

EKSENEL YÜK ALTINDAKİ SOMUN CIVATA BAĞLANTILARININ BİLGİSAYAR DESTEKLİ ANALİZİ

Vahdet UÇAR, M. Emre KARA

Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümü, Esentepe Kampüsü-Adapazarı

ÖZET

Makina elemanlarının tasarımında çentik etkileri, zayıf kesitler vb. gibi konstrüksiyon açısından kritik parametrelerin tespiti ve bunlar için optimum çözümler üretilmesi çok önemlidir. Bunun için hazırlanan çeşitli prototipler üzerinde deneysel çalışma yoluna gidilebilir. Fakat bu zaman ve maliyet açısından oldukça dezavantajlıdır. Son yıllarda tasarım ve mühendislik yazılımlarındaki gelişmeler problemlerin bilgisayar ortamında tasarım aşamasında saptanıp optimum çözüme ulaşılmasında büyük kolaylıklar sağlamıştır. Bu çalışmada makina konstrüksiyonunun en önemli unsurlarından biri olan civata somun bağlantılarının aksenel yüklenmedeki davranışları ve daha uygun bir yük dağılımı elde etmek için kullanılan alternatif somun tipleri incelenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır.

I.GİRİŞ

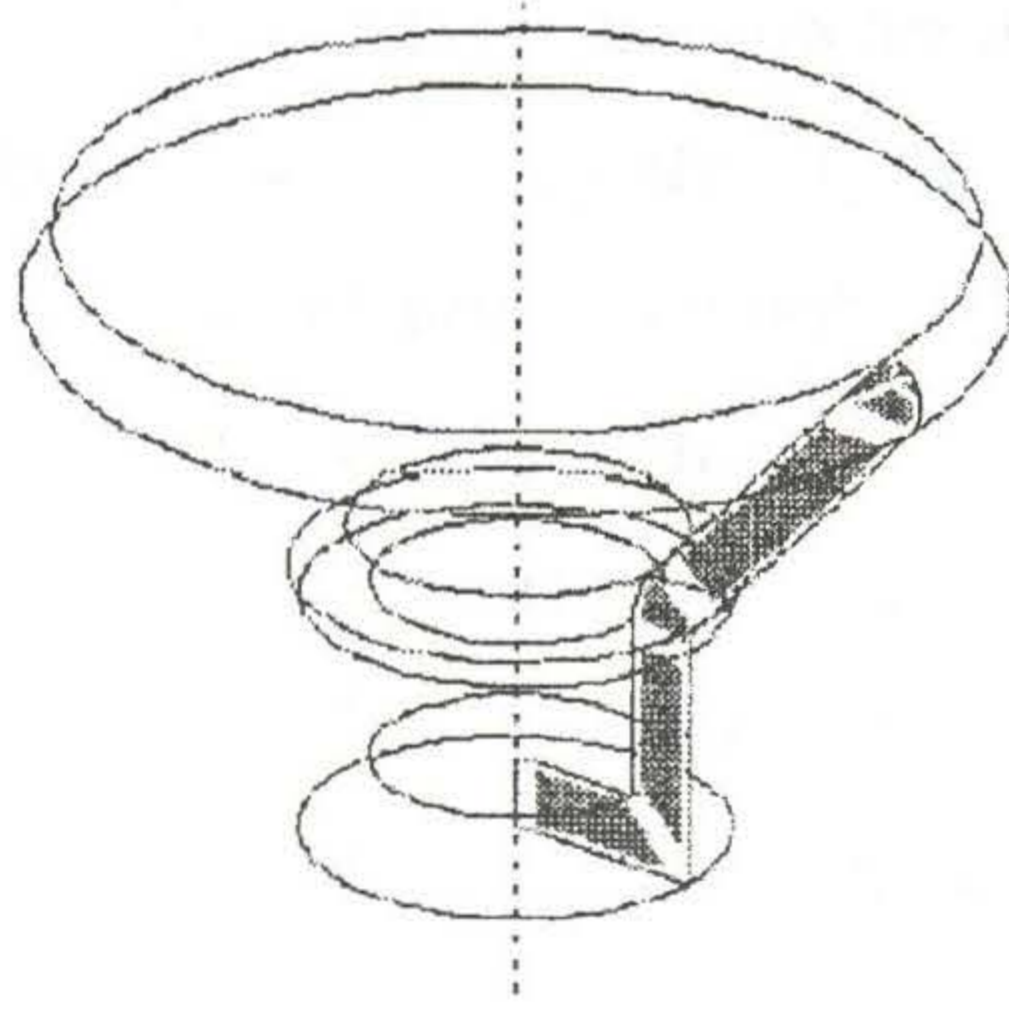
Civata somun bağlantılarının konstrüksiyon açısından en kritik durumunun aksenel yüklenme durumu olduğu söylenebilir. Bu tür bir yüklenmede yük dağılımı somun dişlerinde oldukça dengesizdir ve somunun bağlanan parçayla temasta olduğu alt kısımda oldukça fazladır. Yük dağılımındaki bu yoğunluk civata somun arasındaki izafi hareket sonucu dış sıyrılması gibi sonuçlara yol açabilir.

Bunun engellenmesi amacıyla çeşitli alternatif somun tipleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada sonlu elemanlar esaslı bir bilgisayar destekli mühendislik programı olan Pro/MECHANICA kullanılarak klasik somunla, alternatif somun tipleri arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Pro\Mechanica gibi bilgisayar destekli mühendislik programları bu tür tasarım problemlerinin çözümlenmesinde tasarımcıya büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Pro\Mechanica programı; bir bilgisayar destekli tasarım programı olan Pro\Engineer ile aynı aileden olan, Pro\Engineer ile bütünleşik veya bağımsız olarak çalışabilen sonlu elemanlar esaslı bir yazılımdır. Diğer sonlu eleman programlarından en büyük farkı, istenilen parametrelerin değişiminin model genelindeki veya tanımlanan belli noktalardaki gerilme, zorlanma, ağırlık vb. gibi değerlere etkisini gösterebilmesi ve bu değerler için tayin edilen bir sınıra göre bu parametrelerin optimizasyonunu yapabilmesidir. Modelin parametre değişimine hassasiyeti ve optimum parametrenin bulunması özellikleriyle Pro\Mechanica yazılımı bir tasarımcı için mükemmel bir araçtır.

