



**FARKLI REGULASYONLARA GÖRE AĞIR TİCARİ  
ARAÇ SÜRÜCÜ KOLTUĞU GELİŞTİRME  
ÇALIŞMALARI**

**Ebru PİŞGİN**



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI REGULASYONLARA GÖRE AĞIR TİCARİ ARAÇ SÜRÜCÜ  
KOLTUĞU GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI**

**Ebru PİŞGİN**

Dr. Öğr. Üyesi Erol SOLMAZ  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
OTOMOTİV MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2018

**Her Hakkı Saklıdır.**

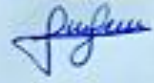
## TEZ ONAYI

Ebru PIŞGIN tarafından hazırlanan "FARKLI REGÜLASYONLARA GÖRE AĞIR TİCARİ ARAÇ SÜRÜCÜ KOLTUĞU GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Erol SOLMAZ

**Başkan:** Dr. Öğr. Üyesi Erol SOLMAZ  
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,  
Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza



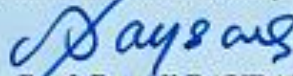
**Üye:** Prof. Dr. Ferruh ÖZTÜRK  
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,  
Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Erdem UZUNSOY  
Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,  
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Prof. Dr. Ali BAYRAM

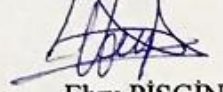
Enstitü Müdürü

1.../6/2018

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
  - atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
  - kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
  - ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
- beyan ederim.**

16.04.2018



Ebru Pişgin

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### FARKLI REGÜLASYONLARA GÖRE AĞIR TİCARİ ARAÇ SÜRÜCÜ KOLTUĞU GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI

**Ebru PİŞGİN**

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Erol SOLMAZ

Bu tezde, emniyet kemeri çekme testi dayanımı hakkındaki Amerika düzenlemesi olan, FMVSS 210 (Federal Motor Vehicle Safety 210. Standart, Federal Motor Taşıt Güvenlik 210. Standartı) regülasyonuna uygun üç noktalı emniyet kemeri bağlantı barı diğer adıyla ICP bar (Inter Connect Point bar, ara bağlantı noktası barı) tasarımı ve koltuk konsolu tasarımı geliştirilmesi temel alınmıştır. Mevcut durumda ECE-R14 (Economic Commission of Europe-Regulation 14, Avrupa Ekonomi Komisyonu-Regülasyon 14) şartlarını sağlayan sürücü koltuğu geliştirilerek Amerika regülasyonu olan FMVSS 210'a da uyumlu hale getirilmesi amaçlanmıştır. Bu regülasyon gereği üç noktalı emniyet kemerinin iki bağlantı noktasının koltuk üzerindeki ICP Bar üzerinde bulunması gereklidir. Bu projede sürücü koltuğu için birçok ICP Bar tasarımı yapılmıştır. Ayrıca bu yeniliğin yanında tüm pazar müşterilerine cevap verebilmek için koltuk ve araç arasındaki ortaklaştırılmış bağlantı konsolu tasarımı yapılmıştır. Yapılan tüm ICP Bar ve Konsol tasarım çalışmalarının sonlandırılması için bilgisayar ortamında yapılan sonlu elemanlar metodu (SEM) analizleri, müşteri talepleri ve ergonomi açısından değerlendirilmiş, en uygun tasarım seçilmiştir. Böylece Amerika regülasyonlarını da sağlayan yeni bir ürün gamı oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:**FMVSS 210 Regülasyonları, Tasarım Geliştirme, ICP Bar Tasarımı, Inter Connect Point, Sürücü Koltuğu, Ağır Ticari Araç Koltuğu

**2018, viii + 51 sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc Thesis

### **THE TRUCK DRIVER SEAT DEVELOPMENT ACCORDING TO DIFFERENT REGULATION**

**Ebru PİŞGİN**

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Automotive Engineering

**Supervisor:** Dr. Öğr. Üyesi Erol SOLMAZ

This study concern about new design of three point seat belt anchorage bar, in the other hand ICP bar (Inter Connect Point bar) and its adaptation on the seat and design development of common reinforced seat console. Main aim of this study, driver seat development with new ICP bar and new console according to FMVSS 210. This seat already suitable with ECE-R14 (Economic Commission of Europe-Regulation 14) regulation but forces of ECE-R14 regulation lower than FMVSS 210 (Federal Motor Vehicle Safety 210. Standart) forces. There were made lots of design for ICP bar and console at the begining of the design study. This study was handled with finite element method (FEM) analysis, customer requests and ergonomy issues for choose the optimum design and make a design freeze. All of these datas were evaluated and suitable design selected. The seat was strengthened with new console structure and unified ICP bar.

**Keywords:**FMVSS 210 Regulation, Design Development, ICP Bar Design, Inter Connect Point, Truck Driver Seat

**2018, viii + 51 pages**

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasını hazırlamamda; bana destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Erol SOLMAZ'a teşekkür ederim.

Araştırma, tasarım ve doğrulama süreçlerinde bana görüş ve önerileriyle her zaman yönlendirmelerde bulunan çalışma arkadaşım ve şefim Kemal DALGIÇ'a, analizler ve doğrulama testleri konusunda yardımını esirgemeyen çalışma arkadaşım Gökhan ŞENDENİZ'e teşekkür ederim.

Ayrıca; her zaman olduğu gibi bu süreçte de yanımda olan sevgili eşim Cafer PİŞGİN'e ve varlığıyla güç veren bebeğime, çalışkanlığını örnek aldığım annem Kerime AHÇI'ya, emektar babam Orhan AHÇI'ya ve manevi desteğini esirgemeyen kardeşim Eda AHÇI'ya bana olan emeklerinden ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Ebru PİŞGİN

15/04/2018

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	i
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1.Materyal .....	9
3.2.Yöntem.....	12
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	16
4.1. ICP Bar Tasarımı.....	17
4.2. Ortaklaştırılmış Konsol Tasarımı.....	21
4.3. İç İç Geçme Kızak Sistemi Tasarımı.....	22
4.4. Döner Adaptör Sisteminin Entegrasyonu.....	28
4.5. Tasarım Doğrulama.....	35
4.5.1.Normal pedestallı koltuğun FMVSS 210 çekme testi sonuçları .....	36
4.5.2.Döner adaptörlü koltuğun FMVSS 210 çekme testi sonuçları.....	41
4.6. Sonlu Elemanlar Analizlerinin ve Çekme Testi Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	45
5.SONUÇ .....	48
ÖZGEÇMİŞ .....	51



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
mm	Milimetre
N	Newton
KN	Kilo Newton
Nm	Newton x Metre (Moment)
kg	Kilogram
°	Derece
km	Kilometre
sec	Saniye

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
ICP	Inter Connect Point (Ara Bağlantı Noktası)
UNF	Unified (Birleşik)
FMVSS	Federal Motor Vehicle Safety Standarts (Federal Motor Araç Güvenlik Standartları)
ECE	Economic Commission of Europe (Avrupa Ekonomi Komisyonu)
FEM	Finite Element Method (Sonlu Elemanlar Metodu)
SEA	Sonlu Elemanlar Analizi
SEM	Sonlu Elemanlar Metodu

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. TR2017/22538 faydalı model başvurusu tasarımı.....	5
Şekil 2.2. CN107249390 numaralı patent başvurusu tasarımı.....	6
Şekil 2.3. US2017120776 numaralı patent başvurusu tasarımı .....	7
Şekil 2.4. US2009174246 numaralı patent başvurusu tasarımı .....	8
Şekil 3.1. Mevcut sürücü koltuğu üç noktalı emniyet kemeri bağlantı noktaları .....	9
Şekil 3.2. Yeni tasarım sürücü koltuğunda olması gereken üç noktalı emniyet kemeri bağlantı noktaları.....	10
Şekil 3.3. Mevcut durumdaki döner adaptör ara konsolu .....	11
Şekil 3.4. Mevcut durumdaki döner adaptör yapılanması .....	12
Şekil 3.5. ECE-R14 alt ve üst çekme blokları .....	13
Şekil 3.6. FMVSS 210 alt, üst ve ağırlık merkezi ileriye çekme blokları .....	14
Şekil 4.1. ICP bar tasarım aşamaları.....	17
Şekil 4.2. 7/16 UNF emniyet kemeri kaynak somunu .....	17
Şekil 4.3. Kaynak dikişi uygun olmayan ICP bar tasarımı .....	18
Şekil 4.4. ICP bar tutucu sacı 1. tasarım .....	19
Şekil 4.5. ICP bar tutucu sacı 2. tasarım .....	19
Şekil 4.6. ICP bar tutucu sacı 3. tasarım .....	19
Şekil 4.7. İçi dolu mil şeklinde tasarlanan ICP bar.....	20
Şekil 4.8. Oturak taşıyıcı ile yekpare ICP bar.....	21
Şekil 4.9. Amerika'da kullanılan konsol ve araç bağlantı noktaları.....	21
Şekil 4.10. Ortaklaştırılmış konsol ile koltuğun entegrasyonu .....	22
Şekil 4.11. Koltuğa uygulanan kuvvetler.....	23
Şekil 4.12. Hypermesh programında oluşturulan kuvvet eğrisi.....	24
Şekil 4.13. Modellemede kullanılan 1 boyutlu eleman tipleri .....	24
Şekil 4.14. Modellemede kullanılan 2 ve 3 boyutlu eleman tipleri .....	24
Şekil 4.15. Tasarımın sonlu elemanlar modellemesi, model görüntüsü 1 .....	25
Şekil 4.16. Tasarımın sonlu elemanlar modellemesi, model görüntüsü 2 .....	25
Şekil 4.17. FMVSS 210 şartlarında mevcut kızıklarda meydana gelen deformasyon, Von-Mises gerilme dağılımları .....	26
Şekil 4.18. Ortaklaştırılmış konsol ve iç içe geçme sistemi entegrasyonu .....	27
Şekil 4.19. Kuvvetlendirilmiş kızıkların FMVSS 210 kuvvetlerine karşı dayanımı, Von-Mises gerilme dağılımları .....	27
Şekil 4.20. Oturak taşıyıcı ile yekpare ICP bar ve koltuğun entegrasyonu a. H noktası b. Pedestal c. ICP Bar.....	28
Şekil 4.21. Kısa pedestal ve mevcut durumdaki döner adaptör yapılanması.....	29
Şekil 4.22. Mevcut mantar pimler .....	30
Şekil 4.23. Yeni tasarım mantar pimler .....	30
Şekil 4.24. İç içe geçme sac sistemi üzerine montajlanmış yeni tasarım mantar pimler .....	31
Şekil 4.25. Mevcut döner adaptör yapısının FMVSS 210 kuvvetlerine karşı davranışı, Von-Mises gerilme dağılımları .....	32
Şekil 4.26. U profil tasarım geliştirilmesi a. Eski tasarım b. Yeni tasarım.....	32
Şekil 4.27. Yeni döner adaptör ara konsolu tasarımı .....	33
Şekil 4.28. Mevcut döner adaptör yapısının FMVSS 210 kuvvetlerine karşı davranışı, Von-Mises gerilme dağılımları .....	34

<b>Şekil 4.29.</b> Döner adaptörlü konsolun komple koltuk ile entegrasyonu a. H noktası b. Döner adaptörlü konsol c. ICP Bar .....	34
<b>Şekil 4.30.</b> 207/210 ardışık testleri kurulum Şeması .....	35
<b>Şekil 4.31.</b> Test C15152 Yük/Zaman grafiği .....	38
<b>Şekil 4.32.</b> Test C15152 Sonrası Koltuğun Durumu .....	38
<b>Şekil 4.33.</b> Test C15155 Yük/Zaman grafiği .....	40
<b>Şekil 4.34.</b> Test C15155 Sonrası Koltuğun Durumu .....	40
<b>Şekil 4.35.</b> Test A16005 Yük/Zaman grafiği .....	42
<b>Şekil 4.36.</b> Test A16005 Sonrası Koltuğun Durumu .....	42
<b>Şekil 4.37.</b> Test A16008 Yük/Zaman grafiği .....	44
<b>Şekil 4.38.</b> Test A16008 Sonrası Koltuğun Durumu .....	45
<b>Şekil 4.39.</b> Yüksek pedestallı koltuğun şekil değiştirmesinin arkadan görüntüsü .....	45
<b>Şekil 4.40.</b> ICP barın kemer tokası tarafının şekil değiştirmesi .....	46
<b>Şekil 4.41.</b> İç içe geçme kızak sisteminin şekil değiştirmesi .....	46
<b>Şekil 4.42.</b> Döner adaptörlü koltuğun şekil değiştirmesinin arkadan görüntüsü .....	47

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. ECE-R14 alt ve üst çekme blokları .....	13
Çizelge 3.2. FMVSS 210 alt, üst ve ağırlık merkezi çekme blokları.....	14
Çizelge 4.1. FMVSS 207/210 ardışık test kuvvetleri .....	36
Çizelge 4.2. Test C15152 Girdileri .....	37
Çizelge 4.3. Test C15152 Yük Tablosu .....	37
Çizelge 4.4. Test C15155 Girdileri .....	39
Çizelge 4.5. Test C15155 Yük Tablosu .....	39
Çizelge 4.6. Test A16005 Girdileri.....	41
Çizelge 4.7. Test A16005 Yük Tablosu.....	41
Çizelge 4.8. Test A16008 Girdileri.....	43
Çizelge 4.9. Test A16008 Yük Tablosu.....	44



## 1. GİRİŞ

Bu çalışma, üç noktadan destekli emniyet kemerinin iki sabit noktasını üzerinde taşıyan, kaza anında üzerine düşen kuvvetlere dayanımı artırılmış sürücü koltuğu mekanizması ve sürücü koltuklarında yer alan döner adaptör yapılanmasının güçlendirilmesi ile ilgilidir.

Toplu taşıma araçlarında, kamyon, çekici gibi uzun yol araçlarında sürücü koltuklarında sürücülerin konforunu artıran birtakım donanımlar yer almaktadır. Sürücü konforunun artırılması amacı ile oturak tabanında yer alan çeşitli mekanizmalar, çok fonksiyonlu koltukların yapısına adapte edilmektedir. Söz konusu mekanizmalar, yüksekliğinin ayarlanmasını ve araç kasislere girdiğinde gelen darbelerin sönmülmesini sağlayan pnömatik süspansiyon sistemleri ile koltuğun ileri geri hareketine olanak sağlayan kızak mekanizmaları gibi sistemleri içermektedir.

Araç koltuklarının dönme hareketini yapabilmesi, hem konfor ihtiyacının karşılanması hem de araca engelli kullanıcıların binış ve inişlerinin kolaylaştırılabilmesi için önem teşkil etmektedir. Söz konusu dönme hareketi, araç koltuklarının alt kısmına entegre edilmiş halde bulunan ve kızak yapısının üzerine konumlandırılan döner adaptör mekanizması ile sağlanmaktadır. Döner adaptör mekanizması, kızak yapısı üzerine irtibatlı halde bulunan merkezi bir eksen vasıtasıyla alt mekanizmaya sabitlenmekte, böylece araç koltuğunun ileri geri hareketinin yanı sıra dönme hareketinin de elde edilmesi sağlanmaktadır.

Trafik kazaları karşısında doğabilecek ölüm ve yaralanmaların engellenmesi amacı ile farklı yapılanmalarda emniyet kemeri tasarımları kullanılmaktadır. Söz konusu yapılanmaların en yaygın olarak kullanılanı üç noktadan destekli emniyet kemerleridir. Üç noktadan destekli emniyet kemerlerinde birinci, ikinci ve üçüncü destek noktası genellikle şasi üzerinden seçilmektedir. Emniyet kemerinin makara kısmı araç şasisine sabitlenmekte, şasi üzerindeki bir destek noktasından dönerek yine şasi üzerine sabitlenmiş bir kitleme aparatına emniyet kemerinin tokasının sabitlenmesi ile güvenliği sağlamaktadır.

Bazı sürücü koltuğu yapılanmalarında söz konusu ikinci destek noktası sürücü koltuğu üzerinden yapılmaktadır. Bu yapılanmada sürücünün emniyet kemeri ile daha iyi kavranması sağlanmakta ve güvenliğin artırılması hedeflenmektedir.

Yukarıda bahsedilen özellikle modüler sürücü koltuklarında bütün emniyet kemeri mekanizması sürücü koltuğunun üzerinde yapılandırılması hedeflenmektedir. Özellikle emniyet kemeri makarası, ikinci destek noktası ve kilit mekanizması koltuk üzerinde olması durumunda sürücünün etrafındaki alan rahatlatılmakta ve kaza anında sürücünün daha iyi kavranarak zarar görmemesi hedeflenmektedir.

Söz konusu yapılanmalarda kaza anında emniyet kemerinin bağlantı noktalarına düşen kuvvetler dengelenememekte, aşırı kuvvete maruz kalan kızak mekanizmaları hasar alarak koltuğun yerinden oynamasına sebebiyet verebilmektedir. Bu durum da sürücü güvenliğini olumsuz etkilemektedir.

Sürücü koltukları, standart olarak ECE-R14 mekanik direncin uygunluğunu gösteren homologasyon araç testlerine tabi tutulmaktadır. Ayrıca, sürücü koltuklarının FMVSS 210 emniyet kemeri güvenlik testleri sırasında uygulanan kuvvetlere karşı mukavemet göstermesi de önem arz etmektedir.

Mevcut teknikte, döner adaptör yapılanmasına sahip sürücü koltuklarının ECE-R14 testlerine dayandığı fakat yüksek kuvvetler uygulandığında ise, döner adaptör mekanizmasının yırtılarak koltuk yapısından ayrıldığı bilinmektedir. Bununla birlikte, FMVSS 210 emniyet kemeri güvenlik testleri sırasında da, uygulanan kuvvete karşı uygun mukavemeti gösterememektedir.

Sonuç olarak yukarıda bahsedilen tüm sorunlar, ilgili alanda bir yenilik yapmayı zorunlu hale getirmiştir.

Çalışmanın ana hedefleri;

1. Üç noktalı emniyet kemerinin 1. ve 3. noktasını koltuk üzerinde bulunduran, farklı regülasyon emniyet kemeri bağlantılarına uygun, yeni bir bağlantı noktası tasarımı ortaya koymaktır.
2. FMVSS 210 test kuvvetlerine dayanım sağlayan konsol ve döner adaptör yapısı geliştirmektir.
3. Üç noktalı emniyet kemeri barındıran sürücü koltuklarında güvenliği artırmaktır.



## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Günümüzde sürücülerin güvenliği ve rahatlığı hakkındaki endişelerin artması ile sürücü koltukları kritik konular listesinde ilk sıralara yükselmiştir. Eskiden ağır ticari araç sürücüleri için sadece bir kutu üzerinde bulunan minder manasına gelen sürücü koltukları, şimdilerde çelik iskeletlerle desteklenmiş oturma yerleri ve araç ile arasında şok sönümleyicilerin bulunduğu konfor ve güvenlik ekipmanı manasına bürünmüştür (Deierlein 2000).

1960 ve 1970 li yıllardan sonra koltukların gelişimi hızlıca artmıştır. Bu hızlı gelişim sonucunda günümüzde sürücü koltukları sürücünün ağırlığı ve aracın donanımına bağlı olarak yaklaşık 900000 km kullanımlara kadar dayanmaktadır. Modern koltukların pozisyonları sürücünün ağırlığı ve yüksekliğine göre otomatik olarak ayarlanabilir, bel ve yanlarda bulunan destekler ile omurga desteklenebilir, oturak eğiklik ve derinlik hareketleri ile de kalça ve bacaklara binen yükler hafifletilebilir. Ayrıca süspansiyonlar ve hava körükleri de uzun ve bozuk yollarda sürücüye konfor sağlarlar (Deierlein 2000).

Koltuk üzerinde pek çok ayarlama butonu yada kolu mevcut olabilir. Bu kontrol noktaları koltuğun yanlarında, önünde, konsolunda veya koltuğun herhangi bir yerinde mevcut olabilir. Koltukların üzerinde standart kontrol bölgesi olmadığı için sürücülerin bu kontrolleri nasıl kullanacağını öğrenmesi gerekmektedir. Bu kadar fazla özelliğin bulunması sürücülerin koltuk seçiminde karşılaştırma yapmasına neden olmaktadır. Başlıca karşılaştırılan özellikler; esneme özelliği, kızak stroğu, ileri/geri titreşim sönümleyici, iskelet montajı, oturak ve arkalık süngeri, arkalık yatırma ayarı, esneme kapatıcıları, oturak eğiklik ve derinlik ayarı, oturak süngeri formu, bel ve yan destekleri, kolçaklar, döner adaptör, kafalık yüksekliği, hafızalı yükseklik ayarı ve kılıf malzemeleridir (Deierlein 2000).

Sürücü koltuklarının ergonomisi çok önemlidir çünkü koltuklar güvenlik için gerekli ekipmanlara, konfora ve verimliliğe sahip olmalıdır. Bugün ki teknoloji ile üreticiler koltuk tasarımlarını ergonomi ve konfor açısından rahatlıkla ele alabilirler. İyi bir koltuk için temel gereklilikler sürücünün postürünü kontrol edebildiği, oturma alanını

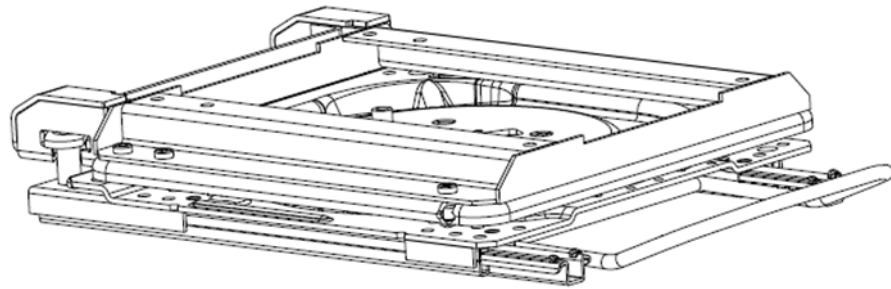


destekleyen, omuzları destekleyen, kollarımızı destekleyen ve bu koltuk özelliklerini rahatça kullanabilmemizi sağlayan sistemlerdir (Skydel 2008).

Ağır ticari araç sürücüleri çok çeşitli ölçü ve ağırlıkta olabilirler. Bu yüzden birçok antropometri çalışmaları yapılmış ve çeşitli sürücülerin kol, omuz, oturma yüksekliği, sırt yüksekliği, ağırlık, kalça genişliği gibi ölçüleri alınmıştır. Bu ölçümler ile koltuktaki basınç haritaları oluşturulmuş ve haritalar sünger yoğunluğunun belirlenmesinde kullanılmıştır (Skydel 2008).

Literatürde bulunan mevcut döner adaptör sistemlerini incelemek için faydalı model ve patent çalışmaları gözden geçirilmiştir. Mevcut sistemlerdeki tasarımlar, döner adaptör çalışma prensipleri ve koltuk üzerindeki diğer yapılar ile döner adaptörün ilişkisi incelenmiştir.

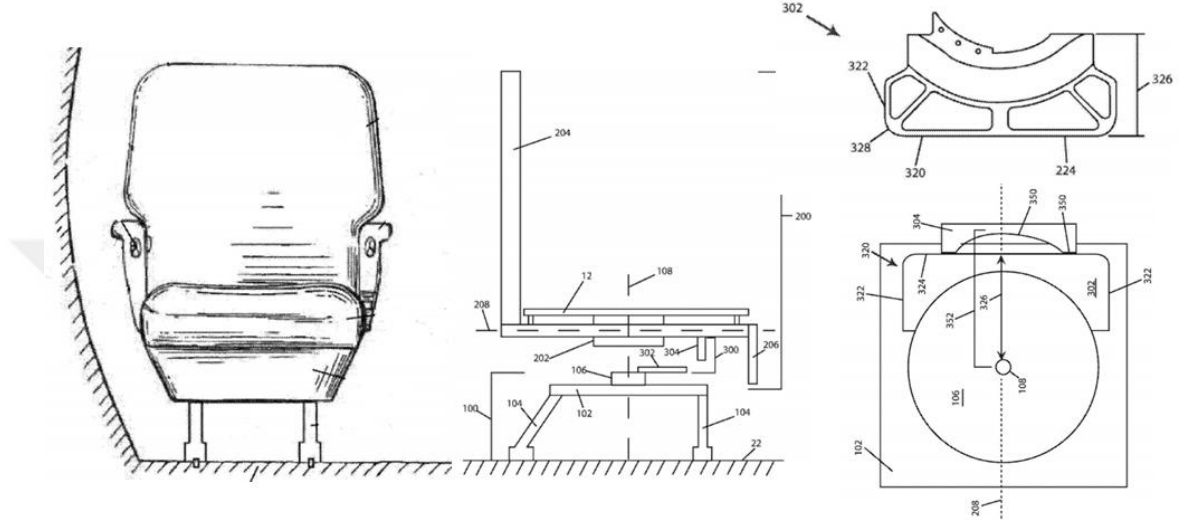
TR2017/22538 numaralı faydalı model, en az iki kızak üzerinde hareket eden en az iki destek sacı, en az iki adet destek ve pozisyonlama sacı ile bahsedilen destek saclarına ve destek ve pozisyonlama saclarına irtibatlı alt dönme sacı, destek ve pozisyonlama saclarına en az iki adet mantar başlı mil ile irtibatlı konsol ve bir adet üst dönme sacı içermesi ile karakterize edilen sürücü koltuklarında dairesel harekete olanak tanıyan adaptör mekanizması ile ilgilidir (Dalgıç ve Sağ 2017).



**Şekil 2.1.** TR2017/22538 faydalı model başvurusu tasarımı

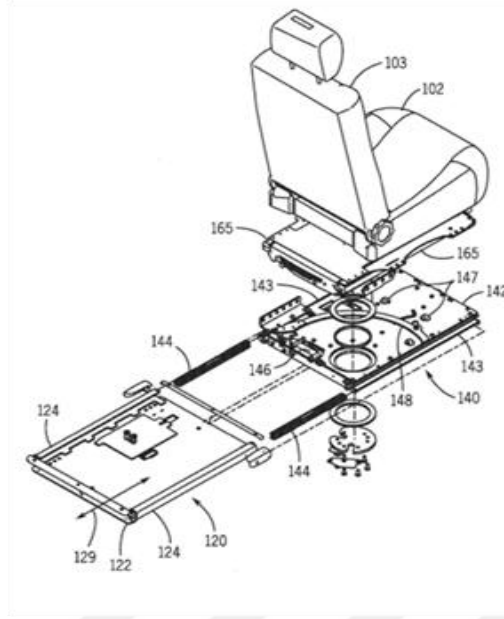
CN107249390 numaralı patent başvurusunda, bir koltuk çerçevesi ile bir koltuk altlığı arasında bir araç gövdesine sabitlenmiş bir araç yolcu koltuğu dönme mekanizması anlatılmaktadır. Döndürme tertibatı, etrafında koltuk çerçevesinin etrafında dönecek bir

dönme eksenini ve dönme eksenine yaklaşık olarak dik olan, koltuk çerçevesinin çevrilebileceği bir izleme eksenini içermektedir. Koltuk tabanı üzerinde bir kılavuz plaka bulunan bir kılavuz plakalı ray içermektedir. Kılavuz plaka rayına takılan bir geçme yüzeyine sahip koltuk çerçevesinde bir kılavuz takipçisi bulunmaktadır (Marini ve Boyle 2017). Şekil 2.2'de patente konu olan tasarım gösterilmektedir.



**Şekil 2.2.** CN107249390 numaralı patent başvurusu tasarımı

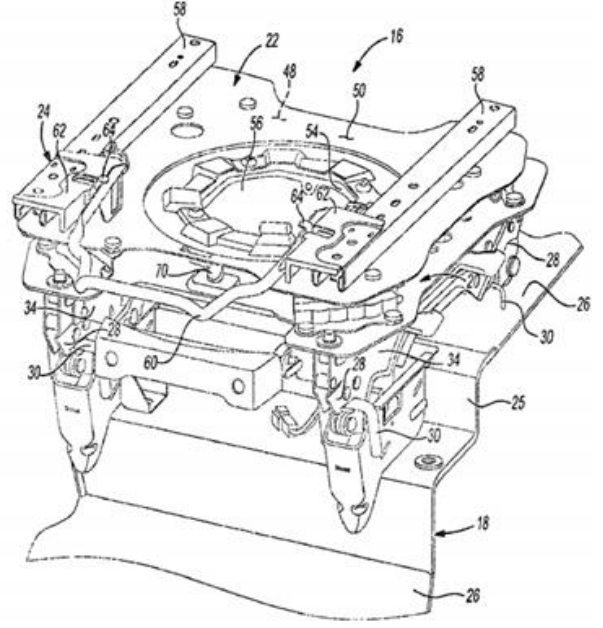
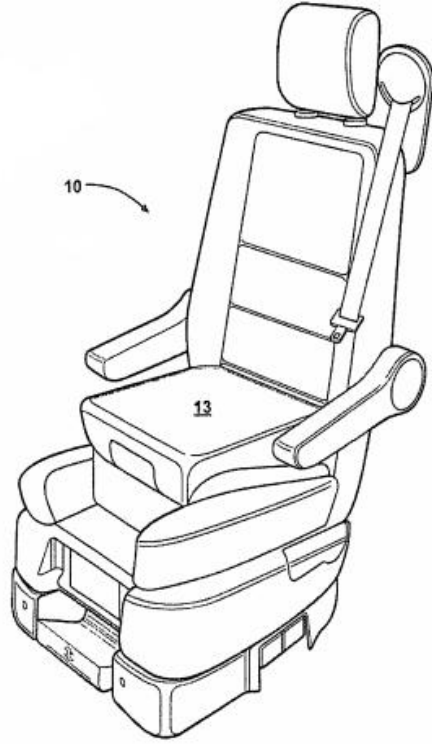
US2017120776 numaralı patent başvurusunda araç erişim kolu, bir montaj düzeneği, ön ve arka slayt düzeneği, döndürme düzeneği ve bir uzatma, çıkarma düzeneği kullanarak bir kullanıcı koltuğu birimini destekleyen bir yapıdan söz edilmektedir. Koltuk birimi, motorlu taşıtın herhangi bir tarafındaki emniyetli bir sürüş pozisyonundan, koltuğun en azından bir kısmının taşıtın dışına çıktığı bir erişim konumuna hareket ettirerek, kullanıcı aracının erişimini kolaylaştırıcı bir yapıdadır (Slungare 2017). Şekil 2.3'de tasarlanan döner adaptör ve koltuk yapısı gösterilmektedir.



**Şekil 2.3.** US2017120776 numaralı patent başvurusu tasarımı

US2009174246 numaralı patent başvurusunda, bir taşıt için bir koltuk takımı, bir koltuk tabanı ve koltuk tabanını araca taşıy bir birinci kısmı ve bir ikinci bölümü olan bir montaj düzeneğinden bahsedilmektedir. İkinci kısım, koltuk tabanının birinci kısma ve taşıta göre dönmesine izin vermekte ve koltuk tabanının birinci kısma ve taşıta göre çevrilmesine izin veren bir mekanizmadan bahsedilmektedir. Bahsedilen başvuruda, koltuk yapılanmalarının dönüşünü sağlayan düzeneğin hareketli bir kızak yapısının içine konumlandırılmış halde bulunduğu Şekil 2.4'de görülmektedir (Kaip ve ark. 2009).

Literatürde yapılan çalışmalarda döner adaptör mekanizmasının tasarımı genel olarak, bir tarafı sabit olan alt ve üst olacak şekilde iki yapıdan oluşmaktadır. Döner adaptör mekanizması koltuğun kendi eksenini etrafında dönebilmesini ve kullanıcıya araca erişim rahatlığı sağlamaktadır. Koltuk ile araç bağlantısı arasında bulunmaktadır. Mekanizmanın kol gibi bir sistemle serbest bırakılarak dönme hareketini sağlaması ve istenilen açıda durabilmesi için kilit sisteminin bulunması gerekmektedir. Bazı çalışmalarda döner adaptör mekanizması kızak sistemi ile beraber çalışmaktadır.



**Şekil 2.4.** US2009174246 numaralı patent başvurusu tasarımı

Kızak sistemi ile beraber çalışan döner adaptör mekanizmalarında, döner adaptörün alt ve üst yapı olarak kendi içinde ayrılmasına rağmen, konsol, döner adaptör ve kızak sisteminin bir bütün olarak ele alındığı görülmektedir. Dolayısı ile yeni tasarım güçlendirilmiş koltukta kullanılacak döner adaptör mekanizmasının, kızaklar ve konsol yapısı ile beraber ele alınması gerekmektedir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

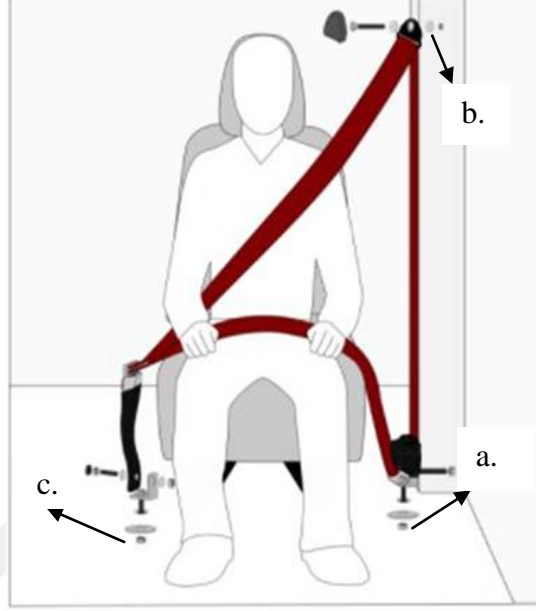
MSG90.6 sürücü koltuğu ECE-R14 regülasyonuna sahiptir. Üç noktalı emniyet kemeri bağlantı noktalarının hepsi koltuk üzerinde mevcuttur. Koltuk üzerindeki bu noktalar ECE-R14 çekme testi kuvvetlerini karşılamaktadır. MSG90.6 tasarım, fonksiyon ve dayanıklılık açısından müşteriler tarafından çok tercih edilen bir ürün ailesidir. Bu yüzden FMVSS 210 adaptasyonu için tercih edilerek temel tasarım olarak baz alınmıştır. Şekil 3.1'de üç nokta emniyet kemerli mevcut sürücü koltuğundaki kemer bağlantı noktaları gösterilmektedir.



**Şekil 3.1.** Mevcut sürücü koltuğu üç noktalı emniyet kemeri bağlantı noktaları  
a. Emniyet kemeri başlangıç noktası, 1. nokta  
b. Emniyet kemeri yuvarlanma noktası yada efektif nokta, 2. nokta  
c. Kemer tokası bağlantı noktası, 3. nokta

Yeni tasarım için emniyet kemer bağlantı noktalarından birinci yani kemerin başlangıç noktası ve üçüncü yani kemerin kemer tokası ile bağlandığı nokta koltuk üzerinde yada araç şasi tabanı üzerinde mukavim bir profil seçilmelidir. Emniyet kemeri kemer yuvarlanma noktası yada diğer adıyla kemer efektif noktası olan ikinci nokta aracın B direği üzerinde bulunmalıdır. Ayrıca mevcut tasarımda koltuk üzerinde bulunan kemer toplanma mekanizması da yeni tasarımda aracın B direği üzerinde bulunmalıdır. Şekil

3.2'de üç nokta emniyet kemerli yeni tasarım sürücü koltuğunda olması gereken emniyet kemeri bağlantı noktaları gösterilmektedir.



**Şekil 3.2.** Yeni tasarım sürücü koltuğunda olması gereken üç noktalı emniyet kemeri bağlantı noktaları

- a. Emniyet kemeri başlangıç noktası, 1. nokta
- b. Emniyet kemeri yuvarlanma noktası yada efektif nokta, 2. nokta
- c. Kemer tokası bağlantı noktası, 3. nokta

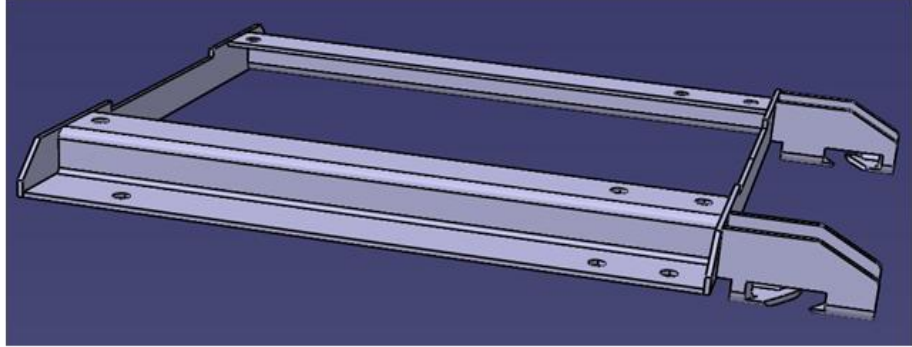
ICP bar emniyet kemerinin birinci ve üçüncü noktalarını üzerinde taşıyan mukavim bir profil olarak tanımlanır. ICP bar araç şasi tabanı üzerinde olabileceği gibi koltuk üzerinde de mevcut olabilir. Tasarım girdileri sonucunda, koltuk geliştirmesi ile ilgili kısım olan emniyet kemerinin birinci ve üçüncü noktasının koltuk üzerinde mukavim bir yapı üzerinde tasarlanması için, koltuk üzerinde bir ICP bar mukavim profili gerekmektedir. Bu yüzden yeni koltuk geliştirmesinde ICP bar tasarımı ele alınmaktadır.

