BİYOBOZUNUR POLİMERLERLE YAPIŞKAN TELA GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMA PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Lale SEYİDZADE

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOBOZUNUR POLİMERLERLE YAPIŞKAN TELA GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMA PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Lale SEYİDZADE
0000-0002-1328-2874

Prof. Dr. Ayça GÜRARDA
(Danışman)

Prof. Dr. Mehmet KANIK
(Eş Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA– 2022
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİYOBOZUNUR POLİMERLERLE YAPIŞKAN TELA GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMA PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Lale SEYİDZADE

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayça GÜRARDA Prof. Dr. Mehmet KANIK (İkinci Danışman)

Tela konfeksiyon sanayiinde oldukça önemli bir aksesuardır ve giyside iki kat kumaş arasında giysinin görünümü ile duruşunu desteklemek için kullanılmaktadır. Tela; dokuma, örme ya da dokusuz yüzey yapılardan imal edilen ince bir yüzeye sahiptir ve yapışkanlı ya da dikişli olarak kumaşa uygulanmaktadır.

Yapışkan telalarda, yapıştırma malzemesi olarak genellikle poliamid, polyester, HDPE (Yüksek Yoğunluklu Polietilen), LDPE (Düşük Yoğunluklu Polietilen) ve çeşitli kopolimerler gibi petrole dayalı sentetik malzemeler kullanılmaktadır. Telanın yüzeyinde bulunan termoplastik özellikteki bu malzemeler sıcaklık karşısında eriyerek telanın kumaşa yapışmasına sebep olur. Tela endüstrisi petrol bazlı polimerleri artan bir şekilde kullanan büyük bir endüstridir. Bu malzemeler çevre dostu üretime destek vermemekte; doğada zamanla bozunmamaktadırlar.

Bu çalışmada, tela üretiminde petrol bazlı geleneksel yapışan polimerler yerine, çevre dostu biyobozunur polimerlerin kullanılması hedeflenmiştir. Bu amaçla öncelikle biyobozunur polimer olarak seçilen polilaktik asit (PLA) ve polikaprolaktan (PCL) ile referans olarak seçilen biyobozunur olmayan HDPE polimerleri kullanılarak kaplama yöntemiyle yapışkan telalar elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen yapışkan tela numuneleri farklı uygulama parametreleri altında bir gömleklik kumaş üzerine yapıştırılarak çeşitli testler uygulanmıştır. Test sonuçlarının değerlendirilmesiyle optimum tela kaplama ve uygulama parametreleri ortaya konulmuştur.

Bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Biriminin (BAP) Proje No: FHIZ-2021-394 Hızlı Destek Projesi ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapışkan tela, biyobozunur polimerler, konfeksiyon

2022, viii+68 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

DEVELOPMENT OF ADHESIVE INTERLINING WITH BIODEGRADABLE POLYMERS AND INVESTIGATION OF APPLICATION PARAMETERS

Lale SEYIDZADE

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

Supervisor: Prof. Dr. Ayça GÜRARDA Prof. Dr. Mehmet KANIK

Interlining is a very important accessory in the garment industry and is used between two layers of fabric in the garment to support the appearance and stance of the garment. Interlining has a thin surface made of woven, knitted or non-woven surface structures and is applied to the fabric with adhesive or stitching.

In adhesive interlinings, petroleum-based synthetic materials such as polyamide, polyester, HDPE (High Density PolyEthylene), LDPE (Low Density PolyEthylene) and various copolymers are used as bonding material. These thermoplastic materials on the surface of the interlining melt against the temperature and cause the interlining to bond to the fabric. The interlining industry is a large industry that uses petroleum-based polymers increasingly. These materials do not support environmentally friendly production. It does not degrade over time in nature.

In this study, it is aimed to use environmentally friendly biodegradable polymers instead of petroleum-based polymers in interlining production. The subject of this study is optimization of the application parameters of this interlining to the garment fabric by developing an environmentally friendly, adhesive interlining with biodegradable polymers.

This study was supported by Bursa Uludag University Scientific Research Projects Coordination Unit (BAP) Project No: FHIZ-2021-394.

Key words: Fusible interlining, biodegradable polymers, garment

2022, viii+68 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında hiçbir yardımı esirgemeyen, güler yüzü ve destek veren sözleriyle çalışma azmimi perçinleyen, bilgisi ve deneyimlerine güvenerek beraber çalışmaktan ve her zaman öğrencisi olmaktan gurur duyduğum değerli danışman hocam Prof.Dr. Ayça GÜRARDA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca bilgi birikimi ile çalışmama farklı açılardan bakmamı sağlayan, yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, kendisini tanımaktan büyük onur duyduğum saygıdeğer eş danışman hocam Prof. Dr. Mehmet KANIK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın kaplama bölümündeki yaptığı yardımlarından dolayı Arş. Gör. Gizem MANASOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasında kullanılan HDPE, PLA ve PCL polimerlerini temin eden Sayın Mehmet Kılavuza ve Fixatti firmasına katkıları için çok teşekkür ederim.

Desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme teşekkürü borç bilirim.

Lale SEYİDZADE
12/01/2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ… viii
1.GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI 3
2.1. Konfeksiyonda Tela Kullanımı ve Telanın Önemi 3
2.2. Telalar ve Temel Özellikleri 4
2.3. Telaların Kumaş Tipine Göre Sınıflandırılması 5
2.3.1. Dokuma telalar 6
2.3.2. Örme telalar 7
2.3.3. Dokusuz yüzey telalar 8
2.4. Yapışkan Telalarda Kullanılan Yapıştırıcılar 11
2.5. Yapışkan Telaların Üretimi 13
2.6. Telaların Giysiye Uygulanma Yöntemleri… 16
2.6.1. Yapışkan telaların uygulanması… 16
2.6.2. Yapışkan tela uygulamalarında yapışmaya etki eden faktörler… 17
2.6.3. Yapışkan tela uygulamalarında sık karşılaşılan sorunlar… 18
2.6.4. Dikme telaların uygulanması… 19
2.7. Biyobozunur Polimerler 20
2.7.1. Biyobozunur polimerlerin çeşitleri… 20
2.7.2. Biyobozunur polimerlerle uygulanan biyobozunma testleri… 22
2.8. Polilaktik Asit (PLA) Polimeri… 22
2.8.1. PLA polimerinin özellikleri… 25
2.8.2. PLA polimerinin biyobozunması… 25
2.9. Polikaprolaktan (PCL) Polimeri… 26
2.9.1. Polikaprolaktan polimerinin biyobozunma mekanizması… 28
2.10. HDPE (Yüksek Yoğunluklu Polietilen) Polimeri 29
3. MATERYAL ve YÖNTEM 31
3.1. Materyal 31
3.1.1. Kumaşlar 31
3.1.2. Polimerler 31
3.1.3. Kimyasallar… 32
3.2. Yöntem 33
3.2.1. Kaplama Yöntemi 33
3.2.2. Tela Yapıştırma İşlemi 34
3.2.3. Test Yöntemleri… 35
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 38
4.1. Elde Edilen Telaların Zemin Kumaşa Yapışmış ve Yapışmamış Haldeki Gramajları… 38
4.1.1. Biyobozunurluk Testi Sonuçları… 38
4.2. Sıyırma Mukavemeti Testi Sonuçları… 41
4.2.1. HDPE'li Telaların Sıyırma Testi Sonuçları… 41
4.2.2. PLA'lı Telaların Sıyırma Testi Sonuçları… 44
4.2.3. PCL'li Telaların Sıyırma Testi Sonuçları… 47

4.3. Eğilme Rijitliği Testi Sonuçları…. 49
4.3.1. HDPE'li Telaların Eğilme Uzunluğu ve Eğilme Rijitliği Testi Sonuçları. 50
4.3.2. PLA'lı Telaların Eğilme Uzunluğu ve Eğilme Rijitliği Testi Sonuçları… 53
4.3.3. PCL'li Telaların Eğilme Uzunluğu ve Eğilme Rijitliği Testi Sonuçları… 56
5. SONUÇ. 59
KAYNAKLAR. 63
ÖZGEÇMİŞ 68

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	**Açıklama**
G_f	Atkı eğilme rijitliği
G_w	Çözgü eğilme rijitliği
G	Eğilme uzunluğu
c	Eğilme uzunluğu
W	Gramaj
G_o	Kumaş eğilme rijitliği
O	Sarkma uzunluğu

Kısaltmalar	**Açıklama**
ASTM	American Society for Testing Materials
HDPE	High Density Polyetilen
ISO	International Organization of Standardization
LDPE	Low Density Polyetilen
PDLA	Poli(D-laktid asit)
PDLLA	Poli(D,L-laktid asit)
PGA	Poli(glikolik asit)
PLA	Polilaktik Asit
PLLA	Poli(L-laktid asit)
PLGA	Poli(laktik-ko-glikolik asit)
PCL	Polikaprolaktan
PU	Poliüretan
PVC	Polivinil Klorür
PA	Polyamid
PES	Polyester
PE	Polyetilen
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SNK	Student Newman Keuls

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	Dokuma Tela, Dokuma Telanın Mikroskop Görünümü…..	7
Şekil 2.2.	Örme Tela, Örme Telanın Mikroskop Görünümü……	8
Şekil 2.3.	Dokusuz Yüzey Tela, Dokusuz Yüzey Telanın Mikroskop Görünümü……..	9
Şekil 2.4.	Su İtici Telalar……...	10
Şekil 2.5.	Kıl Tela, Kıl Telanın Mikroskop Görünümü……	10
Şekil 2.6.	Farklı Kaplamaların Görünümleri…….	14
Şekil 2.7.	Yapıştırma Yöntemleri 15	
Şekil 2.8.	Biyobozunur Polimerlerin Sınıflandırılması….....21	
Şekil 3.1.	Numune Kaplama Makinası… 33	
Şekil 3.2.	Yapışkan Telanın Zemin Kumaşa Uygulanmasının Şematik Şekli……...	34
Şekil 3.3.	Tela Yapıştırma Presi……...	34
Şekil 3.4.	Çekme Cihazı……	36
Şekil 3.5.	Eğilme Rijitliği Test Cihazı……..	37
Şekil 4.1.	Tela Numunelerinin Toprağa Gömülmesi…….	39
Şekil 4.2.	İnkubatör Test Cihazı……	39
Şekil 4.3.	7 Gün Sonunda Gömme Testi Sonuçları……...	40
Şekil 4.4.	14 Gün Sonunda Gömme Testi Sonuçları…….	40
Şekil 4.5.	21 Gün Sonunda Gömme Testi Sonuçları…….	40
Şekil 4.6.	HDPE'li Telanın Farklı Uygulama Şartlarında Sıyırma Mukavemeti Test Sonuçları……..	43
Şekil 4.7.	PLA'lı Telanın Farklı Uygulama Şartlarında Sıyırma Mukavemeti Test Sonuçları……..	46
Şekil 4.8.	PCL'li Telanın Farklı Uygulama Şartlarında Sıyırma Mukavemeti Test Sonuçları……..	49
Şekil 4.9.	HDPE'li Telanın Farklı Uygulama Şartlarında Eğilme Uzunluğu Test Sonuçları……..	52
Şekil 4.10.	HDPE'li Telanın Farklı Uygulama Şartlarında Eğilme Rijitliği Test Sonuçları……..	52
Şekil 4.11.	PLA'lı Telanın Farklı Uygulama Şartlarında Eğilme Uzunluğu Test Sonuçları……...	55
Şekil 4.12.	PLA'lı Telanın Farklı Uygulama Şartlarında Eğilme Rijitliği Test Sonuçları……..	55
Şekil 4.13.	PCL'li Telanın Farklı Uygulama Şartlarında Eğilme Uzunluğu Test Sonuçları……...	58
Şekil 4.14.	PCL'li Telanın Farklı Uygulama Şartlarında Eğilme Rijitliği Test Sonuçları……..	58

ÇİZELGELER DİZİNİ

			Sayfa
Çizelge	2.1.	Poli(laktik asit) Kopolimerinin Termal ve Mekanik Özellikleri..	24
Çizelge	2.2.	Polikaprolaktanın Fiziksel Özellikleri……..	27
Çizelge	3.1.	Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Kumaşların Özellikleri……..	31
Çizelge	3.2.	Deneysel Çalışmada Kullanılan Polimerler ve Özellikleri……..	31
Çizelge	3.3.	Stok Pati Reçetesi……..	32
Çizelge	3.4.	Kaplama Patı Reçetesi……...	32
Çizelge	3.5.	Deneysel Çalışmada Elde Edilen Telaların Kumaş Üzerine Yapıştırılma Şartları……...	35
Çizelge	4.1.	Elde Edilen Telaların Zemin Kumaşa Yapışmış ve Yapışmamış Haldeki Gramajları…….	38
Çizelge	4.2.	HDPE'li Tela Yapışmış Kumaş Numunelerinin Sıyırma Mukavemeti Test Sonuçları……...	41
Çizelge	4.3.	HDPE'li Telaların Sıyırma Mukavemeti Üzerine Konsantrasyon, Sıcaklık ve Sürenin Etkisinin İstatistik (ANOVA ve SNK) Analiz Sonuçları…….	43
Çizelge	4.4.	PLA'lı Tela Yapışmış Kumaş Numunelerinin Sıyırma Mukavemeti Test Sonuçları……...	44
Çizelge	4.5.	PLA'lı Telaların Sıyırma Mukavemeti Üzerine Konsantrasyon, Sıcaklık ve Sürenin Etkisinin İstatistik (ANOVA ve SNK) Analiz Sonuçları…….	45
Çizelge	4.6.	PCL'li Tela Yapışmış Kumaş Numunelerinin Sıyırma Mukavemeti Test Sonuçları……...	47
Çizelge	4.7.	PCL'li Telaların Sıyırma Mukavemeti Üzerine Konsantrasyon, Sıcaklık ve Sürenin Etkisinin İstatistik (ANOVA ve SNK) Analiz Sonuçları…….	48
Çizelge	4.8.	HDPE'li Tela Yapışmış Kumaş Numunelerinin Eğilme Uzunluğu ve Eğilme Rijitliği Test Sonuçları…….	50
Çizelge	4.9.	HDPE'li Telaların Eğilme Uzunluğu ve Eğilme Rijitliği Üzerine Konsantrasyon, Sıcaklık ve Sürenin Etkisinin İstatistik (ANOVA ve SNK) Analiz Sonuçları…….	51
Çizelge	4.10.	PLA'lı Tela Yapışmış Kumaş Numunelerinin Eğilme Uzunluğu ve Eğilme Rijitliği Test Sonuçları……..	53
Çizelge	4.11.	PLA'lı Telaların Eğilme Uzunluğu ve Eğilme Rijitliği Üzerine Konsantrasyon, Sıcaklık ve Sürenin Etkisinin İstatistik (ANOVA ve SNK) Analiz Sonuçları…….	54
Çizelge	4.12.	PCL'li Tela Yapışmış Kumaş Numunelerinin Eğilme Uzunluğu ve Eğilme Rijitliği Test Sonuçları……..	56
Çizelge	4.13.	PCL'li Telaların Eğilme Uzunluğu ve Eğilme Rijitliği Üzerine Konsantrasyon, Sıcaklık ve Sürenin Etkisinin (ANOVA ve SNK) Analiz Sonuçları……..	57

1. GİRİŞ

Günümüzde, çeşitli konfeksiyon ürünlerine yönelik çok sayıda yardımcı malzemeler bulunmaktadır. Bu malzemelerden bir tanesi de teladır. Tela kumaşa dayanıklılık, tutum, uygun görünüm vermek için kullanılır. Tela çeşitleri içerisinde en yaygın kullanılan ve en pratik olanı yapışkanlı teladır. Yapışkanlı telalar termoplastik yapıştırıcılar kullanılarak ısı ve basınç uygulaması ile zemin kumaşa yapıştırılır. Telanın birinci amacı kumaşa şekil ve takviye vermektir. Tüm telalar giysi kumaşının ağırlığı ve özellikleri ile uyumlu olmalıdır.

Tela konfeksiyon sanayiinde oldukça önemli bir aksesuardır ve giyside iki kat kumaş arasında giysinin görünümünü ile duruşunu desteklemek için kullanılmaktadır. Tela; dokuma, örme ya da dokusuz yüzey yapılardan imal edilen ince bir yüzeye sahiptir ve yapışkanlı ya da dikişli olarak kumaşa uygulanmaktadır.

Yapışkan telalarda, yapıştırma malzemesi olarak poliamid, polyester, HDPE (High density polyetilen), LDPE (Low density polyetilen) ve çeşitli kopolimerler gibi petrole dayalı sentetik malzemeler kullanılmaktadır. Telanın yüzeyinde bulunan termoplastik özellikteki bu malzemeler sıcaklık karşısında eriyerek telanın kumaşa yapışmasına sebep olur. Geleneksel telalarda yaygın olarak kullanılan bu polimerler ile bunların çeşitli kopolimerleri biyobozunur özellikte değildirler. Ayrıca, her ne kadar zemin kumaşı olarak kullanılan başta pamuk olmak üzere bazı kumaşlar biyobozunur olsa bile yaygın olarak kullanılan polietilen terafitalat esaslı polyester ve poliamid esaslı kumaşlar da biyobozunur özellikte değildir.

Bu çalışmanın konusu; biyobozunur yapıştırıcı içeren, çevreye duyarlı yapışkan tela geliştirilerek bu telanın giysilik kumaşa uygulama parametrelerinin incelenmesidir. Bu amaçla, özellikle zemin kumaşı olarak biyobozunur doğal bir lif olan %100 pamuklu bir kumaş seçilerek üzerine ikisi biyobozunur yapıda, birisi karşılaştırma amacı ile biyobozunur olmayan 3 farklı polimerle, 3 farklı konsantrasyona göre hazırlanan reçetelerle kaplama yapılarak tela numuneleri elde edilmiştir. İkinci aşamada bu tela numuneleri, her bir polimerin erime sıcaklıkları dikkate alınarak belirlenen farklı yapıştırma sıcaklıklarında ve sürelerinde pamuklu bir gömleklik kumaşa yapıştırılmıştır. Son aşamada da, tela yapıştırılmış olan kompozit kumaş numuneleri biyobozunurluk,

sıyırma mukavemeti, eğilme uzunluğu ve rijitliği gibi testlere tabi tutularak elde edilen sonuçlar geleneksel polimer içeren tela sonuçları ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Konfeksiyonda Tela Kullanımı ve Telanın Önemi

Konfeksiyon sektöründe, giysi kalitesinde giysi oluşum aşamalarının kontrolü çok önemlidir. Tasarım aşaması ile başlayıp kalıp hazırlama, serim, kesim, dikim, ütüleme ve paketleme aşamaları ile devam eden proseslerin her birinde kontrollü çalışmalar gerekmektedir. Son yıllarda giysilik kumaşların düşük gramajlı üretiminden dolayı giysinin şekil alabilirliğinde tutumun güçlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Uzun yıllardır giysinin bazı bölümlerinde, kumaşı takviye etmek ve daha sert durmasını sağlamak için kullanılan tela ve telanın kumaşa uygulanma prosesleri önemli işlem adımları olmuştur. Günümüzde giysi kalitesine verilen önemin artması ile bu işlemler daha da önem kazanmıştır.

Tela, giyside iki kat kumaş arasında kullanılan bir aksesuardır ve giysinin görünümü ile duruşunu desteklemek için kullanılmaktadır. Tela; dokuma, örme ya da dokusuz yüzey yapılardan imal edilen ince bir yüzeye sahiptir ve yapışkanlı ya da dikişli olarak kumaşa uygulanmaktadır. Mekanik veya termal olarak kumaşa yapıştırıldığında ona dayanıklılık ve takviye sağlayarak kolay dikiş özelliği kazandırmaktadır. Giysilerde en fazla tercih edilen telalar, yapışkanlı telalardır.

Tela; giysilerin yaka, klapa, manşet ve cep kapakları gibi bölümlerine ya da etek elbise gibi giysilerin tamamına şekil verme ve tutum kazandırmada kullanılan bir malzemedir. Giysinin iç kısmında kalan görünmez bir parça olmasına rağmen, telanın yapısı ve kumaşa yapıştırma işlemi, giysinin dikilebilirliğini, görünümünü, dayanıklılığını, tutumunu ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Bu nedenle, giysiye tela uygulanması, konfeksiyon bölümünde oldukça önemli bir proses haline gelmiştir. Yapışkanlı telanın üretilmesinde en önemli parametre, termoplastik yapıştırıcının telanın zemin kumaşına uygulanma yöntemidir. Ancak kumaşa sağlam bir şekilde yapıştırılamayan telalar giysinin kullanımı sırasında görünümünü bozan ve giysi yüzeyinde ütüyle düzeltilemeyen büzülme ve potluklara sebep olmaktadır.

Yapışkan tela, mekanik veya termal olarak bağlanmış dokuma, örme veya dokusuz yüzey malzemeden yapılan ince tabakadır ve kumaş ile birleştirildiğinde takviye,

dayanıklılık sağlayabilir ve dikiş sırasında dikiş işini kolaylaştırabilir. Telalar kumaş yüzeyine yapıştırılarak veya dikilerek uygulanabilir (Anonim, 2019a).

2.2. Telalar ve Temel Özellikleri

Tela, giysiye uygun bir görünüm ve stabilite kazandırmak için dış kumaş ile bir giysinin astarı arasına yerleştirilen bir kumaş tabakasıdır (Mousazadegan, Ezazshahabi, Latifi ve Saharkhiz, 2013). Tela, dış kumaşın bazı olumsuz özelliklerinin üstesinden gelmeye yardımcı olur ve giysiye çekici ve şık bir görünüm kazandırır (Jeong, Kim ve Hong, 2000).