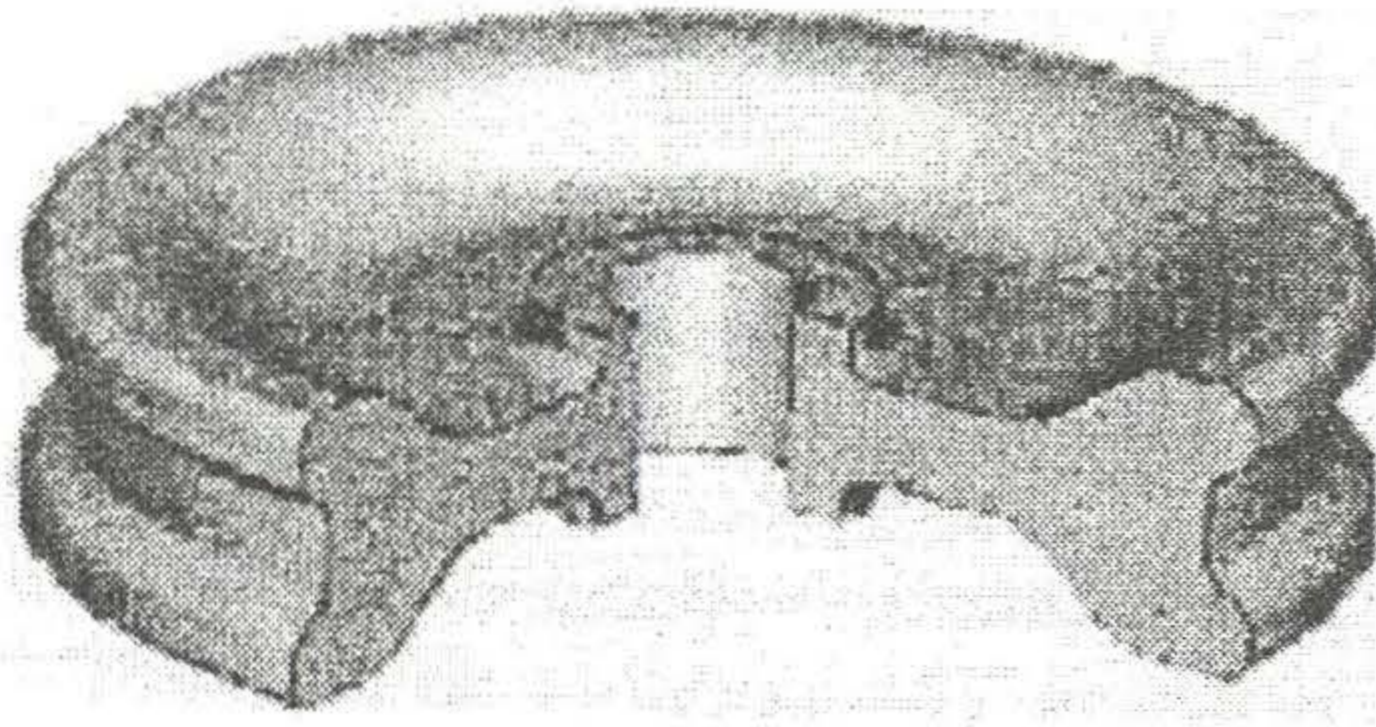
II. MODEL

Civata somun bağlantılarının incelenmesinde ilk olarak aksenel yük altındaki klasik bir civata somun bağlantısının davranışı ele alınmıştır. Bu çalışmada axisymmetric model

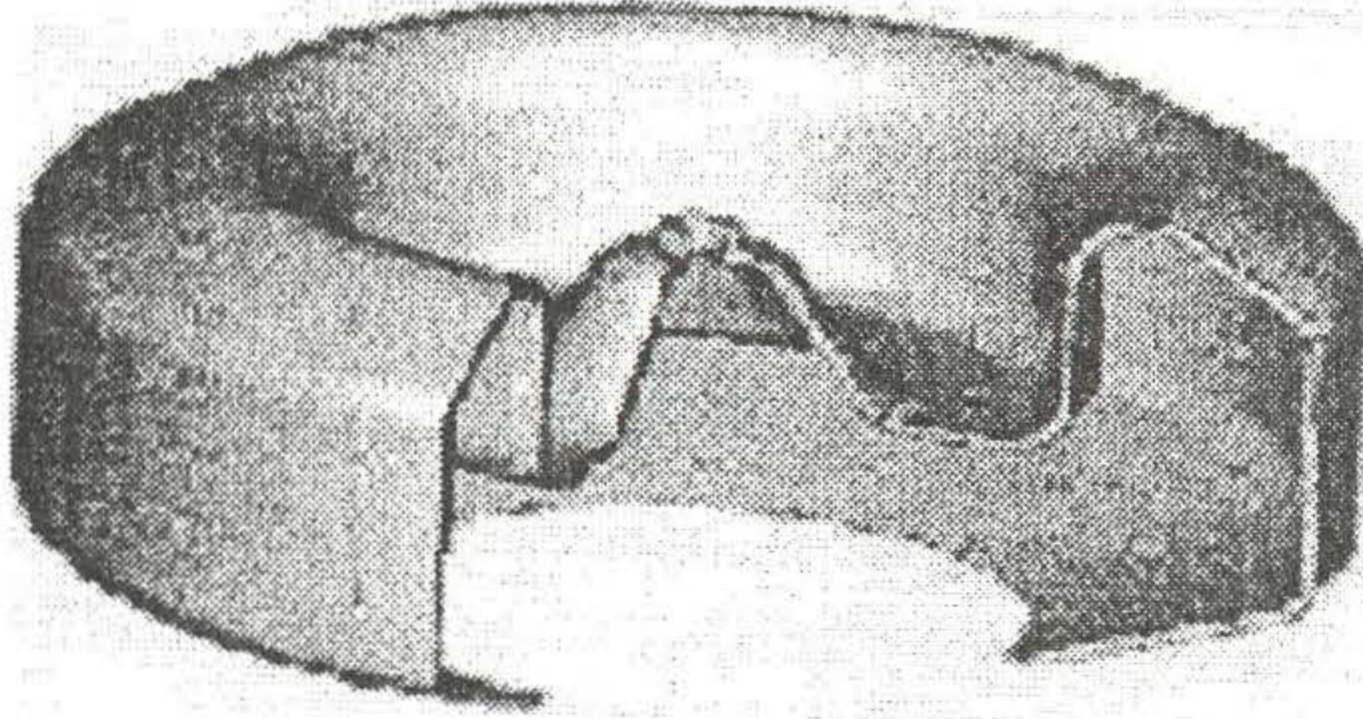
tipi kullanılmıştır. Axisymmetric model tipi eğer geometri, yükler ve sınır şartları bir dönme eksenini etrafında sabit ise kullanılabilir. Yükler ve sınırlamalar koordinat sisteminin X-Y düzleminde tanımlanırlar ve dönme eksenini $X=0$ ve $Z=0$ hattı varsayılır. Axisymmetric modellere örnek olarak silindirik ve dairesel yapılar verilebilir (şekil 1-3). Axisymmetric analizde model tipine göre 2 boyutlu katı (şekil 2.a) veya 2 boyutlu shell (şekil 2.b) eleman kullanılabilir.



