

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAŞITLARDA YANDAN ÇARPMA EMNİYETİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Anıl UZUN

Anabilim Dalı: MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

Programı: OTOMOTİV MÜHENDİSLİĞİ

HAZİRAN 2007

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAŞITLARDA YANDAN ÇARPMA EMNİYETİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Anıl UZUN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Mayıs 2007

Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Haziran 2007

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet GÜNEY(İ.T.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Murat EREKE(İ.T.Ü)

Prof. Dr. Orhan DENİZ(Y.T.Ü)

HAZİRAN 2007

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezi kapsamında, taşıtlarda yandan çarpmalara karşı alınan önlemler ve bu önlemlerin yeterliliği tartışılacak, bu önlemleri daha da arttırmak için yapılan çalışmanın sonuçları aktarılacaktır.

Taşıtlarda yandan çarpmalara karşı son dönemlerde uygulanan en etkin yöntem; kapıların iç tarafına yerleştirilen barlardır. İngilizce adıyla, Door Impact Beam (Kapı Etki Barı) adından da anlaşılacağı gibi kapılardan gelen darbelere karşı, sürücüyü ve yolcuyu korumaktadır. Bu barlar ısıtılabilir borulardan ve boruların kapı sacına bağlanmasını sağlayan sac parçalardan oluşmaktadır. Esas mukavemet sağlayan borunun kalınlığı, cinsi ve ısıtılabilir yöntemidir. Dolayısıyla gerek üretim aşamasında, gerekse de tasarım aşamasında barın ağırlığı, mukavemeti, çapı, kalınlığı gibi özelliklerinin diyalektik bir şekilde incelenmesi hususiyeti ortaya çıkmaktadır.

Son dönemlerde çelik boru kullanımı yerine, bazı otomotiv firmaları FRP (Fiber Reinforced Plastic) kullanmaya başlamıştır. Burada ki gaye hem daha mukavemetli hem de hafif bir yapı meydana getirerek, yakıt tüketimini ve gaz emisyonlarını azaltmaktır. Taşıtlarda yandan çarpmaların önlenmesine ilişkin bir yapı da yan hava yastıklarıdır.(Side Airbag) Yan hava yastıkları, yandan çarpma esnasında sürücü ve yolcuya gelen pozitif kuvvetleri engellemektedir. Lüks segmentte ki araçlarda uygulama alanı bulmasına karşın, gelecekte tüm araçlarda standart olması beklenmektedir.

TOYOTA-UNITED KINGDOM, TOYOTA-TÜRKİYE ve şirketim SANGO-STI'da ki yöneticilerim ve arkadaşlarıma bu yoğun dönemde bana destek oldukları için şükranlarımı sunarım. Özellikle Departman Müdürüm Takanobu NAKAMURA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam boyunca her zaman bana destek veren, vakit ayıran değerli hocam Prof. Dr. Ahmet GÜNEY'E teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Taşıtlarda yandan çarpma yaralanmaları	2
1.2. Taşıtlarda yandan çarpma istatistikleri	8
1.3. Taşıtlarda yandan çarpma kaza testleri	12
2. KAPI BARI TASARIMI	13
2.1. ECE-R 95 Standardı	13
2.2. Güvenli Bir Kapı Barı Tasarımının Gereklilikleri	15
2.3. Yeni Bir Kapı Barı Tasarımı	19
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	35
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	41

KISALTMALAR

DIB	: Door Impact Beam
SUV	: Sport Utility Vehicle
NASS	: National American Safety Standard
NHTSA	: National Highway Traffic Safety Admin
NCSS	: National Crash Severity Study
E-NCAP	: Euro-NCAP
FRP	: Fiber Reinforced Plastics
FEM	: Finite Element Method

TABLO LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1	Taşıtlarda yandan çarpma sonrasında,ölüm ve yaralanmayla sonuçlanan kazalar.....	9
Tablo 1.2	Taşıtlarda yandan çarpma sonrasında bölgelere göre yaralanma yüzdeleri.....	9
Tablo 1.3	Araçlarda Standard 214 kullanımı öncesi ve sonrasında yolcu bölmesinde ki hasar yüzdeleri.....	10
Tablo 1.4	Araçlarda Standard 214'ün etkileri (%).....	10
Tablo 1.5	Standard 214 kullanımı sonrasında yaralanmalarda ki azalma,yaralanma tiplerine göre.....	11
Tablo 1.6	Standard 214 kullanımı sonrasında ölüm ve yaralanmalarda ki azalma.....	11
Tablo 2.1	Taşıtlarda kullanılan kapı barlarının malzeme özellikleri.....	26
Tablo 3.1	Her iki bar tipinin kıyaslanması.....	37

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

No

Şekil 1.1	: Taşıtlarda güvenlik üyeleri	2
Şekil 1.2	: Yolcu ve sürücüye gelen yanal kuvvetler.....	3
Şekil 1.3	: Yandan çarpma sonrasında yolcu ve sürücü yaralanma bölgeleri.....	4
Şekil 1.4	: Yandan çarpma sonrası leğen kemiği ve bacaklarda yaralanma.....	4
Şekil 1.5	: Yan kapı barları kullanımı.....	5
Şekil 1.6	: Yan kapı barlarının sebep olduğu yaralanmalar.....	5
Şekil 1.7	: Büyük araçların çarpması sonucu yaralanmalar.....	6
Şekil 1.8	: Kapı barları kullanılmasına rağmen büyük araçla çarpışma sonucunda karşılaşılan durum	6
Şekil 1.9	: Değişik kapı paneli tasarımları.....	7
Şekil 1.10	: Kapı kol dayamasının etkileri.....	7
Şekil 1.11	: Euro-NCAP çarpışma testi.....	12
Şekil 2.1	: Taşıtlarda yandan çarpma testi standardı.....	14
Şekil 2.2	: Yandan çarpma testinde kullanılan mankenler.....	14
Şekil 2.3	: Kapı barının laboratuvar testi.....	15
Şekil 2.4	: Kapı barı.....	16
Şekil 2.5	: Kapı barı bağlantıları.....	17
Şekil 2.6	: Yan kanat kullanılmış kapı barı.....	17
Şekil 2.7	: Isıl işlem görmüş boru kullanılan kapı barı.....	18
Şekil 2.8	: Kapı barı mukavemet bölgeleri.....	18
Şekil 2.9	: Mevcut kapı barı teknik resmi.....	19
Şekil 2.10	: I Profili.....	20
Şekil 2.11	: Basit kiriş kesme ve moment diyagramı.....	21
Şekil 2.12	: Solidworks tasarım programı kullanılarak mevcut kapı barı katı modellenmesi.....	22
Şekil 2.13	: Kapı barı test düzeneğinin Solidworks programı ile simülasyonu.....	23
Şekil 2.14	: ECE-R 95 kapı barı Standard test düzeneğinin bilgisayarda modellenmesi ve simülasyonu.....	24
Şekil 2.15	: Kapı barı çekme testi sonuçları.....	25
Şekil 2.16	: Kullanılan kapı barlarının Abaqus programı ile analizi sonrası meydana gelen gerilmeler ve gerilme bölgeleri.....	27
Şekil 2.17	: Kullanılan kapı barlarının Abaqus programı ile analizi sonrası meydana gelen uzama ve uzama bölgeleri.....	28
Şekil 2.18	: Tasarlanan kapı barının önden görünüşü.....	29
Şekil 2.19	: Tasarlanan kapı barı sınır koşulları.....	31

Şekil 2.20	:Dizayn edilen kapı barlarının Abaqus programı ile analizi sonrası meydana gelen gerilmeler ve gerilme bölgeleri.....	32
Şekil 2.21	:Dizayn edilen kapı barlarının Abaqus programı ile analizi sonrası mesnet civarında meydana gelen gerilmeler.....	33
Şekil 2.22	:Dizayn edilen kapı barlarının Abaqus programı ile analizi sonrası meydana gelen uzama ve uzama bölgeleri.....	34
Şekil 3.1	:Boru tipi ve kiriş tipi kapı barının maksimum gerilme değerlendirme grafiği.....	36
Şekil 3.2	:Boru tipi ve kiriş tipi kapı barının maksimum uzama değerlendirme grafiği.....	37

SEMBOL LİSTESİ

P	: Parçayı etkileyen düzgün yayılı yük
p	: Tekil yük
m	: Kütle
F	: Kuvvet
H	: Yükseklik
L	: Boy
B	: En
E	: Elastisite modülü
S	: Güvenlik faktörü
Y_{max}	: Maksimum sehim
M_{max}	: Maksimum moment
F	: Kuvvet
I	: Atalet Momenti
We	: Eğilme direnç moment
G	: Yerçekimi kuvveti
σ_{em}	: Emniyet gerilmesi
$\sigma_{eş}$	: Eşdeğer gerilme
σ_{akma}	: Akma gerilmesi
S	: Güvenlik faktörü

ÖZET

Otomotiv endüstrisinde, güvenlik donanımları giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Hava yastıkları, ABS(Anti Blokaj Sistemi),EBD(Elektronik Fren Dağılımı),Kapı Barları, darbe emici tamponlar ve benzeri sistemler, araç güvenliğini günden güne arttırmaktadır. Ancak bu güvenlik donanımları, birçok faktör açısından incelenmelidir. Çünkü araçlarda tüm donanımlar birbiriyle ilintilidir. Dolayısıyla, tasarım esnasında bütün faktörler incelenmelidir.

Bu tez kapsamında, araçlarda yandan çarpmalara karşı alınan önlemler ve bu önlemlerin getirdiği avantajlar, bilgisayar destekli tasarım ve FEM (Finite Element Method) ile desteklenmeye çalışılacaktır.

İlk bölümde; yandan çarpmalarda yaralanmalar, yandan çarpma istatistikleri, yandan çarpma kaza testleri incelenecektir. İkinci bölümde ise, yandan çarpma güvenliğinin etkin yöntemlerinden biri olan kapı barından bahsedilecektir. Kapı barı tasarımının standardı, tasarım gereklilikleri ve yeni bir tasarım bu bölümde konu edilecektir. Son bölümde ise, yeni bir kapı barı dizaynı bilgisayar destekli tasarım yöntemiyle oluşturulacak, FEM analizi ile değerlendirilecektir.

SUMMARY

The safety equipments such as Airbag, ABS(Anti blockage system),EBD(Electronic brake distribution),stability control, door impact beam, impact absorption bumper etc. systems will be more important day by day in automotive industry. However, this safety equipments must be investigate to take of many factors into consideration. Because, all equipments are concerned with each other at the vehicles.

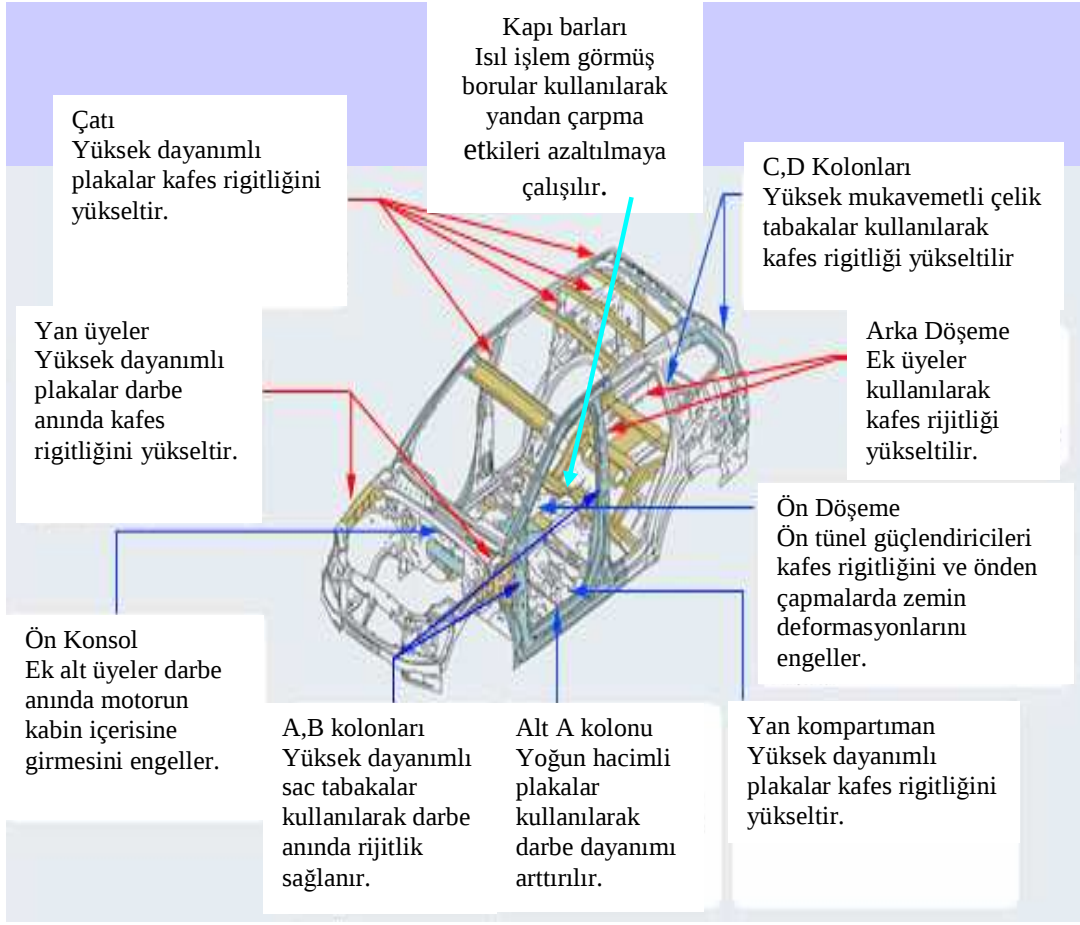
This thesis includes countermeasure of the sideways crashes and advantage of this equipments. Computer aided design(CAD), FEM (Finite Element Method) analysis, tensile tests and hardness tests will be support.

First section includes; sideways crashes injuries, statistical of the sideways crashes and side crashes tests. As for second section is about door impact beam which is the active countermeasure of the sideways crashes safety. Door impact beam standard, requirements of the DIB design and a new design are subjected into this section. Last section is the result section of the thesis that includes door impact beam which has new design.. Computer aided design(CAD), FEM (Finite Element Method) will be used for design and analysis.

