

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL EĞİTİMİ BÖLÜMÜ**

**LİF, İPLİK ve DOKUMA
ÖZELLİKLERİNİN HAVA YASTIĞI ÜRETİMİNİN
PERFORMANSINA ETKİLERİ**

Necla DEVECİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMANLAR
Prof. Dr. Mehmet AKALIN
Yrd. Doç. Dr. Erkan İŞGÖREN**

İSTANBUL – 2008

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL EĞİTİMİ BÖLÜMÜ**

**LİF, İPLİK ve DOKUMA
ÖZELLİKLERİNİN HAVA YASTIĞI ÜRETİMİNİN
PERFORMANSINA ETKİLERİ**

**Necla DEVECİ
(141102820040094)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMANLAR
Prof. Dr. Mehmet AKALIN
Yrd. Doç. Dr. Erkan İŞGÖREN**

İSTANBUL – 2008

ÖNSÖZ

Tezin hazırlık aşamasında çalışmalarımı yönlendiren ve yardımcı olan danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Mehmet AKALIN ve Yrd. Doç. Dr. Erkan İŞGÖREN' e, tezimin uygulama kısmında yardımlarını esirgemeyen Sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. İsmail USTA ve Araş.Gör. S.İlker MISTIK' a, numunelerimin temini konusunda yardımcı olan Sayın Özcan Bey' e ve aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Mart 2008

Necla DEVECİ

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
TABLO LİSTESİ	VIII
BÖLÜM I. GİRİŞ.....	1
I.1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
I.2. HAVA YASTIĞININ TARİHÇESİ	3
BÖLÜM II. TEKNİK TEKSTİLLER ve OTOMOTİV	
TEKSTİLLERİ	4
II.1 TEKNİK TEKSTİLLERİN GELİŞMESİ	5
II.2. TEKNİK TEKSTİLLERDE OTOMOTİV TEKSTİLLERİ.....	7
BÖLÜM III. TEKNİK TEKSTİLLERDE HAVA YASTIKLARI ...	12
III.1.HAVA YASTIKLARININ TANIMI VE ÖNEMİ.....	12
III.2. HAVA YASTIĞI MALZEMELERİNDEN İSTENEN	
ÖZELLİKLER.....	16
III.3 HAVA YASTIĞI YAPIMINDA KULLANILAN LİFLER.....	19
III.4 NİÇİN NAYLON 6,6.....	21
III.5. FARKLI DOKUMA TÜRLERİ İLE HAVA YASTIĞI ÜRETİMİ. 25	
III.6. HAVA YASTIĞI KAPLAMALARI.....	27
III.7. HAVA YASTIĞINDA KULLANILAN GAZ.....	29
III.8. HAVA YASTIĞINA UYGULANAN TERBİYE İŞLEMLERİ.....	31
III.9. HAVA YASTIĞININ DİKİLMESİ.....	31
III.10. HAVA YASTIĞININ NEDEN OLDUĞU KAZALAR	32

III.10.1 Hava Yastığının Yarattığı Riskler	33
III.10.2. Hava Yastığının Yol Açabileceği Sağırlık	36
III.11. KAZALAR VE TAŞIT GÖVDESİNİN DEFORMASYON	
DAVRANIŞI	37
III.11.1. Hava Yastığının Açılma Aşamaları	41
III.12. HAVA YASTIKLARININ GERİ KAZANILMASI	44
III.13. DİĞER GÜVENLİK SİSTEMLERİ	46
III.13.1. Yan Panel Güvenlik Sistemleri	46
III.13.2. Aktif Boyunluk	46
BÖLÜM IV. YÖNTEM, MATERYAL ve TEST SONUÇLARI	48
IV.1. YÖNTEM, MATERYAL VE TEST SONUÇLARI	48
IV.1.1 Kumaş Kopma Mukavemeti, İplik Mukavemeti ve İplik Numarası Testleri	48
IV.1.2. Sıklık, Gramaj ve Yırtılma Testleri	51
IV.1.3 Hava Geçirgenliği Testi	53
BÖLÜM V. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME	56
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	62

ÖZET

LİF, İPLİK VE DOKUMA ÖZELLİKLERİNİN HAVA YASTIĞI ÜRETİMİNİN PERFORMANSINA ETKİLERİ

Bu çalışmada hava yastığı yapımında kullanılan kumaşlarının lif, iplik ve dokuma özelliklerine bakılmış, bu etkenlerin hava yastığının performansına etkileri çeşitli test yöntemleri kullanılarak tespit edilmiştir.

Numune temini sırasında, araçlar üzerinde farklı yerlerde bulunan hava yastıklarının hepsinin bulunmasına dikkat edilmiştir.

Hava yastığının kaza esnasında açılıp sönerek insan hayatını kurtarmak gibi çok önemli bir görevi vardır. Dolayısıyla araçların güvenlik donanımları özellikleri sıralamasında önlerde yer almaktadır.

Bu çalışmada hava yastığı hakkında genel bir bilgi verilmiş, ardından da temin edilen numunelere çeşitli testler yapılmış ve elde edilen değerler tablo haline getirilerek bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir.

Mart, 2008

Necla DEVECİ

ABSTRACT

FIBRE, THREAD AND FABRIC PROPERTIES OF AIRBAGS AND HOW THESE FACTORS EFFECT THE PERFORMANCE OF AIRBAG

In this study, we determined the fiber, thread and fabric properties of airbags and how these factor effect the performance of airbag fabrics by using different test methods.

While ensuring the samples, we pay attention about choosing all different located airbag of car.

Airbag has very important aim about saving life while an accident happened. For this reason airbag is priority of the safe guard samples.

In this work, we gave general information about airbags. We use the provided samples for testing and results are tabulated in term labels with the aid of computer programs.

March, 2008

Necla DEVECI

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil II.1 Dünya Tekstil Piyasasında Teknik Tekstillerin Payı	6
Şekil II.2 Teknik Tekstil İhracatımızda Başlıca Ülkeler	9
Şekil II.3 Teknik Tekstil İhracatımızda Başlıca Ürün Grupları	9
Şekil II.4 Teknik Tekstil İthalatımızda Başlıca Ülkeler	10
Şekil II.5 Teknik Tekstil İthalatımızda Başlıca Ürün Grupları	10
Şekil III.6 Sürücü, Yolcu ve Yan Hava Yastıklarının Araç Üzerinde Yerleşimi.....	13
Şekil III.7 Sürücü Hava Yastığı	13
Şekil III.8: Yan Hava Yastığı – Kapalı Şekli	14
Şekil III.9: Yan Hava Yastığı – Açılmış Şekli	14
Şekil III.10: Yan Perde Hava Yastığı	15
Şekil III.11: Ön Koltuklardaki Aktif Baş Dayanakları	15
Şekil III.12: Kumaş Kaplama Yüzeyi – Naylon 6,6 ve Polyester.....	24
Şekil III.13: Hava Yastığı Prosesleri.....	26
Şekil III.14: Sürücü Hava Yastığının Direksiyondaki Yerleşimi	32
Şekil III.15: Çocukların Ön Koltukta Oturtulmamaları Gereken Pozisyonlar	34
Şekil III.16: Diz Yastığı Eklenerak Geliştirilmiş Yolcu Hava Yastığı	35
Şekil III.17: Çarpışma Anındaki Kuvvetler ve Absorplanmaları	38
Şekil III.18: Vücut Direksiyona Çarptığında, Çarpma Kuvvetinin Dağılışı	40
Şekil III.19: Vücut Hava Yastığı Tarafından Tutulduğunda, Çarpma Kuvvetinin Vücutta Yayılışı	40
Şekil III.20: Sürücü ve Yolcu Üst Hava Yastığının Açık Halleri	41
Şekil III.21: Kaza Sonrası Aracın Muhtemelen Alabileceği Şekil	42
Şekil III.22: Kaza Sonrası Açılmış Hava Yastığı	42
Şekil III.23: Ön Gergili Emniyet Kemerleri	44
Şekil III.24: Sürücü ve Yolcu Hava Yastıkları	44
Şekil III.24: Şişirilebilen Koruyucu Yan Paneller	46
Şekil III.25: Aktif Boyunluk	46
Şekil IV.26: Test Cihazı Üzerinde Mukavemet Testi	49

Şekil IV.27: İplik Mukavemeti Test Cihazı	50
Şekil IV.28: Gramaj Kesme Aleti	52
Şekil IV.29: Elmatear Test Cihazı	53
Şekil IV.30: Elektronik Hava Geçirgenliği Test Aleti	54

TABLO LİSTESİ

SAYFA NO

Tablo II.1: Teknik Tekstil ve Endüstriyel Nonwoven: Kullanım Alanlarına Göre Tüketim Tahminleri (1000 ton)	5
Tablo III.2: Ön Hava Yastıklarının Etkinliği, Hava Yastıkları ile Yolcu ve Sürücü Ölümlerindeki Yüzde Olarak Azalmalar (NHS'den veriler, 2000)	12
Tablo III.3: Hava Yastığı Sistemleri İçin Dünya Pazarı (X 1000)	12
Tablo III.4: Sürücü ve Yolcu Hava Yastıklarının Farklılıkları	16
Tablo III.5: Sürücü Hava Yastıklarında Kullanılan Kumaşlar	19
Tablo III.6: PA 6.6, PA 4.6, PA 6 VE PET' in Karşılaştırmalı Olarak Negatif ve Pozitif Özellikleri	20
Tablo III.7: PA 6.6, PA 4.6 ve Polyester'in Isıl Özellikleri	20
Tablo III.8: Hava Yastığında Kullanılan PA 6,6	22
Tablo III.9: Hava Yastığı için Tipik Naylon 6,6 Özellikleri	22
Tablo III.10: Naylon 6,6 ve Polyester'in Temel Özellikleri	23
Tablo III.11: Bir Hava Yastığı Sistemini Oluşturan Elemanların Yapıldıkları Malzemeler ve Alternatifleri	42
Tablo III.12: Kullanılmış Araç Hurdaya Çıkış Tarihleri, Sürücü ve Yolcu Modülü Sayıları	45
Tablo IV.13: Hava Yastığı Kumaşlarının Mukavemet Test Sonuçları	50
Tablo IV.14: İplik Numaraları	51
Tablo IV.15: İplik Mukavemet Test Sonuçları	51
Tablo IV.16: Hava Yastıklarının Yırılma, Sıklık ve Gramaj Test Sonuçları	52
Tablo IV.17: Hava Yastıklarının Hava Geçirgenliği Test Sonuçları	55

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

I.1 GİRİŞ

Tekstil çağlardan beri insan hayatının vazgeçilmez bir parçasıdır. İncir ağacının yapraklarını giysi olarak kullanan insanlar geçen zaman içinde önce doğal elyafi keşfettiler, sonra da bunu işleyip tekstile ulaştılar. Örtünme ihtiyacı olarak başlayan tekstil, zaman içinde önce kendi endüstrisini sonra da moda kavramını doğurdu. Doğal elyafın yetmediği noktada sentetik elyaf kullanıma girdi. Gün geldi sentetik elyafın da yetmediği, çağının ihtiyaçlarını karşılamada yeterli olmadığı görüldü. İşte tam bu noktada teknik tekstil ve akıllı tekstil kavramları doğdu. Eskiden insanların giysi satın alırken birinci derecede önem verdikleri konular model, desen ve kalite idi. Günümüzde hızın her şeyin önüne geçtiği rekabet dünyasında ise, konfor, pratiklik, fayda ve sağlık kavramları ön plana çıkıyor.

Estetik veya dekoratif özelliklerden ziyade esasen sahip oldukları teknik ve performans özellikleri için imal edilen tekstil materyal ve ürünlerine teknik tekstiller denir. Teknik tekstiller; Sağlık alanında kullanılanlar, Filtreler ve Endüstriyel tekstiller, Jeolojik alanda kullanılanlar (Jeotekstiller), Yapı ve İnşaat alanında kullanılanlar, Tarım Tekstilleri, Koruyucu Giysiler, Spor ve Eğlence olarak kullanılanlar, Araçlarda kullanılanlar, Mekanlarda kullanılanlar, Paketleme endüstrisinde kullanılanlar ve diğer alanlarda teknik parçalar olarak kullanılanlar (Elektronik sanayi vb). gibi alt dallara sahiptir.

Taşımacılık sanayi, paketleme endüstrisinden sonra teknik tekstillerin en geniş olarak kullanıldığı alanlardan biridir. Burada kullanılan tekstiller, istenen bazı farklı özellikler ve yüksek performans beklentileri nedeniyle teknik olarak sınıflandırılmıştır. Endüstriyel tekstillerin bir alt grubu olan “Mobil Tekstiller”, taşımacılıkta; araba, tren, otobüs, uçak ve deniz araçlarını da kapsayacak kadar geniş anlamda kullanılmaya başlanmıştır.

Endüstrileşme ve teknolojinin gelişmesi sonucu insanlar, fiziksel güvenliklerine çok daha fazla dikkat etmeye başladılar. Bunun için gerekli düzenlemelere en çok zaman geçirdikleri yerler olan evlerinden ve arabalarından başladılar. Evleri için farklı güvenlik sistemleri, araçları için de ilk olarak emniyet kemerleri tasarladılar. Emniyet kemerlerinin bazı durumlarda yeterli gelmediğini gördüklerinde de hava yastıklarını bir ek koruma olarak geliştirdiler.

Bu tezin amacı; araçların en önemli koruma noktalarından biri olan hava yastıklarının hangi liften ve nasıl üretildiği, üretim özelliklerinin neler olduğu, farklı kullanım noktaları göz önüne alınarak, kumaş özelliklerinin neler olduğunun incelenmesidir.

Numune kumaşlar üzerinde, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, gramaj ve sıklık testleri yapılmıştır. Elde edilen değerler tablo haline dönüştürülerek yorumlanmıştır.

Başı çarpmalara karşı koruyan hava yastığı sistemleri, güvenlik araçları ve otomatik güvenlik sistemleri olarak açıklanır. Hava yastıkları otomobillerde direksiyona, ön panele, yan kapı panellerine ve koltukların yanlarına yerleştirilebilirler.

Hava yastıkları hayat kurtarmaktadır. ABD Milli Karayolu Taşımacılığı Kurumu (NHTSA) ve Karayolu Güvenliği Sigorta Enstitüsü (IIHS) uzunca yıllardan beri, karayollarında meydana gelen kazalarda hava yastığı ile donatılmış ve hava yastığı olmayan taşıtları karşılaştırmak üzere veriler biriktirmektedir. Bu verilerin sonucuna göre sadece ABD’de 1985 yılından bu yana ölümle sonuçlanabilecek yaklaşık 10.000 potansiyel kaza, hava yastığı sayesinde önlenmiştir. Bu sayı, önce sürücünün sonra diğer yolcu koltuklarının önden ve yandan hava yastıkları ile donatılması sayesinde yıldan yıla azalmaktadır. [1]

2001 verilerine göre Amerikan karayollarında 210 milyon araba ve kamyonun 118 milyonu (% 56.1) sürücü hava yastıklarına sahiptir. Aynı zamanda bunların 92 milyonu (%44.1) yolcu hava yastıklarına da sahiptir. Ayrıca yeni hava yastıklı 1 milyon araç her ay satılmaktadır. NHTSA’nın tahminlerine göre 7.585 insan bugün hava yastığı sayesinde hayattadır. NHTSA; emniyet kemeri tek başına %60, bir hava yastığı ve emniyet kemeri kombinasyonu %81 oranında ciddi kaza riskini azalttığını ileri sürer. [3, 6]

NHTSA tarafından ABD’de 1986 ile 15.02.1997 tarihleri arasında yürütülen bir araştırmada şu sonuçlar elde edilmiştir [4]:

- Hava yastığı ile kurtulan sürücü sayısı 1639
- Hava yastığı ile kurtulan yolcu sayısı 189
- Hava yastığı ile hayatını kaybeden sürücü sayısı 21
- Hava yastığı ile hayatını kaybeden yolcu sayısı 40 (38’i çocuk)

Arabalarda kullanılan tekstil malzemelerinden olan koltuk kılıfları, arabaların içine yerleştirilir, temizlemek için kolayca çıkartılamaz ve yıkanmadan uzun süre kullanılması beklenir. Koltuk kılıflarının estetik özelliklerinin yanı sıra, kullanılan diğer bir tekstil maddesi olan hava yastıkları da kaza anında hayat kurtarma ile ilgili fonksiyonları yerlerine getirirler.

Emniyet kemerleri sürücü ve yolcu için birincil emniyet aracı olmakla beraber şiddetli ve ani çarpmalarda sürücü ve yolcunun direksiyona, ön konsola veya cama çarptığı görülmektedir. Emniyet kemerleri otomobillerin insan güvenliğini sağlayan en önemli unsurları olmaya devam edecek gibi görünmesine rağmen, özellikle önden çarpışmalarda hava yastıkları hayat kurtarıcı olabilmektedir. [23]

I.2 Hava Yastığının Tarihçesi

Aslında hava yastıkları İkinci Dünya Savaşı sırasında uçakların yere çakılmalarında bir önlem olarak tasarlanmıştır. [15] 1953 yılında John W.Hetrick Amerikan Patent Ofisinde 2’649’311 no’lu patenti kayıt ettirdi. Buluş içeriği, otomobil içindeki yolcunun korunması fikrini kapsıyordu.

İlk hava yastığı General Motor tarafından 1970’lerin başlarında üretilmiştir. 1972-1975 yılında ise Amerika’da ilk hava yastıklı araba imal edildi. [4] Ancak üreticiler tarafından gerçek anlamda kabul edilmemişti. Hava yastıkları için pazar ABD’de Department of Transportation (DOT) ve Federal Motor Vehicle Safety Standarts (FMVSS), 1984’te kurulunca önemli oldu. [1] 1990 yılında ise Amerika’da uygulamaya alınan kararname ile, otomobili kullanan için hava yastığı ve emniyet kemeri zorunluluk haline getirildi. [4]

Veriler, otomotiv kazalarında ölüm ve şiddetli hasarların yarısından çoğunun ön cepheden çarpışmaların bir sonucu olduğunu gösterir. Bu nedenle ön hava yastıklarının üretimi diğerlerinden çok daha fazladır.