Koltuk ile araç bağlantısını sağlayan ara yapılanma konsol yada pedestal olarak adlandırılır. Konsolların araç bağlantı noktaları, genişlik, yükseklik, derinlik ölçüleri ve tasarımları kullanılacakları araçların yapılarına ve müşteri taleplerine göre farklılık gösterir. FMVSS 210' a uygun olarak tasarlanacak olan yeni koltuğun Amerika

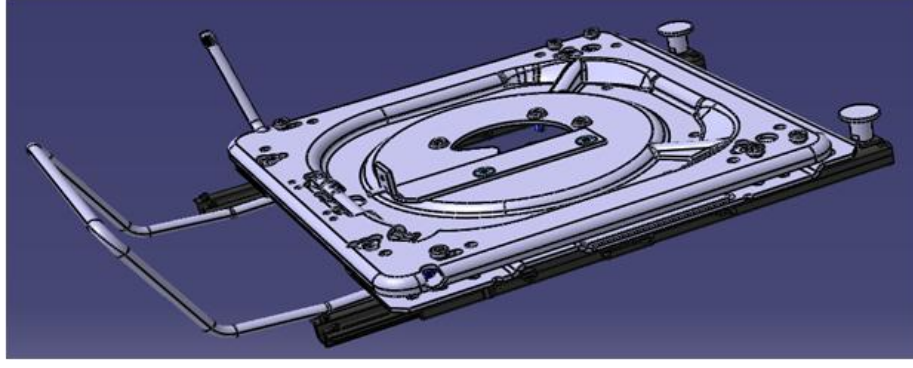
pazarında kullanılacağı göz önünde bulundurularak, pazarda mevcut olan tüm araçların bağlantılarına uygun ortaklaştırılmış konsol tasarımı yapılması ön görülmektedir.

Sürücü koltuğunun ihtiyaç halinde kendi etrafında dönebilmesi, sürücünün araca rahatça inip binebilmesini ve dinlenme esnasında çok amaçlı orta konsolu masa olarak rahatça kullanabilmesini sağlamak için konsol ile koltuk arasında döner adaptör yapılanması kullanılmaktadır. Döner adaptör kol kilidi serbest bırakıldığında, koltuk orta eksenine göre koltuk sağa sola yada her iki yöne dönebilmektedir. Yön ve açı istenilen seviyeye göre ayarlanabilir. Özellikle uzun yol araçlarında döner adaptör yapılanması sürücünün konforu için önem arz etmektedir. Mevcut döner adaptör yapılanmasının doğrudan yeni tasarıma adapte edilebilme durumunu tespit edebilmek için koltuğa FMVSS 210 kuvvetleri ile sonlu elemanlar analizi yapılması gerekmektedir. Bunun sonucunda gerekli ise döner adaptör güçlendirmesi de tasarımsal olarak ele alınmalıdır.

Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'de mevcut durumda kullanılan döner adaptörün koltuğa bağlanmasını sağlayan döner adaptör ara konsolu ve döner adaptör mekanizması gösterilmektedir.



**Şekil 3.3.** Mevcut durumdaki döner adaptör ara konsolu (Catia V5 1994)



**Şekil 3.4.** Mevcut durumdaki döner adaptör yapılanması (Catia V5 1994)

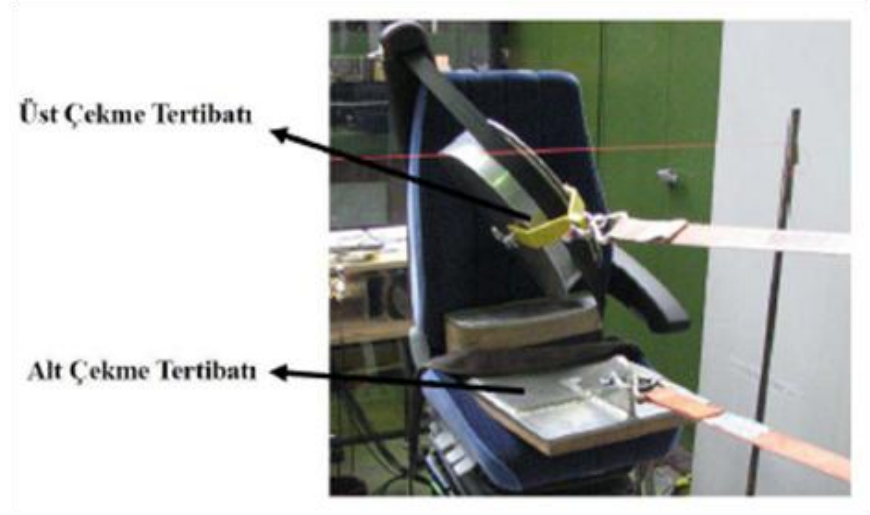
### **3.2. Yöntem**

Araçların ticarileşebilmeleri için satılacakları ülkelerin yasalarına göre gerekli olan regülasyonlara sahip olmaları gerekmektedir. Bu regülasyonlardan koltuk ile ilgili olan kısımlardan biri de emniyet kemeri çekme testi regülasyonlarıdır. Bu regülasyonlara göre koltuktaki emniyet kemeri bağlantı noktaları çekme testi kuvvetlerini karşılaması gerekmektedir. Böylece koltuk çekme testinden geçerek ilgili regülasyon sertifikasına sahip olmaktadır.

Avrupa'da bir aracın ticarileşebilmesi için koltuklarının, emniyet kemeri çekme testi standardı olan ECE-R14 regülasyon sertifikasına sahip olması gerekmektedir. Test sırasında koltuktaki emniyet kemeri düğüm noktalarının test kuvvetlerini karşılaması gerekmektedir. Bu regülasyona göre ölçüleri belirli alt ve üst çekme aparatları ile statik yükler koltuğa uygulanmaktadır (Şendeniz ve Öztürk 2014).

Alt ve üst çekme aparatlarının koltuk üzerindeki yerleşimi ve uyguladıkları kuvvetler Şekil 3.5 ve Çizelge 3.1'de gösterilmektedir.





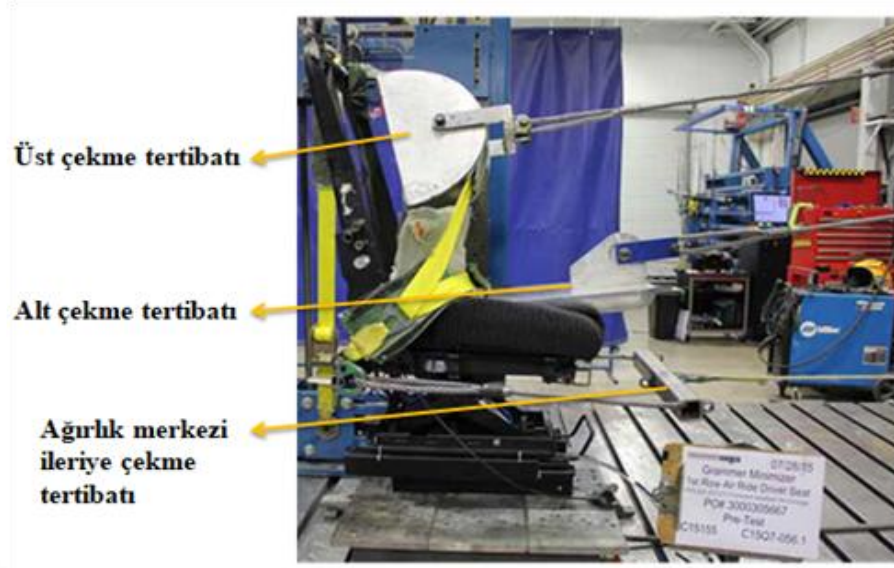
**Şekil 3.5.** ECE-R14 alt ve üst çekme blokları (United Nations 2003, Şendeniz ve Öztürk 2014)

**Çizelge 3.1.** ECE-R14 alt ve üst çekme blokları (United Nations 2003)

	2 nokta emniyet kemeri çekme testi kuvvetleri	3 nokta emniyet kemeri çekme testi alt blok kuvvetleri	3 nokta emniyet kemeri çekme testi üst blok kuvvetleri
<b>M1</b>	22 250N + 20xkoltuk kütle $\times$ 9,81m/s <sup>2</sup>	13 500N + 20xkoltuk kütle $\times$ 9,81m/s <sup>2</sup>	13 500N
<b>M2</b>	11 100N + 10xkoltuk kütle $\times$ 9,81m/s <sup>2</sup>	13 500N + 20xkoltuk kütle $\times$ 9,81m/s <sup>2</sup>	6 750N
<b>M3</b>	7 400 N + 6,6xkoltuk kütle $\times$ 9,81m/s <sup>2</sup>	13 500N + 20xkoltuk kütle $\times$ 9,81m/s <sup>2</sup>	4 500N

Amerika'da bir aracın ticarileşebilmesi için koltuklarının, emniyet kemer çekme testi olan FMVSS 210 regülasyonuna uygun olması gerekmektedir. FMVSS 210 regülasyonuna göre koltuğa alt ve üst bloktan uygulanan kuvvetler haricinde, ağırlık merkezinden de ileriye çekme şeklinde üçüncü bir kuvvet ile statik yükler uygulanmaktadır. Bu yüzden FMVSS 210'da kuvvetler ECE-R14'e göre ciddi derecede artmaktadır.

Alt, üst ve ağırlık merkezi ileriye çekme aparatlarının koltuk üzerindeki yerleşimi ve uyguladıkları kuvvetler Şekil 3.6 ve Çizelge 3.2'de gösterilmektedir.



**Şekil 3.6.** FMVSS 210 alt, üst ve ağırlık merkezi ileriye çekme blokları

**Çizelge 3.2.** FMVSS 210 alt, üst ve ağırlık merkezi çekme blokları (FMVSS 1994)

	3 nokta emniyet kemeri çekme testi alt blok kuvvetleri	3 nokta emniyet kemeri çekme testi üst blok kuvvetleri	3 nokta emniyet kemeri çekme testi ağırlık merkezi ileriye çekme kuvvetleri
<b>Tüm araçlar</b>	13 500N	13 500N	20xkoltuk kütle $\times$ 9,81m/s <sup>2</sup>

Bu çalışmada mevcut sürücü koltuğu ECE-R14 regülasyon sertifikasına sahip olduğu için, koltuğun FMVSS 210'a göre güçlendirilmesi ve adapte edilmesi temel alınmıştır.

Çalışma kapsamında mevcut koltuğun FMVSS 210 normuna göre güçlendirme çalışmalarında dizayn Catia programı kullanılarak geliştirilmiştir. Tasarlanan yeni yapının dayanımını görmek adına Hypermesh programında modellenmesi yapıp, zamana bağlı explicit analizler Radioss çözücüsü ile gerçekleştirilmiştir (HyperWorks 1985, Catia V5 1994).

Yeni tasarımın doğrulanması için FMVSS 210 kuvvetlerine dayanabilmesi gerekmektedir. Bu yüzden ilk olarak FMVSS 210 kuvvetleri sonlu elemanlar analizi (SEM) ile simüle edilmiştir. Sonrasında doğrulanan tasarıma uygun test koltuğu

üretilek bağımsız bir Amerika laboratuvarına gerçek çekme testleri için gönderilmiştir.

Değerlendirme:

Koltuğun sonlu elemanlar analizlerinde ön görülen deformasyonda kalması ve çekme testlerinde parçalanma, dağılma, kopma olmaması gerekmektedir.

Ayrıca;

- Test esnasında döner adaptör mekanizması mevcut durumda olduğu gibi yırtılıp dağılmamalıdır, kuvvet doğrudan döner adaptör mekanizması üzerine etki etmemelidir
- ICP barın ön görülen deformasyonda kalıp, kaynaklarında kopma olmaması gerekmektedir
- İç içe geçme sac yapısıyla güçlendirilmiş konsol yapısının parçalanmaması, kuvvetin doğrudan kızak mekanizması üzerine etki etmemesi gerekmektedir.
- Test sonrasında da emniyet kemeri kilit mekanizması çalışıyor olmalıdır.
- Saçları birleştiren kaynaklarda herhangi bir çatlama veya kırılma olmamalıdır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

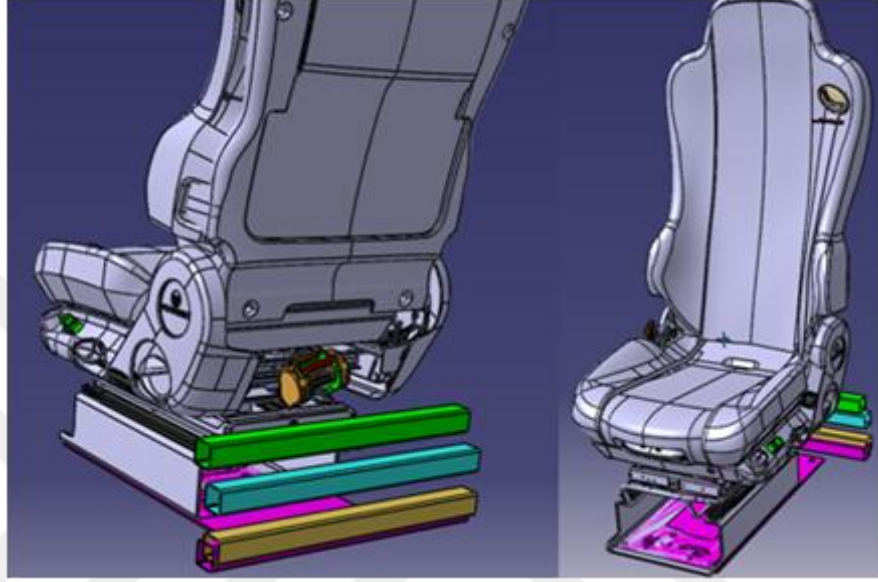
Tasarım aşamasına başlanırken ilk etapta hitap edilecek Amerika pazarının ihtiyaçları tasarım girdileri olarak esas alınmıştır. Bu koltuğun bir çok araçta kullanılabilmesi için koltuğun altında tüm araç bağlantılarına uygun konsol tasarımı öngörülmüştür. Bu yüzden çekme testi analizleri yapılırken de en kötü koşulu yansıtacak bağlantı noktaları seçilerek çekme testleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca koltuğun H noktasının da konsol tabanından 400mm yükseklikte olması beklendiği için pedestalın yüksekliği de yine bir tasarım girdisidir. Diğer bir tasarım girdisi de üç noktalı emniyet kemeri bağlantı noktalarıdır. Amerika da genelde emniyet kemerinin 2. noktası araçtan gelmektedir. Ayrıca koltukta toka ve kemer bağlantı noktaları da ICP bar diye adlandırılan bir mukavim profil yada mil üzerine bağlanmaktadır.

Çalışmada tasarım ilkelerinin gözden geçirilmesi aşağıdaki gibi ele alınmıştır.

1. Problemin Tanımlanması: Koltuk üzerinde farklı emniyet kemeri bağlantılarına uygun mukavim bir yapının bulunmaması ve mevcut koltuğun FMVSS 210 çekme testi kuvvetlerine dayanmaması.
2. Taslak Tasarım: Emniyet kemeri bağlantıları için ICP bar tasarımları ve koltuğun çekme testi kuvvetlerine dayanabilmesi için güçlendirilmiş konsol yapısı geliştirilmesi.
3. Gerçekçi Tahminler: Koltuğun rekabetçi bir fiyata sahip olabilmesi için mümkün olduğunca tasarımda seri parçalar kullanılarak azami miktarda yeni parça üretilmelidir. Pazardaki tüm araçlarda kullanılabilmesi için, araçların bağlantılarına uygun ortaklaştırılmış bir konsol yapısı tasarlanmalıdır.
4. Matematiksel Modelleme: Fiziksel ürüne geçmeden önce analiz çalışmaları sonlu elemanlar yöntemi ile gerçekleştirilmelidir. Sonlu elemanlar analizlerine göre gerekirse taslak tasarım aşamasına geri dönmelidir.
5. Prototip Tasarım: Sonlu elemanlar analizi sonuçları değerlendirilerek prototip test koltuğu üretilmelidir.
6. Test: Prototip tasarıma gerçek laboratuvar testleri uygulanmalıdır.
7. Üretim: Laboratuvar testlerinden geçerek onaylanan tasarım seri üretime geçebilir.

#### 4.1. ICP Bar Tasarımı

ICP bar tasarımı için koltuğun kemer toplanma mekanizması bağlantı sacına diğer adıyla retraktör bağlantı sacına bağlanabilecek mukavim bir kare profil ön görülmüştür. ICP bar tasarım aşamaları Şekil 4.1'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. ICP bar tasarım aşamaları (Catia V5 1994)

Kare profilin açık uçlarına 7/16 UNF emniyet kemer civataları sıkılabilecek kaynak somunu yerleştirilmesi ön görülmüştür. Tasarımı sonrasında parçaların kaynaklanabilirliğini görmek için prototip çalışmaları yapılmıştır. Şekil 4.2'de 7/16 UNF kaynak somunu gösterilmektedir.



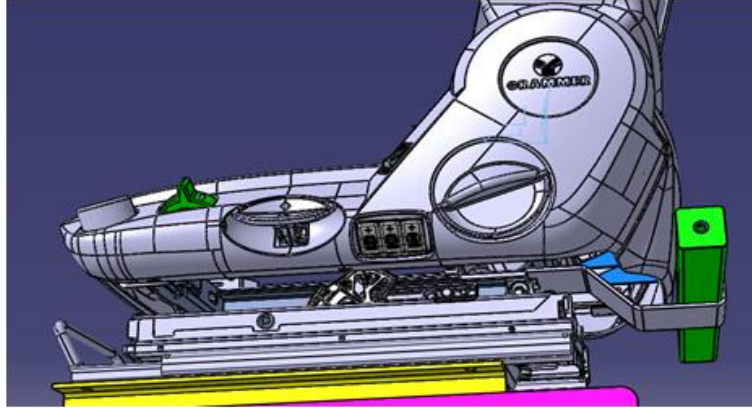
Şekil 4.2. 7/16 UNF emniyet kemeri kaynak somunu

19mm genişliğe sahip kaynak somunu ve 30mm x 30mm kare profil arasında, kaynak dikişinin yapılacağı boşluk 2.5mm olduğundan ve kaynak teli çapı kalınlığı 2mm kullanıldığı için penetrasyon alanı boşluklu kalmaktadır. Penetrasyon alanı kaynak işlemi için geniş olduğundan dolayı parçanın kaynak nüfuziyeti karşılaması gereken FMVSS 210 kuvvetlerine uygun değildir. Uygun olmayan kaynaklı grup Şekil 4.3'de gösterilmektedir.