1. GİRİŞ

Taşıtlarda yandan çarpmalara karşı geliştirilen yöntemler, son dönemlerde otomotiv sektöründe güvenliğe verilen önemin artmasıyla, hızla gelişmiştir. Pasif emniyet tedbirlerinden biri olan kapı barları araçlarda sıkça uygulanmaktadır. Genelde ısıtılmış (sertleştirilmiş) çelik borular kullanılırken, değişik malzemelerden oluşan barlar da kullanılmaya başlanmıştır. Gerek ağırlığı azaltmak gerekse de mukavemeti arttırmak için araştırma merkezlerinde, kapı barı malzemesinin değiştirilmesi ve yeni bir dizayn için çalışmalar yapılmaktadır.

Bir diğer pasif emniyet tedbiri ise yan hava yastıklarıdır.(Side Airbag) Taşıtlarda son dönem lüks segment araçlarda standart donanım olarak bulunan yan hava yastıkları, sürücüyü ve yolcuları yandan gelen darbelere karşı korumaktadır. Teknoloji ilerledikçe, yan hava yastıkları tüm araçlarda standart hale gelecektir.



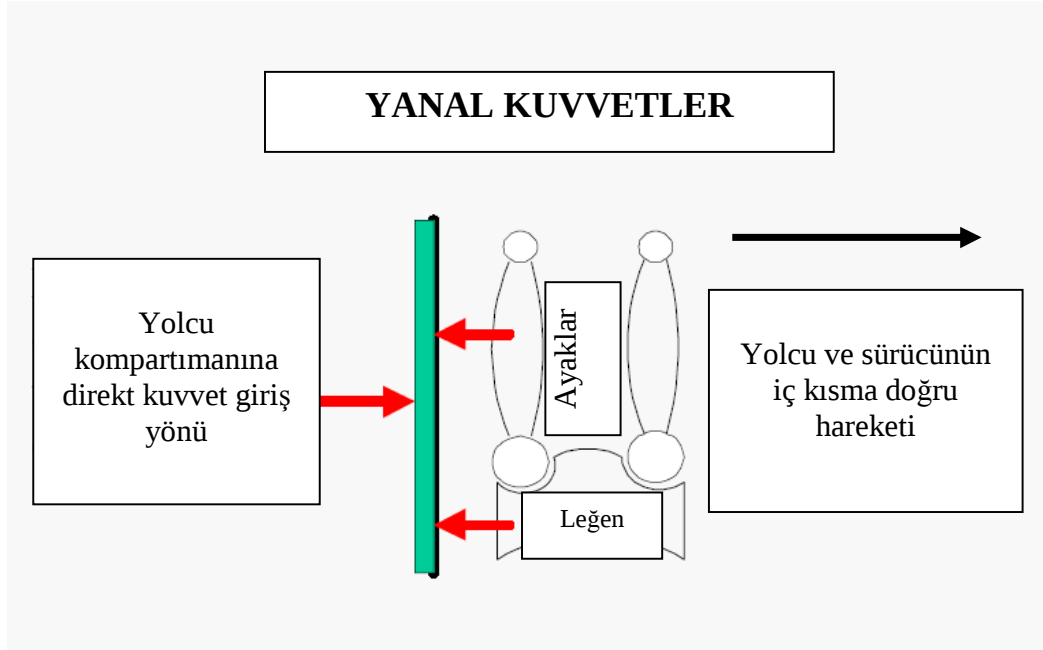
Şekil 1.1: Taşıtlarda güvenlik üyeleri

1.1.Taşıtlarda Yandan Çarpma Yaralanmaları

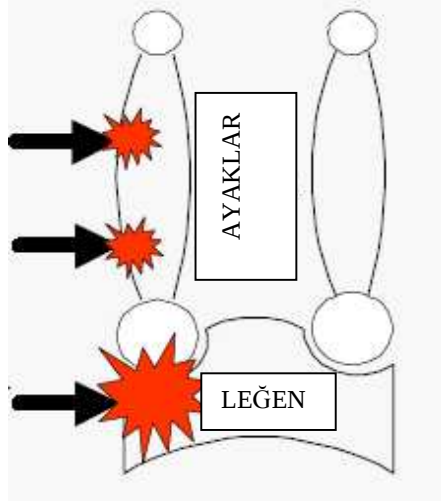
Taşıtlarda yandan çarpmanın insan üzerine etkisi birçok defa incelenmiştir. Çarpışma testlerinde de yapıldığı gibi, kapının içeriye göçmesi sonucunda yaralanmalar ve ölümler meydana gelebilmektedir. Dolayısıyla, taşıtın en az enerji emen kapıları, sürücüyü ve yolcuları korumak amacıyla bir takım güvenlik ekipmanları ile donatılması gerekmektedir. Son yıllarda bu amaç için en çok kullanılan güvenlik parçası kapı barlarıdır. Yandan çarpma standartları yürürlüğe girmeden önce, kapılarda meydana gelen içe göçme, leğen kemiğinde ciddi yaralanmalara sebep oluyordu. Standartlar devreye girdikten sonra, çarpan aracın SUV, tır, minibüs, karavan veya daha geniş araçlar olmasına rağmen, yaralanmalarda ciddi bir düşüş gözlenmiştir. Ancak büyük araçların çarpması, kapının üst kısmının daha güçsüz oluşundan dolayı, farklı

yaralanmalara sebep olduğu gözlenmiş ve bunun içinde çalışmalara başlanmıştır.Özellikle perde hava yastıkları bu durumun meydana getireceği etkileri azaltmaktadır.

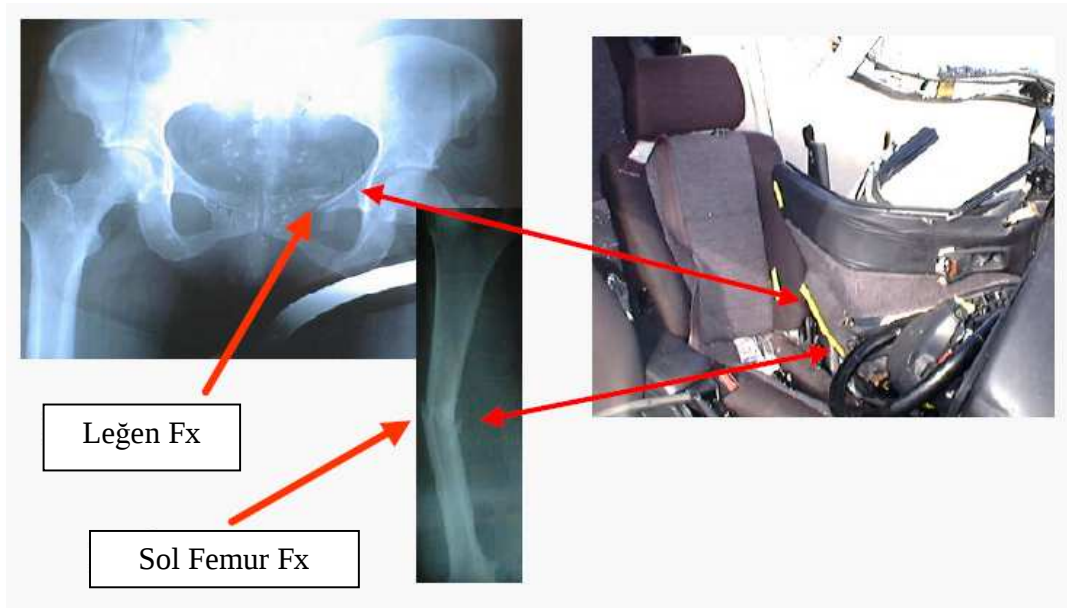
Kapı çok az içeriye göçse dahi, sürücü ve yolcu yaralanmaları oluşmaktadır. NASS(National American Safety Standard, Euro-Ncap) kaza verilerini incelersek, çok düşük boyutlu yandan çarpmalarda dahi kapı panelinin içe göçmesi, yaralanmaların kaynağı olabilmektedir. İç kapı panelinin tasarımı da modele ve markaya göre değişmektedir. Dolayısıyla da yaralanmalar bu etkiler nedeniyle farklılık gösterebilmektedir. Özellikle kapı panelinde ki kolluk kısımlarının çıkıntılı olması, karın üst bölgesinde ciddi yaralanmalara sebep olabilmektedir.



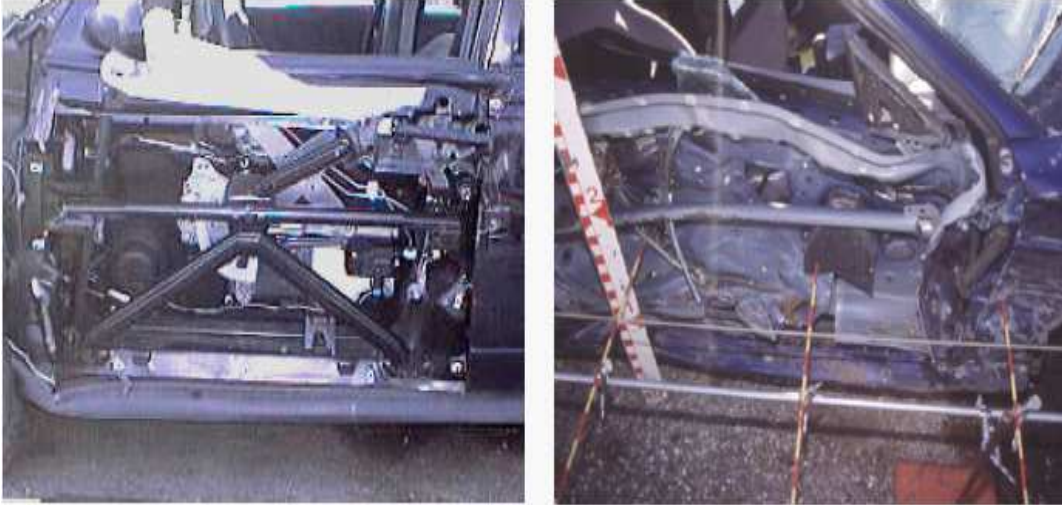
Şekil 1.2 : Yolcu ve sürücüye gelen yanal kuvvetler



Şekil 1.3: Yandan çarpma sonucu sürücü ve yolcu yaralanma bölgeleri

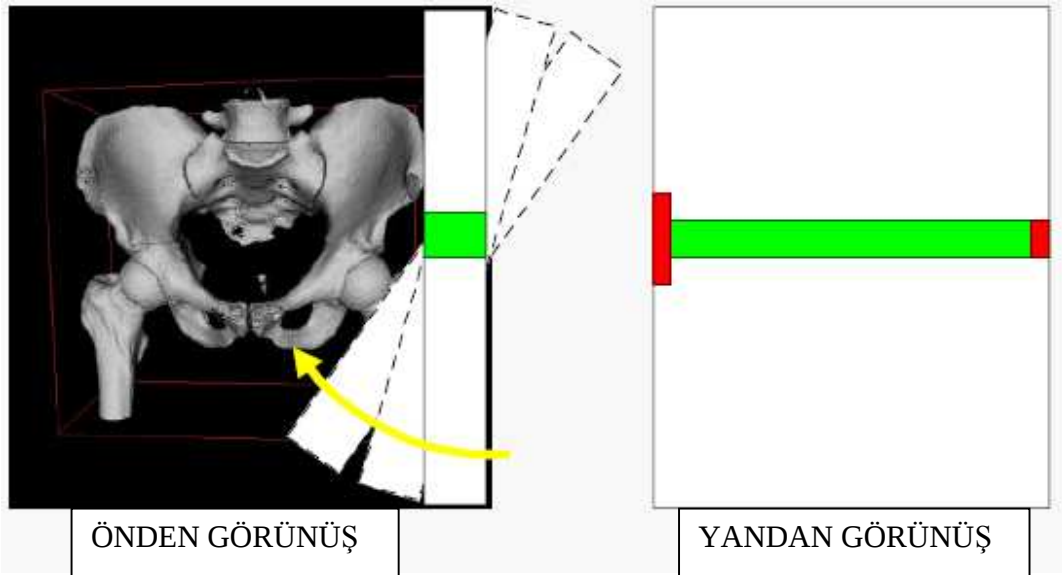


Şekil 1.4 : Yandan çarpma sonucu leğen kemiği ve bacaklarda yaralanma



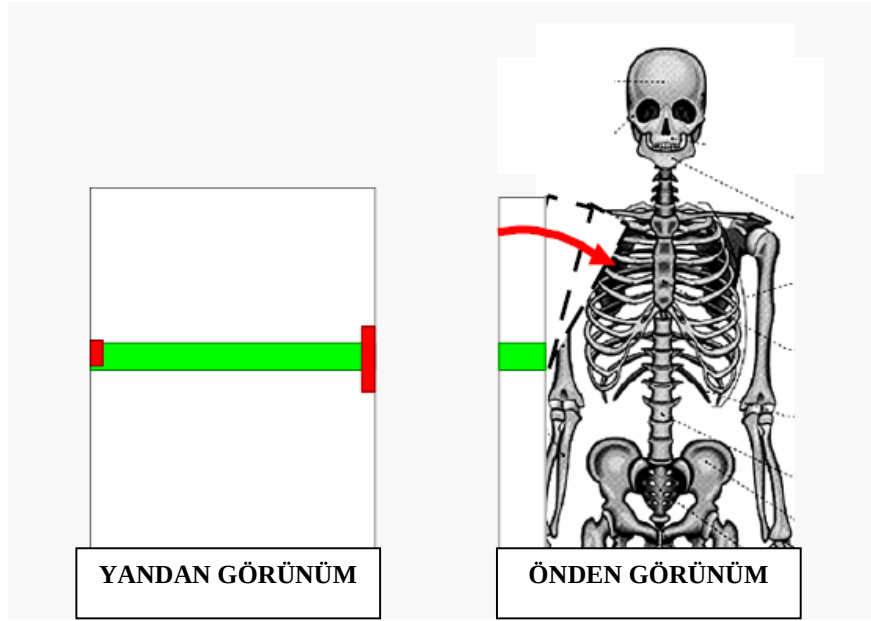
Şekil 1.5 : Yan kapı barları kullanımı

Yan kapı barları kullanımı sonucunda yaralanmalarda ciddi oranda düşüş gözlenmiştir. Ancak bu barların kullanılması rağmen yandan gelen darbelerde oluşan dikey kuvvetler leğen kemiği yaralanmalarına sebep olmaktadır.



Şekil 1.6 : Yan kapı barlarının sebep olduğu yaralanmalar

Büyük araçların (tır, kamyon, kamyonet, suv v.b.) çarpması sonucu, farklı yaralanmalarla karşılaşılabilir. Kapının üst kısmından çarpma meydana geldiğinden; kapı barları da etkisiz kalmaktadır.