BÖLÜM II

TEKNİK TEKSTİLLER ve OTOMOTİV

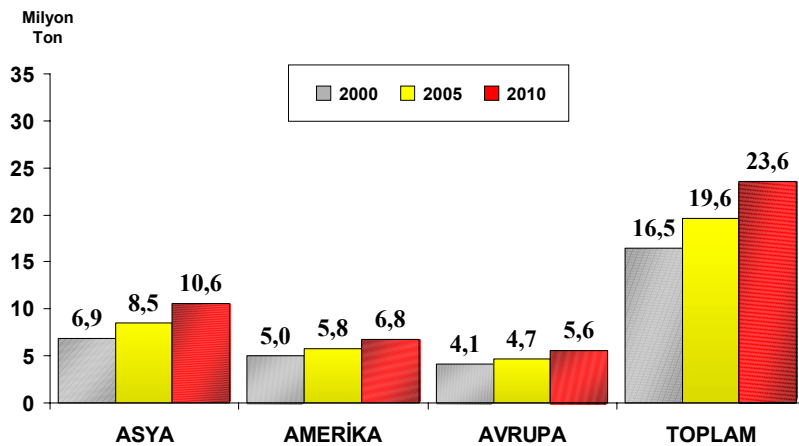
TEKSTİLLERİ

2005 yılında, dünya teknik tekstil üretimi 13,7 milyar ton ve değer olarak 72,3 milyar dolarlık bir hacim kaplamıştı. Tüm dünyada gerçekleşen teknik tekstil ticareti 2005 yılında, 55,3 milyar dolar ihracat, 54 milyar dolar ithalat olarak gerçekleşti. [3]

Güney Amerika, özellikle de Brezilya, önemli bir teknik tekstil merkezi olma yolunda ilerliyor. Bu alt sektöre yatırıma 90'lı yıllarda başlayan bölgedeki ülkeler bugün talebin %70'ni karşılar hale geldiler. Teknik tekstilin genel tekstil içinde payı Avrupa'da %20, Almanya'da ise %40. Japonya toplam lif tüketiminin % 45'ini, Çin toplam lif tüketiminin %37'sini teknik tekstilde gerçekleştiriyor. AB ülkelerinde konvansiyonel tekstil ürünleri üreten işletmeler cirolarının %2-3'ünü, özel (çok fonksiyonlu, interaktif, yüksek performanslı) tekstil ürünleri üreten işletmeler de yüzde 8-10'unu Ar-Ge ve Ür-Ge'ye ayırıyor. [3]

Teknik tekstil pazarının önümüzdeki yıllarda da hızlı bir şekilde büyümeye devam etmesi bekleniyor. Teknik tekstil pazarının 2010 yılına kadar yıllık %15-27 arasında büyüyeceği tahmin ediliyor. [8]

BÖLGELER İTİBARIYLA DÜNYA TEKNİK TEKSTİL TÜKETİM TAHMİNLERİ (milyon ton)



Kaynak: David Rigby Associates

Tablo II.1: Teknik Tekstil ve Endüstriyel Nonwoven: Kullanım Alanlarına Göre

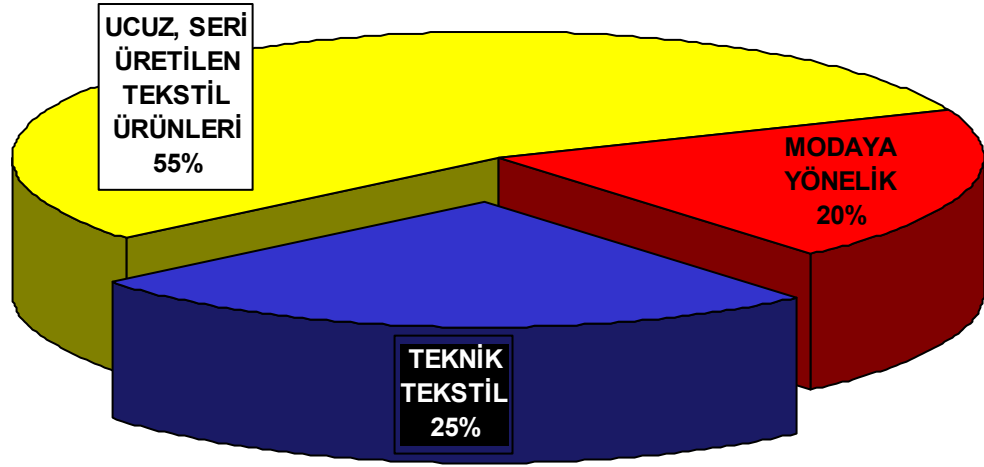
Tüketim Tahminleri (1000 ton) [8]

Uygulama Alanı	Yıllar				% Yıllık Büyüme Oranı		
	1995	2000	2005	2010	95-00	00-05	05-10
Tarım Tekstili	1173	1381	1615	1958	% 3.3	% 3.2	% 3.9
Yapı Tekstili	1261	1648	2033	2591	%5.5	%4.3	% 5.0
Giyim	1072	1238	1413	1656	%2.9	%2.7	%3.2
Geotekstil	196	255	319	413	%5.4	%4.6	%5.3
Ev Tekstili	1864	2186	2499	2853	%3.2	%2.7	%2.7
Endüstriyel Tekstil	1846	2205	2624	3257	%3.6	%3.5	%4.4
Tıbbi Tekstil	1228	1543	1928	2380	%4.7	%4.6	%4.3
Otomotiv Tekstili	2117	2479	2828	3338	%3.2	%2.7	%3.4
Paketleme Tekstili	2189	2552	2990	3606	%3.1	%3.2	%3.8
Koruyucu Tekstil	184	238	279	340	%5.3	%3.3	%4.0
Spor Tekstili	841	989	1153	1382	%3.3	%3.1	%3.7
Toplam	13971	16714	19683	23774	%3.7	%3.3	%3.8

II.1. Teknik Tekstillerin Gelişmesi

Sanayileşmiş ülkelerde teknik tekstiller geçen yıllarda belli bir olgunluk seviyesine ulaşmıştır. Bu, aşağıdaki unsurlar göz önüne alındığında daha açıkça görülmektedir:

- Dayanım, güç tutuşurluk özelliği; sıcaklığa, kimyasallara, ışığa vs. karşı dayanıklılık gibi ana kriterler çeşitli malzeme ve işlem şekilleriyle artık gerçekleştirilebilmektedir.
- Bugün hedef; düşük maliyet ve fiyat, düşük ağırlık, kullanılan hammaddenin geri kazanılması veya çevreye duyarlı atık ve daha uzun kullanım süresi gibi özelliklere sahip ikincil ürünler üretmektir.
- Hammadde ve özellikle elyaf düşünüldüğünde yenilik yapabilme olasılığı gittikçe azalmaktadır. Bunun yerine üzerinde yoğunlaşılacak konu denenmiş, test edilmiş mevcut teknolojileri kullanarak yeni son ürünler üretmektir.



Şekil II.1: Dünya Tekstil Piyasasında Teknik Tekstillerin Payı [32]

Bu eğilimler piyasa üzerinde büyük etkisi olan mekanizmaları yansıtmaktadır. Kısa bir süre öncesine kadar, yeniliklerin ardındaki güç teknik tekstillerin artan tüketimi idi. Bugün bazı sektörlerdeki ilerleme pratikteki son uygulamalar sayesinde gerçekleşmektedir, bu süreç “piyasanın çekmesi” olarak adlandırılır. [22]

Olası Gelişmeler

Farklı şirket ve kuruluşların Araştırma & Geliştirme (Ar-Ge) çalışmaları incelendiğinde bazı orta ve uzun vadeli eğilimler açıkça görülmektedir. Birkaç örnek aşağıda belirtilmiştir.

- a) Nano-teknoloji sayesinde bugün bilinen ve kullanılan endüstriyel kumaşların fonksiyonelliği iyileştirilecektir. Son kullanıcı açısından, bu sayede gerçekleşecek kendi kendini temizleme etkisi, karmaşık ve maliyetli temizleme işlemlerinin elimine edilmesinin yanında genel olarak bu tip ürünlerin görsel etkisini de arttıracaktır.
- b) Yeni veya farklı hammaddelerin kullanımı ürünlerin çevreye uygunluğunu iyileştirecek ve ekonomik açıdan geri kazanabilirliği veya problemsiz atık uzaklaştırmayı mümkün kılacaktır.
- c) Mevcut inşaat malzemelerinin yerini daha hafif ve dolayısıyla daha ucuz olan tekstil seçenekleri alacaktır. Özellikle uçak ve otomotiv endüstrileri, aynı zamanda mimarlar ve inşaat endüstrisi, ağırlıktan önemli oranda tasarruf edilmesini talep ediyor.

d) Elyaf, iplik veya kumaşlara yeni fonksiyonlar kazandırılacak veya terbiye sırasında bunlar uygulanacaktır. Örneğin, elyaf içindeki PCM kapsülleri ısı alarak veya vererek kendi birleşme durumlarını değiştirebilmektedir.

Bu tip projelerin başarısı için elyaf üreticisinden dokumacı ve son kullanıcıya kadar ilgili herkesin projeye ve geliştirme sürecine katılımı şarttır. Bunun elde edilen tecrübelerle göre yaklaşık %8-10 oranındaki (“klasik” kumaşa kıyasla iki katı) Ar-Ge maliyetini arttırdığı bilinmektedir. Ancak diğer taraftan yüksek kaliteli ürünlerin üretilmesi yanında diğer üreticilerin sektöre giriş yatırımlarını artırmaktadır. [22]

II.2. Teknik Tekstillerde Otomotiv Tekstilleri

Bölgeler itibariyle dünya teknik tekstil piyasasına baktığımızda Asya, Avrupa ve Amerika'nın payı ve gösterdikleri gelişmeler şöyledir:

Kuzey Amerika; dünyadaki en büyük teknik tekstiller sanayidir. Tüm teknik tekstiller pazarının yaklaşık %30'una sahiptir. 1995-2005 arası pazarın ortalama büyüme oranı %2,4'tür. Teknik tekstillerin pek çok segmenti pozitif büyüme göstermektedir.

Güney Amerika; teknik tekstiller 1995'ten sonra gelişmeye başlamıştır. Güney Amerika'nın teknik tekstil merkezi Brezilya'dır;

- Toplam tekstil üretiminin %50'si teknik tekstildir,
- Bölgedeki talebin %70'ini karşılamaktadır,
- 2005 sonuna kadar yıllık tüketim artışı %6,9 dur.

Bölgede başlıca ürün grupları itibariyle pazar payları:

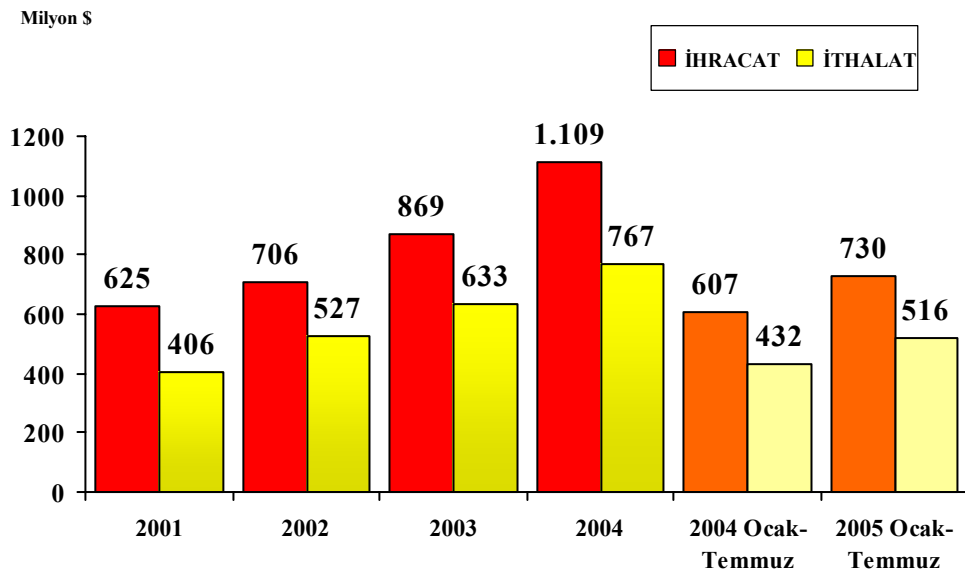
- Ambalaj tekstilleri (packtech): %36
- Ev tekstilleri (homotech): %24
- Otomotiv tekstilleri (mobiltech): %16**
- Tıbbi tekstiller (medtech): %15

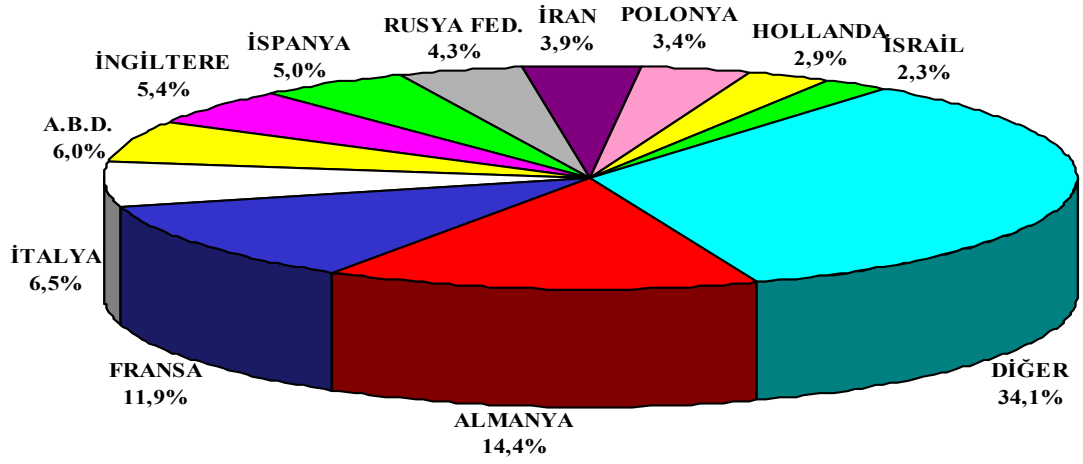
Asya; bölgedeki hızlı büyüme oranlarıyla birlikte ziraat, inşaat, giyim, ev tekstilleri, tıbbi tekstiller, otomotiv tekstilleri, ekolojik tekstiller talebi ciddi artış göstermektedir. Dünya nüfusunun %65'ini barındırması nedeniyle cazip olan pazar, 1990'lı yılların sonlarında yaşanan ekonomik krizleri fırsatlara dönüştürmesi teknik tekstiller pazarının oluşmasına önemli katkı sağlamıştır.

Avrupa; küçülme ve yeniden yapılanma süreci içerisindeki tekstil sektörünün ekonomiye olan katkısı ve sağladığı istihdam giderek azalmaktadır. Buna karşın, katma değeri yüksek, kaliteli, yenilikçi teknik tekstil ürünlerinin üretiminde yoğunlaşma dikkat çekmektedir. Teknik tekstillerin genel tekstil üretimi içindeki payı %22 iken Almanya’da bu oran %40 civarındadır. Başta Almanya olmak üzere, İngiltere, Fransa, Belçika, İtalya gibi AB üyesi ülkelerde teknik tekstillerin genel tekstil üretimi içindeki payı giderek artmaktadır. Önemli ölçüde rekabet gücüne sahiptir ve dış ticaret fazlası vermektedir.

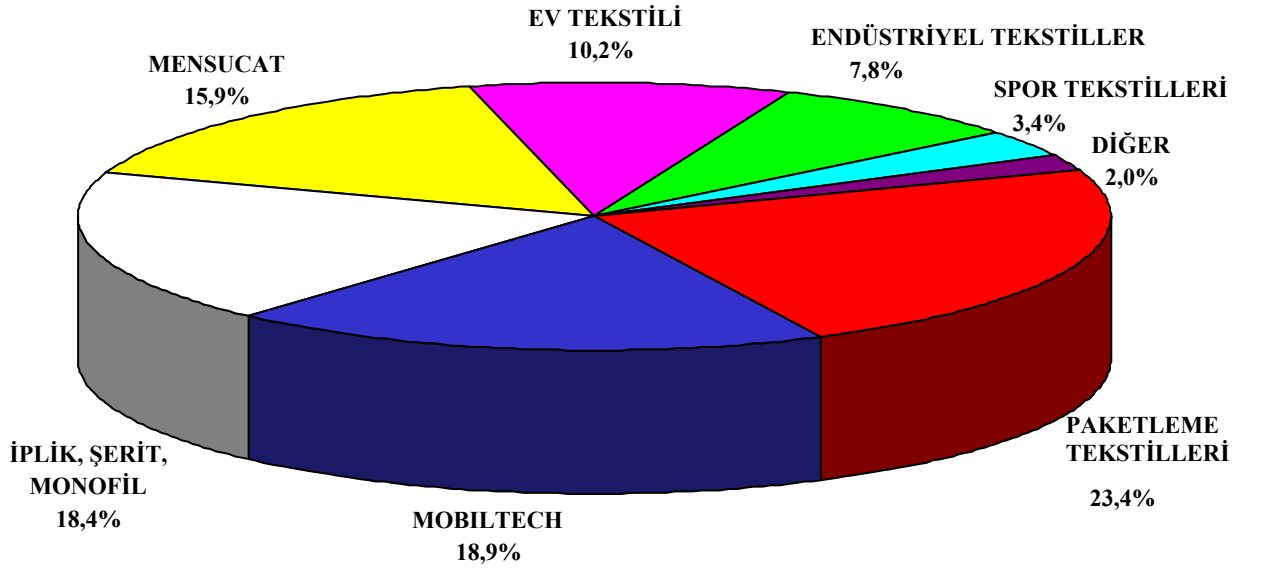
Avrupa Birliği’nin başlıca teknik tekstil pazarları; ABD, İsviçre, **Türkiye**, Çin, Japonya ve Norveç’tir.

