

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TİCARİ ARAÇLARDA GÜVENLİK MEVZUATI GEREĞİ KOLTUK
BAĞLANTI DAYANIMINI ARTIRMAYA YÖNELİK BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ahmet Fazıl GÜZELSOY**

Anabilim Dalı : Makina Mühendisliği

Programı : KATI CİSİMLER MEKANİĞİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Oğuz ALTAY

Haziran 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TİCARİ ARAÇLARDA GÜVENLİK MEVZUATI GEREĞİ KOLTUK
BAĞLANTI DAYANIMINI ARTIRMAYA YÖNELİK BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ahmet Fazıl GÜZELSOY
(503081501)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Mayıs 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 07 Haziran 2011

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Oğuz ALTAY (İTÜ)
Eş Danışman :
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ata MUĞAN (İTÜ)
Prof. Dr. Uğur GÜVEN (YTÜ)**

Haziran 2011

Eşime ve Otuşan'a,

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hem uygulamaya yarar getirmesi hem de üniversite-sanayi işbirliğinin gelişimine katkıda bulunması amacıyla bilgi ve tecrübeleriyle çalışmama ışık tutan ve değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren sayın hocam ve tez danışmanım Yrd.Doç.Dr Oğuz Altay'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalıştığım kuruluştaki sayın müdürlerim İrfan Aloğlu, Armağan Hazar'a, ekip liderlerim Hüsnur Özlük, Sertan Aşkan'a, sevgili iş arkadaşlarım Murat Süslüoğlu'na ve Didem Çolakel'e anlayışları ve yardımları için teşekkürlerimi belirtmek isterim.

Son olarak her türlü özveriyi göstererek bugünlere gelmemi sağlayan, benden desteklerini ve sevgilerini hiç eksik etmeyen aileme şükranlarımı sunarım.

Haziran 2011

Ahmet Fazıl Güzelsoy

Makina Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
2. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİ	3
2.1 Otomotiv Endüstrisi	3
2.2 Teknolojik Gelişim İhtiyacı ve Yenilikler.....	4
2.2.1 Tüketici talebi	4
2.2.2 Küresel rekabet	5
2.2.3 Resmi mevzuatlar.....	5
2.2.4 Rekabetin getirdiği sorunlar.....	5
2.3 Ürün Tasarımı ve Geliştirme.....	6
2.3.1 Başarılı ürün geliştirme	6
2.3.2 Ürün tasarımı ve geliştirilmesi.....	7
2.3.3 Jenerik bir geliştirme süreci	7
2.4 Otomotiv Ürün Geliştirme Süreci	8
2.4.1 Kavram geliştirme.....	9
2.4.2 Ürün planlaması	10
2.4.3 Ürün tasarımı ve geliştirilmesi.....	10
2.4.4 Üretim süreci tasarımı ve geliştirilmesi	11
2.4.5 Süreç ve üretim değerlendirmesi.....	11
2.5 Otomotiv Ürün Geliştirme Sürecinde Koltuk Bağlantı Tasarımı.....	11
3. KOLTUK BAĞLANTI TASARIMI	13
3.1 Koltuk Bağlantısı Nedir?.....	13
3.2 Verimli Bir Koltuk ve Bağlantı Tasarımı.....	14
3.3 Güvenlik Konusunda Avrupa Birliği Uyum Yasası:.....	15
3.3.1 Koltuk tasarımında yeni yasanın gerekleri.....	16
3.3.2 Emniyet kemeri tasarımında yeni yasanın gerekleri.....	17
3.4 Ticari Araçlar	19
3.5 Mevcut Ticari Araç Koltuk Yapısı.....	20
3.6 Yeni Regülasyonu Sağlayabilecek Tasarım Önerisi	21
3.7 Koltuk Bağlantısında Yük Dağılımı Analizleri.....	31
3.7.1 Tasarım alanının belirlenmesi.....	31
3.7.2 Koltuk ve araç tabanında yük dağılımı	32
4. AVRUPA BİRLİĞİ GÜVENLİK YASALARINA UYGUN TASARIMIN ANALİZ VE TESTLERİ.....	35
4.1 CAE Analizleri	36
4.1.1 Çiftli Bağlantı Analizleri.....	37

4.1.2 Tekli Bağlantı Analizleri.....	38
4.1.3 Emniyet Kemeri Analizleri	39
4.2 Çarpışma-Kızak Test Sonuçları (Sled Test).....	40
4.2.1 Çiftli bağlantı çarpma testleri.....	41
4.2.1.1 2. Sıra çiftli bağlantı çarpma testi.....	41
4.2.1.2 3. Sıra çiftli bağlantı çarpma testi.....	43
4.2.1.3 4. Sıra çiftli bağlantı çarpma testi.....	43
4.2.1.4 5. Sıra çiftli bağlantı çarpma testi.....	44
4.2.2 Tekli Bağlantı Çarpışma Testleri	44
4.2.2.1 3. Sıra tekli bağlantı çarpışma testleri	45
4.2.2.2 4. Sıra tekli bağlantı çarpışma testleri	46
4.2.2.3 5. Sıra tekli bağlantı çarpışma testleri	47
4.3 Çekme Testleri.....	48
4.3.1 2. Sıra Çekme Testleri.....	48
4.3.2 3. Sıra Çekme Testleri.....	49
4.3.3 4. Sıra çekme testleri	50
4.3.4 5. Sıra çekme testleri	53
5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME.....	57
5.1 Yeni Tasarımın Onaylanması	57
5.2 Malzeme Bilgisi.....	58
5.3 Ön Çarpışma Testi ve Çekme Testleri.....	58
5.4 Kullanılan Yazılımlar	60
5.5 Analiz Sonuçları, Grafikler ve Test Dataları	61
5.6 Finansal Durum	61
KAYNAKLAR.....	93

KISALTMALAR

ECE	: Economic Commission for Europe
BIW	: Body In White
FMVSS	: Federal Motor Vehicle Safety Standards
NCAP	: New Car Assessment Programme
NVH	: Noise Vibration Harshness
RCAR	: Research Council for Automobile Repairs
MARTEK	: Motorlu Araçlar Teknik Komitesi
MCV	: Medium Commercial Vehicle

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 5.1: 2. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.....	62
Çizelge 5.2: 2. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi sonucu.....	63
Çizelge 5.3: 3. sıra tekli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.....	64
Çizelge 5.4: 3. sıra tekli koltuğa ait kızak testi sonucu.....	65
Çizelge 5.5: 3. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.....	66
Çizelge 5.6: 4. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.....	67
Çizelge 5.7: 4. sıra tekli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.....	68
Çizelge 5.8: 5. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.....	69
Çizelge 5.9: 4.& 5. sıra tekli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.....	70
Çizelge 5.10: Uzun şasi 5. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.....	71
Çizelge 5.11: Jumbo 6. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.....	72
Çizelge 5.12: Kızak testi forward laden sonucu.....	73
Çizelge 5.13: 13 nolu dataya ait kuvvet zaman diyagramları ve deformasyonlar.....	74
Çizelge 5.14: Taban bağlantı tüpünde açılı değişim analizi.....	75
Çizelge 5.15: 15 nolu dataya ait kuvvet zaman diyagramları ve deformasyonlar.....	76
Çizelge 5.16: 16 nolu dataya ait kuvvet zaman diyagramları ve deformasyonlar.....	77
Çizelge 5.17: 2. sıra çiftli koltuğa çarpışma testi detayları.....	78
Çizelge 5.18: 3. sıra tekli koltuğa ait çarpışma testi detayı.....	79
Çizelge 5.19: 2. sıra ikili koltuğa ait çekme testi detayı.....	80
Çizelge 5.20: 3. sıra ikili koltuğa ait çekme testi detayı.....	81
Çizelge 5.21: Yeni tasarım teknik resim çizimleri.....	83

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Bir ticari aracın genel yapısı.....	12
Şekil 3.1: Bir ticari aracın genel koltuk yapısı	13
Şekil 3.2: Mevcut ticari araç koltuk bağlantı yapısı.	17
Şekil 3.3: Yeni regulasyonu sağlayabilecek tasarım önerisi.	17
Şekil 3.4: Emniyet kemerlerine etkiyen kuvvet değerleri.	18
Şekil 3.5: Bir ticari aracın ikili koltuğu ve 3 noktalı emniyet kemerleri, ECE R14'e göre emniyet kemerine etkiyen kuvvetler.	19
Şekil 3.6: 17 kişilik bir ticari aracın koltuk yapısı.....	20
Şekil 3.7: Yeni regulasyonu sağlamayan mevcut koltuk bağlantısı.	21
Şekil 3.8: Farklı kesitlerde η ve ϕ arasındaki ilişki.	23
Şekil 3.9: Bölgesel bükülen dikdörtgen kesitli sütun.	24
Şekil 3.10: k_p Bozulma oranı.	26
Şekil 3.11: Bir kare kesitin eksenel katlanmasına ait yük – deformasyon karakteristiği.....	27
Şekil 3.12: Yeni regulasyonu sağlayabilecek tasarım önerisi.	29
Şekil 3.13: Eklenen yeni plaka ve bağlantılar (açık mavi renkte).	29
Şekil 3.14: Yenilenmiş koltuk bağlantısı.....	30
Şekil 3.15: Güçlendirilmiş yeni bağlantılar.	30
Şekil 3.16: Koltuk bağlantısına ait yapısal elemanlar ve tasarım alanı gösterimi.	32
Şekil 3.17: Çarpışma testi esnasında bağlantı noktasına ait yük dağılımı.	33
Şekil 4.1: Eski tasarımın 40 kph çarpma etkisi altındaki CAE analizi.	36
Şekil 4.2: Yeni tasarımın 40 kph çarpma etkisi altındaki CAE analizi.	37
Şekil 4.3: Orta Ticari Araç Koltuk Yapısı.....	38
Şekil 4.4: Tekli Koltuk Test Düzeneği.	38
Şekil 4.5: Tekli Koltuk Çarpma Testi Analizi.....	39
Şekil 4.6: Emniyet Kemer Dayanım Testi.....	39
Şekil 4.7: Emniyet Kemer Testi Yük-Zaman Grafiği.....	40
Şekil 4.8: 2. sıra çiftli koltuk çarpma testi ivme-zaman grafiği.....	41
Şekil 4.9 : 2. sıra çarpma testi test-manken pozisyonu.....	43
Şekil 4.10: 5. Sıra Çiftli Koltuk Manken Pozisyonu.	44
Şekil 4.11: Tekli Koltuk Çarpışma Testi Sonrası Görüntüsü.	45
Şekil 4.12: 3. Sıra Tekli Koltuk Çarpışma Testi İvme-Zaman Grafiği.	46
Şekil 4.13: 4. Sıra Tekli Koltuk Bağlantı Yapısı.	47
Şekil 4.14: 5. Sıra Tekli Koltuk Çarpışma Testi Manken Pozisyonu.....	47
Şekil 4.15: Çekme testi düzeneği.	48
Şekil 4.16: Test sonunda koltuk bağlantısının durumu.	49
Şekil 4.17: 3. Sıra ikili koltuk çekme test düzeneği.	50
Şekil 4.18: 4. Sıra ikili ve tekli koltuk çekme testi düzeneği.	51
Şekil 4.19: 4. Sıra taban bağlantısı test sonrası görünüm.	52
Şekil 4.20: 4. Sıra çekme testi kuvvet-yerdeğişimi grafiği.....	52

Şekil 4.21: 5. Sıra tekli koltuk çekme testi düzeneği.....	53
Şekil 4.22: 5. sıra ikili koltuk çekme testi düzeneği.	54
Şekil 4.23: 5. sıra test sonrası bağlantı durumu.	54
Şekil 4.24: 5. sıra ikili koltuk kuvvet-yerdeğişimi grafiği.....	55
Şekil 5.1: Yeni Tasarım Koltuk Bağlantıları.	57
Şekil 5.2: Ön çarpışma test düzeneği.....	59
Şekil 5.3: Ön çarpışma testi sonrası koltuk ve mankenlerin durumu.	59

TİCARİ ARAÇLARDA GÜVENLİK MEVZUATI GEREĞİ KOLTUK BAĞLANTI DAYANIMINI ARTIRMAYA YÖNELİK BİR UYGULAMA

ÖZET

Motorlu araçlar günümüz dünyasının en vazgeçilmez teknoloji ürünlerinin başında gelmektedir. Otomotiv sektörü 20. yüzyılın başından itibaren çok önemli gelişme göstermiş ve her geçen gün artan talebe, zorlu rekabet koşullarına rağmen daha fazla güvenlik, düşük ağırlıklık ve yüksek performansla cevap vermeye çalışmaktadır. Bu yoğun rekabet ortamı içerisinde üretici firmalar daha ucuz ve daha güvenli araçları daha kısa sürelerde tüketiciyle buluşturma amacı içerisinde ürün geliştirme süreçlerini olabildiğince kısa ve verimli tutma bilinci içerisindeyler.

Otomotiv geliştirme süreci içerisinde koltuk ve koltuk bağlantı tasarımının çok önemli bir rolü vardır. Dünya, Avrupa ve ülkemizdeki araç ve yolcu güvenliği ile ilgili mevzuatların önemli bir miktarı koltuk dayanımı ve emniyet kemeri ile ilgilidir. Yapılan birçok araç çarpışma testi ve trafik kazaları ile ilgili istatistikler göstermiştir ki, yeterli dayanıma sahip olmayan bir koltuk bağlantı tasarımı yolcu hayatını tehlikeye atmaktadır.

Araca ait güvelik sistemi oluşturulması araç tasarımının ilk temel aşamalarında başlar. Bu ilk tasarım aşamasında koltuk bağlantı yapısına gelen kuvvetler ve bu kuvvetlerin araç tabanı ve koltuk üzerindeki dağılımları göz önüne alınır. Koltuk dayanım testleri araçtan ilk beklenen dayanım gerekliliklerindedir. Çarpışma testleri sırasında hedef değerlere ulaşılabilmesi için optimum tasarım gereklerinin yerine getirilmesi önemlidir.

Bu çalışmada, 2010 yılı sonrasında Avrupa Birliği uyum yasaları çerçevesinde Türkiye’de geçerli olacak olan yeni güvenlik mevzuatını sağlayabilecek koltuk bağlantı tasarımı gerçekleştirilmiştir. Yolcu taşıma amaçlı ticari araç sınıfındaki tüm araçlar bu kanunun kapsamında olacaktır. Mevcut durumda 25 km/sa çarpma etkisine kadar dayanabilen koltuk bağlantı yapısı bu tasarım ile 40 km/sa çarpma etkisi dayanımına yükseltilmiştir. Yapılan tasarım önce bilgisayarlı analiz yöntemleri ile sonra gerçekleştirilen ön çarpma ve çekme testleri ile doğrulanmıştır.

A STUDY TO INCREASE THE SEAT ASSEMBLY STRENGTH BASED ON THE LEGAL REQUIREMENT OF A COMMERCIAL VEHICLE

SUMMARY

Motor vehicles are one of the most indispensable products in today's world of technology. The automotive sector has been showing a very significant progress since the beginning of the 20th century. Despite the challenging competitive conditions and growing demand, it tries to respond with more security, high performance and low-weight. In this intense competitive environment, car producers are trying to decrease product development process time and increase the efficiency in the aim of giving cheaper and safer vehicles to the customers.

In automotive development process, developing seat and the seat attachment has a very important role. A considerable amount of the legislations related to vehicle and passenger safety are for seats and seat belt' strength in U.S.A, Europe and Turkey. Most of the vehicle crash tests and related statistics of traffic accidents have shown that vehicles which has seats with not enough strength jeopardizes the lives of passengers.

The security system design is one of the initial processes of the basic design. In these early design stages, the forces which the seat attachment may come across and the load distributions are taken into consideration. The vehicle is expected to withstand the seat strength tests as an initial step of efficient design. During the crash tests, the optimum design for the fulfillment of the requirements is important to achieve the target values.

In this study, a new seat and seat attachment is designed which provides the European Union laws of the new security legislation which will be valid after the year 2010 in Turkey. All commercial vehicles for passenger transport will be within the scope of this legislation. Current seat attachments of MCVs can withstand the crash effect for 25 km/h however the seat structure and the seat connection of the new design can withstand 40 km/h crash effect and strength. This new design is confirmed by computerized methods of analysis and the physical tests as front crash tests and pull tests.

1. GİRİŞ

Otomobiller, günümüz dünyasında en önemli teknoloji ürünlerinin başında gelmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte icat edildikleri zamandan bu yana hep daha yeni ve daha farklı şekillerde otomobiller karşımıza çıkmıştır. Her zaman daha iyisini üretmek amacıyla yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan modeller otomotiv sektörünün zaman içinde geçirdiği aşamaları ortaya koyar. Üretilen her yeni modelle birlikte insanların üründen beklentilerindeki değişim ve buna bağlı olarak otomotiv firmalarının bu beklentilere yanıt verme çabaları otomotiv sektörünün gelişiminde başlıca etkenlerden biridir. İnsanların beklentilerine cevap verme amacıyla zamanla birçok otomotiv firması kurulmuş ve sektörde bir rekabet ortamı oluşmuştur.

Otomotiv sektöründe artan rekabet düzeyi geliştirilmekte olan ürünlerin her zamankinden daha ucuz, daha iyi ve daha hızlı müşteriyle buluşmasını gerektirir. Artan rekabet baskısından dolayı otomotiv ürün yelpazesi artmasına rağmen aynı zamanda ürün ömrü önemli ölçüde azalmıştır. Bu durum otomotiv firmalarının artan ürün çeşitliliğine karşın azalan ürün ömrü nedeniyle herbir üründen kar etme yükümlülüğünü ortaya koyar. Bu bağlamda otomotiv ürün geliştirme süreci önemli bir rol oynamaktadır.

Otomotiv ürün geliştirme sürecinde koltuk ve koltuk bağlantı tasarımının önemli bir rolü vardır. Araca konfor özellikleri katmanının yanında koltuk ve emniyet kemeri, aracın en önemli güvenlik unsurlarından birini oluşturmaktadır. Özellikle yolcu taşımaya yönelik olan ticari araçlarda koltuk ve koltuk bağlantı tasarımları çarpışma testlerinde en önemli güvenlik maddelerinden birisidir.

Koltuk bağlantısının güvenlik konusunda başlıca görevi çarpışma testleri sırasında istenilen dayanım değerlerini sağlamak ve aracın taban bölgesinden asla ayrılmayarak yolcunun can güvenliğini korumaktır. Bu güvenlik gerekliliklerinin bilinciyle tasarımcı tasarım aşamasının en başından itibaren koltuk bağlantı noktasına gelen kuvvetleri ve bu kuvvetlerin koltuk ve emniyet kemeri üzerine dağılımını uygun optimizasyon ve analiz yöntemlerini kullanarak tasarlar. Ön çarpışma ve ön

Çarpışma sırasındaki yk dağılımlı da bu kapsamda ilk tasarım aşamalarında dikkate alınarak koltuk bağlantı noktaları tasarlanır. Koltuk tasarımı, koltuk gövdesi, koltuğun araç tabanında bağlantısını sağlayan bağlantı bölümü ve emniyet kemeri tasarımından oluşur.

Otomotiv sektöründe gerçekleştirilen güvenlik amaçlı çarpışma testlerindeki en önemli konulardan birisi kaza esnasında yolcu koltuğunun araca bağlı kalmasıdır. Koltuğun yerinden ayrılması yolcunun ciddi yaralanmasına veya ölümüne yol açacaktır. Bu sebeple koltuk ve emniyet kemeri ile ilgili otomotiv yönetmeliğinde her yıl yenilikler ve düzenlemeler yapılarak yolcu güvenliği st seviyeye çıkarılmaya çalışılmaktadır. Koltuk dayanımını artırabilmek için yeni bir bağlantı noktası tasarımı yapmak gereklidir. Araç tabanındaki bağlantı nokta sayısının artırılması, bağlantı tüplerinin et kalınlıklarının artırılması ve bağlantı bölgesinin kafes yapısının değiştirilmesi üzerinde yapılacak olan iteratif çalışmalar sonucunda optimum tasarım seçilerek uygulamaya konulur. Bu çalışmada 25 kph çarpma hızına kadar dayanabilen koltuk bağlantılarının dayanımı 40 kph çarpma etkisine dayanacak Şekilde artırılarak sonuçlar irdelenmiştir.

2. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİ

2.1 Otomotiv Endüstrisi

Bir asırdan fazla bir süre önce geliştirilen otomobil, modern çağın ve toplumun gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. Otomobil insanların düşünce, çalışma, yaşama ve ulaşım tarzlarını etkilemiştir. İlk yıllarda pazara ulaşan otomobillerin önemli bir çeşitliliği ile birlikte yıllık üretim birkaç bin araçtan oluşuyordu. Her araç sınırlı seride ve az adetlerde üretiliyordu. Günümüzde her yıl milyonlarca otomobil dünyanın farklı yerlerinde üretilmektedir. Ancak temel tasarımlar arasında oldukça az farklılık bulunmaktadır. Her ne kadar birçok farklı araç modeli oldukça geniş bir seçenek çeşitliliği ile sunuluyor olsa da, esasen temel tasarım kavramları oldukça benzerdir.

Otomotiv endüstrisi tarihsel gelişim sürecinde çok önemli değişimler gerçekleştirmiştir. Sosyo demografik yapıdaki hızlı değişimler, önemli yasal yaptırımlar, her geçen gün hızla artan bilgi birikimi, ivmelenmiş bir küreselleşme oranı ve değişken müşteri tercihleri gibi birçok önemli eğilim sektörü şekillendirmektedir. Ayrıca şirket birleşmeleri, şirket alımları ve ortak girişimler gibi yöntemlerle çok büyük firmaların oluşumu sağlanmaktadır. Araştırmalar otomotiv endüstrisinin büyümeye devam edeceğini göstermektedir. Küreselleşmenin yeni fırsatlar anlamına geldiği gibi Çin ve Hindistan gibi ülkelerin önümüzdeki birkaç yıl içinde otomobil kullanıcılarını artırarak endüstrinin büyümesini teşvik etmesi beklenmektedir. Bu durum otomotiv endüstrisinin dünyadaki en etkili endüstrilerden biri olmayı sürdüreceği anlamına gelmektedir.

Bu koşullar göz önüne alındığında, yeni ürünlerin daha hızlı üretimi her zamankinden çok daha önemli bir hale gelmiştir. Ürünler endüstrideki yapısal değişimler ve yeni teknolojilerin gelişimlerinden faydalanarak müşterilerin gelişen ihtiyaç ve taleplerine yanıt vermelidir. Yeni ürün ortaya koyabilmenin merkezinde ürün geliştirme süreci yer alır. Yeterli ve etkin bir gelişim süreci olmaksızın, otomotiv endüstrisinin mevcut ve gelecekteki taleplerini karşılamak imkânsız hale gelecektir. Ancak başarılı bir ürün geliştirme sürecine ulaşmak kolay olmamakla

birlikte bu sürecin her görev ve aşamasının analiz ve iyileştirmesinde çaba sarf etmek gerekmektedir. 21. yüzyılda bir otomobilin tasarım, geliştirme ve üretimini idare etmek son derece karmaşık bir süreçtir. Hareketli pazarlar, teslim süreleri ve farklı teknolojik olasılıklar tasarımcı ve planlayıcıları ilgilendiren faktörlere verilebilecek örneklerden bazılarıdır. Tüm bu özellikler ürün geliştirme sektörünü araştırmak ve çalışmak için ilginç bir alan haline getirir.

2.2 Teknolojik Gelişim İhtiyacı ve Yenilikler

Teknolojik gelişme ve ilerlemeler otomotiv sektörünün büyümesinde çok önemli bir rol oynamıştır. Otomotiv üretiminin ilk yıllarında yenilikler sık ve önemliydi. O zamandan beri gelişmeler ve ilerlemeler hız kesmeden devam etmektedir. 21. yüzyılın başlarından itibaren sektördeki değişimin hızı dinamik bir şekilde otomobil kavramını etkileyecek birçok değişikliklere yol açmıştır. Yeni malzemelerin kullanımı, yapıştırıcı maddelerin yüksek oranlarda kullanımı, bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı, konfor talebine yönelik yeni tasarımlar ve hibrid motorların yaygınlaşması yaşanan değişikliklerden sadece bir kısmıdır. Günümüzde otomotiv sektörünü şekillendiren temel etkenler tüketici talebi, küresel rekabet ve resmi mevzuatlarıdır.

2.2.1 Tüketici talebi

Otomotiv sektörü zamanla değişip olgunlaştıkça, tüketiciler otomotiv ürünlerini seçerken daha detaycı ve talepkar hale geldiler. Günümüzde tüketiciler performans, özellik ve fiyat açısından araç türleri üzerinde önemli etkiye sahiptir. Mevcut geniş model çeşitliliği alıcıya istenen araç özellikleri konusunda oldukça kişisel olmayı sağlar. Tüketicinin gücü, üreticilerin daha ucuz, yakıt verimliliği yüksek, teknolojik olarak daha gelişmiş, daha güvenilir ve daha güzel arabalar üretme zorunluluğunu ortaya çıkardı. Rakiplerine karşı geri kalmaktan korkan otomotiv üreticileri, ürünlerini ne şekilde olursa olsun farklılaştırmak zorunda kaldılar. Bu duruma ek olarak, tüketiciler araçlarını daha uzun süreler kullanıp daha sık ikinci el satın almaktadırlar. Bu nedenle yenilik ve farklılaştırma son yıllarda bir değişmez haline geldi.

2.2.2 Küresel rekabet

Rekabet her zaman üretim endüstrisinin bir parçası olmuştur. Otomotiv sektöründe rekabet gerçek anlamda 1980'ler döneminde Amerikalı araba üretücülerinin yalın üretim felsefesini uygulamaya başlayan Japon üreticileri ile rekabet etmeye çabalamalarıyla başladı. Böylece Amerikalı üreticiler kalite, verimlilik ve atık yönetimi geliştirilmesine odaklanarak kendi üretim yöntemlerini değiştirmek zorunda kaldılar. Günümüzde yoğun rekabet olmakla birlikte tasarım, geliştirme ve üretim faaliyetlerinin mümkün olan en yüksek verimlilikte yapılmasına ihtiyaç duymaktadır. Yenilikler ve teknolojik gelişmeler sürekli devam eden bir süreç olmalıdır. Bu süreçte araç başına sabit maliyetleri azaltmak için büyük ölçekli üretim yapmak gerekir. Ancak giderek artan özelleştirilmiş araçlar ve yükselen yatırım maliyetleri ile mücadele için şirketler model aralıkları arasındaki parçaları standartlaştırma, araştırma-geliştirme maliyetlerini paylaşma gibi yöntemlere başvurmaktadır.

2.2.3 Resmi mevzuatlar

Resmi mevzuatının otomotiv gelişimi ve teknolojik yenilik üzerinde önemli bir etkisi vardır. Otomotiv endüstrisi devletler ve yönetimlerle sürekli bir etkileşim, bazen de çatışma halindedir. Devletler otomotiv şirketlerini başlıca iki yoldan etkileyebilir. Birincisi uluslar arası rekabet nedeniyle devletler yerli üreticileri korumak ve teşvik etmek amacıyla yurtdışı ithalatı sınırlamak için vergileri dahil etmiştir. İkinci olarak devletler endüstrinin yerine getirmesi gereken standartlar ve düzenlemeler belirlemiştir. Bu durum otomotiv üreticilerini teknolojik araştırma ve geliştirme yoluyla standartları elde etmek için birçok farklı teknikleri araştırmaya yöneltmiştir.

2.2.4 Rekabetin getirdiği sorunlar

Ürünün pazara sürüm sürecindeki rekabetin baskın olduğu günümüz piyasasında başarının anahtarı, ürün konsepti ve ürünün gerçekleşmesi arasındaki zamanı en aza indirmektir. Ürün konseptinin pazarla buluşma zamanını kısaltmanın bir yolu da, otomotivde tasarım tekrarlamalarının azaltılmasıdır. Tasarım ve geliştirme süresince ortaya çıkan bu faydasız tekrarlamalar, maliyeti artırıp yeni ürünün piyasadaki tanıtımı geciktirir. Bu gecikme, otomotiv üretim şirketi için performansını ve nihai başarısını etkileyen önemli fırsat ve rekabet kaybı anlamına gelir. Bu durum, günümüz otomotiv endüstrisinde anahtar rolün, otomotiv ürün geliştirme sürecinde olduğunu açıkça gösterir. Bu aynı zamanda gelecekteki ürün başarısında belirleyici

olmanın yanında bir ürün başarısızlığının da nedeni olabilir. İşte bu nedenler sebebiyle, otomotiv şirketleri ürün geliştirme sürecinin sürekli gelişimi üzerinde yoğunlaşmak zorundadırlar.

2.3 Ürün Tasarımı ve Geliştirme

Üretim şirketlerinin başarısı, şirketlerin müşterilerin ihtiyaçlarını belirlemedeki ve bu ihtiyaçları karşılayacak mümkün olan en az maliyetle birlikte yeni ürünler yaratarak hızlı cevap verme yeteneğine bağlıdır. Bu hedefleri elde etmek yalnızca pazarlama, tasarım ve üretim sorunu değil, aynı zamanda bir ürün tasarım ve geliştirme sorunudur. Bir kuruluş tarafından müşterilerine satılan bir şeye ürün adı verilir. Bir pazar fırsatının fark edilmesiyle başlayıp üretim, satış ve ürün teslimi ile biten bir takım faaliyetlerine ise ürün geliştirme adı verilir. Tasarımın tanımı içinse çok sayıda farklı bakış gözlemlenebilir. Ancak mühendislik bakış açısına göre tasarım insan hayatının neredeyse bütün alanlarını etkileyen, bilimin kural ve anlayışlarını kullanan, özel tecrübe üzerine inşa edilen ve çözüm fikirlerinin fiziki gerçekleşmesi için önkoşullar sağlayan bir aktivite olarak tanımlanabilir.

2.3.1 Başarılı ürün geliştirme

Ekonomik bir bakış açısına göre başarılı ürün geliştirme, karlı üretilip satılabilen ürünler anlamına gelir. Karlılığın ise genellikle belirlenmesi güçtür. Nihai olarak tümü kar ile ilgili olan beş belirli ölçü genellikle ürün geliştirme girişimi performansını ölçmek için kullanılır;

- Ürün kalitesi: Ürün ne kadar iyidir? Müşteri ihtiyaçlarını karşılıyor mu? Güvenilir mi? Ürün kalitesi sonunda müşterilerin ürün için ödemeye istekli oldukları ücrete yansıtılır.
- Ürün maliyeti: Üretim maliyeti nedir? Neleri içerir? Ürün maliyeti şirkete belli bir satış hacmi ve belli bir satış fiyatı için payına ne kadar kar düşeceğini belirler.
- Geliştirme süresi: Tasarım sürecini tamamlamak ne kadar sürüyor? Geliştirme süresi, firmanın rekabetçi güçlere ve teknolojik değişimlere ne kadar duyarlı olduğunu belirler.

- Geliştirme maliyeti: Bir ürün geliştirmenin maliyeti nedir? Geliştirme maliyeti bir ürünün karlılık hedeflerine ulaşmak için gereken toplam yatırımın önemli bir kısmıdır.
- Geliştirme yeteneği: Takım ve şirket deneyimleri sayesinde gelecek ürünlerini daha iyi bir şekilde geliştirmeye hazırlar mı? Geliştirme yeteneği şirketin gelecekte ürünleri daha yeterli ve ekonomik olarak geliştirmesinde kullanılabilir bir değerdir.

2.3.2 Ürün tasarımı ve geliştirilmesi

Ürün geliştirme, bir şirketin hemen hemen bütün bölümlerinden katılıma ihtiyaç duyan disiplinler arası bir faaliyettir. Ancak bir ürün geliştirme projesinde daima üç temel işlev bulunmaktadır;

- Pazarlama: Pazarlama işlevi, firma ve müşterileri arasındadır. Pazarlama genel olarak ürün fırsatlarını gözlemler, piyasada ürün bölümlerini tanımlar ve müşteri ihtiyaçlarını belirler.
- Tasarım: Tasarım işlevi, ürünün müşteri ihtiyaçlarının en iyi şekilde karşılanması için fiziksel şeklini belirlemesine öncülük eder. Tasarım işlevi mühendislik ve endüstriyel tasarımın ikisini birden kapsar.
- Üretim: Üretim işlevi temel olarak tasarlanmış ürünü üretmek için üretim sistemini tasarlamak ve işletmekten sorumludur. Her ne kadar pazarlama, tasarım ve üretim arasındaki etkileşim bir ürün geliştirme sürecinde çok önemli olarak tanımlanmış olsa da, finans ve satış gibi bir ürünün geliştirilmesinde sıklıkla yer alan birçok diğer işlev de bulunmaktadır.