Şekil 1.7: Büyük araçların çarpması sonucu yaralanmalar

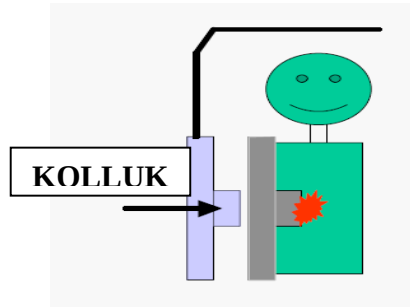


Şekil 1.8: Kapı barları kullanılmasına rağmen; büyük araçla çarpışması sonucu karşılaşılan durum,

Bunların haricinde, değişik kapı panelleri tasarımı da farklı türde yaralanmalara sebep olmaktadır. Örneğin kolların dayandığı, kol dayamaları; karın bölgesinde ve göğüs bölgesinde ciddi yaralanmalara sebep olmaktadır. Dolayısıyla son yıllarda, kol dayamalarının tasarımı güvenlik dolayısıyla daha fazla önem kazanmıştır.



Şekil 1.9: Değişik kapı paneli tasarımları



Şekil 1.10: Kapı kol dayamasının etkileri

Araçlarda ki kolluklar sürücü ve yolcunun karın bölgesinde ciddi yaralanmalara sebep olmaktadır. Bu nedenle kapı barı panelleri çıkıntılı değil daha düzlemsel olmalıdır.

Sonuç olarak; yandan çarpmalar karın, göğüs, kol, bacaklar, leğen kemiği ve baş bölgesinde önemli yaralanmalara sebep olmaktadır. Kapı barları, düzlemsel kapı panel geometrisi, yan hava yastıkları perde hava yastıkları gibi önlemler alınsa da, halen yeterli bir koruma sağlanamamıştır. Bunun için otomotiv sektöründe çalışmalar devam etmektedir.

1.2. Taşıtlarda Yandan Çarpma İstatistikleri

Taşıtlarda yandan çarpma, NHTSA (National Highway Traffic Safety Admin. –Ulusal otoban trafik güvenlik yönetimi, Amerika) yaklaşık her yıl 8000 ölümlü kaza, 23000 den fazla yaralanmayla sonuçlanmıştır.

Araçlarda kapı barı standartları, Amerika’da 1970 yılında Federal Motor Vehicle Safety Standard 214 adıyla yayımlanmıştır. Ve 1 Ocak 1973 yılında tüm arabalarla 214 standardı uygulanmaya başlamıştır. Ancak SUV(Sport Utility Vehicle) ve kamyonetlerde bu standart ancak 1 Eylül 1993’te uygulanmaya başlamıştır. Avrupa da ise ECE-R 95 standart’ının 70/156/EC ve 96/27/EC yönetmelikleri göz önüne alınarak kapı barı tasarımı yapılmaktadır. Bu standartların açıklamaları daha sonra ki bölümlerde yapılacaktır.

Tablo 1.1 : Taşıtlarda yandan çarpma sonrasında ,ölüm ve yaralanmayla sonuçlanan kazalar

	Ölüm ve Yaralanmayla Sonuçlanan Kazalar Amerikan Ulusal Kaza Verileri (National Crash Severity Study (NCSS)),Kapı barı kullanılmamıştır.*1980 yılı verileri			
	Bir Aracın Kazaya Karışması		Birçok Aracın Kazaya Karışması	
	Kaza	Yüzde Oranı	Kaza	Oran
Yolcu bölmesine yan merkezden çarpma	7,200	36	20,000	37
Yolcu bölmesine yan merkezde olmayan çarpma	3,400	17	11,000	20
Yolculara uzak kanardan çarpma	9,400	47	23,000	43
TOPLAM	20,000		54,000	

Tablo 1.2 : Taşıtlarda yandan çarpma sonrasında bölgelere göre yaralanma yüzdeleri.*Kapı barları kullanılmamıştır.

	Ciddi Yaralanma Yüzdeleri
Yan iç yüzeyle temas(kapılar, yan çitılar v.b.)	49
Baş yaralanmaları (Yüz ve Boyun dâhil)	14
Vücudun diğer kısımları	35
Ön iç taraftaki komponentlerle temas (gösterge paneli, v.b.)	30
Araçların dış tarafında ki cisimler (çoğunlukla dışarıya savrulma)	8
Diğer	13

Taşıtlarda kapı barı kullanımı sonrasında, ölüm ve yaralanma oranlarında ciddi bir düşüş görülmektedir. Tablo 1.1 ve Tablo 1.2 de kapı barı kullanılmadan önceki durum, aşağıda ki tablolarda ise kapı barı kullanımı sonrası; ölüm ve yaralanmada ki düşüşler gözlenebilir.

Tablo 1.3 : Araçlarda standart 214 kullanımı öncesi ve sonrasında yolcu bölmesindeki hasar yüzdeleri

	Araçlarda, yolcu bölmesinin merkezinde ki hasar yüzdeleri	
	Tekil Araç Hasarları	Çoklu Araç Hasarları
Standart 214 öncesi son 5 yıl	50	31
Standart 214 sonrası ilk 5 yıl	38	32

Tablo 1.3 ‘de görüldüğü gibi kapı barı kullanımı sonrasında, tekil araç kazalarında yolcu bölmesinde hasarın azaldığı ancak çoklu araç kazalarında bir değişikliğin olmadığı görülmektedir.

Tablo 1.4 : Araçlarda Standart 214’ün etkileri (%)

	Standard 214’ün etkileri (%)	
	Tekil Araç Kazaları	Çoklu Araç Kazaları
Kapılardan yolcunun fırlamasında ki azalma	40–60	10–50
Kapıların kaza anında açılmasında ki azalma	20–40	10–30
Kapı mandalı ve menteşesinden meydana gelen hasarlarda azalma	10–20	0–5

Tablo 1.4 ’de ise Standart 214 devreye alındıktan sonra, yolcu ve sürücünün dışarıya fırlamasında büyük bir düşüş gözlemlendiği, kapı mandalı ve menteşesinden oluşabilecek

hasarlarında minimuma indiği görülmektedir. Sadece bu veriler bile kapı barlarının hayati önem taşıdığını ispatlamaktadır.

Tablo 1.5 : Standart 214 Kullanımı Sonrasında Yaralanmalarda ki Azalma,Yaralanma Tiplerine Göre.

	Standart 214 Kullanımı Sonrası Yaralanmalarda ki Azalma (%)	
	Tekil Araç Kazaları	Çoklu Araç Kazaları
Yan iç yüzeyle temas(kapılar, yan çıtalar v.b.)	36	10
Baş yaralanmaları (Yüz ve Boyun dâhil)	25	1
Vücudun diğer kısımları	41	14
Çarpışma Esnasında Kapı Yanında Bulunan Yolcular	50	33
Diğer Kısımlarda Oturan Yolcular	23	—10
Ön iç taraftaki komponentlerle temas (gösterge paneli, v.b.)	27	0
Araçların dış tarafında ki cisimlerle temas (çoğunlukla dışarıya savrulma durumunda)	63	57

Standart 214; ölümlü kazalarda yıllık %24 oranında azalma sağlamıştır. Kapı barı kullanımı, tablolarda da görüldüğü gibi ölüm ve ciddi yaralanmalarda dikkate değer bir düşüş sağlamıştır. Ancak bunun yanında, araç ağırlığını ve maliyetini arttırdığından, diyalektik olarak düşünölmeli ve tasarlanmalıdır.

Tablo 1.6 : Standart 214 kullanımı sonrasında ölüm ve yaralanmalarda ki azalma

	En İyi Durum	Arasında
HAYAT KURTARMA - Tekil araç kazalarında	480	300 den 600
ÖLÜMCÜL OLMAYAN KAZALARIN ÖNLENMESİ		
Tekil araç kazaları	4,500	900 den 8,200
Çoklu araç kazaları	4,920	800 den 9,000
TOPLAM	9,470	4,300 den 14,700
Yaralanmanın Önlenmesi -- Çoklu araç	15,000	

Sonuç olarak, Standart 214'ün devreye alınması yani kapı barı kullanımı yılda yaklaşık 480 ölümcül, 4500 ölümcül olmayan hasarı engellemeyi başarmıştır. Ayrıca, yolcu ve sürücülerin araçtan fırlamasını da büyük oranda engellemektedir. Bir aracın bir cisimle çarpışması sonucunda oluşan yandan çarpmalarda; ölüm ve yaralanma oranı düşerken, birçok aracın birbiriyle çarpışması sonucu yaralanma oranı düşerken, ölüm oranı düşmemektedir. Kapı barı gerek küçük gerekse de büyük ölçekli kazalarda, hasarı engelleme bakımından çok başarılı olmuştur.[Kahane,1982]

1.3. Taşıtlarda Yandan Çarpma Kaza Testleri

Araçlarda yandan çarpma testleri, standartların devreye girmesinden sonra Euro-NCAP ve NHTSA tarafından yapılmaktadır. Euro-NCAP 1997'de kurulmuştur ve bağımsız bir kaza test merkezidir. Müşteriler araçlarını alırken, üreticilerde araçlarını satarken bu test verilerini oldukça sık kullanmaktadır. Müşteri bilinci arttıkça, güvenli araçlar talep görecektir. Kurallara göre; tüm araçlar belirli bir test sürecinden geçmek zorundadır. Fakat kurallar, minimum test gereksinimlerini içerdiğinden yeterli değildir. Dolayısıyla standartların yükseltilmesi ve daha güvenli araçların satılmasını sağlamak için imalatçılara baskı yapılması gerekmektedir.



Şekil 1.11: Euro-NCAP çarpışma testi

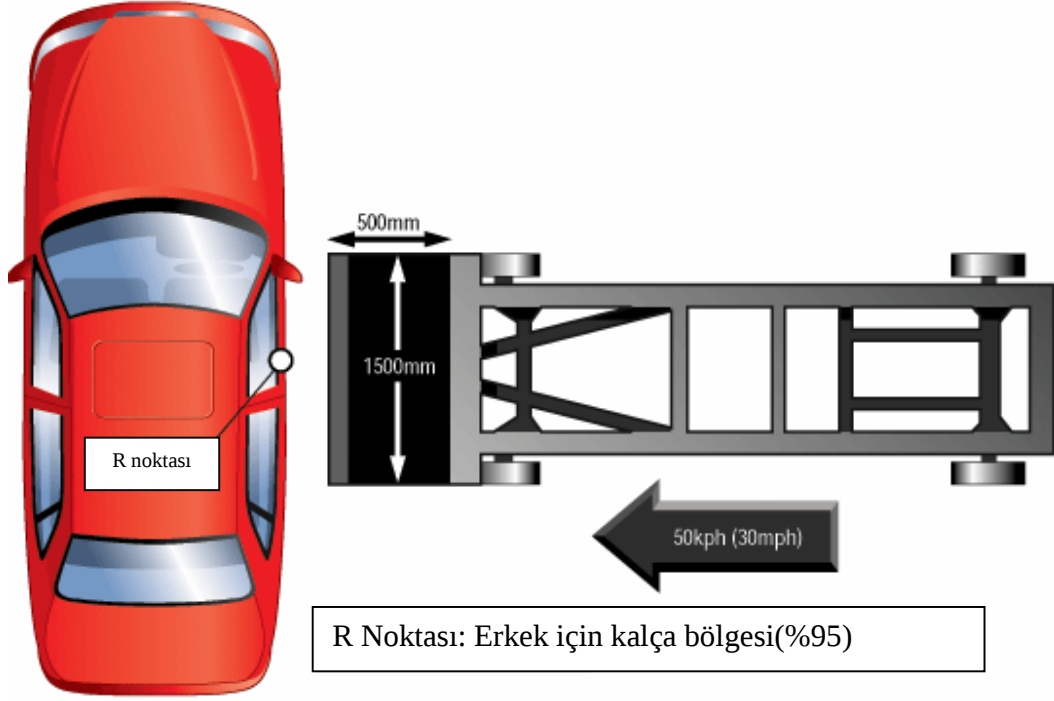
2. KAPI BARI TASARIMI

2.1. ECE-R 95 Standardı

Kapı barı tasarlarken; ECE-R 95 standart'ının 70/156/EC ve 96/27/EC regülasyonları göz önüne alınmalıdır. Bu yönetmelikte, hareketli ve deforme olabilen bir blok 50 km/s hızla, araca yan merkezden 90°lik açıyla çarpmaktadır. Ancak, hız bloğun araca çarpmasına 0,5 m kaldığında sabit olmalıdır.

Bu standardın karşılanması için diğer birçok parametrenin yerine getirilmesi gerekmektedir, ancak bunlar kapı barı tasarımı ile ilgili değildir.(mankenlerin, sensorların yerleştirilmesi v.b.)

Deforme olabilen ve hareketli bariyer, kapılara yerden 350 mm yükseklikte çarpar. Bu yükseklikte çarpmasının nedeni, yandan çarpma sonucu yolcularda en çok kalça yaralanmalarının görülmesidir. Ve gerek bir aracın bir cisme çarpması, gerekse de birden çok aracın birbirine çarpması esnasında, genelde koltuk oturma kısmından darbe gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, sürücü ve yolcuların güvenlik seviyelerini yükseltmek için, darbe emici üyeleri tasarım esnasında doğru konumlandırmak gerekmektedir.