Telalar, işlenen kumaşa hacim ve direnç kazandırıp giysiye biçim verilmesinde katkıda bulunurlar. Böylece dikim, yıkama, ütüleme gibi işlemlerde kumaşın karşılaşabileceği sorunlarda kumaşa destek olurlar. Başlıca görevleri, kumaşa belli bir sertlik ve form kazandırmak, kumaşın buruşmaya yatkınlığını azaltmak, giysinin biçim ve dayanımını desteklemekten ibarettir (Anonim, 2018).

Tela malzemelerinin dört temel özelliği vardır: 1) Lif içeriği; 2) Gramajı; 3) Tela kumaşı 4) yapışkan noktalar. Bu faktörler telanın estetiğine ve performansına katkı sağlar.

1) Lif içeriği

Lif içeriği telanın sağlamlığına, tutuşuna, ağırlığına ve estetikliğine katkıda bulunur (Morris,1955). Herhangi bir elyaf veya elyaf kombinasyonu, farklı bir tutuş tipi verebilir ve bu değişkenlerden bir veya daha fazlasını değiştirerek tamamen yeni bir ürün geliştirilebilir. Nihai üründe kesik uzunluğu, denyesi veya elyaf bitiminde değişiklikler yapılabilir ve nihai telayı etkileyebilir. Son uygulamaya bağlı olarak, son üründe örtü, yumuşaklık, sertlik, dolgunluk, geri kazanılabilirlik ve dayanıklılık gibi özellikler tasarlanabilir. Elyaf seçimi yapabilmek için son uygulama akılda tutulmalıdır (Brookstein, 2009; Marlett, 1992).

2) Gramaj

Tela, metrekare başına 13.56 ila 135.62 gram arasında geniş bir ağırlık aralığına sahiptir (Chen, Liu, Yang, Xue ve Wang,2009). Daha ağır telalar, paltolar ve takım elbiseler gibi daha ağır, daha yapılandırılmış giysiler için daha fazla destek sağlar. Daha hafif telalar esneklik ve biraz destek sunar, daha yumuşak bir tutum sağlayabilir (Miller ve diğerleri, 1985). Son yıllarda moda trendi, erkek ve kadın giyiminde daha yumuşak malzemeler ve daha az yapılandırılmış bir görünüm yönünde olmuştur, ancak bu, giysilerin stabilitesini ve esnekliğini azaltabilir.

3) Tela Kumaşı

Tela üretiminde dokuma, örme ve dokusuz yüzey yapılarından yararlanılmaktadır (Bai ve diğerleri,2018). Telalar, kullanılan tela kumaşının üretim yöntemine göre dokuma, örme ve dokusuz yüzey telalar olarak kumaşa uygulanma yöntemlerine göre de yapışkan ve dikme telalar olarak sınıflanmaktadır.

4) Yapışan Noktalar

Özellikle yapışkan tela ile birleştirilmiş zemin kumaş için mekanik özelliklerin önceden belirlenmesi gerekmektedir. Yapışkan telaların yapışma yöntemi zemin kumaşın fiziksel özelliklerini etkiler. Aşırı yapıştırıcı ve makul olmayan yapışma koşulları olduğunda tela yüzeyinde kabarcıklar meydana gelir (Kim ve Takatera, 2013).

2.3. Telaların Kumaş Tipine Göre Sınıflandırılması

Alt tabaka olarak da adlandırılan zemin kumaş, üzerine termoplastik yapıştırıcının kaplandığı, püskürtüldüğü veya basıldığı bir tela malzemesidir. Baz kumaşı, doğal veya sentetik elyaftan çeşitli dokuma, örme ve dokusuz yüzey formlarda üretilir ve her türlü kendine özgü bir uygulaması vardır.

Kullanılan yapı ve liflerden bağımsız olarak, zemin kumaş bitmiş giyside aşağıdaki özellikleri etkiler:

- Görünüş
- Şekil koruma

- Boyutsal stabilite
- Tutum
- Aşınma dayanımı
- Kuru temizleme veya yıkamadan sonra görünüm
- Dayanıklılık (Anonim, 2019a).

Temel olarak, tela sınıflandırması zemin kumaşa (substrat) dayanmaktadır. Zemin kumaş, üzerine termoplastik reçinenin kaplandığı, püskürtüldüğü veya basıldığı bir astar malzemesidir. Farklı tela türleri vardır: (1) Dokuma tela; (2) Dokusuz yüzey (non-woven) tela; (3) Örme tela; (4) Diğer telalar (Amar ve Al-Gamal, 2015; Dapküniene, 2008; Morris ve Horsfield, 2006).

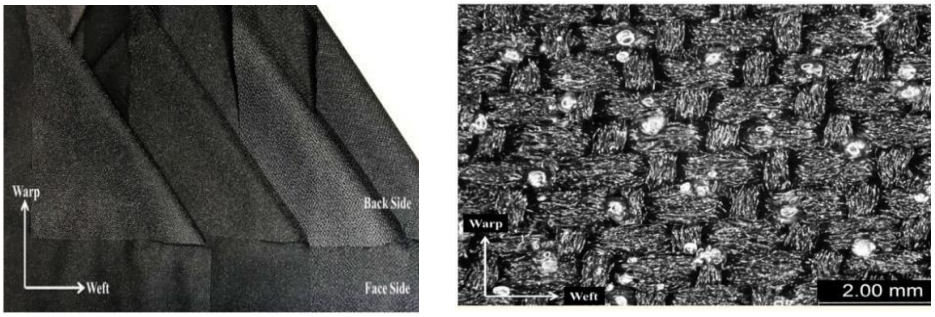
2.3.1. Dokuma telalar

Dokuma telalar, viskon, suni ipek, pamuk, polyester elyaf, akrilik elyaf veya yün karışımlı olarak üretilebilir (Kim, Inui ve Takattera, 2011). Giysi çözgüsü boyunca farklı bölgeler için dokuma telalar kullanılır. Giysinin bölümleri, tutum ve esneklik açısından farklı özelliklere sahiptir. Genellikle ceketlerin yakaları, bel bantları, kabanların yakaları, gömlek manşet ve yakalarında bu bölgelerin sert durması için dokuma tela kullanılmaktadır (Dapküniene ve Strardiene, 2006; Kim ve diğerleri, 2011; Stammen ve Dilger, 2013). Dokuma telalar, giysinin çok iyi performans göstermesini destekler. Yapıları nedeniyle, dokuma yüzeyler aşınma veya temizleme ile kolayca deforme olmaz. Ayrıca dokuma telalar büzülmeye ve şekil bozukluğuna karşı da büyük ölçüde kontrollüdürler. Ancak bu özellikleri yumuşak ve doğal bir tutuş için elverişli değildir, bu da günlük giysiler için çok aranan bir özelliktir. İnce çözgü iplikleri ve daha kalın atkı iplikleriyle dimi örgülerin geliştirilmesi, bu tip temel kumaşın tutum ve gramaj özelliklerini iyileştirmiştir (Anonim, 2019a).

Dokuma telalar büyük ölçüde selüloz liflerinden oluşur ve kırışıklıklara karşı dayanıklı değildir. Ancak, çoğu dokuma telaları iyi seviyede kırışıklık giderme ve yıkama sonrası düşük büzülme sağlamak için reçine ile kaplanmıştır (Rhodes, 1977b). Dokuma kumaş için kullanılabilecek en uygun teladır ve modelli giysiler için uygundur. Palto, kaban,

mont gibi dış giyim ürünlerinde kullanılırlar. Giysiye sağlamlık ve kusursuz duruşu verir. Dokuma sıkılığına, kumaşın gramajına göre çok çeşitlidir (Anonim, 2019b).

Şekil 2.1'de, dokuma telanın fotoğrafı ve mikroskobik görünümü yer almaktadır.



A B

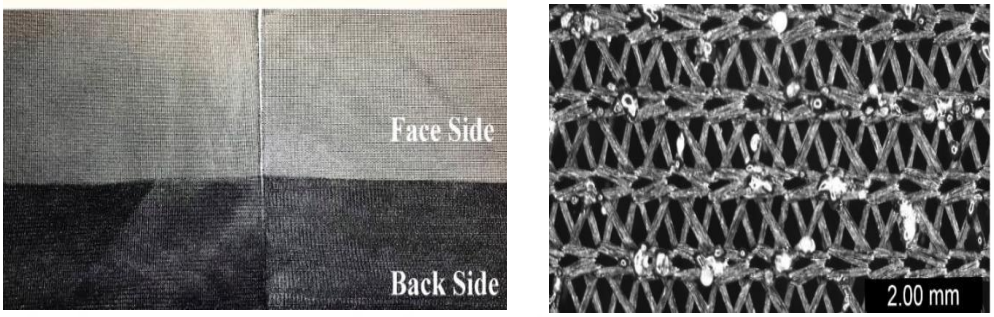
Şekil 2.1. A) Dokuma tela, B) Dokuma telanın mikroskop görünümü (Zhang ve Kan, 2018)

2.3.2. Örme telalar

Eriyebilir örme telalar, temel olarak örme giysilerde kullanılır ve verimli üretim için mükemmel bir esneklik sağlar. Yuvarlak ve jarse örme eriyebilir telalar, gerilebilir birleştirme alanlarında kullanılan esneme ve toparlanma özelliklerine sahiptir. Örme tela yapısı sayesinde, vücut ve uzuv hareketlerine kolayca uyum sağlayarak önemli derecede elastikiyet sağlamıştır. Erkek ve kadın giyiminde artan örme kumaş kullanımı, 1960'ların başında örme telaların kullanılmasına yol açmıştır (Burnip ve Thomas, 1969). Örme yüzeyler üst kumaşla birlikte vücut ve uzuv hareketlerine yol açarak laminata bir derece esneklik sağlar. İlk örülen alt tabaka çözgülü örüldüğünden ve atkı atılan iplikler yapıya sokulduğunda, örme taban kumaşı dokuma üst kumaşa yapıştırma için yaygın olarak kullanılır. Örme kumaşların esnek yapıya sahip olması nedeniyle örme telalar da esnek özelliktedir. Örme işlemi genellikle dokumadan daha hızlı olduğu için, bu malzemeler dokuma alt tabakadan daha ucuzdur (Anonim, 2019a).

Örme telalar iyi yumuşaklık için idealdir ancak büzülmeye karşı dirençli değildir. Esnek bir taban oluşturan hafif çözgü dokumaları, özellikle çok hafif dış kumaşlar için uygundur (Rhodes, 1977a). Esnek bir teladır ve esnek kumaşlarla kullanılır.

Bazıları tek yöne esneyebildiği gibi iki yöne esneyenleri de vardır. Örme tela, kullanılacak örme kumaşın esneme yönüne göre seçilmelidir. Hafif esneme payı olan kumaşlar için kullanılır (Anonim, 2019b). Şekil 2.2'de, örme telanın fotoğrafı ve mikroskobik görünümü yer almaktadır.



A B

Şekil 2.2. A) Örme tela, B) Örme telanın mikroskop görünümü (Zhang ve Kan, 2018)

2.3.3. Dokusuz yüzey telalar

Dokusuz yüzeylerden yapılan telaların performansı, elyaf içeriği, kumaş gramajı yapısındaki liflerin oryantasyonu ile çok yakından bağlantılıdır. Bu tela, en çok yıkanabilir giysilerde kullanılmaktadır (Kamat, 1983; Wang ve Ke, 2006). Dokusuz yüzey tela eldesinde farklı üretim tekniklerinden yararlanılmaktadır (Horrocks ve Anand, 2000). Dokusuz yüzey içindeki lif dağılımı yüzeyin tüylenme özelliğine etki etmektedir (Bhat, 1995).

Dokusuz yüzey telalar, imalat yöntemi nedeniyle genellikle dokuma veya örme kumaşlardan yapılan telalardan daha ucuzdur. Yüksek kaliteli dokusuz yüzey telalar, ultra ince kaplamalı %100 polyamid ürünlerden daha ağır karışımlara kadar yapılır. Bunlar termal veya kimyasal olarak bağlanır ve uygulamaya bağlı olarak kullanılır. Giyim üreticileri tarafından kullanılan dokusuz yüzey telalar, kağıt endüstrisinden ilham alınarak üretilmiştir (Amar ve Al-Gamal, 2015; Cassidy ve Lomonov, 1988; Yıldız, Pamuk ve Ondogan 2011b).

Lifler doğal, sentetik veya ikisinin çeşitli kombinasyonları olabilir, ancak doğal liflerin maliyeti nedeniyle çoğu dokunmamış kumaş sentetik liflerden yapılır. Genel amaçlı

eriyebilir olarak en yaygın olarak kullanılan lifler viskon, polyester, akrilik ve naylondur. Naylon lifler nispeten sağlam bir alt tabaka üretme eğilimindedir ve genellikle bir bileşen ek sertleştirme gerektirdiğinde kullanılır (Anonim 2019a). Çeşitli kalınlıklarda bulunan bir teladır. Kağıt tela olarak da bilinir. Kullanılacak kumaştan daha ince olanı seçilmelidir. İnce gelirse ikinci kat tela da uygulanabilir. Yaka ve kol manşetleri, elbise pervazlarını desteklemek için kullanılır. Dokuma olmadığı için herhangi bir kesim yönü yoktur, istenilen şekilde kesilip kullanılabilir. Ucuz ve çok çeşitli olması bakımından en çok tercih edilen teladır (Anonim, 2019b). Bu telalar çok hafif gramajlı, yıkama sonrası büzülme sorunu olmayan yönsüz, düzgün şekle sahip, esnek ve kırışıklığa dayanıklı telalardır. Bu telaların içinde artan miktarda sentetik elyafın olması kırışıklıkların oluşmasını engeller (Bregman ve Lepanto, 1967). Şekil 2.3'de, dokusuz yüzey telanın fotoğrafı ve mikroskobik görünümü yer almaktadır.



A B

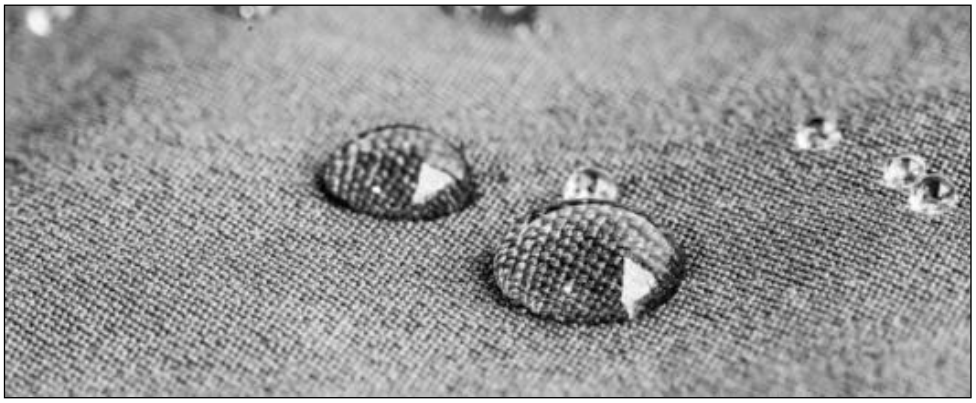
Şekil 2.3. A) Dokusuz yüzey tela, B) Dokusuz yüzey telanın mikroskop görünümü (Zhang ve Kan, 2018)

Bu telalardan başka su geçirmeyen telalar, kıl telalar gibi özel amaçlı telalar da üretilmektedir.

1) Su geçirmeyen telalar

Su geçirmeyen telalar, termal olarak bağlanmışsa, temel kumaş genellikle ticari yıkama işlemlerinin zorluklarına dayanabilen dokunmamış ve dairesel örgülerdir. Bunlar, yağmurluk parça üretimleri için özel olarak tasarlanmıştır (Mortazavi ve Esmailzadeh, 2004).

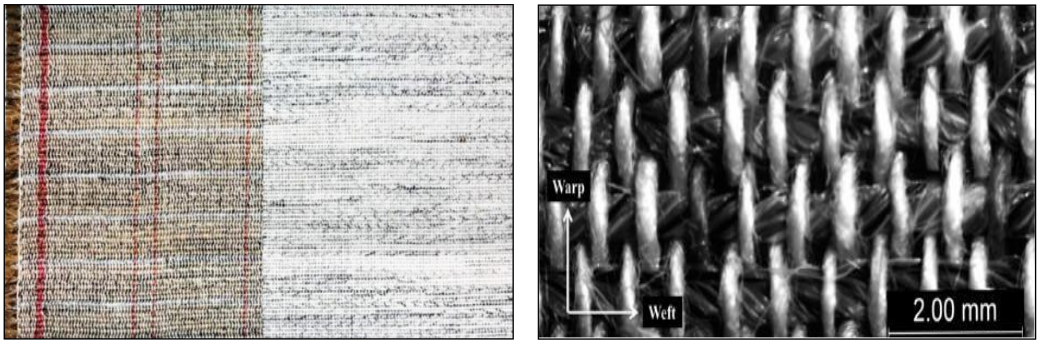
Şekil 2.4’de, su geçirmez tela örneği yer almaktadır.



Şekil 2.4. Su itici telalar (Mortazavi ve Esmailzadeh,2004)

2) Kıl telalar

Saç telası, çoğunlukla erkeklerin resmi ceket ve blazer ceketlerinde vb. kullanılan at kılından yapılan dokuma kanvaslardır. Temel olarak iki tür uygulama vardır: Eriyebilir ve eriyemez (dikme). İlki, ısıl bağlama veya kaynaştırma yoluyla kabuk kumaşının arka tarafına tutturulurken, ikinci dikişle tutturulur. Güçlendirilmiş telalar kullanmak, kabuk kumaşına stabilite sağlayabilir, kırışıklıkları azaltabilir, örtüyü ve kabuk kumaşına sağlamlığı iyileştirebilir (Fairhurst,2008). Şekil 2.5’de kıl telanın fotoğrafı ile mikroskobik görünümü yer almaktadır.



A B

Şekil 2.5. A) Kıl tela, B) Kıl telanın mikroskop görünümü (Fairhurst, 2008)

2.4. Yapışkan Telalarda Kullanılan Yapıştırıcılar

Yapıştırma, dış kumaşa ısı ve basınç uygulanarak yapışkan telanın sabitlenmesi işlemidir. Bu işlemde, tela ve dış kumaş kompoziti üretici tarafından tavsiye edildiği gibi kaplamada kullanılan yapıştırıcının erime noktalarına bağlı olarak belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılır. Yapıştırıcı plastik hale geldiğinde birkaç saniye sonra, güçlü bir bağ oluşturmak için plastik yapıştırıcıyı orijinal katı haline dönüştürmek için kompozitin kademeli olarak soğutulması gerekir.

Yapıştırma giyside aşağıdakilerden herhangi birine veya birkaçına ulaşmak için yapılır:

- Dış kumaşın boyutsal stabilitesi ve şekil korumasının geliştirilmesi
- Erimiş kumaşın estetik değerini, görünümünü ve tutuşunu iyileştirmesi
- Giysiye değer katması
- Dikiş büzülmesinin azaltılması ve dikiş gücünün artırılması
- Bazı dikiş işlemlerinin ortadan kaldırılması
- Daha kolay kullanım, daha hızlı ve daha iyi üretim

Yapıştırıcılar baz kumaşa uygulanan malzemeler olup, ısı ve basınca maruz kaldıklarında üst kumaş ile tela arasında tek bağlayıcı madde haline gelirler. Termoplastisite veya ısı ile değişim, tüm eriyebilir telaların temelidir. Soğuk durumda yapıştırıcı yapışkan değildir ve sadece ısıtıldığında viskoz hale gelir. Basınç uygulandığında ısıtılmış yapışkan üst kumaşın içine nüfuz eder, soğuduktan sonra tekrar katılaşır ve iki kumaş arasında bir bağ oluşturur.

Günümüzde tela için doğal olarak oluşan reçineler kullanılmamakta, ancak poliamidler, polyesterler ve PVC dahil çok çeşitli termoplastik yapıştırıcılar kullanılmaktadır. Kullanılan yapıştırıcı tipine bakılmaksızın aşağıdaki koşullara uyulması gerekir:

Üst limit sıcaklığı: Yapıştırıcı, üst beze zarar verebilecek sıcaklığın altındaki bir sıcaklıkta viskoz hale gelmelidir. Bu sıcaklık üst kumaşın bileşimine göre değişmekle birlikte nadiren 175 °C'yi geçmektedir.

Alt limit eritme sıcaklığı: Bu, yapıştırıcının viskoz olmaya başladığı en düşük sıcaklıktır. Çoğu eriyebilir ürün için bu yaklaşık 110 ºC'dir ve deri, süet malzemeler için kullanılan eriyebilir madde için sıcaklık önemli ölçüde daha düşüktür.

Yapıştırıcılar düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç farklı yoğunlukta alt tabakalara uygulanır ve yoğunluk derecesi, yapıştırıcı malzemesinin birim hacmi başına gerçek kütlesini ifade eder. Bu fiziksel yoğunluk, yapıştırıcının erime noktası ve kuru temizleme çözücülerine direnci ile doğrudan ilişkilidir. Genel olarak yapıştırıcıya ve kuru temizleme çözücülerine karşı direncine bağlıdır. Yoğunluk ne kadar yüksekse, yapıştırıcı kuru temizlemeye daha iyi dayanacaktır (Anonim, 2019a).

İyi bir yapıştırıcıda olması gereken özellikler;

1. Termoplastik yapıda olmalı, ısıtılmış sıcaklıkta yapışma özelliğine sahip olmalıdır.
2. Bozulmaya karşı dayanıklı olmalı, depolama sırasında özelliklerini kaybetmemelidir.
3. Sert ve kırılgan olmamalıdır.
4. Renksiz olmalı ve sarı olmamalıdır.
5. Yıkama ve kuru temizleme işlemlerine dayanıklı olmalıdır.
6. Tekstil malzemesinin esnek dokusunu etkilememeli, sertleştirici bir etki yapmamalıdır.
7. Erime ve yapışma sıcaklık aralıkları, elyaflara zarar vermeyecek şekilde tekstiller için uygun olmalıdır.
8. Maliyetli olmamalıdır.