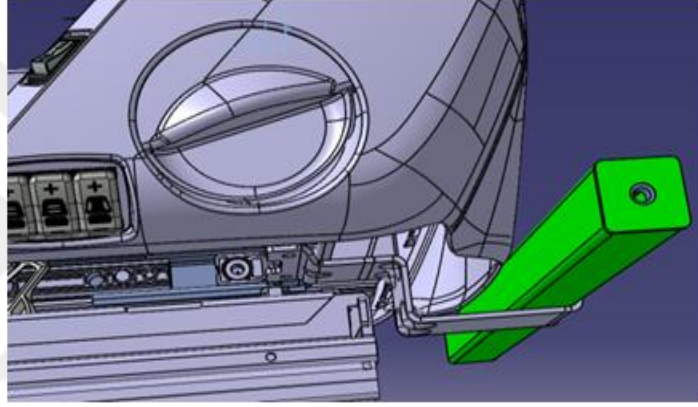


**Şekil 4.3.** Kaynak dikişi uygun olmayan ICP bar tasarımı

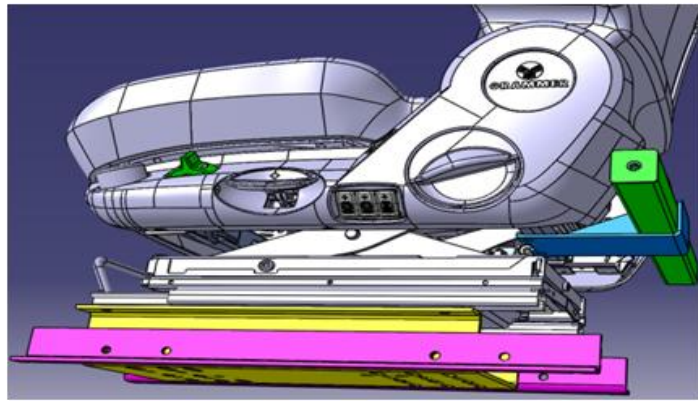
Koltuğun arka kısmından yerleştirilebileceği ön görülen kare profilin koltuğa bağlanmasında kullanılacak ICP bar bağlantı sacı tasarımı da çeşitli aşamalardan geçmiştir. Üst esnemeye iki civata ile tutturulan bu bağlantı sacının mukavim bir yapıda olması yüksek çekme testi kuvvetlerine dayanabilmesi açısından önem arz etmektedir. Çeşitli bağlantı sacı tasarımları Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterilmektedir.



Şekil 4.4. ICP bar tutucu sacı 1. tasarım (Catia V5 1994)



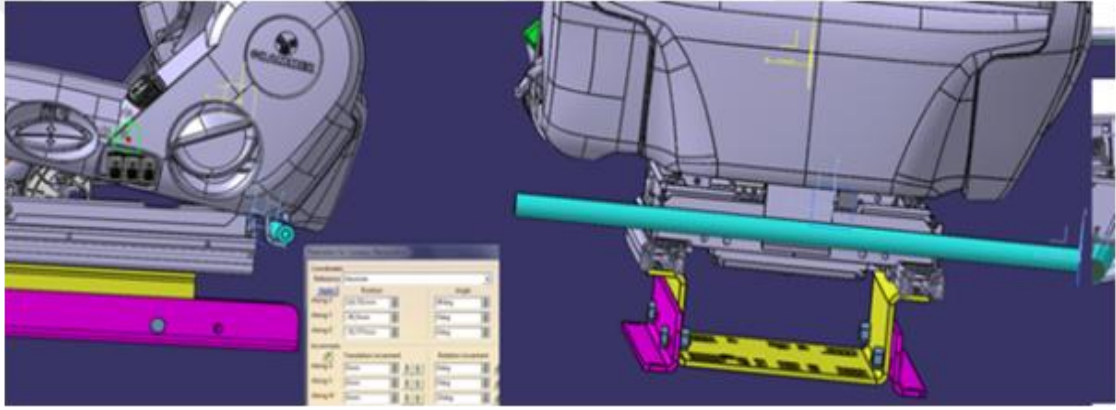
Şekil 4.5. ICP bar tutucu sacı 2. tasarım (Catia V5 1994)



Şekil 4.6. ICP bar tutucu sacı 3. tasarım (Catia V5 1994)

Tasarımları yapılan çeşitli ICP bar bağlantı sacının kare profil ICP bar ile olan bağlantısı mukavim bir şekilde sağlanamamıştır ve bağlantı sacı uzunluğu fazladır. Ayrıca kaynak somunu kaynaklanan ICP barın tasarımının da kaynak normuna göre uygun olmamasından dolayı tasarım iyileştirilmesi yapılmıştır.

Yeni tasarımda daha kısa bir ICP bar bağlantı sacı ile bu saca kaynaklanabilecek 20mm çapında S235JRC malzemesinden içi dolu mil şeklinde bir ICP bar tasarlanmıştır. İçi dolu milin iki ucuna 7/16 UNF emniyet civatasına uygun diş açılarak emniyet kemerinin iki noktasının bağlantısı sağlanacaktır. Bu dizayn ile kaynak somunu ihtiyacı da ortadan kalkmıştır. Şekil 4.7'de, mil şeklinde tasarlanan ICP bar gösterilmektedir.



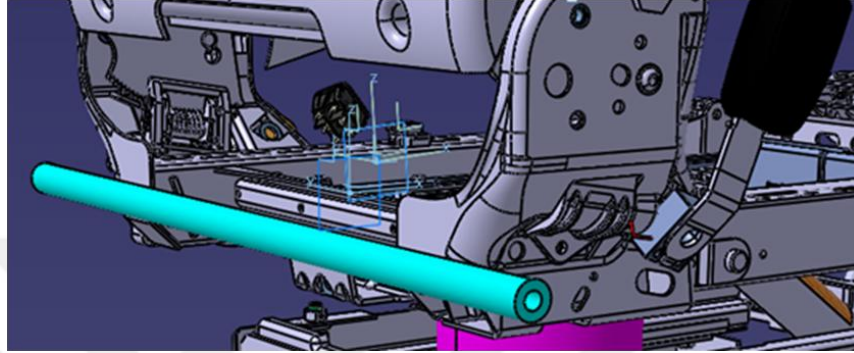
**Şekil 4.7.** İçi dolu mil şeklinde tasarlanan ICP bar (Catia V5 1994)

Şekil 4.7'deki gibi tasarlanan bağlantı sacının hem ICP bar ile olan bağlantısı hem de üst esneme ile bağlantısı olması gerektiğinden tasarım açısından kritik nokta sayısını artırmaktadır. Kritik nokta sayısının artması da çekme testi sırasındaki yük dayanımını azaltıcı yönde etki etmektedir.

Pahl ve arkadaşları, şekillendirme tasarımı ilkelerinde ele alınan kuvvet aktarma ilkelerinde, doğrudan ve kısa kuvvet aktarma yolu ilkesinden bahsetmektedir. Minimum hacim, ağırlık, deformasyon isteniyorsa veya özellikle bir rijit parçaya ihtiyaç varsa bu ilke uygulanmalıdır (Engineering Design A Systematic Approach, 2004).



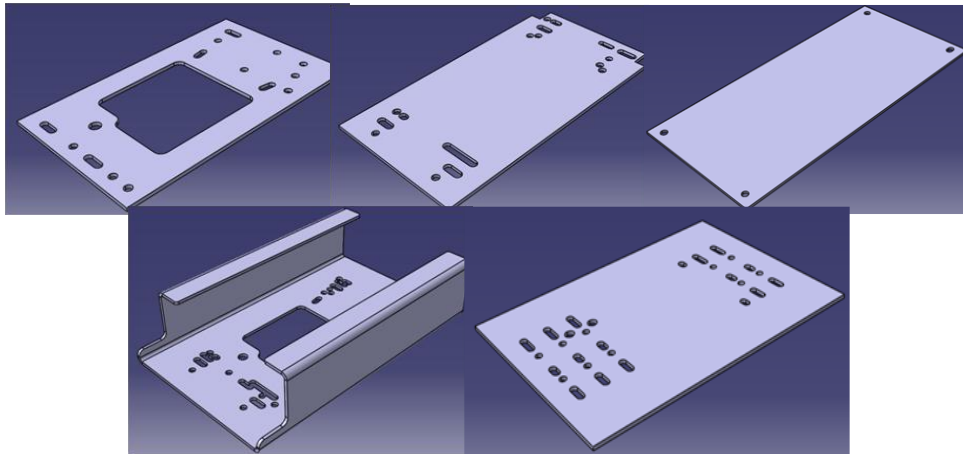
Bağlantısı sayısının azaltılıp daha mukavim bir yapı elde etmek için ICP bar doğrudan koltuk üzerinde bir noktaya kaynaklanması düşünülmüş bunun için tasarım çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda içi dolu mil şeklinde tasarlanan ICP barın oturak taşıyıcının arkasına kaynaklanması tasarlanmıştır. Şekil 4.8'de oturak taşıyıcı ile yekpare ICP bar tasarımı gösterilmektedir.



**Şekil 4.8.** Oturak taşıyıcı ile yekpare ICP bar (Catia V5 1994)

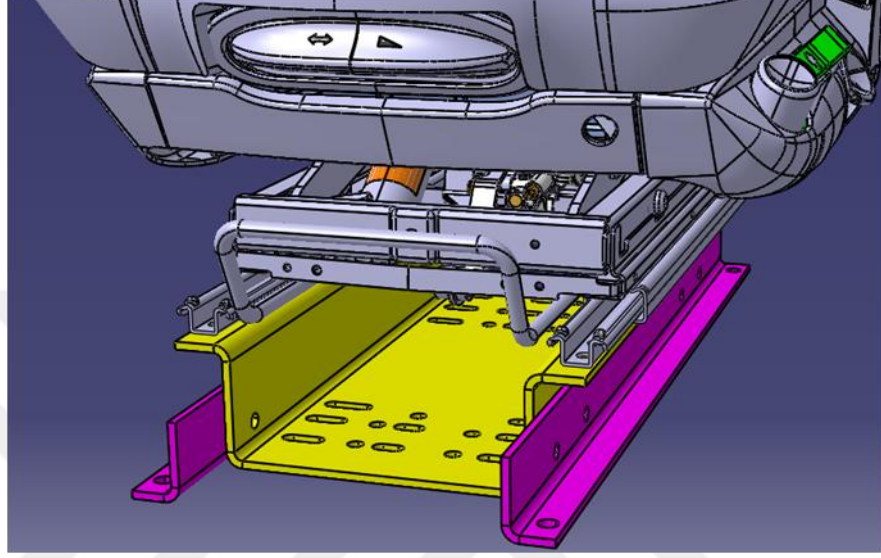
#### **4.2. Ortaklaştırılmış Konsol Tasarımı**

Konsol ortaklaştırma çalışmaları için Amerika'daki mevcut araç bağlantılarının Benchmark çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu elde edilen konsol ve araç bağlantı noktaları Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



**Şekil 4.9.** Amerika'da kullanılan konsol ve araç bağlantı noktaları (Catia V5 1994)

Bu konsolların tümünün tek bir konsolda toplanması için tasarım çalışması yapılmıştır. Catia programında tek bir sac üzerine mevcut bağlantı noktalarının iz düşümleri alınarak, 5mm kalınlıktaki DD11 malzemesinden ortak bir konsol tasarlanmıştır. Şekil 4.10'da ortaklaştırılmış konsol ile koltuğun entegrasyonu gösterilmektedir.



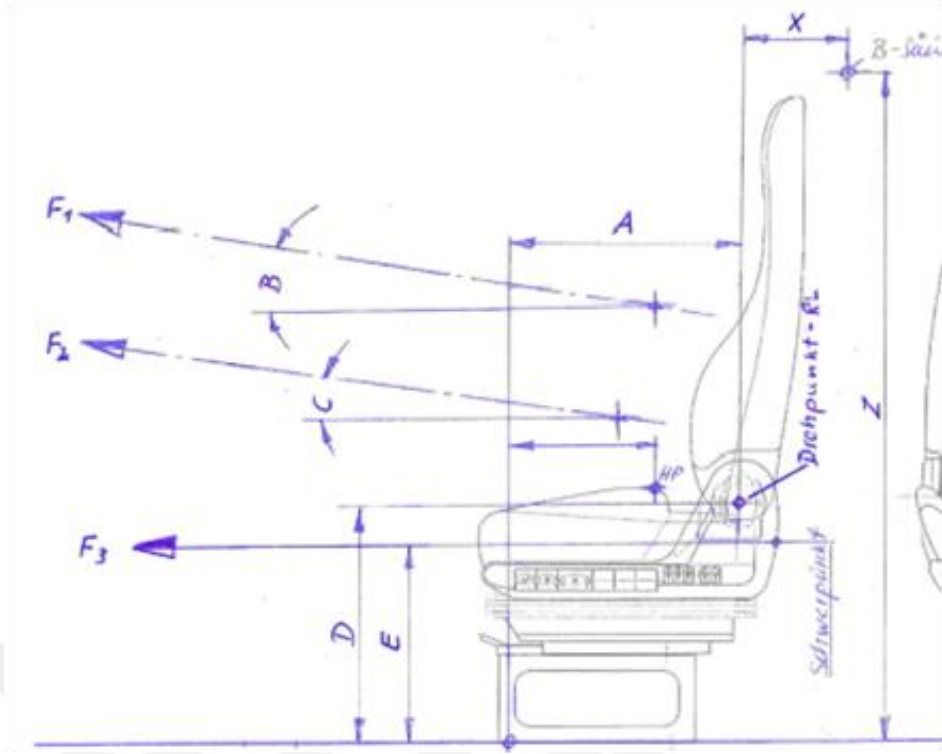
**Şekil 4.10.** Ortaklaştırılmış konsol ile koltuğun entegrasyonu (Catia V5 1994)

### 4.3. İç İçe Geçme Kızak Sistemi Tasarımı

ICP bar ve ortak konsol tasarımı oluşturulduktan sonra ECE-R14 kuvvetlerine dayanabilen koltuğun FMVSS 210 kuvvetlerine karşı durumunu görebilmek için koltuğa sonlu elemanlar analizi yapılmıştır.

Yapılan tasarım sonrasında analizler için model Hypermesh programında oluşturulmuştur. Ardından koltuğun gerçekteki ağırlığı hesaplanmıştır. Koltuk eklenen pedestal ve ICP bar sonrasında 47 kg gelmektedir. Bu doğrultuda üst bloktan 13 500 N, alt bloktan 13500 N ve koltuk ağırlık merkezinin arka kısımdan da 9300 N luk bir yük uygulanmaktadır (Şendeniz ve Pişgin 2016).

Koltuğa uygulanan kuvvetler Şekil 4.11'de gösterilmektedir.

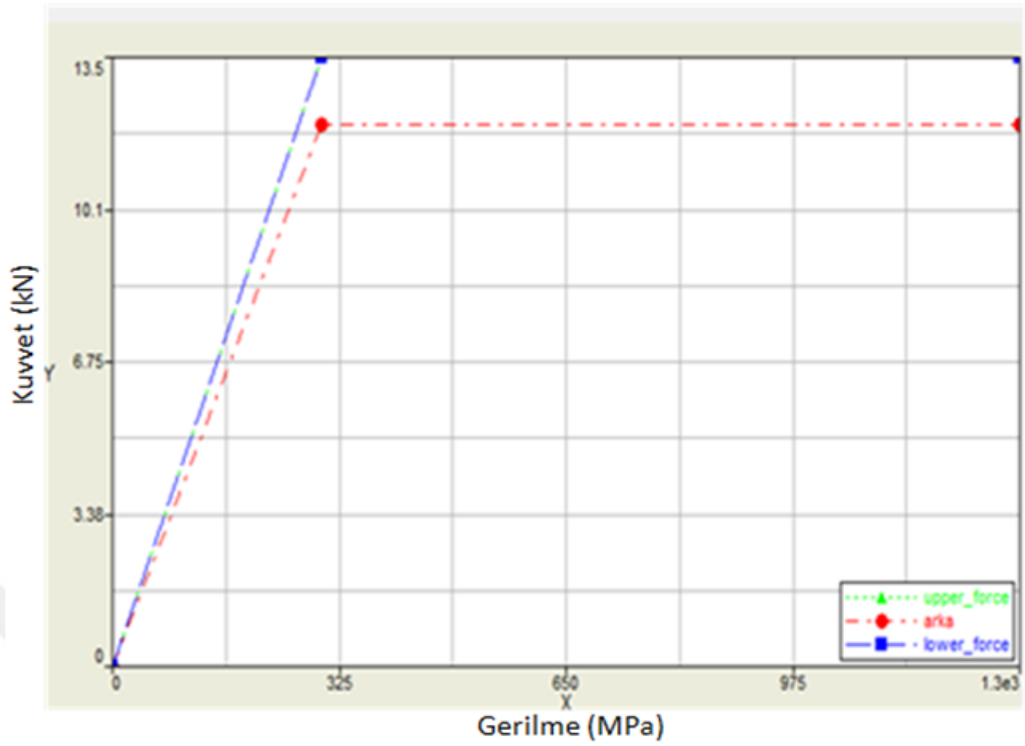


**Şekil 4.11.** Koltuğa uygulanan kuvvetler ( $F_1:13.5$  KN,  $F_2:13.5$  KN,  $F_3$ :Koltuk ağırlığı x 20) (Şendeniz ve Pişgin 2016)

Bu hesaplamalar sonrasında Hypermesh programında kuvvetler girilmiştir. Hesaplanan kuvvetler zamana bağlı olarak 3 saniyede maksimuma ulaşır, yapıya da 10 saniye boyunca etki edecek şekilde tanımlanmıştır (Şendeniz ve Pişgin 2016).

Hypermesh programında oluşturulan kuvvet eğrisi Şekil 4.12'de gösterilmektedir.

Yapının sonlu elemanlar modellemesi için 1 boyutlu rigid body elemanlar, 2 boyutlu shell elemanlar ve 3 boyutlu elemanlar seçilerek, toplamda 73406 eleman kullanılmıştır. Kaynak kısımları rigid eleman ile modellenmiştir. Shell elemanların kenar kısımlarına TRUSS2N elemanlar tanımlanıp kontakları görmesi sağlanmıştır. Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'de kullanılan elemanların çeşitleri gösterilmektedir.