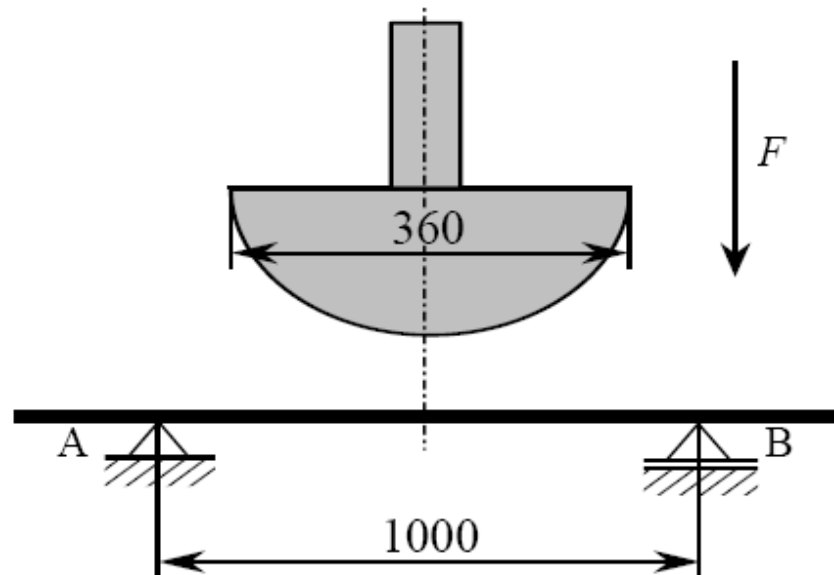
Şekil 2.1: Taşıtlarda yandan çarpma standardı[Euro-NCAP]



Şekil 2.2: Yandan çarpma testlerinde kullanılan mankenler

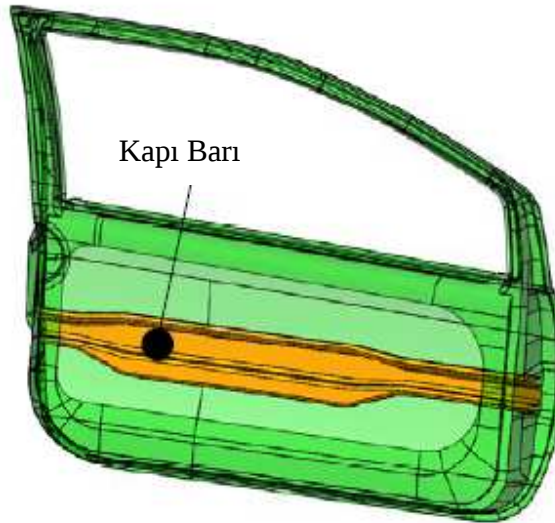
E-NCAP testlerinde hareketli blok, sabit araca yan merkezden vurmaktadır. Araç içerisinde ki mankenler ve algılama sensorları sayesinde vücudun hangi bölgelerinin yaralanacağı görülebilmektedir. Burada ki amaç birçok aracın kazaya karışması

ECE-R 95 standardı testi oldukça pahalı olduğu için, bunun yerine çoğunlukla basitleştirilmiş test prosedürü kullanılmaktadır. Bu laboratuvar testinde, 13 kg.lık çekiç iki taraftan mesnetlinmiş kapı barına tam merkeze gelecek şekilde $F=40$ kN'luk kuvvet ile kapı barına dikey yönde uygulanır ve sonuçlar incelenir.[5]



bölgesine montajlanmaktadır. Pozisyonu ise; koltuk yerleşimi ve kapı bağlantılarına göre tasarlanmalıdır. Düzgün yerleşim için yolcu güvenliği en önemli koşul olmalıdır.[Şekil 2.4]

Kullanılan en yaygın malzeme çelik olmasına karşın, daha hafif ve daha çok enerji emen malzemeler de kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, FRP(Fiber Reinforced Plastics- kuvvetlendirilmiş fiber plastik) daha çok enerji emilimi ve hafifliği dolayısıyla tercih edilmeye başlanmıştır. Doğru lif yerleşimi ve çaprazlama, bu tür ürünlerin daha fazla enerji emilimini sağlamaktadır. Kompozitlerin yüksek dayanımları ve düşük ağırlık/dayanım oranları bu ürünlerin kullanılmasını bir avantaj haline getirmektedir. Üretim ve teçhizat maliyetlerinin yüksek oluşu da bir dezavantaj olarak görülmektedir.



Şekil 2.4: Kapı barı

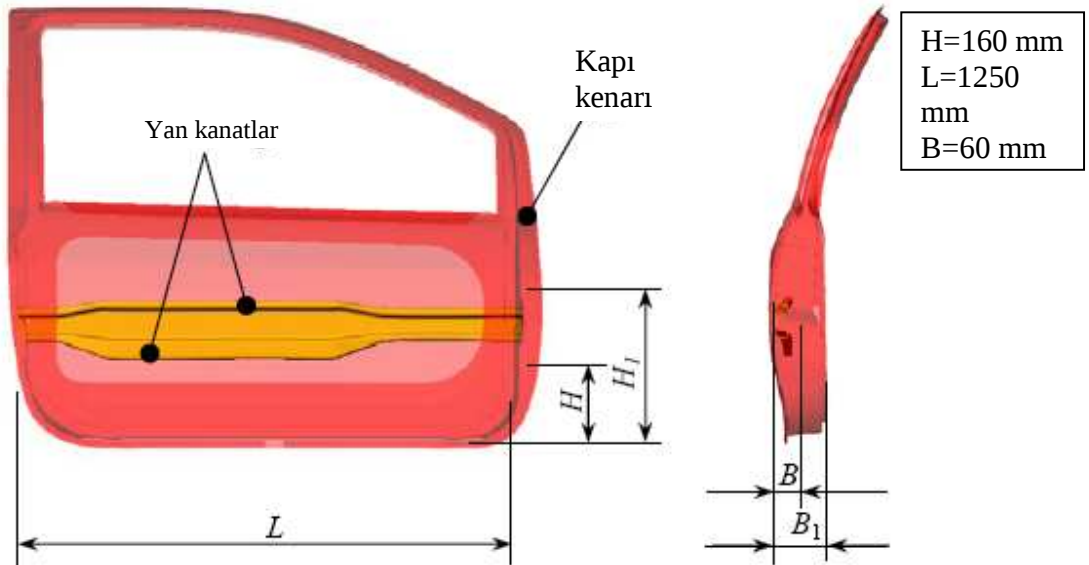
Kapı barlarının bağlanmasında kullanılan yapısal elemanlar ve bağlantı çeşitleri;

- **Bağlantılar;** perçinleme, cıvatalama, kaynak bağlantısı ve yapıştırma şeklinde olabilir.(Şekil 2.5)



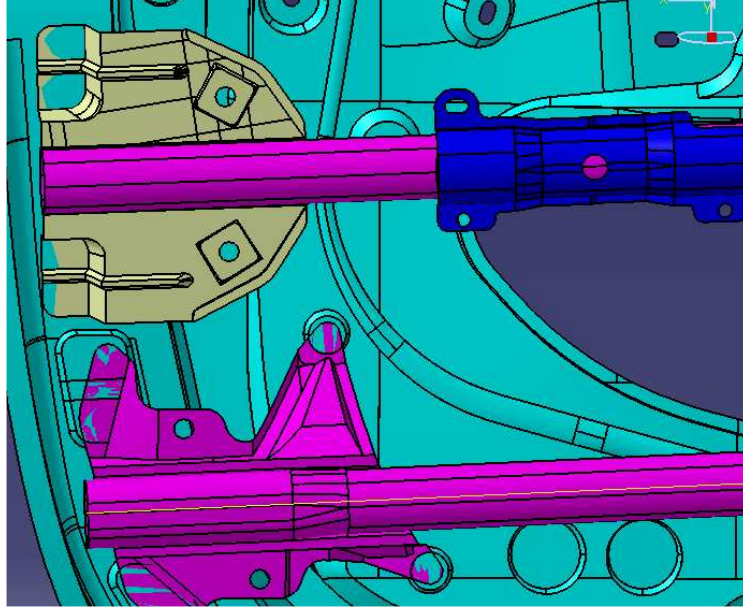
Şekil 2.5: Kapı barı bağlantıları

- **Yan kanatlar;** enerji emilimini arttırmak için tasarlanmıştır. Ancak, bazı araçlarda bu tür kapı barı tasarımı yerine; maliyeti daha düşük, dayanımı daha yüksek olan ısıl işlem görmüş borular kullanılmaktadır.(Şekil 2.6 ve Şekil 2.7)



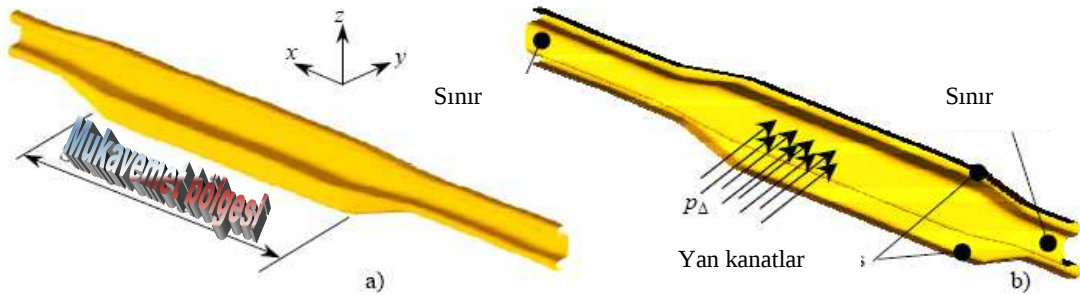
Şekil 2.6: Yan kanat kullanılmış kapı barı

Yolcu ve sürücü maksimum güvenliğini sağlamak amacıyla, çok önemli olan h mesafesi $H:160$ mm alınmıştır.



Şekil 2.7: Isıl işlem görmüş boru kullanılan kapı barı

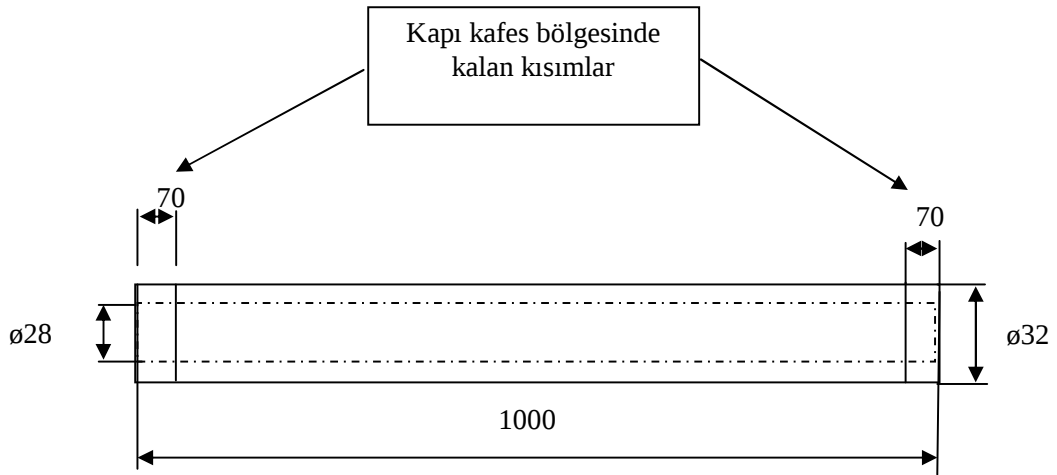
- Mukavemet bölgesi; aşırı yükün uygulandığı bölgeye, özellikle kapı barının orta kısmı, ek donanımlar koyularak güçlendirilmeye çalışılır. Barın uzunluğu, kapının iç kafes boyutları ve ek bağlantı elemanlarıyla belirlenir(Şekil 2.8)



Şekil 2.8: Kapı barı mukavemet bölgeleri a.) Ön kısım b.) Arka kısım

2.3. Yeni Bir Kapı Barı Tasarımı

Bu bölümde, ilk olarak mevcut kapı barı modelleneyecek ve analizi yapılacaktır daha sonra yeni tasarlanmış kapı barının da analizi yapılacak ve karşılaştırmalı olarak mukavemet ve ağırlık açısından incelenecektir. Amaç daha mukavim ve elastik bir kapı barı oluşturularak ; enerji emilimini yükseltmektir. Sonuç kısmında ise tasarlanan kapı barı ile birlikte, kapı modelleneyecek ve statik analiz yapılacaktır. Tasarım için Solidworks, analiz için ise Abaqus programı kullanılmıştır. Aşağıda, halihazırda kullanılan kapı barının teknik resmi verilmiştir. (Şekil 2.9)



Şekil 2.9: Mevcut kapı barı teknik resmi

Şiddeti, doğrultusu, yönü ve uygulama noktası zamanla değişmeyen sabit ve durağan kuvvet uygulanmıştır. Burada ki boru veya kiriş eğilmeye zorlanmaktadır. (birim alana düşen kuvvet) en zayıf kesitlerde belirlenmesi mühendislik mantığının doğal sonucudur. Emniyet gerilmesi, söz konusu elemanın şekline, geometrisine ve çalışma koşullarına da bağlı olarak, yapıldığı malzemenin deneysel olarak belirlenen mekanik özelliklerinden (mukavemet değerlerinden) hareketle seçilen ve elemanın emniyetle dayanabileceği en büyük gerilme sınırını gösteren değerdir. Statik gerilmeler; statik şartlarla elde edilmiş bilgi ve veriler kullanılarak bulunur. Dinamik zorlanmalarda

kullanılacak mukavemet değerlerinin dinamik koşullarda elde edilmiş olmaları gerekir.

Emniyet gerilmesi için akma sınırı referans alınmalıdır.