Yapıştırıcı tipi üç özelliğe bağlıdır:

1) Eritme veya erime sıcaklığı,
2) Bu sıcaklıkta yapıştırıcının viskozitesi,
3) Reçinenin kuru temizleme veya yıkamadaki dayanıklılığı (Stukenbrock, 1971).

Poliamidler (PA): Kullanışlı olmaları ve kolay işlenebilmeleri nedeniyle yapışkan tela kaplanmasında günümüzde kullanılan en önemli yapışkan (termoplastik) malzemedir.

120-150 °C arası yapışma sıcaklığına sahiptir. Yıkama sıcaklığı ise 90-130 ºC arasındadır. Tüm poliamid yapıştırıcılara tam kuru temizleme yapılabilir.

Polyesterler (PES): 115-145 ºC arasında değişen yapışma sıcaklığına sahiptirler. Kuru temizleme direnci ise düşük olmasına rağmen, kuvvetlice kumaşa tutunur. Polyester içeren kumaşlarda daha rahat uyum sağlar.

Polyetilenler (PE): A-Yüksek Yoğunluklu (HDPE); 125-132 ºC erime ve 160-190 ºC arasında değişen yapışma sıcaklığına sahiptir. Bu yüzden mutlaka tela presi ile yapıştırılmalıdırlar. Üstün yıkama ve kuru temizleme direnci nedeniyle gömlekler için düşünülmüştür. B- Düşük Yoğunluklu (LDPE); 100-120 ºC erime, 160-190 ºC arasında değişen yapışma sıcaklığına sahiptirler. Yüksek yoğunluklu polietilene göre daha yumuşak, daha çabuk yapışan, daha az basınç gerektiren fakat yıkama direnci 30-40 ºC olan kuru temizleme ortamında çözünen bir yapışkandır (Anonim, 2020).

2.5. Yapışkan Telaların Üretimi

Yapışkan telalar, zemin kumaşı olarak seçilen alt tabaka üzerine termoplastik yapıya sahip çeşitli polimer veya kopolimerlerin kaplanmasıyla üretilir. Kaplama işlemi, yapıştırıcının bir alt tabaka üzerinde biriktirildiği ve sabitlendiği işlemi ifade eder(Anonim, 2019a). Kaplama işlemiyle yapıştırıcı polimer tüm yüzeye de uygulanmakla birlikte, çoğunlukla farklı büyüklükte ve sıklıkta noktalar şeklinde uygulanır. Yapışkan telalar çeşitli nokta kaplama tekniklerine göre üretilmektedirler. Bunlar

- Serpme (Eleme) kaplama
- Toz noktalı kaplama
- Pasta (pat) noktalı kaplama
- Hot melt (Sıcak eriyik) noktalı kaplama
- Çift noktalı (double dot) kaplama (Kanık, 2013)

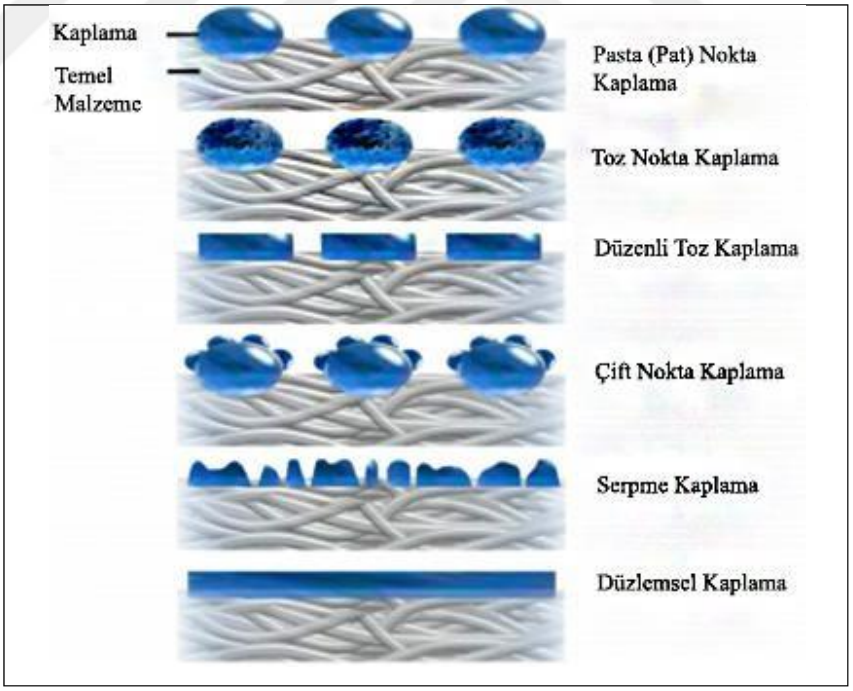
Serpme (Eleme) Telalar: En uygun maliyetli telalardır. Kaplama titreşimle baza serpilir. Kızıl ötesi fırında eritilir. Penye kumaşlarda yıkama talimatında izin verildiği ölçüye göre kullanılır. Dokuma ve dokunmamış zemin kumaşına uygulanır.

Toz Noktalı Telalar: Kaplama silindirik bir şablon tarafından eriyik olarak zemin kumaşına aktarılır.

Pasta Noktalı Telalar: Kaplama daha önce oluşturulmuş pasta halindeki ıslak karışımı pompa yardımı ile baskı şablonuna taşınarak basınçla elekten dokunmamış tela bazına aktarılır.

Hot Melt (Sıcak Eriyik) Noktalı Telalar: Triko örme tela bazlarında, örgüyü oluşturan ipliklerin kesiştiği noktalara, parçacık haldeyken eriyik hale getirilmiş kaplamanın doğrudan silindir yardımıyla aktarılmasıyla elde edilir. Kaplama sıcak, kaplanacak yüzey soğuk olabilir.

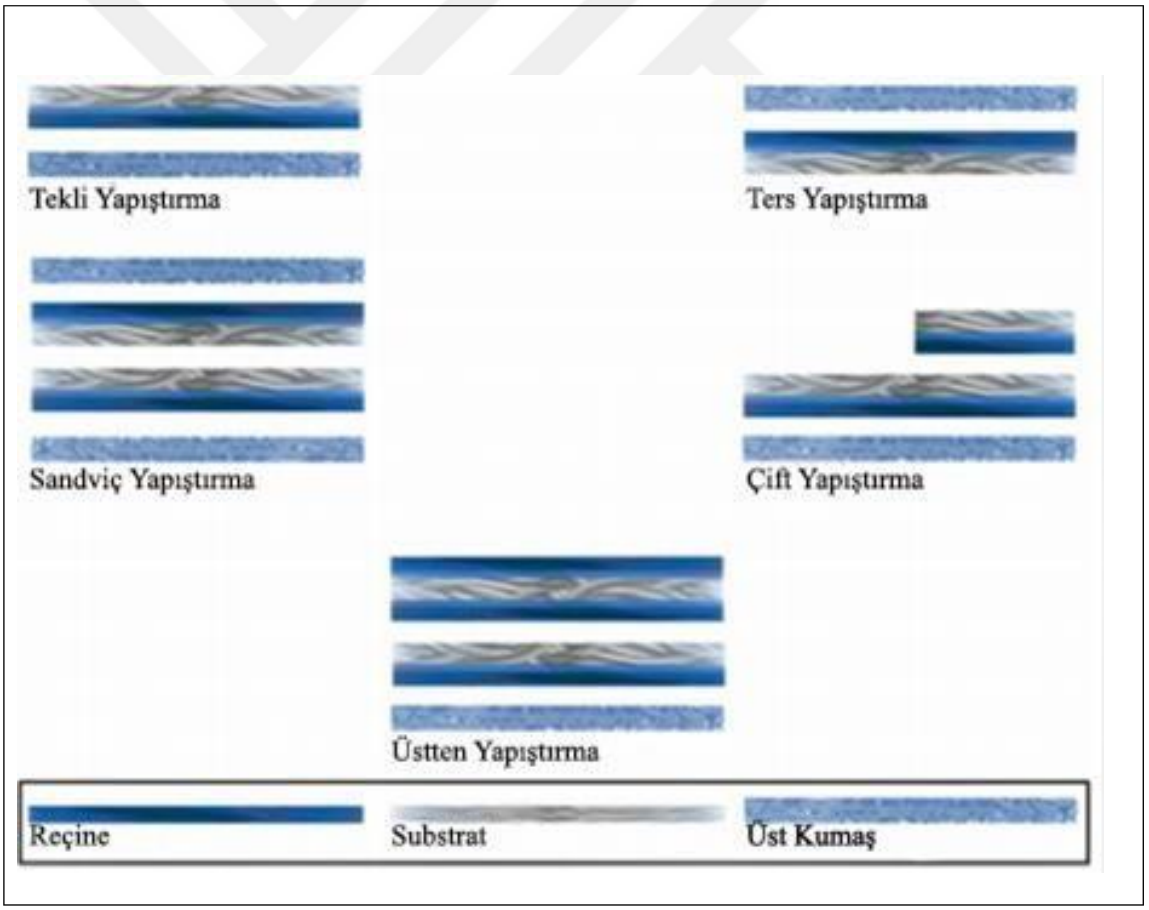
Çift Noktalı Telalar: Kaplamanın eriyerek ince kumaşlarda kumaşın yüzüne, telalarda arka yüze geçmesini engellemek ve üstün bir yapışma verimi elde etmek amacıyla iki farklı erime seviyesine sahip yapışkanın telaya uygulanmasıyla elde edilir. Şekil 2.6'da farklı kaplamaların görünümleri yer almaktadır.



Şekil 2.6. Farklı kaplamaların görünümleri (Morris, 1955'den değiştirilerek alınmıştır)

Yapışkan tela kaplama tekniği, kaplamanın yapılacağı malzemenin cinsine ve elde edilmesi istenen özelliğe bağlıdır. Kaplama malzemesi, lif ve iplik yüzeylerinde

yayılmasına olanak sağlayacak viskozitede olmalı ve kaplama sonrası kumaş yüzeyi pürüzsüz ve düz olmalıdır. Her teknikte kaplamadan önce kumaş tam en olacak şekilde açılmalı, gerilim kontrollü beslenme yapılmalı, kaplanmış kumaş, kaplanma sonrası kumaş içerisinde bulunan çözücülerin buharlaşarak uzaklaştırılabilmesi için, soğutulup sarılmadan önce bir kurutucuda işleme tabi tutulmadır. Klasik kaplama tekniklerinin temelini; emdirme, hemen sonrasında kuru sıcak hava ortamında ve çoğunlukla ramözde sabit ende kurutma oluşturmaktadır. Son yıllarda kullanımı giderek artan plazma ve sol-jel teknolojisi de kaplama konusunda yeni yöntemler olarak kabul edilmektedir. Kaplama yöntemlerini, kaplama maddesinin sıvı olduğu metotlar, katı olduğu metotlar ve ayrıca plazma ve sol-jel teknolojisi ile yapılan modern kaplama metotları olmak üzere üç bölümde incelemek mümkündür (Fung, 2002). Şekil 2.7'de farklı yapıştırma yöntemlerinin görselleri yer almaktadır.



Şekil 2.7. Yapıştırma yöntemleri (Morris, 1955'den değiştirilerek alınmıştır)

2.6. Telaların Giysiye Uygulanma Yöntemleri

2.6.1. Yapışkan telaların uygulanması

Günümüzde eriyebilir telalar, sahip oldukları avantajlı özelliklerden dolayı giysi imalatında yaygın olarak kullanılmaktadır. Normalde, eriyebilir tela kullanmanın avantajları, daha hızlı montaj süresi sağlamak, giysinin güçlenmesini arttırmak, stabilize etmek ve "örtü" özelliklerini iyileştirmek, ağırlığı daha hafif hale getirmek ve aynı zamanda yumuşak bir tutum kazandırmaktır. Farklı eriyebilir telalar kullanmak için çeşitli giysiler ve çeşitli örnekler vardır (Cats, Fairclough ve Ruckman, 2001; Marlett, 1992; Wang ve Ke, 2006). Tela – palto, yaka, manşet ve cep kanatlarının ön kısımları gibi giysilerin detay alanlarına şekil kazandırmada önemli bir rol oynar. Ayrıca, boyun çizgileri, yüzler, yama cepleri, bel bantları, plaketler ve ilikler gibi ekstra aşınma direncine maruz kalan alanları stabilize eder ve güçlendirir (Carlyle, William ve Celil, 1962). Yapışkanlı tela, giysilik kumaşa ısı ve basınçla uygun bir sürede, uygun yapıştırma teknikleri kullanılarak kumaşa yapıştırılmaktadır (Dapküniene,2008). Yapışkan telalar konfeksiyon üretiminde yardımcı malzemelerdir ve temel konfeksiyon kalitesi için çok önemlidir. Yapışkan telalar kumaşı güçlendirir, giysinin dış görünümünü iyileştirir ve giyildiğinde daha düzgün gözükmesini sağlar (Aldrich. W ve Aldrich. J, 2007; Cooklin, 1990; Cooklin, Hayes ve Loughlin, 2006).

Konfeksiyon işletmelerinde tela yapıştırma presleri kullanılarak seri olarak tela yapıştırma işlemi gerçekleştirilir. Tela yapıştırma preslerinde bulunan basınç ve süre ayarlarını istenilen ayara getirmek oldukça pratiktir.

Ütüyle yapıştırma işleminde ise ana kumaşın ters tarafı yukarı gelecek şekilde ütü masasına yerleştirilir. Telanın yapışkanlı yüzü kumaşın üstüne koyulur. Yapışkanlı yüzü tırtıklı ve daha parlak olur. Ütü bezini yerleştirip, beze elle su serpiştirilir ya da fısfıs yardımıyla su sıkılır. Ütüyü sabit şekilde tek noktada 10 saniye kadar tutup diğer taraflara geçilir. Ütüyü alışılan şekilde sağa sola hareketlerle ütüleme işlemi yapılmamalıdır. Sabit tutmak önemlidir. Kumaşı kıvırıp telanın yapışıp yapışmadığının kontrolü yapılır ve yapışmayan bir yer varsa tekrar ütü basılır. Parçayı hareket ettirmeden önce soğuması beklenilir. Sıcakken hareket ettirilirse tela yeniden şekillenebilir ve bozulabilir.

Yapıştırma işlemi ile yapışkan tela, termoplastik yapıştırıcı ile dış kumaşa bağlanır ve laminat adı verilen bir yapı oluşur (Tyler, 2008). Yapışkanlı telanın yıkama ve kuru temizleme işlemlerinde dayanıklı ola bilmesi için telaya uygulanan kaplama ile dış kumaş arasında bağlanma gücü iyi olmalıdır (Golomeova, 2011). Yapışkan telalar çoğu kullanım için uygundur fakat aşağıda sayılan kumaşlarda yapışkan tela kullanılmaz.

Çok dokulu kumaşlar – yapıştırıcı kumaşa iyi yapışmaz. Tüylü kumaşlar – örneğin kadife, kürk. Yapıştırıcının kumaşa bağlanması için uygulanması gereken baskı kumaşı ezecektir. Isıya karşı dayanıklılığı olmayan çok hassas kumaşlar – payetler, metalikler, vinil kumaşlar (ısı kumaşı eritebilir veya bozabilir) vb. Çok gevşek veya açık bir örgüye sahip kumaşlar – danteller, ağ kumaşlar (tutkal kumaşın düz tarafına doğru akabilir). Bu tip kumaşlar için dikme telalar daha uygundur.

2.6.2. Yapışkan tela uygulamalarında yapışmaya etki eden faktörler

Yapıştırıcıya etki eden faktörler sıcaklık, süre, basınç ve soğutmadır.

Sıcaklık:

Her yapıştırıcı türü için etkili olan sınırlı bir sıcaklık aralığı vardır. Çok yüksek sıcaklık yapıştırıcının çok yapışkan olmasına neden olur ve bu da yapıştırıcının kumaş yüzeyinden çıkmasına neden olabilir. Sıcaklık çok düşükse, yapıştırıcı üst kumaşın içine dağılmak için yeterince viskoz olmaz. Genel olarak, yapıştırıcıların eriyik sıcaklıkları 130-160 ºC arasında değişir ve en iyi sonuçlar normal olarak eriyebilir ürünün üreticisi tarafından belirtilen sıcaklığın ± 7 ºC dahilinde ortaya çıkar.

Süre:

Eritme işlemi sırasında herhangi bir değerdeki tek zaman unsuru, üst kumaş ve yapışkan malzemenin makinenin ısıtma bölgesinde basınç altında olduğu zamandır. Belirli bir yapışkan için bu zaman döngüsü aşağıdaki şekilde belirlenir:

- Yapışkanın yüksek veya düşük erime yapıştırıcısı olup olmadığı
- Hafif veya ağır bir alt tabaka kullanıldığı

- Kullanılan üst kumaşın niteliği, yani kalın veya ince, yoğun veya açık olması

Basınç:

Yapıştırıcı viskoz olduğunda, üst kumaşa ve yapışkan telaya uygulanır. Üst kumaş ile yapışkan tela arasında tam temas sağlanır. Isı transferi optimum seviyededir. Eriyik yapıştırıcının üst kumaşın liflerine eşit bir şekilde nüfus etmesi söz konusudur.

Çoğu presleme makinesi basınç oluşturmak için iki çelik silindir veya baskı plakası kullanır, ancak tüm montaj üzerinde eşit bir basıncı korurken, kendini otomatik olarak eriten montajın kalınlığındaki değişikliklere uyarlayan esnek bir basınç sistemi geliştirilmiştir.

Soğutma:

Güçlendirilmiş soğutma kullanılır, böylece soğutucu tertibatlar eritme işleminden hemen sonra kullanılabilir. Soğutma, su soğutmalı plakalar, basınçlı hava sirkülasyonu ve vakum dahil olmak üzere çeşitli sistemlerle sağlanabilir. Soğutucu tertibatları hızla 30-35 ºC'ye soğutmak, operatörlerin doğal olarak soğumasını beklemek zorunda kaldıklarından daha yüksek bir verimlilik düzeyi sağlar.

2.6.3. Yapışkan tela uygulamalarında sık karşılaşılan sorunlar

Yapışkan telaların kullanımı ile ilgili bazı zorluklarla karşılaşılabilmektedir.

Alt yüze akma sorunu: Yapışkan maddenin telanın alt yüzeyine doğru akarak pres bandını veya zeminin kirletmesi nedeniyle fiksaj maliyetlerinin artmasına ve kalitesinin etkilenmesine neden olan bir sorundur. Bunun dışında renk değişimi, farklı çekmeler, mukavemet kayıpları gibi problemlere de neden olur.

Üst kumaşa akma sorunu: Yapışkan maddenin üst kumaşın dışına doğru akması sonucu ortaya çıkan bir problemdir. Isı, basınç veya fiksaj süresinin fazla olması nedeniyle özellikle tül gibi, hafif kumaşlarda sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Farklı çekme değerleri sorunu: Tela uygulandığı için giysinin bir parçasının çekmesi problem oluşturabilir. Dikim bölgesinde veya yüzeyde dalgalanmalar, büzülmeler meydana gelebilir.

Yapışkan maddenin açılması: Kumaş ile tela arasındaki bağlantının azalması sonucu oluşur. Yapışkan maddenin ısıya doğru hareket etmesi, üst kumaş yerine telanın içine girmeye meyletmesi nedeniyle iki malzeme arasında etkin bir bağlantı sağlanamaz. Üst kumaşta kabarıklıklar oluşur. Eksik ya da fazla ısıtma, yeterli derecede soğutmama veya tela ile kumaşın uyumsuzluğundan kaynaklanabilir.

Renk değişimi: Fazla ısı veya kullanılan yapıştırıcı nedeniyle geçici veya kalıcı renk değişimleri olabilir. Bazı boyar maddeler ısı etkisi ile renk değiştirmektedir.

Kabarmalar: Bağlantı zayıflığı, farklı çekmeler, yapışkan maddenin açılması, düzensiz ısı, basınç veya yapışkan madde dağılımı nedeniyle üst kumaş ya da telada meydana gelen kabarıklıklardır.

Sertleşmeler ve iz bırakma: Bu problem uygun olmayan tela seçimi ve telada kullanılan yapışkan maddeyle ilişkilidir. Fazla yapıştırma, yapışkan maddenin fazlalığı, fazla ısıtma veya yüksek basınç uygulaması nedeniyle oluşur. Üst kumaş ile telanın uyumsuzluğu da bu hataya sebep olabilir. Yapışkan maddenin eriyerek noktalı durumdan sıvama durumuna geçmesi ile kumaşta sertleşme meydana gelebilmektedir.

Giysilerde tela kullanımı giysinin estetik değerini arttırdığı gibi, hatalı bir uygulama veya yanlış tela kullanımı aksi etki de yapabilir (Kurumer, 2007).

2.6.4. Dikme telaların uygulanması

Dikme telalar, başka bir kumaş katmanı gibi ana kumaş üzerine dikilir. Giysideki ana kumaşın dökümlü olması, kıvrılabilmesi, sabit durmaması istenirse bu tela uygun olacaktır. Yapışkan telanın görünebileceği ince ya da parlak kumaşlarda dikme tela kullanılır (Anonim 2019b).

Dikme telaların kumaşa uygulanışları;

Ayrı bir işlem olarak dikim öncesinde kumaş parçalarına dikilip hazırlanabilir.

Parçalar birleştirilirken dikilebilir.

Tela giysi bitmiş haldeyken monte edilebilir.

