

**B NEK ARAÇ KOLTUK KIZAK BA LANTI
BRAKET N N TASARIMI VE ÜRÜN TESTLER N N
GERÇEKLE T R LMES**

Ömer Osman DEVEC



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR NEK ARAÇ KOLTUK KIZAK BAĞLANTI BRAKETİNİN TASARIMI VE
ÜRÜN TESTLERİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

Ömer Osman DEVECİ
0000-0002-2693-4894

Prof. Dr. Ali DURMUŞ
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

BURSA 2020
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Ömer Osman DEVECİ tarafından hazırlanan "BİNEK ARAÇ KOLTUK KIZAK BAĞLANTI BRAKETİNİN TASARIMI VE ÜRÜN TESTLERİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ali DURMUŞ

Başkan : Prof. Dr. Ali DURMUŞ
0000-0003-2487-7344
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza



Üye : Prof. Dr. Kadir ÇAYDAR
0000-0001-9126-0315
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Celalettin YÜCE
0000-0003-1387-907X
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa
Bilimleri Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği
Anabilim Dalı

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmamda;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettim,
- görsel, dilsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçlar, bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunulmuştur,
- başka kaynaklardan yararlanılmaması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulmuştur,
- atıfta bulunulan eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdim,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadım,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışmam olarak sunmadım,

beyan ederim.

01/07/2020

Ömer Osman DEVECİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİNEK ARAÇ KOLTUK KIZAK BAĞLANTI BRAKETİNİN TASARIMI VE ÜRÜN
TESTLERİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Ömer Osman DEVECİ

Bursa Uluda Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı,

Dan, man: Prof. Dr. Ali DURMUŞ

Otomotiv üreticilerinin mevcut pazar paylarını korumak ve yeni pazarlara girebilmek amacıyla tasarlanan, araçlardaki emisyon değerlerini düşürmeye yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir. Emisyon değerlerinin azaltılmasında önemli etkenlerden biri araçta kullanılan, dır.

Bu tez kapsamında, M1 sınıfı binek araçlarda ön koltuklarda kullanılan kizak mekanizmasında yapılacak azaltma yöntemleri üzerine çalışılmıştır. ECE R14 ve ECE R17 regülasyon testlerinden geçen ve sonlu elemanlar modeli ile doğrulanmış bir ön koltukta, mevcut kizak bağlantı braketini yerine yekpare bir braket tasarımı geliştirilmiştir. Malzemesi çift fazlı çelik (DP) olacak şekilde belirlenmiş ve geometrisine topografya optimizasyonu yapılmıştır. Çekim modelin üretim unsurları göz önünde bulundurularak tasarımı güncellenmiş ve nihai haline getirilmiştir. Regülasyon artlarına göre sonlu eleman analizleri gerçekleştirilmiştir. Ardından çarpma testlerinin de olduğu fiziksel testlerle tasarımı doğrulanmıştır. Testlerin sonuçları, sonlu elemanlar sonuçlarına oldukça yakındır. Çalışma sonucu geliştirilen parçada %20 azaltılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Araç koltuk kizak mekanizması, topografya optimizasyonu, azaltma, ECE R14, ECE R17, tasarım doğrulama, sled testi

2020, viii + 58 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DESIGN AND VALIDATE OF CAR SEAT TRACK'S MOUNTING BRACKETS

Ömer Osman DEVEC

Bursa Uluda University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ali DURMU

Automotive manufacturers should work to reduce their emission values in the vehicles they design to maintain their current market share and enter new markets. One of the important factors in reducing the emission value is to reduce the weight of the vehicle.

Within the scope of this thesis, weight reduction methods are studied in the seat track mechanism used in the front seats in passenger cars of the M1 class. In a front seat, which has passed the ECE R14 and ECE R17 regulation tests and has been verified by the finite element model, a monobloc bracket design has been developed instead of the existing tracks link brackets. Its material has been determined to be a Double Phase steel (DP) and its geometry has been topography optimized. The final model was created by updating the design of the resulting model in terms of manufacturability. Finite element analyzes were performed according to the regulation conditions. The design was then verified by physical tests, including crash tests. Test and finite elements results are so close. 20% weight has been reduced in the part developed as a result of the study.

Key words: Vehicle seat track mechanism, topography optimization, weight reduction, ECE R14, ECE R17, design validation, sled test
2020, viii + 58 pages.

TE EKKÜR

Bu tez çalışmamda bana destek veren ve yardımlarını esirgemeyen de erli hocam Prof. Dr. Ali DURMU ğa te ekkürlerimi sunar,m.

Prototip üretimi ve sled çarpma testi imkânlarını sağlayan Martur Fompak International'ın, Ar-Ge direktörümüz Dr. Recep KURT'ın, inovasyon sorumlumuz Dr. Reyhan ÖZCAN BERBER'e, sanal dölülama müdürümüz Yük. Müh. Murat DAL'ın, sanal dölülama kıldeimli uzmanımız Yük. Müh. Serdar SARISAÇ'ın ve Mekanizmalar Bölümü mesai arkadaşlarımızın desteklerinden dolayı, te ekkürlerimi sunar,m.

Her zaman oldu ğu gibi bu süreçte de yanımda olan de erli e im Yük. Müh. Senem R N DEVEC 'e, o ullarımız Egehan ve Mert DEVEC 'ye ve anne-babama te ekkürlerimi sunar,m.

Ömer Osman DEVEC
01/07/2020

Ç İNDEK İLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TE ŞEKİL	iii
S İZGELER ve KISALTMALAR D İZ İN	v
EK İLLER D İZ İN	vi
Ç İZGELER D İZ İN	viii
1. G İR	1
2. KAYNAK ARA Ş İT İRMASI.....	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	15
3.1. Araç Koltuklar,n,n S,n,fland,r,lmas,.....	15
3.2. Araç Koltuklar,n,n Güvenlik İrtlar,.....	16
3.2.1. Koltuk H Noktas,n,n Belirlenmesi.....	16
3.2.2. ECE R14.....	18
3.2.3. ECE R17.....	20
3.3. Mevcut K,zak Profili ve Braketlere Ait Teknik Bilgilerin Toplanması,.....	22
3.4. Mevcut FEA Sonuçlar,na Göre Brakete Gelen Yüklerin Belirlenmesi	24
3.5. Optimizasyon.....	25
3.5.1. Topografya Optimizasyonu	27
3.5.2. Optimizasyon Modelinin Haz,rlanması,.....	27
3.6. Tasar,m,n Güncellenmesi.....	30
3.7. Sonlu Eleman Analizi.....	32
3.7.1. Sonlu Eleman Modeline ECE R14 Regülasyonunun Uygulanması,	32
3.7.2. Sonlu Eleman Modeline ECE R17 Regülasyonunun Uygulanması,	33
3.8. Fiziksel Testler.....	35
3.9. Ürün Tasar,m,n,n Dondurulması,	40
4. BULGULAR VE TARTI İMA.....	41
4.1. Sonlu Eleman Analiz Sonuçlar,.....	41
4.2. Test Sonuçlar,	43
5. SONUÇ	52
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇ İM	58

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
m	Kütle (kg)
F	Kuvvet (N)
t	Zaman (ms)
f	Frekans (Hz)
	Normal gerilme (N/mm ²)
	Kayma gerilmesi (N/mm ²)
	Gerinim
E	Elastisite modülü (N/mm ²)
	Özgül kütle (kg/mm ³)
	Poisson oranı,
g	Yerçekimi ivmesi (m/s ²)

Kısaltmalar Açıklama

3D	Three Dimensions / Üç Boyutlu
AHSS	Advanced High Strength Steels / İleri Yüksek Mukavemetli Çelik
CAD	Computer Aided Design / Bilgisayar Destekli Tasarım
DP	Dual Phase / Çift Fazlı,
ECE	Economic Commission for Europe / Avrupa Ekonomik Komisyonu
FEA	Finite Element Analysis / Sonlu Eleman Analizi
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis / Hata Türleri ve Etkileri Analizi
FMVSS	Federal Motor Vehicle Safety Standards / Federal Motorlu Araç Güvenlik Standardı
NCAP	New Car Assessment Programme / Yeni Araç Değerlendirme Programı,
NVH	Noise Vibration Harshness / Gürültü Titreşim Hissesi,
OEM	Original Equipment Manufacturer / Orijinal Ekipman Üreticisi

EK LER D Z N

	Sayfa
ekil 3.1. Koltuk iskeleti alt bölümleri	15
ekil 3.2. H noktas, manken uzuvlar, ve a ,rl,klar,	17
ekil 3.3. H noktas, manken boyutlar, ve kuvvet uygulama noktalar,	18
ekil 3.4. Bel emniyet kemer çekme blo u (ECE R14 2012den çevrilmi tir)	19
ekil 3.5. Omuz emniyet kemer çekme blo u (ECE R14 2012den çevrilmi tir)	19
ekil 3.6. Koltuk mekanizma pozisyonlar,	20
ekil 3.7. Test bloklar,n araç üstünde gösterimi, üst görünü (ECE R17 2014).....	21
ekil 3.8. Test bloklar,n araç üstünde gösterimi, yan görünü (ECE R17 2014).....	21
ekil 3.9. Uygulanacak ivme (ECE R17 2014).....	21
ekil 3.10. ak, emas,	22
ekil 3.11. Koltuk k,zak mekanizmas,na ait isimlendirme.....	23
ekil 3.12. K,zak braketlerine ait isimlendirme	24
ekil 3.13. Yay elemanlar ve kuvvet de erleri.....	24
ekil 3.14. Bunyan,n boyutsal parametreleri (Balaban 2011).....	27
ekil 3.15. Braket sonlu eleman modeli	28
ekil 3.16. Elemanlar,n deformasyon modlar,n,n gösterim ekilleri (Sar,saç 2016).....	29
ekil 3.17. DP1000 malzeme için gerilme - gerinme e rileri (SSAB)	30
ekil 3.18. Optimizasyon öncesi braket modeli	31
ekil 3.19. Optimizasyon sonrası, braket modeli	31
ekil 3.20. Optimizasyon sonrası, tasar,m, güncellenen braket modeli	32
ekil 3.21. ECE R14 sonlu eleman analiz modeli.....	33
ekil 3.22. ECE R17 önden çarpma sonlu eleman analiz modeli	34
ekil 3.23. ECE R17 bagaj çarpma sonlu eleman analiz modeli	35
ekil 3.24. Prototip üretimi yap,lan koltuk iskeleti	35
ekil 3.25. Prototip üretimi yap,lan komple koltuk.....	36
ekil 3.26. Emniyet kemer çekme test cihaz,.....	36
ekil 3.27. Emniyet kemer çekme test cihaz,na kurulmu koltuk.....	37
ekil 3.28. A amal, uygulanan kuvvetlerin zamana göre grafi i.....	37
ekil 3.29. Martur Fompak International sled çarp, ma test cihaz,	38
ekil 3.30. ECE R17 önden çarpma testi için sled test cihaz,na kurulmu koltuk.....	38
ekil 3.31. Testte uygulanmas, gereken ivmenin ivme-zaman grafi i.....	39
ekil 3.32. ECE R17 bagaj çarpma testi için sled test cihaz,na kurulmu koltuk.....	39
ekil 4.1. ECE R14 sonlu eleman analiz sonucu.....	41
ekil 4.2. Koltuk iskeleti üzerindeki plastik gerilme da ,l,m,.....	42
ekil 4.3. ECE R17 önden çarpma sonlu eleman analizi deplasman de i imleri	42
ekil 4.4. ECE R17 bagaj çarpma sonlu eleman analizi deplasman de i imleri	43
ekil 4.5. ECE R14 test sonrası, koltuk yan görünü	43
ekil 4.6. ECE R14 test sonrası, braket detay görünü	44
ekil 4.7. ECE R14 testinde uygulanan kuvvet-zaman grafi i.....	44
ekil 4.8. ECE R17 önden çarpma test sonrası, perspektif görünü	45
ekil 4.9. ECE R17 önden çarpma test sonrası, yan görünü	45
ekil 4.10. ECE R17 önden çarpma test sonrası, k,zak braketi yan görünü	45
ekil 4.11. ECE R17 önden çarpma testinde gerçekleştirilen ivme-zaman grafi i.....	46
ekil 4.12. ECE R17 bagaj çarpma test sonrası, yan genel görünü	46
ekil 4.13. ECE R17 bagaj çarpma test sonrası, yan görünü	47
ekil 4.14. ECE R17 bagaj çarpma testinde gerçekleştirilen ivme-zaman grafi i	47

- ekil 4.15. ECE R17 önden çarpma test ve sonlu eleman sonuçlar,n,n k,yaslamas, 48
ekil 4.16. ECE R17 bagaj çarpma test ve sonlu eleman sonuçlar,n,n k,yaslamas, 49

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Üç nokta emniyet kemeri için emniyet kemer kuvvetleri.....	19
Çizelge 3.2. Braket malzemeleri (Tata Steels 2014)	22
Çizelge 3.3. Mevcut parça ağırlıkları,.....	22
Çizelge 3.4. Optimizasyon parametreleri.....	26

1. G R

Günümüzde üretilen araçlarda emisyon de erlerinin önemi oldukça yüksektir. Küresel ,s,nmay, art,ran sebeplerden biri de araçlardan sal,nan karbondioksittir. Sal,n,m de erlerini azaltacaklar,na dair ülkelerin belirli hedefleri vard,r. Bu do rultuda haz,rlanan yasalarla emisyon de erlerine göre vergilendirme yapan ülkeler mevcuttur. Özellikle Avrupa ülkelerinde baz, ehirlerde yüksek emisyon de erlerine sahip araçlar,n kullanabilece i yollara k,s,tlama getirilmi ve baz, ehirlerde de giri lerinin komple yasaklanmas, gibi yapt,r,mlar söz konusu olmu tur. Kaynaklar,n korunmas,n, da içeren küresel çevrenin korunmas, öncelikli bir konudur. Dünyadaki araç say,s,ndaki art, la birlikte petrol tüketimi artmaya devam etmi ve çevre sorunlar, daha ciddi bir sorun haline gelmi tir. Dünyadaki ülkeler, araç egzoz gaz,ndaki izin verilen hidrokarbon (HC), karbon monoksit (CO) ve azot oksitler (NOx) seviyelerini düzenleyen standartlar benimsemi tir. Bu egzoz emisyon düzenlemeleri gelecekte daha da s,k,la t,r,lacakt,r (Anonim 2020).

Araçlar,n güvenli ini artt,r,rmak için, kaza emniyetine ek olarak kazalar, önlemeye yönelik güvenlik çözümleri önemli hale gelmi tir. Çarp, ma güvenli ini artt,r,rmak için teknolojilerin geli tirilmesi s,ras,nda trafik kazalar, simülasyonlarla analiz edilmektedir. Analiz sonuçlar,ndan yola ç,karak çarp, ma h,z,n, azaltmak üzere otomatik fren sistemi ve acil durdurma sistemi gibi yeni çarp, ma güvenli i teknolojileri uygulanmaktad,r. Güvenlik bilgilerinin toplanmas, ile yap,lan çal, malar, ak,ll, görü alg,lama ve araçtan araca ileti im sistemleri gibi geli mi teknolojiler kullan,larak ileri güvenli araçlar,n ve ileri otoyol sistemlerinin geli tirilmesini sa lam, t,r. Yeni araç de erlendirme program, (NCAP) alt,nda yap,lan araç çarp, ma testlerinin sonuçlar, ve her bir modelinin kaza oranlar, günümüzde aç,klanmaktad,r. Daha s,k, güvenlik düzenlemeleri ve güvenlikle ilgili bilgilerin aç,klanmas, nedeniyle, tüketiciler bugün güvenlik konusunda her zamankinden daha fazla endi e duymaktad,r (Cantor Grant Johnston 2008).

Araç kullan,m,ndaki art, a paralel olarak sürücü ve yolcular,n koltuk üzerinde geçirdikleri zaman artm, t,r. Dolay,s, ile arac,n önemli parçalar,ndan biri de araç

koltuklar,d,r. Bu sebeple araçtaki tüm parçalarda oldu u gibi araç koltuklar, da ara tırma geli tirme faaliyetleri konusu haline gelmi tir. Bu tez kapsam,nda; binek araçlarda kullan,labilecek artan güvenlik gerekliliklerini kar ,layan, Avrupa regülasyonuna uygun, a ,rl, , azalt,lm, ön koltuk k,zak braketi tasar,m,, geli tirmesi, prototip üretimi ve do rulama testleri sunulmaktad,r.

Çal, man,n Kaynak Ara tırmas, bölümünde bugüne kadar yap,lm, benzer çal, malar,n örnekleri anlat,lmaktad,r. Ara tırmar,n amac,, seçilen yöntemler ve kullan,lan materyaller ile gerçekleştirilen a ,rl,k azaltmalar, üzerinde durulmu tur.

Çal, man,n Materyal ve Yöntem k,sm,nda, çal, ma konusu olan koltu un özellikleri ve sa lamas, gereken regülasyonlar, anlat,lm, , bunlar, sa lamas, için gerekli do rulama testleri aç,klanm, t,r. Parçalar, olu turacak geometrinin 3D kat, modellemesi, optimizasyon ve sonras,nda üretilebilirlik çal, malar, anlat,lm, t,r. Sonlu eleman metodu ve üretilen prototiplere yap,lacak testler detayland,r,lm, t,r.

Bulgular bölümünde optimizasyonun sonuçlar,, sonlu eleman analizi ve test sonuçlar, özetlenerek, sonuçlar,n birbiri ile k,yaslamas, yap,lm, t,r. İlk seferde do ru ürün ortaya koymak, özellikle araç koltuklar, gibi yüksek maliyetli parçalarda oldukça önemlidir. Prototip ürün maliyetleri, çarp, ma testleri gibi do rulama testleri ve harcanan mühendislik maliyetleri dikkate al,nd, ,nda sonlu elemanlar ile testlerin yüksek oranda korelasyonunu sa lamak öncelikli olmu tur. Çal, man,n Tart, ma ve Sonuç bölümünde korelasyon durumu verilmi ve di er literatür çal, malar, ile k,yaslanm, t,r.

Çal, man,n ana hedefleri; öncelikle sonlu eleman analizlerinde ve ardından sled çarp, ma testlerinde beklenen standartlar, kar ,layan, testlerde elde edilen sonuçlarla sonlu eleman analizleri sonuçlar, k,yasland, ,nda %90ın üstünde korelasyon oran,na sahip, mevcut parçalara göre %15 daha hafif k,zak braketi ortaya koymakt,r.

2. KAYNAK ARA TIRMASI

Yapılan literatür taraması, sonucunda bulunan çalışmalar, aşağıda özetlenmiştir.

Rashidy ve ark. (2001) çalışmaları, LS-DYNA / Madymo yazılımlarını kullanarak aktif güvenlik ekipmanları, entegre edilerek geliştirilmiş koltuk ön, arkadan, yandan çarpma ve devrilmeye uygun çarpma testlerini yaparak jenerik bir koltuk göre farklılıklarını ortaya koymuştur. Koltukta entegre güvenlik ekipmanları, olarak çift lineer sırt yatırma mekanizması, piroteknik bel kemeri gergisi, 4 kN yük sensörleri, uzatılmış bel sistemi, arkadan çarpma enerji sönmüleyici, koltuk entegre emniyet kemeri ve yan çarpma hava yastık sistemi bulunmaktadır. Çalışmanın sonucunda güvenlik ekipmanlarına haiz koltuk daha yüksek çarpma performansını elde etmiştir. Sonlu elemanlar ve testlerin sonuçları karşılaştırıldığında hata türü açısından aynı sonuçlar elde edilmiştir.

De Cássia Silva ve ark. (2019) çalışmaları, ön ve arkadan çarpma testlerinde ön koltuk emniyet kemeri bağlantı noktalarının güvenilirliğini değerlendirilmiştir. Ansys yazılımı ile ECE R17 regülasyonunda belirtilen değerlerde yük uygulanarak, lineer olmayan sonlu eleman analizleri gerçekleştirilmiş ve kırılma mekanizması, parçaların üzerine gelen gerilme değerleri karşılaştırılmıştır. Gerilme değerleri seçilen malzemenin akma noktasından düşük olduğu için uygun çözümler, t.r. Bu analizlere ilave olarak, regülasyonun gerekleri doğrultusunda, bir de 5g'lik bir ivme ile yorulma analizi yapılmıştır, t.r. Yorulma sonuçlarına göre ürün istenen ömrü sağlayamamıştır, t.r. Malzeme değişikliği gibi tasarım parametreleri üzerinde çalışılarak ürün ömrünün artırılması değerlendirilmiştir.