2.3.3 Jenerik bir geliştirme süreci

Bir adımlar dizisinin bir takım girdiden bir takım çıktıya dönüşmesine süreç denir. Bir ürün geliştirme süreci ise bir şirketin bir ürünü tasarlamak, ortaya çıkarmak ve satmak için kullandığı bir takım adım veya etkinliklerdir. Her ne kadar bazı şirketler üretim süreçlerinin ne olduğu ve hangi adımları içerdiğini mükemmel bir şekilde tanımlayabilseler de, diğerleri kendi süreçlerini tanımlayamamış olabilirler. Bunlar arasında jenerik bir ürün geliştirme süreci tanımlanabilir. Jenerik ürün geliştirme süreci altı aşamadan oluşmaktadır;

1. Planlama: Planlama faaliyetleri proje onayından önce gelir. Bu aşama kurumsal strateji ile başlar ve teknoloji gelişmelerinin ve pazar hedeflerinin değerlendirmesini de içerir. Bu aşamanın ürünü görev listesidir.
2. Kavram Geliştirme: Kavram geliştirme aşamasında, hedef pazarın ihtiyaçları tespit edilir, alternatif ürün kavramları oluşturulup değerlendirilir ve bir veya birden fazla kavram daha da geliştirilmesi için seçilir.
3. Sistem Düzey Tasarımı: Sistem düzey tasarımı aşaması ürün mimarisi tanımı ve ürünün alt sistemleri ve parçalarının ayrışmasını içerir. Bu aşamanın ürünü bir geometrik tasarımını, işlevsel özelliklerini ve ürün montajı için süreç akış diyagramını içerir.
4. Ayrıntı Tasarımı: Ayrıntı tasarım aşaması geometri ve malzemelerin tüm özelliklerini, bütün benzersiz parçaların dayanıklılığını ve tedarikçilerden satın alınacak bütün standart parçaların tanımlanmasını içerir. Bir süreç planı başlatılıp üretilecek her parça için aletler tasarlanır. Bu aşamanın ürünü ise ürünün kontrol belgeleridir.
5. Test Etme ve Düzeltme: Test ve düzeltme aşaması ürünün birden fazla üretim öncesi sürümlerinin yapımını ve değerlendirmesini içerir.
6. Üretim Adedinin Artırılması: Üretim adedinin artırılması aşamasında, ürün amaçlanan üretim sistemi kullanılarak yapılmıştır ancak seri üretimin gerekliliği olan yüksek adette üretime geçerken bazı sorunlarla karşılaşılması muhtemeldir. Bu nedenle bu aşamada iş gücünü yetiştirmek ve üretim sisteminin kalan herhangi bir problemini çözmek hedeflenir.

2.4 Otomotiv Ürün Geliştirme Süreci

Bir otomobil birçok farklı karmaşık hedefi karşılaması gereken karmaşık bir üründür. Araçların müşterileri çekmek için doğru bir maliyet ve özellik kombinasyonuna sahip olmaları gerekir. Araçlar yönetimler ve kurumlar tarafından belirlenen standartları yerine getirip kurumsal politikalar tarafından belirlenen stratejik hedefleri de başarmak zorundadırlar. Otomotiv şirketlerinin görevi bu hedefleri tasarım, mühendislik ve üretim yeteneklerinin kombinasyonu vasıtası ile gerçekleştirip, ürün tasarlandığında toplam maliyetin % 70'i çoktan taahhüt edilmiş olduğunu göz önüne almaktır. Bir arabanın karşılaması gereken bütün şartlar sadece

nihai bileşimi değil, aynı zamanda aracın geliştirilmesini ve üretimini içeren süreçleri de etkiler. Bu faktörlerin etkisini daha iyi anlamak için otomotiv ürün geliştirmesi sürecinin temellerini bilmek önemlidir.

Her araba üreticisinin kendine ait ürün geliştirme süreci bulunur ve otomotiv endüstrisinde farklı otomotiv firmaları gibi birçok farklı süreç de yer alır. Şirketten şirkete kaygılar farklıdır, bu yüzden farklı bölge ve görevler geliştirme sürecini oluşturur ve elde edilen sonuçta yapıların bir şirketten diğerine farklılaştığı görülür. Ancak otomobil geliştirmesinde yer alan büyük temel etkinlikleri tespit edip tanımlamak mümkündür.

2.4.1 Kavram geliştirme

Otomobil ürün geliştirme sürecindeki ilk aşama kavram üretimi veya kavram geliştirme olarak adlandırılabilir. Bu aşama süresince gelecek pazar ihtiyaçları, ürün olasılıkları ve stratejik hedefler gelecek yeni otomobilin konfigürasyonunu önceden tanımlamak için girdi olarak kullanılır. Tanımlanmış özellikleri yerine getirirken, tasarım konsepti hangi araç özelliklerinin hedeflenen müşteriye çekmek için faydalı olacağını gösterir. Kavram aracın kişiliğini ifade ederek, müşterinin ürünü hangi yoldan algılaması gerektiğine yol göstermeyi amaçlamaktadır.

Ana bilgi kaynakları tespit edildikten sonra kesin girdiler kavram geliştirme aşamasında dahil edilecektir. İlk olarak pazar araştırmasından gelen pazar bilgisi ve müşteriden gelen geribildirim ürün özelliklerinde müşteri tercihlerini belirlemede kullanılır. İkinci olarak şirket politikaları kavramın gelişmesinde girdi olarak kullanılır. Stratejik planlar pazar eğilimlerini, hedef müşterileri, ürünün ait olduğu sınıf değerlendirmesini, ürün fiyatını ve kurumsal kimliği içerir. Son olarak da teknik girdiler dikkate alınır.

Teknolojik gelişmeler ve kullanılabilirlikleri bir kavramın geliştirilmesinde anahtar role sahip olarak görülebilir. Öte yandan mevcut ürünlere yeni teknolojilerin eklenmesi bu teknolojilerin ilk kez denenmesi anlamına gelir. Otomotiv endüstrisinde, teknoloji gelişimi ve yeni ürün kavramları üretilmesi birbirini tamamlayan iki terimdir. Kavram geliştirme ile ilgili olarak her üreticinin girdiler anlamında farklı değerleri bulunmasına rağmen, kavram geliştirme bütün geliştirme süreçleri için kritik anlam taşımaktadır. Kavram geliştirme ürünün geliştirilmesi için

gereken bütün hedef özelliklerini ve niteliklerini tespit edip böylece sürecin sonuçlarının hangi kriterlere karşı değerlendirilebileceğini belirler.

2.4.2 Ürün planlaması

Kavram geliştirme ve ürün mühendisliğini birleştiren evreye ürün planlaması adı verilir. Ürün planlamasının rolü şirketin ticari başarısı için son derece önemlidir. Ürün konsepti dikkatli bir şekilde tanımlanarak seçilip onaylandıktan sonra, ürün planlama aşaması boyunca daha hassas özellikler oluşturulur. Ürün planlayıcıları mevcut üretim maliyetleri ve gerekli kar hedeflerine dayanan maliyet ve performans hedeflerini belirlerler. Araç tasarımı, bileşen seçimi ve paket düzeni ürün konseptinin özünü yansıtacak bir çaba içinde dikkate alınır. Bir ürün projesi hazırlamak performans, maliyet, bileşen seçimi, tasarım ve düzen ile başlangıçtaki konsept arasındaki karmaşık ilişkiyi dengelemek anlamına gelmektedir. Ürün konseptine uygun olan başarılı bir ürün planı geliştirmek için ürün planlayıcılarının yanı sıra, konsept geliştiricileri ve ürün planlayıcıları arasında olması gereken yakın işbirliği ve iletişim sürecin başarısı için hayati önem taşımaktadır.

2.4.3 Ürün tasarımı ve geliştirilmesi

Ürün planı üst düzey yönetimin desteğini aldığı anda ürün geliştirme mühendisliği çalışmalarına başlar. Ürün geliştirme mühendisliği aşaması olarak da adlandırılan ürün tasarımı ve geliştirilmesi aşaması daha önce geliştirilen ürün planını yürütmek için hizmet verir. Her ne kadar tasarım ve ürün özellikleri belirlenmiş olsa da, ürün geliştirme mühendisliği hala birçok zorluklarla karşı karşıyadır.

Otomotiv şirketlerinin birçoğu ürün tasarım ve geliştirmesini aynı yöntemlerle yönetir. Aracın tasarım ve mühendisliği gövde, şasi, aktarma organları ve iç mekan gibi ana işlevsel birimlere odaklanan ayrı bölümler tarafından yapılır. Bu bölümler aracın bir bütün olarak koordinasyonu ve mühendisliği çok karmaşık olduğundan kurulmuştur.

Ürün geliştirme sürecinde teknisyenler ürün özelliklerini karşılamak için parçaların çizimlerini yaparlar. Bu tasarımlar prototip araç üretimleri sırasında test edilir. Daha sonra sonuçlar analiz edilip tasarım üzerinde değişiklikler yapılır. Bu şekilde tatmin edici performans seviyelerine ulaşılan dek değerlendirme süreci devam eder. Araştırma ve ürün geliştirme bölümlerinin katılımlarına rağmen bu aşamadaki teknik bilginin çoğu mevcut ve önceki araçlarla olan uygulamalara bağlıdır. Bu uygulama

geliştirme süresini azaltarak tasarımı kolaylaştırmak ve yeni parçaların geliştirilmesi ve üretimi ile ilgili maliyeti düşürmek amacını güder.

2.4.4 Üretim süreci tasarımı ve geliştirilmesi

Süreç mühendisliği aşaması olarak da bilinen süreç tasarım ve geliştirilmesi aşamasında ürün tasarım özellikleri, aracın üretimi ile ilgili olan üretim süreçlerine gereken araç, ekipman, işçi becerileri ve çalışma prosedürlerini belirleyen bilgi haline dönüştürülür. Ürün tasarım özellikleri ürün planlama aşamasından gelen ayrıntılı çizimler, prototipler ve bilgiler içerir. Üretimin yapılacağı fabrika seçimi, sermaye yatırımı, yatırım seviyeleri ve iş gücü teklifleri gibi unsurları da içeren modelin tüm üretim planı, ürün planlamasının bir parçası olarak kabul edilir.

Bu aşama genellikle üretim bölümünün görevi olup, kendiliğinden ürün geliştirme mühendisliği bölümlerinden ayrılır. Ürün geliştirme mühendisliği gibi süreç mühendisliği de kalıphane, dökümhane, talaşlı imalat, kaynak ve boyahane gibi bireysel süreçler üzerine odaklanan bölümlerle işlevsel olarak ayrılmıştır.

2.4.5 Süreç ve üretim değerlendirme

Üretim ve süreç değerlendirme aşamasında seri üretim öncesi testler ve denemeler yer alır. Süreç ve ürün tanımlandıktan sonra performans sonuçlarının incelenmesi ve değerlendirilmesi için alet ve ekipman test süresi bulunur. Sonuçlara dayanarak alet ve ekipmanın tasarımında modifikasyonlar yapılır ve kabul edilebilir bir performans elde edilinceye kadar bu döngü tekrarlanır. Bu aşamada pilot (öncü) bir üretim çalışması, pilot bir üretim tesisi yada gerçek bir imalathanede yapılabilir. Tatmin edici sonuçlar elde edildikten sonra ticari üretim için süreç onaylanır ve geliştirme süreci tam ölçekli üretime doğru ilerler.

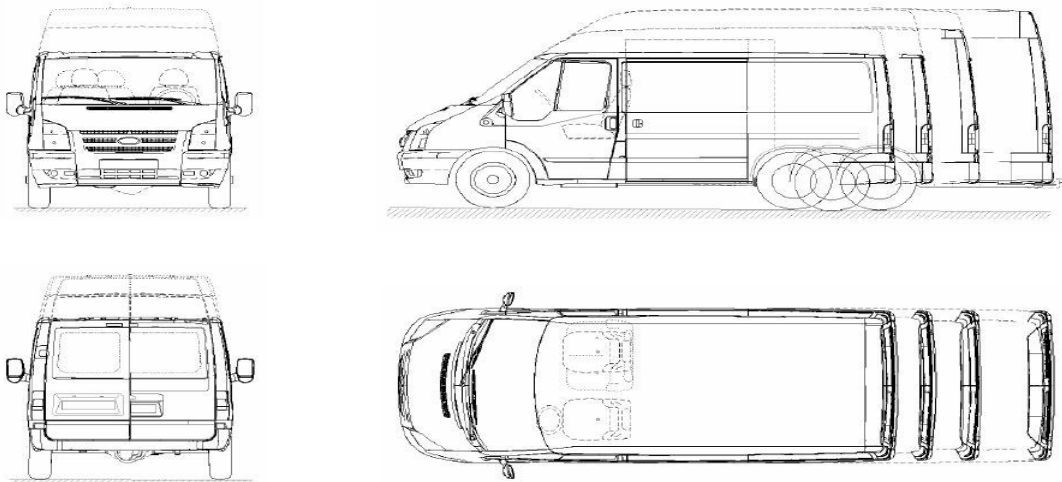
2.5 Otomotiv Ürün Geliştirme Sürecinde Koltuk Bağlantı Tasarımı

Koltuk Bağlantı Tasarımı otomobilin genellikle aracın statik ve dinamik eğilme ve burulma direncine katkıda bulunan bağlantı parçalarının birleşimi olarak tanımlanabilir. Koltuk bir otomobilde araç içi tasarımında en önemli ana parçalardan bir olmasının yanı sıra yolcu emniyeti ve araç güvenliği konusundaki en kritik montaj elemanı durumundadır.

Koltuk geliştirme süreci tek başına bir ürün geliştirme sürecini oluşturur ve aracın alt gövdesine montajına kadar devam eder. Bu süreç tasarım süreciyle başlar, test

süreciyle devam eder ve üretilen gövde ile sona erer. Bir otomotiv koltuk sistemi tasarlanırken sürekli artan birçok farklı ihtiyaç göz önünde bulundurulur. Yolcu taşımaya yönelik orta ticari araç sınıfındaki araçlarda koltuk sayısı yolcu sayısı anlamına geleceği için araç tasarımı tamamen koltuk sayısı ve dağılımı göz önünde bulundurularak yapılır. M1 kategorisi araçlarda yük dağılımı hesaplanırken, katlanır koltuklar dâhil, her koltukta oturan yolcu ağırlığı 68 kg olarak alınır ayrıca bagaj bölmesinde, sürücü ve her yolcu için 7'şer kg bagaj kabul edilir Hesaplamada 91/21/AT Yönetmeliğinde yer alan usuller uygulanır. Bu noktada aracın taşıma kapasitesi, toplam ağırlığı, tüm şasi sisteminin dizaynı ve aracın boyutları koltuk sayısı doğrultusunda yapılır.

Koltuk ve bağlantı tasarımı uygulamalarında yeni malzemelerin kullanımı ve uygulamaları ele alındığında otomotiv üreticileri ve malzeme tedarikçilerinin birçok temel kriteri incelemeleri gerekmektedir. Otomobil tasarımcıları için kritik öneme sahip malzeme özellikleri dayanım, sertlik, yoğunluk, esneklik, şekillendirilebilirlik, korozyon direnci, çökme direnci, darbe direnci, boyutsal dayanıklılık ve yüzey özelliklerini içerir. Bilinen yöntemler kullanılarak malzeme alternatiflerinin üretilebilirliği de endüstri için hayati önem arz eder. Mevcut parçaların imalat ve montajı ile uyumlu ya da mevcut üretim süreçleri içine kolaylıkla yerleştirilen malzemeler diğer aday malzemeler üzerinde rekabetçi bir avantaj oluştururlar. Düşünülen malzeme seçimlerinin maliyetleri ayrıca seçimde belirleyici temel bir faktördür. Malzeme fiyatları ve imalat ve montaj için ilgili üretim maliyetleri malzeme karar verme süreci boyunca dikkatli bir biçimde gözden geçirilmelidir.



Şekil 2.1: Bir ticari aracın genel yapısı

3. KOLTUK BAĞLANTI TASARIMI

3.1 Koltuk Bağlantısı Nedir?

Koltuk bağlantısı, koltuğun araç gövdesine bağlantısını oluşturan ve koltuğa etkiyecek ağırlığı taşıma görevi yapan parçalar bütünüdür. Mevcut durumda bu bağlantı levha sistemi veya boru sistemi şeklinde olabilmektedir. Boru tipi bağlantıda bağlantı dayanımı artırmak için çeşitli kafes sistemi çeşitleri kullanılabilir. M1 sınıfı ticari araçlarda 8'den fazla yolcu taşıma kapasitesi bulunduğu için koltuk ve koltuk bağlantıları iç tasarımın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu bağlantı taban tahtasını aşarak aracın BIW bölümüne monte edilmektedir. Aşağıda bir ticari araç gövdesindeki koltuk yapısı örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Bir ticari aracın genel koltuk yapısı.

Mühendislik bakış açısı ile koltuk yapısı; koltuk gövdesi, emniyet kemeri ve koltuk bağlantısını oluşturan kirişlerden, borulardan ve bağlantının genel özelliklerinin saptanması için birbirini etkileyen birleşimlerden oluşan bir grup olarak düşünülebilir. Bu kirişler ve borular, diğer etkenlerle beraber dayanıklılık, ve mukavemet gibi yerel özelliklerin elde edilmesi için diğer parçalarla birleştirilmiş noktalarda sık sık takviye edilmişlerdir.

3.2 Verimli Bir Koltuk ve Bağlantı Tasarımı

Verimli bir koltuk ve bağlantı yapısı geliştirme, aşağıda sıralananları da içerisine alarak birçok girdi ve kısıtlamaları dengelemeyi gerektirir:

- Güvenlik regülasyonlarına uyum
- Düzenleyici kurumlar tarafından belirlenen gereklilikler
- Müşteri beklentileri
- Paketleme
- Mukavemet
- Üretimin uygulanabilirliği
- Montajın uygulanabilirliği
- Görünüm
- Maliyet / ağırlık / yatırım
- Diğer sistemlerle uyum

Bunlar gibi birçok girdi ve kısıtlamaları dengeleyerek, nihai koltuk yapısında; geniş çaplı müşteri kullanımı ve güvenlik koşulları altında tasarım yapılmalıdır. Koltuk ve emniyet kemeri sisteminin dayanımı kaza esnasında yolcu güvenliği açısından en önemli konudur. Bir binek aracın saatte 80 km/s hızla yapılan düz duvar çarpma testinde;

- Çarpışmadan 26 milisaniye sonra ön tamponlar araca gömülmüştür.
- Araç kendi ağırlığının 30 katı kadar bir kuvvetle frenlenir. Sürücü ve yolcular kemer ile bağlı değilse, kemer koparsa veya koltuk bağlantısı koparsa 80 km sürat ile araç içinde harekete devam ederler.
- 39 milisaniye sonra sürücü koltuğuyla beraber 15 cm öne doğru fırlamıştır.
- 44 milisaniye sonra sürücü göğüs kafesiyle direksiyona çarpar.
- 50 milisaniye sonra araç ve içindekiler üzerinde etkiyen yavaşlatıcı kuvvet 80 G ye ulaşır (yani kendi ağırlıklarının 80 katı büyüklükte bir kuvvet üzerlerinde etkir)
- 68 milisaniye sonra sürücü 9 tonluk bir kuvvetle gösterge paneline çarpar.
- 92 milisaniye sonra sürücü yanındaki yolcuyla beraber aynı anda kafasını ön cama çarpar, yolcu bu çarpmayla kafasına ölümcül bir darbe alarak camdan dışarıya fırlar.
- 100 milisaniye sonra direksiyon tarafından tutulan sürücü tekrar aracın içine düşer.
- 110 milisaniye sonra araç yavaşça geriye çekilmeye baslar.

- 113 milisaniye sonra sürücünün arkasında oturan yolcu sürücü seviyesine yükselir ve kafasıyla sert bir darbe yapar aynı anda kendisi de ölümcül bir darbe almıştır.
- 150 milisaniye sonra tekrar sessizlik egemen olur cam, çelik, plastik parçaları yere düşer.
- 200 milisaniyeden daha kısa bir süre içerisinde her şey biter.

Ortaya çıkan enerji çok yüksektir. 80 km/s hız 1 ton ağırlığındaki bir otomobili 30 metre yukarıya fırlatabilir. Bu test göstermiştir ki koltuk veya emniyet kemerinin yeterli dayanımda tasarlanmaması ölümcül sonuçlanacaktır. Orta ticari araçlarda yolcu sayısı 8 ila 24 arasında değişmektedir. Bu da her sıra koltuk için farklı tasarım gerektirmektedir.

3.3 Güvenlik Konusunda Avrupa Birliği Uyum Yasası:

Türkiye 2010 yılından itibaren ECE (Economic Commission for Europe) kanunları çerçevesinde R14 ve R17 maddeleri başta olmak üzere orta sınıf ticari araçlarda birçok güvenlik yasına uymak durumundadır. Koltuk ve koltuk bağlantı noktası dayanımı yakından ilgilendiren bu maddeler doğrultusunda Türkiye’de çeşitli resmi test merkezleri de oluşturulmuştur. Bu kararlar MARTEK toplantısında kabul edilmiştir.

23 Haziran 2009 tarihinde 103. MARTEK toplantısı gerçekleştirilmiştir. Bu toplantıda aşağıdaki kararlar kabul edilmiştir:

1- 102. MARTEK kararlarının kabulüne,

2- AB direktifleri ve BM/AEK Regülasyonları uyumlaştırma çalışmalarının devamına,

8- a) ODTÜ BİLTİR Merkezinin 74 / 408 / AT (Motorlu Araçların Koltukları, Bağlantıları ve Koltuk Başlıkları ile ilgili Tip Onayı Yönetmeliği) ve ECE R-17 , ECE R-80 Kapsamında Yer Alan Dinamik Deneyler,

77 / 541 / AT (Motorlu Araçların Emniyet Kemerleri ve Bağlama Sistemleri İle İlgili Tip Onayı Yönetmeliği) ve ECE R-16 kapsamında,

b) SEGE Taşıtlar Koltukları Otomotiv San. Ve Tic. Ltd. Şti. Firmasının 74/408/AT Yönetmeliğinde tanımlanan EK-III B (Aracın Bağlantılarının Deney İşlemi) ve EK-III E (Statik Deney Şartları ve İşlem) ve eşdeğeri olan R-80 kapsamında,

c) GRAMMER A.Ş. 76 / 115 / AT (Motorlu Araçların Emniyet Kemerleri İçin Bağlantı Parçaları İle İlgili Tip Onayı Yönetmeliği) ve eşdeğeri ECE R-14 Regülasyonu kapsamında,

yer alan tip onayı testlerini yapmaya uygun olduğu MARTEK komisyonu tarafından tespit edilmiş olup, söz konusu firmaların yetkili teknik servislerce kullanılmak üzere laboratuvar olarak atanmasına,

16- OSD tarafından gündeme getirilen; 01.01.2009 tarihinden önce üretilen ve tescil edilmeyen N kategorisi ile 13.02.2009 tarihinden önce üretilen ve tescil edilmeyen M2 ve M3 kategorisi araçlar ile 2009 yılı için sınırlı sayıda imalat izni almış araçların tadilat yönüyle koltuk ilavelerinde aranacak şartlarla ve diğer değişiklik taleplerinin derlenerek AITM yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına,

Oybirliği ile karar verilmiştir.

3.3.1 Koltuk tasarımında yeni yasanın gerekleri

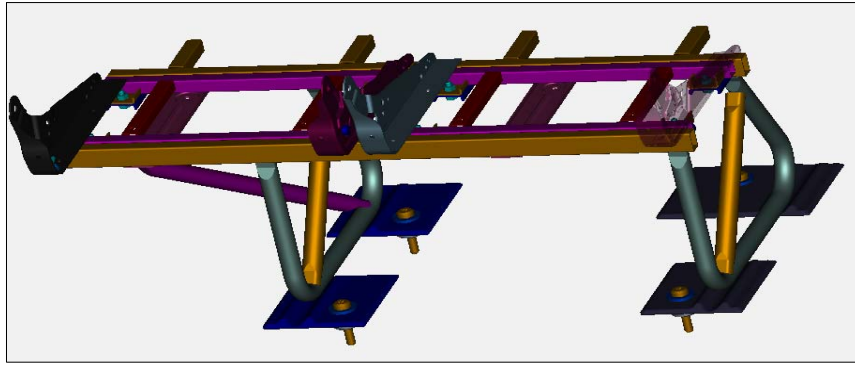
N kategorisi araçlarda sürücü koltuğu, aracı güvenle idare edebilecek şekilde yerleştirilmelidir. M1 kategorisi araçlar 18/8/2001 tarihli ve 24497 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Motorlu Araçların Koltukları, Bağlantıları ve Koltuk Başlıkları ile İlgili Tip Onayı Yönetmeliği (74/408/AT) veya ECE-R17 Teknik Düzenlemesinin güncel seviyesine göre belgelenmiş olmalı veya uygunluğu yetkili teknik servisler tarafından bir rapor ile tevsik edilmelidir. Uygunluk belgesi 1/1/2009 tarihinden itibaren düzenlenmiş N kategorisi araçlar ve uygunluk belgesi 13/2/2009’dan itibaren düzenlenmiş M2 ve M3 kategorisi araçlar, 74/408/AT Yönetmeliği veya ECE-R17 Teknik Düzenlemesinin güncel seviyesine göre belgelenmiş olmalı veya uygunluğu yetkili teknik servisler tarafından bir rapor ile tevsik edilmelidir.

M kategorisi içerisinde sınıf değişikliği ve N kategorisinden M kategorisine tadilatta uygunluk belgesi tarihi gözetilmeksizin 74/408/AT Yönetmeliği veya ECE-R17 Teknik Düzenlemesinin güncel seviyesine göre belgelenmiş olmalı veya uygunluğu yetkili teknik servisler tarafından bir rapor ile tevsik edilmelidir.

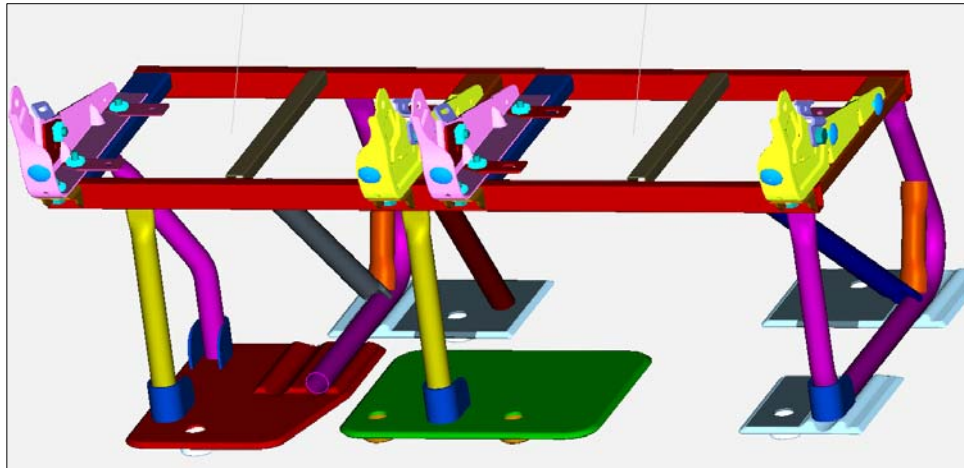
74/408/AT Yönetmeliği veya buna eşdeğer ECE-R17 Teknik Düzenlemesinin güncel seviyesinden onayına sahip araçlarda bu madde uygulanmaz.

M1, N1, M2 ve M3 (Sınıf III ve B) araçlara yolculuk esnasında kullanılan yana bakan koltuk takılamaz. İstisnalar için 74/408/AT Yönetmeliği hükümleri uygulanır.”

ki çeşit tipik araç yapımı vardır. Bunlar şasi iskelet üzerine gövde ve birimlendirme yöntemiyle gövde tasarımıdır. Birimlendirme yöntemi sınıflarında birçok farklı çeşitlendirmeler vardır:



Şekil 3.2: Mevcut ticari araç koltuk bağlantı yapısı.



Şekil 3.3: Yeni regülasyonu sağlayabilecek tasarım önerisi.

3.3.2 Emniyet kemeri tasarımında yeni yasanın gerekleri

M1 kategorisi araçlar 9/1/2001 tarihli ve 24282 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Motorlu Araçların Emniyet Kemerleri Bağlantı Parçaları ile İlgili Tip Onayı Yönetmeliği (76/115/AT) veya ECE-R14 Teknik Düzenlemesinin güncel seviyesine göre belgelenmiş olmalı veya ilgili yönetmelik ve/veya teknik düzenlemeye uygunluğu yetkili teknik servisler tarafından bir rapor ile tevsik edilmelidir.

Uygunluk belgesi 1/1/2009 tarihinden itibaren düzenlenmiş N kategorisi araçlar ve uygunluk belgesi 13/2/2009'dan itibaren düzenlenmiş M2 ve M3 kategorisi araçlar, 76/115/AT Yönetmeliği veya ECE-R14 Teknik Düzenlemesinin güncel seviyesine göre belgelenmiş olmalı veya uygunluğu yetkili teknik servisler tarafından bir rapor ile tevsik edilmelidir.

M kategorisi içerisinde sınıf değişikliği ve N kategorisinden M kategorisine yapılan tadilatta, uygunluk belgesi tarihi gözetilmeksizin 76/115/AT Yönetmeliği veya ECE-R14 Teknik Düzenlemesinin güncel seviyesine göre belgelenmiş olmalı veya uygunluğu yetkili teknik servisler tarafından bir rapor ile tevsik edilmelidir. Bu şart; uygunluk belgesi düzenleme tarihi 13/2/2009'dan önce olan M2, M3 kategorisi araçlarda, kategori ve sınıf değişikliğine sebep olmayan tadilatta aranmaz.”

M1	$22,250 \text{ N} + 20 \times \text{koltuk kütlesi} \times 9.81 \text{ m/s}^2$
M2	$11,100 \text{ N} + 10 \times \text{koltuk kütlesi} \times 9.81 \text{ m/s}^2$
M3	$7,400 \text{ N} + 6.6 \times \text{koltuk kütlesi} \times 9.81 \text{ m/s}^2$

İki nokta emniyet kemerine etkiyen kuvvetler

Omuz Emniyet Kemerine	
M1	$13,500 \text{ N} + 20 \times \text{koltuk kütlesi} \times 9.81 \text{ m/s}^2$
M2	$6,750 \text{ N} + 10 \times \text{koltuk kütlesi} \times 9.81 \text{ m/s}^2$
M3	$4,500 \text{ N} + 6.6 \times \text{koltuk kütlesi} \times 9.81 \text{ m/s}^2$

Bel Emniyet Kemerine	
M1	13,500 N
M2	6,750 N
M3	4,500 N

Üç nokta emniyet kemerine etkiyen kuvvetler

Şekil 3.4: Emniyet kemerlerine etkiyen kuvvet değerleri.

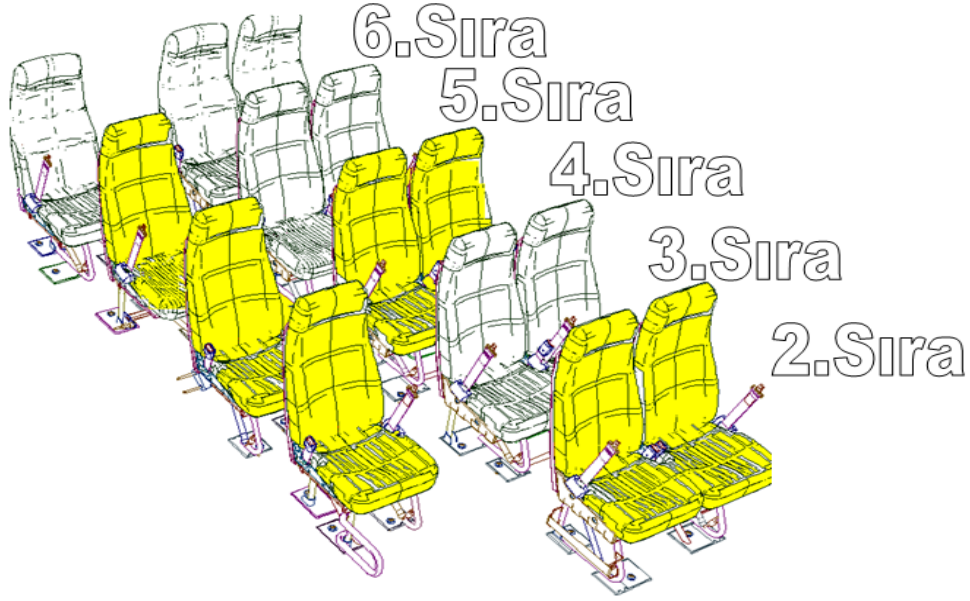


Şekil 3.5: Bir ticari aracın ikili koltuğu ve 3 noktalı emniyet kemerleri, ECE R14'e göre emniyet kemerine etkiyen kuvvetler.

3.4 Ticari Araçlar

Ticari araçların bir çoğu, şasi iskeleti üzerine gövdeli yapılardan oluşur, çünkü bu durum aşağıda listelenmiş özelliklerin oluşmasına imkan tanır.

- Daha ağır yüklerin taşınması
- Yüksek Çekme kapasitesi
- Mukavemet kullanım faydası
- Ürün esnekliği
- Çoklu dingil mesafesi
- Yaygın saşe üzerine çoklu şoför kabini ve kabin uzunluğu kombinasyonları
- Ağırlık sınıfı geliştirmeleri



Şekil 3.6: 17 kişilik bir ticari aracın koltuk yapısı.

