

## SEMI TREYLER ARAÇLARININ BİLGİSAYAR DESTEKLİ ŞASI TASARIMI VE ANALİZİ

A.Zeynep BARÇIN, Sedat İRIÇ, Mouwafak M. AMIN

**Özet** - Bu çalışmada, semi treyler araçlarının, önemli aksamlarından şasi incelenmiştir. Çalışmada semi treyler aracının şasisi tasarlanmış, statik analize tabi tutulmuş ve mevcut şasinin modeli CAD/CAM sistemi kullanılarak oluşturulmuştur. Tasarımda ağırlık, rijitlik ve emniyet kriterleri incelenmiştir. Ana lonjeronun yüksekliğini değiştirerek farklı yükseklikteki profillerden şasiler modellenmiş ve analizlere tabi tutulmuştur. Yapılan analizde atalet momenti ve ağırlık merkezi hesaplanarak, oluşan gerilmeler ve deplasmanlar hesaplanmıştır. Son olarak tasarımda modifikasyon yapılarak ve analize tabi tutularak yük altında oluşan gerilmeler ve deplasmanlar hesaplanmış ve mevcut şasideki gerilmeler ve deplasmanlarla karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak aracın üzerinde şasi yüksekliğine bağlı olarak % 0,77'lik bir ağırlık artışıyla, meydana gelen gerilmelerde % 10-16 ve deplasmanlarda % 19-38'e varan azalma sağlanmıştır. Bu yöntem ile tasarım optimize edilerek şaside daha yüksek verimlilik ve güvenlik sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Semi Treyler, Şasi, Bilgisayar Destekli Tasarım, Bilgisayar Destekli Analiz

**Abstract** – The development in computer hardware and software technology resulted for extensively involvement of computer aided design and engineering ( CAD/CAE ) method in engineering fields. In this study, the chassis design of semi trailer vehicles was modified and analysed using computer aided software code Pro/Engineer and Ansys. Original 30 Ton capacity trailer chassis was modeled and analysed. Finally, the original design was modified and analysed. The stress and deflection counter were obtained. Finally, the result showed a good agreement with the results obtained by classical calculation methods. It is concluded the effectiveness and efficiency of the application of CAD/CAE system in chassis design problems.

**Key words** – Semitrailer, Chassis, CAD/CAE

A.Z. Barçın, S.İriç Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Esentepe, Sakarya [abarçin@sakarya.edu.tr](mailto:abarçin@sakarya.edu.tr)  
[siric@sakarya.edu.tr](mailto:siric@sakarya.edu.tr)  
M.M.amin Dempa-Sakarya [amin@hotmail.com](mailto:amin@hotmail.com)

### I. GİRİŞ

Taşıma sektörü, insan oğlunun dünyaya gelişiyle başlayan yaşam mücadelesi sırasında insanların yakaladıkları avları evlerine nasıl taşıyacaklarını düşünmeye başlamalarıyla ortaya çıkmıştır. Milattan önce 3000 yıllarında tekerleğin icadı ile teknolojiye büyük bir adım atılmıştır. Aynı dönemde odun, av, taş ve insan taşımak için tekerleğin üzerine düz tahta zemin takılarak ve insanlar tarafından çekilerek taşınan araçlar dünya tarihindeki ilk römorklar olmuştur. O günden sonra römorklar, içten yanmalı motorların 1850 yılında gündeme gelmesi ve devamında da 1885 yılında ilk otomobil üretimine kadar evcil hayvanlara çektilerle kullanılmaktaydı. 1908 yılında ilk 'T' modeli otomobil seri olarak insan hayatına girdi. 1914 yıllarında Amerika'da Reliance, Fruehauf, Dorsey gibi kişiler 'T' Ford Model Pikap tarzı kamyonları tadil ederek arkasına römork takılabilecek hale getirip ilk motor ile çekilen römorkları oluşturmuştur.[1]

Dünyanın globalleşmesi ile ulusların birbirleriyle olan ticaret hayatı önem kazanmıştır. Hava, deniz ve karayolu taşımacılığı içinde karayolu en ucuz ve güvenilir nakliyat yoludur. Buna rağmen mazot, navlun v.b. benzer giderleri azaltmak amacı ile taşıma esnasında alınacak yükün maksimum olmasını sağlamak ekonomi açısından önemlidir. Semi treylerler yıllar içinde özel amaçlı yük taşımaya uygun olarak farklı tiplerde konstrüksiyon yapıları çeşitleri çoğaltılmıştır.

Örnek olarak sıvı, gaz taşımak için tanker semi treylerler, parça, kutulanmış yük taşımak için kuru yük semi treyler, bozulabilecek gıdaları taşımak için frigorifik semi treyler, dökme yük diye tanımlanan kum, taş v.b. malzemeleri taşımak için damper semi treylerler üretilmiştir.

Semi treyler araçları ön tarafına bağlanan çekiciler vasıtasıyla hareket ederler. Trafik de bu ikili araç grubu katar olarak adlandırılır. Semi treylerler motorsuz oldukları için daha basit bir yapıya sahiptirler. Fakat motor olmamasına rağmen diğer bütün taşıtlarda bulunan donanımlara sahiptirler. Ancak bu araçlarda kullanılan donanımlar diğer araçlarda kullanılanlara göre daha girift bir yapıya sahiptirler. Bu araçlar genel olarak üç temel yapıdan oluşmaktadır.

Bunlar bütün ekipmanların üzerine bağlandığı

- şasi ,
- süspansiyon, aks, fren ve elektrik grubunun bağlı olduğu alt aksam ,
- aracın üstünün giydirildiği gövde kısmıdır.

Bütün taşıtlar kendilerini ve üzerlerindeki yükü taşıyan bir yapıya sahiptir. Kullanım amaçlarına göre farklı olmakla birlikte taşıtların yapıları gereği yükü, aracın en önde gelen kısmı olan şasi taşır. Şasi tipleri insan vücudundaki iskelet sistemi gibi ana taşıyıcılık görevini yerine getirir.Gövde ise,taşıta şekil veren, fonksiyonlarını yerine getirmesi için ana hacim sağlayan kısmıdır .

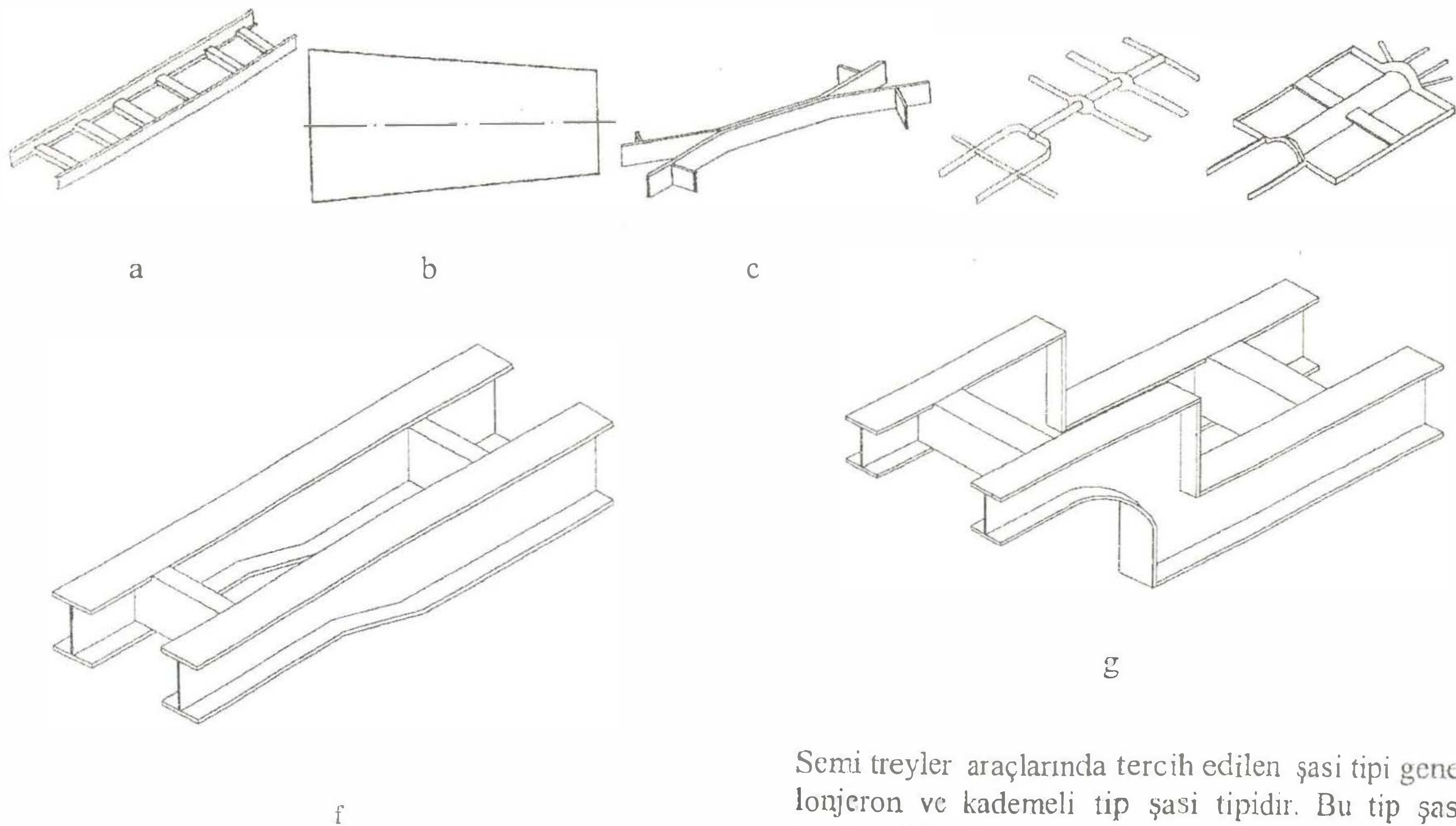
Şasiler genellikle dikdörtgen, trapez, X, çatal (tek kirişli), ana kiriş (lonjeron), ve kademeli şasi şeklindedir.(şekil 1.)