TOPLAM TEKNİK TEKSTİL VE DOKUNMAMIŞ TEKSTİLLERİN %60’INI OLUŞTURAN ÜRÜNLERDE ÜLKEMİZİN DIŞ TİCARETİ (Milyon \$)

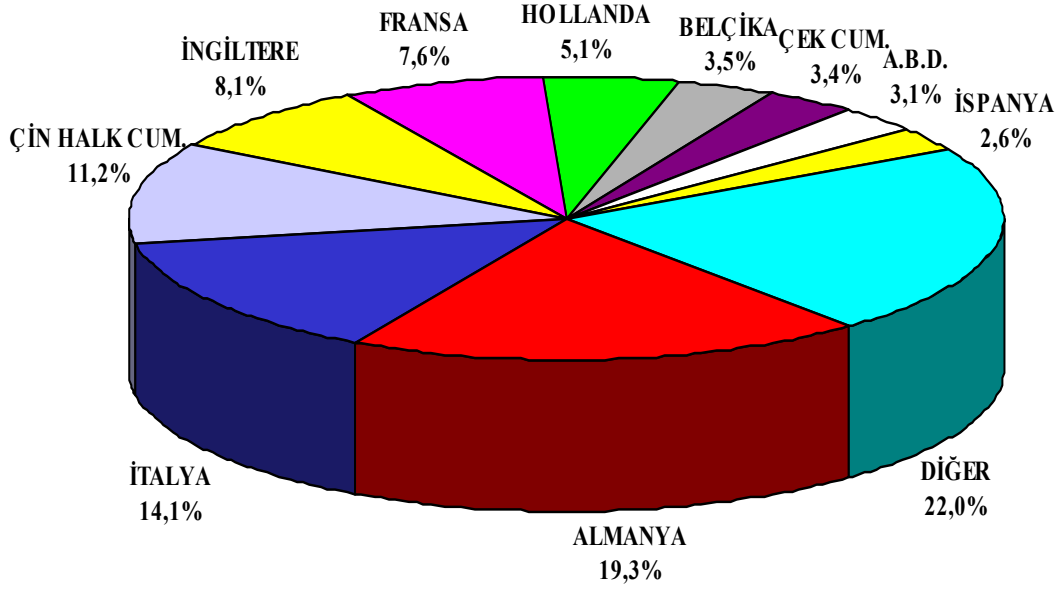




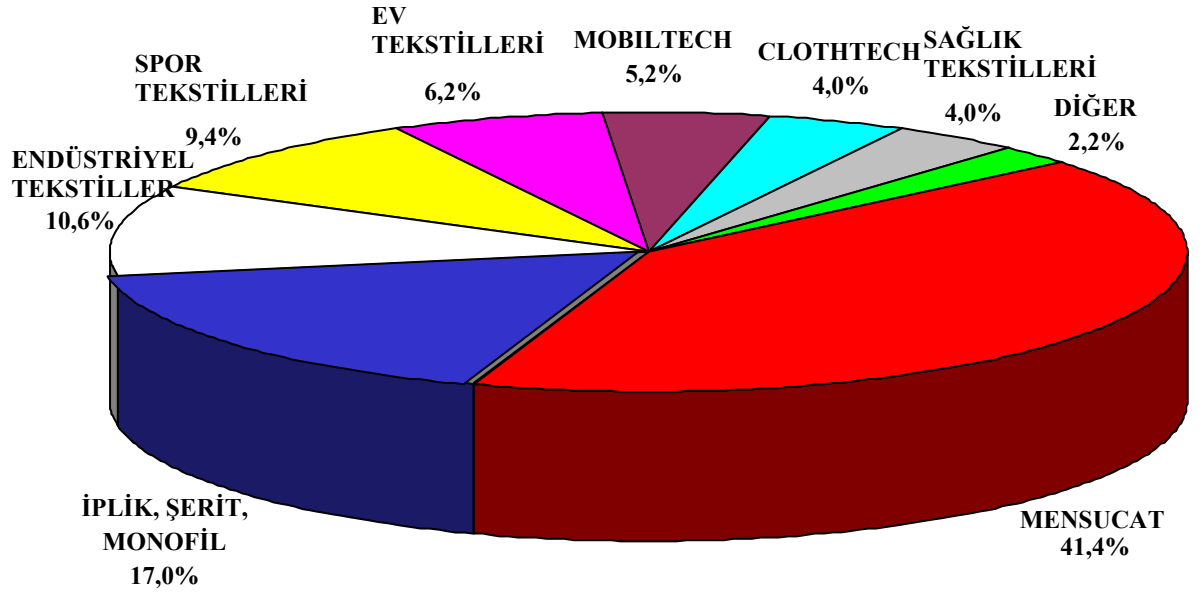
Şekil II.2: Teknik Tekstil İhracatımızda Başlıca Ülkeler (2004) [29]



Şekil II.3: Teknik Tekstil İhracatımızda Başlıca Ürün Grupları [29]



Şekil II.4: Teknik Tekstil İthalatımızda Başlıca Ülkeler [29]



Şekil II.5: Teknik Tekstil İthalatımızda Başlıca Ürün Grupları [29]

Görüldüğü gibi Otomotiv Tekstilleri, ihracatımızda %18,9 ile paketlenme tekstillerinden sonra en yüksek paya sahip ikinci kalemi oluştururken, ithalatımızda ise %5,2 gibi küçük bir paya sahiptir.

Teknik tekstillerin üretimi ülkemizde giderek artmaya ve çeşitlenmeye başlamıştır. Ülkemizde hem teknolojik olarak, hem insan kaynağı olarak hem de know-how olarak tekstil sektöründe gelişmeye ve büyümeye uygun bir altyapı mevcuttur.

Otomotiv tekstilleri, non-woven malzemeler gibi alanlarda yeni yatırımlar gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde teknik tekstil yatırımlarının yeni olması, firma üretim bilgilerinin gizli tutulması gibi nedenlerle bu alanda envanter çalışması yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Otomotiv sanayi teknik tekstiller için sadece en geniş değil, aynı zamanda en fazla ürün çeşitliliği olan pazar durumundadır. Otomotiv sanayindeki teknik tekstil uygulamaları otomobil lastiklerinin içerisindeki kord bezinden emniyet kemerine, ısı ve ses yalıtımından hava yastıklarına kadar bir çeşitlilik arz etmektedir.

BÖLÜM III

TEKNİK TEKSTİLLERDE HAVA YASTIKLARI

III.1. Hava Yastıklarının Tanımı ve Önemi

Hava yastığı önden ve yandan çarpmalarda araç kullanıcısının ve yolcuların kafa, gövde, boyun ve dizlerini korur, yaralanma riskini önemli miktarda azaltır.

Hava yastıkları insan hayatı kurtarmakla kalmamakta, otomatik güvenlik sistemlerinde yıllık 4 milyar dolarlık yeni bir pazar oluşturmaktadır. Bu pazarın her yıl iki haneli yüzdelerle artış göstermesi beklenmektedir.

Tablo III.2: Ön Hava Yastıklarının Etkinliği, Hava Yastıkları ile Yolcu ve Sürücü Ölümündeki Yüzde Olarak Azalmalar (NHS'den veriler, 2000) [6]

	Kaza Tipi			
	ÖN CEPHEDEDEN		TÜMÜYLE	
	Yolcu	Sürücü	Yolcu	Sürücü
Tümü	18	23	11	14
Emniyet Kemerli	14	26	8	12
Emniyet Kemersiz	23	32	14	19

Hava yastığı kullanımında en büyük gelişmeler Kuzey Amerika, Çin ve Kore'de izlenmekte, yandan çarpmalarda korunmanın önem kazanmasıyla birlikte tüketimin Japonya'da hızla artması beklenmektedir. Avrupa'da da, bu alanda ilerlemeler kaydedilmiştir. Burada orta ağırlıktaki, taşıt araçlarında 9 hava yastığı bulunması standart hale getirilmiştir. Bu gelişmeleri destekleyen kanıtlar da mevcuttur. [5]

Tablo III.3: Hava Yastığı Sistemleri İçin Dünya Pazarı (X 1000) [6]

	Sistem	1997	1999	2001
Batı Avrupa	Sürücü	11,593	12,730	13,756
	Yolcu	8,102	9,406	10,605
	Yan Etki	3,964	7,144	12,516
Amerika	Sürücü	14,550	16,313	16,748
	Yolcu	14,196	16,313	16,748
	Yan Etki	3,276	6,700	9,266
Asya	Sürücü	6,307	6,807	7,215
	Yolcu	4,204	4,805	5,032
	Yan Etki	1,051	3,203	5,104
TOPLAM		67,243	83,421	96,990

Sürücü, yolcu, yan etkilere karşı koruyucu, göğüs, baş/göğüs, şişirilebilir tüp strüktürü (ITS), perde, ayak, diz yastığı, şişirilebilir emniyet kemeri gibi çok çeşitli hava yastıkları mevcuttur. Kumaşlar, lifler, kaplamalar ve yastıklar gibi tekstil kısımları ile birlikte hava yastığı bileşimleri; şişiriciler, filtreler, sevk ediciler, başlatıcılar, elektronik kılıflar, sensörler gibi tekstil olmayan kısımlara sahiptir. [6]



Şekil III.6: Sürücü, Yolcu ve Yan Hava Yastıklarının Araç Üzerinde Yerleşimi [18]

Araçlardaki sürücü, yolcu ve yan-perde hava yastıklarının yerleşimi ve açıklamaları şöyledir;

İki aşamalı açılan sürücü yolcu hava yastıkları; Yeni iki aşamalı açılan hava yastıkları, çarpmanın şiddetine sürücü ve yolcu koltuğunun konumuna göre iki aşamada açılır. Yolcu koltuğu boş ise yolcu hava yastığı ateşlenmez. [18]



Şekil III.7: Sürücü Hava Yastığı [29]

Yan hava yastıkları; Ön koltuk yan hava yastıkları, yandan darbelere karşı baş ve göğüse ek koruma sağlıyor. Yan hava yastıkları karın ve göğüs zedelenmelerini önler.



Şekil III.8: Yan Hava Yastığı – Kapalı Şekli [26]



Şekil III.9: Yan Hava Yastığı – Açılmış Şekli [26]

Yan –Perde Hava Yastıkları; Yan hava perdeleri, ön ve arkada tavan döşemesinden çıkıyor ve yandan çarpmalarda ön ve arka koltukta oturan yolculara koruma sağlıyor. Yan hava perdeleri, ön ve arka koltuklardaki yolcuları omuz ve boyun zedelenmelerine karşı korur.



Şekil III.10: Yan Perde Hava Yastığı [26]

Ön koltuklarda aktif baş dayanakları; Baş dayanakları, arkadan ağır çarpmalarda harekete geçerek başın ani ileri geri hareketine bağlı yaralanma riskini azaltıyor. Ön hava yastıkları, darbenin şiddetine göre, önce %70, daha sonra %100 kapasitede şişerek ani ateşleme sonucu oluşabilecek zedelenmeleri önler.



Şekil III.11: Ön Koltuklardaki Aktif Baş Dayanakları [18]

Tablo III.4: Sürücü ve Yolcu Hava Yastıklarının Farklılıkları [6,1]

Sürücü		Yolcu	
Kaplanmış		Kaplanmamış (çünkü yolcu hava yastıkları daha büyüktür ve daha düşük gaz basıncı oluşturur).	
Daha düşük denye iplikler (dayanım ve daha hafif kumaşlar vererek)		Daha yüksek denye iplikler	
Daha düşük hacim	35 litre (Avrupa) 65 litre (Amerika)	Açılma boyunca gazı tutmak için daha büyük hacim	65-100 litre (Avrupa) 120-200 litre (Amerika)
Daha düşük alan	0,6 m ² (Avrupa) 1,5 m ² (Amerika)	Daha büyük alan	3 m ² (Avrupa) 4 m ² (Amerika)
Daha kısa açılma süresi		Daha uzun açılma süresi	
Daha hafif kumaşlar [240 g/m ² (470 dtex), 155 g/m ² (235 dtex)]		Nispeten ağır kumaşlar [244 veya 257 g/m ² (kaplanmış) (840 denye) (lineer yoğunluk)] 175 g/m ² (kaplanmamış)	
İçerilen gaz daha sıcak		İçerilen gaz daha soğuk	
Daha az kalın (0,25 mm)		Daha kalın (0,33 – 0,4 mm)	
Birlikte dikilen iki dairesel kumaş parçası		Yatay bir panel ve iki dikey bölümden oluşan gözyaşı damlası şekilli kumaş	
25 x 25 düz dokuma 840 denye Naylon 6,6 Başlık		25 x 25 rip dokuma 840 denye Naylon 6,6 Başlık	
46 x 46 düz dokuma 420 denye Naylon 6,6 Başlık		41 x 41 düz dokuma 630 Denye naylon 6,6 Başlık	
		49 x 49 düz dokuma 420 Denye naylon 6,6 Başlık	

III.2. Hava Yastığı Malzemelerinden İstenen

Özellikler

Hava yastığına beliren ihtiyaçlara paralel olarak, belirgin şekilde teknik gelişmeler de sürdürülmektedir. Bunlar arasında araç içinde oturanların yaralanma potansiyel riskini azaltma koruma önlemlerinin maksimum düzeye getirilmesi başı çekmektedir. Bu gelişmelerin başında küresel etki faktörü olarak taşıt araçlarında güvenliği artırma baskısı uygulayan NHTSA “New Car Assesment Program NCAP” ile Avrupa’daki eşdeğeri Car Assesment Program NCAP’dır. Kuzey Amerika’da Federal Motorlu Araçlar Ürün Güvenirliği ile ilgili yasalardaki değişikliklerin büyük rolü olmuştur. Çünkü Kuzey Amerika ve Avrupa’daki üreticiler artık sistemlerini

dizayn ederken ve materyal seçimi yaparken çok daha dikkatli davranmaya özen göstermektedirler. [5]

Tetikleme, şişme ve boşalma esnasında hava yastığı, gaz jeneratörünün oluşturduğu yüksek gaz sıcaklığı ve beraberinde taşıdığı partiküller nedeniyle, son derece yüksek bir ısıl gerilime ve dinamik kuvvetlere maruz kalır. Bu yüzden, ısıl yanmaya karşı emniyet temin etmek amacıyla, hava yastığının yapıldığı malzeme, son derece yüksek bir erime sıcaklığına ve yüksek ısıl kapasiteye sahip olmalıdır. Patlama enerjisine karşı dayanabilmek için de malzeme ayrıca yüksek bir mukavemete, yüksek elastikiyete ve son derece düşük bir başlangıç elastiklik modülüne sahip olmalıdır. Ancak bu sayede lokal olarak oluşan gerilme birikimleri tüm kumaşa yayılabilir ve yüksek gerilim dolayısıyla ortaya çıkabilecek yırtılmalar önlenir. [4]

Hava yastığından istekler, arabadaki yerleşim pozisyonuna bağlı olarak değişir. Sürücü ve yolcu hava yastıklarından kullanılan kumaşlar oldukça farklıdır.

Hava yastığı malzemelerinden beklentiler;

- Düşük hava geçirgenliği (<101 l/dm/min),
- Minimum paketleme hacmi ve paketlenirlik,
- Katlanabilirlik,
- Düşük kumaş ağırlığı (~ 170-240 g/m²),
- Düşük kumaş kalınlığı (~ 0,26 mm),
- Optimum kumaş yoğunluğu (~23/23 l/cm w/w) ve optimum uzama,
- Elastikiyet (35/25 % w/w),
- Uygun dikiş mukavemeti,
- Dikiş yoğunluğu ve dizayn,
- Düşük sürtme özellikleri,
- Aşınma dayanımı,
- Yumuşaklık,
- Isı stabilitesi,
- Isı kapasitesi,
- Kaplama adhezyonu,
- Ekstrem sıcak ve soğuk koşullarda fonksiyonellik,
- Gerilim mukavemeti,
- Ani şişme ve ekstrem hızla açılmaya yarattığı gerilme dayanımı,
- Boyutsal stabilite,

- Patlama dayanımı,
- Yırtılma dayanımı (->2500 N/5 cN w/w),
- Enerji absorpsiyonu,
- Daha yüksek kesişme,
- Uzun ömürlülük (>10 yıl),
- Buhar atmosferinde (bakteri ve mantarlara karşı) yaşlanmama,
- Yanmazlık,
- Kalıntı preperasyon içeriği <0,3%,
- Geri kazanılabilir
- Ücretlerinde etkinlik ve kalitelilik. [6]

Genel olarak, emniyet kemeri kullanımının daha düşük olduğu A.B.D.'de hava yastıkları daha erken devreye girmek üzere ayarlanmaktadır (15-20 km/s). Avrupa'da ise emniyet kemeri kullanımı daha yaygındır. Bu nedenle hava yastıkları daha geç devreye girmek üzere ayarlanmıştır (20-25 km/s).

Bazen emniyet kemeri mi yoksa hava yastığı mı daha fazla koruma sağlıyor gibi bir soru soruluyor. Bu sorunun cevabı, en iyisi her ikisini de kullanmaktır. Eğer ille de birini seçmek gerekirse, emniyet kemerinin tek başına hava yastığından daha fazla koruma sağladığını belirtmek gerekir çünkü hava yastığı sadece çarpışmalarda koruma sağlar; emniyet kemeri ise devrilme dahil her türlü kazada sürücü ve yolcuları yerinde tutar. Ayrıca hava yastığı tek bir darbede görev yaparken emniyet kemeri art arda gelebilecek darbelerde yolcuları korur. Hava yastığı emniyet kemerine ek olarak tasarlanmıştır, bu nedenle SRS (Supplementary Restraint System) adı da verilmektedir.[23]

Hava yastıklarından beklenen fonksiyonelliğe sahip olma taleplerine ilave olarak, yastıklar direksiyon halkalarına, göğüs panelinin altına veya aracın tavan raylarına yerleştirilmeye, ve her bir yastığın 10-15 yıl kullanım ömrüne sahip olması bulunmaktadır. Hava yastığı teknolojisinin bu süre içinde önemli bir değişikliğe uğramayacağı varsayılarak, üretilen yastığın güvenilirliğinin bu süre içinde kalıcı olması tamamıyla kullanılan materyalin bileşenlerinin güvenilirliklerini sürdürmelerine bağlıdır. [5]

III.3. Hava Yastığı Yapımında Kullanılan Lifler

Tetikleme sonrasında hava yastığının hızla şişebilmesi için hava yastığının son derece hafif olması yani imal edildiği malzemenin yoğunluğunun düşük olması gerekir. [4]

İlk hava yastığı 940 dtex PA 6.6 ipliğinden imal edilmiş ve polikloropren ile kaplanmıştı. Kumaş gramajı ise 500 g/m² kadardı. Daha sonraki yıllarda daha ince iplikler kullanılmıştır. Günümüzde, ağırlıklı olarak 470 dtex PA6 veya PA6.6 iplikler kullanılmaktadır. Aramid ve polyester ipliklerinin de kullanıldığı görülmektedir. Hava yastığı ipliklerinin daha da inceltilmesi üzerine çalışmalar devam etmektedir. Kaplanmamış hava yastığı kullanımı giderek artmaktadır. [4]

Tablo III.5: Sürücü Hava Yastıklarında Kullanılan Kumaşlar [4]

İncelik	[dtex]	470	470	470	235
Polimer		PA 6,6	PA 6,6	PA 6,6	PA 6,6
Mukavemet	[kN/5 cm]	2400	3200	2800	2000
Kalınlık	[mm]	0,40	0,38	0,30	0,28
Gramaj	[g/m ²]	330	240	185	210
Kaplama		Polipropiren	Kaplamasız	Kaplamasız	Silikon
Hava Geçirgenliği		-	Az	Orta	-

470 dtex iplikten dokunan ve düşük hava geçirgenliğine sahip kumaşlar Avrupa'da standart hava yastığı kumaşı olarak kabul görmektedir. Hava yastığı sisteminde kullanılan PA 6,6 ipliklerin, polyester ipliklerle kıyaslandığında, daha yüksek bir erime sıcaklığına ve daha yüksek bir entalpiye sahip olduğu görülmektedir. Bunun dışında PA 6,6 iplikleri daha düşük yoğunluğa sahiptirler. [4]

Üretim esnasında oluşan mekanik zorlamalar dolayısıyla polimerin bozunmaması için düşük moleküler yapıları bir yağ ile üretim öncesi polimer kütlesi muamele edilmelidir. [4]

Hava yastığı yapımında PA6.6 filament iplikleri yaygın olarak kullanılır. Aynı zamanda PA6, PA4,6 ve Polyester iplikleri de kullanılmaktadır. Aşağıdaki tablolarda bu liflerin karşılaştırılmalı özellikleri görülmektedir. [6]

Tablo III.6: PA 6.6, PA 4.6, PA 6 VE PET' in Karşılaştırmalı Olarak Negatif ve Pozitif Özellikleri [6]

	PA 6,6	PA 6	PA 4,6	PET
Erime noktası TS	0	-	-	0
Mukavemet	0	0	0	0
Uzama	0	+	-	-
Isıl dayanım	0	-	-	0
Ücret	0	+	-	-

Tablo III.7: PA 6.6, PA 4.6 ve Polyester'in Isıl Özellikleri [6]

		PA 6,6	PA 4,6	PET
Erime noktası TS	[°C]	255	285	256
20 °C – TS aralığında T'yi arttırmak için gerekli termal enerji	[J/g]	620	771	303
Yoğunluk	[g/cm ³]	1,14 (1,4) (9)	1,18 (1,4) (9)	1,36

Polyester lifi, poliamid (nylon) lifine göre birkaç avantaja sahiptir;

- Polyester kumaş daha yüksek kaplama faktörüne, düşük gözenekliliğe ve iyi sıkışma özelliklerine sahiptir.
- Naylona göre higroskopiktir.
- Nemlilik ve sıcaklık devirleri ve üretim boyunca boyutsal değişim sergilemez.
- Paketlenebilir ve tutumu önemli ölçüde geliştirilebilen kalandırlama işlemi yapılabilir.