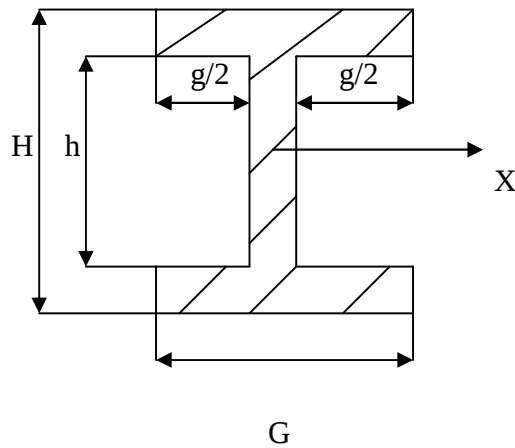
$$\sigma_{em} < \sigma_{akma} \quad (2.1)$$

Burada karar verilmesi gereken konu σ_{em} 'in σ_{akma} 'dan ne kadar uzakta tutulacağıdır. Bunun için $S > 1$ olmak üzere bir katsayı kullanılır.

$$\sigma_{em} = \sigma_{akma} / S \quad (2.2)$$

Bir makine elemanının görevini emniyetle sürdürebilmesi için; aşağıda ki denklem sağlanmalıdır.

$$\sigma_{eş} \leq \sigma_{em} \quad (2.3)$$

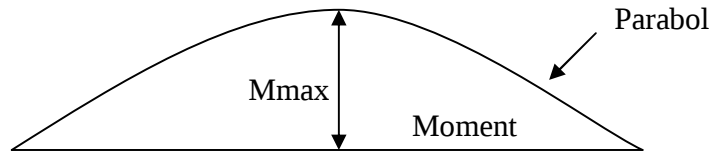
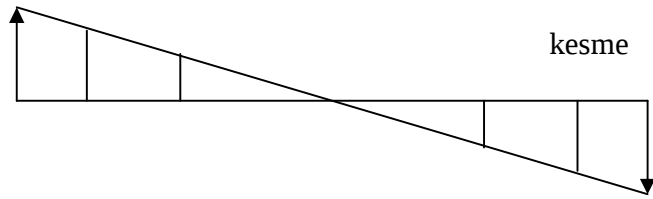
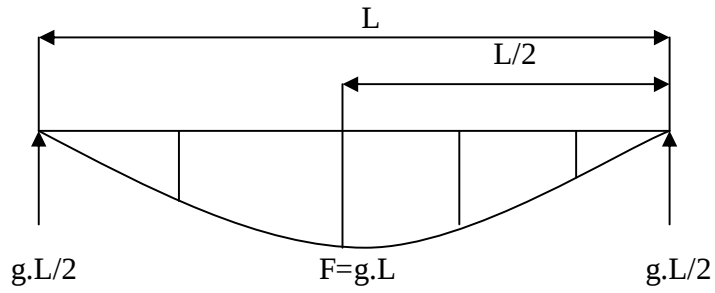


Şekil 2.10: I profili

I profilinin eğilme ve atalet momentleri;

$$I_x = 1/12(GH^3 - gh^3)$$

$$W_e = \frac{GH^3 - gh^3}{6H} \quad (2.4)$$

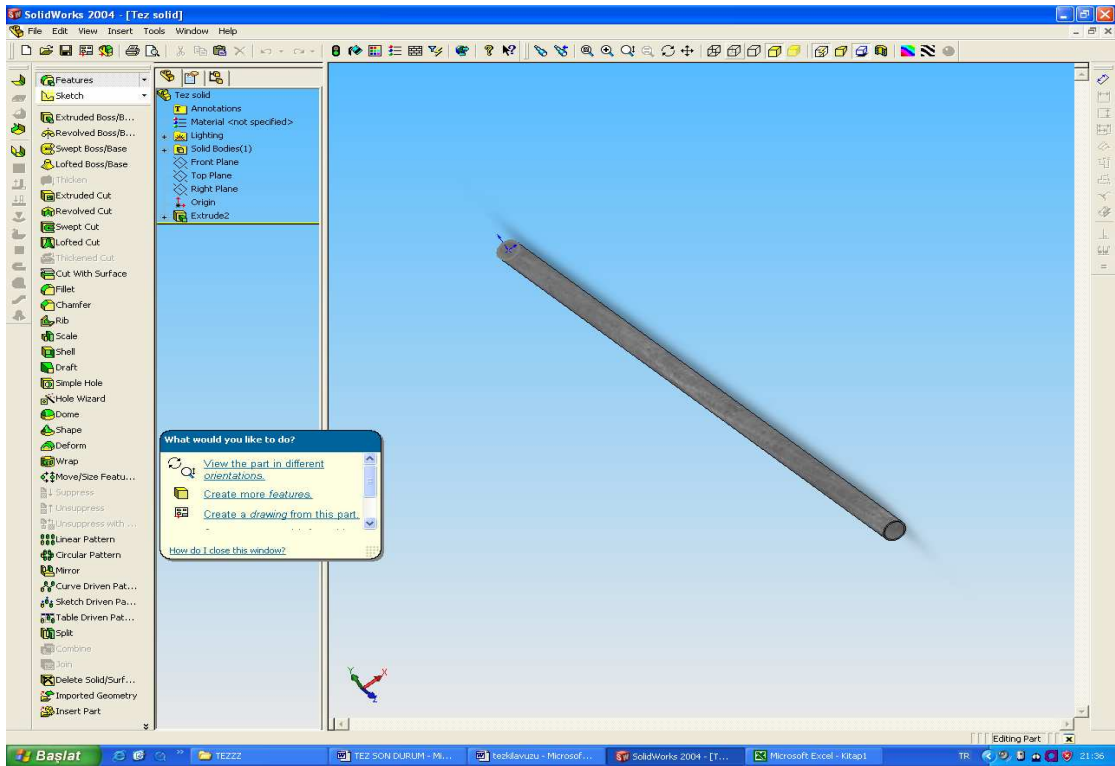


Şekil 2.11: Basit kiriş kesme ve moment grafiği,

$$y_{\max} = - \frac{5FL^3}{38 EI}$$

$$M_{\max} = \frac{FL}{8} \quad (2.5)$$

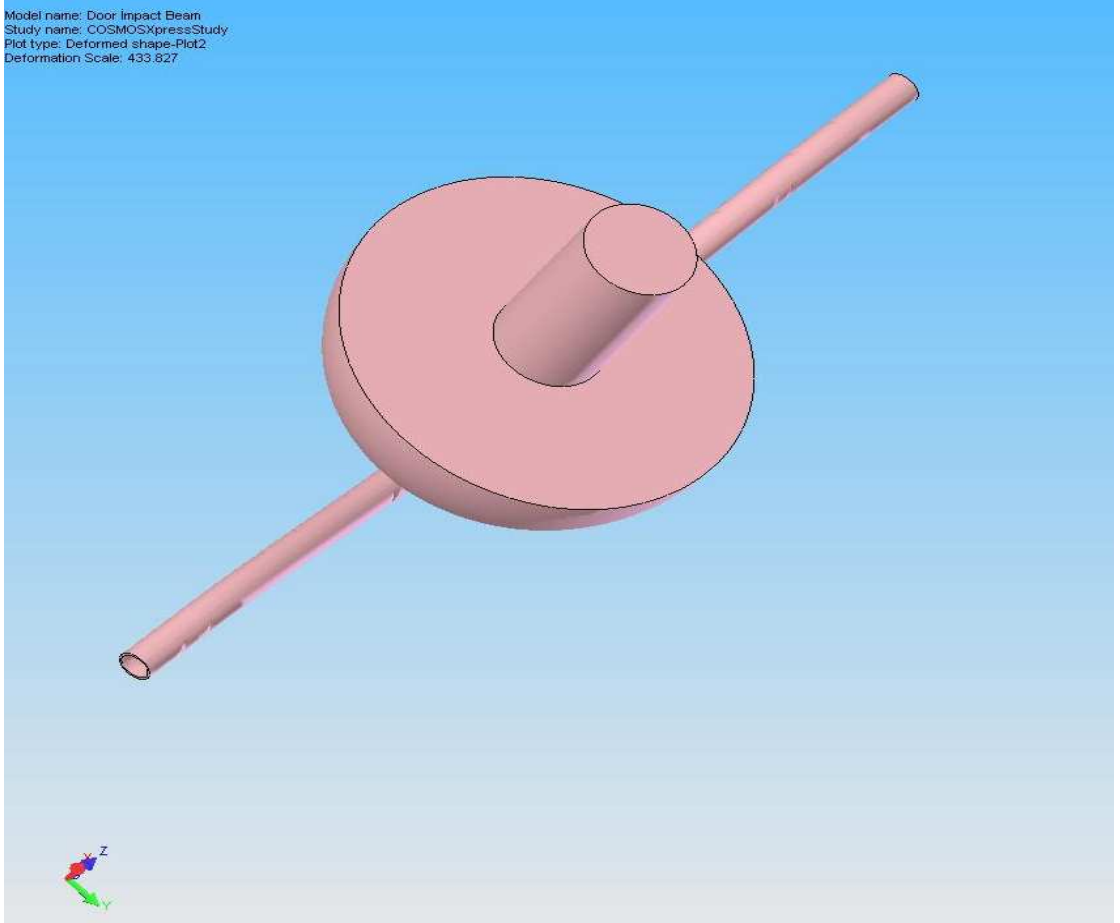
Denklemlerden görüldüğü üzere , bulunacak maksimum statik gerilme değeri akma gerilmesinin üzerinde bir değerde olmalı ve güvenli bir tasarım içinde S katsayısı kadar da üzerinde olmalıdır.Bundan sonra ki adımlarda bu husus dikkatle incelenecektir.



Şekil 2.12: Solidworks tasarım programı kullanılarak mevcut kapı barı katı modellemesi

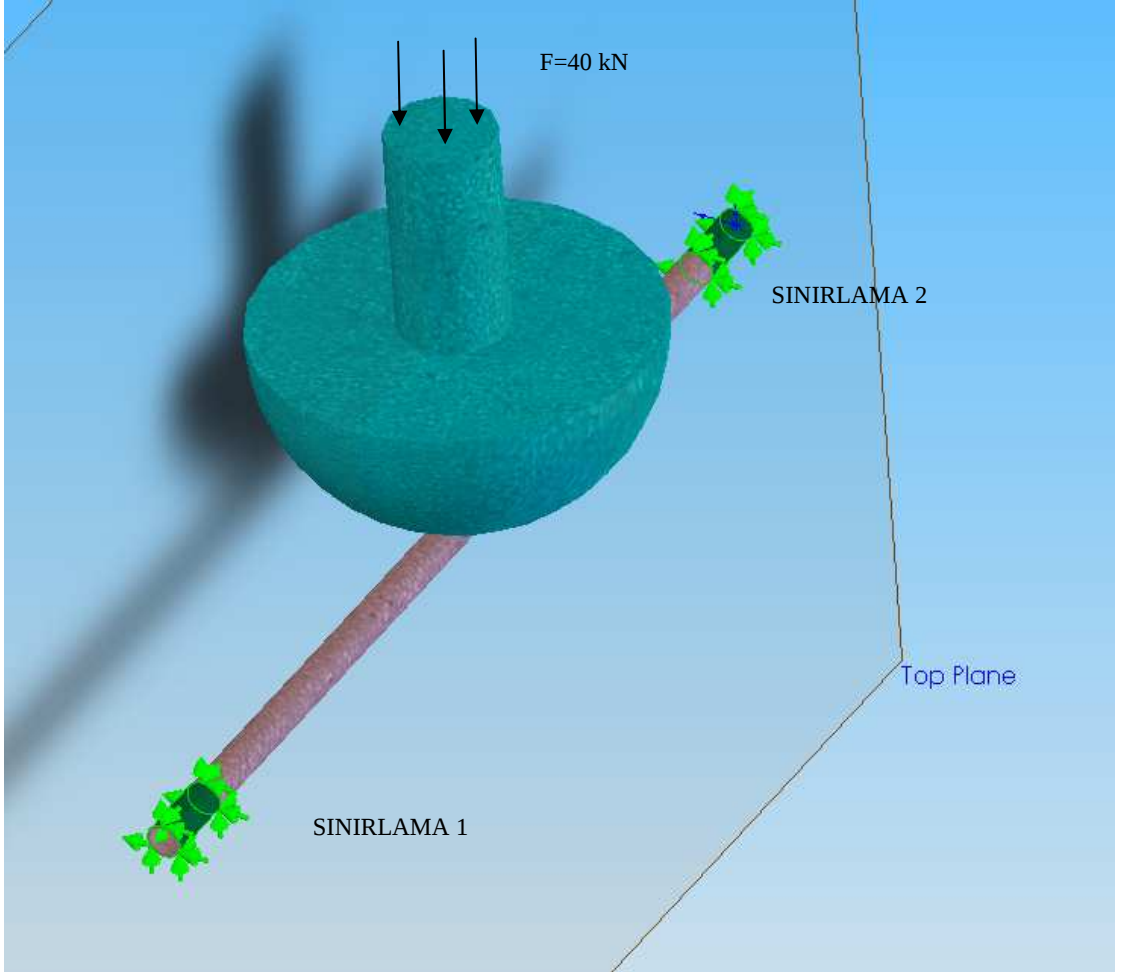
Kapı barlarının yapımında şu an ısıtılmalı özel çelikler, ISO 31CrNiMo8 ve SMnLBH20 TK kullanılmaktadır. Barlara ısıtılmalı işlem yapılmasının nedeni ,daha sert bir yapı meydana getirilerek;mukavemetin artırılması ve çarpma esnasında kapı barının çok parçaya ayrılarak yolcu ve sürücüye zarar vermesi engellemektir.Bu tezde amaç;daha mukavim ve daha fazla enerji absorbe eden bir yapı meydana getirebilmektir.

Öncelikle mevcut kapı barının analizi yapılarak ,yeni dizayn ile karşılaştırılması gerekmektedir.Bunun için, Şekil 2.3’ de gösterilen laboratuvar testinin bilgisayarda modellenmesi yapılmıştır.(Şekil 2.13)



Şekil 2.13: Kapı barı test düzeneğinin Solidworks programı ile simülasyonu

Hazırlanan bu simülasyon ile şu an kullanılan kapı barlarının dayanımları ve kuvvete maruz kaldıkları bölümler net olarak belirlenmiştir.Yine ağırlık analizleri aynı programlarla yapılmıştır.Sınırlamalardan biri sabit diğeri kayar mesnettir.Daha önce ECE-R 95 kapı barı laboratuvar test standında da açıklandığı gibi $F=40\text{ kN}$ kuvvet aşağıda ki şekilde ki gibi uygulanmıştır.(Şekil 2.14)



Şekil 2.14:ECE-R 95 kapı barı Standard test düzeneğinin bilgisayarda modellenmesi ve simülasyonu

Çelik lineer elastik isotropik bir malzemedir; çekme mukavemeti, akma mukavemeti, elastisite modülü E ve poisson oranı vardır.Tüm bu değerler; abaqus sonlu elemanlar programına girilmiştir.(Şekil 2.15,Tablo 2.1)

Ø 31.8 X 2.00 X 500 mm KAPI BARI MALZEME ÇEKME TESTİ SONUÇLARI

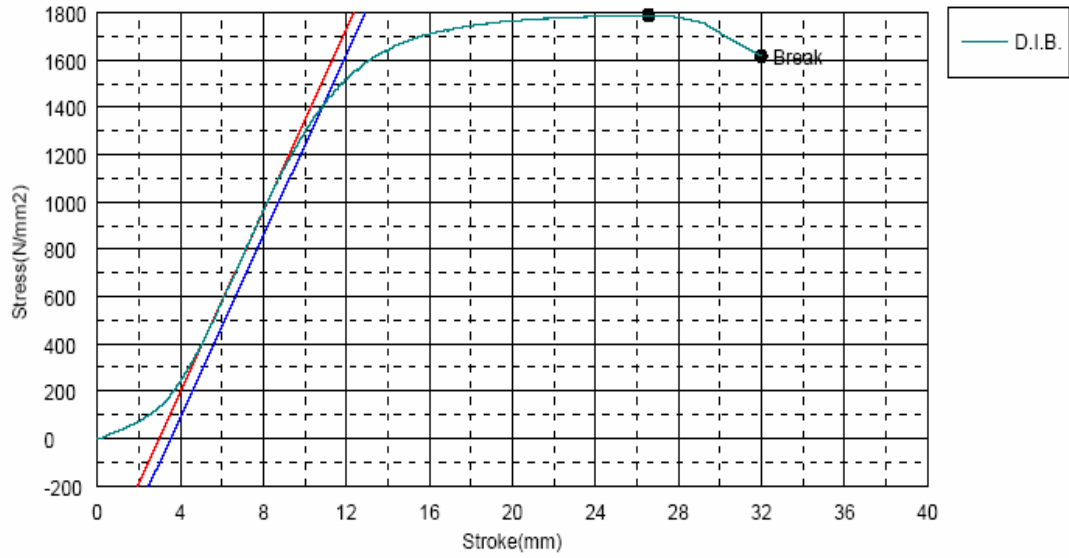
Date : 2006.10.10
V2 : 15 mm/min
Operator : A NIT
Shape: Tube2

V1 : 25 mm/min
File Name : Ø31,8x2,0x500mm D.I.B.