Şekil 1-a' da yaygın bir şekilde kullanılan dikdörtgen şasi tipi gösterilmiştir. İki boylamasına kiriş ve ikiden fazla enlemesine kirişten oluşur. Kiriş profilleri genellikle açık kesitlidir. Perçin , civata veya kaynak bağlantılı olarak birleştirilirler. İmalatı basit ve ucuzdur. Şekil 1-b' de ise trapez şasi görülmektedir. Yapı itibarı ile dikdörtgen şasi özelliklerine benzemekle birlikte geometrik şekli trapez formunda olduğu için adına trapez şasi denilmiştir. Uygulama alanı olarak dikdörtgen şasi ile aynıdır.Şekil 1-c' de X – Şasi görülmektedir. Boyuna ve enine traversleri açık ve kaynak profilli kesitten yapılabilir. Oldukça hafif bir yapısı vardır. Şekil 1-d' de ise çatal Şasi ( Tek Kirişli Şasi ) görülmektedir. Çatal şasi daha ziyade kapalı profil kesitli olarak yapılır. Daire ve kutu kesiti kullanımı yaygındır. Ortada boydan boya uzanan bir adet boyuna kiriş üzerine monte edilmiş kirişlerden oluşur. Boyuna kirişin ön ve arka uçlarına birer çatal taşıt motoru v.s. montajı için kolaylık sağlar. hafif bir şasidir.

Şekil 1-e' de platform şasi görülmektedir. Platform şaside boyuna ve enine kirişler zemin sacı ile birleştirilip kaynaklanmıştır. Ortadaki boyuna kiriş kardan mili tüneli olarak da kullanılır. Karoserinin kaynakla veya civata ile şasiye bağlanması ile hafif ve iyi bir şekil mukavemeti elde edilir. Şekil 1-f' de ana lonjeron tipi şasi kullanılmaktadır. Özel imalat olarak I tipi kaynak edilebilir mukavim çelikten hazırlanır. Ayrıca şasi yandan çevre sacı ve taban döşemenin oturması için çekme I profillerle takviye edilmiştir. Özellikle semi treyler uygulamalarında aşırı yüke dayandığı için tercih edilir. Şekil 1-g' de kademeli tip şasi uygulaması görülmektedir. Araç iç hacmini artırarak daha havaaleli yük taşımak için tercih edilir. I tipi kaynak edilebilir mukavim çelikten özel ebatlarda üretilir. Bu çalışmada en yaygın olan f tipi ana lonjeron şasinin incelenmesi uygun görülmüştür.[2]

## II. TASARIM ve ANALİZ

Tasarım oluşturma kademeleri sırasıyla; yükleme şartlarının tanımlanması, şasi kesitinin aracın konstrüksiyon uygunluğuna ve yük şartlarına göre tespit edilmesi ve mukavemet hesaplarının yapılarak uygulanmasıdır. Bu amaçla CAD/CAM yazılımı olan Pro/Engineer programı ile mevcut şasinin modellenmesi yapılmış ve Ansys programı ile model analiz edilmiştir.

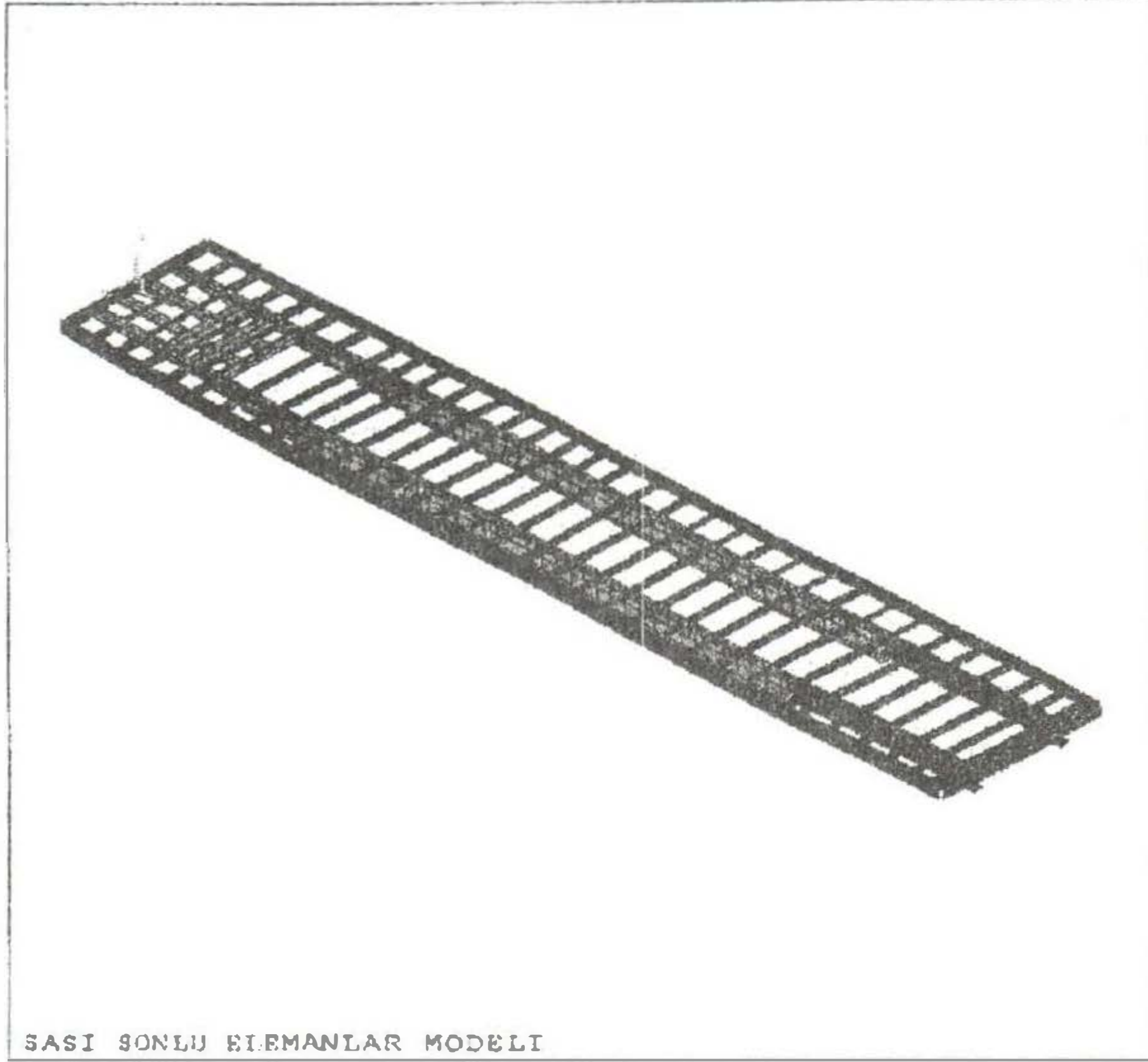


Şekil 1. Semi treyler ve kasa uygulamalarında kullanılan değişik tipteki şasiler

Semi treyler araçlarında tercih edilen şasi tipi genellikle lonjeron ve kademeli tip şasi tipidir. Bu tip şasilerin tercih edilmesinin nedeni bütün semi treyler tiplerinde kullanılabilir , alt süspansiyon aksamını taşımaya uygun

ve en önemlisi yüksek yük taşıma kabiliyetinin olmasıdır.

Üstten bakıldığında iki ana profil görüntüsü veren şasinin çevresi, taban kontrplağına oturma zemini olacak şekilde özel formlu çevre sacı ile çevrilir. Ayrıca şasiyi enlemesine kesen NPI 80 kroslar çevre sacına kaynatılır.(Şekil2.)



