TAMAMEN GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR OTOMOTİV KOLTUK KILIFI TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

Semih OYLAR

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAMAMEN GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR OTOMOTİV KOLTUK KILIFI TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

SEMİH OYLAR

0000-0002-5052-7463

Doç. Dr. SERPİL KORAL KOÇ

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

NİSAN 2021

BURSA – 2021
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TAMAMEN GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR OTOMOTİV KOLTUK KILIFI TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

Semih OYLAR

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ

Bu tez çalışmasında ayrıştırma/ayıklama işlemine gerek duyulmadan, tamamen geri dönüştürülebilir bir otomotiv koltuk kılıfının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Koltuk kılıfları döşemelik kumaşın yanı sıra plastik profiller, gergi teli, dikiş ipliği, baskı bezi ve fermuar gibi pek çok bileşenden oluşmaktadır. Hâlihazırda kullanılmakta olan kılıf bileşenlerinin yerini alabilecek parçaların geliştirilebilmesi için uzun bir araştırma ve ön çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, kılıfın tüm bileşenleri, geri dönüştürülmeye uygun, termoplastik yapıda olan polietilen tereftalat polimeri kullanılarak tasarlanmıştır. Kılıfta kullanılacak kumaş ile ilgili 20 adet otomotiv koltuk döşemelik kumaşı, alternatif yöntemler ve malzemeler kullanılarak üretilmiştir. Bu kumaşlarla kıyaslama yapabilmek amacıyla 5 adet geleneksel yöntemlerle üretilen kumaş da çalışmaya dahil edilmiştir. Üretilen tüm kumaşlar belirlenen otomotiv standartlarına göre test edilmiştir. Testler sonucunda standartlara uygun ve düşük maliyetli olan 4 kumaş, 2 farklı otomobil koltuk kılıfı haline getirilmiştir. Yapılan testler ile geliştirilen bu otomobil koltuk kılıflarının performanslarının otomotiv standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın en dikkat çekici noktalarından biri tez kapsamında geliştirilen bu yeni ve çevreci otomotiv koltuk kılıflarının ticarileşecek olmasıdır. Üretilen kılıflar dünyadaki en önemli otomotiv firmalarından biri tarafından proje kapsamına alınmış ve ticarileşme çalışmaları hayata geçirilmeye başlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Geri dönüşüm, otomotiv koltuk kılıfı, otomobil tekstilleri, geri dönüştürülmüş polietilen tereftalat lifleri

2021, ix + 66 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DESIGN AND DEVELOPMENT OF FULLY RECYCLABLE AUTOMOTIVE SEAT COVER

Semih OYLAR

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serpil KORAL KOÇ

The aim of this thesis was to develop a fully recyclable automotive seat cover without the need for any sorting. In addition to the upholstery fabric, seat covers consist of many components such as plastic profiles, metal wires, sewing thread, metal wire assembly fabric and zipper. Long research and preliminary study were carried out in order to develop automotive seat cover components that can replace the currently used ones. In this study, all the seat cover components were designed using polyethylene terephthalate polymer, which is suitable for recycling because of its thermoplastic structure. Twenty automotive seat cover upholstery fabrics were produced using alternative lamination methods and materials for seat cover application. Five upholstery fabrics produced by using conventional methods were also added to the study for to make a comparison. All the fabrics were tested according to the specified automotive standards. As a result of the tests, 4 fabrics that meet the specifications with low cost were selected to produce 2 different automobile seat covers. The test results showed that both of the seat covers fulfill the specified automotive specifications and requirements.

One of the most remarkable aspects of this thesis is commercialization of the novel and environmentally friendly automotive seat covers developed as a result of this study. The seat covers were included to a new project by one of the most important automotive companies in the world, and commercialization studies have started.

Key words: Recycling, automotive seat cover, automotive textiles, recycled polyethylene terephthalate fibers

2021, ix + 66 sayfa.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca sürecin başarıyla ilerlemesindeki katkılarını esirgemeyen değerli Hocam Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ'a, bilgisini ve desteğini her durumda sabırla benimle paylaşan, maddi ve manevi kaynakların yaratılmasında çalışmaya öncülük eden değerli yöneticim ve mentörüm Dr. Diren MECİT'e ve bu süreçteki motivasyonumun ve kararlılığımın daima diri kalmasını sağlayan hayat arkadaşım Merve OYLAR'a teşekkürü borç bilir, bu çalışmanın, süreç içerisinde dünyaya gelen oğlum Poyraz OYLAR'a bilimin tek gerçek ışık olduğu konusunda örnek olmasını dilerim.

Semih OYLAR
20/04/2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ ix
1. GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI 3
2.1. Otomotiv Tekstilleri 3
2.2. Otomotiv Koltuk Kılıfı Kumaşları 4
2.2.1. Otomotiv koltuk kılıfı üst yüzey kumaşları 5
2.2.2. Otomotiv koltuk kılıfı orta katman laminasyon süngeri 7
2.2.3. Otomotiv koltuk kılıfı arka yüzey astar kumaşları 9
2.3. Otomotiv Koltuk Kılıfları 9
2.4. Otomotiv Koltuk Kılıfı Kumaşları ve Otomotiv Koltuk Kılıflarından Beklenen Özellikler 12
2.4.1. Otomotiv Koltuk Kılıfı Kumaşlarına Uygulanan Test ve Ölçümler 14
2.4.2. Otomotiv Koltuk Kılıflarına Uygulanan Testler 16
2.5. Otomotiv Koltuk Kumaşları ve Kılıflarının Geri Dönüştürülmesi 16
2.5.1. PET Malzemelerin Geri Dönüştürülmesi 17
2.5.2. PU Süngerin Geri Dönüştürülmesi 18
2.5.3. PP Malzemelerin Geri Dönüştürülmesi 19
2.6. Kaynak Araştırması 19
3. MATERYAL ve YÖNTEM 22
3.1. Materyal 22
3.1.1. Otomotiv Koltuk Döşemelik Üst Yüzey Kumaşların Üretiminde Kullanılan İplikler 23
3.1.2. Dokuma Kumaşların Üretimi 24
3.1.3. Yuvarlak Örme Kumaşların Üretimi 25
3.1.4. Dokuma ve Yuvarlak Örme Kumaşlara Uygulanan Bitim İşlemleri 27
3.1.5. Kumaşlara Uygulanan Laminasyon işlemi 28
3.1.6. Kılıf Üretiminde Kullanılan Dikiş İplikleri 32
3.1.7. Kılıf Üretiminde Kullanılan Baskı Bezi 33
3.1.8. Kılıf Üretiminde Kullanılan Plastik Profiller 33
3.1.9. Kılıf Üretiminde Kullanılan Fermuar 34
3.1.10. Kılıf Üretiminde Kullanılan Yöntemler 34
3.2. Yöntem 36
3.2.1. İpliklere Uygulanan Çekme Testleri 36
3.2.2. Lamineli Kumaşlar Üzerine Uygulanan Testler ve Ölçümler 37
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 45
4.1. Dokuma ve Örme Kumaş Üretiminde Kullanılan İpliklerin Çekme Testlerinin Sonuçları 45
4.2. Üretilen Üst Yüzey Kumaşların Görüntüleri 45
4.3. Gramaj Ölçümleri Sonuçları 47
4.4. Laminasyonlu Kumaşlara Uygulanan Çekme Deneylerinin Sonuçları 50
4.5. Yapışma Testlerinin Sonuçları 53

4.6. Aşınma Testlerinin Sonuçları 55
4.7. Yanma Hızı Test Sonuçları 57
4.8. Sislenme Test Sonuçları 57
4.9. Giydirilebilirlik Test Sonuçları 58
4.10. Isıl Yaşlandırma Test Sonuçları 59
4.11. Koltuk Kılıfı Giriş – Çıkış Test Sonuçları 59
5. SONUÇ 61
KAYNAKLAR 63
ÖZGEÇMİŞ 65

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	**Açıklama**
cN	Santinewton
cm^2	Santimetrekare
daN	Dekanewton
g	Gram
kg	Kilogram
mm	Milimetre
m^2	Metrekare
r_0	İlk yansıma indisi
r_1	Son yansıma indisi
S	Yanma mesafesi
T	Yanma süresi
V_c	Yanma hızı
°C	Santigrat derece

Kısaltmalar	**Açıklama**
EG	Etilen glikol
IMG	İplik Puntası
KS	Kendiliğinden Sönen
PA	Poliamid
PP	Polipropilen
PU	Poliüretan
PET	Polietilen tereftalat
r-PET	Geri dönüştürülmüş polietilen tereftalat
TPA	Tereftalik Asit
UV	Ultraviyole

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Otomobilde kullanılan tekstil yapıları 3
Şekil 2.2. Otomotiv koltuk döşemelik kumaşı bileşenleri 5
Şekil 2.3. PET'in TPA ve EG monomerlerinden eldesi..... 5
Şekil 2.4. Hava-jetli tekstüre ve yalancı büküm yöntemiyle tekstüre edilmiş iplik yapılarının şematik gösterimi 6
Şekil 2.5. Poliüretanın diisosiyanat ve poliolden eldesi..... 7
Şekil 2.6. Alevli laminasyon üretim tekniği 8
Şekil 2.7. Otomotiv koltuk kılıfı kumaşlarının yerleşim bölgeleri 9
Şekil 2.8. Otomotiv koltuk kılıflarında kullanılan bir plastik profil 11
Şekil 3.1. Kullanılan dokuma örgü yapıları; a) Bezayağı b) Panama 2/2 c) Dimi 2/2.... 25
Şekil 3.2. Dokuma kumaşların üretiminde kullanılan dokuma makinası 25
Şekil 3.3. Örme kumaşların üretiminde kullanılan yuvarlak örme makinesi..... 27
Şekil 3.4. Kumaşların yıkanmasında kullanılan açık en yıkama makinesi 28
Şekil 3.5. Elteksmak marka tamburlu kurutma makinesi 28
Şekil 3.6. Brückner marka ramöz makinesi 28
Şekil 3.7. Isıyla kuru laminasyon tekniğinde kullanılan sıcak silindirli kalender makinesi 29
Şekil 3.8. Sıcak eriyik laminasyon işleminde kullanılan laminasyon makinesi 30
Şekil 3.9. Alevli laminasyon makinesi..... 30
Şekil 3.10. Laminasyon tekniklerinde kullanılan malzemeler ve elde edilen kumaş yapıları; a) Isıyla kuru laminasyon tekniği ile üretilen kumaş yapısı, b) Sıcak eriyik laminasyon tekniği ile üretilen kumaş yapısı, c) Alevli laminasyon tekniği ile üretilen kumaş yapısı..... 31
Şekil 3.11. Çözgülü örme baskı bezi kumaşların üretiminde kullanılan çözgülü örme makinesi 33
Şekil 3.12. Otomotiv koltuk kılıf kumaş yerleşim bölgeleri..... 35
Şekil 3.13. Kesim işleminde kullanılan kesim makinesi..... 35
Şekil 3.14. Kılıfların dikiminde kullanılan dikiş makinesi 36
Şekil 3.15. Zwick marka test cihazı 36
Şekil 3.16. Taber aşınma test cihazı..... 38
Şekil 3.17 Cesconi aşınma test cihazı 39
Şekil 3.18. Martindale aşınma test cihazı 40
Şekil 3.19. Yanma kabini..... 41
Şekil 3.20. Giydirilebilirlik testinde kullanılan test yarım küreleri 42
Şekil 3.21 Giydirilebilirlik testi sonuç görselleri a) Kırışıklık olan b) Kırışıklık olmayan 42
Şekil 3.22. Giydirilebilirlik testinin uygulandığı Sodemat Trimtester marka test cihazı 43
Şekil 3.23. Koltuk giriş-çıkış testi için kullanılan robot 44
Şekil 4.1. Bezayağı dokuma örgü yapısı ile üretilen 1-4-7-10-13 numaralı kumaşların görüntüsü..... 45
Şekil 4.2. Dimi 2/2 dokuma örgü yapısı ile üretilen 2-5-8-11-14 numaralı kumaşların görüntüsü..... 46
Şekil 4.3. Panama 2/2 dokuma örgü yapısı ile üretilen 3-6-9-12-15 numaralı kumaşların görüntüsü..... 46

Şekil 4.4. Desen 1 örgü yapısı ile üretilen 16-18-20-22-24 numaralı kumaşların görüntüsü.....46
Şekil 4.5. Desen 2 örgü yapısı ile üretilen 17-19-21-23-25 numaralı kumaşların görüntüsü.....47
Şekil 4.6. Dokuma kumaşların gramaj ölçüm sonuçları.....49
Şekil 4.7. Örme kumaşların gramaj ölçüm sonuçları.....49
Şekil 4.8. Kumaşların kopma kuvveti değerleri.....52
Şekil 4.9. Kumaşların kopma uzaması değerleri.....52
Şekil 4.10. Kumaşların 10daN yük altındaki uzama değerleri.....53
Şekil 4.11. Üretilen koltukların test öncesi ve test sonrası görünümleri.....60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Otomobillerde kullanılan tekstil yapıları, dolgu/laminasyon malzemeleri ve üretimlerinde kullanılan polimerler 4
Çizelge 2.2. Otomotiv koltuk kılıflarının üst yüzeylerinde kullanılan kumaşların üretimlerinde kullanılan teknolojilerin oranları 6
Çizelge 2.3. Otomotiv koltuk kılıfını oluşturan bileşenler..... 10
Çizelge 2.4. Otomobil koltuğu kılıf malzemelerinin gereklilikleri ("+": önemli , "++": çok önemli)..... 13
Çizelge 2.5. PET polimerinin kimyasal geri dönüşümünde kullanılan yöntemler 18
Çizelge 3.1. Tez kapsamında üretilen lamineli kumaşlar 23
Çizelge 3.2. Otomotiv döşemelik üst yüzey kumaşların üretiminde kullanılan iplikler. 24
Çizelge 3.3. Dokuma kumaş üretiminde kullanılan parametreler..... 24
Çizelge 3.4. Yuvarlak örme kumaş üretiminde kullanılan konstrüksiyonlar..... 26
Çizelge 3.5. Desen 1 iğne diyagramı 26
Çizelge 3.6. Desen 2 iğne diyagramı 26
Çizelge 3.7. Laminasyon işleminde kullanılan dokusuz yüzeylere ait özellikler 32
Çizelge 3.8. Laminasyon işleminde kullanılan PU süngere ait özellikler 32
Çizelge 3.9. Çözgülü örme baskı bezinin üretim bilgileri 33
Çizelge 3.10. Kılıf üretiminde kullanılan plastik profillerin özellikleri 34
Çizelge 3.11. Kumaş yerleşim bölgelerine göre seçilen kumaşlar ve üretilen koltuk kılıfları..... 35
Çizelge 4.1. İpliklerine uygulanan çekme deneylerinin sonuçları 45
Çizelge 4.2. Gramaj ölçümlerinin sonuçları 48
Çizelge 4.3. Laminasyonlu kumaşların çekme deneylerinin sonuçları..... 51
Çizelge 4.4. Yapışma testlerinin sonuçları..... 54
Çizelge 4.5. Kumaşların Taber aşınma test sonuçları 55
Çizelge 4.6. Kumaşların Cesconi aşınma test sonuçları 56
Çizelge 4.7. Kumaşların Martindale aşınma test sonuçları..... 57
Çizelge 4.8. Kumaşların sislenme testi sonuçları..... 58
Çizelge 4.9. Kumaşların giydirilebilirlik test sonuçları 59

1. GİRİŞ

Tekstil yapıları günümüzde birçok endüstride kendilerine kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle teknik tekstiller geniş bir ürün yelpazesine sahip olup uzay teknolojisi, inşaat, tıp ve otomotiv sektörü gibi pek çok farklı alanda kullanılmaktadır (Çelikkanat 2002).

Otomotiv tekstilleri tüm dünyada üretilen teknik tekstillerin %20'sini oluşturmaktadır. (Akkuş 2019). Standart bir binek otomobil içerisinde yaklaşık 20 kg tekstil malzemesi kullanılır. Bu oranın yaklaşık 3,5 kg kadarını koltuk döşemelik kumaşları oluşturur. (Fung ve Hardcastle 2001). Önümüzdeki yıllarda ise polimer teknolojisinin gelişmesi ve araç hafifletme çalışmalarının yaygınlaşması ile birlikte araç içerisinde kullanılacak teknik tekstillerin oranının artacağı kanısı yaygın olarak kabul görmektedir. (Karahan 2015).

Tekstil malzemelerinin otomotiv endüstrisindeki artan kullanımı, çevresel kaygılara yönelik çözümlerin oluşturulması gerekliliğini de beraberinde getirmiştir. Dünyada yayılan çevre hareketleri kapsamında en çok eleştirilen sektörlerden ikisi tekstil ve otomotiv sektörleridir. Bir otomobilin kullanım ömrünü tamamlanmasından sonra geri dönüşüme uygun olan bileşenlerinin geri dönüştürülmesi ve katma değerli bir ürün haline getirilerek tekrar yaşam döngüsüne kazandırılması yaklaşımı gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Otomobil koltuk kılıfı kumaşlarının ortalama bir binek aracın toplam ağırlığının %2,2'sini oluşturduğu dikkate alındığında, azımsanmayacak bir katı atık geri kazanımının söz konusu olduğu görülmektedir (Sunhilde 2017).

Bu çalışmada otomotiv sektörünün beklentilerini karşılayacak, geleneksel ürün ve üretim yöntemlerine alternatif, tamamen geri dönüştürülebilir bir otomotiv koltuk kılıfının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ürünün tasarım aşamasında tek bir polimer çeşidi kullanılarak üretilecek bir koltuk kılıfı için gerekli olan malzemeler ve bu malzemelerin işlenmelerinde kullanılabilecek teknolojiler araştırılmıştır. Polimer olarak polietilen tereftalat (PET) seçilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda bu ürün, kullanım ömrünü tamamladıktan sonra her hangi bir ayrıştırma gerekmeksizin geri dönüştürülmeye müsait olması ve geri dönüşüm yöntemleri sırasında negatif etki yaratabilecek bütün

safsızlıkların elimine edilmesi temelinde tasarlanmıştır. Ayrıca tasarlanan otomotiv koltuk döşemelik kumaşları ve bu kumaşlardan üretilen otomotiv koltuk kılıfları üretimi sırasında atık olarak açığa çıkan firelerin de geri dönüşüme uygun olması temeli esas alınmıştır.

Tez çalışmasının ilk aşamasında, 20 adet otomotiv koltuk döşemelik kumaşı, alternatif yöntemler ve malzemeler kullanılarak üretilmiştir. Bu kumaşlarla kıyaslama yapabilmek amacıya 5 adet de geleneksel yöntemlerle üretilen kumaş da çalışmaya dahil edilmiştir. Daha sonra üretilen tüm kumaşlar belirlenen otomotiv standartlarına göre test edilmiştir. Tez çalışmasının ikinci aşamasında üretilen kumaşlar içerisinden otomotiv standartlarına uygun ve düşük maliyetli olan 4 tanesi seçilerek bu kumaşlardan 2 farklı otomotiv koltuk kılıfı üretilmiştir. Bu kılıfların performansları otomotiv standartlarına göre test edilmiştir.