Poliamid lifinin polyester lifine göre avantajları ise;

- ❖ Uzama özelliği polyesterden daha iyidir.
- ❖ Nylon dikiş boyunca daha homojen gerilim dağılımı verir ve en yüksek gerilim noktasında kırılma dayanımını artırır.
- ❖ Daha yüksek erime ısısına sahiptir.
- ❖ Nylon tipik olarak %4 nem içerir ve ilave söndürücü özellik sağlar.
- ❖ Nylon materyallerin ısı kapasitesi, polyester malzemelerden yaklaşık iki kat kadar daha büyüktür. [6]

III.4. Niçin Naylon 6,6?

Eskiden geliştirilmiş ve şimdi kullanılmayan bazı dizaynlar hariç hava yastıkları bütün dünyada Naylon 6,6'dan üretilen tekstillerle yapılmaktadır. Bütün üreticileri bir noktada birleştiren ve bugüne kadar bu materyalden 160 milyon adet hava yastığı üretmelerine iten etken, **performans** ve **maliyettir**. Birçok tüketici artık önem sıralamasında can güvenliğini, fiyatın, performansın ve ekonomikliğin üstünde tutmaktadır.

Ölen sürücülerin büyük çoğunluğu, direksiyona yakın oturmak durumunda olan küçük yapılı insanlardır. Yolculardan ise çocuk olanlar daha büyük tehlike altındadırlar. Bunlardan, özellikle geriye doğru bakar biçimde ön koltuğa oturtulmuş ve emniyet kemeri bağlanmamış bebekler daha da büyük risk altındadır. Bu yüzden, çocukların, emniyet kemeri bağlasalar dahi, ön koltukta oturmaları sakıncalıdır. Hava yastığının büyüklüğü ile hem sürücünün hem de yolcunun yaralanma riski arasında önemli bir ilişki olduğu artık bilinmektedir. Filament ipliği azaltılarak kumaş gramajının azaltılması hedeflenmiştir. Bu suretle de aşağıdaki avantajlara erişilmiştir;

- Oturana daha düşük çarpma kuvveti (azaltılmış yaralanma riski)
- Düşük kumaş gramajı (düşük maliyet)
- Azaltılmış paketleme hacmi

Bu nedenlerle, giderek daha ince iplik ve daha ince filament kullanılmaktadır. Standart kalite 479 dtex f72 iplikten dokunmuş 240 g/m² kumaşlar bu görevleri büyük ölçüde yerine getirmektedir. Filament inceliğinin azaltılması, hava geçirgenliğini de yükseltmektedir. 110 dtex, PA 6,6 iplikten yapılmış 110 g/m² gramajlı kumaşlar ile çalışmalar yapılmıştır.[4]

Hava yastığının temel görevi çarpmaları göğüslemektir.

- ❖ Naylon 6,6 enerji emişinde yüksek kaliteye sahiptir.
- ❖ Materyalin mukavemet ve uzaması hava yastığı için ideal düzeydedir.
- ❖ Bu materyalin endüstride yılda 60 milyon kg'a varan kullanım oranı, onun kopma mukavemeti, enerji emme kapasitesi, dayanıklılığı, ısıya direnci ve uzun ömürlü oluşu ile ilgilidir.
- ❖ Kombine uygulamalarda bile birim ağırlık başına performans, PEEK veya PEK gibi çok özel materyaller dışında son derece yüksek performans elde edilebilmektedir.[1]

Tablo III.8: Hava Yastığında Kullanılan PA 6,6 [4]

Filament İplik	dtex	470f73	470f144	235f36 Stand.	235f36	110f36
Filament	dtex	6,5	3,3	6,5	3,3	3,1
Gramaj	g/m ²	240	210	160	155	110
Hava Geçirgenliği	dm/min 500 Pa	<10	<10	<10	<8	-

Tablo III.9: Hava Yastığı için Tipik Naylon 6,6 Özellikleri [1]

Denye	420	840
Filamentler	68	140
Yoğunluk (g/d)	7,9	8,4
Uzama (%)	21	21
Serbest büzülme (177°C'de %)	6,1	6,5
Erime sıcaklığı (°C)	256	256

Önceleri, üçüncü kriter olarak da denenmiş emniyet ve performans göz önünde tutuluyordu. Hava yastığı sistemleri otomotiv yan sanayinin bir tedarik parçası haline dönüşmesiyle sürekli olarak polyester gibi diğer elyaf materyallerinin de denenmesi gündeme gelmiştir. Polyester dahil olmak üzere bütün bu alternatifler, yukarıda sayılan performans nitelikleri dikkate alındığında ikinci planda kalmış, bunların kullanılmasıyla hava yastıklarında bozulma riski artmıştır. Polyesterin performansının daha düşük oluşu, otomotiv güvenliği yönünden açılan davalarda, polyesterin güvenilirlikten yoksun olduğu ortaya çıktıktan sonra, hava yastıklarında polyesterin kullanılmaması gündeme gelmiştir.

Karşılaştırma amacıyla Polyester ve Naylon 6,6'nın özellikleri Tablo 10'da gösterilmiştir. Bu iki polimer arasındaki tek fark özkütle ve özgül ısı kapasitesidir.

Tablo III.10: Naylon 6,6 ve Polyester'in Temel Özellikleri [5]

	Naylon 6,6	Polyester
Özkütle (kg/m ³)	1140	1390
Özgül ısı kapasitesi	1,67	1,3
kJ/kg/K		
Ergime noktası (°C)	260	258
Yumuşama noktası (°C)	220	220
Ergime enerjisi kJ/kg	589	427

Naylon 6,6 ve polyester birbirine yakın ergime noktalarına sahip olmalarına rağmen polyesterin ergimesi için gerekli olan ısı enerjisi naylon 6,6 için gerekli olandan %30 daha azdır. Bu durumda polyesterden üretilmiş olan hava yastıkları piroteknik veya piroteknik içerikli gazlarla şişirilmesi sırasında kolaylıkla gövdesinden veya dikiş yerlerinden yanmaya başlayabilecektir. [5]

Naylon 6,6'nın ikinci bir avantajı da özkütlesinin düşük olmasıdır. Aynı çaplı elyaf ve aynı konstrüksiyonla elde edilmiş iki kumaştan polyester kökenli olanı naylon 6,6 ile dokunmuş veya örülmüş olandan %30 daha ağırdır. Özkütlesinin düşük oluşu bir anahtar avantajdır. Çünkü yastığın ağırlığını azaltmakta, çarpışma anında koltukta oturanı pozisyonunu değiştirmeye zorlamamaktadır. Bu da güvenliği arttırmakta, aracın toplam ağırlığını düşürmektedir. Diğer taraftan, naylon 6,6'ya kıyasla daha fazla polyester materyali kullanılacağından, buna bağlı maliyet artışını da dikkate almak gerekmektedir. [5]

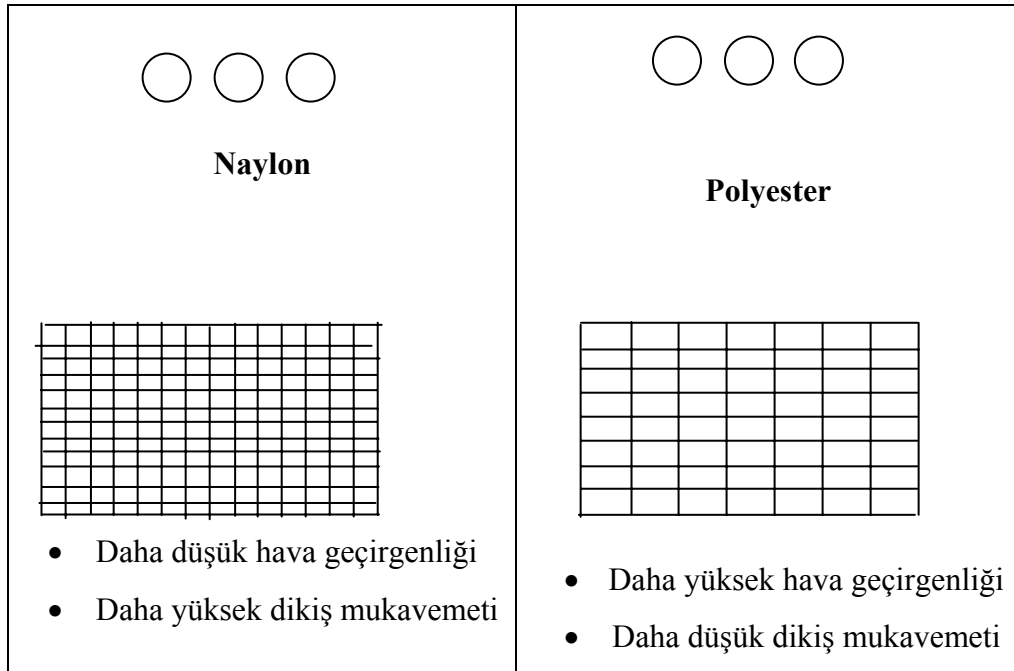
İki polimer arasındaki özkütle farkı, polyester elyafının genellikle naylon 6,6' ya göre ve aynı lif çapına ulaşabilmek için daha yüksek denye veya desiteks'lerde (daha kalın) üretiliyor olmasından kaynaklanmaktadır. [5]

PES'in Dezavantajları

- Polyester ipliği kullanıldığında yastığın kumaşı, gaz sızmalarına daha açık olmaktadır. Buna bağlı olarak da termal koruma azalmaktadır. Araç içinde oturanlar için ve daha da zoru yastık tasarımcıları için yastığın açılma dinamiklerini kontrol altında tutmak son derece zorlaşmaktadır.
- Ayrıca dikiş mukavemeti büyük oranda kaplama faktörüne bağlı olup, dikiş performansı bundan olumsuz etkilenmektedir.

- Bu durum özellikle sıcak gazın dikiş aralarından dışarı çıkması bakımından önemlidir. Özellikle sızdırma potansiyelinin artışı temel direncin azalması ile kombine hale düşürüldüğünde kritik durumlar gündeme gelmektedir.
- Naylon 6,6 ve Polyester'in 85°C sıcaklık ve %95 nispi nemde ısı/nem yaşlanma performansı ve kalan mukavemet değerleri karşılaştırıldığında; polyester elyafında görülen mukavemet kaybı, onun hidrolitik bozunma eğiliminde olduğunu göstermekte, dolayısıyla hava yastığı amaçlı kullanımlara uygun olmadığını altını çizmektedir.

Güvenirlilik bakımından uyulması zorunlu taleplerin mevcudiyeti, hava yastığı için üretilen kumaşların kullanım ömrünü gündemde tutmaktadır. Buna göre hava yastıklarının onlarca yıl sonra bile, dünyanın neresinde ve hangi hava şartlarında olursa olsun, fonksiyonelliğini kaybetmemektedir. Naylon 6,6 bu bakımdan belirtilen sıra dışı koşullarda bile son derece uzun süre dayanıklılık gösterme özelliğine sahiptir. [5]



Şekil III.12: Kumaş Kaplama Yüzeyi – Naylon 6,6 ve Polyester [5]

III.5. Farklı Dokuma Türleri ile Hava Yastıkları Üretimi

Hava yastığı kumaşları genellikle bezayağı desenli olarak mekikçikli ya da şişli dokuma makinelerde dokunmaktadır. Bu makinelerdeki tarak vurma kuvveti ayarlanarak kumaşın hem iplik sıklığı hem de hava geçirgenliği ayarlanabilmektedir.

İplik Sayısı (tel)

İplik Sıklığı: _____

Kumaş Eni (cm)

Kumaştaki gözenek periyodikliği aşağıdaki parametreler tarafından belirlenmektedir:

$$G = d + P$$

İncelik

Burada: $G =$ Gözenek periyodikliği, _____ olarak da tarif edilir,

Uzunluk

$d =$ Gözenek Seviyesindeki İplik Çapı

$P =$ Gözenek Büyüklüğü

Gözenekler hava yastığının şişmesi ve sönmelenmesi esnasında dinamik olarak yüklenir ve açılır. Bu açılma miktarı;

$$\Delta G = \Delta d + \Delta P$$

Dinamik zorlanma etkisi altında, kumaşın gözenek büyüklülüğü ya gözeneklerin açılması ile ya da iplik çapının azalması ile artacaktır. İplik çapının sabit kalabilmesi için, zorlanma ile orantılı olarak gözenek büyüklüğü değişecektir. Ancak gözenek büyüklüğünün değişimi hava geçirgenliğinin artması anlamına gelecektir. Pratik tecrübelerden bunun böyle olmadığı bilinmektedir, o halde $\Delta d > 0$ olmak zorundadır.

İpliği oluşturan filamentlerin yataklanma özelliklerinden dolayı atkı ya da çözümlü yönünde uygulanan bir gerilme ile gözeneklerde oluşan artma dengelenmektedir.

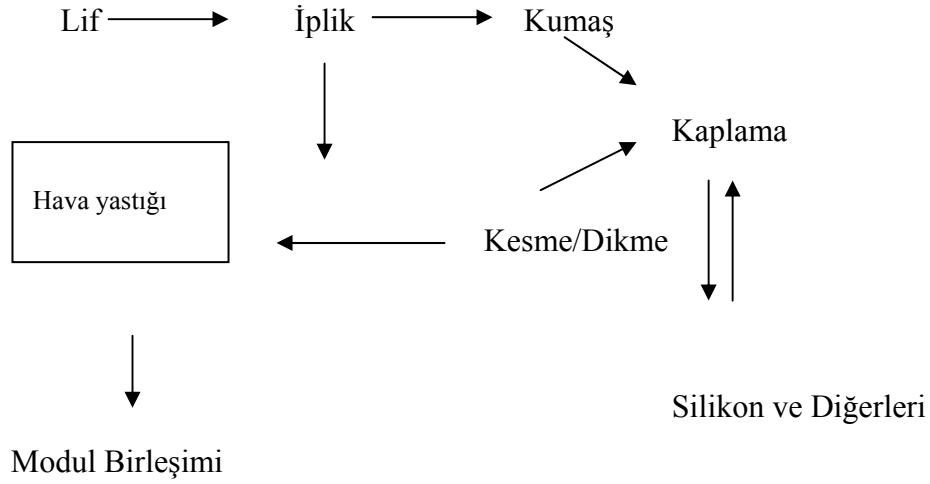
Kumaşın dokunması sırasında bu özellikten yararlanılır ve kumaşın gerginliğine göre hava geçirgenliği ayarlanabilir.

Bu durumda aşağıdaki uç durumlar düşünülebilir;

1. $G = \Delta d$ ve $d =$ sabit

2. $G = \Delta d$ ve $p =$ sabit

Belirli bir iplik inceliği için dokuma konstrüksiyonu ile kumaştan beklenen niteliklerden (sıklık, yırtılma ya da gaz geçirgenliği gibi) bir ya da birkaç yerine getirilemeyebilir. Örneğin dimi deseni pek çok beklentiye yerine getirirken, kumaşın şekil stabilitesini sağlayamaz. [5]



Şekil III.13: Hava Yastığı Prosesleri

Milliken Research Corp. Amerikan Patenti USP 5277230 ile özel bir dimi desenini hava yastığı kumaşı için patent koruması altına almıştır. Bu desende dimi ile bezayağı desenleri birleştirilerek hava yastığı için gerekli pek çok nitelik en uygun hale getirilmiştir. Genel olarak hava yastığı kumaşları kancalı veya hava jetli dokuma tezgahlarında bezayağı, ribs veya panama dokuma dizaynında dokunur. Fakat, Milliken Research Corp. bu kumaşların gaz geçirgenlikleri, yırtılma davranışları, sertlik, iplik numarası veya yoğunluğun ideal olmadığını ileri sürdü. Bu probleme çözümler olarak, firma sağ diyagonal ve eşkenar dörtgen veya kare parçalar halinde sol 2x1 dizaynda dimi dokular önerdiler. Milliken, hybrid hava yastıklarının kumaşları yalnızca tek yönde aşırı uzamayı geliştirmekte ve bazı durumlarda kumaşın ekstrem geçirgenliğiyle sonuçlandı. [6]

Dokuma işleminin kendisinden dolayı çözgü ipliklerinin haşıllanması gerekmektedir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan PA 6,6 iplikler suda çözünen poliakrilat bazlı haşıl maddeleri ile haşıl lanmakta ve dokuma sonrasında yıkanarak kumaştan uzaklaştırılmaktadır. [4]

Hava yastığı için kullanılacak kumaşların, tüm kumaş eni boyunca aynı özellikleri sağlaması gerekmektedir. Bu tip kumaşların, sabit hava geçirgenliği,

mukavemet vb özellikleri sağlayabilmesi için, sürekli olarak aynı özelliklerde dokuma yapısına sahip olması gerekir. Bunu yapabilme için de tüm ende aynı özellikleri sağlayabilecek çözeltinin kullanılması gerekmektedir. [7]

III.6. Hava Yastığı Kaplamaları

Hava yastığı kumaşı imalatında birbirinden farklı iki ana teknik mevcuttur.