Şekil2. Tasarım yapılan semi treyler şasisi

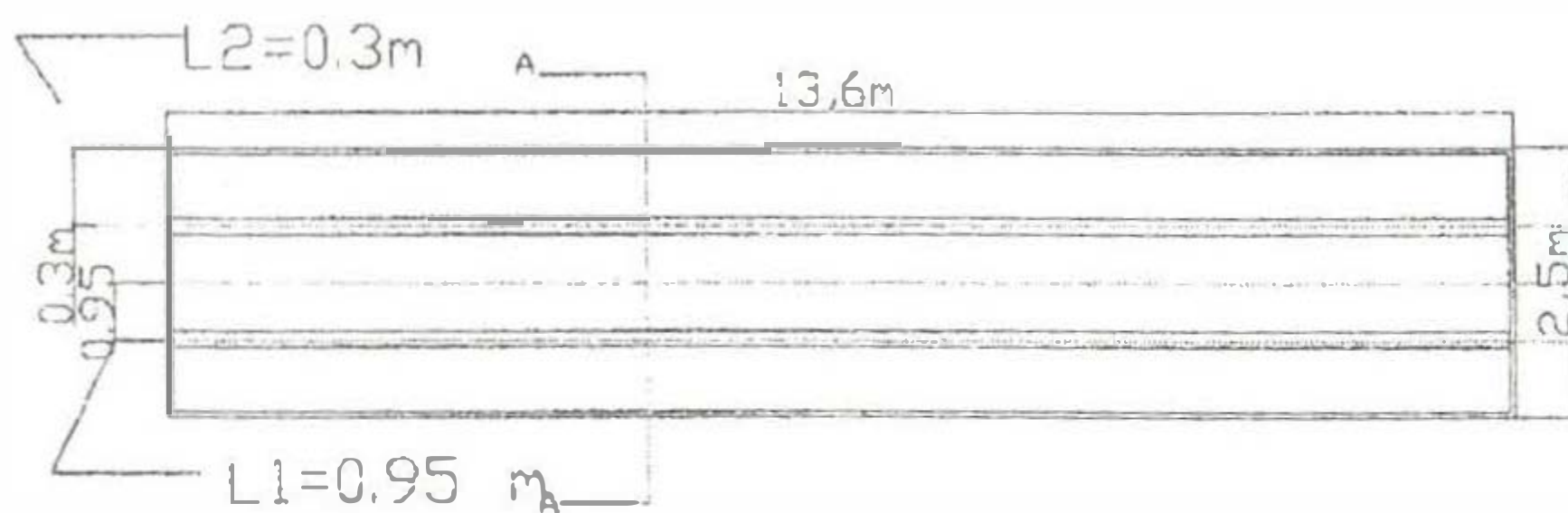
Model oluştururken, çalışma boyunca şasi düşey yüklerle maruz kaldığı için yola temas eden şasinin ön tarafındaki 5.teker bölgesi ile arka tarafta lastikler ve dingillerin bağlandığı süspansiyon bölgesinden tutularak sabitlenmiştir. Bu sınır şartlarına uygun olarak araca gelen yük dağıtılarak analiz edilmiştir.[3]

$$\begin{aligned} \text{Araca gelen yük} &= Q=300000 \text{ N} \\ \text{Araç Uzunluğu} &= L= 13,60\text{m} \\ \text{Araç Genişliği} &= W=2.5 \text{ m} \end{aligned}$$

Yük aracın uzunluğu boyunca yayılı olarak gelmektedir. (Şekil 3. ve Şekil 4.)

$$\begin{aligned} \text{Birim yük} &= Q/A=Q_1 \\ Q_1 &= 300000/2,5 = 8825 \text{ N/m}^2 \text{ dir.} \end{aligned}$$

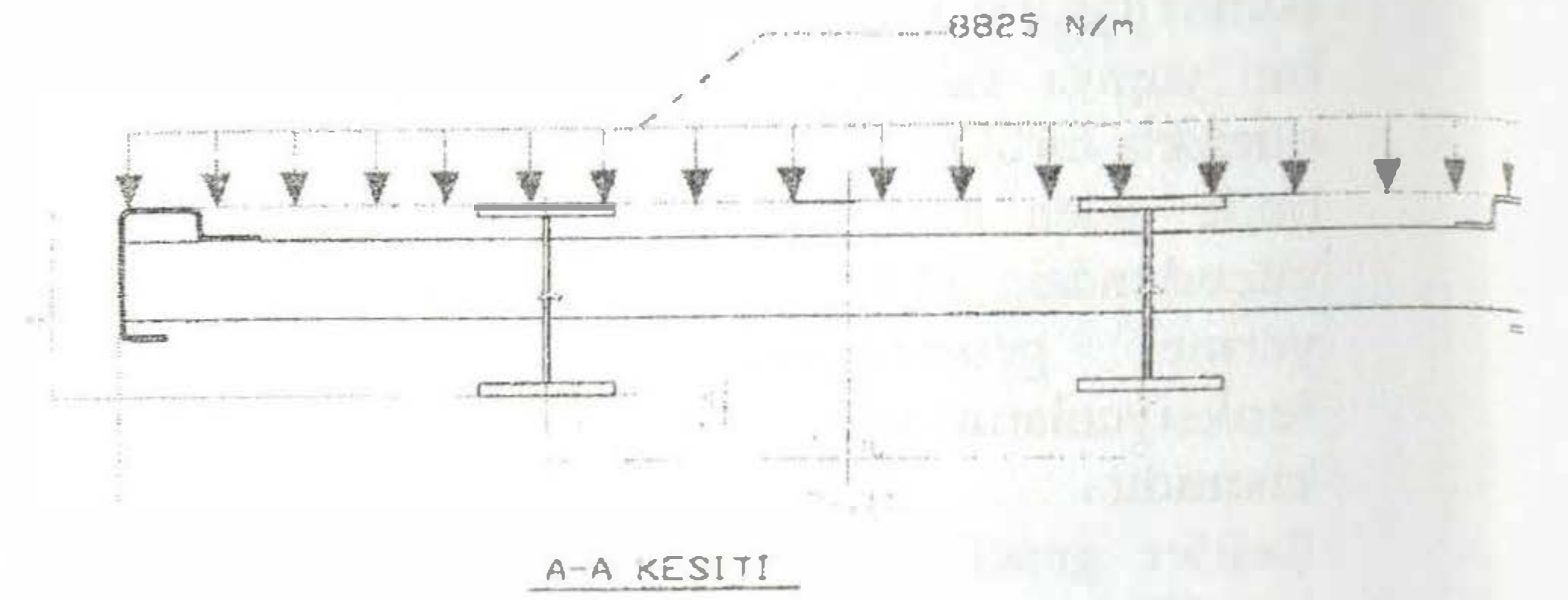
Bu yükleri taşıyacak şekilde şasi tasarımı yapılır.



Şekil3. Semi treyler şasisinde yükün geldiği alan  
 $Q_1=8825 \text{ N/m}^2$

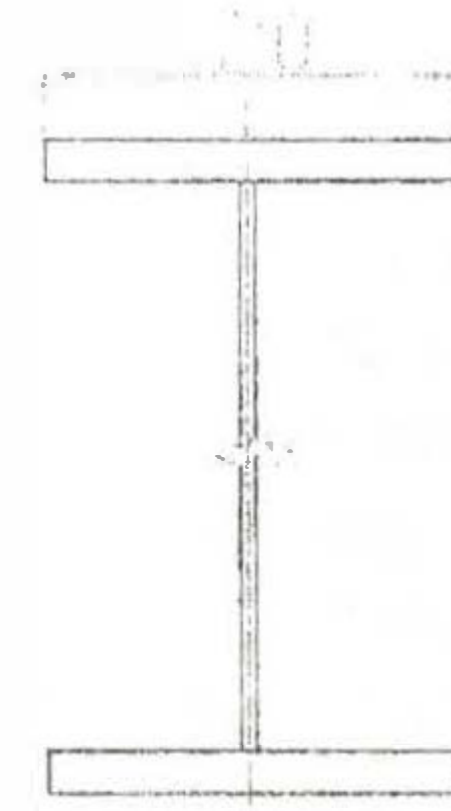
$$L_1=0.95\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{Ana lonjeron gelen yük} &= q_1= Q_1 \times L_1 \\ q_1 &= 8825 \times 0,95 = 8385 \text{ N/m} \end{aligned}$$



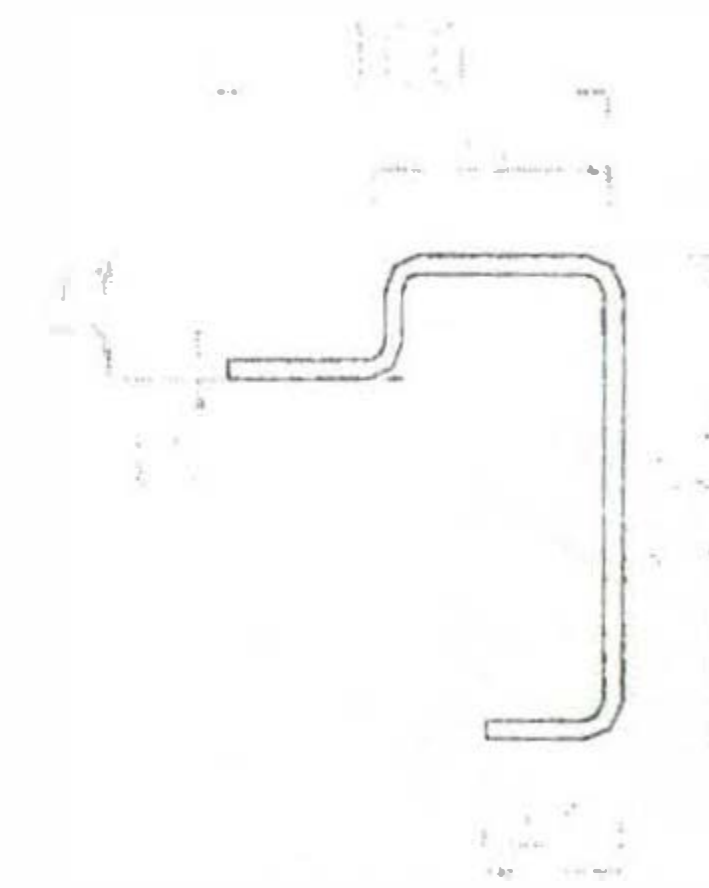
Şekil4. Semi treyler şasisinde yükün geldiği şasi kesiti

Tasarımda , şasi ana lonjeronun da , alt ve üst kısmında iki adet 12x120mm ebadında St52.3 kalite malzemeden lama ile 5mm kalınlıkta St52.3 kalite sac dikey olarak kullanılmıştır.(Şekil 5.)