3.5 Mevcut Ticari Araç Koltuk Yapısı

2010 yılı öncesi eski regülasyona göre üretilen orta sınıf ticari araçların levha veya boru tipi koltuk bağlantıları yapılan çekme ve çarpma testlerinde oldukça düşük değerleri sağlamışlardır. Çekme testinde 12-13 kN'luk yük altında koltuk bağlantısı araç tabanından ayrılmıştır. Çarpma testinde bu değer 20 kph değerinin altında kalmaktadır. Ekstra uzun şasi Transit Bus ile yapılan testlerde hiçbir sıra koltuk yeni regülasyonun getirdiği değerleri sağlayamamıştır. Bu sebeple Türkiye pazarı için üretilen bütün orta sınıfı ticari araçlarda yeni bir koltuk tasarımı yapılması zorunlu hale gelmiştir. Aksi takdirde 2010 yılından sonra bu değerleri sağlamayan araçlar yasa gereği satılamayacaktır.



Şekil 3.7: Yeni regülasyonu sağlamayan mevcut koltuk bağlantısı.

3.6 Yeni Regülasyonu Sağlayabilecek Tasarım Önerisi

Koltuk tasarımı denince akla araç hedeflerini karşılaması gereken gövde elemanlarının kurulumu ve alt elemanların birleştirme yöntemi gelir. Bağlantı elemanlarının temel fonksiyonları, diğer sistemlerin birleştirilmesini ve desteklenmesini sağlarken aynı zamanda bu destek alanlarını koltuk gövdesine bağlar. Koltuk tipleri arasında bulunan benzer fonksiyonların bulunduğu gövde alanlarında, genellikle tipik elemanlar bulunmaktadır. Aşağıda bu tipik elemanların bir listesi verilmiştir:

- Bağlantı Levhaları
- Dikey kirişler
- Yatay kirişler
- Koltuk çapraz bağlantı elemanları
- Boru ayaklar
- Mentеше destekleri

Bu noktada koltuğun gövdeden ayrılmasının engellenmesi ve bağlantının üzerine gelecek yüklere karşı dayanımının artması için belli temel tasarım değişiklikleri yapılmalıdır. Öncelikle mevcut bağlantı sayısının artırılması gereklidir. Bu tasarım önerisinde 4 olan levha taban bağlantısı 6'ya çıkarılmıştır. Çiftli koltuklarda bu sayı 9'a kadar yükseltilmiştir. Bu sayede civata üzerine gelecek olan kesme kuvvetleri düşürülmektedir.

Dayanımı artırmak için boru bağlantıların et kalınlıkları artırılmıştır. Her bir bağlantı elemanının yeni kalınlık değerleri şekil 3.11'de belirtilmiştir. Çekme ve çarpma testlerinde yükün direk olarak etkilediği elemanlar olan boru bağlantıların mukavemeti bu yolla artırılmıştır. Ana boru elemanların et kalınlıkları 3mm'ye çıkarılmıştır. Farklı deformasyon mekanizmalarında harcanan enerjiler ile çarpışma yükü tarafından yapılan iş denkleştirip enerji dengesi kurularak bu işlem yapılır. **Fayon**'dan alınan ortalama ezilme kuvveti bağıntısına göre:

$$P_m = 38.27M_0 C^{1/3} t^{-1/3} \quad (3.1)$$

P_m : Ortalama ezilme kuvveti,

Burada koltuğun ön ayaklarının bulunduğu bölgede mankenlerin çarpışma esnasında öne doğru savrulmalarından dolayı bir basma kuvveti oluşur. Bu kuvvet mankenlerin ağırlıkları ve çarpışma hızı ile orantılı olarak artabilir. Regulasyonun gerektirdiği değer daha önce belirtildiği gibi, 40 kph çarpma hızı ve %95'lik manken ağırlıdır. Çarpışma esnasında emniyet kemerine etkiyen kuvvet de koltuk bağlantısı üzerinde basma kuvveti oluşturmaktadır.

$$M_0 = \frac{\sigma_0 t^2}{4} : \text{Plastik moment,}$$

$\sigma_0 = 0.9\sigma_u$: Ortalama akma gerilmesi,

σ_u : Üst çekme dayanımı

Koltuğun çarpışma anındaki hareketi, koltuk üzerindeki mankenin koltuğa uygulamış olduğu kuvvet ve koltuğun arka bağlantı noktalarına uyguladığı çekme kuvveti ile ön bölüme uyguladığı basma kuvveti miktarı tasarımın ana hatlarını oluşturmaktadır. Kuvvet miktarı eşik değeri aştığında bağlantının ön ve arka kolonlarında plastik şekil

değişimi meydana gelecektir. Bu değer mankenlerin savrulması sonucu ön bağlantı noktasında oluşan moment ile hesaplanır.

η :yapısal verimlilik

ϕ :bağıl yoğunluk

$C = 1/2(b + d)$: b ve de düktörtgen kesitin kenarları,

t : Kalınlık,

Kare bir kesit için $C = b = d$ alınırsa denklem;

$$P_m = 9.56\sigma_0 t^{5/3} b^{1/3} \text{ olur.} \quad (3.2)$$

Birçok farklı bölüm geometrilerinin sütunlarının çarpışma testlerinden veri kullanılarak yapısal verimlilik η ve bağıl yoğunluk ϕ arasında bir ilişki sağlandı. Yapısal verimlilik η , spesifik enerjinin (maksimum enerjinin test numunesi ağırlığına oranı) spesifik dayanıma (çekme gerilmesinin malzeme yoğunluğuna oranı) olan oranı olarak tanımlanır. Ayrıca bağıl yoğunluk ϕ maddesel hacmin ilgili yapı tarafından kaplanan hacme olan oranı olarak tanımlanır.

Yapı	$\eta = (\phi)$	ϕ
Silindirik kesitler	$2\phi^{0.7}$	$4t/D$
Kare ve dikdörtgen kesitler	$1.4\phi^{0.8}$	$4t/S$
Balpeteği kesitleri	$5\phi^{0.9}$	$8t/3S$
Süngerimsi kesitler	$0.7\phi - 4\phi$	ρ_f / ρ_m

Şekil 3.8: Farklı kesitlerde η ve ϕ arasındaki ilişki.

$E_s = P_m / \rho\phi A_0$: Spesifik enerji,

Ezilme kuvveti için ifade spesifik enerji için kullanılan ifade ile birlikte;

$$P_m = \eta\sigma_u \phi A_0 \quad (3.3)$$

ρ : Yoğunluk,

A_0 : İlgili kesitin tüm alanı,

Kare kesit için $\eta = 1.4\phi^{0.8}$ alınırsa ifade;

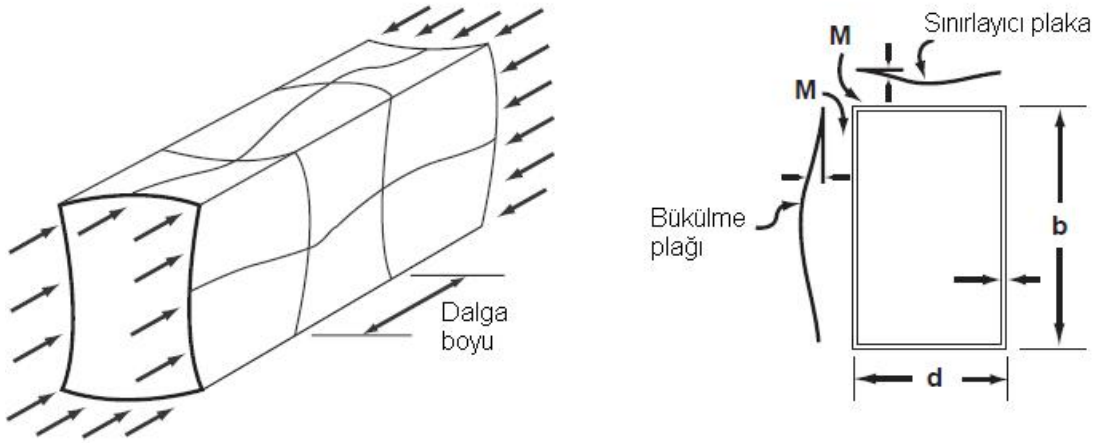
$$P_m = 17t^{1.8}b^{0.2}\sigma_u \text{ olur.} \quad (3.4)$$

b kenar uzunluğu t ise kalınlığı ifade eder.

Bu denklemler tarafından verilen formulasyonların sorunlarından biri de, malzemenin elastisitesinin etkili olmamasıdır. Böylece aynı dayanım için çelik ve alüminyum gibi malzemeler aynı ortalama ezilme kuvvetini (P_m) sergilemektedirler. Ancak bu durum, çarpışma özelliklerinde önemli farklılık gösteren bu iki malzemenin test sonuçlarına aykırıdır.

E: Elastiklik modülü,

ν : Poison oranını,



Şekil 3.9: Bölgesel bükülen dikdörtgen kesitli sütun.

Şekil 3.8 de, elastik kritik yerel bükülme gerilimine ulaşıldığında bölgesel eğimler düzeni şeklinde bükülen aksenal olarak sıkıştırılmış dikdörtgen şeklindeki bir sütun krokisi gösterilmiştir.

$$\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 E(t/b)^2}{12(1-\nu^2)} \quad (3.5)$$

Kritik gerilme miktarının aşılması plastik şekil değişiminin başlamasına yol açar. Bu da özellikle koltuğun arka bağlantı sütunlarında çekme kuvvetinin artması ve sonucunda koltuğun arka bölümden taban sacından ayrılmasına yol açar. Koltuğun arka bağlantıdan kopması daha önce bahsedildiği üzere mankenin başını çarpma hızına yakın bir hız ile öne ve yere çarpmasına ve hayati tehlike yaşamasına sebep

olacaktır. **Ewing**'e göre but tur bir durumlarda yolcunun baş ve boyun bölgesinde geri dönüşü olmayan hasarlara yol açmaktadır. Bu açıdan arka bağlantı noktasında kritik gerilme değeri son derece önemlidir.

$$k = (b / \lambda)^2 + p + q(\lambda / b)^2 \quad (3.6)$$

λ : Elastik dalga boyu,

p ve q doğrusal kenarların sınır faktörleri

Daha küçük bir (t/b) orana sahip sac bir burkulma ve büyük olma durumu da direnen sac olarak kabul edilir. **Bois**'in maksimum ezilme kuvveti bağıntısı diğer tüm birimler cinsinden aşağıdaki denklemde yazılmıştır.

$$P_{\max} = 2 \left[k_p E / \beta (1 - \nu^2) \right]^{0.43} t^{1.86} b^{0.14} (1 + \alpha) \sigma_y^{0.57} \quad (3.7)$$

k_p : Bozulma oranı,

n: Yüklenmemiş uçların (köşeler) eğilme ve burkulmasının etkisi,

E: Elastiklik modülü,

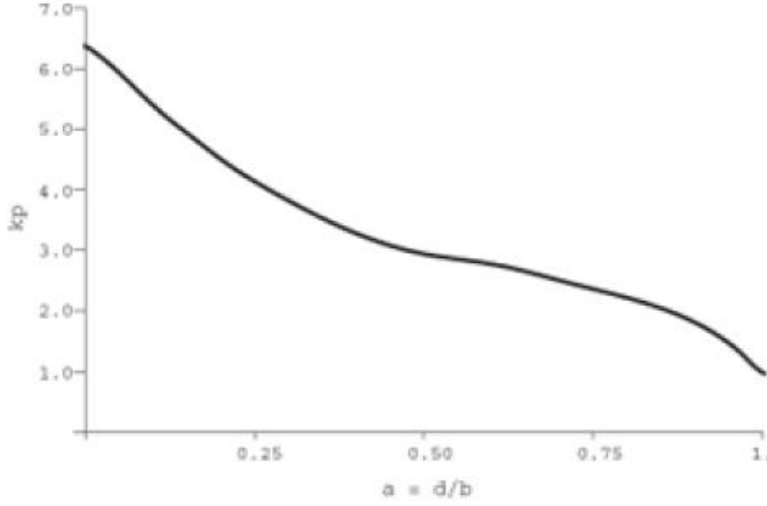
σ_y : Malzemenin akma gerilmesi

Kutu tipi sütunlar için n deneysel olarak 0.43 olarak belirlenmiştir.

β malzeme gerinim sertleşme faktördür.

İnce duvarlı yapılar için $t/b \leq 0.08$, $\beta = 1$ dir.

β çok kalın bir duvarlı yapı için σ_u / σ_y oranına ulaşabilir.



Şekil 3.10: k_p Bozulma oranı.

$\alpha = d/b$, kendisi için uygun bozulma faktörü için Şekil 3.9'dan elde edilen görünüm oranıdır.

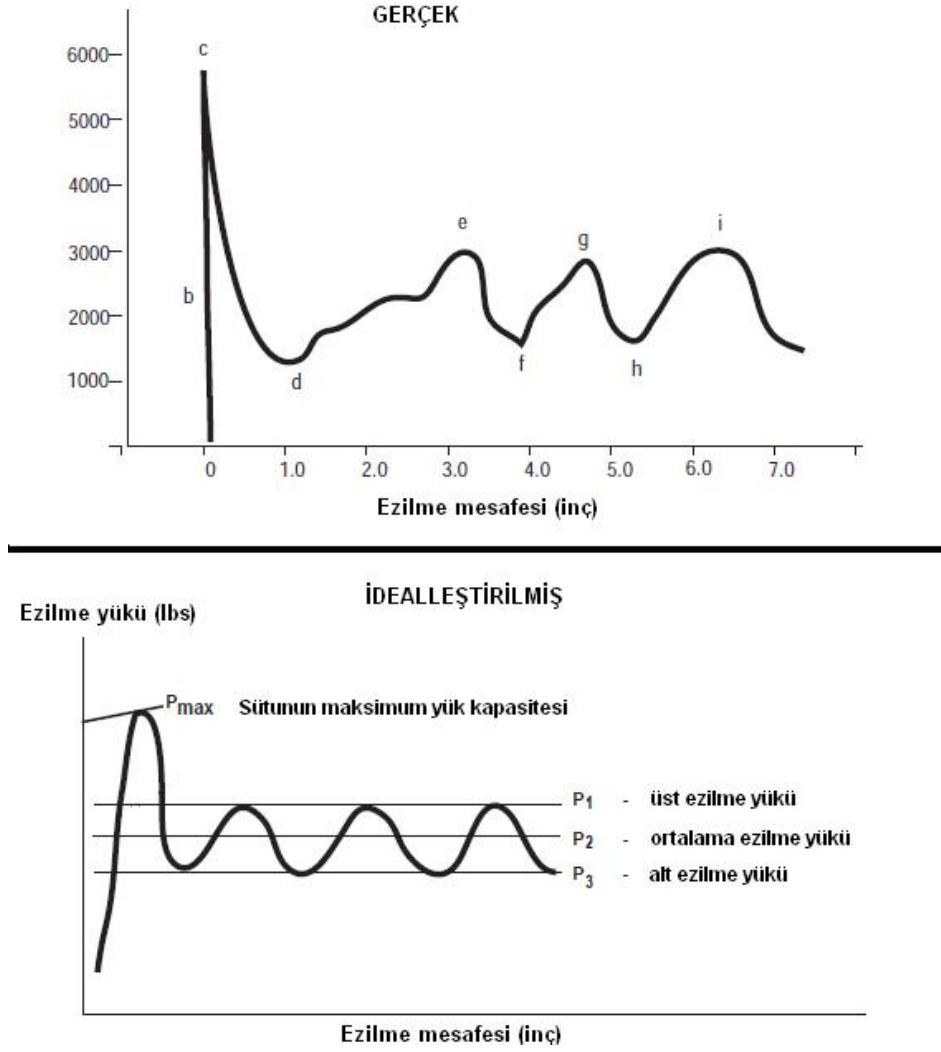
Kare kesite sahip bir sütun için; $\alpha = 1$, $k_p = 2.11$, $\nu = 0.3$ ve $E = 30 \times 10^6$ alınarak 3.7 nolu eşitlik aşağıdaki gibi sadeleşir.

$$P_{\max} = 9430t^{1.86}b^{0.14}\beta^{-0.43}\sigma_y^{0.57} \quad (3.8)$$

Kare kesitli bir sütun için ($\alpha = 1$), km deneysel olarak yaklaşık olarak 0.18 olarak belirlenmiştir. Alan = $4tb$ alınarak, kare kesitli bir yapının ortalama ezilme yükü ifadesi elde edilir. **Bois**'e göre;

$$P_m = 3270t^{1.86}b^{0.14}\beta^{-0.43}\sigma_y^{0.57} \quad (3.9)$$

Tipik bir çarpışma sırasında aksenal olarak ezilmekte olan kare kesitli çelik sütunun yük – deformasyon özellikleri Şekil 3.10'da tasarım ile ilgili özelliklerinin temsili ile yan yana gösterilmiştir.



Şekil 3.11: Bir kare kesitin aksenal katlanmasına ait yük – deformasyon karakteristiği.

Maksimum yük P_{max} 'ı temsil eden aşırı yük zirve noktası, uygun bir biçimde tasarlanan kusurlar ve transfer edilen yükü minimize eden tetikleyiciler ile etkili bir biçimde azaltılabilir.

Bu denklemler, otomotiv yapılarında yaygın olarak bulunan kesit yapılandırmalarına sahip sac kutu tipi sütunlara uygulanan basit ifadelerdir ve oldukça geneldir. Bu yapısal tasarımcıya oldukça basit fakat pratik ve oldukça güvenilir bağlantılar sağlar. Bu matematiksel araçlar yapısal elemanların enerji Emilimi için hızlı boyutlandırılmasına olanak sağlamanın yanında, parametrik çalışmalardaki kullanım için oldukça uygun bir şekil arz etmektedir.

Üçüncü işlem olarak yanal yüklere karşı sistemin dayanımını artırmak için 1,5 mm et kalınlığına sahip kirişler kafes yapısına eklenmiştir. Şekil 3.11’de gösterilen 8 ve 9 numaralı elemanlar bu duruma en güzel örnektir. Bu güçlendirme elemanları x yönünde bağlantıya etkiyecek yükü taşıyacaktır. Bununla birlikte bazı kiriş boruların açılırları değiştirilerek eksenel kuvvetlere karşı mukavemetin artırılması hedeflenmiştir. Yine Şekil 3,11’de 10 ve 15 numaralı parçalar bu duruma örnektir.

Eğer kritik yerel eğilme gerilmesi (σ_{cr}) malzeme akma gerilmesinden (σ_y) daha az olursa, sıkıştırılarak yüklenen flanş esnek bir şekilde bükülüp köşelerden çok daha az yük taşıyan orta kısım ile doğrusal olmayan bir gerilme dağılımı üretir. Böylece köşe gerilmesi açısından flanşın etkili genişliği düşürülmüştür.

$$d_e = d(0.7\sigma_{cr} / \sigma_y + 0.3) \quad (3.10)$$

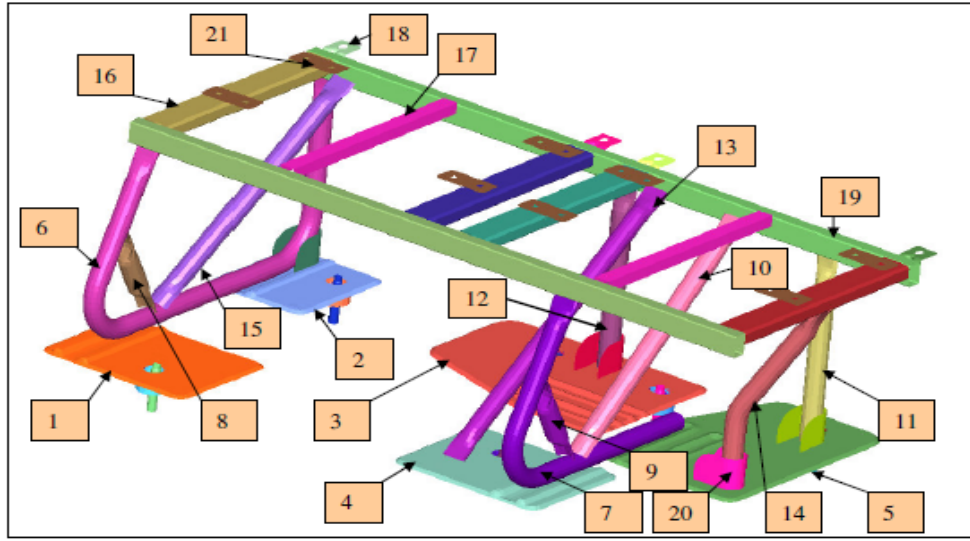
Kritik yerel eğilme gerilmesi aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\sigma_{cr} = K_1 \pi^2 E (t/d)^2 / 12(1 - \nu^2) \quad (3.11)$$

Burada yaklaşık olarak $K_1 \sim 5.23 + 0.16(d/b)$ flanş eğilme verimliliğidir.

b ve d ise kesitin kenarlarıdır.

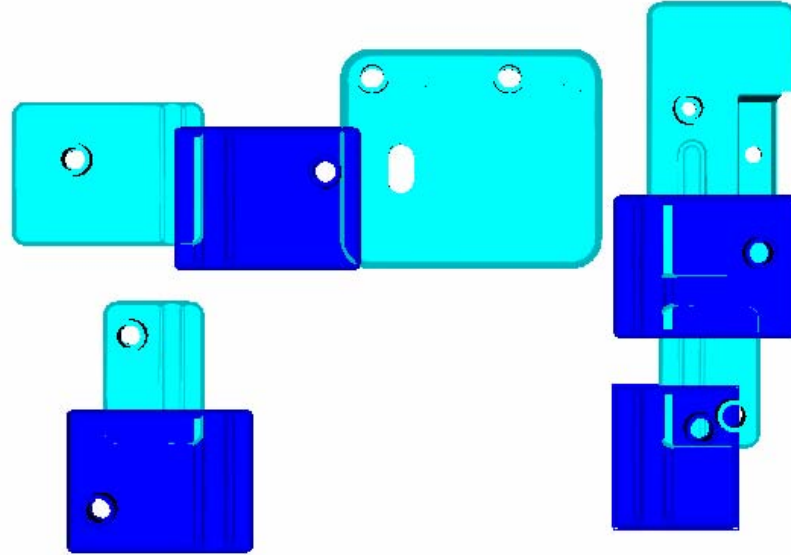
Koltuk yapısını çarpışma enerji yönetimi için tasarlarken, tasarımcı koltuk yapısının maksimum kuvveti (yük kapasitesi), ezilme biçimi, emilen enerji ve artık güçle ilgilidir. **Bois**’e göre ince kenarlı bir yapısal bileşen gitgide artan bir yüke maruz kaldığında, sınırlı bükülme, ezilme ve enerji sönümlenme süreçlerini başlatırlar. Ezilme mekanizmalarının şekil ve geometrisi emilen enerjinin miktarını belirlemede önemli rol oynar. Her ne kadar ezilme mekanizması karmaşık gibi görünse de yakından incelendiğinde belirlenmesi mümkün yapılar olduğu ortaya çıkar.



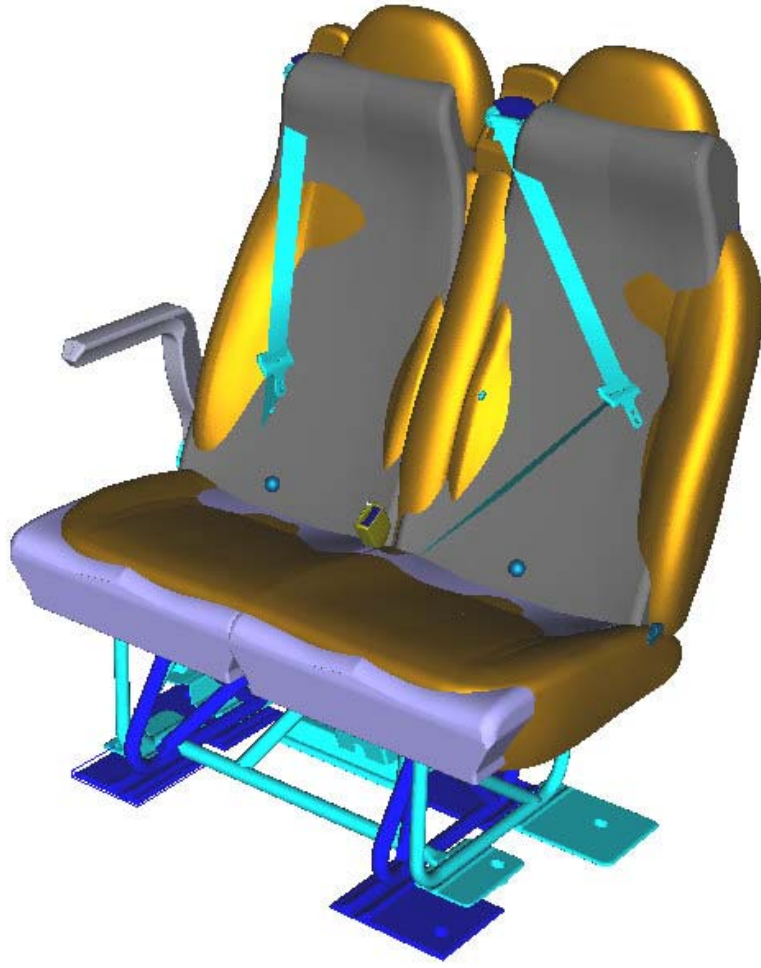
Parça	Kalınlık
1	3,0mm
2	3,0mm
3	3,0mm
4	2,5mm
5	2,5mm
6	1,5mm
7	1,5mm
8	1,5mm
9	1,5mm
10	1,5mm
11	1,5mm
12	1,5mm
13	3,0mm
14	3,0mm
15	3,0mm
16	1,5mm
17	1,5mm
18	3,0mm
19	2,0mm
20	3,0mm

Parça	Yapılan değişiklik
10,15	Altındaki bağlantı ucu, önünde ki küçük diagonallere doğru kaydırıldı.
12	Arka orta ayak (3) civata bağlantılarını ortalayacak şekilde yerleştirildi.
21	Parça arkadaki profile bağlanacak
14	Kalınlığı 3 mm olacak şekilde değiştirildi.
20	Parça -z ekseninde 90 derece döndürülerek yerleştirilecek.
12	Foot plate bağlantı ucuna form operasyonu yapılmayacak.

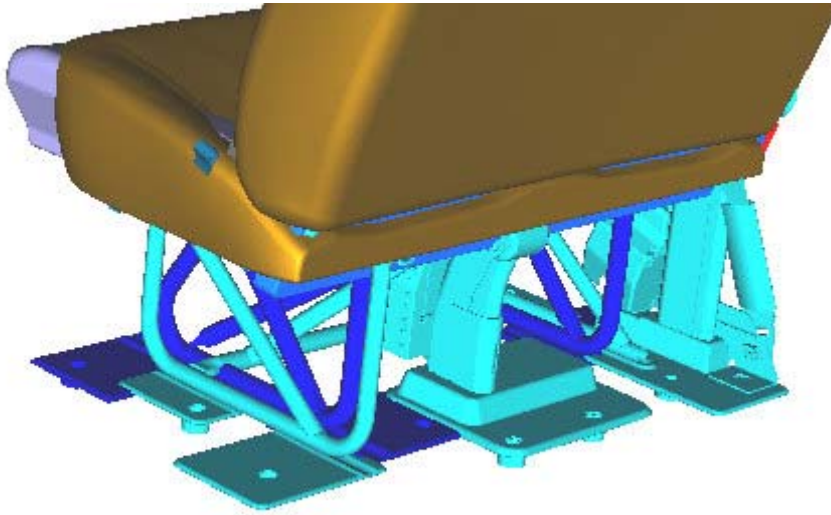
Şekil 3.12: Yeni regülasyonu sağlayabilecek tasarım önerisi.



Şekil 3.13: Eklenen yeni plaka ve bağlantılar (açık mavi renkte).



Şekil 3.14: Yenilenmiş koltuk bağlantısı.



Şekil 3.15: Güçlendirilmiş yeni bağlantılar.

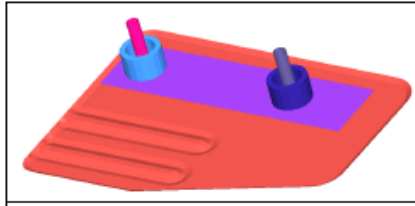
3.7 Koltuk Bağlantısında Yük Dağılımı Analizleri

Yük yol analizleri, veri giriş kuvvetlerinin yapılar boyunca nasıl aktıklarını anlamaya yarayan bir metottür. Yük yol analizleri, iki farklı ayırt edici yolla uygulanabilir. Mevcut tasarım analizleri, yapıyı oluşturan kirişler, plakalar ve bileşenler vasıtasıyla kuvvetlerin nasıl transfer edildiğini belirlemek içindir. Eğer çoklu, paralel yük yolları varsa yollar arasındaki kuvvetlerin dağıtılması istenilen sonuçların elde edilmesi için ayarlanabilir. Veri giriş yüklerinin analizleri, meydana gelen kuvvetlerin daha verimli bir şekilde yönetilmesi için yapı elemanlarının nerelere konumlandırılması gerektiğini belirlemek içindir. Bu durum, basit vektör analizleri, bilgisayar yardımıyla topoloji çalışmaları gibi bir çok farklı teknik yoluyla yapılabilir. Paketleme, modelleme ve diğer kısıtlamalar, en avantajlı bölgelerde bulunan kirişlerin konumlandırılmasını engelleyebilir ve daha karmaşık yapılar gerekli olabilir.

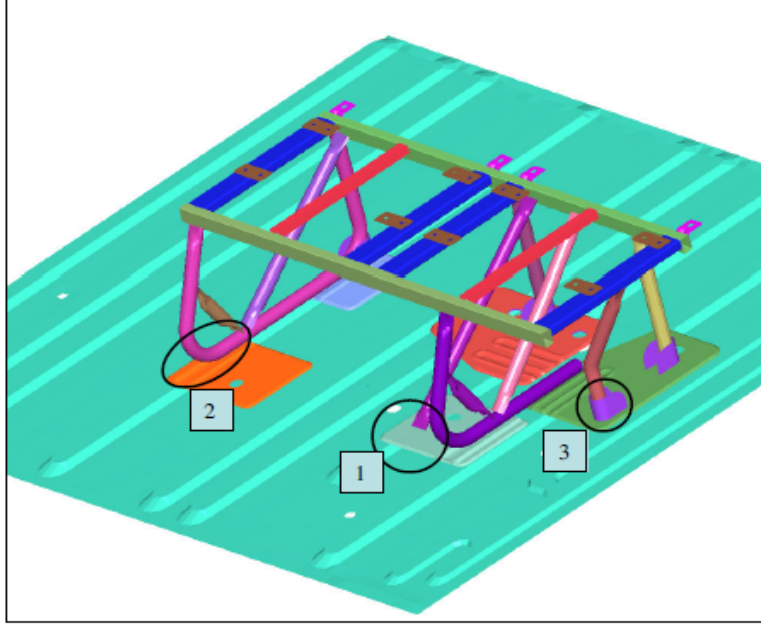
Koltuk bağlantı yapısı; dayanıklılık, mukavemet ve çeşitli yük durumları tarafından etkilenen enerji yönetimi gerekliliklerini yerine getirmek için geniş çaplı yük ve performanslara ilişkilendirilmiştir. Yapı geliştirilirken, bütün önemli giriş yüklerinin ve gerekliliklerinin iyice anlaşılması önemlidir.

3.7.1 Tasarım alanının belirlenmesi

Yük dağılımı geliştirme çalışmalarının bir basamağı olarak mevcut tasarım alanları üzerinden gidilmiştir. Şekil 3.16’te koltuğun araç tabanına bağlantı noktası, kiriş ve panel konfigrasyonlarını gösterilmiştir.



Arka orta ayağa resimde gösterilen şekilde 3mm kalınlığında braket eklendi. Buraya yapılacak braket çalışmasından sonra inteir ayaklarında yapılacak kesme operasyonu için analiz yapılabilir.



Underbody Takoz Lokasyonları

1 numaralı bölgede diagonalin bastığı yere kesinlikle yerleştirilmeli.

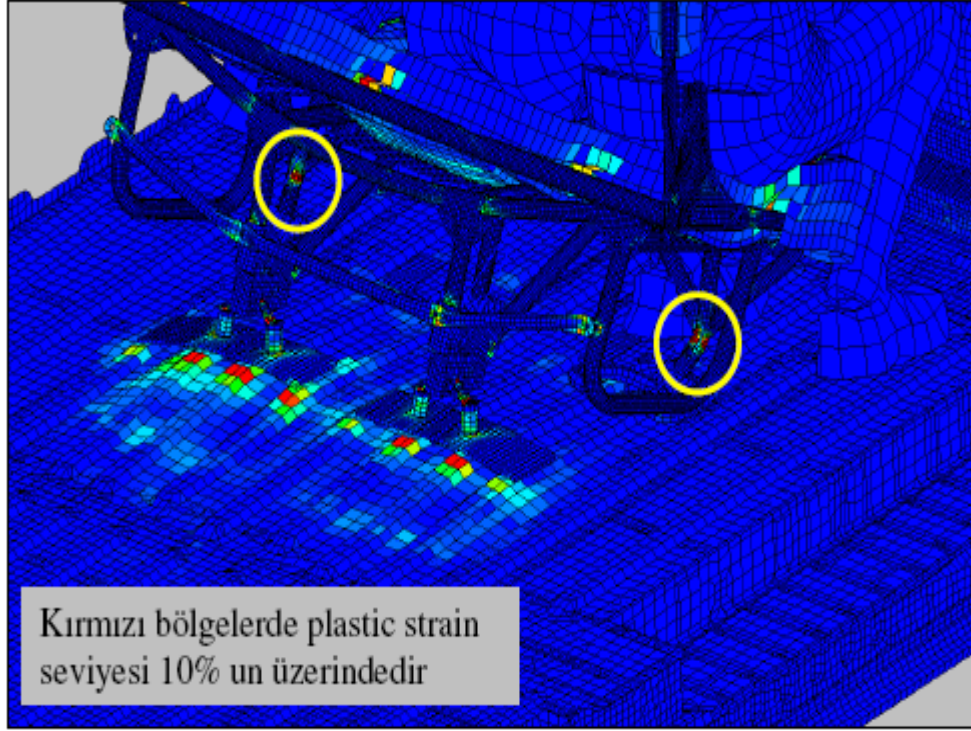
2 ve 3 numaralı bölgelerde ayakların bastığı bölgelere takoz konulması iyi olacaktır.

