



EGE ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TABAKLANMIŞ DERİ ATIKLARININ
KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİNDE
KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Sevgi NALBAT

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Bahri BAŞARAN

Deri Mühendisliği Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 13.07.2016

Bornova-İZMİR

2016

EÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**TABAKLANMIŞ DERİ ATIKLARININ
KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİNDE
KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Sevgi NALBAT

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bahri BAŞARAN

Deri Mühendisliği Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi: 13.07.2016

Bornova-İZMİR

2016

Sevgi NALBAT tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak sunulan “Tabaklanmış Deri Atıklarının Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 13/07/2016 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Bahri BAŞARAN
Raportör Üye : Prof. Dr. Ahmet ASLAN
Üye : Prof. Dr. Akın ALTUN

İmza





EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Tabaklanmış Deri Atıklarının Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

13 / 07 / 2016



Sevgi NALBAT

ÖZET**TABAKLANMIŞ DERİ ATIKLARININ KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

NALBAT, Sevgi

Yüksek Lisans Tezi, Deri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bahri BAŞARAN

Haziran 2016, 62 sayfa

Deri sanayinin özellikle katı atıkları kısmen de olsa değerlendirilebilir özellikler taşımaktadır. Yüksek lif içeriğine sahip ve mukavim olan tabaklanmış katı deri atıklarının stabilitesinden dolayı doğal ortamda bozunabilirliği sorgulanmaktadır. Bu atıkların zararlı etkilerinin azaltılması veya ortadan kaldırılması için en etkili yöntemin rejenere ürünler olarak tekrar kullanılması olduğu düşünülmektedir.

Bu araştırmada; kromla tabaklanmış formdaki doğal deri lifleri, pozitif çevresel etki sağlamak amacıyla çeşitli kompozit uygulamaları için polimerler içinde dolgu ve takviye maddesi olarak değerlendirilmiştir. Stabil formda atık kolajen lifleri kullanılarak üç boyutlu matriks oluşturan kompozit yapılarda ürün özelliklerine etkisinin belirlenmesi için tanen türü, tanen oranı, yağlama maddesi oranı, bağlayıcı oranı ve türü, lif türü gibi parametrelere bağlı denemeler gerçekleştirilmiştir. Tanen türü ve oranı üzerine yapılan denemelerde lignin sülfonat kullanılan kompozitin daha mukavim olduğu ve % 3-15 oranlarında artan tanenin kompozitin fizikomekaniksel özelliklerini pozitif olarak etkilediği görülmüştür. % 4'e kadar artan oranlarda yağlama maddesi kullanımının mekanik özelliklere olumlu etki yaptığı, % 4'ün üzerindeki oranlarda artışın mukavemeti olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Bağlayıcı oranının kompozit malzeme üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, % 9-18 arasında artan bağlayıcı oranıyla ürünün hem mukavemet hem de esnekliği artmış ve bağlayıcı türleri arasında doğal lateksin fizikomekaniksel özellikler açısından daha uygun olduğu anlaşılmıştır. Lif türü olarak deri/kağıt lifi kompozisyonu ile en iyi sonuçlar elde edilmiş ve kompozit malzemelerde deri lifi ile diğer liflerin kullanılmasının ürün özelliklerini iyileştirdiği görülmüştür. Sonuç olarak yapılan çalışmada üretilen

kompozit malzemelerin (salpa) çeşitli fiziksel özellikler bakımından deriye benzerlik gösterdiği ve tabaklanmış deri atıklarının kompozit malzeme üretiminde kullanılmasının atık değerlendirilmesi açısından etkin bir yöntem olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar sözcükler: Tabaklanmış deri atığı, deri lifleri, kolajen lifi, kompozit malzeme, deri benzeri ürünler.



ABSTRACT**INVESTIGATION OF UTILIZATION OF TANNED LEATHER
WASTES IN MAKING COMPOSITE MATERIALS**

NALBAT, Sevgi

MSc in Leather Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Bahri BAŞARAN

June 2016, 62 pages

Leather industry solid wastes have some unique properties that enable them regenerative characteristics. These leather wastes are composed of chemically stabilized and durable fibrous structure and so their biodegradability is questionable. A cost effective and eco benign alternative method to disposal of these wastes is to reuse them.

In this research, chromium tanned leather fibers were used as a filler and reinforcement fragments in polymeric matrixes for several composite applications providing environmental compatibility. For the production of composites using leather wastes, the effect of the parameters including tanning agent kind and concentration, fatliquor concentration, binder concentration and kind, fiber kind were investigated. In the trials for tanning agent kind and concentration, it was understood that lignosulfonate gives the product better strength properties and an increase was found in the physicomechanical properties with the increase of tanning agents content between 3-15 %. To understand the effect of fatliquor concentration on the composite; 4 % was the optimum concentration. For the binder, stress and strain properties of the product increased with increasing concentration between 9-18 % and natural latex gave the best results as polymer matrix. For the fiber kind, it was found out that the combination of leather fiber with other fibers, especially with paper fibers, increased the product properties. As a result, it was pointed out that regenerated materials having leather-like properties could be produced with polymers reinforced with fibers obtained from solid leather wastes.

Keywords: Tanned leather waste, leather fibre, collagen fibre, composite materials, leather-like materials.

TEŞEKKÜR

Başta değerli görüşleri ile beni yönlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Bahri BAŞARAN' a, araştırmalarımın yürütülmesinde fabrikalarının kapılarını açarak gerekli ham madde, alet ve ekipman desteği sağlayan Aytaş Ayakkabı Yan Sanayi ve Tic A.Ş çalışanları Sn. Mesut ÖZLEM ve Ertan ÇÖĞMEN'e, 07 DPT 001 No'lu proje kapsamındaki cihaz ve ekipmanın kullanımı konusundaki desteklerinden dolayı E.Ü Mühendislik Fakültesi Deri Mühendisliği Bölümü' ne ve Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü' ne, eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan değerli aileme ve özellikle babam Sn. Burhan NALBAT' a,

Ayrıca çalışmalarım süresince hep yanımda olan ve bana büyük destek veren Sn. Mustafa AL TAMEEMI' e teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
KISALTMALAR DİZİNİ	xxi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1 Kompozit Malzemeler	3
2.2 Deri Sanayinde Katı Atık Sorunu	4
2.3 Tabaklanmış Deri Atıkları	6
2.4 Kolajen	7
2.5 Krom	9
2.6 Kromlu Deri Atıklarının Değerlendirilmesi	9
3 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	12
4. MATERYAL VE METOT	15
4.1 Tabaklanmış Deri Atıklarından Lif Eldesi	17

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

4.2 Kompozit Malzemelerin Hazırlanması	16
4.2.1 Farklı tanen türleri ile kompozit malzemelerin hazırlanması	18
4.2.2 Farklı tanen oranlarıyla kompozit malzemelerin hazırlanması	20
4.2.3 Farklı yağlama maddesi oranlarıyla kompozit malzemelerin hazırlanması	21
4.2.4 Farklı bağlayıcı oranlarıyla kompozit malzemelerin hazırlanması	22
4.2.5 Farklı bağlayıcı türleriyle kompozit malzemelerin hazırlanması	23
4.2.6 Farklı lif türleriyle kompozit malzemelerin hazırlanması	24
4.3 Test ve Analizler	26
4.3.1 Fiziksel testler	26
4.3.2 FT-IR (Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi) analizleri	27
4.3.3 SEM (Taramalı alan mikroskobu) analizleri	27
4.3.4 Yüzey pürüzlülüğü testi	27
5. BULGULAR	28
5.1 Çekme Mukavemeti Testine Ait Bulgular	28
5.2 Dikiş Yırtılma Mukavemetine Ait Bulgular	30
5.3 Fleksometre Testine Ait Bulgular	33

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5.4 Görünür Yoğunluk Tayini Bulguları	35
5.5 FT-IR Bulguları	36
5.6 SEM Bulguları	40
5.7 Yüzey Pürüzlülüğü Tayini Bulguları	46
6. TARTIŞMA	49
7. SONUÇ	53
KAYNAKLAR DİZİNİ	54
ÖZGEÇMİŞ	62



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Deri üretiminde atık yükü	5
2.2 Deri üretim prosesleri ve çıktıları	6
2.3 Kromla tabaklanmış derinin moleküler yapısı	7
2.4 Kolajenin üçlü heliks yapısı	8
2.5 Kolajen oluşum aşamaları	8
2.6 Kolajen proteininin moleküler organizasyonu	9
4.1 Deri atıklarının aşamalı olarak öğütülmesi	15
4.2 Karışımın suyunu uzaklaştırmak için kullanılan vakumlu hazne	18
4.3 Hidrolik pres	18
4.4 Kolajen ve polifenoller arasındaki hidrojen bağı	19
4.5 Yapılan kompozit malzeme örnekleri	25
4.6 SATRA TM3 bükülme indisi	26
4.7 Yüzey pürüzlülük test cihazı	27
5.1 Tanen türü denemelerine ait FT-IR spektrumları	37
5.2 Tanen oranı denemelerine ait FT-IR spektrumları	37
5.3 Yağ oranı denemelerine ait FTIR spektrumları	38
5.4 Bağlayıcı oranı denemelerine ait FT-IR spektrumları	38

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.5	Bağlayıcı türü denemelerine ait FT-IR spektrumları39
5.6	Lif türü denemelerine ait FT-IR spektrumları39
5.7	Tanen türüne ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)41
5.8	Tanen oranına ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)42
5.9	Yağlama maddesi oranına ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)43
5.10	Bağlayıcı oranına ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)44
5.11	Bağlayıcı türüne ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)45
5.12	Lif türüne ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)46

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Kompozit malzemelerin üretimine ait temel reçete	16
4.2 Kullanılan tanen türleri ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler	19
4.3 Kullanılan tanen oranları ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler	20
4.4 Kullanılan yağlama maddesi oranları ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler.....	21
4.5 Kullanılan bağlayıcı oranları ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler.....	22
4.6 Kullanılan bağlayıcı türleri ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler	23
4.7 Kullanılan lif türleri ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler	24
5.1 Kompozit malzemelere ait çekme mukavemeti sonuçları	29
5.2 Kompozit malzemelere ait dikiş yırtılma mukavemeti sonuçları	31
5.3 Kompozit malzemelere ait fleksometre testi sonuçları	33
5.4 Kompozit malzemelere ait görünür yoğunluk sonuçları	35
5.5 Kompozit malzemelere ait yüzey pürüzlülük değerleri	48



KISALTMALAR DİZİNİKısaltmalar

PVC	Polivinil klorür
MMA	Metil metakrilat
NBR	Nitril bütadien kauçuk
PVP	Polivinil prolidon
SBR	Stiren bütadien kauçuk
FT-IR	Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi
SEM	Taramalı alan mikroskobu

1. GİRİŞ

Deri sanayi kirlilik yönüyle tanınan ve bu konuda oldukça fazla toplumsal baskı ile üretimini sürdürmeye çalışan bir endüstriyel alandır. Sektör bu açıdan bazı çevresel sorunların kaynağı olarak görüldüğünden, üretim gelişmiş batılı ülkelerin çoğunda sürdürülememiş ve gelişmekte olan ülkelere doğru zorunlu bir göçe maruz kalmıştır. Gelişmiş ülkelerde daha ziyade üretimin sürdürülebilirliği yaşanan çevresel sorunlar sonucu katma değeri ve karlılığı fazla, yenilikçi ve teknik deri ürünlerinin üretimi ile sınırlandırılmıştır.

Ülkemiz, İtalya ve İspanya ile birlikte Avrupa'nın önde gelen deri üreticilerindedir. 1990'lerden itibaren teknolojisini yenileyerek ve organize sanayi bölgelerine taşınarak modern üretim anlayışını benimsemiş, fakat üretimini büyük oranda giysilik ve ayakkabılık deri kapsamında tutarak altyapı imkanlarını ürün çeşitliliği yönünde değerlendirememiştir. Bununla birlikte; bu tür standardize edilmiş prosesler üzerine planlanan üretim modelleriyle yapılan üretim faaliyetinin rekabetçiliği de zaman içerisinde azaldığından, ülkemiz sektörel olarak uzakdoğu ülkelerinin tehdidini fazlasıyla hissetmeye başlamıştır. Aynı zamanda atıkların değerlendirilmesi konusunda da yeterli yatırımlar ile mevcut potansiyelin değerlendirilmesi olanakları üzerinde de durulmamış ve üretimde sürdürülebilirlik önemli sorun haline gelmiştir.