Şekil 1 : Axisymmetric model örneği [1]



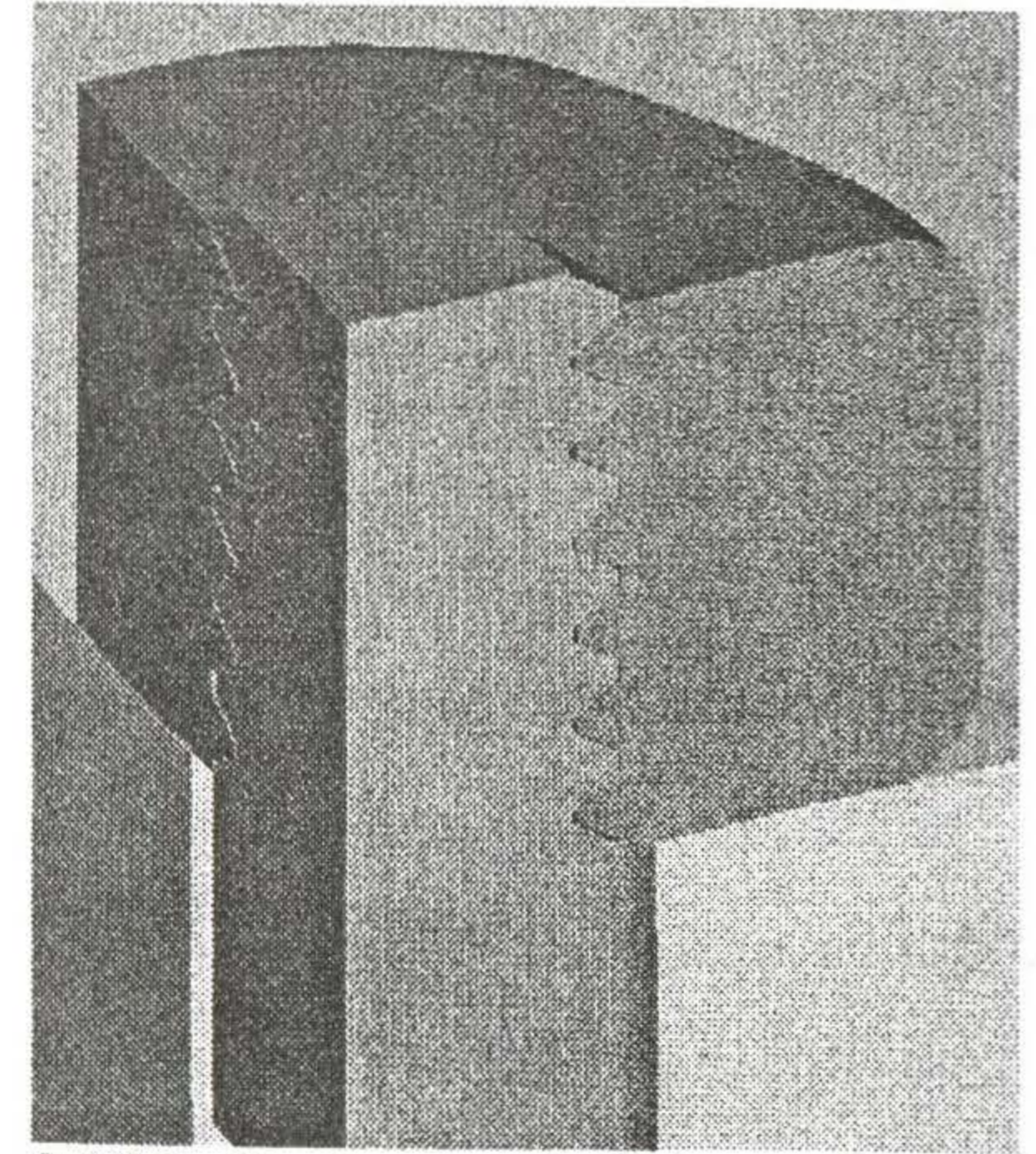
a- 2 boyutlu katı eleman kullanılarak modellenmesi gereken bir volan



b- 2 boyutlu shell eleman kullanılarak modellenmesi gereken ince cidarlı tank

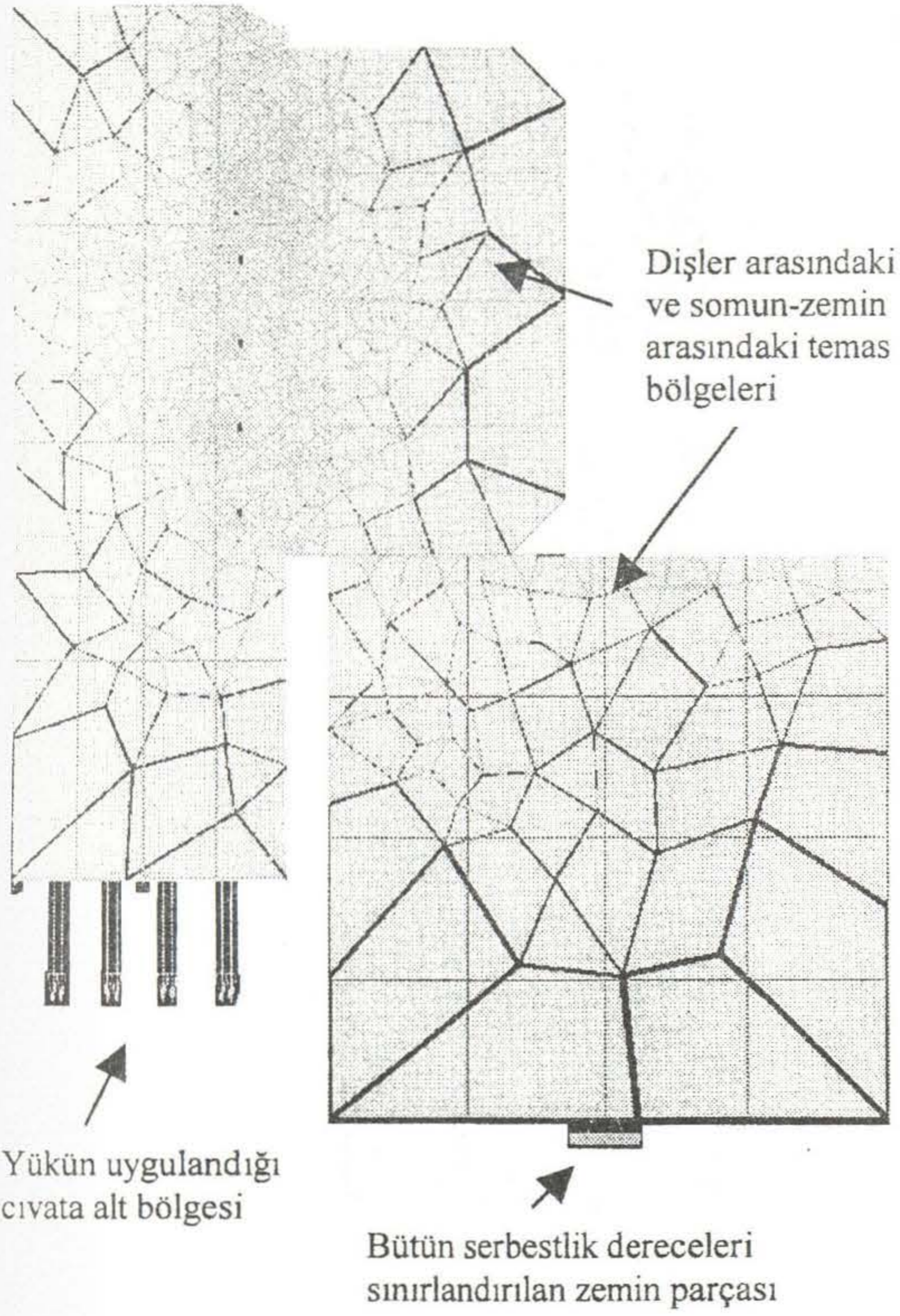
Şekil 2: Axisymmetric model örnekleri [1]