Arka ayakların olduğu bölgede Inteir'in koyduğu yerlere aynı şekilde koymamız yeterli olacaktır.

Şekil 3.16: Koltuk bağlantısına ait yapısal elemanlar ve tasarım alanı gösterimi.

3.7.2 Koltuk ve araç tabanında yük dağılımı

Çarpma analizleri sonucunda koltuk bağlantı noktaları ve araç tabanında oluşan yük dağılımı Şekil 3,17'da gösterilmiştir. Aracın çarpışma anında koltuk üzerindeki yolcuların öne doğru savrulmaları sebebiyle koltuğun ön noktasında büyük bir basma ve arka bölümünde bir çekme kuvveti oluşur. Uç noktalarda bu kuvvet en üst seviyededir. Arka noktadaki çekme kuvveti bağlantı civatalarında bir kesme kuvveti oluşturur. Bu noktada taban tahtası oluşan yük altında pilastik şekil değişimine uğrar. Pilastik şekil değişimi oranı %15'in üstünde olan noktalar analizlerde kırmızı olarak gösterilmiştir. Bu analiz, çarpma esnasında oluşan yükler altında koltuğun araç tabanında ayrılmaya zorlanmasını net bir biçimde ortaya koymaktadır. Koltuk bağlantısı bu yükü kaldırmadığı durumda araç tabanında ayrılma gerçekleşir. Bu durum kaza esnasında oluşabilecek en kritik güvenlik sorunlarının başında gelmektedir. Bu sebeple yapılan testler daha ağır olan %95'lik mankenlerle yapılmaktadır. En kötü durum senaryosunda da koltuk bağlantısı regülasyon değerini sağlamalıdır.



Şekil 3.17: Çarpışma testi esnasında bağlantı noktasına ait yük dağılımı.

Şekil 3,17'deki analizde çarpışma anındaki kritik kesitler net olarak görülmektedir. Ön bağlantı bölümünde basma kuvvetinden ve arka bölümde çekme kuvvetinden dolayı plastik şekil değişimi gözlenmiştir. **Fuchs**'a göre plastik şekil değişimi oranı otomotiv dizaynında yük taşıyan elemanlarda kritik tasarım kriteridir. Bağlantı noktalarındaki civatlara gelen kesme kuvveti arka bağlantı noktasının taban sacından ayrılıp ayrılmamasında önemli rol oynar. Bu sebeple yeni tasarımda bağlantı sayısı 4'ten 9'a kadar çıkarılmıştır.

4. AVRUPA BİRLİĞİ GÜVENLİK YASALARINA UYGUN TASARIMIN ANALİZ VE TESTLERİ

Geçmişte model yaratma ve paketleme konuları araç koltuk yapılarının tasarımına yön verdi. Nihai tasarım ise malzeme yöntemlerinin gücü tarafından desteklenen ve öncelikle testlerin rehberliğindeki uzun bir sürecin sonucudur. Bilgisayar donanım ve yazılımlarındaki gelişmelerle birlikte, çeşitli analitik tasarım yeteneklerinin gelişmesine bağlı olarak, mühendislerin daha iyi çarpışma ve dayanıklılık performansı, daha sessiz sürüş ve güvenilirlik gibi artan müşteri taleplerini karşılayacak modern araç yapılarını tasarlamaları için çeşitli araçlar sağlanmıştır. Bu araçlar basit yay-kütle modellerini, kiriş eleman modellerini, hibrid modelleri ve sonlu eleman modellerini içerir. Bu araçların yapılarına rağmen her biri kütle, momentum ve enerjinin korunumunu gerektiren yapı mekaniği ilkelerine dayanmaktadır. Belirli bir analiz aracı seçimi var olan göreve ve özel tasarım aşamasına bağlıdır. Örneğin basit bir kiriş modeli konsept başlangıcında kesit geometrisi, boyutu ve kalınlığını belirlemek için daha uygun olabileceken, bir prototip inşa edildiğinde ise aracın tam ölçekli sonlu elemanlar analizi daha uygun olabilir. Buna uygun olarak bir model geliştirmek için gereken zaman ve sağlanan bilgi miktarı model karmaşıklığına göre değişir.

Son yıllarda otomotiv endüstrisine daha güvenli araçlar sağlanması için müşterilerden, otoriter kurumlardan ve medyadan büyük talep gelmiştir. Bu talep araç yapısının darbelere karşı daha dayanıklı olması ve etkili güvenlik sistemlerine sahip olması olarak tarif edilebilir. Bahsi geçen otoriter kurumlardan bazıları; Federal Motorlu Araç Güvenliği Standardı (Federal Motor Vehicle Safety Standard - FMVSS), Yeni Araç Değerlendirme Programı (New Car Assessment Program - NCAP), Otoyol Güvenliği Sigorta Enstitüsü (Insurance Institute for Highway Safety - IIHS) olarak belirtilebilir.

Buna ek olarak endüstrideki kısa tasarım süreleri içinde yüksek kaliteli ürünler geliştirmedeki rekabet, tasarımcıyı kesinlikle gerekli olmadıkça test yerine analitik araçların kullanımına yönlendirmektedir. Özellikle araç çarpışmalarında görülen

koltuk yapısal tasarımındaki bu dramatik değişim, çarpışma olgusunu analiz etmede etkili olan tasarım araç ve gereçlerine olan ihtiyacı ortaya koyar. Çarpışma sırasında aracın yavaşlama zamanı sürecinde kopan koltuk yapısının etkilerini anlamak ve kaza anında araç ve yolcular arasındaki etkileşim hakkında bilgi sahibi olmak, gereken bilgiler ile ilgili basit örneklerdir.

4.1 CAE Analizleri

Koltuk bağlantı güvenliği anlamında tasarım sürecinin temel amacı koltuğun araç şasi bölgesine bağlı kalmasını, emniyet kemerinin kopmamasını ve test mankeninin koltuk üzerinden düşmemesini sağlamaktır. Genellikle aracın sert bir bariyere önden çarpmasıyla oluşan çarpma etkisi (crash pulse), tasarım sürecindeki temel özelliktir. Çarpma etkisi sonucu analiz modellerine girdi olarak kullanılır.



Şekil 4.1: Eski tasarımın 40 kph çarpma etkisi altındaki CAE analizi.

Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte dinamik çarpışma analizi bilgisayar kodlarında çok sayıda geliştirme yapılmıştır. Bunlar hız için yeterli hesaplamanın yanı sıra veri girişi hazırlama ve analiz sonuçlarının işlenmesi için kullanıcı dostu yazılımlar içerir. Bu geliştirmeler çarpışma için araç yapılarının analizi ve tasarımında sonlu elemanlar yöntemi kullanmanın popülaritesini artırdı. Aslında temel araç tasarımından yeni araç tasarımına değişiklikler küçük olduğunda sonlu

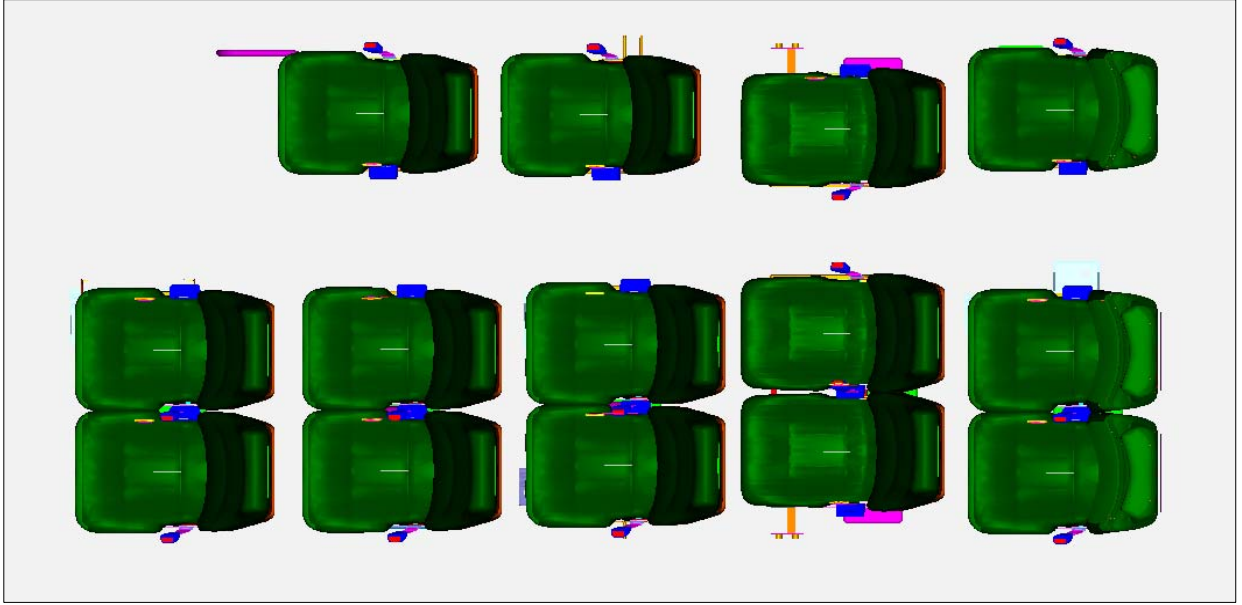
elemanlar yönteminin kullanımı daha çekici hale gelir. Bu durumda ayarlanmış yolcu simülasyon modelleri gibi onaylanmış sonlu elemanlar modelleri de genellikle geçerlidir.



Şekil 4.2: Yeni tasarımın 40 kph çarpma etkisi altındaki CAE analizi.

4.1.1 Çiftli bağlantı analizleri

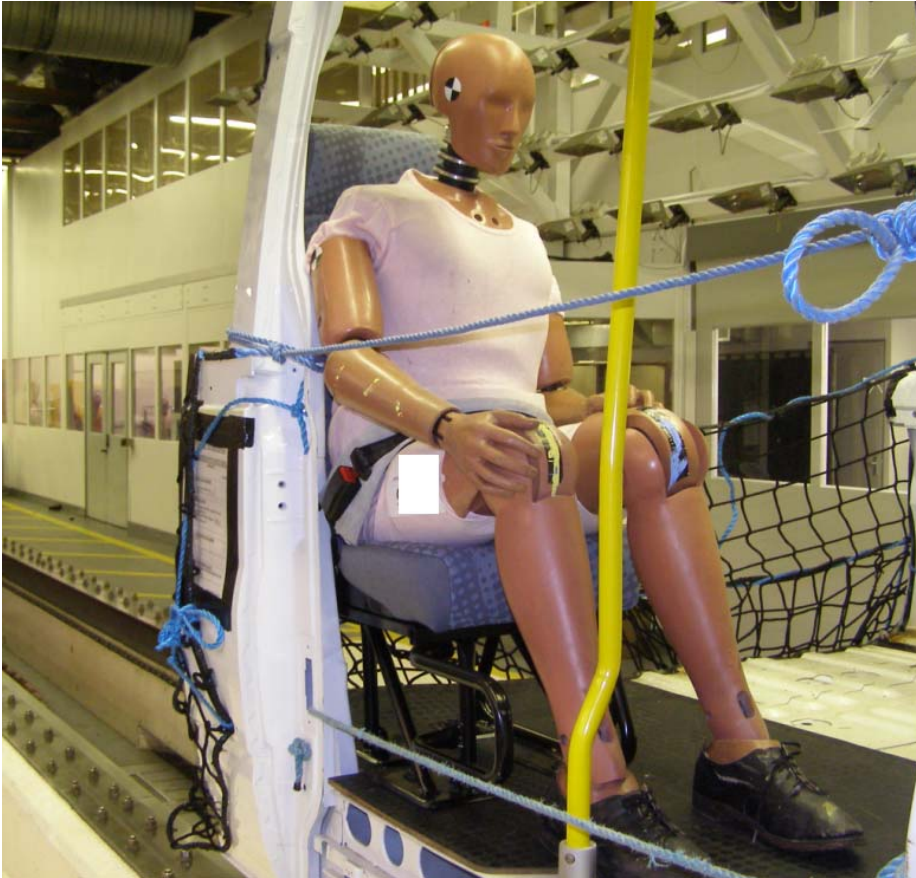
İlk amaç güç aktarım üniteleri gibi ön yolcuların ilerisinde paketlenmiş önemli bileşenler ve araç koltuk bağlantı yapısını içerirken, ikinci görev ise test manken modeli, güvenlik ve araç içi yüzeyi gibi yolcu çevre tasarımı ile ilgilendir. Aracın koltuk yapısını ve ana bileşenlerini modelleme bu parçaların bir bariyerle çarpışmalarını ve hareketlerini simule eder. Araç çarpışma simülasyonunun ürünü araç taban yatay taşıyıcının araç B sütununun yanına kadar olan bölgede yavaşlama zamanıdır. Bu arada ön sıra test manken modeli ve çevresini düzenleme ise tahmin edilen, ölçülen ya da temel girdi olarak kabul edilen araç yavaşlama zamanı kullanır. Burada simülasyon çıktısı ise koltuk bağlantısının mukavemeti ve test manken modelinin tepkisidir. Orta ticari araç sınıfındaki araçlarda 4 veya 5 sıra olmak üzere ikili koltuk bulunmaktadır. Çiftli koltuk bağlantıları testleri %95'lik 2 manken kullanılarak 40 kph çarpma etkisi altında test edilecektir.



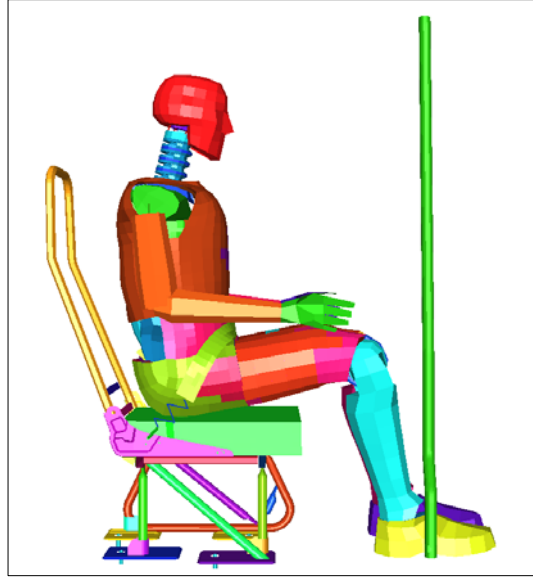
Şekil 4.3: Orta Ticari Araç Koltuk Yapısı.

4.1.2 Tekli bağlantı analizleri

Tekli koltuklarda %95'lik manken ile 40 kph ön çarpma etkisi altında test yapılacaktır.



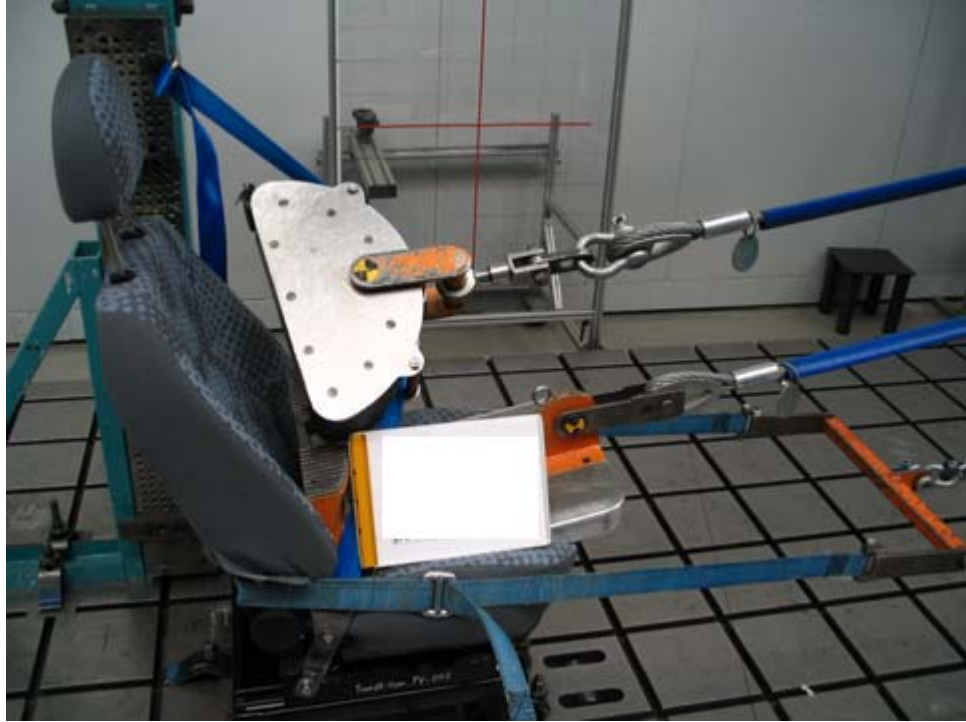
Şekil 4.4: Tekli Koltuk Test Düzeneği.



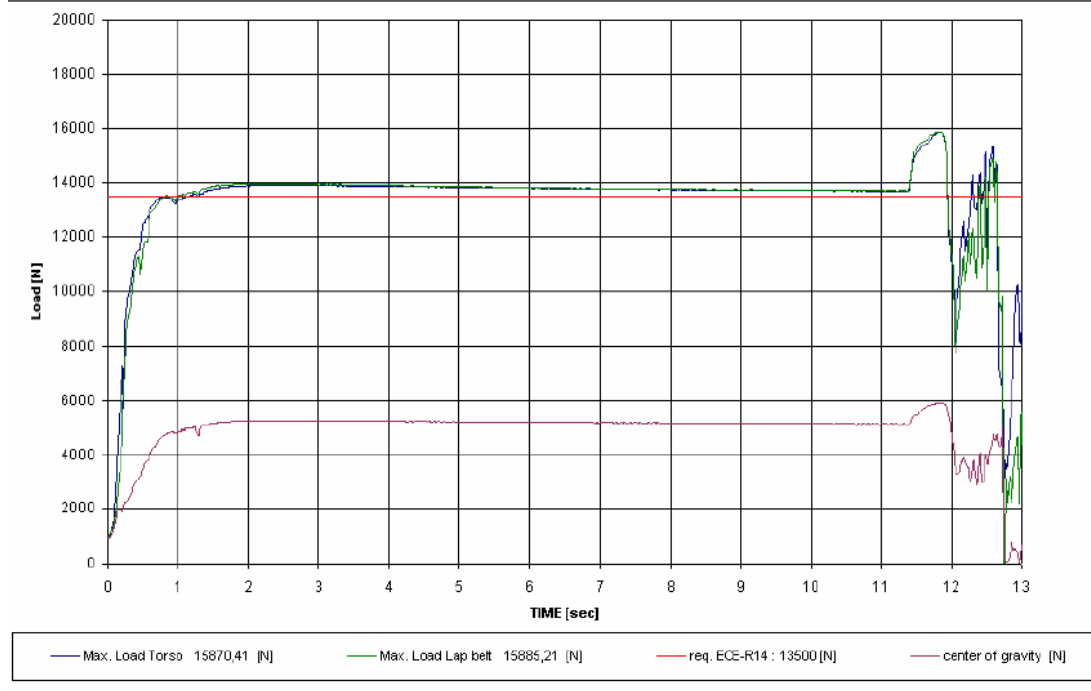
Şekil 4.5: Tekli Koltuk Çarpma Testi Analizi.

4.1.3 Emniyet kemeri analizleri

ECE R14 emniyet kemeri mevzuatı gereğince 95mm uzunluğundaki kemere dayanım testi uygulanacaktır. Emniyet kemeri orna noktasından dikey yönde 13,5 kN'luk çekme yüküne maruz bırakılacaktır. Testi geçebilmesi için emniyet kemerinin kopmaması ve koltukta herhangi bir hasar oluşmaması gerekmektedir.



Şekil 4.6: Emniyet Kemerinin Dayanım Testi.



Şekil 4.7: Emniyet Kemer Testi Yük-Zaman Grafiği.

4.2 Çarpışma-Kızak Test Sonuçları (Sled Test)

Bir aracın farklı birçok sistemi ile ilgili olan bütün diğer tasarım süreçleri gibi çarpışma enerji yönetimi tasarımı, biyomekanik, yapı mekaniği, araç dinamiği, paketleme, mühendislik analizi ve üretim gibi birçok farklı mühendislik disiplinlerinin çok yakın iletişimini gerektiren disiplinler arası bir süreçtir. Amaçlanan performans ve maliyet hedeflerini etkin bir şekilde karşılamak amacıyla, çarpışma için tasarımın da koltuk tasarımının diğer bütün yönleri ile oldukça bütünleşmiş olması gerekmektedir. Bunun için uygulamaya yönelik tasarlanmış bir bileşen ya da bir sistemin çeşitli işlevlerini tahmin yeteneğine sahip bir gelişmiş niceliksel tasarım süreci gerekir.

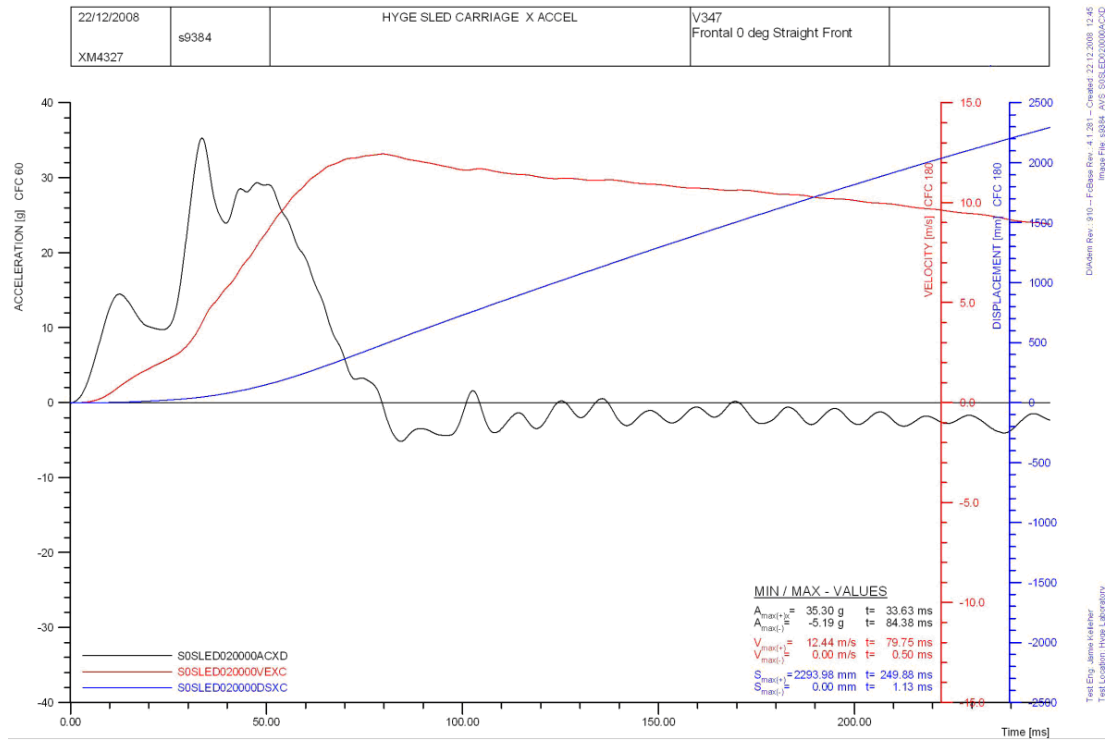
Bu nedenle bir aracın geliştirme programına mantıklı tasarım kararlarını çok pahalı ve zaman alan modelleme ve testler olmaksızın erkenden olanak sağlamak için, çarpışma enerji tasarlamlarının bazı temel prensipleri özetlenecektir. Çarpışma enerji yönetimi için mevcut teknikler ve analitik tasarım yardımlarındaki yeni gelişmeler incelenmiş ve bütün bunların kapsamlı fakat pratik tasarım yöntem bilimi ile bütünleşme yolları örtülü kalmıştır.

Çarpışma (Sled Test) testlerinde koltuk numuneleri özel olarak hazırlanmış araç gövdesine tam olarak yerleştirilir. Araç gövdesi kızak fikstürüne bağlanmıştır.

Mankenler uygun pozisyonda koltuğa yerleştirilerek emniyet kemerleri bağlanır. Kızak 40 kph hıza ulaştığında düz duvar ile çarpma gerçekleşir. Çarpma sonucunda koltuk bağlantısının gövdeden ayrılmamış olması ve mankenlerin yere düşmemesi gerekmektedir.

4.2.1 Çiftli bağlantı çarpma testleri

Ön bariyer çarpışma testi için yapılan birçok tasarımdan sonra çoğu güvenlik ya da çarpışma mühendisi, çarpışmalara karşı dayanıklı bir koltuk yapısına sahip olmak için bağlantı sayısının yeterli olması bağlantı iskelet yapısının yükü taşıyabilecek yapıda olması gerektiğini belirledi. Bu doğrultuda gerçekleştirilen tasarım daha kritik olan ikili koltuklarda test edilmiştir. Koltukların durumu ve aracın boyutu sebebiyle çarpma esnasında her sıra koltuğa farklı yük uygulanmaktadır. Bu sebeple ikili koltuklar sıra numaralarına göre farklı farklı ele alınmıştır.



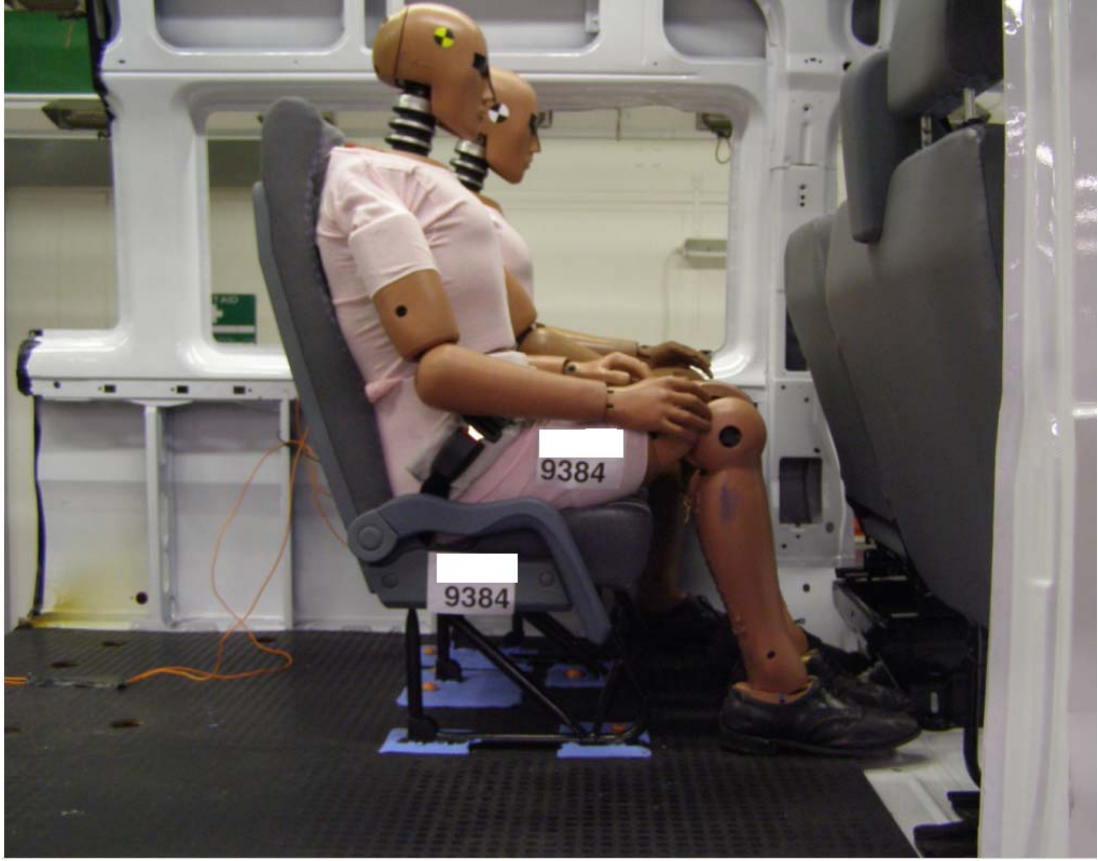
Şekil 4.8: 2. sıra çiftli koltuk çarpma testi ivme-zaman grafiği.

4.2.1.1 2. Sıra çiftli bağlantı çarpma testi

Ön çarpışma enerji yönetimi çok şiddetli ve karmaşık bir çarpışma ortamında birden çok sistemin dinamik davranışını tasarım yoluyla kontrol etme anlamını taşır. Çarpışma hareketinin üzerinde bu kontrolü kesin performans ve maliyet hedeflerini feda etmeksizin sağlamak disiplinler arası çok yakın etkileşim gerektirmektedir. Çarpışma enerji yönetimi tasarım süreci aracın içinde darbeye bağlı olarak meydana

gelen dinamik bir çarpışma ritmine karşılık olarak, yolcuların güvenlik sistemleriyle olan etkileşimlerini içeren biyomekanik hususlarla başlamalıdır. Çeşitli yolcu simülasyon modelleri, test mankeni, güvenlik sistemi ve araç arasındaki etkileşimleri araştırmak için kullanılır. Sonuç olarak belirtilen özel hasar kriterlerini başarılı bir şekilde karşılayan bir çarpışma ritimleri kümesi ya da işaretler kolaylıkla tanımlanır. Bu ritimler sırasıyla araç tasarımı için objektif kriterleri tanımlarlar. Çarpışma enerji yönetimi için tasarımın bir sistem yaklaşımı gerektirdiğinden çoğu model, eğer varsa büyük ön çarpışmaların; yani 20 mil ön, 25 mil ön ve 30 mil ön çarpışma arasında birliktelik araştırmaya paralel olarak inşa edilirler. Yani bu yolcu model çalışmalarında belirlenen kuvvet genliği ve maksimum çarpma mesafesidir. Ayrıca tasarım sürecinin bu aşamasında paketleme ve araç dinamiğinin çeşitli tasarım alternatiflerini keşfetmesi gibi parametrik çalışmalar diğer paralel tasarım çalışmaları ile birlikte yürütülürler.

2. sıra ikili koltuk bu açıdan en kritik durumdur. CAE analizleri de bunu göstermiştir. Önünde sürücü koltuğu bulunduğu için mankenlerin savrulma ve taban bağlantısında daha yüksek moment oluşturma söz konusudur. 40 kph ön çarpma testi sonucunda 2 sıra koltuk bağlantısı araç tabanından ayrılmamış ve emniyet kemerleri 10 kN'un üzerindenki bir yüke dayanmıştır. Test sonucu göstermiştir ki CAE analizlerinin de ön görmüş olduğu şekilde yeni tasarım Avrupa Birliği regülasyonlarının getirmiş olduğu değerleri sağlamaktadır.



Şekil 4.9 : 2. sıra çarpma testi test-manken pozisyonu.

4.2.1.2 3. Sıra çiftli bağlantı çarpma testi

Çarpmalara karşı dayanıklı koltuk yapısı tasarlamak bütün çarpışma modlarında yolculara koruma sağlaması anlamına gelir. Bu hedefe ulaşmada temel bir kavram ise yeterince dayanıklı bir koltuk bağlantısı yapısı tasarlamaktır.

2. Sıra haricindeki çift koltuklarda emniyet kemeri kuvvetleri 2. sıradakinden daha küçük olacaktır. Çünkü mankenin dizleri önündeki koltuga çarpacağı için enerjinin bir kısmı koltuk tarafından emilecektir. Bu sebeple koltuk ve emniyet kemeri daha az iş yapmış olacaktır.

Bu doğrultuda 3. sıra çiftli koltuk için yapılan 40 kph ön çarpma testi sonucunda 3 test ön koşulu da sağlanmış ve 3. sıra çiftli koltuğun tasarımı bu test sonucu ile doğrulanmıştır. Çizelge 5,6'da test sonrası koltuk görünümü ve dayanım grafikleri bulunmaktadır.