	Outer Diameter	Thickness	Gauge Length	L	L0
Units	mm	mm	mm		
D.I.B.	31,8100	2,0100	275,0000	1,000	50

Name	YS1 Stress	Max Stress	Break Stress	YS1 Force	%Elongation
Parameter	0,2 %			0,2 %	
Pass/Fail	345, 1000000	490, 1000000			
Units	N/mm2	N/mm2	N/mm2	N	%
D.I.B.	1409,43	1789,22	1616,85	265219,	-98,000

Name	Elastic
Parameter	400, 1000 N/mm2
Units	N/mm2
D.I.B.	52767,2



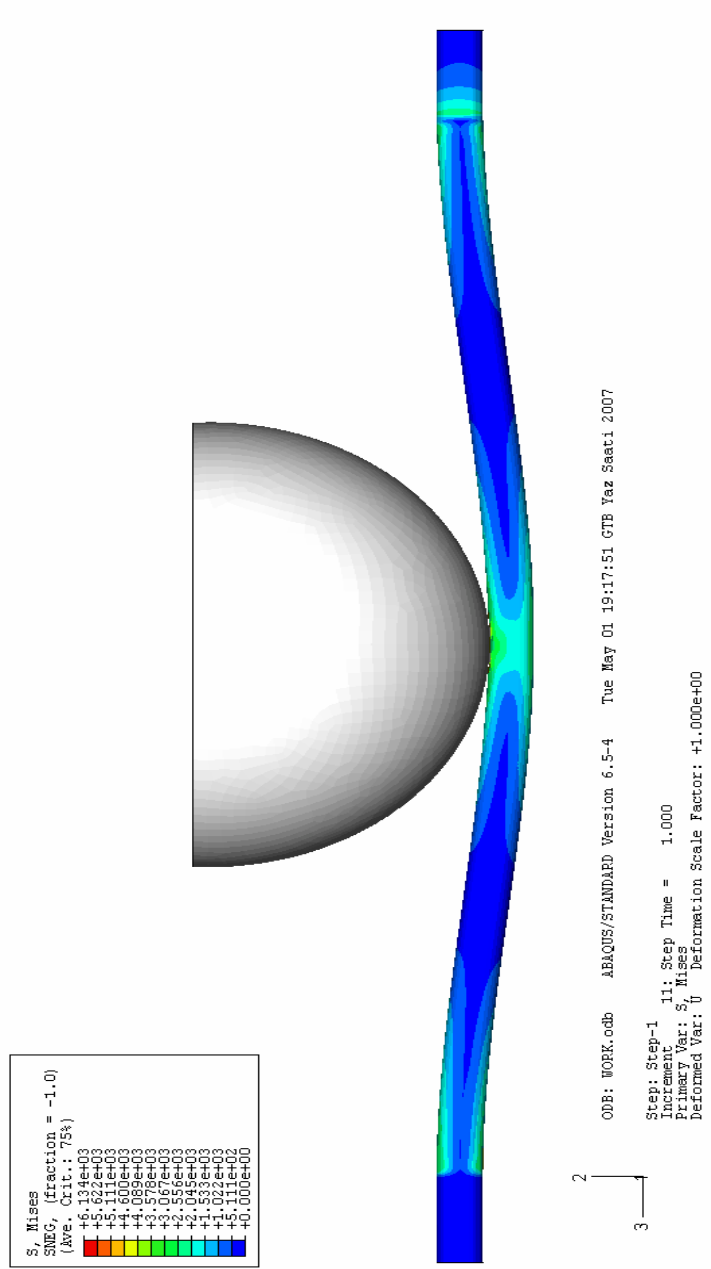
Şekil 2.15:Kapı barı çekme testi sonuçları

MALZEME	YOĞUNLUK	YOUNG MODÜLÜ	POISON ORANI	AKMA MUKAVEMETİ	ÇEKME MUKAVEMETİ
	[kg/m ³]	[Gpa]	/	[N/m ²]	[N/m ²]
ÇELİK ISO 31CrNiMo8	7830	206	0.29	1,40E+12	1,60E+12

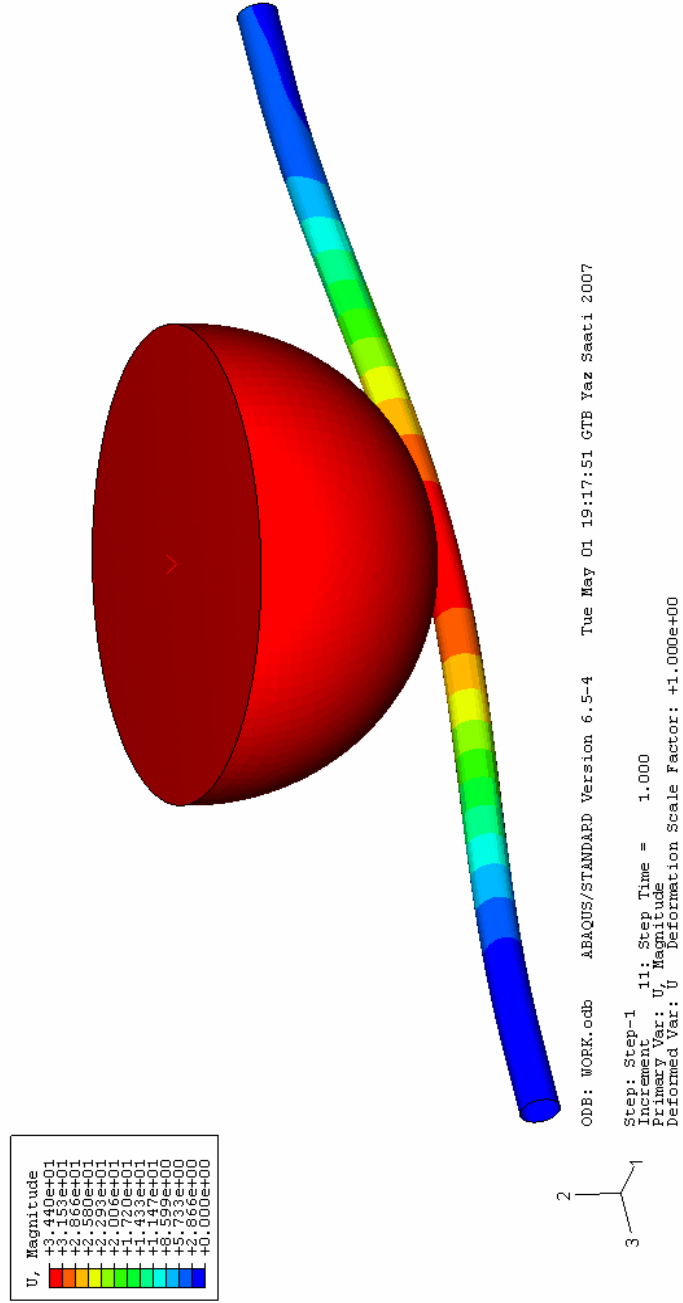
Tablo 2.1 : Taşıtlarda kullanılan kapı barlarının malzeme özellikleri

Abaqus sonlu elemanlar programında solid mesh tipi kullanılmaktadır. Mesh ağ örerken yüzeyler yumuşatılmıştır. Dört jacobian nokta vardır , sonlu eleman boyutu 12.293 mm ve toleransı da 0.61465 mm.dir. Nod adeti 32844 ,eleman adeti ise 23610 dur. Dolayısıyla yüksek kalitede analiz yapılmıştır. Analiz süresi bilgisayar gücüne bağlı olarak değişmektedir. Ancak, analiz için kullanılan bilgisayarda, analiz süresi 30 dakikayı geçmiştir. Analiz hem kullanılan kapı barlarında hem de yeni tasarlanan kapı barında aynı koşullarda yapılmıştır. Hiç bir değer değiştirilmemiştir dolayısıyla her ikisinin kıyaslanmasında hiçbir sakınca yoktur.

Mevcut kapı barının analizi sonucunda, maksimum gerilme 6134 N/mm²'dir. Maksimum uzama ise 34.40 mm.dir. Gerilme hesabı yapılırken Von-Mises yöntemi kullanılmıştır. (Şekil 2.16)

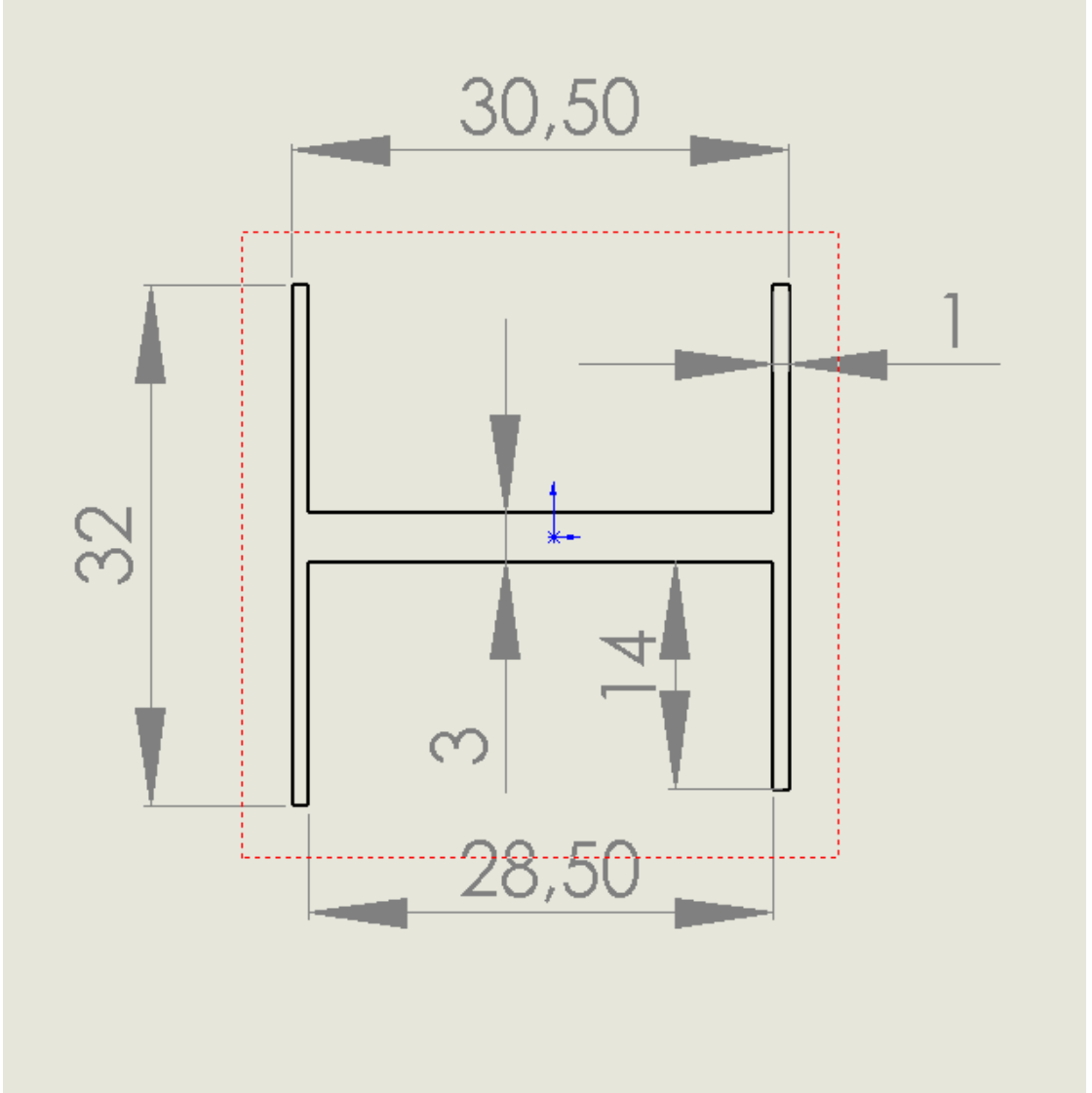


Şekil 2.16:Kullanılan kapı barlarının Abaqus programı ile analizi sonrası meydana gelen gerilmeler ve gerilme bölgeleri



Şekil 2.17: Kullanılan kapı barlarının Abaqus programı ile analizi sonrası meydana gelen uzama ve uzama bölgeleri

Yeni dizayn kapı barı boyu ,önceki gibi 1000 mm.dir.Diğer ölçülerde kullanılan kapı barının dış ölçülerine bağlı kalınarak tasarlanmıştır.Böylelikle ;aracın kapı dizaynında majör değişikliklerin yapılmasına gerek kalmayacaktır. (Şekil 2.18)