Civata somun bağlantısının analizinde axisymmetric analiz tipi kullanıldığında kullanılan kesit eksen etrafında sabit olarak ele alındığından civata ve somun dışlarındaki eğimin etkisi gözardı edilmiş olur. Fakat eksenel yük altındaki yük davranışı incelendiğinden bu kabul model için bir handikap oluşturmaz. Axisymmetric modelleme prensibine uygun olarak civata somun bağlantısı dörtte bir kesit olarak somunun oturduğu zemin bloğuyla birlikte Pro\Engineer programında modellenmiştir. Model şekil 3'te de görüldüğü gibi civata somun ve zemin olarak ele alınabilecek bir parçadan oluşur. Daha sonra elde edilen model Pro\Mechanica programının Pro/Engineer arabirimiyle çalışan bütünleşik moduna transfer edilmiştir. Burada model axisymmetric model olarak tanımlanır. Çalışılacak geometri olarak kesit yüzeyi seçilir ve koordinat sistemi oluşturulur. Bu aşamadan sonra model Pro\Mechanica'nın Pro\Engineer' dan bağımsız olarak çalışan bağımsız (independent) moduna geçilir. Bağımsız moda sadece axisymmetric analiz için seçilen geometri yani kesit yüzeyi ve koordinat sistemi aktarılır. Civata ve somun bağlantısının modellenmesinde Mx10 civata somun bağlantısı değerleri [2] ve uygulanan eksenel yük değeri olarak da 10000N seçilmiştir. Şekil 3'te Pro\Engineer'da modellenen civata somun bağlantısının kesiti görülebilir.



Şekil 3 : Civata somun bağlantısının dörtte bir kesiti

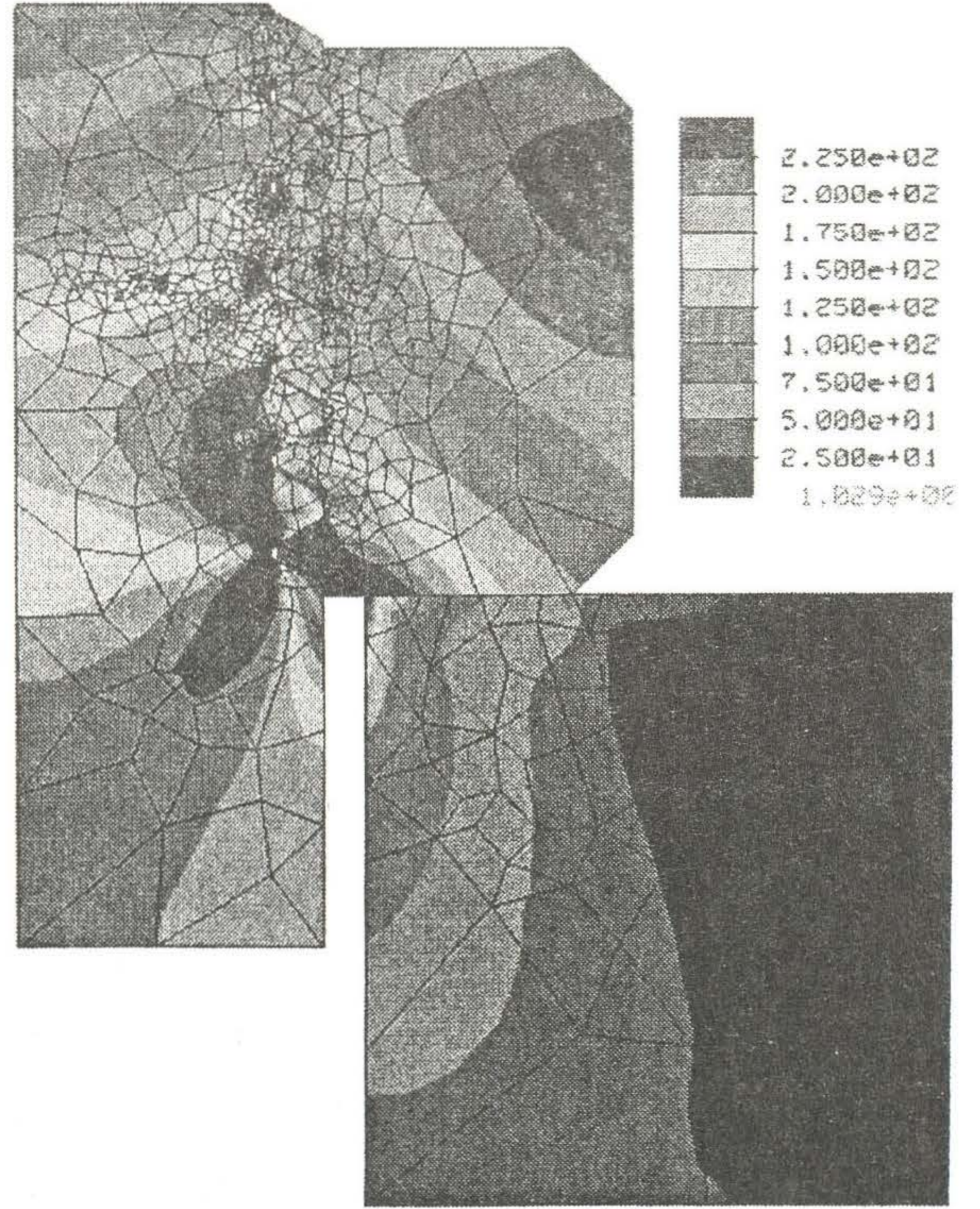
Burada axisymmetric analiz tipi Pro\Mechanica'nın bağımsız modunda aktarılan geometri üzerinde cıvata somun dişleri ve somun zemin arasında temas hatları, zemin bloğu üzerindeki sınırlandırmalar ve cıvata üzerinde yük değeri atanmıştır. Zemin bloğu alt hattı boyunca her yönde sınırlandırılmıştır.. Yük değeri cıvatanın alt çizgisine aksel yükü temsilen toplam değeri 10 000N olan yük değeri verilmiştir. Sınır şartlarının atanmasından ve elemanların oluşturulması sonra analiz öncesi modelin son hali şekil 4'te görülebilir. Burada da görüleceği gibi elemanlar temas bölgesinde yoğunlaşmıştır.