Şekil 4.12. Hypermesh programında oluşturulan kuvvet eğrisi (HyperWorks 1985, Şendeniz ve Pişgin 2016)

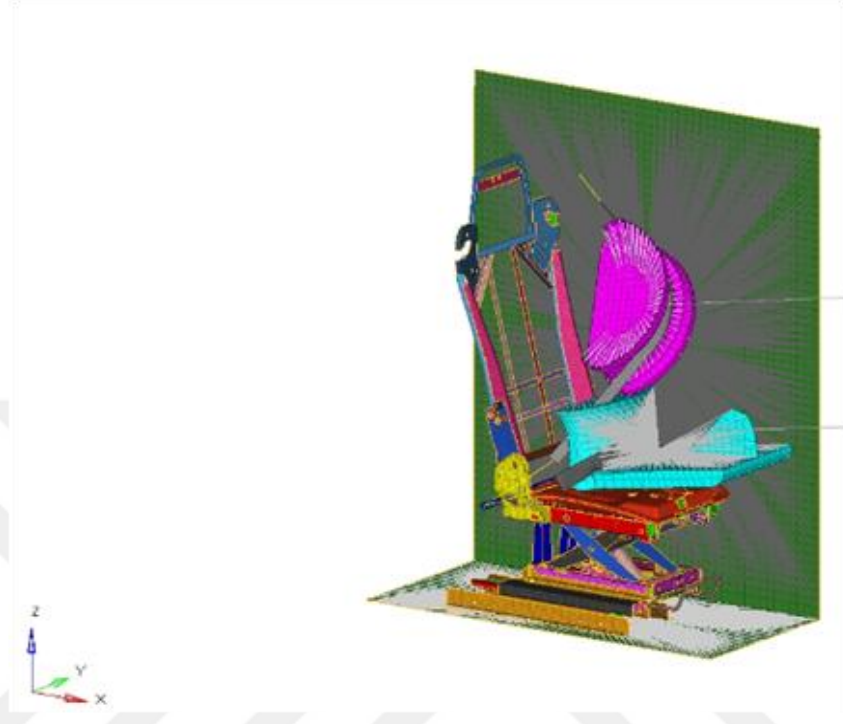
1D		mass =	M - A D V 0		beam =	B E A M 3 N
2D & 3D		plot =	H M P L O T E L		truss =	T R U S S 2 N
		weld =	R I V E T 2 N			
		rigid =	R B O D Y			
		rbe3 =	R B E 3			
		spring =	S P R I N G 2 N			

Şekil 4.13. Modellemede kullanılan 1 boyutlu eleman tipleri (HyperWorks 1985)

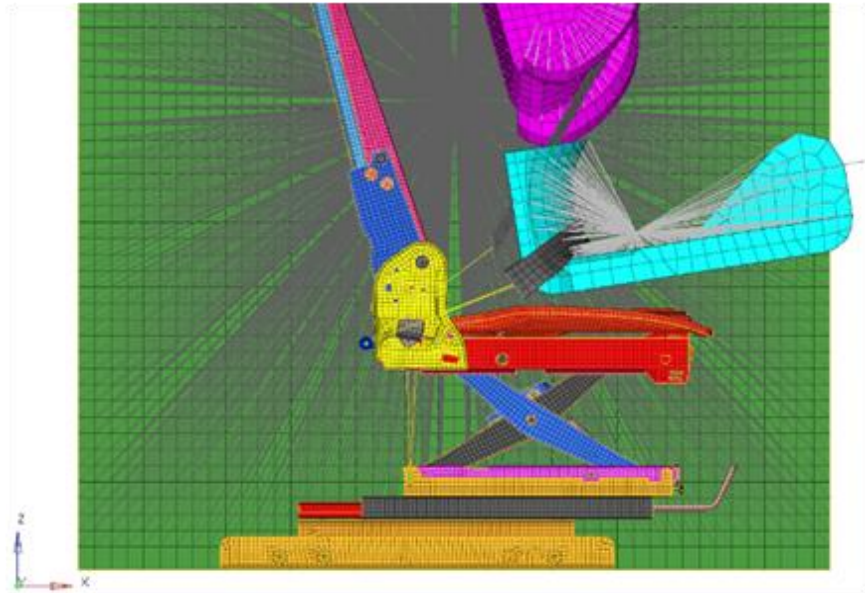
1D		tria3 =	S H E L L 3 N		tetra10 =	T E T R A 1 0 N
2D & 3D		quad4 =	S H E L L 4 N		hex20 =	B R I C 2 0 N
		tetra4 =	T E T R A 4 N			
		pyramid5 =	H E X A 8 N			
		penta6 =	P E N T A 6 D G			
		hex8 =	H E X A 8 N			

Şekil 4.14. Modellemede kullanılan 2 ve 3 boyutlu eleman tipleri (HyperWorks 1985)

Eleman seçimleri tamamlandıktan sonra yapının modellenmiş görüntüsü Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da gösterilmektedir.

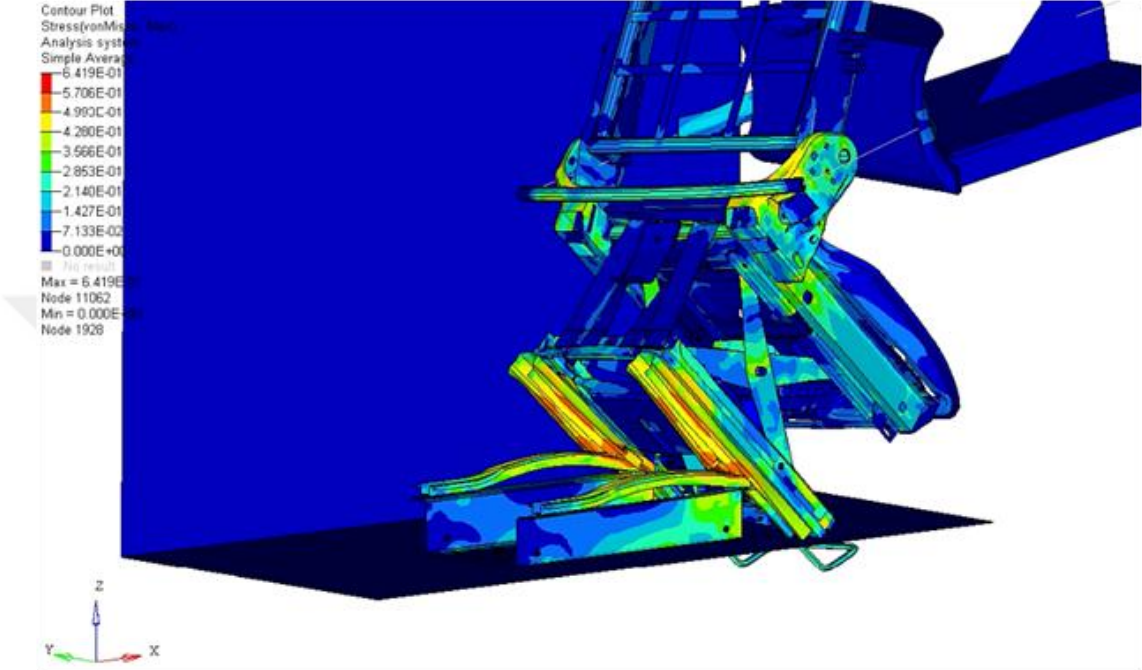


**Şekil 4.15.** Tasarımın sonlu elemanlar modellemesi, model görüntüsü 1 (HyperWorks 1985)



**Şekil 4.16.** Tasarımın sonlu elemanlar modellemesi, model görüntüsü 2 (HyperWorks 1985)

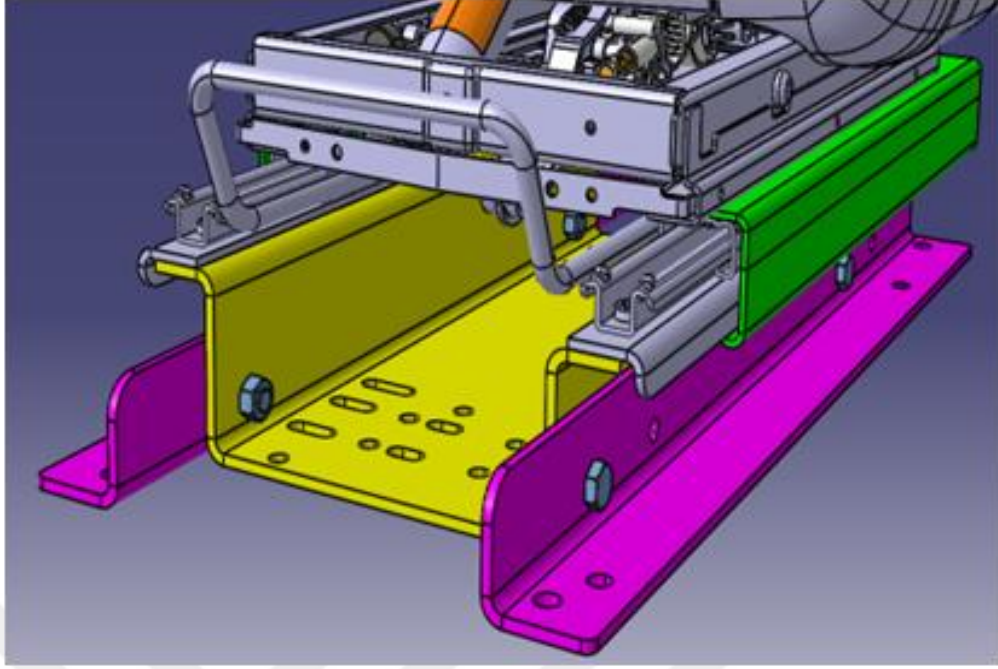
Yeni ICP bar ve ortak konsol ile yapılan FMVSS 210 şartlarındaki sonlu elemanlar analizinde, koltuğun kızak kısmından yırtılarak kopması meydana gelmektedir. Şekil 4.17'de FMVSS 210 şartlarında mevcut kızaklarda meydana gelen deformasyon gösterilmektedir.



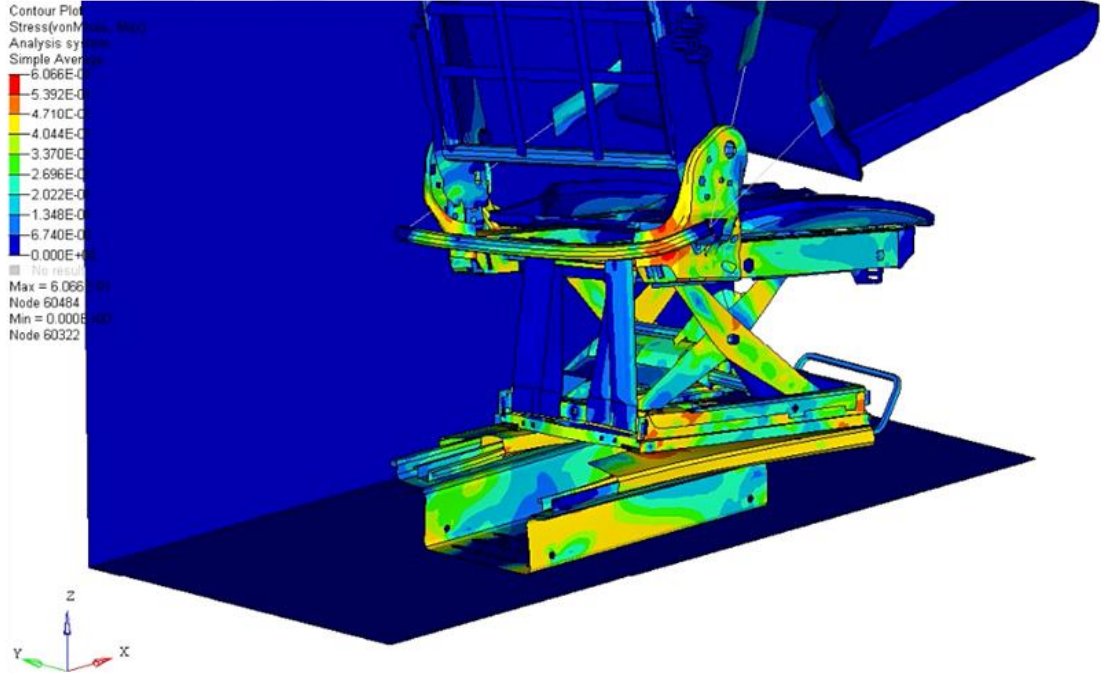
**Şekil 4.17.** FMVSS 210 şartlarında mevcut kızaklarda meydana gelen deformasyon, Von-Mises gerilme dağılımları (HyperWorks 1985)

FMVSS 210 normunda koltuğa gelen kuvvetler, ECE-R14 e göre ciddi derecede artmaktadır. Bu yüzden koltuğun zemine yada pedestala bağlantısını sağlayan kızakların yüklere dayanması çok zordur. Bu yükü karşılayabilmek ve doğrudan kızığa gelen yükü hafifletmek için kızakların dışından iç içe geçme sistemi tasarlanmıştır. Bu tasarım da kızaklar arada kalacak şekilde üst kızak kuvvetlendirici ve alt kızak kuvvetlendirici olacak şekilde, iki adet 3mm kalınlıkta S420MC malzemesi tayin edilmiştir. Şekil 4.18'de sistemin montajlı hali gösterilmektedir.

İç içe geçme sistemi ile yeni tasarımın dayanıklılığını görebilmek için koltuğa sonlu elemanlar analizi yapılmıştır. Şekil 4.19'da kuvvetlendirilmiş kızaklar ile yapılan sonlu elemanlar analizinde, koltuğun FMVSS 210 kuvvetlerine dayandığı görülmektedir.



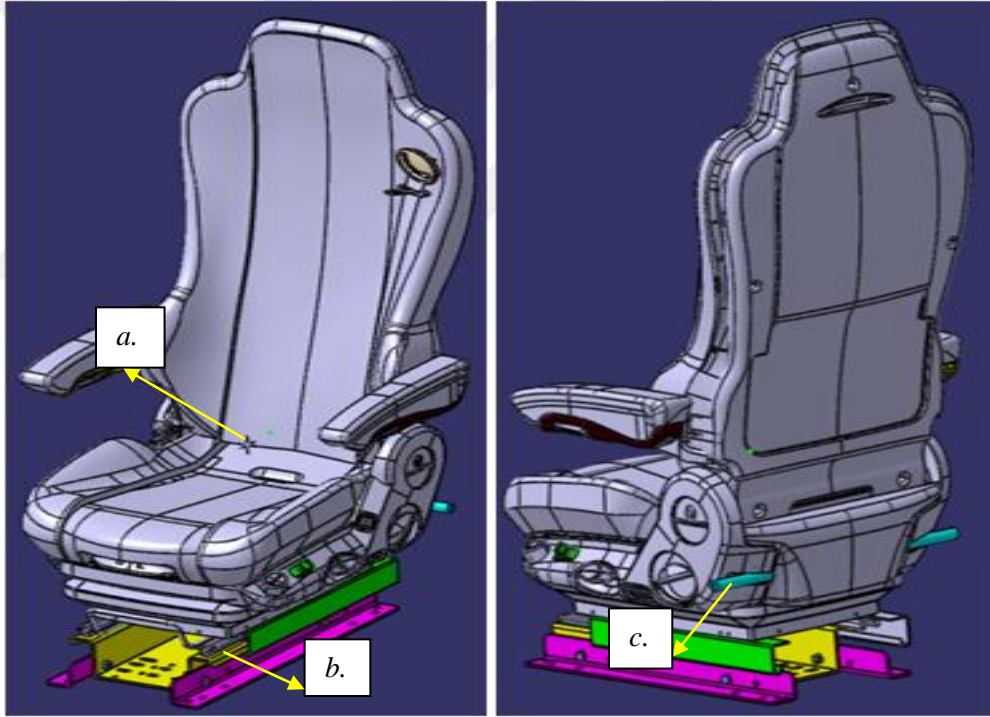
Şekil 4.18. Ortaklaştırılmış konsol ve iç içe geçme sistemi entegrasyonu (Catia V5 1994)



Şekil 4.19. Kuvvetlendirilmiş kızakların FMVSS 210 kuvvetlerine karşı dayanımı, Von-Mises gerilme dağılımları (HyperWorks 1985)

Koltuğa yapılan ilk analizler sonucunda tasarımın uygulanan kuvvetlere dayandığı görülmüştür. ICP bar üzerine binen yüklerden ICP bar da eğilmeler olmuş ancak yer değiştirme uygun değerlerdedir. Özellikle kızak kuvvetlendirici saclar üzerine gelen fazla yükler bu kuvvetlendirici sacların önemini göstermektedir. Kızak kuvvetlendirici saclar pedestalın kıvrımlı formuna tutunup, kopmayı ve yırtılmayı önleyerek sadece deformasyona uğramaktadır. Bu sayede koltuk sonlu elemanlar analizini başarı ile geçmektedir (Şendeniz ve Pişgin 2016).

Böylece ICP bar ve ortak konsola sahip yeni tasarım koltuk, FMVSS 210 kuvvetlerine dayanım sağlayabilen hale getirilmiştir. Şekil 4.20'de ICP bar, ortak konsol ve iç içe geçme sac sisteminin entegrasyonu gösterilmektedir.



