

ÖZET

KABİN İÇİ OTOMOBİL EMNİYET SİSTEMLERİNDE MALZEME OPTİMİZASYONU VE PERFORMANS DEĞERLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Dilek SEZGİN
Makine Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi

Otomobillerde en önemli güvenlik unsurlarından olan hava yastıklarının ve emniyet kemerlerinin temel görevi, kaza anında yolcunun hareketini kontrol altına alarak, sert yüzeylere çarpmasını önlemek olarak tanımlanmaktadır. Kabin içi emniyet sistemleri olarak da adlandırılan emniyet kemeri ve hava yastıkları bu önemli fonksiyonu yerine getirebilecek şekilde geliştirilmektedir. Çalışmada, emniyet sistemlerini oluşturan parçaların tasarımı ve malzeme seçimi, belirlenen fonksiyon ve kısıtlamalara göre yapılarak imal edilen parçaların montaj edilmesi ile hazırlanan hava yastığı ve emniyet kemeri FMVSS 208 standardına göre performansları araştırılmıştır. Hava yastıkları için en kritik test olan pozisyon dışı testin uygulanması sonucunda, yastık boşaltım deliklerinin kapandığı ve gerekli gaz boşaltımının sağlanamadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle boşaltım deliklerinin pozisyonu ve yastık katlama tipi değiştirilerek yeni kombinasyonlar oluşturulmuştur. Ayrıca yüksek sıcaklıkta yapılan testlerde konteynır ayaklarının kırıldığı gözlenmiştir. Konteynır tasarımında yapılması öngörülen değişiklikler, simülasyon çalışması ile kontrol edilerek, performans değerlendirilmesi FMVSS 208' e göre belirlenmiştir. Emniyet kemeri performansının değerlendirilmesi amacıyla kızak testi yapılmıştır. Kızak testi sonucunda kopma, kırılma vb. problem tespit edilmemiştir. İyileştirme çalışmaları yapılan kabin içi emniyet sistemlerinin FMVSS 208 standardında belirtilen şartları yerine getirdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Otomobil emniyet sistemleri, hava yastığı, emniyet kemeri, FMVSS.

ABSTRACT

MATERIAL OPTIMIZATION AND PERFORMANCE MODIFICATION OF INTERIOR - AUTOMOTIVE SAFETY SYSTEMS

Dilek SEZGİN

Mechanical Engineering, M.S. Thesis

In automobiles, the basic function of airbags and seat belts, which are the most important safety items, is to protect the occupant from rough surfaces during a crash by controlling the motion of occupant. Airbags and seat belts, also known as cabin safety systems, are improved to actualize their important function. In this study, design and material selection of airbag's and seat belt's components are done according to their functional properties and their limitations. After manufacturing of new parts, safety systems were assessed according to FMVSS 208. In order to determine the performance of an airbag, out of position test was done and during the test, cushion vent holes were blocked by steering wheel spokes. Therefore cushion folding type and vent hole positions were changed, by this way new versions were created. Also, container hooks were broken at high temperature deployment tests. Container modifications were checked by simulation study. After improvements, module performance was tested again. On the other hand, sled tests were performed to confirm seat belts' performance according to FMVSS 208. No rupture or break was observed during the tests. As a result, both safety system fulfil the related FMVSS.

Keywords: Automobile safety systems, airbag, seat belt, FMVSS.

1. GİRİŞ

Hızla gelişen otomotiv sanayi, günümüzde çok hızlı ve çok güçlü taşıtların imalatına imkan sağlamıştır. Bu araçlar yaşantımızı pek çok yönden kolaylaştırmakta ve teknolojinin insanlığa bir hizmeti olarak görülmektedir. Ancak, süratli vasıtaların istenmeyen trafik kazaları sonucunda çok büyük can ve mal kaybına sebep olduğu da bilinmektedir.

Örneğin, Federal Almanya' da 1950 yılında meydana gelen kazalarda toplam ölüm sayısı 6.300 iken bu sayı 1970' de 19.000' e ulaşmıştır. Geliştirilen emniyet sistemleri sayesinde 1981 yılında taşıt sayısı 1950'li yıllardakine oranla yedi kat artmış olmasına rağmen, trafik kazalarındaki ölüm sayısı 11.600 olarak saptanmıştır. Tespit edilen rakamın, 1953 yılında kayıt edilen ölüm sayısına yakın olmasının nedeni etkili emniyet sistemlerinin kullanılmaya başlanmasıdır.

Otomobillerdeki emniyet sistemleri, aktif ve pasif emniyet sistemleri olmak üzere iki ana grup altında incelenmektedir.

Aktif emniyet sistemleri kazayı önleyebilmek amacıyla geliştirilen sistemlerdir. Farlar, sinyaller, gösterge paneli, otomobil ön camları, koltuklar, geliştirilmiş fren sistemleri bu gruba örnek verilebilmektedir.

Pasif emniyet sistemleri ise kaza meydana geldikten sonra yolcularda oluşacak zararları önlemeye ya da azaltmaya yöneliktir.

Pasif emniyet, dış ve iç emniyet olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır.

Dış emniyet, kaza halinde taşıtın dışında bulunan kimselerin örneğin yayaların veya bisikletlilerin görecekleleri zararı hafifletmek üzere taşıtta alınan önlemleri içermektedir. Bu konuda etkili olan faktörler; karasörün deformasyon özellikleri ve dış formudur. Amaç bir yaya ile taşıtın çarpışması halinde ortaya çıkacak sonuçları, mümkün temas bölgelerinin uygun biçimde geliştirilmesi sayesinde hafifletmektir.

İç emniyet sistemleri; bir kaza halinde, taşıt içinde bulunan yolcuların hayatta kalmalarına yetecek bir bölgenin yaratılması için geliştirilmektedir.

İç emniyet kapsamında aşağıda belirtilen hususlar ele alınabilir:

- Enerji yutucu kasa
- Tamponlar
- Tavan
- Kafalık ve koltuklar
- Kapı kilitleri
- Enerji yutucu direksiyon mili
- Kaput ve kapılar
- Katlanır pedal sistemi
- Emniyet kemeri
- Hava yastığı

Otomotiv sektöründe genel olarak, aktif ve pasif emniyet sistemlerinden yararlanarak, kazaların sayısını en aza indirmek hedeflenmektedir. Alınan tüm tedbirlere rağmen kazalar gerçekleşmekte ve pek çok kişi hayatını kaybetmektedir. Bu nedenle, meydana gelen kazalardaki kötü sonuçlarını en aza indirgenmesi için çalışılmaktadır.

Çalışmada, kabin içi emniyet sistemi olan emniyet kemeri ve hava yastığı performanslarının iyileştirilmesi amacıyla araştırmalar yapılmıştır. Kabin içi emniyet sistemleri, kaza anında yolcunun en az zarar görmesi hedeflenerek geliştirilmiştir (Kent vd., 2005; www.nsc.org/public).

2. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE EMNİYET KEMERİ VE HAVA YASTIĞI

Kabin içi emniyet sistemlerinin günümüze kadar geçirmiş olduğu süreç aşağıda özetlenmektedir:

- 1903 yılında ilk emniyet kemerinin Fransız Gustave LIEBAU tarafından tasarlanıp, patentinin alınması,
- 1930' larda birçok Amerikalı, aracına iki noktadan bağlanan emniyet kemeri yerleştirmiştir. Ayrıca yeni üretilen araçlarda emniyet kemerlerinin kullanılması için ısrar etmesi sonucunda, 1953 yılında Colorado Eyaleti Tıp Birliği iki noktalı emniyet kemerlerinin bütün otomobillere yerleştirilmesi için bir bildiri yayınlaması,
- 1955 yılında Kaliforniya Araç Kanunu, araç kullanımı sırasında için emniyet kemeri takmayı mecbur tutulması,
- 1956 yılında üç noktalı çapraz göğüs emniyet kemerini geliştirilmesi,
- 1957 yılında Volvo firması iki noktalı çapraz emniyet kemerlerine kilit eklenmesi,
- 1958 yılında İsveç'teki Volvo fabrikasında mühendis olan Nils Bohlin üç noktalı emniyet kemeri olarak bilinen sistemin patentini alması,
- 1959 yılında İsveç'te Volvo firması ön koltuk için üç noktalı emniyet kemerini standart olarak sunmuştur. Bu tarihte, New York eyaletinde satılacak olan yeni araçlara emniyet kemeri takılmasının maliyeti incelenip reddedilmesi,
- 1960 yılında New York eyaleti aldığı kararı tekrar inceleyip ve reddetmesi,
- 1961 yılında SAE, Otomobil Mühendisleri Birliği, Amerika'da emniyet kemerinin her araçta standart olarak kullanılmasını önermiştir. Wisconsin Eyaleti ön koltuklarda emniyet kemeri kullanımını mecbur tutması,
- 1962 yılında altı Amerikan eyaleti ön koltukta emniyet kemeri bulunmasını şart koymuştur. Otomobil üreticileri standart olarak ön koltukta emniyet kemeri yerleştirilmesi,
- 1963 yılında A.B.D 'de Volvo firmasının üç noktalı emniyet kemerini standart olarak üretilip kullanmaya başlaması,
- 1964 yılında Amerika eyaletinin yarısı ön koltukta emniyet kemeri kullanımını mecbur bırakmıştır. Amerika'daki birçok araç üreticisi emniyet kemerini ön koltuklarda standart olarak sunmaya bu yıllarda başlamıştır. Güney Avustralya ve Viktorya yeni üretilen araçlarda ön koltuklarda emniyet kemeri bulunmasını mecbur tutulması,

- 1965 yılında A.B.D. Ticaret Bakanlığı ilk emniyet kemeri standardını yayınlaması,
- 1967 yılında Amerikalı ve İngiliz araç üreticilerinin arka koltuklara da emniyet kemeri yerleştirmesi,
- 1969 yılında İsveç'te ön koltukta 3 noktalı emniyet kemeri bulunması zorunlu tutulmuştur. Volvo' nun ve Mercedes-Benz' in bütün pazarlarda arka koltukta 3 noktalı emniyet kemerini standart olarak pazara sunması,
- 1970 yılında İsveç'te ve Avustralya' da ön ve arka koltukta 3 noktalı emniyet kemeri bulunması mecbur tutulması,
- 1972 yılında NHTSA, (A.B.D. Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği İdaresi) Federal Motorlu Araç Güvenlik Standartlarını belirlemiştir. Avustralya ve Batı Almanya' da ön ve arka koltukta emniyet kemeri olmasını ve kullanımını zorunlu kılınması,
- 1975 yılında İsveç' te 15 yaş ve üstü için emniyet kemeri kullanımı mecburi olması,
- 1977 yılında A.B.D. Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği İdaresi tarafından yasalaştırılan "Okul Servislerindeki Yolcuların Korunması" ile ilgili Federal Motorlu Araç Güvenliği Standardı 222 yürürlüğe girmesi,
- 1979 yılında Fransa arka koltuklarda emniyet kemerini zorunlu hale getirilmesi,
- 1980 yılında Mercedes-Benz sürücü yan hava yastığı, diz destek yastıklarını üretmeye başlamıştır ve bütün 3 noktalı emniyet kemerlerine esneme mesafesinin konulması,
- 1984 yılında Avusturya 1984 yılından sonra imal edilen araçlarda arka koltuk kemerlerini zorunlu hale getirmiştir. Batı Almanya 05/1979 tarihinden sonra üretilen araçlarda arka koltuk emniyet kemerlerini zorunlu kılmıştır. Kanada'nın 10 eyaletinden 7' si bu tarihten itibaren, hareket eden araçların sürücü ve yolcularına kendileri için uygun olan emniyet kemerlerini kullanma zorunluluğunun getirilmesi,
- 1985 yılında Norveç hükümeti, 01/1984 tarihinden sonra tescil edilen araçlarda arka koltuk kemerlerini zorunlu hale kılmıştır. New York arka ve ön koltuklarda emniyet kemeri kullanımının zorunlu yapılması,
- 1998 yılında, ABD'deki Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği Dairesi (NHTSA) Kongre'ye "Okul Otobüsü Güvenliği başlığı altında, gelecekte kullanılacak ve okul otobüslerinde seyahat edenleri korumaya yönelik olarak kullanılacak sistemleri incelemek üzere bir araştırma projesinin sunulması,

- 1999 yılında Florida, Louisiana ve California eyaletlerinin büyük okul otobüslerinde seyahat edenler için daha gelişmiş koruma sistemlerini zorunlu kılan kanunlarını koyması,
- 2001 yılında California Eyaleti Ocak 2001 yılından sonra satın alınan yeni okul otobüslerinde karın bölgesi ve omuzdan bağlanan kemerlerin uygulamasını zorunluluğunu genişletmesi,
- 2002 ABD'deki NHTSA, Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği Dairesi, kongre'ye sunduğu ve gelecekte kullanılacak ve okul otobüslerinde seyahat edenleri korumaya yönelik sistemleri konu alan araştırmasını tamamlaması,

2002 yılından günümüze kadar geçen süre içerisinde ise kabin içi emniyet sistemlerinden daha iyi performans sağlanması için çalışmalar devam ettirilmiştir.

Türkiye' de ise kabin içi emniyet sistemlerinin tarihçesi şu şekilde özetlenmektedir:

- Emniyet kemeri takma zorunluluğu ülkemizde ilk kez, 18.10.1983 tarihinde emniyet kemeri kullanımı konusunda sürücülere tavsiye ve uyarı verilmiş, 20 ay sonrasında 16.06.1985 tarihinde ise emniyet kemeri zorunluluğu kanun kapsamına alınmıştır.
- 18.06.1986 tarihinden itibaren şehirlerarası karayollarında otomobil ve tescil bakımından otomobil gibi işlem gören arazi taşıtları ve minibüslerde sürücüsü ve yanında oturan yolcular için emniyet kemeri uygulaması başlatılmıştır.
- 01.01.1992 tarihinden itibaren şehir içi yollarda da ticari otomobil ve minibüsle yolcu taşımacılığı yapan araç sürücüleri hariç, otomobil ve otomobil gibi tescil işlemi gören arazi taşıtları ve minibüs gibi taşıtların sürücüleri ile ön koltuğunda oturan yolcularına emniyet kemeri takma zorunluluğu getirilmiştir.
- 11.01.1995 tarihinden itibaren arka koltukta emniyet kemeri kullanımı uygulamasına geçilmiştir.
- 01.01.1998 tarihinden sonra üretilen minibüslerin arka koltuklarında, kamyon, kamyonet, çekici ve şehirlerarası otobüslerde emniyet kemeri kullanımı yönetmelik kararı ile zorunlu kılınmıştır. Otomobil ve tescil bakımından otomobil gibi işlem gören arazi taşıtlarında sürücüsü ile ön ve arka yolcu koltuklarında; minibüs, kamyon, kamyonet ve çekicilerde sürücü ve sürücü yanındaki koltuklarda; şehirlerarası otobüslerde ara koltuklar hariç olmak üzere, sürücüsü dahil en ön ve önünde boşluk olan kapı önü koltuklarında; iki katlı şehirlerarası otobüslerde merdiven önü, en ön ve önünde boşluk olan arka koltuklarda,

masa etrafında bulunan koltuklardan aracın gidiş yönüne doğru olanlarda oturan yolcular için emniyet kemeri bulundurulması ve kullanması yönünde kararlar verilmiştir.

2002 yılında ülkemizde meydana gelen 80.570 ölümlü-yaralanmalı trafik kazası değerlendirildiğinde; sürücülerin emniyet kemeri takılı olan kazalardaki ölüm oranı %3,3 iken, takılı olmayan kazalardaki ölüm oranının %12,2 olduğu tespit edilmiştir. Başka bir deyişle ölümlü veya yaralanmalı kazalardaki ölüm oranı emniyet kemeri takılmadığı takdirde 4 kat artmaktadır.

Emniyet kemeri takanların 100 km/s hızına kadar olan kazalarda kurtulma şansı bulunmaktadır. Emniyet kemeri takmadan yolculuk edenlerin ise 20 km/s' den itibaren kaza anında ölme riski olabileceği belirtilmektedir.

2002 yılında Avrupa Birliğinde araçta ölenlerin toplam sayısı 25000 kişi olarak saptanmıştır. Araçta bulunanların hepsi emniyet kemeri taksaydı, ölü sayısının 25000' den 15000' e inebileceği uzmanlarca tespit edilmiştir. Ülkemizde 2003 yılındaki trafik kazaları sonucunda ölenlerin %37' sini sürücüler, %40' ını yolcular ve %23' ünü ise yayalar oluşturmaktadır. %40 oranında meydana gelen yolcu ölümlerinin ise %20' sinin 20 yaş altındaki yolcular olduğu dikkate alındığında, emniyet kemerinin sadece sürücüler ve yetişkinler için değil, çocuklar için de öğrenilmesi ve alışkanlık haline getirilmesi gereken bir unsur olduğu ortaya çıkmaktadır.

Karayolu trafik kazalarının azaltılması etkin tedbirlerin alınmasıyla mümkün olabilmektedir. Etkin tedbirler arasında; yeni araba ve güvenli donanımı, emniyet kemeri ve çocuk koltuğu kullanımı, şoför ve yolcu hava yastığı, tüm arabalarda yan hava yastığı, tüm araçlarda ABS freninin olması sayılmaktadır. Özellikle pasif güvenlik sistemleri içerisinde yer alan emniyet kemerinin, ölüm ve yaralanma riskini en aza indiren koruyucu birim olduğu saptanmıştır (www.nfrmag.com/articles/images/ExtAirbag; www.seatbeltdefects.com/history/index.html).

3. KABİN İÇİ EMNİYET SİSTEMLERİ VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Önceleri sadece şehir dışında otomobilin ön kısmında oturanların kullanması zorunlu olduğu emniyet kemerinin daha sonra hem şehir dışı hem de şehir içinde kullanılması kararı alınmıştır. Emniyet kemeri kullanıldıkça, kaza anındaki koruyuculuğu görülmüş ve önemi daha da artmıştır. Hatta arka koltukta oturanların korunması için günümüz otomobillerinin bütün koltuklarında, emniyet kemeri tertibatı standart donanımlar arasında yerini almıştır. Emniyet kemeri herkesin çok alıştığı ve kullandığı ama değeri fazla da bilinmeyen bir güvenlik sistemidir. Otomobildeki en önemli güvenlik öğelerinden biridir. Ancak doğru kullanıldığında en iyi şekilde çalışacaktır. Emniyet kemerinin alt bölümü iki tarafta leğen kemiğinin üzerinden ve üstte de omuzun üzerinden geçmesi gerekmektedir. Otomobilde en önemli güvenlik öğelerinden olan emniyet kemerinin görevini en iyi şekilde yapabilmesi için bu şarttır. Emniyet kemeri yükseklik ayarı ise emniyet kemerinin farklı boylardaki insanlara göre ayarlanabilmesini sağlamaktadır. Bir çarpışma sırasında emniyet kemerinin makarası kilitlenip ve aracın içindekilerin fazla hareket etmesini önlemektedir. Son yıllarda emniyet kemerini kaza sırasında gererek yolcuları daha iyi tutan sistemler de kullanılmaya başlanmıştır.

Hava yastıkları önden ve öne yakın çarpmalar için tasarlanmış güvenlik donanımlarıdır. Bu tip çarpmalar yolcuların ölümünün yarısından daha fazlasına yol açmaktadır. Hava yastığı kafa ve göğüs yaralanmalarını azaltmak üzere ve çarpmanın şiddeti orta ya da ciddi düzeyde ise açılacak şekilde tasarlanmıştır (Kent vd., 2005).

Hava yastığı ve emniyet kemerinin tek başına ve birlikte kullanılmaları durumundaki yaralanma riskleri, sadece hava yastığıyla %18, sadece emniyet kemeriyle %42 ve her ikisinin birlikte kullanılmaları durumunda ise, %46 kadar azalmaktadır. Yeni model taşıtlarda, yan çarpmalara karşı koruma sağlayan yan hava yastıkları veya şişirilebilen koruyucu yan hava perdeleri de kullanılmaya başlanmıştır.

Hava yastıklarının ve emniyet kemerlerinin daha iyi performans sağlayabilmeleri için aşağıda verilen uygulamalar göz önüne alınmaktadır:

- Sürücü, direksiyondan en az 25 cm mesafede olması gerekmektedir.
- Ön koltukta oturan sürücü uygun pozisyonda ve koltuk mümkün olduğunca geriye çekilmiş olarak oturması önem taşımaktadır.

- Emniyet kemeri her zaman ve doğru biçimde takılması gerekmektedir.
- Hava yastığı ön koltukta oturan 12 yaş altı çocuklar için ölümcül bir risk taşımaktadır.
- Ayarlanabilen direksiyonun boyu göğüs izasında olacak şekilde konumlandırılmaktadır.

Genel olarak sürücü ve yolcu emniyet sistemlerinin amacı, çarpışma anında sürücü ve yolcunun araç iç parçalarına çarpmasını engellemek ve herhangi bir dış ve iç yaralanmaya sebebiyet vermemek üzere hareketlerini sınırlamaktır.

Bir otomobilde maksimum güvenlik için aşağıda verilen önlemlerin alınması tavsiye edilmektedir.

- Çocuklar, ön koltukta geriye dönük çocuk koltuğu içinde seyahat etmemeleri gerekmektedir. Çünkü çocuk koltuğu bu durumda fırlayan hava yastığına çok yakın bir konumdadır.
- Ön koltukta oturan çocukların eğer emniyet kemeri uygun olmayan bir şekilde bağlanmışsa, emniyet kemeri yok ise, doğru pozisyonda oturmuyorlarsa ya da emniyet kemerinin doğru bağlanması için boyları çok küçükse ölümcül bir risk altında bulunmaktadır.. Bir çarpma anında kolayca öne fırlayabilmekte ve şişen hava yastığı başlarına ya da boyunlarına şiddetle çarpabilmektedirler.
- Çocuklar için en önemli olan yön, yaş ve boylarına en uygun çocuk güvenlik koltuklarında kemerleri bağlı olarak arka koltukta oturtulmalarıdır.
- Sürücü ve tüm yetişkin yolcular, özellikle boyu 165 cm'den düşük olanlar, emniyet kemerlerini doğru bir biçimde bağlamaları gerekmektedir ve ön koltuk yeterince geriye çekilmiş olarak seyahat etmeleri önemlidir.
- Araçta hava yastığı olsa bile, bir kişi emniyet kemeri yoksa çok ciddi bir şekilde yaralanabilir ya da ölebilir. Bir çarpma anında emniyet kemeri takıyor olmak kişinin içeride bulunan şeylere çarpmasını engelleyebilmektedir.
- Hava yastığı yalnızca tamamlayıcı bir önlemdir. Bir başka deyişle hava yastığı, aracın ön veya yan kısmının bir yere çarpması halinde açılmak üzere tasarlanmıştır. Aracın

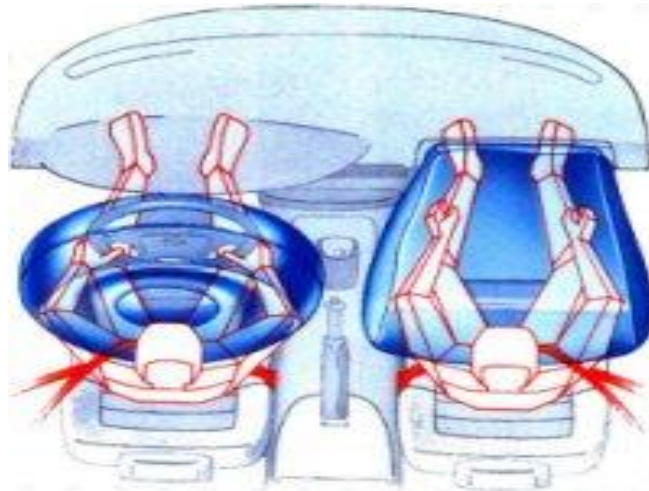
yuvarlanması, yandan, arkadan çarpma halinde ya da düşük hızlardaki çarpışmaları için tasarlanmamışlardır.

ABD, Ulusal Otoyol Trafik Güvenliği Dairesi tarafından yapılan bir gerçek çarpışma deneyinde emniyet kemeri ve hava yastığının birlikte kullanımının ciddi kafa çarpmalarının %75'ini, ciddi göğüs yaralanmalarının %66'sını önlemede etkili olduğu görülmüştür. Ancak bu donanım aracın ön koltuğunda seyahat etmekte olan küçük çocuklar için bir tehdit oluşturmaktadır. Çalışmalar, araçta yolcular için hava yastığı olsun olmasın çocukların arka koltukta oturmalarının % 29 daha güvenli olduğunu göstermektedir (MacLennon vd., 2006).

3.1 Hava Yastıkları

Hava yastıkları, önden veya yandan çarpmalar için tasarlanmış güvenlik donanımlarıdır. Emniyet kemeri sistemini destekleyerek, şiddetli bir çarpma esnasında, yastık açılarak içerisine dolan hava sayesinde sürücü ve yolcuyu darbelerden korumaktadır.

Hava yastıkları, yaklaşık olarak saatte 30 km' nin üzerindeki hızlarda meydana gelen çarpmalarda açılacak şekilde tasarlanmaktadır. Hava yastığının görevini yerine getirebilmesi için, içinde tutulduğu hazneden saatte yaklaşık 320 km' ye eşit bir hızla çıkması gerekir. Bu özellikle çocuklar olmak üzere, çok yakın oturan kişilere zarar verebilecek çok büyük bir güçtür. En yaygın kullanılan hava yastıkları, sürücü ve yolcu hava yastıkları olup Şekil 3.1'de şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Ön ve yolcu hava yastığının şematik görünümü

Ön ve yolcu hava yastığının dışında günümüzde yan ve diz hava yastıkları da geliştirilmiştir. Özellikle yan hava yastıklarının 2000' li yıllardan günümüze dek kullanım oranında büyük bir artış görülmüştür.

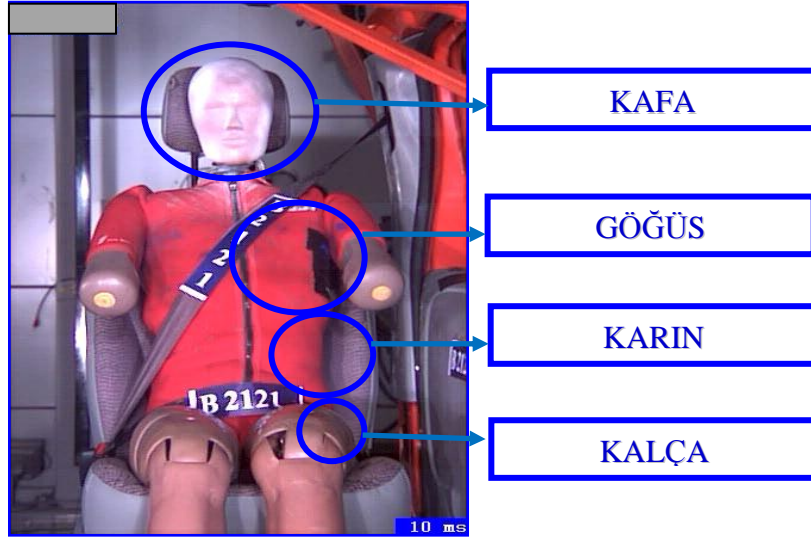
Diz hava yastıkları, aracın önden bir nesneye çarpması durumunda araçtakilerin dizlerini koruduğu gibi şekil 3.2' de de görüldüğü gibi araçtaki yolcunun uygun konumda kalmasını sağlamaktadır. Ayrıca araçtaki sürücü veya yolcu hava yastığından en üst seviyede koruma gerçekleştirilerek önden çarpma durumlarında baş ve göğüste daha fazla koruma imkanı tanımaktadır. Şekil 3.2' de diz hava yastığının tesir ettiği bölge gösterilmektedir.



Şekil 3.2 Diz hava yastığının araç içerisindeki konumunun şematik olarak gösterimi

Diz hava yastığı sayesinde kaza sırasında araç içerisindeki kişilerin dizlerindeki, uyluk kemiğindeki ve göğüslerindeki yaralanmaları azalttığı gözlenmiştir. Diz hava yastıkları aynı zamanda kafanın ön cama çarpma riskini düşürmektedir (Kent vd., 2005).

Yandan gelen darbeler sonucu oluşan çarpmalarda yolcuların göğüs bölgesinde ve gövdenin alt kısmında koruma sağlamak amacıyla yan darbe hava yastıkları geliştirilmiştir. Ayrıca aracın yandan bir darbe alması sonucu yolcuların baş ve boyun bölgelerini korumak amacıyla perde hava yastıkları geliştirilmiştir. Şekil 3.3' de yandan gelen darbe anında yan ve perde hava yastığı koruma bölgesinde kalan alanlar gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Yan ve perde hava yastığı koruma bölgeleri

3-2- Emniyet Kemerleri

Otomobillerdeki en önemli güvenlik öğelerinden biri olan emniyet kemeri, alt bölümü iki tarafta leğen kemiğinin üzerinden ve üstte de omuzun üzerinden geçecek şekilde tasarlanmaktadır. Emniyet kemeri yükseklik ayarı ise, emniyet kemerinin farklı boylardaki insanlara göre ayarlanabilmesini sağlamaktadır. Bir çarpışma sırasında emniyet kemerinin makarası kilitlenip ve araç içindekilerin fazla hareket etmesini önlemektedir. Son yıllarda emniyet kemerini kaza sırasında gerekerek yolcuları daha iyi tutan sistemler de kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemde, emniyet kemerindeki boşluğu almak için, özellikle kışın kalın giysiler giyildiğinde, bir algılayıcıya bağlı bir gergi sistemi hemen devreye girerek yolcu emniyet kemeri üzerine yüklenmeden önce kemeri gerekerek ve yolcunun hareketini en aza indirmektedir. İki tip gergi sistemi kullanılmaktadır. Birincisi yaylı tip; burada, algılayıcıdan gelen uyarı sonucunda bir yay tetiklenerek emniyet kemeri gerilmektedir. İkinci tipte ise hava yastığında olduğu gibi bir ateşleme mekanizması kullanılmaktadır. Darbe uyarısı geldiğinde bir gaz ateşlenerek emniyet kemeri gerilmektedir. Bu tip aktif emniyet kemerleri “ Ateşlemeli Emniyet Kemerleri” olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca emniyet kemerinin vücudu doğru bir şekilde kavrayabilmesi için, ön gerilme sistemi geliştirilmiştir. Günümüzde kullanılmakta olan ön gerilmeli emniyet kemerleri, çarpışma sırasında araç hızının aniden sifira düşmesi sonucunda, yolcularda kıyafet vb. nedenlerle oluşan potluğu ortadan kaldırarak, daha iyi koruma sağlamaktadır.

Araçlarda kullanılan emniyet kemerleri güçlü sentetik ipliklerle özel olarak dokunmaktadır. Son derece sağlam olan bu kemerler özel dokunarak kullanıcıya sunulmaktadır. Vücudu bir

elik halat gibi sarmayan, belli bir elastikliğe sahip olan kemerlerin üzerine, kaza anında vücut ağırlığının 4 ya da 5 katı bir yük binmektedir. Kemerini meydana getiren iplikler üzerindeki meydana gelen bu uzama, kemerin esneklik değerinde ve dokumasında gözle görülmesi zor bir kayba neden olmaktadır. Yıllar sonra meydana gelecek bir kazada kemer esneklik iŐlemini yapamayarak ciddi hasarlara yol açabilmektedir. Emniyet kemerlerinin, büyük bir kazadan sonra mutlaka değiştirilmesi gerekmektedir (Teng vd., 2006).

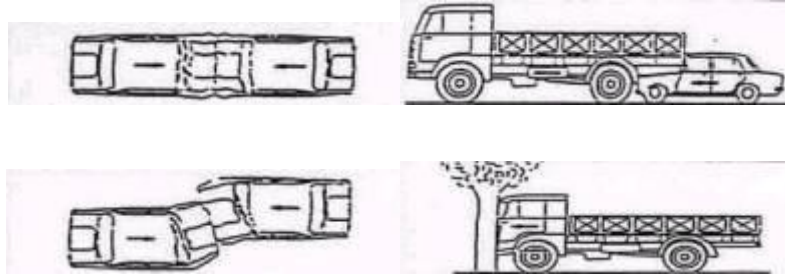
4. HAVA YASTIKLARININ İNCELENMESİ

Hava yastıkları araç içerisindeki konum ve yarattıkları koruma alanlarına göre sınıflandırılıp adlandırılmaktadırlar. Araç içerisinde monte edildikleri alanların farklı olmasına rağmen temel olarak aynı çalışma prensibi ile koruma alanı yaratmaktadırlar. Hava yastıklarının farklı alanlara monte edilme durumu, hava yastığı tasarımlarının da farklılaşmasına sebep olmaktadır. Tasarım olarak farklılıklar olsa da hava yastıklarını oluşturan parçalar genel olarak benzer özellikler taşımaktadırlar.

4.1 Hava Yastıklarının Sınıflandırılması

Hava yastıkları genel olarak “Ön Hava Yastıkları” ve “Yan Hava Yastıkları “ olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

Ön hava yastıkları aracın ön tarafından gelen kuvvetlere karşı yolcuları korumaktadır. Önden ve öne yakın çarpmalar yolcuların ölümünün yarısından daha fazlasına yol açmaktadır. Hava yastığı kafa ve göğüs yaralanmalarını azaltmak üzere tasarlanmıştır. Şekil 4.1 ‘de ön veya öne yakın çarpma durumları belirtilmiştir.