Macnaughtan ve Khan (2005) çalışmaları, testler ile sonlu elemanlar arasında korelasyonu yükseltecek teknikler sunarak, simülasyonların güvenilirliğini artırmayı hedeflemiştir. Sonlu elemanlar çözücüsü olarak LS-DYNA Explicit Dinamik Çözücü kullanılarak, Kuzey Amerika ve Avrupa Birliği regülasyonlarına göre çarpma testleri gerçekleştirilmiş ve sonlu elemanlar ile testlerde aynı bulgular elde edilmiştir. Çalışmanın devamı olan detay parçalarının değerlendirilmesi sonraki çalışmalarda gerçekleştirilmiştir, t.r.

Yüce ve ark. (2013) al, malar,nda, kat, modeli CATIA V5 üzerinde haz,rılanm, arka s,ra yolcu koltu u, sonlu eleman yaz,l,m, Hyperworks üzerine aktararak ECE regölasyonuna göre analizlerini gerçekle tirerek testlerle do rulam, t,r. A ,rl,k azaltmaya odaklanan bu al, ma sonucunda yüksek mukavemetli çelikler ve elyaf takviyeli plastik parçalar kullan,larak %20 hafifletilmi koltuk modeli geli tirilmi tir. Prototip üretiminin ard,ndan testlerle do rulamas, yap,lan koltuklar ECE regölasyonuna göre istenen artlar, sa lam, t,r.

Choubey ve ark. (2017) al, malar,nda, araç koltuklar,nda ileri-geri hareketi sa layan k,zak mekanizmalar,n,n ayar esnas,ndaki kullan,c, konfor artlar,n, de erlendirmi tir. Mekanizman,n açma koluna uygulanan efor, kol hareket mesafesi, kolun kat,l, , ve kolun a ,r, hareketi gibi tüm konfor artlar,, subjektif ve objektif aç,dan de erlendirilerek sonuçlar, k,yaslanm, t,r. Kol açma eforu d, ,ndaki di er parametrelerin kullan,c, konfor artlar,na do rudan etki etti i tespit edilmi tir.

Van Hoof ve ark. (2004) özellikle araç koltu unun konfor ve güvenli ini etkileyen H-noktas, belirleme ekipman,n,n say,sal modelinin yarat,lmas, üzerine al, m, t,r. Çok paral, bir yap,ya sahip bu ekipmana, sonlu elemanlar yönteminin nas,l tan,mlandı, , anlat,lmaktad,r. Modelin fiziksel ölçüm sonuçlar, ile do rulamas, yap,larak güvenilirliği sa lanm, t,r. Sonlu elemanlarda kullan,lan manken modeline göre k,yasland, ,nda da gere e daha yak,n oldu u tespit edilmi tir.

Sharna ve ark. (2008) ön koltuk emniyet kemer ba lant, noktalar,n,n, ECE R14 regölasyonu yükleme artlar,nda dayan,m, üzerine al, m, lard,r. Regölasyondaki yüklere ula ma süresi olarak 50, 20 ve 5 saniye olacak ekilde farklı, çekme h,zlar uygulanarak fiziksel testleri gerçekle tirmi tir. Tam yüke ula t, , sürenin 50 saniye oldu u dü ük çekme ivmesinde, emniyet kemer ba lant, noktalar,n,n dayan,m,n,n di er h,zlardaki çekme sonuçlar,na göre k,yasland, ,nda dü ük oldu u görölmü tür. 5 saniyede yüke ula t, , h,zl, çekmede ise malzemenin içyap,s,nda meydana gelen ekil de i imine ba l, olu an sertli in parça mukavemetini art,rd, , ve böylece fiziksel testlere daha yak,n sonuç verdi i belirtilmi tir.

Jaranson ve Ahmed (2015) tarafından yapılan çal, mada, araç iç trim parçaları, konsept tasar, m, prototip üretimi ve do rulama a amalar, sunulmaktadır. Özellikle iç trimde torpido traversi ve ön koltuk iskeletinde, karbon elyaf, ile güçlendirilmiş kompozit malzemeler ve yüksek mukavemetli çelikler gibi birbirinden farklı malzemelerin kullan, m, ve birleştirilmesi üzerine bir çal, ma gerçekleştirilerek, toplamda %23,5'lik bir hafifletme sağlanmıştır. Tasar, m a mas, nda LS-TaSC ve OptiStruct yaz, l, m, kullan, larak parçaları, n geometri ve topoloji optimizasyonları, yap, lm, t, r. Elde edilen geometri, üretilebilirlik yönünden revize edildikten sonra, LS-DYNA yaz, l, m, na aktar, larak ECE R17 regülasyonunun gerekleri olan önden çarpma, arkadan çarpma, bagaj yükü çarpma ve ba l, k çarpma artları, na göre sonlu eleman analizleri yap, lm, ve sanal ortamda parçalar do rulanm, t, r. Prototip üretiminden sonra regülasyon testleri gerçekleştirilmiştir.

Gavelin ve ark. (2007) çal, malar, nda, araç ön koltuk iskeleti ile emniyet kemerinin, önden çarpma artları, nda fiziksel olarak nasıl etkile yimi girdi ini sunmu tur. Jenerik bir koltuk d atas, olu turularak ayr, ayr, 3 ve 4 nokta emniyet kemerleri ve %50'lik Hybrid III FE-dummy model eklenerek LS-DYNA yaz, l, m, nda sonlu eleman analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda koltuk s, rt, n, n s, n, r artları, olarak hem rijit hem de deforme olabilir ekinde tanımlanm, t, r. Analiz sonuçları, na göre tüm kemer konfigürasyonları, nda gereklilik sağlanm, t, r.

Shi ve Zu (2018) ön tasar, m, yapılan bir araç ön koltu unun HyperWorks ortam, nda sonlu elemanlar modelini olu turularak ve LS-DYNA'da analizlerini gerçekleştirilmiştir. GB 14167-2013 regülasyonuna göre uygulanacak yüklerin de eri ve koltu a hangi noktalardan uyguland, , gösterilmiştir ve bu s, n, r artları, nda koltuk k, zaklar, ve k, zak detay parçaları, üstüne gelen gerilmeler sunulmu tur. İlk sonuçlara göre ihtiyaç duyulan de i iklikler kat, modellerde gerçekleştirilerek yap, sal optimizasyon yap, lm, t, r. Optimize edilen koltuk modeli, tekrar analiz edilmiştir ve elde edilen yeni gerilme de erleri malzemenin dayan, m s, n, r, n, n alt, nda ç, kmas, sebebi ile nihai koltuk tasar, m, uygun bulunmu tur.

Mulla Salim ve ark. (2018) al, malar,nda, Toyota Yaris sedan arac,n,n sürücü koltu unu referans alm, t,r. Koltuk datas, Hyperworks üzerinde aktar,larak LS-DYNAda Federal Motor Safety Standard, 207/210 reglasyonuna göre analiz sonuçlar, sunulmu ve tasar,mda yap,lan ilave de i iklikler detayland,r,lm, t,r. İlk al,nan analiz sonuçlar,na göre emniyet kemerinin ba land, , koltuk k,za ,n,n alt ve üst profili birbirinden ayr,larak yeterli dayan,m, sa lamam, t,r. Ard,ndan gerçekle tirilen ilave tasar,m de i iklikleri (k,za a eklene ilave braket, k,zak profili sac kal,nl, , art,rma, k,zak profil malzemesinin yüksek mukavemetli elik olarak tan,m lanmas, gibi de i iklikler) sonucunda, testler ba ar,l olmu tur. Regülasyonun gerekli k,ld, , yap,sal analizler d, ,nda koltuk iskeletinin do al frekans analizlerini de gerçekle tirerek yap,n,n tüm modlardaki frekanslar, elde edilmi tir. De erlerin 16 ile 22 Hz d, ,nda olmas, sebebi ile yap, içindeki birle me bölgelerinin dayan,m, uygun bulunmu tur.

Kolich (2000) araç koltuklar,n,n en uygun oturma pozisyonunun belirlenmesi üzerine al, ma yapm, t,r. Oturma pozisyonunu belirleyen de i kenler koltuk s,rt, yatma a,s, ve koltuk k,za , pozisyonudur. al, mada C segmentine üretilen 3 farkl, araç koltu u de erlendirilmi tir. Bu koltuklara oturarak de erlendirmelerini almak için farkl, boy ve kiloda bay-bayan 12 ki i seçilmi tir. Tasar,m pozisyonuna getirilen koltuklara, her defas,nda bir ki i oturarak, koltu u kendisine en uygun pozisyona getirmi tir. Elde edilen s,rt a,s, ve k,zak pozisyonlar, parametreleri istatistiksel bir al, madan geçirilerek sunulmu tur.

Kolich (2014) bir ba ka al, mas,nda, araç koltuklar,n,n tasar,m a mas,nda hata türleri ve etkileri analizini (DFMEA) kullanarak sistematik ve disiplinli bir yakla ,m sergilenebilece i üzerine al, m, t,r. Bu ekilde bir yakla ,m ile koltuk konfor özelli inin ürün pazara henüz ,kmadan hata türlerinin gsterilebildi i, risklerinin belirlenerek azalt,labildi i ve belirlenen özellikleriyle tasar,m lar,n hayata geirilebildi i örnek olarak anlat,lmaktad,r. al, mada, DFMEAn bir fikir veya kural,n do rulanabilir hipotez ve teorilere entegre edilebilece i bir mekanizma sundu u ve bu uygulaman,n gerçek bir bilim olarak alg,lanmay, amaçlayan bir disiplinin temel bir dayana , oldu unun anla ,ld, , belirtilmektedir.

Lotus Engineering (2010) firmasının hazırladığı çalınmalar, seri üretimde olan 2009 model Toyota Venza aracını referans alarak, araçta tüm sistemlerindeki (motor ve aktarma organları hariç) ağırlık azaltma potansiyellerini sunmuştur. Bunlar, "Düşük Geliştirme" ve "Yüksek Geliştirme" ekinde 2 kategoriye ayrılmıştır. "Düşük Geliştirme" başlıında %20 ağırlık azaltma hedefi koyarak 2014 yılından başlayarak 2017'de seri üretime girecek araçlara uygulanabilecek mevcut yüksek mukavemetli malzemeler ve teknik bilinen proseslerle, diğer firma ürünlerinin kıyaslamaya çalınmalarından edinilen bilgiler doğrultusunda uygulanabilecek olarak değerlendirilmiştir. "Yüksek Geliştirme" başlıında ise %40 ağırlık azaltma hedefi ile 2017 yılından başlayarak 2020'de seri üretime girecek olan projelere uygulanabilir olan, metal dökme malzemeler ile üretilen parçaların ileri birleştirme yöntemleri değerlendirilmiştir. Araç koltuklarının "Düşük" ve "Yüksek Geliştirme" örnekleri verilerek, sırasıyla %20 ve %40 ağırlık azaltma yapılabileceği değerlendirilmiştir. Koltuk kıvrımlarında "Yüksek Geliştirme" potansiyeli olarak kıvrımların araç gövdesi üzerine alınabileceği çözüm olarak sunulmuştur.

Yüce ve ark. (2014) çalınmalarında, ticari araç yolcu koltuğunda ağırlık azaltma hedefi ile koltuğun 3D katı modelleme ve sonlu eleman analizlerini gerçekleştirmiştir. Daha düşük sac kalınlığına sahip profillerin koltuk iskeletinde kullanılması ile %20 ağırlık azaltma yapılmıştır. Aynı zamanda yüksek mukavemetli çelik kullanılarak koltuğun regülasyon artları, da karlılaşması sağlanmıştır. Sonlu elemanlarda elde edilen sonuçları doğrultusunda, için koltuğun prototipleri üretilerek ECE R14'e göre fiziksel testler yapılmıştır. Sonlu elemanlarda oluşan deformasyon ile testlerde elde edilen ekinde iiminin uyumlu olduğu ve koltuğun istenen artları yerine getirdiği vurgulanmıştır.

Vangipuram (2007) ileri yüksek mukavemetli çeliklerin (AHSS) araç arka koltuk iskeletindeki uygulamaları üzerine çalınmıştır. Yüksek mukavemetli çeliklerin üretilebilirliği, regülasyonun artları, altında koltuk iskeleti üzerine gelen yüklerin dağılımı, sac parçalarının birleştirme yöntemleri ve sonlu elemanlarda modellemesi anlatılmaktadır. Sonlu elemanlar analizleri LS-DYNA yazılımında gerçekleştirilmiştir. Öncelikle tekil parça, "C" ekinde, 2 ve 2,5 mm kalınlığında SAE J2340'a göre sırasıyla 1300M ve 550XF malzemeli üretilmiştir. Yatay eksene göre 30° açıda kırılınmaya

kadar kuvvet uygulanarak quasi-statik çekme testi gerçekleştirilmiştir. Sonlu elemanlar ile testlerin sonuçları uyumu, malzemenin elastik bölgesinin üstünde gerçekleştirilen gerilmelerle oluşan kırılması ve kırılma bölgesi hat türleri de değerlendirilmiştir. Ardından koltuk sirtinindeki diğer elemanlar ile birleştirilerek komple hale getirilmiştir. Kompenin sonlu eleman analizleri gerçekleştirilerek farklı malzeme ve sac malzeme kalınlıkları analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda; verilen koltuk tasarımı için uygun malzeme ve kalınlık seçilmiştir, malzemeye form verme sonrası gerilme yayılımı gibi üretime bağlı parametreleri belirlenmiştir ve kaynakla birleştirme bölgelerinin tasarımı doğrulanmıştır.

Park ve ark. (2010) çalışmaları, araç koltuk iskeletinde yapılan geliştirmelere genel bir bakış sunarak, koltuk tasarımı, optimizasyonu ve doğrulanması süreçlerini kapsayan bir geliştirme prosedürü üzerine çalışmıştır. DFSS (Design For Six Sigma) metodu ile müşterinin ihtiyaçlarının belirlenmesinden başlayan, gerekliliklerin tanımlanması, taslak model oluşturulması, optimizasyon ve test adımlarında devam eden bir süreç izlenmiştir. Koltuğa uygulanan statik çekme analizleri LS-DYNA'da ve çarpma analizleri PAM-CRASH'ta gerçekleştirilmiştir. Koltuk iskeleti sirtin bölgesinde farklı kesite sahip tasarımlar içinde en iyi analiz sonucu veren ve aynı zamanda paketleme açısından daha fazla tasarım alanına haiz olan seçilmiştir. Bunun sonucu olarak da sirtin bölgesinde konforu artıracak sünger tasarımlarına geçilebilmesi ve konforda artış sağlanmıştır.

Prasad (2012) çalışmaları, hâlihazırda onaylanmış bir model olan Tata Ace aracının yolcu koltuk iskeletinin, regülasyon gerekliliklerinden ödün vermeden ağırlık optimizasyonunu gerçekleştirmiştir. Koltuk modeline Optistruct yazılımında topoloji optimizasyonu yapılmış ve çakan geometri VAVE yaklaşımı ile güncellenerek yaklaşık %8 ağırlık azaltılmıştır.

Kale ve Dhamejani çalışmaları, bir sürücü koltuğuna ait tüm temel parametreleri sunmaktadır. Bunlar; koltuğun ergonomisi, kullanılan malzemeleri, güvenlik ve konfor parametreleri, ağırlık ve estetik gibi parametreleri kapsar. Doğal olarak sürücü koltuğu

tasarım,na etki eden parametrelerin karmaşık olduğu ve tüm artılar, karışılacak ekilde ayrıntılı olarak ele alınması, gerekliliği vurgulanmaktadır.

Kang ve Chun (2000), önden çarpma durumunda yolcunun güvenliğini sağlayabilen bir araç koltuk sisteminin maliyet azaltma potansiyelleri üzerine çalışmışlardır. Önden çarpma esnasında koltuk iskeletinin sırt kısmının öne doğru çökmesinin başlıca sebebini tespit etmek için, sırtın her bir bileğinin dayanımını, kendi geliştirdikleri deneysel bir yöntem ile incelemiştir. Ana sebep olarak koltuğun iç kısmının deformasyonu bulunmuştur. Emin olmak için detaylı sonlu eleman analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar, doğrulamak için test sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Koltuk iç kısmının emniyet kemer braketine yatay ile 40° açıyla uygulanan maksimum kuvvet değeri, testlerde 15,0 ile 18,0 kN (ortalama 16,5 kN) arasında elde edilmişken, analizlerde 15,35 kN ve 15,1 kN (ortalama 15,225 kN) bulunarak korelasyonun sağlandığı, (yaklaşık %92) vurgulanmıştır. Ardından koltuk kısımlarında kullanılan sac malzemelerin et kalınlıkları, farklı olan senaryolar hazırlanarak, ayrı ayrı ve dayanım değerleri tablo olarak gösterilmiş ve en uygun senaryo seçilmiştir.

Yang ve ark. (2014) çalışmaları,nda, HyperMesh ve LS-DYNA yazılımı kullanarak, araç koltuğu ve Hybrid III %50 erkek dummy sonlu elemanlar modeli oluşturulmuştur. Dummynin önden ve arkadan çarpma artlarında baş, göğüs ve boyun yaralanmaları, analiz edilmiştir. 50 km/h hızında 150 ms içinde gerçekleşen çarpma gereksinimini karşılamak için koltuk üzerinde değişikliği gidilmesi gerekmektedir. Sonuçta sırt yan paneli, pivot bölgesi, oturak bölgesi ve sırt kilidi olarak 4 bölüme ayrılan bu değişikliklerin uygulanması, sonrasında optimize edilmiş koltuğun mevcut tasarıma göre yolcuyu daha fazla koruduğu ve gereklilikleri karşıladığı görülmüştür.

Zhang ve ark. (2015) araçların arka koltuğunun sırt bölgesini mevcut çelik konstrüksiyon yerine karbon fiber takviyeli polimer malzemeli olacak şekilde tasarlamış ve numerik çalışmaları, gerçekleştirilmiştir. Öncelikle CAD ortamında koltuğun yerleşimi yapılmış, koltuğun değiştirilemez ölçüleri ve araca bağlantı noktaları belirlenmiştir. Sonrasında ECE R17 regülasyonu gerekliliklerine göre OptiStruct yazılımında topoloji optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ardından Moldflow yazılımı ile üretilebilirlik analizleri gerçekleştirilerek nihai model oluşturulmuştur. Nihai modelin

de tekrar ECE regülasyon artları,na göre sonlu eleman analizleri gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlarla, çelik malzemeli önceki modelin sonuçları karşılaştırılmıştır. Tasarım, hem statik hem de çarpma testlerinden geçmiştir. Yapılan çalınışlarla koltukta 11,496 kg olan mevcut ağırlık yerine 9,147 kg ağırlık elde edilerek %20,4 ağırlık azaltılmış, aynı zamanda 26 adet parçanın yerine geçecek 1 adet kompozit sırt kullanılarak tekil parçaların montaj operasyonları, ihtiyacı ortadan kaldırılmıştır.

Naughton ve ark. (2009) araçların arka koltuklarında en az %20 ağırlık azaltmayı hedefleyen plastik koltuk tasarımı üzerine çalışmalarını sürdürmektedir. Geliştirilen koltuk tasarımı, yüksek katınlık ve darbe dayanımlı, sağlam için PC ve ABS karışımı kullanılmıştır. Geometrinin üretilebilirlik fizibilitesi için kalıplaşma analizleri gerçekleştirilmiştir. Ardından ECE R17 bagaj çarpma ve FMVSS 210 Emniyet kemeri çekme regülasyonlarına göre sonlu eleman analizleri ve testleri gerçekleştirilmiştir. Doğru malzeme ve proses seçilerek, montaj maliyetlerini azaltacak parça entegrasyonu sağlanıp, en az %20 daha düşük ağırlıklı ürün tasarlanıp ve regülasyon artları, başarıyla ile geçmiştir.

Billur ve Altan (2010) çalışmalarında, ağırlık azaltma, çarpma ve güvenlik avantajları sağlayan yüksek ileri mukavemetli çelik (AHSS) kullanılan parçaların oluşturulmasında karlı olan zorlukları tartışmaktadır. Parçanın ekilebilirlik ve geri esnemesi, üretiminde kullanılacak pres yükleri ve sürtünme-yalama (triboloji) konuları gibi sorunların üstesinden gelmek için mevcut araştırma ve geliştirme çalışmalarını özetlemiştir.