Şekil 2.18: Tasarlanan kapı barının önden görünüşü

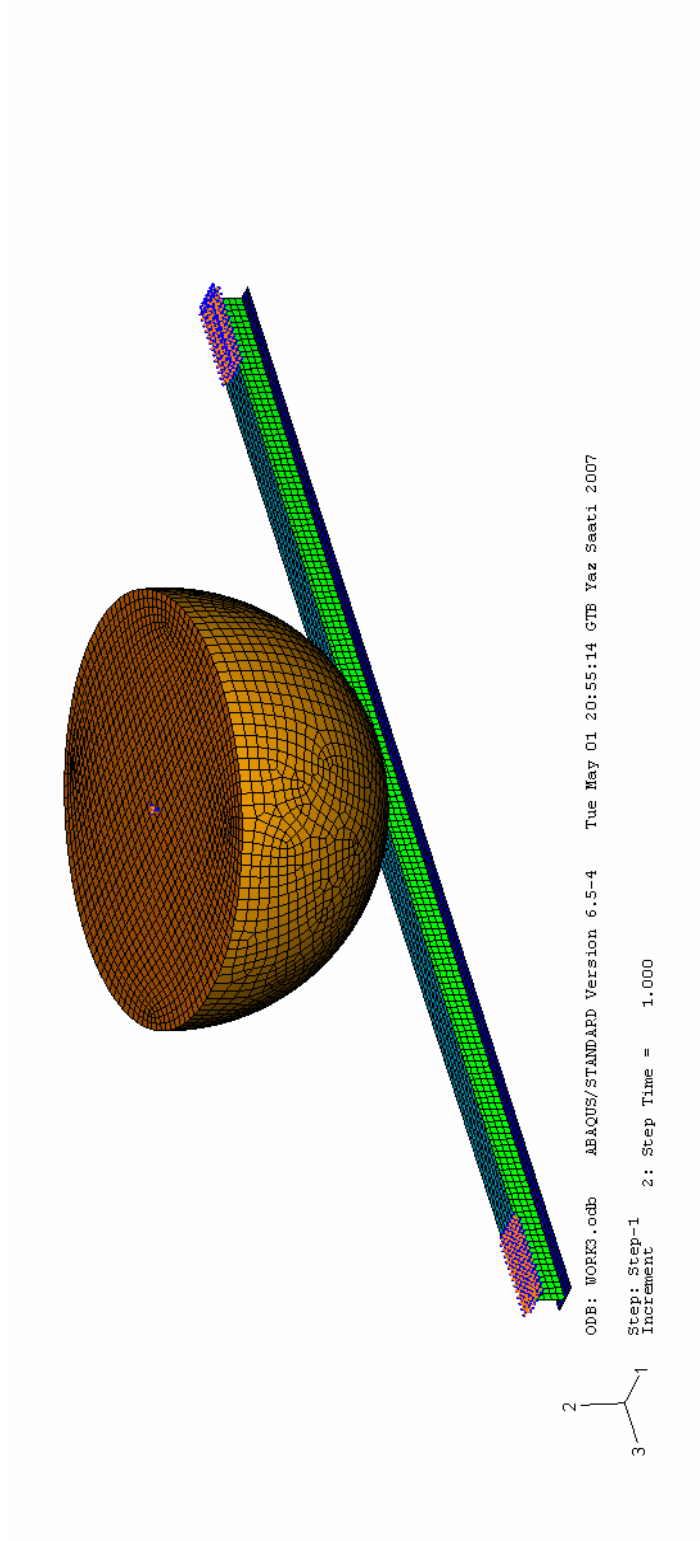
Daha öncede belirtildiği gibi amaç,yeni bir tasarım yaparak kapı barının ağırlığını azaltmaktır.Şu an kullanılan kapı barlarının ağırlığı $m_1=1.475$ kg iken yeni tasarlanan kapı barı ağırlığı $m_2=1.162$ kg.dır.

$$M_{\text{fark}}=m_1-m_2=1.475-1.162=0.313 \text{ kg} \quad (2.1)$$

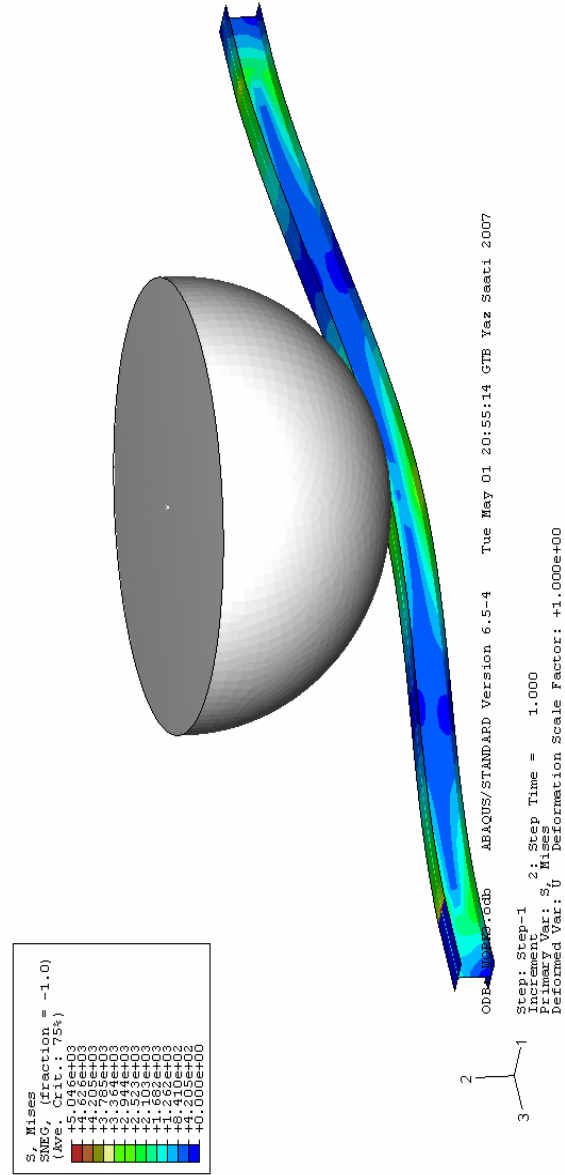
Bir kapı barında sağlanan 0.313 kg.lık kazanç ön iki kapıda 0.626 kg,arka kapılar dahil edildiğinde ise 0.980 kg.a kadar çıkmaktadır..Ağırlık düşüşü % 21.3 tür.

Bilgisayar destekli sonlu elemanlar metodunda kapı barının baştan 70 mm ve sondan 70 mm.lik bölümü araç kafesi içerisinde bulunduğundan mesnetlenmiştir.Ancak sağ taraftaki mesnet kayar olarak mesnetlenmiş böylece yatay yöndeki hareketi sağlanmıştır.(Şekil 2.19)

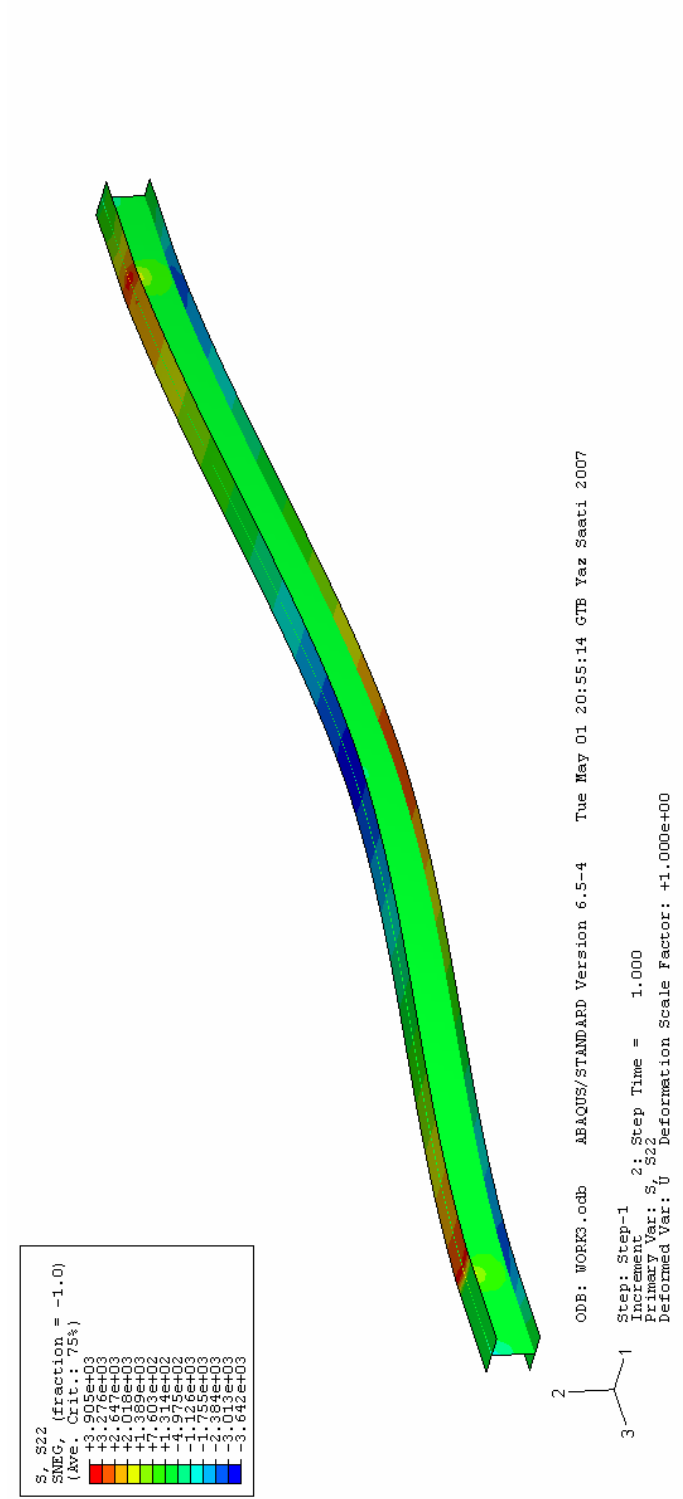
Dizayn edilen kapı barının analizi sonucunda , maksimum gerilme 5046 N/mm^2 'dir.Maksimum uzama ise 39.05 mm.dir. Gerilme hesabı yapılırken yine Von-Mises yöntemi kullanılmıştır.Sonlu eleman boyutu 16.93 mm ve toleransı da 0.83 mm.dir.Nod adeti 8764,eleman adeti ise 7585'tir. $5,50 \times 10^8$ iterasyon yapılmış ve 29571 adet eşitlik çözülmüştür.Daha önce de belirtildiği gibi her iki tasarımda da koşullar sabit tutulduğu için mukayese imkanımız bulunmaktadır.Sonuçlardan da görüleceği gibi yeni tasarım ağırlık düşüşü sağlarken diğerleriyle aynı hatta daha iyi dayanım değerleri sunmaktadır.Yeni tasarlanan kapı barının araçlarda kullanılması için birçok fizibilite ve tez çalışması yapılmalıdır. Ancak bu tez kapsamında incelenmeyecektir.



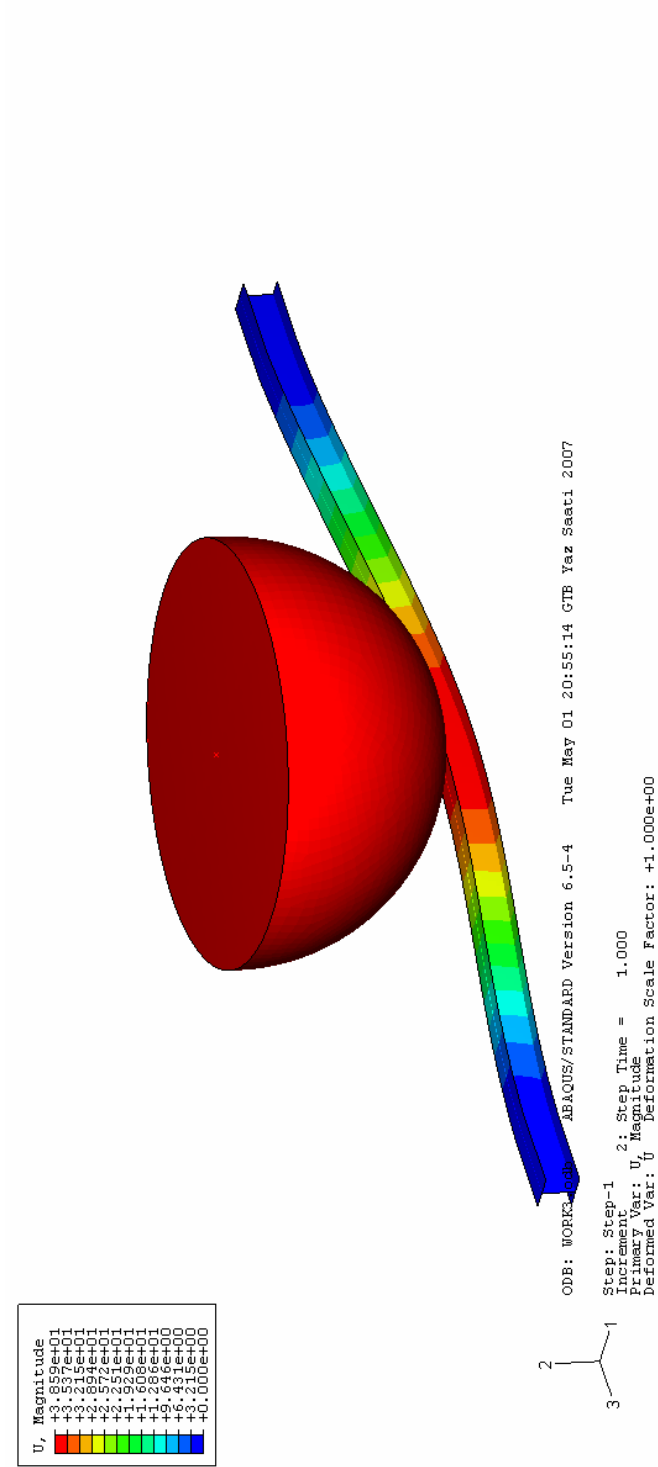
Şekil 2.19: Tasarlanan kapı barı sınır koşulları



Şekil 2.20: Dizayn edilen kapı barlarının Abaqus programı ile analizi sonrası meydana gelen gerilmeler ve gerilme bölgeleri



Şekil 2.21: Dizayn edilen kapı barlarının Abaqus programı ile analizi sonrası mesnet civarında meydana gelen gerilmeler



Şekil 2.22: Dizayn edilen kapı barlarının Abaqus programı ile analizi sonrası meydana gelen uzama ve uzama bölgeleri