Şekil 4. 1 Ön darbeli kazaların şematik gösterimi

Ön hava yastıkları kendi içinde

- Sürücü hava yastığı,
- Yolcu hava yastığı,
- Diz hava yastığı şeklinde sınıflandırılabilirler



Şekil 4.2 Ön hava yastıklarının araç içerisinde açılmış görünüşü

4.1.1 Sürücü Hava Yastığı

Sürücü hava yastığı, en yaygın olarak kullanılan hava yastığı çeşidi olup, sürücünün kaza anında direksiyonla olan temasını en aza indirmek için . Sürücü hava yastığı modülünün Şekil 4.3' te görüldüğü gib gibi direksiyon göbeğine monte edilmesi, yolcunun otomatik olarak ön panelden belli bir mesafe uzaklıkta olması nedeniyle, sürücü hava yastıklarının etkinlikleri daha fazla olup, maksimum hacime ulaşma süreleri yolcu hava yastıklarına göre daha kısadır. Genel olarak sürücü hava yastıklarının maksimum hacme ulaşma süreleri 30-40 ms arasında olması istenmektedir.



Şekil 4.3 Farklı tasarıma sahip sürücü hava yastıklarının direksiyona monte edilmiş görünümü

Çarpma gerçekleştiğinde, araca yerleştirilmiş olan sensörler çarpışmanın şiddetini belirleyip ve bu bilgiyi elektrik kontrol ünitesine bildirmektedirler. Eğer çarpışmanın şiddeti önceden belirlenmiş olan limitin üzerinde ise sürücü hava yastığı modülünde bulunan inflatörü ateşleyecek elektrik akımını inflatöre göndermektedir. Bunun sonucunda inflatörde açığa çıkan gaz yastığın şişmesine sebep olmaktadır. Şişen yastık kapağın yırtılma çizgileri denilen zayıf noktaları zorlayarak, kapağın bu noktalardan yırtılmasını sağlamaktadır. Yastık hacminin artması sayesinde sürücünün direksiyon ile teması önlenmiş olup yaralanmalar azaltılabilmektedir. Sürücü hava yastığının açılma anından maksimum hacme ulaşma kademeleri Şekil 4.4' te verilmiştir.



Şekil 4.4 Sürücü hava yastığının açılma anından maksimum hacme ulaşmasına kadar 0, 6, 12, 18, 24 ve 30 ms' lerdeki görünüşleri (Newgard vd., 2005)

4.1.2 Yolcu Hava Yastığı

Yolcu hava yastıkları araç ön panellerine yerleştirilmektedir. Yolcu hava yastığı sürücü hava yastığında olduğu gibi sürücünün ön panele çarpıp zarar görmemesi için geliştirilmiştir. Sürücü hava yastığıyla kıyaslandığında, yolcunun temas edebileceği alan daha geniş olduğu için kullanılan yastık hacmi artmakta ve buna bağlı olarak daha güçlü jeneratörler tercih edilmektedir. Sonuç olarak yolcu hava yastığının da maksimum hacme ulaşma süresinin, sürücü hava yastığında olduğu gibi yaklaşık 30-40 ms olması istenmektedir.

Yolcu hava yastıkları, araç ön paneline monte edilme şekillerine göre görünür veya görünmez olmak üzere gruplandırılmaktadır.

Görünür yolcu hava yastıklarının montajı, Şekil 4.5’ te gösterildiği üzere araç ön paneline yerleştirildikten sonra üzerlerine dekoratif kapak yerleştirilerek yapılmaktadır. Dekoratif kapak patlama anında cama doğru açılarak yastığın açılmasına yön göstermektedir.



Şekil 4.5 Görünür şekilde monte edilmiş yolcu hava yastığı

Patlama sırasında sonradan takılan dekoratif kapağın düzgün oturtulamaması veya takılamaması söz konusu olduğunda, modül performansı olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Görünür kapağın en önemli avantajı, yolcu hava yastığının açılması sırasında sadece dekoratif parçanın deformasyona uğramasıdır. Başka bir deyişle kaza sonrasında sadece dekoratif kapağın ve yolcu hava yastığının değiştirilmesi yeterli olmaktadır.

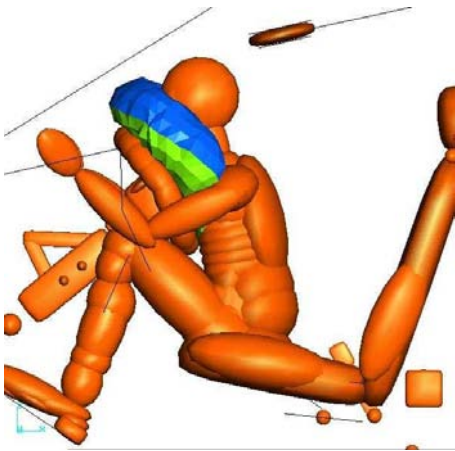
Görünmez olarak monte edilen yolcu hava yastıkları, herhangi bir dekoratif kapak kullanılmadan, ön panel içerisine yerleştirilmektedir. Patlama anında, panelin iç kısımlarında yer alan inceltilmiş bölgeler yırtılarak, yastık panel içerisinden yolcuya doğru açılmaktadır. Şekil 4.6 ‘ da dekoratif kapak olmadan direkt ön panele monte edilmiş yolcu hava yastığı belirtilmektedir.



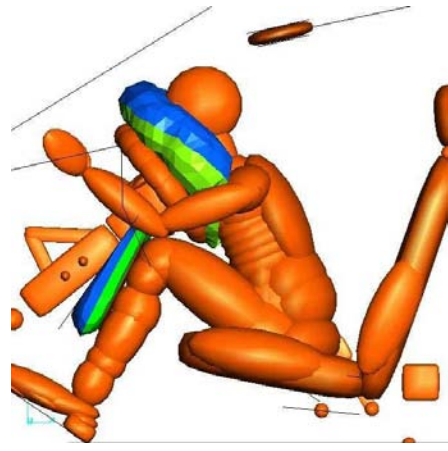
Şekil 4.6 Görünmez şekilde monte edilmiş yolcu hava yastığı

4.1.3 Diz Hava Yastığı

Diz hava yastıkları önden çarpmalarda bacaklar üzerinde meydana gelebilecek zararı en aza indirmek için geliştirilmiştir. Özellikle spor araçlarda diz hava yastıklarının kullanılması önemli bir husustur, çünkü bu araçlarda ön panel-yolcu arasındaki mesafe daha fazla olup yolcu ve sürücü hava yastığı yetersiz kalabilmektedir. Bu sebepten ötürü sürücü ve yolcu hava yastıkları, diz hava yastığı ile desteklenerek kaza anında daha doğru bir koruma elde edilmektedir. Böylece daha dengeli bir koruma meydana gelmektedir. Şekil 4.7 'de diz hava yastığının yolcuyla özellikle emniyet kemerinin takılı olmadığı pozisyonda, mankenin öne doğru yönelmesine olumlu yönde nasıl etki ettiği belirtilmektedir.



Şekil 4.7a Sürücü hava yastığı



Şekil 4.7b Sürücü ve diz hava yastığı

Diz hava yastıkları da, yolcu hava yastıklarında olduğu gibi görünür veya görünmez olmak üzere araç içerisinde monte edilme biçimlerine göre iki gruba ayrılmaktadır. Şekil 4.8’ de gösterildiği üzere, dekoratif kapağın düzgün oturtulamaması veya takılamaması modül performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Özellikle diz hava yastıklarında yastığın açılma süresi daha kısa bir zaman olması gerektiği için kapağın diz hava yastığının açılmasını engellememesi önem kazanmaktadır. Çünkü yastık hacminin kaplaması gereken alan daha küçük olup, bu alanının 15 ms gibi kısa bir zamanda patlayan diz hava yastığı tarafından doldurulması gerekmektedir.



Şekil 4.8 Dekoratif kapaklı diz hava yastığı modülü

Görünmez olarak monte edilen diz hava yastıkları, aynı yolcu hava yastıklarında olduğu gibi herhangi bir dekoratif kapak kullanılmadan, ön panel içerisine yerleştirilmektedir. Patlama anında, panelin iç kısımlarında yer alan inceltmiş bölgeler yırtılarak, yastık panel içerisinden yolcuya doğru açılmaktadır.

4.1.4 Yan Hava Yastığı

Yan darbe hava yastıkları da araç içerisinde monte edilecek bölgelere ve koruma alanlarına göre “ Yan Hava Yastığı “ ve “Perde Hava Yastığı” olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Yan hava yastığında da ön hava yastığı teknolojisi kullanılmakta olup genel olarak Şekil 4.9’ da da görülen kafa, göğüs ve kalça bölgelerini korumaktadır.



Şekil 4.9 Göğüs-kalça koruması için geliştirilen yan hava yastığının görünüşü

Kapıya monte edilen yan hava yastıklarının, koltuğa monte edilenlere oranla daha iyi koruma sağladığı , FMVSS 208 çarpma testi ile ispatlanmıştır. Bu teste göre kapıya monte edilen yan hava yastıkları göğüste meydana gelebilecek yaralanmaları %15 azalttığı saptanmıştır.

Kapıya monte edilen sensör modülü kapıya gelen ciddi bir yan darbeyi belirleyip, hava yastığı modülüne elektrik sinyali göndermektedir. Modül içindeki gaz jeneratörü aktif hale gelerek yastığı şişirmektedir. Kapının dış kısmı ile araçta oturan kişi arasında çok az bir çarpma boşluğu olduğundan yan hava yastığının ön hava yastığında çok daha hızlı şişmesi sağlanmaktadır. Ön hava yastığı sisteminin normal olarak bir çarpmayı algılaması 0,010-0,015 saniye ve yastığı şişirmesi 0,03-0,04 saniye sürmektedir. Yan hava yastığı sisteminin ise yandan çarpmayı algılaması için 0,005-0,008 saniye ve yastığı şişirmesi için 0,012-0,018 saniye süresi belirlenmektedir. Yan hava yastıkları şişme gücünü kontrol edecek ve küçük hacimle iyi koruma sağlayabilecek şekilde dizayn edilmektedir. Ayrıca koruduğu alana göre karın-yan hava yastığı, baş-göğüs-karın yan hava yastıkları gibi de alt sınıflara ayrılmaktadır.

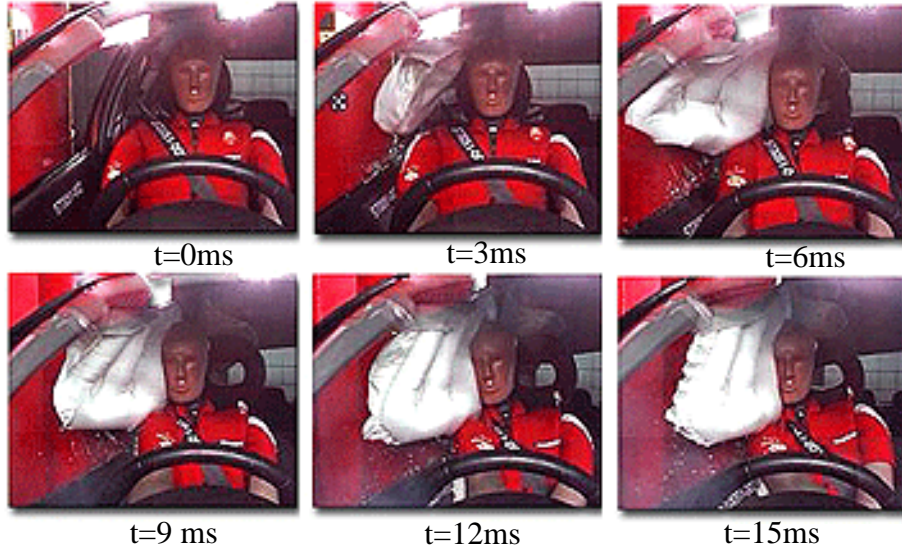
4.1.5 Perde Hava Yastığı

Yeni model taşıtlarda, yanal çarpmalara karşı koruma sağlayan, şişirilebilen koruyucu yan hava perdeleri de kullanılmaya başlanmıştır. İlk olarak 2002 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Yandan gelebilecek yüklere karşı yolcu ve sürücülerini korumakta, aracın takla atması halinde araç içinde yaşam alanı yaratmaktadır (Şekil 4.10).



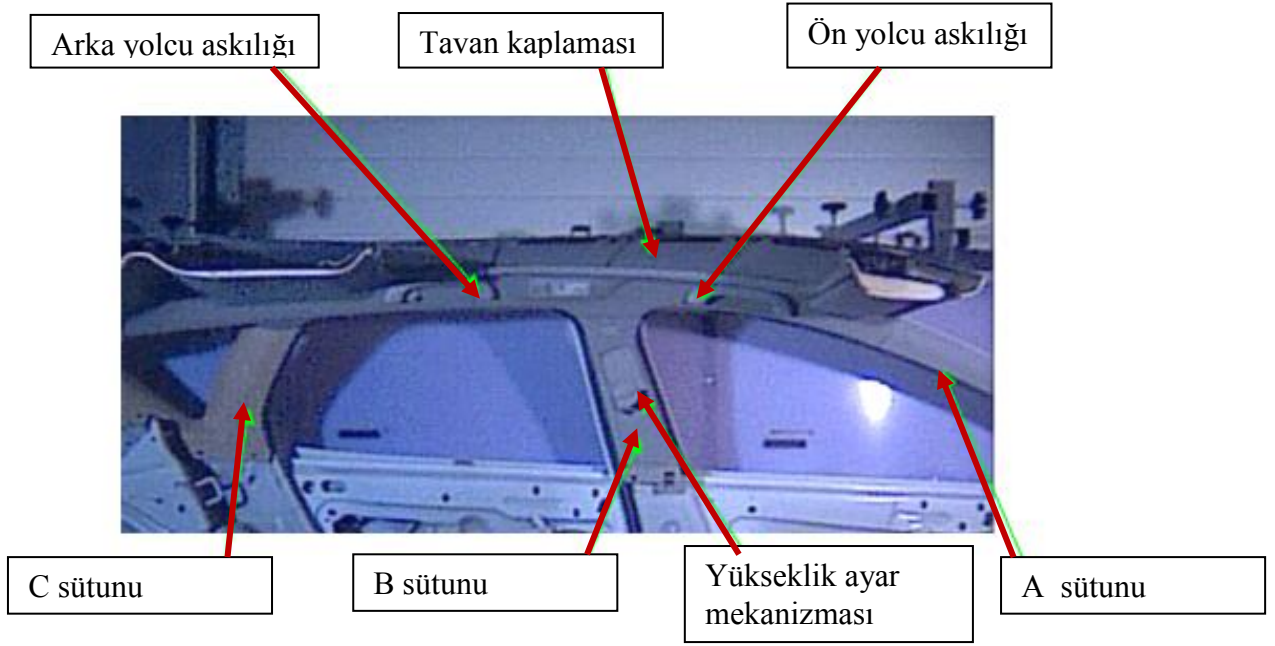
Şekil 4.10 Perde hava yastığının araç içinde patlamış halinin şematik olarak gösterilişi

Genel olarak perde hava yastıklarının 15 ms'de açılması istenmektedir, yanal çarpmalarda yolcu kafasının araç gövdesine çok kısa bir zamanda ulaştığı saptanmıştır ve bu sebepten ötürü yastığın en geç 15 ms' de maksimum hacmine ulaşması gerekmektedir. Şekil 4.11' de patlama anının kademe kademe açılışı gösterilmektedir.



Şekil 4.11 Perde hava yastığının t= 0, 3, 6, 9, 12 ve 15 ms' deki görünüşleri

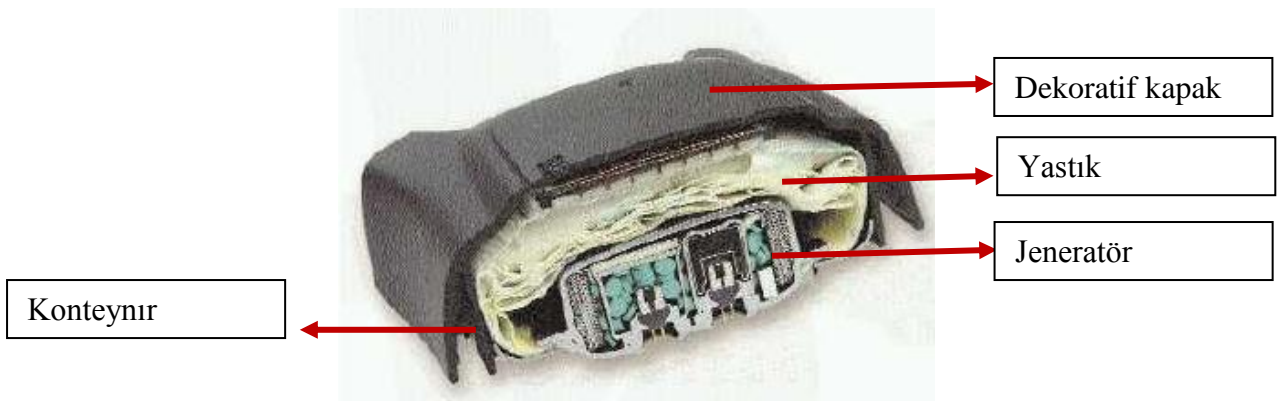
Perde hava yastıkları, araç içerisinde A-B-C sütunlarının üst kısımlarına flanşlar yardımı ile Şekil 4.12' de görüldüğü gibi monte edilerek üzerine araç içi tekstil dokuma kaplanmaktadır.



Şekil 4.12 Perde hava yastığının araç içerisinde monte edileceği kısımlar (McGovern vd., 2000)

4-2- Hava Yastığı Parçaları ve Malzemeleri

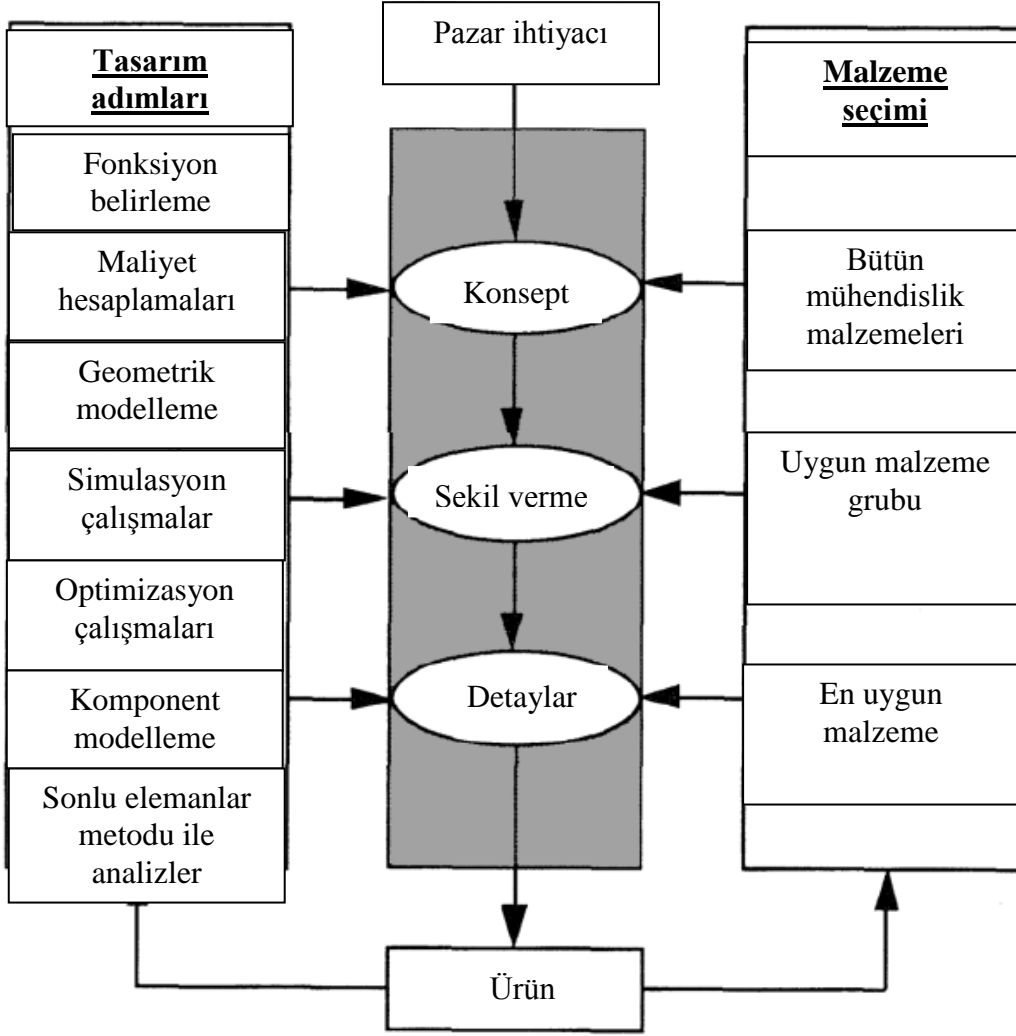
Hava yastıkları farklı gruplarda incelenmesine rağmen aynı çalışma prensibine sahip olan ve benzer parçalardan oluşan kabin içi emniyet sistemleridir. Her hava yastığı temel olarak içerisine yastığın yerleşeceği bir konteynırdan, patlama anında ateşlemeyi sağlayacak jeneratörden ve patlama anında açılması gereken yastıktan oluşmaktadır. Şekil 4.13 'teki süücü hava yastığının kesit görünüşünde hava yastığını oluşturan parçalar net bir biçimde belirtilmiştir.



Şekil 4.13 Sürücü hava yastığı modülünün kesiti

Hava yastıkları için genel bir malzeme grubunun belirlenmesi ve bu gruptan malzeme seçimi, sadece tasarım odaklı olmayıp maliyet, şekil verme, konsept, kolay bulunabilirlik gibi farklı konuların bir arada incelenmesi sonucu netleştirilebilmektedir.

Hava yastıklarında da malzeme seçimi, diğer bütün ürün gruplarında olduğu gibi, uygun tasarım, maliyet, üretilebilirlik, kolay elde edilebilirlik gibi önemli noktalar göz önüne alınarak yapılmaktadır. Basınçlı havanın araba içinde muhafazası, süratle yatığın şişmesinin sağlanması, ani patlamanın ardından yolcuların zarar görmemesi gibi konular daima dikkat edilmesi gereken hususlardır. Bu sebeple bütün emniyet sistemlerinde olduğu gibi hava yastıkları için de sürekli bir iyileştirme ve gelişim söz konusu olmaktadır. Her geçen gün farklı özelliklere sahip parça ihtiyacı doğmakta ve parçaların performans ve maliyet bakımından gelişimi gözlenmektedir. Şekil 4.14, tasarım aşamalarını şematik olarak ilgili alanlarla bağlayarak tasarım sırasında izlenen adımları özetlemektedir.



Şekil 4.14 Tasarım akış şeması ve malzeme seçimi (Powell ve Housz, 1998)

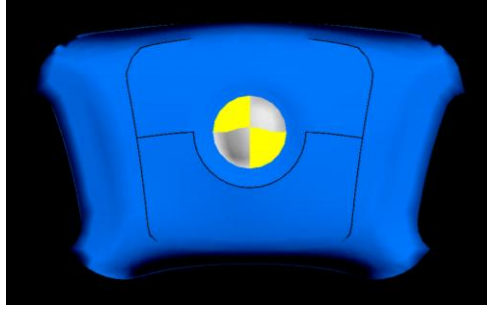
4.2.1 Kapak Tasarımı ve Malzeme Seçimi

Fonksiyon : Kapak, sürücü hava yastıklarının dekoratif parçası olup, başlıca görevi yastık katlamasının bozulmasını engellemek ve patlama anında iç kısımda bulunan yırtılma çizgisi sayesinde yastığın dışarı çıkmasını sağlamaktır. Yastık katlama sonrası dağılma eğilimi gösterirken, kapağın konteynıra montajı sayesinde yastık katlaması muhafaza edilmektedir

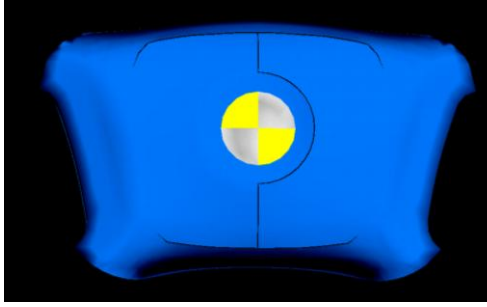
Kısıtlama : Kapağın yırtılıp ve içerisinden yastığın fırlaması göz önüne alındığında esnek bir yapıya sahip olması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Özellikle negatif sıcaklık değerlerinde yapılan patlatma testlerinde kapakta herhangi bir kopma ve deformasyon gerçekleşmemesi için seçilen malzemenin gevrek özellikte olmaması gerekmektedir. Ayrıca kapak, görsel bir parça olup, istenilen desenin ve rengin elde edilebilmesi gerekmektedir.

Malzeme seçimi : Kapak malzemesinin seçiminde en önemli kriter, kapağın düşük sıcaklık değerlerinde göstermesi gereken performanstır. Çünkü sıcaklık azaldıkça malzeme gevrekleşmeye başlamaktadır ve patlama sırasında açılan kapak parçaları, ana parçadan ayrılıp kopabilmektedir. Hava yastıklarında kullanılan kapakların performansının test edildiği sıcaklık genel olarak en düşük -30°C ' dir. Diğer bir husus ise, sürücü hava yastıklarında kullanılan kapakların aynı zamanda görsel parça olmasıdır. Bu sebeple seçilen malzemenin iyi boyanabilmesi gerekmektedir. Kısıtlamalar göz önüne alındığında, kapak üretimi için en ideal malzeme TPO ve TPE grubundandır.

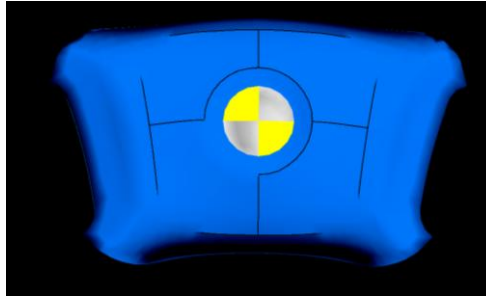
Kapak tasarımında en önemli nokta yırtılma çizgisi tipidir. Hava yastığı patladığında yastık, kapağın et kalınlığının az olduğu yırtılma çizgilerini zorlamaktadır. Modül üzerine yerleştirilecek olan logonun geometrik özellikleri, logonun bağlantı şekline göre yırtılma çizgisinin tipi belirlenmektedir. Farklı kapak dizaynına ve kullanılacak olan logoya bağlı olmak üzere şekil 4.15' te farklı yırtılma çizgileri gösterilmektedir.



Şekil 4. 15a H-tipi yırtılma çizgisi



Şekil 4. 15b I-tipi yırtılma çizgisi



Şekil 4. 15c Petal tip yırtılma çizgisi

Sürücü hava yastıklarında, kapağın ilk açılıp yastığın fırladığı nokta, yırtılma çizgisi üzerinde bulunmaktadır ve bu noktanın et kalınlığı diğer noktaların et kalınlığına göre daha ince olmaktadır. Yastığın orantılı bir şekilde açılması için en ince et kalınlığına sahip noktanın yeri, yırtılma çizgisindeki orta nokta olarak belirlenmektedir. Şekil 4.16 'da yastığın kapağı ilk zorlayıp yırtacağı nokta, tam logonun monte edileceği orta noktanın hemen altında bulunan yırtılma çizgisi üzerindeki nokta olarak seçilmiştir.



Şekil 4.16 Patlama anında yırtılma çizgisinde ilk açılacak nokta

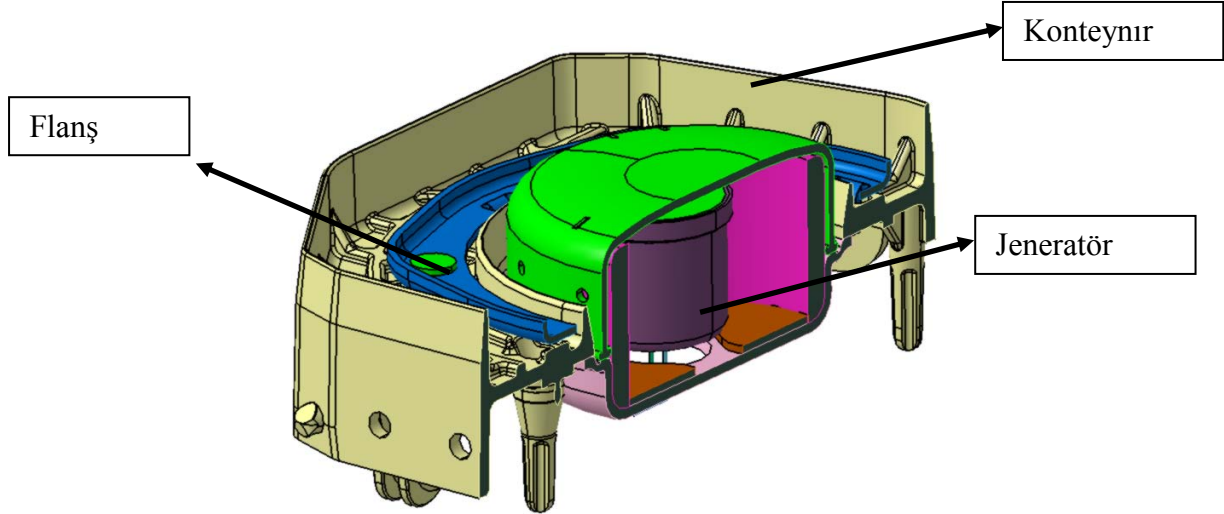
Kapağın konteynıra montajı, Şekil 4.17’ de gösterilen ve pencere adı verilen kapak yan duvarlar sayesinde yapılmaktadır. Konteynırdaki tırnakların kapaktaki pencerelere klipslenmesi sayesinde yastık katlandığı şekilde muhafaza edilmiş olmaktadır.



Şekil 4.17 Kapak klipsleme bölgeleri

4.2.2 Konteynır Tasarımı ve Malzeme Seçimi

Fonksiyon : Konteynır, bütün ön hava yastıklarında kullanılmakta olup temel işlevi yastığı kavramaktır. Hava yastıkları, patlama anında istenen kinematiğe göre kompres, diyagonal veya sarma olmak üzere uygun katlama metoduyla katlanarak konteynır içersine yerleştirilmektedir. Jeneratör, yastığa ön montajı yapılmış halde konteynıra takılmaktadır. Böylece jeneratör, patlama anında en çok konteynırı zorlamaktadır. Şekil 4.18’ de jeneratörün konteynıra bağlantısı görülmektedir.



Şekil 4.18 Konteynır, jeneratör ve flaşın montajlı durumunun kesit görünüşü

Kısıtlamalar : Konteynır, direkt olarak jeneratör ile bağlantı halinde olduğundan dolayı, konteynır tasarımında en önemli nokta, hava yastığının patlaması sırasında meydana gelen yüklerdir. Patlama anındaki yükler ise kullanılan jeneratörün gücü ve tipi ile ilişkilidir. Jeneratör gücü arttıkça, konteynır malzemesinin daha dayanıklı olması gerekmektedir. Ayrıca konteynır ve jeneratör iç içe oturtulduğu göz önüne alındığında, seçilen malzemenin özellikle yüksek sıcaklıklarda iyi dayanım göstermesi gerekmektedir.

Malzeme seçimi : Hava yastıklarında kullanılan konteynırlar malzemelerine göre alüminyum veya plastik olmak üzere iki genel sınıfa ayrılmaktadırlar. Fakat ağırlık, kolay şekil verme, maliyet ve performans açısından değerlendirildiğinde plastik malzemedен yapılan konteynırlar günümüzde tercih edilmektedir. Polimer hava yastığı konteynırları daha hafif ve daha ucuz olmaları sayesinde metal malzemelere yeni bir alternatif olup, tercih edilmeye başlanmıştır. Yüksek sıcaklık direnci, rijitlik, dayanım, hafiflik gibi beklentileri karşılayabilecek en uygun malzeme poliamidlerdir. Ticari adı nylon olan poliamidler, ilk mühendislik plastiklerinden olup, çok iyi yorulma mukavemeti, iyi sürünme mukavemeti, yüksek sıcaklık direnci gibi özellikleri bu malzeme grubu sağlamaktadır.

1960'lı yılların başında üretilmeye başlanan hava yastıklarında, bugüne kadar genellikle poliamidler tercih edilmektedir.

Poliamidler içinde en çok üretilen ve kullanılan iki tür bulunmaktadır. Bunlar PA 66 ve PA6 olup, başlangıç maddeleri farklı olduğu için farklı adlandırılmaktadırlar.

PA 66, molekül yapısından dolayı dayanıklı bir malzemedir. Uzama ve esneklik özellikleri iyidir. Ayrıca erime noktası PA 6 ile karşılaştırıldığında, erime noktasının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sebeplerden ötürü yastık kumaşında PA 66 kullanımı daha uygundur. Yastık üzerine yapılan dikişler de PA 66 veya yanmaz iplik kullanılarak yapılmaktadır. Yanmaz iplik maliyet açısından hava yastığında kullanıma uygun bulunmamaktadır. Çizelge 4.1’ de iplik hammaddelerinin karşılaştırılması görülmektedir.