Deri sanayi; Türkiye'nin önemli sektörlerinden biri olmakla birlikte, oluşturduğu atıklar açısından tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de günden güne daha yoğun bir çevresel baskıyla karşı karşıya kalmaktadır. Söz konusu atıklar içerisinde hem hacimsel olarak hem de deponi alanlarında oluşturduğu sorunlar bakımından en büyük problemi tabaklanmış lifli deri atıkları oluşturmaktadır. Gerçekte bu atıklar oldukça değerli protein tipi olan kolajenin çeşitli boyutlardaki liflerinin örgüsünden oluşmaktadır. Bu lifli atıklar kullanılabilir özellikler taşımakla birlikte; söz konusu bu atıkların doğrudan kullanılarak değerlendirilmesi çalışmaları da oldukça sınırlıdır.

21. yüzyıl ile birlikte dünyamızda büyük değişimler ve gelişimler sürmektedir. Doğal ürünlerin giderek azalması, teknolojinin gelişmesiyle endüstriyel üretimin ve buna bağlı çevresel sorunların her geçen gün biraz daha artması güncel bir sorun olarak görülmektedir. Bu gelişmelere bağlı olarak çevresel zararın bertarafı için bütün sektörel alanlarda geri dönüşüm ve yeniden kullanım yaklaşımları ile çevre dostu ve geri dönüşüm özelliği olan rejenere

ürünlerin üretimi ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu nedenlerle deri sanayi açısından da yeni ve çevreye dost teknolojilerin geliştirilmesi, yeni üretim modelleri ve ürün formlarının araştırılması çalışmaları son derece önemli hale gelmiştir. Bu kapsamda tabaklanmış deri atıklarının farklı kullanım alanlarına yönelik fonksiyonel ürünlere dönüştürülmesi, sektörel açıdan önemli bir çevresel sorunun çözümü olarak değerlendirilmektedir.

Bu tez çalışmasında; derinin üç boyutlu lif örgü dokusu ve strüktürel özelliklerinden yararlanılarak, yeni bir tekstür oluşturulması hedefiyle doğal liflerin rejenerasyonu ile kompozit malzeme üretimi üzerine çalışılmıştır. Bu amaçla kromla tabaklanmış deri atıkları çekiçli değirmende çeşitli boyutlarda öğütülerek liflendirilmiş ve daha sonra polimerler ve diğer yardımcı maddelerle uygun şartlar altında karıştırılarak tabaka malzeme halinde yayılması ile kullanılabilir kompozit malzemeler elde edilmiştir. Ürün girdilerinin, ürünün performans özellikleri üzerindeki etkisini görmek amacıyla tanen türü, tanen oranı, yağlama maddesi oranı, bağlayıcı oranı, bağlayıcı türü ve lif türü gibi parametrelerle ürün denemeleri gerçekleştirilmiş, üretilen ürünlerin fizikomekaniksel ve strüktürel karakterizasyonları yapılmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde bu tür ürünlerin deriye benzer özellikler sergilediği, ayakkabı ve tekstil alanındaki uygulamalar için uygun olduğu ve özellikle bazı alanlarda değerlendirilebilmesi açısından beklentiler doğrultusunda bu özelliklerin geliştirilebileceği görülmüştür.

2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Kompozit Malzemeler

Kompozit, belirli bir alana yönelik daha iyi özellikler meydana getirmek amacıyla iki ya da daha fazla malzemenin kombinasyonunun oluşturulması şeklinde tanımlanmaktadır. Her bileşenin kendi fiziksel ve kimyasal özelliklerini ayrı ayrı sergilediği kompozit malzemelerde temel iki faz söz konusudur. Takviye fazı malzemeye mukavemet ve sertlik kazandırırken genellikle lif veya partikül olan takviye malzemeleri matrikse göre daha sert ve mukavim özellikler göstermektedir. Sürekli faz olan matriks; polimer, metal ya da seramik olabilmektedir. Polimerler düşük mukavemet ve sertliğe sahipken; metaller orta mukavemet ve sertlik yanında yüksek süneklik özellikleri göstermektedir. Seramikler ise yüksek mukavemet ve sertlik özelliklerine sahiptir ve kırılırlardır. Matriks, düzgün lif yönelimini sağlamak, lifler arasında boşluk oluşturmak ve lifleri çevresel etkilere karşı korumak amacıyla oluşturulmaktadır (Campbell, 2010; Hayes and Gammon, 2010; Masuelli, 2013).

Lif ve polimerlerin birlikte kullanımıyla üretilen kompozitlerde çeşitli parametreler kontrol altında tutulduğu sürece uygun özelliklere sahip ürünler elde edilmektedir. Aksi takdirde bu tür parametreler kompozitin özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu kompozitlerin özellikleri; lif ve polimer tipi, lif boyutu, lif konsantrasyonu, lif fleksibilitesi, lif ve polimer arasında fizikokimyasal bağlanma sonucu oluşan ara yüzey alanı, dispersiyonun kalitesi, lif yönelimi ve proses şartları gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Takviye ajanının türü ve miktarı nihai ürünün özelliklerini belirlemektedir. Pratik uygulamalarda kompozite hacim üzerinden yaklaşık olarak % 70 takviye malzeme ilave edilebilmektedir. Lif ve polimer karışımının homojen bir şekilde yapılması, polimer matriks ve lif arasında yeterli arayüzey oluşturulması için son derece önemlidir (Campbell, 2010; Ferreira and Freitas, 2010; Lucas et al., 2011). Polimer maddesi, takviye elemanını çok iyi sarabilmeli ve ıslatabilmelidir. Islanma iyi olmazsa, zayıf bir arayüzey meydana gelir. Islatılabilirlik gerek şarttır, ancak; iyi bir arayüzey için yeter şart değildir. Polimerin ani dökülmesi, takviye elemanının yüzeyinde hava kabarcıkları oluşmasına, zayıf ara bağlara ve zamanla çatlakların oluşumuna neden olur (Ulcay et al., 2002).

Kompozit malzemeler, farklı uygulama alanlarının problemlerine çözüm olabilecek değerli multifonksiyonel materyallerdir. Doğal kaynakların geri dönüşümü ve tekrar kullanımı rejenere malzemelerin keşfine yeni bir boyut kazandırmaktadır. Son yıllarda geleneksel inorganik lif takviyeli kompozitlerin yerine doğal lif takviyeli polimer matris kompozitlerin üretimi araştırmacılar için ilgi odağı olmuştur. Cam ve karbon lifleriyle karşılaştırıldığında doğal lifler biyobozunabilirlik, hafiflik ve yüksek spesifik mukavemet gibi özelliklerinin yanında ekonomik olması dolayısıyla çevre dostu materyallerin geliştirilmesinde tercih edilmektedir (Nahar et al., 2013).

Doğal lifli polimerik kompozitlerde; polimerler matris, lifler ise dolgu maddesi ya da takviye ajanı olarak kullanılmaktadır. Doğal lifler orijinlerine göre: bitkisel, hayvansal ya da mineral lifler olarak sınıflandırılabilir (Lucas et al., 2011). Bu lifler, kompozit malzemelerin mekanik özellikleri ve termal dayanımlarının geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Deri lifleri ana bileşenin kolajen olmasından dolayı diğer liflere oranla daha üstün özelliklere sahiptir (Ambro' sio et al., 2011). Bu nedenlerle kompozit üretiminde bazı avantajlarına dayalı olarak son yıllarda kullanımı üzerinde durulmaya başlanmıştır.

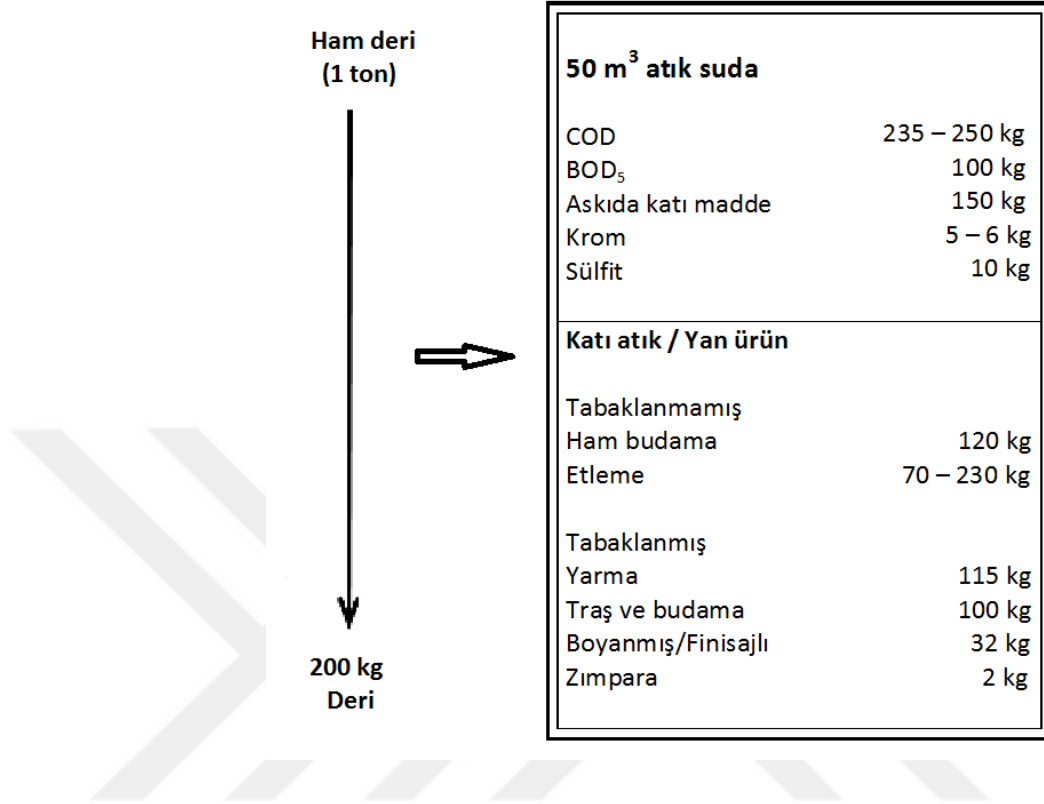
2.2 Deri Sanayinde Katı Atık Sorunu

Deri sektörü uzun yıllardır ülkemiz ekonomisinin hem ihracat hem de istihdamında önemli bir paya sahip üretimini sürdürmektedir. Fakat ülkemiz için önemli bir üretim dalı olan bu sektör her yıl meydana gelen yüzlerce ton atık nedeniyle son zamanlarda büyük sorunlar yaşamaktadır.

Deri sanayi kaynaklı yıllık dünya genelinde yaklaşık 600.000 ton katı atık oluşmaktadır ve bu atıklar çevre ve insan sağlığı açısından önemli derecede tehlike arz etmektedir (Santana et al., 2002). Deri üretiminde mevcut teknoloji çerçevesinde 1 ton ham derinin 200 kg'ının mamül deri haline dönüştüğü, bu miktarın % 50 gibi büyük bir payının katı atık olduğu, yine toplam üzerinden % 20'lik kısmın da tıraş ve budama işlemlerinde atıldığı (Şekil 2.1) bildirilmiştir (Erdem ve Özverdi, 2007; El-Sabbagh and Mohamed, 2011; Lakraflı et al., 2012).

Katı atıklar genellikle kırsal kesimlerde vahşi olarak depolanmakta ya da yakılarak bertaraf edilemeye çalışılmaktadır. Bu uygulamaların toksik krom bileşiklerinin oluşumuna olanak sağladığı için çeşitli problemlere neden olduğu

bilinmektedir. (Santana et al., 1998; El-Sabbagh and Mohamed, 2011; Sundar et al., 2011).