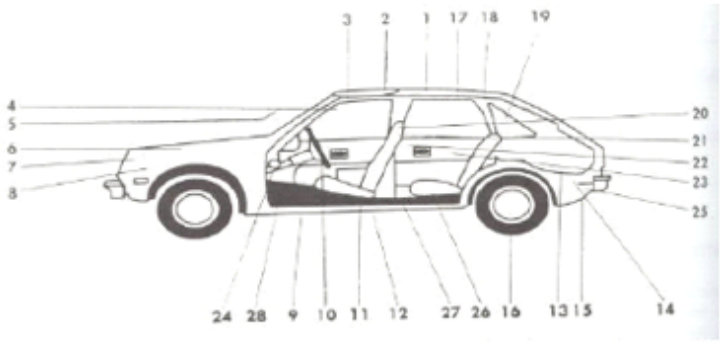
Bu yüksek lisans tezinin ikinci bölümünde otomotiv tekstilleri, otomotiv koltuk kılıfları, otomotiv koltuk döşemelik kumaşları, otomotiv koltuk döşemelik kumaşlarına ve kılıflarına uygulanan testler ve PET'in geri kazanımı ile ilgili kuramsal bilgiler ve bu konular ile ilgili yapılan kaynak taraması verilmiştir. Üçüncü bölümde kullanılan malzemeler ve deneylerde izlenen yöntemler açıklanmıştır. Dördüncü bölümde yapılan deneylerin sonuçları verilmiştir. Beşinci bölümde ise tez çalışmasında ulaşılan sonuçlar belirtilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Otomotiv Tekstilleri

Otomotiv tekstilleri teknik tekstiller içinde önemli bir alana sahiptir. Otomobillerde izolasyon, güvenlik, dekorasyon ve filtreleme gibi işlevleri sağlamalarının yanı sıra, konfor da sağlayan bu yapıların dünyadaki araç kullanımının artmasıyla birlikte kullanım oranlarının da artması beklenmektedir (İnan ve ark. 2018).

Otomobillerde farklı yapılarda ve farklı fonksiyonel özelliklerde pek çok çeşit tekstil yapısı kullanılmaktadır. Bir otomobil içerisinde kullanılan tekstil yapıları Şekil 2.1'de gösterilmiştir .



1 Açılır tavan kumaşları
2 Tavan iç döşemesi
3 Tavan kaplamaları
4 Güneş siperliği
5 Güneş siperliği
6 Karbüratör filtreleri
7 Akü ayırıcıları
8 Hortum kaplamaları
9 Kapı panel kaplamaları
10 Hava yastıkları
11 Emniyet kemeri tutacak çevresi
12 Emniyet kemerleri
13 Bagaj kaplamaları
14 bagaj iç kaplamaları
15 Tavan iç döşemesi
16 Lastikler
17 Tavan içi dolgu malzemeleri
18 Kaportala dekoratif kaplamalar
19 Başlık kılıf döşemeleri
20 Koltuk kılıf döşemeleri
21 İzolasyon malzemeleri
22 Pencere kenar kaplamaları
23 Dekorasyon kumaşları
24 Filtreler
25 Yakıt tankı kaplamaları
26 Şase altı kaplamalar
27 Taban Halıları
28 Halı altı döşemeleri

Şekil 2.1. Otomobilde kullanılan tekstil yapıları (Powell 2004)

Otomobillerde kullanılan tekstil yapıları ve tekstil yapılarını destekleyen laminasyon ya da dolgu malzemeleri farklı polimerlerden elde edilmektedir. Polimerlerin fonksiyonel

özellikleri, üretimlerinin kolay olması, maliyet ve ağırlık azaltılmasında oynadıkları roller sebebiyle bu yapılar farklı polimerlerden seçilmektedirler (Fung ve Hardcastle 2001). Otomobil içerisinde kullanılan bazı tekstil yapılarının ve laminasyon/dolgu malzemelerinin hangi polimerlerden üretildikleri Çizelge 2.1'de belirtilmiştir.

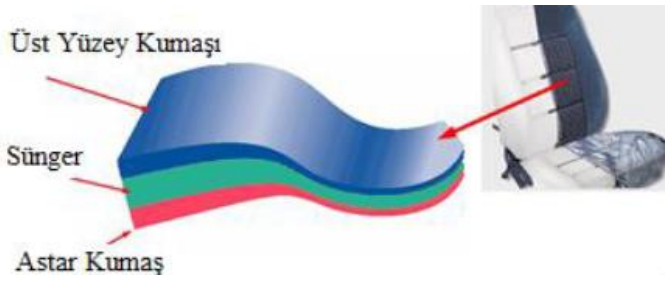
Çizelge 2.1. Otomobillerde kullanılan tekstil yapıları, dolgu/laminasyon malzemeleri ve üretimlerinde kullanılan polimerler (Fung ve Hardcastle 2001)

Komponent	Yüzey Malzemesi	Laminasyon/Dolgu Malzemesi
Koltuk döşemelik kumaşları	Poliester kumaş (örme-dokuma) Yün kumaş (örme-dokuma) Poliester/yün karışımı kumaş (örme-dokuma)	Poliüretan sünger Poliester dokusuz yüzey
Kapı paneller	Poliester kumaş (örme-dokuma)	Poliüretan sünger Poliester dokusuz yüzey Poliolefin sünger Polipropilen sünger
Tavan döşemelik kumaşları	Poliester dokusuz yüzey Poliester/Poliamid kumaş (örme)	Poliüretan sünger Poliester dokusuz yüzey Poliolefin sünger Polipropilen sünger
Halılar	Poliamid/Polipropilen (dokusuz yüzey)	-
Güneş siperlikleri	Poliester kumaş (örme)	Poliester dokusuz yüzey Poliüretan sünger Poliolefin sünger
Hava yastıkları	Poliamid kumaş (dokuma)	-
Emniyet kemerleri	Poliester kumaş (dokuma)	-

2.2. Otomotiv Koltuk Kılıfı Kumaşları

Geleneksel yöntemlerle üretilen otomotiv koltuk döşemelik kumaşları genel olarak 3 katmanlı yapılardır. Bu 3 katmanlı yapı; üst yüzeyde dokuma, yuvarlak örme ya da çözgülü örme kumaş, orta katmanda laminasyon süngeri ve arka yüzeyde yuvarlak örme ya da çözgülü örme astar yapılarının laminasyon tekniği ile birleştirilmesinden oluşmaktadır (Armakan ve ark. 2010). Genellikle otomotiv koltuk döşemelik kumaşlarının üst yüzeylerinde kullanılan kumaşlar PET, ara katmanda kullanılan laminasyon malzemesi sünger poliüretan (PU) ve arkada bulunan astar kumaşları PET

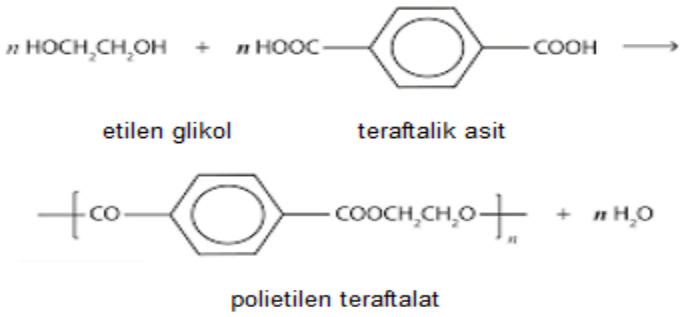
ya da poliamid (PA) malzemesinden üretilmektedir (Horrocks 2016). Üç katmanlı bir otomotiv koltuk döşemelik kumaşı yapısı Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Otomotiv koltuk döşemelik kumaşı bileşenleri (Berber 2014)

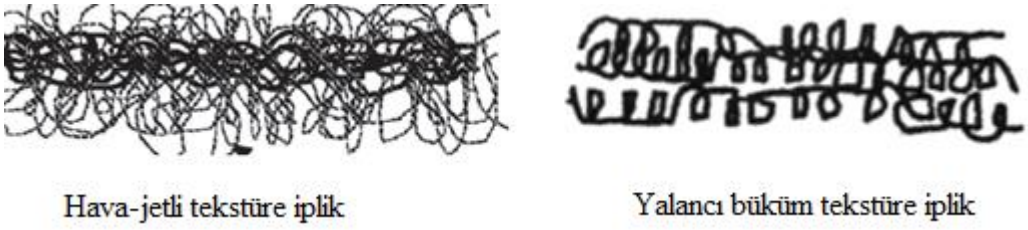
2.2.1. Otomotiv koltuk kılıfı üst yüzey kumaşları

Üçlü kompozit yapıyı oluşturan üst yüzey kumaşların üretiminde genellikle PET iplik kullanılmaktadır. PET'in seçilmesinde önemli rolü olan belli başlı özellikler arasında ultraviyole (UV) ışınlara karşı yüksek dayanımı, aşınmalara karşı direnci, polimer üretiminin ve kullanımının dünyada yaygın olması ve maliyet açısından uygun olması gösterilebilir (Günay ve Sezen 2013). Bunların yanı sıra PET, termoplastik bir polimer olması sebebiyle geri dönüşüme uygun bir polimerdir. PET polimeri genel bir ifade ile etilen glikol (EG) ve tereftalik asit (TPA) veya dimetil tereftalat (DMT) monomerlerinin polikondenzasyonu sonucunda elde edilir. TPA ve EG monomerlerinin kullanıldığı bir polimerizasyon reaksiyonu Şekil 2.3'de belirtilmiştir.



Şekil 2.3. PET'in TPA ve EG monomerlerinden eldesi

Otomotiv koltuk kılıfı üst yüzey kumaş yapılarında PET filamentler genellikler hava-jetli tekstüre ya da yalancı büküm metodu ile tekstüre edildikten sonra kullanılır. Hava-jetli tekstüre iplikler genellikle kalın, hacimli ve tüylü yapılardadır. Yalancı büküm yöntemiyle tekstüre edilen iplikler ise daha düz ve ince yapıdadır (Hardcastle 2012) . Bu iplik yapılarının karşılaştırmalı görüntüleri Şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.4. Hava-jetli tekstüre ve yalancı büküm yöntemiyle tekstüre edilmiş iplik yapılarının şematik gösterimi

Üst yüzey kumaşların üretim yöntemleri otomobil üreticilerinin tercihlerine göre değişmekte olup dünyada kullanılan kumaşlara bakıldığında en çok kullanılan yapıların dokuma ve örme kumaşlar olduğu göze çarpmaktadır. Çizelge 2.2'de 1990-2001 yılları arasında dünyada otomobil koltuk kılıfı kumaşlarında tercih edilen yapılar belirtilmiştir (Berber 2014).

Çizelge 2.2. Otomotiv koltuk kılıflarının üst yüzeylerinde kullanılan kumaşların üretimlerinde kullanılan teknolojilerin oranları

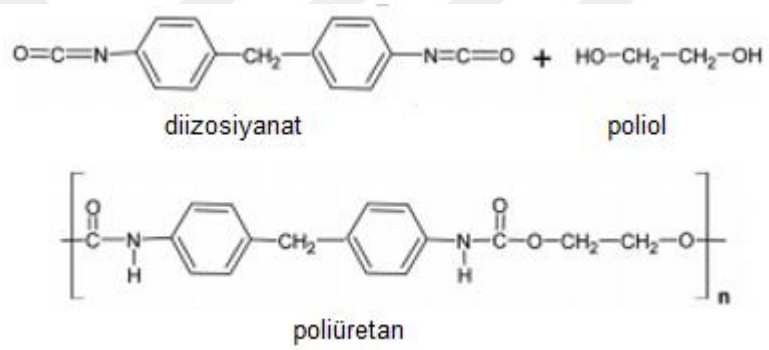
Kumaş Tipi	Batı Avrupa (%)		ABD (%)		Japonya (%)	
	1999	2001	1999	2001	1999	2001
Dokuma kadifeler	1	0	29	30	24	22
Düz dokuma (jakar dahil)	47	50	13	14	12	14
Trikot/çözgülü örme	14	11	13	11	44	42
Yuvarlak örme	21	20	1	1	7	9
Diğer	17	19	44	44	13	13

Otomotiv koltuk kılıf kumaşının üst yüzeyini oluşturan kumaşlar üretildikten sonra bir dizi bitim işlemine tabi tutulur. Genellikle bir yıkama ve ardından bir ram işlemi birbirini peşi sıra takip eder. Yıkama yapılmasının sebebi, ipliğin ve kumaşın üretimleri esnasında üzerlerinde toplanan kirleri uzaklaştırmak ve kumaşa daha yumuşak bir tuşe kazandırmaktır. Ram işleminin amacı ise üretimler süresince kumaşa ve kumaşı

oluşturan ipliklere yüklenen eş olmayan gerginlikleri eşitlemek ve üst yüzey kumaşın en/boy stabilizasyonunu sağlamaktır. Ram işlemi sırasında yapılan besleme ayarları ile kumaşın nihai ürün haline geldiğinde sahip olacağı enine ve boyuna yönde uzama değerleri ayarlanır (Fung ve Hardcastle 2001).

2.2.2. Otomotiv koltuk kılıfı orta katman laminasyon süngeri

Üçlü kompozit yapıyı oluşturan ara katmanda genellikle PU sünger yapısı kullanılmaktadır. PU polimeri basitçe bir diizosiyanat ve bir poliolün polimerizasyonu sonucunda oluşmaktadır (Akindoyo ve ark. 2016). PU eldesinin reaksiyonu Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



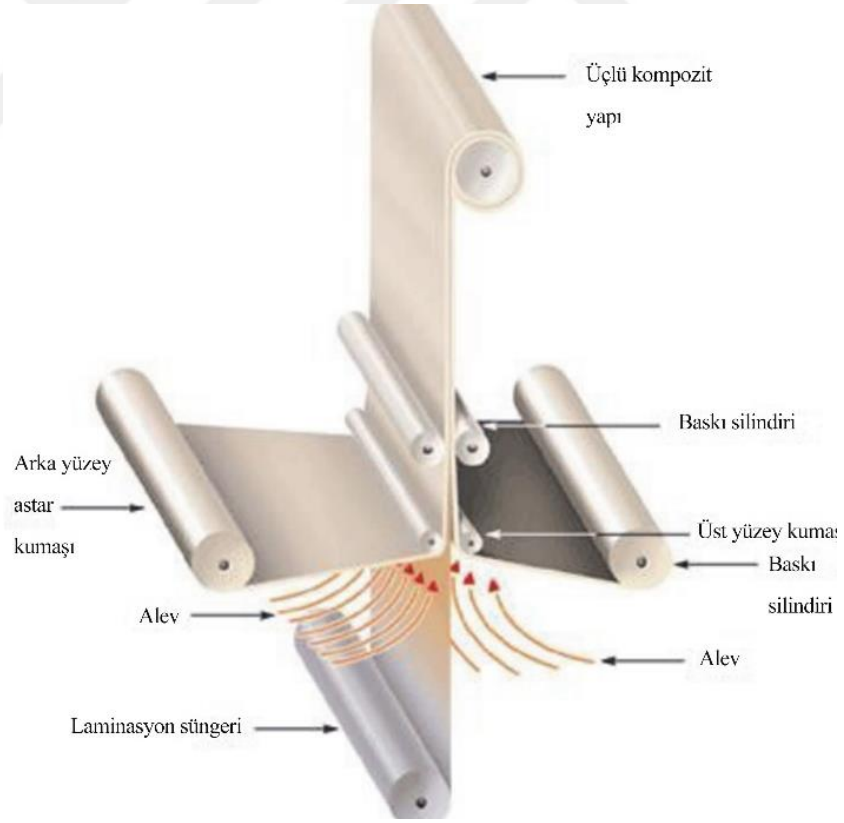
Şekil 2.5. Poliüretanın diisosiyanat ve poliolden eldesi

Reaksiyon gerçekleştikten sonra büyük bloklar (1mx1mx60m) halinde dökülür ve daha sonra ana sanayi otomobil üreticilerinin talepleri doğrultusunda 1mm ve 10mm arası kalınlıkta kesilerek laminasyon malzemesi olarak kullanılır. Süngerin yoğunluğu otomotiv döşemelik kumaşları için laminasyon malzemesi söz konusu olduğunda genellikle 28-45 g/dm³ olarak kullanılır. Malzemenin yoğunluğu polimer reaksiyonuna katılan monomerlerin ve diğer ilave kimyasalların formülasyonu ve döküm parametrelerinin değiştirilmesi ile ayarlanır.

Bir otomotiv döşemelik koltuk kılıfı kumaşında ara katman olarak kullanılan laminasyon süngerinin temel fonksiyonu; yüzey kumaşının giydirme prosesi sonrasında ve nihai kullanımı sırasında kırışık görünümünü engelleyebilmek için kumaşı stabil

tutmaktır. Dikilen parçalarda dikiş açılmasını (dikiş kayması) engellemek, dikiş hatlarının gözükmemesini sağlamak, oturak ve sırt süngerinin formundaki düzgünsüzlükleri gizlemek ve kullanıcıya konfor sağlamak da süngerin diğer fonksiyonları arasındadır (Fung ve Hardcastle 2001).

Laminayon süngeri üçlü kompozit yapının birleştirilmesi işleminde orta katmanda tutucu yüzey olarak kullanılır. Laminasyon, genel olarak alevli laminasyon tekniği ile gerçekleştirilir. Alevli laminasyonun tercih edilmesindeki temel sebep bu tekniğin hızlı ve ucuz olmasıdır. Bu teknikte 3 yüzey aynı anda alevli laminasyon makinasına beslenir. Alev, süngerin ön ve arka yüzeyi ile temas ettirilip laminasyon süngerinin ön ve arka yüzeylerinde bir eriyik tabaka oluşturulması sağlanır. Oluşan eriyik tabakalar üst yüzey kumaşa ve arka yüzey astara yapışıp 3 bileşenli kompozit yapıyı oluşturur (Başyiğit 2019). Alevli laminasyon üretim tekniği Şekil 2.6'da gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Alevli laminasyon üretim tekniği (Ömeroğulları 2019)

2.2.3. Otomotiv koltuk kılıfı arka yüzey astar kumaşları

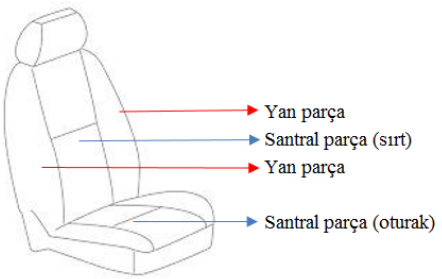
Üçlü kompozit yapının arka tarafında kullanılan astar malzemesi PET ya da PA ipliklerden üretilmektedir. Üretim yöntemi olarak genellikle çözgülü örme ya da yuvarlak örme kullanılmaktadır. Otomobil üreticilerinin talep ya da şartnamelerine göre kullanılan astarlar çoğunlukla 30-150g/m² gramaj aralığında tercih edilir (Berber 2014).

Astar kumaşının temel fonksiyonları arasında dikiş dayanımını güçlendirmek, giydirme sırasında sürtünmeleri azaltarak montaj prosesini kolaylaştırmak ve özellikle örme kumaşlarda en/boy elastikiyetinin stabil kalmasını sağlamak gösterilmektedir.

2.3. Otomotiv Koltuk Kılıfları

Kullanıcıların bir koltuk kılıfından beklediği özellikler arasında, estetik görünüm, yumuşaklık hissi, otomobilin ömrü kadar kullanılabilirlik, yanmaya, solmaya, sürtünmeye, küflenmeye karşı dayanıklılık yer almaktadır (Budak 2017). Otomotiv koltuk kılıfı komple bir ürün olarak değerlendirilse de bu ürünü oluşturan diğer bileşenlerin de bu beklentileri destekleyecek ya da karşılayacak ürünler olması gerekmektedir.

Otomobil koltuk kılıf kumaşları bir otomobil koltuk kılıfını oluşturan en önemli bileşendir. Genel olarak estetik kaygılar ve aracın iç harmonisine uygunluk, teknik gereksinimleri karşılayan 3 katmanlı otomotiv koltuk döşemelik kumaşların kombinasyonları ile belirli bölgelerde kullanılarak sağlanır. Bir otomobil koltuk kılıfı için yerleşim bölgeleri Şekil 2.7'de gösterilmiştir. Orta bölge santral parça, diğer bölgeler ise yan ve arka kısımlar olarak adlandırılmaktadır.