Çizelge 4.1 PA 66 ve PA 6 malzemelerinin hava yastığı bakımından önemli özelliklere göre karşılaştırılması

Malzeme	Erime noktası	Yanmazlık
PA 66	Yüksek	İyi
PA 6	Düşük	Kötü

Şekil 4.18’ de de görüldüğü üzere konteynır, jeneratör ile direkt temas halinde bulunmaktadır. Jeneratör güçleri genellikle 120-260 kPa olarak değişmektedir. Çizelge 4.2’de ortalama jeneratör güçleri için uygun malzemeler belirtilmektedir.

Çizelge 4.2 Jeneratör gücüne göre konteynır malzeme seçimi

Jeneratör Gücü (kPa)	Malzeme	Cam fiber oranı (%)
120-150	PA 6	40
	PA 6,6	30
150-200	PA 6,6	30
	PA 6,6	40
200-260	PA 6,6	40

Malzeme seçiminde jeneratör performansına ek olarak parçanın tasarımını da göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

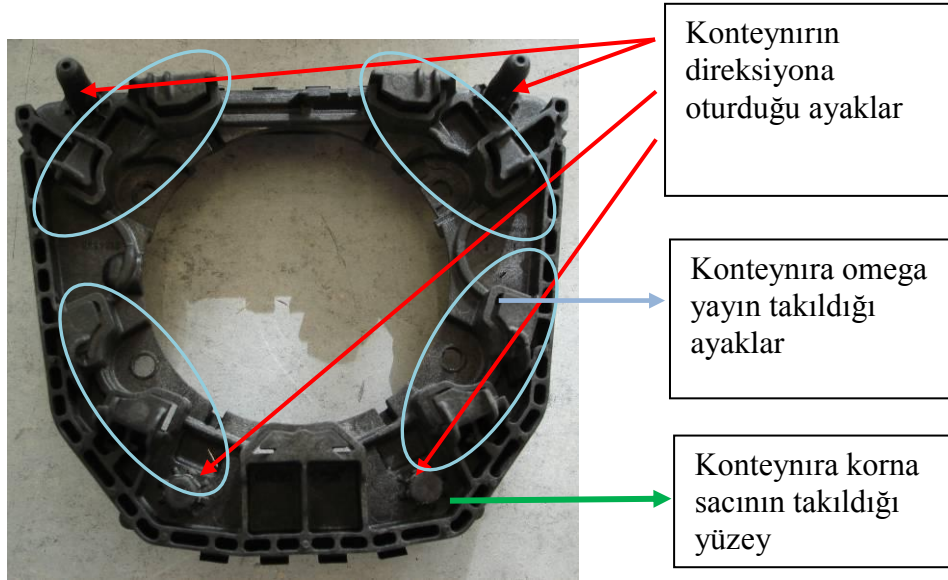
Tasarım: Konteynır tasarımı, gerekli performans değerlerinin sağlanmasına ek olarak, direksiyon armatürüne montaj şekli de göz önünde tutularak yapılmaktadır. Konteynırın direksiyona montaj şekline göre korna çalma fonksiyonu yerine getirilmektedir.

Direksiyon montajı ve korna çalma fonksiyonu için konteynır üzerine yerleştirilen metal parçalar şunlardır :

- Topraklama sacı
- Korna sacı
- Omega yay

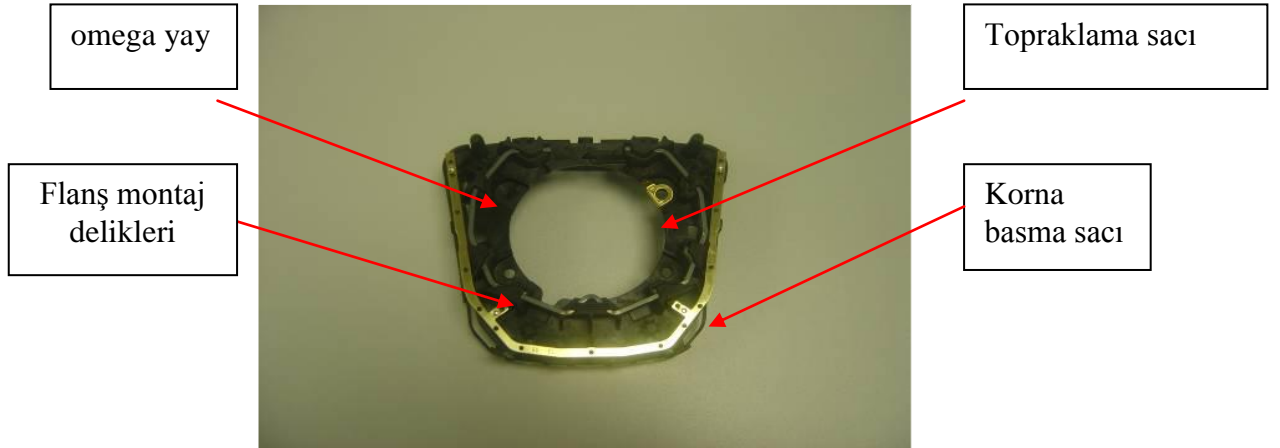
Topraklama sacı modülde meydana gelebilecek kısa devrenin önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Korna sacı pimlerle konteynıra çakılır ve konteynır ayaklarına takılan yayların üzerine belli bir kuvvet uygulanması ile direksiyon armatürü ve sürücü hava yastığı arasındaki boşluk kapanır, korna çalma işlevi gerçekleşmiş olur. Şekil 4.19' da gösterildiği üzere konteynır arka yüzeyindeki ayaklara yaylar takılarak modülün korna basma hareketi yapması sağlanmaktadır.Kapak üzerinde belirtilen korna basma noktaları üzerinden korna basma kuvvetleri ölçülür ve bu şekilde modül korna basma değerleri saptanabilir.



Şekil 4.19 Konteynır üzerine yerleştirilecek metal parçaların takılacağı yerlerin gösterimi

Konteynır, direksiyona omega yay olarak isimlendirilen metal bir parça ile direksiyona tutturulmaktadır. Yayın geçirildiği ayaklar hava yastığının patlama anındaki yüke maruz kalıp, zorlanmaktadır. Doğru malzeme ve dizayn bir arada seçilmediği sürece bu ayakları kırılıp, hava yastığının patlatma testi esnasında modülün direksiyondan kurtulup fırlaması söz konusu olmaktadır. Şekil 4.20' de metal parçaların takıldığı plastik bir konteynır gösterilmektedir (Nierk vd., 2005; Young ve Lowell, 1990; MacLennen vd., 2006).



Şekil 4.20 Metal parçaların takılı olduğu plastik konteynır

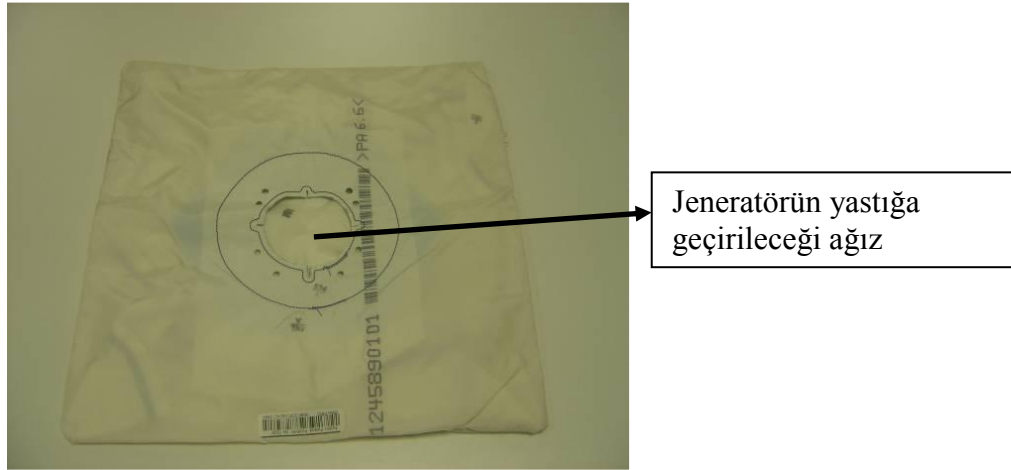
4.2.3 Yastık Tasarımı ve Malzeme Seçimi

Fonksiyon : Yan ve ön hava yastıkları temelde aynı yapıda olup kaza anında açılan ve yolcuu darbelerden koruyan tekstil parçalardır . Sürücü hava yastıkları direksiyona monte edildiğinden dolayı, sürücüye karşı belli bir yönlenme pozisyonuna sahiptir. Bu sebepten ötürü sürücü hava yastıkları diğer yastıklara oranla daha küçüktür. Yastık hacminin küçük

olması, yastık basıncının da daha kısa sürede azalması anlamına gelmektedir. Ön hava yastığında basıncın daha uzun bir zaman aralığında düşmesi için yastık kumaşı ince silikon filmi ile kaplanmaktadır. Yolcu hava yastığının hacmi ise, ön hava yastığına oranla yaklaşık iki katı büyüklüğünde olup, yastığın sönmümlenme süresi daha uzundur. Bu sebeplerden dolayı yastık kumaşının silikonla kaplanmasına gerek duyulmamaktadır. Yastık hacmi, ön veya yan hava yastığı konseptine göre, kullanılan jeneratörün gücüne göre belirlenmektedir.

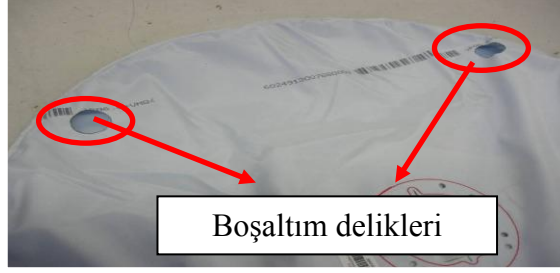
Yan hava yastıklarında, maksimum hacme ulaşma süresi yolcuyu daha iyi korumak adına yaklaşık 15 ms olarak tanımlanmıştır. Bu kadar kısa sürede yastığın şişkin kalabilmesi için, sürücü hava yastıklarında da olduğu gibi silikon kaplamaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Yastıklar, uygulanacak katlama metoduna göre, Şekil 4. 21' de olduğu gibi yastıklara dikdörtgen veya kare formlar verilmektedir. Böylece katlama daha kolay şekilde gerçekleştirilebilmektedir.



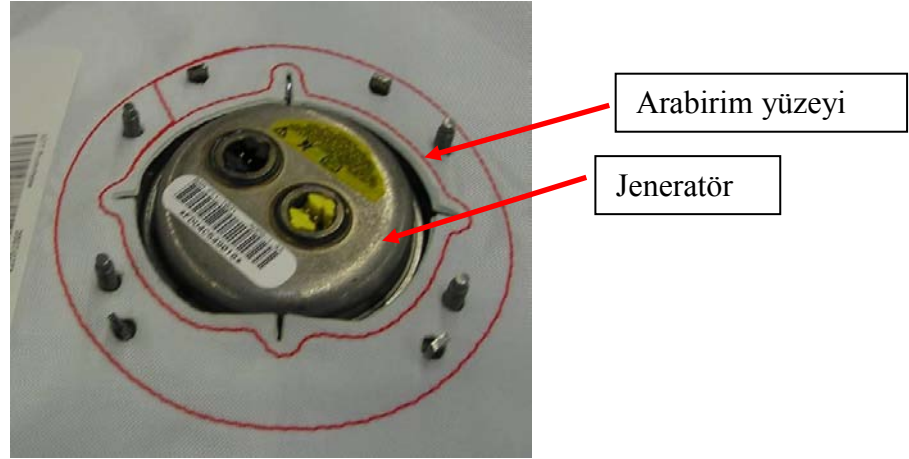
Şekil 4.21 İçe doğru ince dikişlerle kare şekline getirilmiş yastık

Yastığın patlatma sırasında şiştikten sonra yavaş yavaş kendini sönmümlenmesi gerekmektedir, böylece yolcu minimum derecede darbeye maruz kalmış olacaktır. Yastığın içine dolan gazın boşaltılabilmesi için yastığın araç camına bakan yüzeyine boşaltım delikleri açılmaktadır. Açılım deliklerinden çıkan havanın yolcunun dizine de zarar vermemesi için yastığın üst tarafına bu delikler yerleştirilmektedir. Açılan boşaltım deliklerinin çapı da, yastık hacminin belirlenmesinde olduğu gibi kullanılan jeneratörün gücüne göre belirlenmektedir. Boşaltım deliklerinin çapı deneme yanılma yöntemiyle başka bir deyişle yapılan patlatma testleri ile optimum hale getirilmektedir. Şekil 4.22' de örnek boşaltım delikleri gösterilmektedir.



Şekil 4.22 Yastık boşaltım delikleri

Kısıtlamalar : Yastığın patlama sırasında yanmaması veya zarar görmemesi için yastıkla jeneratörün temas alanına çok dikkat edilmektedir. Şekil 4.23’ de gösterildiği gibi, bu alana ek kumaş tabakaları eklenip zincir şeklindeki dikişler ile dikilerek kuvvetlendirme işlemi yapılmaktadır.



Şekil 4.23 Jeneratör yastık ön montajı

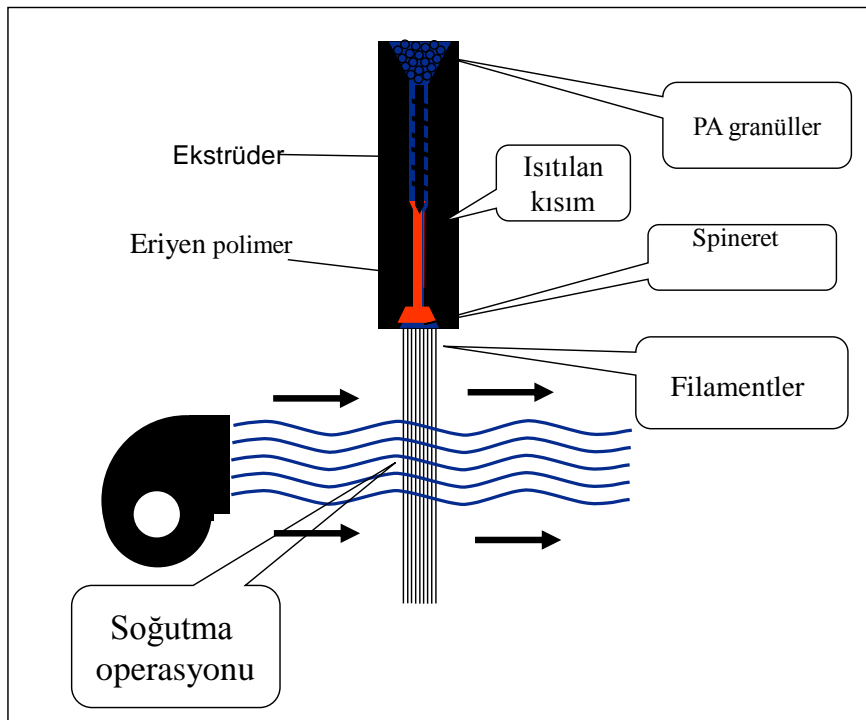
Yastığın jeneratörle montajı yapıldıktan sonra, Şekil 4.24’ teki gibi konteynır yastık montajı gerçekleştirilmektedir. Uygun katlama yöntemi ile yatık konteynır içersine yerleştirilir ve en son olarak da yastığın dekoratif kapak veya bir zarfla açılması önlenmektedir. Katlamanın rahat yapılabilmesi için yastık kumaşını oluşturan ipliklerin dokuma yoğunluğuna dikkat edilmelidir.



Şekil 4.24 Konteynır-yastık ön montajı

Malzeme seçimi : Yastık tekstil bir parça olup, en önemli özelliği yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı olmasıdır. Yastığın fonksiyonu ve kısıtlamaları göz önüne alındığında, yastık malzemesi için en uygun malzeme PA 66 olarak belirlenmiştir (Akkurt, 1991).

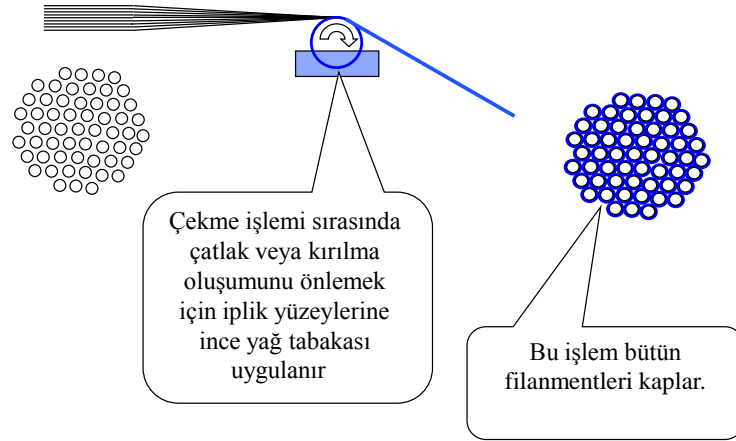
Poliamidler herhangi bir çözücüde çözünmediğinden yumuşak eğirme metodu ile üretilmektedirler. Şekil 4.25’ de yumuşak eğirme metodu ile filament oluşumu gösterilmektedir.



Şekil 4.25 Filament elde edişii

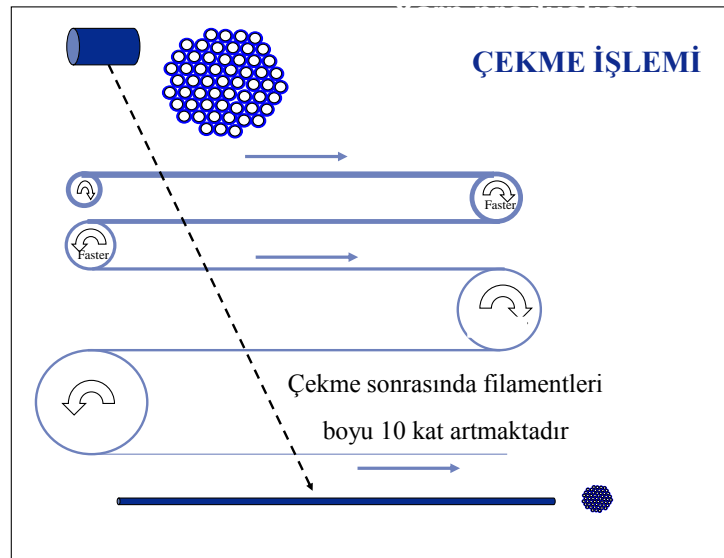
Dokuma işlemi için üretilen filamentlerin zarar görmemesi için filament yüzeyleri ince bir yağ tabakası ile kaplanmaktadır. Şekil 4.26' da şematik olarak kaplama işlemi gösterilmektedir.

Kaplama İşlemi



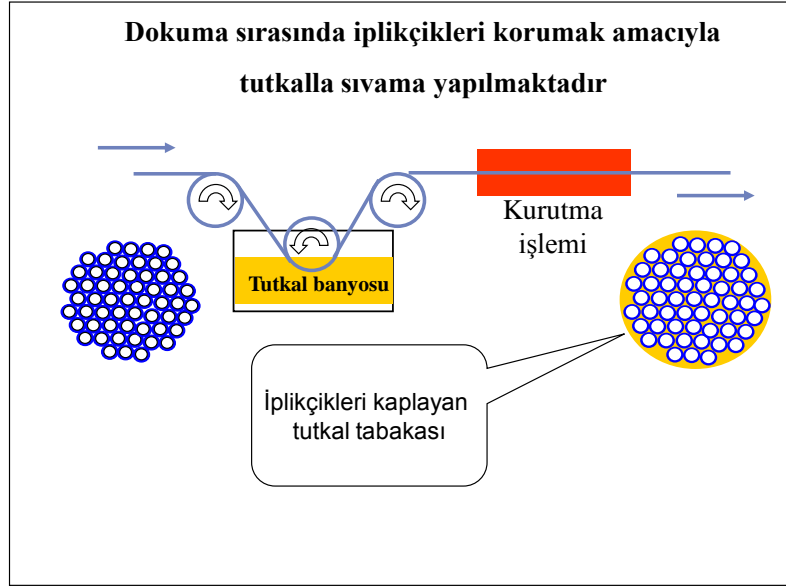
Şekil 4.26 Filamentlerin yağ tabakası ile kaplanmasının şematik olarak gösterilişi

Kaplanan filamentlerin dayanımlarının artırılması için çekme işlemi uygulanmaktadır. Aşağıdaki şekilde çekme işleminin makaralar yardımı ile uzatılması gösterilmektedir.(Şekil 4.27)



Şekil 4.27 Filamentlere uygulanan çekme işlemi

Filamentleri bir araya getirip korumak amacıyla Şekil 4.28’ de gösterildiği gibi tutkallama işlemi yapılmaktadır.



Şekil 4.28 Tutkallama işleminin şematik olarak gösterilişi

Yaklaşık 9000 adet iplik bir araya getirilerek dokuma işlemi için Şekil 4.29’daki gibi sarılmaktadır. Bu işleme sarma veya yığma işlemi denilmektedir.



Şekil 4.29 İpliklerin sarılma işlemi

Sarılan iplikler dokuma tezgahlarında Şekil 4.30' da görüldüğü gibi işlenmektedir.



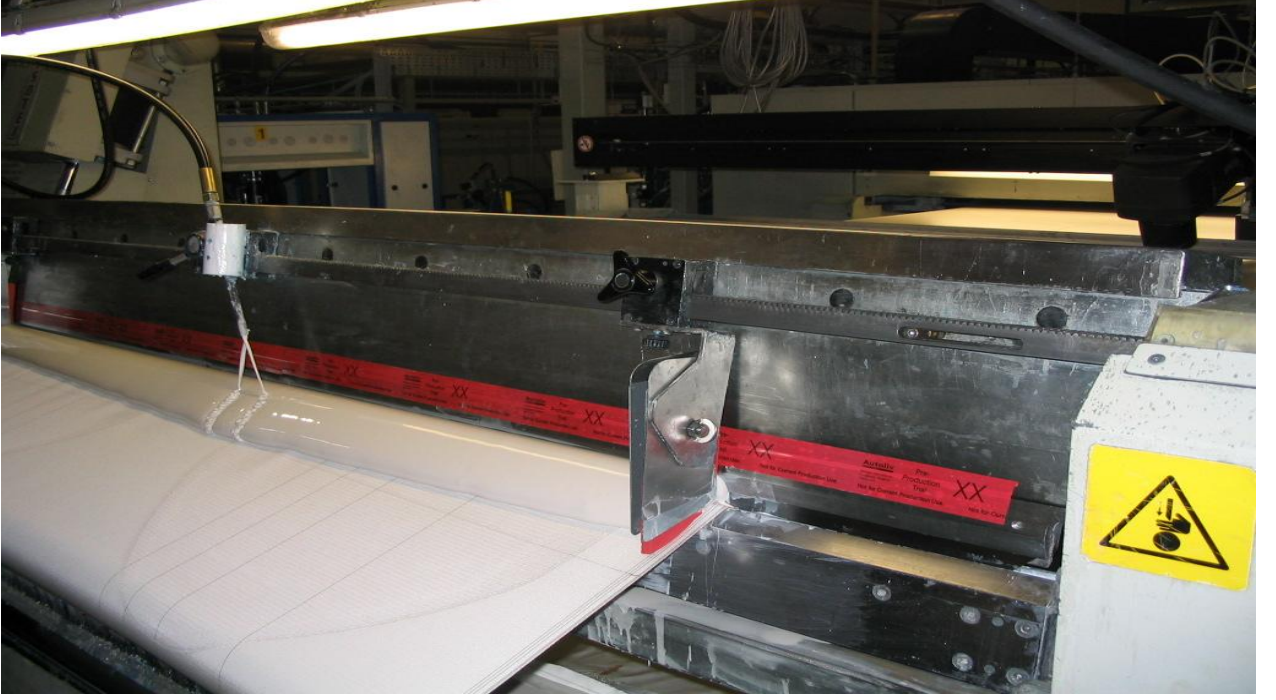
Şekil 4.30 Dokuma işlemi

Kumaş çift taraflı temizlenip ve yağ tabakasının kaldırılması için temizleme işlemi uygulanmaktadır. Bu işlemin iki temel amacı bulunmaktadır. Bunlar :

- Yağ tabakasının kaldırılması, kumaş üzerine silikon kaplanması kolaylaştırır.
- Kir ve yağ gibi tabakaların ortadan kaldırılması kumaşı kontrol etmeyi kolaylaştırır.

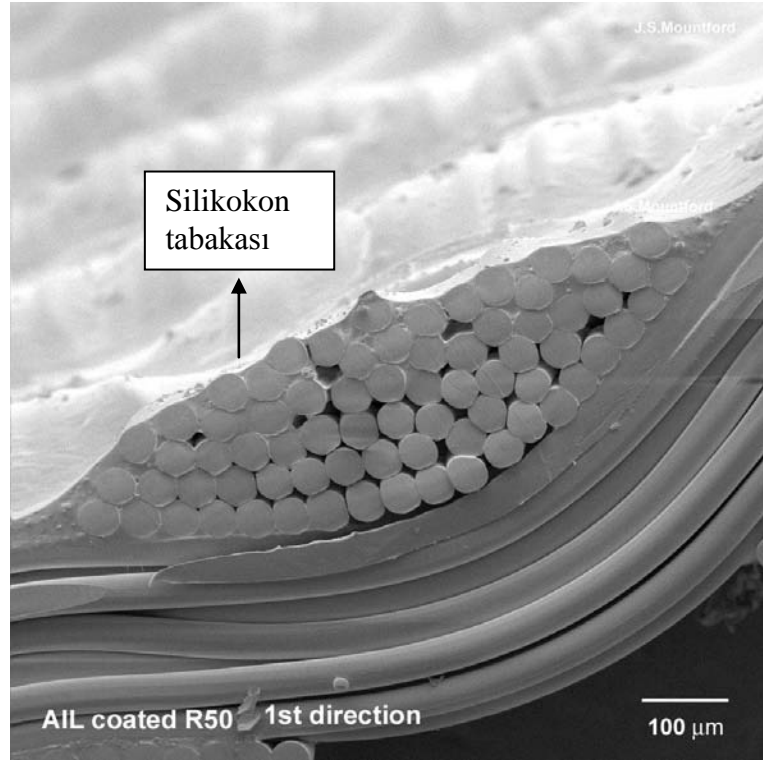
Kullanım amacına ve yerine göre hava yastığı kumaşına Şekil 4. 31' de görüldüğü üzere silikon kaplama uygulanabilmektedir. Kaplamanın amaçları :

- Boşlukların doldurulması ve gazın içeride tutulabilmek
- Kumaşı yüksek sıcaklıklardan korumaktır.



Şekil 4.31 Silikon kaplama işlemi

Silikon kaplama sonrasında Şekil 4.32’ de olduğu gibi iplikler arasında boşluklar tamamen kapanmış hale gelmektedir.



Şekil 4.32 Silikon kaplanmış yastığın büyütülmüş görüntüsü

Tekstil lifleri, materyalin elde edildiği kaynak göz önüne alınarak aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

- 1- Doğal lifler
- 2- Sentetik (yapay) lifler

Günümüzde nüfus arttıkça, doğal lifler insanların ihtiyacına yetmemeğe başlamıştır. Bu nedenle, sentetik lifler ön plana çıkmıştır. Ayrıca teknolojik araştırmaların bu alanda artması sonucunda, sentetik liflerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinde iyileştirmeler sağlanmaktadır. Diğer birçok sanayi kolunda olduğu gibi, hava yastığı sektöründe de sentetik lifler kullanılmaktadır.

SENTETİK LİFLER : Lifin ana maddesi olan polimer, bazı kimyasal maddelerden sentez yoluyla elde ediliyorsa “ Sentetik Lifler” olarak adlandırılmaktadır.

Sentetik liflerin elde edilmesinde prensip, ipekböceğinin ipek filamentlerini üretmesine benzetilmektedir. İpekböceğinde olduğu gibi, sıvı haldeki polimer madde, ince bir delikten katı hale gelebileceği bir ortama verilmektedir. Kimyasal lif üretiminde üç koşul yerine getirilmektedir.

1. Kullanılan polimerin sıvı halde olması gerekmektedir.
2. Sıvı polimer ince deliklerden sabit basınç altında püskürtülmektedir.
3. Deliklerden çıkan sıvı polimerin, filament halinde katılaşabileceği bir ortam gerekmektedir.

Bu prensipler uygulanarak üç farklı yöntemle sentetik lif üretimi yapılmaktadır :

- Yaş-eğirme
- Kuru-eğirme
- Yumuşak-eğirme

Yaş-eğirme yönteminde, polimerin uygun bir çözücü içerisinde çözeltisi hazırlanmaktadır. Bu çözelti, pıhtılaşmanın sağlanacağı banyo içinde bulunan spinneret başlığına pompa yardımıyla

sabit basınç altında gönderilmektedir. Polimer çözeltisi ince deliklerden filament şeklinde rulo sarılmaktadır.

Spinneret başlıkları, üzerinde elde edilecek filamentin çapı büyüklüğünde bir veya birkaç delik bulunan başlıklardır. Tek delikli bir spinneretten “ monofilament veya monofil” denilen bir tek filament, çok delikli spinneretten ise “ multifilament veya multifil “ denilen filament demeti elde edilmektedir.

Kuru-eğirme yönteminde, polimer çözeltisini hazırlamak için kullanılacak çözücü maddenin kolay uçucu, yani kaynama noktası düşük bir madde olması gerekmektedir. Böyle bir çözelti ince deliklerden sabit basınç altında ve içinden sıcak hava akımı geçen odacıklara püskürtülerek çözücü kolayca buharlaştırılmaktadır. Böylece geriye filament şeklinde biçimlenmiş polimer madde kalmaktadır. Bu yöntemde, çözücü olarak kullanılacak maddenin kolay uçucu olmasının yanında kolay bulunan, ucuz ve tutuşmayan cinsten olması tercih edilmektedir.

Yumuşak-eğime yönteminde ise, herhangi bir çözücüde çözünmeyen termoplastik özelliğe sahip polimerler yumuşak eğirme yöntemi ile filament haline getirilmektedir. Bu yöntemde granül halindeki polimer parçaları, erime noktası üzerindeki sıcaklığa ısıtılarak eritilip sıvı hale getirilmektedir. Erimiş polimer bir pompa yardımıyla sabit basınç altında spinneret başlıklarından, soğuk hava akımı geçen odacıklara püskürtülmektedir. Erimiş polimer, soğuk odalarda filament halinde katılaştır. Polimeri eritmek için yüksek sıcaklık değerlerine çıkılması gerekmektedir. Bu sıcaklıklarda polimer, havanın içersinde bulunan oksijenden etkilenip bozduğundan, sistemde soğutucu olarak hava yerine inert bir gaz olan azot gazı kullanılmaktadır.

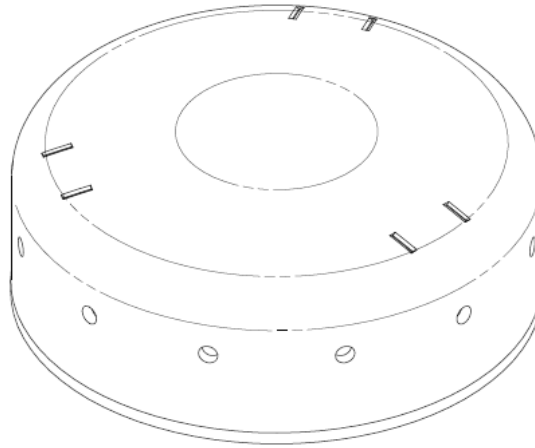
Bu üç yöntemden biri ile elde edilmiş filamentler, taşıdığı özellikler bakımından henüz tekstilde kullanılmaya uygun değildir. Polimerin sıvı halden katı hale ani olarak geçmesi, molekül zincirlerinin molekül zincirlerinin karmaşık olarak düzenlenmesine sebep olmaktadır. Kısa süre içinde polimer zincirinin kendi kendine düzenlenerek kristallenme meydana getirmesi beklenmemektedir. Tekstil liflerinde, amorf ve kristalin bölgelerin belli oranlarda birlikte bulunmaları gerekmektedir. Lifin içinde yalnız amorf bölgelerin olmaması, bir miktar da kristalin bölgenin teşekkül etmesi için katılma süresini uzun tutmak da yeterli olmaz. Lifin yapısındaki kristalin bölgeleri arttırmak amacıyla germe-çekme işlemi uygulanmaktadır.

Germe-çekme işleminde filamentler boylarının üç ile on katı arasında uzatılmaktadır. Bu uzatma sayesinde, filament inceler, iç yapıdaki polimer zincirleri elyaf eksenine boyunca yönelir ve birbirine paralel hale geçmektedir. Bu işlemle filamentin dayanıklılığı artmaktadır. Germe-çekme işlemi, hızları farklı iki silindir arasından geçirmek suretiyle yapılmaktadır (Başer, 1992).

4.2.4 Jeneratör Tasarımı ve Malzemesi

Hava yastıklarında jeneratör, patlamayı gerçekleştiren başka bir deyişle yastığın içine hava dolmasını sağlayan parçadır. Patlayıcılar ve jeneratörün dış metal yüzeyi, jeneratörü oluşturan temel birimlerdir. Metal kutu içindeki NaN_3 granülleri patlama sırasında ateşlenir ve azot gazı hava yastığını doldurmaktadır.