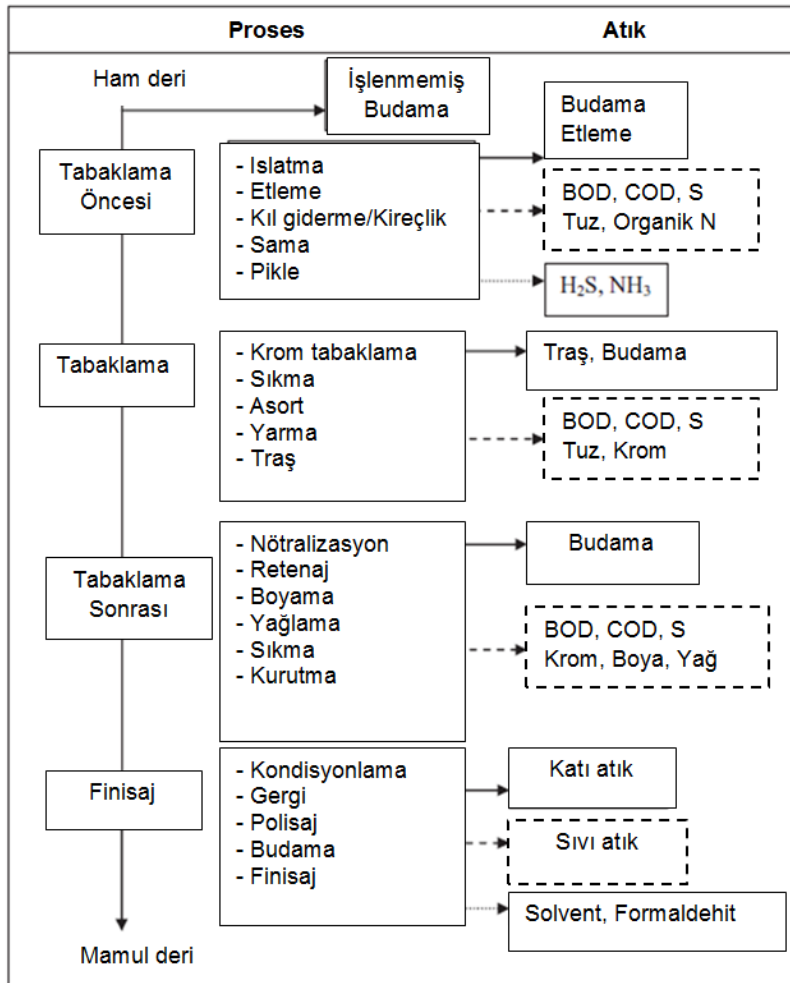


Şekil 2.1. Deri üretiminde atık yükü (Sundar et al., 2011)

Atık yükünün fazlalığı, sıkı çevresel düzenlemeler ve bu atıkların düzenli olarak depolanabilmesi için kullanılacak alanların yetersizliğinden dolayı deri atıklarının yönetimi global çevresel bir problem haline gelmiştir ve her geçen gün bu konudaki endişeler artmaktadır (El-Sabbagh and Mohamed, 2010; Ambro' sio et al., 2011; Fathima et al., 2012). Katı atık sorununa bütünsel bir çözüm bulabilmek için yıllardır çeşitli araştırmalar sürdürülmektedir. Bu konuda yapılan araştırmaların çoğu atık proteinlerin hidrolizi veya atıkların yakılması gibi yöntemlerle ilgilidir. Uygulanan kimyasal ve enzimatik hidroliz muameleleri kolajenin bozulmasına neden olduğundan dolayı her iki durumda da elde edilen sonuçlar tam olarak tatmin edici değildir (Chronska et al., 2008). Ayrıca; deri atıklarının uygunsuz bir şekilde imha edilmesi çevresel kirliliğe neden olmaktadır. Bu nedenle deri atıklarının değerlendirilmesinde atıkların direk olarak kullanılması ve uygun bir şekilde değerli diğer ürünlere dönüştürülmesi bu yöntemlere alternatif umut vaat eden bir çözüm yöntemidir (Sekar et al., 2007).

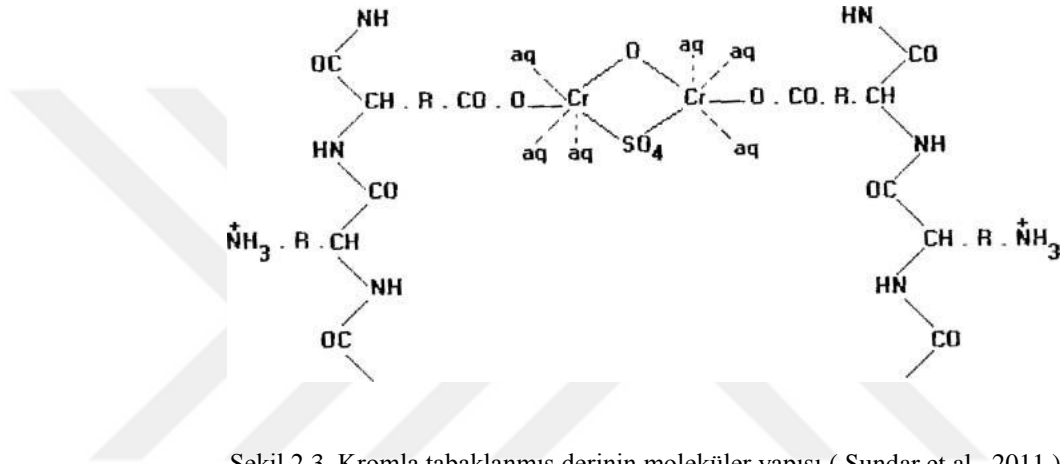
2.3 Tabaklanmış Deri Atıkları

Deri sanayinde ham deri çeşitli kimyasal ve mekanik işlemlere tabi tutularak mamül hale dönüştürülmektedir (Amir et al., 2008; Anupama et al., 2013). Tabaklama işlemi; deriyi mikrobiyal bozulma, ısı ve nem gibi çevresel etmenlere karşı korumak amacıyla uygulanan temel bir işlemdir. Geleneksel olarak tabaklama işlemi bitkisel ve mineral tabaklama olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Bitkisel tabaklamada bitkilerden elde edilen tanenler, mineral tabaklamada ise alüminyum, zirkonyum ve krom gibi mineral maddeler kullanılmaktadır. Deriye eşsiz özellikler kazandırması ve işlem süresinin daha kısa olmasından dolayı yaygınlık açısından krom tabaklama yöntemi dünya genelinde yaklaşık % 80' lik paya sahiptir. Kromla tabaklama işleminde % 7-10 oranında % 25 krom oksit (Cr_2O_3) ve % 25-30 sodyum sülfat içeren bazik krom sülfat ($Cr(OH)(SO_4)$) kullanılmaktadır. Bu proste ham deri bozulmaz bir hale getirilirken, çeşitli kimyasalları içeren sıvı ve katı atık meydana gelir (Şekil 2.2).



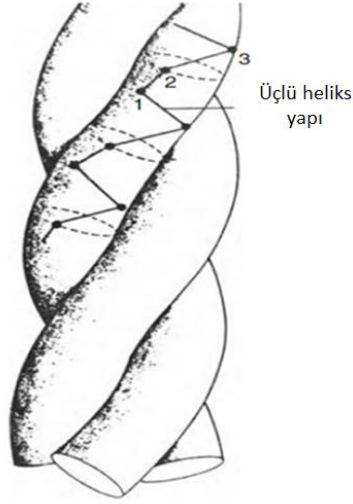
Şekil 2.2. Deri üretim prosesleri ve çıktıları (Sundar et al., 2011)

Bu atığın büyük bir çoğunluğu kromla tabaklama işleminden kaynaklandığı için üç değerlikli krom içeren bu atıklara karşı özel bir dikkat gösterilmektedir. Dünya genelinde yıllık 0.8 milyon ton kromla tabaklanmış deri atığı meydana gelmektedir. (Lopresto et al., 2009; IL&FS, 2010; Denz ve Eminoğlu, 2012; Nigam et al., 2015). Kolajen ve Cr (III) kompleksi ihtiva eden bu atıklar potansiyel kolajen proteini ve krom kaynağı olarak görülmektedirler (Heidemann, 1991). Kromla tabaklanmış deri atıkları oldukça stabildir ve bozulmaya meyilli değildir. Bu stabilite Cr (III) tuzu ve kolajenin karbonil grubu arasındaki güçlü bağdan ve kompleksleşmeden (Şekil 2.3) ileri gelmektedir (Sanjuán-Herráez et al., 2012) .



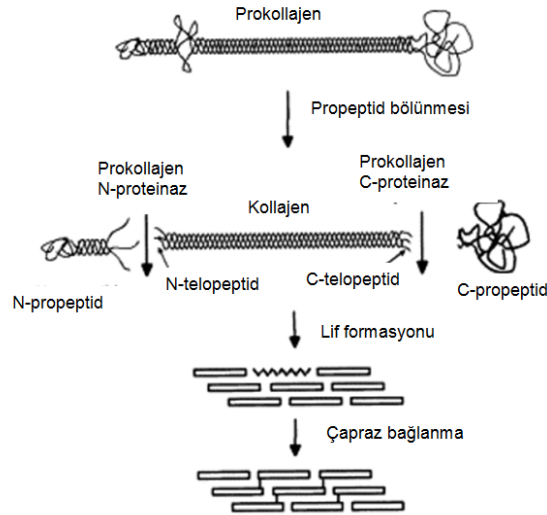
2.4 Kolajen

Deri, binlerce yıldır insanlar tarafından en yaygın olarak kullanılan lifli materyallerden biridir. Kolajen derinin temel proteindir ve tüm diğer proteinlerde olduğu gibi doğal amino asitlerin bir araya gelerek oluşturduğu bir yapıdır. Kolajen molekülü üçlü heliks yapı olarak adlandırılan üç sarmal zincirden (Şekil 2.4) oluşmaktadır (Covington, 2009; Nahar et al., 2013).



Şekil 2.4. Kolajenin üçlü heliks yapısı (Covington, 2009)

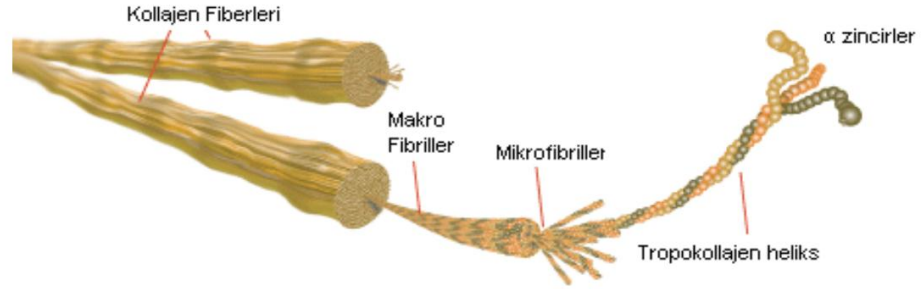
Polipeptitler eksen etrafında dönerek 300 nm uzunluğunda (1000 amino asit) ve 1,5 nm çapında üçlü heliks yapıyı meydana getirirler. Bu yapı tropokolajen olarak adlandırılır. Üçlü heliks yapıda ve tropokolajen molekülleri arasında kovalent çapraz bağlanma söz konusudur (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Kolajen oluşum aşamaları (Holmes et al., 2001)

Konformasyon açısından kolajen molekülleri ince lifleri oluştururken, bu ince lifler, lif demetlerini oluşturmak için bir araya gelmekte ve lif demetleri gruplaşarak kolajen liflerini meydana getirmektedirler (Şekil 2.6). Bu lifler koryum tabakası boyunca bölünerek diğer liflerle tekrar birleşmektedirler. Çapraz

bağlanma ile gerçekleşen bu dönüşüm deriye sağlamlık ve kararlılık kazandırmaktadır (Covington, 2009).



Şekil 2.6. Kolajen proteininin moleküler organizasyonu (Yetim, 2011)

2.5 Krom

Krom, deri sanayi atıklarında bulunan ağır metaller arasında en fazla çevre kirliliğine yol açan maddelerdendir. Krom, -2 ile 6 değerlikleri arasında oksidasyon sergileyen farklı kimyasal formlarda bulunabilir, fakat doğada sadece 0 ile 6 arası değerliğe sahip formları stabildir, üç ve altı değerlikli olanları ise en stabil olanlardır. Cr^{+3} ün mevcudiyeti, konsantrasyonu ve formları; hidroliz, kompleksleşme, redoks reaksiyonları ve absorpsiyon gibi çeşitli kimyasal ve fiziksel işlemlere bağlıdır. Cr^{+3} uygun pH ve sıcaklık gibi koşullar altında Cr^{+6} ya dönüşebilmekte ve bu krom bileşikleri mutasyon ve kansere neden olabilmektedir. Cr^{+3} , Cr^{+6} ya oranla daha az toksik ve değişkendir. Ayrıca hücrelere bin kat daha fazla penetre olabilmektedir (Mwinyihija, 2010; Nigam et al., 2015).