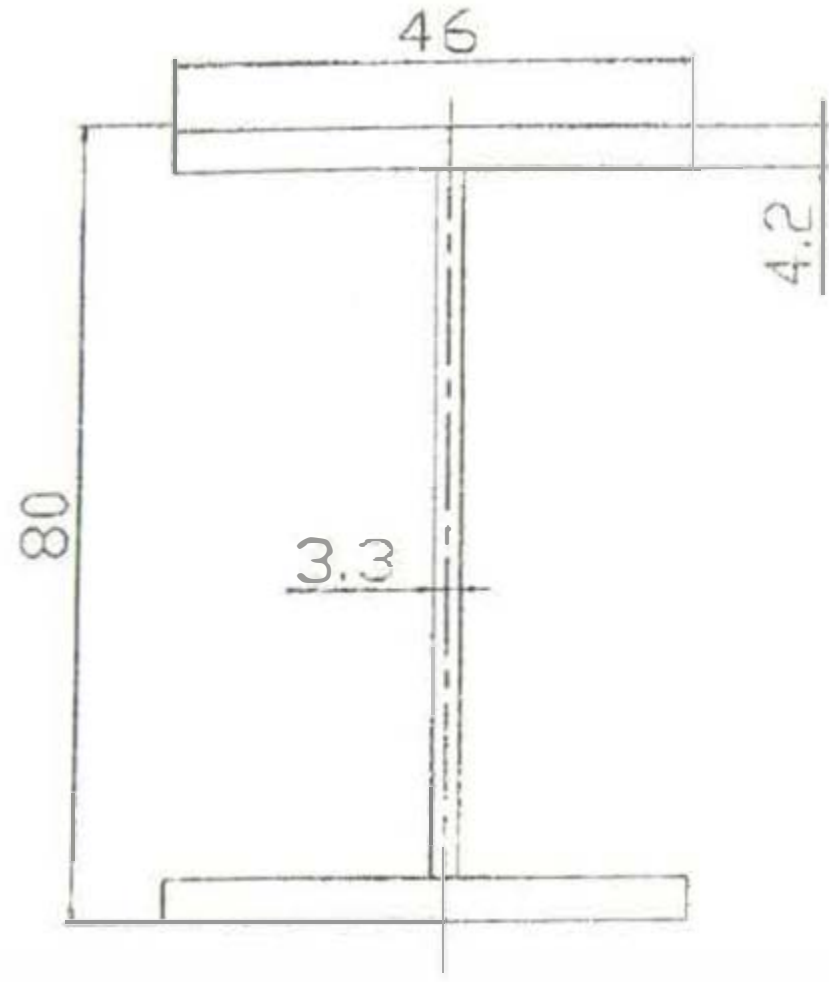
Şekil5. Şasi ana lonjeron kesiti

Aracı dört bir yandan çevreleyen yan çevre sacı 5mm kalınlığında St52.3 malzemeden rulodan çekilerek şekillendirilmiştir.(Şekil 6.)



Şekil 6. Yan çevre sacı

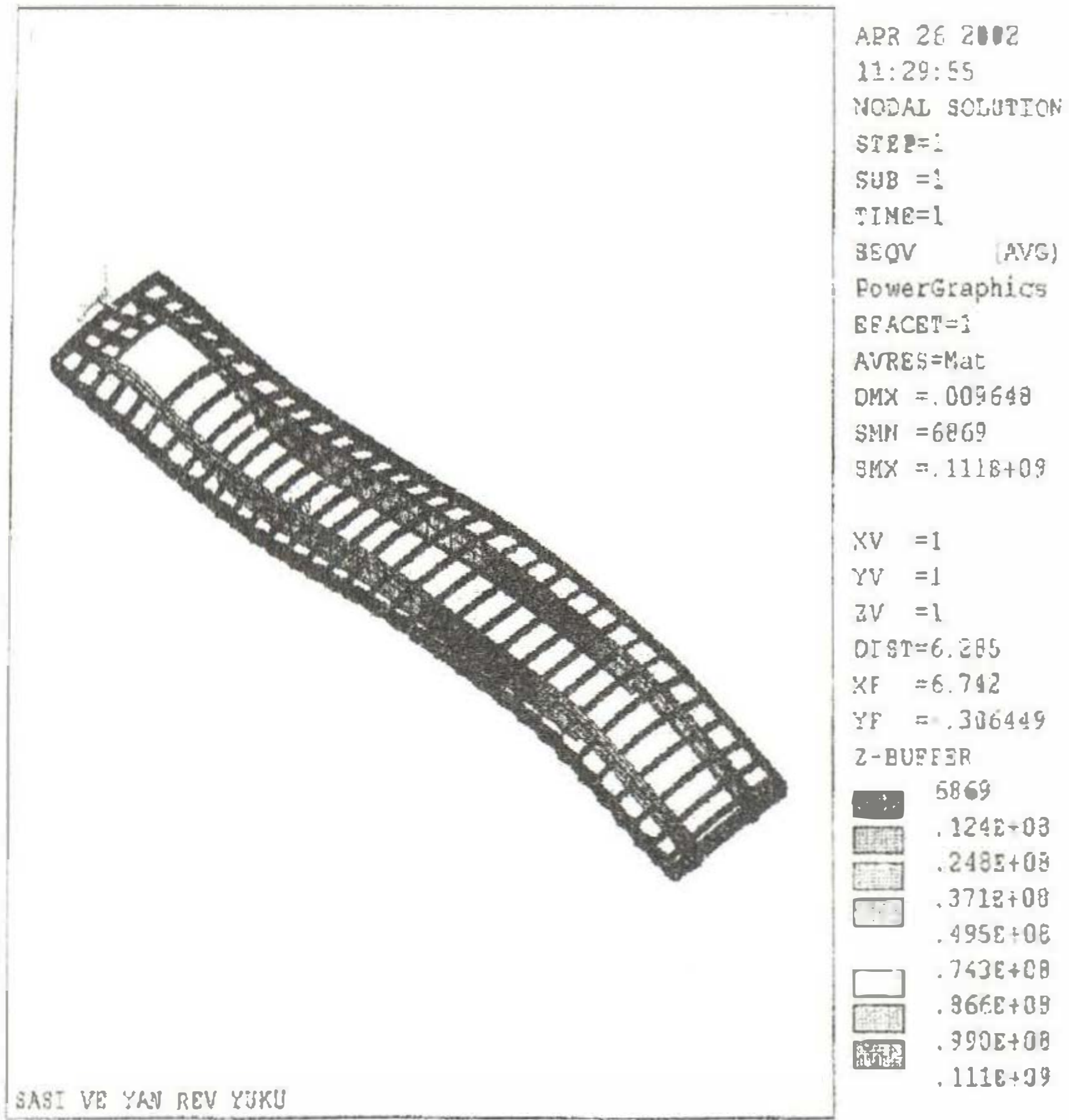
Aracın eni boyunca 33 adet IPE 80 profil St 52.3 malzemeden sıcak çekme olarak düşünülmüştür. (Şekil 7.)