Mazur ve ark. (2011) çalışmalarında araç koltuk köşek profillerinin üretimdeki dayanıklılıklarına göre köşek performansları üzerine bir karşılaştırma yapmıştır. Köşek kayma performansına etki eden parametreler, köşek bilye boşluğu ve bilye yuvarlanma temas kuvvetindeki dayanıklılıkları, istatistiksel tolerans analizleriyle ve sonlu eleman analizleriyle incelenmiştir. Bu çalışmalarında gösterilen karşılaştırma yaklaşımı ile üretimdeki dayanıklı köşek profillerinin istenen özellikleri karşılayıp karşılamadığını, hızlı bir şekilde belirlemek mümkün olmuştur.

Singh ve Ahmed (2014) al, malar,nda araç koltuk iskeletinin, sonlu eleman analizleriyle çarp, ma testleri artlar, olu turulup, ,kan deformasyon ve hasar sonuçlar, de erlendirilmi tir. Koltu un kat, modeli CATIAda ve sonlu elemanlar modeli HyperMeshte olu turulmu olup LS-DYNA Dinamik çözücüde çözüm gerçekle tirilmi tir. al, mada ECE ve FMVSS güvenlik artlar,na göre koltuk s,rt iskeletinin deformasyonunun davran, ,na bak,larak, kat,l, , farkl, 2 senaryonun sonuçlar, incelenmi tir. Kat,l, , di erine göre yüksek olan senaryonun sonuçlar, uygun bulunmu tur.

Bhat ve ark. (2006) al, malar,nda, parametrik modelleme ve sonlu eleman analiz metodolojisini kullanarak araç koltu u iskeletinin tasar,m ve geli tirme yakla ,m,n, sunmu tur. Tasar,m süreci, Pro/ENGINEER kullan,larak ön koltuk iskeletinin parametrik olarak modellenmesi ile ba lam, t,r. Koltuk eni, oturak yüksekli i, s,rt yüksekli i ve k,zak boyu parametreleri tan,m lanm, t,r. Olu turulan kat, model OptiStruct yaz,l,m, ile optimize edilerek FMVSS 207, 208 ve 210 nolu regülasyonlar,na göre LS-DYNA kullan,larak sonlu eleman analizi gerçekle tirilmi tir. Ortaya konan dinamik tasar,m yakla ,m modeli, koltuk iskeletinin regülasyonun gerekliliklerini kar ,layana kadar geçen tasar,m sürecinde, tasar,m parametrelerinin de i tirilmesine yard,mc, olur.

Pankoke ve Siefert (2007) al, malar,nda, Dinamik sonlu elemanl, yolcu modeliö nin bir otomotiv koltu unun geli tirilmesine yönelik uygulamalar,n, sunmu tur. ABAQUS yaz,l,m, üzerinde koltuk ve %50dik, %50dik ve %95dik mankenler modellenerek, öncelikle statik oturma konforu simülasyonlar,nda, koltukta, koltuk minderinde ve insan vücudu ile uyumluluklar göz önünde bulundurularak, statik bas,ıı da ,l,m, ,kar,lmas,nda kullan,lm, t,r. Sonras,nda dinamik oturma konforu analizlerinde model, transfer fonksiyonu olarak hesaplanarak, koltuk ve araç gövdesi rezonanslar,n,n e le mesini önlemek için 1 Hz ile 30Hz aral, ,na bak,larak NVH gereksinimlerine uygun olmas, sa lanm, t,r.

Pi gin ve Solmaz (2018) al, malar,nda, FMVSS 207 ve 210 regülasyonuna uygun üç noktal, emniyet kemeri ba lant, bar, ve koltuk konsolu tasar,m, geli tirme ad,m lar,n,

sunmu tur. FMVSS regülasyonuna göre üç noktalı, emniyet kemerinin iki bağlantı noktası, koltuk üzerindeki bağlantı barı üzerinde bulunması gereklidir. Bu çalışmada, sürücü koltuğu için 3 farklı tip tasarım CATIA V5 ortamında hazırlanarak, kinematik ve yapısal analizleri RADIOSS çözücüsünde gerçekleştirilip, müşteri talepleri ve ergonomi açısından değerlendirilmeleri yapılarak en uygun sonuçlara sahip koltuk tasarımı seçilmiştir.

Ramkumar ve ark. (2011) çalışmaları, araç koltukları modal analizlerini gerçekleştirerek fiziksel testler ile sonlu eleman modeli arasındaki ilişkiyi kurmaktadır. Koltuğun doğal frekans modları, LMS Test Lab donanımı kullanılarak, ilk 4 modları ile 20,76 Hz, 27,39 Hz, 38,48 Hz ve 49,40 Hz olarak belirlenerek komple araç seviyesindeki mod haritası oluşturulmaktadır. Sonlu eleman modları, NASTRAN çözücüsü kullanılarak test sonuçlarına göre en fazla %1,28 farkla elde edilmektedir. Çalışmada, koltuğun belirlenen rezonans karakteristiklerinin belirlenmesi ve daha sonra sonlu elemanlar modelinin bu sonuçlara göre iyileştirilmesi için gerekli yöntemleri sunmaktadır.

Arslan ve Kaptanoğlu (2010) çalışmaları, ECE R14 regülasyonuna tabi tutulan ön ve arka koltuk bağlantıları açık (explicit) analiz yöntemi kullanılarak ECE R14 standartlarında analizlerini gerçekleştirimi. Çalışmaları sonucu olarak koltuğun gövde taban sacına bağlantıları kaynak sayısı ve yerlerinin en uygun olduğu görülmüştür. Fiziksel testlerde de aynı hata türü görülmesi ile sonuçları doğrulanmıştır.

Deveci ve ark. (2018) ECE R14 standartlarında koltuk profillerine gelen yüklerin global eksene göre yapılmış teorik hesapları tespiti üzerine çalışmıştır. Regülasyona uygunluğunu öncelikle tekil koltuk üzerinde analiz ederek yeni ürün geliştirme sürecinde çevrim zamanını kısaltmıştır.

Steinwall ve Viippola (2014) yüksek lisans tezlerinde, koltuk ağırlığını azaltılması üzerine çalışmıştır. Mevcut bir koltuk seçilerek CAD yazılımı ile modellenerek, sonlu eleman analizleri ile koltuğun dayanım arttırılması için yapılmıştır. Bu arttırılar referans olarak topoloji optimizasyon yazılımı kullanılarak yeni konseptler oluşturulmuştur ve

optimize edilmi tir. Konseptler içinden dayan,m, ergonomi ve maliyet k,staslar,na göre nihai tasar,m seçilmi tir. Bu konsept, mevcut ile ayn, dayan,m ve ergonomiye sahip, a ,rl,k olarak %27 daha hafif ve maliyet aç,s,ndan %1 daha dü ük maliyetlidir.

Gavelin ve ark. (2010) tam ölçekli (full-scale) testlere uygun entegre emniyet kemerli bir koltuk iskeletinin sonlu elemanlar modeli üzerine çal, m, t,r. 3 nokta emniyet kemer konfigürasyonlar,na sahip sadele tirilmi koltuk iskeletlerinin sonlu elemanlar modeli olu turulmu tur. Koltu a %50dik Hibrit III manken oturtularak fiziksel testler ve bir dizi sonlu eleman analizleri gerçekleştirilmi tir. Sonuçlardaki biyomekanik ve mekanik yan,tlar kar ,la t,r,larak, özellikle emniyet kemerin yükleme ko ullar,n,n uyumlu oldu u görülmü tür.

Viano ve White (2018) çal, malar,nda, arkadan çarpma artlar,nda araç ön koltuklar,n,n sırt yatırma ve k,zak mekanizmalar,n,n davran, lar,na yönelik teorileri ele alan testleri içermektedir. 7 tip teorinin tüm laboratuvar testleri gerçekleştirilmi ve sonuçlar, verilmi tir. Çal, mada sunulan veriler ve foto raflar, günümüz koltuklar,nda kullanılan sırt yatma ve k,zak mekanizmas,n,n uygun olup olmad, ,n, göstermektedir.

Yüce (2013) yüksek lisans tezinde, yolcu koltuklar,n,n hafifletmesi üzerine çal, m, t,r. Ürün tasar,m, a amas,nda TRIZ problem çözme metodundan faydalanm, t,r. Profil sac kal,nl, , sonlu eleman analiz sonuçlar,na göre belirlenmi tir. Ard,ndan koltu unun prototip üretimi gerçekleştirilmi ve ECE regülasyonuna göre test edilmi tir. Çal, ma sonucunda hem güvenlik gerekliliklerini kar ,layan hem de mevcut koltu a göre %20 oran,nda hafif yolcu koltuu ortaya konmu tur.

Öztürk ve Durmu (2016) a ,r ticari araçlarda kullanılan muavin koltu u iskeletinde yeni tasarlanan makas mekanizmas,n,n ECE R14 ve ECE R17/R80 regülasyonlar,na tabi tutarak bilgisayar ortam,nda tasar,m do rulamas, üzerine çal, m, t,r. Koltukta bulunan ileri-geri hareketi sa layan k,zak mekanizmas,, k,zaklar,n ba lant, braketleri ve yükseklik ayar,na imkân sa layan makas sistemi, Altair Hypermesh ortam,nda statik çekme ve çarp, ma analizlerine tabi tutulmu tur. Çal, mada tecrübi malzeme tipleri ve malzeme kal,nl,klar, uygulanm, t,r. Tasar,m, iyile tirmek için de benzer ekilde ön

görülen 0,5 mm kalınlık artışı ile ürün tasarımı doğrulanmıştır. Çalınmanın sonucunda koltuk ağırlığı %20 oranında azaltılmıştır.

Yukarıda bahsedilen çalınmalarda geliştirilen tasarımlara en uygun malzeme seçimiyle, kullanılan detay parça sayısı ve dolayısıyla araç ağırlığını düşürebileceği, uyulması gereken güvenlik regülasyonlarından ödün vermeden, geliştirilen tasarımlara optimizasyon teknikleri de uygulanarak maliyetin daha da düşürülebildiği anlatılmıştır.

Bu tez kapsamında, M1 sınıfı binek araçlarda ön koltuklarda kullanılan kaza mekanizmasına uygun malzeme seçimi ve uygulanan optimizasyon tekniği ile koltuk ağırlığında hafifletme çalınmıştır. Literatür araştırmalarında parça entegrasyonu üzerine yeterince çalınma bulunmadığı görülmüştür. Bu tez çalınması ile mevcutta kullanılan iki parça yerine birbirine entegre olarak tasarlanan ve geliştirilen koltuk kaza braketi çalınması ve entegre yapını getirdiği ağırlık kazancı ve birleştirme operasyonunu ortadan kaldırma gibi avantajlar detaylandırılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araç yönetmelikleri, otomobillerin belirli bir ülkede sat, veya kullan,m için onaylanmas, için yerine getirmesi gereken artlard,r. Yasalarla zorunlu k,l,nmakta ve ilgili hükümet organ, taraf,ndan da yönetilmektedir. Ayd,nlatma, çarpmalara kar , dayan,kl,l,k, çevresel koruma ve h,rs,zl,k korumas, gibi unsur yönetmeliklerle belirlenmi tir. Örnek olarak Avrupa Ekonomik Komisyonu (ECE) taraf,ndan haz,rlanan ve Avrupa Birli i ülkelerinde yay,nlanan 661/2009 say,l, direktifte (UNECE, 2009) ECE regülasyonlar, yer almaktad,r. Araçlar,n bu ülke pazarlar,nda sat, a sunulabilmesi için bu regülasyon ekinde yay,nl, ürün gruplar,na göre ayr,lm, olan tüm testlerden geçmesi gerekir.

Bu çal, ma, esas olarak araç koltu unun k,zak braketlerine odaklanmaktad,r. Ancak öncesinde genel bir koltuk iskeleti tan,t,lmaktad,r. Koltuk iskeleti, esas olarak ekil 3.1'de gösterildi i gibi 5 bölümden olu maktad,r. Bunlar; bir s,rt iskeleti (1), bir oturak (2), temel mekanizmalar (3), tasar,ma konu ba lant, braketleri (4) ve emniyet kemeri ba lant,s,d,r (5).



ekil 3.1. Koltuk iskeleti alt bölümleri

3.1. Araç Koltuklar,n,n S,n,fland,r,lmas,

Araç koltuklar, güvenlik yönünden gereksinimleri kar ,layacak ekilde tasarlanmaktad,r. Öncelikle koltuk iskeletinin geometrisi, malzemesi ve kullan,lm, ön

görülen temel mekanizmalar, güvenlik artları, karıştırmalar, gerekir. Daha sonrasında, hatlar, ve görünüş detayları, eklenmektedir. Son olarak sünger gibi konfor elemanları, eklenerek müteakkinin beklentilerine göre temel özellikleri belirlenmektedir. Bu faktörler dışında; sırt, omuz, boyun, masaj, kol dayama, elektrikli mekanizmalar istenebilir, özellik olarak sunulmaktadır. Tüm bu özelliklerden yola çıkarak orijinal ekipman üreticileri (OEM) ve dolayısıyla koltuk üreticileri, koltuğunun temel mekanizmalarını hareket sayıları, dikkate alınarak sırt, omuz, boyun yapımıdır. Koltukta sadece kilit mekanizması, varsa ileri-geri koltuk hareketi bulunduğu için 2 yönlü (2W) koltuk ve buna ilave olarak sırt yatma mekanizması, varsa öne-arkaya sırt hareketi toplam harekete dâhil olduğu için 4 yönlü (4W) koltuk olarak sırt, omuz, boyunlanmaktadır. Bunlara ilave olarak yükseklik ayar mekanizması, varsa yukarı-aşağı, oturak hareketi de dâhil olduğu için 6 yönlü (6W) koltuk olarak değerlendirilmektedir.

Yasalar açısından bakıldığında araçların sırt, omuz, boyunlanmasında araçta bulunan koltuk sayısı, ve araç ağırlığı, dikkate alınmaktadır. Bu tez kapsamında, M1 sınıfı araç koltuğu üzerinde çalışılmaktadır. ECE regülasyonuna göre M1 sınıfı araçların tanımı, üç tekerleğe sahip olmalıdır ve amaç, yolcu taşıma olan motorlu taşıtlardır. Bu sınıfta yer alan M1 için; sürücü koltuğu haricinde en fazla 8 yolcu kapasitesi bulunmalıdır. (ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6, 2017)

3.2. Araç Koltukları, Güvenlik Artları,

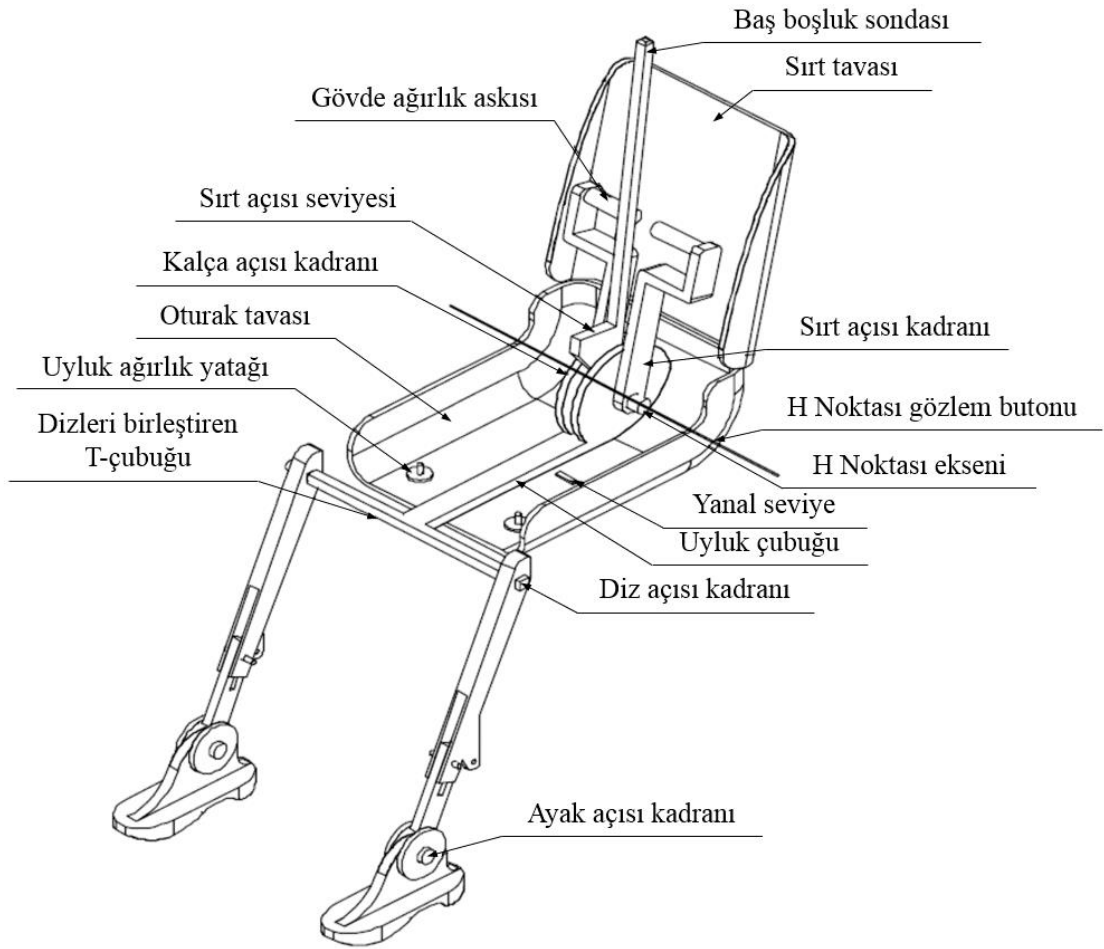
Otomotiv koltukları, tasarım doğrultusunda testleri ve regülasyonlar açısından uymak zorunda olduğu gereklilikler çok çeşitlidir. Bu tez kapsamında, koltuğunun ECE R14 ve ECE R17 açısından nasıl değerlendirildiği anlatılmaktadır.

3.2.1. Koltuk H Noktasının Belirlenmesi

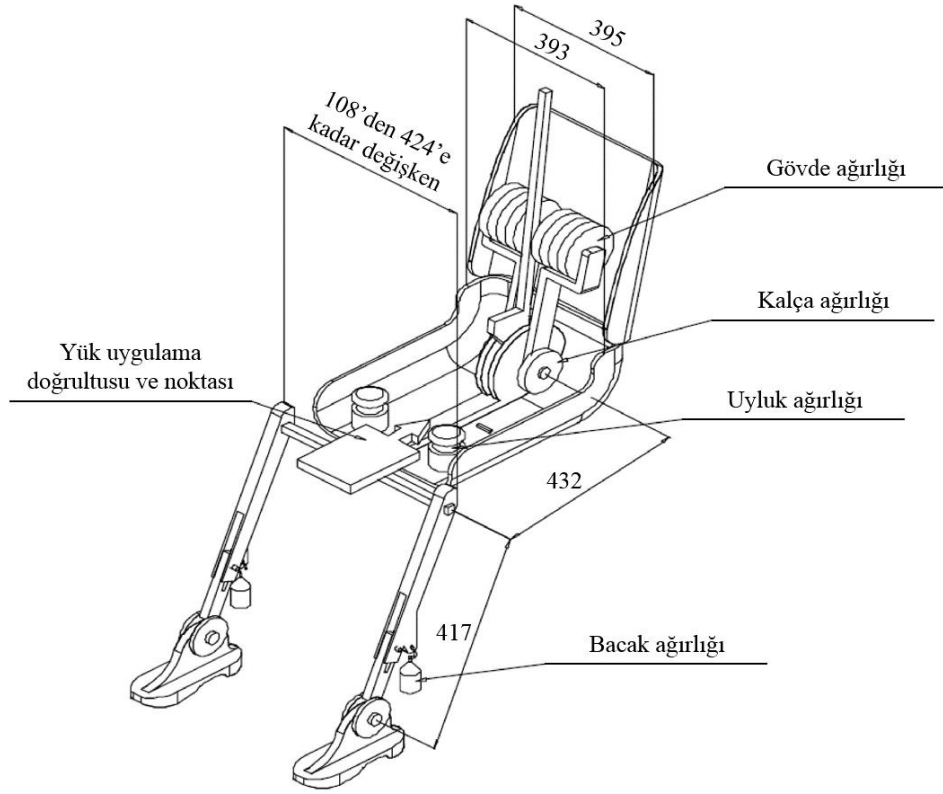
Koltuğun H noktası, SAE J826 standardına göre üç boyutlu H noktası mankeni kullanılarak belirlenir (Şekil 3.2). H noktası, yolcunun kalça bölgesinde bulunan sırt ve bacak eksenlerinin kesiştiği nokta olarak ifade edilir. Manken üzerindeki tüm uzuvlar, insan vücudunun hareketini gerçekleştirecek mafsallarla birbirine tutturulmuştur.