1. **Kaplanmış Kumaş:** Yastığın sönümlenme özelliği havalandırma deliklerinin boyutlandırılması ile elde edilir. Ancak bu teknik hem kaplanmış kumaştan yapılan hava yastıklarında hem de hava geçirgenliği az olan kaplanmamış kumaşlardan yapılan hava yastıkları kullanılır. Burada belirleyici faktör, kumaşın hava geçirgenliğidir. Kaplama malzemesi olarak da silikon yerine polikloropren de kullanılabilir.
2. **Kaplanmamış Kumaş:** Belirli bir hava geçirgenliğine sahip kumaşların (filtre kumaşlarının) kaplamasız olarak hava yastıklarında kullanımı yaygınlaşmaktadır. Ancak hava geçirgenliğinin tolerans sınırları ve bu geçirgenliğin zamanla değişimi belirleyici faktördür.

Kaplanmış kumaşı kesmek, dikmek ve hava geçirgenliğini kontrol etmek daha kolaydır. Kaplanmamış kumaşlar daha hafif, daha yumuşak, daha az hacimli ve kolayca geri kazanılırdır. [2] Üretim randımanının yüksek olmasından dolayı kaplanmamış kumaşların hava yastıklarında kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. [4]

Dokumadan sonra, sürücü hava yastığı kumaşı siyah neopren kauçuk veya silikon kauçuk ile kaplanır. Hava yastığı kaplamalarından beklentiler şöyledir;

- İyi yapışkanlık (adhezyon)
- Antibloking etkisi
- Uzun süre esneklik
- Sıcaklık değişimlerine dayanım (-40°F'den 250°F'e kadar)
- Ozon'a dayanım
- Uzun süreli stabilite
- Düşük hava geçirgenliği
- Düşük ücret

Beklentileri karşılamak bakımından neopren ve silikon kaplamalar kullanılabilir. Mevcut kullanımda olan orijinal kaplama neopren;

- ✓ Ucuz,
- ✓ Yeterli,
- ✓ Bilinen,
- ✓ Geri kazanılabilir,
- ✓ Uzun ömürlülükte,
- ✓ Daha az hacimlilikte ve
- ✓ Nispeten daha az sertlikte bir kaplamadır.

Günümüzde neoprenin performansı tartışılmaktadır. Uzun süreli değerlendirmeler neoprenin naylon ile uyumsuzluğunu göstermiştir. Sonuç olarak yüksek sıcaklıklarda kumaş uzaması ve performansı kaybedilir. Neopren aynı zamanda hava yastığının faydalı ömrünü önemli miktarda azaltarak naylon kumaşın kırılma hızına dönüşmesine neden olabilir. Ayrıca neopren kaplanmış kumaşlardaki aşınma testleri düşük aşınma verdi ve kullanım sonuçları, daha şiddetli titreşim olan araçlarda bu hava yastıklarının olmadığını gösterdi.

Neopren kaplamanın bir özelliği hacimli ve katlanması zor bir kumaş oluşumuna neden olan yüksek kalınlığıdır. Ayrıca neopren kaplama geri kazanım için uygun değildir. Silikon uzun ömürlülük sağlayan çevresel olarak stabil ve kimyasal inert bir malzemedir. Uzun dönemler ısıyla yaşlanmaya maruz bırakıldığı için naylon ile uyumluluğu neoprenden daha fazladır. Kaplanmamış kumaşların tipik ağırlığı 150 g/m², kaplamanın ilave ağırlığı da 70-80 g/m²'dir.

Çoğu yeni gelişmeler silikon içerir. Silikon kaplamanın genel özellikleri;

- ❖ Güç tutuşurluk,
- ❖ Aşınma dayanımı,
- ❖ İyi esneklik
- ❖ Düşük hava geçirgenliği (<0,3 cmf)
- ❖ Işıl yaşlanma kapasitesi
- ❖ Düşük sertlik' tir.

Tam hava geçirgenliği sağlayabilmek için, hava yastığı malzemesi kalandırılabilir. Tümünü kumaş eni ve boyunca homojen hava geçirgenliğini sağlamak için, sapmaları kompanse edici bir kalandır kullanılabilir. Boyutsal stabilite verebilmek için ısıl fiske yapılıdır.

Günümüzde kullanılan hava yastıklarına gelinceye kadar, genellikle neopren veya silikon kaplamalı, iplik numarası 940 dtex civarında olan, Amerikan endüstrisi tarafından geliştirilmiş hava yastığından faydalanılmıştır. Direksiyon simidindeki yer darlığı ve her şeyden önemlisi kullanılmış kaplamalı hava yastıklarının yok edilme gücü sebebiyle, Avrupa’da kaplama işlemine tabi tutulmamış ve iplik inceliği 470 dtex olan bir hava yastığı geliştirilmiştir. 235 dtex iplik ile dokunmuş hava yastığı kumaşlar, daha düşük ısılar da çalışan hava yastığı jeneratörleri bulunana kadar, ısı koruma sağlayan bir kaplama işlemine tabi tutulmak zorunda kalmıştır. [6]

Hava yastığı kumaşı düzgün bir açılma sağlamak için paraşüte benzer şekilde ve dikkatle katlanır. Katlama çeşitleri;

- Akordeon katlama
- Ters akordeon katlama
- Plili akordeon katlama
- Üst üste katlama olarak sınıflandırılabilir.

Yakın gelecekte hava yastığı kumaşı üretimindeki eğilimler ve amaçlar hava yastığının neden olduğu zararları minimize etmek, hava yastığının gereksinim duyduğu alanı azaltmak, hava yastıklarının katlanma davranışını geliştirmek, daha küçük kumaş paketleri için PA 4,6 (Stanylenka) gibi yeni polimerlerden daha ince iplikler elde etmek, kompozitlerin kullanımı, nonwoven ve film materyallerin kombine kullanımı, “soğuk açılma” teknolojisinin kullanımı, kaplamalar için yeni polimerlerin, kaplama ve dokuma tasarımcıları için alternatif yeni metotların keşfinin sağlanması olarak kaydedildi. [6]

III.7. Hava Yastığında Kullanılan Gaz

Hava yastıkları ile ilgili bu tartışma sırasında modüler bir şişme hava yastığı sistemi ortaya çıkmıştır. Piro-teknik şişme teknolojisi son birkaç yıl içinde sodyum azit’ten çevre yükünü azaltıcı ve verimi arttırıcı itici gaza dönüştürülen bir sistem olarak geliştirilmiştir. Ön hava yastığı sistemlerinde koltukta oturanlara daha iyi bir koruma sağlamak amacıyla, sensör sistemi tarafından gaz volümünü azaltıcı ve çoğaltıcı özelliklere sahip çok kademeli ünitelerin oluşturulması yoluna gidilmiştir. Bazı bakımlardan bu değişiklikler hava yastıklarında aşırı şişmelere ve ısı

yükselmelerine yol açabilmekte, bunun sonucunda da yastığı kaplayan tekstilin ergimesine neden olabilmektedir.

Bu yüzden hava yastığını tasarlayanların yastık ile tekstil komponenti arasındaki termal düzeni göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Bunun için kullanılan yöntemler

1. Şişiricinin etrafını çok tabakalı tekstillerle kaplamak,
2. Kumaştaki naylon iplik oranını arttırmak ya da iplik tipini veya kumaş konstrüksiyonunu değiştirmek veya,
3. Silikon kaplama kullanmaktadır. [5]

Hava yastığı, sistemi güvenlik açısından bazı özellikler taşımalıdır. Hava torbası, yanlışlıkla gaz ile dolmamalıdır. Hava yastığını dolduran gaz zehirli ve yanıcı olmamalıdır. Ayrıca, hava torbasını dolduran gaz (20–80 milisaniye gibi) çok kısa sürede, hızlı şekilde elde edilmeli ve uzun süre kararlılığını korumalıdır. Tüm bu özellikler göz önüne alındığında hava yastığında kullanılacak en uygun gaz, alkali metal azid'lerinin bozunması sonucu elde edilebilen **azottur**. [13]

Hava yastığındaki reaksiyonun hızını artırmak için molibden disülfür (MoS_2) ve barutun bir bileşeni olan kükürt (S) kullanılır. Ayrıca, kükürt, reaksiyon ürünlerinden olan sodyum (Na) metali ile sodyum sülfat katısı (Na_2SO_4) oluşturur. Böylece, aktif bir metal olan sodyumun su ile girebileceği bir reaksiyon ve bunun sonucu oluşabilecek istenmeyen durumlar da önlenmiş olur. [13]

Son olarak da şişirme sistemi vardır. Hava yastıkları sıkıştırılmış veya basınç altındaki havanın veya bir gazın salıverilmesiyle şişmezler. Bir kimyasal reaksiyonun sonucunda şişerler. Bu kimyasal reaksiyonun ana maddesi “sodyum azide” dir, yani NaN_3 . Normal şartlarda durağan olan bu molekül ısıtılınca anında ayrışır ve ortaya nitrojen gazı çıkar. Çok az miktarından, yani 130 gramından 67 litre nitrojen çıkabilir.[28]

Ancak bu ayrışmadan ortaya bir de sodyum (Na) çıkar ki, çok reaktiftir. Su ile birleşince vücuda bilhassa gözlere, buruna ve ağza ağır tahribat verebilir. Bu tehlikeyi önlemek için hava yastığı üreticileri kimyasal reaksiyonda sodyum ile birleşebilecek bir gaz daha kullanıyorlar ki, bu da potasyum nitratıdır (KNO_3). Bu reaksiyondan da yine ortaya nitrojen çıkar. [28]

Arabanın önündeki sensör belli bir seviyenin üstündeki çarpmada, NaN_3 ' ün bulunduğu tüpe bir elektrik sinyali gönderir. Burada çok küçük bir spark oluşur ve bunun yarattığı ısıdan da NaN_3 çözülür, açığa çıkan nitrojen hava yastığına dolarak

şişirir. Burada ilginç olan sensörün çarpmayı algılaması ile yastığın şişmesi arasında geçen zamandır. Sadece 30 milisaniye yani 0.030 saniye,. Bir saniye sonra yastık üzerindeki özel delikler vasıtası ile kendi kendine söner ve kazazedeye devamlı baskı yapılmasına mani olur. [28]

III.8. Hava Yastığına Uygulanan Terbiye İşlemleri

Hava yastığı ham kumaşı, terbiye işlemi olarak sadece yıkanır ve kurutulur. Yıkamayla bütün eğirme ve dokuma preperasyon artıkları uzaklaştırılır. Bu çeşit maddeler, yüksek sıcaklıkta patlayıcı özellikteki hava yastığı gazı ile temas ettiğinde, hava yastığının patlamasına sebebiyet verebilir. Hava yastığından arzu edilen hava geçirgenliğine yıkama işlemiyle birlikte sıcaklık altında çektirme de uygulanarak ulaşılır. Kurutma işlemiyle birlikte gerekli form stabilitesine ulaşmak için kumaş fiske edilir. Hava yastığı kumaşı kimyasal işleme tabi tutulmaz ve kalender işlemi görmez. [4]

III.9. Hava Yastığının Dikilmesi

Hava yastığı kumaşlarının kesilmesi ve dikilmesi büyük dikkat gerektirir. Dikiş ipliği lif tipi, ağırlık, konstrüksiyon ve kaplama tam anlamıyla seçilmelidir. Hava yastıkları Naylon 6,6, Polyester ve Kevlar-aramid iplikleri dikiş ipliği olarak kullanılabilir. Dikiş örnekleri ve yoğunlukları performansı maksimize etmek için dikkatle seçilir. Hava yastıklarındaki mevcut araştırma ve geliştirmeler hava yastıklarında kullanım için daha uygun ve güvenli kumaş ve iplik performans özellikler sağlama konusunda yoğunlaşmıştır.[6]

Hava yastıkları konvansiyonel olarak dikilir. Aachen Dikiş Enstitüsü'nde yolcu hava yastığı için dikiş oluşumu araştırılmıştır. Yolcu ve sürücü hava yastığı arasındaki önemli bir farklılık, 100-115 litre hacmindeki yolcu hava yastığının 30-40 litrelik sürücü hava yastığından yaklaşık üç kat büyük olmasıdır. [4]



Şekil III.13: Sürücü Hava Yastığının Direksiyondaki Yerleşimi [18]

Dikiş makinesinde küçük ve yuvarlak uçlu iğnelerin kullanılması tavsiye edilir (iğne üreticilerinin notasyona göre örneğin FFG, SES, SIN ve kısa bir dikiş uzunluğuyla örneğin <2 mm). Dikiş ilmeği karşılaştığında iki iplikli zincir dikişin, düz dikişten daha iyi sonuç verdiği görülür. Parçanın yaratılışının dikiş gerginliği üzerinde büyük etkisi vardır. [4]

III.10. Hava Yastıklarının Neden Olduğu Kazalar

Hava yastıkları hiç şüphesiz hayat kurtarıırken bazı önemli kazalara neden olmaktadır. 20 mil/s hızın altında olan kazalardaki çocuk ölümlerinden sonra ABD’de hava yastıklarının tasarımı iyice sıkı kontrol edilir bir hal almıştır. Daha güvenilir ve daha “akıllı” hava yastıklarının tasarımı için çalışmalar sürmektedir. Bu hava yastıkları yolcunun büyüklüğünü hissedebilir, hatta koltuk boş ise anlayabilir ve buna göre davranır. Dahası özellikle çocuk yolcular için emniyet kemeri ve diğer güvenlik elemanlarını birleştiren entegre güvenlik sistemleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. [2]

Bazı sürücüler kazadan sonra aracındaki hava yastığının şişmediğini iddia ederek yetkili firmaları aramaktadır. Hava yastığı ancak belli bir hızın üzerindeki çarpışmalarda devreye girecek şekilde ayarlanmıştır. Örneğin 10 km/s hızla gerçekleşen bir çarpışmada hava yastığı çalışmaz çünkü bu hızdaki bir çarpışmada hava yastığı gerektirecek bir tehlike söz konusu değildir. Bu şekilde gereksiz masraflar önlenmiş olur.

III.10.1. Hava Yastığının Yarattığı Riskler

Hava yastıkları ilk çıktığında gerçekten de bir devrim sayılıyordu. Bir kaza yaptığımızda, başınızı aracın herhangi bir yerine çarpmak yerine, önden fırlayıveren gerçek yastık benzeri, içi hava dolu bir torbaya çarpıyor ve ciddi yaralardan kurtuluyorsunuz. Bu gerçekten de mucizeydi. Ancak ilerleyen teknolojilerle birlikte insanlar, bu hava yastıklarının bazı dezavantajlarını gördüler. Mesela çocuk ölümlerine neden olduğu yayılmaya başladı. Ardından gerektiği zamanlarda açılmadığı söylenmeye başlandı. Hatta kazalarda yeterli koruma gerçekleştirmediği bile söylendi.

Ölen sürücülerin büyük çoğunluğu, direksiyona yakın oturmakta olan küçük yapılı insanlardır. Yolculardan ise çocuk olanlar daha büyük tehlike altındadır. Bunlardan, özellikle geriye doğru bakar biçimde ön koltuğa oturtulmuş ve emniyet kemeri bağlanmamış bebekler daha büyük risk altındadır. Bu yüzden, çocukların emniyet kemerleri bağlı olsalar dahi, ön koltukta oturmaları sakıncalıdır. [4]

- Kazadan önce yapılan fren sırasında, emniyet kemeri takılı olmayan yolcu ön panele doğru hareket eder ve hava yastığına yaklaşır. Hava yastığı saniyenin 1/25'inden daha kısa sürede şişerken, göz kırpmadan daha kısa bir sürede, emniyet kemeri takılı olmayan sürücüler ve yolcular, veya sadece ciddi veya öldürücü yaralardan hava yastığının açılması sayesinde kurtulur.
- NHTSA, yolcu hava yastığı açıldığında çocuklar için baş veya boyun yaralanmalarında 101 öldürücü kaza tanımlar. Ek olarak; üç çocuk, sürücü tarafında yer alan hava yastığı nedeniyle ölmüştür. Bu ölümlerden 19 tanesi, çocuk güvenliği koltuğunun arka yüze gelen bebekler olmuştur. Diğer 84 çocuğun çoğu tamamen bağlanmamış olduğu, “pozisyon dışı”, veya kaza sırasında kemerin tam takılı olmadığı sırada olduğu kararlaştırılmıştır. [3]

Hava yastığındaki olumsuzlukları gidermek üzere sisteme eklenen koltuk ağırlık algılayıcı (sensör), çocukların ve minyon yapılı yetişkinlerin korunması için, belirli ağırlığın (örneğin 30kg) altındaki yolcu ağırlıklarında hava yastığını işlemez duruma getirmektedir. Zayıf bayanların ve ağır gençlerin koltukta ne biçimde oturduklarının algılanması, halen zorlukları oluşturmaktadır. Ayrıca, hava yastığının etkin kontrolü için, kemerin bağlanıp bağlanmadığının ve çarpışmanın şiddetinin dikkate alınması da

düşünülmektedir. Temel fikir, günümüzde kullanılmakta olan iki kademeli şişiricilerin basınç artışının daha olumlu kontrolüdür. [12]



Şekil III.15: Çocukların Ön Koltukta Oturtulmamaları Gereken Pozisyonlar [16]

Kanada Güvenlik Konseyi, hava yastığı açılma prosesi ile ilgili ciddi risklerin anlamlı verileri, tam anlamıyla tutulmuş insanlar için güvenilir görünmüyor. Bir istisna olarak bebek koltuğunun ön yüzü asla aracın ön koltuğunda yolcu hava yastığı ile kullanılmamalıdır; bebek koltuklarının güncel ön yüzü yolcu hava yastığı ile kullanım için tasarlanmamıştır. Amerika'da Anayol Güvenliği için Sigorta Enstitüsü (Durum Raporu, 7 Aralık, 1996) verileri, hava yastıklarının çocukları tam anlamıyla tehlikeye atmadığını gösterir:

- Hava yastıkları, sağ-ön koltukta oturan kişilerin yaşları 10 – 64 arasında ise, önden çarpmalarda ölümleri %23 oranında azaltır.
- 9 yaşında ve daha küçük çocuklarda, ölüm oranları önden çarpmalarda %33'ten “beklenenden fazla” yüksektir. Bu dikkate alındığında, 31 çocuk hava yastığının açılması sonucu ölmüştür; 9 çocuk (örneğin %27), neredeyse tüm hesaplar “beklenen” numarası altında yer alan, ön yüzde

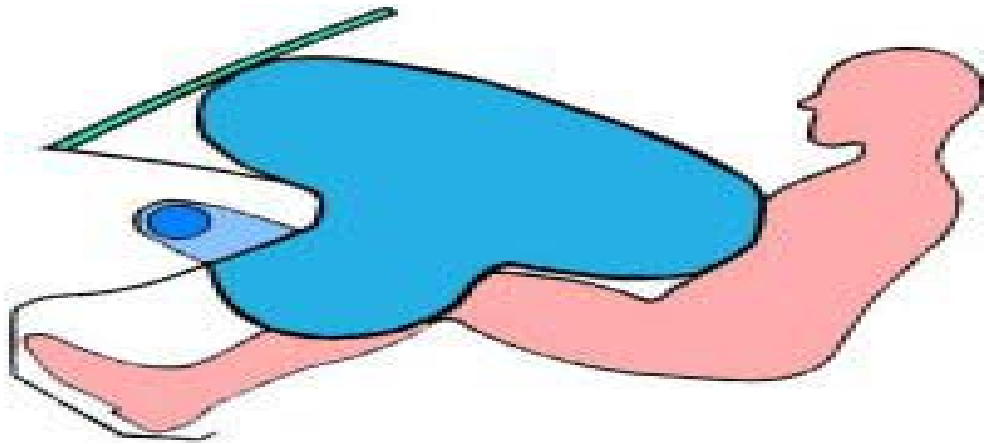
tutulmuştur. Bu çocuklar hiçbir şekilde ön yolcu koltuğu pozisyonunda oturtulmamalıdır.