Şekil 7. Şasi krosu

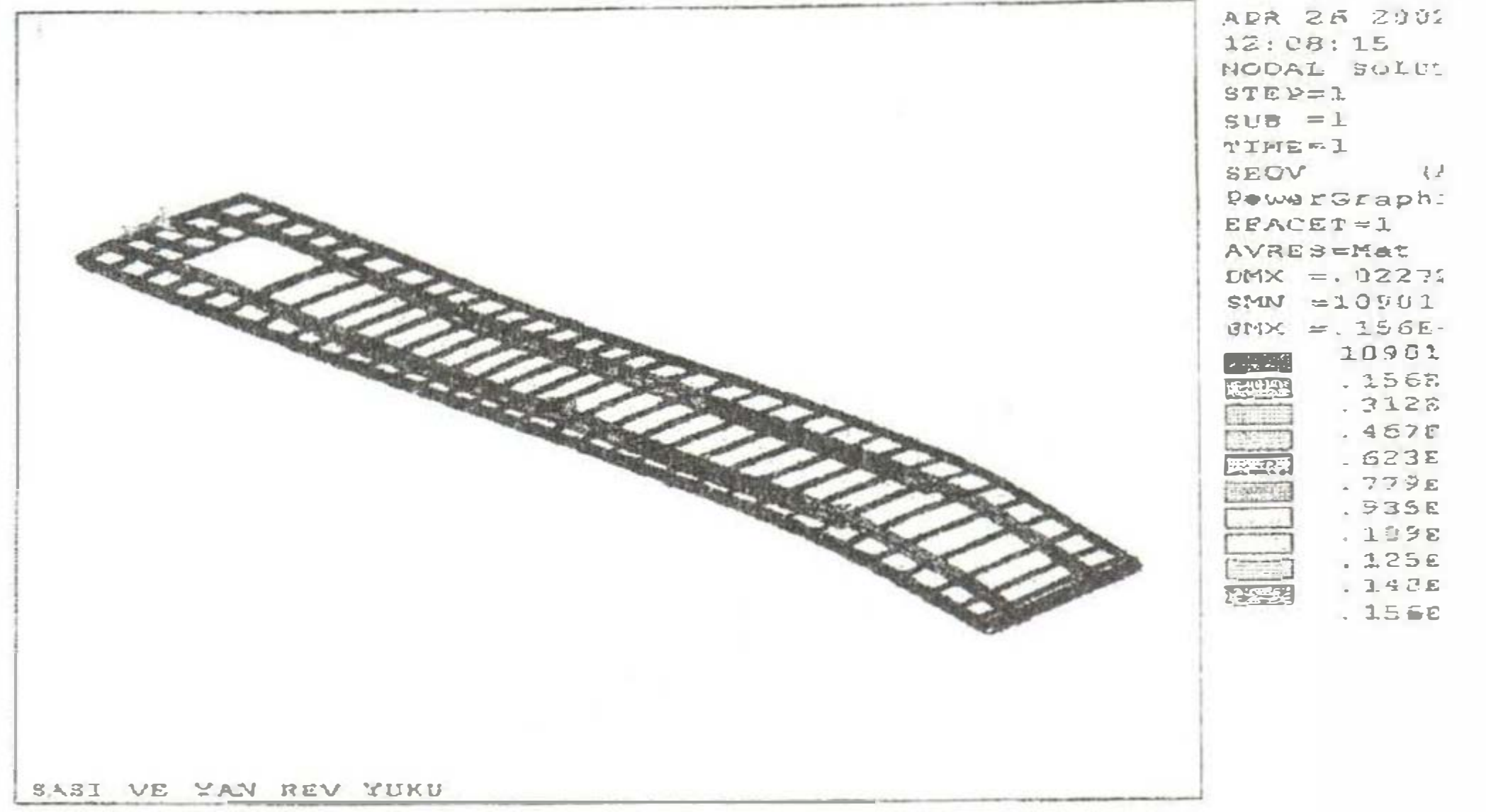
Bu şekillendirilen malzemeler aracın yük taşıma kabiliyetine en uygun şekilde bir araya getirerek şasi tasarlanmıştır ve yükleme yapılmıştır. Tasarımda sadece şasi ana lonjeron kesitinde yükseklik modifikasyonunu yaparak gerilmelerin ve deplasmanların değişimi incelenmiştir.

404mm mevcut şaside oluşan maksimum gerilme  $111\text{N/mm}^2$  ve y yönündeki deplasman 9.6 mm olmuştur. (Şekil 8.)



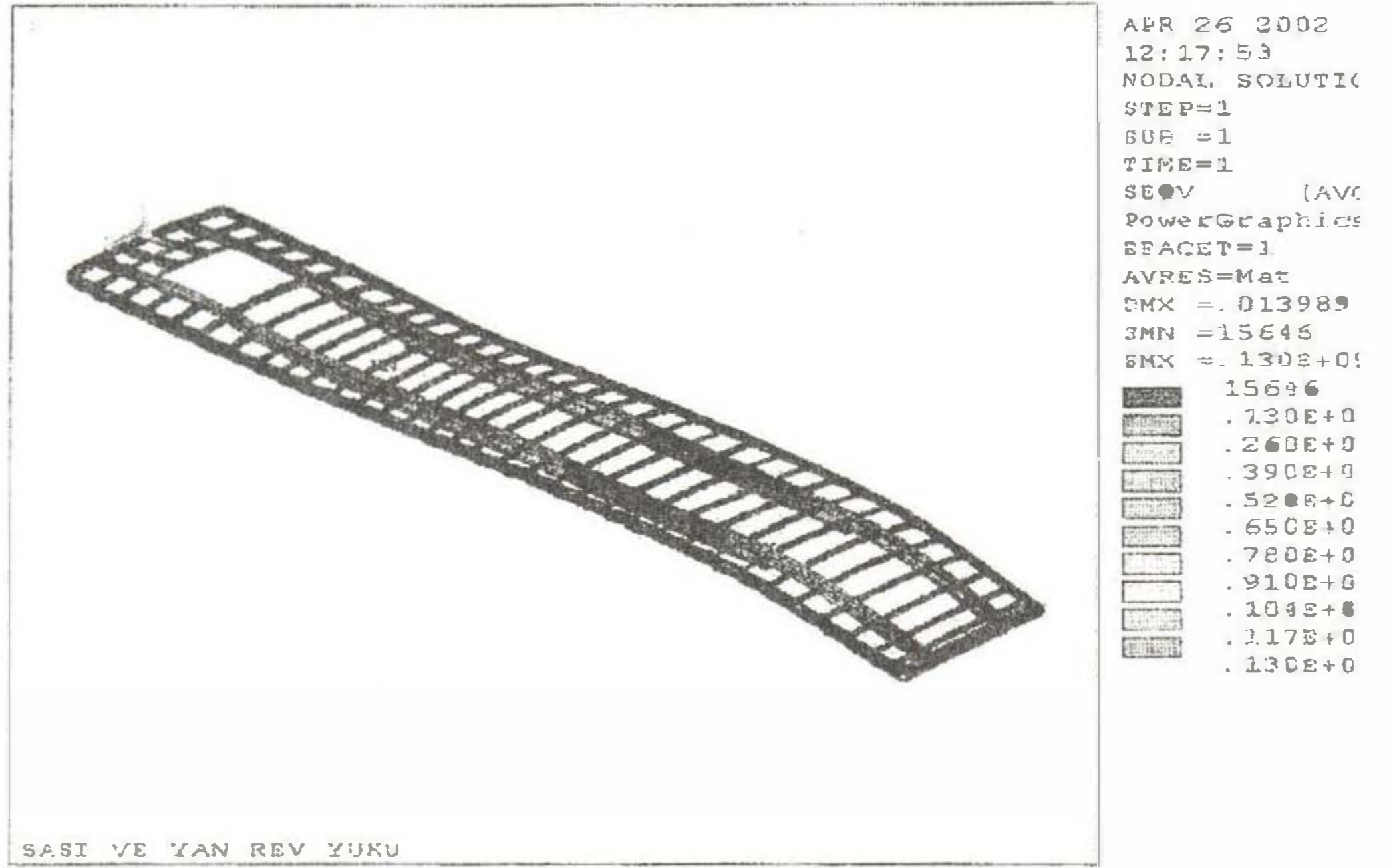
Şekil 8. 404mm şasi yüksekliğinde oluşan deformasyon

300mm şaside oluşan maksimum gerilme  $156\text{N/mm}^2$  ve y yönündeki deplasman 22.7mm olmuştur. (Şekil 9.)



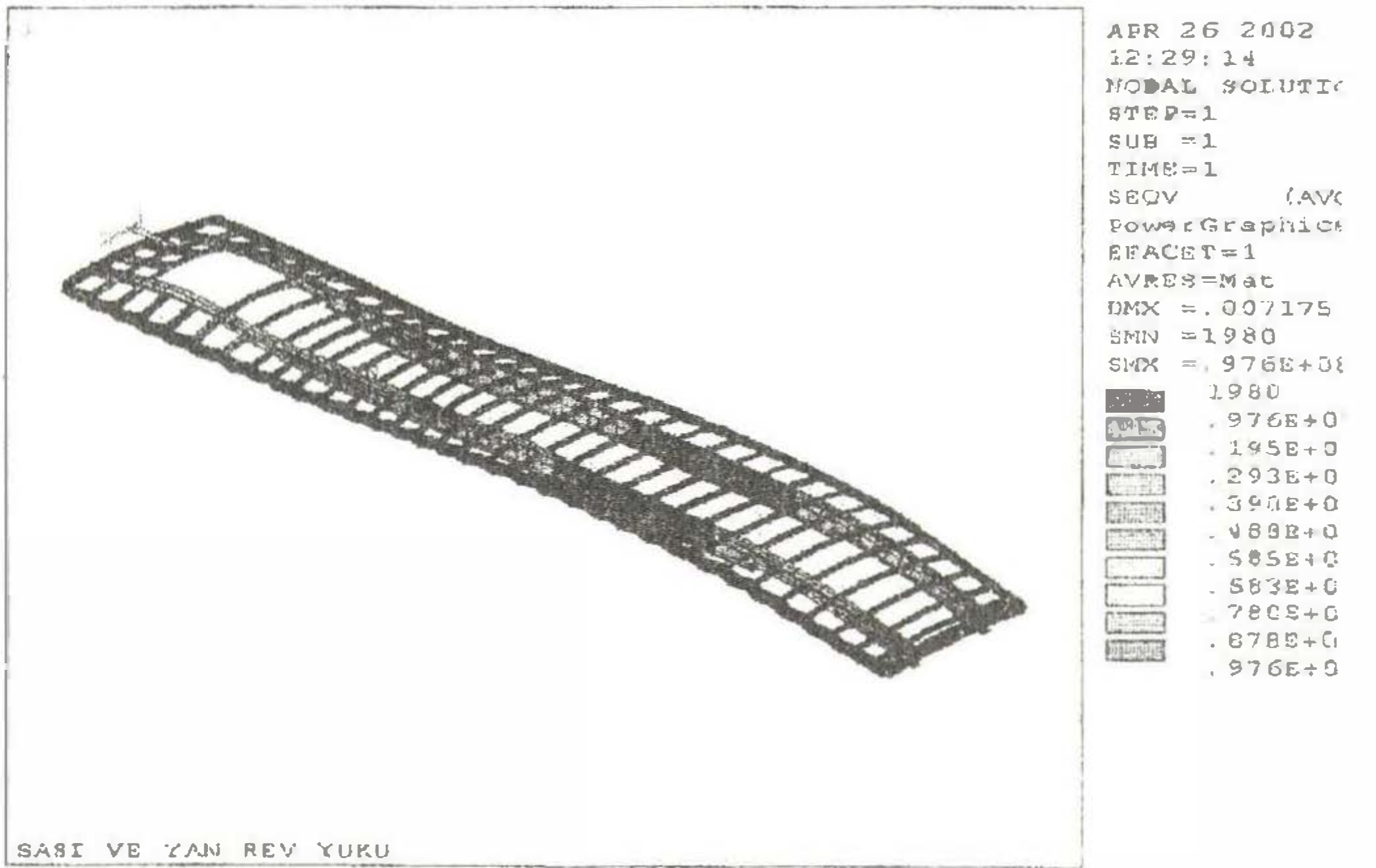
Şekil 9. 300mm şasi yüksekliğinde oluşan deformasyon