Ba lang,ç s,rt aç,s, kafa mili üzerinden ölçülür. Manken, koltuk üzerine sürü pozisyonunda oturtulur. Mankenin merkez düzleminin konumu, s,rt ve otura ,n merkez düzlemiyle çak, t,r,l,r.

htiyaç duyulan a ,rl, a ula mak için manken üzerinde bulunan a ,rl,k asma bölgeleri kullan,l,r. A ,rl,klar yerle tirildikten sonra ekil 3.3'te gösterilen noktadan 100 N yük tatbik edilir. Test, mankenin ba lang,ç durumuna tekrar getirilmesi ile tekrarlan,r. Bu ekilde, belirlenen H noktas,n,n, araç koordinat merkezinden uzakl, ,na göre koordinatlar, hesaplanm, olur. Belirlenen H noktas, koltu un tüm tasar,m ve do rulama a amalar,nda referans nokta olarak kullan,l,r.



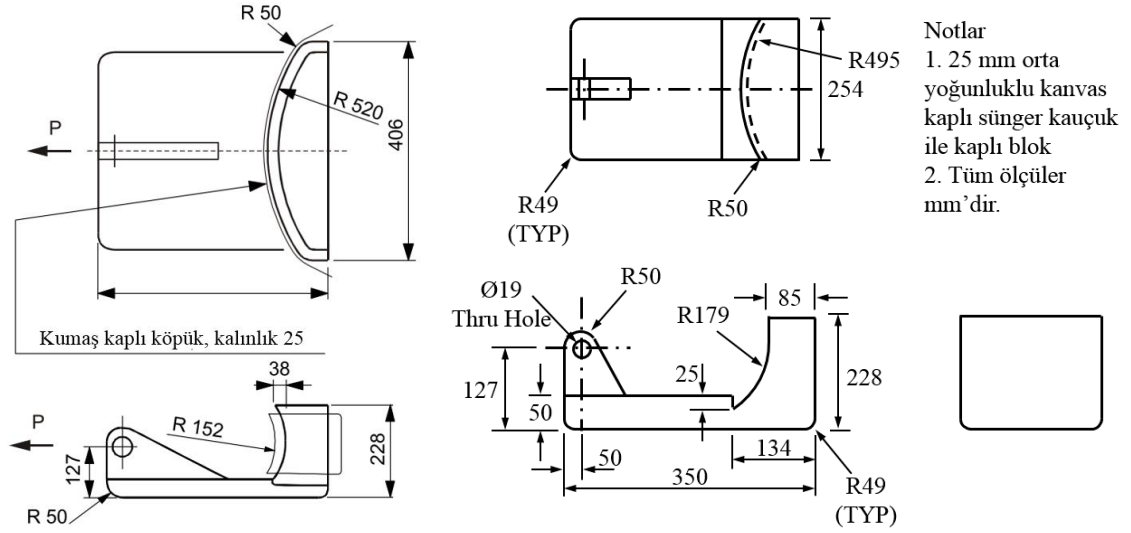
ekil 3.2. H noktas, manken uzuvlar, ve a ,rl,klar,



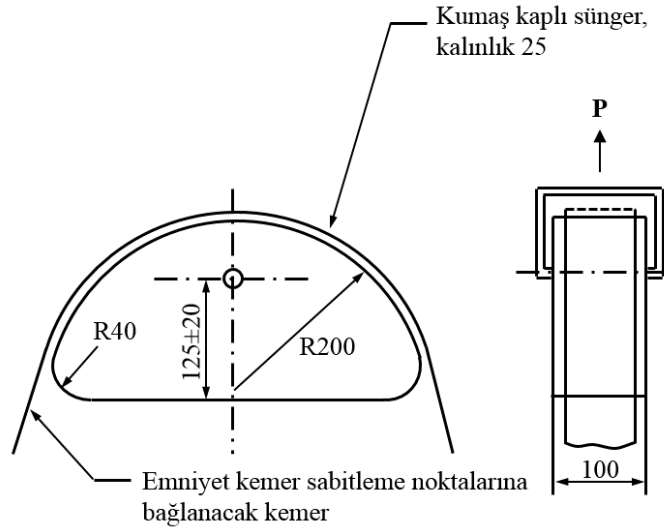
ekil 3.3. H noktas, manken boyutlar, ve kuvvet uygulama noktalar,

3.2.2. ECE R14

ECE R14 regülasyonunda, M s,n,f,na giren araçlar,n emniyet kemerlerinin ba lant,lar, ve çocuk koltu u ISOFIX ba lant,lar, anlat,lmaktad,r. Uygulanacak kuvvet, yatay eksene göre $10^{\circ} \pm 5^{\circ}$ aç,l, yukar, do rudur. Kar ,lamas, gereken yükün %10u ön gerilme yükü uygulan,r. Kuvvetin uygulama süresi önemli olup hedef yüke en k,sa sürede ula acak ivme ile tan,mılanm, olmal,d,r. Koltuk hedef yüke ula t, ,nda en az 0,2 saniye beklenmelidir. ekil 3.4 ve ekil 3.5de gösterilen 2 tip bloktan test edilecek koltuk enine uygun olan seçilir. Blok, koltuk H noktas,na mümkün oldu unca yak,n konumland,r,l,r ard,ndan blok üstünden kuvvet uygulan,r. Omuz ve bel emniyet kemerlerine uygulanacak kuvvetler Çizelge 3.1de gösterilmi tir. (ECE/TRANS/505/Rev.1/Add.13/Rev.5 Addendum 13: Regulation No. 14, 2012)



ekil 3.4. Bel emniyet kemer çekme blo u (ECE R14 2012den çevrilmi tir)



ekil 3.5. Omuz emniyet kemer çekme blo u (ECE R14 2012den çevrilmi tir)

Çizelge 3.1. Emniyet kemer çekme kuvvetleri

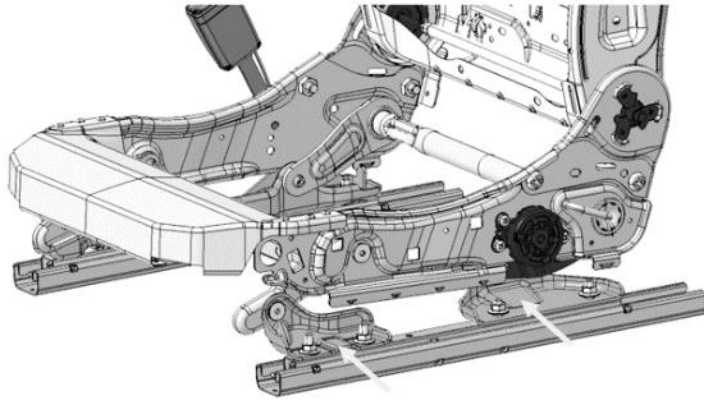
S,n,f	Omuz Kemer	Bel Kemer
M1	13500 N	13500 N + (20 x koltuk kütlesi kg x 9,81 m/s ²)
M2	6750 N	6750 N + (10 x koltuk kütlesi kg x 9,81 m/s ²)
M3	4500 N	4500 N + (6,6 x koltuk kütlesi kg x 9,81 m/s ²)

Koltuk k,zaklar, ve ba lant,lar, dâhil, koltuk üzerinde tüm ba lant,lar yukar,da belirtilen yükleri kar ,layabilecek dayan,ma sahip olmas, gerekir. stenen yükleme süresi içinde bu yükler kar ,lanm, ise olas, kal,c, deformasyon, y,rt,lma veya

k,r,lman,n koltukta hataya sebep olmayacak seviyede olmas, gereklidir. M1 s,n,f, araçlarda, üst emniyet kemer ba lant,s, koltuk üzerinde olan tasar,mlar için koltukta meydana gelen maksimum yer de i tirme de erine bak,l,r. Bu yer de i tirmenin koltu un referans noktas,ndan çizilen dü ey düzlemi geçmeyecek mesafede olmas, gerekir.

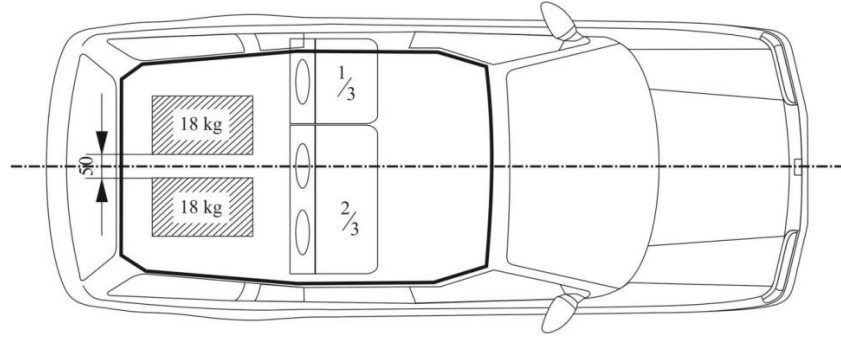
3.2.3. ECE R17

Regülasyondaki dinamik testlerden biri olan önden çarpma testi, önden çarpmay, simüle eden, yatay yönde, 30 milisaniye boyunca, 20 gøden az olmayan bir ivme ile gerçekleştirilir. Koltu un mekanizmalar,n,n tüm ayar pozisyonlar,n,n, bu çarpma artlar,na uygun olmas, gerekti i için, koltuk k,zak mekanizmalar,n tasar,m pozisyonu ile en ön ve en arka olmak üzere toplamda 3 pozisyonda testler gerçekleştirilir. Koltu un oturak yüksekli i en alt konuma getirilmeli ve k,zak mekanizmas, kilitli durumda olmal,d,r (ekil 3.6).

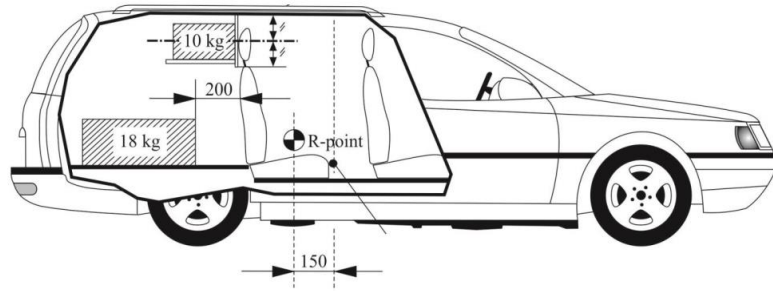


ekil 3.6. Koltuk mekanizma pozisyonlar,

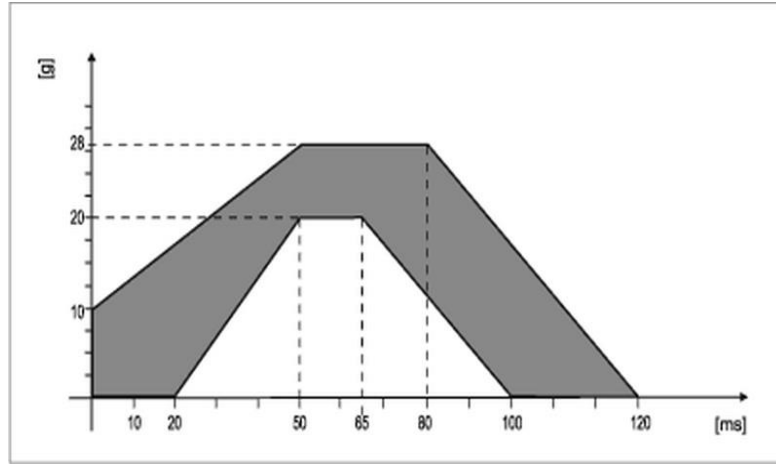
Regülasyonun 9. eki bagaj çarpma testi ile ilgilidir. 300 mm x 300 mm x 300 mm boyutlar,na haiz 18 kgø,k bloklar, arka koltuklar için 2 adet ve ön koltuklar için 1 adet olacak ekilde, koltuklar,n arkas,na 200 mm mesafede serbest durumda konumland,r,lm, t,r (ekil 3.7 ve ekil 3.8). Koltuk k,zaklar, en arka konumdan 10 mm önde olacak ekilde kilitli pozisyona getirilmelidir. Uygulanacak ivme yine 30 milisaniye boyunca 20 gøden az olmamal,d,r (ekil 3.9).



ekil 3.7. Test bloklar,n araç üstünde gösterimi, üst görünü (ECE R17 2014)

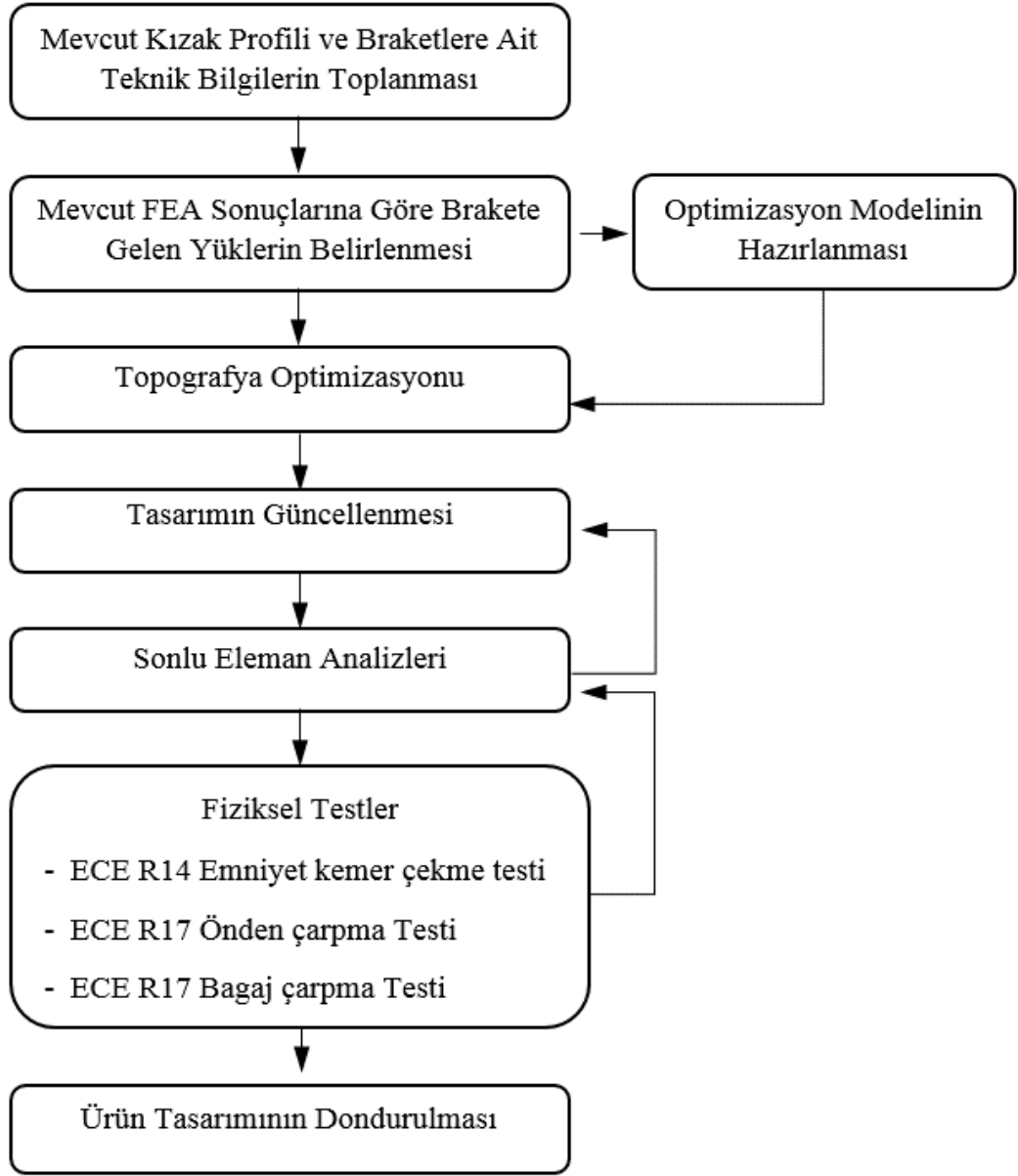


ekil 3.8. Test bloklar,n araç üstünde gösterimi, yan görünü (ECE R17 2014)



ekil 3.9. Uygulanacak ivme (ECE R17 2014)

Bu tez kapsamında, k, zak ba lant, braketleri ve k, zak mekanizmas, profilleri üstüne tasar,m geli tirme faaliyetleri gerçekleştirilmi tir. zlenecek i ak, emas, ekil 3.10da verilmektedir.



ekil 3.10. ak, emas,

3.3. Mevcut Kızak Profili ve Braketlere Ait Teknik Bilgilerin Toplanması,

Mevcut kızak braketleri, koltuk oturma ,na ekil 3.11de gösterilen iç ve dış kızaklara, ekil 3.12deki iki tip braketler ile bağlanmaktadır. Kullanılan malzemeler ve sac kalınlıkları, Çizelge 3.2de, parça ayrıtları, Çizelge 3.3te verilmektedir. Hali hazırda seri üretimde bulunan mevcut kızak ve braketlerinin testlerle doğrulandı, ve sonuçlarının geçerli olduğu bilinmektedir. Bundan sonraki tüm çalışmalar geçmiş sonuçlarla karşılaştırılarak yapılmaktadır.

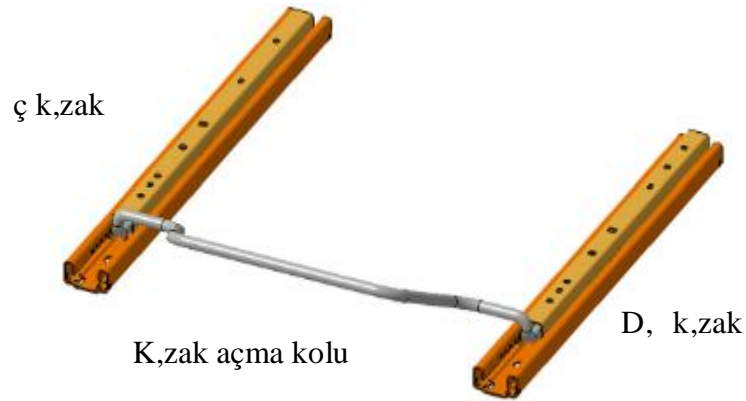
Kat, model yaratma ve yüzey modelleme yazılımı olarak CATIA V5 kullanılmaktadır. Sonlu elemanlar yazılımında sac parçaların kalınlığı, parametre olarak tanımlanabildiği için, sac parçaların orta düzleminde geçen yüzeyleri de kat, model içerisine eklenmiştir. Hazırlanan 3D modeller sonlu elemanlar yazılımına alabileceği formata çevrilerek aktarılmıştır. (Dassault Systèmes CATIA 2004).