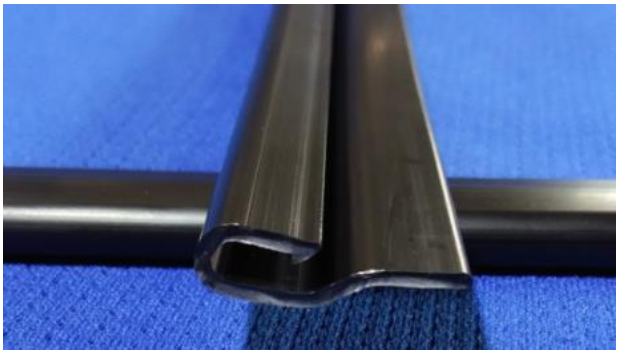
Şekil 2.7. Otomotiv koltuk kılıfı kumaşlarının yerleşim bölgeleri

Bir otomotiv koltuk kılıfını oluşturan en önemli malzeme 3 katmanlı döşemelik kumaşlar olsa da yalnız bu kumaşı kullanarak bir otomobil koltuk kılıfı üretmek mümkün değildir. Birçok bileşenin ve destek malzemenin de otomotiv koltuk kılıfının üretilmesinde gerekliliği bulunmaktadır. Kullanılan her bir bileşenin bu yapı üzerinde belirli bir fonksiyonu vardır. Bu bileşenlerin malzemeleri, teknik gereksinimlerine göre farklı polimerlerden ya da hammaddelerden yapılmış olabilir. Bir otomotiv koltuk kılıfını oluşturan bileşenler ve bu bileşenlerin üretildiği malzemelere ait bilgiler Çizelge 2.3'te belirtilmiştir.

Çizelge 2.3. Otomotiv koltuk kılıfını oluşturan bileşenler

Kılıf Bileşenleri		Malzeme Tipi	Malzeme
Plastik profiller		Plastik	PP
Gergi teli		Metal	Çelik
Dikiş ipliği		Plastik	PET
Baskı bezi		Plastik	PET
Fermuar		Kompozit	Polyester/Zamak/Alüminyum
Döşeme Kumaşı	Yüzey kumaş	Plastik	PET
	Laminasyon süngeri	Plastik	PU
	Arka yüzey astar	Plastik	PA PET

Bir otomobil koltuk kılıfında kullanılan plastik profiller genellikle polipropilen (PP) malzemeden üretilir ve kılıfa konvansiyonel yöntemlerle dikilir. Bu profillerin kılıftaki fonksiyonu giydirme sonrası kılıfın ve kılıfı oluşturan diğer bileşenlerin araç koltuk iskeletine sabitlenmesini sağlamaktır. Kullanılan plastik profillerin sabitlenecek iskelet yapısına göre boyutları değişmektedir. Bu yapılar sabitleme fonksiyonunu gerçekleştirebilmeleri için genellikle J şeklinde üretilir. Üretim tekniği olarak ise ekstrüzyon tekniği kullanılır. Şekil 2.8'de bir plastik profile ait görsele yer verilmiştir.



Şekil 2.8. Otomotiv koltuk kılıflarında kullanılan bir plastik profil (https://www.letuautomotive.com/extruded-plastic/automotive-seat-plastic-j-clips/)

Baskı bezi otomotiv koltuk kılıfı parçalarının arka yüzeyine tüp formunda dikilen kumaştır. Fonksiyonu, gergi tellerinin içerisinden geçebileceği ve sabit kalabileceği bir tünel oluşturmaktır. Baskı bezi kumaşları yaklaşık 100g/m² ağırlığındaki çözgülü örme kumaşlardan seçilmektedir. Baskı bezleri kılıfın iç yüzeyine geleneksel dikiş yöntemi ile dikilir ve görünür bir bileşen değildir.

Bir otomotiv koltuk kılıfında kullanılan gergi telleri genellikle paslanmaz çelikten üretilir. Gergi telleri kılıfa montaj noktalarını takip edecek şekilde dikilen tüp formundaki baskı bezinin içine sabitlenirler ve kılıfın giydirmesi aşamasında koltuk sırt ya da oturak süngerinin içindeki çelik tellere kancalanarak sabitlenir. Fonksiyonları ise otomotiv koltuk kılıfını sırt ve oturak süngerindeki iç bükey ya da dış bükey stili göstermesi amaçlı kıvrımlara tam örtüşme sağlaması için sabit tutmaktır.

Bir otomobil koltuk kılıfında kullanılan fermuarı oluşturan bileşenler farklı malzemelerden seçilmektedir. Yapı itibari ile muhteviyatlarında metal ve plastik içermektedirler. Fermuarın fonksiyonu, montaj kolaylığı için açık formda dikilen iki sırt parçasını giydirdikten sonra birbirine sabitlemektir.

Tüm bu bileşenlerin birbirine sabitlenmesi için ise dikiş işlemi kullanılır. Dikim geleneksel dikiş işlemi ile gerçekleştirilir. Kullanılan dikiş iplikleri genellikle PET ya da PA polimerinden üretilmektedir. Kullanılan dikiş ipliklerinin kalınlıkları 900-1320 denye aralığındadır.

2.4. Otomotiv Koltuk Kılıfı Kumaşları ve Otomotiv Koltuk Kılıflarından Beklenen Özellikler

Son kullanıcının bir araçtan beklentisi rekabetçi bir maliyetinin olmasının yanı sıra kalite ve performanstır. Aracın koltuğu ve döşemelik kumaşları kalite ve konfor algısına yüksek katkı sağlarken teknik olarak gereksinimleri yerine getirmesi de bir araç içi malzemesinden beklenen özellikler arasındadır. Bir otomotiv koltuk kılıfını oluşturacak olan kumaşlar solmaya, yırtılmaya, aşınmaya veya kirlenmeye karşı dayanıklı olmalıdır. Otomotiv koltuk kılıfları için en kritik performans standartlarından ikisi UV ışınlarına ve aşınmaya karşı olan dirençtir (Powell 2006).

Tüketiciler genellikle araç içi malzemelerde görünümünü koruyan yapıları tercih etmektedir. Bu durumu ise araçlarını kullanırken ya da satarken değerini kaybetmemesi konusuyla ilişkilendirirler. 2000 yılında yapılan bir araştırmaya göre bir otomobilin kullanım süresi ortalama 8,3 yıl olarak belirlenmiştir (Powell 2006). Otomotiv standartları, otomotiv koltuk kılıfı kumaşları ve otomotiv koltuk kılıfları için 10 yıl sonrası ulaşacakları görünümü simüle etmek üzerine kurgulanmıştır. Her ne kadar laboratuvar test sonuçları ve kullanım sonrası gerçek görüntüler her zaman örtüşmese de yapılan testler otomotiv koltuk kılıfı kumaşları ve otomotiv koltuk kılıfları için kalite algısının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Otomotivde kullanılan koltuk kılıfları ve bu kılıfları oluşturan malzemelerle ilgili otomobil üreticisi ana sanayi firmalarının oluşturduğu farklı şartnameler ve kullandıkları farklı test metotları bulunmaktadır. Bu metotlardan en önemli olanları şüphesiz aşınma testleridir. Daha sonra malzemelerin fiziksel özellikleri, ısı ve ışık yaşlandırması performansları, sislenme davranışları gibi test metotları ile otomotiv koltuk kılıfları ve bu kılıfları oluşturan malzemelerin kalite seviyeleri ölçülmektedir. Otomotiv koltuk kılıfları ve bu kılıfları oluşturan malzemelerin kalite seviyeleri ölçülürken referans alınan performans kriterleri Çizelge 2.4'te belirtilmiştir.

Çizelge 2.4. Otomobil koltuğu kılıf malzemelerinin gereklilikleri ("+": önemli , "++": çok önemli) (Jelkovic ve ark. 2013)

Koltuk Özellikleri	+	++
Estetik		
Tutum		x
Renk		x
Parlaklık/Matlık		x
Fiyat		x
Aşınma ve Yüke Karşı Dayanım		
Işık haslığı		x
Aşınma dayanımı		x
Boncuklanma dayanımı		x
Haslık		x
Mukavemet ve uzama	x	
Boyutsal stabilite		x
Yaşlanma dayanımı		
Işık dayanımı		x
Sıcaklık dayanımı		x
Endüstriyel üretim (Esneklik)	x	
Leke Dayanımı-Kolay Temizlenebilme		
Leke dayanımı	x	
Temizlenme özelliği	x	
Koltuk konforu		x
Yüzey yumuşaklığı	x	
Nem absorpsiyonu	x	
Nem transferi	x	
Statik boşalma	x	
Geri dönüşüm		x

Otomotiv koltuk kılıfını oluşturan üç katmanlı kumaş ve komple otomotiv koltuk kılıfı için uygulanan testler ve ölçümler farklılık göstermektedir. Bu testler ve ölçümler otomotivde kumaş testleri ve koltuk testleri olarak iki aşamada incelenmektedir. Kumaş testleri 3 katmanlı otomotiv kumaşlarına uygulanır. Bu kumaşlardan uygun sonuçların alınması durumunda, kılıf olarak diğer kılıf bileşenleri ile birleştirilen bu yapılara koltuk üzerine giydirilerek diğer testler yapılır.

2.4.1. Otomotiv Koltuk Kılıfı Kumaşlarına Uygulanan Test ve Ölçümler

Otomotiv koltuk kılıfını oluşturacak olan kumaşlara uygulanan birçok test bulunmaktadır. Her otomobil üreticisi ana sanayi bu test metotlarını kendi istediği sınırlamalarla belirler. Testlerin nasıl uygulanacağını açıklayan bilgiler ilgili test metotlarında, kabul kriterleri ise yine ana sanayi otomobil üreticilerinin oluşturduğu şartnamelerde belirtilmiştir. Otomotiv koltuk kılıfı kumaşlarına uygulanan testlerden en önemlileri bu bölümde açıklanmıştır.

Kalınlık ölçümü; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının önü ve arkası arasındaki mesafeyi ölçmek için uygulanan bir ölçüm yöntemidir.

Gramaj Tayini; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının her bir katmanının metrekaresinin ağırlığını gram cinsinde belirlemek için yapılan ölçümdür.

Kopma kuvveti ölçümü; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının hangi yükte koptuğunu belirlemek için uygulanan testtir.

Uzama davranışının belirlenmesi; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının ana sanayilerce belirlenen yüklerde % olarak ne kadar uzadığının tespitinin yapıldığı testtir.

Yırtılma dayanımı ölçümü; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının yırtılma dirençlerini ölçmek için gerçekleştirilen testtir.

Aşınma testleri; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının üst yüzeyindeki kumaşların aşınmaya karşı direncini ölçen testlerdir. Her ana sanayinin kendine özel olarak belirlediği aşınma direnci ölçme metotları bulunmaktadır. Bu metotlar bazı ana sanayi otomobil üreticileri için aynı test cihazıyla farklı şartlarda uygulanırken bazı ana sanayi otomobil üreticileri için farklı test cihazıyla uygulanır. Bu testlerden en önemlileri Scopper, Martindale, Taber ve Cesconni testleridir.

Işık haslığı testi; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının UV ışınları altında belirli bir süre sonra nasıl gözükeceğini simüle etmek için kullanılır. Bu test yönteminde de, aşınma testlerinde olduğu gibi ana sanayi otomobil üreticileri farklı ışık türleri ve şiddetlerinde test yöntemleri kullanmaktadır.

Renk haslığı testlerinde; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının üst yüzey kumaşlarının sürtme sonrası renk salınımı yapıp yapmadığı kontrol edilir. Krokmetre test cihazı ile uygulanan testin çevrim sayıları ana sanayinin belirlediği şartnamelere göre uygulanır.

Yanma hızı ölçümü; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının yanma davranışını inceleyen test yöntemidir. Yatay yanma test yöntemi ile yanma kabini içerisinde belirli aparatlar yardımı ile uygulanmaktadır. Uygulama sonrası yanma hızı mm/dk cinsinden belirlenir. Talep edilen değer genellikle 100 mm/dk altında olsa da ana sanayi otomobil üreticilerinin belirlediği standartlara göre daha düşük değerler de talep edilebilmektedir.

Yapışma dayanımı; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının her katmanının birbiri arasındaki yapışma mukavemetinin ölçümüdür. Bu testte üç katmanlı yapının katmanlarını birbirinden ayırmak için uygulanması gereken maksimum yük tespit edilir.

İplik tiftiklenmesine dayanım testleri; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının tiftiklenmeye karşı olan dirençlerini test etmek için kullanılır. Silindirik bir yüzeye sarılan üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı üzerinde sivri uçlar bulunan topuzlara belirli çevrimde temas ettirilir. Bu yöntemle insan veya hayvanların tırnaklarının ya da sert cisimlerin takılması ile kumaş yüzeyinde oluşabilecek deformasyonlara karşı kumaşların dirençleri tespit edilir.

Sislenme testi; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşı yapılarının sıcaklığın arttığı şartlarda saldığı kimyasal gazların otomobilin camında oluşturabileceği sis tabakasını değerlendirilir.

Isıl yaşlandırma testi; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşlarının belirli sıcaklıklarda belirli süreler bekletildikten sonra en/boy stabilizasyonundaki değişkenlik ve görünümde oluşabilecek renk tonu farklarının tespit edilmesi için uygulanır.

Giydirilebilirlik test cihazında; üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşlarının kılıf haline getirildikten sonra koltuk süngerine giydirilirken alacağı formlar nedeniyle kırılıp kırılmayacağı değerlendirilir.

2.4.2. Otomotiv Koltuk Kılıflarına Uygulanan Testler

Otomobil üreticileri ana sanayilerinin beklentilerini karşılamaları durumunda üç katmanlı otomotiv koltuk kılıf kumaşları; belirlenen şablonlar, kombinasyonlar ve diğer bileşenlerle birlikte kılıf haline getirilip koltuk üzerine giydirilir. Bu aşamada testler artık nihai ürün olan koltuk ve koltuk kılıfı üzerinde uygulanır.

Nihai ürün olan koltuk üzerinde uygulanan testlerde kılıfların performansının değerlendirildiği testler; giriş-çıkış, oturma-kalkma, diz ile baskı gibi yorulma testleridir. Testler robotlar vasıtası ile uygulanır. Ana sanayi otomobil üreticilerinin belirlediği süreler, döngüler ve kuvvetlerce uygulanan bu testler otomotiv koltuklarının ve kılıflarının 10 yıl kullanımdan sonra ulaşacağı yorulma seviyesini belirleyebilmek için gerçekleştirilir. Bu testler sonucunda kumaş yüzeyleri için değerlendirilen unsurlar; kılıf kumaşlarındaki aşınmalar ve yırtılmalar, boyutsal stabilizasyon problemleri ve potluk, kumaş kırılmaları, dikiş açılmaları ve diğer görsel bozukluklardır. Kumaş harici gergi telleri ve plastik profiller gibi diğer bileşenler için ise değerlendirmeler fonksiyon kaybının yaşanıp yaşanmadığı yönündedir.

2.5. Otomotiv Koltuk Kumaşları ve Kılıflarının Geri Dönüştürülmesi

Otomotiv koltuk kılıflarını oluşturan 3 katmanlı yapıların üst yüzey kumaşlarında geri dönüştürülmüş PET'in (r-PET) kullanımı geri dönüşüm teknolojilerinin de artmasıyla birlikte yükseliş göstermektedir. Günümüzde birçok araç modelinde otomotiv koltuk kılıflarını oluşturan 3 katmanlı yapıların üst yüzey kumaşlarında r-PET

kullanılmaktadır. Fakat r-PET kullanılması tek başına nihai ürünün geri dönüştürülebileceği anlamına gelmemektedir.

Otomotiv koltuk kumaşları, bu kumaşları oluşturan bileşenler ve kılıfların üretilmesinde kullanılan diğer parçalar farklı polimerlerden ya da malzemelerden üretilmektedir. Nihai ürün oluşturulduğunda üzerinde birçok farklı malzeme ihtiva ettiği için bu yapıyı bir ayıklama yapmadan geri dönüştürme işlemine almak mümkün olmamaktadır (Correnti 2005).

Otomotiv koltuk kılıfını oluşturan üç katmanlı laminasyonlu yapılar farklı polimerlerden üretilen malzemelerle elde edildiği için bunlar katma değerli bir geri dönüşüm ürünü elde etmek için uygun değildir. Otomotiv koltuk kılıfını oluşturan üç katmanlı laminasyonlu yapılar kılıf haline getirilirken kullanılan diğer malzemelerle de birleştirildiğinde ürün kullanım ömrünü tamamladıktan sonra ayıklama yapmaksızın bir geri dönüşüm gerçekleştirilemez. Bütün bileşenler birbirinden ayrıştırılsa dahi geleneksel üretim yöntemleri ve malzemeler ile üretilen 3 katmanlı laminasyonlu yapılarda bulunan PU süngerini, alevli laminasyon ile uygulandığı için üst yüzey kumaştan ve astardan tamamen ayrıştırmak mümkün olamamaktadır.

2.5.1. PET Malzemelerin Geri Dönüştürülmesi

Üst yüzey kumaşı oluşturan PET malzemelerin fireleri ve atıkları, alevli laminasyon öncesi geri dönüşüme uygundur. Bu fireler ve atıklar geri dönüşüm tesislerine gönderilip tekrar PET hammadde olarak işlenebilecek şekilde geri dönüştürülebilir.

Laminasyon öncesi PET iplik ve kumaş atıklarını geri dönüştürmek için temelde kimyasal ve mekanik geri dönüşüm yöntemi kullanılmaktadır (Telli ve ark. 2012).

Mekanik geri dönüşümde PET atıklar temizlenir, kıyılır ve tekrar eritilerek lif çekim işlemi uygulanır. Bu lifler kimyasal geri dönüşümle elde edilmiş PET liflerinden fiziksel olarak genellikle daha düşük özelliklere sahip olurlar (Telli ve ark. 2012).

Kimyasal geri dönüşüm yönteminde ise PET polimeri oligomerlerine (BHET) ya da monomerlerine kadar ayrıştırılabilecek şekilde depolimerizasyon işlemine tabi tutulur. Kimyasal geri dönüşüm için kullanılan 5 yöntem ve bu yöntemlere ait bilgiler Çizelge 2.5'te verilmiştir. Bu yöntemlerden en fazla kullanılan iki tanesi metanoliz ve glikolizdir. Bu yöntemle elde edilmiş PET, fiziksel özellikleri bakımından standart PET ile eşdeğer özelliktedir (Telli ve ark. 2012).

Çizelge 2.5. PET polimerinin kimyasal geri dönüşümünde kullanılan yöntemler (Tayyar ve Üstün 2009)

Yöntem	Üretim Maliyeti	Ekonomik Rekabet Edilebilirlik	Uygulama
Hidroliz	Yüksek	Yüksek kapasitede	Endüstriyel olarak uygulanmakta
Metanoliz	Yüksek	Yüksek kapasitede	Endüstriyel olarak uygulanmakta
Glikoliz	Orta-Düşük	Düşük kapasitede	Endüstriyel olarak uygulanmakta
Aminoliz	Düşük	Düşük kapasitede	Endüstriyel uygulama bulunmamakta
Amonoliz	Düşük	Ürüne bağlı	Endüstriyel uygulama bulunmamakta

2.5.2. PU Süngerin Geri Dönüştürülmesi

Üç katmanlı otomotiv koltuk kılıfı yapının ara katmanı oluşturan PU malzemelerin fireleri ve atıkları laminasyon öncesi geri dönüşüme uygundur. PU, iç yapısını değiştirmeden, fiziksel süreçler ile geri dönüştürülebilir. Bu süreçler temel olarak yeni malzeme üretiminde kullanılacak olan pul, granül veya toz atık mekanik dönüşümüne dayanır. Bu yöntem basit ve düşük maliyetli olsa da elde edilecek olan ürünlerin katma değerleri düşük ve kullanım alanların sınırlı olmaktadır. Bu sebeple mekanik geri dönüşüm yaygın olarak uygulanmamaktadır. Günümüzde üretilen toplam PU miktarının %1'ine fiziksel süreçler uygulanmaktadır. Bununla birlikte, çapraz bağlanmış yapıları nedeniyle, PU köpüklerin geri dönüşümü için kimyasal geri dönüşüm süreçleri kullanılacak en etkili yöntemlerdir (Dinç 2019).