4.2.1.3 4. Sıra çiftli bağlantı çarpma testi

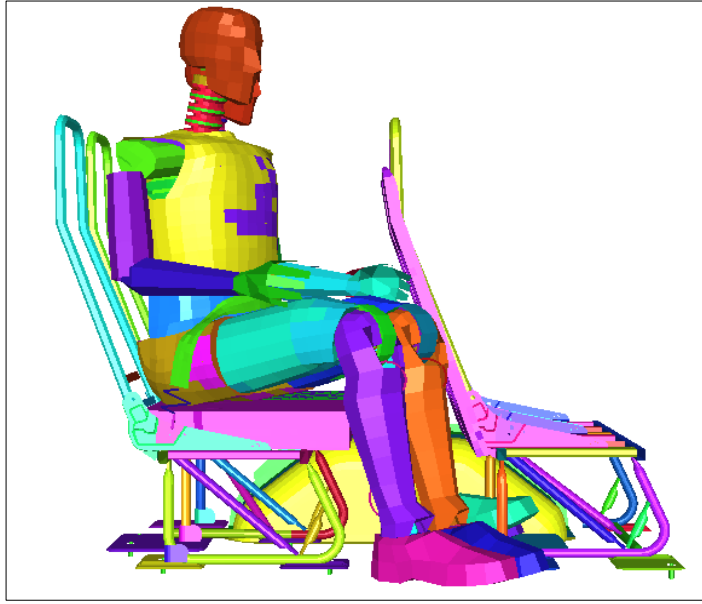
3ncü ve 4ncü sıra çift koltuk yapıları hemen hemen aynıdır bu sebeple test performanslarının da benzer olması öngörülmektedir. Yalnızca 4. sırada çamurluğa

çift bağlantı noktası bulunmaktadır. Çamurluk bağlantısı sac bağlantıdan daha dayanıklıdır bu sebeple koltuğun koridor tarafı biraz daha öne kayabilmektedir. Bundan dolayı CAE analizinde 4. sıra kızak testinde küçük sapmalar olabileceği öngörülmüştür.

40 kph ön çarpma testi sonucunda 4. sıra çiftli koltuk regulasyonun getirdiği değerleri sağlamıştır. Çizelge 5,8'de test grafikleri ve test sonrası koltuk yapısı görüntüsü bulunmaktadır.

4.2.1.4 5. Sıra çiftli bağlantı çarpma testi

Çamurlukdan dolayı mankenler koridora doğru yerleştirilmiştir. Koridor tarafı manken dizleri ön koltuğa çarpmayacağı için emniyet kemerine gelen yük dış taraftakine göre daha fazla olacaktır. Bu durum CAE analizlerine göre kızak testinde ufak bir sapmaya neden olabilir.



Şekil 4.10: 5. Sıra Çiftli Koltuk Manken Pozisyonu.

40 kph ön çarpma testi sonucunda 5. sıra ikili koltuk bağlantısı araç tabanından ayrılmamış ve test başarılıdır. Emniyet kemerine gelen daha fazla yükten dolayı sağ emniyet kemeri 15 kN'luk bir yüke maruz kalmış fakat kopmamıştır. Çizelge 5,11'de dayanım grafikleri ve test sonu bağlantı görüntüsü bulunmaktadır.

4.2.2 Tekli bağlantı çarpışma testleri

Tekli koltuk bağlantıları orta sınıf yolcu taşımaya yönelik araçlarda, aracın sol bölgesinde 3 sıra halinde bulunmaktadır. Avrupa Birliği uyum yasaları gereği 2010

yılı öncesinde en arka sırada bulunan 4'lü koltuk yasaklanmış ve en arka sıranın da 2+1 olaşak şekilde düzenlenmesi öngörülmüştür. Bu doğrultuda koridor açıklığı sağlanarak aracın arka bölgesindeki kapıların acil çıkış kapısı olarak kullanılması mümkün hale gelmiştir. Bu düzenleme sonrası araçtaki tekli koltuk sayısı 1 adet artmıştır. Tekli koltuklarda emniyet kemerinin paketlenmesi daha zor bir konudur. Buna karşın yeni tasarımda bağlantı dayanımının ikilili koltuktan daha iyi olması beklenmektedir. %95'lik tek manken ile çarpışma testi gerçekleştirildiği için bağlantı noktasına etkiyen yük nispeten azalmıştır. İkili koltuklarda olduğu gibi tekli koltuklarda da her sıranın durumu ayrı incelenmiştir.



Şekil 4.11: Tekli Koltuk Çarpışma Testi Sonrası Görüntüsü.

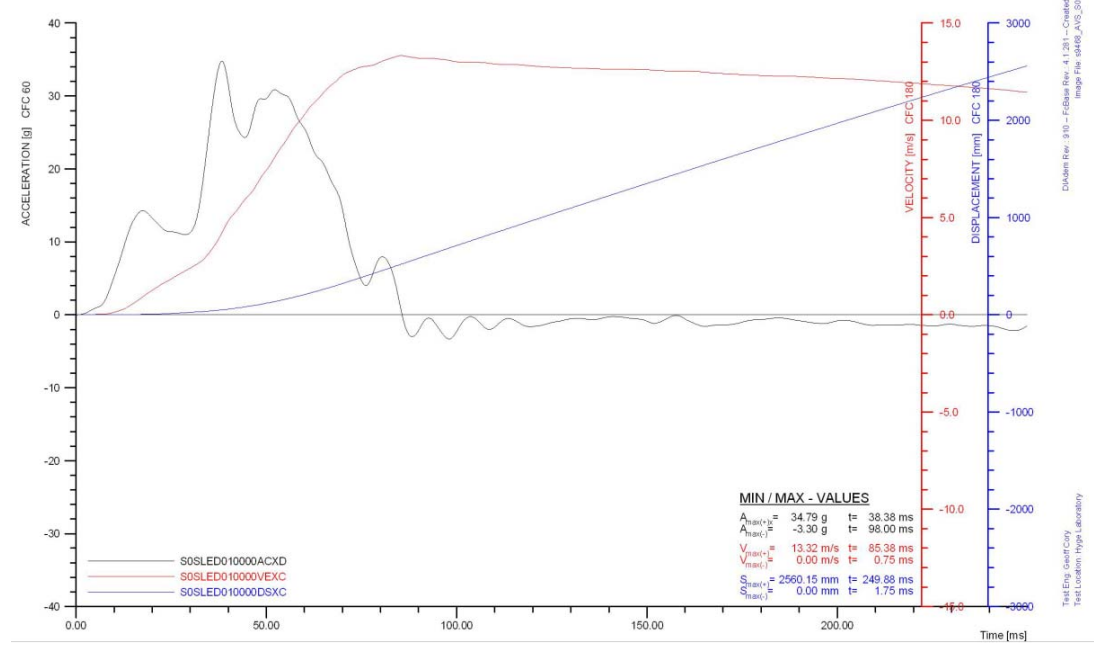
4.2.2.1 3. Sıra tekli bağlantı çarpışma testleri

3. Sıra tekli koltuk tüm tekli koltuklar içerisinde en fazla yüke maruz kalmaktadır. Bu durum CAE analizlerinde de en kötü durum (worst case) olarak incelenmiştir. 3. sıra tekli koltuğun önü tamamen boş olduğu için mankenin savrulması ve daha büyük yükşurması söz konusudur. 40 kph hızla düz duvara ön çarpışma testi gerçekleştirilmiştir. Test sonucunda yeni regülasyonun 3 gereği olan:

- Koltuk yapısı ve emniyet kemeri çarpışma yüküne dayanmıştır.

- Koltuk araç tabanından ayrılmamıştır.
- Manken koltuktan düşmemiştir.

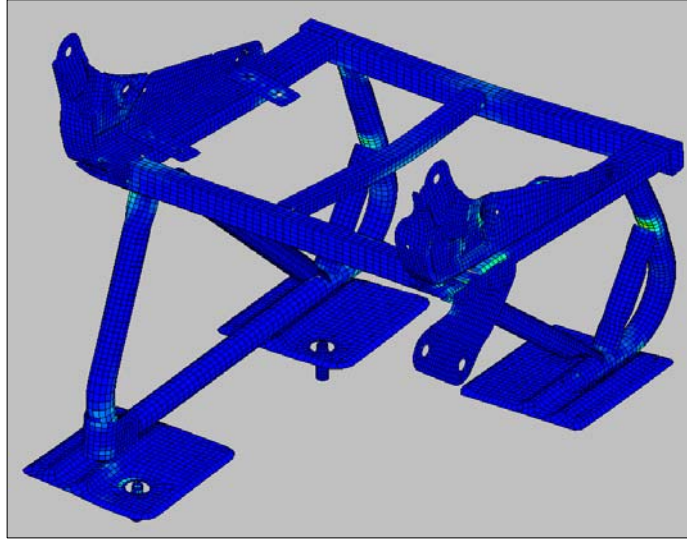
Maddeleri başarıyla sağlanmıştır.



Şekil 4.12: 3. Sıra Tekli Koltuk Çarpışma Testi İvme-Zaman Grafiği.

4.2.2.2 4. Sıra tekli bağlantı çarpışma testleri

4. Sıra tekli koltukta farklı bir durum söz konusudur. 4. sırada çamurluğa çift bağlantı noktası bulunmaktadır. Çamurluk bağlantısı sac bağlantıdan daha dayanıklıdır bu sebeple koltuğun koridor tarafı biraz daha öne kayabilmektedir. Bundan dolayı CAE analizlerine göre 4. sıra tekli kızak testinde küçük sapmalar görülebileceği öngörülmüştür. Burada emniyet kemerine gelen yük 20 kN'ı bulmaktadır. 40 kph ön çarpışma testinde 4. sıra tekli koltuk regulasyonun gereği olan şartları sağlamıştır. Koltuk bağlantısı araç tabanından ayrılmamıştır.

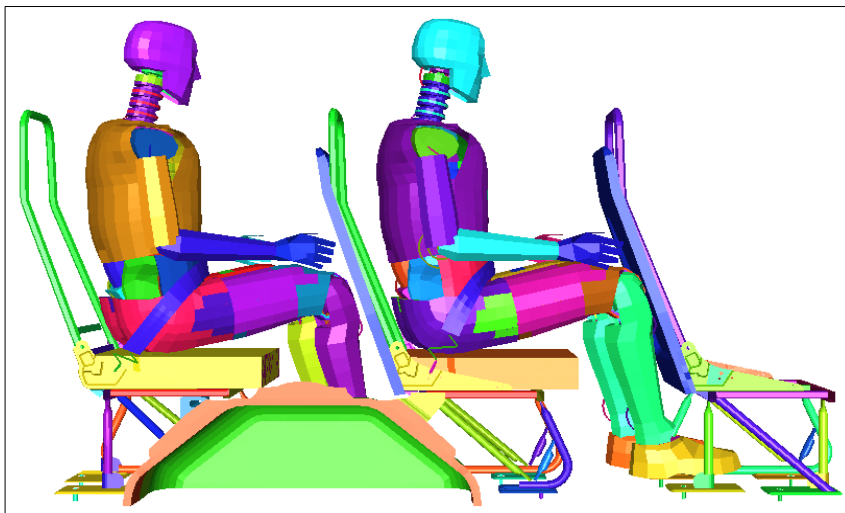


Şekil 4.13: 4. Sıra Tekli Koltuk Bağlantı Yapısı.

4.2.2.3 5. Sıra tekli bağlantı çarpışma testleri

5. Sıra tekli koltuk çarpışma testinde çamurluktan dolayı mankenler koridora doğru yerleştirilmiştir. Koridor tarafı manken dizleri ön koltuğa çarpmayacağı için emniyet kemerine gelen yük dış taraftakine göre daha fazla olacaktır. Bunun dışında 5. sıra manken dizleri 4. sıra koltuka baskı yapacaktır. Bu durum CAE analizlerinde, çarpışma testinde ufak bir sapmaya neden olabileceği öngörülmüştür.

40 kph düz duvara ön çarpma testinde 5. sıra tekli koltuk bağlantısı araç tabanından ayrılmamıştır. Emniyet kemeri 15 kN'luk yük altında kopmamıştır.



Şekil 4.14: 5. Sıra Tekli Koltuk Çarpışma Testi Manken Pozisyonu.

4.3 Çekme Testleri

Koltuk bağlantı tasarımı doğrulama sürecindeki en önemli adımlardan birisi çekme (pull test) testidir. Bağlantının dayanabileceği maksimum kuvveti görme ve o kuvvete ulaşıncaya kadar koltuk yapısının kuvvet artışına göre davranışını analiz etme açısından önemlidir. Her sıra koltuk için ayrı ayrı çekme testi gerçekleştirilmiş ve her sıranın dayanabileceği maksimum kuvvet belirlenmiştir. Şekil 4,15'te temel bir çekme test düzeneği görülmektedir. Sabit bir fikstüre oturtulan araç gövdesi, yalnızca testin yapılacağı sıradaki koltuk montajı ile hazır hale getirilir. 90 derecelik açı ile koltuklar kurulan bir aparat ve zincir yardımı ile çekilirler. Bu işlem koltuk bağlantısı araç gövdesinden ayrılıncaya kadar devam eder.



Şekil 4.15: Çekme testi düzeneği.

4.3.1 2. Sıra çekme testleri

Çekme testleri 2. sıra çiftli koltuk testi ile başlamıştır. Test prosedürü şu şekildedir:

Test Şartları:

- 6 saniye içinde 13,5 kN değerine ulaşılacak
- 2 saniye süre ile 13,5 kN'a beklenecek
- 10 saniye içinde yük 20 kN'a çıkarılacak

- 2 saniye süre ile 20 kN'da beklenecek
- Koltuk bağlantısı kopana kadar yük artırılabacak



Şekil 4.16: Test sonunda koltuk bağlantısının durumu.

Test sonucuna göre 2. sıra çiftli koltuk bağlantısı 27,65 kN'luk yük altında parçalanmıştır. Bu değer 40 kph çarpma etkisindeki oluşan yük değerinin çok üzerinde olduğu için mevcut bağlantı gerekli regülasyon değerini sağlamaktadır.

4.3.2 3. Sıra çekme testleri

3. sıra testlerinde hem ikili hem tekli koltuk için test uygunlanmıştır. İkinci sıradan farklı olarak son aşama kopana kadar değil, 25 kN maksimum yüke kadar uygulanmıştır.

Test Şartları:

- 6 saniye içinde 13,5 kN değerine ulaşılacak
- 2 saniye süre ile 13,5 kN'a beklenecek
- 10 saniye içinde yük 20 kN'a çıkarılacak
- 2 saniye süre ile 20 kN'da beklenecek
- Koltuk bağlantısı kopana yada 25 kN'a kadar yükseltilecek.



Şekil 4.17: 3. Sıra ikili koltuk çekme test düzeneği.

Test sonucunda hem ikili hem de tekli koltuk için:

- 25 kN'a kadar koltuk gövdeden ayrılmamıştır.
- Test, yeni regülasyon değerleri çerçevesinde başarıyla tamamlanmıştır.

4.3.3 4. Sıra çekme testleri

4. Sıra koltukların farkı daha önce çarpışma testleri bölümünde anlatıldığı gibi çamurluktan dolayı yan bağlantı bulunmasıdır. Fakat bu durum bağlantı dayanımında temel bir problem oluşturmamaktadır.

Test Şartları:

- 6 saniye içinde 13,5 kN değerine ulaşılacak
- 2 saniye süre ile 13,5 kN'a beklenecek
- 10 saniye içinde yük 20 kN'a çıkarılacak
- 2 saniye süre ile 20 kN'da beklenecek
- Koltuk bağlantısı kopana yada 25 kN'a kadar yükseltilecek.



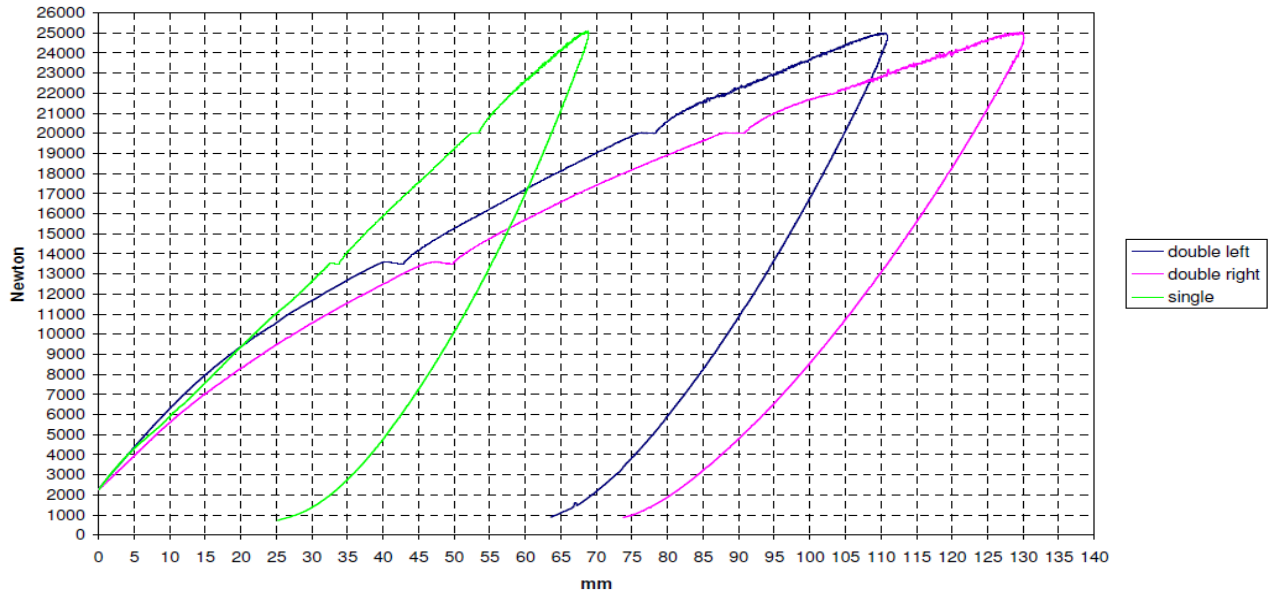
Şekil 4.18: 4. Sıra ikili ve tekli koltuk çekme testi düzeneği.

Test sonucunda hem ikili hem de tekli koltuk için:

- 25 kN'a kadar koltuk gövdeden ayrılmamıştır.
- Test, yeni regulasyon değerleri çerçevesinde başarıyla tamamlanmıştır.



Şekil 4.19: 4. Sıra taban bağlantısı test sonrası görünüm.



Şekil 4.20: 4. Sıra çekme testi kuvvet-yerdeğişimi grafiği.

4.3.4 5. sıra çekme testleri

5. sıra tekli ve ikili koltuklar için:

Test Şartları:

- 6 saniye içinde 13,5 kN değerine ulaşılacak
- 2 saniye süre ile 13,5 kN'a beklenecek
- 10 saniye içinde yük 20 kN'a çıkarılacak
- 2 saniye süre ile 20 kN'da beklenecek
- Koltuk bağlantısı kopana yada 25 kN'a kadar yükseltilecek.



Şekil 4.21: 5. Sıra tekli koltuk çekme testi düzeneği.



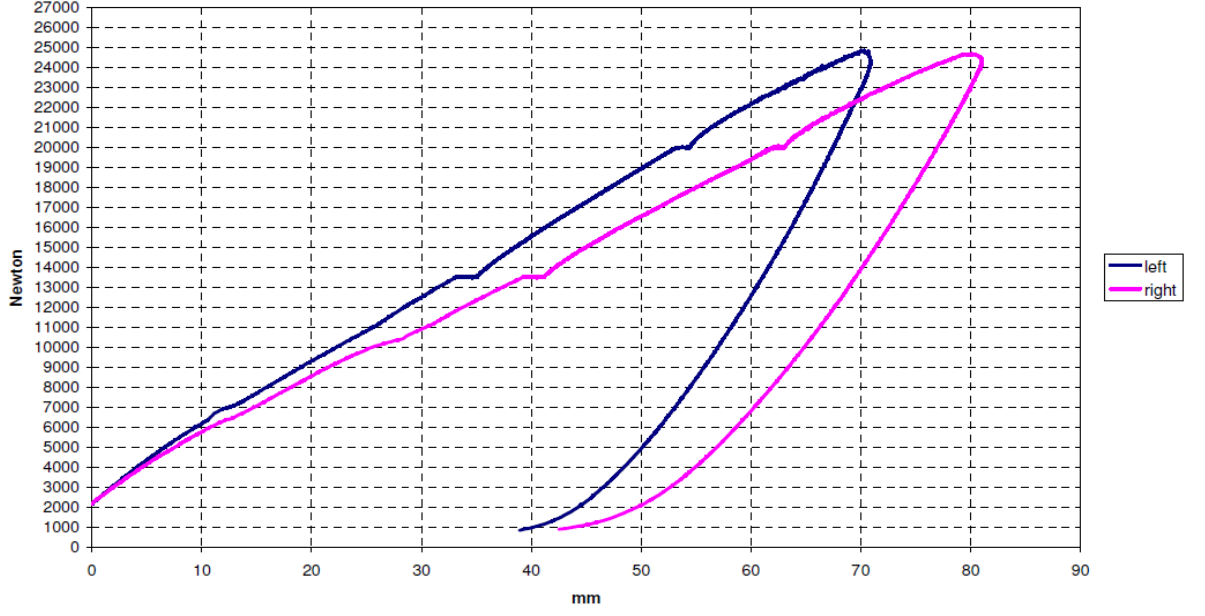
Şekil 4.22: 5. sıra ikili koltuk çekme testi düzeneği.



Şekil 4.23: 5. sıra test sonrası bağlantı durumu.

Test sonucunda hem ikili hem de tekli koltuk için:

- 25 kN'a kadar koltuk gövdeden ayrılmamıştır.
- Test, yeni regulasyon değerleri çerçevesinde başarıyla tamamlanmıştır.



Şekil 4.24: 5. sıra ikili koltuk kuvvet-yerdeğişimi grafiği.

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

5.1 Yeni Tasarımın Onaylanması

Yaklaşık 1 yıl süren ve birçok bilgisayar analizi ve çeşitli testlerle doğrulanan bu süreç sonunda 2010 yılından itibaren güvenle kullanılabilir yeni bir koltuk tasarımı ortaya çıkmıştır. 40 kph düz duvara çarpma testi sonucunda bile ciddi hasar görmeyen, 20 kN'luk yük altında kopmayan emniyet kemeri ile yeni mevzuata uygun tasarım gerekli yasal onayı almış ve üretim aşaması başlamıştır. Yolcu taşımaya yönelik orta ticari sınıf araçların Türkiye'de şehir içi ve şehirlerarası taşımacılıkta en büyük satış oranına sahip olması bu tasarımın güvenlik konusunda büyük bir katkı sağlayacağını bir göstergesidir.. Yeni mevzuatın devreye girmesi ile birlikte oluşan kazalarda koltuk ve emniyet kemeri kaynaklı yaralanma ve ölümlerde ciddi bir azalma söz konusu olacaktır.



Şekil 5.1: Yeni Tasarım Koltuk Bağlantıları.

5.2 Malzeme Bilgisi

Parça malzemesi olarak DIN EN 1326 S350 kaliteye karşılık gelen Erdemir 1335 nolu çinko ile galvenize edilmiş yapı çeliği seçilmiştir. Kimyasal bileşiminde 0,20 karbon, 0,60 silisyum, 1,70 mangan, 0,10 fosfat ve 0,045 oranında kükürt bulunmaktadır. Akma dayanımı $350 N/mm^2$ ve çekme dayanımı $420 N/mm^2$ 'dir.

5.3 Ön Çarpışma Testi ve Çekme Testleri

Tasarım test sürecinin en önemli 2 adımı ön çarpışma ve çekme testleri olmuştur. Ön çarpışma testleri İngiltere'de Ford Motor Co. test merkezinde, çekme testleri Ford Otosan test merkezi ve ODTU'de tamamlanmıştır. Ön çarpışma testi aracın mevzuatın öngördüğü hızlardaki çarpışma sırasında koltuk bağlantısının gördüğü zararı ve bu zarar sonucunda test mankenin nasıl bir darbeye maruz kalacağını belirlemek amacıyla gerçekleştirilir. Test aracı ağırlığı olarak boş arac ağırlığına ilave olarak kullanılan manken tipine göre 95 kg lık sürücü ağırlığı koltuk üzerinde hesaplanır .

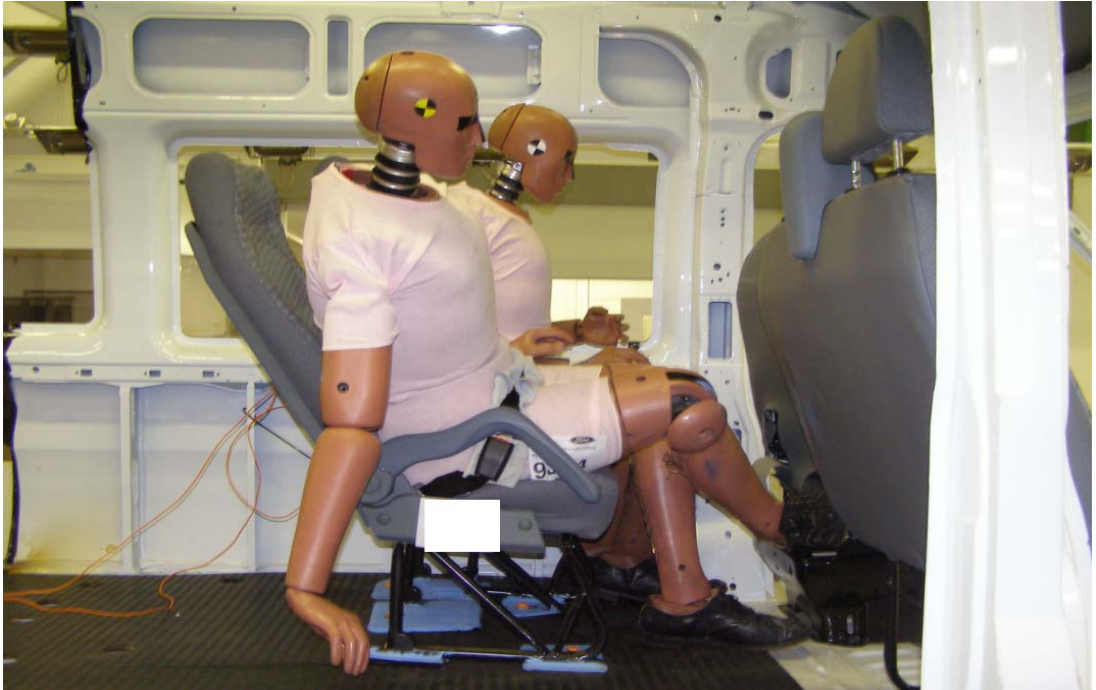
Çekme testlerinde ise koltuğun araç gövdesinden ayrıldığı maksimum kuvvet hesaplanmıştır. Çekme testleri yeni tasarımın dayanabileceği üst sınırı belirleme açısından oldukça önemlidir.

Her iki test süreci de göstermiştir ki yeni tasarlanan koltuk bağlantısı eskisine nazaran 2 kat fazla yüke mukavemet göstermiş ve araç güvenliği açısından önemli bir gelişim teşkil etmiştir.



Şekil 5.2: Ön çarpışma test düzeneği.

Şekil 5.2’de gösterilen test düzeneğinde aracın ivmelenmesini sağlayan kızak sistemine montajı ve araç içerisindeki 2. sıra koltuktaki manken pozisyonları gösterilmiştir.



Şekil 5.3: Ön çarpışma testi sonrası koltuk ve mankenlerin durumu.

Ön çarpışma testi gereklilikleri RCAR (Research Council for Automobile Repairs) tarafından belirlenir ve denetimleri uygulanır.

5.4 Kullanılan Yazılımlar

Tasarım sırasında çizim programı olarak “Catia V5” programı kullanılmıştır. Catia V5 ürün mükemmelliği için önde gelen çözümlerden biridir. Büyük sanayi devlerinden tedarik zinciri içerisinde ki küçük bağımsız şirketlere kadar bütün üretim organizasyonlarını kapsar. Catia V5'in ölçeklenebilir yapısı ve kabiliyetleri onun havacılık, otomotiv, endüstriyel makineler, elektrik, elektronik, gemi inşaat, fabrika tasarımı ve beyaz eşya ile mücevher ve tekstil'e kadar çok geniş endüstriyel alanlarda uygulanmasını sağlar. Catia V5 tamamen entegre bir şekilde ürün konsept tasarımından hizmete sunulmasına kadar bütün ürün geliştirme sürecini kapsayan tek çözümdür. Açık ve ölçeklenebilir yapısı sayesinde stil ve form tasarımı, mekanik tasarım, ekipman ve sistem mühendisliği, dijital mock up yönetimi, işleme, analiz ve simülasyonu içeren çeşitli disiplinli büyük işletmelerde gerçek eş zamanlı mühendisliğe imkan sağlar. İşletmelerin ürün tasarım tecrübelerini tekrar kullanmalarını ve ürün geliştirme çevrimini hızlandıran Catia V5, şirketlerin pazar ihtiyaçlarını karşılamak için hızlı davranmalarına yardımcı olur.

Analizlerde kullanılan 3D datalarının çiziminden sonra detaylı modellemesi “Hypermesh” programında yapılmıştır. Hypermesh en çok kullanılan sonlu eleman çözücülerini destekleyen , mühendislerin ürün tasarımlarını analiz etmelerine, kolay ve hızlı bir şekilde olanak sağlayan yüksek performanslı yapısal analiz, hesaplamalı akışkanlar dinamiği ve mekanik sistem analizleri için sonlu eleman modeli oluşturma yazılımıdır. Hypermesh'in kullanımı ve öğrenmesi kolay kullanıcı arayüzü, desteklediği çok sayıda CAD geometri ve sonlu eleman model dosyaları işlerlik ve verimliliği artırır. Solid geometri modelleme, yüzey (shell) meshleme, detaylı model kurulumu (malzeme, kontak, sınır şartları vb.), yüzey geometri modelleme, solid mesh oluşturma, otomatik arayüzey yaratma gibi birçok özelliği sayesinde tasarımcının işini kolaylaştırmaktadır.

Hypermesh programında hazırlanan modeller daha sonra “Hypercrash” programında çarpışma analizine tabi tutulmuştur. Hypercrash, çarpışma analizleri ve güvenlik uygulamaları için modellerin oluşturulması için son derece gelişmiş ve otomatikleştirilmiş araçlara sahip bir yazılımdır. Endüstrinin lider üreticileriyle

birlikte geliştirilen yazılım, bölüm verimliliğini artıran, doğru sonuçlar alınması sağlayan işlem sırası, otomatik model kontrolü ve denetimi imkanı sunmaktadır. Hypercash en karmaşık çarpışma ve güvenlik uygulamaları için, parça yerdeğiştirme, test mankeni pozisyonu düzenleme ve emniyet kemeri modelleme gibi sağlam kullanıcı araçlarına sahiptir. Hypercrash, çarpışma ve güvenlik analizleri için yüksek kalitede ve doğruluk derecesinde sonuçlar almamızı sağlayarak, son derece gelişmiş arayüzü sayesinde modelleme zamanından önemli kazançlar sağlamamıza imkan tanımıştır.

Son olarak yapılan analize ait sonuçların simulasyonunun görüntülenmesi için de Envision programı kullanılmıştır.