350mm şaside oluşan maksimum gerilme  $130\text{N/mm}^2$  ve y yönündeki deplasman 14 mm olmuştur. (Şekil 9.)



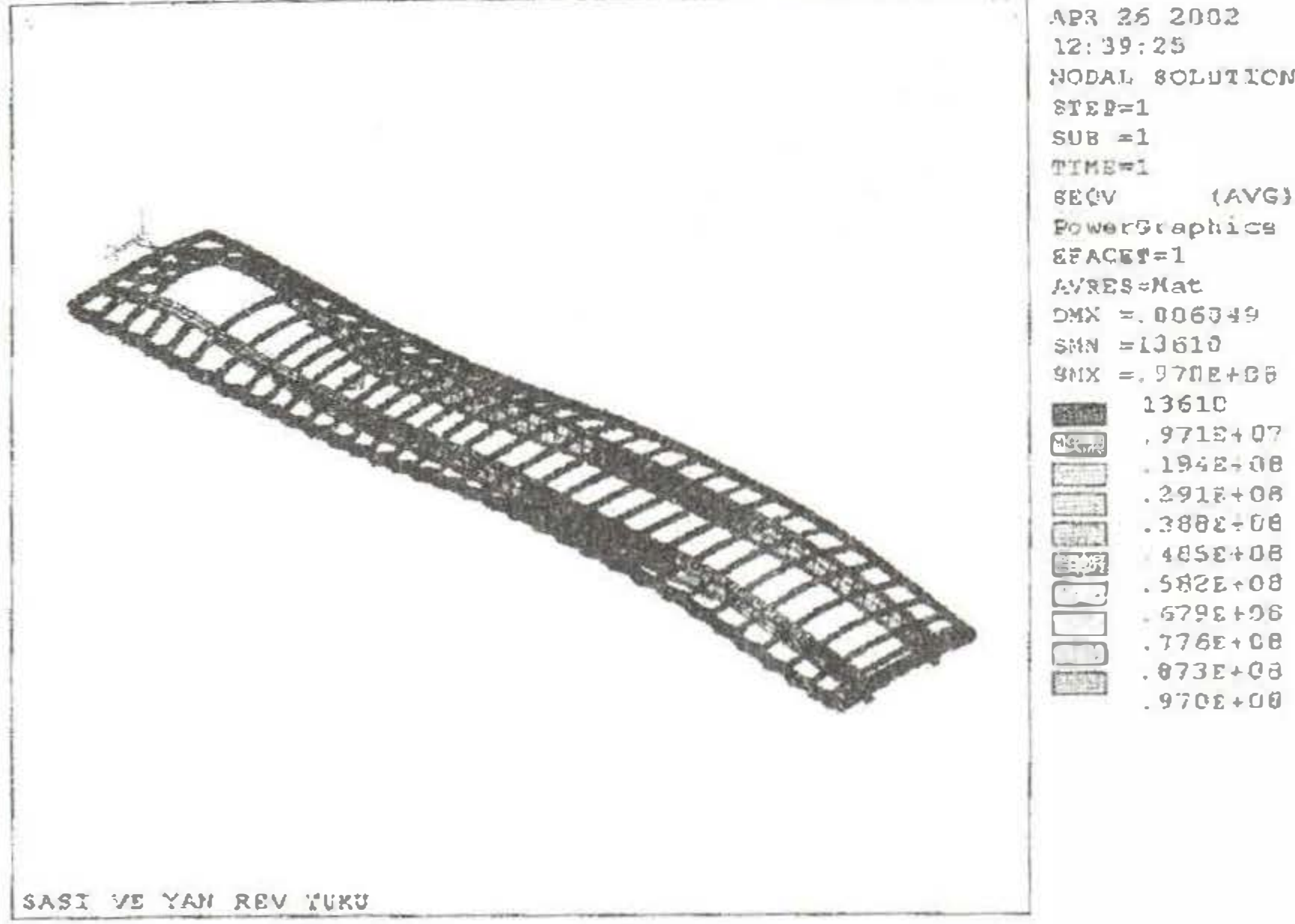
Şekil 9. 350mm şasi yüksekliğinde oluşan deformasyon

450mm şaside oluşan maksimum gerilme  $98\text{N/mm}^2$  ve y yönündeki deplasman 7.3 mm olmuştur. (Şekil 10.)



Şekil 10. 450mm şasi yüksekliğinde oluşan deformasyon

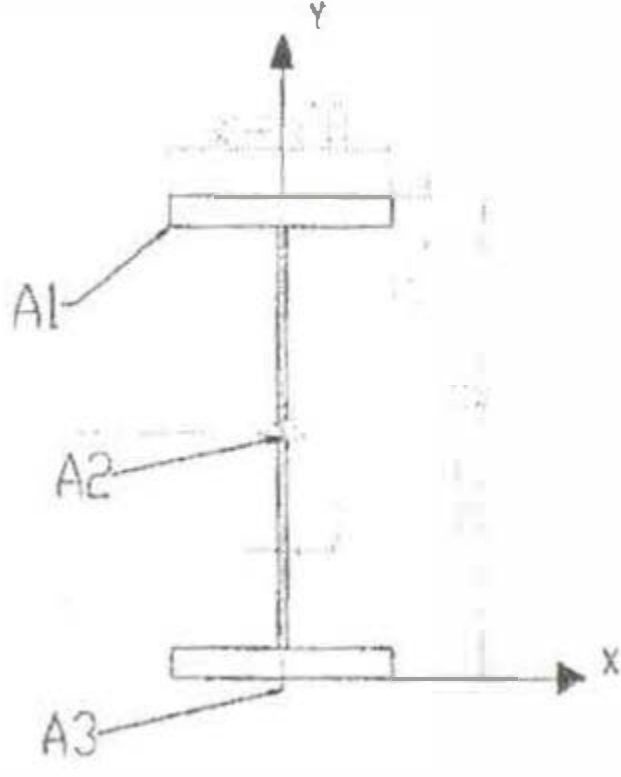
500mm şaside oluşan maksimum gerilme  $97\text{N/mm}^2$  ve y yönündeki deplasman 6.1mm olmuştur. (Şekil 11.)



Şekil 11. 500mm şasi yüksekliğinde oluşan deformasyon

Aynı zamanda bilgisayar ortamında etüt edilen gerilme ve deplasmanlar manuel olarak da hesaplanmıştır. Bunun için ilk olarak şasi ana lonjeronunun ağırlık merkezi, atalet momenti ve sonrada şasi üzerindeki gerilmeler hesaplanmıştır.

Ana lonjeron ağırlık merkezi;(Şekil 12.)