2.7. Biyobozunur Polimerler

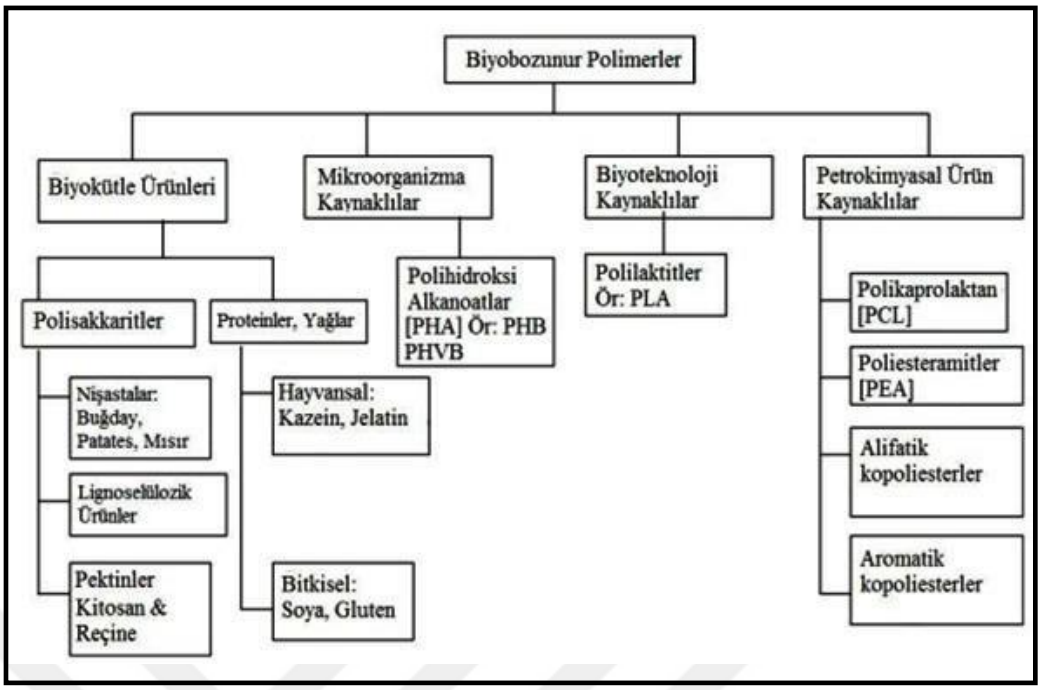
Biyobozunur plastikler, EN 13432 standardına göre, %90'ı organik maddeden yapılan ve altı ay içerisinde karbondioksite dönüştürülmesi gereken plastikler olarak tanımlanmıştır. Biyobozunur plastiklerin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi, kullanım süresince poliolefinlere oranla 3-4 kat daha az enerjiye ihtiyaç duyması dolayısıyla daha az karbon salınımı yapması gibi önemli avantajları vardır (Çelebi, 2016).

Nişasta, alginat, pektin gibi polisakkaritler, kazein, peynir altı suyu, kolajen gibi proteinler ve mum, yağ asidi gibi lipidler kullanılarak üretilen ve yenilenebilir kaynaklardan geliştirilen polimerlerdir.

2.7.1. Biyobozunur polimerlerin çeşitleri

Biyobozunur polimerler doğal ve sentetik olmak üzere iki çeşittir. Doğal biyobozunur polimerler doğal malzeme bazlı polimerler olup;

-Polisakkaritler/nişasta,
-Alginat,
-Kitin/kitosan veya proteinler (soya, fibroin, ipek) ve güçlendirici/destekleyici olarak kullanılan doğal fibriller olmak üzere sıralanabilir. Şekil 2.8'de biyobozunur polimerlerin sınıflandırılması görülmektedir.



Şekil 2.8. Biyobozunur polimerlerin sınıflandırılması (John ve Thomas, 2008)

Sentetik biyobozunur polimerler ise, kontrollü şartlarda üretilen ve bu nedenle genel olarak sergileyeceği davranışlar tahmin edilebilen; bozunma hızı, gerilme dayanımı, elastik modül ve bunlar gibi fiziksel ve mekanik özellikleri tekrarlanabilen malzemelerdir. Sentetik polimerlerde malzeme safsızlığı da kontrol edilebilir. Doğal olarak parçalanabilen biyopolimerlerdir (Anonim, 2010; Ruban, 2009).

Poli(kaprolaktan), poli(laktik asit) ve polianhidritler biyolojik olarak parçalanabilen polimerlerin ticari örnekleridir. Poli(kaprolaktan) (molekül ağırlığı 25 000, kristal erime noktası 63 °C), pinicilium strain adlı bakteri tarafından 12 günde biyolojik olarak parçalanabilmektedir. Kısa zincir uzunluklu alifatik polyesterler ve alifatik poliamidler (naylon gibi) biyolojik olarak parçalanabilirken, yapısında aromatik halka içeren türleri parçalanamamaktadır. Bu nedenle, polikaprolaktan ve alifatik poliamid (naylon 6) karışımından hazırlanan 0,22 mm kalınlığında bir film polietilenden hazırlanan aynı kalınlıktaki filmle aynı mekanik özellikleri göstermesine karşın, biyolojik olarak parçalanabilmektedir.

Poli(laktik asit)'ten hazırlanan filmlerin mekanik özellikleri oldukça iyi olmasına rağmen neme ve suya dayanım istenen düzeyde değildir. Bu seride yer alan ve gelecek vaadeden diğer biyolojik olarak parçalanabilen polimerler arasında laktik asit ile

glikolik asitin kopolimerleri ve laktik asitin bütadien, strien ve etilen blok kopolimerleri de sayılabilir (Savaşçı, Uyanık ve Akoval, 1998).

2.7.2. Biyobozunur polimerlere uygulanan biyobozunma testleri

Biyobozunurluğun belirlenmesi için üç temel inceleme metodu vardır; (1) çevresel bozunma, (2) mikrobiyal bozunma ve (3) enzimatik bozunma. Çevresel bozunma, incelenen malzemenin toprak, nehir suyu ve deniz suyu gibi farklı çevre ortamlarında kütle, gerilme direnci ve yüzey morfolojisi gibi özelliklerindeki değişimin değerlendirilmesine dayanır. Dolayısıyla, bu metotla yapılan test sonucuna toprak veya suyun özellikleri, sıcaklık, nem ve güneş ışığı gibi birçok faktör etki eder. Mikrobiyal bozunma metodunda biyokimyasal oksijen talebi (BOD) ve kütle kaybı ölçümleri yapılır. Bu tekniğin uygulanması sonucu biyobozunurluğa etki eden önemli faktörler olan mikroorganizma türü ve miktarı değerlendirilir. Enzimatik bozunma testi ise, laboratuvarda sadece belli tür enzim varlığında, uygun pH değerlerinde ve belli sıcaklık aralığında malzemenin bozunurluğunun kütle kaybı, yüzey morfolojisi değişimi ve bozunma ürünlerinin tespiti vb. birçok teknik yardımı ile takip edilir.

Polimer biyobozunma derecesini etkileyen faktörlerden en önemlileri polimer kimyasal yapısı, polimer morfolojisi ve polimer mol kütlesidir (Savenkova ve diğerleri, 2000).

2.8. Polilaktik Asit (PLA)Polimeri

Poli(laktik asit) (PLA) tekrarlayan birimleri laktik asit'ten oluşan bir biyobozunur polimerdir. PLA'nın erime sıcaklığı (T_m) 155 ºC ve kristalinitesi %16 civarındadır. Günümüzde piyasada bulunan PLA, çoğunlukla Poli (L-laktid asit) (PLLA), %8'den az D-laktik asit içerir. L- laktik asit/D-laktik asit oranına bağlı olarak, PLA'nın özellikleri değişiklik göstermektedir. %8'den daha fazla D-laktik asit içeriğine sahip PLA, amorftur yani T_m göstermez. PLA'nın kristalinitesi genel olarak artan optik saflıkla birlikte artmaktadır. Optik saflığı %97 olan PLLA 53-63ºC camsı geçiş sıcaklığına (T_g), 173-178 ºC erime sıcaklığına ve yaklaşık %37 kristallik derecesine sahiptir. Poli(D-laktid asit) (PDLA) ile fiziksel olarak harmanlanarak, PLLA'nın T_m değeri 40-50 ºC arttırılabilir ve ısıl sapma sıcaklığı yaklaşık 60 ºC'den 190 ºC'ye kadar yükseltilebilir. %12 D-laktik içeren PLA'nın ısıyla şekillendirilmesi kolaydır ve gıda ambalaj

sektöründe kullanıma uygundur (Yoruç ve Uğraşkan, 2017). PDLA ve PLLA artan kristalinite ile oldukça düzenli bir stereokompleks oluştururlar. Eşit miktarlarda PLLA ve PDLA'nın karıştırılmasıyla elde edilen bir stereokompleks PLA, PLLA ve PDLA'ya kıyasla daha yüksek bir erime noktasına (T_m>200ºC) ve kristallik oranına sahiptir (Niaounakis, 2015).

Amorf PLA mükemmel şeffaflığa sahiptir. Şeffaflık PLA'nın en karakteristik özelliklerinden biridir. Şeffaflık özelliği diğer biyobozunur polimerlerde beklenmez. Bununla birlikte, bu şeffaf ürünler amorf halden dolayı ısı direnci açısından genellikle daha zayıftır. Örneğin, amorf PLA kapları şeffaflık açısından mükemmel ancak ısıya direnç açısından zayıftır ve bu nedenle sıcak su veya mikrodalga fırın için kullanılamazlar.

PLA'nın alfa karbonu üzerinde metil grubunun varlığı, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerini çok farklı kılar. Bu yapı PLA'nın alfa karbonunda kristalliğe sebep olur; bu nedenle, L ve D izomerleri oluşur. Poli (L-laktid) (PLLA) yarı kristal halde nispeten sert malzemedir ve camsı geçiş sıcaklığı yaklaşık 65 ºC ve erime sıcaklığı yaklaşık 170-180 ºC' dir. Poli(laktik-ko-glikolik asit) (PLGA) %35 kristal özelliği ile Poli(glikolik asit) PGA'dan daha kristalindir. Molekül ağırlığına bağlı olarak yaklaşık 200-250 ºC'lik bir sıcaklık aralığında eritilip işlenebilir. Eriyik halde kalma süresinin düşük olması tavsiye edilir. Aksine, bir poli(D, L-laktid) stereo izomerleri ya da rastgele dağılımı (PLLA) olarak 50-60 ºC aralığında bir camsı geçiş sıcaklığına sahip amorf ve şeffaf malzemedir. PLLA degradasyon oranı hızlıdır. Boyut ve numunenin kalınlığına bağlı olarak, PLGA hidrolizi 2-12 aylık bir süre içinde tamamlanabilir (Yang, Leong, Du ve Chua, 2001).

PLA çeşitli özelliklere sahip bir madde olup mısır, şeker pancarı, buğday ve nişastaca zengin ürünler gibi %100 yenilenebilir kaynaklardan üretilen biyobozunur ve biyouyumlu bir polyesterdir. Petrol bazlı polimerlere kıyasla daha iyi optik, fiziksel, mekanik ve bariyer özelliklerine sahiptir. PLA, tekstil ve medikal endüstrilerinde özellikle de paketleme endüstrisinde geniş uygulama alanına sahip çok yönlü bir termoplastik polimerdir (Lim, Auras ve Rubino, 2008; Rezwan, Chen, Blaker ve Boccaccini, 2006). PLA, α-hidroksi asitlerden türemiş alifatik polyesterler ailesindendir. PLA'nın yapı bloğu laktik asit (2-hidroksi propiyonik asit) optikçe aktif D-ve ya L-

enantiyomerlerden oluşmaktadır. Enantiyomerlerin oranına bağlı olarak çeşitli malzeme özellikleri türetilebilir. Bu da, performans ihtiyaçlarını belirleyerek PLA polimerlerinin geniş spektrumda üretimini sağlar.

Günümüzde PLA çeşitli iyi özellikler içeren kompozitler oluşturmak için nanokiller, biyofiberler, cam fiberler ve selüloz dolgu malzemeleri ile birleşerek ilerleme göstermektedir (Lim ve diğerleri, 2008). PLA'nın temel yapı bloğu laktik asit, kimyasal sentez veya karbonhidrat fermentasyonu ile üretilir. PLA reçineleri, azeotropik dehidrat kondenzasyonu, direkt kondenzasyon polimerizasyonu veya laktik oluşumu boyunca polimerizasyon gibi çeşitli teknikler kullanılarak üretilebilir. Sıklıkla, ticari olarak kullanılan yüksek molekül ağırlıklı PLA reçineleri, laktidin halka-açılımı polimerizasyonu ile sentezlenir.

Ticari PLA, sırasıyla L-laktidler ve D,L-laktidlerden üretilen, poli (L-laktik asit) (PLLA) ve poli (D,L-laktik asit)'ten (PDLLA) oluşan kopolimerdir (Lim ve diğerleri, 2008). Polimere uygulanan ısıl işlemlere, polimerin stereo-kimyasına ve polimerin molekül ağırlığına göre PLA tamamen amorf olabileceği gibi, kristal yapıya da sahip olabilir (Rezwan ve diğerleri, 2006). Çizelge 2.1'de, poli(laktik asit) kopolimerinin termal ve mekanik özellikleri yer almaktadır.

Çizelge 2.1. Poli(laktik asit) kopolimerinin termal ve mekanik özellikleri (Lim ve diğerleri, 2008; Rezwan ve diğerleri, 2006'dan değiştirilerek alınmıştır)

Özellikler	**PDLLA**	**PLLA**
Erime sıcaklığı, T_m(^{o}C)	168-170	173-178
Camsı geçiş sıcaklığı, T_g(^{o}C)	55-60	60-65
Bozunma zamanı (ay)	12-16	>24
Uzama mukavemeti (MPa)	29-35 (film veya disk)	28-50 (film veya disk)
Modülüs (GPa)	1,9-2,4	1,2-3,0

2.8.1. PLA polimerinin özellikleri

Ambalaj ve diğer tüketici ürünlerinde poli(laktik asit) (PLA) polimerlerinin kullanımı, yenilenebilir olmaları, parçalanabilmeleri ve mevcut termoplastiklerle benzer işleme karakteristikleri nedeni ile son birkaç yılda önemli ölçüde artmıştır. Yüksek moleküler ağırlıklı PLA polimerinin ekonomik üretimine izin veren polimerizasyon yönteminin geliştirilmesi; aynı zamanda ambalaj, elektronik, otomobil ve diğer tüketici uygulamalarında kullanım alanlarını genişleten başlıca faktörlerden biridir. Eriyik işleme, PLA reçinelerini çeşitli nihai ürünlere dönüştürmek için en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Eritilerek işlenmiş PLA örnekleri arasında enjeksiyonla kalıplanmış tek kullanımlık çatal bıçak takımı, ısıl şekillendirilmiş kaplar, enjeksiyonla şişirilmiş şişeler, kalıptan çekilmiş döküm, yönlendirilmiş filmler ve tekstil amaçlı eriterek eğrilmiş elyaflar bulunmaktadır (Weber, Haugaard, Festersen ve Bertelsen, 2002).

2.8.2. PLA polimerinin biyobozunması

American Society for Testing Materials (ASTM), biyobozunur polimerleri, doğada bulunan bakteri, mantar, alg, maya ve diğer mikroorganizmaların etkisi ile parçalanabilen polimerler olarak tanımlamaktadır. Biyobozunur polimeler, doğal olarak canlı organizma (hayvan, bitki, bakteri gibi) tarafından üretilen selüloz, nişasta, deri, kitin, kitosan bakteriyel polyesterlere ek olarak biyobozunurluğu kanıtlanmış poli(laktik asit) (PLA), poli(ε-kaprolakton) (PCL), poli(glikolik asit) (PGA) gibi sentetik olarak üretilen bazı polimerlerdir. Biyobozunmanın gerçekleşmesi için temel olarak üç ana koşulun sağlanması gerekir, bu koşullar organizma, substrat ve çevre etkisidir. Bunlardan herhangi biri sağlanamadığı zaman biyobozunma gerçekleşmez. Polimerlerde biyobozunma süreci hücre dışı ve hücre içi olmak üzere iki temel işleyiş üzerinden yürümektedir.

Hücre dışı parçalanmada polimer, aerobik ya da anaerobik koşullarda mikroorganizmaların ürettiği endo ve ekzo enzimlerce katalizlenen biyokimyasal tepkimeler ile bozunmaya uğrar. Endo enzimler, polimer zincirinin iç kısımlarındaki tekrarlayan birimlerden başlayarak parçalar, bu polimerin molekül ağırlığında ani düşmeler gözlenir. Ekzoenzimler ise, polimer molekülünü uç gruplardan başlayarak

küçültür, dolayısı ile bu tür bozunma daha yavaş ilerler. Enzimler, karboksil (-COOH), hidroksil (-OH) ve amin (-NH_2) gibi hidrofilik gruplar taşıyan yüksek molekül ağırlığında proteinlerdir. Bu nedenle enzimatik polimer bozunmaları hidroliz ve ya yükseltgenme mekanizması üzerinden yürür. Bu tür bozunma için mikroorganizmaların, oksijen, nem ve minerallerle ihtiyacı vardır. Ayrıca, organizmaya tipine göre ortam sıcaklığının 20-60 ºC arasında, ortam pH değerinin 5-8 olması gerekmektedir. Biyobozunmanın ikinci aşamasında ise, hücre içine girebilecek kadar küçük oligomerler mineralize edilir. Mineralizasyon ile organizma enerji kazanır CO_2 CH_4, N_2, H_2O, tuzlar ve mineraller açığa çıkar (Hazer, 2011).

2.9. Polikaprolaktan (PCL) Polimeri

Polikaprolaktan (PCL) monomeri ε-kaprolakton olan, hidrofobik, yarı kristalin yapıda bir homopolimerdir ve camsı geçiş sıcaklığı -60 ºC, erime noktası 59-64 ºC arasındadır. Kristalin yapısı ve düşük erime sıcaklığı kolay şekil alabilir olmasını sağlamaktadır. Molekül ağırlığı 3.000 g/mol'den 100.000 g/mol'e kadar değişmektedir (Woodruff ve Hutmacher, 2010). Molekül ağırlığına kristal yapı ters orantılı olarak etki etmektedir. Örneğin, PCL'nin %40 kristal haldeyken, molekül ağırlığı 100.000g/mol iken, kristal yapı %80'e yükseldiğinde molekül ağırlığı 5.000 g/mol'e düşmektedir (Chasin ve Langer, 1990). PCL oda sıcaklığında kloroform, diklorometan, karbon tetraklorür, benzen, toluen, siklohekzan ve 2-nitropropan gibi çözücülerde yüksek çözünürlüğe; aseton, 2-butanon, etil asetat, dimetil formamid ve asetonitril gibi çözücülerde düşük çözünürlüğe sahipken; alkol, petrol eteri ve dietil eter gibi çözücülerde ise hiç çözünmemektedir (Woodruff ve Hutmacher, 2010).

Polikaprolaktanın bir diğer önemli özelliği de, birçok farklı polimerle harmanlama (blending) yapılabilmesidir. Selüloz propiyonat, selüloz asetat, poliaktik asit ve boyanabilirliği arttırılmış ve adezyon kuvvet özelliği güçlendirilmiş yapılar olmaktadır (Woodruff ve Hutmacher, 2010). Bunların yanı sıra, PCL, poliüretan (PU) harmanları kardiyovasküler uygulamalarda, PCL-kitosan harmanları doku mühendisliği ve ilaç taşınım sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ashton ve diğerleri, 2011; Sahoo ve diğerleri, 2010). PCL'nin diğer fiziksel özellikleri, Çizelge 2.2'de görülmektedir.

Çizelge 2.2. Polikaprolaktanın fiziksel özellikleri (Ashton ve diğerleri, 2011; Sahoo ve diğerleri, 2010'dan değiştirilerek alınmıştır)

Yoğunluk (60 °C)	1,1 g/cm^3
Viskozitesi (100 ºC)	1.500.000 mPa.s
Erime Noktası	59 °C-64 °C
Parlama Noktası	275 °C
Parçalanma Sıcaklığı	200 ºC

Polikaprolaktanlar polyester ailesinden olan polimerlerin tam tersine enzimatik ve mikrobiyal ortamda bozunabilmektedir (Albertsson ve Varma, 2003). Ancak, PCL'nin biyobozunması, uzun ve yavaş bir zamanda gerçekleşmektedir. PCL tek başına, başka bir polimerle harmanlanarak veya kopolimeri yapılarak kullanılabilmektedir. Doku mühendisliği uygulamalarından, ilaç üretimine; medikal araçların üretiminden teksil sanayiine, yapıştırıcılardan boyalara kulanımına kadar çok geniş bir uygulama alanına sahiptir (Woodruff ve Hutmacher, 2010).

Toksisite testlerinde, polikaprolaktanın canlı dokularıyla minimum etkileşime girdiği ve zararlı bir etki gösteremediği gözlemlenmiştir. İyi bir biyouyumlu polimer olması, biyolojik amaçlı kullanım alanını çoğaltmıştır. İlaç taşıma sistemlerinde ilaç aktif maddelerin PCL'nin gözenekli yapısına kolaylıkla emdirilebilmesi, vücutta aktif maddeyi yüksek oranda geri salabilmesi, vücuttan ilacın tamamen boşaltımının sağlanabilmesi ve uzun biyobozunma süresi sayesinde ilacı stabil tutabilmesi gibi özellikleri kullanımını arttırmıştır (Gaucher ve diğerleri, 2005). Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi'nin ilaç kullanımında onay almış belli sayıdaki polimerlerdendir. PCL ile üretilen mikro ve nano boyuttaki küreciklerin hidrofobik yapısı ilaç yüklü PCL küreleri seçici hedefli özellikte olduklarından vücutta sadece hastalıklı bölge üzerinde ilaç salınımı yapmaktadırlar (Zhang ve Uludağ, 2009). Bu sayede PCL ile günümüz ilaç endüstrisinin güncel konusu olan akıllı ilaç üretimi yapılabilmektedir.