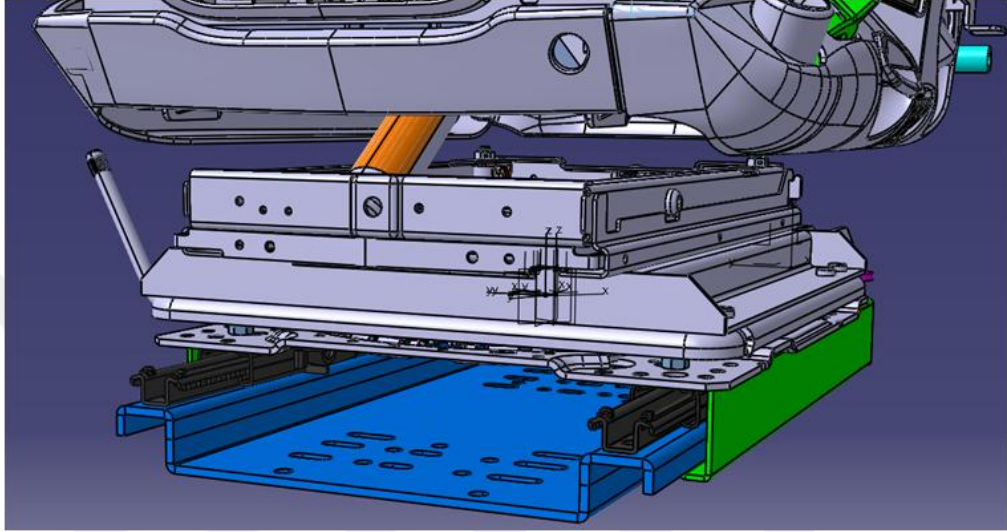
**Şekil 4.20.** Oturak taşıyıcı ile yekpare ICP bar ve koltuğun entegrasyonu  
a. H noktası b. Pedestal c. ICP Bar (Catia V5 1994)

#### 4.4. Döner Adaptör Sisteminin Entegrasyonu

Normal pedestalli koltuğun haricinde bu çalışmada döner adaptörlü koltuk tasarımı da ele alınmıştır. Amerika'da ki tüm araç bağlantılarına uygun pedestal ortaklaştırma çalışmaları ve kızak kuvvetlendirici iç içe geçme sistemi tasarımı bu koltuk tipine de

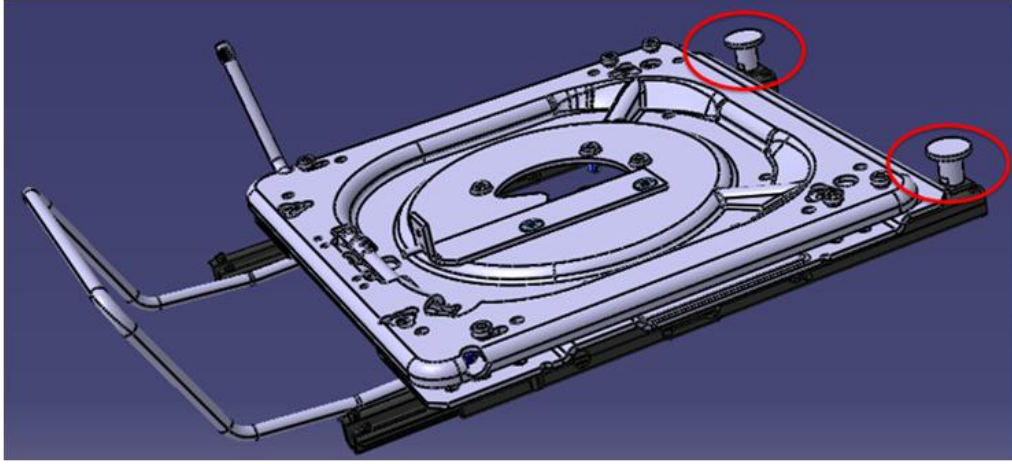


uygulanmıştır. Koltukta H noktasının mesafesi 400mm olması gerekmektedir. Döner adaptör ve ara konsol yükseklik oluşturduğundan bu mesafeyi sağlamak için pedestal daha kısa tasarlanmıştır. Koltuğun üst kısmı aynı tasarım olduğu için de aynı ICP bar tasarımı kullanılabilir. Şekil 4.21'de kısa pedestal ve mevcut döner adaptör yapılanması gösterilmektedir.



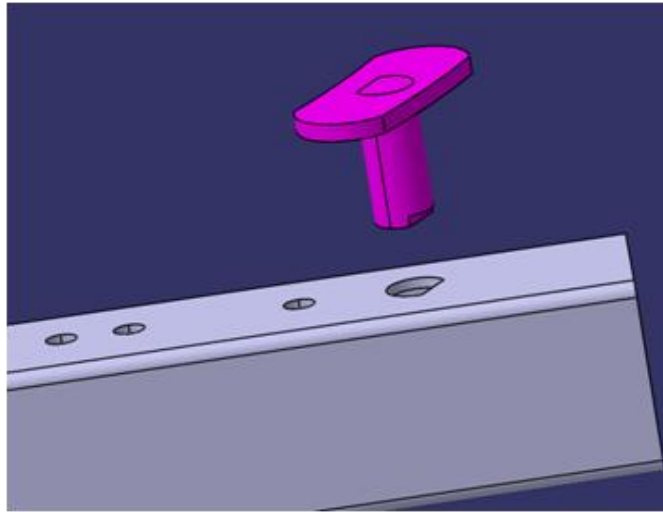
**Şekil 4.21.** Kısa pedestal ve mevcut durumdaki döner adaptör yapılanması(Catia V5 1994)

Oturak taşıyıcıya entegre edilen ICP bar ve ortaklaştırılmış kısa konsol tasarımı ile birlikte mevcut ara konsollu döner adaptör grubu bir araya getirilerek yeni koltuk tasarımı oluşturulmuştur. Ancak bu tasarımda dikkat edilmesi gereken bir başka nokta döner adaptör ve döner adaptör konsolunun kuvvetlendirilmesi gerektiğidir. Döner adaptörde bulunan mantar pimler döner adaptör konsolundaki U profillerin arasından dönme hareketi sırasında rahatça geçer ancak çekme testi sırasında bu U profillere tutunarak mukavim bir yapı oluşturur. Şekil 4.22'de döner adaptör üzerindeki mantar pimler gösterilmektedir.



**Şekil 4.22.** Mevcut mantar pimler (Catia V5 1994)

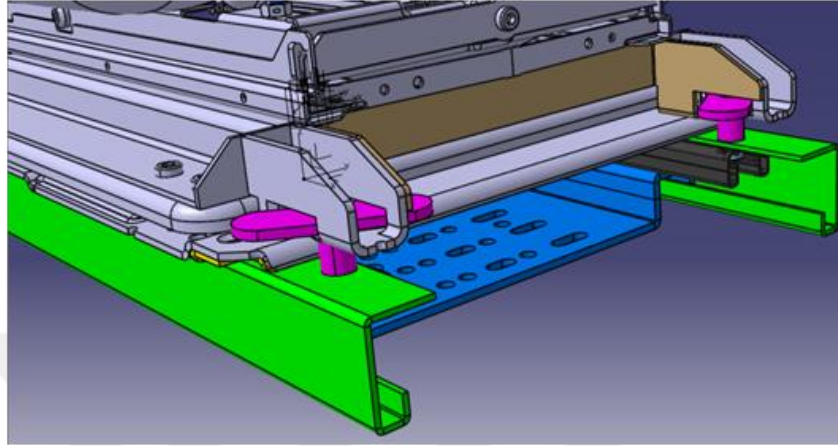
Mantar pimlerin U profillere tutunma yüzeyini artırmak için çember şeklindeki tutunma kısmı elips olarak, sac kısmı 5mm kalınlığında ve S420MC malzemesinden, pim kısmı 16mm çapında S235JRC malzemesinden tasarlanmıştır. Kuvvetlendirici kızak saclarının üzerinden kızaklara sıkılacak olan bu pimlerin yanlış takılmasını ve tutunma kısmının yanlış kaynaklanmasının önüne geçilmek için yarım daire şeklinde montaj boşaltmaları kullanılmaktadır. Böylece tasarımsal olarak yanlış montajlanması ihtimalinin önüne geçilmiştir. Yeni tasarım mantar pimler Şekil 4.23'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.23.** Yeni tasarım mantar pimler (Catia V5 1994)

Yeni mantar pimler ile döner adaptörlü koltuğun alt grubunun montajı yapıldığında tasarım uygun görülmüştür. Döner adaptör ara konsolu üzerindeki U profiller, yeni

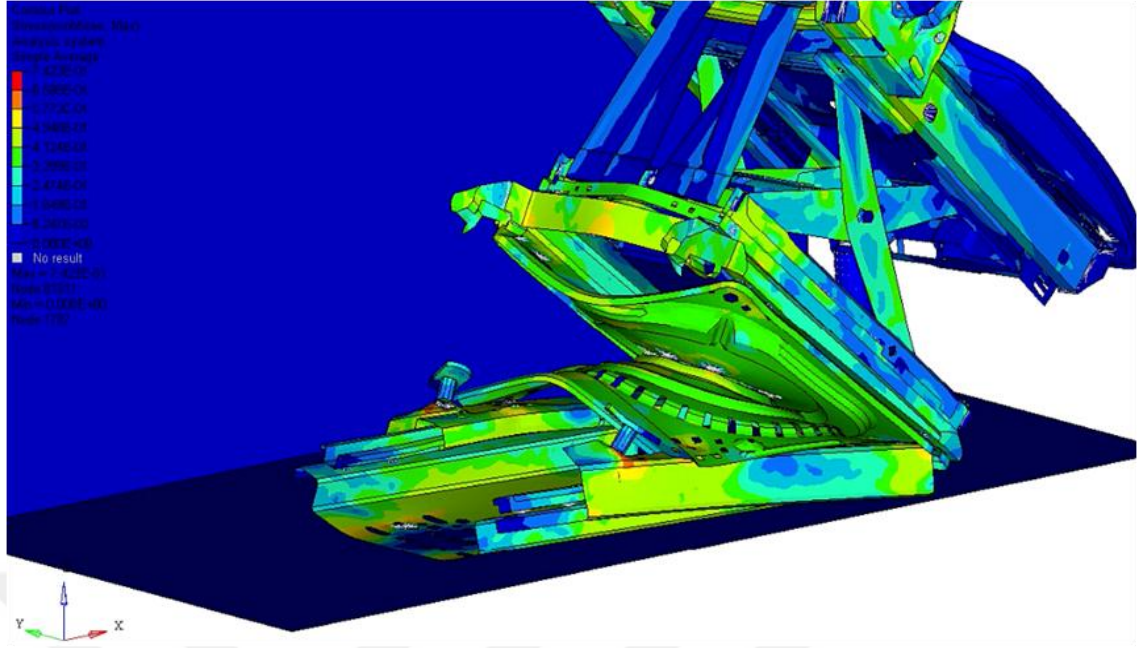
mantar pimler üzerinden ile rahatça geçerek dönme hareketi sağlanmaktadır. Şekil 4.24'de iç içe geçme sac sistemi üzerine montajlanmış yeni mantar pimler gösterilmektedir.



**Şekil 4.24.** İç içe geçme sac sistemi üzerine montajlanmış yeni tasarım mantar pimler(Catia V5 1994)

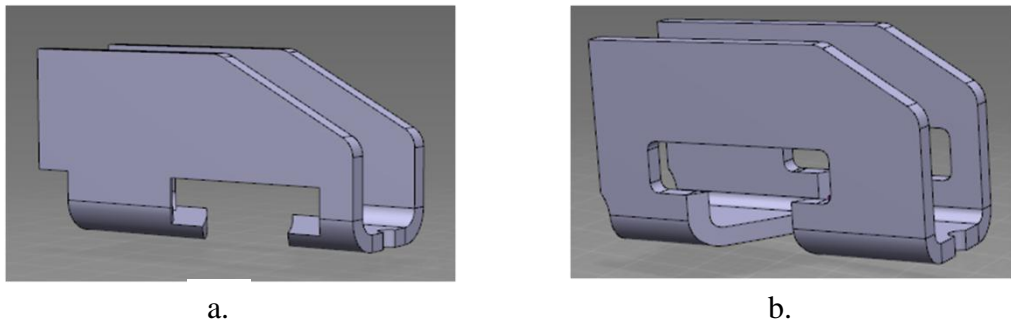
Bu yapıda yüklerin hangi bölgelerde yoğunlaştığını anlayabilmek ve mevcut döner adaptör yapısının FMVSS 210 kuvvetlerine karşı olan davranışını görebilmek için koltuğa sonlu elemanlar analizi ile çekme testi uygulanmıştır. Sonlu elemanlar analizi sonucunda döner adaptör mekanizmasının gerekli dayanımı sağlayamayarak deformasyona uğradığı görülmektedir. Şekil 4.25'de mevcut döner adaptör yapısının FMVSS 210 kuvvetlerine karşı olan davranışı gösterilmektedir.

Yapılan sonlu elemanlar analizinde elde edilen sonuç ile FMVSS 210' a göre çekme testi kuvvetleri daha fazla olduğu için, döner adaptör ara konsol grubunun da kuvvetlendirilmesinin gerekli olduğu görülmektedir. Özellikle U profillerin yapıdan kopan ilk parçalar olduğu tespit edilmiştir. Tasarım geliştirme çalışmalarına U profillerin kuvvetlendirilmesi ile devam edilmesi gerekmektedir.



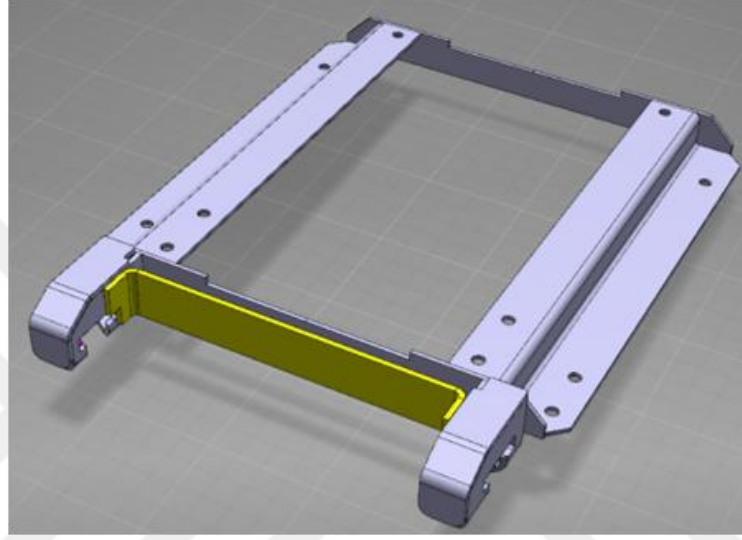
**Şekil 4.25.** Mevcut döner adaptör yapısının FMVSS 210 kuvvetlerine karşı davranışı, Von-Mises gerilme dağılımları (HyperWorks 1985)

Tasarımı geliştirebilmek için, döner adaptör üzerine doğrudan gelen yükü döner adaptör ara konsolu üzerine yayarak, mukavim yapının bu kuvvetlere dayanması üzerinde durulmaktadır. Bunun için döner adaptör ara konsolundaki U profillerin dikey yönde gelen kuvvete dayanabilmesi için, mantar pimlerin çekme testinde dayandığı yüzeylerde destek duvarları oluşturulmuştur. Mevcut durumda 4mm kalınlığında DD11 malzemeden üretilen U profiller, yeni tasarımda 4mm kalınlıkta S420MC malzemesi kullanılarak oluşturulmuştur. U profil tasarım geliştirilmesi Şekil 4.26'da gösterilmektedir.



**Şekil 4.26.** U profil tasarım geliştirilmesi a. Eski tasarım b. Yeni tasarım (Catia V5 1994)

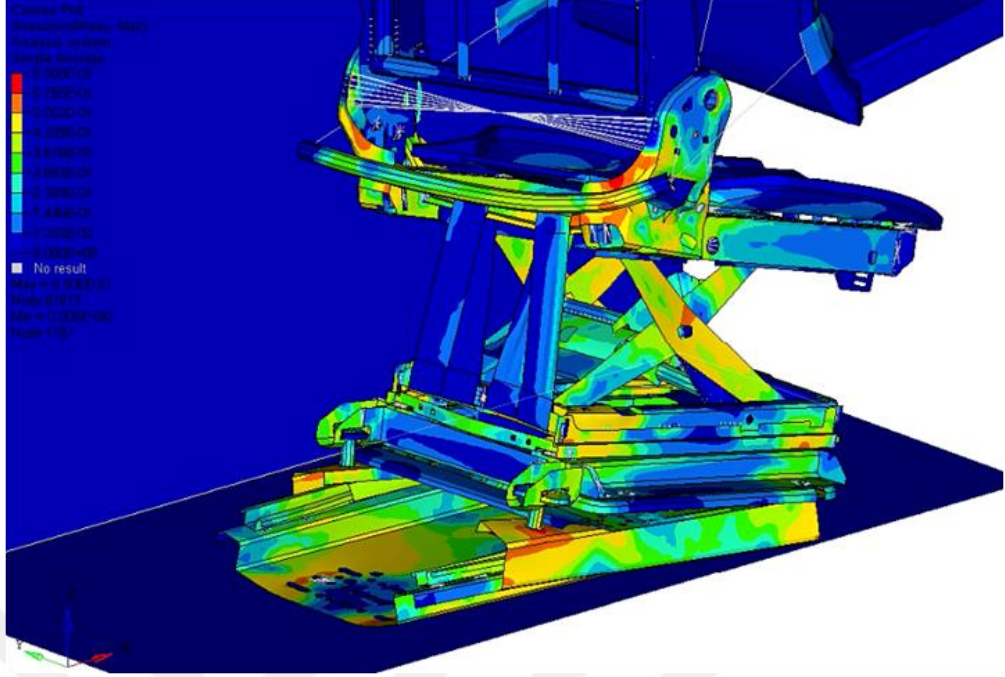
U profillerin dayanımı artırmak için yapılan ikinci geliştirme olarak, üzerine 4mm kalınlıkta S420MC malzemesinden kapak tasarlanmıştır ve deformasyona uğrayan bölge kuvvetlendirilmiştir. Ayrıca U profilin içe bükülerek mantar pimler üzerinden kurtulmasını engellemek için U profillerin arasına 4mm kalınlıkta S420MC malzemesinden destek sacı eklenmiştir. U profillerin ve ara konsolun son hali Şekil 4.27'de gösterilmektedir.



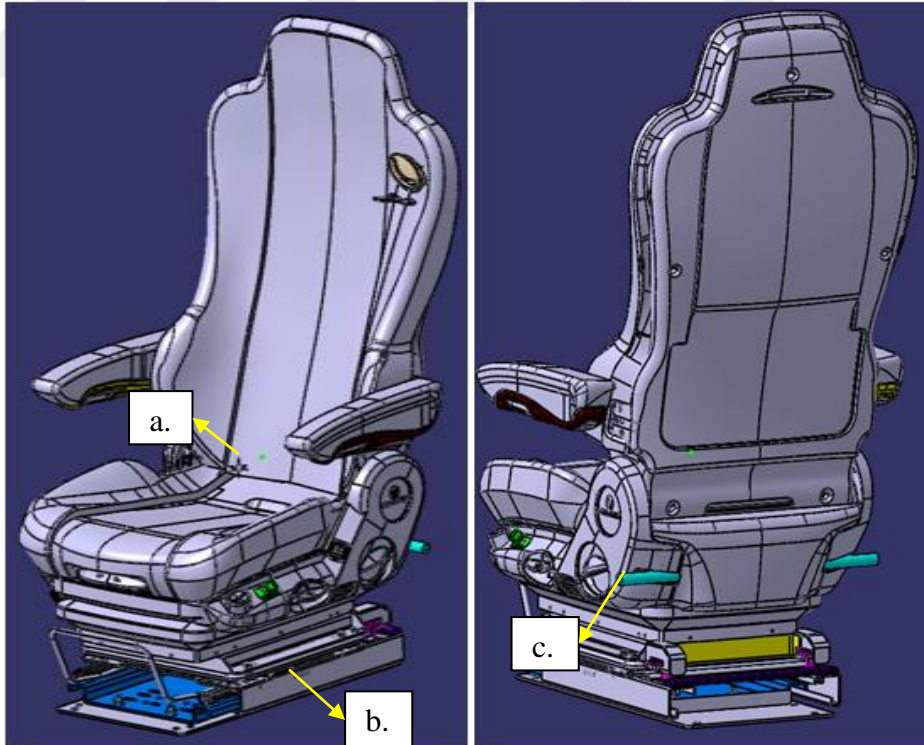
**Şekil 4.27.**Yeni döner adaptör ara konsolu tasarımı (Catia V5 1994)

ICP bar, ortaklaştırılmış konsol, iç içe geçme kızak sistemi ve yeni döner adaptör ara konsol tasarımı ile oluşturulan döner adaptörlü koltukta FMVSS 210 kuvvetleri sonlu elemanlar analizi ile uygulanmıştır. Koltuğa uygulanan kuvvetlerin doğrudan döner adaptör üzerine gelmeden yeni ara konsol ile karşılandığı görülmektedir. Şekil 4.28'de ki sonlu elemanlar analizinde döner adaptörlü koltuğun FMVSS 210 kuvvetlerini karşıladığı görülmektedir.