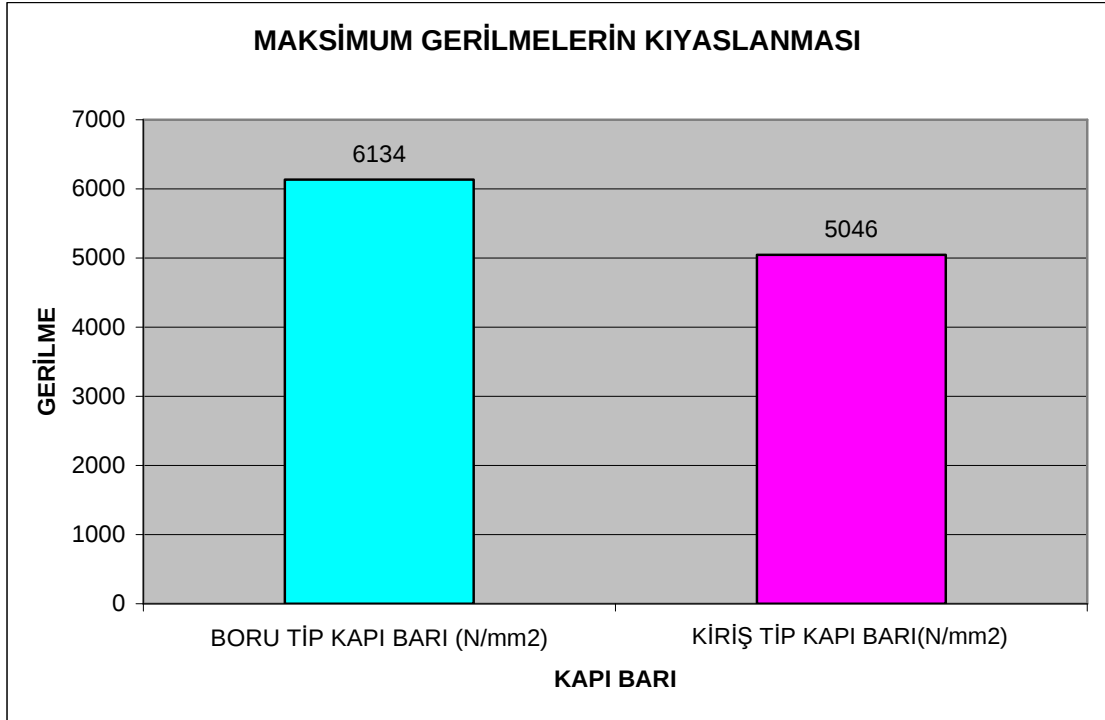
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bilgisayar teknolojisinde ki ve CAD/CAM/CAE sistemlerinde ki hızlı ilerlemeler sayesinde karmaşık mühendislik problemleri artık eskisine göre daha kolay modellenebilmektedir. İlk prototipin üretiminden önce birkaç alternatif bilgisayar programında test edilebilmektedir. Bu sayılan ilerlemeler sayesinde, temel teorileri ,modelleme tekniklerini ve sonlu elemanlar metodunu kullanan bilgisayar programlarını kullanarak problemleri çok daha hızlı çözmek mümkün olabilmektedir. Bu şekilde yapılan bir analizde çok karmaşık ve büyük bir geometrik şekil,sonlu elemanlar olarak adlandırılan çok basit ve ufak elemanlara bölünmektedir. Bu sonlu elemanların malzeme özellikleri ve davranışsal özellikleri tanımlanır. Örneğin bir montaj prosesinin analizinde, montaj çok ufak olan sonlu elemanlara bölünür, daha sonra yüklemeleri ve sınırlamaları içeren birkaç denklem oluşturulur ve bu denklemlerin çözülmesiyle asıl sistemin yani montaj prosesinin davranış şekli yaklaşık olarak elde edilmiş olur.

Sonlu elemanlar metodu, mühendislik problemlerinin büyük bir bölümünün sayısal olarak çözümlerinin bulunmasında yararlanılan güçlü bir araçtır.Sonlu elemanlar metodundan otomobil, uçak, bina ve köprü tasarımları, deformasyon ve gerilme hesapları, ısı transferi ve akışkanlar mekaniği problemleri ile manyetik alan hesabı gibi birçok karmaşık problemlerin çözümüne kadar faydalanılabilir.

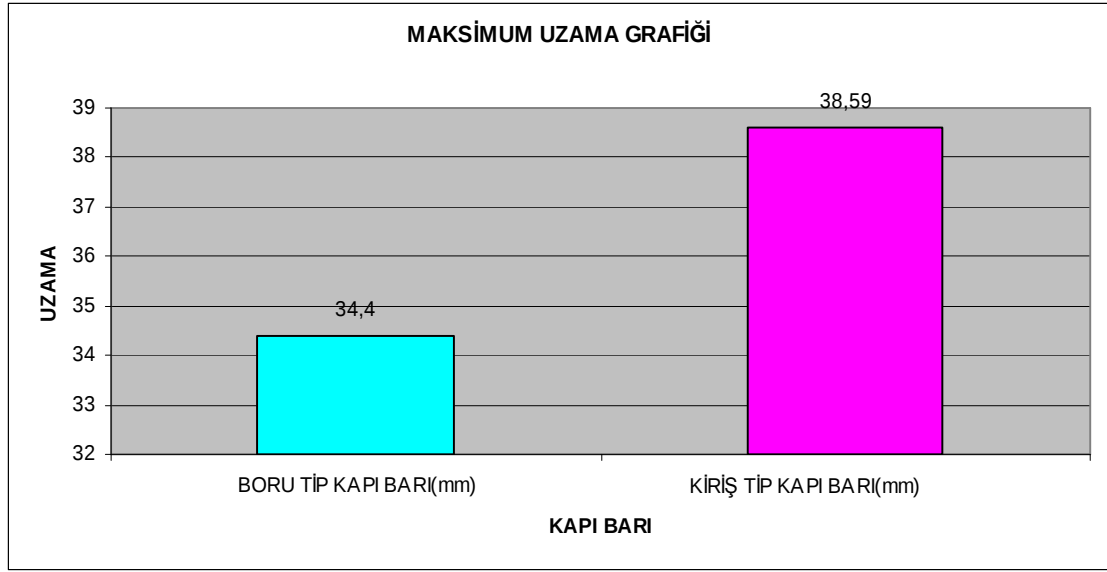
Bilindiği gibi makinelerden, emniyetli bir şekilde görevlerini yerine getirmeleri beklenmektedir. Emniyetli bir çalışma için; statik koşulların yanında dinamik koşullarında çok büyük önemi vardır.Örneğin statik olarak emniyetli olan bir makine elemanı dikkate alınmadan tasarlanırsa; çalışması sonrasında yapacağı titreşimler nedeniyle rezonansa girip kırılabilir.Bu nedenle tasarımcılar; en az statik koşulların incelenmesi kadar dinamik koşulların da incelenmesine önem göstermelidir.Sonlu

Elemanlar Metodu'nu (FEM) kullanılarak yapılan çalışmalarda net sonuçlar elde edileceği gibi zamandan da tasarruf edilmiş olur.



Şekil 3.1 : Boru tipi ve kiriş tipi kapı barının maksimum gerilme değerlendirme grafiği

Yukarıda ki grafikte görüldüğü gibi yeni tasarlanan kiriş tip kapı barı daha düşük bir maksimum gerilme değerine sahiptir. Böylelikle statik olarak daha mukavim bir yapı meydana getirdiği söylenebilir.



Şekil 3.2 : Boru tipi ve kiriş tipi kapı barının maksimum uzama değerlendirme grafiği

Şekil 2.22’den de görüldüğü gibi yeni tasarlanan kapı barının uzaması daha fazladır bu da maksimum gerilmeleri de göz önüne alırsak, daha fazla enerji emilimini sağlayacağını göstermektedir.

Şekil 2.23’te de her iki kapı barının; malzeme,kütle,maksimum uzama ve maksimum gerilme değerlerinin kıyaslanması gösterilmektedir.

Tablo 3.1 : Her iki bar tipinin kıyaslanması

BAR TİPİ	MALZEME	KÜTLE m(g)	MAKS.UZAMA ϵ (mm)	MAKS.GERİLME σ (N/mm ²)
BORU	ÇELİK ISO 31 CrNiMo8	1475	34.4	6134
KIRIŞ	ÇELİK ISO 31 CrNiMo8	1162	38.59	5046

Sonuç olarak, kapı ile birlikte analiz edilen yeni dizayn kapı barı,öncekinden daha mukavim bir yapı meydana getirmiş ve 1 kilograma yakın ağırlık düşüşünü sağlamıştır.Kapı barının tasarımında yapılacak ufak değişiklikler mukavemeti ve enerji emilimini arttırırken ağırlık düşüşünü de sağlayabilmektedir.Aslında yapılan modelleme ve analiz programı çok fazla tasarımın birbiriyle mukayese imkanı da getirdiğinden ayrıca önem kazanmaktadır.Ama yine de tasarlanan kapı barının kullanılması için birçok test ve fizibilite çalışması yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

A) Kitap ve Kitap Bölümleri için gösterim

- [1] **Bricout, A.** Composites Materials: Performance of Twintex for Automotive Weight Saving. [Online]
available: <http://www.twintex.com/pdf/autoweight.pdf> [November 27th, 2001].
- [2] **Cheon, S. S., Lee, D. G., Jeong, K. S.,** Composite Side-door Impact Beams for Passenger Cars, *Composite structures*, vol. 38., no. 1-4, 1997, pp. 229
- [3] **Becker, A. A.,** Contact Mechanics and Stresses - Review of Finite Element (Lecture 4), *University of Nottingham, Department of Mechanical Engineering*, April,1997.
- [4] **Baldwin, C. Y. and Clark,.** Design Rules. Volume 1: The power of modularity. Cambridge, MA: MIT Pres, March ,2000.

B) Tezler için gösterim

- [5] **Jost, R.,** Finite Element Modelling of the Human Body In Vehicle Side Impact, Ph.D. Thesis, University of Cape Town, 1999.

Süreli Dergilerdeki Makaleler için gösterim

- [6] **S Eržen, Z Ren and I Anžel,** Analysis of FRP Side-Door Impact Beam, Faculty of Mechanical Engineering, Maribor, Slovenia, 2002
- [7] **R. Kaufman and Dr. C. Mock,** The Effects of Door Panel Stiffness, Geometry and Intrusions, Harborview, 2004

C) Akademik Konferanslarda Sunulan Bildiriler için gösterim

- [8] **Ohmae H., Sakurai M., Harigae T. & Watanabe K.,** Analysis of the influence of various side impact test procedures, Paper 890378, SAE Technical Paper Series, Warrendale, PA. (1989)

Patentler

- [9] **James A. Alberda**, 1994.Üniversal Impact Beam Tube Pocket, *United States* Patent No: 5370437 dated 24.10.1989.
- [10] **Richard S.Kline**,1998.Automobile Door Impact Beam, *United States Patent*, No: 6020039 dated 21.04.1998.

D.) Raporlar

- [11]**Charles J. Kahane**,November 1982.An Evaluation of Side Structure Improvements in Response to Federal Motor Vehicle Safety Standard, *Ph.D. Thesis*,NHTSA Report Number HS 806 314.
- [12] **NHTSA Technical Report**, February 2004. Evaluation of FMVSS 214 Side Impact Protection for Light Trucks, DOT HS 809 719

Standartlar

- [13]**FMVSS Code of Federal Regulations**, Part 57 1.214,United States of America,2004
- [14] **ECE-R 95**, 20.07.1995 Regulations,Side Impact Protection

ÖZGEÇMİŞ

Anıl Uzun

Mutlukent Blokları No:9 D:5 GEBZE / KOCAELİ

Tel:02826611795
0542 829 35 76

E-mail;
anil.uzun@gmail.com
webaniluzun@yahoo.com

1. KİŞİSEL BİLGİLER:

Doğum Tarihi : 01.09.1981
Doğum Yeri : Tekirdağ

2. EĞİTİM DURUMU :

Otomotiv Anabilim Dalı,Yüksek Lisans,İstanbul Teknik Üniversitesi
(<http://www.itu.edu.tr>) (2004-devam ediyor)

Makine Mühendisliği, Yıldız Teknik Üniversitesi, (<http://www.yildiz.edu.tr>) ,(1999-2003)
Akademik Ortalama : 3,30/4 (Onur Derecesi)

Mimarsinan Süper Lisesi ,(Onur Derecesi)(1995-1999)
Yavuz Sultan Selim Orta Okulu,(1992-1995)
Sabancı İlkokulu,(1987-1992)

3. BİLGİSAYAR VE YABANCI DİL BİLGİSİ

İngilizce-İleri düzey
Almanca-Temel Seviye

Ms XP,Professional,2000,98,NT işletim sistemi
Ms-Office-İleri Düzey

Mechanical Desktop- İleri Düzey
Autocad-İleri Düzey
Cimatron- İleri Düzey
Solidworks –İleri Düzey
Cosmosworks-Orta Düzey
Catia V5R9-Temel Seviye

4. STAJLARI

Ünilever-Algida ,İşletme-Organizasyon Stajı ,2001-2002 yaz dönemi (2 ay)

Trakya Döküm,Döküm Stajı,2001-2002 yaz dönemi(1 ay)

Ünilever-Algida,Bakım-Onarım Stajı, 2000-2001 yaz dönemi(3 ay)

5. İş Tecrübesi

SANGO Otomotiv,Yan sanayi Kalite Güvence ve Kalite Kontrol Sorumlusu
(2005-Devam Ediyor.)

KLF Otomotiv,Ar-Ge Sorumlusu(2004-2005)

Aykan Metal Makine,Teknik Müdür Yardımcısı,(2003-2004)

6. PROJELERİ

- Askeri Jeep Şasesinin Modellenmesi ve Analizi,Bitirme Tezi, 2004,Tuzla Askeri JEEP Fabrikası
- Transferde Otomasyon,Robotik Kol Uygulaması 2003,YTÜ
- Ford Transit –Dizel 2.5 litre motorunun termodinamik ve konstrüksiyon tasarımı-tamamlandı.
- 2002 ve üstü OPEL marka araçlarda uygulanan motorların ateşleme,püskürtme,dolgu değişimi ve ısı kontrol sistemlerinin etüdü

7. SÜRÜCÜ EHLİYETİ

Var/02.03.2001

8. KATILDIĞI SEMİNER VE KURSLAR

TS 16949 ve Iso 9001-2000 için Msa ve Fmea çalışmaları,
Hema Endüstri/Çorlu Tekirdağ

Almanca Temel Düzey Eğitimi-İTU Dil Bölümü

Almanca Temel Düzey Eğitimi-YTÜ Dil Bölümü

Diltem,Bakırköy,İngilizce Kursu(Upper-Intermediate)

Yaldız İngilizce,Çorlu,İngilizce Kursu(Intermediate)