Şekil 4 : Modelde mesh işlemi ve sınır şartları

Yapılan analiz sonucunda bu şartlar altında model üzerindeki Von Misses bileşke gerilme dağılımı Şekil 5'te görülebilir. Burada model genelindeki dağılımın daha iyi görülmesi için 0-225 N/mm² değerleri arasındaki gerilme

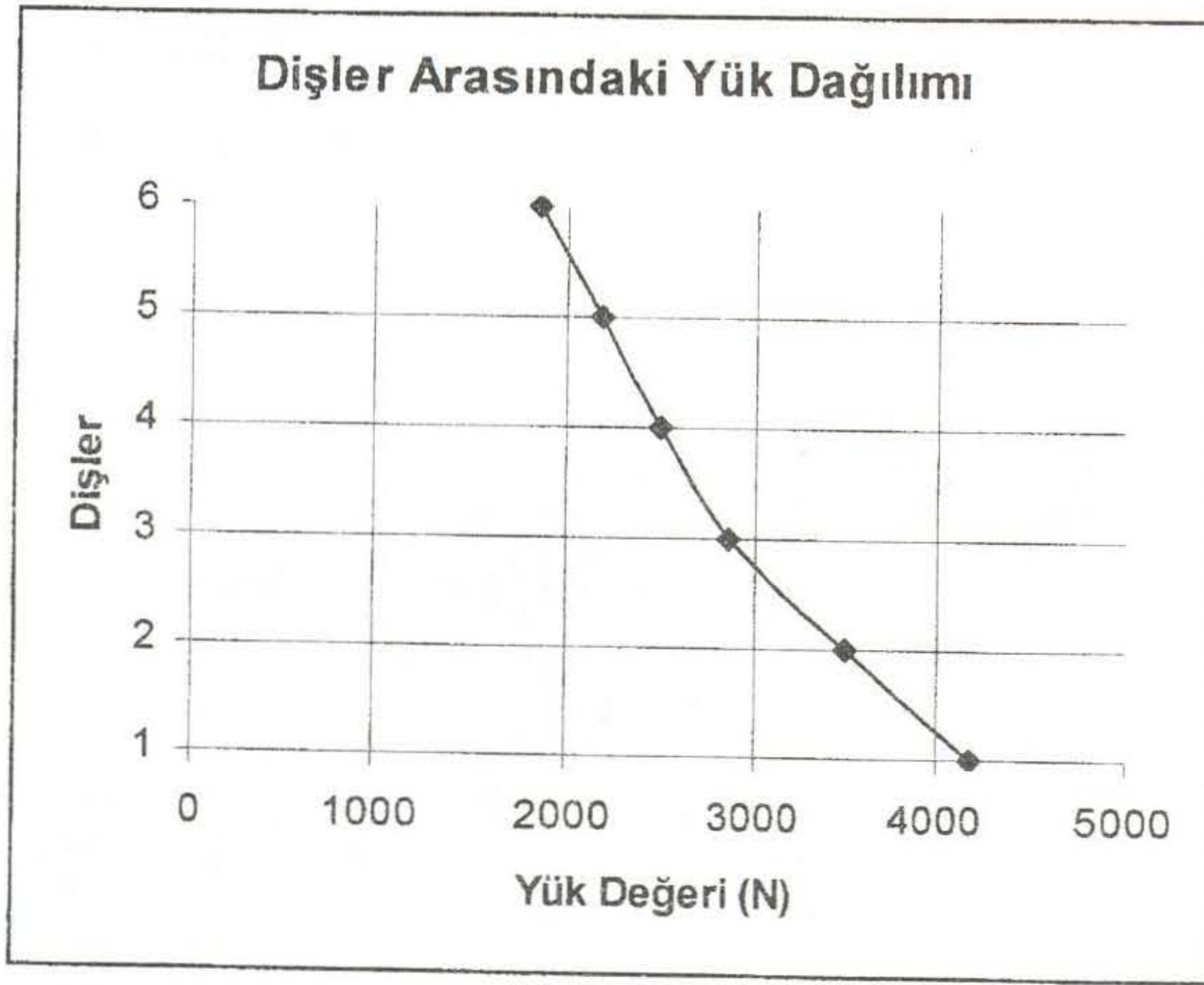
dağılımı gösterilmiştir. Dişlere göre temastan dolayı oluşan yük dağılımı tablo 1'de verildiği gibidir. Bu sonuçlar grafiksel olarak incelendiğinde (şekil 6) ve gerilme dağılımına bakıldığında yükün somunun alt kısmındaki dişte çok yoğun olduğu görülebilir. Aksel bir yükün uygulanmasında cıvatada aksel yönde uzama, somunda ise cıvatada içe doğru basma eğilimi görülür. Bunun sonucunda şekil 6'da da görüldüğü gibi bu şekilde bir uygulamada somun ve dişler arasındaki yük ve gerilim dağılımında dengesizlik meydana gelir. Bağlantının alt kısmındaki ilk diş yükün büyük bir bölümünü taşır. Tablo 1'de dişlere gelen temas yüklerinin değerlerinden ve şekil 6'da bu değerlerin grafiksel gösterimi verilmiştir. Burada bu dengesiz dağılım ve alt dişteki yoğunlaşma daha açık görülebilir.



Şekil 5 : 0-255 N/mm² arası Von Misses gerilme dağılımı

Tablo 1 : Dişlere göre yük ağılımı

Dişler	Yük Değeri [N]
1	4195.874
2	3508.094
3	2868.115
4	2487.883
5	2179.287
6	1836.798