Çizelge 3.2. Braket malzemeleri (Tata Steels 2014)

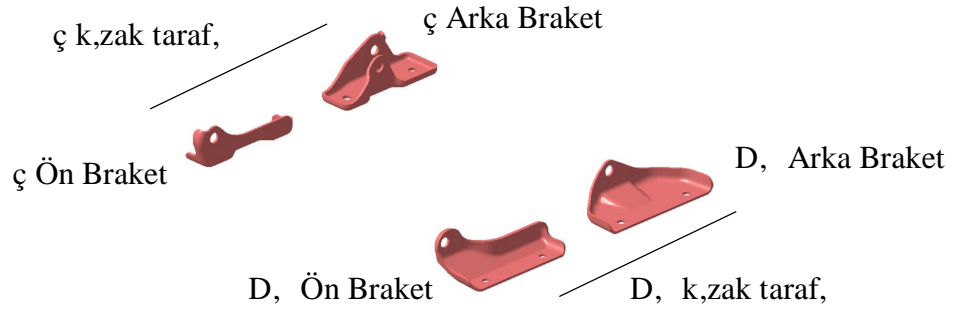
Ürün	Çelik Sınıfı	Akma Değeri [N/mm ²]	Kopma Değeri [N/mm ²]	A ₈₀ Uzama [%]	Kalınlık [mm]
D, K, zak Braketi	S420MC	420	480	16	2,8
ç K, zak Braketi	S550MC	550	600	12	2,8
K, zak Sac,					1,8

Çizelge 3.3. Mevcut parça ağırlıkları,

Ürün	Ağırlık [g]
D, K, zak Braketi (ön ve arka)	570
ç K, zak Braketi (ön ve arka)	610
K, zak (ç-D,)	2445
Toplam	3625



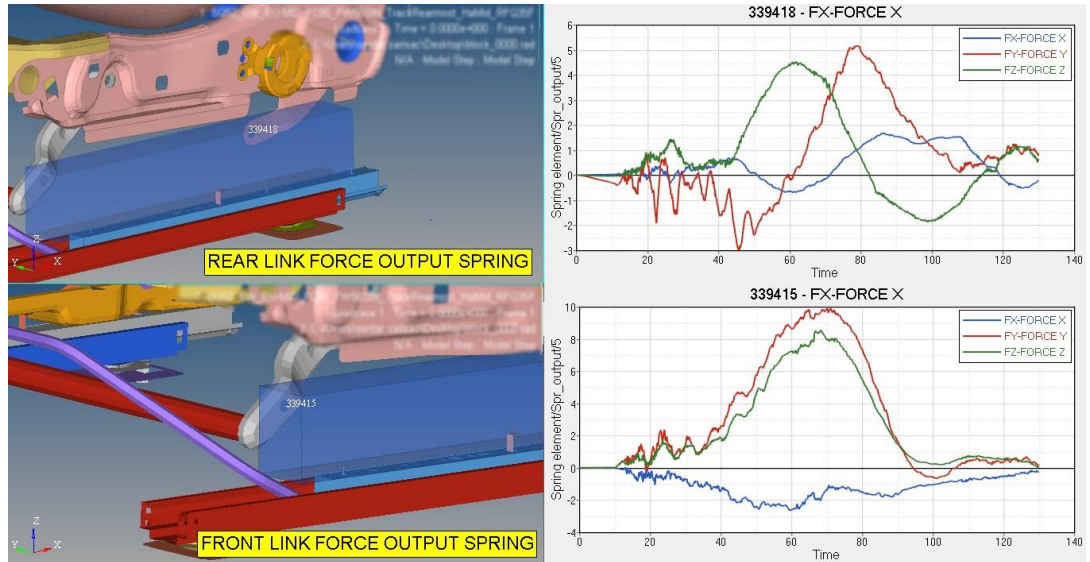
Resim 3.11. Koltuk k, zak mekanizmasına ait isimlendirme



ekil 3.12. K,zak braketlerine ait isimlendirme

3.4. Mevcut FEA Sonuçlar,na Göre Brakete Gelen Yüklerin Belirlenmesi

Mevcut k,zak ve braketlerine ait ECE R14 ve ECE R17 sonlu eleman analizlerinde braketlere koltuk oturma , üzerinden gelen yükler, Altair RADIOSS yazılımında bağlantı noktaları tanımlanan yay elemanlar aracılığıyla gelen kuvvetin deeri ve 3 eksendeki doğrultusu belirlenmiştir (ekil 3.13). D, k,zak üstünde arka braket bağlantı noktasında okunan deerler; X,Y,Z eksenlerinde sırasıyla 5 kN, 4,6 kN, 2 kN ve ön braketinde 10 kN, 8 kN, 2kN şeklindedir.



ekil 3.13. Yay elemanlar ve kuvvet deerleri

3.5. Optimizasyon

Optimizasyon, bir hedef fonksiyonun de erini minimize veya maksimize eden çal, malar bütünüdür. Mühendislik aç,s,ndan ise elde olan kaynaklarla en az kaynak kullanarak mümkün olabilecek en iyi ve en kaliteli ürünü orta koymak ve ard,ndan üretiminin hedeflenmesidir. Deneme yan,lma yard,m,yla üretilen modellerin test edilmesi ve geli tirilmesi bilinen en eski yöntemdir. Sonuca ula mak aç,s,ndan döngüleri fazla olan bu metot art,k tercih edilmemektedir. 3 boyutlu modelleme ve analitik yöntemler ile tan,mlanan tasar,m modeli öncelikle ortaya ç,kar,lmaktad,r. Ard,ndan ürünün performans, bilgisayar programlar, üstünden de erlendirilmektedir. Böylelikle fiziksel üretime geçmeden önce sanal ortamda rasyonel de erlendirme yap,labilmektedir. Tasar,m parametreleri güncellenerek ve yenilenen analiz sonuçlar, ile yeni bir tasar,m çok k,sa zamanda olu turulmaktadır.

Optimizasyon ad,mlar,, s,n,r artlar, ve ula ,lmas, istenen hedefin tan,mlanması ile ba lar. Verilen s,n,r artlar, ba lang,ç noktas,n, belirler. İlk ard, ,k i lem gerçekleştirir ve tasar,m yenilenir. Her bir ard, ,k i lemde bir öncekine göre yak,nsama durumuna bak,lr. Yak,nsama ula ,lmas, istenen s,n,rlar içinde kal,yorsa optimum elde edilmi olur ve iterasyon durdurulur. Yak,nsama bu s,n,rlar içerisinde de ilse bir sonraki iterasyona devam edilir.

Mühendislik problemlerinde belli hedefler ve k,s,tlar söz konusudur. Malzemenin ta ,yabilece i gerilme ve deformasyon k,s,tlamalarına göre parçan,n minimum a ,rl, a sahip tasar,m,n,n ortaya ç,kar,lması, genel uygulamalardandır. K,s,tlamal, bu problemler a a ,da ifade edilmi tir.

$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ n de i kenler vektörü,
 $g_i(x) \leq 0$ ($i = 1, \dots, m$) m k,s,tlamalar,
 $h_j(x) = 0$ ($j = 1, \dots, l$) l fonksiyonu sa layan $f(x)$ ın minimum veya maksimum de erini gösterir (Menon 2005).

Amaç, hedef fonksiyonun optimize edilmesidir. Optimizasyonda öncelikle tasarımıdaki de i kenler parametre olarak belirlenir. Parametrelere verilecek değerler sınırlanmış, kısıtlar ile sağlanır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Optimizasyon parametreleri

De i ken	K,s,tlar [mm]
ϕ/D , K,zak Braketi Sac Kalınlığı, θ	Min. 2,0 / Maks. 3,0

Hedef fonksiyonun tipine göre optimizasyonlar doğrusal ve doğrusal olmayan olarak gruplandırılır. Hem hedef fonksiyon hem de kısıtlar doğrusal ise doğrusal problemdir. 3.1’de örnek bir problem verilmektedir.

$$\begin{aligned}
 \text{Hedef Fonksiyon} &= 4x_1 + 3x_2 & (3.1) \\
 -x_1 + x_2 &\leq 3 \\
 2x_1 + x_2 &\leq 4 \\
 x_1 \geq 0 \quad x_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

Bunun haricinde kısıtlı fonksiyonu içermeyen fonksiyonlar da doğrusal olarak değerlendirilir (3.2).

$$\text{Hedef Fonksiyon} = 5x_1^2 - 3x_1x_2 + 2x_2^2 + 3x_1 \quad (3.2)$$

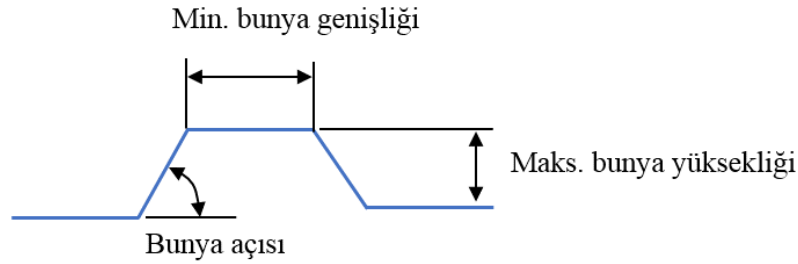
Doğrusal olmayan birden fazla de i kene sahip ve kısıtlama içeren optimizasyon problemlerine bir örnek 3.3’de verilmektedir.

$$\begin{aligned}
 \text{Hedef Fonksiyon} &= 2x_1^2 + 2x_1x_2 + 3x_2^2 + 5x_1 & (3.3) \\
 \frac{1}{60x_1}x_2 - 1 &\leq 0 \\
 1 - \frac{1}{3600}x_1(x_1 - x_2) &\leq 0 \\
 x_1, x_2 &\geq 0 \quad (\text{Kaymaz 2005})
 \end{aligned}$$

Yapısal optimizasyon problemleri 3 gruba ayrılır. Bunlar boyut, şekil ve topoloji optimizasyonudur. Tez konusu topografya optimizasyonu şekil optimizasyonu grubu altında değerlendirilmektedir.

3.5.1. Topografya Optimizasyonu

Şekil optimizasyonunun gelişmiş bir formudur. Topografya optimizasyonunda parça üzerindeki kabartma formlar, tasarımdeki kenedir. Tasarım alanı, birbirini sıralı lemlerle optimize edilen birden fazla kene bölünmektedir. Oluşan bu kener ile tasarım alanı, içerisinde banyalar oluşmaktadır. Topoloji optimizasyonunda yoğunluk tasarımı keni olarak değerlendirilirken, topografya optimizasyonunda bunlar ile beraber, kuvvet, gerilme, şekil değiştirme, yer değiştirme ve frekans gibi diğer parametreler de amaç ve k.s,t fonksiyonu olarak verilebilir. Şekil 3.14'te banyanın boyutsal parametreleri örnek olarak gösterilmiştir (Balaban 2011).

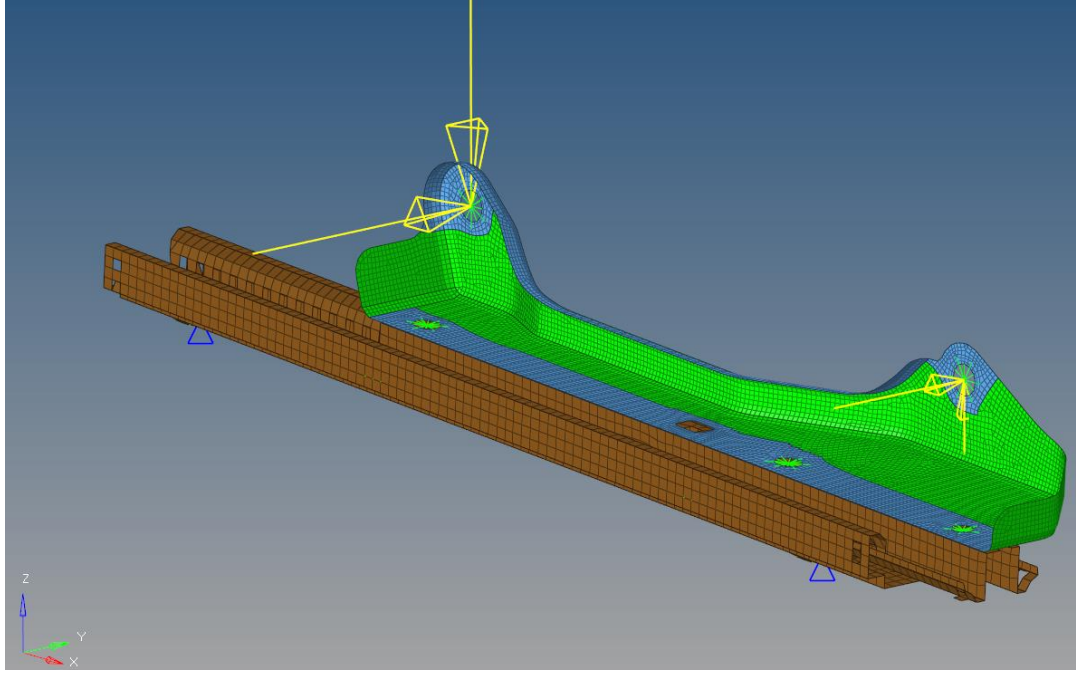


Şekil 3.14. Banyanın boyutsal parametreleri (Balaban 2011)

3.5.2. Optimizasyon Modelinin Hazırlanması,

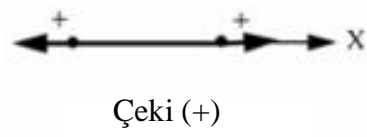
Altair HyperMesh yazılımı ile mesh modeller oluşturulmuştur. CAD programından alınan sac malzemeli parçanın orta düzlemleri, 2D kabuk elemanlarla (shell) modellenmiştir. Topografya optimizasyonu yapılacak olan braketlerin sonlu eleman modeli yüzey kabartmalarına daha iyi yakalayabilmesi için en az 1 mm olan daha küçük elemanlarla modellenmiştir. Şekil 3.15'de şekil ile görünen bölge parçaya ait tasarım bölgesidir. Topografya optimizasyonu için önden çarpma analizinden çıkarılan kuvvetler balant, deliklerinin merkez noktalarına uygulanmış olup parçanın bu yükler altında minimum uygunluk (compliance) sahip olması hedef fonksiyon olarak

tanımlanmış, t.r. Optimizasyon modeli 16013 eleman ve 120506 düğüm noktası ile oluşturulmuştur.



ekil 3.15. Braket sonlu eleman modeli

Altair Hypermesh'te sonlu eleman modeli oluşturulan koltuk iskeletinin malzeme ve sac parçalarının kalınlıkları girilmiştir. Ardından Altair Hypercrash'e geçilerek her bir parça arasında temas tipleri girilmiştir ve bağlantı elemanları modellenmiştir. Perçin, civata, somun gibi standart parçaların ve kaynak bağlantılarının modellenmesinde bir boyutlu yay elemanı, kiriş ve rijit elemanlar kullanılmıştır. Yazılımda δ Tip 13 yay elemanının deformasyon modları, ekil 3.16'da ifade edilmiştir. Böylelikle üzerine uygulanan kuvvet altında doğrusal olmayan davranışa sahip bağlantı elemanlarının deformasyonları, δ Tip 13 ile tanımlanabilmektedir.



Çeki (+)



Burulma (+)



Kesme (XY)



E ilme (Y)



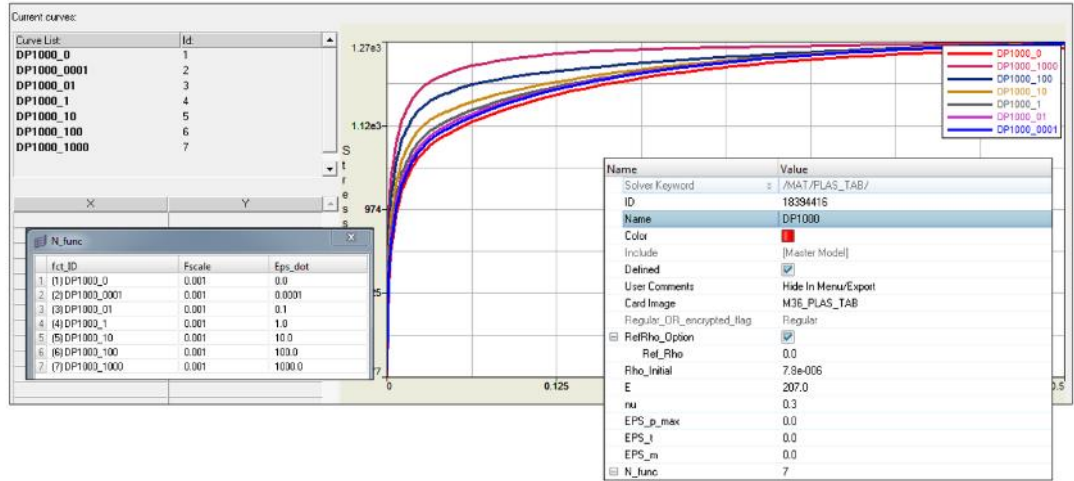
Kesme (XZ)



E ilme (Z)

ekil 3.16. Elemanlar,n deformasyon modlar,n,n gösterim ekilleri (Sar,saç 2016)

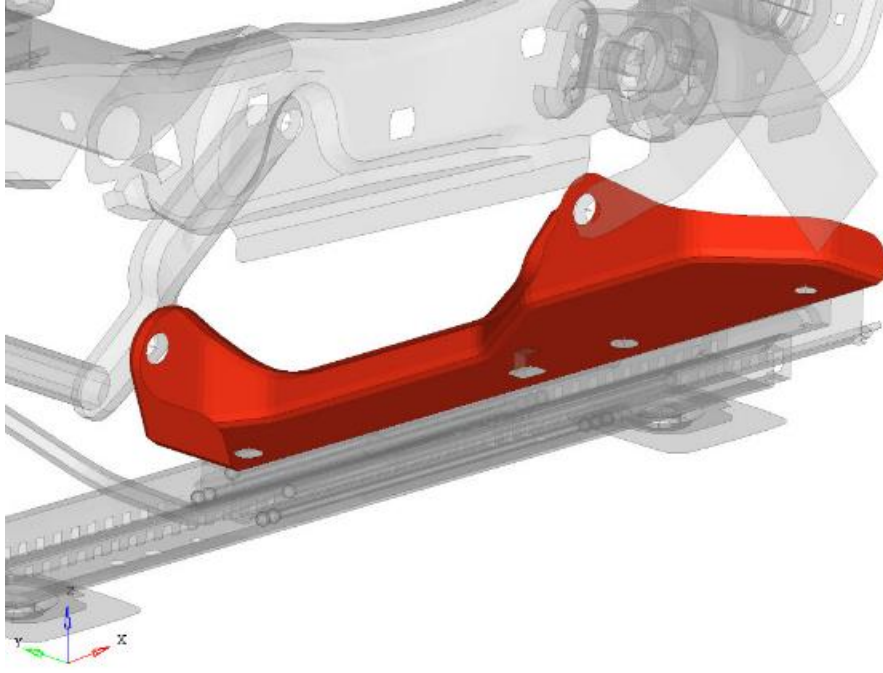
Malzeme modeli olarak izotropik malzemeler için kullan,lan ve elastik-plastik davran, , sergileyen LAW36 seçilmi ve malzemenin sertlik e risi girilerek malzeme modeli analiz yaz,l,m, içerisinde olu turulmu tur. Örnek olarak k,zak profilleri için tan,m lanm, malzemenin farklı gerinme oranlar,na sahip gerilme-gerinme e rileri ekil 3.17de verilmi tir. Grafikteki her bir e ri 1/s cinsinden ekil de i tirme h,z,n, (strain rate) ifade etmektedir.