Polikaprolaktan, poliüretanla beraber kardiyovasküler alanda kullanılmasının yanında poliaktik asit (PLA) ve poliglikolik asit (PGA) gibi polimerlerle de beraber

kullanılmaktadır (Jeong ve diğerleri, 2004). PLA ve PGA iyi birer biyouyumlu malzeme olmalarına rağmen, uzun süreli stres dayanımları düşük polimerlerdir ve yapay damar olarak kullanılmaları sırasında çabuk deforme olabilmektedirler. Bu dezavantajın önüne PCL katkılı kopolimerler hazırlanarak geçilebilmektedir (Lu, Sun, Cai ve Gao, 2008). Kopolimerlerin kullanımıyla beraber eski yapının eksikliğinde %200'lük uzama ve germe dayanımında ise %85'lik bir iyileşme meydana geldiği yapılan çalışmalarda görülmüştür (Jeong ve diğerleri,2004).

2.9.1. Polikaprolaktan polimerinin biyobozunma mekanizması

Biyobozunma, polimerlerin karbondioksit, metan, su, inorganik bileşikler ya da mikroorganizmalarla meydana getirdikleri enzimatik reaksiyonları sonucunda oluşan biyolojik kütlelere ayrışabilme yeteneği olarak tanımlanabilir (Oınay,2009). Biyobozunmada polimerin yapısına bağlı olduğu kadar pH, nem, sıcaklık ve enzim aerobik ortamda karbon dioksit, yeni biyokütle ve su; anaerobik ortamda ise metan gazı halinde meydana gelir. Biyobozunur polimerler doğal yollardan üretilebildikleri gibi sentez yoluyla da elde edilebilirler. Polikaprolaktan sentez polimer olmasına rağmen biyobozunur polimerler dört farklı sınıfa ayrılırlar (Averous, 2004). Bunlar:

- Biyokütleden sentezlenen polimerler,
- Mikrobiyal üretimle sentezlenen polimerler,
- Doğal kaynaklı monomerlerden kimyasal olarak sentezlenen polimerler,
- Monomeri de kendisi de kimyasal olarak sentezlenen polimerler (PCL) dir.

Literatür araştırmalarına göre polikaprolaktanın en iyi lipaz türevinin enzimler içerisinde bozunduğu görülmektedir (Peng ve diğerleri, 2010; Tarvainen ve diğerleri, 2003). Lipaz türevi enzimlerin katalizörlüğünde yapılan polikaprolaktanın halka açılması polimerizasyonunda reaksiyonlar çift yönlü ilerleyebilmektedir. Yani lipaz türevi enzimler ε-kaprolaktanı sentezlerken bir yandan da polikaprolaktanı bozabilmektedir. Lipaz türevi enzimlerin bir diğer avantajlı yönü polikaprolaktanı bozabilmesidir ki bu mekanizmada biyobozunma reaksiyonu hızla gerçekleşir. Bu etkenlerden dolayı lipaz türevi enzimler polikaprolaktanın biyobozunmasında en çok tercih edilen enzimlerdir.

Polimerin biyolojik uygulamalarda kullanılması için örneğin implant veya ilaç taşıyıcı sistem olarak, onun in vivo ortamda bozunma mekanizmasının belirlenmesini de gerektirmektedir. Bozunma sonucu oluşan ürünler hücre yapısında değişiklik veya deformasyona sebep vermemelidir. Polikaprolaktan implant veya kapsül olarak kullanıldığı için in vivo ortamlardaki bozunma mekanizması ve sürecinin belirlenmesi önemlidir. Bunun için yapılan araştırmalarda ilaç salınım sistemlerinde kullanılan PCL vücuttaki ortama benzer koşullarda biyobozunmaya tabi tutulmuştur.

Polikaprolakton 37 °C'de pepsin enzimi içeren pH 1.2 olan mide özsuyunda ve proteaz, lipaz ve amilaz enzimlerini içeren pH 7.4 olan pankreas özsuyunda bekletilmiştir. Pepsin enzimi içeren mide özsuyu polimerin yüzey morfolojisinin ve yapısının bozunmasına neden olmuştur (Tarvainen ve diğerleri, 2003). Yapılan araştırmalarda polikaprolaktonun vücuttaki biyobozunmasında mekanizmasını araştırmak için lipaz, amilaz, pepsin ve proteaz türevi enzimler kullanılmıştır (Calil, Gaboardi, Bardi, Rezende ve Rosa, 2007; Tarvainen ve diğerleri, 2003). Pepsin ve α-amilaz enzimleri PCL'nin hem yüzey morfolojisinde hem de molekül ağırlığında bir değişiklik yapamazken, lipaz enziminin özellikle de yüzey morfolojisi üzerinde % 40'lara varan değişimler yaptığı belirlenmiştir (Calil ve diğerleri, 2007).

2.10. HDPE (Yüksek Yoğunluklu Polietilen) Polimeri

HDPE (Yüksek yoğunluklu polietilen) petrolden elde edilen bir malzemedir. Yüksek yoğunluklu olduğu kimyasal maddelere karşı direnci diğer polietilenlere göre daha yüksektir. HDPE, darbelere karşı dayanıklı, kolay üretilebilen özelliğe sahiptir. HDPE (yüksek yoğunluklu polietilen) enjeksiyon için oldukça uygun, sterilize edilen ve yük olmadığında 80 ºC' ye kadar kullanılabilen bir malzemedir.

Yüksek yoğunluklu polietilen görünüm olarak düşük yoğunluklu polietilene benzese de ondan çok daha sert, molekül kütlesi 150.000-400.000 civarında bir polimerdir. Yüksek yoğunluklupolietilenin suya ve kimyasal maddelere direnci iyidir. Işık ve açık hava koşullarına Düşük Yoğunluklu Polietilende olduğu gibi dayanıklı değildir. Bu direnç özel dolgular yardımıyla arttırılabilir. Mekanik özellikler çok iyi olup, özellikle darbe ve çekme dayanımları yüksektir. Bazı dolgu maddeleriyle de özellikler daha da iyileştirilir.

Normalde çekme dayanımı 225-350 kg/cm^2 civarındadır. Sıcaklık dayanımı 100 ºC ’nin üzerindedir.

Geniş bir kullanım alanına sahip olan HDPE, basınçlı borular, gaz dağıtım boruları, şişe, biden, beyaz eşya, yalıtkan, oyuncak, elektrik ve elektronik eşya imalatında kullanılmaktadır. Sanayi ve imalat sektöründe kullanılmaktadır. Suya ve kimyasal maddelere karşı oldukça dirençlidir. Kir ve pas tutmaz, bununla beraber toksik madde içermez ve temizlenmesi çok kolaydır. Işığa ve olumsuz hava koşullarına dayanıklı bir madde değildir. Yüksek yoğunluklu polietilenin avantajlarından bir tanesi de koruyucu bir kaplamaya ihtiyaç duyulmamasıdır. Ayrıca yaşlanmaya son derece dayanıklıdır. Bir başka özelliği ise donmaya karşı dirençli olmasıdır. Son yıllarda suya dayanıklı olduğu için daha fazla tercih edilir hale gelmiştir (Anonim, 2016)

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Kumaşlar

Deneysel çalışmalarda kullanılan tela (zemin) kumaşının ve tela yapıştırma uygulamasında kullanılan gömleklik kumaşların her ikisi de dokuma kumaşlar olup, teknik özellikleri Çizelge 3.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1. Deneysel çalışmalarda kullanılan kumaşların özellikleri

Kumaş Türü	Elyaf Türü	Örgüsü	Atkı Sıklığı	Çözgü Sıklığı	Gramajı (g/m^2)
Zemin Kumaşı	%100 pamuk	Bezayağı	31	42	58
Gömleklik Kumaş	%100 pamuk	Bezayağı	36	48	94,6

3.1.2. Polimerler

Biyobozunur polimerlerle yapışkan tela geliştirilmesi ve uygulama parametrelerinin incelenmesi konulu tez çalışmasında, üç farklı polimer kullanılarak (HDPE, PLA ve PCL) tela zemin kumaşı olarak seçilen pamuklu dokuma kumaş üzerine yapılan kaplamalarla tela elde edilmiştir. Çizelge 3.2'de deneysel çalışmalarda kullanılan polimerler ile kaplama patlarında kullanılan konsantrasyonlar yer almaktadır.

Çizelge 3.2. Deneysel çalışmada kullanılan polimerler ve özellikleri

Ticari Polimer Adı	Polimerin Cinsi	Yoğunluk (g/cm^3)	Erime Sıcaklığı (T_m, ^oC)	Kaplama Patındaki Konsantrasyon (g/kg)
HDPE 1820	Yüksek Yoğunluklu Polietilen	0,957	127-135	200-300-400
PLA 2398	Polilaktik asit	1,25	154-164	200-300-400
PCL 3910	Polikaprolaktan	1,15	50-60	200-300-400

**Deneysel çalışmada kullanılan polimerler Fixatti AG (İsviçre) Firması tarafından temin edilmiştir.*

3.1.3. Kimyasallar

Çizelge 3.3'te, tela eldesinde zemin kumaşa uygulanan stok patında kullanılan kimyasallar ile kullanım oranları ve Çizelge 3.4'te de, kaplama patı reçetesi örneği yer almaktadır.

Çizelge 3.3. Stok Patı Reçetesi

Stok Patı Reçetesi	
Su	965 g
Akrilik binder	10 g
Sentetik kıvamlaştırıcı	10 g
Dispergatör	5 g
Amonyak (%25)	5 g
Köpük kesici	3 g
Islatıcı	2 g
Toplam	**1000 g**

Stok patı viskozitesi: 4000-5000 cP (centipoise)

Çizelge 3.4. Kaplama Patı Reçetesi

Kaplama Patı Reçetesi	
Stok patı	550 g
Polimer (HDPE, PLA, PCL)	X(200, 300, 400)g
Denge (Su/Kıvamlaştırıcı)	Y g
Toplam	**1000 g**

Kaplama patı viskozitesi: 7000-7500 cP (centipoise)

Kaplama kalınlığı (kumaş-bıçak arası mesafe): 0.25 mm

Kurutma sıcaklığı / süresi: 130 °C / 5 dk

Öncelikle stok patı reçetesi ile stok patı hazırlanmış daha sonra kaplama patı reçetesi ile kaplama patı hazırlanarak zemin kumaş üzerine uygulanmıştır.

3.2. Yöntem

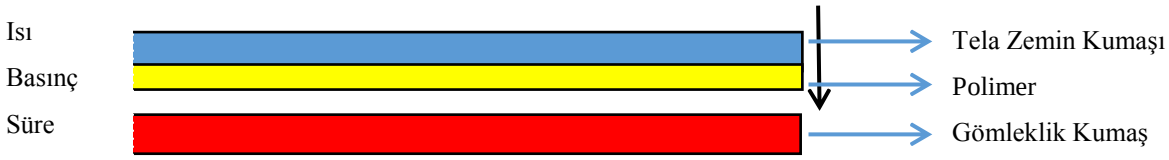
3.2.1. Kaplama yöntemi

Biyobozunur polimerlerle yapışkan tela geliştirilmesi ve uygulama parametrelerinin incelenmesi konulu tez çalışmasında, üç farklı polimer kullanılarak (HDPE, PLA, ve PCL), tela zemin kumaşı olarak seçilen pamuklu kumaş üzerine bıçaklı (rakleli kaplama) kaplama yöntemi ile tela elde edilmiştir. Hazırlanan kaplama patı kumaşa direkt olarak aktarılarak sabit bir rakle ile eşit bir şekilde sürülmüştür. Kaplama işlemi Ataç GK40 RKL model makine ile Bursa Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Boya Baskı Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Kaplama makinası, Şekil 3.1'de görülmektedir.



Şekil 3.1. Numune kaplama makinası (Ataç GK40 RKL)

Şekil 3.2'de yapışkan telanın kumaşa uygulanmasının şematik şekli yer almaktadır. Polimer uygulanmış bezayağı kumaş, gömleklik dokuma kumaş üzerine belli bir basınç, sıcaklık ve sürede "Tela Yapıştırma Presi" ile uygulanmaktadır.



Şekil 3.2. Yapışkan telanın gömleklik kumaşa uygulanmasının şematik şekli

3.2.2. Tela yapıştırma işlemi

Elde edilen tela numuneleri Bursa Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Konfeksiyon Teknolojisi Laboratuvarı'nda yer alan tela yapıştırma presi (Atak Makine) ile Çizelge 3.2'de belirtilen farklı sıcaklık, süre ve basınç şartlarında gömleklik pamuklu kumaş üzerine yapıştırılmıştır. Tela yapıştırma presi, Şekil 3.3'de görülmektedir.



Şekil 3.3. Tela yapıştırma presi (Atak Makine)

Deneysel çalışmada üç farklı polimerden üç farklı konsantrasyonda (HDPE, PLA ve PCL) kaplama yöntemi ile yapışkan tela elde edilmiş, bunlar gömleklik kumaş üzerine üç farklı sıcaklık, üç farklı süre ile yapıştırılmıştır. Yapıştırma sırasında makine basıncı 4 bar olarak sabit tutulmuştur. Böylece her bir polimer için 27 telalı kumaş numunesi olmak üzere toplam 81 adet telalı kumaş numunesi elde edilmiştir. Elde edilen telalı

kumaş numunelerinde konsantrasyonun, sıcaklığın ve sürenin etkileri incelenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 3.5'de deneysel çalışmada elde edilen telaların kumaş üzerine yapıştırılmasında uygulanan şartlar yer almaktadır.

Çizelge 3.5. Deneysel çalışmada elde edilen telaların kumaş üzerine yapıştırılma şartları

Tela Kodu	**Uygulama Sıcaklığı (°C)**		**Uygulama Süresi (sn)**		**Uygulama Basıncı (Bar)**
HDPE	T1	170	S1	10	4
	T2	185	S2	15	
	T3	200	S3	20	
PLA	T1	180	S1	10	4
	T2	195	S2	15	
	T3	210	S3	20	
PCL	T1	85	S1	10	4
	T2	100	S2	15	
	T3	115	S3	20	

3.2.3. Test yöntemleri

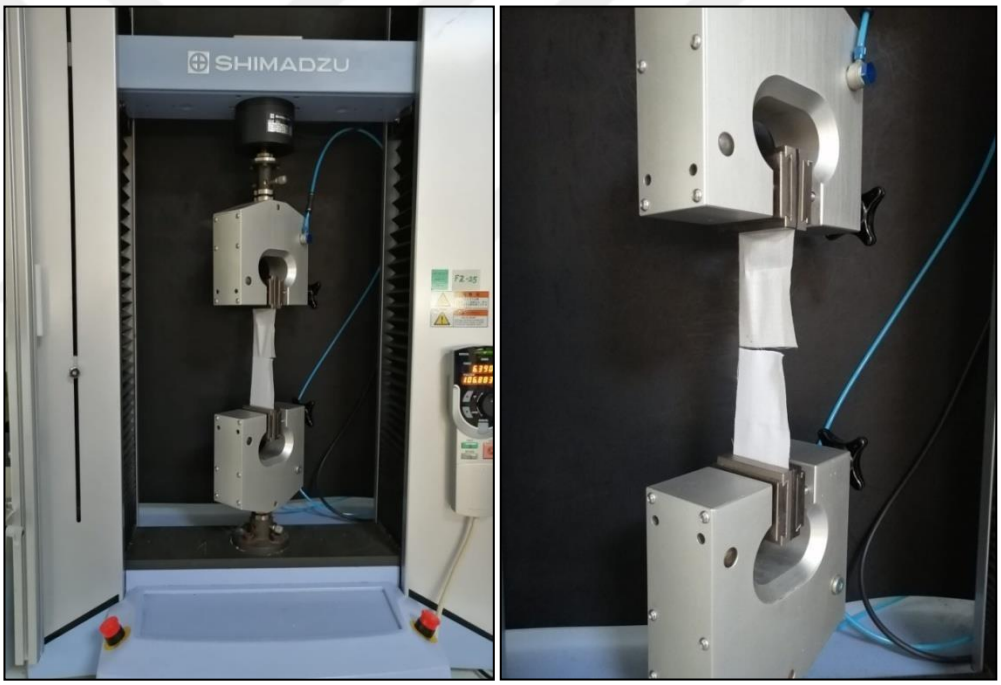
Biyobozunurluk Test Yöntemi

Deneysel çalışmada elde edilen tela numunelerine, ISO 11721:2003 standardına göre biyobozunurluk testi uygulanmıştır. Kumaşların biyolojik olarak parçalanması, numunelerin farklı sürelerde toprağa gömülmesiyle yapılmaktadır. ISO 11721'e göre farklı kumaş türleri test toprağına maruz bırakılmaktadır. ISO 11721:2003 standardına göre numuneler 5x5 cm boyutlarında kesilerek ve 1000 ml kapasiteli beherlerdeki toprağa gömülmüştür. Test toprağının su içeriği maksimum nem tutma kapasitesinin % 60±5'i dir. Gömülü örnekleri içeren beher daha sonra 7, 14 ve 21 günlük değişen süreler için uygulanmıştır. Toprak gömme örneklerinin inkübasyonu %95 ila %100 nispi nem 29 °C olarak gerçekleşleştirilmiştir. Belirlenen gömme süresinden sonra numuneler topraktan çıkarılarak ve etanol/su (%70/%30 hacim fraksiyonu) solüsyonunda yaklaşık

10 dakika yıkanmış ve oda sıcaklığında kurutulmuştur (ISO 11721-1:2001, ISO 11721:2003).

Sıyırma Mukavemeti Testi

Deneysel çalışmada elde edilen tela yapıştırılmış kumaş numunelerine, sıyırma mukavemeti testi ve eğilme rijitliği testleri uygulanmıştır. Sıyırma mukavemeti testi, ASTM D 2724-19 "Standard Test Method for Bond Strength of Bonded, Fusedand Laminated Apparel Fabrics" standardına göre Bursa Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Fizik Laboratuvarı'nda, "Çekme Cihazı" (Shimadzu) yapılmıştır. 5x10 cm boyutlarında kumaş numuneleri kesilerek sıyırma mukavemet testleri 3'er tekrarlı olarak yapılmıştır. Şekil 3.4'de çekme cihazı görülmektedir.

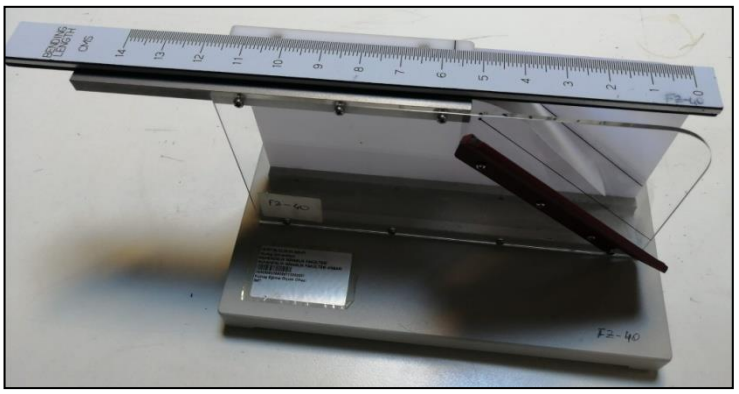


Şekil 3.4. Çekme cihazı (Shimadzu)

Eğilme Rijitliği Testi

Eğilme rijitliği testi, ASTM D 1388-64 "Standard Test Methods for Stiffness of Fabrics" standardına göre Bursa Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü,

Fizik Laboratuvarı'nda yer alan eğilme test cihazı (SDL Atlas) ile 3'er tekrarlı olarak yapılmıştır. Eğilme test cihazı, Şekil 3.5'de görülmektedir.



Şekil 3.5. Eğilme rijitliği test cihazı (SDL Atlas)

Eğilme testinde, eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği değerleri bulunmuştur. Eğilme rijitliği testi kumaş numunelerine çözgü yönünde uygulanmıştır. Eğilme testinde (3.1) ve (3.2) numaralı eşitliklerden yararlanılmıştır (ASTM D 1338-64; TS 1409).

$$c = O / 2 \tag{3.1}$$

c = Eğilme uzunluğu

O = Sarkma uzunluğu, cm

$$G = W (O / 2)^3 = W \times c \tag{3.2}$$

G = Eğilme rijitliği, (mg cm)

W = Gramaj, (mg/cm$^{2)}$

$$G_0 = (G_w . G_f)^{1/2} \tag{3.3}$$

G_0= Kumaş eğilme rijitliği

G_w = Çözgü eğilme rijitliği

G_f= Atkı eğilme rijitliği

İstatistiksel test sonuçlarının değerlendirilmesinde SPSS 14.0 istatiksel program kullanılmıştır. Deneysel çalışmada elde edilen test sonuçlarına, ANOVA ve Student-Newman-Keuls (SNK) testleri uygulanmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler her polimer için ayrı gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Elde Edilen Telaların Zemin Kumaşa Yapışmış ve Yapışmamış Haldeki Gramajları

Deneysel çalışmada kullanılmak üzere tela numuneleri elde edilmiştir. Bu tela numuneleri daha sonra kumaş üzerine yapıştırılmıştır. Çizelge 4.1'de, telaların gömleklik kumaşa yapışmış ve yapışmamış haldeki gramajları yer almaktadır. Gömleklik kumaş numunesi 94,6 g/m^2 gramajında bezayağı örgü yapısında ve % 100 pamuklu dokuma kumaştır.