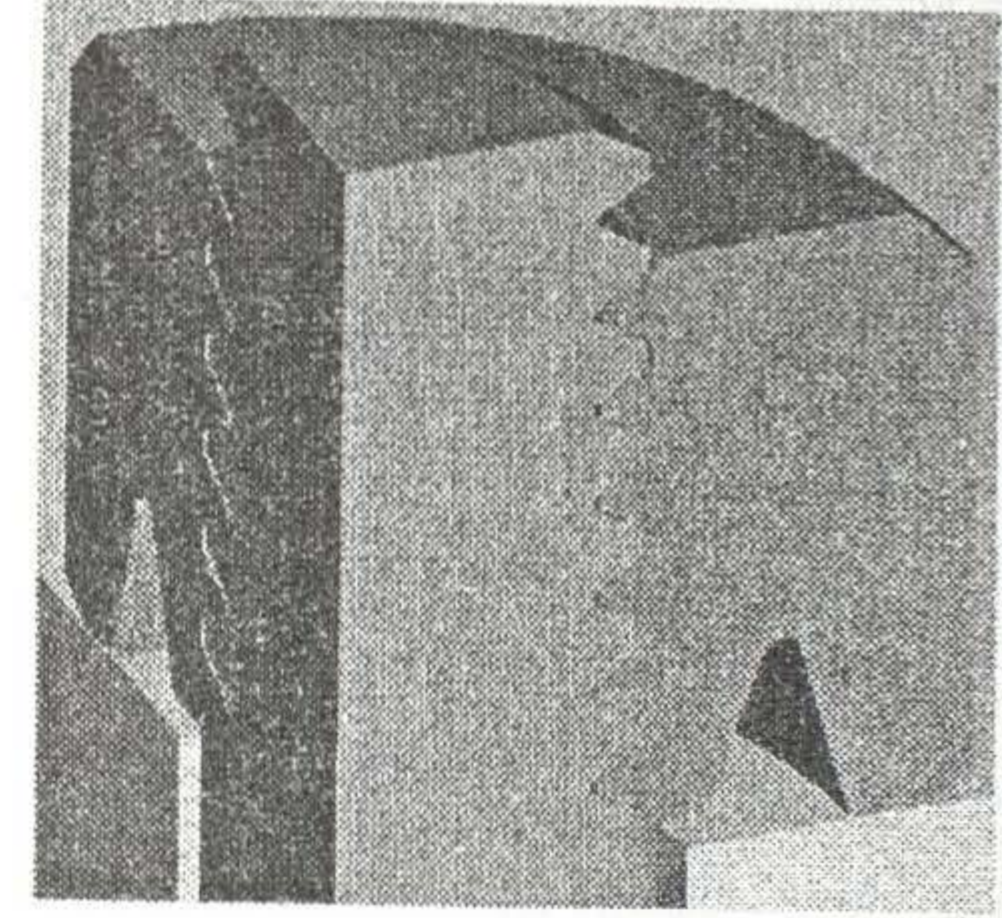


Şekil 6 : Dişlere göre yük dağılım grafiği

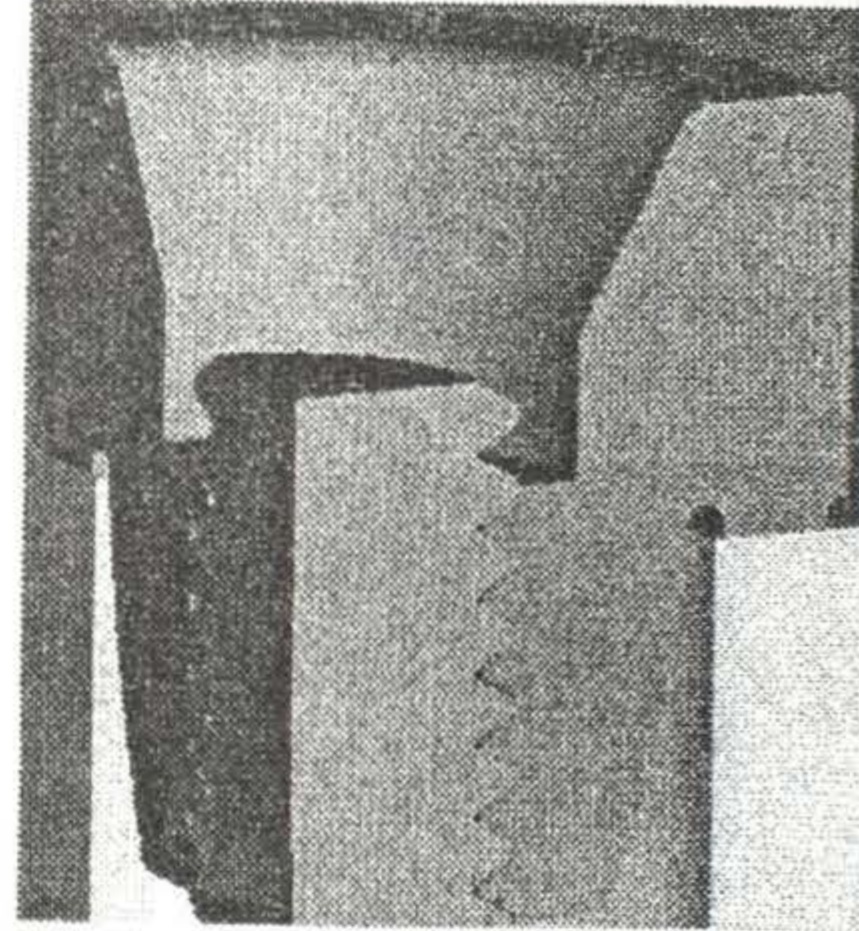
III. FARKLI SOMUN KONSTRÜKSİYONLARI

Normal somun kullanımının yüksek eksenel yüklerdeki sakıncalarını engellemek, yani somun dişlerinin bu taşıma hareketini bütün dişlerde daha homojen yapması için farklı somun tipleri önerilebilir. Bu çalışmada üç farklı somun konstrüksiyonunda dişlerdeki yük durumu incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Şekil 7'de bu somun tipleri görülebilir. Bu somun tipleri diş kısımları eksenel yük uygulanmasında somunda oluşan içe doğru basma eğilimini esneme yaparak karşılayacak şekilde tasarlanmışlardır. Yani bu somun tipleri eksenel yükte

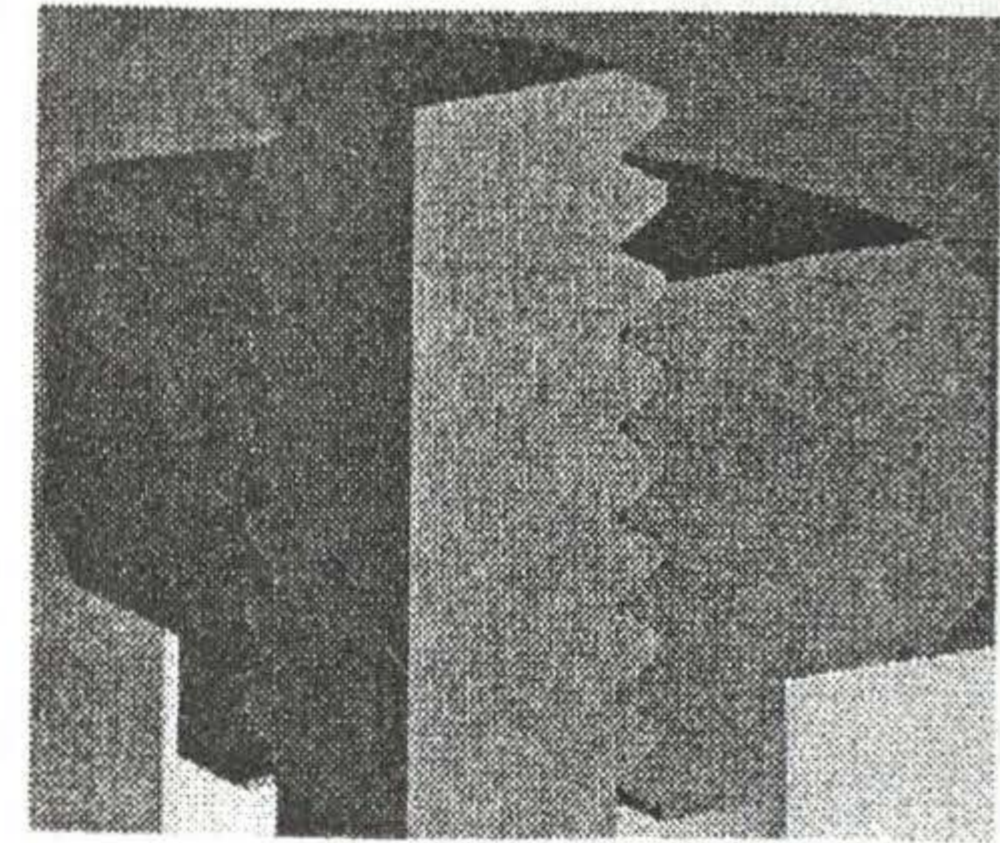
klasik somun civata- somun bağlantısında civata ve zemin arasındaki izafi hareketten dolayı sıyrılmaya zorlanan dişler somunun içe doğru bir yaylanma eğilimi göstermesiyle yükü homojen olarak taşırlar. Bu somunlar için normal somun bağlantısıyla diş ölçüleri ve sayıları, yük değeri ve sınır şartları aynı olmak analizler yapılmıştır ve civata-somun dişleri arasındaki yükün dağılımı incelenmiştir. Bu somunlar için bulunan Von Mises gerilmesi dağılımı klasik somun bağlantısıyla karşılaştırma amacıyla yine 0-225 N/mm² arasında şekil 8-9-10'da ve dişlere gelen yük değerleri değerleri tablo 2'de görülebilir.