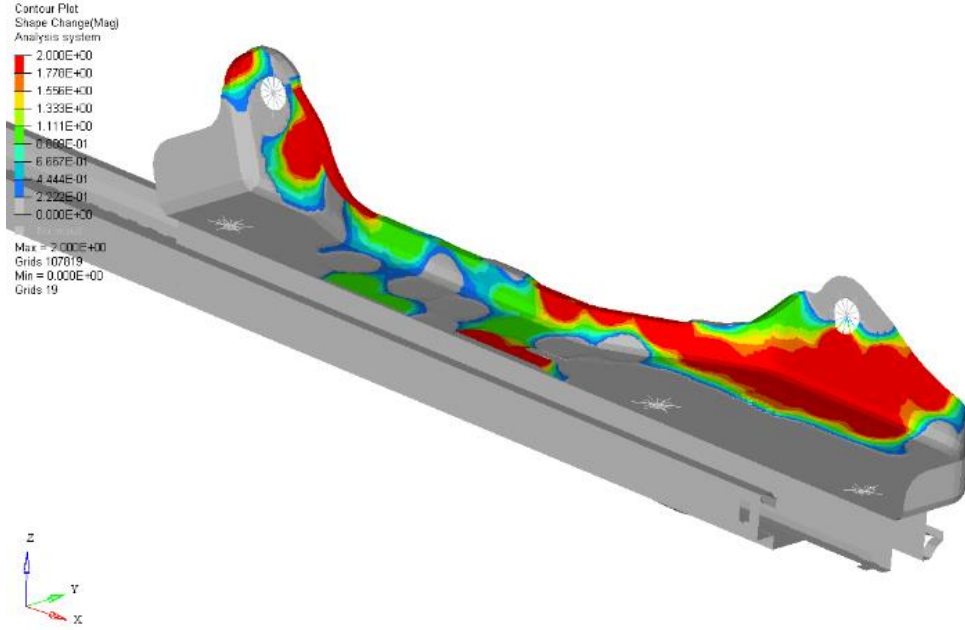
ekil 3.17. DP1000 malzeme için gerilme - gerinme e rileri (SSAB)

3.6. Tasar,m,n Güncellenmesi

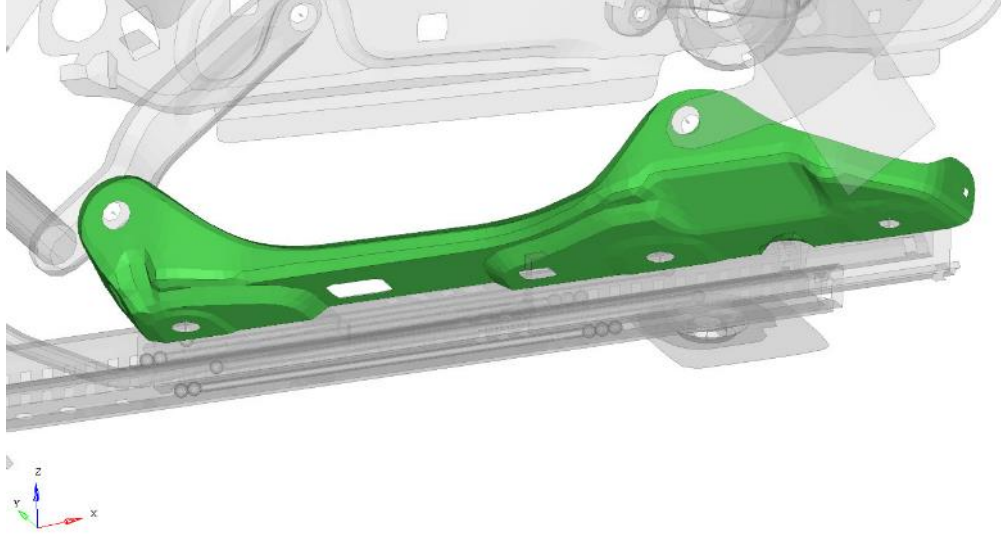
Optimizasyon sonras, sonlu eleman analizlerinden ç,kan datan,n geometrisi, yüzey kusurlar,n, (düzlem, aç,, form bozukluklar,) gidermek üzere CATIA V5 tasar,m program,na aktar,l,r. Bunlara ilave olarak özellikle sac parçalar için minimum büküm radyüsü, deliklerin kenara olan mesafesi, kal,p ç,kma aç,lar, vb. üretim parametreleri dikkate al,narak modeller üzerinde güncelleme yap,lm, t,r. ekil 3.18 ve ekil 3.19da modelin optimizasyon öncesine ve sonras,na ait görseller verilmektedir. Arka delik ba lant, noktas, için deplasman s,n,r, ekledi imizde, ekil 3.19daki gibi bir topografya sonucu olu turulmu tur. Bu ç,kt,ya göre rijitle tirilmesi gereken k,s,mlara ilave feder formlar eklenerek ekil 3.20deki tasar,m modeli haz,rlanm, t,r.



ekil 3.18. Optimizasyon öncesi braket modeli



ekil 3.19. Optimizasyon sonrası, braket modeli



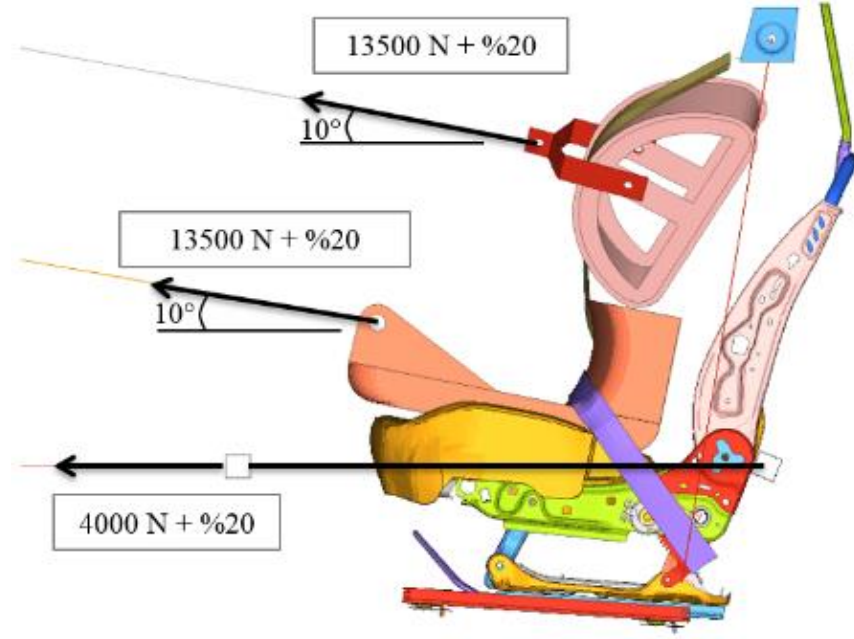
ekil 3.20. Optimizasyon sonras, tasar,m, güncellenen braket modeli

3.7. Sonlu Eleman Analizi

Optimizasyon sonras, tasar,m, güncellenen kat, modelin öncelikle bilgisayar ortam,nda sonlu eleman analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.7.1. Sonlu Eleman Modeline ECE R14 Regülasyonunun Uygulanması,

Regülasyonda tan,ml, çekme bloklar, (ekil 3.4 ve ekil 3.5), 3D model olarak tasarlanarak koltuk üzerine yerleştirilmiştir ve ardından Altair HyperWorks'e aktarılmıştır. Bloklara mesh atılmış ve sonlu eleman modeli oluşturulmuştur. Çizelge 3.1'de tan,ml, yüklerde çekilmesi için tek boyutlu yüksek rijitlikte yay elemanları bu bloklara tanımlanmış ve koltuk düzlemine göre 10° aç, ile yerleştirilmiştir. Koltuğun araca bağlantı noktaları da rijit elemanlarla sabitlenmiştir. Tüm tanımlar yapılmış sonlu eleman analiz modeli ekil 3.21'deki gibidir. Güvenlik parçası olması dolayısıyla uygulanacak yükler regülasyon yüklerinin %20 fazlasıdır. Üst ve alt blok kuvvetleri 16200 N ($13500 + \%20$) olarak uygulanmıştır. İave olarak koltuk ağırlığının 20 kat, kuvvet değeri 4800 N ($4000 + \%20$), koltuğun ağırlık merkezinden yatay doğrultuda uygulanmıştır.

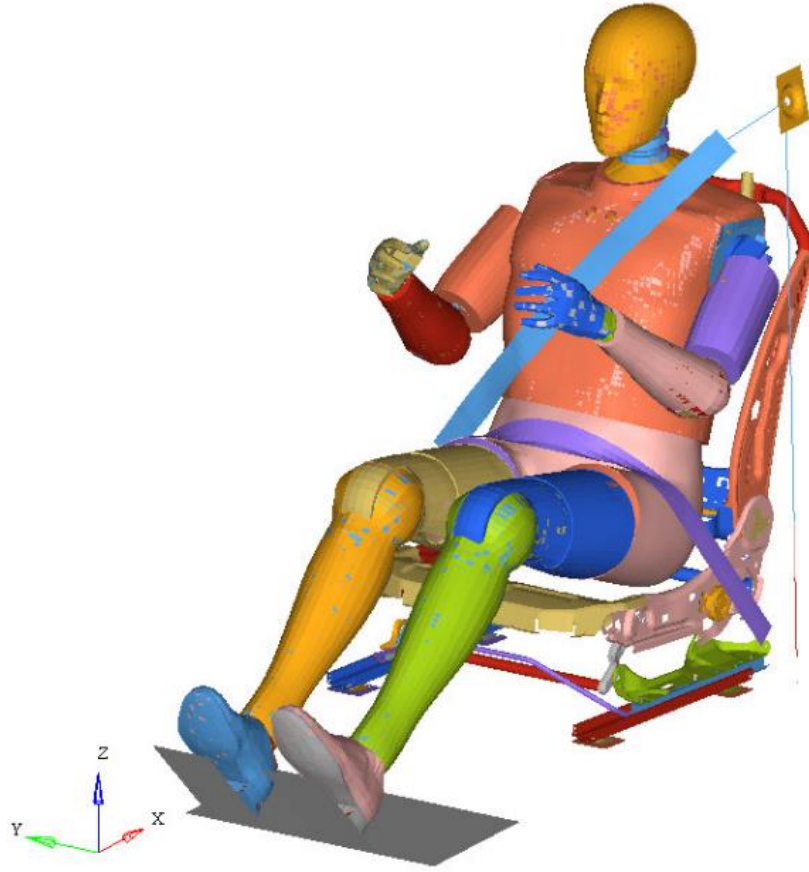


ekil 3.21. ECE R14 sonlu eleman analiz modeli

Hazırlanan bu model Altair Radioss kullanılarak, 2,5 GHz'dik 24 i lemcili bir sunucu üzerinde 19 saatte çözülmü tür. Devam eden analizler için aynı bilgisayar kullanılm, t.r.

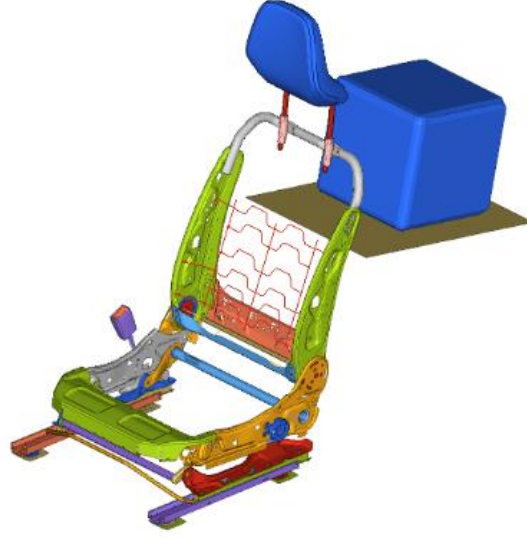
3.7.2. Sonlu Eleman Modeline ECE R17 Regülasyonunun Uygulanması,

Önden çarpma analizi için koltuğun ECE R14'te yaratılan mevcut mesh modeli, çekme bloklarından modellenen çarparak HIII %95'dik manken oturtulmu tür. 6000 N load limiter tanımlanmış, kemer bağlantısı (routing) Altair Hypermesh'te oluşturulmu tür. En az 20 g'dik yavaşlama ivmesi sınırlı olarak uygulanmış, t.r. Tüm tanımlar yapılmış, sonlu eleman analiz modeli ekil 3.22'de gösterilmiştir. vmenin uygulanması, 100 ms'dik koridor çözüm süresi olarak belirlenmiştir.



ekil 3.22. ECE R17 önden çarpma sonlu eleman analiz modeli

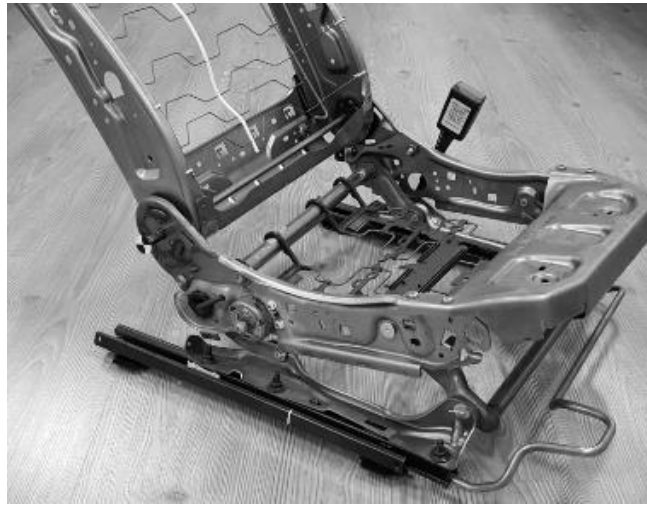
Bagaj çarpma analizi için ise öncelikle tasarımı programında regülasyonda tanımlanmış blok modellenerek, regülasyonda belirtilen mesafelerde (koltuk sırtından 200 mm mesafede) koltuk arkasına konumlandırılmış, 300x300x300 mm boyutlarındaki blok için 18 kg'lık kütleli sağlayacak yerleştirilmiştir. Blokların çarpma esnasında deformasyonunu engellemek için analiz programında rijit eleman olarak tanımlanmıştır. Önden çarpma analizinde olduğu gibi ancak ivme doğrultusu tam tersi olan en az 20 g'lık ivme uygulanması gerekir. Koltuk ve blok sonlu eleman analiz modeli ekil 3.23'de gösterilmiştir. Analiz süresince bloğun sekme hareketini (rebound) gözlemleyebilmek için 200 ms boyunca çözüm alınmıştır.



ekil 3.23. ECE R17 bagaj çarpma sonlu eleman analiz modeli

3.8. Fiziksel Testler

Sonlu eleman analizlerinde uygun sonuçlar, n alınmas, n, n ardından fiziksel testleri gerçekle tirmek için prototip üretimi yap, lm, t, r. Her test için ayr, koltuk kullan, lm, t, r. Bir testten ç, kan koltuk sökölerek (teardown) detay parçalar, na yönelik olarak ayr, nt, l, raporlanmak üzere incelenmi tir. Prototip üretimi için kullan, lan koltuk iskeleti ekil 3.24te gösterilmi tir.



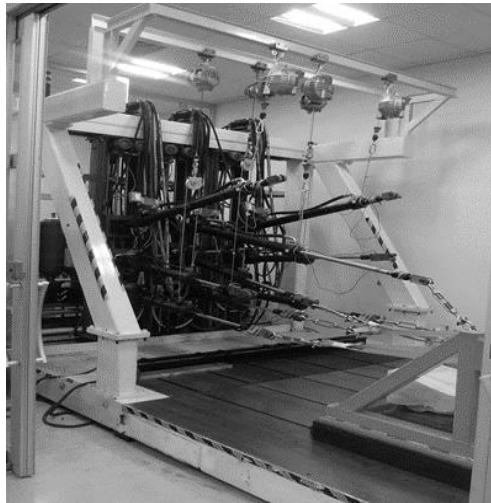
ekil 3.24. Prototip üretimi yap, lan koltuk iskeleti

Koltuk iskeletinin üzerine oturak ve sırt süngerleri eklenerek son haline getirilmi komple koltuk ekil 3.25te gösterilmi tir.



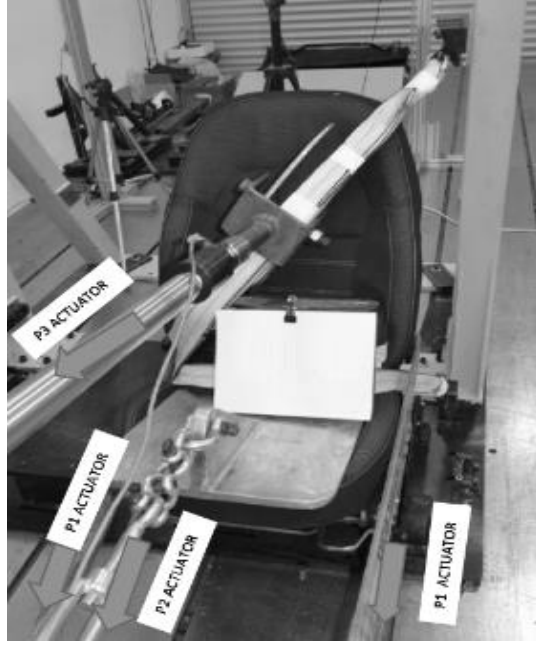
ekil 3.25. Prototip üretimi yapılan komple koltuk

Martur Fompak International bünyesinde bulunan emniyet kemer çekme test cihazı, ECE R14 testlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılm, t,r (ekil 3.26). Cihaz üstüne yatay olarak konumlanm, olan 50 kN'a kadar maksimum kapasiteli servo-hidrolik pistonlar kullanılm, t,r.



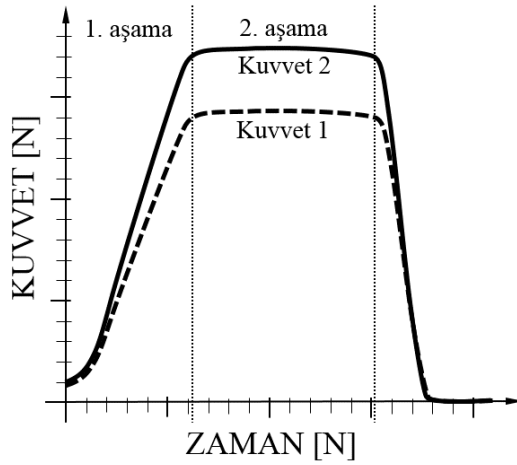
ekil 3.26. Emniyet kemer çekme test cihazı,

Koltuk, test cihazına ekil 3.27'deki gibi pistonlarla bağlanmıştır. Bu pistonlar vasıtasıyla kuvvetlerin uygulanması için yükler çekilmiştir.



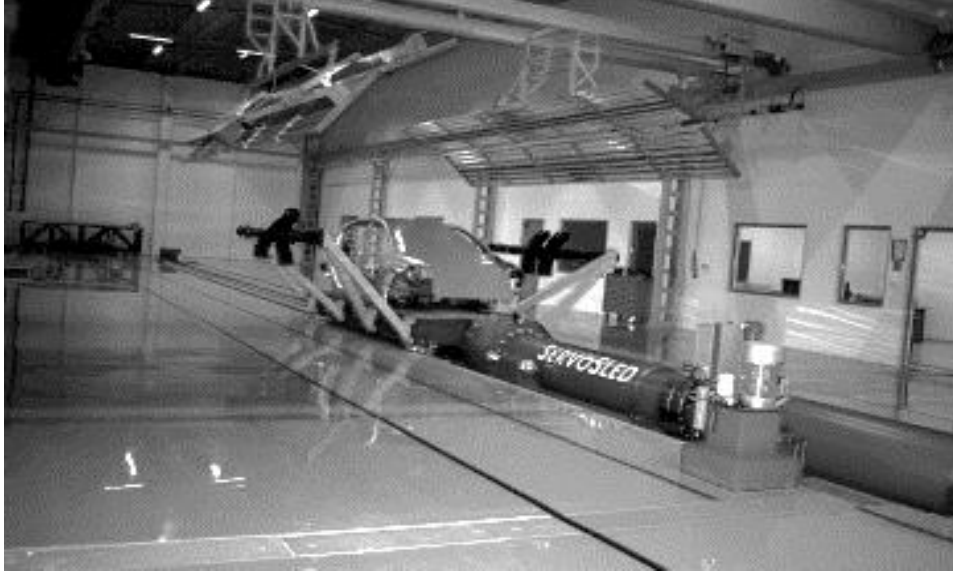
ekil 3.27. Emniyet kemeri çekme test cihazına kurulumu koltuk

ekil 3.28'de gösterildiği gibi, kuvvetler 2 aşamalı olarak uygulanmıştır. 1. aşamada; belirtilen kuvvet değerlerine 2 saniye içinde ulaşılır, 2. aşamada; bu kuvvetlerin en az 4 saniye boyunca tatbik edilmesi gereklidir.



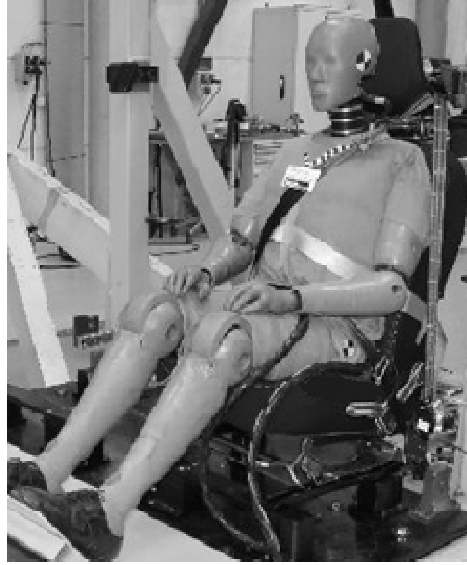
ekil 3.28. Aşamalı olarak uygulanan kuvvetlerin zamana göre grafiği

ECE R17 Regülasyonu çarpma testleri için Martur Fompak International bünyesinde bulunan çarpma test cihazı, kullanılmaktadır (ekil 3.29).