2.5.3. PP Malzemelerin Geri Dönüştürülmesi

PP malzemeler otomotiv endüstrisinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Tamponlar, kabin içi plastik malzemeler, halılar ve yer döşemeleri bu kullanımlara örnek olarak gösterilebilir (Scheirs 1998).

PP malzemeler sıcaklıkta erimeleri, çözücüde çözünmeleri ve yeniden şekil alabilmeleri sonucu tekrar geri kazanılarak defalarca kullanılabilir (Tayyar ve Üstün 2009).

2.6. Kaynak Araştırması

Telli (2011), PET şişelerin geri dönüşümünden elde edilen PET iplik ile standart PET liflerinden üretilen iplik ve kumaş özelliklerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma gerçekleştirmiş ve çalışmanın sonucunda r-PET ipliklerden üretilen kumaşların mekanik özelliklerinin standart PET ipliklerden üretilenlere göre daha düşük olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca standart PET ve r-PET ipliklerin mukavemet özellikleri değerlendirildiğinde r-PET ipliklerin daha düşük mukavemete sahip olduğu, karışım elyafı olarak kullanıldığında nihai ürünün mukavemetinin az da olsa azalmasına neden olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Atakan (2014), iğneleme yöntemi ile üretilmiş otomotiv halılarında r-PET'in kullanılabilirliği ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada r-PET elyafının otomotiv halılarının gereksinimlerini yerine getirdiği gözlenmiştir. Maliyet ve çevre dostu üretim yaklaşımı değerlendirildiğinde ise bu elyafın kullanımının uygun olacağı sonucu ortaya çıkmıştır. İğneleme yöntemi ile oluşturulan dokusuz yüzeylerin otomobilin tavan, döşemelik kumaş gibi bölümlerinde de kullanılabildiği ve bu nedenle r-PET elyafının kullanım alanının genişleyebileceği öne sürülmüştür.

Dinç (2019), PU köpük atıklarının glikoliz ile kimyasal geri dönüştürülmesini incelediği çalışmasında PU sünger üretiminin Dünya'daki ve Türkiye'deki artışına değinmiştir. Bu artışla bağlantılı olarak PU sünger yapılarının çok azının mekanik olarak geri dönüştürüldüğünden ve PU'nun kimyasal geri dönüştürülmesinden elde edilecek nihai yapının daha yüksek katma değerli bir ürün olacağını belirtmiştir. Dinç,

ayrıca PU süngeri oluşturan monomerlerden sadece poliol kısmının glikoliz yöntemi ile geri dönüştürülebildiğini belirtmiştir.

Akkuş (2019), otomotiv döşemelik kumaş tasarımını ve tasarımı belirleyen faktörleri incelediği çalışmasında bu faktörlerin başında müşteri tasarım talepleri ve teknik şartnamelerin karşılanması gerekliliğinin geldiği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca ürün tasarımı aşamasında yapılan çalışmalarda, seçilen malzemelerin, müşteriden gelen tasarım beklentilerinin ve teknik şartnamelerin karşılanmasının esas olduğunu belirtmiştir. Akkuş, sınırlayıcı unsurların genel olarak maliyet ve teknik yeterlilik olduğu belirtmiştir.

Eriksen ve arkadaşları (2018), plastik atıklardaki kontaminasyonları ve plastiklerin geri dönüştürülmesinde metal oranının proses üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonunda evsel atıklardan toplanan PET ve diğer plastik malzemelerde bulunan metal atıkların tekrar geri dönüştürülen plastiklerde kalite düşüklüğüne sebebiyet verdiği gözlenmiştir.

Sunhilde (2017), çalışmasında geri dönüştürülmüş tekstillerin araç içindeki kullanımını araştırmıştır. Ford ana sanayi otomobil üreticisinin r-PET kullanımının incelendiği bu çalışmada, geri dönüşümün önemi kullanılan hammaddelerin oranları ile birlikte vurgulanmıştır. Çalışma kapsamında ticari araç modellerinde kullanılan r-PET malzemeler üzerinde durulmuştur. Bu çalışma ile r-PET malzemelerin standart PET malzemelerinden farksız olarak ana sanayi otomobil üreticilerinin beklentilerini yerine getirebildiği sonucu elde edilmiştir.

Onusseit (2006), yaptığı araştırmada çeşitli malzemelerin geri dönüştürülmesinde yapıştırıcıların etkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda cam, metal, kağıt ve tekstil (PET) malzemelerinin geri dönüştürülmesinde, malzemelerin muhteviyatında bulunan yapıştırıcıların etkili olduğu belirtilmiştir. Ürün tasarımında seçilen yapıştırıcıların ürün ile aynı yapıya sahip olmasının geri dönüşüm sürecinde ve geri dönüşüm sonucu elde edilen nihai üründe kalitenin artmasını sağlayacağı ifade edilmiştir.

Kelman ve arkadaşları (1997), tamamen PET kullanılarak üretilen ve herhangi bir ayrıştırmaya gerek olmadan geri dönüştürülebilen, kompozit yapıda bir otomobil tavan kaplama malzemesi ile ilgili bir patent başvurusunda bulunmuşlardır.

Raheem ve arkadaşları (2019), yapmış oldukları çalışmada PET atıkların depolimerizasyon yöntemi ile geri kazanılması konusunu incelemişlerdir. Çalışmada son yıllarda gelişen depolimerizasyon yöntemi ile geri dönüştürme yöntemlerinin avantajları ve dezavantajları ortaya koyulmuştur. Ayrıca mekanik ve kimyasal geri dönüştürme yöntemleri, üretim hızı, üretim kapasitesi ve maliyet açısından karşılaştırılmıştır.

Hyun Jin Koo ve arkadaşları (2013), çalışmalarında standart PET, mekanik olarak geri dönüştürülmüş PET ve kimyasal olarak geri dönüştürülmüş PET ipliklerinin fiziksel özelliklerini karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışma, kimyasal geri dönüştürme ile elde edilen iplik numunelerinin mekanik özelliklerinin ve ısı, ışık, nem altında uzun dönem bozunma davranışlarının mekanik olarak geri dönüştürülmüş iplik numunelerinden daha iyi olduğunu ortaya koymuştur. Yine aynı çalışma kapsamında kimyasal geri dönüştürmenin mekanik geri dönüştürmeden safsızlıkların uzaklaştırılması açısından daha avantajlı olduğu ve bu durumun nihai ürünlerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynadığı ortaya koyulmuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmanın ilk aşamasında, üretilmesi hedeflenen tamamen geri dönüştürülmeye uygun otomotiv koltuk kılıfı için uygun döşemelik kumaşların tasarımı ve üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla standart PET/r-PET ipliklerden dokuma/örme üst yüzey kumaşlar üretilmiş ve bu kumaşlar laminasyon işlemine tabii tutulmuşlardır. Tez çalışmasının bu aşamasında üretilen 25 adet otomotiv döşemelik kumaş numunesi ile ilgili ayrıntılı bilgi ve bu kumaşlara verilen numaralar Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise ilk aşamada üretilen otomotiv döşemelik kumaşları arasından, yapılan testler ve maliyet hesaplarının ışığında, uygun kumaşlar seçilmiş ve bu kumaşlar kullanılarak 2 adet otomotiv koltuk kılıfı üretilmiştir.

Bu bölümde tez kapsamında kullanılan tüm materyaller ve yöntemler ayrıntıyla açıklanmıştır.

Çizelge 3.1. Tez kapsamında üretilen lamineli kumaşlar

Kumaş numarası	Kumaş oluşum tekniği	Örgü Yapısı	İplik Tipi	Laminasyon Tipi	Laminasyonda Kullanılan Malzemeler
1	Dokuma	Bezayağı	r-PET	Isıyla kuru laminasyon	r-PET kumaş r-PET'den üretilmiş dokusuz yüzey, malzeme 1 PET kopolimer dokusuz yüzey yapıştırıcı
2		Panama 2/2			
3		Dimi 2/2			
4		Bezayağı			r-PET kumaş r-PET'den üretilmiş dokusuz yüzey, malzeme 2 PET kopolimer dokusuz yüzey yapıştırıcı
5		Panama 2/2			
6		Dimi 2/2			
7		Bezayağı		Sıcak eriyik laminasyon	r-PET kumaş r-PET'den üretilmiş dokusuz yüzey, malzeme 1 PET kopolimer dokusuz yüzey yapıştırıcı
8		Panama 2/2			
9		Dimi 2/2			
10		Bezayağı			r-PET kumaş r-PET'den üretilmiş dokusuz yüzey, malzeme 2 PET kopolimer dokusuz yüzey yapıştırıcı
11		Panama 2/2			
12		Dimi 2/2			
13		Bezayağı	Standart PET	Alevli Laminasyon	Standart PET kumaş PU sünger PA astar
14		Panama 2/2			
15		Dimi 2/2			
16	Örme	Desen 1	r-PET	Isıyla kuru laminasyon	r-PET kumaş r-PET'den üretilmiş dokusuz yüzey, malzeme 1 PET kopolimer dokusuz yüzey yapıştırıcı
17		Desen 2			
18		Desen 1			r-PET kumaş r-PET'den üretilmiş dokusuz yüzey, malzeme 2 PET kopolimer dokusuz yüzey yapıştırıcı
19		Desen 2			
20		Desen 1		Sıcak eriyik laminasyon	r-PET kumaş r-PET'den üretilmiş dokusuz yüzey, malzeme 1 PET kopolimer dokusuz yüzey yapıştırıcı
21		Desen 2			
22		Desen 1			r-PET kumaş r-PET'den üretilmiş dokusuz yüzey, malzeme 2 PET kopolimer dokusuz yüzey yapıştırıcı
23		Desen 2			
24		Desen 1	Standart PET	Alevli Laminasyon	Standart PET kumaş PU sünger PA astar
25		Desen 2			

3.1.1. Otomotiv Koltuk Döşemelik Üst Yüzey Kumaşların Üretiminde Kullanılan İplikler

Tez kapsamında incelenen otomotiv koltuk döşemelik üst yüzey kumaşları dokuma ve yuvarlak örme üretim teknikleri kullanılarak üretilmiştir. Her iki grup kumaşın üretiminde de MARTUR A.Ş'nin tesislerinde yalancı büküm yöntemiyle tekstüre edilmiş, puntalı (IMG) standart PET ve r-PET iplikler kullanılmıştır. Kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerin özellikleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Otomotiv döşemelik üst yüzey kumaşların üretiminde kullanılan iplikler

Kumaş Üretim Yöntemi	Hammadde	İplik Numarası (denye)	Filament Sayısı
Dokuma	Standart PET	300	96
	r-PET	300	96
Yuvarlak Örme	Standart PET	300	96
	Standart PET	150	48
	r-PET	300	96
	r-PET	150	48

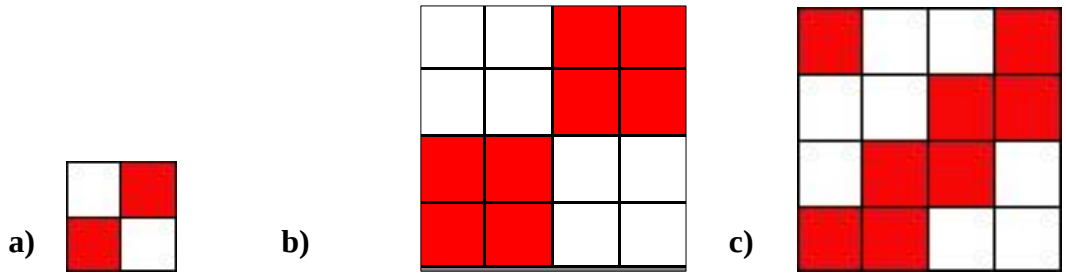
Yuvarlak örme kumaş üretiminde, kumaşın ön ve arka yüzeyinde farklı kalınlık ve filament sayılarına sahip iplikler kullanılmıştır. Kumaşların ön yüzeylerinde 96 filamentli 300 denye iplikler kullanılırken, arka yüzeylerinde ise 48 filamentli 150 denye iplikler kullanılmıştır.

3.1.2. Dokuma Kumaşların Üretimi

Çözgü ve atkıda aynı tip iplik (standart PET ve r-PET) ve 3 adet dokuma örgü yapısı (bezayağı, 2/2 panama ve 2/2 dimi) kullanılarak toplam 6 çeşit dokuma kumaş üretilmiştir. Üretim parametreleri Çizelge 3.3'te, dokuma örgü yapıları ise Şekil 3.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.3. Dokuma kumaş üretiminde kullanılan parametreler

Atkı İpliğinin Çeşidi	Çözgü İpliğinin Çeşidi	Dokuma Örgü Yapısı	Çözgü Sıklığı (tel/cm)	Atkı Sıklığı (atkı/cm)
r-PET	r-PET	Bezayağı	32	16
		Panama 2/2		16
		Dimi 2/2		18
Standart PET	Standart PET	Bezayağı		16
		Panama 2/2		16
		Dimi 2/2		18



Şekil 3.1. Kullanılan dokuma örgü yapıları; a) Bezayağı b) Panama 2/2 c) Dimi 2/2

Dokuma kumaşların üretimi, Martur A.Ş. tekstil üretim tesislerinde bulunan Somet Excel Marka Staubli SX jakarlı rapierli dokuma makinesi (Şekil 3.2) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Dokuma kumaşların üretiminde kullanılan dokuma makinası

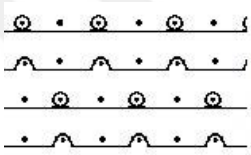
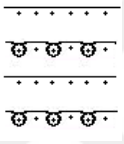
3.1.3. Yuvarlak Örme Kumaşların Üretimi

Yuvarlak örme kumaş üretiminde toplam 2 çeşit desen kullanılmıştır. Yalancı büküm yöntemi ile tekstüre edilmiş standart PET ve r-PET iplikler bu desenlerde ayrı ayrı kullanılarak toplam 4 adet yuvarlak örme kumaş numunesi üretilmiştir. Yuvarlak örme kumaş üretiminde kullanılan konstrüksiyonlar Çizelge 3.4'te belirtilmiştir. Yuvarlak örme kumaşların oluşturulmasında kullanılan 2 örgü yapısı ise Çizelge 3.5'te ve Çizelge 3.6'da gösterilmiştir.

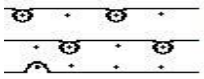
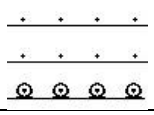
Çizelge 3.4. Yuvarlak örme kumaş üretiminde kullanılan konstrüksiyonlar

Desen	Ön yüzeyde kullanılan iplik	Arka yüzeyde kullanılan iplik	May sıklığı
Desen1	96 filamentli, 300 denye, puntalı, tekstüre r-PET	48 filamentli, 150 denye, puntalı, tekstüre r-PET	16
Desen2	96 filamentli, 300 denye, puntalı, tekstüre r-PET	48 filamentli, 150 denye, puntalı, tekstüre r-PET	16
Desen1	96 filamentli, 300 denye, puntalı, tekstüre standart PET	48 filamentli, 150 denye, puntalı, tekstüre standart PET	16
Desen2	96 filamentli, 300 denye, puntalı, tekstüre standart PET	48 filamentli, 150 denye, puntalı, tekstüre standart PET	16

Çizelge 3.5. Desen 1 iğne diyagramı

Silindir		Kapak	
rapor	sistem	rapor	Sistem
	4		4
	3		3
	2		2
	1		1

Çizelge 3.6. Desen 2 iğne diyagramı

Silindir		Kapak	
rapor	sistem	rapor	Sistem
	3		3
	2		2
	1		1

Yuvarlak örme kumaşların üretilmesinde Martur A.Ş. tekstil üretim tesislerinde bulunan Mayer Cie Ovja 1.6_E EMS marka 32 Fein silindir jakarlı kapak mekanik yuvarlak örme makinesi kullanılmıştır (Şekil 3.3).

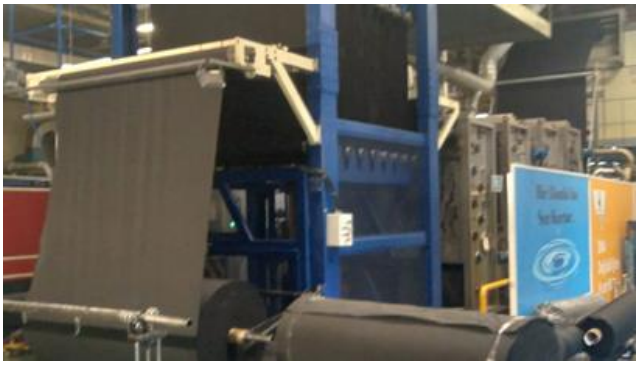


Şekil 3.3. Örme kumaşların üretiminde kullanılan yuvarlak örme makinesi

3.1.4. Dokuma ve Yuvarlak Örme Kumaşlara Uygulanan Bitim İşlemleri

Çalışma kapsamında üretilen dokuma ve yuvarlak örme kumaşlar; üzerindeki yağların, iplikler üzerinde kalan oligomerlerin ve üretim aşamasında kumaşlara tutunan safsızlıkların giderilmesi için açık en yıkama işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 3.4). Açık en yıkama işlemi sırasında yumuşatıcı ve sabun kullanılmış, 80°C'de yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Yıkama işleminden çıkan dokuma ve yuvarlak örme kumaşlar yumuşatılmak üzere Elteksmak marka tamburlu kurutma makinesine (Şekil 3.5) alınmıştır. Tamburlu kurutma makinesi açık en ve kesiksiz proses esasıyla çalışmaktadır. Kurutma makinesinden çıkan dokuma ve yuvarlak örme kumaşlar en/boy stabilizasyonunun sağlanması için Brückner marka ramöz makinesine (Şekil 3.6) alınmıştır. Ramöz makinesinin tansiyon parametreleri, yıkama öncesi ve sonrası en/boy çekmeleri hesaplanan kumaşların otomotiv standartlarına uygun (kılıf giydirmeye uygun) esneklikte olması için ayarlanmıştır. Altı kamaralı ramöz makinesinde sıcaklıklar her kamara için kademeli olarak arttırılarak kumaşın fikselenme sıcaklığı olan 170°C'ye çıkılmıştır.

Kumaşların bitim işlemleri Martur A.Ş. tekstil üretim tesislerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.4. Kumaşların yıkanmasında kullanılan açık en yıkama makinesi



Şekil 3.5. Elteksmak marka tamburlu kurutma makinesi



Şekil 3.6. Brückner marka ramöz makinesi

3.1.5. Kumaşlara Uygulanan Laminasyon işlemi

Lamineli Kumaşların Üretilmesinde Kullanılan Laminasyon Teknikleri

Çalışma kapsamında PET bazlı yapıştırıcıların kullanımına uygun farklı laminasyon teknikleri araştırılmış ve denemeler bu araştırmaların sonucunda bulunan yöntemlerle gerçekleştirilmiştir. Laminasyon teknikleri işletmede üretilecek ürünlerin

değişkenliklerine, miktarlarına ve ürün değişikliklerine karşı hazırlık aşamalarının hızlı ya da yavaş olmasına göre seçilebilir.

Çalışma kapsamında üretilen kumaşların laminasyonu için, ısıyla kuru laminasyon (dry heat lamination), sıcak eriyik laminasyon (hot melt lamination) ve alevli laminasyon (flame lamination) olmak üzere 3 ayrı teknik kullanılmıştır.