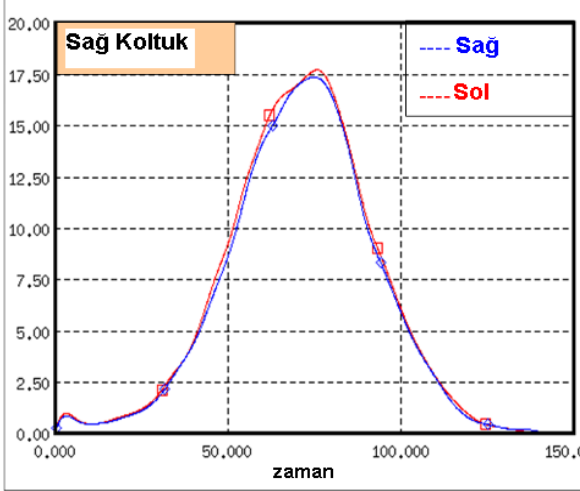
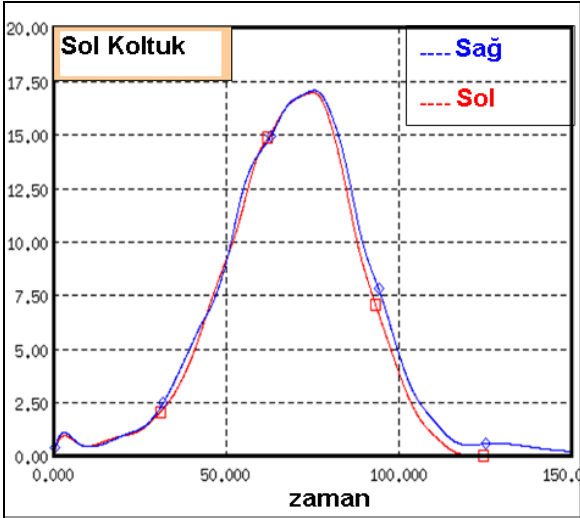
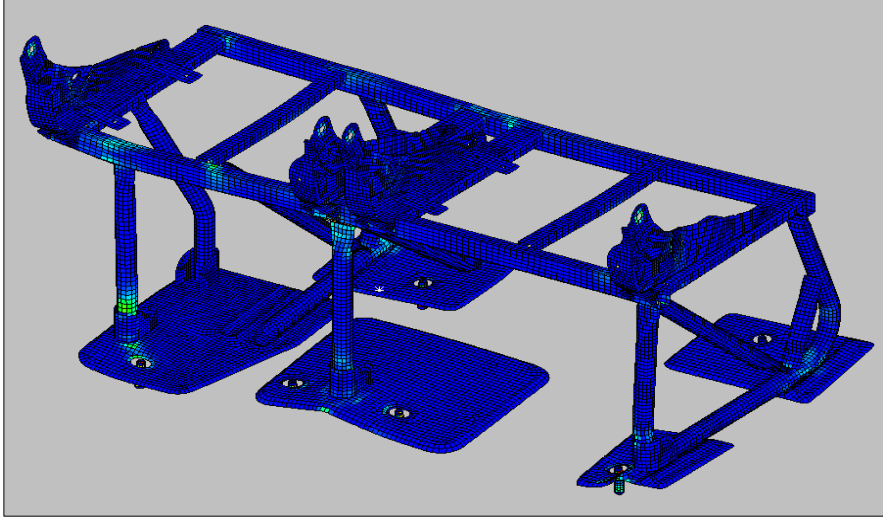
5.5 Analiz Sonuçları, Grafikler ve Test Dataları

5 sıra çiftli ve 4 sıra tekli tüm koltuk bağlantıları için gerçekleştirilen ön çarpışma testi sonuçları ve öncesinde yapılan CAE analizi verileri aşağıdaki tablolarda sunulmuştur. Her sıra çarpışma testinde emniyet kemerinin dayanım değerleri de yük-zaman grafikleri yardımıyla gösterilmiştir. Bütün grafiklerde hem sağ emniyet kemeri hem de sol için sonuçlar alınmıştır. Çarpışma dayanımını artırma amacıyla tasarlanan koltuk bağlantı yapısının doğru çalıştığını gösteren iki farklı sonuç vardır. İlki çarpışma sonrasında koltuk bağlantısının yüksek oranda plastik şekil değişimine uğramaması ve araç gövdesinden ayrılmamasıdır. İkinci olarak da kullanılan en büyük boydaki manken olan %95'lik mankenin koltuk üzerinden düşmemesidir. 5 sıra ikili ve 4 sıra tekli koltuk üzerinde yapıldan değerlendirmeye sonucunda tüm birimleri hedef değerleri sağladığı raporlanmıştır.

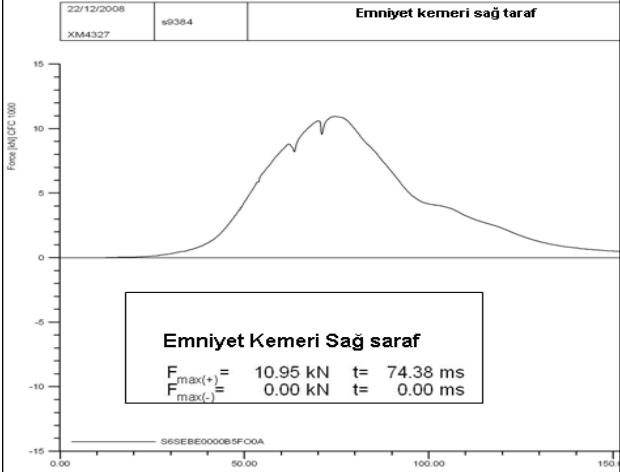
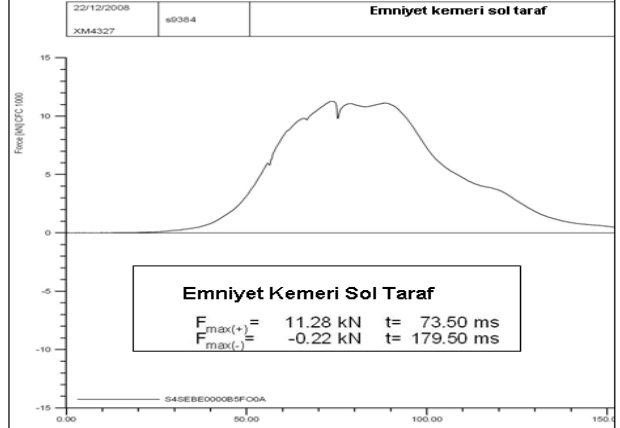

5.6 Finansal Durum

<u>Ortalama Araç Başı Maliyet</u>	: 27,48\$
<u>Toplam Proje Yatırımı</u>	: 532.382\$
<u>Toplam Test Maliyetleri</u>	: 160.000 \$ (Hurda edilen araçlar dahil)
<u>Toplam Mühendislik maliyetleri</u>	: 150.000 \$
<u>Yıllık ortalama İç Pazar satış rakamı</u>	: 45.000 adet
<u>Toplam Proje Maliyeti</u>	: 900.000 \$
<u>Yeni Model araca geçilene kadar beklenen toplam dolaylı kazanç miktarı</u>	: 14
<u>milyon \$.</u> (3,5 yıl için)	

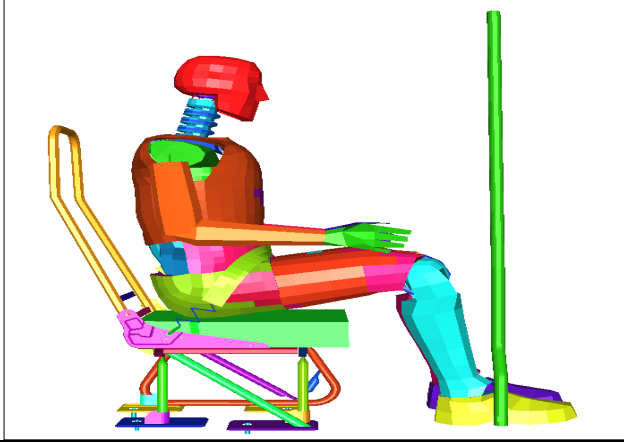
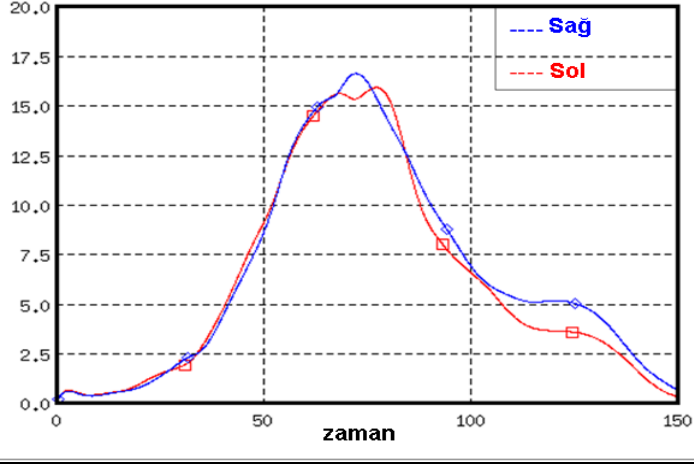
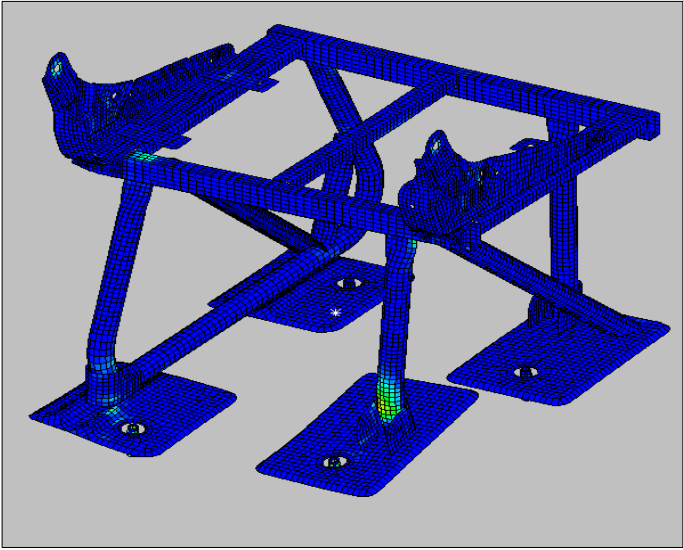
Çizelge 5.1: 2. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.

Data Numarası	V1
Sağ Emniyet Kemer Kuvvetleri	 <p>The graph titled "Sağ Koltuk" shows the force on the right seat belt over time. The y-axis represents force in Newtons (0.00 to 20.00) and the x-axis represents time in seconds (0.000 to 150.000). Two curves are shown: a blue dashed line for "Sağ" (Right) and a red dashed line for "Sol" (Left). Both curves show a peak force of approximately 17.50 N at around 75,000 seconds. The blue curve peaks slightly earlier than the red curve.</p>
Sol Emniyet Kemer Kuvvetleri	 <p>The graph titled "Sol Koltuk" shows the force on the left seat belt over time. The y-axis represents force in Newtons (0.00 to 20.00) and the x-axis represents time in seconds (0.000 to 150.000). Two curves are shown: a blue dashed line for "Sağ" (Right) and a red dashed line for "Sol" (Left). Both curves show a peak force of approximately 17.50 N at around 75,000 seconds. The red curve peaks slightly earlier than the blue curve.</p>
2. Sıra Çiftli Koltuk için CAE Analizi	 <p>A 3D finite element analysis (FEA) model of a double-row seat structure. The model is rendered in blue and shows the seat frame, including the backrest, seat pan, and base. The model is used to analyze plastic deformation during a crash test.</p> <p>Plastik şekil değişimi değerleri – kırmızı > 15%</p>



Çizelge 5.2: 2. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi sonucu.

Data Numarası	V2
Sağ Emniyet Kemer Kuvvetleri	
Sol Emniyet Kemer Kuvvetleri	
2. Sıra Çiftli Koltuk için Test Sonucu	
Testten sonra koltuk ve yer deformasyonu	

Çizelge 5.3: 3. sıra tekli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.

Data Numarası	V3
2. Sıra Tekli Manken Pozisyonu	
2. Sıra Tekli Emniyet Kemerini Kuvvetleri	
2. Sıra Tekli Koltuk İçin CAE Analizi	 <p>Plastik şekil değişimi değerleri - kırmızı > 15%</p>

Çizelge 5.4: 3. sıra tekli koltuğa ait kızak testi sonucu.

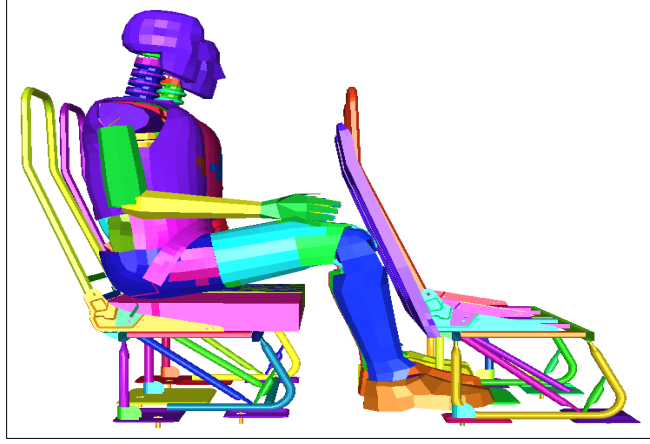
Data Numarası	V4
Sağ Emniyet Kemerli Kuvvetleri	
Test Sonucu	<p>Test Sonucu: Başarılı</p> <ul style="list-style-type: none">• Koltuk yapısı ve emniyet kemeri çarpışmak yüküne dayanmıştır.• Koltuk araç tabanından ayrılmamıştır.• Manken koltuktan düşmemiştir.
3. Sıra Tekli Koltuk İçin Test Sonucu	
Testten sonra koltuk ve yer deformasyonu	

Çizelge 5.5: 3. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.

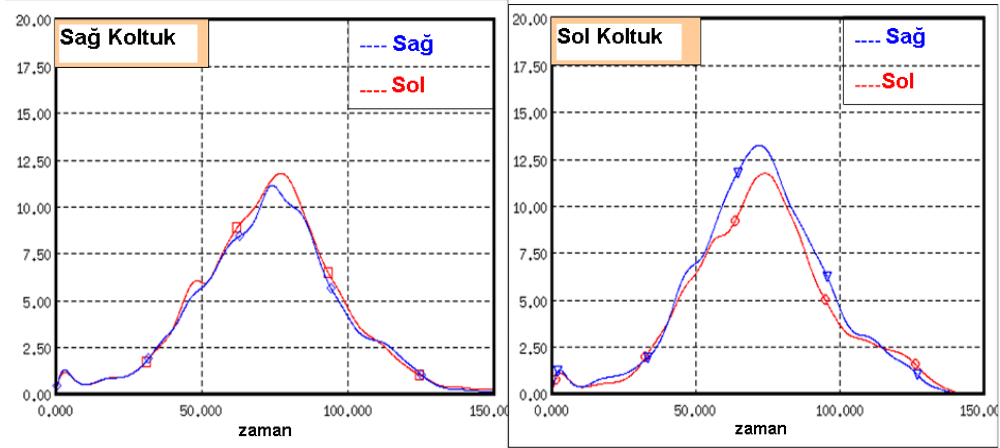
Data
Numarası

V5

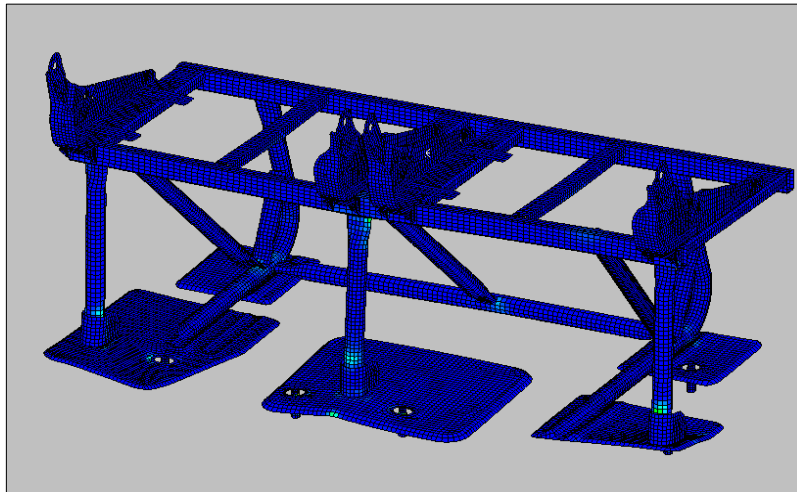
3. Sıra Çiftli Manken Pozisyonu



3. Sıra Emniyet Kemerli Kuvvetleri

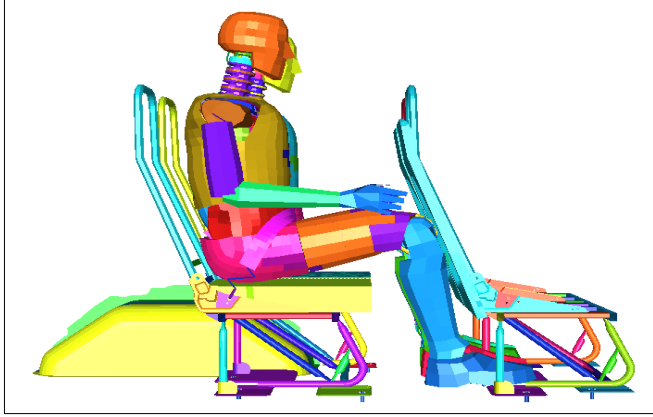
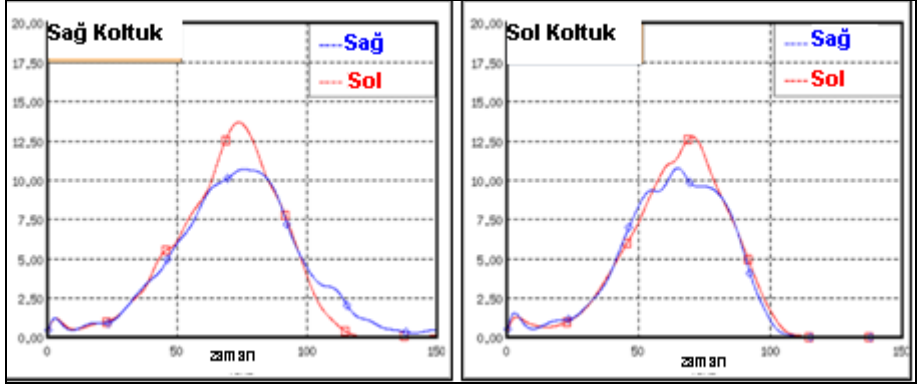
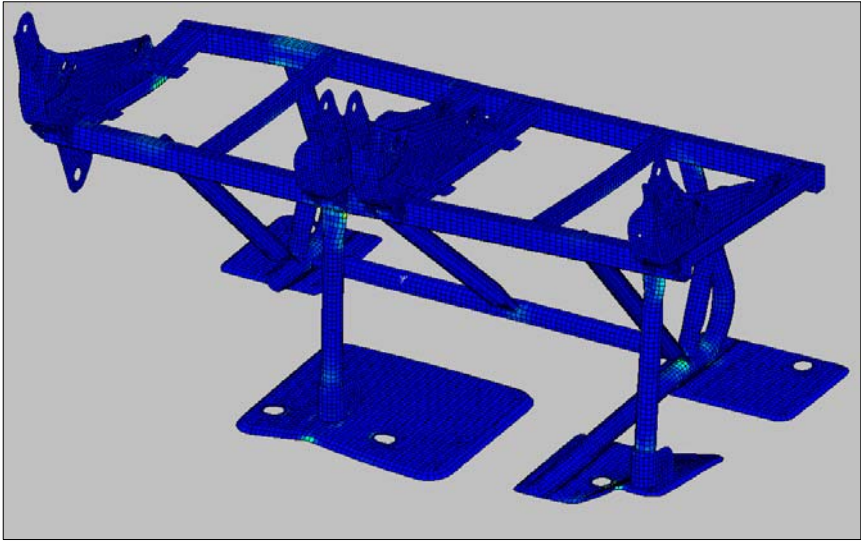


3. Sıra Çiftli Koltuk İçin CAE Analizi




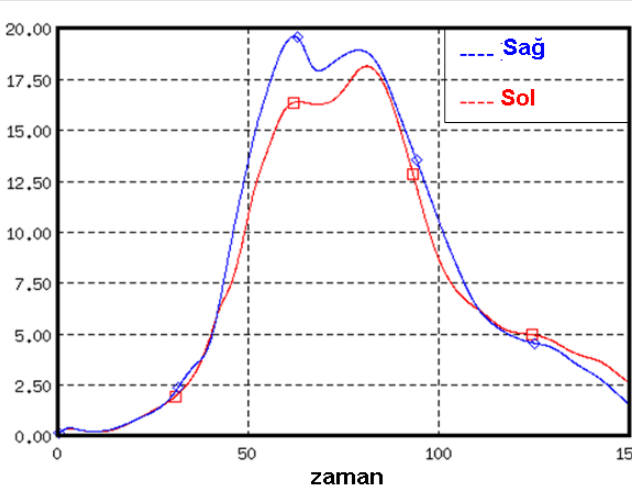
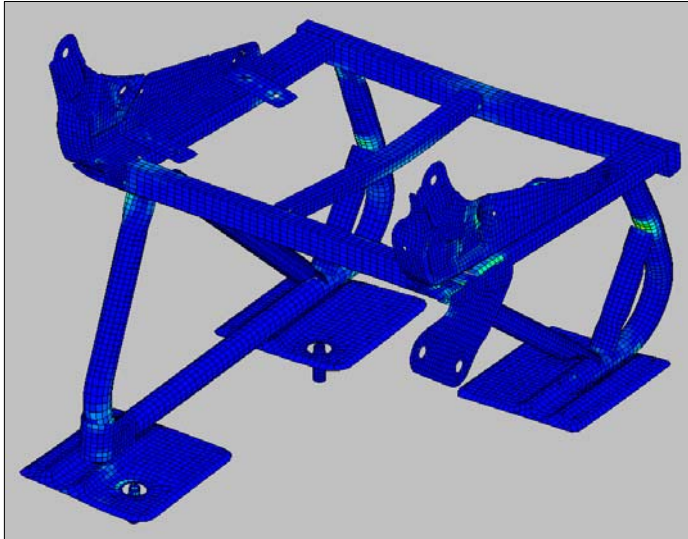
Plastik şekil değışimi değeri – kırmızı > 15%

Çizelge 5.6: 4. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.

Data Numarası	V6
4. Sıra Çiftli Manken Pozisyonu	
4. Sıra Emniyet Kemeri Kuvvetleri	
4. Sıra Çiftli Koltuk İçin CAE Analizi	

Plastik şekil değişimi değerleri – kırmızı > 15%

Çizelge 5.7: 4. sıra tekli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.

Data Numarası	V7
4. Sıra Tekli Manken Pozisyonu	
4. Sıra Emniyet Kemerli Kuvvetleri	
4. Sıra Tekli Koltuk İçin CAE Analizi	

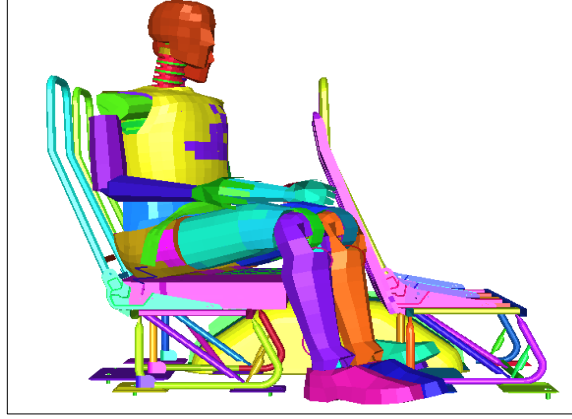
Plastik şekil değişimi değerleri – kırmızı > 15%

Çizelge 5.8: 5. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.

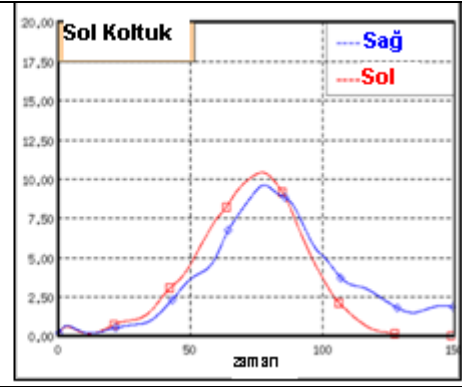
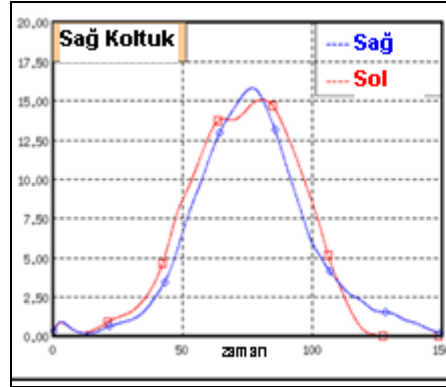
Data
Numarası

V8

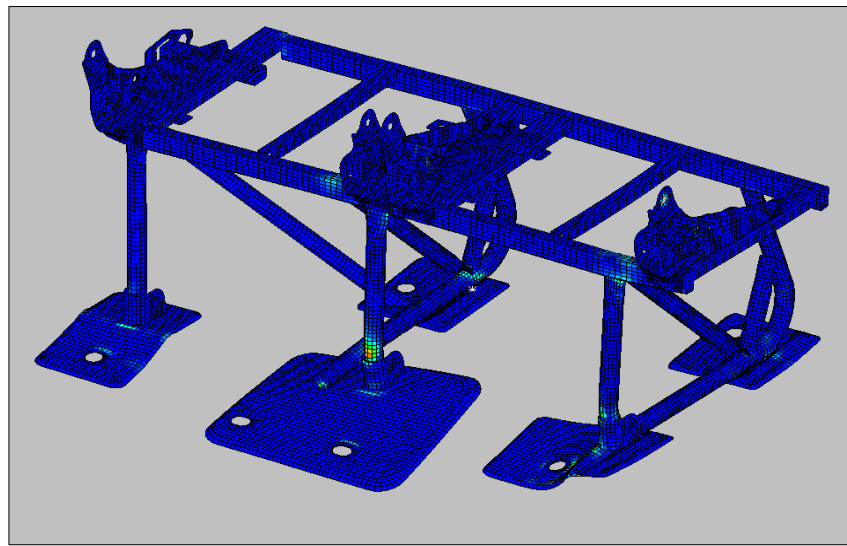
5. Sıra Çiftli Manken Pozisyonu



5. Sıra Emniyet Kemerini
Kuvvetleri

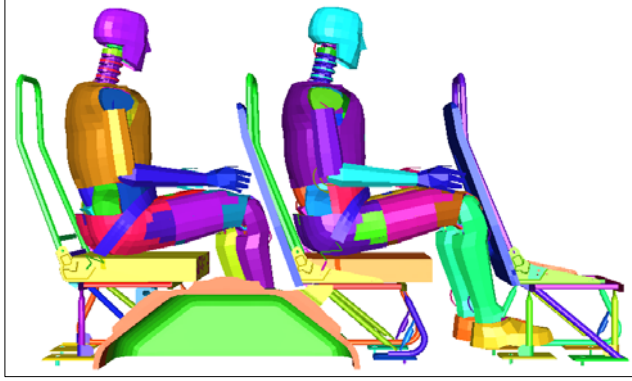
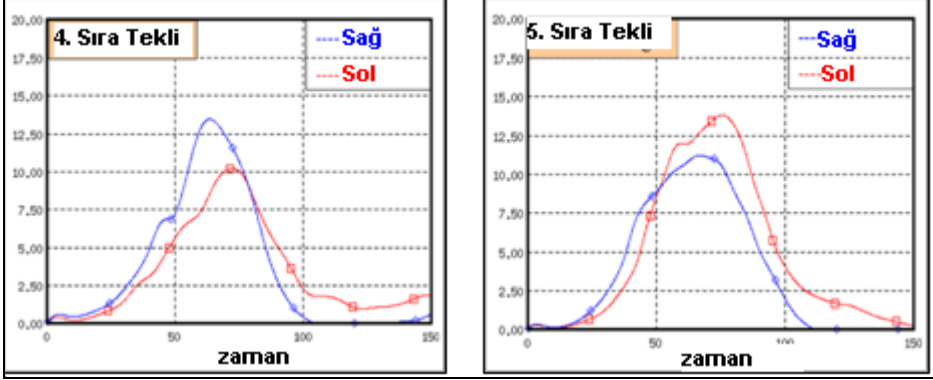
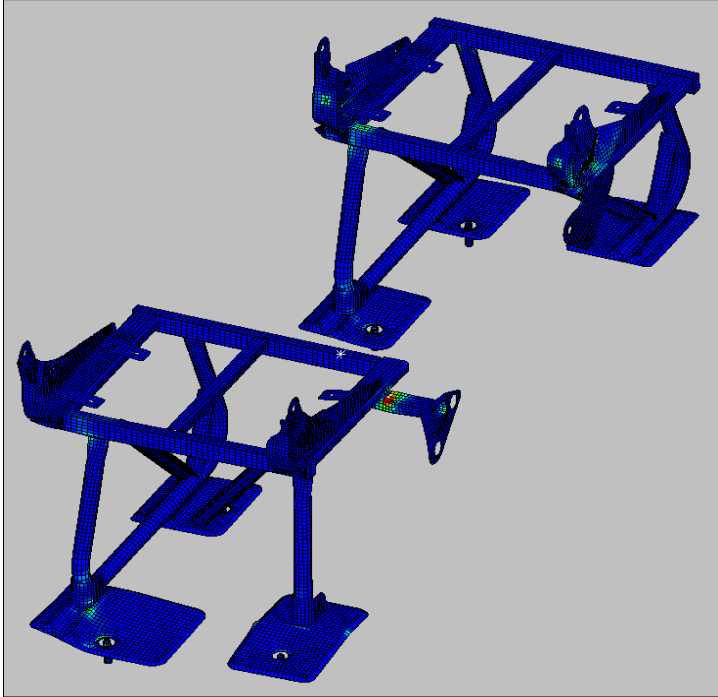


5. Sıra Çiftli Koltuk İçin CAE Analizi

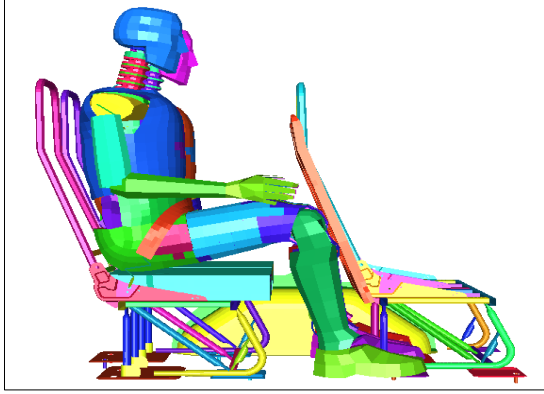
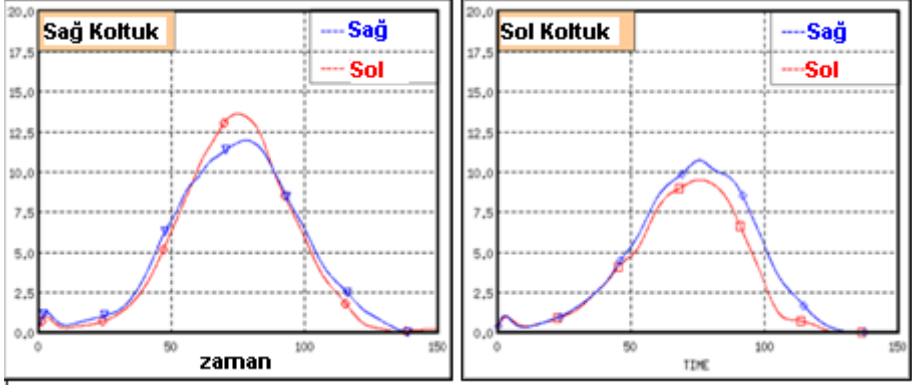
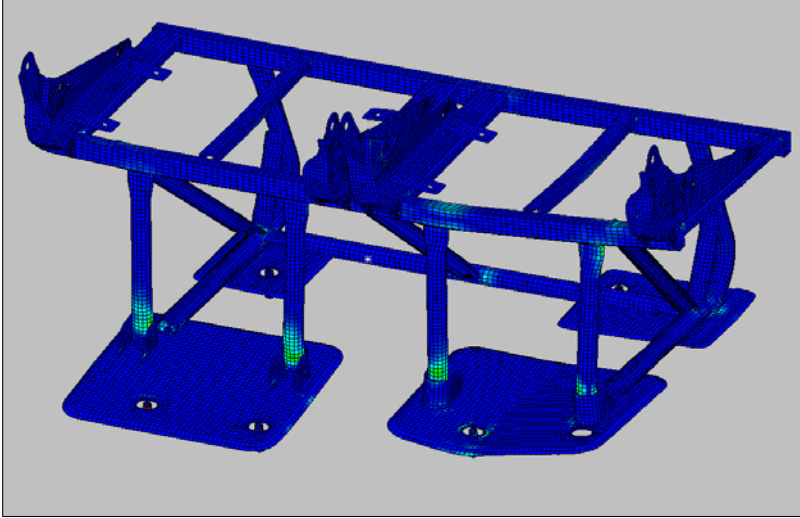


Plastik şekil değişimi değerleri – kırmızı > 15%

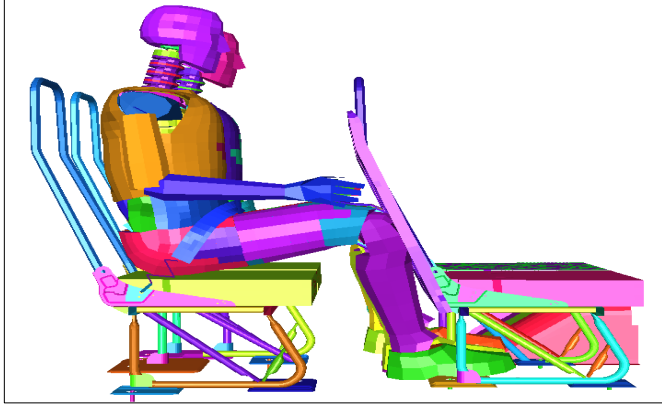
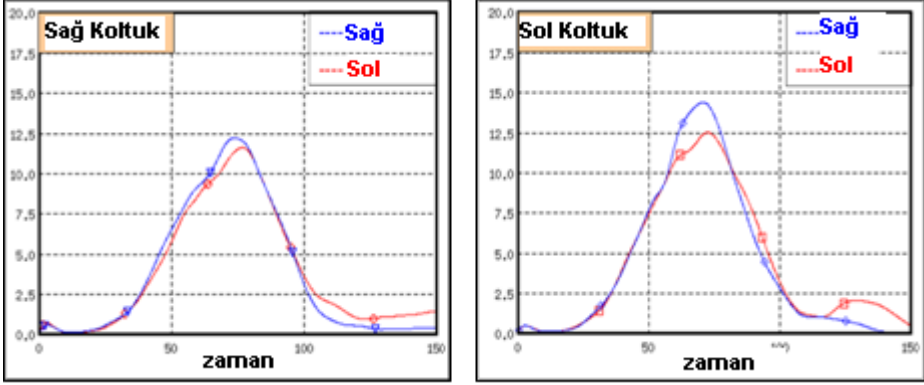
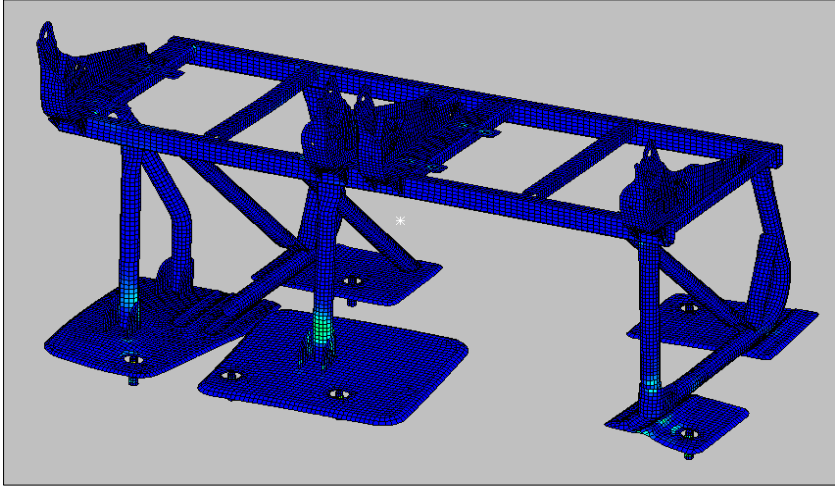
Çizelge 5.9: 4.& 5. sıra tekli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.