2.6 Kromlu Deri Atıklarının Değerlendirilmesi

Deri sanayinin çevresel kirlilik yükünün büyük bir bölümünü oluşturan kromlu deri atıkları budama, yarma, tıraş, zımpara gibi çeşitli tabaklama sonrası işlemler sırasında meydana gelmektedir. Kolajen içeriğinden dolayı atıkların geri dönüşümüyle ilgili tekstil, deri, kağıt, farmakoloji, kozmetik, tıp gibi alanlarda potansiyel uygulamalar yürütülmektedir. Kromla tabaklanmış katı deri atıklarının değerlendirilmesi için çeşitli alkali, asitik ve enzimatik hidroliz yöntemlerine dayalı birçok çalışma yapılmıştır. Fakat bu çalışmalarda değerlendirme proseslerinin çoğu kolajenin yapısında bozulmaya ve yeni tehlikeli atıkların oluşumuna neden olmuştur.

Önceleri, tabaklanmış atıkların fazla bir ön muameleye gerek duyulmadan yalıtım, yapı malzemeleri, lifli tabakalar ve ayakkabı tabanı gibi ürünlerde kullanılması üzerine yoğunlaşmıştır. Bununla beraber deri atıkları kağıt, atıkları ile birlikte kağıt üretiminde kullanılmıştır. 1970 ile 1993 yılları arasında yem ve gübre üretiminde kullanmak için kromlu deri atıklarının hidrolizasyonu ile amino asit ve peptit eldesi konusunda bir çok makale ve patent yayınlanmıştır (Ohtsuka, 1973; Alves Dos Reis and Beleza, 1991a,b; Taylor et al., 1992). Hidroliz amacıyla birçok method geliştirilmiştir. Buharlı Ca(OH)_2 kullanımı (Holloway, 1978; Guardini, 1983) ya da yüksek sıcaklık ve basınçta NaOH kullanımı (Galatik et al., 1988) gibi bazı hidroliz, asidik hidroliz (Wojciech, 1998), enzimatik hidroliz (Sivaparvathi et al., 1986) yöntemleri atıklardan kromun geri dönüşümü ve protein izolasyonu için kullanılan yöntemlerdir. Kromlu atıkların peroksit ile oksidasyonu sonucu kolajen lifi ve Cr(VI) elde edilebilir (Cot et al., 1991). Islak hava oksidasyonu ve yakma sadece Cr(VI) 'nin geri dönüşümü için kullanılmıştır (Imai and Okamura, 1991). Fakat bu proseslerin tamamında toksik Cr(VI) bileşiklerinin meydana gelmesi nedeniyle indirgeyici diğer pahalı yöntemlere gereksinim duyulmuştur.

Taylor et al. (1990, 1992), yem ve gübre üretiminde kullanılmak üzere alkali proteolitik enzimlerle kromsuz hidrolizat elde etmek için bir aşamalı proses geliştirmişlerdir. Daha sonra adhesivler, kozmetik ürünler ve emülgatörlerde kullanmak için jelleşebilen protein elde etmek amacıyla iki aşamalı proses geliştirilmiştir. Bu proseste ilk aşamada deri bir alkali ile parçalanmış ve ikinci aşamada ise alkali bir proteaz kullanılmıştır. Fakat bu iki proseste de yan ürün olarak kromla çapraz bağlı atık protein içeren krom çamuru meydana gelmiştir. Manzo and Fedele (1996) kromlu deri atıklarından hidrolizat elde edip bu hidrolizatı deri tabaklama işleminde kullanmışlardır.

Son yıllarda ise atıkların direk olarak kullanılmasına yönelik çalışmalar önem kazanmaktadır. Katı deri atıklarından elde edilen lif ve partiküllerle polimerler karıştırılarak kompozit yapıların oluşturulması ve bu kompozit yapıların özelliklerinin geliştirilmesi konusunda son yıllarda polimer teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak oldukça fazla çalışma yapılmakta ve yeni uygulamalar da pratiğe aktarılmaktadır. Bu amaçla tabaklanmış katı deri atıkları çeşitli yöntemlerle termoplastik ve kauçuk polimerler ile karıştırılarak tabaka materyaller oluşturulmasına dayalı uygulamalar yoğunlaşmıştır. Tıraş ve zımpara gibi katı deri atıklarının çeşitli polimerle karıştırılarak kompozit yapıların geliştirilmesinde kullanılması alternatif bir atık değerlendirme yöntemidir. Bunun

için deri atıkları çeşitli boyut küçültme işlemlerinden geçirilir. Daha sonra doğrudan ya da farklı kimyasal uygulamalara tabi tutularak polimerlerle karıştırılır ve kompozit haline getirilir. (Chronska and Przepiorkowska, 2009; Ashokkumar et al., 2010).



3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tabaklanmış deri atıklarının kompozit malzeme üretiminde kullanılması üzerine günümüze kadar birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar deri lifi katkılı kompozit teknolojinin gelişmesinde önemli çalışmalardır. Özellikle 1970' li yıllardan itibaren önemli gelişmeler kaydedilmiş ve günümüz teknolojinin temelleri atılmıştır.

Okamura and Shirai (1972), kromla tabaklanmış deri atıklarının kompozit üretiminde kullanılmasına yönelik baz bir çalışma yapmışlar ve deri liflerinin kompozit içerisinde kağıt ve selüloz lifleriyle beraber kullanılmasının ürün özelliklerini geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Santane et al. (1998), deri liflerini polivinil klorür (PVC) içinde takviye ajanı olarak kullanmışlar ve tabaka halinde kompozit malzeme hazırlamışlardır. Araştırmacılar kompozit malzeme içindeki deri lifi miktarının üretilebilirlik ve ürün özellikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada % 40' a kadar artan lif miktarının ürünün mukavemet özelliklerini arttırdığı görülmüş ve üretilen kompozitlerin çeşitli ayakkabı ve giyim uygulamaları için uygun olduğu anlaşılmıştır.

Santana and Moreno (1999), deri liflerini metil metakrilat (MMA) kullanarak graft polimerizasyon yöntemiyle kimyasal modifikasyon işlemine tabi tutmuşlar ve kompozit malzeme üretiminde kullanmışlardır. Modifiye edilmiş deri liflerinin polimer matriks ile daha iyi etkileşime girerek ürün mukavemet özelliklerini iyileştirdiğini, fakat uzama üzerinde etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Santana et al. (2002a,b), yaptıkları iki ayrı çalışmada; ilk olarak kullanılan polimerlerle uyumluluğu arttırmak amacıyla kromla tabaklanmış deri liflerini MMA ile modifiye etmişlerdir. Modifiye işlemi sırasında daha önceki çalışmalarından farklı olarak kullanılan monomer ve başlatıcı miktarı, reaksiyon sıcaklığı gibi parametrelerin etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarının ikinci aşamasında modifiye ettikleri deri liflerini farklı oranlarda PVC matriks içinde kompozit yapımında kullanmışlardır. Modifiye işleminde kullanılan monomerin miktarı arttıkça liflerin su absorpsiyonunun düştüğü ve polimer ile etkileşiminin arttığı görülmüş, bu durumun ürünün mukavemet ve uzama özelliklerini

iyileştirdiği anlaşılmıştır. Ayrıca kompozit içinde kullanılan lif miktarı arttıkça ürünün elastisite modülünün arttığı bildirilmiştir.

Deri atıklarının izopren ve butadien akrilonitril kauçuk içinde doldurucu madde olarak değerlendirilmesine dayalı yapılan çalışmada, deri lifi ilavesinin materyalin yaşlanma dayanımı ve mikrobiyal bozunmaya karşı reaktifliğini arttırdığı görülmüştür. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda materyalin mukavemet ve uzama değerlerinde de artış gözlenmiştir (Przepiorkowska et al., 2004; Przepiorkowska et al., 2005; Przepiorkowska et al., 2006; Przepiorkowska et al., 2007).

Ramaraj (2006), atık zımpara tozlarını akrilonitril bütadien stiren ile birlikte kompozit malzeme yapımında kullanmıştır. Yapılan çalışmada atık deri tozlarının ürünün mekanik ve termal özelliklerini değiştirmedeği anlaşılmış ve hatta çekme modülü ve uzamasında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Bu durum, deri tozlarının kullanılan polimer ile uyumlu olmadığına bağlanılmıştır. Fakat yapılan araştırmanın maliyet düşüşü, atıkların değerlendirilmesi ve çevresel faydalar gibi avantajlı yönlerinin olduğu öne sürülmüştür.

Rajaram et al. (2009), kromlu tıraş atıkları ve zımpara tozları ile kompozit malzeme hazırlanması, karakterizasyonu ve uygulanması üzerine çalışmışlar ve bu çalışmada polimer olarak nitril bütadien kauçuk (NBR), stiren bütadien kauçuk (SBR), neopren kauçuk kullanmışlardır. Deri lifleri öncelikli olarak alkaliler ile ön işleme tabi tutulmuştur. Polimer miktarındaki artış mekanik özelliklerinde artmasını sağlamıştır. Liflerin ön muamelesi lif ile polimer arasındaki bağlanmayı arttırmış ve bu, çekme uzaması ve fleksibilite özelliklerine pozitif olarak yansımıştır. Bu kompozitler ile yapılan ayakkabı bileşenleri ise tabaklanmış deri atıklarının kompozit malzeme üretiminde kullanımının efektif bir atık değerlendirme yöntemi olduğunu göstermiştir.

Ashokkumar et al. (2010), kompozit malzeme üretiminde kolajen ihtiva eden tabaklanmamış budama atıkları ve kromlu tıraş atıklarının değerlendirilmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Farklı oranlarda polivinil prolidon içinde kullanılan bu atıkların ürün özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Polimer oranı arttıkça ürünün mekanik özelliklerinin ve termal özelliklerinin arttığı görülmüştür. Kompozit içine PVP ilavesiyle arayüzey gerilimin yükseldiği ve lifler arasındaki ayrışmanın azaldığı gözlemlenmiş ve bu tür ürünlerin ayakkabı, giyim ve benzer sektörlere yönelik uygulamalarda kullanılabileceği belirtilmiştir.

Ferreira and Freitas (2010), katı deri atıklarından elde ettikleri kısa lifleri SBR ve NBR ile birlikte ayakkabı tabanı yapımında kullanmışlardır. Deri liflerinin kompozit malzemeye ilavesiyle beraber ürünün yırtılma mukavemeti % 15 oranında artmış, fakat çekme mukavemeti ve çekme uzamalarında ters etki görülmüştür.

El-Sabbagh and Mohamed (2011), araştırmalarında öncelikle deri liflerini amonyak ve sodyum formiyatla ön muamele işlemine tabi tutmuşlardır. Sonra ön muamele görmüş ve muamele görmemiş % 2-4-6-8-10 oranında lifleri akrilonitril bütadien kauçuk ile karıştırarak kompozit malzeme hazırlamışlar ve ürün özelliklerini karşılaştırmışlardır. Hem muamele görmüş hem de görmemiş liflerin % 5'e kadar kompozitin çekme mukavemeti ve elastisite modülü özelliklerini iyileştirildiği anlaşılmıştır. Ayrıca; deri lifi ilavesi ile termal stabilite özelliklerinde iyileşme gözlenmiş ve bu atıkların kullanımının maliyeti düşürdüğü anlaşılmıştır.

Ashokkumar et al. (2011), krom ihtiva eden deri atıklarını selüloz ile kombine ederek yumuşak kompozit malzeme üretiminde kullanmışlardır. Yapılan çalışmada selüloz miktarı arttıkça mukavemet artarken ürünün yumuşaklığında düşüş gözlenmiştir. SEM analizleri sonucunda selülozun ilavesiyle birlikte mikrogözeneklerin azaldığı ve daha düzgün bir tabaka oluşumu görülmüştür. Ayrıca ürünün termal özellikleri de artmıştır. Tüm bu özelliklere bakıldığında kompozit yapı içindeki selüloz konsantrasyonunun artmasıyla krom-kolajen matriks ile lifler arasındaki bağlanmanın da arttığı belirtilmiştir.

Yapılan bütün bu çalışmalar değerlendirildiğinde mekanik özellikler açısından elde edilen ürünler mükemmel sonuçlar göstermese de ayakkabı iç taban ve taban yapımında kullanılmak için aşınma dayanımı, yırtılma dayanımı, yapışkan maddelere karşı dayanım, sertlik, esneklik gibi özellikler bakımından yeterli olduğu anlaşılmıştır.