Isıyla kuru laminasyon tekniğinde r-PET ipliklerden üretilen dokuma ve yuvarlak örme kumaşlar, ara katmanda ısı ile aktifleşen yapışkan spunbond (eriyikten bağlama) dokusuz yüzey kullanılarak, r-PET liflerinden elde edilen dokusuz laminasyon yüzeyi ile kalender yöntemi sayesinde birleştirilmiştir. Çalışmalar Martur A.Ş. tekstil üretim tesislerinde bulunan sıcak silindirli kalender makinesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Isıyla kuru laminasyon tekniğinde kullanılan sıcak silindirli kalender makinesi

Bir diğer laminasyon tekniği ise sıcak eriyik laminasyon üretim tekniğidir. Bu laminasyon tekniğinde, çalışma kapsamında r-PET ipliklerden üretilen dokuma ve yuvarlak örme kumaşlar, ara katmanda ısı ile aktifleşen yapışkan graülün eritilip gravürlü silindirlerden eriyik halde ara katmana uygulanarak, r-PET liflerinden elde edilen dokusuz yüzey laminasyon yüzeyi ile birleştirilmiştir. Bu laminasyon tekniğinde Reyyan Tekstil A.Ş. de bulunan Robatech marka laminasyon makinesi (Şekil 3.8) kullanılmıştır.



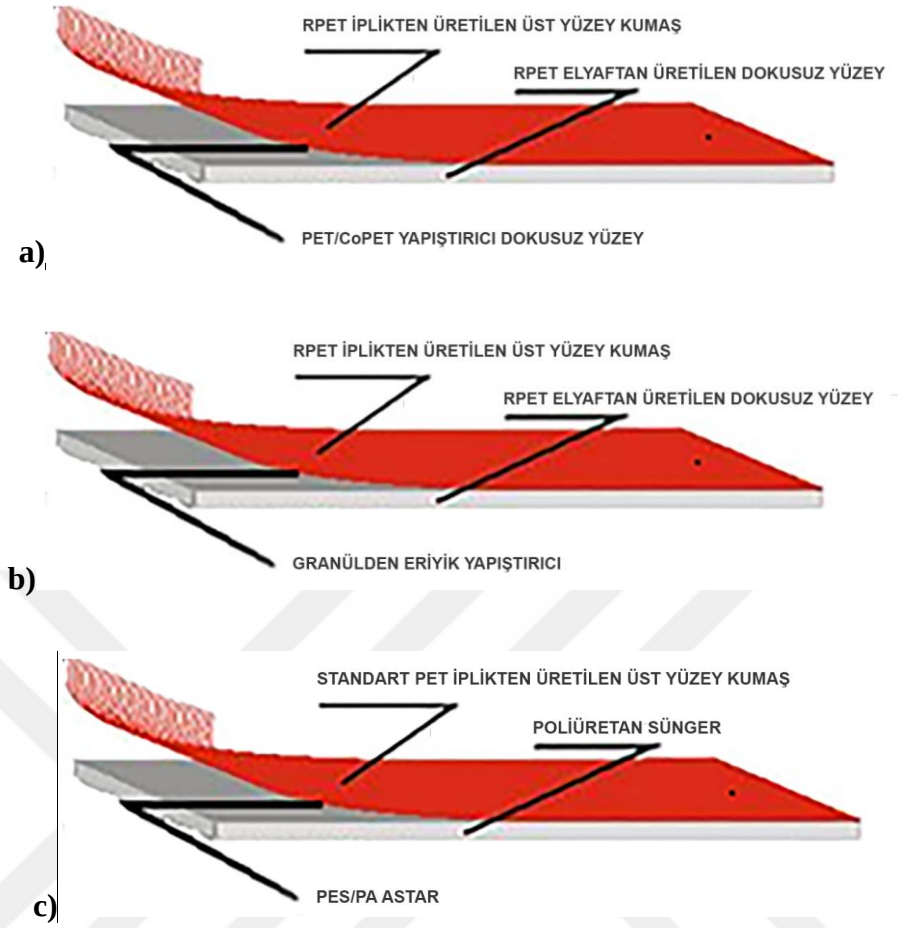
Şekil 3.8. Sıcak eriyik laminasyon işleminde kullanılan laminasyon makinesi

Üretilen bu kumaşlarla karşılaştırma yapabilmek amacıyla otomotiv sektöründe en yaygın kullanıma sahip olan alevli laminasyon tekniği ile de kumaşlar üretilmiştir. Bu işlemde standart PET ipliklerden üretilmiş dokuma ve yuvarlak örme kumaşlar, PU laminasyon süngeri ve PA astar kullanılmıştır. Bu laminasyon tekniğinde Martur A.Ş. tekstil üretim tesislerinde bulunan Schmitt marka alevli laminasyon makinesi (Şekil 3.9) kullanılmıştır.



Şekil 3.9. Alevli laminasyon makinesi

Laminasyon yöntemlerinde kullanılan malzemeler ve elde edilen kumaş yapıları Şekil 3.10'da şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Laminasyon tekniklerinde kullanılan malzemeler ve elde edilen kumaş yapıları; **a)** Isıyla kuru laminasyon tekniği ile üretilen kumaş yapısı, **b)** Sıcak eriyik laminasyon tekniği ile üretilen kumaş yapısı, **c)** Alevli laminasyon tekniği ile üretilen kumaş yapısı

Laminasyon Prosesinde Kullanılan Dokusuz Yüzeyler ve Sünger

Laminasyon işleminde iki çeşit dokusuz yüzey kullanılmıştır. Bu yüzeylerin ikisi de r-PET liflerinden iğneleme metoduyla (needle-punch) üretilmiştir.

Referans olarak kullanılacak geleneksel yöntemle üretilen otomotiv döşemelik kumaşlarda ise PU laminasyon süngeri kullanılmıştır. Kullanılan dokusuz yüzey malzemeler ve laminasyon süngerine ait bazı bilgiler Çizelge 3.7'de ve Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Laminasyon işleminde kullanılan dokusuz yüzeylere ait özellikler

Malzeme	Gramaj (g/m²)	Kalınlık (mm)
İğneleme metoduyla üretilmiş r-PET dokusuz yüzey	185	3,5
	110	5

Çizelge 3.8. Laminasyon işleminde kullanılan PU süngere ait özellikler

Malzeme	Yoğunluk (g/m³)	Kalınlık (mm)
Polieterpoliüretan	28	4,2

Laminasyon İşleminde Kullanılan Yapıştırıcılar

Sıcak eriyik laminasyon uygulamalarında iki farklı tip yapıştırma malzemesi kullanılmıştır. Bu malzemeler ısı ile aktive olan ve arasında kaldığı iki yüzeyin birbirine tutunmasını sağlayan termoplastik PET kopolimerinden elde edilmiştir. Ürünler, ısıyla kuru laminasyon ve sıcak eriyik laminasyon prosesinde kullanıma uygun olmak üzere belirlenmiştir.

Isıyla kuru laminasyon yöntemi ile laminasyonda 30 g/m^2 gramajında ve erime sıcaklığı 110-120°C olan spunbond dokusuz yüzey yapıştırıcı tela kullanılmıştır.

Sıcak eriyik laminasyon yöntemi ile laminasyon işleminde ise eriyik halde yüzeylere kaplanarak uygulanan ve erime sıcaklığı 120-130°C olan bir çeşit PET kopolimer granül kullanılmıştır.

3.1.6. Kılıf Üretiminde Kullanılan Dikiş İplikleri

Kılıf üretiminde son kullanıcı atıklarından r-PET'den üretilmiş 900 den (30 Tkt) kalınlığında bir dikiş ipliği kullanılmıştır. Kullanılan dikiş ipliğinin seçimi geleneksel kılıf üretimi için kullanılan dikiş ipliği ile mukavemet kıyaslaması yapılarak gerçekleştirilmiştir.

3.1.7. Kılıf Üretiminde Kullanılan Baskı Bezi

Kılıf üretiminde baskı bezi olarak r-PET ipliğinden üretilmiş çözgülü örme bir kumaş kullanılmıştır. Çözgülü örme kumaş üretildikten sonra, uygun ende kesilmiş ve tüp formunda kumaş kılıfının arka tarafına dikilmek üzere hazırlanmıştır. Çözgülü örme baskı bezinin üretim bilgileri Çizelge 3.9'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.9. Çözgülü örme baskı bezinin üretim bilgileri

İplik Cinsi	Tarak	Desen	May Sıklığı
36 filamentli, 100 denye, az miktarda puntalı (slight IMG) r-PET	L1	100-233	16
	L2	12-11/12-10	
	L3	12-10/12-11	

Örme kumaşların üretilmesinde Martur A.Ş. tekstil üretim tesislerinde bulunan Karl Mayer marka 28 Fein 3 barlı çözgülü örme makinesi kullanılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Çözgülü örme baskı bezi kumaşların üretiminde kullanılan çözgülü örme makinesi

3.1.8. Kılıf Üretiminde Kullanılan Plastik Profiller

Kılıf üretiminde kullanılan plastik profiller PET polimerinden üretilmiştir. Profillerin bazı özellikleri Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Kılıf üretimi için gerekli olan plastik profiller genel olarak PP hammaddesinden ekstrüzyon tekniği ile üretilmektedir. Çalışma kapsamında ekstrüzyon tekniğine uygun PET granül satın alınmış ve Martur A.Ş. plastik üretim tesislerinde bir dizi denemeler

yapılmıştır. Denemeler sonucunda eriyik PET, ekstrüzyon makinesi içerisinde ilerlememiş ve düzgün bir plastik profil eldesi sağlanamamıştır. Bunun sebebi olarak PET hammaddesine, ekstrüzyon makine vidasının uygun olmaması belirtilmiş ve yatırım gereksinimi doğmuştur. Bu nedenle plasik profillerin üretimi Martur A.Ş.'nin bünyesinde gerçekleştirilememiş ve profiller dışarıdan satın alınmıştır.

Çizelge 3.10. Kılıf üretiminde kullanılan plastik profillerin özellikleri

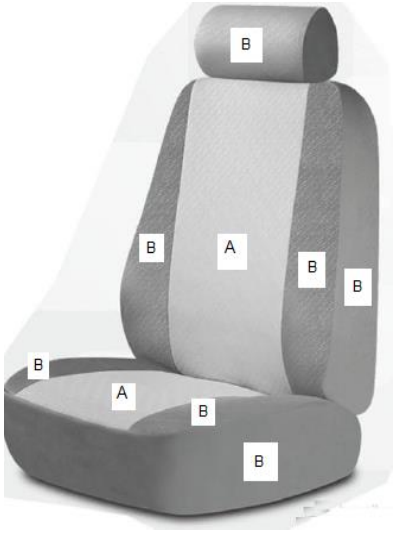
Üretildiği polimer	Renk	Yoğunluk (g/cm³)	Erime sıcaklığı (°C)
PET	Beyaz opak	1,36	244

3.1.9. Kılıf Üretiminde Kullanılan Fermuar

Kılıf üretiminde kullanılan fermuarın tüm bileşenleri r-PET polimerinden elde edilmiştir. Fermuarın dişleri, kürsörü, kumaş olan şerit kısmı ve stoperlerinin tamamı r-PET'den üretilmiş olup tekrar geri dönüştürülmeye uygun olarak seçilmiştir.

3.1.10. Kılıf Üretiminde Kullanılan Yöntemler

Kılıf üretimi için r-PET iplikten, farklı laminasyon teknikleri ve farklı laminasyon malzemeleri kullanılarak üretilen tüm kumaşların test sonuçları, geleneksel üretim yöntemleri ile standart malzemelerden üretilmiş kumaşların sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Test sonuçları ve maliyetlerine göre kılıf üretimi için uygun olan kumaşlar seçilmiştir. Seçilen kumaşlar ve bu kumaşların kılıf şablonlarına yerleşimleri Şekil 3.12'de, kullanılan kumaşlar ise Çizelge 3.11'da belirtilmiştir.



Şekil 3.12. Otomotiv koltuk kılıf kumaş yerleşim bölgeleri

Çizelge 3.11. Kumaş yerleşim bölgelerine göre seçilen kumaşlar ve üretilen koltuk kılıfları

	A bölgesi	B bölgesi
Otomobil koltuk kılıfı 1	Kumaş 2	Kumaş 1
Otomobil koltuk kılıfı 2	Kumaş 17	Kumaş 12

Kılıfların şablonlarının kesilmesi için Gerber Cutter DCS 1500 marka kesim makinesi (Şekil 3.13), kumaşların ve diğer kılıf bileşenlerinin dikilmesi için ise Durkop Adler 867 marka dikiş makinesi (Şekil 3.14) kullanılmıştır. Kılıfların üretimleri Martur A.Ş.'nin üretim tesislerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.13. Kesim işleminde kullanılan kesim makinesi

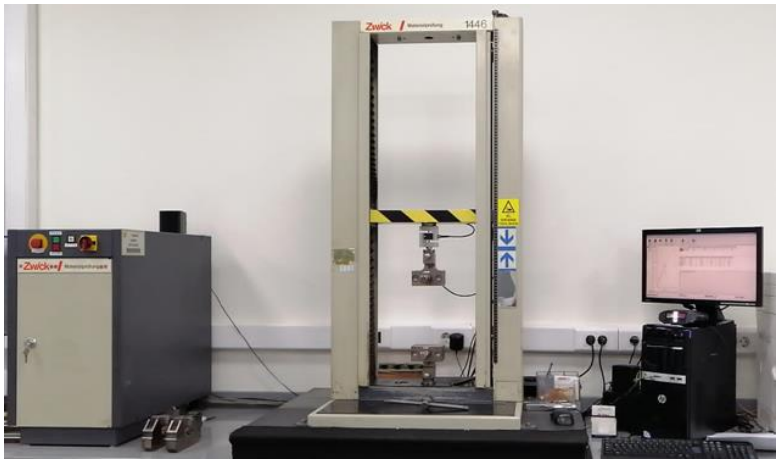


Şekil 3.14. Kılıfların dikiminde kullanılan dikiş makinesi

3.2. Yöntem

3.2.1. İpliklere Uygulanan Çekme Testleri

İpliklere uygulanan çekme testleri DIN EN ISO 2062-05/1995 standardına göre Zwick marka test cihazında (Şekil 3.15) gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan geri dönüştürülmüş ve standart PET hammaddelerinden üretilen ipliklerin tamamına çekme testi uygulanmıştır. Çekme testleri her bir iplik için 5'er adet yapılıp ortalama değerler alınmıştır.



Şekil 3.15. Zwick marka test cihazı
https://www.zwickroell.com/tr-tr/malzeme-test-cihazlar%C4%B1/zwickiline

3.2.2. Lamineli Kumaşlar Üzerine Uygulanan Testler ve Ölçümler

Kumaş Gramajı Tayini

Üretilen lamineli kumaşların gramaj tayinleri TS EN 12127 standardına göre yapılmıştır. Her bir kumaş için 100 cm²'lik 5'er adet numune alınmış ve bu numuneler tartıldıktan sonra m² cinsinden ortalama kumaş gramajı hesaplanmıştır. Bu metoda göre numuneler önce toplam ağırlık olarak ölçülür. Daha sonra laminasyon yüzeyleri birbirlerinden ayrılarak ağırlıkları ayrı ayrı ölçülür. Sonuçta tüm bileşenlerin gramajları verilir.

Ayrıca test sırasında üretilen kumaşların üst yüzey desen görünümleri kamera yardımıyla görüntülenmiştir.

Kumaşların Kopma Kuvveti ve Kopma Uzaması Değerlerinin Tayini

Üretilen lamineli kumaşların kopma kuvvetleri ve kopma uzamaları Fiat 50441/01 standardına göre tespit edilmiştir. Test numuneleri şartnameye göre 200 mm ± 5 mm x 100 mm ± 1 mm olacak şekilde kesilmiştir. Kumaşların her birinden en ve boy yönlerinde 5'er adet numune alınmış ve sonuç olarak bu değerlerin aritmetik ortalaması verilmiştir. Testler, Zwick marka çekme test cihazında yapılmıştır (Şekil 3.15). Standarda ilişkin FIAT 9.55441 şartnamesine göre uzama değerlerinin 10 daN yük altında minimum % 4 olması önerilmektedir. Yine şartnameye göre kopma kuvvetlerinin dokuma kumaşlar için 100 daN, örme kumaşlar için ise asgari 60 daN olması talep edilmektedir.

Yapışma Kuvveti Testi

Üretilen lamineli kumaşlarda, laminasyon sonrası üst yüzey kumaşın laminasyon malzemelerine olan yapışma dayanımları, FIAT 50441/05 standardına göre Zwick marka çekme test cihazında (Şekil 3.15), kumaşların boy ve en yönleri için test edilmiştir. Bu test metoduna göre, numuneler 200 mm x 50 mm boyutlarda kesilir. 100 mm'lik kısım, yüzey kumaşından elle ayrılır. Ayrılan iki kısım çekme test cihazında çeneler arasına yerleştirilir ve cihaz çalıştırılır. Tabakalar tamamen ayırdıktan sonra ölçülen ortalama kuvvet yapışma kuvveti olarak belirlenir. FIAT 9.55441 şartnamesine

göre üst yüzey kumaşı ve laminasyon malzemesi arasındaki yapışma kuvvetinin 0,8 daN'a eşit veya büyük olması talep edilmektedir. İki katman arasında yapışma kuvveti yoğun ise test başlangıcında elle ayrıştırma gerçekleştirilemez ve test sonucu "ayrışma yok" (AY ya da NS) olarak verilir.

Aşınma Testleri

Üretilen lamineli kumaşların aşınmaya karşı olan dirençleri farklı çalışma prensiplerine sahip 3 farklı aşınma test cihazı (Taber, Cesconi, Martindale) kullanılarak tespit edilmiştir.

Taber aşınma test cihazı (Şekil 3.16) ile yapılan testler FIAT 50455/10 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Bu test, pürüzlü bir yapıya sahip olan silindirik taşların üzerine 1000 g ağırlık koyulup kumaş üzerinde döndürülmesi esasına dayanır. FIAT 9.55441 şartnamesine göre Taber testi otomotiv döşemelik örme kumaşlarda 300 çevrim ve otomotiv döşemelik dokuma kumaşlarda 600 çevrim olacak şekilde uygulanır. Testin değerlendirilmesinde iki kriter mevcuttur. Sürtünmeye maruz kalan bölgelerde iplik kopuğu ve/veya kumaş örgüsünde/deseninde gözle görülecek görsel bozulmalar olmamalıdır. Sonuç bu kriterlere göre NOK ya da OK olarak verilir.



Şekil 3.16. Taber aşınma test cihazı (https://www.rycobel.com/products/taber-abraser)

Cesconi ve Martindale aşınma testleri otomotiv döşemelik kumaşlarının uzun kullanımlar sonrası kullanıcı kıyafetlerinden nasıl etkilendiğini simüle etmek üzere kurgulanmıştır.

Cesconi aşınma test cihazıyla (Şekil 3.17) yapılan testlerde FIAT 50455 ve 50455/09 standardı kullanılmıştır. Bu cihazda karşı sürtme yüzeyi olarak şartnamede belirtilen pamuklu kumaş kullanılır. Standarda göre Cesconi testi otomotiv döşemelik dokuma ve örme kumaşlarda 3000 çevrim ve 6000 çevrim olacak şekilde uygulanır. Testin değerlendirilmesinde üç kriter kullanılır; sürtünmeye maruz kalan bölgelerde iplik kopuğu ve/veya kumaş örgüsünde/deseninde gözle görülecek görsel bozulmalar olmaması, ayrıca kumaş yüzeyinin aşınmaya maruz kalan bölgelerinde beyazlaşma olmaması. Beyazlaşma derecesi gri skaladaki referanslara bakılarak 1 ve 5 arası skorlandırılır. Beyazlaşma derecesi için kabul kriteri 9.55441 FIAT şartnamesine göre; 3000 çevrim sonrasında 5, 6000 çevrim sonrasında ise 4/5 olmalıdır.