- Kalan 22 çocuğu ölümü, 17 tanesinin kemerinin takılı olmamasından kaynaklandığına inanılır, 3 tanesinin yalnızca kucak kemerinin takılı olduğuna inanılır, ve 2 tanesi kucak/omuz kemeri kullandığına ama koltuğun kenarında oturduğuna inanılır. [12]

Emniyet Kemerini Kullanılmaması Durumunda;

- ❖ Hava yastıkları şişerken sürücü veya yolcunun baş ve gövdesinde şiddetli darbelere,
- ❖ Bilincini kaybetmiş kazazedelerin boğulmalarına yol açabilir. [14]

Yolcu sınırlama sistemlerinin önemli bir parçası da, çarpışma sırasında vücudun alt kısımlarının enerjisinin absorbe edilmesi için kullanılan diz yastığıdır. Ayrı diz yastığı, sistemin karmaşıklaşmasına ve fiyat artışına yol açtığından, daha ucuz ve basit bir çözüm, Şekil 15 'de görüldüğü gibi, aşağıya monte edilen yolcu hava yastığı (LMPAB) sistemine bir diz yastığı eklenerek elde edilmiştir. [12]



Şekil III.16: Diz Yastığı Eklenerek Geliştirilmiş Yolcu Hava Yastığı [12]

Hava yastığı ve emniyet kemerinin tek başına ve birlikte kullanılmaları durumundaki yaralanma riskleri, hava yastığıyla % 18, emniyet kemeriyle % 42, ikisinin birlikte kullanılmaları durumunda ise, % 46 kadar azalmaktadır. [12]

III.10.2. Hava Yastığının Yol Açabileceği Sağlık

Son 20 yılda trafik kazalarında binlerce kazazedenin hayatını kurtaran hava yastıklarının sağlığa yol açtığı bilimsel olarak kanıtlandı. Yunanistan'daki Ioannina (Yanya) Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde kazazedeler üzerinde yapılan araştırma, saatte 320 kilometre hızla açılan hava yastıklarının çıkardıkları ses nedeniyle kalıcı kulak çınlaması, denge bozukluğu hatta sağlığa yol açtığını ortaya çıkardı. [19]

Araştırmanın sonuçlarını üniversitenin Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı uzmanlarından Dr. Ioannis Kastanioudakis, Selanik'te düzenlenen Avrupa İşitme Kayıpları Kongresi'nde açıkladı. 30 kilometre gibi düşük süratte yaşanan trafik kazalarında bile otomobillerin hava yastıklarının devreye girdiğini belirten Dr. Kastanioudakis, kazazedelerde ciddi akustik travmalar görüldüğünü söyledi. Toplantıya İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden katılan Yrd. Doç. Dr.Ender Güçlü, hava yastığının açılırken çıkardığı sesin 170 desibeli bulunduğunu hatırlattı. Kulağın rock konserinde 110, uzay roketi yanında 130, patlayan piyade tüfeğinin yanında 140 desibel gürültüye maruz kaldığını belirtti. Gürültüdeki her 10 desibellik artış, ses şiddetinin 10 kat artması anlamına gelir. [19]

İngiltere'nin saygın bilim dergisi British Medical Journal'da kısa süre önce yayımlanan bir başka araştırmada da, yine hava yastığı nedeniyle oluşan sağlıklar incelendi. Leeds kentindeki St. James Üniversitesi'nden Dr. Graham Buckley'nin hazırladığı araştırmada 25 ile 35 kilometre arasındaki süratlerde meydana gelen üç kazada, üç ayrı kazazedenin hava yastığı nedeniyle uğradığı işitme kaybı incelendi. Maymunlarla yapılan deneylerde işitme kaybının ortaya çıkmadığı vurgulanırken, kişisel özelliklerin etkilenme düzeyini belirlediği ifade ediliyor. [19]

Hava yastıkları önden çarpmalarda ölümü % 10 oranında düşürüyor. Bununla birlikte son 20 yılda hava yastıklarının yol açtığı yaralanmalar sonucu tüm dünyada 150 kişi hayatını kaybetti. Türkiye'de de 1997'de otomobilin ön koltuğunda oturan 4 yaşındaki Bayla Güleç, çarpan yastığın başını koparması sonucunda ölmüştü. Yaklaşık 250 gram sodyum asit'in 20 milisaniyede nitrojen gazına dönüşmesi sonucu hava yastıkları saatte 320 kilometre hızla açılıyor. Kazazedenin yüzüne vurduğunda, çeşitli sakatlanmalara yol açıyor. Bir otomotiv firması, 1999'da ön koltukta oturanların ağırlıklarına ve oturma açalarına göre açılan hava yastıkları geliştirdi. Kazalar sonucu yüksek tazminatlar ödeyen diğer otomobil firmaları da, daha işlevsel hava yastıkları geliştirmek amacıyla çalışmalarını sürdürüyor. [19]

III.11. Kazalar ve Taşıt Gövdesinin Deformasyon Davranışı;

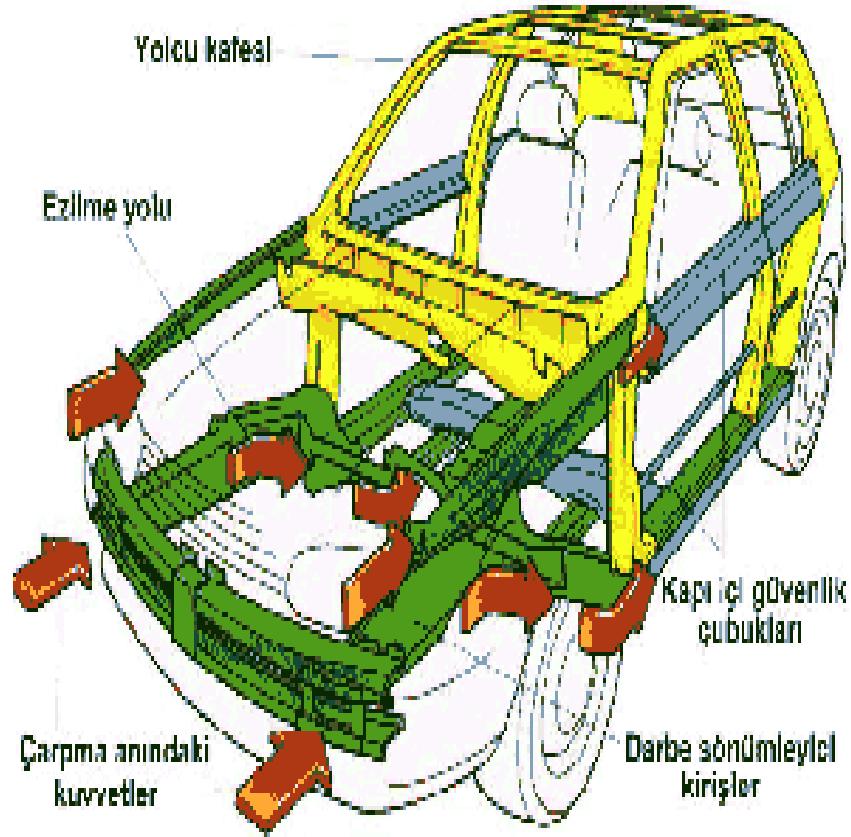
Amerika'da 1966 yılında yürürlüğe giren Motorlu Taşıtlar Güvenlik Kanunu'ndan sonra, bir dizi yasal kısıtlamalar getirilmiştir. Bunlardan en iyi bilineni, bir otomobilin sabit bir bariyere 48.3 km/h (30 mil/h) hızla önden çarpması durumunda, yolcuların hayati tehlike oluşturacak boyutta yaralanmamaları şartıdır. Model onayının alınması yapılan çarpma testleri ve diğer testlerde karşılanması zorunlu olan şartlar aşağıda açıklanmıştır:

- **Baş yaralanma kriteri (HIC - Head Injury Criterion);** Baş yaralanma kriterinin belirlenmesinde baş ivme değerleri kullanılmaktadır ve müsaade edilebilir maksimum ivme değeri $HIC < 1000 \text{ m/s}^2$ değeriyle sınırlandırılmıştır.
- **Göğüs yaralanma kriteri;** Göğüs kafesinin müsaade edilebilir maksimum ivmesi, $60 \text{ g}^3\text{ms}$ olarak sınırlandırılmıştır.
- **Bacak yaralanma kriteri;** Kalçaya etki eden kuvveti 10 kN olarak sınırlandırılmıştır.

Diğer genel şartlar şunlardır:

- Yakıt deposunda sınırlı sızıntı olabilir,
- Çarpma sırasında kapılar açılmamalıdır,
- Çarpmadan sonra kapılar yeterince açılabilmelidir,
- Ön camın koruduğu bölgeye taşıt parçaları girmemelidir,
- Direksiyon simidinin yatay kayma miktarı, $< 10 \text{ cm}$ olmalıdır,
- Yolcu mahallindeki kapaklar açılmamalıdır,
- Hayati hacim boyutları küçülmemelidir.

Bu şartların tamamlayıcısı olarak, darbe durumunda enerji absorbe edebilme özelliği bulunan ön yapı, belirli ve olabildiğince düzgün bir yavaşlama ivmesine sebep olmalıdır. Yolcu bölümü ise, mümkün olabildiğince sağlam ve şekil değişimine karşı dirençli olmalıdır. Eskinin ağır gövdeleri yerine, günümüzde uzay kafes (SF-space frame) sistemine göre üretilmekte olan yüksek dayanımlı profillerden yapılan hafif gövdeler ve çarpışma anındaki darbe kuvvetinin yolcu kafesine ulaşmadan sönmülmesi için eklenen ön deformasyon kuşakları, Şekil 16'da da açıklandığı gibi, çarpışma anındaki kuvvetleri önemli ölçüde absorbe ederek hayat kurtarıcı bir fonksiyon üstlenmektedir.



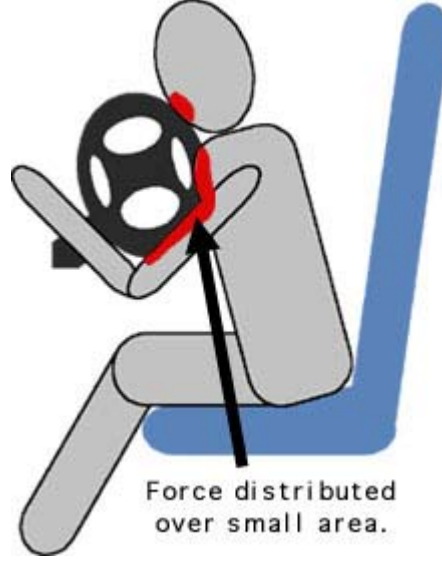
Şekil III.17: Çarpışma Anındaki Kuvvetler ve Absorplanmaları [12]

Çok sayıda eşitliğin çözülmesini gerektirdiğinden, taşıt gövdesinin deformasyon ve enerji absorbe etme davranışı bilgisayar sümülasyonları ile analiz edilmektedir. Bunun için, şasi ve tüm gerekli elemanları dahil, taşıt gövdesinin binlerce elemana bölündüğü sonlu elemanlar yöntemi kullanılır. Öncelikle önemli elemanlar incelenir.[12]

Birçok araba kazası arabanın ön kısmından olur. %80 olayda araba başka bir araca ya da duran nesneye önü ya da ön köşesi ile çarpar. Bu aracı saniyenin bir bölümü kadar kısa bir zamanda durdurur, aracın ve içinde bulunan sürücüyü yolcuların ivmelerinin şiddetle azalmasına neden olur. Daha ender olarak araca arkadan çarpılır, bu da ivme artışına bağlı yaralanmaya yol açar. Diğer çarpmalar yandan çarpmalar ve aracın üzerinden yuvarlanmadır. [17]

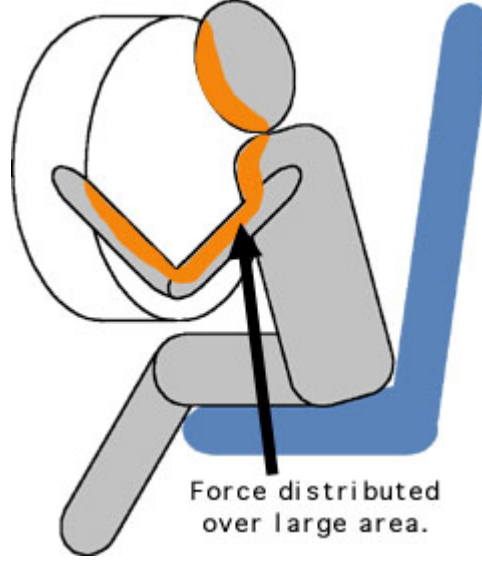
İvme azalması durumlarında görülenler;

- 1) Ön koltuklarda oturanlarda emniyet kemeri yoksa öne doğru fırlatılırlar ve aracın önlerinde bulunan bölümlerine çarparlar.
 - a) Yüz ve kafa ön cama, çerçeveye veya yan çerçevelere çarpar.
 - b) Yolcu camı kafasıyla kırıp aracın ön tarafından fırlayabilir.
 - c) Göğüs ön panel veya direksiyona çarpıp ezilebilir ve bu da kaburga, göğüs kemiği, kalp veya karaciğer hasarına neden olabilir.
 - d) Dizler ön panel raflarına çarpıp yaralanabilir veya kırılabilir.
 - e) Bacaklar özellikle de sürücünükiler (frene ve diğer pedallara basınç uygular), geçen strese bağlı olarak kırılabilir ki bu ayrıca kalça çıkığına veya pelviste kırıklara neden olabilir.
 - f) İvmenin azalması sırasında şiddetle öne doğru yaylanan başın ağırlığı aşırı fleksiyona bağlı servikal veya torakal omur yaralanmalarına yol açabilir. Eğer baş sert bir cisme çarparsa koltuk arkalarına da başlık yerleştirilmemişse geri tepme ileri derecede ekstansiyon yaralanmasına neden olur.
 - g) Göğüs boşluğu içindeki kalbin momenti olasılıkla aşırı fleksiyonun da yardımıyla aortu, sıklıkla damar sisteminin omurgayla bulunduğu yer olan inen arkusun bitiminde parçalar.
- 2) Arka koltuktaki yolcular; eğer emniyet kemerleri yoksa arabanın önündekiler kadar olmasa da yaralanmaya yatkındır. Emniyet kemeri çok yaygınlaştığından beri arka koltukta oturanların taşıdığı risk daha gözle görülür hale gelmiştir. Bu yolcular ön koltukların arkaları ve öndeki yolcuların üzerinden fırlayarak ön cama çarpabilir, hatta camdan dışarı fırlayabilirler. [17]



Şekil III.18: Vücut Direksiyona Çarptığında, Çarpma Kuvvetinin Dağılışı [25]

Vücut direksiyona doğru çarptığında, çarpma kuvvetinin vücudun küçük bir kısmına dağılır ve bu küçük alan yaralanır. Bu alan kırmızı ile gösterilmiştir.