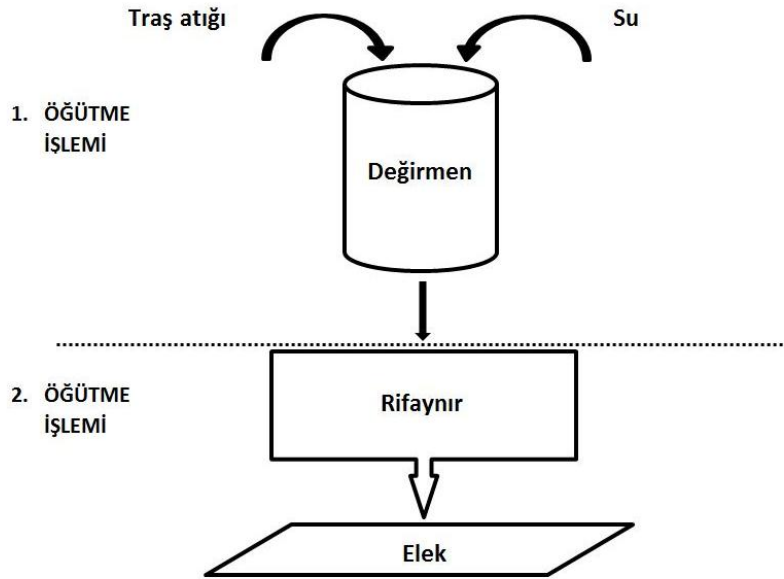
4. MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada yapılan tüm uygulamalar Denizli’de salpa üretimi konusunda faaliyet gösteren Aytaş Ayakkabı Yan Sanayi Ticaret A.Ş.’nin Ar-Ge laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Gerekli tüm ekipman ve ham madde tedariki firma tarafından sağlanmıştır. Malzeme özelliklerinin belirlenmesi ve karakterizasyonlarının yapılması çalışmaları Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Deri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

4.1 Tabaklanmış Deri Atıklarından Lif Eldesi

Lif ve polimerlerin birlikte kullanıldığı kompozit malzeme yapımında uygun özellikte ürünlerin elde edilmesi açısından partikül boyutu önemli bir parametredir. Aksi takdirde uygun olmaya partikül boyutu kompozitin özelliklerini olumsuz olarak etkilemektedir (Lucas et al, 2011). Bu nedenle kompozit malzemede kullanılacak olan lifli materyaller nihai üründen beklenen özelliklere bağlı kalınarak belirli boyutlarda öğütölme işleme tabi tutulurlar.

Projemizde kompozit malzemelerde kullanılacak uygun boyutlarda deri liflerinin elde edilmesi için kromla tabaklanmış deri atıklarının öğütölmesinde fabrika ölçekli çekiçli değirmen ve konik rifaynır ekipmanları kullanılmıştır (Şekil 4.1). Öğütölme işlemi sulu sistemde iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Deri atıklarının aşamalı olarak öğütölmesi

Birinci aşamada nihai ürün özelliklerine bağlı olarak % 2-3 oranında tıraş atığı ve % 97-98 oranında su ile lifler çekiçli değirmende yaklaşık 10x2 cm boyutlarında öğütülmüştür. Öğütülen lifler buradan ikinci aşamada yer alan konik rifaynıra alınmış ve rifaynırda lifler yaklaşık 1-3 mm boyutlarına gelene kadar ikinci bir öğütme işlemine tabi tutulmuştur. Rifaynırın alt kısmında bulunan elek yardımıyla geri besleme yapılarak öğütme uygun boyuta kadar devam ettirilmiştir. Öğütme işlemi sonunda üretim için pH değeri 4-5 civarında olan ön dispersiyon hamuru elde edilmiştir.

4.2 Kompozit Malzemelerin Hazırlanması

Tabaklanmış deri atıklarından kompozit malzeme üretiminde Çizelge 4.2.1’ de yer alan temel reçete kullanılmıştır. Reçetede kullanılan ham maddelerin % kullanım oranları nihai üründeki katı miktarları üzerinden belirlenmiştir. Bu reçete kullanılarak malzeme özelliklerine lif türü, bağlayıcı türü ve miktarı, tanen türü ve miktarı, yağlama maddesi miktarı gibi çeşitli parametrelerin etkisi sistematik olarak çalışılmıştır.

Çizelge 4.1. Kompozit malzemelerin üretimine ait temel reçete

		Oran 1	Oran 2
		(%)	(%)
HAM MADDELER		Lif	74,00
		Tanen	3,00
		Boya	1,61
		Yağ	2,00
		Bikarbonat	2,77
		Bağlayıcı	9,00
		Şap	6,92
		Diğer yardımcıları	0,70
SU	98,5 - 99		
TOPLAM	100	100	100

Proje çalışmaları üretim için hazırlanmış ön dispersiyon hamurundan alınarak yürütülmüş ve öncelikle bu hamurun % kuru madde içeriği belirlenmiştir. Kullanılacak polimerler ve yardımcı maddelerin belli oranlarda seyreltilmiş stok çözeltileri hazırlanmış ve Çizelge 4.2.1’de yer alan temel reçeteye göre her bir deneme için ön dispersiyon hamurundan ve stok çözeltilerden alınacak miktarlar hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2.1’deki temel reçeteye göre; sırasıyla yavaş yavaş alınan ham maddeler laboratuvar ölçekli reaktör ile 300 rpm’de karıştırılarak pH değerleri alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3$) ile 4,5-5 arasına ayarlanmıştır. Alüminyum sülfat hem pH ayaralama amacıyla ve hem de su drenejanına yardımcı koagülan madde olarak kullanılmıştır. Tüm denemeler için 4500 ml toplam karışım kullanılmıştır. Bu karışımın yaklaşık % 98,5-99’u ham maddelerin bünyesinde bulunan, dispersiyonun hazırlanmasında ve stok çözeltiler hazırlanırken kullanılan sudan oluşmaktadır.

Karışımında bulunan toplam katı madde miktarı yaklaşık % 1-1,5’ tur. Genellikle bu tür kompozit melzemelerin üretiminde; lif ve dolgular binder ilavesinden önce suya çok iyi bir şekilde karıştırılarak ilave edilmektedir. Kullanılan anyonik/nonyonik karakterli binderin liflerin yüzeyinde sarması ve kaplaması bir katyonik koagülan ilavesi ile mümkündür. Tüm diğer yardımcı maddeler ve fonksiyonel bileşenlerin ilavesinden sonra karışıma son bileşen olarak verilen koagülan yardımıyla lif-binder flokları ya da agregatları meydana gelmektedir. Bileşenlerin miktarı nihai üründen beklenen özelliklere göre belirlenmekte ve karışımın katı madde konsantrasyonu genellikle % 3-4’den daha az olmaktadır (Coulson et al., 2007).

İyi bir dispersiyonun hazırlanması ve daha sonra da bu dispersiyonun serilerek suyunun uzaklaştırılması işlemleri kompozit malzemelerin kalitesi üzerine etki eden en temel uygulamalar olarak bilinmektedir. Projemizde dispersiyonun hazırlanmasından sonra karışım, suyu almak için alt kısmı elekli hazneye yerleştirilmiş (Şekil 4.2) ve karışımın suyu hazneye bağlı olan bir vakum pompası yardımıyla uzaklaştırılmıştır. İşlemden etkinliğin kontrolü ve homojenizasyon için vakumdan sonra malzemenin ağırlığı yaklaşık 140-155 gram arasında olması sağlanmıştır. Vakum sonrasında bünyesinde bulunan suyun büyük bir miktarı uzaklaştırılmış olan malzeme, yüzey düzgünlüğü ve homojen kalınlık kazandırmak için hidrolik bir pres (Şekil 4.3) yardımıyla 100 bar basınçta 10

saniye preslenmiş, 80 °C etüvde kurutulmuş ve sıcak kalandrada basınç verilmeden yüzeyleri düzeltilmiştir.



Şekil 4.2. Karışımın suyunu uzaklaştırmak için kullanılan vakumlu hazne

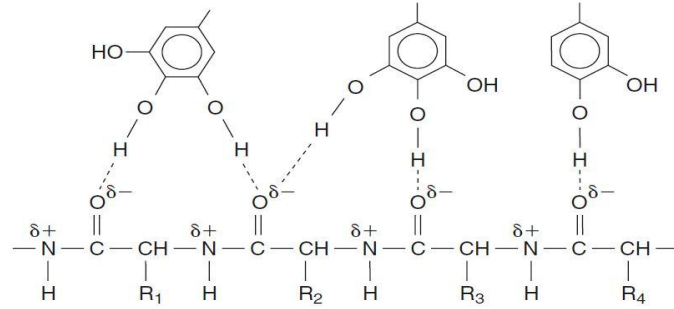


Şekil 4.3. Hidrolik pres

4.2.1 Farklı tanen türleriyle kompozit malzemelerin hazırlanması

Bitkisel tabaklama maddeleri bitkilerin temel aktif bileşenleridir ve biyolojik bozunabilirliklerinden dolayı çevre dostu olarak değerlendirilmektedirler (Prayitno, 2014). Bitkisel tabaklama maddeleri veya tanen olarak bilinen tannik asit türevleri çeşitli karakteristik özelliklere sahiptirler. Biyokimyasal aktivite üzerinde

önemli bir etkileri vardır. Tanenler, 500-20.000 arasında moleküler ağırlığa sahip, suda çözünebilen ve fenolik grup bakımından çok zengin polifenolik bileşiklerdir. Protein ve alkaloidleri çöktürme yetenekleri vardır. Yapısal özelliklerine göre hidrolize ve kondense tanenler olmak üzere iki grupta sınıflandırılırlar. Bütün bitkisel tabaklama maddeleri kolajen ile çapraz bağlanma yeteneğine sahiptir ve reaksiyonlarını kolajenin peptid bağlarına hidrojen bağı (Şekil 4.4) yaparak gerçekleştirirler (Wemegah, 2014; Ulas et al., 2014; Ozgunay et al., 2007; Kuria et al., 2016; Kite and Thomson, 2006).



Şekil 4.4. Kolajen ve polifenoller arasındaki hidrojen bağı (Covington, 2009)

Projemizde tanen türünün kompozit malzeme üzerindeki etkisini araştırmak için çeşitli tanenler denenmiş ve bunlar Çizelge 4.2’ de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda valeks, mimoza, kestane, tara ve lignin sülfonat gibi bitkisel ve sentetik tanenler, katı madde ağırlığı üzerinden konsantrasyonu % 3 olacak şekilde sırasıyla denenmiştir.

Çizelge 4.2. Kullanılan tanen türleri ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler

Parametre	Kod	Açıklama
Tanen Türü	K1	Valeks kullanılan kompozit malzeme
	K2	Mimoza kullanılan kompozit malzeme
	K3	Kestane kullanılan kompozit malzeme
	K4	Tara kullanılan kompozit malzeme
	K5	Lignin sülfonat kullanılan kompozit malzeme

Denemeler Çizelge 4.1’ deki reçetede belirtilen katı madde oranlarına bağlı kalınarak gerçekleştirilmiştir. Diğer ilaveler için katı madde konsantrasyonları üzerinden bakterisit, fungusit, boya, su itici emülsiyon, köpük kesicilerin % 0,01’ lik, yağlama maddesi ve bağlayıcıların % 0,04’ lük ve alüminyum sülfatın %

0,07' lik stok çözeltileri hazırlanmış ve nihai dispersiyonun hazırlanmasında bu stok çözeltiler kullanılmıştır.

Deri lifinin dispersiyonu olarak hazırlanan 1702 gram hamur 4500 ml' lik hazneye alınarak karıştırılmakta olan bu hamura sırasıyla 6,07 ml bakterisit, 4,44 ml fungusit, 1,6 gr toz valeks, 85,95 ml boya, 26,75 ml yağlama maddesi, 1,48 gr sodyum bikarbonat, 11,85 ml su itici emülsiyon, 120,35 ml bağlayıcı ilave edilmiştir. Bu dispersiyon 15 dakika boyunca 300 rpm' de iyice karıştırılmış ve daha sonra 55,28 ml alüminyum sülfat ve 14,81 ml köpük kesici ilave edilerek su ile 4500 ml' ye tamamlanmıştır. Tüm ilavelerden sonra 5 dakika daha karıştırma işlemine devam edilerek işlem tamamlanmış ve suyunu süzdürmek üzere karışım hazneye alınmıştır. Plaka şeklindeki nemli materyale 100 bar basınçta 10 saniye pres uygulanmış, 80 °C etüvde kurutulmuş ve sıcak kalandrada basınç verilmeden yüzeyleri düzeltilmiştir. Aynı işlemler mimoza, kestane, tara ve lignin süfonat için ayrı ayrı uygulanmıştır.

4.2.2 Farklı tanen oranlarıyla kompozit malzemelerin hazırlanması

Tanen miktarının kompozit malzeme üzerindeki etkisini araştırmak için yapılan denemelerde uygulanan tanen oranları Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Denemelerde tanen olarak sadece valeks kullanılmıştır.