Şekil 3.17 Cesconi aşınma test cihazı (http://www.soraco.it/abrasimetro-cesconi/)

Martindale aşınma testleri DIN EN ISO 12947-1 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Martindale aşınma cihazında karşı sürtme yüzeyi olarak şartnamede belirtilen pamuklu kumaş kullanılır. Testler 12 kPa ağırlık kullanılarak gerçekleştirilir. Bu test metodunda hareket dairesel değildir. Aşınma yüzeyi daireden elipse doğru giden bir dönel hareket yapar. Bu hareketin oluşturduğu desenin adı "lissajous" desenidir. Testin değerlendirilmesinde üç kriter mevcuttur; sürtünmeye maruz kalan bölgelerde iplik kopuğu ve/veya kumaş örgüsünde/deseninde gözle görülecek görsel bozulmalar olmaması ayrıca kumaş yüzeyinin aşınmaya maruz kalan bölgelerinde beyazlaşma olmaması. Beyazlaşma derecesi gri skaladaki referanslara bakılarak 1 ve 3 arası skorlandırılır. Kabul kriterleri otomotiv ana sanayi üreticilerine göre farklılık göstermektedir. Bu çalışmada Martindale testi için Volkswagen firmasının VW 50105

şartnamesi referans alınıp 35000 çevrim üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Martindale aşınma test cihazı Şekil 3.18'de belirtilmiştir.



Şekil 3.18. Martindale aşınma test cihazı
(https://www.testextextile.com/product/martindale-abrasion-pilling-tester-tf210/)

Yanma Hızı Testi

Üretilen lamineli kumaşların yanma hızı FMVSS 302 standardına göre test edilmiştir. Bu standartta uygulanan, yatay yanma hızı ölçümdür. Yanma hızı yanma kabininin içinde ölçülmektedir. Yanma hızı testinin yapıldığı yanma kabini Şekil 3.19'da verilmiştir. Çalışma kapsamında üretilen lamineli kumaşlar en ve boy yönünde ayrı ayrı test edilmiştir. Standarda göre 100 mm x 350 mm olacak şekilde kesilen kumaş numuneleri üzerine iki adet referans çizgisi çizilir. Çizgiler arası mesafe 254 mm'dir. Kumaş numunesi U şeklinde metal plakaya yüzeyleri aşağıya bakacak şekilde yerleştirilir. Daha sonra metal plaka yanma kabininin içindeki tutacaklara yerleştirilir. Kumaş numuneleri, birinci referans çizgisinin gerisinde belirli bir süre kabinin içindeki alev kaynağına maruz bırakılır. Kumaş alev almaz ya da birinci referans çizgisine gelmeden sönerse test sonucu kendiliğinden sönen (KS) olarak değerlendirilir. Kumaş birinci referans çizgisine ulaştığında ise kronometre çalıştırılır. Alev eğer ikinci referans çizgisine ulaşırsa birinci ve ikinci referans noktaları arasındaki mesafe dikkate alınır. Kumaş eğer birinci ve ikinci referans noktaları arasında sönerse, alevin söndüğü noktanın birinci referans noktasına olan uzaklığı ölçülür. Yanma hızı V_c=60*(S/T) formülü ile hesaplanır. Burada V_c yanma hızını, S yanma mesafesi ve T yanma süresini

simgeler. Yanma hızı test sonucu mm/dk olarak ölçülür. Test sonuçlarının FIAT 9.55441 şartnamesine göre 100 mm/dk'dan düşük olması talep edilir.



Şekil 3.19. Yanma kabini (https://info-tek.com.tr/fmvss-302-fmvss-302-iso-3795-astm-d5132-04)

Sislenme Testi

Üretilen lamineli kumaşların sislenme davranışı Peugeot firmasının D45 1727 standardına göre test edilmiştir. Sislenme testi araç içinde bulunan bileşenlerin otomobil camına yapacağı buğu ve görüş konforunu etkileme durumunu değerlendirmek üzere gerçekleştirilmektedir. Tez çalışması kapsamında farklı malzemeler ve yapıştırıcılar kullanıldığı için bu test, çalışmanın endüstriyelleşebilme seviyesini ölçebilmek açısından önemlidir. Testin yapılışı şu şekilde özetlenebilir; standarda göre 80 mm çapında kesilen test numuneleri sislenme test cihazına yerleştirilir. Üst kısma yerleştirilecek olan cam plakanın yansıma indisi (r_o) ölçülür. Kumaş numunesinin yerleştirildiği bölümün alt kısmındaki yağ 100°C'ye kadar ısıtılır. Üst kısımdaki cam plaka ise 20°C'ye kadar soğutularak kumaştan çıkması muhtemel kimyasalların cam üzerinde yoğuşması sağlanır. Standartta belirtilen 3 saatlik test süresi tamamlandıktan sonra cam üzerinde tekrar bir yansıma indisi ölçülür (r_1). İlk yansıma indisinin son yansıma indisine oranı yüzde olarak test sonucunu verir. Sonuçlar ilgili şartnameye göre yorumlanır. Bu çalışmada B652110 numaralı şartname dikkate alınmıştır. Bu şartnamede oranın %85'ten büyük olması talep edilmektedir.

Giydirilebilirlik Testleri

Üretilen lamineli kumaşların giydirilebilirlik testleri Peugeot D45 5601 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Test kapsamında amaç, üretilen tekstil yüzeylerinin giydirme sonrasında giydirildikleri yüzeylerin girinti, çıkıntı ve eğiklik gibi üç boyutlu olgularına karşı sağlayacağı uyumu gözlemlemektir. Test metoduna göre 90 mm, 110 mm, 130 mm, 150 mm, 170 mm ve 190 mm olmak üzere 6 adet farklı yarıçapta yarım küre üzerine giydirilmek üzere numuneler dairesel olarak belirlenen ölçülerde kesilir. Yarım küreler Şekil 3.20'de belirtilmiştir. Her bir ölçü farklı bir yarım küreye uygun boyuttadır. Test kapsamında kesilen numuneler yarım kürelerin üzerine koyulup test cihazına yerleştirilir. Test cihazı basınçlı hava ile yarım kürelere koyulmuş kumaşı kasnağa doğru iter. Sıkışan kumaşın her bir çaptaki yarım kürenin üzerinde verdiği kırılma ve kırışma davranışı gözlenir. Kumaşlar çapları büyük olan küreden küçük olan küreye doğru test edilir. İlk hangi yarım kürede kırılma ve kırışma gözlendiyse test sonucu o kürenin numarasıyla skorlandırılır. Bir numaralı yarım küre en küçük çapta, 6 numaralı yarım küre en büyük çaptadır. Peugeot B652110 şartnamesine göre 3 ve daha büyük numaralı yarım kürelerde kırılma ve kırışma olmaması talep edilir. Kırılmanın ve kırışmanın gözlemlendiği ve gözlemlenmediği birer numune örneği Şekil 3.21'de gösterilmiştir. Testin uygulandığı Sodemat Trimtester marka test cihazına ait görsel Şekil 3.22'de verilmiştir.

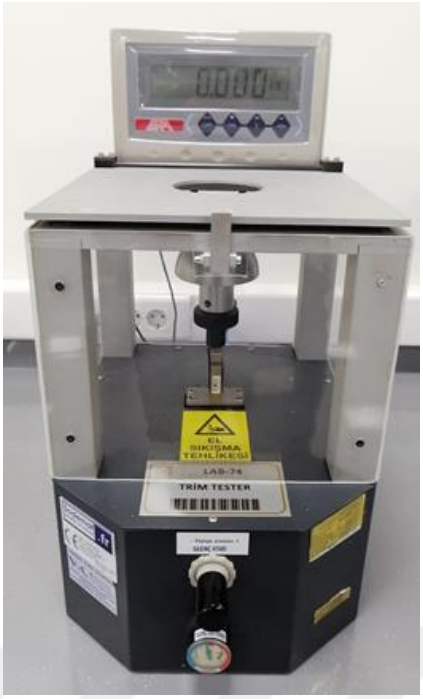


Şekil 3.20. Giydirilebilirlik testinde kullanılan test yarım küreleri



a) **b)**

Şekil 3.21 Giydirilebilirlik testi sonuç görselleri **a)** Kırışıklık olan **b)** Kırışıklık olmayan



Şekil 3.22. Giydirilebilirlik testinin uygulandığı Sodemat Trimtester marka test cihazı

Isıl Yaşlandırma Testi

Üretilen kumaşların ısı altında yaşlandırma testleri TOYOTA TSL 2106G etap 4-11 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada klasik üretimde kullanılanlardan farklı malzemeler ve yapıştırıcılar kullanıldığı için bu test, çalışmanın endüstriyelleşebilme seviyesini ölçmek adına önemlidir. Standarda göre 40 mm x 40 mm olacak şekilde kesilen numunelerin arka yüzeylerine en ve boy yönünde referans çizgiler çizilir. Daha sonra bu numuneler 400 saat boyunca 110°C sıcaklıkta etüvde bekletilir. Test süresi dolduktan sonra değerlendirme TOYOTA TSL 2606G şartnamesine göre gerçekleştirilir. Referans çizgilerden kumaşın en boy stabilizasyonu ölçülür. Kumaşın genel görünümünde meydana gelen bozulma, sararma, sertleşme ya da renk değiştirme seviyesi gözlemlenir. Kumaş 1 ve 5 arasında skorlanır. Kumaşın bu testi geçebilmesi için minimum 4 puan alması gerekir.

Koltuk Kılıflarına Uygulanan Performans Testi

Giriş-çıkış testleri, üretilen lamineli kumaşların test sonuçlarına göre uygun olanlarının seçilip kombine edilmesi ile üretilen araç koltuk kılıflarının giydirildiği koltuklar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kumaş kombinasyonları ve kullanılan bölgeler Şekil

3.12'de ve Çizelge 3.10'da belirtilmiştir. Deneylerde FIAT N5320 şartnamesi kullanılmıştır. Bu şartnameye göre test, koltuk üzerine bir robotun, aracın içine insan giriş-çıkışını simüle edecek şekilde baskı ve sürtünme oluşturması ile 30000 çevrim olarak gerçekleştirilir. Test robotuna ait görsel Şekil 3.23'te verilmiştir. Koltuk tasarımı belirlendikten sonra koltuk üzerine basınç pedleri yerleştirilir. 50 kg, 75 kg ve 100 kg ağırlığındaki kullanıcılardan seçilen kişiler araç içine girip çıkarak koltuğa oturur. Bu giriş-çıkışlar sırasında basınç pedlerinin ölçtüğü kuvvetler ve sürtünme noktaları kaydedilir. Robot kolunu tahrik edecek yazılıma gönderilen bu haritalama sistemi testin 30000 çevrim boyunca tekrarlanmasını sağlar. Çevrimler sırasında her 3000 çevrimde bir robot durdurulur ve gözle kontrol yapılır. Her 3000 çevrim koltuk kullanımının 1 yılını temsil etmektedir. Test sonucunda koltuk kılıfının 10 yıl kullanımdan sonra ne gibi hatalar ihtiva edileceği gözlemlenir. Gözlem göz kontrolü ile yapılır. Kumaş yüzeyindeki deformasyonlar, desen kayıpları, iplik kopmaları, dikiş bölgelerindeki ayrışmalar, montaj elemanlarının fonksiyon bozukluğu gibi kriterlere göre test sonucu uygun ya da uygun değil olarak raporlanır.



Şekil 3.23. Koltuk giriş-çıkış testi için kullanılan robot

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Dokuma ve Örme Kumaş Üretiminde Kullanılan İpliklerin Çekme Testlerinin Sonuçları

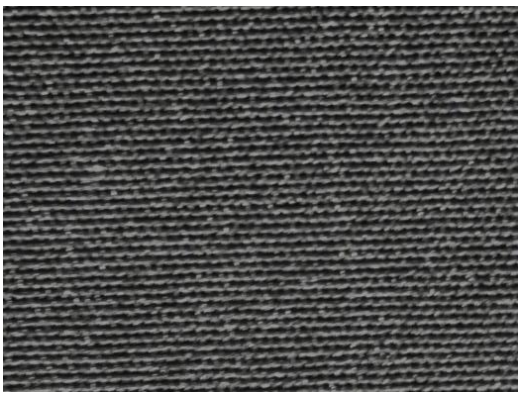
Çalışma kapsamında üretilen dokuma ve örme kumaşlarda kullanılan ipliklere uygulanan çekme testlerinin sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki iplik numarası için de r-PET ipliklerin, standart PET ipliklere göre daha yüksek kopma dayanımı ve kopma uzaması değerleri verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.1. İpliklerine uygulanan çekme deneylerinin sonuçları

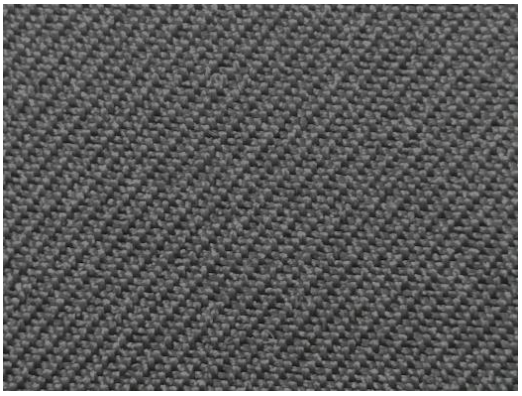
iplik tipi	İplik Numarası		Kopma Kuvveti		Dayanım		Kopma Uzaması	
	dtex	%CV	cN	%CV	cN/tex	%CV	%	%CV
300 den standart PET	363	1,2	1055,93	1,3	29,09	1,4	25,79	1,1
300 den rec-PET	361	1,1	1169,2	1,3	32,39	2,1	32,38	2,4
150 den standart PET	179	2,1	534,3	1,6	29,85	1,9	29,88	0,9
150 den rec-PET	176	3,1	565,66	2,4	32,14	2,1	23,68	2,1

4.2. Üretilen Üst Yüzey Kumaşların Görüntüleri

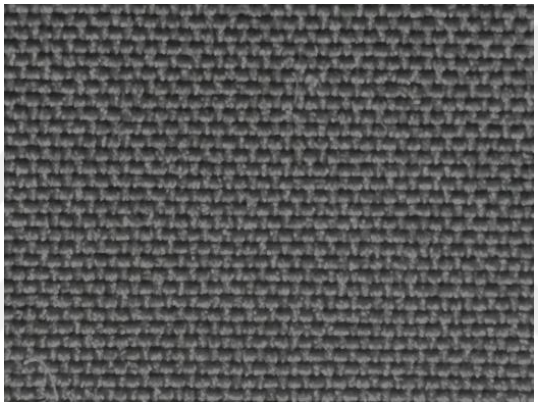
Üretilen kumaşlar fotoğraf makinesi kullanılarak görüntülenmiştir (Şekil 4.3-4.7). Görüntülerde, kullanılan farklı dokuma ve örgü yapılarından kaynaklanan değişik yüzey yapıları belirgin bir şekilde tespit edilebilmektedir.



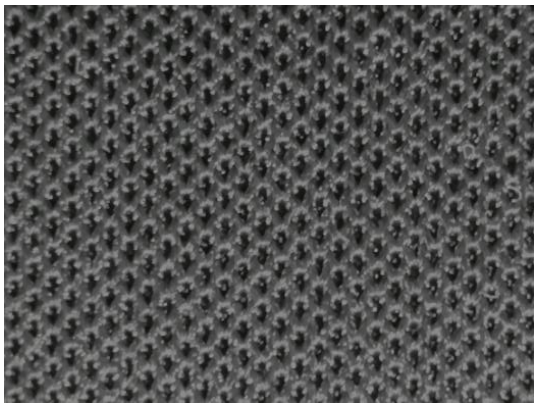
Şekil 4.1. Bezayağı dokuma örgü yapısı ile üretilen 1-4-7-10-13 numaralı kumaşların görüntüsü



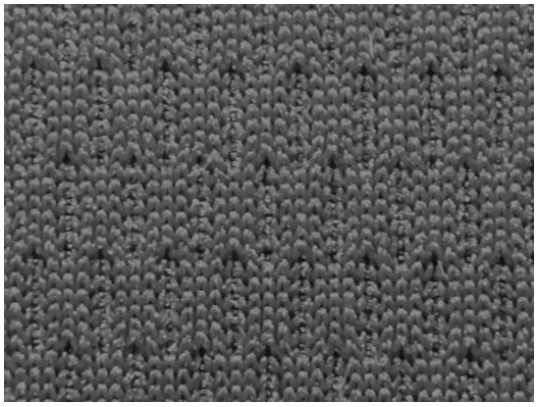
Şekil 4.2. Dimi 2/2 dokuma örgü yapısı ile üretilen 2-5-8-11-14 numaralı kumaşların görüntüsü



Şekil 4.3. Panama 2/2 dokuma örgü yapısı ile üretilen 3-6-9-12-15 numaralı kumaşların görüntüsü



Şekil 4.4. Desen 1 örgü yapısı ile üretilen 16-18-20-22-24 numaralı kumaşların görüntüsü



Şekil 4.5. Desen 2 örgü yapısı ile üretilen 17-19-21-23-25 numaralı kumaşların görüntüsü

4.3. Gramaj Ölçümleri Sonuçları

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen gramaj ölçümlerinin sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Ayrıca sonuçlar, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de grafik olarak da ifade edilmiştir. Ölçümler sonucunda dokuma kumaşlar arasında twill kumaşların en yüksek, bezayağı yapıların ise en düşük gramaj değerlerini verdiği gözlenmiştir. Örme kumaşlarda ise Desen 1 ile üretilen örme kumaş, Desen 2 ile üretilen örme kumaşa göre daha düşük gramaj değeri vermiştir.

İplik numaraları aynı olduğu için r-PET ve standart PET iplik kullanımının üst yüzey kumaş gramajlarında belirgin bir etkisi olmamıştır.