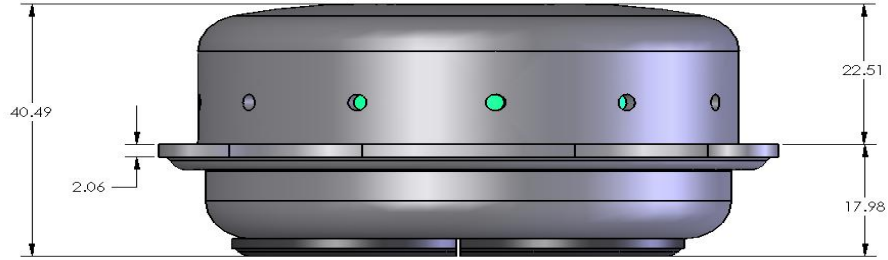
Patlama anında çok yüksek sıcaklıklara çıkılması söz konusu olduğundan, jeneratör dış yüzeyi sıcağa dayanıklı bir malzeme grubundan seçilmektedir. Özellikle düşük alaşımlı çelikler jeneratör dış yüzeyi için düşük alaşımlı çelik tercih edilmektedir.(Şekil 4.33)



Şekil 4.33 Jeneratör dış yüzeyi

Jeneratör seçimi, uyulması gereken yasal zorunluluklar ve hava yastığından beklenen performans göz önüne alınarak yapılmaktadır. Jeneratörler, başka bir deyişle inflatörler, ateşlenmeleri bakımından tek kademeli ve çift kademeli olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. Hava yastığının takıldığı araçların hangi ülkeye satıldığı ile bağlantılı olarak tek veya çift patlamalı jeneratörler tercih edilmektedir.

Jeneratörlerin konteynıra montajı için flanş çakılı ve flanşsız olmak üzere farklı dizaynları bulunmaktadır. Flanş çakılı olan jeneratörler, konteynıra bağlanacak noktaları göz önüne alınarak yıldız veya yuvarlak olarak tasarlanmaktadır.



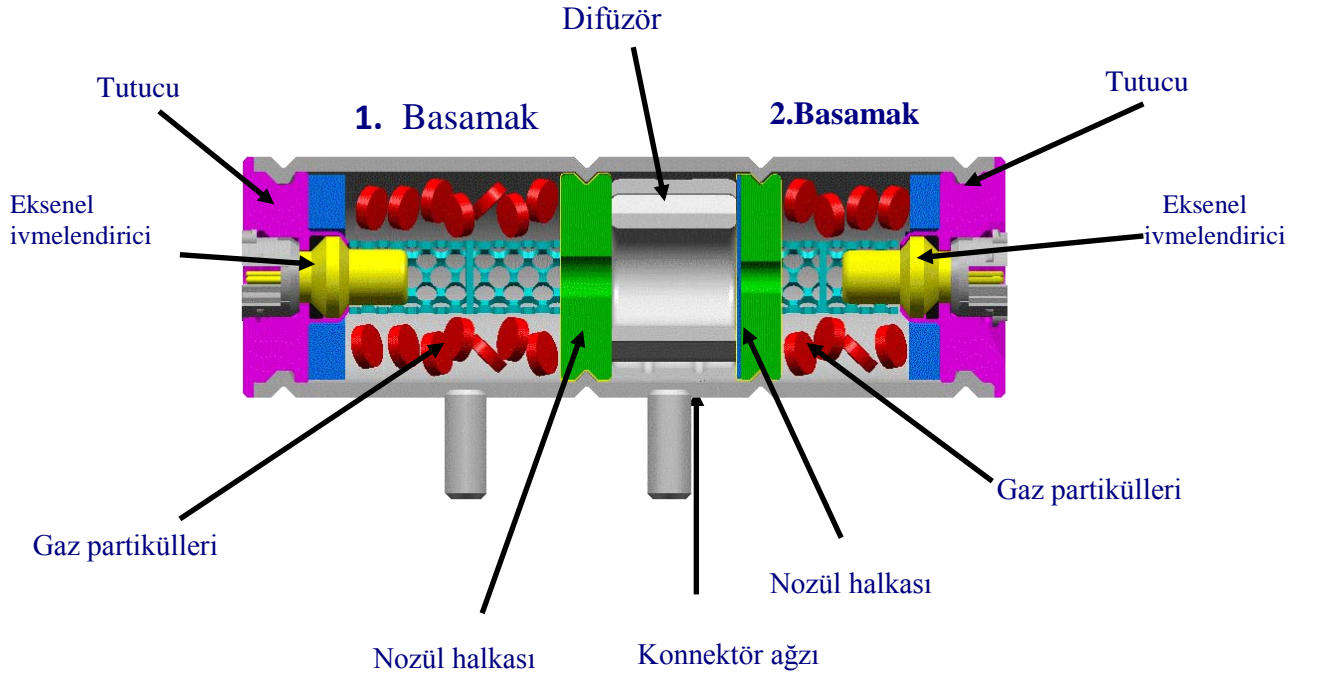
Şekil 4.34 Flanş takılmayan jeneratör

Tek Kademeli Jeneratörler : Jeneratörde tek patlama gerçekleşmektedir. Herhangi bir ertelenme zamanı söz konusu değildir. Kaza şiddeti ne olursa olsun, açılan yastığın ulaştığı hacim sabit kalmaktadır.



Şekil 4.35 Tek kademeli yıldız flanşlı inflatör

Çift Kademeli Jeneratörler : Kazanın şiddetine ve yolcunun fiziksel özelliklerine göre, patlayan yastığın hacmini değiştirebilmek amacıyla kullanılan jeneratörlerdir. Özellikle Kuzey Amerika pazarı için üretilen araçlarda bu tip jeneratörler kullanılmaktadır. 1. basamak ve 2. basamak arasında belli bir ertelenme zamanı vardır. 1. basamakta patlama gerçekleştikten sonra belirli olan ertelenme zamanı geçer ve 2. basamakta da patlama gerçekleşmektedir (Şekil 4.36). Yastık birinci patlama ile ulaşabileceği maksimum hacme yaklaşmaktadır, bu sırada ertelenme süresi kadar zaman geçer ve ardında diğer socket ateşlenip, yastığın maksimum hacme ulaşması sağlanmaktadır. Kazanın şiddetine göre açılan ilk yastık hacmi yeterli ise ikinci patlama gerçekleşmemektedir.



Şekil 4.36 Çift kademeli silindirik jeneratörün kesit görünüşü

4.2.3 Flanş Tasarımı ve Malzeme Seçimi

Flanş inflatöre çakılı olabildiği gibi ayrı bir komponent olarak da kullanılmaktadırlar. Özellikle jeneratörün yastık iç yüzeyine daha az zarar vermesi nedeniyle flanş tercih edilmektedir. Ayrıca perde hava yastıklarında konteynır gibi yastığı tutan parça görevini üstlenmekte olup flanşlar geometrilerine göre yıldız ve yuvarlak olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. Flanş geometrisine göre kullanılacak olan jeneratör göbek kısmı da değişmektedir. Jeneratöre direkt temas söz konusu olduğu için sıcığa karşı dayanıklı malzemeler tercih edilmektedir.



Şekil 4.37 Yıldız geometrili flanş

5. HAVA YASTIĞI PERFORMANS DEĞERLENDİRİLMESİ ve İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

Hava yastıkları, kullanıldıkları araçların satışa sunulacağı ülkelerde geçerli olan standartlarına bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Bu nedenle aynı model araçlarda kullanılmasına rağmen, farklı tasarımlarda hava yastıkları karşımıza çıkmaktadır. Belirlenen standartlar hava yastığı tasarımında yol gösterici olmaktadır.

Projelerin tasarım aşamasında göz önünde tutulması gereken kriterler şu şekilde sıralanabilmektedir :

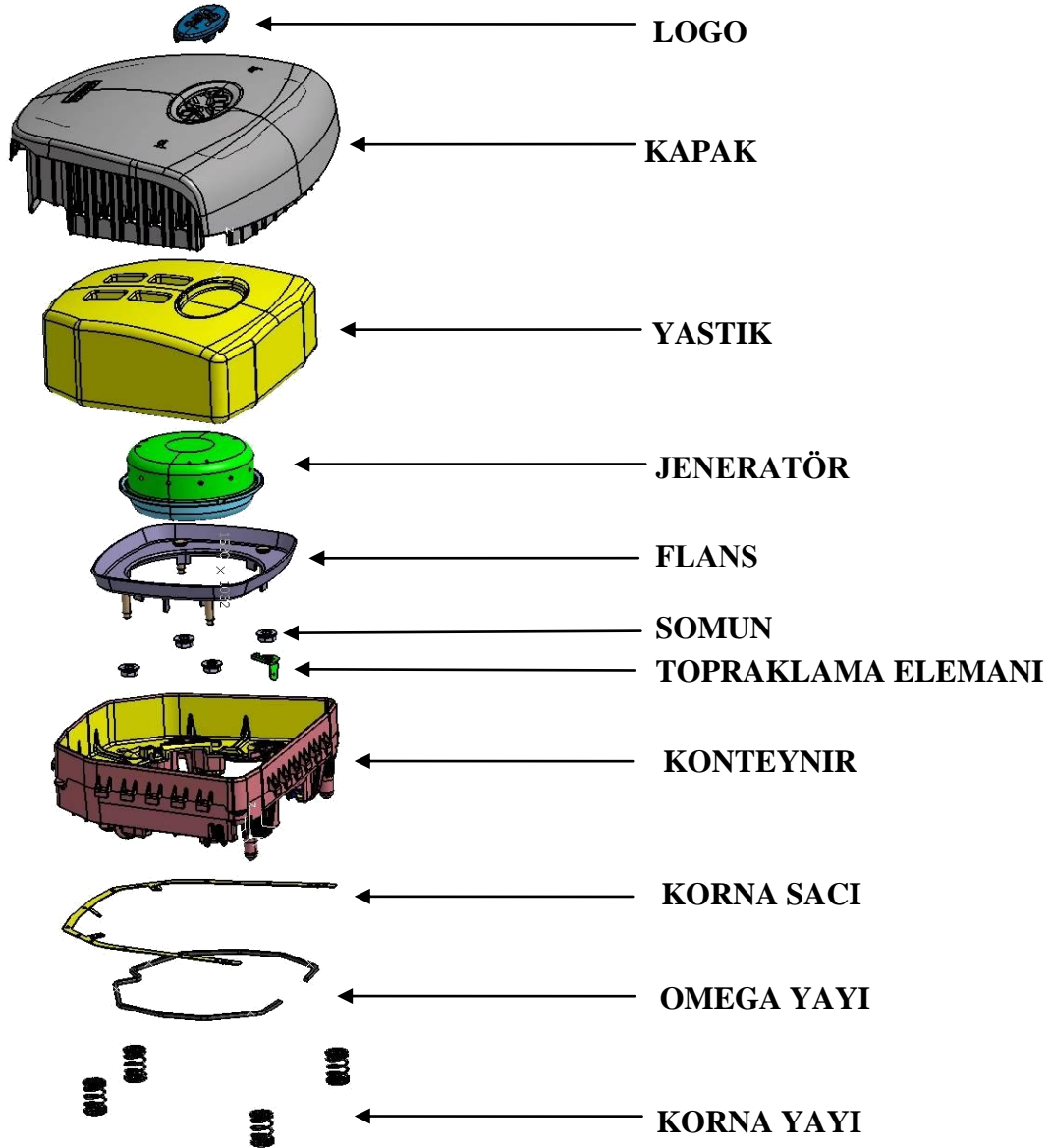
- Belirlenen standartların gereklerini yerine getirme,
- Gerekli performans değerlerinin yerine getirilmesi,

Üzerinde çalışılan sürücü hava yastığı, FMVSS 208 standartına uyumlu olarak hazırlanmaktadır.

FMVSS 208 standartlarına göre çift kademeli jeneratörlerin kullanımı zorunlu kılınmaktadır. Jeneratörün çift kademeli olması sebebiyle hava yastığında kullanılan diğer parçaların da bu tip jeneratöre uygun bir şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Yapılan farklı prototipler ile kullanılan hava yastığı parçaları doğrulanmaya çalışılarak, ortaya çıkan sürücü hava yastığının performansı ölçülmektedir.

Üzerinde çalışılan projede kullanılacak olan parçalar Şekil 5.1' de gösterilmektedir.



Şekil 5.1 Tasarlanan sürücü hava yastığı parçaları

Jeneratör :

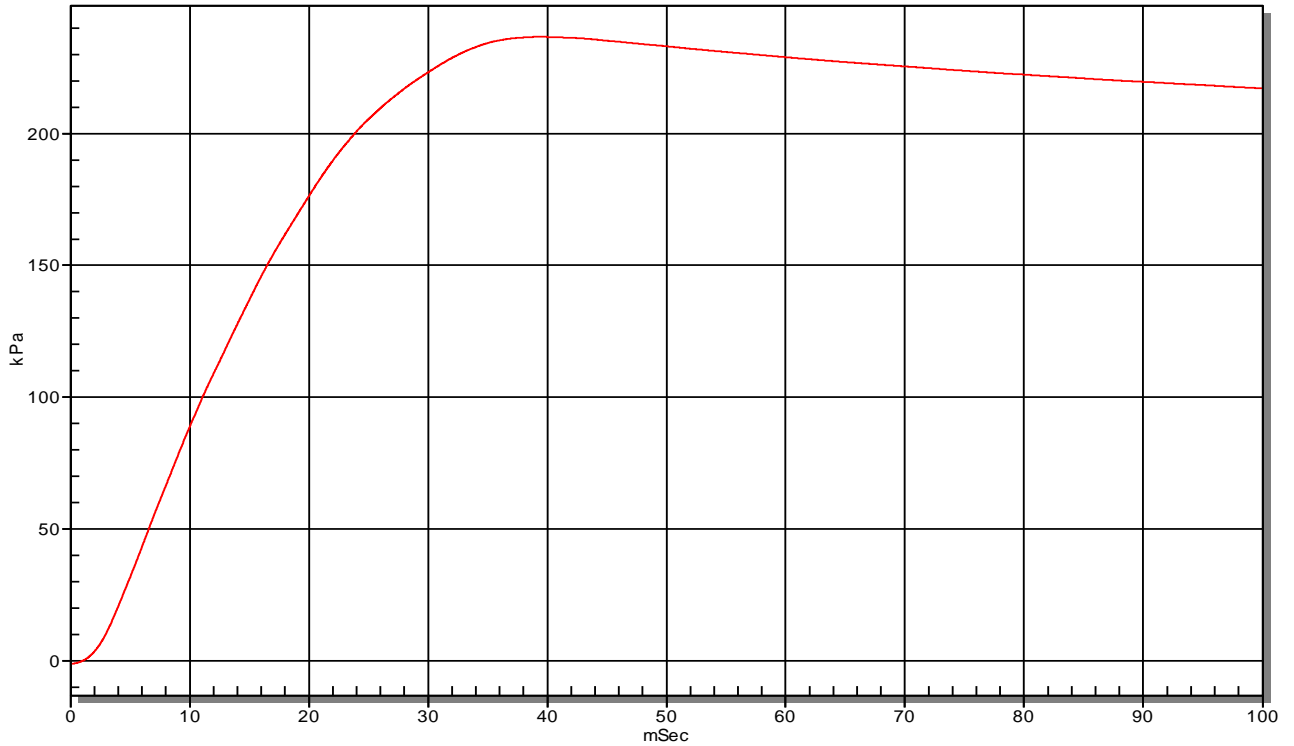
Proje aşamasında ilk olarak jeneratör özellikleri belirlenmesi gerekmektedir çünkü jeneratörün gücü hava yastığında kullanılacak olan diğer komponentlerin seçiminde belirleyici olmaktadır.

Jeneratör seçiminde en önemli kriter jeneratör gücü ve jeneratörün kademeli olup olmayacağıdır. Jeneratör gücü aracın satılacağı ülkede uygulanan standartlar göz önünde

bulundurularak seçilmektedir. Bu çalışma sonucu üretilecek olan hava yastıkları Kuzey Amerika için olup FMVSS standartları ile uyumlu yürütülmüştür.

- Tip : Çift kademeli , ertelenme zamanı 10 ms
- Güç : 240 kPa
- Soket özellikleri : 1. Basamak soket rengi - siyah , 2. basamak soket rengi – sarı
- Flanş : Jeneratör gücü yüksek olduğundan dolayı, flanş jeneratöre dahil edilmeyip ayrı bir parça olarak kullanılmıştır.

Şekil 5.2' de gösterilen basınç-zaman eğrisi, jeneratör aktif hale geldikten sonra geçen zaman dilimlerinde meydana getirmesi gereken güç kpa cinsinden belirtilmektedir.



Şekil 5.2 Jeneratör basınç-zaman eğrisi

Soket renkleri ve girişleri farklı seçilmiştir, böylece araçta montajı sırasında ters takılma riski ortadan kalkmaktadır. Belirlenen bu özellikler sayesinde diğer hava yastığı parçaları belirlenebilmektedir. Şekil 5.3' te seçilen jeneratör gösterilmektedir.



Şekil 5.3 Yürütlen çalışmada tercih edilen jeneratör

Flanşın, jeneratöre çakılı olarak kullanılması tercih edilmemiştir, çünkü jeneratör gücü yüksek olarak seçilmiş ve buna bağlı olarak yastık boğaz bölgesinin korunması için flanş ayrı bir parça olarak monte edilmesi uygun görülmüştür.

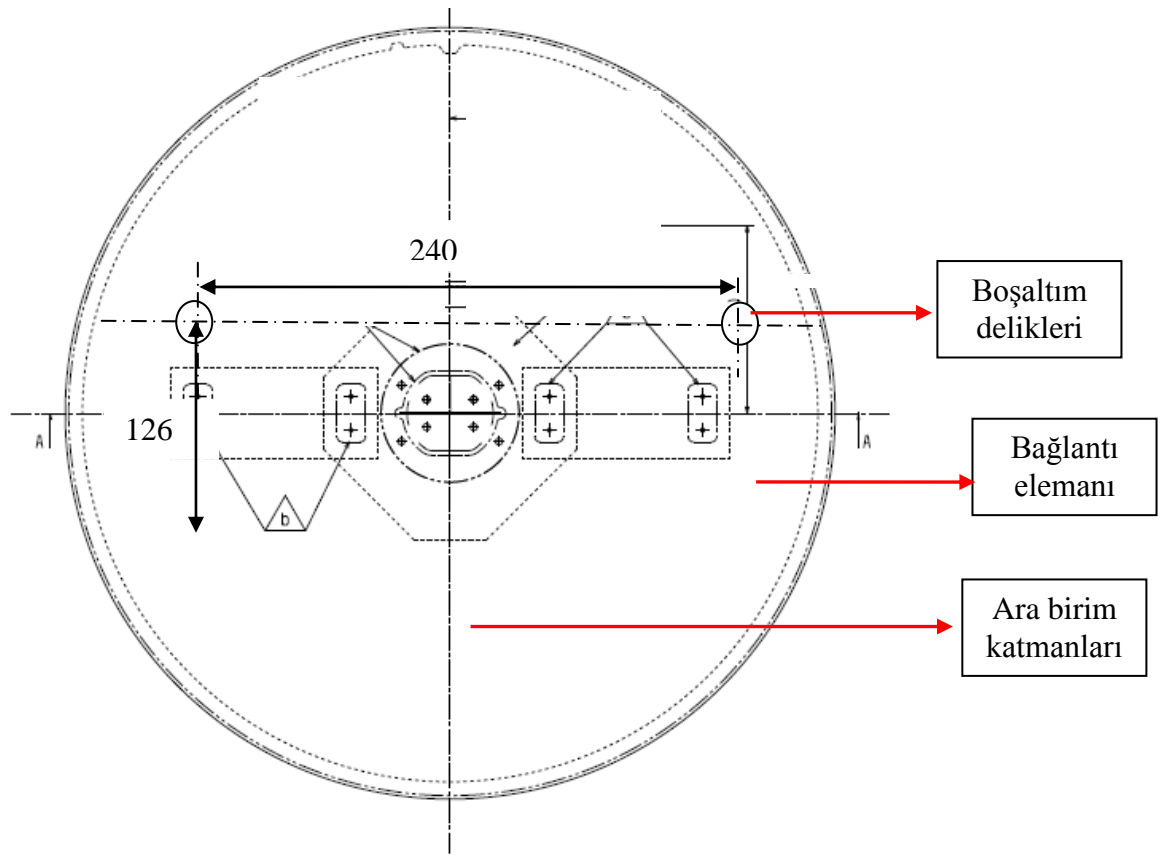
Yastık :

- Malzeme : PA 6,6 – Silikon kaplanmış
- Panel boyutu : Ø700mm
- Hacim : 52 lt
- Dikilmemiş yastık çapı : 700 mm
- Dikilmiş yastık çapı : 670 mm
- Katlama tipi : Kompres katlama
- Yastık tipi : Yuvarlak biçimli yastık
- Ara birim : 4 delik açılacaktır
- Ara birim katmanı : 4 adet
- Ön panel katmanı : 2 adet
- Boşaltım delikleri : 2 x Ø 30 mm

- Bağlantı elemanı ve malzemesi : 2 adet, yastık kumaşı ile aynı tip seçilmiştir.

Boşaltım deliklerinin çapı yastık hacmine bağlı olarak belirlenmektedir. Yastık hacmi arttıkça, boşaltım deliklerinin çapının da artması gerekmektedir. Yastığın belirli saniyelerde istenen sertlikte olabilmesi için boşaltım deliklerinin çapı ve pozisyonu yapılan darbe testleri ile doğrulanmaktadır.

Boşaltım delikleri, yastık hacminin yeterli sertlik sağlaması amacıyla ilk başta Şekil 5.4' teki gibi 126mm X 240 mm olarak geçici bir boşaltım pozisyonu belirlenmiştir. Yapılan testler sonucu ortaya çıkan değerlere göre boşaltım deliklerinin optimizasyonu gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.4 Yastık elemanlarının ve boşaltım deliklerinin gösterilişi

Şekil 5.4' te de görüldüğü üzere, yastık şeklini belirleyen iki adet bağlantı kolu bulunmaktadır. Ara birimde yine yastık kumaşı ile aynı malzemeden katmanlar tercih edilmiştir. Böylece jeneratörün temas ettiği bölge katmanlar sayesinde korunmaktadır. Boğaz da denilen bu bölge patlama anında yastığın yanmasını önleyerek, yastığın fırlamasını engellemektedir. Yapılan patlatma testleri ile boğaz bölgesi kontrol edilip ek katmanın gerekli olup olmayacağına karar verilecektir.

Ayrıca patlama anında yolcuya zarar vermemesi amacıyla boşaltım delikleri araç camının olduğu yönde belirlenmiştir. Böylece kaza anında hava yastığı içerisine dolan gazlar cama doğru yönlendirilmiş olur.

İki adet bağlantı elemanı sayesinde yastığın patlama sırasındaki şekli belirlenmektedir. Başka bir deyişle, yastık açılım pozisyonun kontrolü sağlanmaktadır.

Konteynır:

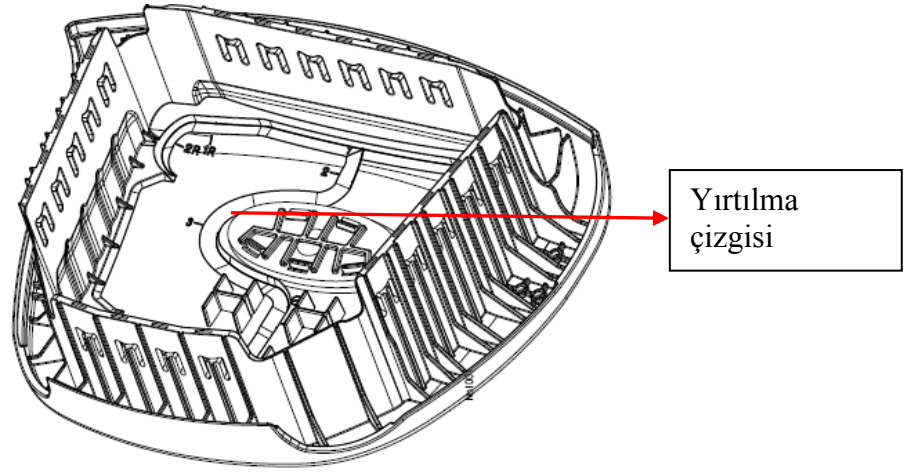
Konteynır tasarımında ilk olarak patlama anında parça üzerine gelen yük göz önüne alınmıştır. Jeneratör gücü yaklaşık 240 kpa olduğu için konteynır malzemesi PA 66 + %40 cam fiber seçilmiştir. Sürücü hava yastığının diğer bir fonksiyonu olan korna basma için konteynırın alt yüzeyine direksiyon üzerinde bulunan pinlere temas edecek şekilde çinko kaplanmış sac parça yerleştirilmiştir. Ayrıca sürücü hava yastığının direksiyona monte edilebilmesi için konteynır alt yüzeyine omega yay takılmıştır.

- Malzeme : PA 66 + %40 cam fiber.
- Tırnak sayısı : 20 adet

Kapak :

- Malzeme : PP-HI+TPS-SEBS
- Renk : Koyu kurşun rengi
- Yırtılma çizgisi : I tipi
- Logo : Logo üzerinde bulunan ayaklar kapak içerisine geçirilip sıkıştırılacaktır.

I tipi yırtılma çizgisi seçilmiştir, bunun nedeni ise yastık katlamasının kompres katlama olarak seçilmesidir. Kompres katlamada yastığın ilk olarak kapağın orta kısmından fırlayıp çıkabilmesi için daha uygun olan Şekil 5.5' te gösterilen I-tipi yırtılma çizgisi tercih edilmiştir.



Şekil 5.5 Yapılan kapak tasarımının izometrik görünüşü

Kapak malzemesi seçiminde en önemli kriterler :

- Yaşlanma direncinin iyi olması : ES-F50B-54043B13-AB şartnamesine göre, performans bakımından modülün 400 saat boyunca 107°C’ de şartlandırıldıktan sonra renk ve performans bakımından bir problem olmaması gerekmektedir.
- Kapağın negatif sıcaklık değerlerinde patlatma sırasında yırtılma veya kopmalara karşı esnek olması gerekmektedir.

Kapak malzemesinin özellikleri Çizelge 5.1’ de gösterilmektedir.

Çizelge 5.1 Kapak malzemesi özellikleri

Fiziksel / Mekanik Özellikler	Test Metodu	Birim	Değer
Sertlik, (15 s)	ISO 868	shore D	45
Özgül ağırlık	ISO 1183	g/cm ³	0.98
100 % uzamada gerilme	ISO 37	Mpa	11
Kopma anındaki uzama miktarı	ISO 37	Mpa	14
Yırtılma direnci	ISO 34-1B(A)	N/mm	95
100 % uzamada gerilme (-35°C)	ISO 37	Mpa	22
Kopma anındaki çekme direnci (-35°C)	ISO 37	Mpa	35
Kopma anındaki uzama miktarı (-35°C)	ISO 37	%	420
Çekme dayanımı (-35°C)	ISO 34-1B(A)	N/mm	145
100 % uzamada gerilme (+85°C'de)	ISO 37	Mpa	4
Kopma anındaki çekme direnci (+85°C)	ISO 37	Mpa	5
Çekme dayanımı (+85°C)	ISO 34-1B(A)	N/mm	46
Çekme miktarı (ortalama)	CTS	%	0.9

5.1 Hava Yastığı Performans Testleri ve Değerlendirme Kriterleri

Hava yastığının doğru bir şekilde çalıştığı aşağıda belirtilen maddeler göz önüne alınarak kararlaştırılmaktadır.

- Patlama anında hava yastığı parçalarının herhangi bir deformasyona uğramaması
- Yastık açılış pozisyonu,

- Kapak açılma zamanı,
- Yastığın tam olarak açıldığı zaman,
- Yastığın tam açılma anında ulaştığı maksimum hacim,
- Yastığın şişmesinden sonra sönmesi için gereken süre,

Hava yastığı tasarımının doğru olup olmadığı yapılan testler sonucu belirlenmektedir.

5.1.1 Statik Patlatma Testleri

Statik patlatma testi , hava yastığının performansını belirleyen kapak açılma ve maksimum hacme ulaştığı zamanların belirlenmesi için yapılmakta olan testlerdir. Hava yastığının patlama anı, kaza anında yolcunun hava yastığına temas edeceği an ile yaklaşık olarak örtüşmesi gerekmektedir. Yapılan testler sonucu hava yastığının ortalama olarak açılma zamanları belirlenmektedir. FMVSS 208 standardı göz önünde bulundurularak testler tamamlanmıştır.

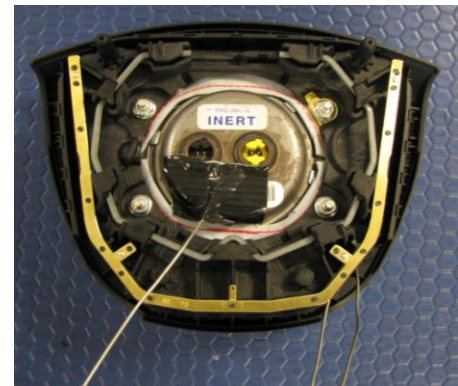
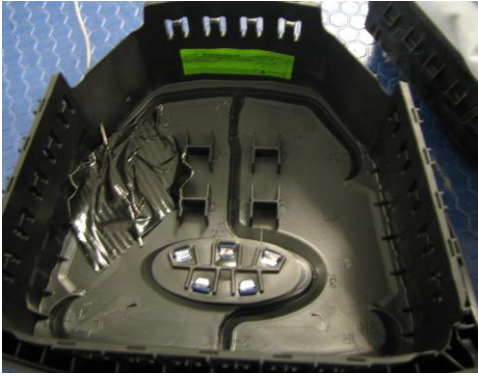
Statik patlatma testleri yüksek sıcaklık, oda sıcaklığı ve düşük sıcaklıkta olmak üzere farklı ortam koşullarında yapılarak, hava yastığı performansı değerlendirilmektedir. Yüksek sıcaklık değeri +80°C ile +100°C arasında bir değer seçilmektedir. Düşük sıcaklık değeri ise -20°C ile -30°C arasında olmaktadır. Çalışmada yapılan statik patlatma testleri, ES-F50-54043B13-AB şartnamesine göre yapılmıştır. Şartnamede belirtilen yüksek sıcaklık değeri +80°C ±5 °C, düşük sıcaklık değeri ise -30°C ±5 °C olarak belirtilmektedir. Hava yastığı modülü statik patlatma testi için belirlenen bu sıcaklıklarda 4 saat şartlandırılmaktadır. Şartlandırma sonrasında yine şartlandırma sıcaklığındaki klimatik odalarda patlatma testi yapılmaktadır. Ayrıca patlatma testi, şartlandırma sonrasında oda sıcaklığında da patlatılabilmektedir. Ancak patlatmanın, modül şartlandırma fırınında çıktığı andan itibaren iki dakika içerisinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Çünkü modül yüzey sıcaklığı her bir dakikada 5°C düşmektedir veya ısınmaktadır. İstenen sıcaklıkta patlatma yapılamaması, modül performansının tam olarak belirlenememesine sebep olmaktadır. Bu nedenlerden ötürü, bu proje için yapılan testler klimatik oda içerisinde gerçekleştirilmiştir. ES-F5054043-AB şartnamesine göre yüksek veya düşük sıcaklıklarda yapılan patlatma testleri kabinler içerisinde gerçekleştirilmektedir. Yaklaşık olarak 4 saat şartlandırmadan sonra, kabin

içerisinde modüller patlatılmaktadır. Şekil 5.6' da patlatma testleri için kullanılacak kabin gösterilmektedir.



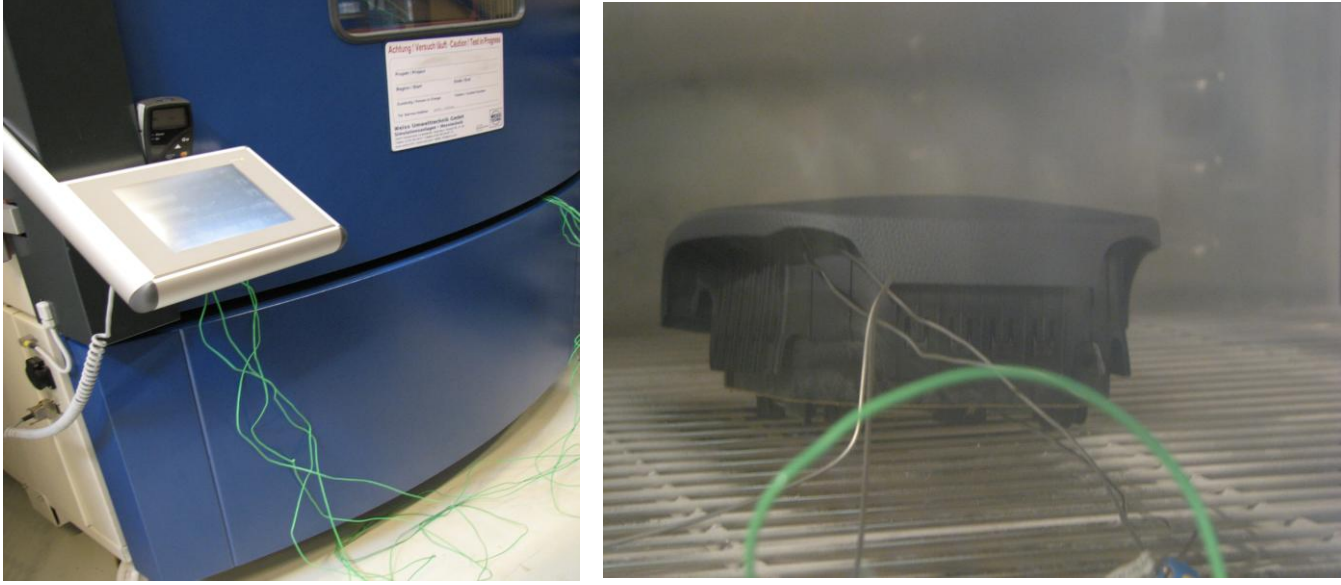
Şekil 5.6 Şartlandırmalarda kullanılan klimatik oda

Test sıcaklıkları çok hassas olduğu için, testlere başlamadan önce uyulması gereken zamanlamar üzerinde çalışılmıştır. Hava yastığı üretimi sırasında her bir parçaya temas edecek şekilde termokupul yerleştirilmiştir. Şekil 5.7' de parçalar üzerine yerleştirilmiş termokupullar gösterilmektedir.