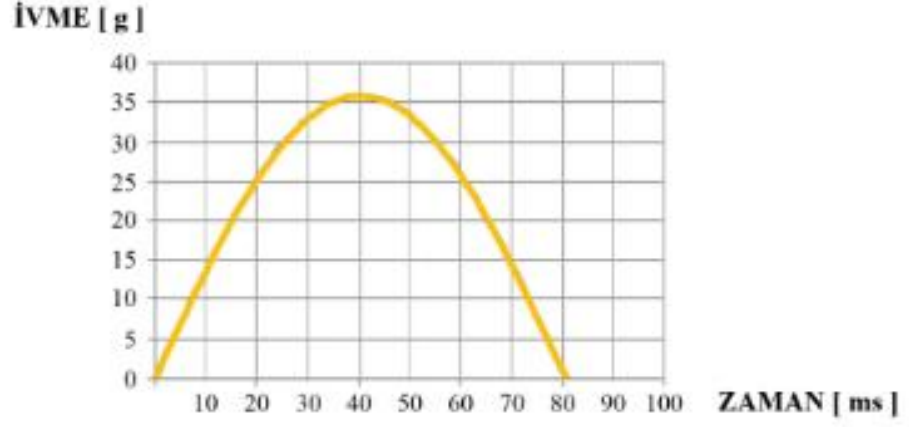
ekil 3.29. Martur Fompak International sled çarpma test cihazı,

ECE R17 önden çarpma testi öncesi koltuk ekil 3.30'daki gibi başlanmaktadır. Yüksek hızda, kameralar yerleştirilerek koltukta oturmuş durumda olan ekil de iimleri ve olası hata türleri kayıtlanmaktadır.



ekil 3.30. ECE R17 önden çarpma testi için test cihazına kurulmuş koltuk

Uygulanan ivme ekil 3.31de verilmektedir. Güvenlik parças, olmas, dolay,s, ile ECE R17nin gerektirdi i de erlerin üstünde ivme uygulanmas, hedeflenmi tir.



ekil 3.31. Testte uygulanmas, gereken ivmenin ivme-zaman grafi i

ECE R17 bagaj çarpma testi öncesi koltuk sled test cihaz,na ekil 3.32daki gibi ba lanm, t,r.



ekil 3.32. ECE R17 bagaj çarpma testi için test cihaz,na kurulmu koltuk

3.9. Ürün Tasarımın Dondurulması,

Tasarım dondurma, komple ürünü veya detay parçaları tanımlayan ve tasarım bu karara dayanarak devam etmesini sağlayan bir karardır. Tasarım amaçlarının sonunu belirleyen tek bir noktadır. Buradan yola çıkarak elde edilen sonlu eleman analizleri ve fiziksel test sonuçları, Bulgular ve Tartışma amaçlarında değerlendirilmelidir. Sonuçların tutarlı ve istenen değerleri sağlandığı görülmesinden ürün tasarımında dondurulmuş kabul edilir.

4. BULGULAR VE TARTI MA

Gerçekle tirilen ürün tasar,m faaliyetleri sonucunda, hali haz,rda her bir koltuk k,za , üzerinde ön ve arka olmak üzere bulunan 2 adet ba lant, braketini yerine yekpare bir yap, olu turulmu , sac kal,nl, , 2,8Øden 2 mmøye dü ürmek mümkün olmu tur. Bu kal,nl,k ve form farklar, ile braketlerin mevcut toplam a ,rl, , 1180 gØdan 865 gØa indirilmi tir. Tecrübelere dayan,arak olu turulan yekpare tasar,m,n formu ile optimizasyon sonucu ç,kan form benzerlik göstermektedir. Koltuk k,zaklar, için do rudan DP1000 malzeme tan,m, yap,larak kal,nl, , 1,5 mmøye çekilmek sureti ile mevcut a ,rl,k 2445 gØdan 2035 gØa kadar dü ürülmü tür.

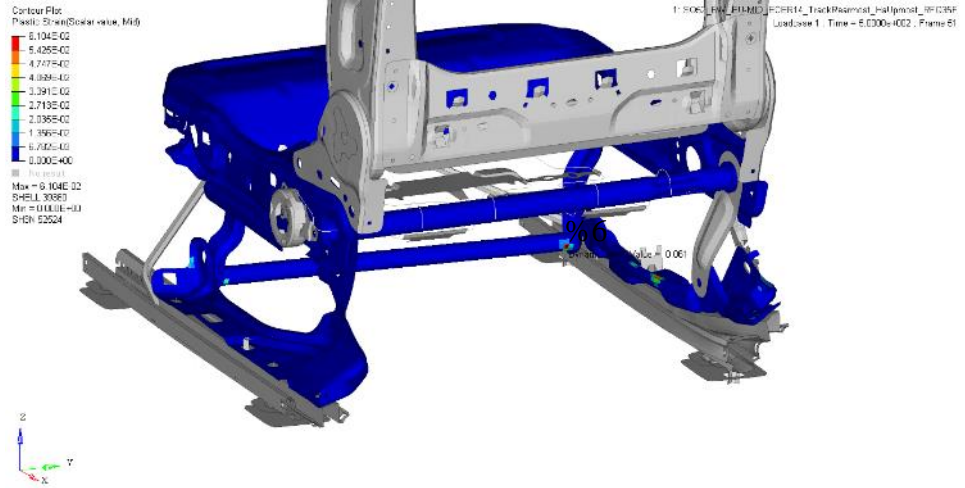
4.1. Sonlu Eleman Analiz Sonuçlar,

ECE R14 sonlu eleman analizi sonucu ekil 4.1Øde verilmi tir. Koltuk uygulanan yükler alt,nda herhangi bir k,r,lma olmadan pozisyonunu korumu tur.



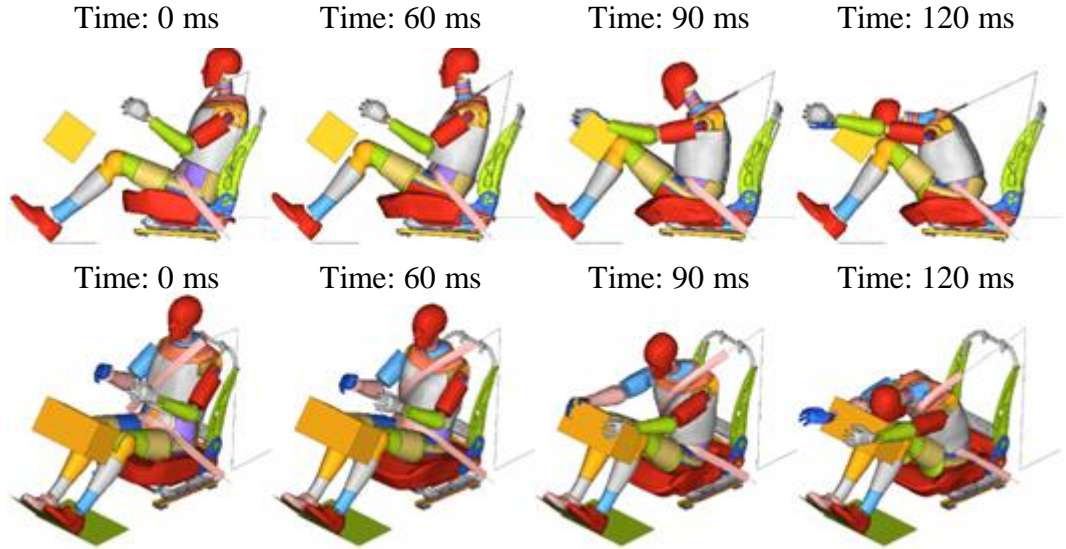
ekil 4.1. ECE R14 sonlu eleman analiz sonucu

Braket üzerinde maksimum plastik gerilme (strain) de eri %6 olarak ölçülmü tür (ekil 4.2).



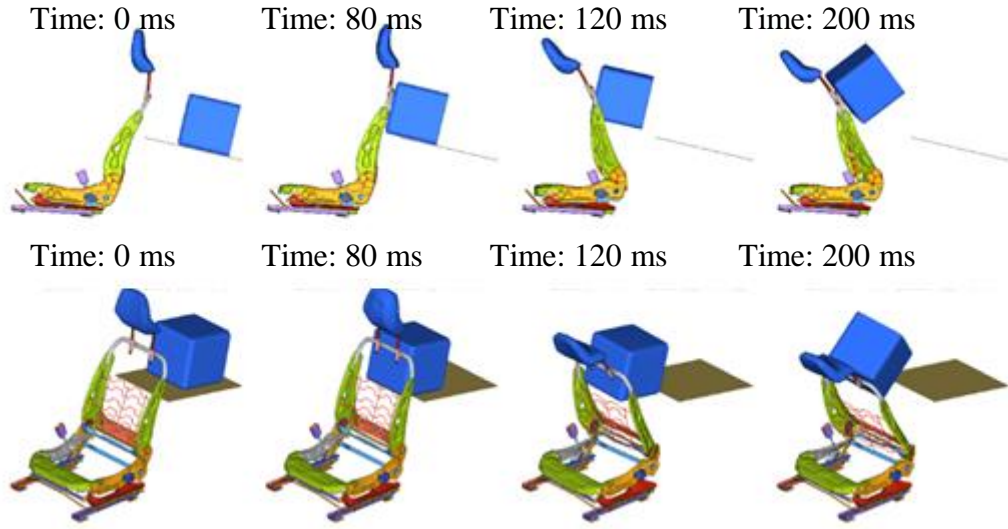
ekil 4.2. Koltuk iskeleti üzerindeki plastik gerilme dağılımı, mm,

ECE R17 önden çarpma analizi sonucu ekil 4.3'te verilmiştir. Koltuk braketi üzerinde %10'un altında plastik deformasyon görülmüştür.



ekil 4.3. ECE R17 önden çarpma sonlu eleman analizi deplasman değerleri

ECE R17 bagaj çarpma analizi sonucu ekil 4.4'te verilmiştir. Koltuk braketi kontrol edildiğinde en fazla %1 plastik deformasyon görülmüştür.



ekil 4.4. ECE R17 bagaj çarpma sonlu eleman analizi deplasman de iimleri

4.2. Test Sonuçlar,

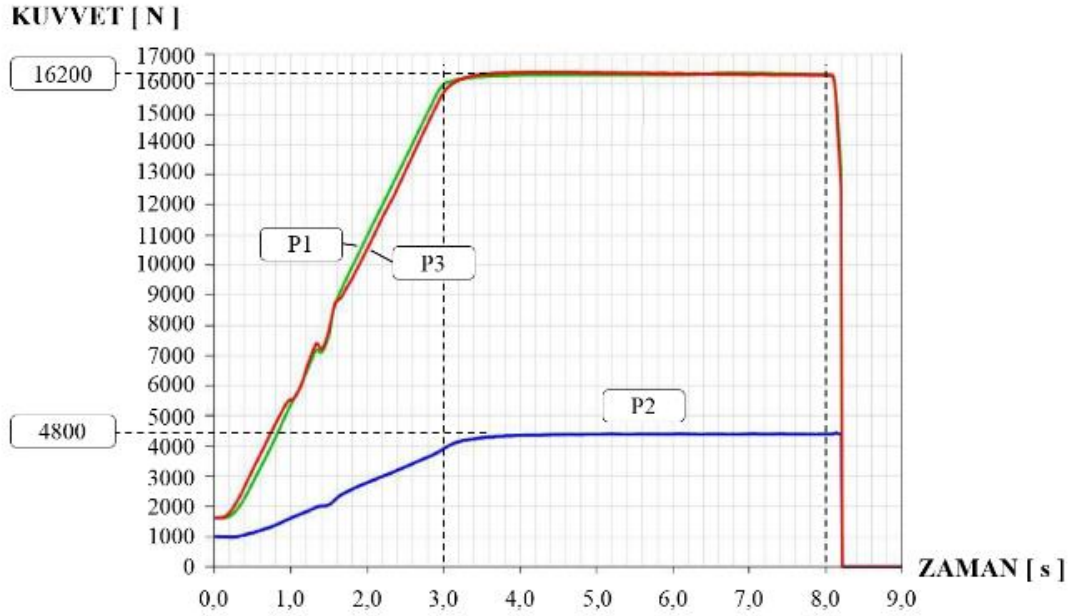
Fiziksel testler prototip olarak üretilen koltuklar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle ECE R14'e uygun olarak çekme testi gerçekleştirilmiştir. Test sonrası, herhangi bir kırılma olmamıştır. Oluşan deformasyonlar izin verilen limitler içindedir. Test sonrası, tüm görüntüler ve uygulanan kuvvet-zaman grafiği ekil 4.5, ekil 4.6 ve ekil 4.7'de sırasıyla verilmiştir.



ekil 4.5. ECE R14 test sonrası, koltuk yan görünümü



ekil 4.6. ECE R14 test sonrası, braket detay görünümü



ekil 4.7. ECE R14 testinde uygulanan kuvvet-zaman grafiği

Statik çekme testlerinin ardından sled çarpma test cihazında, sırasıyla ECE R17 önden çarpma ve bagaj çarpma testleri gerçekleştirilmiştir. Önden çarpma testi sonrası, görüntüleri ekil 4.8, ekilde 4.9 ve ekil 4.10'da verilmiştir. ekil 4.11'de uygulanan ivmenin zamana bağlı değişimi verilmiştir. Kuzak ve kuzak braketleri üzerinde plastik ekildeki gibi görülmüştür, ancak herhangi bir kırılma görülmemiştir. Test başarıyla tamamlanmıştır.



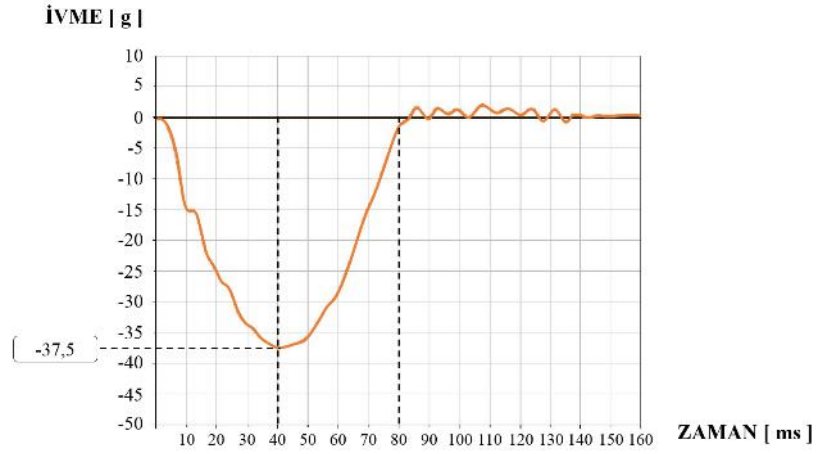
ekil 4.8. ECE R17 önden çarpma test sonrası, perspektif görünüşü



ekil 4.9. ECE R17 önden çarpma test sonrası, yan görünüşü



ekil 4.10. ECE R17 önden çarpma test sonrası, k,zak braketi yan görünüşü



ekil 4.11. ECE R17 önden çarpma testinde gerçekleştirilen ivme-zaman grafiği

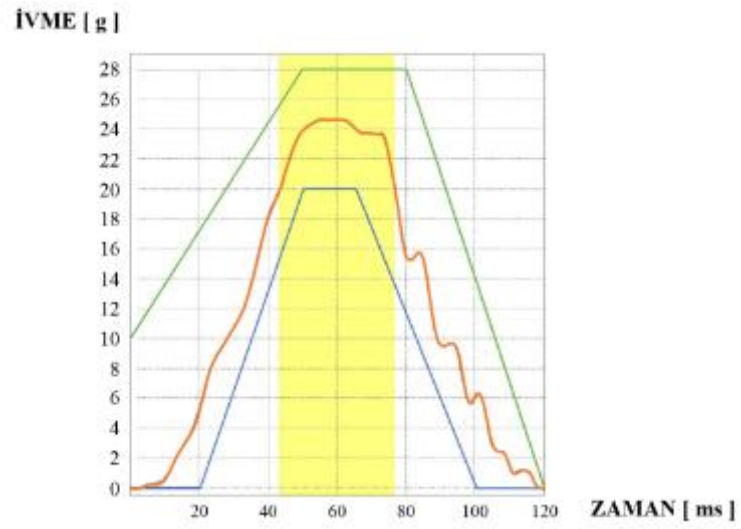
ECE R17 önden çarpma testi sonrasında, bagaj çarpma testi gerçekleştirilmiştir. Ekil 4.12 ve ekil 4.13'te test sonrasında, görüntüler verilmiştir. Testte gerçekleştirilen ivmenin zamana bağlı değişimi ekil 4.14'te verilmiştir. Bu grafikte ivmenin üst s,n,r, ye il çizgi ve alt s,n,r, mavi çizgi ile gösterilmektedir. Testte blok koltuğa çarpma ve sonrasında, blok koltuğunun bloğun geçmesine izin vermediği görülmüştür ve sonuç uygun bulunmuştur.



ekil 4.12. ECE R17 bagaj çarpma testi sonrasında, yan genel görünümü



ekil 4.13. ECE R17 bagaj çarpma test sonras, yan görünü



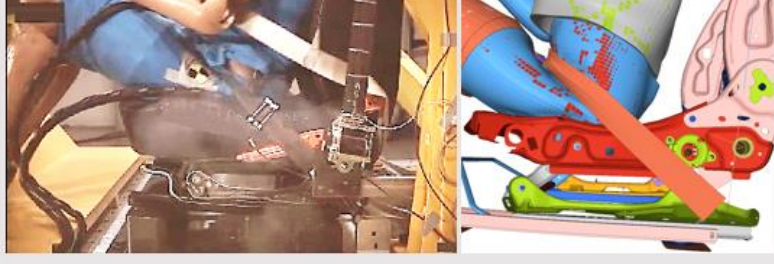
ekil 4.14. ECE R17 bagaj çarpma testinde gerçekte en ivme-zaman grafi i

Çarpma testlerinde ve sonlu elemanlarda elde edilen video kareleri yan yana getirilerek karşılaştırılmıştır (ekil 4.15 ve ekil 4.16). Milisaniye bazında her bir görüntü arasında fark yok denecek kadar azdır. Literatür araştırmalarında geçen Macnaughtan ve Khan (2005) çalışmaları ile benzer yüksek korelasyon sonucu elde edilmiştir.

Zaman: 0 ms



Zaman: 50 ms



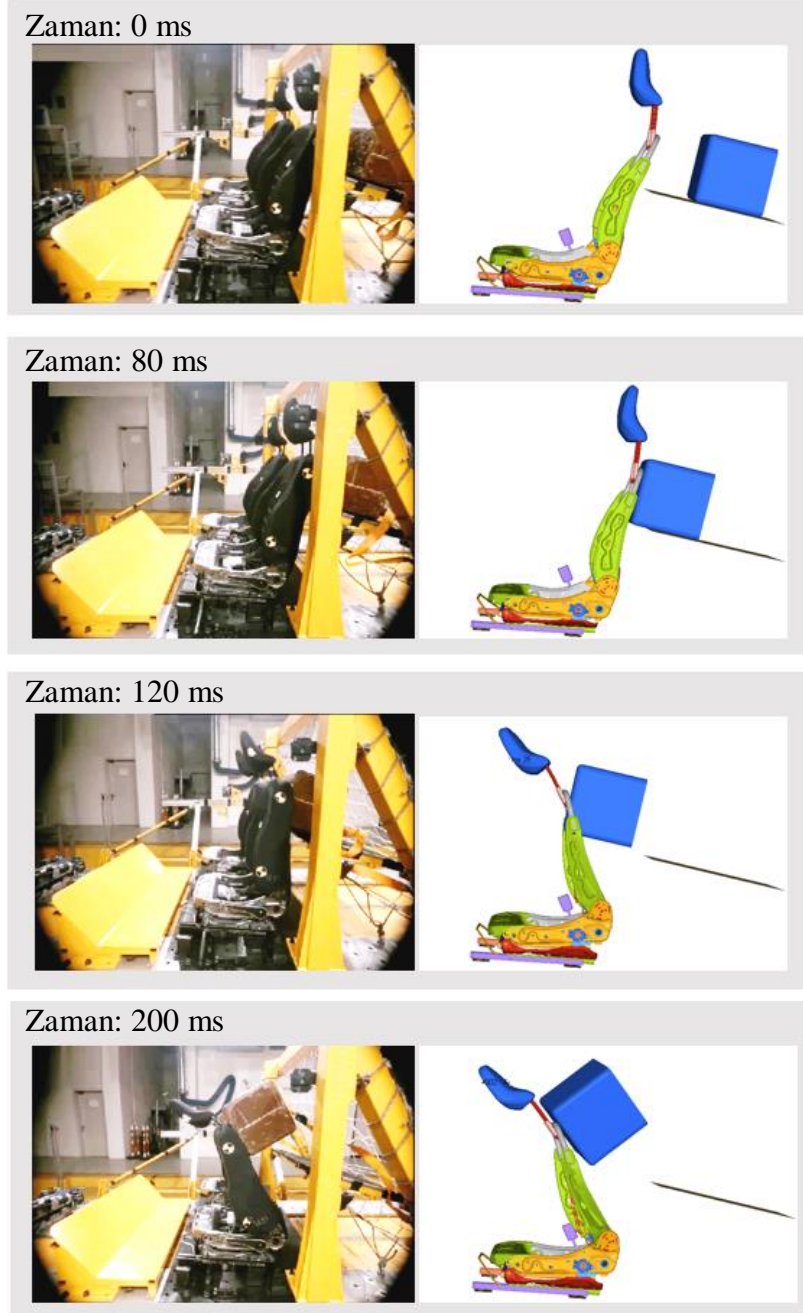
Zaman: 75 ms



Zaman: 100 ms



ekil 4.15. ECE R17 önden çarpma test ve sonlu eleman sonuçları, n, n k, yaşlaması,



ekil 4.16. ECE R17 bagaj çarpma test ve sonlu eleman sonuçları, n, n k, yaslaması,

Gerçekle tirilen tüm analiz ve testler kendi aralarında de erlendirilmiştir.