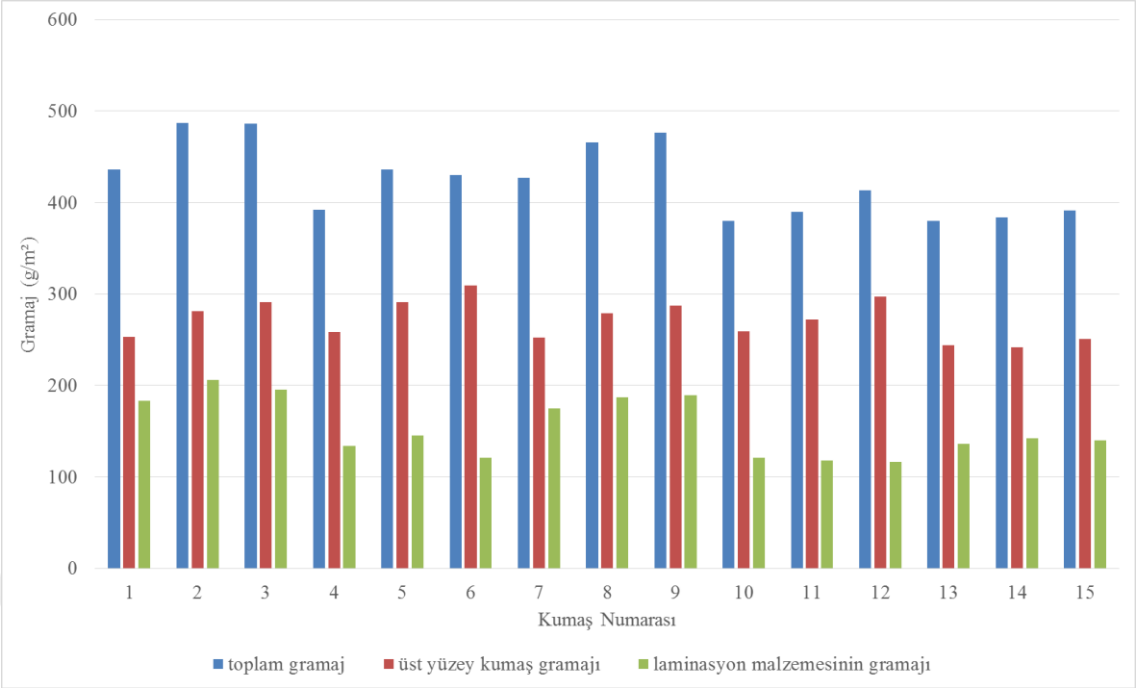
Laminasyon malzemelerinin gramajlarının ise en yüksek gramajdan en düşük gramaja göre; laminasyon malzemesi 1 (İğneleme metoduyla üretilmiş r-PET dokusuz yüzey), standart laminasyon malzemesi (PU laminasyon süngeri ve astar), laminasyon malzemesi 2 (İğneleme metoduyla üretilmiş r-PET dokusuz yüzey) olarak sıralandığı gözlenmiştir. Laminasyon tekniğinin değişmesinin ise toplam gramajların üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Her ne kadar kullanılacak kumaş ve laminasyon yüzeylerinin gramajları otomobil üreticileri tarafından şartnamelerle sınırlandırılmamış olsa da teknik özelliklerin ve maliyetlerin karşılanması açısından belirli aralıklarda olması hedeflenmektedir. Çalışma

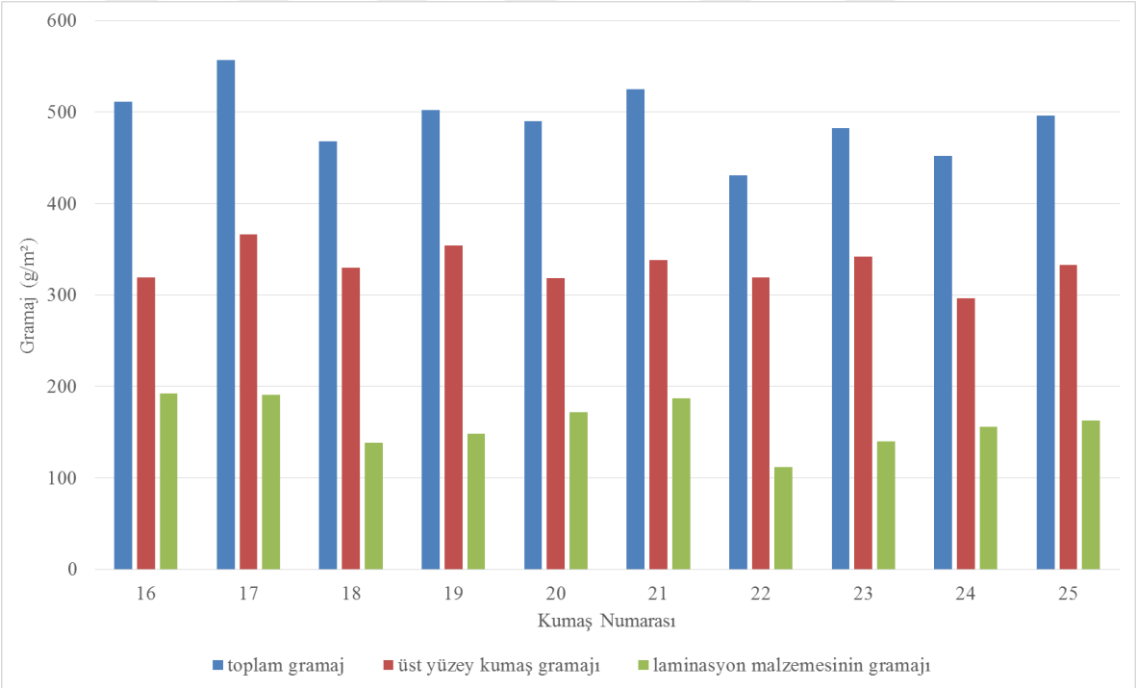
kapsamında üretilen kumaşların laminasyonlu ağırlıkları ve üst yüzey kumaş ağırlıklarının genel otomotiv kullanımı için uygun aralıkta bulunduğu söylenebilir.

Çizelge 4.2. Gramaj ölçümlerinin sonuçları

kumaş no	toplam gramaj		üst yüzey kumaş gramajı		laminasyon malzemesinin gramajı	
	g	%CV	g	%CV	g	%CV
1	436	1,0	253	1,1	183	1,4
2	487	4,0	281	2,4	206	2,4
3	486	2,0	291	3,2	195	2,4
4	392	0,8	258	2,2	134	2,0
5	436	0,7	291	4,3	145	2,2
6	430	1,0	309	0,9	121	2,0
7	427	2,0	252	0,7	175	3,2
8	466	2,0	279	2,6	187	0,9
9	476	1,1	287	3,5	189	1,9
10	380	3,0	259	2,2	121	3,1
11	390	2,3	272	1,4	118	2,1
12	413	3,4	297	1,8	116	2,2
13	380	3,4	244	3,0	136	1,4
14	384	2,0	242	0,3	142	2,5
15	391	2,3	251	0,8	140	6,1
16	511	2,6	319	2,9	192	1,1
17	557	2,0	366	2,2	191	3,2
18	468	3,9	330	4,1	138	2,4
19	502	3,2	354	3,1	148	3,2
20	490	4,3	318	2,6	172	4,0
21	525	6,6	338	2,2	187	1,7
22	431	2,2	319	4,3	112	1,9
23	482	5,1	342	2,4	140	3,3
24	452	2,4	296	2,2	156	2,2
25	496	3,2	333	4,9	163	3,3



Şekil 4.6. Dokuma kumaşların gramaj ölçüm sonuçları



Şekil 4.7. Örme kumaşların gramaj ölçüm sonuçları

4.4. Laminasyonlu Kumaşlara Uygulanan Çekme Deneylerinin Sonuçları

Laminasyonlu kumaşlara uygulanan çekme deneylerinin sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Ayrıca sonuçlar Şekil 4.8-4.10'da grafik olarak da ifade edilmiştir.

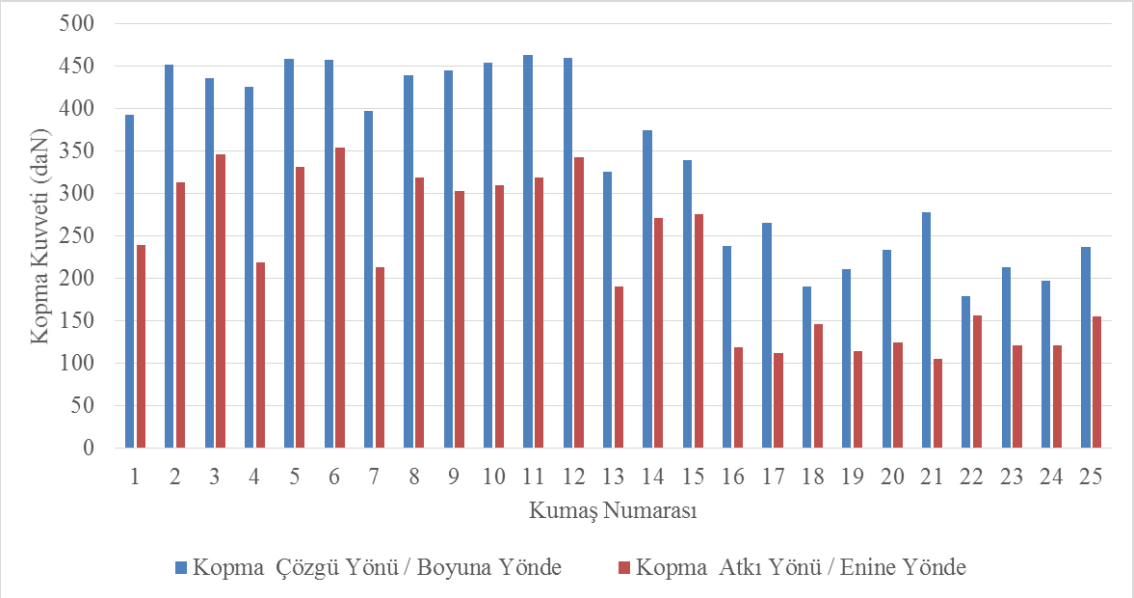
Genel olarak dokuma kumaşların örme kumaşlara göre daha yüksek kopma kuvveti, daha düşük kopma uzaması değerleri verdikleri gözlenmiştir. Bu iki kumaş tipi arasındaki en belirgin fark 10 daN yük altındaki uzama değerlerinde görülmüştür. Örme kumaşlar, kumaş eni yönünde belirgin bir şekilde daha fazla uzama göstermiştir.

Kumaşlar lamineli yapıda oldukları için kullanılan laminasyon tipi ve laminasyon malzemeleri çekme davranışlarını belirgin bir şekilde etkilemektedir. Dokuma kumaşlarda geleneksel üretim yöntemi olan alevli laminasyonun kullanıldığı 13,14 ve 15 numaralı kumaşların diğer dokuma kumaş numunelerine göre daha düşük kopma kuvveti değeri verdikleri tespit edilmiştir. Dokuma kumaşların kopma uzamaları arasında laminasyon tekniğine bağlı olarak önemli bir fark görülmemiştir.

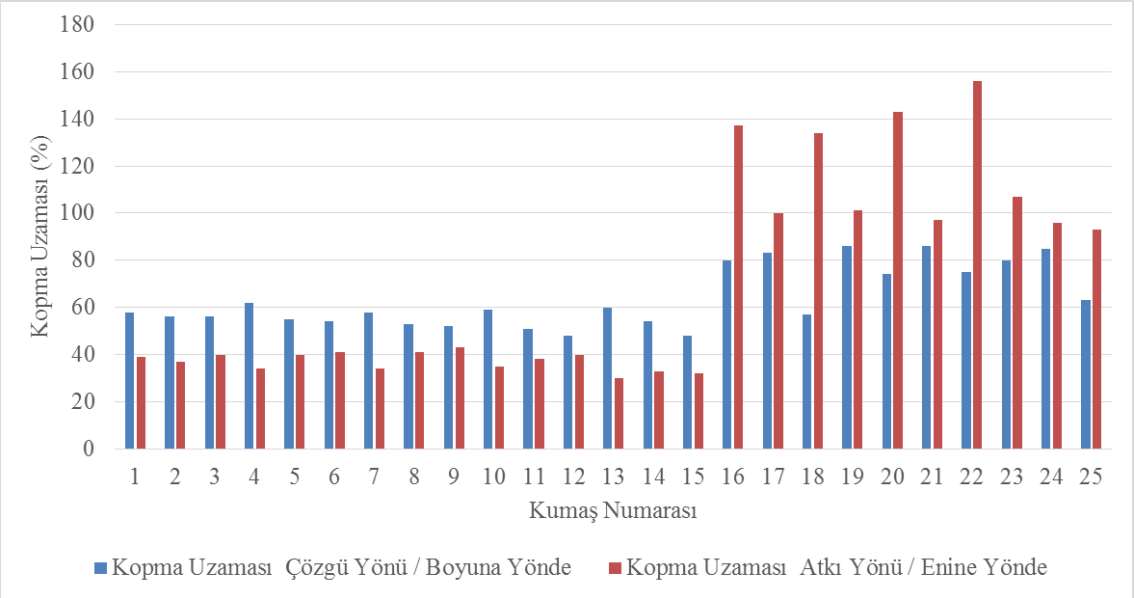
Çekme deneylerinde kullanılan şartnameye göre uzama değerlerinin 10 daN yük altında minimum %4, kopma kuvvetlerinin dokuma kumaşlar için 100 daN, örme kumaşlar için ise asgari 60 daN olması talep edilmektedir. Çalışma kapsamında üretilen tüm lamineli kumaş numunelerinin ilgili şartnameyi karşıladıkları ve otomotiv sektöründe kullanıma uygun oldukları söylenebilir.

Çizelge 4.3. Laminasyonlu kumaşların çekme deneylerinin sonuçları

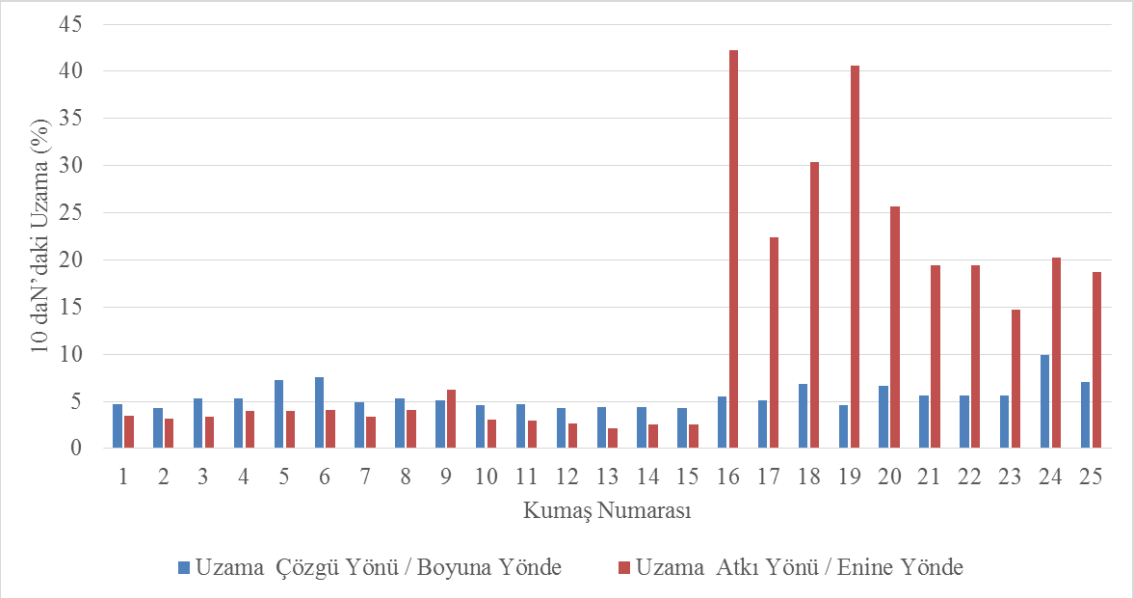
Kumaş Numarası	10daN'daki Uzama Değeri				Kopma Kuvveti				Kopma Uzaması			
	Çözgü Yönü / Boyuna Yönde		Atkı Yönü / Enine Yönde		Çözgü Yönü / Boyuna Yönde		Atkı Yönü / Enine Yönde		Çözgü Yönü / Boyuna Yönde		Atkı Yönü / Enine Yönde	
	(%)	%CV	(%)	%CV	daN	%CV	daN	%CV	(%)	%CV	(%)	%CV
1	4,7	2,2	3,5	2,2	393	3,1	240	1,7	58	2,6	39	3
2	4,3	3,1	3,2	1,5	452	1,2	314	1	56	1,3	37	3
3	5,3	1,1	3,4	0,2	436	2,5	346	2	56	2,6	40	2
4	5,3	0,9	4,0	0,8	426	3,1	219	2,3	62	1,3	34	3,1
5	7,3	6,2	4,0	2,1	459	2,1	332	3,1	55	2,5	40	4,1
6	7,6	1,2	4,1	1,7	458	4,1	355	2,2	54	2,4	41	2,1
7	4,9	1,1	3,4	3,2	398	1,1	213	1,4	58	3,5	34	0,3
8	5,3	0,6	4,1	2,5	440	0,9	319	2,6	53	2,1	41	0,4
9	5,1	1,3	6,2	2,6	445	0,7	303	4,5	52	3	43	1,2
10	4,6	3,1	3,1	1,9	455	1,5	310	2	59	3	35	2,3
11	4,7	3,1	3,0	2,4	464	1,7	319	2,7	51	2,7	38	3
12	4,3	3	2,7	2,5	460	2,6	343	2,7	48	4	40	3,3
13	4,4	2,1	2,1	2,6	326	3,1	191	4,1	60	2,3	30	1,9
14	4,4	4,1	2,6	2,5	375	3,1	271	2,2	54	1,9	33	0,3
15	4,3	0,7	2,6	4,1	340	2,4	276	3	48	2,2	32	0,2
16	5,5	1,4	42,2	3,9	238	4,2	119	3,8	80	3	137	4,1
17	5,1	0,2	22,4	5,3	266	3,1	112	3,9	83	3	100	4,1
18	6,9	2,4	30,4	2,9	191	4,2	147	4	57	3,1	134	3,2
19	4,6	2,2	40,6	4,3	211	5,1	115	3,9	86	2,1	101	4,1
20	6,6	4,2	25,7	3,5	234	2,9	125	2,6	74	5,1	143	1,9
21	5,6	1,2	19,4	4,6	278	3,9	106	5	86	2,9	97	2,9
22	5,6	1	19,4	3,5	180	4,1	157	3	75	3,7	156	3,5
23	5,6	4,1	14,7	2,9	214	4,1	122	2,4	80	3,6	107	6
24	9,9	1,1	20,3	3,6	198	6	121	1,9	85	4	96	4,1
25	7,1	2	18,7	3,1	237	4,3	156	3,5	63	4,5	93	1,4



Şekil 4.8. Kumaşların kopma kuvveti değerleri



Şekil 4.9. Kumaşların kopma uzaması değerleri



Şekil 4.10. Kumaşların 10daN yük altındaki uzama değerleri

4.5. Yapışma Testlerinin Sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen tüm laminasyonlu kumaşlar için üst yüzey kumaşların laminasyon malzemelerine yapışma mukavemetleri ölçülmüştür. Sonuçlar Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Tüm üst yüzey kumaşların üretiminde aynı cins polimerden üretilmiş ve benzer yapıya sahip iplikler (yalancı büküm yöntemi ile tekstüre edilmiş r-PET ve PET iplik) kullanılmıştır. İpliklerin arasındaki temel fark birinin r-PET'den üretilmiş olmasıdır. Dolayısı ile sonuçlardan üst yüzey kumaşlarda kullanılan ipliğin belirgin bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Bu çalışma için kullanılan laminasyon malzemesi ve laminasyon tekniği yapışmayı etkileyen temel faktörlerdir.

Yapışma testlerinin yapılması ve değerlendirilmesi FIAT'ın ilgili şartnamesine göre yapılmıştır. Bu şartnameye göre üst yüzey kumaşı ve laminasyon malzemesinin birbirine yapışma mukavemetinin 0,8 daN'a eşit veya büyük olması talep edilmektedir. Buna göre dokusuz yüzey 1'in kullanıldığı ısıyla kuru laminasyon, dokusuz yüzey 2'nin kullanıldığı sıcak eriyik laminasyon ve alevli laminasyon yöntemi ile lamine edilen dokuma ve örme kumaşların yeterli yapışma mukavameti değerlerini verdikleri tespit

edilmiştir. Ayrıca dokusuz yüzey 1'in, ısıyla kuru laminasyon yönteminde yeterli yapışmayı sağladığı, ancak sıcak eriyik laminasyon yönteminde etkili olamadığı gözlenmiştir. Aynı şekilde dokusuz yüzey 2 de sıcak eriyik laminasyonda iyi sonuçlar verirken ısıyla kuru laminasyon yönteminde yeterli etki sağlanamamıştır. Bu durum kullanılan yapıştırıcı malzemesinin her laminasyon tekniğinde aynı etkiyi gösteremediğini, yapıştırıcı malzemenin laminasyon tekniğine uygun olarak belirlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Çizelge 4.4. Yapışma testlerinin sonuçları

kumaş no	Çözgü yönünde/Boyuna yönde		Atkı yönünde/Enine yönde	
	daN	%CV	daN	%CV
1	1,86	1,0	1,56	2,1
2	ayrışma yok	-	ayrışma yok	-
3	ayrışma yok	-	ayrışma yok	-
4	0,28	3,1	0,25	2,8
5	0,27	1,0	0,29	1,9
6	0,42	2,2	0,33	2,2
7	0,33	3,2	0,24	2,1
8	0,27	3,2	0,29	0,8
9	0,27	1,9	0,49	2,7
10	ayrışma yok	-	ayrışma yok	-
11	ayrışma yok	-	ayrışma yok	-
12	ayrışma yok	-	ayrışma yok	-
13	0,84	1,0	0,82	0,5
14	0,81	3,0	0,85	3,3
15	0,97	1,0	0,86	2,1
16	ayrışma yok	-	ayrışma yok	-
17	ayrışma yok	-	ayrışma yok	-
18	0,33	2,2	0,24	2,4
19	0,21	1,0	0,11	2,4
20	0,31	5,1	0,31	1,6
21	0,19	3,2	0,22	0,7
22	ayrışma yok	-	ayrışma yok	-
23	ayrışma yok	-	ayrışma yok	-
24	0,95	1,9	0,86	1,0
25	0,92	2,0	0,88	2,2

4.6. Aşınma Testlerinin Sonuçları

Lamineli kumaşlara uygulanan Taber, Cesconi ve Martindale aşınma testlerinin sonuçları Çizelge 4.5-4.7'de verilmiştir.