Şekil III.19: Vücut Hava Yastığı Tarafından Tutulduğunda, Çarpma Kuvvetinin Vücutta Yayılışı [25]

Vücut hava yastığı tarafından tutulduğu zaman, çarpmanın kuvveti vücutta daha geniş bir alana yayılır, sonuçta daha sert yaralanma engellenmiş olur. Hava yastığı tarafından korunan bölge turuncu ile gösterilmiştir

III.11.1. Hava Yastığının Açılma Aşamaları

Hava yastıkları önden ve öne yakın çarpmalar için tasarlanmış güvenlik donanımlarıdır. Bu tip çarpmalar yolcuların yarısından daha fazlasının ölümüne yol açmaktadır. Hava yastığı kafa ve göğüs yaralanmalarını azaltmak üzere ve çarpmanın şiddeti orta ya da ciddi düzeyde ise açılacak şekilde tasarlanmıştır. [21]



Şekil III.20: Sürücü ve Yolcu Üst Hava Yastığının Açık Halleri [13]

Tetikleme, şişme ve boşalma sürecinde hava yastığı oldukça yüksek miktarda ısı kuvvetlere (jeneratörün oluşturduğu ve uçuşan parçalardan oluşan yüksek gaz sıcaklığı dolayısıyla) ve yüksek dinamik kuvvetlere maruz kalır. Bu nedenle hava yastığında kullanılan malzeme yüksek erime sıcaklığına ve yüksek özgül ısı kapasitesine (yanmaya karşı emniyet için) sahip olmalıdır. Yüksek patlama enerjisine dayanabilmek için malzeme aynı zamanda yüksek kopma mukavemetine, yeterli uzama miktarına ve oldukça düşük başlangıç elastiklik modülüne sahip olmalıdır. Bölgesel aşırı yükler geniş alana yayılmalı ve bu sayede yüksek zorlanmalar dolayısıyla ortaya çıkabilecek yırtılmalar azaltılmalıdır. Bu nedenle hava yastığı tetiklenmeyle birlikte çok hızlı şişebilmeli ve çok hafif olmalıdır, yani malzemenin yoğunluğu düşük olmalıdır. [4]

Hava yastığı sistemi, temel olarak, çarpma algılama sensörleri, elektronik kontroller, denetleme, yangın söndürme ve hava yastığı modülünden oluşur. Hava yastığı modülü elektronik bir tetikleyiciye sahip gaz jeneratörü, hava torbası ve üst kapaktan oluşur. Gaz jeneratörü, çarpma ile tetiklenen parlayıcı madde olarak soda asidi ihtiva eder. Hava yastığı ciddi bir önden çarpma ile şişer. Gazın boşalması piezo-elektronik bir vana ile sağlanır. [4]

Tablo III.11: Bir Hava Yastığı Sistemini Oluşturan Elemanların Yapıldıkları Malzemeler ve Alternatifleri [4]

Elemanlar	Tekstil Malzeme ve Alternatif Malzemeler
Kapak	Tekstil takviyeli poliüretan (PUR), PUR+PA+PVC, PUR+Çelik, PUR+TPE, laklı ya da laksız TPE
Hava Torbası	Laminasyonlu ya da laminasyonsuz PA dokuma, PET dokuma, PA dikiş ipliği, PE dikiş ipliği
Gövde	Laklı veya çinko kaplı çelik sac, alüminyum sac, alüminyum döküm, PS-GF
Gaz Jeneratörü	Çelik alüminyum
Bağlantı Elemanları	Çeşitli yüzey işlemlerine tabi tutulmuş çelik sac, alüminyum parçalar, plastik

Çarpma anında çarpma şiddeti ve süresi değerlendirilir. Belirli bir eşik değeri aşıldığında önce (düşük eşik değer) emniyet kemeri sıkılır, daha sonra (yüksek eşik değer) hava yastığı tetiklenir. Çarpışmadan sonraki yaklaşık 30-40 milisaniye içinde sistemin üreticisine bağlı olarak şişme, 15-25 km/saat hız ile gerçekleşir. Hava yastığının tetikleme, şişme ve boşalma süreci çarpışmadan sonraki 70-80 milisaniye içerisinde tamamlanır. [4]



Şekil 21: Kaza Sonrası Aracın Muhtemelen Alabileceği Şekil [13]



Şekil III.22: Kaza Sonrası Açılmış Hava Yastığı [30]

Hava yastığının sağladığı iç güvenliğin önemini vurgulamak amacıyla, sabit bir duvara 80 km/h hızla çarpan bir otomobildeki yaklaşık 0,15 saniye süren bir kaza sırasında meydana gelen olaylar örnek olarak verilmiştir.

0,026 s : Ön tamponlar araca gömülür. Araç, ağırlığının 30 katı kadar bir kuvvetle frenlenir. Eğer emniyet kemeri ve hava yastığı kullanılmıyorsa, taşıttaki yolcular kabin içerisinde 80 km/h hızla hareketlerine devam ederler.

0,039 s : Sürücü, koltuğu ile birlikte 15 cm öne fırlamıştır.

0,044 s : Sürücü, göğüs kafesiyle direksiyona çarpar.

0,050 s : Taşıt ve içindekiler üzerine etkiyen yavaşlatıcı ivme, ~80 g (g: yerçekimi ivmesi, 9,81 m/s²) ye ulaşır, (uçuş simülatörlerinde yapılan denemelerde 6 g'lik bir ivmenin etkisinde kalan bir pilotun yüzündeki tüm etlerin geriye doğru çekildiği, kemiklerinin fırladığı görülmüştür). Yani, taşıt ve içindekilerin üzerine, ağırlıklarının ~80 katı kadar kuvvetler etki etmektedir.

0,068 s : Sürücü, ~9 tonluk bir kuvvetle gösterge paneline çarpar.

0,092 s : Sürücü, yanındaki yolcu ile birlikte, aynı anda kafasını ön cama çarpar. Sürücünün yanındaki yolcu, bu çarpma sonucunda kafasından ölümcül bir yara alarak dışarıya fırlar.

0,100 s : Direksiyon simidi tarafından tutulan sürücü, tekrar aracın içine düşer. O anda ölmüştür.

0,110 s : Araç yavaşça geri çekilmeye başlar.

0,113 s : Sürücünün arkasında oturan yolcu (emniyet kemeri yoksa), sürücünün seviyesine kadar yükselir ve kafasıyla ona sert bir darbe yaparken, aynı anda kendisi de ölümcül biçimde yaralanır.

0,150 s : Cam ve çelik parçaları yere düşer, tekrar sessizlik egemen olur. [34]

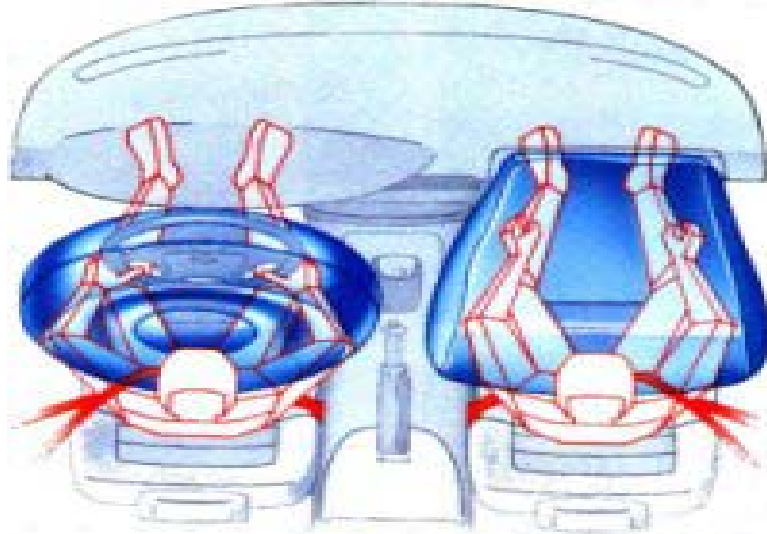


Şekil III.23: Ön Gergili Emniyet Kemer [12]

Görüldüğü gibi, 0,2 saniyeden daha kısa bir süre içerisinde her şey bitmektedir. Ortaya çıkan enerjinin, 1 ton ağırlığındaki bir otomobili, yaklaşık 30 m yukarıya fırlatabilecek boyutlarda olduğu ifade edilmiştir. [12]

III. 12. Hava Yastıklarının Geri Kazanılması

Bir arabada yaklaşık olarak 7-8 kg tekstil ürünü mevcuttur. Bunun büyük bir kısmı koltuklarda (yaklaşık olarak 3 kg, 5-8 m²), 0,8 kg emniyet kemeri, geri kalanı ise zemin, tavan, kapı ve bagaj kaplaması ile filtre ve gürültü izolasyon malzemesidir.



Şekil III.24: Sürücü ve Yolcu Hava Yastıkları [12]

Gelecekte yok edilmesi gereken hava yastığı modüllerinin sayısı yalnızca tahmin edilebilmektedir. Ancak üretilen sürücü ve yolcu hava yastığı sayılarının gelecek yıllarda hızla artacağı da bilinen bir gerçektir. Örnek olarak 1994 yılındaki geri kazanılacak hava yastığı sayısı 31,200 iken, 2010 yılında bu miktar tahmini olarak 2,700,000'e ulaşacaktır. [4]

Tablo III.12: Kullanılmış Araç Hurdaya Çıkış Tarihleri, Sürücü ve Yolcu Modülü Sayıları [5]

	1994	1996	1998	2005	2010
Hurdaya çıkmış araç	2,600,000	2,600,000	2,800,00	3,200,000	3,600,000
Sürücü hava yastığına sahip araç oranı	% 1	% 2	% 6	% 25	% 50
Sürücü hava yastığı sayısı	26,000	52,000	168,000	800,000	1,800,000
Yolcu hava yastığına sahip araç oranı	% 0,20	% 1	% 2.50	% 10	% 25
Yolcu hava yastığı sayısı	5,200	26,000	70,000	320,000	900,000
Toplam hava yastığı sayısı	31,200	78,000	238,000	1,200,000	2,700,000

Günümüzde aşağıdaki üç geri kazanım konsepti gerçekleştirilmektedir:

- Modüllerin araba ile birlikte parçalanması;
Bu konseptte hava yastıkları araç içinde kalır ve araçla birlikte parçalanır. Bu geri kazanım prensibinde, materyaller parçalanmadan önce jeneratör altında alev alırlar. Aksi takdirde personel yanmamış yakıtla temas edebilir veya hava yastığı parçalanma esnasında çözünebilir. Bunlar personel yaralanmalarına, çevre kirlenmesine ve koparma işlemi yapan parçaların zarar görmesine sebep olabilir.
- Modüllerin parçalarına ayrılmadan arabadan sökülmesi;
Hava yastığı, her bir parçasına kadar ayrılmadan arabadan sökülür ve eritme -ve parçalama- proseslerinin yardımıyla tam olarak geri kazanılır.
- Modüllerin komple ayrılarak arabadan sökülmesi;
Hava yastığı arabadan sökülerek parçalarına ayrılır. Her parça ayrı olarak geri dönüştürülür. [4]

III.13. Diğer Güvenlik Sistemleri

III.13.1. Yan Panel Güvenlik Sistemleri

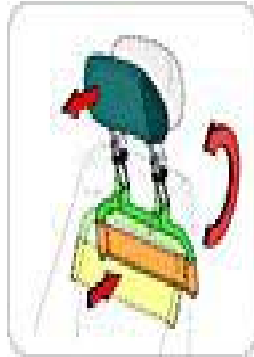
Yeni model taşıtlarda, yandan çarpmalara karşı koruma sağlayan yan hava yastıkları veya Şekil 6'de görüldüğü gibi, şişirilebilen koruyucu yan hava perdeleri de kullanılmaya başlamıştır. Yan hava yastıkları, sürücü ve yolcunun kolunun yastıkla kapı arasında sıkışma riskini de önleyecek biçimde düzenlenmektedir. [12]



Şekil III.24: Şişirilebilen Koruyucu Yan Paneller [12]

III.13.2. Aktif Boyunluk

Boyun kırılması gibi, arkadan çarpmalardaki darbe hasarlarını azaltmak üzere kafayı destekleyen boyunluklar kullanılmaktadır. Hasar riskini daha da azaltmak amacıyla, kaza sırasındaki işleyişi Şekil 25'da açıklanan aktif boyunluklar kullanılmaya başlamıştır.



Şekil III.25: Aktif Boyunluk [12]

Arkadan çarpmalarda görev yapan bir koruma sistemini (WHIPS - whiplash protection system) Mayıs 1999'dan itibaren uygulamaya almıştır. Arkadan çarpmalarda sistem koltuğu gövdenin geriye doğru hareketini izlemektedir. Böylelikle, gövdenin üst kısmı ile kafa birlikte ve paralel olarak hafifçe ve dengeli bir biçimde geriye doğru gideceğinden, gövdedeki gerilmeler azaltılmaktadır. Koltuğun arkası daha sonra geriye/aşağıya doğru alçaltılarak, geriye fırlamaya ve tehlikeli kırbaçlama hareketinin riskine karşı gelmektedir. [12]

BÖLÜM IV

YÖNTEM, MATERYAL VE TEST SONUÇLARI

IV. 1. YÖNTEM, MATERYAL ve TEST SONUÇLARI

Bu çalışmada atkı ve çözgü iplikleri 435 dtex ile 470 dtex arası inceliklerde dört adet PA 66 (A, B, C, ve D numuneleri) bir adette 460 dtex incelikte PES numune (E numunesi) test edilmiştir. Kumaşların hepsi Bezayağı desen örgüsüne ve birbirine yakın sıklık değerlerine sahip dokuma kumaşlardır. Hiçbir kumaşın üzerinde kaplama yoktur.

Kumaşlara mukavemet, gramaj, sıklık, yırtılma, iplik mukavemeti, iplik numarası ve hava geçirgenliği testleri uygulanmıştır. Mukavemet testi kapsamında uzama testi de yapılmıştır.

DeneySEL çalışmada öncelikli olarak temin edilen numunelerin özellikleri tespit edilmiştir. Bu amaçla testler, standartlar çerçevesinde ve uygun kondisyon şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 2$ nispi nem) testlere göre değişen sürelerde kondisyonlandıktan sonra test edilmiştir.

IV.1.1. Kumaş Kopma Mukavemeti, İplik Mukavemeti ve İplik Numarası Testleri

Hava yastığı kumaşların mukavemet testinde Instron 4411 marka mukavemet test cihazı kullanılmıştır. Cihaza maksimum yük değeri olan 500kg'lık (5kN) güç çeviricisi (loadcell) takılmıştır. Cihazın kalibrasyonu için cihaz kullanma kılavuzunda belirtilen ayarlamalar yapılmıştır. [11]

Cihazın prensibi şu şekildedir: Cihazda kumaşların mukavemetinin tayininde kullanılan 2 adet 50 mm genişliğinde çene bulunmaktadır. Test edilecek olan kumaşlar, çenelere test yapan kişi tarafından sıkıştırılmaktadır. Çenelerin altta olanı sabit, üstteki ise güç çeviricisine bağlı ve hareketlidir. Kumaşın ucu önce üstteki

çeneye sonra da alttaki sabit çeneye sıkıştırılır. Bu işlem esnasında kumaşın gerginliği ekrandan kontrol edilir. “UP” tuşuna basılarak üzerinde güç çeviricisi ve üst çenenin bulunduğu makine kafası yukarı doğru hareket eder. Kumaş kopana kadar bütün yük ve uzama değerleri cihaz ve bilgisayar ekranından izlenebilir. Kumaş koptuğu anda yük değeri kilogram kuvvet (kgf) veya Newton (N) biriminde, uzama değeri de milimetre (mm) veya yüzde (%) biriminde not edilebilir. Daha sonra makine kafası “DOWN” tuşuna basılarak tekrar başlangıçtaki test uzunluğuna geri döner. [11]

Her numune için atkı ve çözgü yönünde 5'er adet numune alınıp teste tabi tutulmuş ve sonuçların ortalaması alınmıştır. Numunelerin kopma yükleri kilogram kuvvet (kgf) biriminde, uzama değerleri de milimetre (mm) biriminde alınmıştır.[11]

Kumaşların mukavemet testi TS EN ISO 13934-1 En Büyük Kuvvet ve En Küçük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Tayini – Şerit Metodu (BS EN ISO 13934-1 Strip Tensile) standardı kapsamında yapılmıştır. Bu standart çerçevesinde teste tabi tutulacak olan numunenin boyutları ve test hızı belirlenmektedir. Test yapılacak olan kumaş eni 50 mm, boyu 300 mm, test hızı 100 mm/min olmaktadır.



Şekil IV. 26 : Test Cihazı Üzerinde Mukavemet Testi [35]

Cihazdan mukavemet testi sonucunda alınan değerler ve birimleri şöyledir:

- Maksimum yük değeri (kgf)
- Maksimum yük değeri uzama (%)
- Kopma noktasında yük değeri (kgf)

- Kopma noktasında uzama değeri (%)
- Elastiklik modülü (Young modülü) (kgf/mm²)

a) Hava Yastığı Kumaşlarının Mukavemet Test Sonuçları

Tablo IV.13: Hava Yastığı Kumaşlarının Mukavemet Test Sonuçları

	Mukavemet (kg)		Uzama (mm)	
	Çözüğü	Atkı	Çözüğü	Atkı
A Hava Yastığı	299,08	273,58	67,17	64,97
B Hava Yastığı	277,74	254,96	76,42	79,83
C Hava Yastığı	273,82	258,02	69,22	73,99
D Hava Yastığı	219,02	291,48	68,81	62,10
E Hava Yastığı	253,17	248,29	58,19	55,63

İplik testleri de benzer özelliklere sahip mukavemet cihazında yapılmaktadır. Ancak daha hassas çeneler, daha hassas ayarlar ve daha hassas loadcell (güç çevircisi) kullanılmaktadır. Numunelerden sökülerek elde edilen ipliklere de yine standart atmosfer koşullarında kondisyonlanmıştır.



Şekil IV. 27 : İplik Mukavemeti Test Cihazı [36]

b)Hava Yastığından Sökülen İpliklerin Numara Testi Sonuçları

Tablo IV.14: İplik Numaraları

	İplik Numarası (dtex)	
	Çözüğü	Atkı
A Hava Yastığı	470	470
B Hava Yastığı	465	465
C Hava Yastığı	460	460
D Hava Yastığı	435	435
E Hava Yastığı	460	460

c)Hava Yastığından Sökülen İpliklerin Mukavemet Testi Sonuçları

Tablo IV.15: İplik Mukavemet Test Sonuçları

	Mukavemet (cN/dtex)		Uzama (%)	
	Çözüğü	Atkı	Çözüğü	Atkı
A Hava Yastığı	69	65	23	32
B Hava Yastığı	62	59	25	33
C Hava Yastığı	60	58	23	24
D Hava Yastığı	55	61	23	22
E Hava Yastığı	61	58	23	23

TS 255 Kumaştan Çıkartılan İpliğin Doğrusal Yoğunluğunun Tayini standardı kapsamında sökülen iplikler kondisyonlandıktan sonra numara tespiti için test yapılmıştır. Bunun yanında mukavemet ve uzama testi yapılmıştır.

IV.1.2. Sıklık, Gramaj ve Yırtılma Testleri

Numunelerin sıklık testi TS 250 EN 1049-2 Birim Uzunluktaki İplik Sayısının Tayini standardı kapsamında yapılmıştır. Her numunenin sıklık değeri standartta belirtildiği gibi atkı ve çözgü yönünde 5 kez test edilmiştir. A numunesi hariç diğer numunelerin sıklık değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır. Sıklık sayımı sırasında bütün numunelerin dokuma türünün bezayağı desen olduğu görülmüştür.