Şekil 5.7 Sıcaklık ölçümü için hazırlanan sürücü hava yastığı

Termokupulların yerleştirildiği modül, şartlandırılmak üzere fırına konulmuş ve 4 saat -30°C ' de ve $+80^{\circ}\text{C}$ ' de bekletilmiştir. Şekil 5.8' de şartlandırma fırınına yerleştirilmiş modül gösterilmektedir.



Şekil 5.8 Şartlandırma aşaması

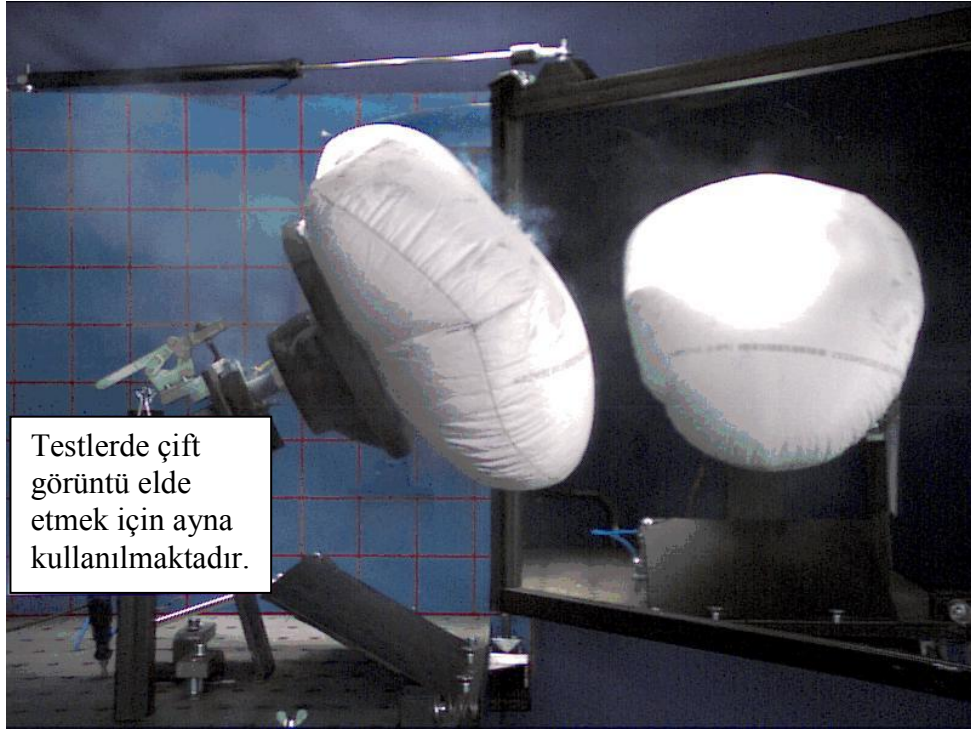
Şartlanma süresi bittikten sonra modül patlatmanın yapılacağı odaya getirilip fikstüre yerleştirilmiştir. Patlatma testi için 5 dakika daha kabinde bekletilip sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Ek 1' de -30°C ' de yapılacak olan patlatma testleri için 3 saniyede bir ölçülen sıcaklık değerleri bulunmaktadır. Ekteki tablodan sıcaklık değerlerinin test için uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Sıcaklık kontrolünün ardından patlatma testinin yapılacağı fikstür hazırlanmaktadır. Fikstürün patlama anında hareket veya titreşim söz konusu olmadan testi etkilemeyecek şekilde hazırlıklar tamamlanmıştır. Şekil 5.9' da görüldüğü üzere sürücü hava yastığı için direksiyonun sabitlenebileceği bir fikstür hazırlanmıştır. Ayrıca direksiyon açısı da bu fikstür sayesinde verilmektedir. Patlama sırasında yastık hacmini karşılaştırabilmek amacıyla damalı fonlar kullanılmaktadır.



Şekil 5.9 Sürücü hava yastığı test fikstürü

Yastığın direksiyon simidine temas ettiği an, yastığın maksimum hacime ulaştığı an olarak kabul edilir ve geçen bu süre yastık açılma süresi olarak belirlenmektedir. (Şekil 5.10)



Şekil 5.10 Sürücü hava yastığının patlama sırasında maksimum hacme ulaştığı an

Yapılan patlatma testlerinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir :

- Oda sıcaklığında yapılan testlerde problem yaşanmamıştır.
- -30°C ' de şartlanmış olan modüllerin -30°C 'deki patlatma testinde, kapağın açılması sırasında yırtılma çizgisinin dışına taşıdığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5.11 Kapakta yırtılma çizgisinin yanlış yerden açılmaya devam ettiği durum

- $+80^{\circ}\text{C}$ ' de gerçekleştirilen patlatma testleri sonrasında konteynırın arka ayaklarında kırılmalar görülmüştür. Ayrıca bu bölüm omega yayın geçirildiği yer olup bazı testlerde omega yayın konteynır ayaklarından kurtulup modülün fırladığı görülmüştür.



Şekil 5.12 Patlatma testi sonrasında kırılan arka ayaklar

5.1.2 Yatay Darbe Testi

Genel olarak hava yastığı performans testleri içerisinde kaza anını en iyi şekilde simule eden testlerden biri olarak kabul edilmektedir. Yatay darbe testinde hava yastığı modülü düz bir panele dik bir biçimde yerleştirilip, yatay olarak üzerine darbe uygulanmaktadır. Darbe hareketli kollar yardımı ile yastık maksimum hacme ulaştığı sırada temas söz konusu olmaktadır. Şekil 5.13’ de yatay darbe testinin sürücü hava yastığına uygulanışı görülmektedir.



Şekil 5.13 Yatay darbe testi

Yatay darbe testi ile yastığın dayanıklılığı kontrol edilmektedir. Test sırasında özellikle çevre dikişleri çok fazla zorlanmakta olup, test değerlendiriliken çevre dikişleri incelenmektedir. Ayrıca darbeyi oluşturan plaka belirli aralıklarla farklı renklere boyanarak, patlama anında plakanın yastığın hangi kısımlarına temas ettiği anlaşılabilir.

Yatay darbe testi sonucunda Şekil 5.14 ‘te görüldüğü üzere yastık çevre dikişlerinde yırtılma gözlenmiştir.



Şekil 5.14 Yatay darbe testi çevre dikişleri kopan yastık

5.1.3 Yaşlandırma Testi

Sabit bir sıcaklıkta yaklaşık olarak bir ay boyunca hava yastığı modülün bir fırında bekletilmesi ile gerçekleşen testtir. Uygulanan bir aylık yaşlandırma sonrasında, modülün 10 yıl yaşlandığı kabul edilmektedir. Yapılan yaşlandırma testi sonrasında patlatma testi gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde modülün yaklaşık olarak 10 yıl sonraki performansı gözlenmektedir

Üzerinde çalışılan bu projede yaşlandırma testleri ES-F50-54043B13-AB standardına göre uygulanmıştır. Sıcaklık 107°C olup şartlandırma süresi 400 saattir.

Uygulanan yaşlandırma ve patlatma testi sonuçları aşağıdaki gibi sıralamaktadır:

- -30°C’ deki patlatma testlerinde kapakta kopma görülmüştür.



Şekil 5.15 Testler sonucu kapaktan kopan parçalar

- +80°C’ deki patlatma testlerinde konteynır arka ayakları kırılmaktadır.



Şekil 5.16 Konteynır üzerinde kırılan arka ayaklar

- Yastık ön yüzeyinde ve çevre dikişlerinde yırtılma gözlemlenmektedir. Özellikle +80°C’ de yapılan yatay darbe testi sonucu yastık çevre dikişlerinde 30 cm’lik yırtık oluşmuştur. +80°C’ de yapılan patlatma testi sonucu yastık ön panel dikişlerinde 25 cm’lik yırtık meydana gelmiştir.

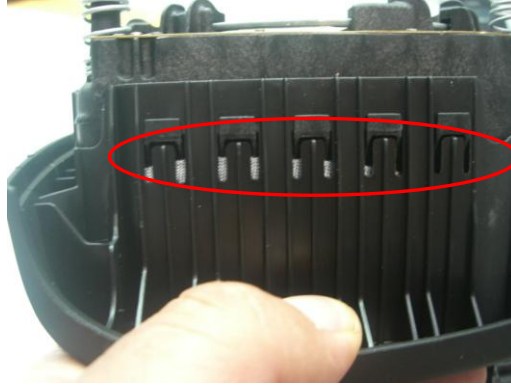


Şekil 5.17 +80°C’ de yapılan yatay darbe testi ve patlatma testi sonrasında yastık yırtılma problemi

5.1.4 Ömür Testi

Ömür testi farklı sıcaklık ve nemde modül fırında bekletilip ardından patlatma veya darbe testleri ile modül performansı kontrol edilmektedir. Testler ES-F50-54043B13-AB şartnamesine göre yapılmıştır. Çevrim -30°C’ den +80°C’ ye %90 nem oranında 4 saatte bir geçiş yapmasından oluşmaktadır. Çevrim 15 kere tekrarlanmış olup modül üzerindeki etkileri incelenmiştir. Modüller fırına yerleştirilmeden önce titreşim testine tabii tutularak yastık sıkışmasının performansa etki edip etmediği gözlemlenmiştir. Şekil 5.18’ de yastık sıkışmalı

bir modül gösterilmiştir. Titreşim sırasında yastık zarar görebilmektedir. Patlatma testi sonucuna göre yastık sıkışmasının problem olup olmayacağı tespit edilmiştir.



Şekil 5.18 Konteynir ve kapak arasına sıkışan yastığın görünüşü

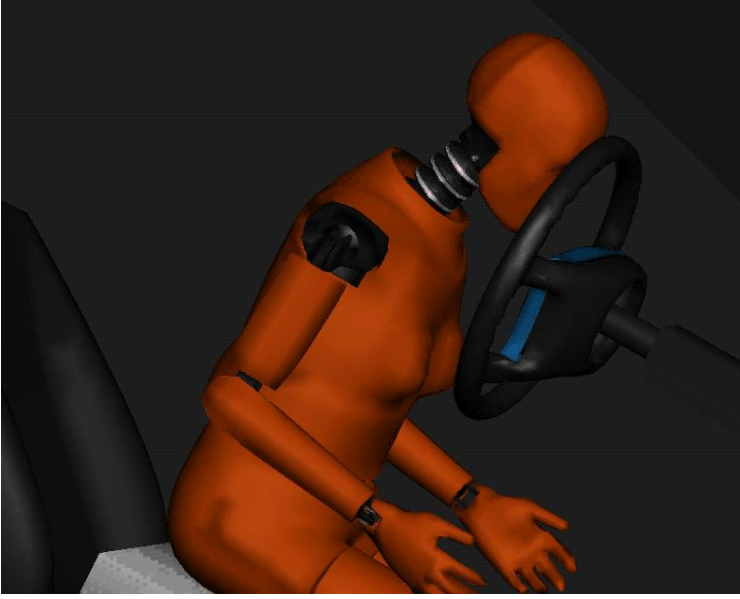
Elde edilen test sonuçları şu şekildedir :

- Yapılan testler sonucunda yastık sıkışmasının yastığa zarar vermediği ve patlama zamanını geciktirmediği görülmüştür.
- Kapakta kopma, yastıkta yırtılma ve konteynir arka ayaklarında kırılma olduğu saptanmıştır. Yaşlanma testi ile birebir aynı sonuçlar elde edilmiştir.

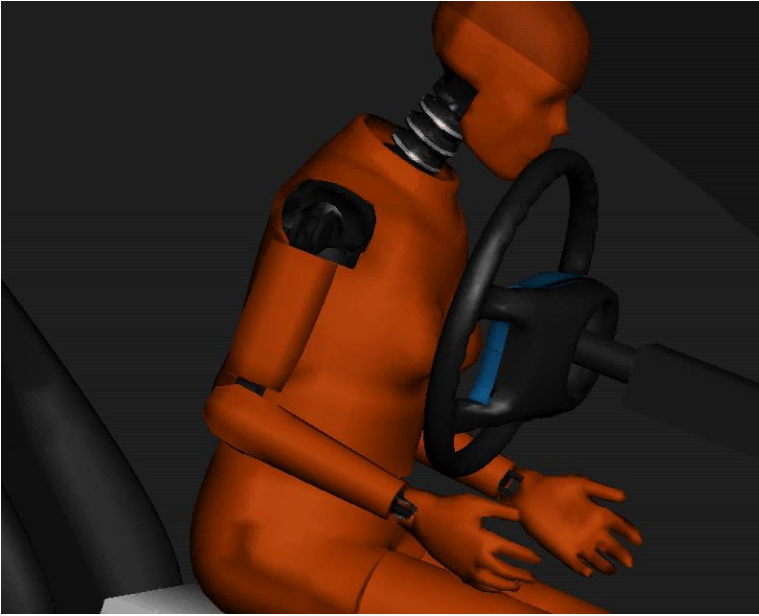
5.1.5 Pozisyon dışı testler

Pozisyon dışı testler, farklı boyutlardaki mankenlerin emniyet kemeri takılmadan araç içersine yerleştirilip, hava yastığı patlatıldığında mankenlerin hangi bölgeden ne kadar zarar gördüğünü belirleyen testlerdir. Mankenlerin boyun, alın çene ve burun olmak üzere farklı noktalarına yerleştirilen algılayıcılar sayesinde, insan vücudunda hassas olan bu noktalara ne kadar yük bindiği hesaplanmaktadır. Bu test için iki farklı pozisyon belirlenmiştir. Birinci pozisyon çenenin sürücü hava yastığına gelecek şekilde yerleştirilerek patlatma yapıldığı durumdur. İkinci pozisyon ise çenenin direksiyon üst kısmına dayanarak patlatma yapıldığı durumdur.

Şekil 5.19' da her iki durum da manken ile gösterilmektedir.



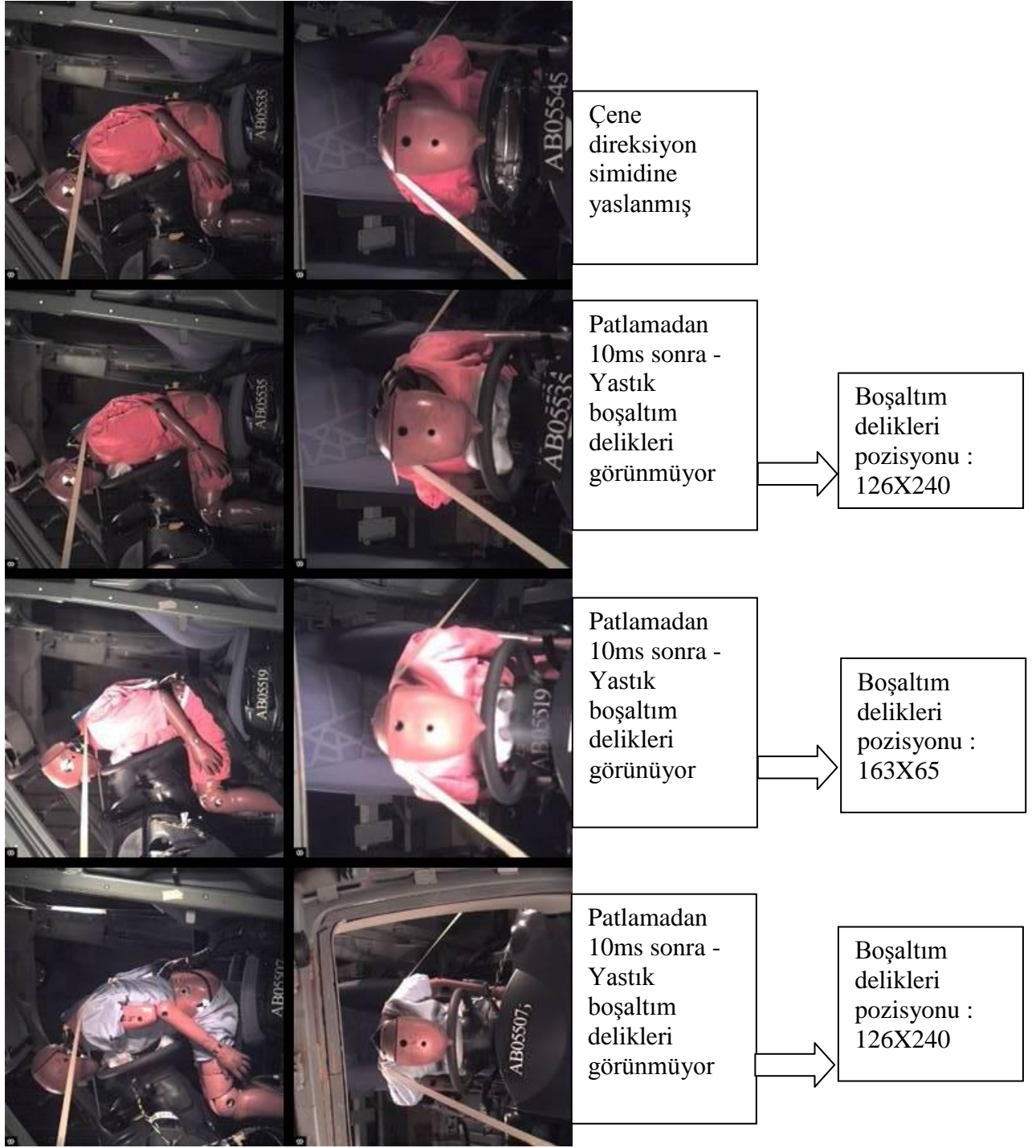
Çene hava yastığı üzerine dayatılmış



Çene direksiyon simidi üzerine dayatılmış

Şekil 5.19 Pozisyon dışı testler için manken konumları

Yapılan pozisyon dışı testlerin sonucunda çenenin direksiyona dayalı olduğu pozisyon için yastığın açılışında problem olduğu saptanmıştır. Bunun nedeni ise belirlenen ilk pozisyonuna göre boşaltım deliklerinin direksiyon üzerindeki kollar tarafından bloke edildiği görülmüştür. Bu nedenle boşaltım deliklerinin pozisyonu değiştirilip test tekrarlanmıştır. Şekil 5.20' de farklı iki yastık için test sonuçları gösterilmektedir.



Şekil 5.20 Pozisyon 1 için boşaltım delikleri pozisyonları farklı yastıklar ile yapılan testlerin 10ms'deki analizleri

Testler sonucu en uygun boşaltım delik pozisyonu 163X65 olarak belirlenmiştir.

5.2 Hava Yastıkları Prototip Çalışmaları

Yapılan testler sonucunda yastık yırtılması gözlemlenmiştir. Aynı zamanda kapakta ve konteynırda da problemler yaşanmıştır. Yastık ile ilgili problemler +80°C’de yapılan testlerde yaşanmış olup bu sebeple araştırmalarda yine bu sıcaklık değerinde devam ettirilmiştir. Ancak bu sıcaklık değerinde konteynır kırıldığı için konteynır ayaklarında güçlendirme yapılarak prototip konteynırlar meydana getirilmiştir. Böylece konteynır kalıp modifikasyonu beklenmeden yastık testleri devam ettirilmiştir.

KONTEYNİR GÜÇLENDİRME

- Metal dikdörtgen plakaların hazırlanması (1 konteynır için 4 adet)
- Metal ayak plakaların yaptırılması (1 modül için 2 küçük, sağ 1 ve sol 1 metal plaka)
- Metal ayakların konteynıra montajı
- Deliklerin reçine ile doldurulması ve metal ara plakaların macunla konteynıra tutturulması, metal ara plakalar ayaklarda boşluk yaratarak bu bölgeye omega yayın monte edilebilmesini sağlayacaktır.
- Konteynır iç kısmının kalın bir bantla bantlanması, böylece Şekil 5.21’de görüldüğü üzere kapak-konteynır montajında perçinlerin yastığa zarar vermesi önlenecektir.



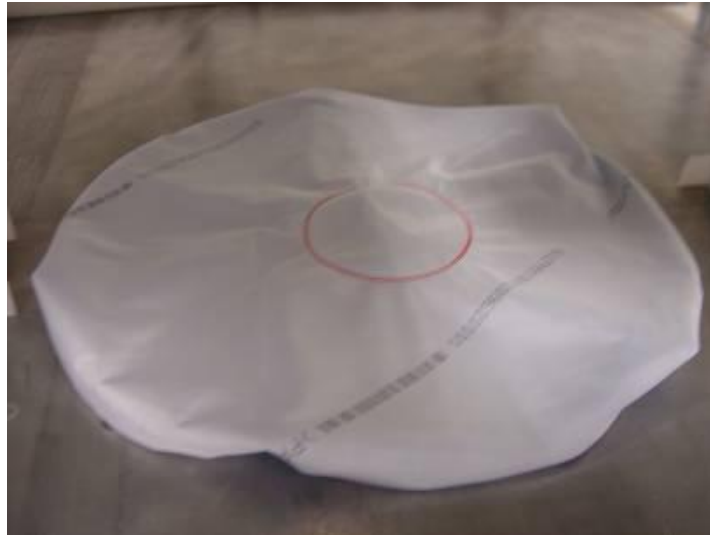
Şekil 5.21 Konteynır- yastık-jeneratör ön montajı

YASTIK MODİFİKASYONLARI

Farklı katlamalar denenerek, yastık performansının nasıl değişeceğinin saptanması gerekmektedir. Bu sebeple kompres ve diyagonal olmak üzere iki farklı katlama kullanılmıştır. Kompres katlama daire şeklindeki yastıklara uygulanabilirken, diyagonal katlama içe doğru katlanıp kare biçimine getirilen yastıklara uygulanmaktadır. Prototip yastıklar Şekil 5.22’ de gösterildiği gibi katlama işleminden önce kare formuna getirilmiştir.



Şekil 5.22 Diyagonal katlama için geliştirilen yastık formu

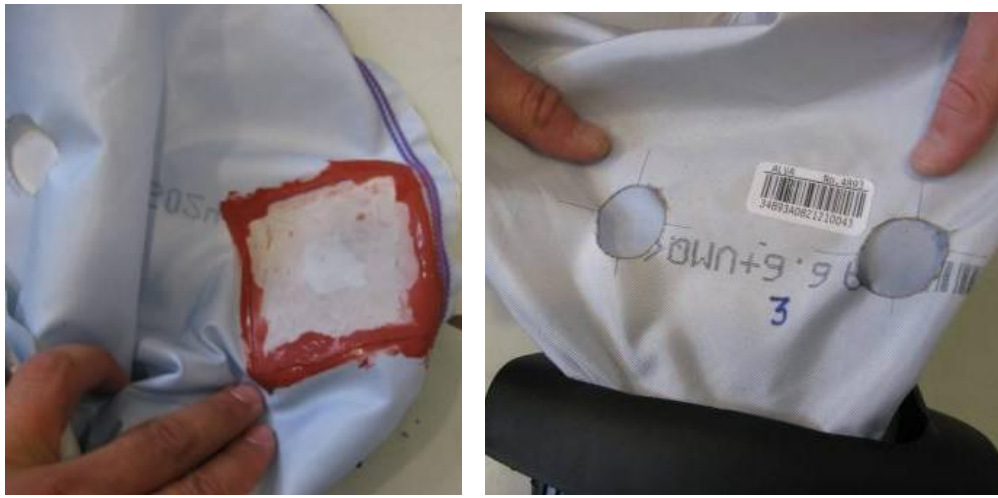


Şekil 5.23 Kompres katlama için kullanılan yastık formu

Diagonal katlama, yastığın köşelerinin üst üste gelmesi ile gerçekleşen katlama tipidir. Kompres katlamada ise yastık dört taraftan sıkıştırılarak konteynır içine yerleştirilmektedir. Ancak kompres katlama ile üretilen sürücü hava yastıkları pozisyon dışı testlerde düzensiz

açılma gösterdiği için sadece 3 taraftan kompres yapılıp, yastık üst tarafının rulo yapılarak katlanması tercih edilerek prototip çalışmaları devam ettirilmiştir.

Ayrıca yastık boşaltım deliklerinin performansının değerlendirilebilmesi için mevcut delik pozisyonları kapatılarak yeni yastıklar denenmiştir (Şekil 5.24). Mevcut yastıklar reçine ile kapatılıp farklı konumlarda boşaltım delikleri açılarak yeniden pozisyon dışı testler uygulanmıştır. Şekil 5.20' de gösterilen 163X65 boşaltım pozisyonlu yastıklar rulo-kompres katlama tipi kullanılarak sıkıştırılmış olup testlerde daha iyi sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır.



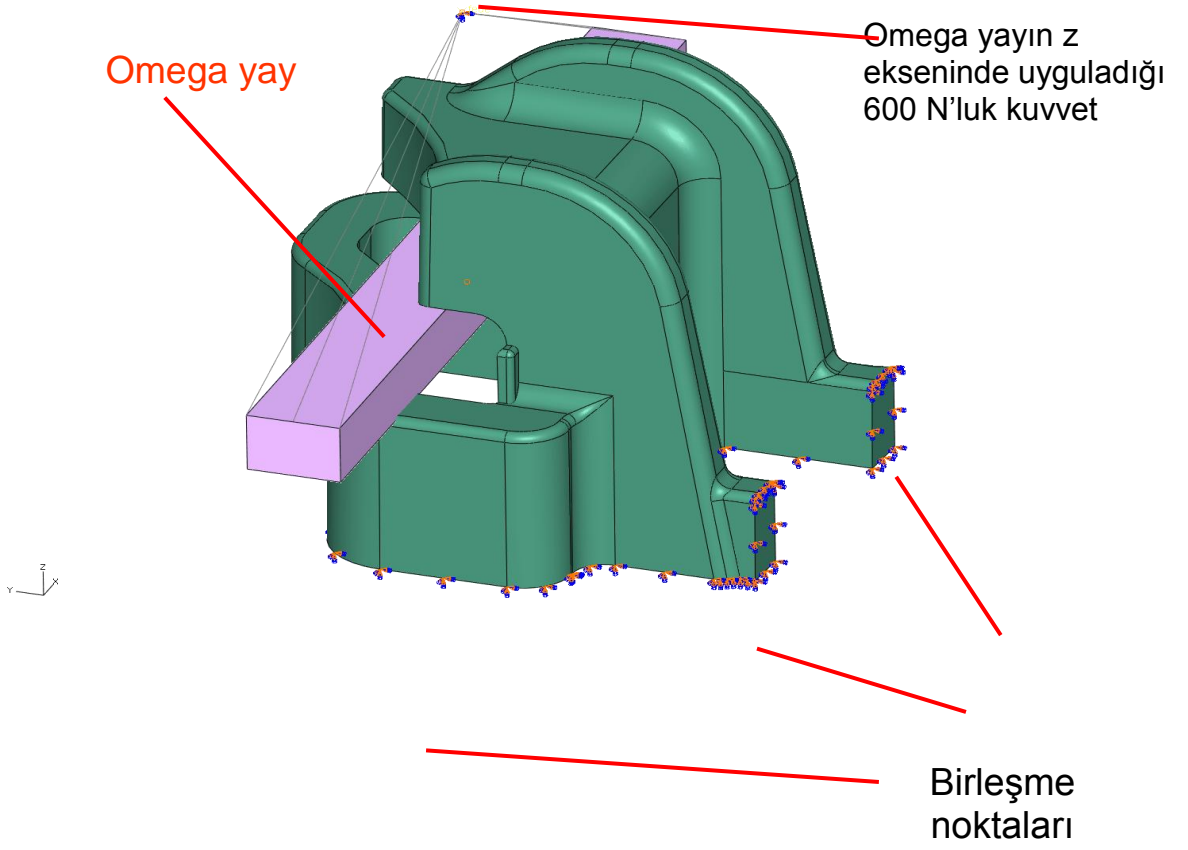
Şekil 5.24 Reçine ile kapatılan boşaltım delikleri ve yerine açılan yeni boşaltım delikleri

Yeni boşaltım deliklerinin yanı sıra yastıktaki yırtılmaları önlemek amacıyla yastık çevre dikişlerine ve ön panele ek katman konarak testlere devam edilmiştir. Sonuç olarak yastık ile ilgili problemler çözülmüştür.

5.3 Hava Yastığı İyileştirme Çalışmaları

Yapılan ilk testler sonucunda konteynır ve kapakta kopmalar gözlenmiştir. Kapakta sadece yırtılma çizgisinin dışında da yırtılmanın devam ettiği görülmüştür. Bu sebeple kapak üzerindeki yırtılma çizgisinin uç noktalarında bulunan stoperlar genişletilerek bu problemin önüne geçilmiştir. Diğer taraftan konteynır için önlem alınırken kapakta olduğu gibi tek bir etken bulunmamaktadır. Bu sebeplerden ötürü konteynır için simülasyon çalışması yapılmıştır.

Konteynır simülasyonu maksimum zararın görüldüğü +85 C ‘ de maruz kalınan yüklerle göre hazırlanmıştır.



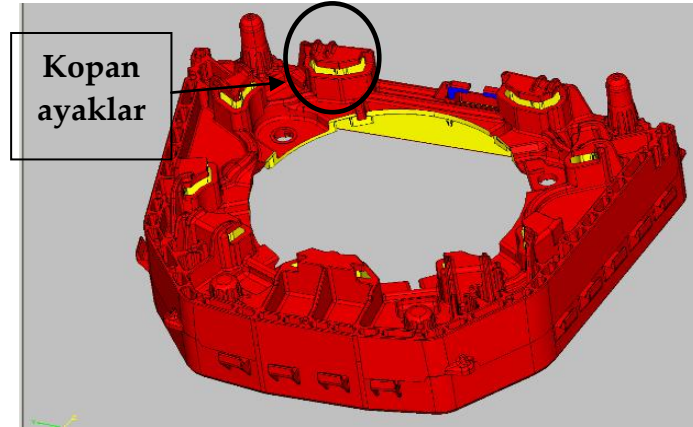
Şekil 5.25 Konteynır ayağı ve omega yayın görünüşü

Konteynır simülasyonu için Çizelge 5.2' de belirtilen 9 farklı tasarım üzerinde durulup, simülasyon sonuçları değerlendirilmiştir.

Çizelge 5.2 Konteynir dayanımının artırılması için ön görülen modifikasyonlar

Versiyon	Uygulama
1	İlk durum
2	Riblerin içeriye doğru 1 mm kalınlaştırılması
3	Riblerin dışarıya doğru 1mm kalınlaştırılması
4	Rib ön kısmındaki 1mm' lik radyusun 3mm' ye genişletilmesi
5	Rib ön alt boşluğunun 0.5 mm daraltılması
6	Rib üst yüzey kalınlığının 1 mm arttırılması
7	Rib üst yüzey radyusların 1mm arttırılması
8	Kanca radyusunun 1mm' den 2mm' ye çıkartılması
9	Üst kısma rib eklenmesi

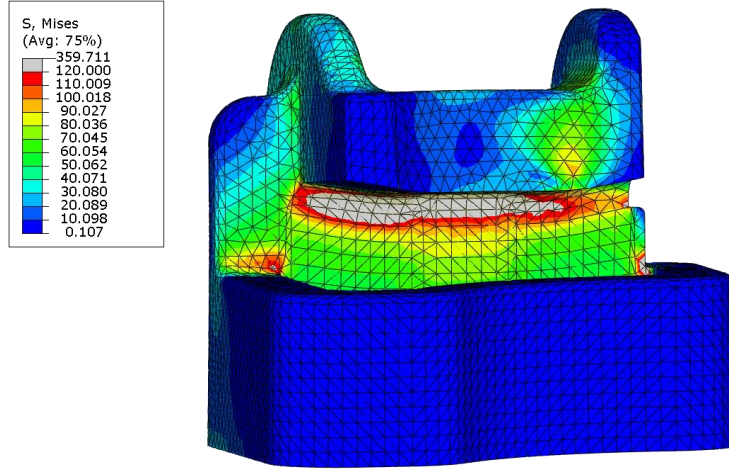
Aşağıda belirtilen şekilde konteynirin test sırasında kırılan ayağı gösterilmektedir.



Şekil 5.26 Simulasyon çalışmasında incelenecek olan ayaklar

Simulasyon çalışmasında omega yayın oturduğu kısımlar en kritik bölge olup gri ve kırmızı renkler bu bölgelerde hala kırılma riskinin olduğunu temsil etmektedir.