Şekil 4.29'da döner adaptörlü konsolun komple koltuk ile olan entegrasyonu gösterilmektedir.



**Şekil 4.28.** Mevcut döner adaptör yapısının FMVSS 210 kuvvetlerine karşı davranışı, Von-Mises gerilme dağılımları (HyperWorks 1985)

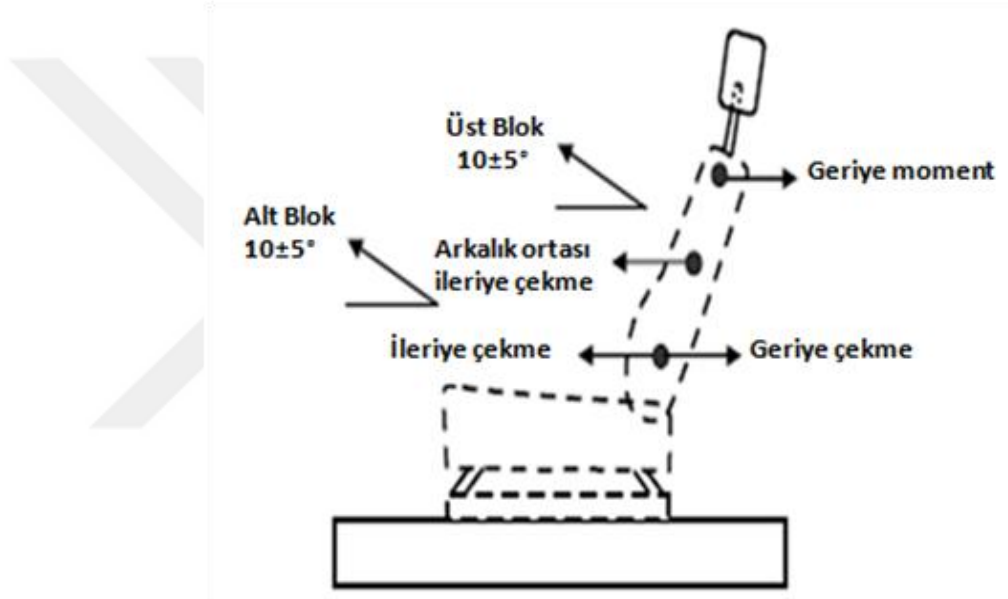


**Şekil 4.29.** Döner adaptörlü konsolun komple koltuk ile entegrasyonu  
a. H noktası b. Döner adaptörlü konsol c. ICP Bar (Catia V5 1994)

#### 4.5. Tasarım Doğrulama

Amerika'da ki FMVSS 210 testi FMVSS 207 testleri ile bağlantılıdır. Bu yüzden öncesinde FMVSS 207 testi yapıldıktan sonra koltuğa FMVSS 207/210 yükü uygulanır. Bu ardışık testlerin kurulum şeması Şekil 4.30'da gösterilmektedir (FMVSS 1994).

Koltuğun bu homologasyona sahip olabilmesi için koltuğun üç ayrı 207 testi sonrasında bir 207/210 testinden geçmesi gerekmektedir. Çizelge 4.1'de bu dört ardışık testte uygulanan kuvvet değerleri gösterilmektedir (FMVSS 1994).



Şekil 4.30. 207/210 ardışık testleri kurulum Şeması (FMVSS 1994)

**Çizelge 4.1.** FMVSS 207/210 ardışık test kuvvetleri (FMVSS 1994)

Pedestalli Koltuk Test No	Döner Adaptörlü Koltuk Test No	Test Açıklaması	Max.Yükleme (N)		Test Beklentileri
C15152	A16005	207 Geriye Moment	736 (Max.Moment:394Nm)		*FMVSS gerekliliklerini karşılması * Yük profilini tamamlaması
C15153	A16006	207 Geriye Çekme	9275		*FMVSS gerekliliklerini karşılması * Yük profilini tamamlaması
C15154	A16007	207 Arkalık Ortası İleriye Çekme	2 005		*FMVSS gerekliliklerini karşılması * Yük profilini tamamlaması
C15155	A16008	207/210 İleriye Çekme	Ağırlık Merkezi	9 293	*FMVSS gerekliliklerini karşılması * Yük profilini tamamlaması
			Üst Blok	13 371	
			Alt Blok	13 362	

#### 4.5.1.Normal pedestalli koltuğun FMVSS 210 çekme testi sonuçları

Test koltuğunun ağırlığı esneme kısmı 37kg, arkalık kısmı 10kg olacak şekilde toplamda 47kg olarak belirlenmiştir. Koltuğun ağırlık merkezi de bağlantı zemini 0 kabul edilerek ve yükseklik ayarı en üst konumdayken, Z ekseninde 308mm olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.2'de geriye moment testinin girdileri gösterilmektedir.



**Çizelge 4.2.** Test C15152 Girdileri (FMVSS, 1994)

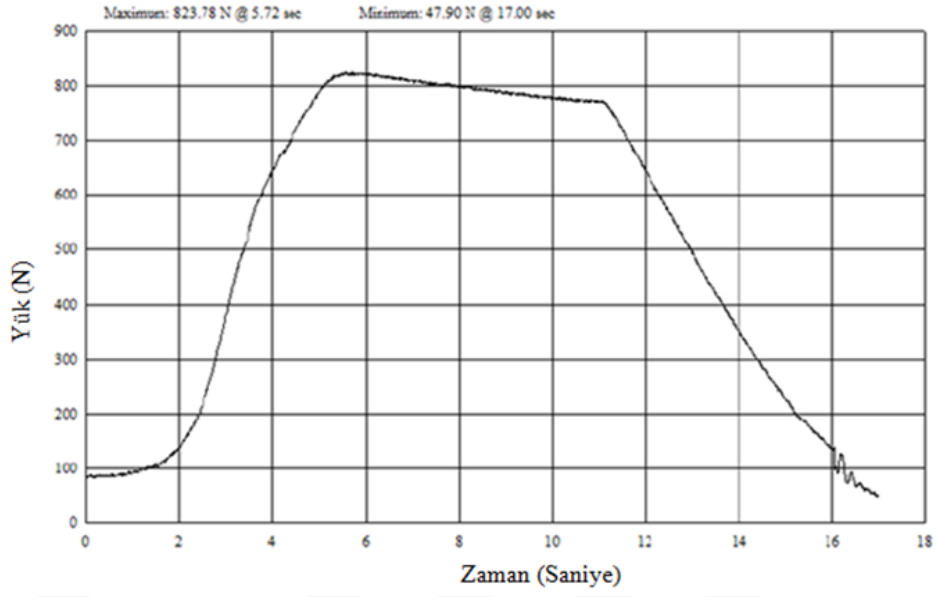
TEST C15152 Girdileri	
Koltuk Tipi: Geriye Moment	
Koltuk Fonksiyonu	Test Pozisyonu
Araç Pozisyonu	Tam Arkaya
Dikey Pozisyon	Tam Aşağıda
Arkalık Açısı	38° geriye ayarlı
H-Noktası	Tabandan 400 mm yukarıda
Moment Kolu	H noktasından 505 mm yukarıda
Yükleme Açısı	0°

Çizelge 4.3'de geriye moment testinin yüklem profili gösterilmektedir.

**Çizelge 4.3.** Test C15152 Yük Tablosu (FMVSS, 1994)

Yüklem Profili	
Zaman (Saniye)	Yük (N)
0	73
5	823,8
11	823,8
17	47,9

Çizelge 4.3' de ki yüklem profiline ve Şekil 4.31'de bulunan Yük/Zaman grafiğine göre koltuk 5. saniyede ulaştığı maksimum yüke 6 saniye boyunca dayanmaktadır ve böylece FMVSS gerekliliklerini yerine getirmektedir.



**Şekil 4.31.** Test C15152 Yük/Zaman grafiği (FMVSS, 1994)

Şekil 4.32'de koltuğun testten sonra ki durumu gösterilmektedir.



**Şekil 4.32.** Test C15152 Sonrası Koltuğun Durumu (FMVSS 1994)

FMVSS 207 ve 210 testlerinin ardışık uygulandığı son test olan ileriye çekme testinin girdileri Çizelge 4.4' de gösterilmektedir.

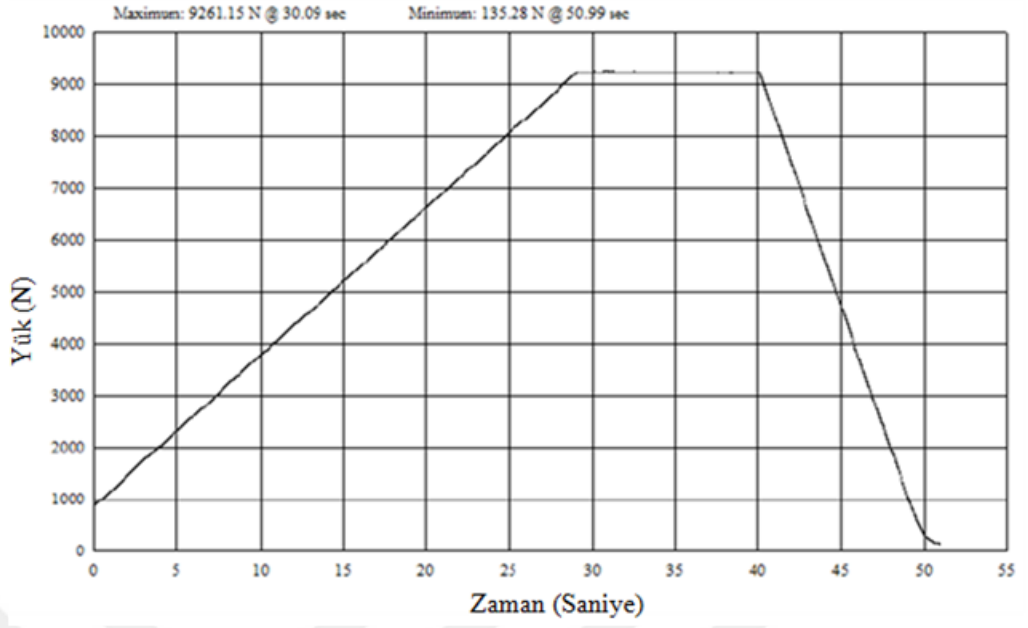
**Çizelge 4.4.** Test C15155 Girdileri (FMVSS, 1994)

<b>TEST C15155 Girdileri</b>		
<b>Koltuk Tipi: 207/210 İleriye Çekme</b>		
<b>Koltuk Fonksiyonu</b>	<b>Test Pozisyonu</b>	
Araç Pozisyonu	Tam Arkaya	
Dikey Pozisyon	Tam Aşağıda	
Arkalık Açısı	38° geriye ayarlı	
Koltuk Ağırlığı	460.9 N	
Ağırlık Noktası	tabandan 308 mm yüksekte	
Yükleme Açısı	0°	
Emniyet Kemer	x	arkalık dönme merkezinden 260mm geride
	y	koltuk merkezinden 390mm yanda
	z	taban düzleminden 1165mm yükseklikte
Kemer Uzunluğu	Alt Blok	640 mm
	Üst Blok	1600 mm
Kemer Tokası Uzunluğu	Alt Blok	290 mm
Yükleme Açısı	Ağırlık merkezi=0.1° Üst Blok=9.7° Alt Blok=10.2°	

Çizelge 4.5'de bulunan yüklemeye profiline ve Şekil 4.33'de bulunan Yük/Zaman grafiğine göre koltuk 29. saniyede ulaştığı maksimum yüke 11 saniye boyunca dayanarak FMVSS gerekliliklerini yerine getirmektedir.

**Çizelge 4.5.** Test C15155 Yük Tablosu(FMVSS, 1994)

<b>Yüklemeye Profili</b>			
<b>Zaman (Saniye)</b>	<b>Ağırlık Merkezi Yükleri (N)</b>	<b>Alt Blok Yükleri (N)</b>	<b>Üst Blok Yükleri (N)</b>
0	921	1335	1335
29	9261	13350	13350
40	9261	13350	13350
50	135	150	150



**Şekil 4.33.** Test C15155 Yük/Zaman grafiği (FMVSS 1994)

Şekil 4.34'de test sonrası koltuğun durumu gösterilmektedir.



**Şekil 4.34.** Test C15155 Sonrası Koltuğun Durumu (FMVSS 1994)

#### 4.5.2. Döner adaptörlü koltuğun FMVSS 210 çekme testi sonuçları

Test koltuğunun ağırlığı esneme kısmı 37kg, arkalık kısmı 10kg olacak şekilde toplamda 47kg olarak belirlenmiştir. Koltuğun ağırlık merkezi de bağlantı zemini 0 kabul edilerek ve yükseklik ayarı en üst konumdayken, Z ekseninde 308mm olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.6'da geriye moment testinin girdileri gösterilmektedir.

**Çizelge 4.6.** Test A16005 Girdileri (FMVSS 1994)

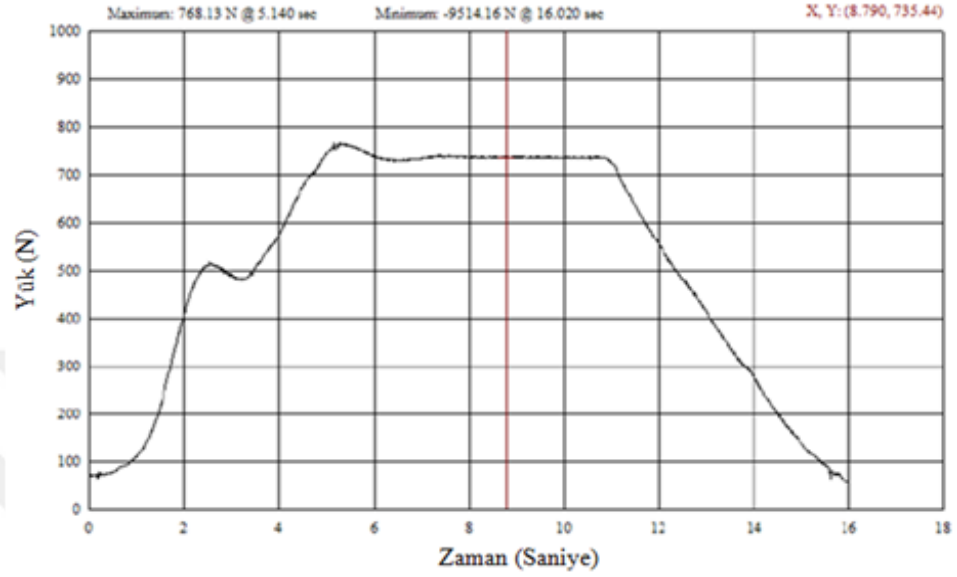
TEST A16005 Girdileri	
Koltuk Tipi: Geriye Moment	
Koltuk Fonksiyonu	Test Pozisyonu
Araç Pozisyonu	Tam Arkaya
Dikey Pozisyon	Tam Aşağıda
Arkalık Açısı	38° geriye ayarlı
H-Noktası	Tabandan 420 mm yukarıda
Moment Kolu	H noktasından 514 mm yukarıda
Yükleme Açısı	0°

Çizelge 4.7'de geriye moment testinin yüklem profili gösterilmektedir.

**Çizelge 4.7.** Test A16005 Yük Tablosu (FMVSS 1994)

Yüklem Profili	
Zaman (Saniye)	Yük (N)
0	72
5	768
11	768
16	72

Çizelge 4.7'de ki yükleme profiline ve Şekil 4.35'de bulunan Yük/Zaman grafiğine göre koltuk 5. saniyede ulaştığı maksimum yüke 6 saniye boyunca dayanarak FMVSS gerekliliklerini yerine getirmektedir.



Şekil 4.35. Test A16005 Yük/Zaman grafiği (FMVSS 1994)

Şekil 4.36'da koltuğun testten sonraki durumu gösterilmektedir.



Şekil 4.36. Test A16005 Sonrası Koltuğun Durumu (FMVSS 1994)

FMVSS 207 ve 210 testlerinin ardışık uygulandığı son test olan ileriye çekme testinin girdileri Çizelge 4.8'de gösterilmektedir.