Data Numarası	V9
4. & 5. Sıra Tekli Manken Pozisyonu	
4. & 5. Sıra Emniyet Kemeri Kuvvetleri	
4. & 5. Sıra Tekli Koltuk İçin CAE Analizi	 <p>Plastik şekil değişimi değerleri – kırmızı > 15%</p>

Çizelge 5.10: Uzun şasi 5. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.

Data Numarası	V10
LWB 5. Sıra Çiftli Manken Pozisyonu	
LWB 5. Sıra Emniyet Kemerini Kuvvetleri	
LWB 5. Sıra Çiftli Koltuk için CAE Analizi	 <p>Plastik şekil değişimi değerleri – kırmızı > 15%</p>

Çizelge 5.11: Jumbo 6. sıra çiftli koltuğa ait kızak testi simülasyonu.

Data Numarası	V11
ELWB 6. Sıra Çiftli Manken Pozisyonu	
ELWB 6. Sıra Emniyet Kemerini Kuvvetleri	
ELWB 6. Sıra Çiftli Koltuk İçin CAE Analizi	 <p>Plastik şekil değişimi değerleri - kırmızı > 15%</p>

Çizelge 5.12: Kızak testi forward laden sonucu.

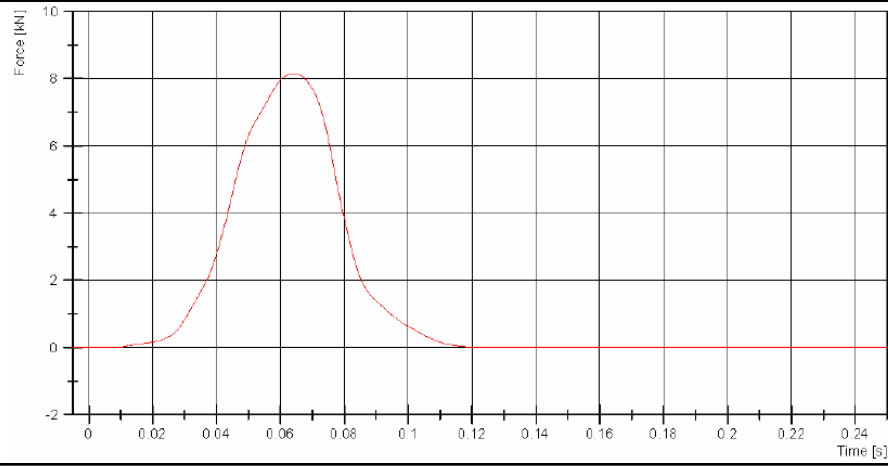
Data
Numarası

V12

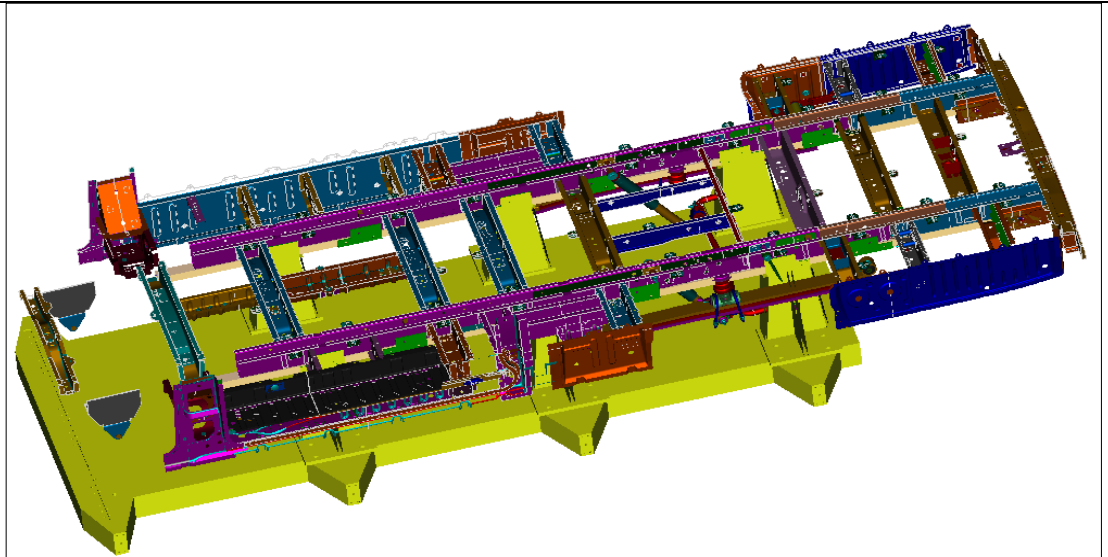
Kızak Testi Düzenëği Manken Pozisyonu



Kuvvet Zaman Diyagramı



Yapısal Dayanım Forward Laden Kızak

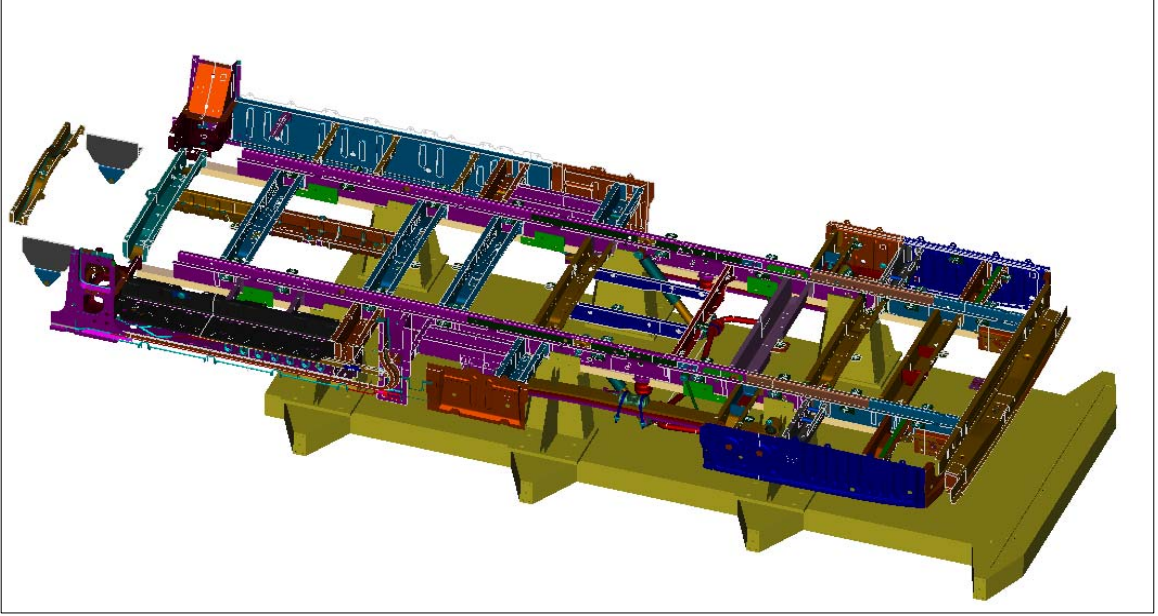


Çizelge 5.13: 13 nolu dataya ait kuvvet zaman diyagramları ve deformasyonlar

Data
Numarası

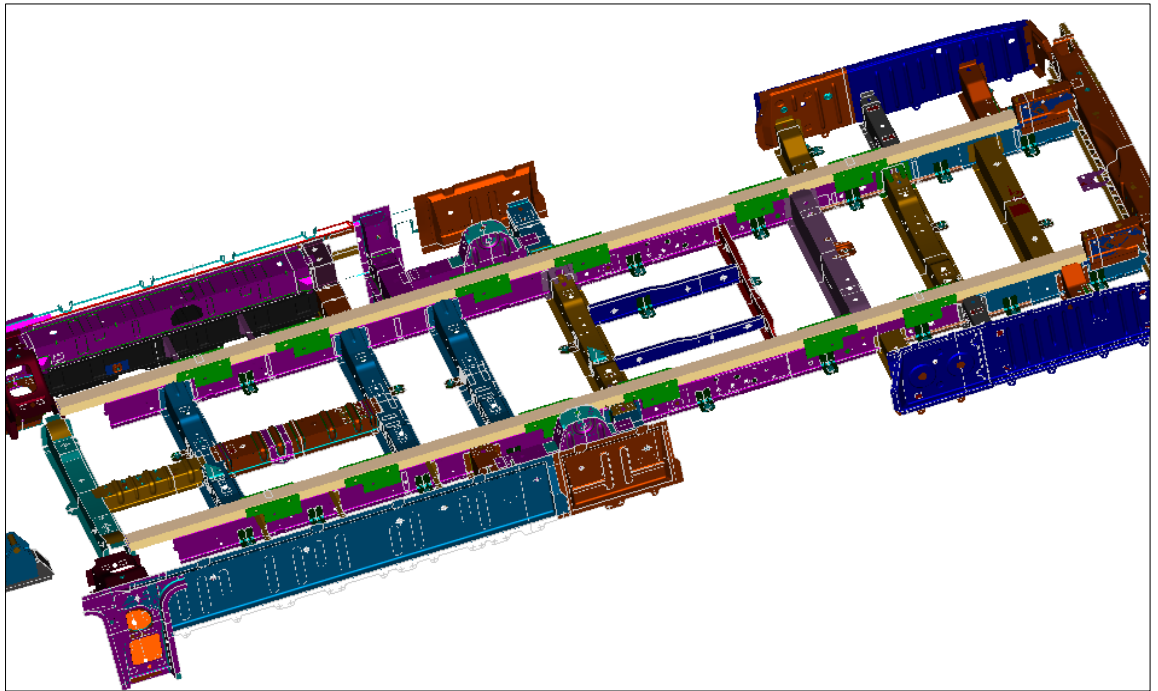
V13

Sağ Darbe Sönümleyici

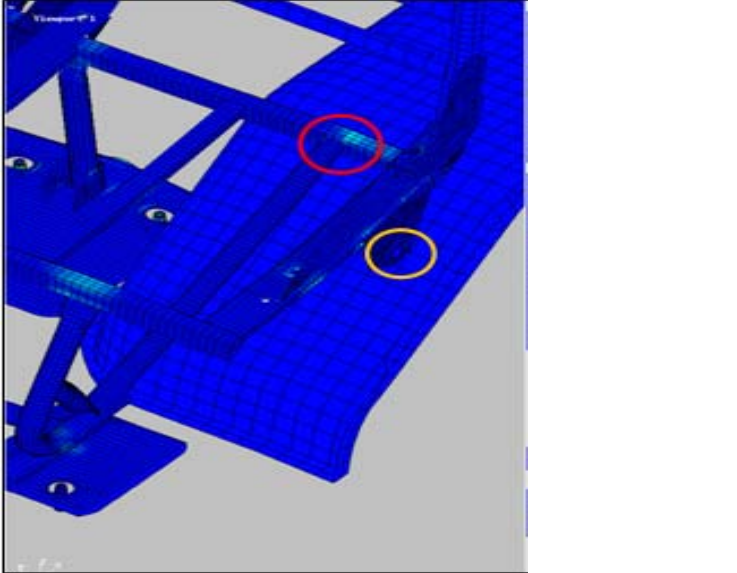
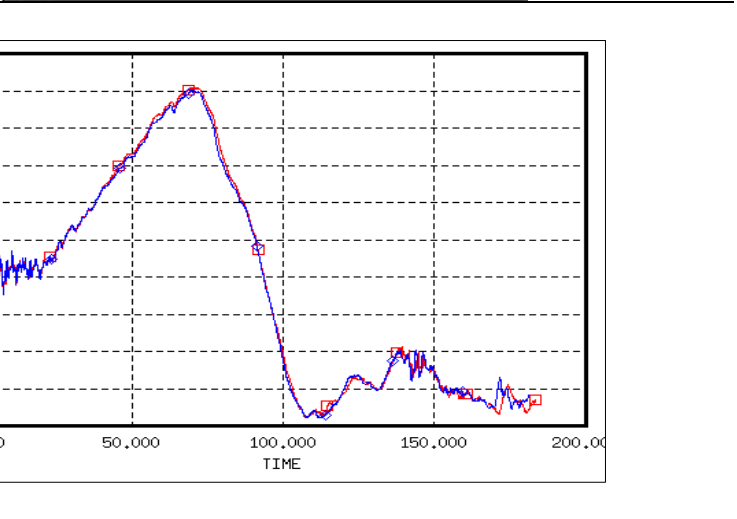
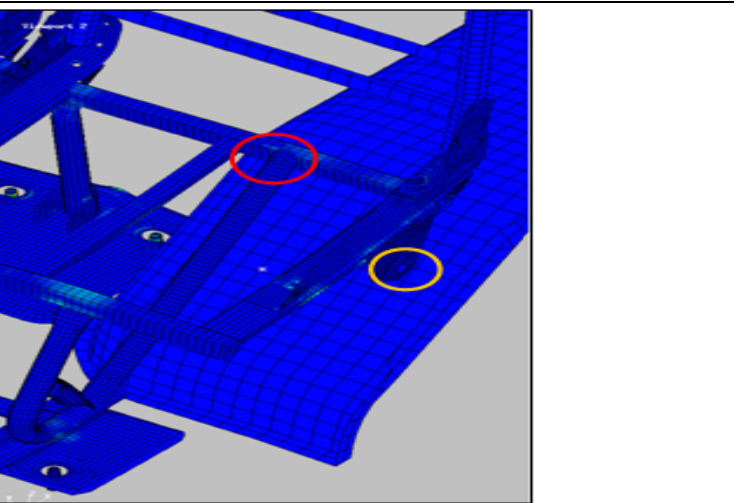


Resimde gösterildiği üzere 60 x 40 profil ile araç arasında 16 x 20 mm [(4 iç + 4 dış) x 2 profil] olacak şekilde kaynak bağlantısı yapılacaktır. Ayrıca profiller uç kısımlarından da araca kaynaklanacaktır.

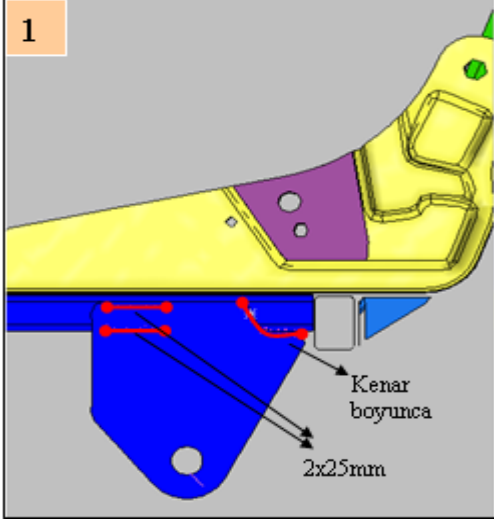
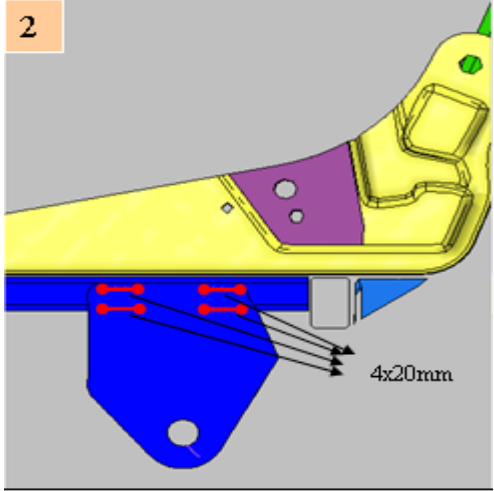
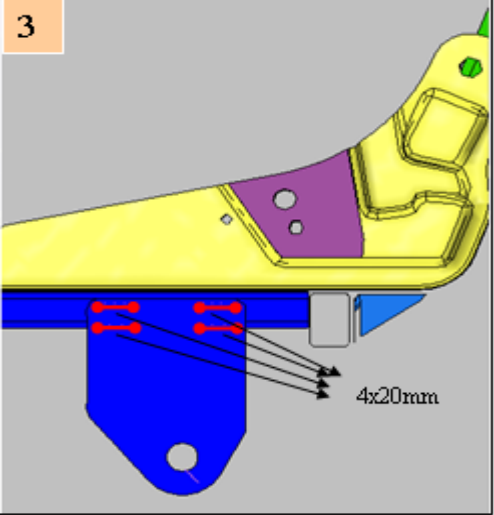
Ezilme



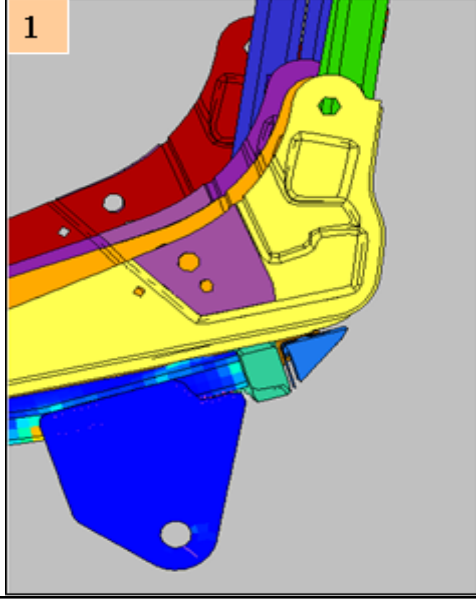
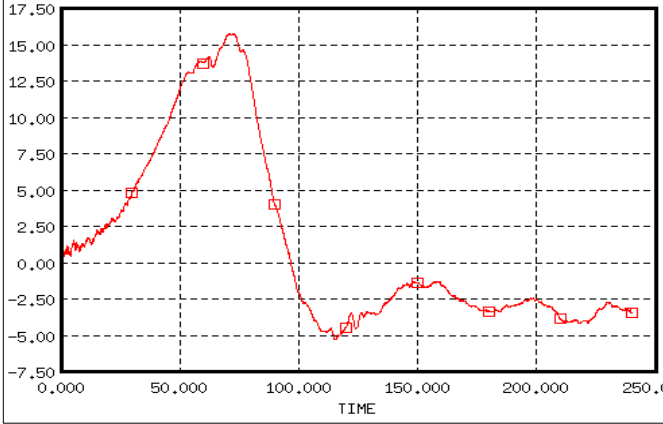
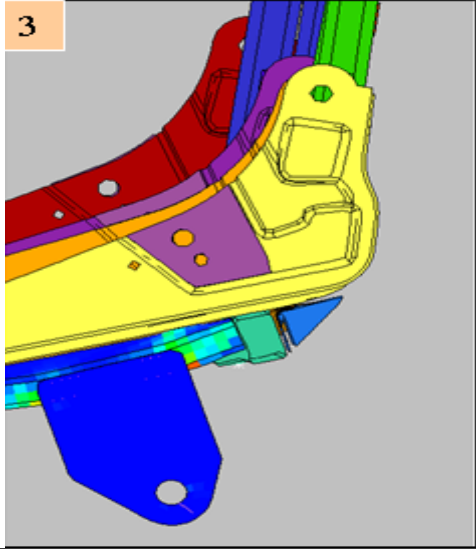
Çizelge 5.14: Taban bağlantı tüpünde açI değişim analizi.

Data Numarası	V14
Mevcut Dizayn	
Kuvvet Zaman Diyagramı	
Yeni Dizayn	

Çizelge 5.15: 15 nolu dataya ait kuvvet zaman diyagramları ve deformasyonlar

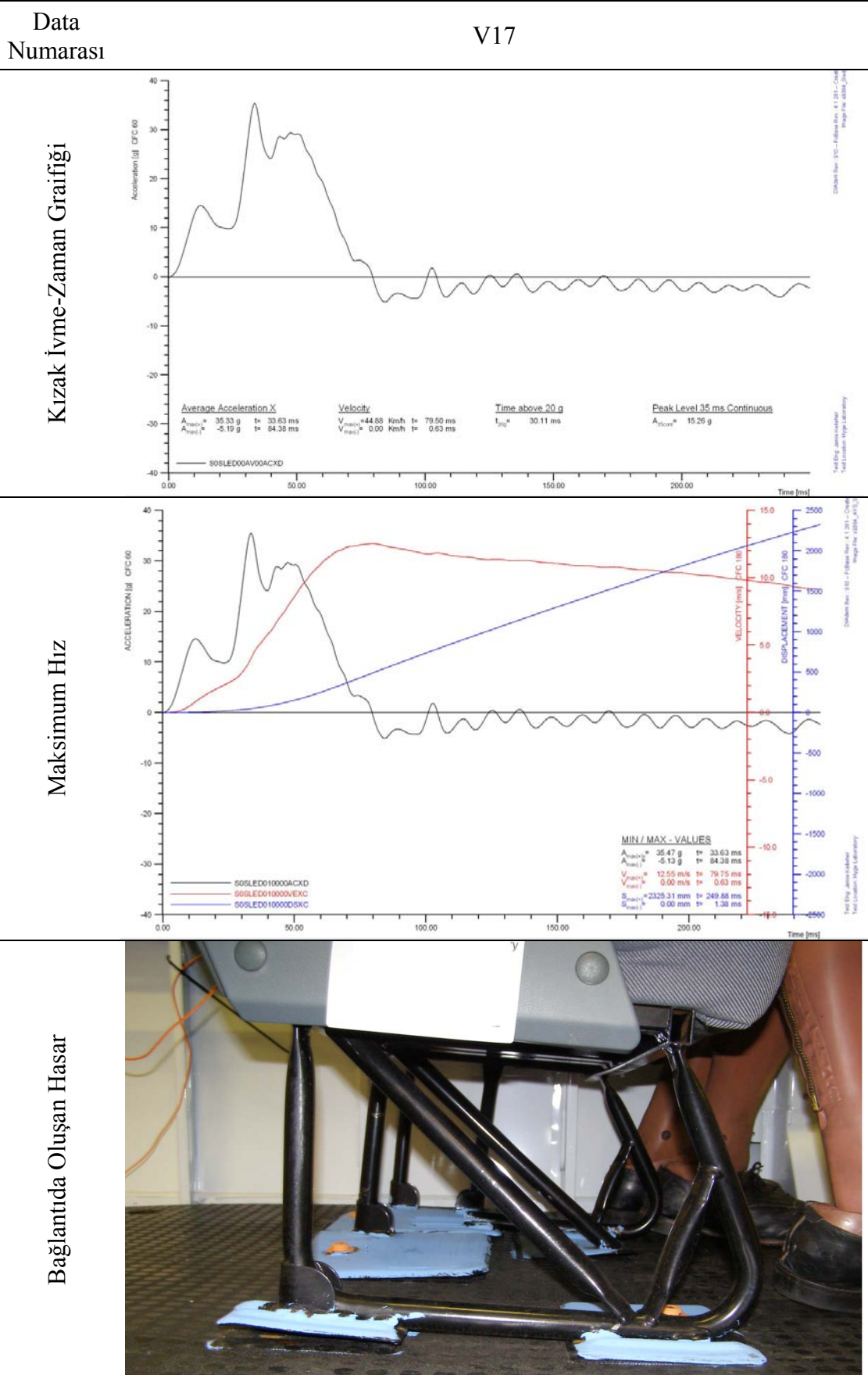
Data Numarası	V15
Yeni tasarlanan gövde bağlantı braketi	
Yeni tasarlanan gövde bağlantı braketi	
Yeni tasarlanan gövde bağlantı braketi	

Çizelge 5.16: 16 nolu dataya ait kuvvet zaman diyagramları ve deformasyonlar.

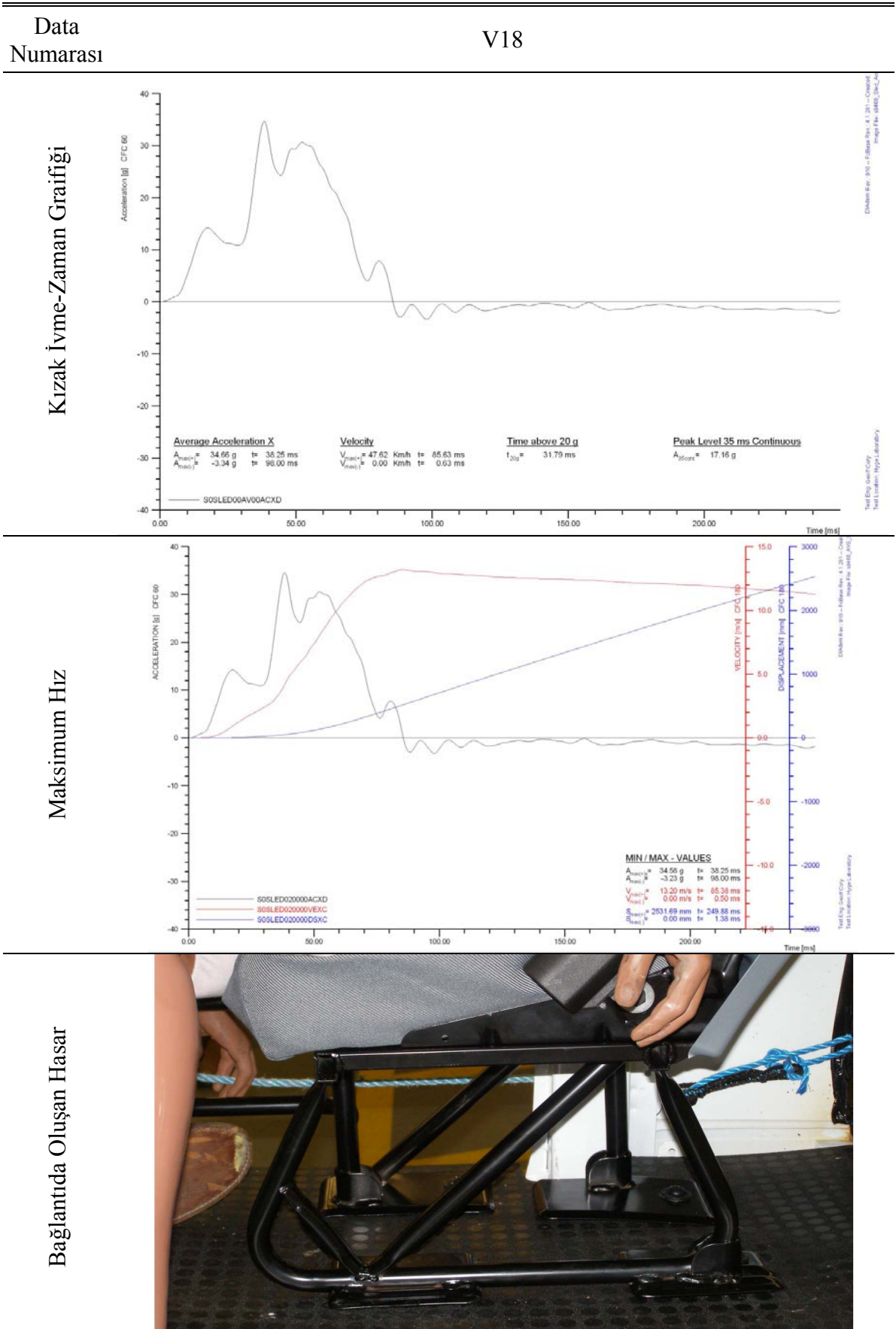
Data Numarası	V16
Yeni Tasarlanan Gövde Bağlantı Braketi Analizi	
Bağlantı Braketinin Civatasına Gelen Kesme Kuvveti	
Yeni Tasarlanan Gövde Bağlantı Braketi Analizi	

Plastik şekil değişimi değerleri – kırmızı > 15%

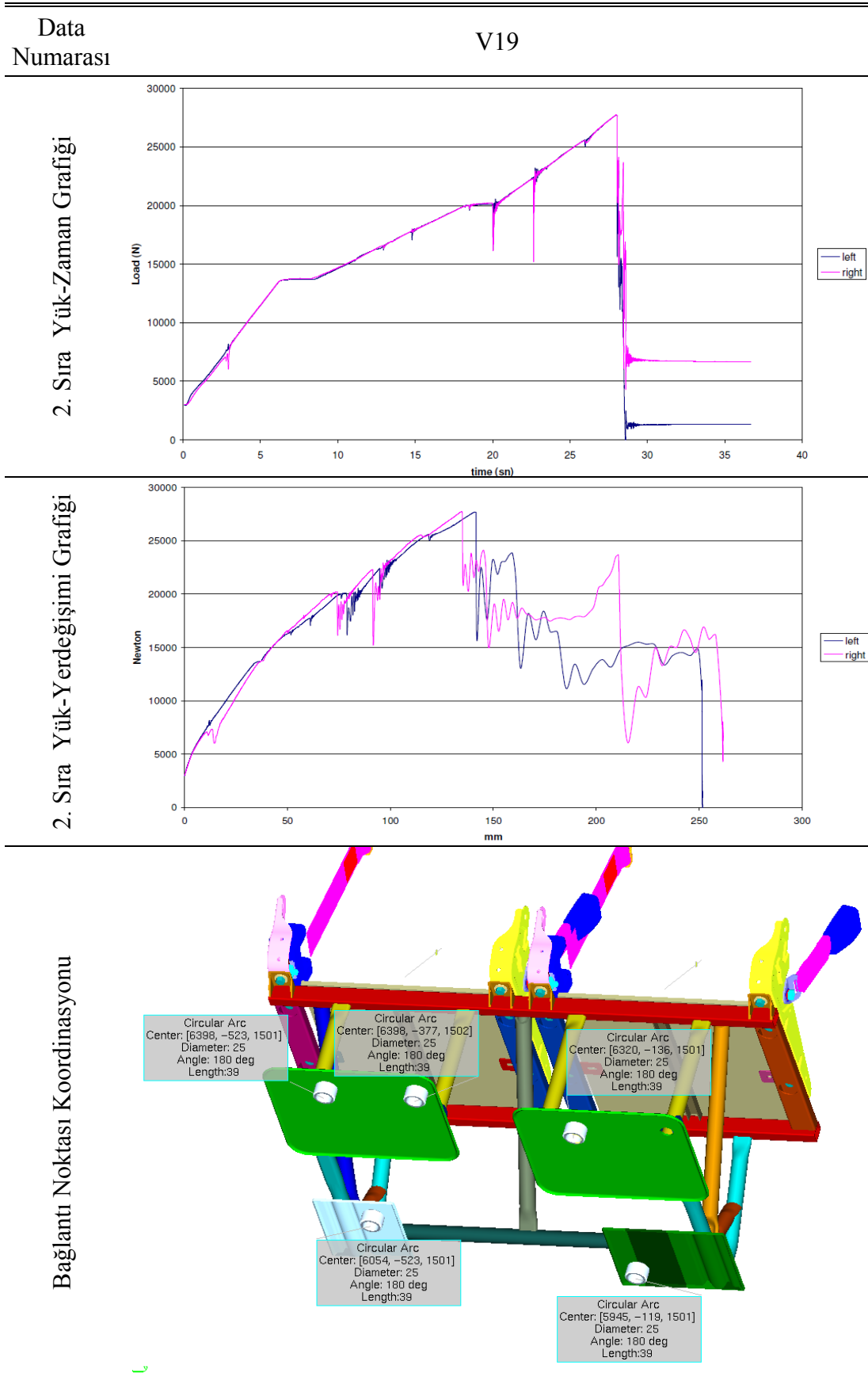
Çizelge 5.17: 2. sıra çiftli koltuğa çarpışma testi detayları.



Çizelge 5.18: 3. sıra tekli koltuğa ait çarpışma testi detayı.