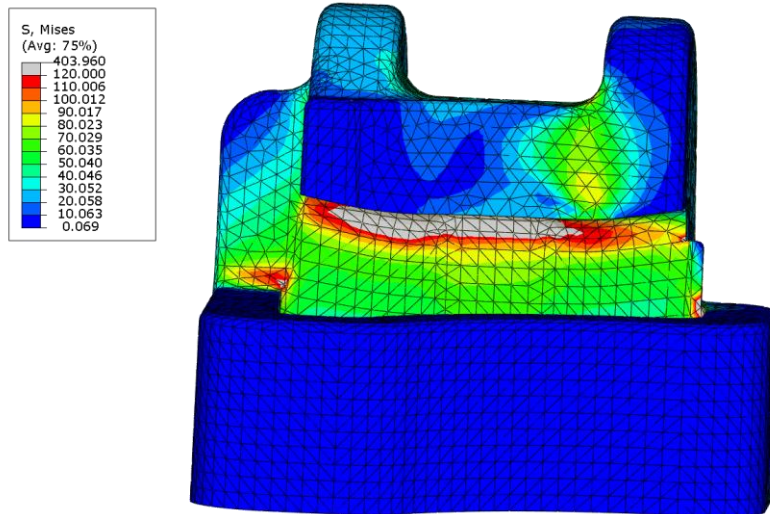
VERSİYON 1



Şekil 5.27 Simulasyon çalışmasında denenen 1.model

Versiyon 1' de gri renkli bölgenin geniş olması, yapılan modifikasyona rağmen hala kırılma gözlenebileceği anlamına gelmektedir.

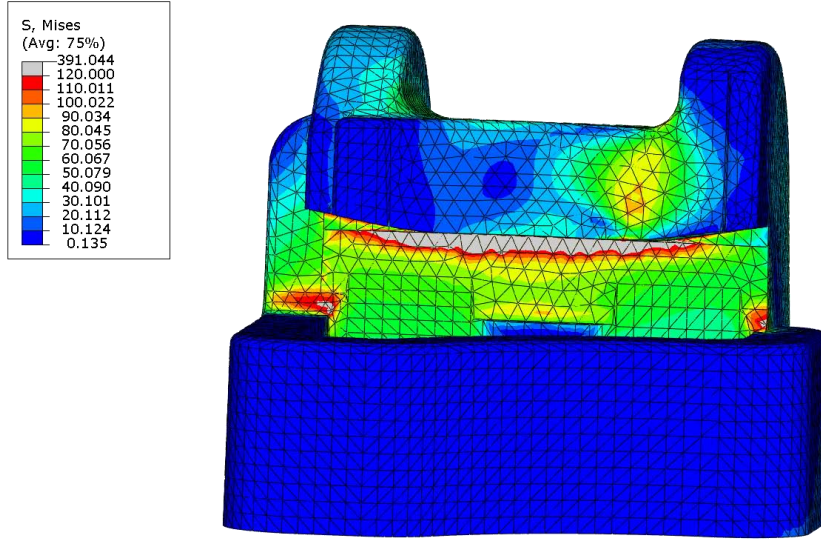
VERSİYON 2



Şekil 5.28 Simulasyon çalışmasında denenen 2.model

Versiyon 2' de yapılan değişiklik gerekli iyileşmeyi sağlayamamıştır. Kopan ayakların iç kısmı hala gri renkte gözükmemektedir.

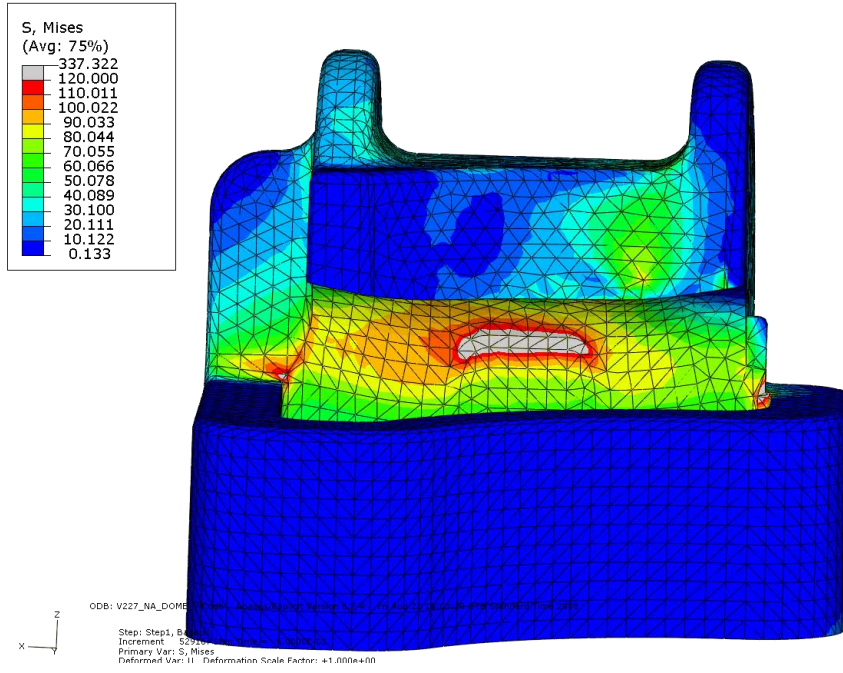
VERSİYON 3



Şekil 5.29 Simulasyon çalışmasında denenen 3.model

Versiyon 3' de yapılan değişikliğin ayakların sağlamlaştırılmasına hiçbir katkısı olmadığı gri rengin geniş olmasından anlaşılmaktadır.

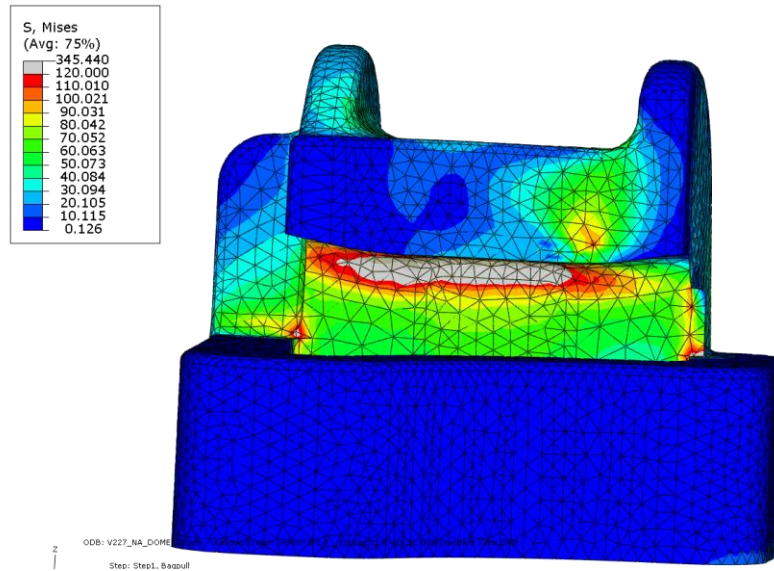
VERSİYON 4



Şekil 5.30 Simulasyon çalışmasında denenen 4.model

İncelenen bölgede iyileşme sağlanmıştır, bu değişiklik kalıpta da yapılabilir. Gri bölge azalmıştır, bölgeye sarı renk hakimdir.

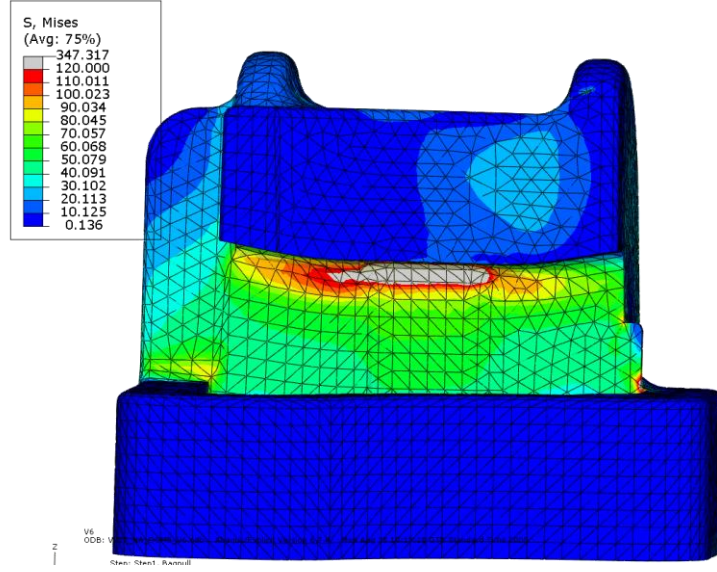
VERSİYON 5



Şekil 5.31 Simulasyon çalışmasında denenen 5.model

İncelenen bölgede yeterli iyileştirme sağlanamamıştır.

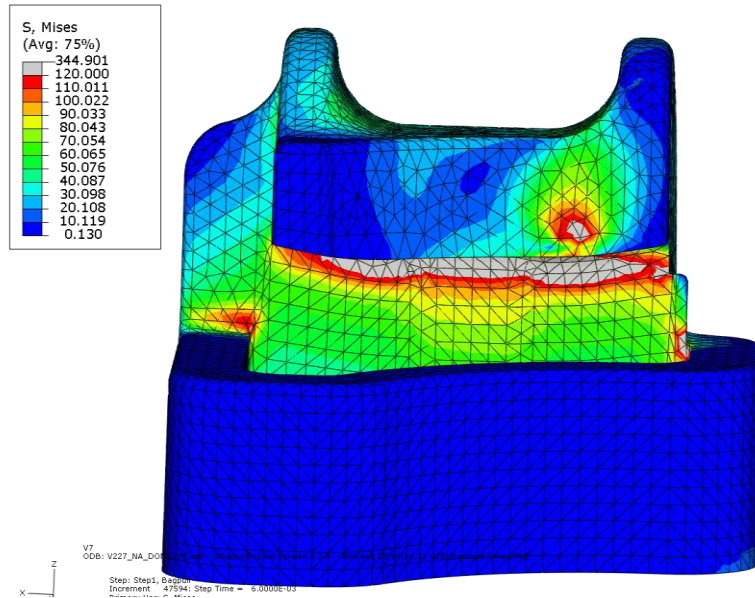
VERSİYON 6



Şekil 5.32 Simulasyon çalışmasında denenen 6.model

Omega yayın zorladığı ayaklarda gri renkli alan azalmıştır, ön görülen değişiklik uygulanabilir.

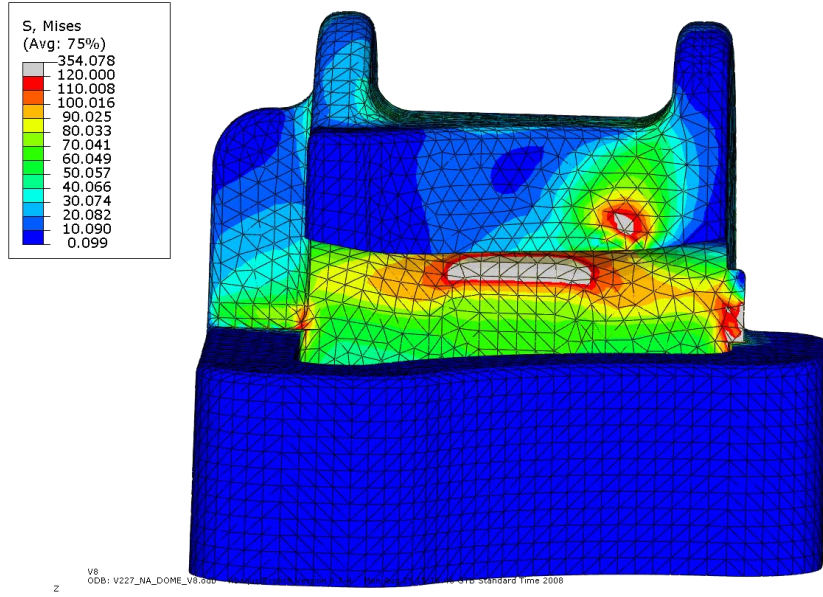
VERSİYON 7



Şekil 5.33 Simulasyon çalışmasında denenen 7.model

İyileştirme yapılmak istenen bölgede kırılma riski gözlenmektedir.

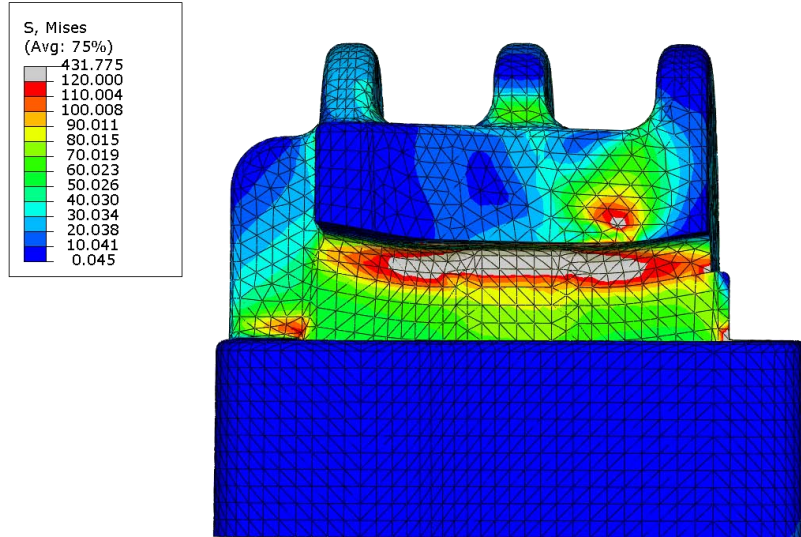
VERSİYON 8



Şekil 5.34 Simulasyon çalışmasında denenen 8.model

Gri bölge daralmıştır, ön görülen değişiklik uygulanabilir.

VERSİYON 9



Şekil 5.35 Simulasyon çalışmasında denenen 9.model

Gri renk geniş bir bölüme hakimir, herhangi bir iyileşme sağlanamamıştır.

Simulasyon alışmaları sonucunda, en iyi sonuçlar Versiyon 4 ve 6' nın kombinasyonu ile elde edilebileceği dūřünüerek, bu iki modifikasyona göre kalıp işlenmiştir. Yeni gelen parçalarla yeniden patlatma testi yapılmış ve sonuçlar pozitif olarak değerlendirilmiştir.

6. EMNİYET KEMERLERİNİN İNCELENMESİ

Temel işlevi araç içerisinde yolcu tutmak olan emniyet kemerleri, yolcu sarış pozisyonuna ve araç içerisindeki bağlantı noktalarına göre sınıflandırılmaktadır. Ayrıca kaza anında yolcu daha iyi korumak amacı ile ön gerilmeli emniyet kemerleri geliştirilmiştir. Emniyet kemerlerinin bağlantı noktaları veya tasarımı farklı olsa da emniyet kemerleri, genel olarak benzer parçalardan meydana gelmektedirler.

6.1 Emniyet Kemerlerinin Sınıflandırılması

Emniyet kemeri sistemleri bağlanma şekillerine ve ön gerilme tipine göre 2 ana grupta incelenmektedir.

Bağlanma şekillerine başka bir deyişle vücut sarış biçimine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

- Karın altı kemerler
- Üç noktalı kemerler
- Dört noktalı kemerler

Karın altı kemerler tasarlanan ilk emniyet kemerleridir. Araca iki noktadan bağlanmaktadır. İki noktadan bağlantı yolcu sadece karın altından koruyabilmektedir. Karın altından koruma yolcunun sadece camdan araç dışına fırlamasını engellemektedir. Ancak karın altı kemerler yolcunun araç içerisindeki sert yüzeylere çarpmasını önlemek için yeterli olmamaktadırlar.

Otomobil sektöründe en çok tercih edilen üç noktalı emniyet kemeri sistemleri, tüm vücudu saracak ve koruyacak tiptedir.

Dört noktalı kemerleri sistemleri ralli, Formula 1 vb. yarışlarda kullanılan araçlarda özel olarak tercih edilmektedir.

Emniyet kemeri sistemleri performans bakımından incelendiğinde ise ön gergisiz ve ön gergili olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Ön gergisiz klasik emniyet kemerlerinin yapılarından kaynaklanan ve performanslarını sınırlayan eksiklikleri bulunmaktadır.

Ön gergisiz emniyet kemeri sistemine uygulanan çekme bırakma hareketi, kayışın bobin üzerine yığılmasına neden olabilmektedir. Bobindeki yığılma, kaza sırasında yolcunun öne doğru daha hızlı hareket etmesi anlamına gelmektedir.

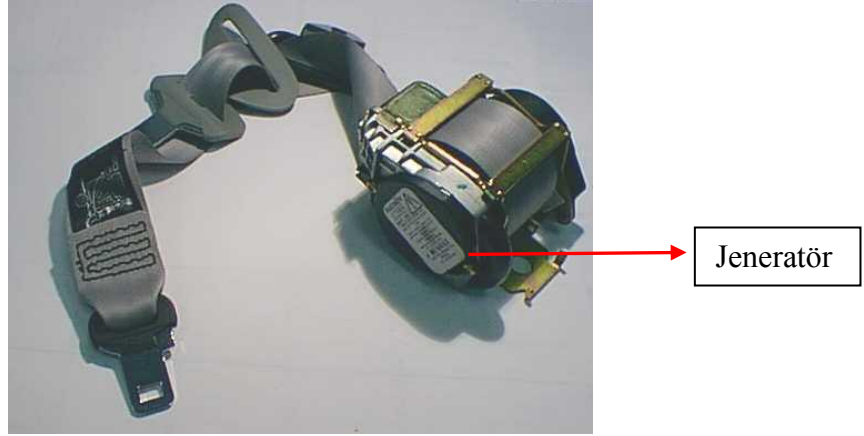
Ön gergili emniyet kemeri sistemi veya diğer bir deyişle otomatik sistemler birkaç milisaniyede aktif hale gelip yolcuyu tutmaya başlamaktadır. Kaza anında, genellikle orta konsol içine yerleştirilmiş olan elektronik beyin, koltukların emniyet kemerini sıkıştıran ön gerdirme mekanizmasını harekete geçirmektedir. Yolcuyu üç noktadan sınırlayan sistem, otomatik olarak geri çekilerek, yolcunun optimum koruma gelmesini sağlamaktadır.

2000' li yıllarda otomobillerde kullanılan emniyet kemerlerinde büyük değişiklikler olmuştur. Bunların başında, kilitlenebilir bobin, ön gerilmeli emniyet kemeri ve programlanmış sınırlayıcı sistem gelmektedir. Bu üçü bir araya gelince çarpma sırasında öndeki sürücü ve yolcunun göğsüne binen basınç %30 ile %50 arasında azaldığı görülmüştür.

Ayrıca kaza anında yolcuyu ilk önce geriye çekip hemen ardından serbest bırakma hareketini sağlayan ön gergili emniyet kemeri sistemleri, yaylı ve ateşlemeleli tip olmak üzere iki sınıfta incelenebilirler.

Yaylı tip : Algılayıcıdan gelen uyarı, gövde içerisine yerleştirilmiş yayı tetikleyerek emniyet kemerini germektedir.

Ateşlemeli tip : Hava yastığında olduğu gibi bir ateşleme mekanizmaları kullanılmaktadır. Darbe uyarısı geldiğinde jeneratör ateşlenerek emniyet kemeri gerilmektedir. Tüp şeklindeki jeneratör emniyet kemeri gövdesine Şekil 6.1' deki gibi yerleştirilmektedir.



Şekil 6.1 Ateşlemeli – ön gergili emniyet kemeri

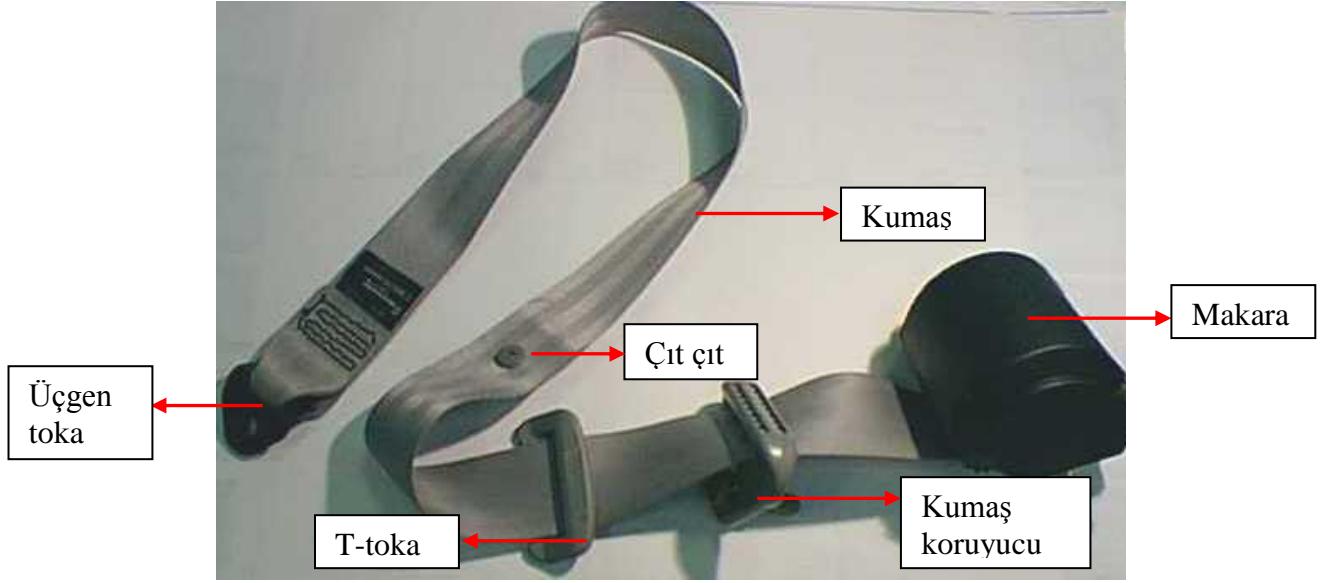
Emniyet kemerinin vücuda uyguladığı yükü sınırlandırmak için belli bir düzeyden sonra kemeri biraz gevşeten ve yolcunun aniden büyük bir yüke maruz kalmasını önleyen sistemler de kullanılmaktadır.

6.2 Emniyet Kemerinin Parçaları ve Malzemeleri

Emniyet kemeri sistemi gövde, kol ve yükseklik ayar mekanizması olmak üzere üç ana parçadan oluşmaktadır.

6.2.1 Gövde Tasarımı ve Malzeme Seçimi

Gövde, emniyet kemeri sisteminde, kumaşın doğru pozisyonu alması için kullanılan parçaların bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Şekil 6.2' de kumaş, makara, T-toka, üçgen toka, çit çit ve kumaş koruyucudan meydana getirilmiş gövde gösterilmiştir.



Şekil 6.2 Gövde mekanizmasını oluşturan parçaların gösterimi

Şekil 6.2’ deki örnekte de olduğu gibi, gövde mekanizması 6 adet parçadan oluşmaktadır. Kumaş her hangi bir parçaya bağlanmadan çıt çıt, T-toka ve kumaş koruyucu ve sırası ile kumaşa monte edilmektedir. Çıt çıtın olduğu taraf, üçgen tokaya “E” dikiş kullanılarak birleştirilmektedir. Kumaş koruyucunun bulunduğu taraf ise makaranın içerisinde bulunan bobine sarılmaktadır.

6.2.1.1 Kumaş

Fonksiyon : Kumaş, kemer sisteminin esnek parçasıdır. Kaza anında yolcuu tutarak yolcunun direksiyon, kontrol paneli, araç trim parçaları gibi kısımlara çarpmasını önlemek en temel işlevidir. Emniyet kemeri sisteminde kullanılan kumaş, kaza sırasında yolcu üzerine gelen yükleri bağlantı noktaları aracılığı ile araç gövdesine aktarmaktadır.

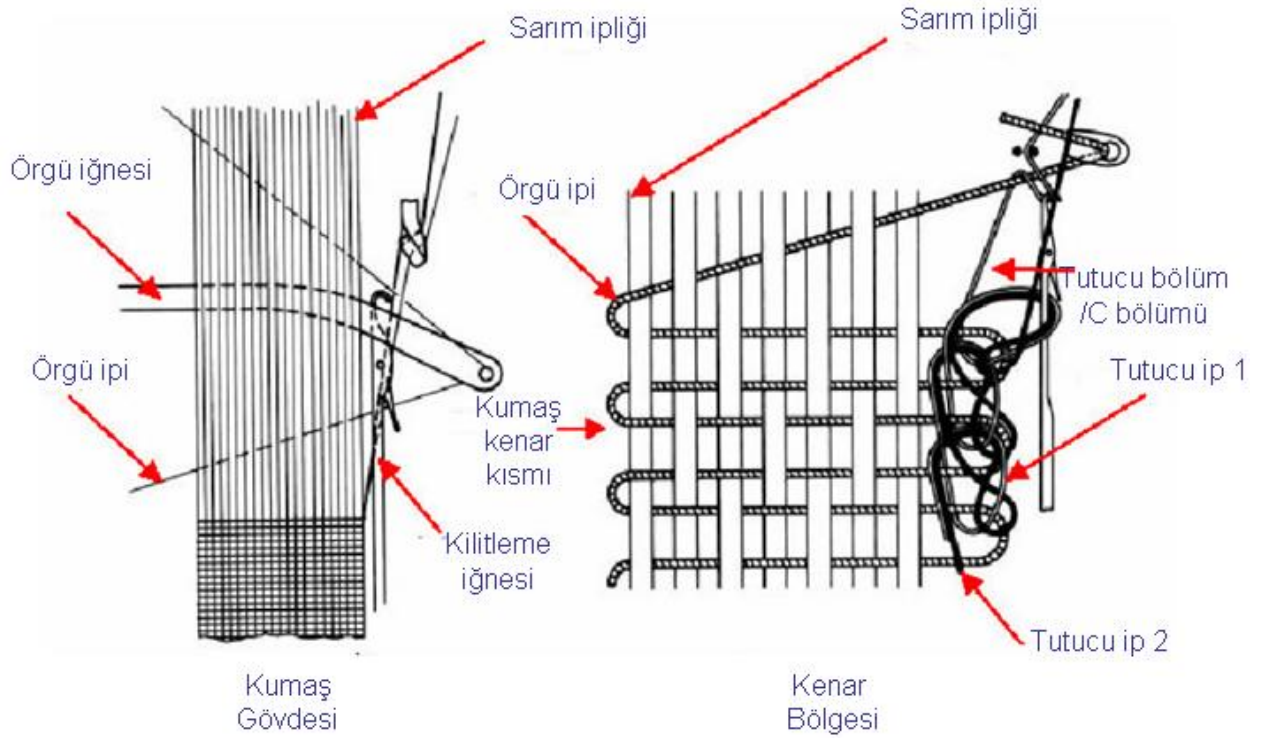
Kısıtlama : Kumaşın kaza anında ortaya çıkan yüklerle dayanıklı ve esnek olması gerekmektedir. Dokuma sıklığı ve iplik malzemesinin yanlış seçilmesi sonucunda kumaşta kopma meydana gelebilmektedir.

Malzeme seçimi : Kumaş hammaddesi ipliklidir. İpliklerden dokunarak üretilmektedir. İplik malzemesi olarak esnek bir malzeme olan polyester (PET) kullanılmaktadır. İsteğe bağlı olarak renkli iplikler tercih edilebilmektedir.

Tasarım : Kumaş üretim prosesi boyunca iplikler gerilmiş halde hazırlanmaktadır. Üretim prosesini geliştirmek ve anti statik özellik sağlamak amacıyla ipliklere yağlama işlemi

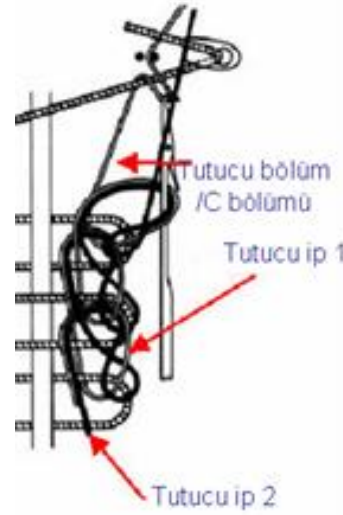
uygulanmaktadır. İplik üretimin ilerleyen safhalarında kaplanan yağ yıkanarak çıkartılmaktadır.

Kemer kumaşı, kumaş gövdesi ve kenarlarından meydana gelen örgü yapıdan oluşmaktadır . Bu yapı yatay ve dikey iplik örgü sistemlerinden meydana gelmektedir. Şekil 6.3' te kemer kumaşının şematik olarak elde edilişi gösterilmektedir.



Şekil 6.3 Emniyet kemeri kumaşının dokunması

Şekil 6.4' te gösterilen tutucu ip 1 örgü ipine bağlan. Ek olarak bir diğer tutucu ip de kilitleme ipi olarak kumaş kenarının yıpranmasını önlemek için düğümlenmektedir.



Şekil 6.4 Emniyet kemeri kumaşının kilitlenmesi

Örgü ipleri kumaş kenar noktasında ters yöne dönerek karşı istikamete yönelmektedirler. Monofil örgü iplerinin kullanılması durumunda iplerin bu geri dönüş hareketi yaptığı kumaş kenar noktası sert ve sıkı olabildiği gibi, ekstra bir kenar yapısının kullanılması söz konusu olabilmektedir. Multifil örgü ipi kullanılan kumaşlarda özel bir kenar yapısına ihtiyaç yoktur.

Kumaş tipleri çoğunlukla gerilme kuvvetlerine ve uzamalarına göre tanımlanmakla beraber örgü ipinin tipine göre ve kenar yapılarına göre de adlandırılabilir.

6.2.1.2 Kumaş Yönlendirici

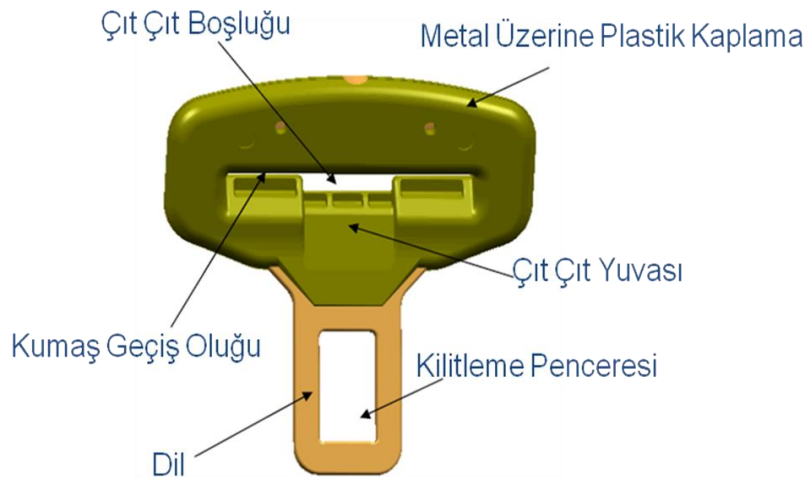
Kumaş yönlendirici üçgen toka ile makara arasına yerleştirilmektedir. Kumaşı üçgen tokaya yönlendirmeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca kumaşın araç trim parçaları ile temas etmesini engeller.

6.2.1.3 T – toka Tasarımı ve Malzeme Seçimi

Emniyet kemeri sistminde kumaşın kol ile bağlantısının sağlayan parçadır. Şekil 6.5' te gösterildiği üzere T-toka, kumaşın geçtiği plastik kısım ve kola takılan metal kısım olmak üzere iki parçadan meydana gelmektedir. Metalik parça üzerine kumaşın zarar görmesini önlemek amacıyla plastik kaplanmaktadır. T-tokanın en önemli görevi, kaza anında meydana gelen yükü kola aktarmasıdır. T - tokanın başlıca görevleri :

- Kemer ile kolu birbirine bağlaması,

- Kumaşa kılavuzluk etmesi,
- Kaza esnasında kumaşın insanı rahatsız etmemesini sağlaması,
- Kumaşın dönmesini önlemesi,
- Kaza esnasında kuvvetleri absorbe etmesi,
- Kaza anında ortaya çıkan yükleri kumaş aracılığı ile kemer sisteminin bağlantı noktalarına aktarılmasında görev alması olarak sıralanmaktadır.



Şekil 6.5 T-toka ve parçaları

T-tokada bulunan çıt çıt boşluğuna uygun çıt çıt kullanılması gerekmektedir. Eğer kullanımda küçük çıt çıt mevcut değilse kumaş bükülmesini önlemek için çıt çıt yuvası olmayan bir toka tercih edilmektedir.

T-toka kaza anındaki yükü dağıttığı için belli bir dayanıma sahip olması gerekmektedir. Ayrıca kol içerisine takıldığı için boyutsal özelliklerini koruması gerekmektedir. T-tokanın işlevleri göz önüne alındığında dil (metalik insert) sertliği 48 ± 2 HRC olması beklenmektedir. Kalınlık ise min 3 mm larak ayarlanmaktadır .Dil et kalılığı 3 mm' den az olması ses problemine yol açmaktadır. İç kısımdaki dil adı verilen metal, sertleştirilmiş çeliktir. Avrupa pazarı için C60 çelik kullanılırken, farklı pazarlar için benzer özellikler gösteren çelikler tercih edilebilmektedir.

T tokalar metal üzeri plastik kaplı olarak imal edilmektedirler. Genellikle Avrupa’ da düşük maliyeti nedeniyle PP kullanılmaktadır. Asya’ da termal şok gerekliliklerinden dolayı PA tercih edilmektedir.