Çizelge 4.1. Elde Edilen Telaların Zemin Kumaşa Yapışmış ve Yapışmamış Haldeki Gramajları

Tela Çeşidi	Konsantrasyon	Gramaj (g/m^2) (Tela)	Gramaj (g/m^2) (Gömleklik kumaş + Tela)
HDPE	200	84,2	178,8
	300	98,2	192,8
	400	117,0	211,6
PLA	200	81,1	175,7
	300	95,4	190,0
	400	105,9	200,5
PCL	200	83,5	178,1
	300	91,0	185,6
	400	100,2	194,8

4.1.1. Biyobozunurluk Testi Sonuçları

Deneysel çalışmada elde edilen tela numunelerine, ISO 11721:2003 standardına göre biyobozunurluk testi uygulanmıştır. Kumaşların biyolojik olarak parçalanması, numunelerin farklı sürelerde toprağa gömülmesiyle yapılmaktadır. ISO 11721'e göre farklı kumaş türleri test toprağına maruz bırakılmaktadır. ISO 11721:2003 standardına göre numuneler 5x5 cm boyutlarında kesilmiş ve 1000 ml kapasiteli beherlerde Şekil 4.1'de gösterildiği gibi toprağa gömülmüş ve 7, 14 ve 21 gün inkubatör test cihazı

içinde 29 ºC'de bekletilmiştir. Kullanılan inkubatör test cihazı Şekil 4.2'de görülmektedir.



A B C D

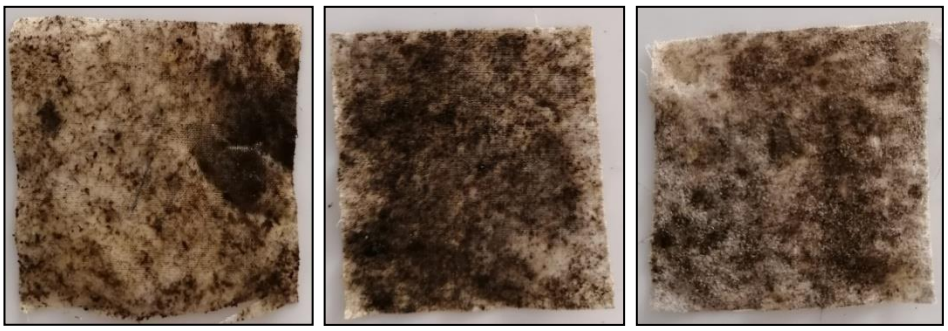
Şekil 4.1. Tela numunelerinin toprağa gömülmesi, A) 1000ml'lik kaplar, B) HDPE'li tela numunesinin, C) PCL'li tela numunesinin, D) PLA'lı tela numunesinin toprağa gömülmesi



Şekil 4.2. İnkubatör test cihazı (EN 025)

Test toprağının su içeriği maksimum nem tutma kapasitesinin % 60±5 olarak ayarlanmıştır. Belirlenen 7, 14 ve 21 günlük gömme sürelerinden sonra numuneler toprakta incelenmiştir. PLA ve PCL polimeri ile elde edilen tela örneklerinin toprak içinde kalıntısına rastlanmamıştır. HDPE polimeri uygulanan tela örneğinin Şekil 4.5'de yer alan parçalanmış halde bulunmuştur. HDPE tela numunesi topraktan çıkarıldıktan sonra etanol/su (%70/%30 hacim fraksiyonu) solüsyonunda yaklaşık 10 dakika yıkanmakta ve oda sıcaklığında kurutulmaktadır (ISO 11721-1:2001,

ISO11721:2003).`Şekil 4.3'de 7 gün sonra, Şekil 4.4'de 14 gün sonra ve Şekil 4.5'de de 21 gün sonra kumaş numunelerinin durumları gösterilmektedir.



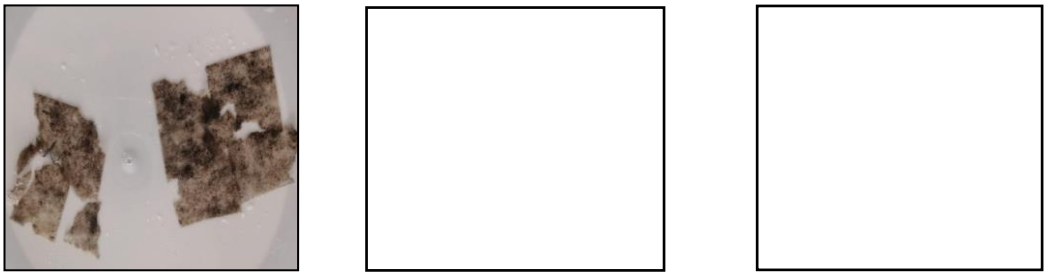
A B C

Şekil 4.3. 7 gün sonunda gömme testi sonuçları, A) HDPE'li tela, B) PCL'li tela, C) PLA'lı tela



A B C

Şekil 4.4. 14 gün sonunda gömme testi sonuçları, A) HDPE'li tela, B) PCL'li tela, C) PLA'lı tela



A B C

Şekil 4.5. 21 gün sonunda gömme testi sonuçları, A) HDPE'li tela, B) PCL'li tela (toprak içinde yok oldu), C) PCL'li tela (toprak içinde yok oldu)

7 günlük gömme testinde HDPE'li, PCL'li ve PLA'lı tela numunelerinde bozunma görülmemiştir.14 günlük gömme testinde ise PLA'lı tela numunesinde biyobozunmanın başladığı, PCL'li tela numunesinde ise bozunmanın daha fazla olduğu gözlenmiştir. 21

günlük gömme testinde ise HDPE'li tela numunesinde bozunmanın başladığı ve PLA'lı ve PCL'li tela numunelerinin ise toprakta yok olduğu, yani tamamen bozunduğu gözlemlenmiştir.

4.2. Sıyırma Mukavemeti Test Sonuçları

4.2.1. HDPE'li telaların sıyırma testi sonuçları

Deneysel çalışmada kullanılan yapışkan tela uygulanmış kumaş numunelerine yapışkan telanın yapışma şartlarını test edebilmek için sıyırma testi uygulanmıştır. Çizelge 4.2'de HDPE'li tela yapışmış kumaş numunelerinin sıyırma mukavemeti test sonuçları yer almaktadır.

Çizelge 4.2. HDPE'li tela yapışmış kumaş numunelerinin sıyırma mukavemeti test sonuçları

Telanın Kodu	**Sıyırma Mukavemeti (N)**	
	Ortalama	**% CV**
HD1T1S1	1,00	15,00
HD1T1S2	2,00	15,50
HD1T1S3	3,48	38,50
HD1S2T1	1,67	11,97
HD1S2T2	3,46	30,30
HD1S2T3	4,94	14,57
HD1S3T1	3,81	14,43
HD1S3T2	4,40	15,45
HD1S3T3	2,74	15,32
HD2S1T1	5,49	6,73
HD2S1T2	8,49	14,01
HD2S1T3	14,68	4,90
HD2S2T1	8,15	6,74

HDPE'li tela yapışmış kumaş numunelerinin sıyırma mukavemeti test sonuçları (Çizelge 4.2'nin devamı)

Telanın Kodu	Sıyırma Mukavemeti (N)	
	Ortalama	% CV
HD2S2T2	23,83	9,81
HD2S2T3	28,76	18,08
HD2S3T1	13,67	24,21
HD2S3T2	27,44	4,48
HD2S3T3	24,16	11,34
HD3S1T1	20,67	6,19
HD3S1T2	18,10	19,39
HD3S1T3	23,79	10,00
HD3S2T1	14,38	23,71
HD3S2T2	25,78	7,21
HD3S2T3	40,55	11,22
HD3S3T1	27,1	17,63
HD3S3T2	40,87	13,33
HD3S3T3	44,82	10,46

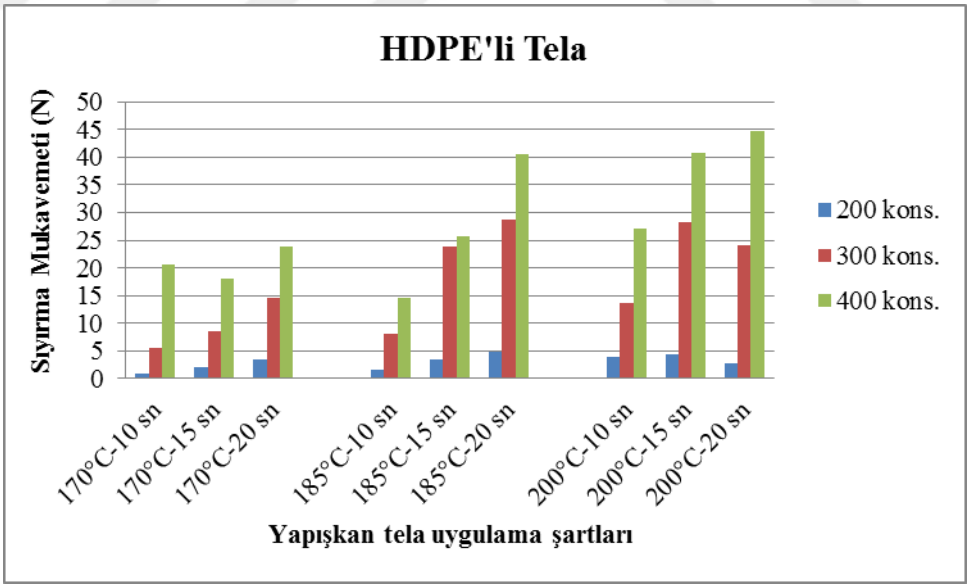
Çizelge 4.3'de, HDPE'li telalı kumaş numunelerinin sıyırma mukavemeti üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve Student Newman Keuls-SNK) analiz sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlardan görüldüğü gibi, HDPE'nin konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile telanın yapıştığı kumaş arasındaki sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından sıcaklığın (170-185-200 °C) ve sürenin (10-15-20 sn) arttıkça sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Sıcaklık ve süre arttıkça yapışma daha iyi olmakta ve yapışkan tela ile kumaşın ayrışması güçleşmektedir. En iyi yapışma şartları olarak 200 °C ve 20 sn belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. HDPE'li telaların sıyırma mukavemeti üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve SNK) analiz sonuçları

HDPE		**Sıyırma Mukavemeti (N)**	
		Sig.	
Konsantrasyon	200	0.00*	3,05 a
	300		17,18 b
	400		28,45 c
Sıcaklık (°C)	170	0.00*	10,85 a
	185		16,83 b
	200		21,00 c
Süre (sn)	10	0.00*	10,66 a
	15		17,15 b
	20		20,88 c

İstatistiksel olarak önemli (P<0,05)
(a),(b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir

Şekil 4.6'da, HDPE'li telanın farklı uygulama şartlarında sıyırma mukavemeti test sonuçları grafik olarak yer almaktadır. Buradan da görüldüğü gibi konsantrasyon, yapışma sıcaklık ve süreleri arttıkça sıyırma mukavemetinin arttığı görülmektedir.



Şekil 4.6. HDPE'li telanın farklı uygulama şartlarında sıyırma mukavemeti test sonuçlar

4.2.2. PLA'lı telaların sıyırma testi sonuçları

Çizelge 4.4. PLA'lı tela yapışmış kumaş numunelerinin sıyırma mukavemeti test sonuçları

Telanın Kodu	Sıyırma Mukavemeti (N)	
	Ortalama	%CV
PL1T1S1	0,84	23,80
PL1T1S2	1,53	15,03
PL1T1S3	4,12	5,82
PL1S2T1	2,9	34,82
PL1S2T2	3,48	47,70
PL1S2T3	5,91	46,19
PL1S3T1	2,89	19,37
PL1S3T2	6,37	23,54
PL1S3T3	8,95	2,01
PL2S1T1	1,01	20,7
PL2S1T2	5,64	2,65
PL2S1T3	5,88	8,67
PL2S2T1	7,04	35,36
PL2S2T2	8,97	7,13
PL2S2T3	11,33	4,50
PL2S3T1	4,46	1,12
PL2S3T2	9,34	11,02
PL2S3T3	17,51	14,56
PL3S1T1	1,07	10,28
PL3S1T2	5,68	11,44
PL3S1T3	7,96	8,54
PL3S2T1	7,18	4,31
PL2S2T2	14,80	10,13
PL3S2T3	15,35	10,29
PL3S3T1	19,04	5,51
PL3S3T2	17,26	15,46
PL3S3T3	20,73	6,31

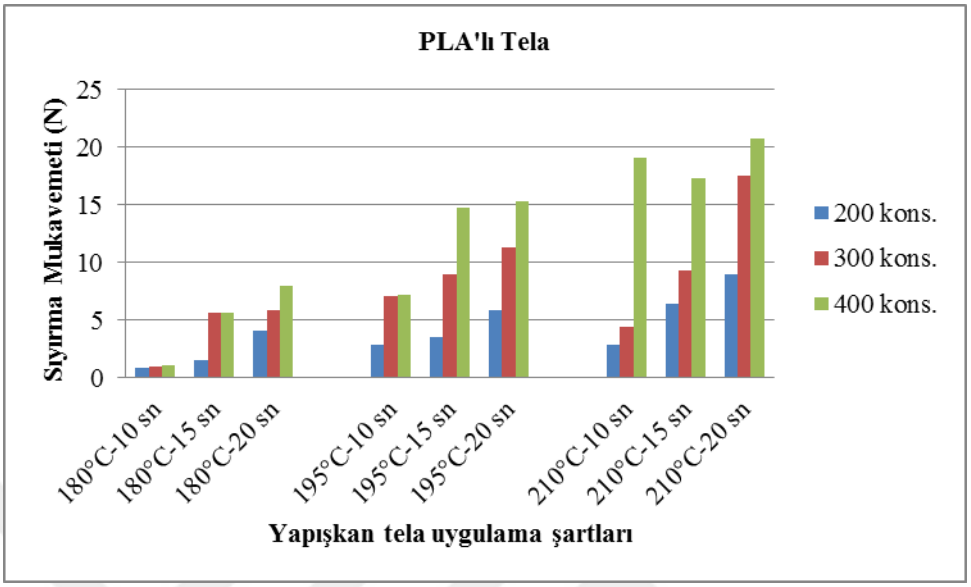
Çizelge 4.5'de, PLA'lı telalı kumaş numunelerinin sıyırma mukavemeti üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve Student Newman Keuls-SNK) analiz sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlardan görüldüğü gibi, PLA'nın konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile telanın yapıştığı kumaş arasındaki sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından sıcaklığın (180-195-210 °C) ve sürenin (10-15-20 sn) arttıkça sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Sıcaklık ve süre arttıkça yapışma daha iyi olmakta ve tela ile kumaşın ayrışması güçleşmektedir. En iyi yapışma şartları olarak 210 °C ve 20 sn belirlenmiştir. HDPE'li telalı kumaş numunelerinde, 300 g/kg konsantrasyonda elde edilen sıyırma mukavemeti değerlerine, PLA'lı telalı kumaş numunelerinde ancak 400 g/kg konsantrasyonda yaklaşılabildiği görülmektedir. Buradan, PLA ile HDPE seviyesinde bir sıyırma mukavemeti elde edebilmek için HDPE'ye göre PLA'nın %35 oranında daha fazla kullanılması sonucuna varılabilir.

Çizelge 4.5. PLA'lı telaların sıyırma mukavemeti üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve SNK) analiz sonuçları

PLA		**Sıyırma Mukavemeti (N)**	
		Sig.	
Konsantrasyon	200	0.00*	4,11 a
	300		7,91b
	400		12,12 c
Sıcaklık (°C)	180	0.00*	3,75a
	195		8,55b
	210		11,84 c
Süre (sn)	10	0.00*	5,16 a
	15		8,12 b
	20		10,86 c

**İstatistiksel olarak önemli (P<0,05)*
(a),(b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir

Şekil 4.7'de, PLA'lı telanın farklı uygulama şartlarında sıyırma mukavemeti test sonuçları grafik olarak yer almaktadır. Buradan da görüldüğü gibi konsantrasyon, yapışma sıcaklık ve süreleri arttıkça sıyırma mukavemetinin arttığı görülmektedir.



Şekil 4.7. PLA'lı telanın farklı uygulama şartlarında sıyırma mukavemeti test sonuçları

4.2.3. PCL'li telaların sıyırma testi sonuçları

Çizelge 4.6. PCL'li tela yapışmış kumaş numunelerinin sıyırma mukavemeti test sonuçları

Telanın Kodu	Sıyırma Mukavemeti (N)	
	Ortalama	%CV
PC1T1S1	0,72	38,88
PC1T1S2	2,37	35,02
PC1T1S3	1,85	16,21
PC1S2T1	1,05	8,57
PC1S2T2	2,12	0,94
PC1S2T3	2,23	35,87
PC1S3T1	1,39	20,14
PC1S3T2	1,81	9,39
PC1S3T3	3,50	6,00
PC2S1T1	3,54	26,55
PC2S1T2	3,56	11,51
PC2S1T3	3,72	9,94
PC2S2T1	1,48	13,51
PC2S2T2	3,82	14,65
PC2S2T3	3,15	5,07
PC2S3T1	3,17	20,18
PC2S3T2	4,52	13,05
PC2S3T3	6,30	14,44
PC3S1T1	4,35	40,45
PC3S1T2	7,25	8,96
PC3S1T3	1,76	16,47
PC3S2T1	1,32	15,15
PC2S2T2	2,36	18,22
PC3S2T3	4,58	33,84
PC3S3T1	7,86	4,19
PC3S3T2	14,88	9,67
PC3S3T3	12,30	8,61

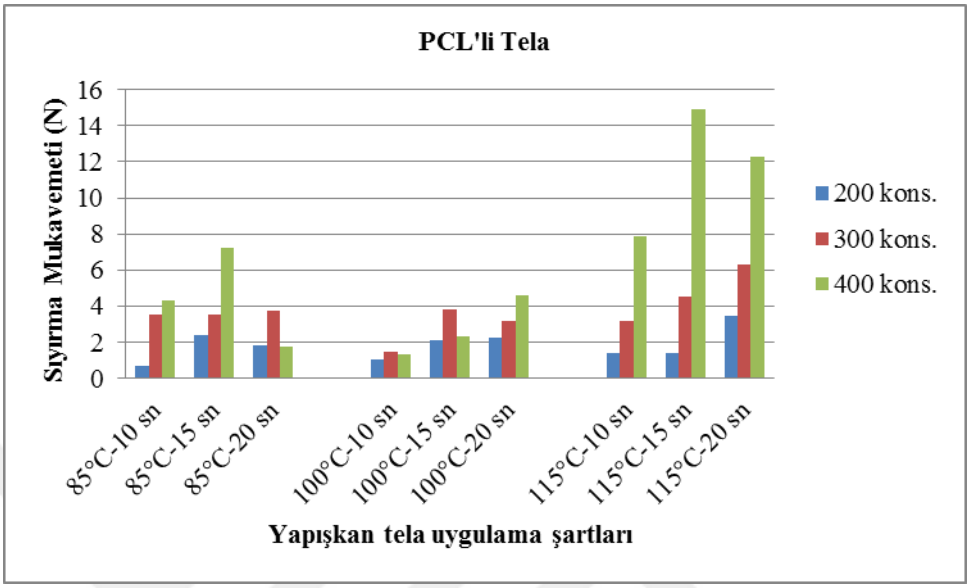
Çizelge 4.7'de, PCL'li telalı kumaş numunelerinin sıyırma mukavemeti üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve Student Newman Keuls-SNK) analiz sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlardan görüldüğü gibi, PCL'nin konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile telanın yapıştığı kumaş arasındaki sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından 115°C sıcaklıkta ve 20 sn sürede sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Sıcaklık ve süre arttıkça yapışma daha iyi olmakta ve tela ile kumaşın ayrışması güçleşmektedir. En iyi yapışma şartları olarak 115 °C ve 20 sn belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. PCL'li telaların sıyırma mukavemeti üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve SNK) analiz sonuçları

PCL		**Sıyırma Mukavemeti (N)**	
		Sig.	
Konsantrasyon	200	0.00*	1,89 a
	300		3,69 b
	400		6,29 c
Sıcaklık (°C)	85	0.00*	3,23 b
	100		2,45 a
	115		6,19 c
Süre (sn)	10	0.00*	2,76 a
	15		4,74 b
	20		4,38 b

**İstatistiksel olarak önemli (P<0,05)*
(a), (b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir

Şekil 4.8'de, PCL'li telanın farklı uygulama şartlarında sıyırma mukavemeti test sonuçları grafik olarak yer almaktadır. Buradan da görüldüğü gibi konsantrasyon, yapışma sıcaklık ve süreleri arttıkça sıyırma mukavemetinin arttığı görülmektedir.



Şekil 4.8. PCL'li telanın farklı uygulama şartlarında sıyırma mukavemeti test sonuçları

4.3. Eğilme Rijitliği Testi Sonuçları

Deneysel çalışmada farklı özelliklerde polimerler ile oluşturulan yapışkan telalar ile yapıştırılmış kumaş numunelerinin sertliklerini karşılaştırabilmek amacı ile tela yapıştırılmış kumaş numunelerine eğilme rijitliği testi uygulanmıştır.