- ECE R14 Emniyet kemer çekme sonuçlarında, koltuk kompleksindeki tüm elemanların deformasyonlarına bakıldığında, k, zak braketlerinin ve k, zak profillerinin diğer parçalara göre daha fazla deforme olduğu görülmüştür. Bu

parçalar, n dayan, m,, sistemin performans, n, belirler nitelikte oldu u de erlendirilmi tir.

- ECE R17 Önden çarpma sonuçlar, na bak, ld, ,nda, %95dik manken, sonlu eleman analizlerinde do rudan koltuk iskeleti üzerine oturtulmu olmas, ile testlerde giydirilmi komple koltuk üzerine oturtulmu olmas, aras,nda fark görülmemi tir. Buradan yola ç,karak oturak üstünde bulunan süngerin bu analiz tipinde modellenmesi gerekmedi i belirlenmi tir.
- ECE R17 Bagaj çarpma sonuçlar, na bak, ld, ,nda ise, giydirilmi koltuk s,rt, ile iskelet halindeki s,rt aras,nda fark görülmemi tir. Benzer ekilde bu analiz tipinde de koltuk s,rt süngerin modellenmesi gerekmedi i görülmü tür. Ayn, gereklilik kapsam,nda testlerde ah ap malzemeli blok kullan, lm, olmas, ile analizlerde rijit yap, l, blok kullan, m, aras,nda fark görülmemi tir.

ECE R14 Emniyet kemer çekme testinde elde edilen sonuçlar ile Mulla Salim ve ark.ø,n (2018) elde etti i sonuçlar k, yaslanm, t, r. Bu tezde testte meydana gelen profil aç, lmas, (ekil de i imi) izin verilen s, n, rlar içinde iken, di er çal, mada alt ve üst profilin tamamen birbirinden ayr, lmas, ekinde oldu u için uygun sonuç ç, kmad, , görülmü tür. Bunun üzerine çal, mada ilave k, zak güçlendirici parça (J braket) kullan, larak çözüm sa land, , belirtilmektedir.

Bu tez kapsam,nda %20 hafifletme tasar, m hedeflerine ba ar, ile ula , lm, t, r. Ancak literatürde kar , la , lan Jaranson ve Ahmedø (2015) ait çal, mada %23,5 hafifletme sa lam, t, r. Daha yüksek de erde a , r, k azaltmak için bundan sonraki çal, malarda koltuk k, zaklar, nda da ekil optimizasyonunun gerçeikle tirilebilece i de erlendirilmektedir.

Bir ba ka hafifletme konusu olarak, braket malzemesini yüksek mukavemetli çelik yerine kompozit malzeme ile de i tirilebilece i de erlendirilmektedir. Zhang ve ark.ø,n (2015) koltuk s,rt bölgesinde uygulad, klar, kompozit malzemeli formlar, k, zak braketlerinin tasar, mda referans olarak kullan, labilir. Ancak ECE R14 Emniyet kemer

çekme testlerinde, k,zak braketlerinin kuvvet geçi yolu üzerinde yer alması, dolayısıyla, ile en fazla zorlandı, görülmüştü. Bu sebeple kompozit malzemeli braketler ile elde edilecek hafifletmenin, sırt bölgesindeki hafifletme yüzdesine göre düşük değerlerde ç,kaca ,de erlendirilmiştir.

Topografya optimizasyonu ad,m,nda, sonlu eleman yaz,l,m,ndan alınan ç,kt,lar benzetim yolu ile braket kat, modeline aktarılm, t,r. Balaban (2011) tez çal, mas,nda ise optimizasyondan çıkan formlar, kat, modele göre kıyaslandı, ,nda daha fazla benzerlik göstermektedir.

5. SONUÇ

Bu tez kapsamında, M1 sınıfı binek araçlarda ön koltuklarda kullanılan k,zak braketlerinin uygun malzeme seçimi ve uygulanan optimizasyon tekniği ile koltuk ağırlığında hafifletme üzerine çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Koltuk k,zak braketleri önde ve arkada olmak üzere 2 ayrı yerde bulunmakta iken yeni tasarımda yekpare (monoblock) olarak şekillendirilmiştir. Böylelikle parçanın sac kalınlığı, 2,8 mm'den 2 mm'ye azaltılmış, olsa da rijitlikte düşme olmamıştır. Braketler haricinde koltuk k,zaklarında da ağırlık azaltma çalışması yapılmıştır. Ancak bu çalışmada, k,zak malzemesini DP1000'e çevirme ve profil sac kalınlığını, 1,5 mm'ye azaltma ile sonuçlanmıştır.

Çarpma testlerinde koltuktan braketlere gelen yükler sonuç eleman yazılımında çıkarılmıştır. Bu yükler altında deplasman kriteri sonuçta artışta parça topografya optimizasyonuna sokulmuştur. Analizin sonuçları değerlendirilerek güçlendirilmesi gereken kısımlara federasyon eklenmesi ve parçanın katılaşması arttırılmıştır.

K,zak ve k,zak braketlerinin mevcut durumda toplam ağırlığı, 3625 gram iken bu tez kapsamında tasarlanan parçaların toplam ağırlığı, 2900 gram olarak ölçülmüştür. Böylelikle toplamda %20 ağırlık azaltma yapılmıştır.

Ağırlık azaltılan bu parçalar kullanılarak prototip koltuklar üretilmiş ve testlere tabi tutulmuştur. ECE R14 ve ECE R17 regülasyon artlarına göre koltuklar testleri geçmiştir. ECE R17 önden çarpma testlerinde koltuk üstüne yerleştirilmiş dummy'nin ve ECE R17 bagaj çarpma testleri esnasında blokların sled çarpma test cihazındaki hareketleri, sonuç eleman analizlerindeki hareketleri ile karşılaştırılarak, video karesi bazında fark yok denecek kadar azdır. Yüksek bir korelasyon değeri elde edilmiştir.

Bu tez çalışması, bir ara tırma ve geliştirme projesi olarak değerlendirilerek daha sonraki çalışmalarda ileri yüksek mukavemetli çelikler (AHSS) kullanılması ile hafifletme oranının artırılmasına imkân sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

Anonim, 2017a. Altair HyperWorks HyperMesh User Guide.

Anonim, 2017b. Altair HyperWorks RADIOSS Tutorials and Examples.

Anonim, 2020. Kyoto Protokolü. https://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protocol/ (Erişim tarihi: 01.06.2020).

Arslan, A., Kaptano lu, M. 2010. Bir ticari araç için ECE R14 regülasyonuna uygun koltuk bağlantılarının geliştirilmesi. *OTEKON*, 5. Otomotiv Teknolojileri Kongresi.

Balaban, G.B., 2011. Otomotiv Kayar Kap, Mekanizmalarında Ağırlık Optimizasyonu. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, BURSA

Bhat, N., Kang, H. T., Bhise, V. 2006. Parametric Approach for Development of an Automotive Bucket Seat Frame. *SAE Technical Papers*, (2006-01-0366). <https://doi.org/10.4271/2006-01-0366>

Billur, E., Altan, P. D. T. 2010. Challenges in Forming Advanced High Strength Steels. *New Developments in Sheet Metal Forming*, 285-304.

Cantor, B., Grant, P., Johnston, C. 2008. Automotive Engineering: Lightweight, Functional, and Novel Materials. *Boca Raton: CRC Press*. <https://doi.org/10.1201/9781420011906>.

Dassault Systèmes CATIA, 2004. CATIA V5 User Guides, Part Design, Assembly Design, Wireframe and Surface, Version 5 Release 14.

Deveci, Ö., Sarısaç, S., Düvenci, F., Durmuş, A. 2018. Binek araç ön koltuklarında kullanılan kaza mekanizmalarının dayanım doğrulama metodolojisi. *OTEKON*, 9. Otomotiv Teknolojileri Kongresi, 1622-1627.

Choubey, A., Pal, R., Puli, K., Maheshwari, P., Raina, S. 2017. Determining the Parameters of Feeling for a Mechanism of Seat Adjustment. *SAE International*, (2017-01-1392), <https://doi.org/10.4271/2017-01-1392>

de Cássia Silva, R., Flávio, P. G. M., de Sousa Oliveira, A. B. 2019. Assessing the crashworthiness of a vehicle seat for rear and frontal impacts. *Latin American Journal of Solids and Structures*, 16(1): 1619. <https://doi.org/10.1590/1679-78255262>.

ECE/TRANS/505/Rev.1/Add.13/Rev.5 Addendum 13: Regulation No. 14, 2012. ECE R14, Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to safety-belt anchorages, ISOFIX anchorages systems and ISOFIX top tether anchorages. United Nations Economic Commission for Europe.

ECE/TRANS/505/Rev.1/Add.16/Rev.5 Addendum 16: Regulation No. 17, 2014. ECE R17, Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the

seats, their anchorages and any head restraints. United Nations Economic Commission for Europe.

ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6, 2017. Consolidated Resolution on the Construction of Vehicles (R.E.3). United Nations Economic and Social Council.

Gavelin, A., Lindquist, M., Oldenburg, M. 2007. Modelling and simulation of seat-integrated safety belts including studies of pelvis and torso responses in frontal crashes. *International Journal of Crashworthiness*, 12(4), 3676379. <https://doi.org/10.1080/13588260701482906>

Gavelin, A., Iraeus, J., Lindquist, M., Oldenburg, M. 2010. Evaluation of finite element models of seat structures with integrated safety belts using full-scale experiments. *International Journal of Crashworthiness*, 15(3), 2656280. <https://doi.org/10.1080/13588260903250994>

Jaranson, J., Ahmed, M. 2015. MMLV : Lightweight Interior Systems Design. *SAE International*, (2015-01-1236). <https://doi.org/10.4271/2015-01-1236>

Kale, H. N., Dhamejani, C. L. 2015. Design Parameters of Driver Seat in an Automobile. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 04(06), 448-452. <https://doi.org/10.15623/ijret.2015.0406076>

Kang, S. J., Chun, B. K. 2000. Effective approach to prediction of the collapse mode in automotive seat structure. *Thin-Walled Structures*, 37(2000), 113-125. [https://doi.org/10.1016/S0263-8231\(00\)00014-8](https://doi.org/10.1016/S0263-8231(00)00014-8)

Kaymaz, ., 2005. *Optimizasyon Teknikleri Sunumu*. Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

Keeler, S., Kimchi, M., J. Mooney, P. 2017. *Advanced High-Strength Steels Application Guidelines Version 6.0*. World Auto Steel, 6(September), 314

Kolich, M. 2000. Driver Selected Seat Position : Practical Applications. *SAE Technical Papers*, (2000-01-0644). <https://doi.org/10.4271/2000-01-0644>

Kolich, M. 2014. Using Failure Mode and Effects Analysis to design a comfortable automotive driver seat. *Applied Ergonomics*, 45(4), 108761096. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.01.007>

Lotus Engineering Inc. 2010. An Assessment of Mass Reduction Opportunities for a 2017-2020 Model Year Vehicle Program. *The International Council on Clean Transportation*, 796108.

Macnaughtan, T. N., Khan, S. R. 2005. Correlation of an automotive seat finite element simulation with dynamic sled testing. *SAE Technical Papers*, (2005-01-1301). <https://doi.org/10.4271/2005-01-1301>

- Mazur, M., Leary, M., Huang, S., Baxter, T., Subic, A. 2011.** Benchmarking study of automotive seat track sensitivity to manufacturing variation. *International Conference on Engineering Design*, 456-465.
- Menon, A., 2005.** Structural Optimization Using Ansys and Regulated Multiquadric Response Surface Model. *Msc Thesis*, The University of Texas at Arlington, Mechanical Engineering, Arlington, USA.
- Mulla Salim, H., Yadv Sanjay, D., Shinde, D., Deshpande, G. 2013.** Importance of federal motor vehicle safety standards 207/210 in occupant safety - A case study. *International Conference on Design and Manufacturing*, 64, 109961108. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.09.188>
- Naughton, P., Shembekar, P., Lokhande, A., Kauffman, K., Rathod, S., Malunjkar, G. 2009.** Eco-Friendly Automotive Plastic Seat Design. *SAE Technical Papers*, (2009-26-087). <https://doi.org/10.4271/2009-26-0087>
- Öztürk, V., Durmu , A. 2016.** A ır Ticari Araçlar in Yeni Nesil Statik Makas Sistemine Sahip Muavin Koltu u Tasar,m,. *OTEKON*, 8. *Otomotiv Teknolojileri Kongresi*, 3816387.
- Pankoke, S., Siefert, A. 2007.** Virtual Simulation of Static and Dynamic Seating Comfort in the Development Process of Automobiles and Automotive Seats: Application of Finite-Element-Occupant-Model CASIMIR. *SAE Technical Papers*, (2007-01-2459). <https://doi.org/10.4271/2007-01-2459>
- Park, S., Pyun, J. K., Choi, B. Y., Jeong, D., Kim, H. 2010.** Seat Common Frame Design Optimization. *SAE Technical Papers*, (2010-0160390). <https://doi.org/10.4271/2010-01-0390>
- Pi gin, E., Solmaz, E. 2018.** FMVSS 210 Normuna Göre Sürücü Koltu u Geli tirilmesi. *Uluda Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 23(1), 353-368. <https://doi.org/10.17482/uumfd.390068>
- Prasad, Y. R. 2012.** Weight optimization of a seating system. *SAE Technical Papers*, (2012-28-0013). <https://doi.org/10.4271/2012-28-0013>
- Ramkumar, R., Surkutwar, Y. V., Subbarao, A. V., Karanth, N. V., Sawant, S. V., Kulkarni, P. K. 2011.** An investigation of vibration characteristics in automotive seats using experimental and CAE techniques. *SAE Technical Papers*, (2011-26-0047). <https://doi.org/10.4271/2011-26-0047>
- Rashidy, M., Deshpande, B., Gunasekar, T. J., Morris, R., Munson, R. A., Lindberg, J. a, Summers, L. 2001.** Analytical evaluation of an Advanced Integrated Safety Seat Design in frontal, rear, side, and rollover crashes. *SAE Technical Papers*, (2001-06-0017), 1612.

Sar,saç, S. 2016. Araç Koltu u Destek Sac Parçalar,n,n Topografya Optimizasyonu ile Tasar,m, ve Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisli i Anabilim Dal,, Bursa.

Sharma, M., Dewan, R., Singh, A. 2008. Experimental Evaluation of Performance of Effective Upper Belt Anchorage (EUBA), Lower Belt Anchorage (LBA) and Floor Deformation under Different Test Configuration as per ECE R14. *SAE Technical Papers*, (2008-01-0185). <https://doi.org/10.4271/2008-01-0185>

Shi, P., Xu, Z. 2018. Analysis of Seat Belt Anchorage Strength for Vehicles. IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*, 301(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/301/1/012127>

Singh, V., Ahmed, S. S. 2014. Automotive Seat Modeling and Simulation for Occupant Safety using Dynamic Sled Testing. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3(7). 1501-1505.

Steinwall, J., Viippola, P. 2014. Concept Development of a Lightweight Driver øs Seat Structure & Adjustment System, M.Sc. Thesis, *Chalmers University of Technology*.

TATA Steel, 2014, Ympress S420MC data sheet. https://www.tatasteleurope.com/static_files/Downloads/General%20Industry%20Strip/Strip%20Products/English/Tata%20Steel%20-%20YMPRESS%20S420MC%20-%20data%20sheet.pdf -(Eri m tarihi: 01.03.2020).

TATA Steel, 2014, Ympress S550MC data sheet. https://www.tatasteleurope.com/static_files/Downloads/General%20Industry%20Strip/Strip%20Products/English/Tata%20Steel%20-%20YMPRESS%20S550MC%20-%20data%20sheet.pdf -(Eri m tarihi: 01.03.2020).

UNECE, 2009. REGULATION (EC) No 661/2009 concerning type-approval requirements for the general safety of motor vehicles, their trailers and systems, components and separate technical units intended therefor.

Vangipuram, R. 2007. Failure Mode Characterization of AHSS in Automotive Seat Structure Assemblies. *SAE Technical Papers*, (2007-01-0791). <https://doi.org/10.4271/2007-01-0791>

Van Hoof, J., Van Markwijk, R., Verver, M., Furtado, R., Pewinski, W. 2004. Numerical prediction of seating position in car seats. *SAE Technical Papers*, (2004-01-2168). <https://doi.org/10.4271/2004-01-2168>

Viano, D. C., White, S. 2018. Theories, Facts and Issues about Recliner and Track Release of Front Seats in Rear Impacts. *SAE International*, (2018-0161329). <https://doi.org/10.4271/2018-01-1329>

Yang, Y., Chen, H., Zhang, R., Chen, H., Qiang, X. 2014. Analysis of Vehicle seat structure optimization in front and rear impact. *Open Mechanical Engineering Journal*, 2, 92-99. <https://doi.org/10.4236/wjet.2014.22010>

Yüce, C. 2013. Yeni Nesil Ticari Araçlar İçin Hafifletilmiş Yolcu Koltuğu Tasarımı ve Prototip Üretimi. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Yüce, C., Karpaz, F., Yavuz, N., Kaynaklı, Ö., Dolaylar, E., Sendeniz, G. 2013. Prototyping a New Lightweight Passenger Seat. *International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, (IMECE2013-64381), 1610. <https://doi.org/10.1115/IMECE2013-64381>

Yüce, C., Karpaz, F., Yavuz, N., Sendeniz, G. 2014. A case study: Designing for sustainability and reliability in an automotive seat structure. *Sustainability*, 6(7), 4608-4631. <https://doi.org/10.3390/su6074608>

Zhang, H., Sun, L., Leng, D., Huang, B., Wang, L. 2015. A Case Study: Design Of An Automotive Seat Backrest By Carbon Fiber Reinforced Plastics. *International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, (IMECE2015-50821), 1-7. <https://doi.org/10.1115/IMECE2015-50821>

ÖZGEÇM

Ad, Soyad, : Ömer Osman DEVEC
Do um Yeri ve Tarihi : Antalya / 07.02.1980
Yabanc, Dil : İngilizce

E itim Durumu
Lise : Ankara Ba kent Lisesi / 1998
Lisans : zmir Dokuz Eylül Üniversitesi / 2003

Çal, t, , Kurum/Kurumlar : Martur Fompak International, 2016 ó Halen
Rollmech Automotive A. ., 2014 ó 2015
Tirsan Kardan A. ., 2003 ó 2014

leti im : odeveci@gmail.com
<https://tr.linkedin.com/in/ömer-deveci-275b5b20/>

Yay,nlar, :

Deveci, Ö., Durmu , A., 2019. Otomobil Sürücü Koltu u K,zak Tasar,m, Ve Geli tirilmesi. *Uluda Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Cilt 24, Say, 2, 2019, <https://doi.org/10.17482/uumfd.551791>

Deveci, Ö., Sar,saç, S., Düvenci, F., Durmu , A., 2018. Binek araç ön koltuklar,nda kullan,lan k,zak mekanizmas,n,n dayan,m do rulama metodolojisi. *OTEKON*, 9. *Otomotiv Teknolojileri Kongresi*, 633-642.