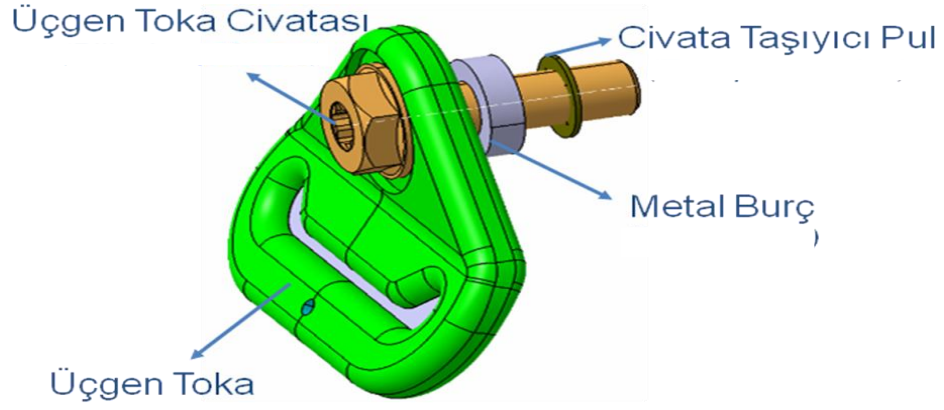
Şekil 6.6 Kol ve T-tokaların gösterilişi

T-tokanın plastik kısmı içerisinden geçen kumaşın takılmadan hareket edebilmesi için malzeme birikimi veya çapak oluşumu kontrol edilmektedir. Araç içerisinde görünür bir parça olduğu için UV ışınlara karşı dayanıklı malzemeler seçilmektedir.

6.2.1.4 Üçgen Toka Tasarımı ve Malzeme Seçimi

Fonksiyon : Üçgen tokanın görevi, sürücünün veya yolcunun omzu üzerinde, araç sütununa ve/veya yükseklik ayar mekanizmasına bağlı bulunan kumaşın yönünü ve yüksekliğini ayarlamaktır.

Kısıtlamalar : Üçgen toka aynı kaza esnasında oluşan kuvveti emme özelliğine de sahiptir. Kaza sırasında oluşan kuvveti kumaş aracılığı ile yükseklik ayar mekanizmasına, araç gövdesine ve makaraya iletmektedir. Şekil 6.7’ de örnek üçgen toka tasarımı ve alt parçaları gösterilmektedir.



Şekil 6.7 Örnek üçgen toka tasarımı ve alt bağlantı parçaları

Üçgen tokanın aşağıdaki gibi ek özellikleri de vardır. Ek fonksiyonların başlıcaları :

- Açma / sarma kuvvetlerini en aza indirgemesi,
- Kumaşa kılavuzluk etmesi,
- Kaza esnasında kumaşın katlanmasını önlemesi,
- Kumaşa en iyi açığı vermesi,
- Kumaşın dönmesini engellemesi olarak sıralanabilmektedir.

Bütün bu özellikleri yerine getirebilmesi için üçgen tokanın bir eksen etrafında dönebilecek şekilde monte edilmesi gerekmektedir.

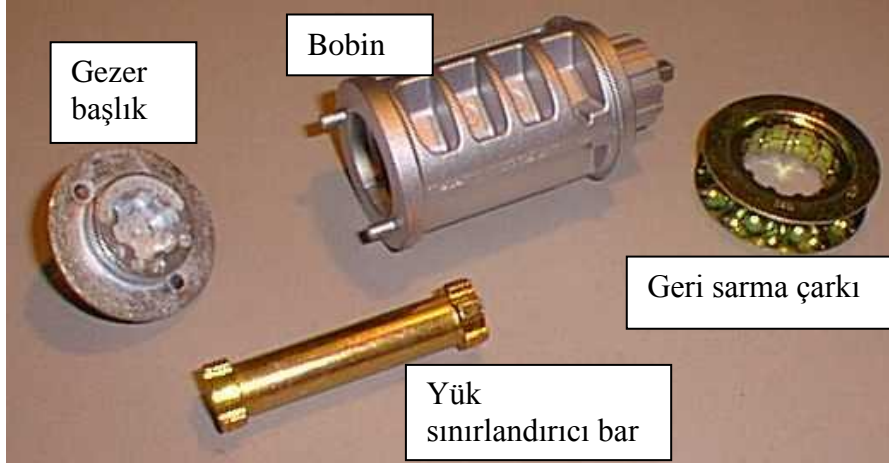
Malzeme Seçimi : Üçgen toka metal ise, malzeme seçiminde Avrupa marketi için C60 çelik tercih edilmektedir. Diğer marketler için benzer özellikler gösteren alternatif çelikler kullanılabilir.

Plastik üçgen toka malzemesi POM veya PA 66 seçilmektedir.

6.2.1.5 Makara Tasarımı ve Malzeme Seçimi

Makara temel parçaları bobin, yay, jeneratör, yük sınırlayıcı, kilitleme elemanı olarak sayılmaktadır.

BOBİN : Kumaşın stoklanmasını sağlamak temel görevidir. Ayrıca makarayı kilitleyen kilitleme elemanını ateşleme fonksiyonu için geri sarma çarkını ve yük sınırlandırıcı barı taşımaktadır. Şekil 6.8’ de bobin ve taşıdığı parçalar için örnek verilmektedir.



Şekil 6.8 Bobin ve taşıdığı parçalar

JENERATÖR : Mikro jeneratörün ateşlenmesi sonucu Şekil 6.9’ da görülen bilyalar hareket etmeye başlamaktadır. İlk hareketi başlatacak olan bilya diğer bilyalara göre daha ağır seçilmektedir. Bilyalar geri sarma çarkından geçerek bobinin dönmesini dolayısı ile ön gergiyi sağlamaktadırlar.



Şekil 6.9 Jeneratör ve alt parçaları

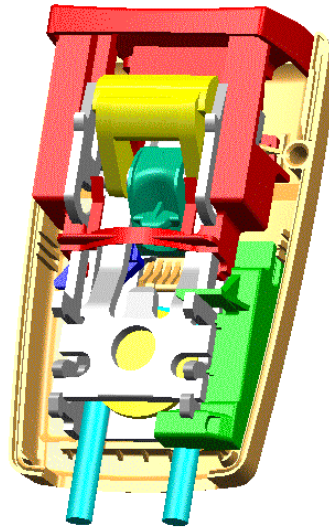
KARTER: Karter, ön gergi ve açma-sarma işlevine katılan parçaları bir araya getirmektedir. Karter, Şekil 6.10' da görüldüğü üzere yay, alüminyum yay yuvasına monte edilerek makaraya yerleştirilmektedir. Yay koruma fonksiyonunun yanı sıra, araç üzerinde ateşleyici kablounun montajı Şekil 6.10' daki siyah kapak üzerine yapılmaktadır.



Şekil 6.10 Karter ve alt parçaları

6.2.2 Kol Mekanizması

Kol emniyet kemer sisteminin yolcu tarafından açılabilen parçasıdır. Emniyet kemer sistemindeki yükü araç gövdesine aktarmaktadır bu sebeple, kol kaza anında ortaya çıkan kuvvetlere dayanabilmelidir. Bu kuvvet FMVSS 210' a göre min 19,5 kN' dur. Aynı zamanda kazadan sonra kolayca açılabilmesi gerekmektedir. Şekil 6.11' de kol mekanizması ve alt parçaları gösterilmiştir.

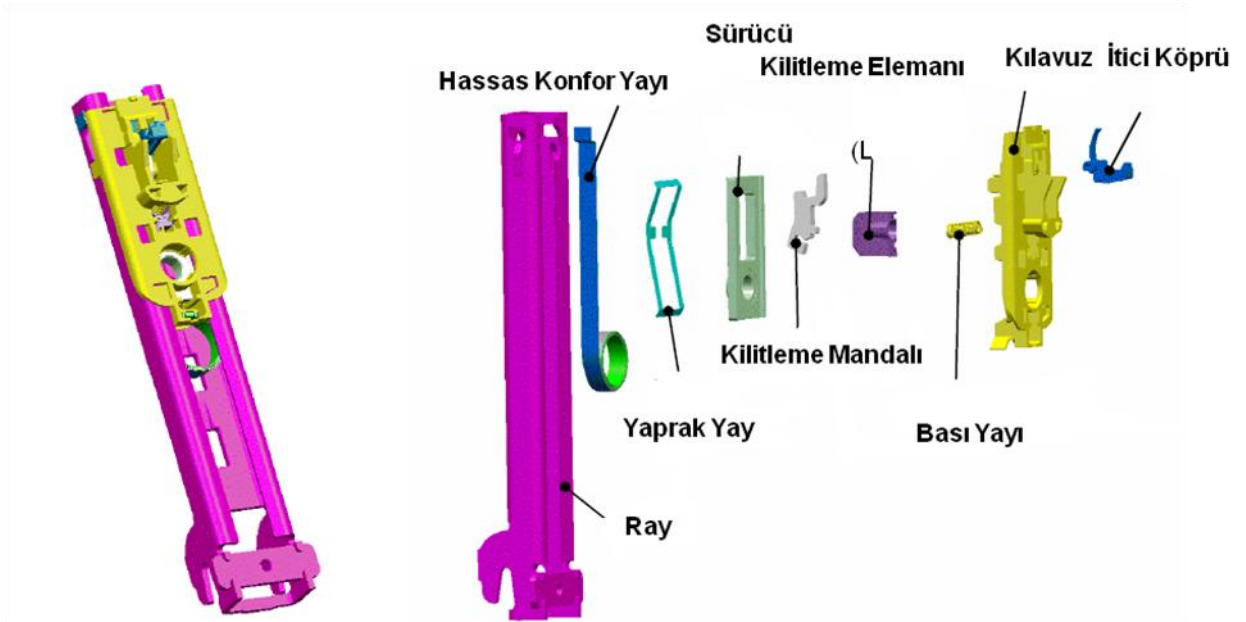


Şekil 6.11 Kol mekanizması ve alt parçaları

6.2.3 Yükseklik Ayar Mekanizması

Kaza esnasında yolcuya en uygun kumaş boyunu sağlayarak kumaşın yolcuyu en iyi şekilde kavramasına yardımcı olan emniyet kemeri sistemi mekanizmasıdır.

Yükseklik ayar mekanizması çocuklar ve çok kısa ve zayıf yetişkinler için emniyet kemeri kullanımını daha uygun seviyeye getirmektedir. Böylece kaza anında meydana gelebilecek yanlış poizyonları önlemeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca kemer sisteminin konfor özelliklerinde de etkilidir. Kemerin kullanılması sırasında kolay ve ergonomik kullanım sağlamaktadır. Yükseklik ayar mekanizmasının bahsedilen işlevleri yerine getirebilmesi için Şeil 6.12' deki gibi basit bir raylı sistem gerekmektedir.

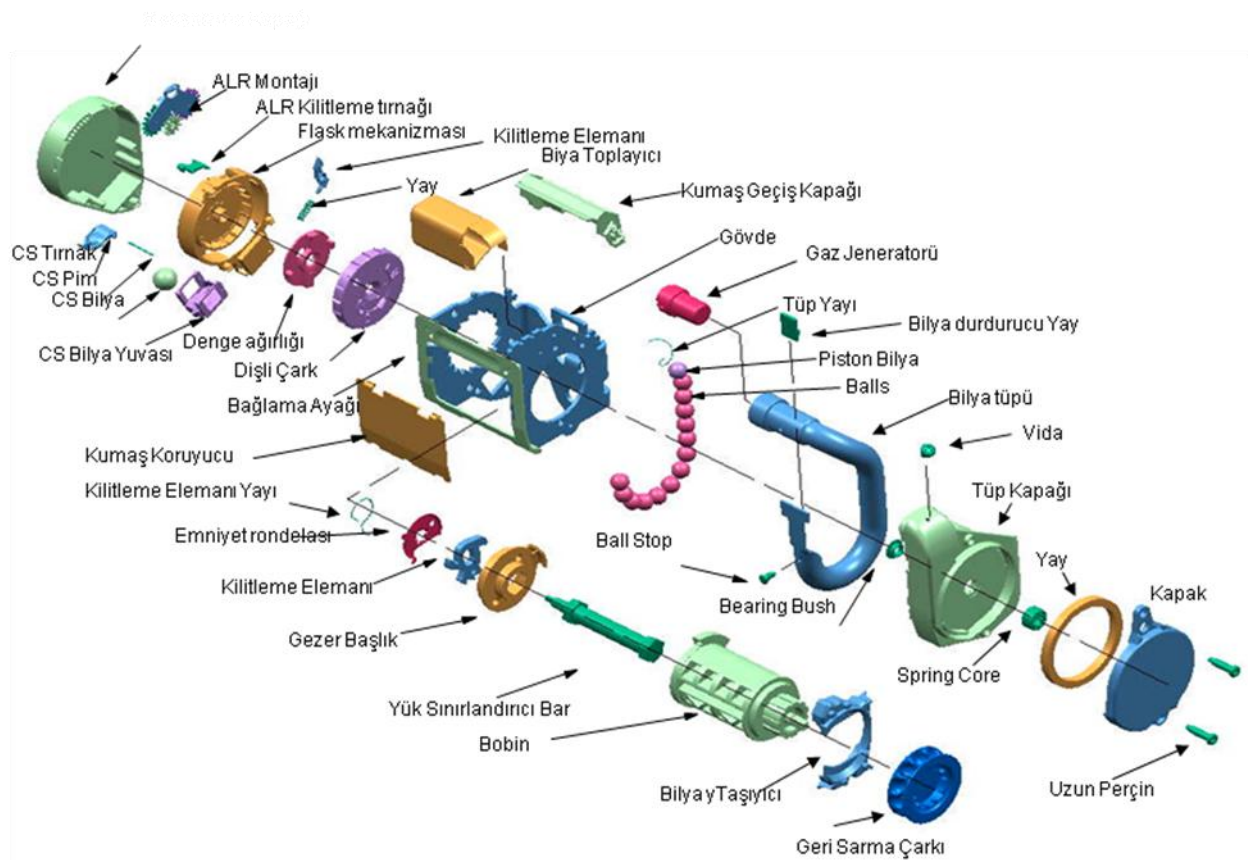


Şekil 6.12 Yükseklik ayar mekanizması ve alt parçaları

Birçok yükseklik mekanizması yolcu tarafından manuel olarak ayarlanmaktadır. Ancak otomatik sistemlerde az olmakla beraber mevcuttur.

7. EMNİYET KEMERİ TASARIMININ DOĞRULANMASI İÇİN YAPILAN TESTLER VE İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

Çalışma, FMVSS 208 standartları dikkate alınarak hazırlanmış olup ve istenen performans değerlerine göre emniyet kemeri gövde konsepti belirlenmiştir. FMVSS 208 standardına göre, emniyet kemeri sistemi ön gergili ateşlemeli tip olmak zorundadır, buyüzden çalışmada ön gergili ateşlemeli tip sistem üzerinde durulmuş ve testler bu konseptte uygun olarak yürütülmüştür. Şekil 7.1’ de ön gergili ateşlemeli tip emniyet kemeri gövdesine ait parçaların tümü gösterilmektedir.



Şekil 7.1 Ön gergili ateşlemeli tip emniyet kemeri gövdesi parçaları

7.1. Emniyet Kemerı Gövde Parçalarının Belirlenmesi

Parça tasarımı ve malzeme seçiminde emniyet kemerinin en kritik parçası olan gövde ele alınmıştır. Gövde, makara ve kumaş-bağlantı parçaları olmak üzere iki alt başlık halinde incelenmiştir.

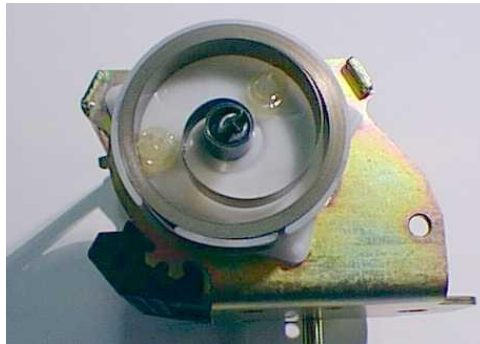
7.1.1 Makara Parçaları

Ön gergi ve ateşleme söz konusu olduğu için ön gergiyi harekete geçirmesi amacıyla de görüldüğü jeneratör ve bilya sistemi çalışmada kullanılmıştır. Bilyalar alüminyum olup dışındaki plastik kapak malzemesi yüksek sıcaklıklara dayanıklı olan PA 66 olarak seçilmiştir. Şekil 7.2’ de kartere bağlanmış olan jeneratör sistemi bulunmaktadır. Bilyalar ateşleme sonucu harekete geçerek karterdeki ön gergiyi aktif hale getirecektir.



Şekil 7.2 Jeneatör ve bilya sistemi

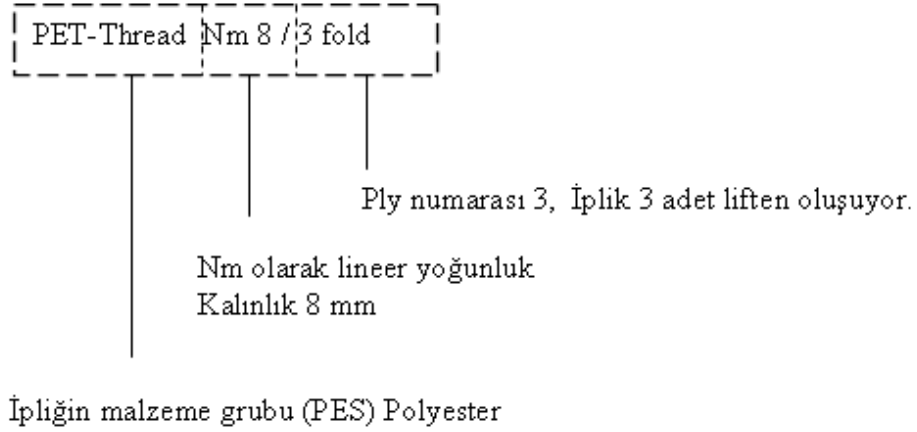
Kumaşın makara içerisinde hareket edebilmesi için gövde içerisinde yay kullanılmıştır. Yay Şekil 7.3’ te gösterildiği gibi yuvasına oturtulup gres yağı sürülerek açma-sarma yayının daha kolay çalışması sağlanmıştır.Şekil 7.3’ te gres yağı eklenmiş yay mekanizması gösterilmiştir.



Şekil 7.3 Sarılmış biçimde makaraya yerleştirilecek olan yay sistemi

7.1.2 Kumaş - Bağlantı Parçaları

Kumaş olarak polyester malzeme seçilmiştir. Şekil 7.4' te kumaş malzemesinin ayrıntılıları gösterilmektedir.

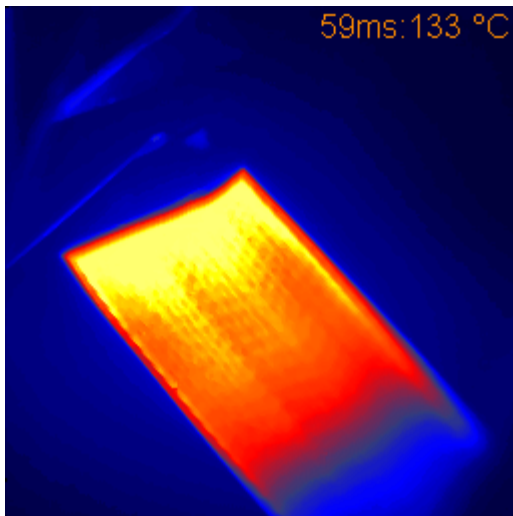


Şekil 7.4 Kumaş malzeme özellikleri

Üçgen toka metal kısım malzemesi C60 olarak seçilmiştir.

Kaza sırasında oluşan dinamik yükler sonucunda üçgen tokada meydana gelen sürtünmeye dayanabilecek plastik malzemenin seçimi için simülasyon çalışması yapılmıştır. Farklı plastik malzemeler kullanılarak sürtünme sonucu bu bölgede meydana gelen sıcaklıklar ölçülmüştür.

Şekil 7.5' te simülasyon sonucu elde edilen maksimum sıcaklık ve malzemelerin çalışabileceği maksimum sıcaklık değerleri gösterilmiştir



Krom → 115°C

PTFE (politetrafluoroetilen) → 135°C

POM (polioksimetilen) → 155°C

PA (poliamid) → 220°C

Şekil 7.5 Üçgen tokada oluşan sürtünmenin simülasyon çalışması ile incelenmesi

Elde edilen sıcaklık değerleri göz önünde tutularak POM malzemesinin oluşacak yüksek sıcaklıklara yeterli dirence sahip olduğu saptanmıştır.

7.2 Emniyet Kemer Performans Testleri ve Değerlendirme Kriterleri

Çalışmada tasarım ve malzeme seçiminden sonra FMVSS 208'e göre performans değerlendirmesi için belirlene kritik testler yapılmıştır.

7.2.1 Kızak Testi

Test FMVSS 208' e göre yapılmıştır. Test sırasında 55 kg'lık, 80 kg'lık ve 110 kg'lık mankenler kullanılmıştır. Mankenin yerleştirildiği koltuk yüzeyi plastik, kaygan bir yüzey olması nedeniyle manken test sırasında daha kolay hareket etmeye başlayacaktır. Böylece kemer daha da fazla zorlanmış olacaktır. Kızak testi ile mankenin hareketi ve emniyet kemerinde bulunan parçaların dayanıklılıkları gözlenmiş olacaktır.

Test koşulları :

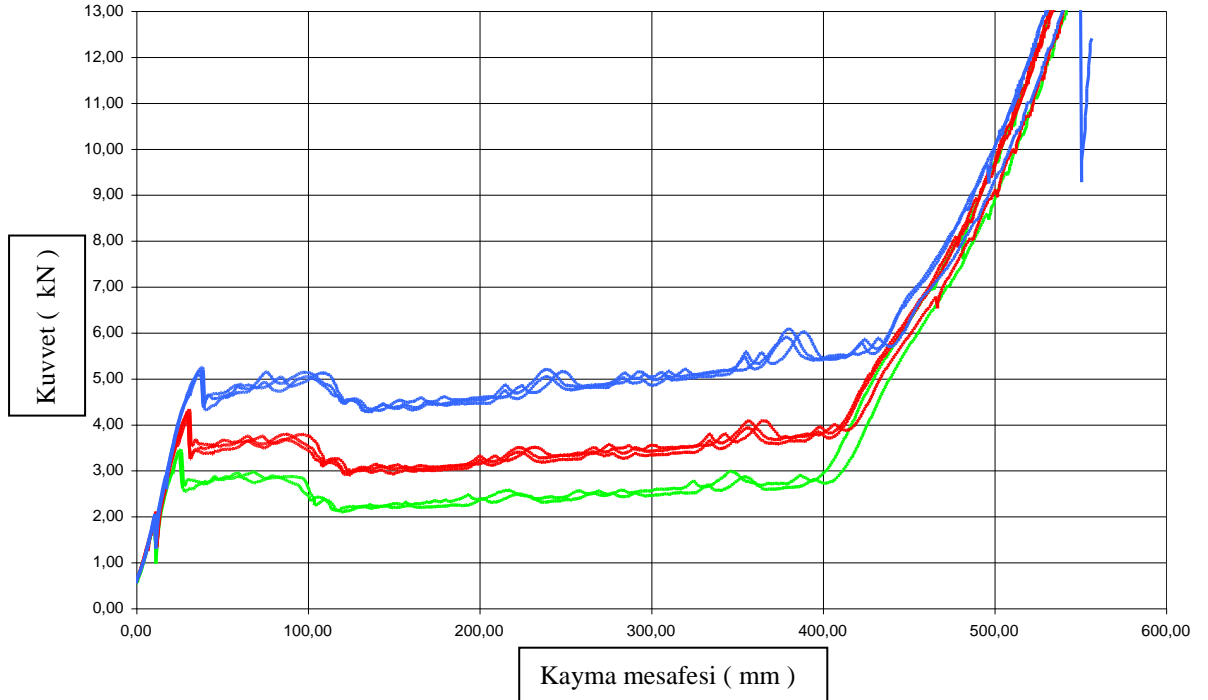
- 40 metre gerdirme mesafesi
- Poliüretan kontrol panelleri
- 50 km/h çarpışma hızı
- Kaygan oturma yüzeyi

40 metre uzaklıktan bırakılan 55 kg'lık manken Şekil 7.6 ' da gösterildiği gibi kontrol paneline çarptırılmıştır. Test büyük boy mankenler ile de yapılmıştır.



Şekil 7.6 Kızak testinde mankenin kontrol paneline çarptığı an

Test sonucunda omuza düşen yükler Şekil 7.7’ de gösterilmektedir. Toplam 3 farklı manken ile test gerçekleştirilmiştir. Şekilde, yeşil eğri minimum yükün ölçüldüğü en küçük boydaki manken ile yapılan testin sonucudur. Mavi eğri ise maksimum yükün ölçüldüğü en büyük boy mankenin kullanıldığı testi göstermektedir. Kırmızı eğri ise orta boy manken ile yapılan testi göstermektedir.



Şekil 7. 7 Farklı mankenler ile yapılan kızak testi sonuçları

Test sonuçları FMVSS 208 standartına göre değerlendirilmiştir. Yükler tolerans aralığı içinde olduğu için ve test sırasında parçalarda kopma, çatlama veya eğilme tespit edilmediği için test sonucu OK olarak değerlendirilmiştir.

7.2.2 Kumaş Dayanım Testi

Test ES-F57B10602B82-AA standardına göre yapılmıştır. Kumaşın dayanıklılığını belirlemek amacıyla Şekil 7.8'de gösterildiği gibi fikstüre bağlayarak 30.000 defa kumaşa açma sarma hareketi yaptırılmıştır. Test sonrasında kumaş yüzeyinde deformasyon olup olmadığı kontrol edilerek değerlendirme yapılmıştır. Sonuç olarak herhangi bir deformasyon görülmemiştir.



Şekil 7.8 Kumaş dayanım testi fikstürüne bağlanan test numunesi

7.2.3 Kol ve T- toka Dayanım Testi

T-tokanın Şekil 7.9'da gösterildiği üzere 50.000 defa kol bağlantısına takılıp çözülmesi denenerek bağlantı sırasında problem olup olmadığı gözlenmektedir. Testler FMVSS 210 ve 208 numaralı şartnameye göre yapılmış olup test sırasında problemle karşılaşılmamıştır.



7.9 T- toka çekme testi

7.2.4 Yaşlandırma Testi

Yaşlandırma testi, ES-F57B10602B82-AA standardına göre yapılmıştır. 400 saat 107°C ‘ de bekletilen numunelere statik çekme testi yapılarak jeneratörün patlaması kontrol edilmiştir. Yaşlandırma işleminin ardından perormansın etkilenmediği belirlenmiştir.

8. SONUÇLAR

Kabin içi emniyet sistemlerinin tasarım ve malzeme seçimi gerçekleştirilip, performans değerlendirilmesi FMVSS 208' e uygun olarak yapılmıştır.

FMVSS 208 standartlarına göre kabin içi emniyet sistemlerine uygulanan testler, gerçek kaza anını simule edecek biçimde yapılmakta olup, farklı boyutlardaki mankenler kullanılmaktadır.

Performans değerlendirme çalışmaları sonucunda prototip ve simulasyon çalışmalarına ihtiyaç duyulmuştur. Parçalar üzerinde yapılan iyileştirmeler testlerin tekrarlanması ile doğrulanmıştır. Elde edilen sonuçlar hava yastığı ve emniyet kemeri için aşağıda verilmiştir.

Hava yastığı performans test sonuçları :

- 1- +80°C sıcaklıkta yapılan testlerde yastık ve konteynırın daha çok etkilendiği, kapakta ise herhangi bir problem gözlenmemiştir. (Şekil 5.16 ve Şekil 5.17)
- 2- -30°C sıcaklıkta yapılan testler sonucunda kapakta kopma ve yırtılma gözlemlenmiştir. (Şekil 5.11)
- 3- Pozisyon dışı testlerde elde edilen performans değerlerinin, yastık katlama tipi ve boşaltım deliklerinin pozisyonu ile doğrudan ilişkili olduğu saptanmıştır. (Şekil 5.20)
- 4- Kompres katlama ile yastığın açılma anındaki hareketinin kontrol edilememesi sonucunda, yastık üst tarafının katlama tipi rulo katlama olarak değiştirilmiştir.

Emniyet kemeri performans test sonuçları :

- 1- Emniyet kemeri gövdesine yerleştirilen jeneratör sayesinde, yolcu hareketinin daha iyi kontrol edildiği saptanmıştır.
- 2- Mankenlerin kaygan bir yüzeye oturtularak yapıldığı kızak testi sonucunda emniyet kemeri en üst sınır koşulları için doğrulanmıştır. (Şekil 7.6)

KAYNAKLAR

Akkurt, S., (1991), Plastik Malzeme Bilgisi, Birsen Yayınları, İstanbul.

Başer, İ., (1992), Elyaf Bilgisi, Marmara Üniversitesi Yayınları, 524, İstanbul.

Dubois, D., Zellmer, H. ve Markiewicz, E., (2006), “Experimental and Numerical Analysis of Seat Belt Bunching Phenomenon”, Accident Analysis and Prevention, 37:59-65.

Kahane, C. J., (1996), “Fatality Reduction by Air Bags: Analyses of Accident Data Through Early 1996 ”, NHTSA Report, DOT HS 808 470.

Kent, R., Viano, D. C. ve Crandall, J., (2005), “The Field Performance of Frontal Air Bags”, The Injury Prevention Taylor & Francis Inc., 6:1-23.

MacLennan, P. A., Ashwander, W. S., Griffin, R., McGwin, G. ve Rue, L. W., (2006), “Injury Risks Between First and Second Generation Air Bags in Frontal Motor Vehicle Collisions”, US Department of Transportation, 4:205-215.

McGovern, M. K., Murphy, R. X., Okunski, W. J. ve Wasser, T. E., (2000), “The Influence of Air Bags and Restraining Devices on Exterimity Injuries in Motor Vehicle Collisions”, Accidents and Plastic Surgery, 44:481-485.

Newgard, C. D., Lewis, R. J. ve Kraus, J. F., (2005), “Steering Wheel Deformity and Serious Thoracic or Abdominal Injury Among Drivers and Passengers Involved in Motor Vehicle Crashes”, American College of Emergency Physicians, 45:43-50.

Niekerk, J. L., Pielemeier, W. J. ve Greenberg, J. A., (2006), “Nylon Replaces Magnesium in Air Bag Housing”, United States Key Safety Systems, 260:285-289.

Powell, P. C. ve Housz, J. I., (1998), Engineering with Polymers, Stanley Thornes Publishers, London.

Teng, T. L., Chang, F., Liu, Y. S. ve Peng, C. P., (2006), “Analysis of Dynamic Response of Vehicle Occupant in Frontal Crash Using Multibody Dynamics Method”, Safety Science, 32:261-277.