Gramaj testi TS 251 Birim Alan Kütlesinin Tayini standardı kapsamında yapılmıştır. Bu teste tabi tutulan numuneler kumaş kenarından en az 15 cm içeriden alınmıştır. A numunesi sıklığı daha az olmasına rağmen en ağır olan numunedir. Buna

karşılık sıklık değerleri aynı olan B ve D numunelerinin gramajlarının yakın olmadığı görülmüştür. Bu da iplik yoğunluklarının farklı olması ile açıklanabilir.



Şekil IV.28: Gramaj Kesme Aleti [38]

a) Hava Yastıklarının Yırtılma, Sıklık ve Gramaj Testi Sonuçları

Tablo IV.16: Hava Yastıklarının Yırtılma, Sıklık ve Gramaj Test Sonuçları

	Yırtılma (g)		Sıklık (tel/cm)		Gramaj (g/m ²)
	Çözüğü	Atkı	Çözüğü	Atkı	
A Hava Yastığı	>6400	>6400	17	17	323
B Hava Yastığı	>6400	>6400	24	24	194,5
C Hava Yastığı	>6400	>6400	23	23	186,6
D Hava Yastığı	>6400	>6400	24	24	277,6
E Hava Yastığı	>6400	>6400	23	23	190,7

Yırtılma testi ise TS EN ISO 13937-1 Balistik Sarkaç Metodu ile Yırtılma Kuvvetinin Tayini (BS EN ISO 13937-1 Elmendorf Tear) testi kapsamında uygulanmıştır. Test kapsamında 5 atkı 5 çözüğü numunesi test edilmiştir. Hiçbir hava yastığı numunesi 6400 g'lık kuvvette yırtılmamıştır. Bu da gösterir ki hava yastıkları ani bir darbeye yırtılmak için 6400 g' dan çok daha büyük bir kuvvete ihtiyaç duyarlar. Hava yastıklarının da konumları ve uygulama alanları göz önüne alındığında bu kuvvete mazur kalmayacakları ortadadır. Bu güne kadar da açılma (aniden şişme) sırasında yırtılan bir hava yastığına rastlanmamıştır. Ancak patlayabilirler.



Şekil IV.29: Elmatear Test Cihazı [37]

IV.1.3. Hava Geçirgenliği Testi

Hava geçirgenliği, deney numunesi alanı, deney numunesinin iki yüzü arasındaki basınç farkı ve zaman parametrelerine bağlı olarak deney numunesinden dik olarak geçen hava akımının hızıdır.

Hava geçirgenliği özelliği elyaf, iplik ve kumaş konstrüksiyonu ile etkilenir. Örneğin; sıklığı düşük, ince iplikten oluşan kumaşlar, sıklığı yüksek sık kumaş konstrüksiyonlarından daha geçirgendir. Kumaşlarda sıklık arttıkça havanın geçişine karşı dirençte artar. Gevşek dokulu ve ince iplikli kumaşların hava geçirgenliği daha fazladır.

Kumaşların hava geçirgenliği için ise TS 391 EN ISO 9237 Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini Standardı kullanılmıştır. Bu standart; kumaşlara, teknik amaçlı sanayide kullanılan tekstil ürünlerine, non-wovenlara ve konfeksiyon edilmiş tekstil ürünlerine uygulanmaktadır. Bu standarda göre deney numunesinin belirli alanından, belirli bir sürede, iki yüzü arasında belirli bir basınç farkı yaratan ve kumaş yüzeyine dik olarak uygulanan hava akımının hızı tayin edilir. Deney, standart atmosfer şartlarında TSE 240'a göre kondisyonlanmış numune ile yapılır. Deney numunesi en az 10 defa test edilir ve bu değerlerin ortalaması alınır. Deney alanı 20 cm²'dir.

Cihaz otomatik ve dijital olarak çalışır. Kuvvetli, sessiz bir vakum pompası havayı değiştirilebilir dairesel test kafası içinden çeker. Seçilen test standardı için uygun test kafasını algılayan donanım cihaz üzerinde bulunmaktadır. Test numunesi dairesel açıklık üzerine yerleştirilir. Test kafasının kolu el ile bastırıldığında numuneyi sıkıştırır ve aynı zamanda vakum pompasını çalıştırır. Daha önceden seçilmiş test basıncı otomatik olarak uygulanır ve birkaç saniye sonra numunenin hava geçirgenlik değeri dijital ekrandan daha önceden seçilmiş birimde okunur. Numuneyi tutan kafanın üzerine tekrar basıldığında numune serbest kalır ve vakum pompası da durdurulur.

Numunenin test kafası açıklığına yerleştirilip test kafası kapanması sonucu vakum pompası otomatik olarak çalıştığında test basıncı oluşmaya başlar. Bu da numunenin düzgün bir şekilde takıldığını garantiler ve ölçüm hassasiyeti oldukça arttırmış olur. Ayrıca yine bu sistem cihazın çok rahat bir şekilde kullanılmasına imkan sağlar.



Şekil IV.30: Elektronik Hava Geçirgenliği Test Aleti [39]

Test basıncı, test standardına bağlı olarak dijital seçilir. Cihaz tarafından otomatik olarak kontrol edilir ve sağlanır. Gerçek diferansiyel ölçüm sayesinde test basıncı yüksek hava akışlarında bile hassas bir şekilde ölçülür.

Numune içinden geçen hava akışı değişken bir orifis sistemi ile ölçülür. Numunenin hava geçirgenliği orifis üzerinde oluşan basınç düşmesi ile tespit edilir. Ekranda seçilmiş birimde de sonuç dijital olarak gösterilir. Olduğa sağlam, çok hassas basınç sensörü ile olduğa hassas ve tekrarlanabilir test sonuçları elde edilir. Cihazın fonksiyon ve kalibrasyon kontrolü çok kısa sürede kalibrasyon kontrol plakası ile yapılır. [40]

a) Hava Yastıklarının Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

Tablo IV.17: Hava Yastıklarının Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

	Hava Geçirgenliği (mm/sn)
A Hava Yastığı	0,802
B Hava Yastığı	2,69
C Hava Yastığı	2,80
D Hava Yastığı	0,829
E Hava Yastığı	2,50

BÖLÜM V.

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Lif, iplik ve dokuma özelliklerinin hava yastığı üretiminin performansına etkileri isimli tez çalışması başlıca olarak 4 bölümde incelenmiştir. İlk bölümde tekstilden ve hava yastığının tarihçesinden bahsedilmiştir. İkinci bölümde teknik tekstiller ve otomotiv tekstillerinden bahsedilmiş ve dünyadaki durumunun yanında pazar payları da verilmiştir. Üçüncü bölümde hava yastıkları hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde ise temin edilen numunelere uygulanan testler hakkında açıklamalar yapılmış, elde edilen sonuçlar ise tablo haline getirilerek yorumlanmıştır.

a)Kopma Mukavemeti ve İplik Numarası Testleri

Bu test kapsamında Instron 4411 markalı mukavemet test cihazı kullanılmıştır. Atkı ve çözgü yönünde olmak üzere 5' er adet numune TS EN ISO 13934-1 Şerit Metodu'na göre test edilerek ortalama değer alınmıştır. Numuneler 200 mm eninde ve 300 mm boyundadır. Makinede 100 mm/min hız ile test yapılmış, değerler makine ekranından okunmuştur.

Numunelerin kumaşlarında (D numunesi hariç – 219,02 kg) çözgü yönündeki mukavemet değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Kumaşın yük değerinin yüksek, uzama değerinin düşük olması, kumaşı meydana getiren liflerin birbirine iyi bir şekilde bağlandığını göstermektedir. Ayrıca numunelerin kopma anındaki uzama değerleri maksimum uzama değerinden fazla değişiklik göstermemiştir .

İplik numarası testi ve mukavemeti testi kapsamında da daha hassas çeneler takılarak aynı cihaz kullanılmıştır. Burada da iplik numaralarının, mukavemet ve uzama değerlerinin, D numunesi hariç (4,5 dtex), birbirine yakın değerlerde (460-470 dtex) olduğu görülmüştür.

İplik testlerine baktığımızda da test edilen numunelerin dört tanesi PA 6,6 , bir tanesi de (E numunesi) PES lifinden üretilmiş olduğu görülmektedir. Mukavemetlerine baktığımız zaman da en stabil numunenin PES'den yapılmış olan E numunesi olduğu

görülür. Uzama değerlerine baktığımız zaman da tüm numunelerin değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmüştür.

b) Yırtılma, Sıklık ve Gramaj Testleri

Yırtılma testi TS EN ISO 13937-1 Balistik Sarkaç Metodu ile Yırtılma Kuvvetinin Tayini standardı kapsamında yapılmıştır. Bütün numuneler 6400 g' dan yüksek bir kuvvetle yırtılabilir ki bu değer hava yastığı olarak kullanılacak bir kumaş için hayli yüksektir.

Sıklık testi TS 250 EN 1049 standardı kapsamında yapılmıştır. Numunelerin sıklık değerleri (A numunesi hariç) birbirine yakındır. Ancak bu gramajlarının da yakın olması için yeterli bir etken değildir.

Gramaj testleri de TS 251 standardı kapsamında yapılmıştır. Burada da A numunesinin sıklığı daha az olmasına rağmen en ağır numune olduğu görülmüştür. Buna karşılık sıklık değerleri aynı olan B ve D numunelerinin gramajlarının yakın olmadığı görülmüştür. Bu da iplik yoğunluklarının farklı olması ile açıklanabilir. En hafif numune ise 23 tel/cm iplik sıklığı ve $186,6 \text{ g/m}^2$ değeri ile C numunesidir.

c) Hava Geçirgenliği Testi

Hava Geçirgenliği Testi TS 391 standardına göre yapılmıştır. Test alanı 20 cm^2 olarak belirlenmiştir. Burada da A ve D numuneleri birbirine yakın değerlerde ($0,802 - 0,829 \text{ mm/sn}$) bulunurken, B, C ve E numuneleri de kendi içlerinde birbirine yakın ($2,50-2,80 \text{ mm/sn}$) değerlerdedir.

Burada A ve D numuneleri yolcu hava yastığı ve yan panelde bulunan hava yastıkları iken, B, C ve E numuneleri de farklı marka araçların sürücü hava yastıklarıdır. Hava yastıklarının farklı markalardan olsa bile aynı lif türünden, benzer kalınlıklarda yapılmış olmasına ve aynı dokuma örgüsüne sahip olmasına dikkat edilmiştir.

Buradan da anlaşılıyor ki sürücü hava yastıklarında hava geçirgenliği değerleri daha yüksektir. Böylece kaza sonrasında açılan hava yastığı sürücünün direksiyona çarpmasını engeller ve aynı zamanda yüksek olan hava geçirgenliği değeri ile hızlı bir şekilde söneren sürücünün direksiyon simidi ile hava yastığının birlikte oluşturdukları basınçtan daha çabuk kurtulmasını sağlayarak incinmesini engeller.

Hava yastığı üretiminde çalışan tekstil tasarımcılarının işi oldukça zordur. Tasarımcı, araç için önemli olan yüzlerce hatta binlerce dereceye yükselebilen bir gaz

sıcaklığı ile, aracın içinde oturan kişi arasında koşulları optimize etmek gibi zor bir görevi yerine getirebilmektedir.

Bir hava yastığı ünitesinin çalışması sırasında yastık, sistemin tüm yükünü üzerinde taşımaktadır. Sonuç olarak şişirici çalışmaya başlar fakat sistem fonksiyonunu tam olarak yerine getiremezse, yastık üzerinde yırtılma, çatlama ve delikler oluşmaktadır. Buradan da anlaşıldığı gibi hava yastığının kumaşı, sistemin en kritik noktasıdır. Bu yüzden yastıkların, son derece dikkatli dizayn edilmesi gerekir.

Hava yastığının büyüklüğü ile hem sürücünün hem de yolcunun yaralanma riski arasında önemli bir ilişkinin olduğu artık bilinmektedir. Filament inceliği azaltılarak kumaş gramajının azaltılması hedeflenmiştir. Böylece şu avantajlara erişilmiştir:

- ✓ Oturana daha düşük çarpma kuvveti (azaltılmış yaralanma riski)
- ✓ Düşük kumaş gramajı (düşük maliyet)
- ✓ Azaltılmış paketleme hacmi

Bu nedenlerle, giderek daha ince iplik ve daha ince filament kullanılmaktadır.

Standart kalite 479 dtex f72 iplikten dokunmuş 240 g/m² kumaşlar bu görevleri büyük ölçüde yerine getirmektedir. Filament inceliğinin azaltılması, hava geçirgenliğini de yükseltmektedir.

KAYNAKLAR

Kitaplar

- [1] Adanur, S.”Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles, Lancaster, Pennsylvania, USA, Technomic Publishing Company, Inc. Chapter 15.1
- [2] S.C. Anand, A.R. Horrocks; “Teknik Tekstiller El Kitabı” Türk Tekstil Vakfı, İstanbul **2003**
- [3] “1. Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresi” İzmir 11-12 Ekim **2002**
- [4] Demir, Ali, Torun, A. Refah; “Tekstil Üretim Yöntemleri”, Şan Ofset, İstanbul **2003**

Makaleler

- [5] Jialin Sun and John A. Barnes, “Hava Yastığı Üretiminde Naylon 6,6 Hala Güncelliğini Koruyor” Tekstil Maraton Temmuz-Ağustos 4/**2004** (syf: 63- 65)
- [6] İkiz, Y. Onar, N.”Otomotiv Endüstrisinde Güvenlik İçin Hava Yastıkları” 1. Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresi 11-12 Ekim **2002**-İzmir (syf:151-161)
- [7] “Full Width Temples for Airbag Fabrics” Technical Textiles Vol.37 Haziran/Ağustos **1994** (syf:86)
- [8] “Acordis: capacity extension for airbag yarns” Technical Textiles Vol. 45 Mart **2002** (syf: E8)
- [9] “Toray Industries: PA airbag yarn expansion” Technical Textiles E 12, Volume 46, Mart **2003**
- [10] Technical Textiles and Industrial Nonwovens : World Market Forecaststo 2010, DRA **2002**

Tezler

- [11] ÖZEN, M. Sabri “Polyester Esaslı Nonwoven (Dokuma Olmayan) Kumaşların Isı Geçirgenliği Özelliğinin İncelenmesi”, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mayıs, **2001**

Elektronik Yayınlar

- [12] <http://www.nsc.org/partners/facts1.htm>
(Erişim Tarihi: 08/12/2005)
- [13] <http://www.safety-council.org/info/traffic/airbags.htm>
(Erişim Tarihi: 22/01/2006)
- [14] <http://www.kimyaokulu.com/merak%20ediyorsanız/html/hava%20yastigi.htm>
(Erişim Tarihi:25/02/2005)
- [15] <http://www.diyarbakir.pol.tr/trafik/Trafik2.htm>
(Erişim Tarihi:08/12//2005)
- [16] <http://www.acemiler.net/88.388.0.0.1.0.phtml>
(Erişim Tarihi:08/12//2005)
- [17] <http://www.ou.edu/oupd/kidseat.htm>
(Erişim Tarihi:08/12//2005)
- [18] http://saglik.tr.net/adli_otomotiv.shtml#Çarpma
(Erişim Tarihi:08/12//2005)
- [19] http://www.otokoc.com.tr/showroom/binek_araclar/mondeo/guvenlik.jsp
(Erişim Tarihi:08/12//2005)
- [20] <http://health.groups.yahoo.com/group/trafik/message/6725>
(Erişim Tarihi:08/12//2005)
- [21] http://arabam.com/ncap/mpv/vw_touran_ncap2.asp
(Erişim Tarihi:08/12//2005)
- [22] http://www.trafik.gov.tr/trafik_guvenligi/trafik_guvenligi_hava_yastigi.asp#
(Erişim Tarihi: 11/04/2007)
- [23] <http://www.tad.com.tr/makale.aspx?id=487>
(Erişim Tarihi: 11/04/2007)
- [24] <http://www.arabadergisi.com/sozluk/sozluk13.htm>
(Erişim Tarihi:08/12/2005)
- [25] http://www.raysigorta.com.tr/bilgi/bilgi_havayastik.jsp
(Erişim Tarihi:08/12/2005)
- [26] <http://www.chemistry.wustl.edu/~edudev/LabTutorials/Airbags/airbags.html>
(Erişim Tarihi: 22/01/2005)
- [27] <http://www.teknikogretmen.5u.com/>
(Erişim Tarihi: 08/12/2005)

- [28] <http://www.obitet.gazi.edu.tr/Tdokuman/hava1.htm>
(Erişim Tarihi: 08/12/2005)
- [29] <http://www.acemiler.net/88.388.0.0.1.0.phtml>
(Erişim Tarihi: 08/12/2005)
- [30] http://www.mtoros.com/opel/astra/opel_astra_guvenlik.htm
(Erişim Tarihi: 08/12/2005)
- [31] http://www.evrimergi.com.tr/yazi.php?icerik_no=991
(Erişim Tarihi: 15/04/2007)
- [32] www.dtm.gov.tr
(Erişim Tarihi: 15/04/2007)
- [33] http://www.volvo.com/trucks/turkish-market/tr/aboutus/Safety/reducing_injuries/airbag.htm
(Erişim Tarihi: 11/04/2007)
- [34] ARSLAN, Yunus Aktif ve Pasif Güvenlik Sistemleri sunumu
(Erişim Tarihi: 11/04/2007)
- [35] www.tno-automotive.co/knowledge/MADYMO_UM/2002
(Erişim Tarihi: 11/04/2007)
- [36] http://www.laboratuvartestcihazlari.com/iplik_mukavemet_test_cihazlari.htm
(Erişim Tarihi: 11/04/2007)
- [37] <http://www.aygenteks.com/Urunler.asp?Kategori=58>
(Erişim Tarihi: 11/04/2007)
- [38] http://www.pro-ser.com/gramaj_aleti.htm
(Erişim Tarihi: 11/04/2007)
- [39] www.butal.tubitak.gov.tr
(Erişim Tarihi: 11/09/2007)
- [40] <http://www.yeniforum.gen.tr/hava-gecirgenligi-test-cihazlari-t57913.html>
(Erişim Tarihi: 11/09/2007)

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Bulgaristan'da doğdu. İlk öğrenimini Çorlu Lisesi'nde tamamladı. Lise öğrenimini 1996-2000 yılları arasında Çorlu Anadolu Meslek ve Meslek Lisesi Hazır Giyim Bölümü'nde tamamladı. 2000-2004 yılları arasında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitimi Bölümü Hazır Giyim Öğretmenliği bölümünü bitirdi. 2004 yılında Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Eğitimi bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı, halen bu bölümde öğrencidir. Yabancı dili İngilizce'dir.