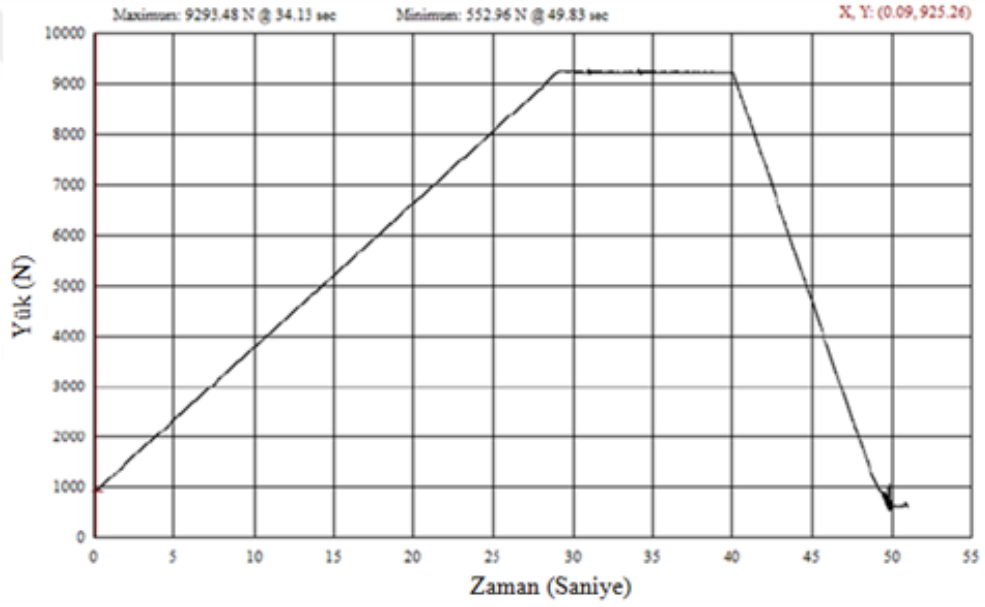
**Çizelge 4.8.** Test A16008 Girdileri (FMVSS 1994)

<b>TEST A16008 Girdileri</b>		
<b>Koltuk Tipi: 207/210 İleriye Çekme</b>		
<b>Koltuk Fonksiyonu</b>	<b>Test Pozisyonu</b>	
Araç Pozisyonu	Tam Arkaya	
Dikey Pozisyon	Tam Aşağıda	
Arkalık Açısı	38° geriye ayarlı	
Koltuk Ağırlığı	460.9 N	
Ağırlık Noktası	tabandan 308 mm yüksekte	
Yükleme Açısı	0°	
Emniyet Kemer Yuvarlanma Pozisyonu	x	arkalık dönme merkezinden 260mm geride
	y	koltuk merkezinden 390mm yanda
	z	taban düzleminden 1165mm yükseklikte
Kemer Uzunluğu	Alt Blok	640 mm
	Üst Blok	1600 mm
Kemer Tokası Uzunluğu	Alt Blok	290 mm
Yükleme Açısı	Ağırlık merkezi=0.8° Üst Blok=11.4° Alt Blok=11.7°	

Çizelge 4.9'da bulunan yükleme profiline ve Şekil 4.37'de bulunan Yük/Zaman grafiğine göre koltuk 29. saniyede ulaştığı maksimum yüke 11 saniye boyunca dayanarak FMVSS gerekliliklerini yerine getirmektedir.

**Çizelge 4.9.** Test A16008 Yük Tablosu (FMVSS 1994)

Yükleme Profili			
Zaman (Saniye)	Ağırlık Merkezi Yükleri (N)	Alt Blok Yükleri (N)	Üst Blok Yükleri (N)
0	921	1335	1335
29	9293	13350	13350
40	9293	13350	13350
50	553	600	600



**Şekil 4.37.** Test A16008 Yük/Zaman grafiği (FMVSS 1994)

Şekil 4.38'da koltuğun test sonrası durumu gösterilmektedir.

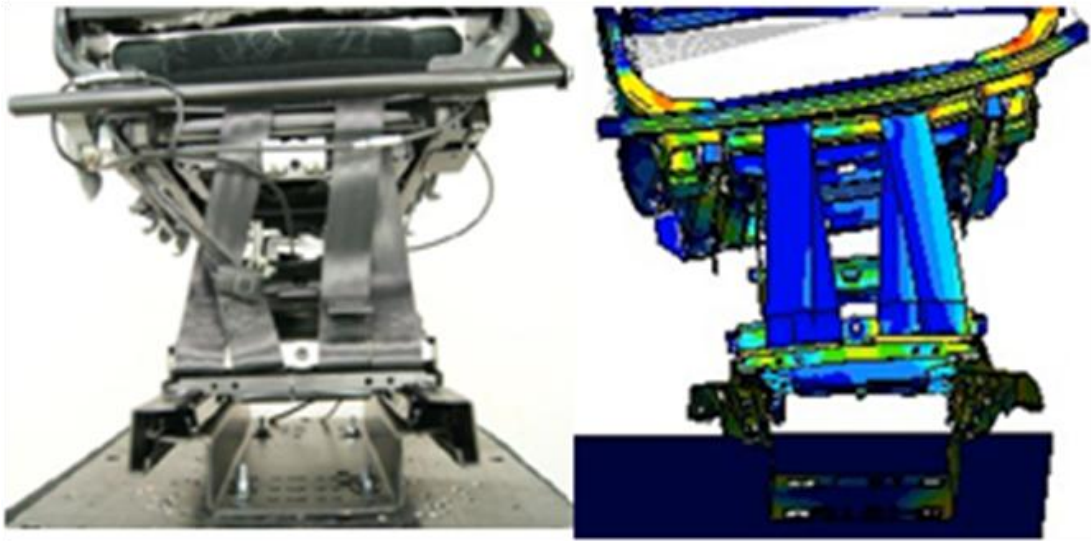




**Şekil 4.38.** Test A16008 Sonrası Koltuğun Durumu (FMVSS 1994)

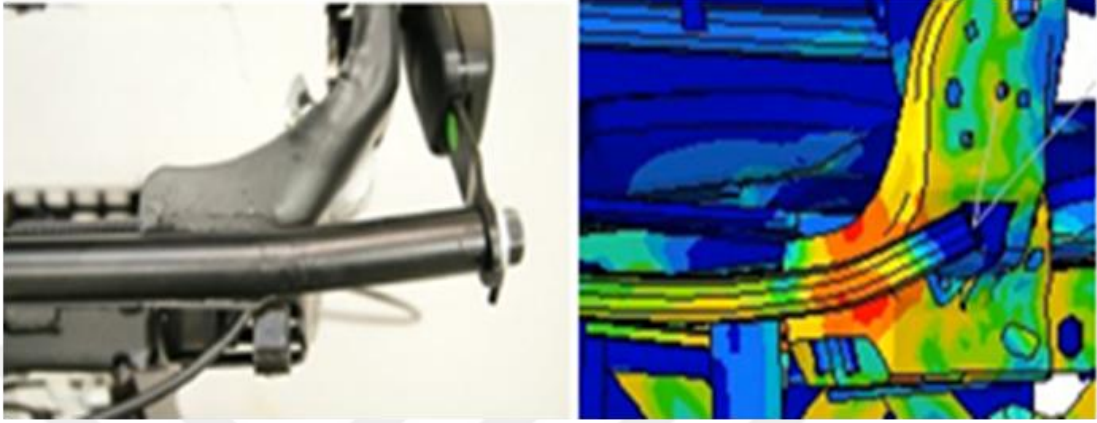
#### **4.6. Sonlu Elemanlar Analizlerinin ve Çekme Testi Sonuçlarının Karşılaştırılması**

Şekil 4.39, Şekil 4.40, Şekil 4.41 ve Şekil 4.42'de yeni tasarım sonucu elde edilen analiz sonuçları ile deneysel sonuçların karşılaştırması gösterilmektedir. Koltuk çekme testinde, sonlu elemanlar analizlerinde ön görülen şekil değiştirmede kalmaktadır. İç içe geçme kızak sistemi ve ICP bar üzerinde düşen kuvvetleri karşılayarak koltuğun FMVSS 210 kuvvetlerine dayanmasını sağlamaktadır. Böylece tasarım beklentileri karşılanmaktadır.



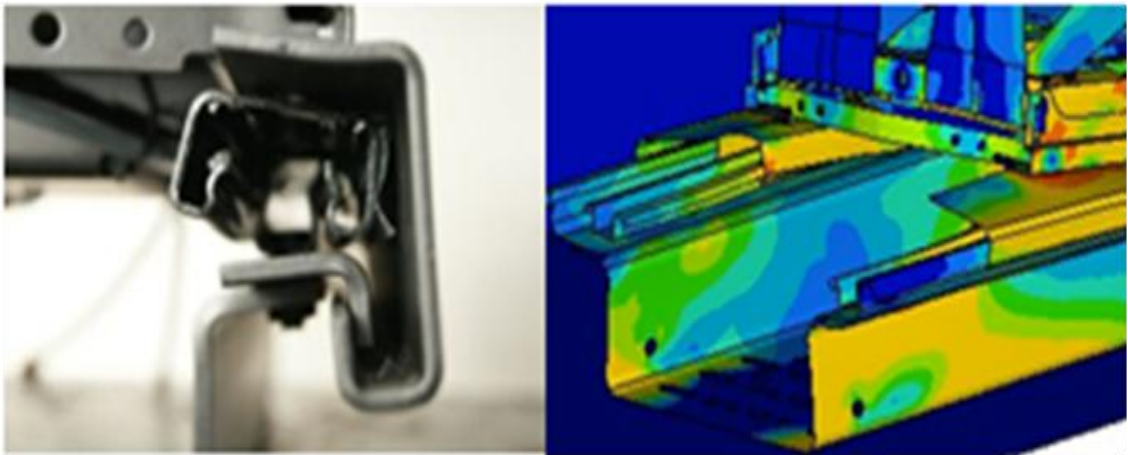
**Şekil 4.39.** Yüksek pedestallı koltuğun şekil değiştirmesinin arkadan görüntüsü

Şekil 4.40'de, ICP bar üzerindeki emniyet kemer tokasının bağlı olduğu ucun, uygulanan kuvvete karşı nasıl şekil değiştirdiği gösterilmektedir. Analiz sonuçları ve deneysel sonuçlar birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir.



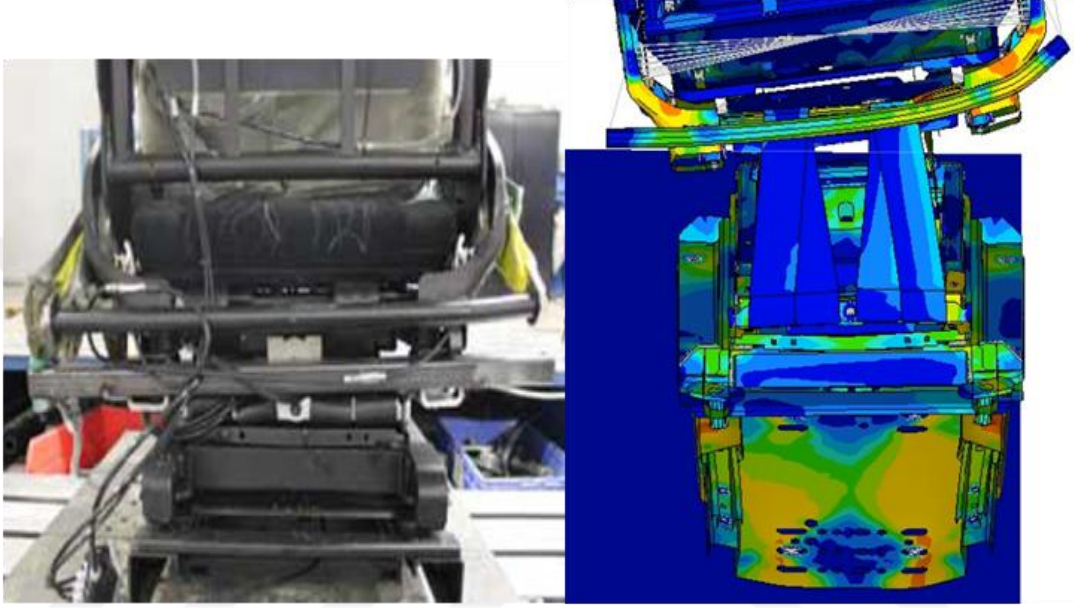
**Şekil 4.40.** ICP barın kemer tokası tarafının şekil değiştirmesi

Şekil 4.41'de, iç içe geçme kızak sisteminin uygulanan kuvvete karşı nasıl şekil değiştirdiği gösterilmektedir. Önceki tasarımlarda kızakların doğrudan maruz kalarak hasara neden olan kuvvet, bu tasarımda kızak kuvvetlendirici saclar üzerine aktarılmıştır. Bu kuvvetlendirici saclar da kızak sisteminin FMVSS 210 kuvvetlerine dayanmasını sağlamaktadır.



**Şekil 4.41.** İç içe geçme kızak sisteminin şekil değiştirmesi

Şekil 4.42'de döner adaptörlü koltuğun döner adaptör mekanizmasının ve döner adaptör ara konsolunun FMVSS 210 kuvvetlerine dayandığı gösterilmektedir. İç içe geçme sisteminin kuvvete dayanması ve elips şeklindeki mantar pimlerin U profillere tutunması sayesinde döner adaptörlü koltukta parçalanma yada yırtılma olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.42.Döner adaptörlü koltuğun şekil değiştirmesinin arkadan görüntüsü

## 5.SONUÇ

Mevcut tasarımlarda FMVSS 210 şartlarına göre, kaza anında emniyet kemerinin bağlantı noktalarına düşen kuvvetler dengelenememekte, aşırı kuvvete maruz kalan kızak mekanizmaları hasar alarak koltuğun yerinden oynamasına sebebiyet verebilmektedir. Bu durum da sürücü güvenliğini olumsuz etkilemektedir.Yapılan yeni tasarım, yukarıda bahsedilen problemleri ortadan kaldırmakta ve ilgili alanda teknik bir yenilik yapmaktadır.

Koltuk, analizlerde ön görülen deformasyonda kalarak çekme testlerinde parçalanma, dağılma, kopma ve kaynaklarda yırtılma meydana gelmemiştir. Test esnasında döner adaptör mekanizmasının mevcut durumda olduğu gibi yırtılıp dağılmamaktadır. Kuvvet U profiller ile mantar pimler arasında dengelenerek, doğrudan döner adaptör mekanizması üzerine etki etmemektedir. ICP bar sadece emniyet kemer tokasının takılı olduğu taraftan eğilerek, ön görülen deformasyonda kalmakta ve kaynaklarında kopma meydana gelmemektedir.İç içe geçme sac yapısı ile güçlendirilmiş konsol yapısı parçalanmayarak kuvvete dayandığı görülmektedir. Yine iç içe geçme sac yapısı sayesinde, kuvvet doğrudan kızak mekanizması üzerine etki etmeyerek kızakların yırtılması engellenmektedir. Test sonrası emniyet kemer mekanizması halen çalışır haldedir. Sacları birleştiren kaynaklarda herhangi bir çatlama yada kırılma olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda FMVSS 210 Amerika Standardı firma bünyesinde sonlu elemanlar analizi ile başarılı bir şekilde yapılmıştır. Bu yüklerin koltukta ne gibi hasar oluşturabileceği, nasıl bir güçlendirme yapılacağı; yapılan analizler sonucunda elde edilmiştir. Sonrasında numune koltuk bağımsız bir Amerika FMVSS laboratuvarına gönderilerek koltuğun homologasyon sertifikası alınması sağlanmıştır. Bu testlerin sonucunda koltuğun sonlu elemanlar analizlerinde ön görülen deformasyonda kalıp, uygulanan kuvvetlere gerekli süre boyunca dayandığı görülmüştür.

Bu çalışmada üç noktadan destekli emniyet kemerinin iki sabit noktasını üzerinde taşıyan, kaza anında üzerine düşen kuvvetlere dayanımı artırılmış sürücü koltuğu mekanizması yapılmıştır. Yeni parçalar tasarım programında oluşturulduktan sonra

yapılan sonlu elemanlar analizleri ile tasarım üzerinde yüklerin etki ettiği bölgeler görülmüş ve o bölgelerde tasarım iyileştirilmesi yapılmıştır. İyileştirmenin yeterli olup olmadığı tasarım sonu yapılan sonlu elemanlar analizi ile tekrar kontrol edilmiştir. En son olarak yeni tasarım şartlarında oluşturulmuş test koluğu gerçek çekme testine gönderilerek, koluğun çekme testinden başarılı bir şekilde geçtiği görülmüştür. Tasarım ilkelerinin tüm adımları bu çalışmada gerçekleştirilerek, mekanizmanın seri imalata geçmesi sağlanmıştır.



## KAYNAKLAR

- Dalgıç, K., Sağ E. 2017.** Sürücü Koltuğu Döner Adaptöründe Yenilik, Faydalı Model, 2017/22538
- DassaultSystems, 1994.** Catia V5 Software
- Deierlein, B. 2000.** Focuses on design features and innovations made on truck seats for safety and driver retention in the United States. *Fleet Equipment*, 26: 48-52 (AN: 3457526)
- HyperWorks, 1985.** Altair Opti Struct and Radioss Software
- Kaip, R.,Bargiel, D., Swailes, S. 2009.** Swivel Seating System. Patent, US2009174246
- Marini, H. N., Boyle, M. 2017.** Swivel Mechanism For Vehicle Seat. Patent, CN107249390
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K. H. 2004.** Engineering Design A Systematic Approach. Darmstadt, Aachen, Madgeburg, Germany, 620 pp.
- Şendeniz, G., Pişgin E. 2016.** FMVSS 210 Amerika Normuna Göre Ağır Ticari Araç Sürücü Koltuğu Geliştirme Çalışmaları. V.Bilgilendirme ve Ar-Ge Günleri Proje Poster Sunumu, 15-16 Mart 2016, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Şendeniz, G., Öztürk F. 2014.** Yolcu Koltuklarında Topoloji Tasarım ve Yaklaşımları ile Optimizasyon. 7. Otomotiv Teknolojileri Kongresi, 26-27 Mayıs 2014, Bursa.
- Skydel, S. 2008.** The Significance of Ergonomics in Seat Design for Safety, Comfort and Productivity. *Fleet Equipment*, 34: 40-42(A.N: 34238410)
- Slungare, H. B. 2017.** Vehicle Access Seating, Patent, US2017120776
- United Nations, 2003.** Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles with Regard to Safety Belt Anchorages, ECE R14 Regulation.
- U.S. Department of Transportation, 1994.** National Highway Traffic Safety Administration, FMVSS 210 Regulation

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Ebru PİŞGİN  
Doğum Yeri ve Tarihi :BURSA / 07.03.1991  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu

Lise :Bursa Anadolu Kız Lisesi/2009  
Lisans :Bülent Ecevit Üniversitesi Makine Mühendisliği/2013  
Yüksek Lisans :Uludağ Üniversitesi Otomotiv Mühendisliği/2018

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl :Grammer Koltuk Sistemleri A.Ş./2015-Devam

İletişim :Ebru.Pisgin@grammer.com  
ebruahci@gmail.com

### Yayınları

**Pişgin, E., Şendeniz, G. 2016.** FMVSS 210 Amerika Normuna Göre Ağır Ticari Araç Sürücü Koltuğu Geliştirme Çalışmaları.V.Bilgilendirme ve Ar-Ge Günleri Proje Poster Sunumu, 15-16 Mart 2016, Uludağ Üniversitesi, Bursa  
**Pişgin, E., Solmaz, E. 2018.** FMVSS 210 Normuna Göre Sürücü Koltuğu Geliştirilmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 23 (1), 353-368. DOI: 10.17482/uumfd.390068