4.3.1. HDPE'li telaların eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği testi sonuçları

Çizelge 4.8. HDPE'li tela yapışmış kumaş numunelerinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği test sonuçları

Telanın Kodu	Eğilme Uzunluğu (cm)		Eğilme Rijitliği (mg cm)	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
HD1T1S1	4,72	4,02	1893,78	12,07
HD1T1S2	5,01	1,21	2253,93	3,69
HD1T1S3	4,83	0,47	1998,19	1,47
HD1S2T1	4,52	1,21	1655,53	7,41
HD1S2T2	5,1	0,62	2381,40	1,94
HD1S2T3	5,18	0,9	2490,59	2,74
HD1S3T1	5,14	0,27	2428,09	0,82
HD1S3T2	5,25	0,6	2597,46	1,88
HD1S3T3	4,99	1,38	2222,91	4,17
HD2S1T1	4,76	1,02	2084,38	3,09
HD2S1T2	4,88	0,96	2250,43	2,87
HD2S1T3	5,6	1,42	3388,03	4,37
HD2S2T1	5,00	0,98	2420,35	2,95
HD2S2T2	5,84	1,62	3856,35	4,86
HD2S2T3	6,2	0,79	4610,66	2,38
HD2S3T1	5,69	2,28	3452,27	6,87
HD2S3T2	6,1	0,14	4390,58	0,46
HD2S3T3	6,41	0,95	5087,18	2,88
HD3S1T1	5,7	0,16	3932,47	0,49
HD3S1T2	5,51	0,88	3547,00	2,67
HD3S1T3	5,96	2,34	4495,42	7,47
HD3S2T1	6,06	4,12	4820,73	12,44
HD2S2T2	6,36	1,72	5457,47	4,94
HD3S2T3	6,6	1,06	6104,27	3,41
HD3S3T1	6,15	0,52	4938,44	1,61
HD3S3T2	7,21	2,46	7944,81	7,35
HD3S3T3	7,29	1,06	8200,68	3,26

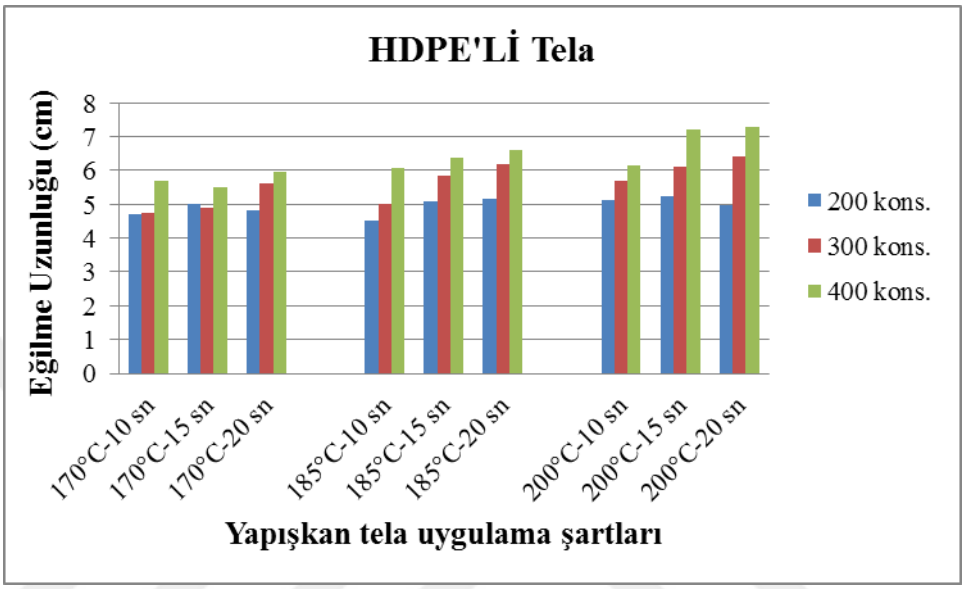
Çizelge 4.9'da, HDPE'li telalı kumaş numunelerinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve Student Newman Keuls-SNK) analiz sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlardan görüldüğü gibi, HDPE'nin konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile yapışmış kumaş numunesinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından sıcaklığın (170-185-200 °C) ve sürenin (10-15-20 sn) arttıkça eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı telalı kumaş numunesinin sertleştiği gözlenmiştir. En rijit telalı kumaş numunesinin, 400 konsantrasyonlu, yapışma şartları olarak 200 °C ve 20 sn uygulanmış numuneler olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. HDPE'li telaların eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve SNK) analiz sonuçları

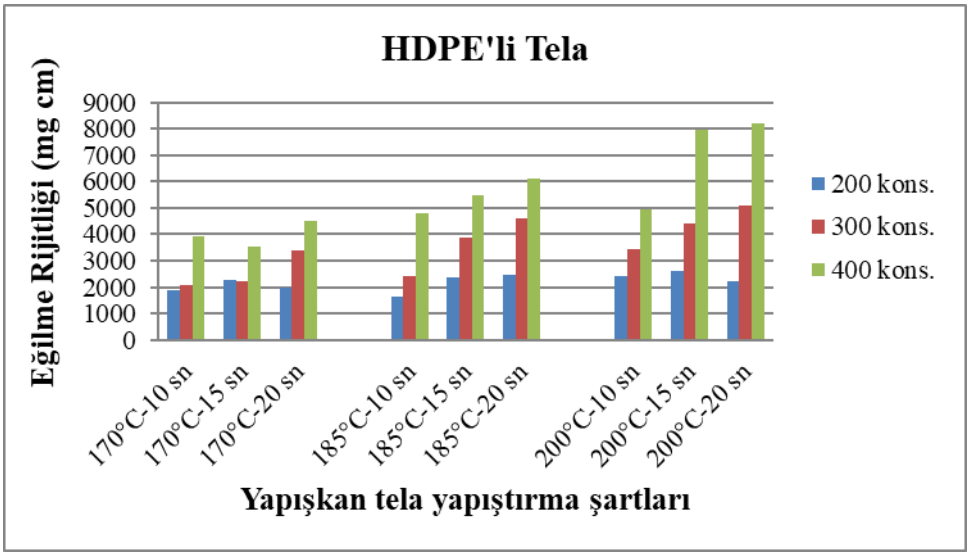
HDPE		**Eğilme Uzunluğu (cm)**		**Eğilme Rijitliği (mg cm)**	
		Sig.		**Sig.**	
Konsantrasyon	200	0,00*	4,97 a	0,00*	2213,54 a
	300		5,60 b		3504,47 b
	400		6,32 c		5493,48 c
Sıcaklık (°C)	170	0,00*	5,22 a	0,00*	2871,51 a
	185		5,66 b		3755,26 b
	200		6,02 c		4584,71 c
Süre (sn)	10	0,00*	5,30 a	0,00*	3069,56 a
	15		5,70 b		3853,27 b
	20		5.89 c		4288.66 c

***İstatistiksel olarak önemli (P<0,05)*
(a),(b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir

Şekil 4.9'da, HDPE'li telanın farklı uygulama şartlarında eğilme uzunluğu test sonuçları, Şekil 4.10'da, HDPE'li telanın farklı uygulama şartlarında eğilme rijitliği test sonuçları grafik olarak yer almaktadır. Buradan da görüldüğü gibi konsantrasyon, yapışma sıcaklık ve süreleri arttıkça eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı görülmektedir.



Şekil 4.9. HDPE'li telanın farklı uygulama şartlarında eğilme uzunluğu test sonuçları



Şekil 4.10. HDPE'li telanın farklı uygulama şartlarında eğilme rijitliği test sonuçlar

4.3.2. PLA'lı telaların eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği testi sonuçları

Çizelge 4.10. PLA'lı tela yapışmış kumaş numunelerinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği test sonuçları

Telanın Kodu	Eğilme Uzunluğu (cm)		Eğilme Rijitliği (mg cm)	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
PL1T1S1	4,84	0,59	1992,30	1,81
PL1T1S2	4,91	0,83	2084,46	2,56
PL1T1S3	4,99	0,28	2183,15	0,84
PL1S2T1	4,91	2,03	2086,87	6,35
PL1S2T2	5,07	0,39	2294,41	1,21
PL1S2T3	5,34	1,02	2686,34	3,09
PL1S3T1	5,26	0,93	2562,52	2,79
PL1S3T2	5,25	1,39	2553,63	4,20
PL1S3T3	5,49	0,25	2907,34	0,77
PL2S1T1	4,88	0,47	2212,75	1,44
PL2S1T2	5,10	0,62	2530,57	1,94
PL2S1T3	5,33	0,43	2887,94	1,32
PL2S2T1	4,99	2,00	2363,85	6,20
PL2S2T2	5,53	0,41	3219,12	1,27
PL2S2T3	5,45	0,17	3087,01	0,51
PL2S3T1	5,30	0,16	2839,37	0,53
PL2S3T2	5,71	1,31	3545,29	4,01
PL2S3T3	5,92	1,36	3944,26	4,13
PL3S1T1	4,94	0,64	2427,22	1,99
PL3S1T2	4,96	1,25	2457,62	3,78
PL3S1T3	5,20	0,76	2819,70	2,35
PL3S2T1	5,13	1,09	2707,84	3,28
PL2S2T2	5,35	0,87	3076,72	2,65
PL3S2T3	5,21	1,57	2843,05	4,74
PL3S3T1	5,41	0,90	3181,38	2,72
PL3S3T2	5,53	0,77	3391,31	2,33
PL3S3T3	5,67	0,65	3661,72	1,98

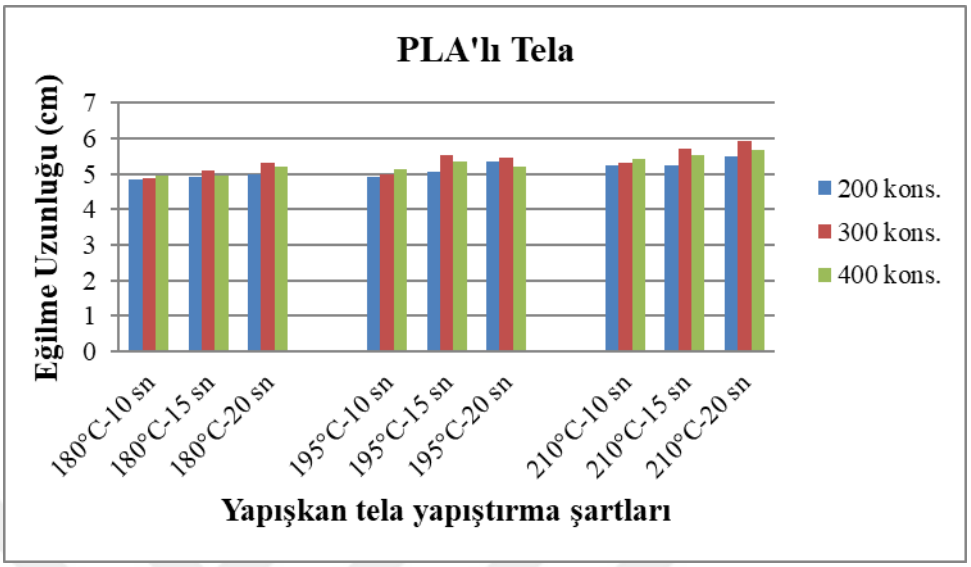
Çizelge 4.11'de, PLA'lı telalı kumaş numunelerinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve Student Newman Keuls-SNK) analiz sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlardan görüldüğü gibi, PLA'nın konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile yapışmış kumaş numunesinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından sıcaklığın (180-195-210 °C) ve sürenin (10-15-20 sn) arttıkça eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı telalı kumaş numunesinin sertleştiği gözlenmiştir. En rijit telalı kumaş numunesinin, 400 konsantrasyonlu, yapışma şartları olarak 210 °C ve 20 sn uygulanmış numuneler olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. PLA'lı telaların eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve SNK) analiz sonuçları

PLA		**Eğilme Uzunluğu (cm)**		**Eğilme Rijitliği (mg cm)**	
		Sig.		**Sig.**	
Konsantrasyon	200	0,00*	5,12 a	0,00*	2372,33 a
	300		5,26 b		2958,90 c
	400		5,36 c		2951,84 b
Sıcaklık (°C)	180	0,00*	5,02 a	0,00*	2399,52 a
	195		5,22 b		2707,24 b
	210		5,50 c		3176,31c
Süre (sn)	10	0,00*	5,07 a	0,00*	2486,01 a
	15		5,27 b		2794,79 b
	20		5,40 c		3002,28 c

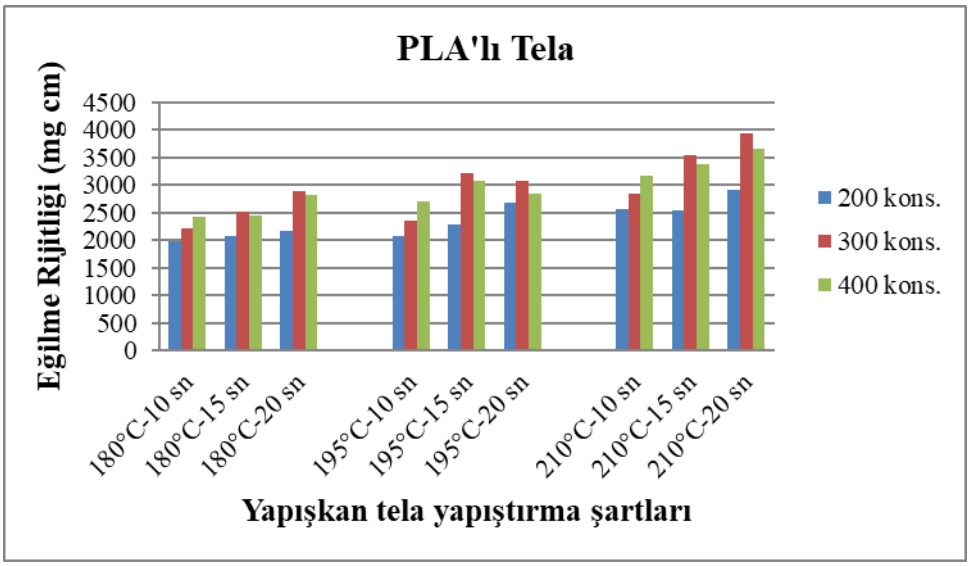
**İstatistiksel olarak önemli (P<0,05)*
(a),(b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir

Şekil 4.11'de PLA'lı telanın farklı uygulama şartlarında eğilme uzunluğu test sonuçları görülmektedir.



Şekil 4.11. PLA'lı telanın farklı uygulama şartlarında eğilme uzunluğu test sonuçları

Şekil 4.12'de, PLA'lı telanın farklı uygulama şartlarında eğilme rijitliği test sonuçları grafik olarak yer almaktadır. Buradan da görüldüğü gibi konsantrasyon, yapışma sıcaklık ve süreleri arttıkça eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı görülmektedir.



Şekil 4.12. PLA'lı telanın farklı uygulama şartlarında eğilme rijitliği test sonuçları

4.3.3. PCL'li telaların eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği testi sonuçları

Çizelge 4.12. PCL'li tela yapışmış kumaş numunelerinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği test sonuçları

Telanın Kodu	Eğilme Uzunluğu (cm)		Eğilme Rijitliği (mg cm)	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
PC1T1S1	4,81	0,85	1986,55	2,62
PC1T1S2	4,72	0,42	1876,86	1,3
PC1T1S3	4,74	0,61	1896,91	1,85
PC1S2T1	4,64	0,43	1786,95	1,32
PC1S2T2	4,68	0,27	1827,57	0,84
PC1S2T3	4,74	0,42	1904,82	1,29
PC1S3T1	4,84	0,88	2019,77	2,69
PC1S3T2	4,79	0,60	1957,57	1,83
PC1S3T3	4,73	1,31	1889,68	3,93
PC2S1T1	4,92	0,40	2215,02	1,25
PC2S1T2	4,80	0,08	2061,62	2,60
PC2S1T3	4,76	0,67	1997,78	2,08
PC2S2T1	4,79	1,10	2040,54	3,34
PC2S2T2	4,76	0,18	1951,66	1,35
PC2S2T3	4,60	1,00	1812,99	3,01
PC2S3T1	4,87	0,41	2148,22	1,26
PC2S3T2	4,82	0,66	2082,95	2,06
PC2S3T3	4,87	0,41	2148,22	1,26
PC3S1T1	5,10	1,96	2597,30	6,07
PC3S1T2	5,20	0,88	2747,59	2,66
PC3S1T3	4,78	1,63	2129,23	4,88
PC3S2T1	4,99	0,40	2426,92	1,22
PC2S2T2	4,80	0,83	2154,79	2,55
PC3S2T3	4,85	0,84	2232,03	2,57
PC3S3T1	5,11	0,19	2606,94	0,63
PC3S3T2	5,03	0,85	2479,63	2,56
PC3S3T3	5,10	2,54	2599,35	7,59

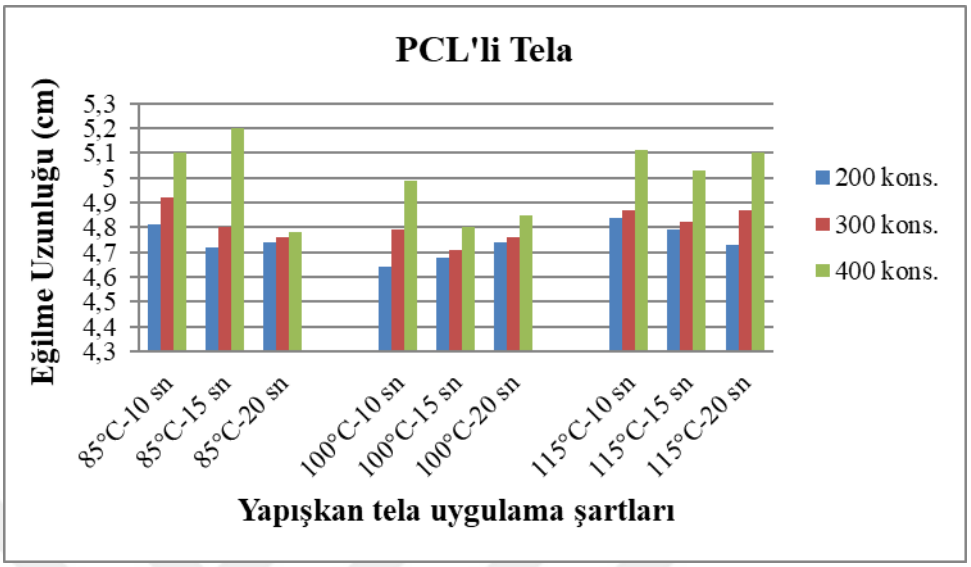
Çizelge 4.13'de, PCL'li telalı kumaş numunelerinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve Student Newman Keuls-SNK) analiz sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlardan görüldüğü gibi, PCL'nin konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile yapışmış kumaş numunesinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından 115 °C sıcaklıkta ve 20 sn sürede eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı telalı kumaş numunesinin sertleştiği gözlenmiştir. En rijit telalı kumaş numunesinin, 400 konsantrasyonlu, yapışma şartları olarak 115 °C ve 20 sn uygulanmış numuneler olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. PCL'li telaların eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliği üzerine konsantrasyon, sıcaklık ve sürenin etkisinin istatistik (ANOVA ve SNK) analiz sonuçları

PCL		**Eğilme Uzunluğu (cm)**		**Eğilme Rijitliği (mg cm)**	
		Sig.		**Sig.**	
Konsantrasyon	200	0,00*	4,74 a	0,00*	1905,19 a
	300		4,80 b		2051,00 b
	400		4,99 c		2441,53 c
Sıcaklık (°C)	85	0,00*	4,87 b	0,00*	2167,65 b
	100		4,76 a		2015,36 a
	115		4,90 c		2214,70 c
Süre (sn)	10	0,00*	4,90 c	0,00*	2203,13 c
	15		4,84 b		2126,69 b
	20		4,79 a		2067,89 a

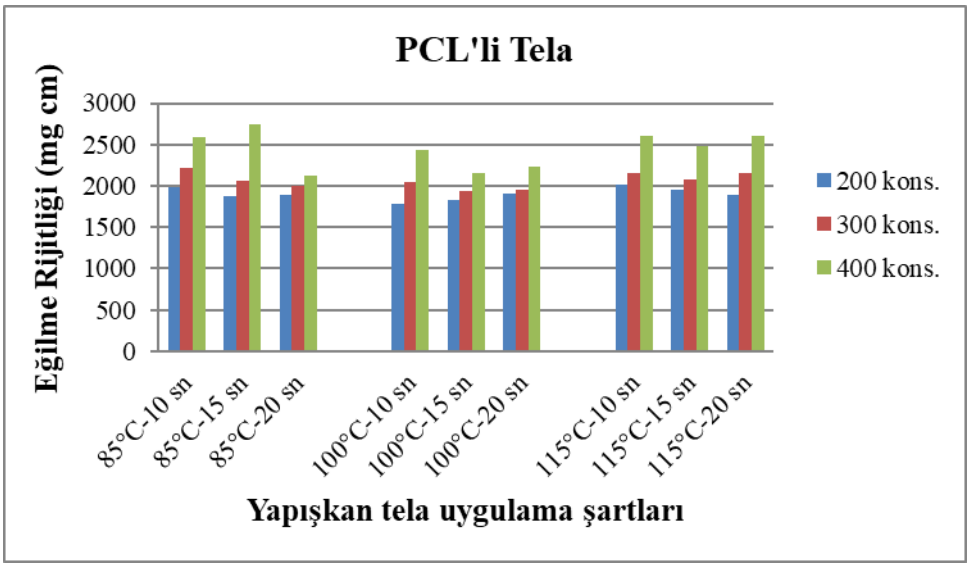
**İstatistiksel olarak önemli (P<0,05)*
(a), (b) ve (c) SNK testine göre istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir

Şekil 4.13'de, PCL'li telanın farklı uygulama şartlarında eğilme uzunluğu test sonuçları görülmektedir.



Şekil 4.13. PCL'li telanın farklı uygulama şartlarında eğilme uzunluğu test sonuçları

Şekil 4.14'de, PCL'li telanın farklı uygulama şartlarında eğilme rijitliği test sonuçları grafik olarak yer almaktadır. Buradan da görüldüğü gibi konsantrasyon arttıkça eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı görülmektedir.



Şekil 4.14. PCL'li telanın farklı uygulama şartlarında eğilme rijitliği test sonuçları

5. SONUÇ

Tela konfeksiyon sanayiinde oldukça önemli bir aksesuardır ve giyside iki kat kumaş arasında giysinin görünümünü ile duruşunu desteklemek için kullanılmaktadır. Tela; dokuma, örme ya da dokusuz yüzey yapılardan imal edilen ince bir yüzeye sahiptir ve yapışkanlı ya da dikişli olarak kumaşa uygulanmaktadır.