Şekil 12. Atalet momentine esas ana lonjeronun kesiti

$$Y_g = h/2 = 404/2 = 202 \text{ mm} = 20.2 \text{ cm.}$$

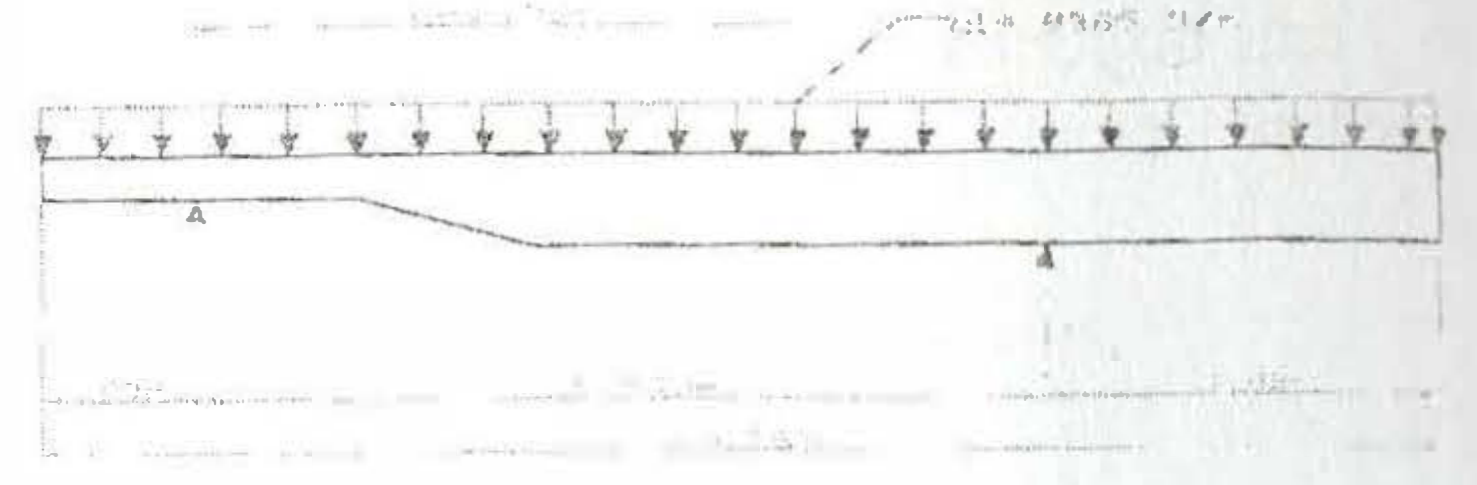
$$\text{Atalet momenti} = I_x = 1/12 b_1 h_1^3 + b_1 h_1 (Y_g - Y_1)^2 + 1/12 b_2 h_2^3 + b_2 h_2 (Y_g - Y_2)^2 + 1/12 b_3 h_3^3 + b_3 h_3 (Y_g - Y_3)^2$$

bağıntısından[4]

$$= I_x = 1/12 \cdot 12 \cdot 1,2^3 + 12 \cdot 1,2 \cdot (20,2 - 39,8)^2 + 1/12 \cdot 0,5 \cdot 38^3 + 0,5 \cdot 38 \cdot (20,2 - 20,2)^2 + 1/12 \cdot 12 \cdot 1,2^3 + 12 \cdot 1,2 \cdot (20,2 - 0,6)^2$$

$$\text{Atalet momenti} = I_x = 13353 \text{ cm}^4 \text{ dür.}$$

Şaside oluşan gerilmeler ise;



Şekil 13. Boyuna kesit alınan şaside yük dağılımı

$$(L \cdot q_1) L_2 = R_B \cdot L_1 \quad [3] \text{ (Şekil 13.)}$$

$$(13,6 \cdot 8385) 5,2 = R_B \cdot 7,7$$

$$M R_A = 0$$

$$R_B = 77011 \text{ N} = 77,011 \text{ KN}$$

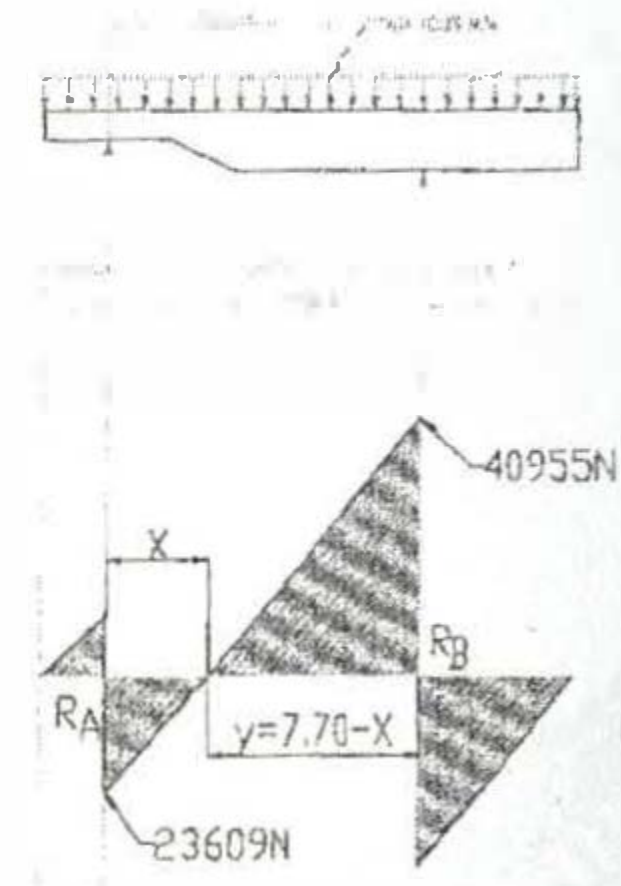
$$P = L_1 \cdot q_1 = 13,6 \cdot 8385 = 114036 \text{ N}$$

$$P = R_A + R_B$$

$$R_A = P - R_B = 114036 - 77011$$

$$R_A = 37025 \text{ N} = 37,025 \text{ KN}$$

Araçtaki bu yük dağılımına uygun olarak aracın kesme diyagramı çizilerek maksimum moment bulunur.[5] (Şekil 14.)



Şekil 14. Yük dağılımı ve kesme diyagramı

$$X = (7.70 - X) 23609 / 40955$$

$$X = 2,82 \text{ m.} \quad Y = 7.70 - X = 4.88 \text{ m}$$

$$\text{Maksimum moment} = M_E = 40955 \cdot Y/2 \text{ den}$$

$$\text{Maksimum moment} = M_E = 40955 \times 4,88/2$$

$$M_E = 99930 \text{ Nm} = 99,33 \text{ KN.m bulunur.}$$

Şaside oluşan gerilmeler;

$$\sigma_e = M_E \cdot Y_g / I_x \dots$$

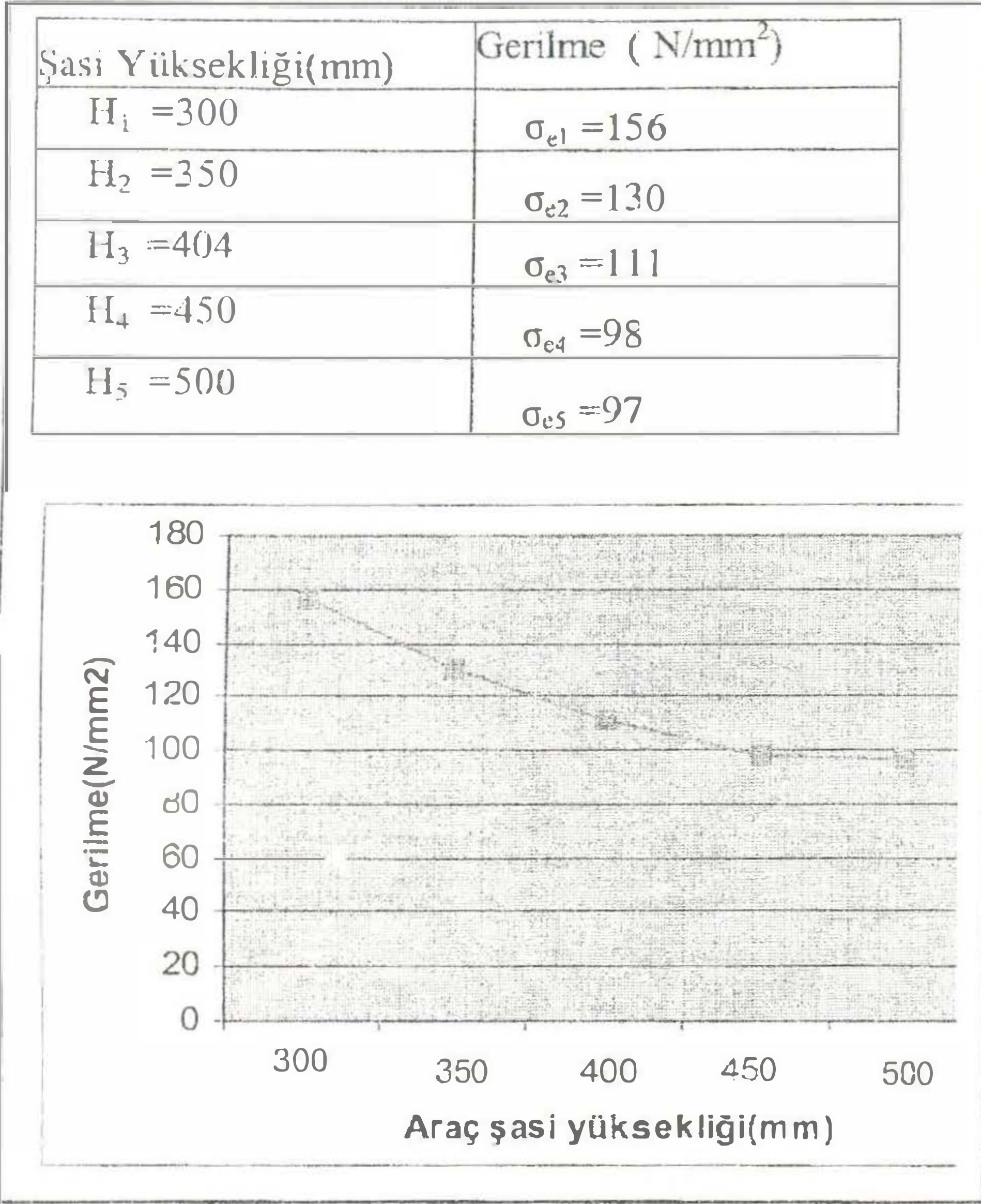
$$\sigma_e = 999,30 \cdot 20,2 / 13354 \dots \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_e = 15200 \text{ N/cm}^2 = 152 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{em} = 355/2 = 178 \text{ N/mm}^2 \text{ (Emniyet katsayısı 2 alınmıştır.) } \sigma_e < \sigma_{em}$$