Taber aşınma testlerinde kullanılan şartnameye göre (FIAT 9.55441) kumaşların sürtünmeye maruz kalan bölgelerinde iplik kopuğu ve/veya kumaş örgüsünde/deseninde gözle görülecek görsel bozulmalar olmamalıdır. Sonuç bu kriterlere göre NOK ya da OK olarak değerlendirilir. İlgili şartname göz önüne alındığında çalışma kapsamında incelenen kumaşların aşınma seviyeleri birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Standart PET ya da r-PET kullanımının kumaşların Taber aşınma test sonuçları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca kullanılan laminasyon malzemelerinin ve tekniklerinin de kumaşların aşınma davranışları üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada incelenen tüm kumaşlar Taber aşınma testinden geçebilecek performansı göstermişlerdir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Kumaşların Taber aşınma test sonuçları

Kumaş numarası	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Taber sonucu (300 tur)	OK	OK	OK	OK	OK
Taber sonucu (600 tur)	OK	OK	OK	OK	OK
Kumaş numarası	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Taber sonucu (300 tur)	OK	OK	OK	OK	OK
Taber sonucu (600 tur)	OK	OK	OK	OK	OK
Kumaş numarası	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Taber sonucu (300 tur)	OK	OK	OK	OK	OK
Taber sonucu (600 tur)	OK	OK	OK	OK	OK
Kumaş numarası	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Taber sonucu (300 tur)	OK	OK	OK	OK	OK
Taber sonucu (600 tur)	OK	OK	OK	OK	OK
Kumaş numarası	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
Taber sonucu (300 tur)	OK	OK	OK	OK	OK
Taber sonucu (600 tur)	OK	OK	OK	OK	OK

Cesconi aşınma testlerinde Taber testlerinde dikkate alınan kriterlere ilave olarak kumaş yüzeyinin aşınmaya maruz kalan bölgelerinde beyazlaşma olmaması da talep edilir. Testin değerlendirilmesi kumaşların beyazlaşma derecelerinin gri skaladaki referanslara göre 1 ve 5 arası skorlandırılarak yapılır. Beyazlaşma derecesi için kabul kriteri 9.55441 FIAT şartnamesine göre; 3000 çevrim sonrasında 5, 6000 çevrim sonrasında ise 4/5 olmalıdır.

Sonuçlar incelendiğinde örme kumaşların, dokuma kumaşlara kıyasla yarım puan daha düşük aşınma performansına sahip olduğu görülmüştür. Yine de tüm kumaş numuneleri Cesconi aşınma testini geçebilecek performansı göstermiştir.

Çizelge 4.6. Kumaşların Cesconi aşınma test sonuçları

Kumaş numarası	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Cesconi sonucu (6000 tur)	5	5	5	5	5
Kumaş numarası	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Cesconi sonucu (6000 tur)	5	5	5	5	5
Kumaş numarası	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Cesconi sonucu (6000 tur)	5	5	5	5	5
Kumaş numarası	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Cesconi sonucu (6000 tur)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
Kumaş numarası	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
Cesconi sonucu (6000 tur)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5

Martindale aşınma test sonuçlarının yorumlanmasında Cesconi testlerinde olduğu gibi kumaşlarda aşınmaya bağlı meydana gelen beyazlaşma derecelendirilir. Ancak Martindale testlerinde beyazlaşma derecesi gri skaladaki referanslara bakılarak 1 ve 3 arası skorlandırılır. Kabul kriterleri otomotiv ana sanayi üreticilerine göre farklılık göstermektedir. Bu çalışma kapsamında referans olarak alınan Volkswagen firmasının VW 50105 şartnamesine göre kumaşların kabul edilebilmeleri için en az 2 puan almaları gerekmektedir. Çalışma kapsamındaki tüm kumaşların Martinadale aşınma testleri için yeterli puanı aldıkları tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Kumaşların Martindale aşınma test sonuçları

Kumaş numarası	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Martindale sonucu (35000 tur)	2/3	3	2/3	2	3
Kumaş numarası	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Martindale sonucu (35000 tur)	2/3	2	2	3	2
Kumaş numarası	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Martindale sonucu (35000 tur)	2/3	2/3	2	2/3	2
Kumaş numarası	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Martindale sonucu (35000 tur)	2/3	3	2	2/3	2
Kumaş numarası	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
Martindale sonucu (35000 tur)	2/3	2	2/3	3	3

4.7. Yanma Hızı Test Sonuçları

Çalışma kapsamında incelenen bütün kumaşların yatay yanma testi sonuçları "kendinden sönen" olarak tespit edilmiştir. Dolayısı ile bütün kumaş numunelerinin otomotiv standartlarına uygun olduğu söylenebilir.

Standart PET ve r-PET aynı polimer ve iplik yapısına sahip malzemelerdir. Dolayısı ile iki hammadde de benzer yanma davranışı sergilemiş ve kumaşların yanma hızı testleri üzerine belirgin bir etki göstermemişlerdir.

Yanma hızı testlerinde asıl etkili olması beklenen laminasyon işleminde kullanılan yapıştırıcılar ve laminasyon malzemeleridir. Çalışmada kullanılan bu malzemelerin lamine kumaşların yanma hızları üzerine olumsuz bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

4.8. Sislenme Test Sonuçları

Kullanılan şartnameye göre sislenme testlerinin sonuçlarının %85'ten büyük olması talep edilmektedir. Çalışma kapsamında incelenen kumaşların sislenme test sonuçlarının % 95,68 ile % 93,59 arasında değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 4.8). Dolayısı ile tüm kumaş numuneleri kabul şartlarını sağlamaktadır.

Çizelge 4.8. Kumaşların sislenme testi sonuçları

Kumaş numarası	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Sislenme test sonucu (%)	95,68	94,85	94,39	93,82	94,03
Kumaş numarası	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Sislenme test sonucu (%)	93,87	93,88	93,8	93,82	93,64
Kumaş numarası	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Sislenme test sonucu (%)	93,69	93,9	94,71	94,86	94,35
Kumaş numarası	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Sislenme test sonucu (%)	94,13	93,66	93,98	93,84	93,78
Kumaş numarası	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
Sislenme test sonucu (%)	93,69	93,77	93,98	93,62	93,59

4.9. Giydirilebilirlik Test Sonuçları

Giydirilebilirlik testlerinde kumaşın farklı çaplardaki yarım kürelerin üzerinde verdiği kırılma ve kırışma davranışı gözlenir. Kumaşlar çapları büyük olan küreden küçük olan küreye doğru test edilir. İlk hangi yarım kürede kırılma ve kırışma gözlendiyse test sonucu o kürenin numarasıyla skorlandırılır. Bir numaralı yarım küre en küçük çapta, 6 numaralı yarım küre ise en büyük çaptadır. Çalışmada referans alınan şartnamede 3 ve daha büyük numaralı yarım kürelerde kırılma ve kırışma olmaması talep edilmektedir.

Kumaş numunelerinin giydirilebilirlik test sonuçları incelendiğinde kumaşların 1 ve 2 skorlarını aldıkları ve davranışlarında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Çalışma kapsamında incelenen tüm kumaşların kabul için yeterli puanı aldığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.9. Kumaşların giydirilebilirlik test sonuçları

Kumaş numarası	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Test sonucu	1	1	1	1	1
Kumaş numarası	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Test sonucu	1	1	1	1	1
Kumaş numarası	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Test sonucu	1	1	1	2	2
Kumaş numarası	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Test sonucu	1	2	2	2	1
Kumaş numarası	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
Test sonucu	2	1	1	2	2

4.10. Isıl Yaşlandırma Test Sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen kumaşların ısıl yaşlandırma test sonuçları değerlendirildiğinde kumaşların genel görünümlerinde herhangi bir bozulma, sararma, sertleşme ya da renk değiştirme gözlenmemiştir. Referans alınan şartnamede kumaşların 1-5 arasında skorlanarak minimum 4 alması talep edilmektedir. İncelenen kumaşların tamamı 5 puan alarak ısıl yaşlandırma testlerinden başarıyla geçmiştir.

4.11. Koltuk Kılıfı Giriş – Çıkış Test Sonuçları

Seçilmiş kumaşlardan üretilen iki tip kılıfın giydirildiği koltukların teste girmeden ve 30000 çevrim sonrasındaki görüntüleri Şekil 4.11'da verilmiştir.

Giriş-çıkış testlerinde kılıfların performansları göz ile kontrol edilir. Kumaş yüzeyindeki deformasyonlar, desen kayıpları, iplik kopukları, dikiş bölgelerindeki ayrışmalar, montaj elemanlarının fonksiyon bozukluğu gibi kriterlere göre test sonucu uygun ya da uygun değil olarak raporlanır.

Bu çalışma kapsamında test edilen iki kılıfın da otomotiv standartlarına uygun seviyede olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, koltuk kılıfını oluşturan fermuar, plastik profiller, dikiş ipliği gibi diğer bileşenlerde fonksiyon kaybının olmadığı gözlenmiştir.

Koltuk-1	
Test öncesi	Test sonrası
	
Koltuk-2	
Test öncesi	Test sonrası
	

Şekil 4.11. Üretilen koltukların test öncesi ve test sonrası görünümleri

5. SONUÇ

Gelişen teknoloji ve üretimdeki artış, çevre kirliliğini de beraberinde getirmektedir. Günümüzde toplumun çevre ile ilgili artan duyarlılığı birçok geleneksel ürün ve üretim yönteminin yerine yeni, çevreci ve sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmeye çalışılmasına yol açmaktadır. Geri dönüşüm ve geri dönüştürülmüş hammaddelerin yaşam döngüsüne kazandırılması bu çözümlerin başında gelmektedir.

Geri dönüştürülmüş veya geri dönüşüme uygun hammaddelerin kullanımı otomotiv endüstrisinde de her geçen gün önem kazanmaktadır. Geleneksel yöntemlerle üretilen otomobil koltuk kılıfları, farklı hammaddelerden elde edildikleri ve kısmen ayrıştırılmaya uygun olmadıkları için geri dönüşüme uygun değillerdir. Bu çalışmada gelişen trend ve talepler doğrultusunda otomotiv koltuk kılıflarının ve bu kılıfları oluşturan bileşenlerin ayrıştırma yapılmaksızın geri dönüşüme uygun hale getirilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın ilk aşamada otomotiv koltuk kılıfını oluşturacak olan lamine kumaşlar üretilmiş ve bu kumaşların performansları incelenmiştir. Standart PET ve r-PET ile üretilen üst yüzey kumaşlar, farklı laminasyon malzemeleri ve laminasyon teknikleri ile kompozit yapı haline getirilmiştir. Kıyaslama yapabilmek amacıyla çalışmaya geleneksel malzeme ve yöntemlerle üretilen lamine kumaşlar da ilave edilmiştir. Bu aşamada toplam 25 adet kumaş üretilmiş ve incelenmiştir.

Uygulanan testler sonucunda tasarlanan ve üretilen tüm kumaşların belirlenen otomotiv standartlarında ticari ürün olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir. Rasyonel veriler göz önünde bulundurulduğunda, yüzey kumaşları için r-PET iplik kullanımının kolaylıkla standart PET iplik kullanımının yerine geçebileceği sonucuna varılmıştır. Sonuçların ışığında, sıcak eriyik ve ısıyla kuru laminasyon tekniklerinin, geleneksel laminasyon yöntemi olan alevli laminasyonun yerini alabileceği görülmüştür. Ayrıca geleneksel laminasyon malzemesi olan PU laminasyon süngeri yerine r-PET dokusuz yüzey yapıların kullanılabileceği test sonuçları ile doğrulanmıştır. Isıyla kuru laminasyon ve sıcak eriyik laminasyon tekniklerinde kullanılan PET bazlı termoplastik yapıştırıcıların,

yapışma ve yaşlanma testleri göz önüne alındığında, negatif bir etkisi gözlenmemiştir. Yapılan denemeler ve test sonuçları değerlendirildiğinde otomotiv koltuk kılıflarını oluşturan laminasyonlu kumaşların %100 PET'den üretilebileceği ve otomotiv standartlarında ticari bir ürün haline gelebileceği ispatlanmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise ilk aşamada üretilen ve test edilen lamine kumaşlar arasından seçilenler ile farklı iki adet otomotiv koltuk kılıfı üretilmiştir. Kılıfların üretimleri için gereken dikiş ipliği, fermuar, plastik profiller gibi diğer bileşenler de geleneksel yöntemlere alternatif olarak sadece PET polimerinden üretilen malzemelerden seçilmiştir. Üretilen bu kılıflar ticari bir otomobil koltuğuna giydirilmiş ve kılıfların performansları incelenmiştir. Testlerin sonucunda yüzey kumaşlarında iplik kopuğu, desen kaybı, kalınlık kaybı, yırtılma, potluk gibi problemlere rastlanmamıştır. Ayrıca kılıfı oluşturan diğer bileşenlerin de fonksiyon kaybına uğramadığı gözlenmiştir.

Gerçekleştirilen tüm testlerin sonucunda geleneksel yöntemler ve malzemelerle üretilen otomotiv koltuk kılıflarına alternatif olabilecek, %100 geri dönüştürülebilir bir koltuk kılıfının otomobil içerisinde ticari olarak kullanılabileceği ispatlanmıştır. Bu yöntemle üretilecek kılıflar, kullanım ömrünü tamamladıktan sonra herhangi bir ayrıştırma işlemine ihtiyaç duymaksızın geri dönüştürülebilecektir. Buna ilave olarak kılıfların ve kılıf bileşenlerinin üretimlerinin her aşamasında ortaya çıkabilecek olan fireler de geri dönüşüme uygun olacaktır. Bu sayede çevreye ve global ekonomilere negatif etkileri bulunan işletme atıklarının da tekrar hammadde olarak kullanılabilmesine olanak sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

Akindoyo, J.O., Beg, M.D.H., Ghazali, S., Islam, M.R., Jeyaratnam, N., Yuvaraj, A.R. (2016). Polyurethane types, synthesis and applications - a review. *RSC ADVANCES* vol. 6(115):114453–114482. doi:10.1039/c6ra14525f

Akkuş, İ. (2019). *Otomotiv döşemelik kumaş tasarımı ve tasarımı belirleyen faktörlerin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Eskişehir Teknik Üniversitesi, Endüstriyel Sanatlar Anabilim Dalı, Eskişehir.

Armakan, D.M., Özcan R. ve Boyacı B. (2010). Otomobil koltuk döşemeliklerindeki güncel gelişmeler. *Tekstil Teknik Dergisi*, Ocak Sayısı.

Atakan, R. (2014). *İğneleme yöntemi ile üretilmiş otomotiv halılarında geri dönüştürülmüş polyester lifi kullanımı* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Ana Bili Dalı, İstanbul.

Berber, R.Ö. (2014). *Otomotiv döşemelikleri için performans özellikleri iyileştirilmiş kumaşların geliştirilmesi* (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Correnti, A., La Mantia, F.P., Bocchino, M., Filippi, S., Magagnini, P.L., Polacco, G. (2005). Recycling of inside upholstery of end-of-life cars. *Journal of Applied Polymer Science*. 96(5):1716-1728. doi:/10.1002/app.21638

Çelikkanat, A.B. (2003). *Teknik tekstiller* (Yüksek lisans tezi). İTÜ, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Dinç, M. (2019). *Poliüretan köpük atıklarının glikoliz ile kimyasal geri dönüşümünün incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Polimer Bilimi ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Kocaeli.

Eriksen, M.K., Pivnenko, K., Olsson, M.E., Astrup, T.F. (2018). Contamination in plastic recycling: Influence of metals on the quality of reprocessed plastic. *Waste Management, 79*, 595–606. doi:10.1016/j.wasman.2018.08.00

Fung, W., Hardcastle, M. (2001). *Textiles in Automotive Engineering.* Woodhead Publishing Limited, Cambrdge, England.

Günay Budak, İ. (2017). *Otomobil koltuk konforunun objektif ve subjektif ölçüm sistemi kullanılarak değerlendirilmesi* **(**Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa.

Günay M. ve Sezen M. (2013). Otomotiv Tekstillerinde Poliester Kullanımı, Pazardaki Değişimlerin Tedarikçi Tekstil Firmalarına Etkileri. *Tekstil ve Mühendis*, https://silo.tips/downloadFile/otomotyv-tekstyllerynde-polyester-kullanimi-pazardaky-deyymleryn-tedaryky-teksty (Erişim Tarihi: 20.05.2020).

Horrocks, A.R. (2016). *Technical textiles in transport (land, sea, and air)*, Editors: Horrocks, A.R. Anand, S.C., Handbook of Technical Textiles (Second Edition), Woodhead Publishing, pp:325-356.

Hardcastle, J.M. (2012). *Woven textiles for automotive interiors and other transportation applications*, Editor: K. Gandhi, Woven Textiles 1st Edition Woodhead Publishing, pp:317-353. doi:10.1533/9780857095589.3.317

İnan, R., Nuray, C. (2018). Otomotiv teknik tekstillerinde kullanılan liflerin özelliklerinin incelenmesi. *I. International Conference on Intelligent Transportation Systems - BANU-ITSC'18*, Balıkesir, Turkiye.

Jerkovic, I., Pallarés, J.M., Ardanuy, M., Capdevila, X. (2013). Abrasive elements and abrasion resistance tests for car seat upholstery. *Journal of Engineered Fabrics & Fibers 8*(3):35–41.

Karahan, M. (2015). Taşıt teknik tekstilleri**.** Butekom Teknolojik Değerlendirme Raporu, Bursa.
Kelman, J., Rhodes, R.D., 1996. Recyclable automotive headliner and method of manifacture. US Patent, No:5660908
Koo, H.J., Chang, G.S., Kim, S.H., Hahm, W.G., Park, S.Y. (2013). Effects of recycling processes on physical, mechanical and degradation properties of PET yarns. *Fibers and Polymers, 14*(12):2083. doi:10.1007/s12221-013-2083-2
Onusseit, H. (2006). The influence of adhesives on recycling. *Resources, Conservation & Recycling, 46*(2), 168–181. doi:10.1016/j.resconrec.2005.05.009
Ömeroğulları Başyiğit, Z. (2019). Improvement of multifunctional automotive textile. *Textile and Apparel , 29* (2) , 113-120 . doi:10.32710/tekstilvekonfeksiyon.475490
Powell, N.B. (2006). Design management for performance and style in automotive interior textiles, *Journal of the Textile Institute*, 97:1, 25-37. doi:10.1533/joti.2005.0166
Raheem, A.B., Noor, Z.Z., Hassan, A., Abd Hamid, M.K., Samsudin, S.A., Sabeen, A.H. (2019). Current developments in chemical recycling of post-consumer polyethylene terephthalate wastes for new materials production. *A review. Journal of Cleaner Production*, *225*:1052-1064. doi:10.1016/j.jclepro.2019.04.019
Scheirs, J. 1997. *Polymer recycling* John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK, pp:119-179
Sunhilde, C. (2017). Recycled textiles used in automotive interiors. Case study-Ford Motor Company. *Annals of the University of Oradea: Fascicle of Textiles, Leatherwork, vol XVIII*(2):171–176.
Tayyar, A.E., Üstün, S. (2010). Geri Kazanılmış Pet'in Kullanımı. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 53–62.
Telli, A. (2011). *Pet şişe geri dönüşüm PES iplik ile klasik PES liflerinden üretilen iplik ve kumaş özelliklerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma* **(**Yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir.
Telli A., Özdil, N., Babaarslan, O. (2012). Usage of PET Bottle Wastes in Textile Industry and Contribution to Sustainability. *Tekstil ve Mühendis, 19:* 86, 49-55.