Somun-1

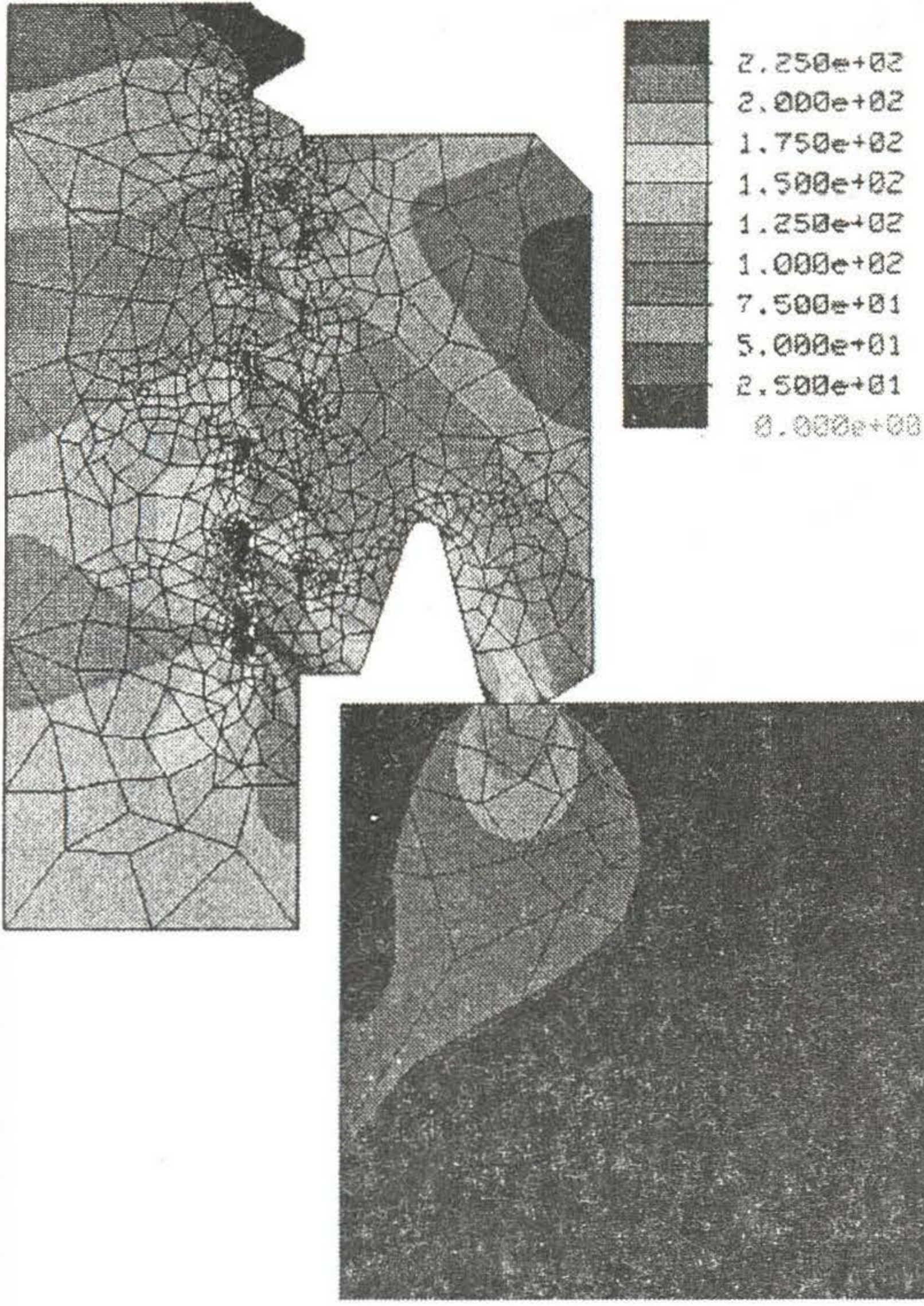


Somun-2



Somun-3

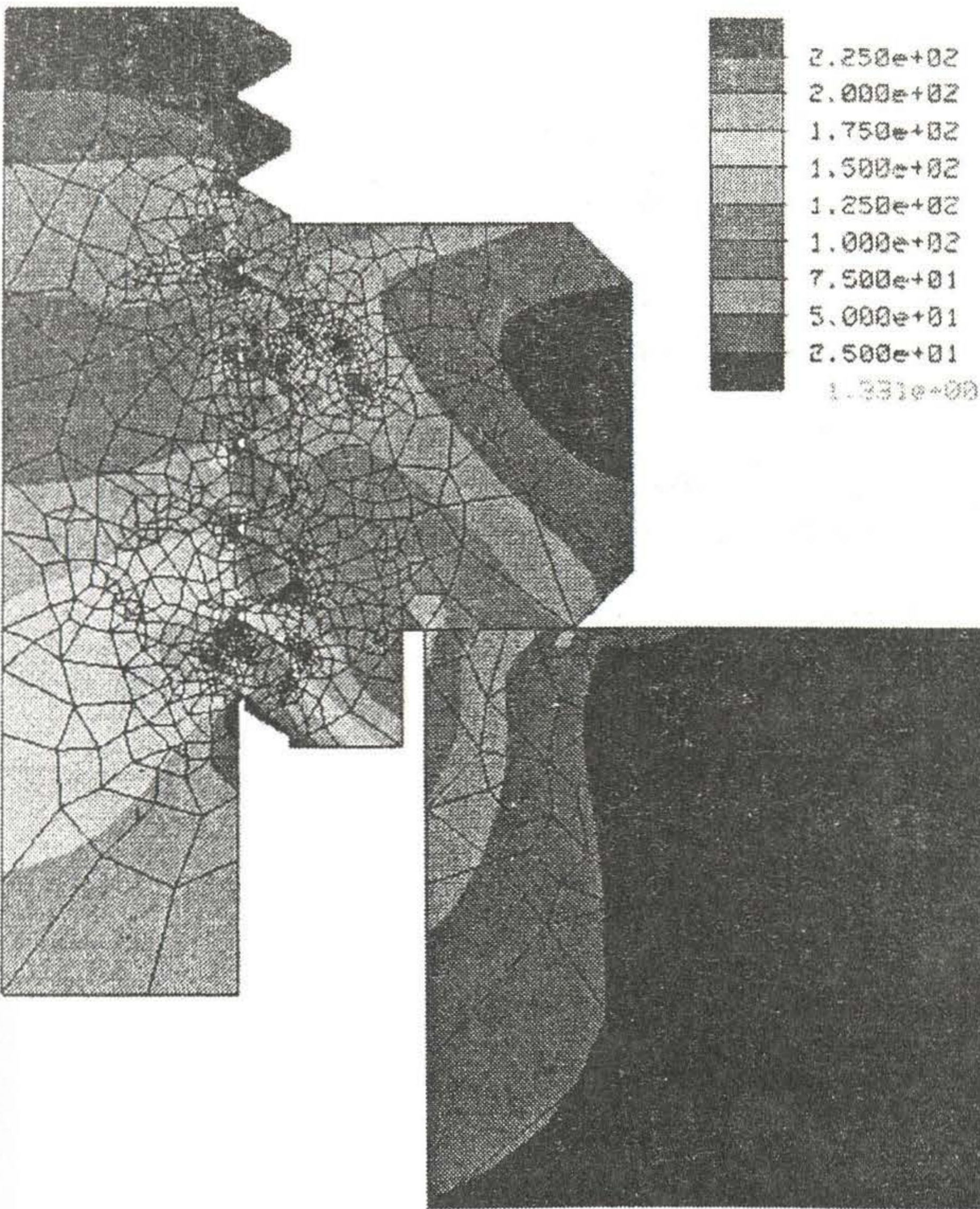
Şekil 7 : Alternatif somun tipleri



Şekil 8: Somun-1'de 0-225 N/mm² arası Von Misses gerilme dağılımı



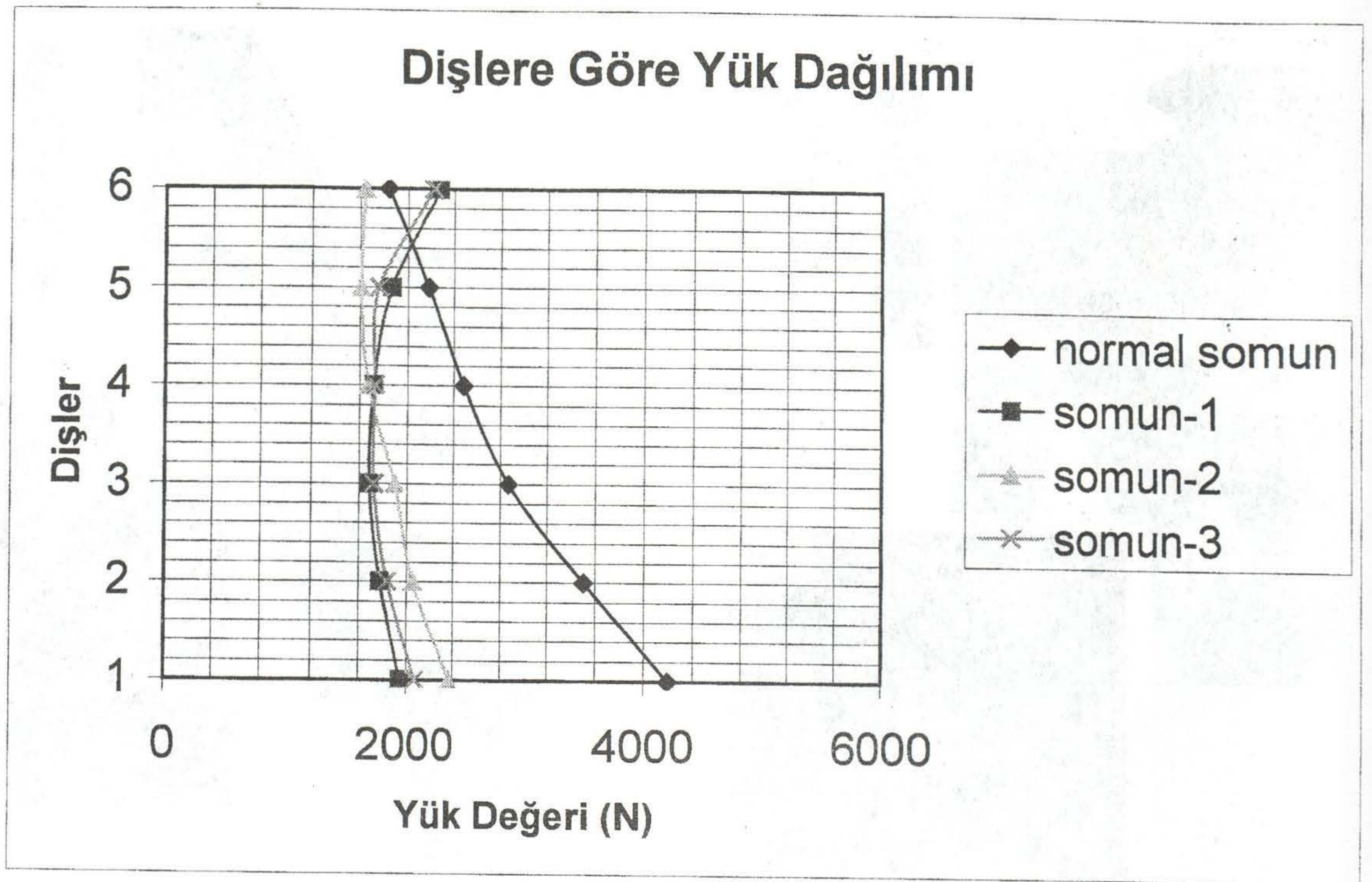
Şekil 9: Somun-2'de 0-225 N/mm² arası Von Misses gerilme dağılımı



Şekil 10: Somun-3'de 0-225 N/mm² arası Von Misses gerilme dağılımı

Tablo 2 : Alternatif somun tiplerinde dişlerdeki yük dağılımı

Dişler	Somun-1 [N]	Somun-2 [N]	Somun-3 [N]
1	1944	2366	2071
2	1776	2050	1837
3	1684	1894	1721
4	1719	1671	1726
5	1866	1609	1758
6	2276	1641	2222



Şekil 11 : Normal somunda ve alternatif somun tiplerinde dişlerdeki yük dağılımı

IV. SONUÇ

Araştırılan bütün somun tiplerinde dişlerdeki yük dağılımı şekil 11'de aynı grafikte gösterilmiştir. Burada da açıkça görüldüğü gibi alternatif somun tiplerinde dişlerdeki yük dağılımı normal somunla karşılaştırıldığında oldukça homojendir. Yük değerlerinde birbirine yakın olmasının yanısıra normal somundaki yük değerleri ile karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Sonuç olarak eksenel yük altında alternatif somun tiplerinin, taşınan yükü bütün dişlere homojen yayması açısından avantajlıdır. Bu şekilde eksenel yükler altında en çok rastlanan diş sıyrılması problemi aşılmış olur. Fakat burada uygulanan yükün statik olduğu unutulmamalıdır. Değişken eksenel yük

altında bu somunların esnek davranışları yorulma açısından kritik sonuçlara yol açabilir.

KAYNAKLAR

- [1] TOOGOOD, R., "Pro/MECHANICA Tutorial Structure", SDC Publications, Kasım 1999
- [2] AKKURT M., "Dişli Çarklar ve Diğer Güç İletim Elemanları", Cilt 2, Birsen Yayınevi, İstanbul 1999