Yapışkan telalarda, yapıştırma malzemesi olarak poliamid, polyester, HDPE (High density polyetilen), LDPE (Low density polyetilen) ve çeşitli kopolimerler gibi petrole dayalı sentetik malzemeler kullanılmaktadır. Telanın yüzeyinde bulunan termoplastik özellikteki bu malzemeler sıcaklık karşısında eriyerek telanın kumaşa yapışmasına sebep olur. Tela endüstrisi petrol bazlı polimerleri artan bir şekilde kullanan büyük bir endüstridir. Bu malzemeler çevre dostu üretime destek vermemektedir. Doğada zamanla bozunmamaktadır.

Bu çalışmada, tela üretiminde petrol bazlı polimerler yerine, çevre dostu biyobozunur polimerlerin kullanılması hedeflenmiştir. Bu çalışmanın konusu; biyobozunur polimerlerle, çevreye duyarlı, yapışkan tela geliştirilerek bu telanın giysilik kumaşa uygulama parametrelerinin incelenmesidir.

Deneysel çalışmada üç farklı polimerden üç farklı konsantrasyonda (HDPE, PLA ve PCL) kaplama yöntemi ile yapışkan tela elde edilmiş, bunlar gömleklik kumaş üzerine üç farklı sıcaklık, üç farklı süre ile yapıştırılmıştır. Yapıştırma sırasında makine basıncı 4 bar olarak sabit tutulmuştur. Böylece her bir polimer için 27 telalı kumaş numunesi olmak üzere toplam 81 adet telalı kumaş numunesi elde edilmiştir. Elde edilen telalı kumaş numunelerinde konsantrasyonun, sıcaklığın ve sürenin etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Bu numunelere; biyobozunurluk testi, sıyırma testi ile eğilme rijitliği testi yapılmıştır.

Bu testler sonucunda elde edilen sonuçlar ;

- Deneysel çalışmada elde edilen tela numunelerine ISO 11721:2003 standardına göre biyobozunurluk testi uygulanmıştır. Kumaşların biyolojik olarak parçalanması, numunelerin farklı sürelerde toprağa gömülmesiyle yapılmaktadır. ISO 1172'e göre farklı kumaş türleri test toprağına maruz bırakılmaktadır. Test toprağının su içeriği

maksimum nem tutma kapasitesinin % 60±5 olarak ayarlanmıştır. Belirlenen 7, 14 ve 21 günlük gömme sürelerinden sonra numuneler toprakta incelenmiştir.

- 7 günlük gömme testinde HDPE'li, PCL'li ve PLA'lı tela numunelerinde bozunma görülmemiştir.14 günlük gömme testinde ise PLA'lı tela numunesinde biyobozunmanın yeni başladığı, PCL'li tela numunesinde ise bozunmanın daha fazla olduğu gözlenmiştir. 21 günlük gömme testinde ise HDPE'li tela numunesinde bozunmanın başladığı ve PLA'lı ve PCL'li tela numunelerinin ise toprakta yok olduğu gözlemlenmiştir.

- HDPE'nin konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile telanın yapıştığı kumaş arasındaki sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından sıcaklığın (170-185-200 °C) ve sürenin (10-15-20 sn) arttıkça sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Sıcaklık ve süre arttıkça yapışma daha iyi olmakta ve yapışkan tela ile kumaşın ayrışması güçleşmektedir. En iyi yapışma şartları olarak 200 °C ve 20 sn belirlenmiştir.

- PLA'nın konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile telanın yapıştığı kumaş arasındaki sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından sıcaklığın (180-195-210 °C) ve sürenin (10-15-20 sn) arttıkça sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Sıcaklık ve süre arttıkça yapışma daha iyi olmakta ve tela ile kumaşın ayrışması güçleşmektedir. En iyi yapışma şartları olarak 210 °C ve 20 sn belirlenmiştir.

- PCL'nin konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile telanın yapıştığı kumaş arasındaki sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından 115 °C sıcaklıkta ve 20 sn sürede sıyırma mukavemetinin arttığı gözlenmiştir. Sıcaklık ve süre arttıkça yapışma daha iyi olmakta ve tela ile kumaşın ayrışması güçleşmektedir. En iyi yapışma şartları olarak 115 °C ve 20 sn belirlenmiştir.

- HDPE'li telalı numunelerin sıyırma mukavemeti değerlerinin en yüksek olduğu bunu PLA'lı telalı numunelerinin izlediği, en düşük sıyırma mukavemetine de PCL'li numunelerin sahip olduğu görülmektedir. HDPE ve PLA içeren telalarda

konsantrasyona göre sıyırma mukavemetindeki artış karşılaştırıldığı zaman, HDPE ile 300 g'da elde edilen konsantasyona PLA ile ancak 400 g'da yaklaşılabildiği, görülmektedir. Buradan PLA kullanılarak HDPE seviyesinde bir sıyırma mukavemeti elde edebilmek için %35 daha fazla PLA kullanılması gerektiği sonucuna varılabilir.

- HDPE'nin konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile yapışmış kumaş numunesinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından sıcaklığın (170-185-200 °C) ve sürenin (10-15-20 sn) arttıkça eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı telalı kumaş numunesinin sertleştiği gözlenmiştir. En rijit telalı kumaş numunesinin, 400 konsantrasyonlu, yapışma şartları olarak 200 °C ve 20 sn uygulanmış numuneler olduğu belirlenmiştir.

- PLA'nın konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile yapışmış kumaş numunesinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından sıcaklığın (180-195-210 °C) ve sürenin (10-15-20 sn) arttıkça eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı telalı kumaş numunesinin sertleştiği gözlenmiştir. En rijit telalı kumaş numunesinin, 400 konsantrasyonlu, yapışma şartları olarak 210 °C ve 20 sn uygulanmış numuneler olduğu belirlenmiştir.

- PCL'nin konsantrasyonu arttıkça yapışkan tela ile yapışmış kumaş numunesinin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde yapışkan telanın kumaş üzerine yapıştırma şartlarından 115 °C sıcaklıkta ve 20 sn sürede eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin arttığı telalı kumaş numunesinin sertleştiği gözlenmiştir. En rijit telalı kumaş numunesinin, 400 konsantrasyonlu, yapışma şartları olarak 115 °C ve 20 sn uygulanmış numuneler olduğu belirlenmiştir.

- HDPE'li telalı numunelerin eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin değerlerinin en yüksek olduğu, bunu PLA'lı telalı numunelerinin izlediği, en düşük eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin de PCL'li numunelerin sahip olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, yapıştırıcı polimer olarak biyobozunur özellikte polimer (PLA ve PCL) içeren yapışkan tela yapıları geliştirilerek, giysilik kumaşa uygulama parametreleri incelenmiş ve giysi üzerinde göstereceği performansı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar ile telanın kumaşa yapışma özellikleri üzerine,

yapıştırma sıcaklık basınç ve süresinin etkileri, telalı kumaşların biyobozunurlukları, sıyırma dirençleri ve eğilme dayanımları incelenmiştir. Bu çalışmada, mevcut telalarda yaygın olarak kullanılan biyobozunur olmayan HDPE polimeri de kullanılarak PLA ve PCL'li telalı numuneler ile performans karşılaştırması yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlar, biyobozunur olmayan HDPE'li telalı numunelerin biyobozunur olmadığı, ancak sıyırma mukavemeti, eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin değerlerinden, en yüksek olduğu görülmektedir.

PLA'lı ve PCL'li telalı numuneler karşılaştırıldığında PLA'lı telalı numunelerin sıyırma mukavemetinin, eğilme uzunluğu ve eğilme rijitliğinin de PCL'li telalı numunelerinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan, yapışkan telayı kumaşa uygulama şartlarında yapışkan polimerin, konsantrasyonun, yapışma sıcaklığının ve yapışma süresinin etkileri oldukça önemli bulunmuştur. Konsantrasyon (200, 300 ve 400 g/kg), sıcaklık ve yapışma süreleri arttıkça sıyırma mukavemetinin, eğilme uzunluğunun ve eğilme rijitliğinin arttığı görülmektedir.

Sonuç olarak, yapılan bu çalışma ile piyasada yaygın olarak kullanılan HDPE içerikli biyobozunur olmayan yapışkan telalara alternatif olarak PLA kaplanmış biyobozunur telaların kullanılabileceği; ancak benzer sıyırma mukavemeti değerlerinin elde edilebilmesi için tela kumaşına uygulanan PLA'nın %35 oranında daha fazla kullanılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

Anonim, 2010.Wahington University, 2004 Symposium. Green packaging report. https://depts.washington.edu/poeweb/gradprograms/envmgt/2004symposium/-(Erişim tarihi: 24.10.2020).

Anonim, 2018.Tela Nedir. Tekstil bilgi. blogspot.com/2018/05/tela-nedir.html-(Erişim tarihi: 20.10.2020).

Anonim, 2019 a.Fusing Introduction / Part 1. https://tohproblemkyahai.com/fusing-introduction-part-1/- (Erişim tarihi: 20.10.2020).

Anonim, 2019 b.Tela nedir? Ne işe yarar?.https://www.hobimdikis.com/tela-nedir-tela-ne-ise-yarar/-(Erişim tarihi:24.10.2020).

Anonim, 2020.What is garment fusing and factors affecting it-https://tohproblemkyahai.com/fusing-why-what-and-how/- (Erişim tarihi: 24.10.2020).

Albertsson, A. C. ve Varma, I.K. (2003).Recent developments in ring opening polimerization of lactones for biyomedical applications, *Biomacromolecules,* 4,1466-1486.

Aldrich, W. ve Aldrich, J. (2007). Fabric form and flat pattern cutting, Blackwell Publishing, United Kingdom.

Amar, Z. ve Al-Gamal, G. (2015).Effect of different types and orientations of fusible interlinings on men striped shirt cuffs. *J.Am.Sci,* 11,66-72

Ashton, H., Mertz, J.A.M., Harper, J.L., Slepian, M.J., Mills, J.L., McGrath, D.V. ve Vande Geest, J.P. (2011).Polymeric endoaortic paving: Mechanical, thermoforming, and degradation properties of polycaprolactone/polyurethane blends for cardiovascular applications, *Acta Biomaterialia,* 7,287-294.

Averous, L. (2004).Biodegradable multiphase systems based on plasticized starch: A Review, *Journal of Macromolecular Science,* 3,231-274.

Bai, Y., Li, H., Gan, S., Li, Y., Liu, H. ve Chen. I. (2018).Flexible heating fabrics with temperature perception based on fine copper wire and fusible interlining fabrics with temperature perception based on fire copper wire and fusible interlining fabrics. *Measurement,* 122,192-200.

Bhat, G.S. (1995).Nonwovens as three-dimensional textiles for composites. *Mater.Manuf.Process,* 10,667-688.

Bregman, J. ve Lepanto, J. (1967).Apparel Manuf, 49, (10), 47 October, 1967.

Brookstein, D.S. (2009).Factors associated with textile pattern dermatitis caused by contact allergy to dyes, finishes, foams, and preservatives. *Dermatol. Clin,* 27:309-322.

Burnip, M. S. ve Thomas, T.H. (1969).The production and properties of knitted and woven fabrics. *Tex.Prog,* 1,1-128.

Calil, M.R., Gaboardi, F., Bardi, M.A.G., Rezende, M.L. ve Rosa, D.S. (2007). Enzymatic degradation of poly (caprolactone) and cellulose acetate blends by lipase and amylase. *Polymer Testing,* 26, 257-261.

Carlyle, H., William, S.B. ve Celil, E.J. (1962).Manufacturing an Insulating Interlining Fabric. U.S.Patent 3,043,733 10 July,1962.

Cassidy, C. ve Lomonov, S.V. (1998). Anisotropy of fabrics and fusible interlinings. *Int.J.Cloth.Sci.Technol,* 10, 379-390.

Cats, O., Fairclough, D. ve Ruckman, J.E. (2001).Men's tailored jackets: Objective measurement and consumer perception. *J. Fash. Mark. Manag. Int. J, 5, 189-198.*

Chasin, M. ve Langer, R. (1990).Biodegradable Polymers as Drung Delivery systems, Marcel Dekker, New York.

Chen, H., Liu, S., Yang, F., Xue, Y. ve Wang, T. (2009).The development of simultaneous partial nitrification, Anammox and denitrification (Snad) process in a single reactor for nitrogen removal. *Bioresour. Technol,* 100, 1548-1554.

Cooklin, G. (1990).Fusing technology, The Textile Institute, United Kingdom.

Cooklin, G., Hayes, S.G. ve McLoughlin, J.J. 2006.Introduction to clothing manufacture, Blackwell Publishing, Oxford, United Kingdom.

Çelebi, M. (2016).Biobozunur tarımsal örtü filmlerinin sebze ve meyve üretiminde kullanımı ve uygulamaları, Türkas, İstanbul, 5-6 Ekim.

Dapküniene, K. ve Strardiene, E. (2006).Influence of layer orientation upon textile systems tensile properties. Part 2. Investigation of tensile energy and linearity. *Mater. Sci,* 12, 247-252.

Dapküniene, K. (2008).Investigation and evaluation of textile materials and their fused systems tailorability and performance properties. *Ph. D.Thesis,* Kaunas University of Techonology, Kaunas, Lithuania.

Fairhurst, G.T. (2008).Discurvise leadership:A communication alternative to leadership psychology. *Manag. Commun. Q,* 21, 510-521.

Fung, W. (2002).'Coated and Laminated Textiles', CRC Pres, Woodhead Publishing Limited, England.

Gaucher, G., Dufresne, M.H., Sant, V.P., Kang, N., Maysinger, D. ve Leroux, J.C. (2005).Black copolymer micelles: preparation, characterization and application in drug delivery, *Journal of Controlled Release,* 109, 169-188.

Golomeova, S. (2011).Selection of supplier and quality of support materials in clothing production. *Master Thesis,* Faculty of Technology and Metallurgy, UKIM, Skopje.

Hazer, B. (2011).Biyobozunur Plastik Ambalaj Malzemeleri. http://bioplasttr.com/BIOPLASTICS.pdf-(Erişim tarihi: 30.10.2020).

Horrocks, A. R. ve Anand, S.C. (2000).Handbook of Technical Text, Elsevier: Amsterdam, The Netherlands.

Jeong, S.H., Kim, J.H. ve Hong, C.J. (2000).Selecting optimal interlinings with a neural network. *Textile Research Journal.* 70 (11), 1005-1010.

Jeong, S.I., Kim, B.S., Kang, S.W., Kwon, J.H., Lee, Y.M., Kim, S.H. ve Kim, Y.H. (2004).In vivo biocompatibilty and degradation behavior of elastic poly (L-lactide-co-e-caprolactone) scaffolds, *Biomaterials*, 25, 5939-5946.

John, M. J. ve Thomas, S. (2008).Biofibres and biocomposites. *Carbohydrate Polymers*, 71, 343-364.

Kamat, D.V. (1983).Fusible ınterlining of ımproved bond strength and dry cleaning resistance. U.S. Patent 4, 415- 622 15 November.

Kanık, M. (2013).Kaplama ve laminasyonla üretilen teknik tekstiller.

Kim, K., Inui, S. ve Takattera, M. (2011). Verification of prediction for bending rigidity of woven fabric laminated with interlining by adhesive bonding. *Tex.Res.J*, 81, 598-607.

Kim, K., Inui, S. ve Takatera, M. (2012).Prediction of bending rigidity for laminated fabric with adhesive interlining by a laminate model considering tensile and in-plane compressive moduli. *Tex.Res.J*, 82, 385-399.

Kim, K., Inui, S. ve Takatera, M. (2013).Prediction of bending rigidity for laminated weft knitted fabric with adhesive interlining. *Tex.Res.J*, 83, 937-946.

Kurumer, G. (2007).Konfeksiyon üretimi ve teknolojisi 446 s. Printer Ofset Matbaacılık, İzmir.

Lim, L.T., Auras, R. ve Rubino, M. (2008). "Processing Technologies for poly(lactic acid)", *Progress in Polymer Science*, 33, 820-852.

Lu, X.L., Sun, Z.J., Cai, W. ve Gao, Z.Y. (2008).Study on the shape memory effects of poly (L-lactide-co-espilon-caprolactone) biodegradable polymers, *Journal of Materials Science.Materials in Medicine,* 19,395-399.

Marlett, J.A. (1992).Content and composition of dietary fiber in 117 frequently consumed foods. *J.Am.Diet.Assoc*, 92,175-186.

Miller, J.A., Lin, S.B., Hwang, K.K., Wu, K.S., Gibson, P.E. ve Cooper, S.L. (1985).Properties of polyether-polyurethane block copolymers: Effects of hard segment length distribution. *Macromolucules*, 18, 32-44.

Morris, M.A. (1955).Thermal insulation of single and multiple layers of fabrics. *Text.Res.J,* 25,766-773.

Morris, P. ve Horsfield, M. (2006). Proses of Manufacturing and Use Thereof. U.S.Patent 11, 413-488 .23 November, 2006.

Mortazavi, S. M. ve Esmailzadeh, B.P. (2004).Application of mixtures of resin finishing to achieve some physical properties on interlining cotton fabrics: I-effect of stiffening and cross linking agents. *Iran.Polym.J,* 13,213-218.

Mousazadegan, F., Ezazshahabi, N., Latifi, M. ve Saharkhiz, S. (2013).Formability analysis of worsted woven fabrics considering fabric direction. *Fiber.Polym,* 14,1933-1942.

Niaounakis, M. (2015).Biopolymers: Processing and Products. Doi:10.1016/B978-0-323-26698-7.00008-8., PDL Handbook Series, Elseiver.

Oınay, D. (2009).Yemekhane atıklarından poli(L(t)laktik asit)'in enzimatik polimerizasyonu ve sentezlenen polimerin karakterizasyonu ve biyobozundurulması. (Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul).

Peng, H., Ling, J., Liu, J., Zhu, N., Ni, X. ve Shen, Z. (2010).Controlled enzymatic degradation of poly (e-caprolactone) based copolymers in the presence of porcine pancreatic lipase, *Polymer Degradation and Stability,* 95,643-650.

Rezwan, K., Chen, Q.Z., Blaker, J.J. ve Boccaccini, A.R. (2006).“Biodegradable and bioactive porous polymer/inorganic composite scaffols for bone tissue engineering”, *Biomaterials,* 27,3413-3431.

Rhodes, C. (1977a). Manuf. Clothier, 58, (6), 41 June, 1977.

Rhodes, C. (1977b).Manuf. Clothier, 58, (6), 45 June, 1977.

Ruban, S.W. (2009).“Biobased Packaging-Application in Meat Industry”, Veterinary World, 2(2),79-82.

Sahoo, S., Sasmal, A., Nanda, R., Phani, A.R. ve Nayak, P.L. (2010).Synthesis of chitoson – polycaprolactone blend for control delivery of ofloxacin drung, *Carbohydrate Polymers,* 79,106-113.

Savaşçı, Ö.T., Uyanık, N. ve Akoval, G. (1998).“Plastikler ve Plastik Teknolojisi”, Çantay kitabevi, İstanbul 7-13, 17-20,365,366.

Savenkova, L., Gercberga, Z., Nikolaeva, V., Dzene, A., Bibers, I. ve Kalnin, M. (2000). Mechanical properties and biodegradation characteristics of PHB-based films. *Process Biochemistry,* 35,573-379.

Stammen, E. ve Dilger, K. (2013).Adhesive bonding of textiles: Applications, In Jaining Textiles, Woodhead Publishing Limited: Sawston, UK, Cambrige, UK, pp,275-308.

Stukenbrock, K.H. (1971).Textil vered, 6(7), 459.,

Tarvainen, T., Malin, M., Suutari, T., Pollanen, M., Tuominen, J., Seppala, J. ve Jarvinen, K. (2003).Pancreation enhanced erosion of and macromolecule release from 2, 2-bis (2-oxazoline)-linked poly (e-caprolactone), *Journal of Controlled Release,* 86,213-222.

Tyler, J.D. (2008).Carrand and lathman's technology of clothing manufacture, Blackwell Publishing, Oxford.

Wang, X. ve Ke, Q. (2006).Experimental investigation of adhesive meltblown web production using accessory air. *Polym.Eng.Sci,* 46,1-7.

Woodruff, M. A. ve Hutmacher, D.W. (2010).The return of a forgotten polymer polycaprolactone in the 21st century, *Progress in Polymer Science,* 35,1217-1256.

Weber, C.J., Haugaard, V., Festersen, R. ve Bertelsen, G. (2002).Production and applications of biobased packaging materials for the food industry. *Food Additives and Contaminants,* 19,172-177.

Yang, S., Leong, K.F., Du, Z. ve Chua, C.K. (2001).The Design of Scaffolds for USE in Tissue Engineering-Part I. Traditional Factors, Tissue Engineering-Part I. Traditional Factors, Tissue Engineering, 7,6,679-689.

Yıldız, E.Z., Pamuk, O. ve Ziynet, O. (2011a). A study about the effects of interlinings to sewability properties of the woven fabrics. *Tekstil ve Konfeksiyon,* 1,87-90.

Yıldız, E.Z., Pamuk, O. ve Ondogan, Z.A. (2011b).A study about the effects of interlining to sewability properties of the woven fabrics. *Tekstil ve Konfeksiyon,* 21,87-90.

Yoruç, ABH. ve Uğraşkan. (2017). Yeşil polimerler ve uygulamaları. Afyon Kocatepe Üniversitesi, *Fen ve Mühendislik bilimleri dergisi,* 17,318-227.

Zhang, S. ve Uludağ, H. (2009).Nanoparticulate systems for growth factor delivery, *Pharmaceutial Research,* 26,1561-1580.

Zhang, Q. ve Kan, C. (2018).Institute of Textiles and Clothing, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong, China. A Review of Fusible Interlinings Usage in Garment Manufacture.