Çizelge 4.3. Kullanılan tanen oranları ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler

Parametre	Kod	Açıklama
Tanen Oranı	K1	% 3 oranında tanen kullanılan kompozit malzeme
	K6	% 5 oranında tanen kullanılan kompozit malzeme
	K7	% 10 oranında tanen kullanılan kompozit malzeme
	K8	% 15 oranında tanen kullanılan kompozit malzeme

Katı madde konsantrasyonları üzerinden bakterisit, fungusit, boya, su itici emülsiyon, köpük kesicilerin % 0,01' lik, yağlama maddesi ve bağlayıcıların % 0,04' lük ve alüminyum sülfatın % 0,07' lik stok çözeltileri hazırlanmış ve nihai dispersiyonun hazırlanmasında bu stok çözeltiler kullanılmıştır.

Deri lifinin dispersiyonu olarak hazırlanan 1702 gram hamur 4500 ml' lik hazneye alınarak karıştırılmakta olan bu hamura sırasıyla 6,07 ml bakterisit, 4,44

ml fungusit, toz valeks (% 3 = 1,6 gr, % 5 = 2,7 gr, % 10 = 5,42 gr, % 15 = 8,12 gr), 85,95 ml boya, 26,75 ml yağlama maddesi, 1,48 gr sodyum bikarbonat, 11,85 ml su itici emülsiyon, 120,35 ml bağlayıcı ilave edilmiştir. Bu dispersiyon 15 dakika boyunca 300 rpm' de iyice karıştırılmış ve daha sonra 55,28 ml alüminyum sülfat ve 14,81 ml köpük kesici ilave edilerek su ile 4500 ml' ye tamamlanmıştır. Tüm ilavelerden sonra 5 dakika daha karıştırma işlemine devam edilerek işlem tamamlanmış ve suyunu süzdürmek üzere karışım hazneye alınmıştır. Plaka şeklindeki nemli materyale 100 bar basınçta 10 saniye pres uygulanmış, 80 °C etüvde kurutulmuş ve sıcak kalandrada basınç verilmeden yüzeyleri düzeltilmiştir.

4.2.3 Farklı yağlama maddesi oranlarıyla kompozit malzemelerin hazırlanması

Yağlama maddesi miktarının kompozit malzeme üzerindeki etkisini araştırmak için yapılan denemelerde uygulanan yağlama maddesi oranları Çizelge 4.4' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Kullanılan yağlama maddesi oranları ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler

Parametre	Kod	Açıklama
Yağ oranı	K1	% 2 oranında yağ kullanılan kompozit malzeme
	K9	% 4 oranında yağ kullanılan kompozit malzeme
	K10	% 6 oranında yağ kullanılan kompozit malzeme

Katı madde konsantrasyonları üzerinden bakterisit, fungusit, boya, su itici emülsiyon, köpük kesicilerin % 0,01' lik, yağlama maddesi ve bağlayıcıların % 0,04' lük ve alüminyum sülfatın % 0,07' lik stok çözeltileri hazırlanmış ve nihai dispersiyonun hazırlanmasında bu stok çözeltiler kullanılmıştır.

Deri lifinin dispersiyonu olarak hazırlanan 1702 gram hamur 4500 ml' lik hazneye alınarak karıştırılmakta olan bu hamura sırasıyla 6,07 ml bakterisit, 4,44 ml fungusit, 1,6 gr toz valeks, 85,95 ml boya, yağlama maddesi (% 2 = 26,75 ml, % 4 = 54,46 ml % 6 = 83,25 ml), 1,48 gr sodyum bikarbonat, 11,85 ml su itici emülsiyon, 120,35 ml bağlayıcı ilave edilmiştir. Bu dispersiyon 15 dakika boyunca 300 rpm' de iyice karıştırılmış ve daha sonra 55,28 ml alüminyum sülfat ve 14,81 ml köpük kesici ilave edilerek su ile 4500 ml' ye tamamlanmıştır. Tüm ilavelerden sonra 5 dakika daha karıştırma işlemine devam edilerek işlem

tamamlanmış ve suyunu süzdürmek üzere karışım hazneye alınmıştır. Plaka şeklindeki nemli materyale 100 bar basınçta 10 saniye pres uygulanmış, 80 °C etüvde kurutulmuş ve sıcak kalandrada basınç verilmeden yüzeyleri düzeltilmiştir.

4.2.4 Farklı bağlayıcı oranlarıyla kompozit malzemelerin hazırlanması

Farklı oranlarda kullanılan akrilik asit esterleri kopolimerinin kompozit malzeme üzerindeki etkisi karşılaştırmalı olarak denenmiştir. Denemelerde kullanılan bağlayıcı oranları Çizelge 4.5’ de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kullanılan bağlayıcı oranları ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler

Parametre	Kod	Açıklama
Bağlayıcı Oranı	K1	% 9 oranında bağlayıcı kullanılan kompozit malzeme
	K11	% 12 oranında bağlayıcı kullanılan kompozit malzeme
	K12	% 15 oranında bağlayıcı kullanılan kompozit malzeme
	K13	% 18 oranında bağlayıcı kullanılan kompozit malzeme

Katı madde konsantrasyonları üzerinden bakterisit, fungusit, boya, su itici emülsiyon, köpük kesicilerin % 0,01’ lik, yağlama maddesi ve bağlayıcıların % 0,04’ lük ve alüminyum sülfatın % 0,07’ lik stok çözeltileri hazırlanmış ve nihai dispersiyonun hazırlanmasında bu stok çözeltiler kullanılmıştır.

Deri lifinin dispersiyonu olarak hazırlanan 1702 gram hamur 4500 ml’ lik hazneye alınarak karıştırılmakta olan bu hamura sırasıyla 6,07 ml bakterisit, 4,44 ml fungusit, 1,6 gr toz valeks, 85,95 ml boya, 26,75 ml yağlama maddesi, 1,48 gr sodyum bikarbonat, 11,85 ml su itici emülsiyon, akrilik asit esterleri kopolimeri (% 9 = 120,35 ml, % 12 = 165, 57 ml, % 15 = 213,56 ml, % 18 = 264,78 ml) ilave edilmiştir. Bu dispersiyon 15 dakika boyunca 300 rpm’ de iyice karıştırılmış ve daha sonra 55,28 ml alüminyum sülfat ve 14,81 ml köpük kesici ilave edilerek su ile 4500 ml’ ye tamamlanmıştır. Tüm ilavelerden sonra 5 dakika daha karıştırma işlemine devam edilerek işlem tamamlanmış ve suyunu süzdürmek üzere karışım hazneye alınmıştır. Plaka şeklindeki nemli materyale 100 bar basınçta 10 saniye

pres uygulanmış, 80 °C etüvde kurutulmuş ve sıcak kalandrada basınç verilmeden yüzeyleri düzeltilmiştir.

4.2.5 Farklı bağlayıcı türleriyle kompozit malzemelerin hazırlanması

Bağlayıcı türlerinin kompozit malzeme üzerindeki etkilerini görmek amacıyla denenen bağlayıcılar Çizelge 4.6' de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kullanılan bağlayıcı türleri ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler

Parametre	Kod	Açıklama
Bağlayıcı Türü	K1	Akrilik asit esterleri kopolimeri kullanılan kompozit malzeme
	K14	Doğal lateks kullanılan kompozit malzeme
	K15	PVA kullanılan kompozit malzeme
	K16	Stiren-akrilik ester kopolimeri kullanılan kompozit malzeme

Katı madde konsantrasyonları üzerinden bakterisit, fungusit, boya, su itici emülsiyon, köpük kesicilerin % 0,01' lik, yağlama maddesi ve bağlayıcıların % 0,04' lük, ve alüminyum sülfatın % 0,07' lik stok çözeltileri hazırlanmış ve nihai dispersiyonun hazırlanmasında bu stok çözeltiler kullanılmıştır.

Deri lifinin dispersiyonu olarak hazırlanan 1702 gram hamur 4500 ml' lik hazneye alınarak karıştırılmakta olan bu hamura sırasıyla 6,07 ml bakterisit, 4,44 ml fungusit, 1,6 gr toz valeks, 85,95 ml boya, 26,75 ml yağlama maddesi, 1,48 gr sodyum bikarbonat, 11,85 ml su itici emülsiyon, 120,35 ml akrilik asit esterleri kopolimeri ilave edilmiştir. Bu dispersiyon 15 dakika boyunca 300 rpm' de iyice karıştırılmış ve daha sonra 55,28 ml alüminyum sülfat ve 14,81 ml köpük kesici ilave edilerek su ile 4500 ml' ye tamamlanmıştır. Tüm ilavelerden sonra 5 dakika daha karıştırma işlemine devam edilerek işlem tamamlanmış ve suyunu süzdürmek üzere karışım hazneye alınmıştır. Plaka şeklindeki nemli materyale 100 bar basınçta 10 saniye pres uygulanmış, 80 °C etüvde kurutulmuş ve sıcak kalandrada basınç verilmeden yüzeyleri düzeltilmiştir. Aynı işlemler PVA ve stiren-akrilik ester kopolimeri için ayrı ayrı uygulanmıştır. Doğal lateks ile yapılan çalışmada, lateks karışıma ilave edilmeden önce % 0,04' lük stok çözeltileri hazırlananan dispersiyon ajanından 1,61 ml, eskime önleyiciden 1,07 ml ve köpük kesiciden 1,07 ml alınarak lateks ile karıştırılmıştır.

4.2.6 Farklı lif türleriyle kompozit malzemelerin hazırlanması

Kompozit malzemelerde lifler genellikle malzemenin sertlik ve mukavemetini artırmak için kullanılırlar. Termoplastik polimerleri desteklemek amacıyla liflerin kullanıldığı birçok çalışma gerçekleştirilmiş ve liflerin termal, strüktürel ve mekanik özellikleri geliştirdiği görülmüştür (Toushyar et al., 2005). Lif türlerinin kompozit malzeme üzerindeki etkilerini görmek amacıyla denenen lif türleri Çizelge 4.7’ de gösterilmiştir.

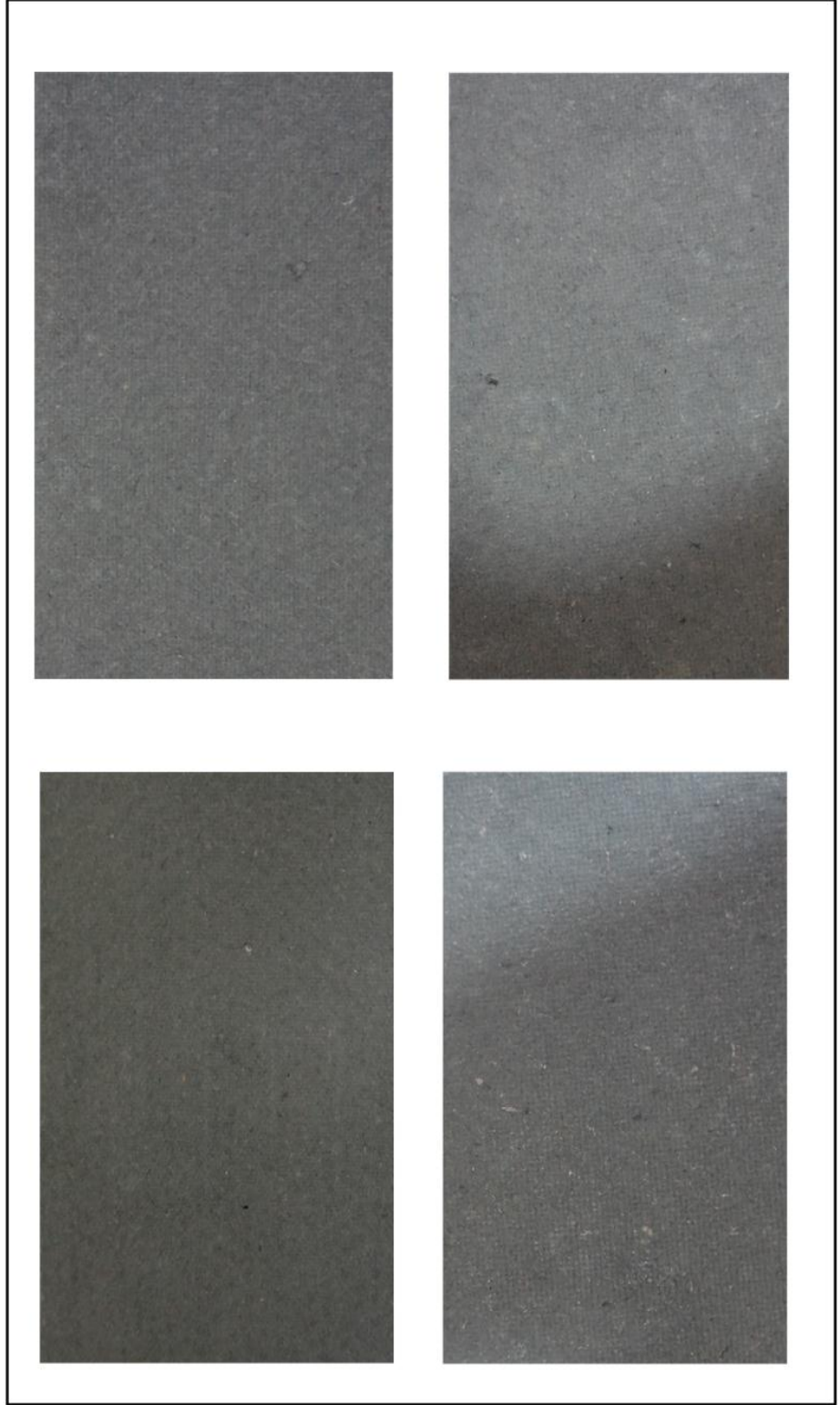
Çizelge 4.7. Kullanılan lif türleri ve bunlarla yapılan kompozit malzemeler