Young, R. J. and Lowell, P.A., (1990), Introduction to Polymers, Oxford University Press, Oxford.

www.nfrmag.com/articles/images/ExtAirbag

www.nsc.org/public

www.seatbeltdefects.com/history/index.html

EKLER

Ek 1 -30°C' de Patlatma Testlerinde Kullanılacak Olan Hava Yastığı için Yapılan Sıcaklık Çalışması

Ek 1 -30°C' de Patlatma Testlerinde Kullanılacak Olan Hava Yastığı için Yapılan Sıcaklık Çalışması

NO	ZAMAN	ORTAM SIC. (°C)	YASTIK SIC.(°C)	JENERATÖR SIC.(°C)	KAPAK SIC.(°C)
1	14:17:43	-29,7	-30,2	-30,4	-30,7
2	14:17:46	-29,7	-30,2	-30,4	-30,7
3	14:17:49	-29,6	-30,1	-30,4	-30,7
4	14:17:52	-29,6	-30,1	-30,3	-30,7
5	14:17:55	-29,6	-30,1	-30,4	-30,7
6	14:17:58	-29,6	-30,1	-30,4	-30,7
7	14:18:01	-29,6	-30,1	-30,3	-30,6
8	14:18:04	-29,7	-30,1	-30,3	-30,7
9	14:18:07	-29,8	-30,2	-30,4	-30,7
10	14:18:10	-29,8	-30,2	-30,4	-30,7
11	14:18:13	-29,8	-30,1	-30,4	-30,7
12	14:18:16	-29,7	-30,1	-30,3	-30,6
13	14:18:19	-29,8	-30,1	-30,4	-30,7
14	14:18:22	-29,8	-30,2	-30,4	-30,7

15	14:18:25	-29,8	-30,2	-30,4	-30,7
16	14:18:28	-29,8	-30,2	-30,4	-30,7
17	14:18:31	-29,8	-30,1	-30,3	-30,7
18	14:18:34	-29,7	-30,2	-30,4	-30,7
19	14:18:37	-29,7	-30,1	-30,4	-30,7
20	14:18:40	-29,8	-30,2	-30,4	-30,7
21	14:18:43	-29,7	-30,2	-30,4	-30,7
22	14:18:46	-29,6	-30,2	-30,4	-30,7
23	14:18:49	-29,6	-30,2	-30,4	-30,7
24	14:18:52	-29,6	-30,2	-30,4	-30,7
25	14:18:55	-29,5	-30,1	-30,4	-30,6
26	14:18:58	-29,6	-30,2	-30,4	-30,7
27	14:19:01	-29,7	-30,2	-30,4	-30,7
28	14:19:04	-29,5	-30,1	-30,3	-30,6
29	14:19:07	-29,6	-30,2	-30,4	-30,7
30	14:19:10	-29,5	-30,1	-30,3	-30,6
31	14:19:13	-29,5	-30,2	-30,4	-30,6
32	14:19:16	-29,5	-30,2	-30,4	-30,7

33	14:19:19	-29,6	-30,2	-30,4	-30,7
34	14:19:22	-29,6	-30,2	-30,4	-30,7
35	14:19:25	-29,6	-30,2	-30,4	-30,7
36	14:19:28	-29,6	-30,2	-30,4	-30,7
37	14:19:31	-29,7	-30,2	-30,4	-30,6
38	14:19:34	-29,7	-30,2	-30,4	-30,7
39	14:19:37	-29,8	-30,2	-30,4	-30,8
40	14:19:40	-30,3	-30,2	-30,5	-30,9
41	14:19:43	-30,3	-30,2	-30,4	-30,9
42	14:19:46	-30,1	-30,2	-30,5	-30,8
43	14:19:49	-30	-30,2	-30,4	-30,8
44	14:19:52	-30,3	-30,2	-30,5	-30,9
45	14:19:55	-30,2	-30,2	-30,4	-30,9
46	14:19:58	-31,1	-30,2	-30,5	-31,2
47	14:20:01	-29,5	-30,2	-30,5	-30,6
48	14:20:04	-29,7	-30,2	-30,5	-30,7
49	14:20:07	-29,9	-30,2	-30,5	-31,2
50	14:20:10	-29,7	-30,2	-30,4	-30,7

51	14:20:13	-30	-30,2	-30,5	-30,8
52	14:20:16	-30	-30,2	-30,5	-30,8
53	14:20:19	-30,2	-30,2	-30,5	-30,8
54	14:20:22	-29,9	-30,2	-30,3	-30,7
55	14:20:25	-30,2	-30,2	-30,4	-30,9
56	14:20:28	-30,2	-30,2	-30,4	-30,9
57	14:20:31	-30,2	-30,2	-30,5	-30,9
58	14:20:34	-30	-30,2	-30,5	-30,8
59	14:20:37	-30	-30,2	-30,5	-30,8
60	14:20:40	-30	-30,2	-30,5	-30,8
61	14:20:43	-29,4	-30,2	-30,5	-30,7
62	14:20:46	-29,4	-30,2	-30,5	-30,6
63	14:20:49	-29,5	-30,2	-30,5	-30,7
64	14:20:52	-29,4	-30,2	-30,4	-30,5
65	14:20:55	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6
66	14:20:58	-29,4	-30,2	-30,4	-30,5
67	14:21:01	-29,4	-30,2	-30,4	-30,6
68	14:21:04	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6

69	14:21:07	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6
70	14:21:10	-29,5	-30,2	-30,5	-30,6
71	14:21:13	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6
72	14:21:16	-29,5	-30,2	-30,5	-30,6
73	14:21:19	-29,5	-30,2	-30,4	-30,5
74	14:21:22	-29,6	-30,3	-30,5	-30,6
75	14:21:25	-29,6	-30,2	-30,4	-30,5
76	14:21:28	-29,6	-30,3	-30,5	-30,5
77	14:21:31	-29,6	-30,3	-30,5	-30,6
78	14:21:34	-29,6	-30,3	-30,5	-30,6
79	14:21:37	-29,6	-30,3	-30,5	-30,6
80	14:21:40	-29,5	-30,3	-30,4	-30,6
81	14:21:43	-29,5	-30,3	-30,6	-30,6
82	14:21:46	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6
83	14:21:49	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6
84	14:21:52	-29,5	-30,3	-30,4	-30,6
85	14:21:55	-29,4	-30,3	-30,4	-30,6
86	14:21:58	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6

87	14:22:01	-29,4	-30,3	-30,5	-30,6
88	14:22:04	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6
89	14:22:07	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6
90	14:22:10	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6
91	14:22:13	-29,3	-30,3	-30,4	-30,5
92	14:22:16	-29,4	-30,3	-30,4	-30,6
93	14:22:19	-29,4	-30,3	-30,5	-30,6
94	14:22:22	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6
95	14:22:25	-29,4	-30,3	-30,4	-30,6
96	14:22:28	-29,5	-30,4	-30,6	-30,6
97	14:22:31	-29,4	-30,3	-30,4	-30,6
98	14:22:34	-29,4	-30,3	-30,5	-30,6
99	14:22:37	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6
100	14:22:40	-29,4	-30,3	-30,5	-30,6
101	14:22:43	-29,4	-30,3	-30,5	-30,6
102	14:22:46	-29,5	-30,3	-30,4	-30,5
103	14:22:49	-29,4	-30,3	-30,5	-30,5
104	14:22:52	-29,5	-30,3	-30,4	-30,6

105	14:22:55	-29,5	-30,3	-30,5	-30,6
106	14:22:58	-29,5	-30,3	-30,5	-30,5
107	14:23:01	-29,5	-30,4	-30,6	-30,6
108	14:23:04	-29,5	-30,3	-30,4	-30,6
109	14:23:07	-29,5	-30,4	-30,6	-30,6
110	14:23:10	-29,5	-30,4	-30,6	-30,6
111	14:23:13	-29,5	-30,4	-30,6	-30,6
112	14:23:16	-29,5	-30,4	-30,6	-30,6
113	14:23:19	-29,4	-30,3	-30,5	-30,6
114	14:23:22	-29,4	-30,4	-30,5	-30,6
115	14:23:25	-29,4	-30,3	-30,5	-30,5
116	14:23:28	-29,4	-30,3	-30,5	-30,5
117	14:23:31	-29,4	-30,4	-30,6	-30,6
118	14:23:34	-29,4	-30,3	-30,5	-30,5
119	14:23:37	-29,5	-30,4	-30,6	-30,6
120	14:23:40	-29,5	-30,4	-30,5	-30,6
121	14:23:43	-29,9	-30,4	-30,4	-30,7
122	14:23:46	-29,2	-30,2	-30,5	-30,3

123	14:23:49	-29,3	-30,3	-30,4	-30,1
124	14:23:52	-29,3	-30,2	-30,4	-30
125	14:23:55	-29,3	-30,2	-30,3	-30,2
126	14:23:58	-30,8	-30,2	-30,5	-31,3
127	14:24:01	-31,3	-30,3	-30,6	-31,3
128	14:24:04	-31,4	-30,5	-30,6	-31,4
129	14:24:07	-31,5	-30,5	-30,6	-31,4
130	14:24:10	-31,5	-30,5	-30,6	-31,4
131	14:24:13	-31,5	-30,5	-30,6	-31,4
132	14:24:16	-31,5	-30,5	-30,6	-31,6
133	14:24:19	-31,5	-30,5	-30,6	-31,4
134	14:24:22	-31,6	-30,4	-30,6	-31,4
135	14:24:25	-31,7	-30,4	-30,7	-31,5
136	14:24:28	-31,6	-30,5	-30,6	-31,5
137	14:24:31	-31,4	-30,5	-30,6	-31,4
138	14:24:34	-31,4	-30,1	-30,9	-31,2
139	14:24:37	-31,7	-30,6	-30,6	-31,2
140	14:24:40	-31,7	-30,4	-30,6	-31,4

141	14:24:43	-28,3	-30,4	-30,4	-31,3
142	14:24:46	-23,5	-30,9	-30,6	-31,7
143	14:24:49	-13,6	-30,4	-30,8	-31,2
144	14:24:52	-5,4	-30,4	-30,8	-31,6
145	14:24:55	-0,6	-30,3	-30,6	-31,7
146	14:24:58	3	-29,7	-30,5	-31,4
147	14:25:01	4,6	-30,1	-29,5	-30,8
148	14:25:04	-1,7	-30,1	-29,2	-31,1
149	14:25:07	-7,3	-29,4	-29,3	-30,7
150	14:25:10	-11,7	-30,7	-29,3	-30,6
151	14:25:13	-14	-29,7	-29,2	-30,3
152	14:25:16	-16,2	-30	-29	-30,3
153	14:25:19	-17,4	-30,6	-29,6	-30,3
154	14:25:22	-18,9	-30,4	-29,4	-29,6
155	14:25:25	-19,9	-30,2	-29,4	-29,9
156	14:25:28	-20,9	-30,2	-29,5	-29,9
157	14:25:31	-22	-30,2	-29,6	-29,9
158	14:25:34	-23,2	-30,2	-29,6	-29,7

159	14:25:37	-24,2	-30,2	-29,6	-29,6
160	14:25:40	-25,3	-30,2	-29,6	-29,6
161	14:25:43	-26,1	-30,2	-29,6	-29,4
162	14:25:46	-26,8	-30,1	-29,7	-29,4
163	14:25:49	-27,5	-30,2	-29,8	-29,4
164	14:25:52	-28,1	-30,1	-29,9	-29,4
165	14:25:55	-28,6	-30,1	-29,8	-29,3
166	14:25:58	-28,9	-30,2	-30	-29,3
167	14:26:01	-29,5	-30,1	-29,9	-29,3
168	14:26:04	-30,3	-30,2	-30	-29,2
169	14:26:07	-30,7	-30,3	-30,2	-29,3
170	14:26:10	-30,9	-30,4	-30,3	-29,3
171	14:26:13	-30,9	-30,4	-30,4	-29,3
172	14:26:16	-30,9	-30,3	-30,3	-29,3
173	14:26:19	-30,9	-30,4	-30,4	-29,4
174	14:26:22	-30,7	-30,4	-30,3	-29,4
175	14:26:25	-30,6	-30,3	-30,4	-29,4
176	14:26:28	-30,7	-30,4	-30,5	-29,5

177	14:26:31	-30,7	-30,4	-30,5	-29,4
178	14:26:34	-30,6	-30,4	-30,5	-29,4
179	14:26:37	-30,8	-30,4	-30,5	-29,5
180	14:26:40	-30,8	-30,4	-30,5	-29,6
181	14:26:43	-30,9	-30,4	-30,4	-29,6
182	14:26:46	-31	-30,4	-30,4	-29,6
183	14:26:49	-31	-30,4	-30,6	-29,8
184	14:26:52	-31	-30,5	-30,6	-29,8
185	14:26:55	-31,1	-30,4	-30,6	-29,8
186	14:26:58	-31,2	-30,5	-30,5	-29,9
187	14:27:01	-31,3	-30,5	-30,5	-29,9
188	14:27:04	-31,2	-30,5	-30,5	-30
189	14:27:07	-31,2	-30,5	-30,5	-30
190	14:27:10	-31,1	-30,5	-30,5	-30,1
191	14:27:13	-31,1	-30,4	-30,4	-30,1
192	14:27:16	-31,1	-30,5	-30,5	-30,2
193	14:27:19	-31,2	-30,5	-30,5	-30,2
194	14:27:22	-31,4	-30,5	-30,5	-30,2

195	14:27:25	-31,3	-30,5	-30,5	-30,3
196	14:27:28	-31,3	-30,5	-30,5	-30,2
197	14:27:31	-31,3	-30,5	-30,5	-30,3
198	14:27:34	-31,4	-30,5	-30,6	-30,4
199	14:27:37	-31,3	-30,5	-30,4	-30,4
200	14:27:40	-31,3	-30,5	-30,4	-30,4
201	14:27:43	-31,3	-30,5	-30,6	-30,6
202	14:27:46	-31,2	-30,6	-30,5	-30,6
203	14:27:49	-31,2	-30,5	-30,6	-30,6
204	14:27:52	-31,2	-30,5	-30,6	-30,6
205	14:27:55	-31,1	-30,5	-30,5	-30,6
206	14:27:58	-31,1	-30,6	-30,5	-30,6
207	14:28:01	-31,1	-30,5	-30,6	-30,7
208	14:28:04	-30,9	-30,5	-30,5	-30,6
209	14:28:07	-31	-30,5	-30,5	-30,7
210	14:28:10	-30,9	-30,5	-30,5	-30,7
211	14:28:13	-30,9	-30,5	-30,5	-30,7
212	14:28:16	-30,8	-30,5	-30,5	-30,7

213	14:28:19	-30,7	-30,5	-30,5	-30,7
214	14:28:22	-30,7	-30,5	-30,5	-30,7
215	14:28:25	-30,6	-30,6	-30,5	-30,7
216	14:28:28	-30,4	-30,5	-30,5	-30,7
217	14:28:31	-30,4	-30,5	-30,4	-30,6
218	14:28:34	-30,3	-30,5	-30,5	-30,7
219	14:28:37	-30,3	-30,6	-30,5	-30,7
220	14:28:40	-30,1	-30,4	-30,4	-30,6
221	14:28:43	-30,2	-30,5	-30,5	-30,6
222	14:28:46	-30	-30,5	-30,3	-30,6
223	14:28:49	-30	-30,5	-30,5	-30,6
224	14:28:52	-29,9	-30,4	-30,3	-30,5
225	14:28:55	-29,9	-30,5	-30,4	-30,6
226	14:28:58	-29,9	-30,5	-30,5	-30,5
227	14:29:01	-29,6	-30,5	-30,3	-30,5
228	14:29:04	-29,6	-30,4	-30,2	-30,4
229	14:29:07	-29,6	-30,5	-30,4	-30,5
230	14:29:10	-29,5	-30,5	-30,3	-30,4

231	14:29:13	-29,5	-30,6	-30,3	-30,4
232	14:29:16	-29,4	-30,5	-30,4	-30,3
233	14:29:19	-29,3	-30,5	-30,3	-30,3
234	14:29:22	-29,2	-30,4	-30,2	-30,3
235	14:29:25	-29,3	-30,4	-30,2	-30,2
236	14:29:28	-29,2	-30,5	-30,2	-30,2
237	14:29:31	-29,1	-30,4	-30,2	-30,2
238	14:29:34	-29,1	-30,4	-30,2	-30,1
239	14:29:37	-29	-30,5	-30,2	-30,1
240	14:29:40	-28,9	-30,4	-30,1	-30
241	14:29:43	-28,9	-30,4	-30,1	-30
242	14:29:46	-28,9	-30,5	-30,2	-30
243	14:29:49	-28,8	-30,4	-30,1	-30
244	14:29:52	-28,8	-30,4	-30,2	-29,9
245	14:29:55	-28,8	-30,4	-30,1	-29,8
246	14:29:58	-28,6	-30,4	-30,2	-29,9
247	14:30:01	-28,7	-30,4	-30,1	-29,8
248	14:30:04	-28,6	-30,4	-30,1	-29,7

249	14:30:07	-28,6	-30,5	-30,2	-29,7
250	14:30:10	-28,5	-30,4	-30,2	-29,7
251	14:30:13	-28,5	-30,4	-30	-29,6
252	14:30:16	-28,4	-30,4	-30,1	-29,6
253	14:30:19	-28,4	-30,4	-30,1	-29,6
254	14:30:22	-28,4	-30,4	-30	-29,5
255	14:30:25	-28,4	-30,3	-30	-29,5
256	14:30:28	-28,3	-30,3	-30	-29,4
257	14:30:31	-28,5	-30,4	-30,1	-29,5
258	14:30:34	-28,3	-30,5	-30,1	-29,4
259	14:30:37	-28,4	-30,3	-30	-29,4
260	14:30:40	-28,4	-30,3	-30,1	-29,3
261	14:30:43	-28,4	-30,3	-30	-29,3
262	14:30:46	-28,5	-30,4	-30	-29,3
263	14:30:49	-28,5	-30,4	-30	-29,2
264	14:30:52	-28,6	-30,4	-30	-29,2
265	14:30:55	-28,7	-30,4	-30,1	-29,2

266	14:30:58	-28,9	-30,4	-30	-29,2
267	14:31:01	-29,1	-30,4	-30,1	-29,2
268	14:31:04	-29,2	-30,4	-30,1	-29,2
269	14:31:07	-29,4	-30,4	-30,1	-29,2
270	14:31:10	-29,6	-30,4	-30,2	-29,2
271	14:31:13	-29,7	-30,5	-30,1	-29,2
272	14:31:16	-29,7	-30,5	-30,2	-29,3
273	14:31:19	-29,7	-30,4	-30,1	-29,1
274	14:31:22	-29,7	-30,4	-30,1	-29,2
275	14:31:25	-29,8	-30,4	-30,2	-29,2
276	14:31:28	-29,8	-30,4	-30,1	-29,3
277	14:31:31	-29,9	-30,4	-30,2	-29,3
278	14:31:34	-30	-30,4	-30,2	-29,4
279	14:31:37	-30,2	-30,4	-30,2	-29,3
280	14:31:40	-30,4	-30,4	-30,2	-29,4
281	14:31:43	-30,7	-30,4	-30,3	-29,4
282	14:31:46	-30,8	-30,4	-30,2	-29,5
283	14:31:49	-31,1	-30,4	-30,2	-29,5

284	14:31:52	-31,4	-30,4	-30,2	-29,6
285	14:31:55	-31,7	-30,5	-30,4	-29,7
286	14:31:58	-31,9	-30,4	-30,4	-29,7
287	14:32:01	-32,2	-30,4	-30,4	-29,8
288	14:32:04	-32,5	-30,4	-30,4	-29,9
289	14:32:07	-32,7	-30,6	-30,6	-30,1
290	14:32:10	-32,8	-30,4	-30,5	-30
291	14:32:13	-33,1	-30,5	-30,6	-30,2
292	14:32:16	-33,3	-30,4	-30,6	-30,3
293	14:32:19	-33,6	-30,5	-30,7	-30,3
294	14:32:22	-33,8	-30,5	-30,7	-30,5
295	14:32:25	-33,8	-30,5	-30,8	-30,5
296	14:32:28	-33,9	-30,5	-30,8	-30,7
297	14:32:31	-34	-30,5	-30,8	-30,8
298	14:32:34	-34,2	-30,4	-30,8	-31
299	14:32:37	-34,4	-30,4	-30,8	-31
300	14:32:40	-34,4	-30,4	-30,9	-31,1
301	14:32:43	-34,4	-30,5	-30,9	-31,2

302	14:32:46	-34,5	-30,6	-31	-31,4
303	14:32:49	-34,7	-30,5	-31	-31,5
304	14:32:52	-34,6	-30,5	-31	-31,6
305	14:32:55	-34,7	-30,5	-30,9	-31,7
306	14:32:58	-34,8	-30,5	-31,1	-31,8
307	14:33:01	-34,8	-30,5	-31	-31,9
308	14:33:04	-34,8	-30,5	-31,1	-32
309	14:33:07	-34,8	-30,5	-31,1	-32,2
310	14:33:10	-34,7	-30,5	-31,1	-32,1
311	14:33:13	-34,7	-30,6	-31,3	-32,3
312	14:33:16	-34,7	-30,6	-31,2	-32,4
313	14:33:19	-34,6	-30,6	-31,3	-32,6
314	14:33:22	-34,5	-30,6	-31,2	-32,6
315	14:33:25	-34,3	-30,6	-31,3	-32,6
316	14:33:28	-34	-30,6	-31,2	-32,7
317	14:33:31	-34	-30,6	-31,2	-32,8
318	14:33:34	-33,8	-30,5	-31,3	-32,8
319	14:33:37	-33,6	-30,6	-31,3	-32,8

320	14:33:40	-33,4	-30,5	-31,1	-32,8
321	14:33:43	-33,2	-30,5	-31,2	-32,8
322	14:33:46	-33,1	-30,6	-31,2	-32,9
323	14:33:49	-32,9	-30,6	-31,1	-32,9
324	14:33:52	-32,7	-30,5	-31,2	-32,9
325	14:33:55	-32,6	-30,6	-31,2	-32,9
326	14:33:58	-32,5	-30,6	-31,2	-32,9
327	14:34:01	-32,3	-30,5	-31,1	-32,8
328	14:34:04	-32,2	-30,5	-31,1	-32,8
329	14:34:07	-32,2	-30,5	-31,1	-32,8
330	14:34:10	-32	-30,5	-31	-32,8
331	14:34:13	-32	-30,6	-31,1	-32,8
332	14:34:16	-31,8	-30,6	-31	-32,7
333	14:34:19	-31,6	-30,5	-31	-32,6
334	14:34:22	-31,6	-30,6	-31	-32,6
335	14:34:25	-31,5	-30,6	-31	-32,5
336	14:34:28	-31,4	-30,6	-31	-32,5
337	14:34:31	-31,3	-30,6	-31	-32,5

338	14:34:34	-31,2	-30,6	-31	-32,5
339	14:34:37	-31,1	-30,5	-30,9	-32,3
340	14:34:40	-31,1	-30,6	-31	-32,3
341	14:34:43	-30,8	-30,6	-30,9	-32,2
342	14:34:46	-30,7	-30,6	-30,9	-32,2
343	14:34:49	-30,6	-30,5	-30,8	-32,1
344	14:34:52	-30,6	-30,6	-30,9	-32
345	14:34:55	-30,5	-30,6	-30,9	-32
346	14:34:58	-30,5	-30,6	-30,9	-32
347	14:35:01	-30,4	-30,6	-30,9	-31,8
348	14:35:04	-30,2	-30,6	-30,8	-31,8
349	14:35:07	-30	-30,6	-30,8	-31,7
350	14:35:10	-30	-30,6	-30,7	-31,6
351	14:35:13	-29,9	-30,6	-30,7	-31,6
352	14:35:16	-29,9	-30,5	-30,8	-31,6
353	14:35:19	-29,8	-30,6	-30,7	-31,4
354	14:35:22	-29,7	-30,6	-30,7	-31,4
355	14:35:25	-29,6	-30,5	-30,7	-31,3

356	14:35:28	-29,5	-30,6	-30,7	-31,3
357	14:35:31	-29,5	-30,7	-30,7	-31,3
358	14:35:34	-29,4	-30,6	-30,7	-31,1
359	14:35:37	-29,2	-30,6	-30,6	-31
360	14:35:40	-29,2	-30,6	-30,7	-31,1
361	14:35:43	-29,2	-30,7	-30,7	-30,9
362	14:35:46	-29,1	-30,6	-30,6	-30,8
363	14:35:49	-29	-30,6	-30,5	-30,8
364	14:35:52	-29	-30,6	-30,7	-30,7
365	14:35:55	-28,8	-30,6	-30,5	-30,7
366	14:35:58	-28,9	-30,7	-30,6	-30,7
367	14:36:01	-28,7	-30,6	-30,5	-30,5
368	14:36:04	-28,7	-30,7	-30,6	-30,6
369	14:36:07	-28,7	-30,7	-30,7	-30,5
370	14:36:10	-28,6	-30,6	-30,5	-30,3
371	14:36:13	-28,6	-30,7	-30,6	-30,3
372	14:36:16	-28,6	-30,6	-30,5	-30,2
373	14:36:19	-28,5	-30,7	-30,5	-30,2

374	14:36:22	-28,5	-30,7	-30,5	-30,2
375	14:36:25	-28,5	-30,7	-30,5	-30,1
376	14:36:28	-28,3	-30,7	-30,4	-30
377	14:36:31	-28,3	-30,6	-30,5	-29,9
378	14:36:34	-28,3	-30,6	-30,5	-29,9
379	14:36:37	-28,2	-30,6	-30,4	-29,8
380	14:36:40	-28,3	-30,7	-30,5	-29,8
381	14:36:43	-28,1	-30,7	-30,4	-29,7
382	14:36:46	-28,1	-30,7	-30,4	-29,7
383	14:36:49	-28	-30,6	-30,4	-29,5
384	14:36:52	-28,2	-30,7	-30,5	-29,6
385	14:36:55	-28	-30,7	-30,4	-29,6
386	14:36:58	-28	-30,6	-30,3	-29,4
387	14:37:01	-27,9	-30,6	-30,3	-29,4
388	14:37:04	-27,9	-30,6	-30,3	-29,4
389	14:37:07	-27,9	-30,7	-30,3	-29,3
390	14:37:10	-27,8	-30,6	-30,2	-29,3
391	14:37:13	-27,8	-30,7	-30,4	-29,3

392	14:37:16	-27,7	-30,6	-30,2	-29,2
393	14:37:19	-27,7	-30,6	-30,3	-29,1
394	14:37:22	-27,8	-30,6	-30,3	-29,1
395	14:37:25	-27,8	-30,6	-30,3	-29,1
396	14:37:28	-27,9	-30,7	-30,3	-29,1
397	14:37:31	-28	-30,7	-30,3	-29,1
398	14:37:34	-27,9	-30,6	-30,3	-29
399	14:37:37	-28,1	-30,7	-30,3	-29
400	14:37:40	-28,1	-30,7	-30,2	-28,9
401	14:37:43	-28,3	-30,7	-30,3	-28,9
402	14:37:46	-28,4	-30,7	-30,2	-29
403	14:37:49	-28,5	-30,6	-30,2	-29
404	14:37:52	-28,6	-30,7	-30,2	-28,9
405	14:37:55	-28,6	-30,7	-30,2	-28,8
406	14:37:58	-28,7	-30,6	-30,2	-28,9
407	14:38:01	-28,7	-30,6	-30,3	-28,9
408	14:38:04	-28,7	-30,7	-30,3	-28,9
409	14:38:07	-28,8	-30,7	-30,4	-28,9

410	14:38:10	-28,9	-30,7	-30,3	-28,9
411	14:38:13	-28,9	-30,6	-30,3	-28,9
412	14:38:16	-28,9	-30,6	-30,3	-28,9
413	14:38:19	-29,1	-30,6	-30,3	-29
414	14:38:22	-29,3	-30,6	-30,3	-29
415	14:38:25	-29,3	-30,6	-30,3	-29
416	14:38:28	-29,5	-30,7	-30,3	-29
417	14:38:31	-29,6	-30,6	-30,3	-29
418	14:38:34	-29,6	-30,6	-30,3	-29
419	14:38:37	-29,7	-30,5	-30,3	-29
420	14:38:40	-29,7	-30,6	-30,4	-29,1
421	14:38:43	-29,7	-30,6	-30,3	-29,2
422	14:38:46	-29,8	-30,6	-30,4	-29,2
423	14:38:49	-29,8	-30,6	-30,4	-29,2
424	14:38:52	-29,7	-30,7	-30,4	-29,2
425	14:38:55	-29,8	-30,6	-30,4	-29,2
426	14:38:58	-29,8	-30,6	-30,4	-29,3
427	14:39:01	-29,8	-30,6	-30,5	-29,2

428	14:39:04	-29,9	-30,6	-30,5	-29,3
429	14:39:07	-30	-30,6	-30,4	-29,3
430	14:39:10	-30	-30,6	-30,5	-29,4
431	14:39:13	-30,2	-30,6	-30,4	-29,4
432	14:39:16	-30,2	-30,5	-30,4	-29,4
433	14:39:19	-30,3	-30,6	-30,5	-29,5
434	14:39:22	-30,4	-30,6	-30,5	-29,5
435	14:39:25	-30,5	-30,6	-30,5	-29,5
436	14:39:28	-30,5	-30,5	-30,5	-29,6
437	14:39:31	-30,6	-30,6	-30,5	-29,6
438	14:39:34	-30,6	-30,6	-30,5	-29,7
439	14:39:37	-30,6	-30,6	-30,5	-29,7
440	14:39:40	-30,6	-30,6	-30,5	-29,7
441	14:39:43	-30,5	-30,6	-30,6	-29,8
442	14:39:46	-30,5	-30,6	-30,5	-29,8
443	14:39:49	-30,3	-30,6	-30,5	-29,9
444	14:39:52	-30,2	-30,5	-30,5	-29,8
445	14:39:55	-30,3	-30,5	-30,5	-29,9

446	14:39:58	-30,3	-30,5	-30,5	-29,9
447	14:40:01	-30,4	-30,6	-30,5	-29,9
448	14:40:04	-30,4	-30,5	-30,5	-30
449	14:40:07	-30,5	-30,5	-30,5	-30
450	14:40:10	-30,5	-30,6	-30,5	-29,9
451	14:40:13	-30,5	-30,5	-30,5	-30
452	14:40:16	-30,6	-30,5	-30,5	-30
453	14:40:19	-30,6	-30,6	-30,5	-30,1
454	14:40:22	-30,6	-30,5	-30,5	-30
455	14:40:25	-30,5	-30,6	-30,5	-30,1
456	14:40:28	-30,4	-30,5	-30,4	-30,1
457	14:40:31	-30,4	-30,5	-30,4	-30,1
458	14:40:34	-30,6	-30,6	-30,5	-30,2
459	14:40:37	-30,6	-30,6	-30,5	-30,2
460	14:40:40	-30,6	-30,5	-30,5	-30,2
461	14:40:43	-30,8	-30,5	-30,6	-30,3
462	14:40:46	-30,8	-30,5	-30,6	-30,3
463	14:40:49	-30,9	-30,5	-30,5	-30,3

464	14:40:52	-30,9	-30,5	-30,5	-30,4
465	14:40:55	-31	-30,5	-30,5	-30,3
466	14:40:58	-31	-30,5	-30,6	-30,4
467	14:41:01	-30,8	-30,5	-30,6	-30,4
468	14:41:04	-30,8	-30,5	-30,6	-30,4
469	14:41:07	-30,9	-30,5	-30,5	-30,4
470	14:41:10	-30,9	-30,6	-30,6	-30,4
471	14:41:13	-30,9	-30,5	-30,5	-30,4
472	14:41:16	-30,9	-30,6	-30,6	-30,5
473	14:41:19	-31	-30,5	-30,6	-30,5
474	14:41:22	-31	-30,4	-30,6	-30,6
475	14:41:25	-31,1	-30,5	-30,6	-30,5
476	14:41:28	-31,3	-30,5	-30,6	-30,6
477	14:41:31	-31,4	-30,4	-30,6	-30,5
478	14:41:34	-31,5	-30,5	-30,6	-30,6
479	14:41:37	-31,7	-30,5	-30,6	-30,7
480	14:41:40	-32	-30,5	-30,6	-30,6
481	14:41:43	-32,1	-30,5	-30,7	-30,8

482	14:41:46	-32,2	-30,6	-30,8	-30,8
483	14:41:49	-32,4	-30,7	-30,8	-30,8
484	14:41:52	-32,6	-30,5	-30,8	-30,9
485	14:41:55	-32,8	-30,6	-30,8	-30,9
486	14:41:58	-32,9	-30,5	-30,8	-31
487	14:42:01	-33	-30,5	-30,8	-31
488	14:42:04	-33,1	-30,6	-31	-31,2
489	14:42:07	-33,3	-30,5	-30,9	-31,2
490	14:42:10	-33,4	-30,5	-30,9	-31,2
491	14:42:13	-33,6	-30,6	-31	-31,3
492	14:42:16	-33,7	-30,6	-31,1	-31,4
493	14:42:19	-33,7	-30,6	-31,1	-31,6
494	14:42:22	-33,8	-30,6	-31,1	-31,6
495	14:42:25	-33,9	-30,6	-31,1	-31,6
496	14:42:28	-33,8	-30,6	-31,1	-31,7
497	14:42:31	-34	-30,6	-31,2	-31,9
498	14:42:34	-33,9	-30,6	-31,2	-31,8
499	14:42:37	-34	-30,6	-31,1	-31,9

500	14:42:40	-34,2	-30,6	-31,3	-32
501	14:42:43	-34,1	-30,6	-31,3	-32
502	14:42:46	-34,2	-30,7	-31,3	-32,2
503	14:42:49	-34,2	-30,7	-31,3	-32,3
504	14:42:52	-34,2	-30,6	-31,2	-32,2
505	14:42:55	-34,3	-30,7	-31,4	-32,4
506	14:42:58	-34,2	-30,7	-31,4	-32,5
507	14:43:01	-34,1	-30,7	-31,3	-32,5
508	14:43:04	-34,1	-30,7	-31,4	-32,5
509	14:43:07	-34	-30,7	-31,4	-32,6
510	14:43:10	-33,9	-30,7	-31,5	-32,7
511	14:43:13	-33,8	-30,7	-31,4	-32,7
512	14:43:16	-33,6	-30,7	-31,5	-32,8
513	14:43:19	-33,5	-30,7	-31,4	-32,9
514	14:43:22	-33,4	-30,7	-31,5	-32,8
515	14:43:25	-33,3	-30,7	-31,4	-32,8
516	14:43:28	-33,1	-30,6	-31,4	-32,8
517	14:43:31	-32,9	-30,7	-31,4	-32,9

518	14:43:34	-32,8	-30,9	-31,4	-32,8
519	14:43:37	-32,7	-30,7	-31,4	-32,9
520	14:43:40	-32,5	-30,7	-31,4	-32,8
521	14:43:43	-32,3	-30,7	-31,3	-32,8
522	14:43:46	-32,4	-30,7	-31,3	-32,8
523	14:43:49	-32,2	-30,8	-31,4	-32,8
524	14:43:52	-32,2	-30,7	-31,3	-32,8
525	14:43:55	-32,1	-30,8	-31,4	-32,8
526	14:43:58	-32	-30,8	-31,4	-32,8
527	14:44:01	-31,8	-30,7	-31,2	-32,7
528	14:44:04	-31,8	-30,7	-31,3	-32,7
529	14:44:07	-31,7	-30,7	-31,3	-32,7
530	14:44:10	-31,6	-30,7	-31,2	-32,7
531	14:44:13	-31,8	-31,1	-31,6	-32,9
532	14:44:16	-31,5	-30,8	-31,2	-32,7
533	14:44:19	-31,4	-30,8	-31,2	-32,5
534	14:44:22	-31,5	-30,7	-31,2	-32,6
535	14:44:25	-31,4	-30,9	-31,3	-32,5

536	14:44:28	-31,5	-30,7	-31,3	-32,5
-----	----------	-------	-------	-------	-------

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 17.08.1984

Doğum yeri Bandırma

Lise 1999-2002 İzmir Çiğli Milli Piyango Anadolu Lisesi

Lisans 2002-2006 Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak.

Makine Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2006-2009 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Çalıştığı kurumlar

2007- Devam ediyor Autoliv Türkiye Mühendislik A.Ş.