN
END

```

KAYNAKLAR

- /1/ Durlofsky, H., Uchiyama, J.T., Three and four node composite plate bending elements, Winter Annual Meeting of the American Society of Mechanical Engineers, Atlanta, 1991, Enhancing Analysis Techniques for Composite Materials American Society of Mechanical Engineers, v 10, s 261-266**
- /2/ Kwon, Y.W., Material nonlinear analysis of composite plate bending using a new finite element formulation, Monterey, 1991, Computers and Structures, v 41, s 1111-1117**
- /3/ Kwon, Y.W., Analysis of composite plates containing cracks, Winter Annual Meeting of the American Society of Mechanical Engineers, Atlanta, 1991, Recent Advances in Structural Mechanics-1991 American Society of Mechanical Engineers, v 225, s 33-40**
- /4/ Weissman, S.L., Taylor, R.I., Mixed formulations for plate bending elements, Berkeley, 1992, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, v 94, s 391-427**
- /5/ Joshi, S.P., Iyengar, N.G.R., Analysis of hybrid laminated composite plates, Arlington, 1990, Journal of Aerospace Engineering, v 3, s 78-90**
- /6/ Yüceoğlu, U., Toghi, F., Yavuz, K., Stresses in rotating, orthotropic, circular, composite disks and plates, Winter Annual Meeting of the American Society of Mechanical Engineers, Dallas, 1990, Recent Developments in Composite Materials Structures American Society of Mechanical Engineers, v 19, s 61-65**
- /7/ Savithri, S., Varadan, T.K., Accurate bending Analysis of laminated orthotropic plates, Madras, 1990, AIAA Journal, v 28, s 1842-1844**
- /8/ Mohammed, A.K., Baluch, M.H., Azad, A.K., Stress analysis for thick rectangular plates, Dhahran, 1990, Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineers, v 14, s 67-78**
- /9/ Gerhardt, T.D., A finite elements approach for stress analysis of notched anisotropic materials, 1984, ASME Journal of Applied Mechanics, v 51, s 804-810**
- /10/ Grueters, H., Hackl, K., Willms, H., Stress and strain analysis of rectangular plates for large deformations. Part 1. Dimensioning of rectangular plates under surface load and/or line load, 1990, Glastechnische Berichte, v 63, s 69-77**
- /11/ Chang, H.T., Nonlinear curing stress analysis for advanced composite materials, Anaheim, 1990, National SAMPE Symposium and Exhibition, v 35, s 604-615**
- /12/ Chang, H.T., Curing stress concentration on advanced composite materials, 22 nd International SAMPE Technical Conferences, Boston, 1990, Advanced Materials Looking Ahead to the 21 st Century National SAMPE, v 22, s 733-746**

- /13/ Hwo, C., Yen, W.J., Green's functions of two-dimensional anisotropic plates containing an elliptic hole, 1991, *International Journal of Solids and Structures*, v 27, s 1705-1719
- /14/ Hwo, C., Anisotropic plates with various openings under uniform loading or pure bending, *Proceedings of the Winter Annual Meeting*, Dallas, 1990, American Society of Mechanical Engineers
- /15/ Kamel, M.M., Sherif, G., Koth, M., Behaviour of anisotropic skew plates under uniform distributed load,, *Proceedings of the first International Offshore and Polar Engineering Conferences*, Edinburg, 1991, ISOPE, s 113-120
- /16/ Sato, K., Theory and analysis of incomplete composite plates, Sapporo, 1991, *Memoirs of the Faculty of Engineering*, v 18, s 1-4
- /17/ Lachemi, M., Lahoud, A.E., Refined quadrilateral element for the finite element analysis of plates, 1991, *Communications in Applied Numerical Methods*, v 7, s 527-537
- /18/ Sherbourne, A.N., Pandey, M.D., Differential quadrature method in the buckling analysis of beams and composite plates, 1991, *Computers and Structures*, v 40, s 903-913
- /19/ Theocaris, P.S., Demakos, C.B., Stress intensity variation of an orthotropic perforated plate containing an internal crack, Athens, 1993, *Archive of Applied Mechanics*, v 63, s 242-252
- /20/ Aran, A., Elyaf Takviyeli Karma Malzemeler, İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi, Teknik Üniversitesi Rektörlük Ofset Atölyesi, İstanbul, 1990
- /21/ Berktaş, İ., Plak Teorisi ve Uygulamaları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
- /22/ Girkmann, K., (Çeviren, Tameroglu S.S.) Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 1964
- /23/ Timoshenko, S., *Theory of Plates and Shells*, Stanford University, 1950
- /24/ Reddy, J.N., *An Introduction to the Finite Element Method*, McGraw-Hill International Editions, 1993
- /25/ Reddy, J.N., *Energy and Variational Methods in Applied Mechanics*, John Wiley, New York, 1984

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Aydın'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Aydın'da tamamladı. 1991 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizli Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 1995 yılında mezun oldu. 1995-1996 bahar yarıyılında Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 20 Kasım 1996'da Pamukkale Üniversitesi'nde Fen Bilimleri Enstitüsü Kadrosu ile göreve başladı. Yayınları takip edebilecek şekilde İngilizce bilmektedir.