Parametre	Kod	Açıklama
Lif	K1	Deri lifi kullanılan kompozit malzeme
Türü	K17	Deri ve kağıt lifi kullanılan kompozit malzeme
	K18	Deri ve selüloz lifi kullanılan kompozit malzeme

Katı madde konsantrasyonları üzerinden bakterisit, fungusit, boya, su itici emülsiyon, köpük kesicilerin % 0,01’ lik, yağlama maddesi ve bağlayıcıların % 0,04’ lük, ve alüminyum sülfatın % 0,07’ lik stok çözeltileri hazırlanmış ve nihai dispersiyonun hazırlanmasında bu stok çözeltiler kullanılmıştır.

Çalışmada, lif türünün kompozit malzeme üzerindeki etkisini araştırmak için yapılan denemeler toplam katı lif oranı değiştirilmeden gerçekleştirilmiştir. Sadece deri lifi kullanılarak yapılan denemede % 2,2 deri lifi içeren hamurdan 1702 gr kullanılmıştır. Deri ve kağıt lifinin beraber kullanıldığı denemede, % 2,2 deri lifi içeren hamurdan 1450 gr ve % 2,8 kağıt lifi içeren hamurdan 289 gr kullanılmıştır. Deri ve selüloz lifiyle yapılan denemede ise % 2,2 deri lifi içeren hamurdan 1549 gr ve %1 selüloz lifi içeren hamurdan 593 gr kullanılmıştır. Dispersiyonu hazırlanan hamur ve hamur karışımları 4500 ml’ lik hazneye alınarak karıştırılmakta olan bu hamura sırasıyla 6,07 ml bakterisit, 4,44 ml fungusit, 1,6 gr toz valeks, 85,95 ml boya, 26,75 ml yağlama maddesi, 1,48 gr sodyum bikarbonat, 11,85 ml su itici emülsiyon, 120,35 ml akrilik asit esterleri kopolimeri ilave edilmiştir. Bu dispersiyon 15 dakika boyunca 300 rpm’ de iyice karıştırılmış ve daha sonra 55,28 ml alüminyum sülfat ve 14,81 ml köpük kesici ilave edilerek su ile 4500 ml’ ye tamamlanmıştır. Tüm ilavelerden sonra 5 dakika daha karıştırma işlemine devam edilerek işlem tamamlanmış ve suyunu süzdürmek üzere karışım hazneye alınmıştır. Plaka şeklindeki nemli materyale 100 bar basınçta 10 saniye pres uygulanmış, 80 °C etüvde kurutulmuş ve sıcak

kalandrada basınç verilmeden yüzeyleri düzeltilmiştir. Şekil 4.5' de yapılan kompozit malzemelere ait örnekler gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Yapılan kompozit malzeme örnekleri

4.3 Test ve Analizler

4.3.1 Fiziksel testler

Çeşitli parametrelere dayalı olarak denemeleri yapılan kompozit malzemelerin çekme, dikiş yırtılma mukavemeti, % uzama ve elastisite modülü değerlerinin belirlenmesinde Shimadzu AG-IS marka test cihazı kullanılmıştır. Kalınlık tayini TS 4117 EN ISO 2589' a, dikiş yırtılma mukavemeti TS EN ISO 23910, çekme mukavemeti ve uzama yüzdesinin tayini ise TS 4119 EN ISO 3376'ya göre yapılmıştır. Görünür yoğunluk testi TS 4121' e göre yapılmıştır.

Fleksometre testi için SATRA STM 129 salpa fleksometre test cihazı (Şekil 4.6) kullanılmıştır ve testler SATRA TM3 test methodu baz alınarak gerçekleştirilmiştir. 10 mm genişliğindeki test parçaları çenelere takılarak uçlarına 2 kg ağırlık asılmış ve test boyunca örnek kopana kadar çeneler 180^0 (her iki tarafa dikey 90^0) döndürülerek bükülme sayıları kaydedilmiştir.



Şekil 4.6. SATRA TM3 bükülme indisi (Southam, 2012)

Bütün fiziksel testlerin yürütülmesinde üretilen kompozit malzemelerden iki yatay ve iki dikey örnek alınıp ve bu dört sonucun ortalaması sonuç olarak bildirilmiştir.

4.3.2 FT-IR (Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi) analizleri

FTIR analizleri, Shimadzu IR Affinity-1 fourier dönüşümlü infrared spektrofotometre cihazında absorpsiyon modunda yapılmıştır. Ölçümler için elmas/ZnSe ATR kullanılmış, spektral dalga boyu aralığı $650-4000\text{ cm}^{-1}$ ve spektral çözünürlük 2 cm^{-1} olacak şekilde ayarlanmıştır. Elde edilen verilere temel çizgi düzeltmesi (baseline correction) ve yumuşatma (smoothing) işlemleri uygulanmıştır.

4.3.3 SEM (Taramalı alan mikroskobu) analizleri

Çalışmamızda yapılan kompozit malzemelerin morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde Hitachi TM-1000 Table-top SEM cihazı kullanılmıştır. Bütün örnekler için 120X büyütmede kesit tarafından görüntüler alınmıştır.

4.3.4 Yüzey pürüzlülüğü testi

Kompozit malzemelerin yüzey profillerini belirlemek için Mitutoyo SJ-410 yüzey pürüzlülük test cihazı kullanılmıştır (Şekil 4.7). Ölçümler ISO 1997 standardına göre yapılmış ve pürüzlülük profili R, örnekleme mesafesi $8\text{ }\mu\text{m}$, ölçüm yapılacak toplam mesafe 25 mm olarak ayarlanmıştır. Ölçümler 4 farklı noktadan yapıp Ra (pürüzlülüğün aritmetik ortalaması), Rz (5 tane en yüksek 5 tane en alçak noktanın ortalaması), Rq (Aritmetik ortalama sapmaların karekökü) cinsinden ortalama değerler hesaplanmıştır (Schubel et al., 2004).



Şekil 4.7. Yüzey pürüzlülük test cihazı

5. BULGULAR

5.1 Çekme Mukavemeti Testine Ait Bulgular

Çekme mukavemeti testi, her türlü malzemenin özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan mekanik testlerden en önemlisidir. Projemizde tanen türü, tanen oranı, yağlama maddesi oranı, bağlayıcı oranı, bağlayıcı türü ve lif türü parametrelerinin kompozit malzemenin mekanik özelliklerine etkisini tespit için çekme mukavemeti testleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.1’ de gösterilmiştir.

Valeks, mimoza, kestane, tara ve lignin sülfonat tanenlerinin denendiği kompozit malzemelerde lignin sülfonat kullanılan ürün 136, 9 N ile maksimum kuvvette çekme göstermiştir. Bunu sırasıyla kestane, tara, valeks ve mimoza kullanılan ürünler takip etmiştir. Çekme mukavemeti sonuçlarına bakıldığında sırasıyla lignin sülfonat için $9,7 \text{ N/mm}^2$, kestane için $6,5 \text{ N/mm}^2$, valeks için 6 N/mm^2 , mimoza için $5,3 \text{ N/mm}^2$ ve tara için $5,2 \text{ N/mm}^2$ değerleri elde edilmiştir.

Tanen oranı artışının mukavemet özelliklerine etkisinin belirlenmesi için sırasıyla % 3, % 5, % 10 ve % 15 oranlarında valeks kullanılarak kompozit malzemeler denenmiş ve çekme mukavemetleri test edilmiştir. Artan tanen miktarının çekme ve uzama özellikleri üzerinde pozitif etkisinin olduğu ve % 15 valeks kullanılan ürünün dayanım, çekme mukavemeti ve uzama bakımından en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Kullanılan oranlara dayalı olarak maksimum kuvvet için 74,5-165,1 N arasında, maksimum mukavemet için 6-11,4 N/mm^2 arasında ve uzama için % 12,1-17,4 arasında sonuçlar elde edilmiştir.

% 2, % 4 ve % 6 yağlama maddesi oranlarıyla yapılan kompozit malzeme denemelerinde, yağlama maddesi miktarı artışının belirli bir noktadan sonra mukavemet sonuçlarını artırmadığı, aksine negatif etkisinin olduğu görülmüştür. Buna rağmen; artan yağlama maddesi oranının ürünün uzamasının artışına neden olduğu belirlenmiştir. % 4 yağlama maddesi oranına kadar çekme kuvveti ve mukavemeti sonuçları artmış olup bu değerlerde çekme kuvveti ve mukavemeti için maksimum sonuçlar elde edilmiştir. % 6 oranında yağlama maddesi kullanılan ürünler ise en iyi % uzaması göstermiştir.

Çizelge 5.1. Kompozit malzemelere ait çekme mukavemeti sonuçları

	Mak. Kuvvet	Çekme Mukavemeti	Uzama	Elastisite Modülü	Enerji
	N	N/mm ²	%	N/mm ²	J
Tanen Türü					
K1	74,5 ± 34,7	6 ± 2,7	12,1 ± 4,3	62,9 ± 24,9	0,3 ± 0,1
K2	71,8 ± 38,3	5,3 ± 2,8	18,3 ± 7,9	64,5 ± 32,9	0,2 ± 0,1
K3	95,6 ± 31,8	6,5 ± 2,1	12,9 ± 2,3	70,7 ± 40,0	0,4 ± 0,2
K4	75,6 ± 7,3	5,2 ± 0,5	10,9 ± 1	53,1 ± 41,3	0,2 ± 0,1
K5	136,9 ± 40,5	9,7 ± 3	15,5 ± 3,1	71,8 ± 68,6	0,6 ± 0,3
Tanen Oranı					
K1	74,5 ± 34,7	6 ± 2,7	12,1 ± 4,3	62,9 ± 24,9	0,3 ± 0,1
K6	113,3 ± 12,3	7,6 ± 0,9	15,4 ± 1,2	48,9 ± 39,6	0,5 ± 0,1
K7	155,2 ± 6,2	10,3 ± 0,3	16,3 ± 1,5	96,9 ± 57,9	0,7 ± 0,1
K8	165,1 ± 12	11,4 ± 0,4	17,4 ± 0,7	60,3 ± 56,7	0,8 ± 0,1
Yağlama Maddesi Oranı					
K1	74,5 ± 34,7	6 ± 2,7	12,1 ± 4,3	62,9 ± 24,9	0,3 ± 0,1
K9	103,6 ± 8,5	7,2 ± 0,7	14,9 ± 1	96,7 ± 9,8	0,5 ± 0,1
K10	80,9 ± 23,1	5,5 ± 1,6	15,4 ± 4	54,9 ± 23,8	0,4 ± 0,2
Bağlayıcı Oranı					
K1	74,5 ± 34,7	6 ± 2,7	12,1 ± 4,3	62,9 ± 24,9	0,3 ± 0,1
K11	141,2 ± 5,7	9,8 ± 0,4	16,6 ± 0,4	54,8 ± 44,2	0,6 ± 0,1
K12	188,4 ± 15,1	13,8 ± 1	19,43 ± 1,3	69,1 ± 62,4	1 ± 0,1
K13	200,6 ± 33,3	14,9 ± 2,2	21,2 ± 3,1	117,7 ± 65,6	1,2 ± 0,4
Bağlayıcı Türü					
K1	74,5 ± 34,7	6 ± 2,7	12,1 ± 4,3	62,9 ± 24,9	0,3 ± 0,1
K14	171,1 ± 18	11,7 ± 1,6	23,1 ± 1,5	77,9 ± 71,4	1,2 ± 0,2
K15	133,9 ± 23,8	9,40 ± 1,5	11 ± 1,2	76 ± 48,6	0,4 ± 0,1
K16	87,1 ± 21,9	6,2 ± 1,6	15 ± 1,8	46,7 ± 36,2	0,4 ± 0,1
Lif Türü					
K1	74,5 ± 34,7	6 ± 2,7	12,1 ± 4,3	62,9 ± 24,9	0,3 ± 0,1
K17	142,3 ± 6,7	9,9 ± 0,5	16 ± 1,3	85,2 ± 44,5	0,6 ± 0,1
K18	98,2 ± 10,1	7,5 ± 0,8	12,6 ± 0,8	39,1 ± 37,2	0,3 ± 0,1

Bağlayıcı oranının kompozit malzeme üzerindeki etkisini görmek için akrilik asit esterleri kopolimeri % 9, % 12, % 15 ve % 18 oranlarında kullanılmıştır. Artan bağlayıcı oranının kompozit malzemenin çekme mukavemeti özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir. 74,5-165,1 N arasında maksimum kuvvet, 6-11,4 N/mm² arasında mukavemet, % 12,1-17,4 arasında uzama değerleri elde edilmiştir.