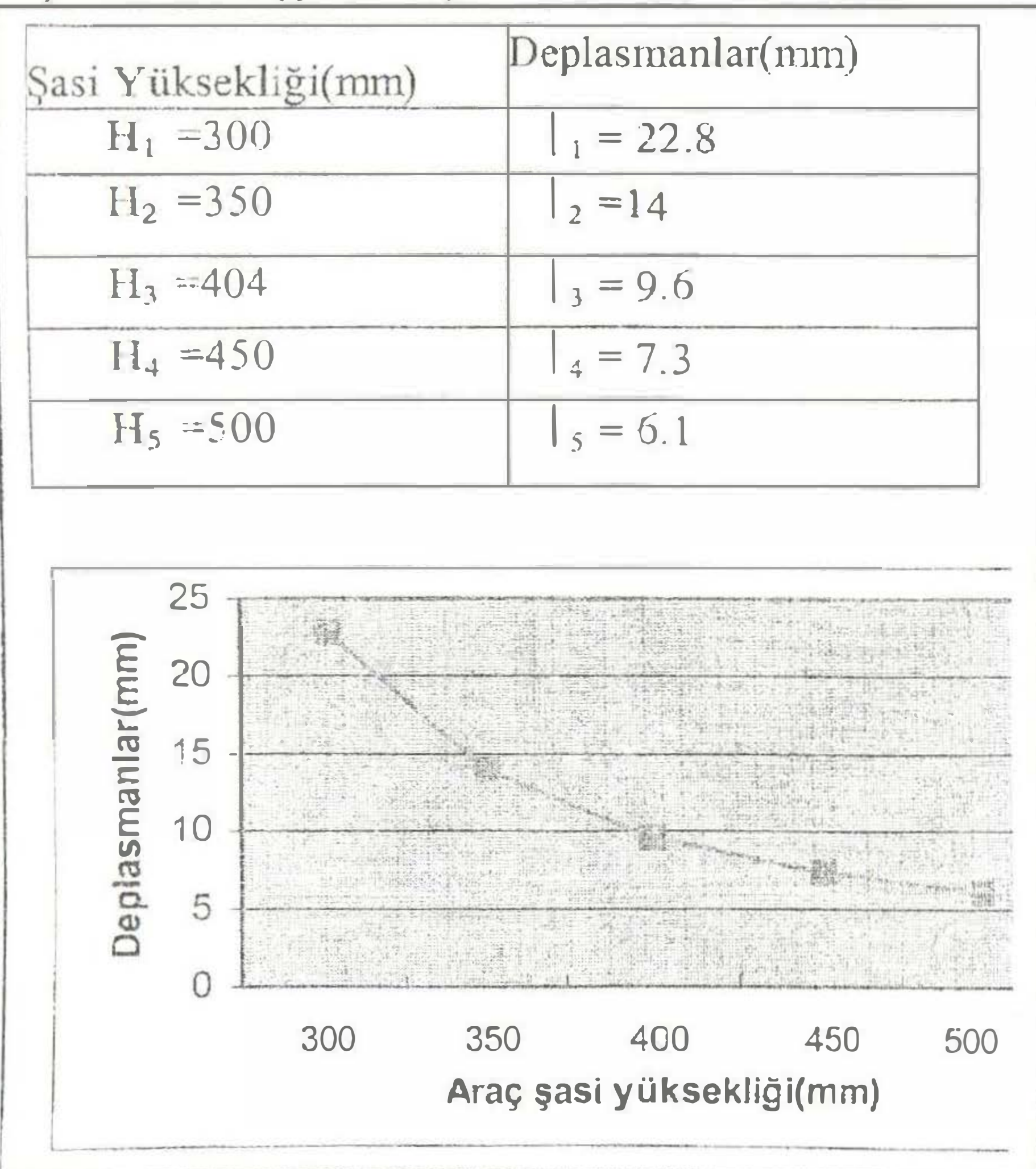
152 < 178 N/mm<sup>2</sup> olduğundan uygundur.

Şasi yüksekliğini beş farklı yükseklikte yaparak her biri için gerilme ve deplasmanları incelendi.(Şekil 15.)



Şekil 15. Araç şasi yüksekliğine bağlı gerilme değişimi eğrisi ve tablosu

Deplasmanlar, (Şekil 16.)



Şekil 16. Araç şasi yüksekliğine bağlı deplasman değişimi eğrisi

Modifikasyon sonucunda ,gerilmeler ve deplasmanların değerleri şasi yüksekliğine bağlı olarak azaldığı görülmektedir.

### III.SONUÇ

Şasi yüksekliğinin artması durumunda gerilmeler incelendiğinde;

- 300 mm ile 450mm aralıktaki her 50mm yükseklik artışında maksimum gerilmelerde %12 ile %16 arasında azalma görülmüştür.
- 450 mm şasi yüksekliğinden 500 mm şasi yüksekliğine geçilince gerilme %1 oranında azalmıştır.

Sonuç olarak yüksekliğin artması ile beraber gerilme değerleri düşmektedir.

Şasi yüksekliği arttığında oluşan deplasman grafiğini inceleyerek;

- Şasi yüksekliği 300 mm. ile 500 mm aralıktaki her 50 mm yükseklik artışında, deplasmanda, %19 ile %38 arasında azalma olmuştur.

Sonuçlara bakıldığında şasi yüksekliği arttıkça deplasman değerlerinin düştüğü görülmektedir.

Şasi yüksekliği konusunda etüt edilmesi gereken diğer bir durum ise yükseklik arttığı zaman şasi ağırlığının artmasıdır. Dizayn edilen araç ne kadar hafif olursa taşınacak yük o oranda artar. Tasarım hedeflerinden biride maksimum istiap haddini sağlamaktır.

Şasi yüksekliği 300mm olan bir semi treylerin boş ağırlığı 6888 kg.dır.

- Şasi yüksekliği 300 mm ile 500mm kadar her 50mm de bir yükseklik artışı yapıldığında ağırlık ortalama olarak %77 oranında artarak 500mm şasi yüksekliğinde araç ağırlığı 7104 kg. olmaktadır.

Araç ağırlığı ortalama olarak 55 kg. artmaktadır.Bu ağırlık semi treyler ağırlığının ancak %0.77'si kadardır.

Semi treyler şasisi Pro/Engineer programında modellendi ,Ansys paket programında analiz çalışmaları yapıldı. Ayrıca analiz sonuçları manuel olarak yapılan hesaplar ile de mukayese edildi. 404 mm şasi yüksekliğindeki semi treylere ait manuel hesaplarda gerilme=151 N/mm<sup>2</sup> iken, bilgisayar programındaki analizden çıkan gerilme= 111 N/mm<sup>2</sup>'dir. Hesaplardaki farklılığın sebebi ise; bilgisayar programında şasi ayrıntılı olarak gerçeğe yakın modellenmiş ve yük gerçekte olduğu gibi şasi üzerine yayılmıştır. Analiz yapılırken bütün şasiye ait parçaların kesitleri ve bağlantıları hesaba dahil edilmiştir. Manuel çalışmada bu detayları hesaplamak ve dahil etmek uzun zaman alacağından -mukavemeti olumlu yönde etkilediği için-

ihmal edilmiştir. Sonuç da ise manuel hesap kullanıldığından ihtiyaçtan daha mukavim bir şasi tasarımı yapılmış olur. Oysa bilgisayar programı ile yapılan hesaplamalar daha ince detayları dikkate aldığından ihtiyaca cevap verecek şasi tasarımını gerçekleştirmek mümkün olacaktır. Ayrıca; çok daha kısa sürede etüt yapılır.Manuel hesaplama göre, zamandan ve malzemedan tasarruf sağlandığından daha ekonomiktir.

#### Sonuç olarak;

300 mm ile 500 mm arasında şasi yüksekliğini değiştirerek elde edilen tasarımda şaside %0.75'lik ağırlık artışı ile gerilimin %10-%16 arasında , deplasmanın %19-%38 arası azaldığı tespit edilmiştir. Modifikasyon sonucunda yükseltelen lonjeron ağırlığı 55kg. ve maliyetide 27.5 milyon lira artmıştır.Bu değerlerin etkisinin toplam araç maliyetine ve ağırlığına oranı, kazandırmış olduğu mukavemetin yanında yok denecek kadar azdır.

Ayrıca yapılan bu çalışma CAD/CAM sistemlerinin tasarım ve geliştirme aşamalarındaki verimliliğini ortaya koymuştur.

#### KAYNAKLAR

- [1] Lionel BENDER“İcatlar Ansiklopedisi,Londra Bilim Müzesi”Görsel Kitaplar.
- [2] İ. Murat EREKE, “Şasi ve Karoseri Tasarımı Lisans Ders Notları”, Kasım 1998
- [3]Prof.Dr.Hamdi TOPKAYA , Mukavemet Elastik cisimlerin Statiği
- [4] Metal Mesleğinde Tablolar;M.F.B.
- [5] Prof.Dr.Mustafa İnan ;Cisimlerin Mukavemeti