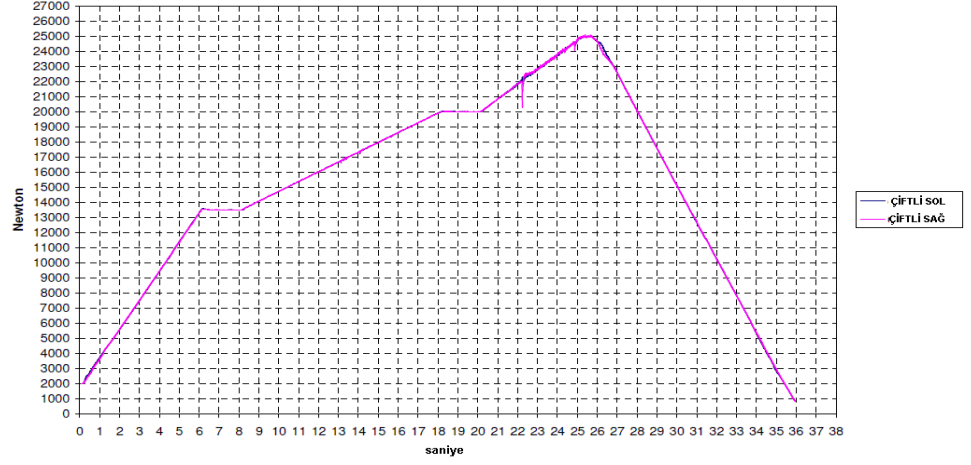
Çizelge 5.19: 2. sıra ikili koltuğa ait çekme testi detayı.



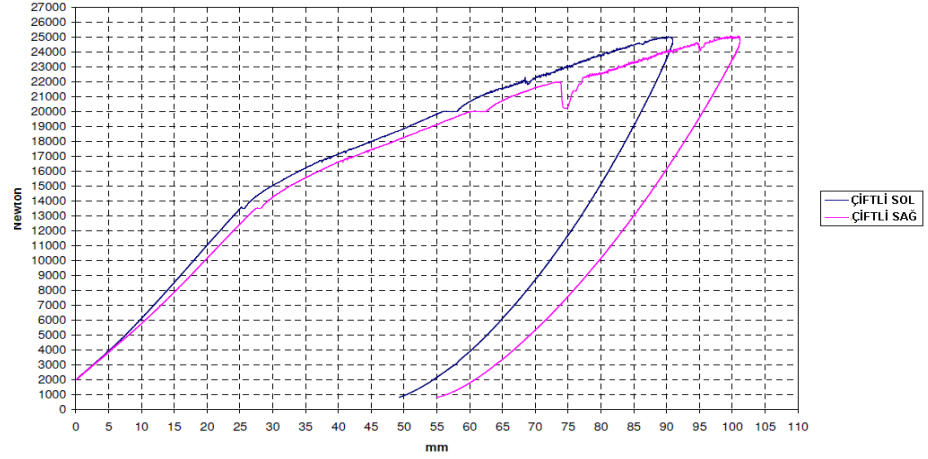
Çizelge 5.20: 3. sıra ikili koltuğa ait çekme testi detayı.

Data Numarası V20

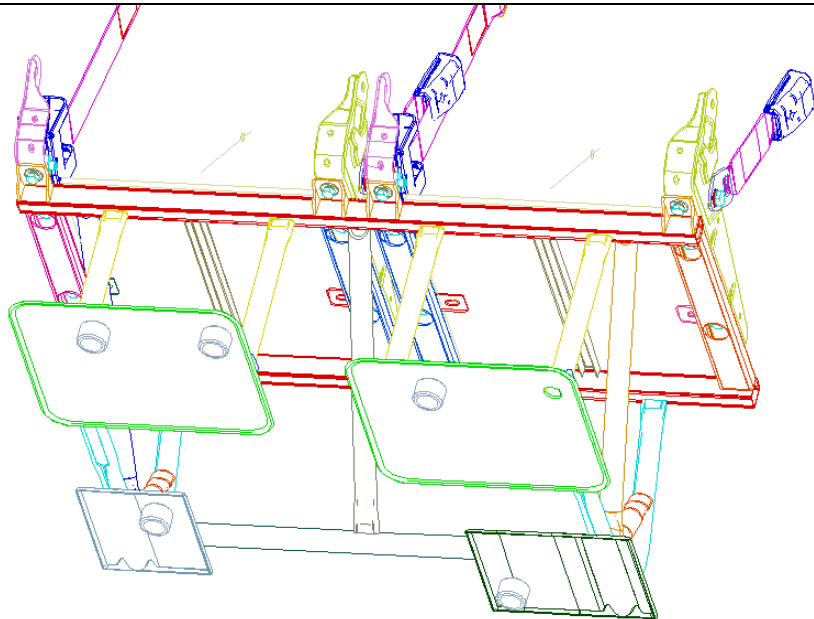
3. Sıra Yük-Zaman Grafiği



3. Sıra Yük-Yerdeğişimi Grafiği



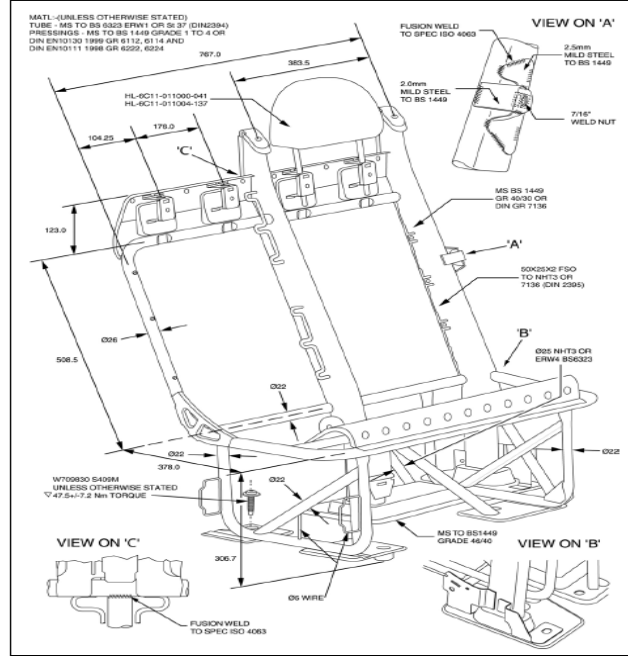
Bağlantı Noktası Koordinasyonu



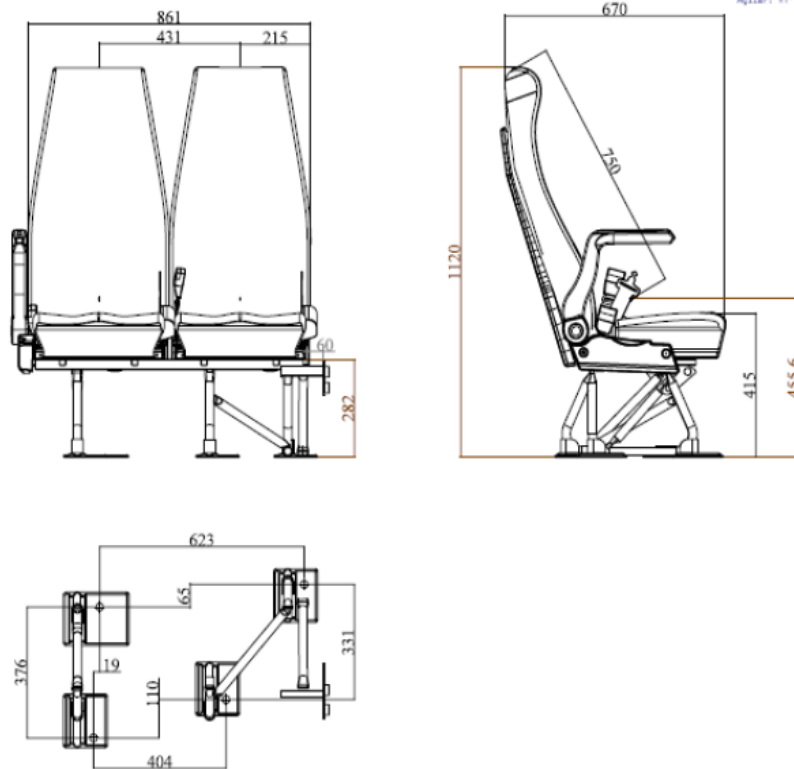
Çizelge 1'den 20'ye kadar tasarım doğrulama sürecindeki tüm bilgisayar analizleri, çarpışma testi sonuçları ve çekme testi sonuçları iletilmiştir. Tüm bu sonuçlar doğrultusunda orta ticari sınıf yolcu taşımaya yönelik araçlar için tasarlanan yeni koltuk bağlantı tasarımının 2010 yılı sonrasında devreye girecek olan yeni güvenlik mevzuatının tüm değerlerini sağladığını göstermiştir. Çizelge 5.21'de yeni ve eski tasarıma dair bazı teknik tesim çizimleri ve koltuk yapıları gösterilmiştir.

Çizelge 5.21: Yeni tasarım teknik resim çizimleri.

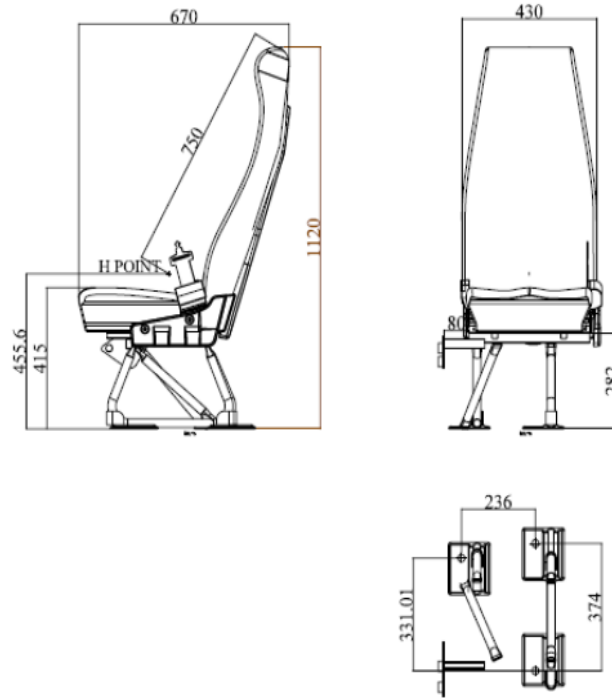
Resim 1 – 2. sıra ikili



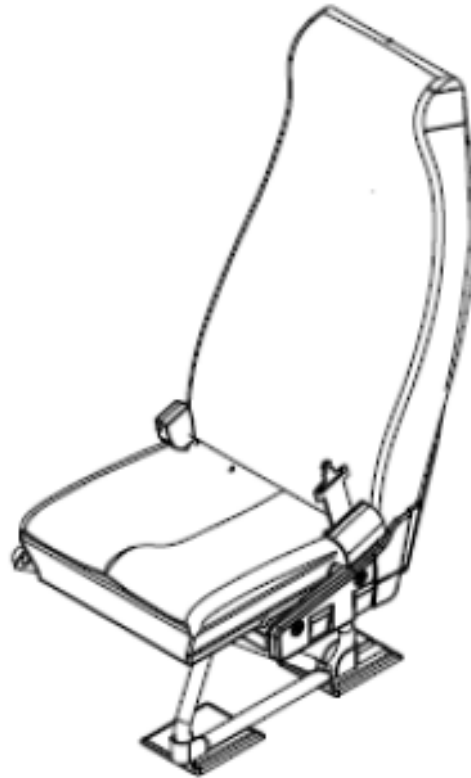
Resim 2 – Eski 2. sıra ikili



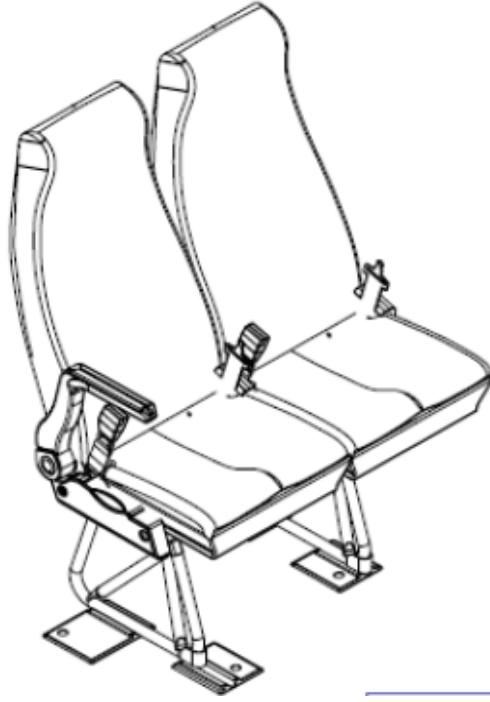
Resim 3 – 3. sıra tekli koltuk



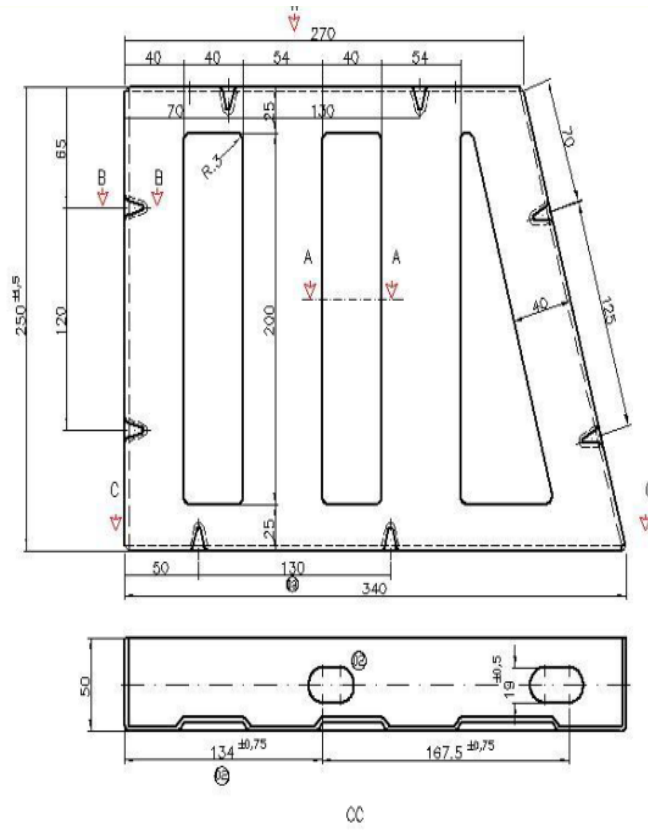
Resim 4 – 4. sıra tekli koltuk



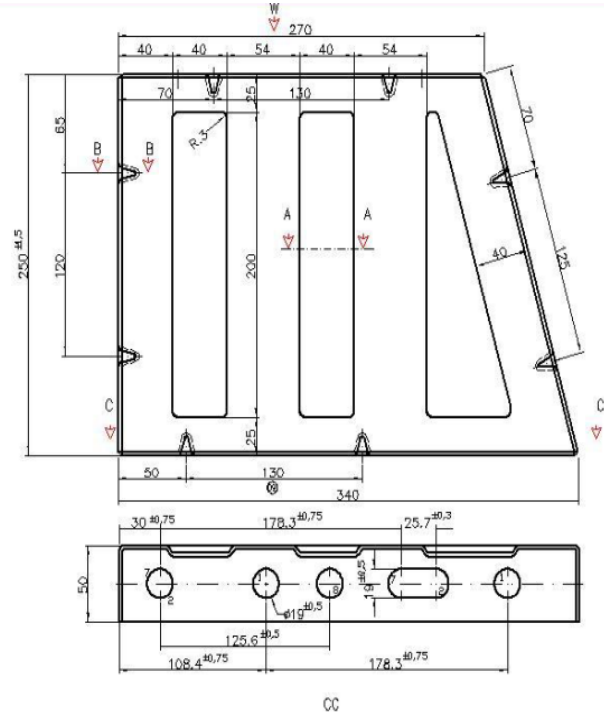
Resim 7 – Eski 3. sıra çiftli koltuk



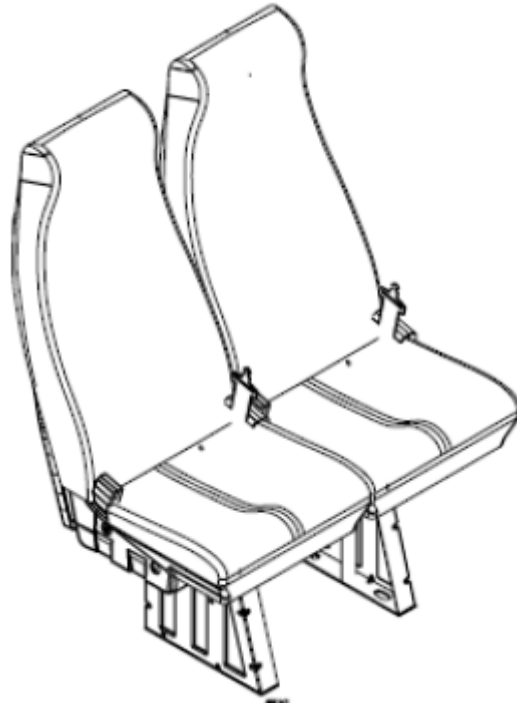
Resim 8 – Uzun şasi 3. sıra tekli bağlantı sol



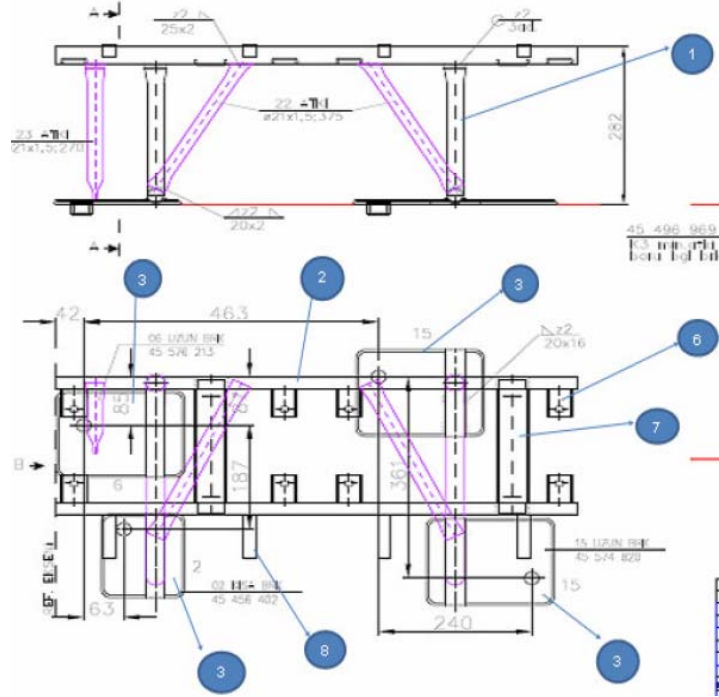
Resim 9 – Uzun şasi 3. sıra tekli bağlantı sağ



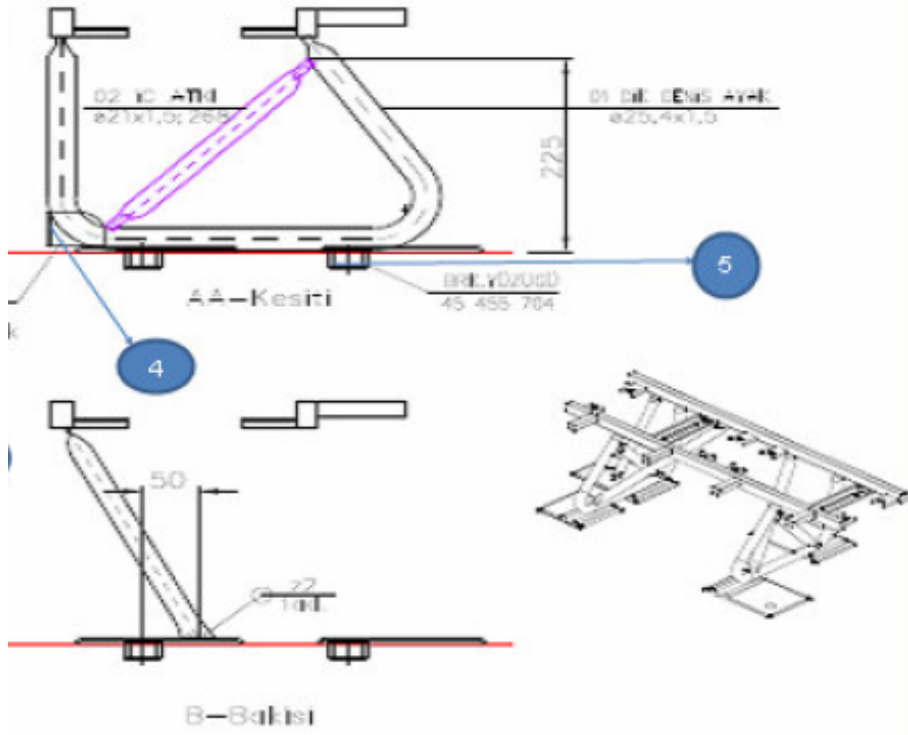
Resim 10 – Uzun şasi 3. sıra çiftli koltuk



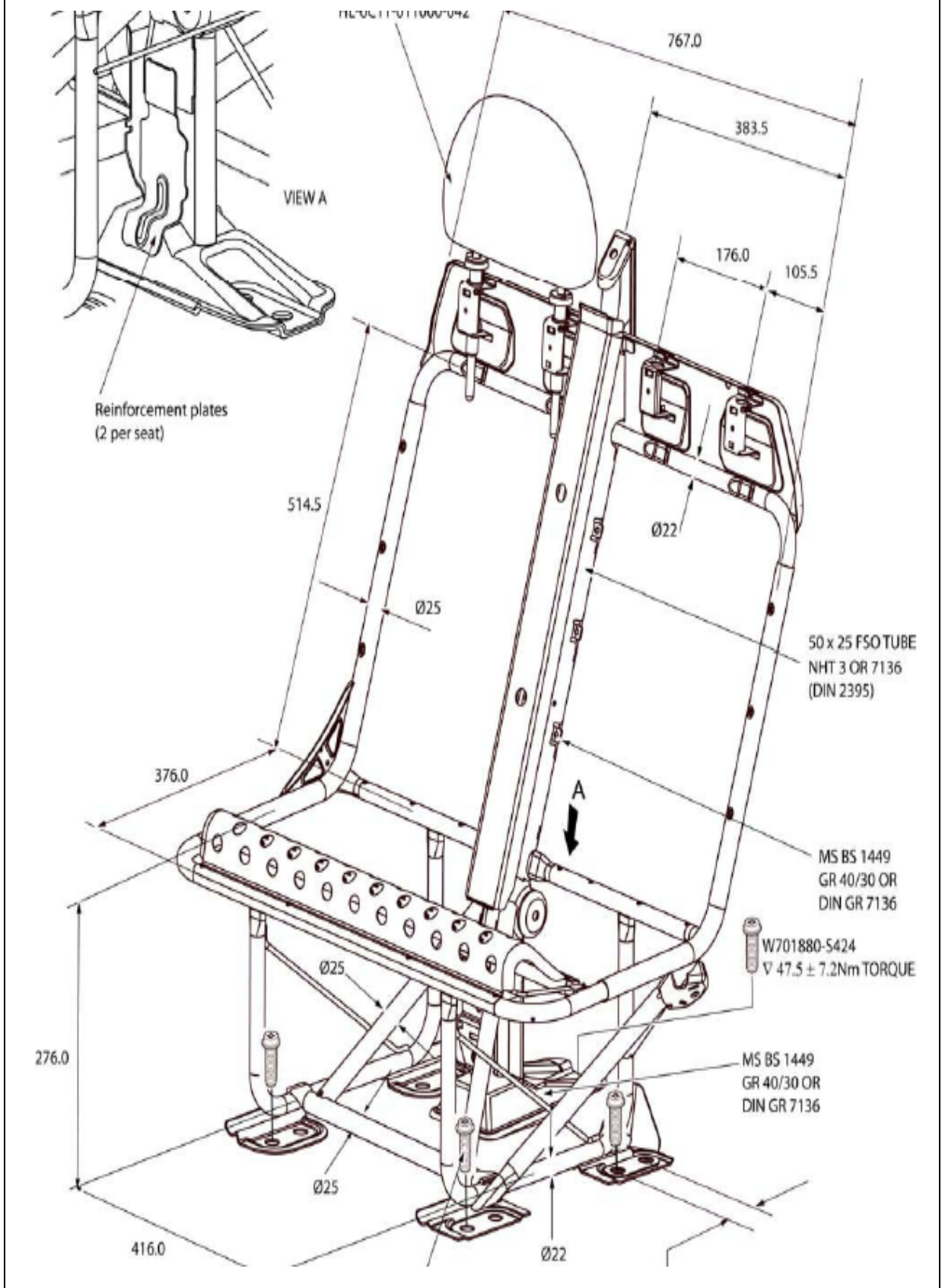
Resim 11 – Yeni tasarım boru yapısı



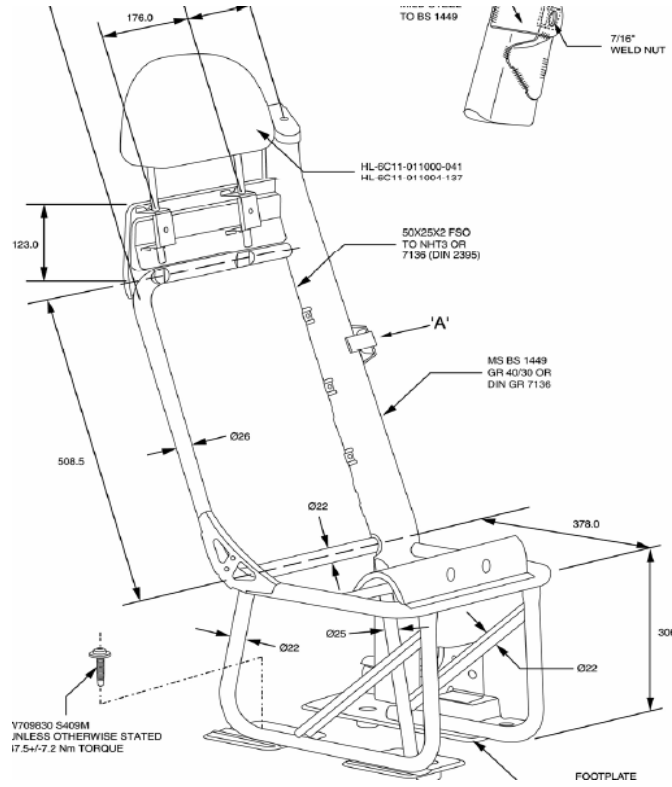
Resim 12 – Yeni tasarım boru yapısı



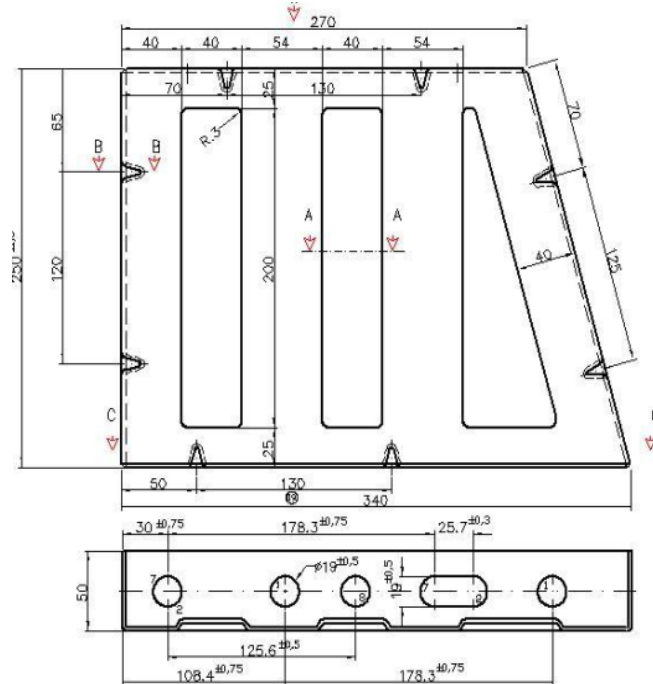
Resim 13 – 4. sıra ikili koltuk



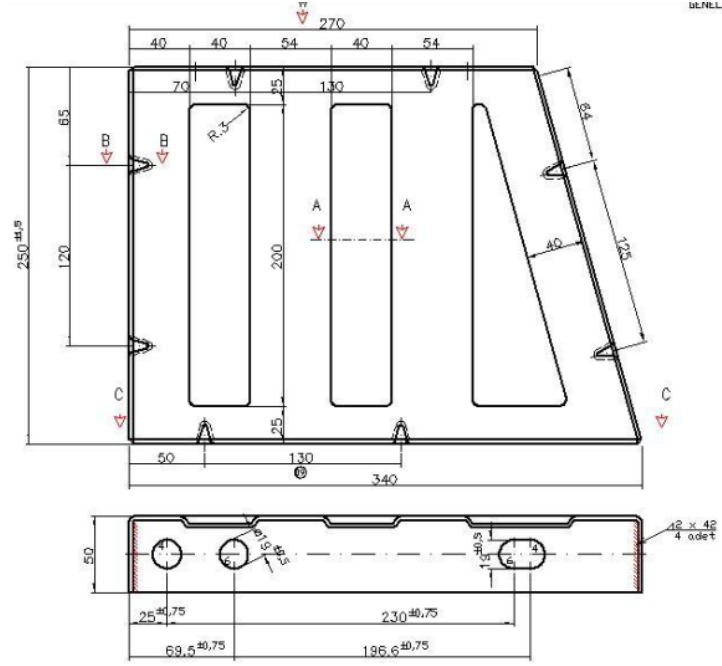
Resim 14 – 4. sıra tekli koltuk



Resim 15 – Uzun şasi 4. sıra ikili bağlantı sol



Resim 16 – Uzun şasi 4. sıra ikili bağlantı sağ



KAYNAKLAR

- [1] <<http://www.tse.org.tr/turkish/belgelendirme>>, alındığı tarih 22.03.2011.
- [2] **Bois, P. D., Chou, C. C.**, 2004: Vehicle Crashworthiness and Occupant Protection
- [3] <<http://www.autosteel.com>>, alındığı tarih 27.11.2010.
- [4] **Georgios, K., Dimitrios, S.**, 2009: Multi Disciplinary Optimization
- [5] **Fuchs, H.**, 2006: Design and Structural Performance Assesment of a Composite Intensive Passenger Vehicle.
- [6] <<http://www.sanayi.gov.tr/Files>>, alındığı tarih 23.03.2011.
- [7] **King, A.I.; Ruan, J.S.; Zhou, C.; Hardy, W.N.; Khalil, T.B.** (1995) Recent advances in biomechanics of head injury research. Journal of Neurotrauma. 12:651-658.
- [8] **Fayon, A.; Tarriere, C.; Walfisch, G.; Got, C.; Patel, A.** (1975) Thorax of 3-point belt wearers during a crash (experiments with cadavers). Proceedings of the 19th Stapp Conference, SAE Paper No. 751148.
- [9] **Stapp, J.P.** (1951) Human exposure to linear decelerations. Part 2. The forward-facing position and the development of a crash harness. AFTR 5915, pt. 2. Wright-Patterson Air Force Base, Dayton, Ohio.
- [10] **Cesari, D.; Bouquet, R.; Zac, R.** (1984) A new pelvis design for the European side impact dummy. Proceedings of the 28th Stapp Conference, SAE Paper No. 841650.
- [11] <http://www.crashnetwork.com/Regulations/ECE_Regulations/ece_regulations.html>, alındığı tarih 28.04.2011.
- [12] <<http://www.dynamore.de/documents/papers/euro4/crash-automotive-applications/strength-analysis-of-seat-belt-anchorage-according>> , alındığı tarih 27.04.2011.
- [13] <<http://live.unece.org/contact/unece404.html>>, alındığı tarih 12.04.2011.
- [14] <http://www.hexagonstudio.com.tr/makale_sunum/1.pdf>, alındığı tarih 05.04.2011.
- [15] <<http://www.mevzuatlar.com/sy/resmiGazete/rga/10/11/301110025.htm>>, alındığı tarih 30.03.2011.
- [16] **Kallieris, D.; Schmidt, G.** (1990) Neck response and injury assessment

using cadavers and the US-SID for far-side lateral impact of rear seat occupants with inboard-anchored shoulder belts. Proceedings of the 34th Stapp Conference, SAE Paper No. 902313.

[17] **Ewing, C.L.; Thomas, D.J.; Lustick, L.; Muzzy, W.H. III; Willems, G.; Majewski, P.L.** (1976) The effect of duration rate of onset and peak sled acceleration on the dynamic response of the human head and neck. Proceedings of the 20th Stapp Conference, SAE Paper No. 760800.

[18] <<http://www.csi-turkey.com.tr/Arac-testi-Homologasyon-Testleri-C86/ECE-R-regulasyon-testleri-P1.html>>, alındığı tarih 04.04.2011.

[19]<<http://www.tuvtgk.com/MusteriHizmetleri.asp?MENU=11&KAT=45&ALT=47&DRM=3>>, alındığı tarih 06.04.2011.

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı: Ahmet Fazıl Güzelsoy

Doğum Yeri ve Tarihi: Sorgun - 02/07/1983

Adres: K.Bakkalköy mah. A.Muhip Dranas sok. No:25/16 Ataşehir/İSTANBUL

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi

E-posta: ahmetguzelsoy@yahoo.com