Bağlayıcı türünün malzemenin çekme mukavemeti özelliklerine etkisine bakıldığında; doğal lateks ile yapılan ürün en yüksek kuvvet, mukavemet ve uzama özelliklerine sahip olduğu görülmüş ve bu üründen 171,1 N maksimum kuvvet, 11,7 N/mm² mukavemet, % 23,1 uzama sonuçları elde edilmiştir. PVA ile yapılan ürünün doğal lateksten sonra en iyi maksimum kuvvet ve mukavemet özellikleri gösterirken % uzamasının diğer ürünlere göre daha düşük olduğu anlaşılmıştır. Stiren-akrilik ester kopolimeri ile yapılan üründen 87,2 N maksimum kuvvet, 6,2 N/mm² mukavemet ve % 15 uzama değerleri elde edilmiştir. Akrilik asit esterleri kopolimeri ile yapılan ürün ise 74,5 maksimum kuvvet, 6 N/mm² mukavemet ve % 12,1 uzama göstermiştir.

Lif türünün etkisinin tespiti denemelerinde sadece deri lifi, deri lifi ve kağıt lifi kombinasyonu, deri lifi ve selüloz lifi kombinasyonu kullanılmıştır. Deri lifi ile yapılan ürünler 74,5 N maksimum kuvvet, 6 N/mm² mukavemet, % 12,1 uzama değerleri göstermiştir. Deri ve kağıt lifinin beraber kullanıldığı ürünler 142,3 N maksimum kuvvet, 9,9 N/mm² mukavemet, % 16 uzama değerleri göstermiştir. Deri lifi ve selüloz lifinin beraber kullanıldığı ürünler ise 98,2 N maksimum kuvvet, 7,5 N/mm² mukavemet, % 12, 6 uzama değerleri göstermiştir. Bu sonuçlardan deri ve kağıt lifinin beraber kullanılması durumunda bu tür ürünlerin daha iyi fizikomekaniksel özelliklere sahip olduğu anlaşılmıştır.

5.2 Dikiş Yırtılma Mukavemetine Ait Bulgular

Dikiş yırtılma mukavemeti testi, malzemenin kullanım şartlarında dikiş yerlerindeki yırtılmaya karşı dayanımını tespit etmek için uygulanmaktadır. Tanen türü, tanen oranı, yağlama maddesi oranı, bağlayıcı oranı, bağlayıcı türü ve lif türü parametrelerinin kompozit malzemenin dikiş yırtılma mukavemetine etkisini gösteren test sonuçları Çizelge 5.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2. Kompozit malzemelere ait dikiş yırtılma mukavemeti sonuçları

	Mak. Kuvvet (N)	Kalınlık (mm)
Tanen Türü		
K1	43,16 ± 3,84	1,56
K2	10,95 ± 1,54	1,61
K3	45,52 ± 3,42	1,47
K4	32,95 ± 5,91	1,48
K5	33,93 ± 1,76	1,43
Tanen Oranı		
K1	43,16 ± 3,84	1,56
K6	42,44 ± 6,45	1,56
K7	51,60 ± 10,98	1,68
K8	52,48 ± 5,01	1,74
Yağlama Maddesi Oranı		
K1	43,16 ± 3,84	1,56
K9	44,13 ± 7,75	1,56
K10	27,99 ± 7,03	1,66
Bağlayıcı Oranı		
K1	43,16 ± 3,84	1,56
K11	44,36 ± 0,82	1,61
K12	50,75 ± 12,35	1,60
K13	59,16 ± 8,21	1,58
Bağlayıcı Türü		
K1	43,16 ± 3,84	1,56
K14	63,21 ± 7,77	1,60
K15	51,30 ± 11,41	1,66
K16	35,88 ± 10,74	1,55
Lif Türü		
K1	43,16 ± 3,84	1,56
K17	51,18 ± 3,83	1,49
K18	40,19 ± 5,03	1,36

Tanen türünün dikiş yırtılma mukavemeti üzerindeki etkisi test edilmiş ve kestane ile yapılan denemelerde en yüksek, mimoza ile yapılan denemelerde en düşük dikiş yırtılma mukavemeti gözlemlenmiştir. Valeks kullanılan ürünler için 43,16 N, mimoza kullanılan ürünler için 10,95 N, kestane kullanılan ürünler için 45,52 N, tara kullanılan ürünler için 32,95 N ve lignin sülfonat kullanılan ürünler için 33,93 N değerleri elde edilmiştir.

Tanen oranı arttıkça dikiş yırtılma mukavemetinde de artış gözlenmiştir. % 15 tanen ile yapılan denemelerde en yüksek dikiş yırtılma mukavemeti elde edilmiştir. % 3 ile % 5 tanen oranları ve % 10 ile % 15 tanen oranları kendi aralarında benzer dikiş yırtılma mukavemeti sergilemişlerdir.

Yağlama maddesi oranının dikiş yırtılma mukavemeti üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde; % 2 ve % 4 yağlama maddesinin kullanıldığı kompozit malzemelerin dikiş yırtılma mukavemeti sonuçları arasında anlamlı bir fark görülmezken, % 6 yağlama maddesi kullanılan kompozit malzemelerinde düşüş gözlemlenmiştir. % 4 yağlama maddesi oranının bu tür malzemeler için sınır değeri olduğu anlaşılmıştır.

Bağlayıcı oranı arttıkça dikiş yırtılma mukavemeti değerlerinin de arttığı görülmüştür. % 9, % 12, % 15 ve % 18 akrilik asit esterleri kopolimeri kullanılan kompozit malzemelerin dikiş yırtılma mukavemeti sonuçları sırasıyla 43,16 N, 44,36 N, 50,75 N ve 59, 16 N olarak bulunmuştur.

Bağlayıcı türünün dikiş yırtılma mukavemeti üzerindeki etkisine bakıldığında; doğal lateks ile yapılan kompozit malzemelerin en yüksek, stiren-akrilik asit ester kopolimeri ile yapılan kompozit malzemelerin ise en düşük dikiş yırtılma mukavemetine sahip olduğu görülmüştür. Dikiş yırtılma mukavemeti sonuçlarının akrilik asit esterleri kopolimeri için 43,16 N, doğal lateks için 63,21 N, PVA için 52,88 N ve stiren-akrilik ester kopolimeri için 35, 88 N olduğu görülmüştür.

Farklı lif türleri ile denenen kompozit malzemelerde, deri lifi ve kağıt lifinin beraber kullanıldığı ürünlerde en yüksek dikiş yırtılma mukavemeti değeri elde edilmiştir. Dikiş yırtılma mukavemeti deri lifi kullanılarak yapılan malzemeler için 43,16 N, deri ve kağıt lifinin beraber kullanıldığı malzemeler için 51,18 N, deri ve selüloz lifinin beraber kullanıldığı malzemeler için 40,19 N bulunmuştur.

5.3 Fleksometre Testine Ait Bulgular

Fleksometre testi, malzemelerin kullanımları sırasında bükülmelere karşı dayanımlarının saptanmasında kullanılan bir kalite kontrol yöntemidir. Araştırmada tabaklanmış deri atık lifleri kullanılarak üretilen kompozit malzemelerin fleksibiliteleri test edilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.3' de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Kompozit malzemelere ait fleksometre testi sonuçları

ADIM SAYISI		
Tanen Türü	K1	177
	K2	82
	K3	28
	K4	9
	K5	85
Tanen Oranı	K1	177
	K6	169
	K7	35
	K8	1964
Yağlama Maddesi Oranı	K1	177
	K9	974
	K10	14
Bağlayıcı Oranı	K1	177
	K11	624
	K12	4785
	K13	13676
Bağlayıcı Türü	K1	177
	K14	23656
	K15	89
	K16	86
Lif Türü	K1	177
	K17	543
	K18	134

Tanen türünün fleksibilite üzerindeki etkisine bakıldığında valeks ile yapılan kompozit malzemelerin en yüksek fleksibilite, tara ile yapılan kompozit malzemelerin ise en düşük fleksibilite özelliğine sahip olduğu görülmüştür. Mimoza ve lignin sülfonat ile üretilen malzemeler benzer özellikler göstermiştir. Valeks ile yapılan ürünler 177, mimoza ile yapılan ürünler 82, kestane ile yapılan ürünler 28, tara ile yapılan ürünler 9, lignin sülfonat ile yapılan ürünler 85 bükülmeden sonra kopmuştur.

Fleksometre testinde % 3 valeks kullanılan kullanılan kompozit malzemeler 177, % 5 valeks kullanılan kompozit malzemeler 169, % 10 valeks kullanılan kompozit malzemeler 35 ve % 15 valeks kullanılan kompozit malzemeler 1964 bükülmeden sonra kopmuştur.

% 2, % 4 ve % 6 yağlama maddesi kullanılarak yapılan kompozit malzemelerde bu tür ürünler için % 4 yağlama maddesi oranının optimum olduğu anlaşılmıştır. % 2 yağlama maddesi kullanılan ürünler 117, % 4 yağlama maddesi kullanılarak yapılan ürünler 974, % 6 yağlama maddesi kullanılarak yapılan ürünler 14 bükülmeden sonra kopmuştur.

Artan bağlayıcı oranının kompozit malzemenin fleksibilitesi üzerinde pozitif etkisi olduğu görülmüştür. Bağlayıcı % 9-12-15-18 oranlarında kullanılan örnekler sırasıyla 117, 624, 4785 ve 13676 bükülme hareketinden sonra kopmuştur.

Bağlayıcı türünün fleksibilite üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde; doğal lateksin malzemenin bükülme özelliklerini önemli derecede iyileştirdiği görülmüştür. Akrilik asit esterleri kopolimeri ile yapılan kompozitler 177, doğal lateks ile yapılan kompozitler 23656, PVA ile yapılan kompozitler 89, stiren-akrilik ester kopolimeri ile yapılan kompozitler 86 bükülme hareketinden sonra kopmuştur.

Lif türünün etkisinin değerlendirildiği çalışmada; deri lifi ile kağıt lifininin beraber kullanıldığı ürünlerde en iyi fleksibilite değeri elde edilmiştir. Sadece kağıt lifinin kullanıldığı ürünlerde 177, deri ve kağıt lifinin kullanıldığı ürünlerde 543, deri ve selüloz lifinin kullanıldığı ürünlerde 134 bükülmeden sonra kompozitler kopmuştur.

5.4 Görünür Yoğunluk Tayini Bulguları

Çeşitli faktörlerin etkisi altında yapılan ürün denemelerinde üretilen kompozit malzemelerin benzer görünür yoğunluk değerlerine sahip olduğu ve sonuçların doğal derinin görünür yoğunluk özelliklerine oldukça uyumlu düzeyde olduğu belirlenmiştir. Tanen türünün, tanen oranının, yağlama maddesi oranının, bağlayıcı oranının ve lif türünün kompozit malzemenin görünür yoğunluğuna etkisini gösteren sonuçlar Çizelge 5.4' de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. Kompozit malzemelere ait görünür yoğunluk sonuçları

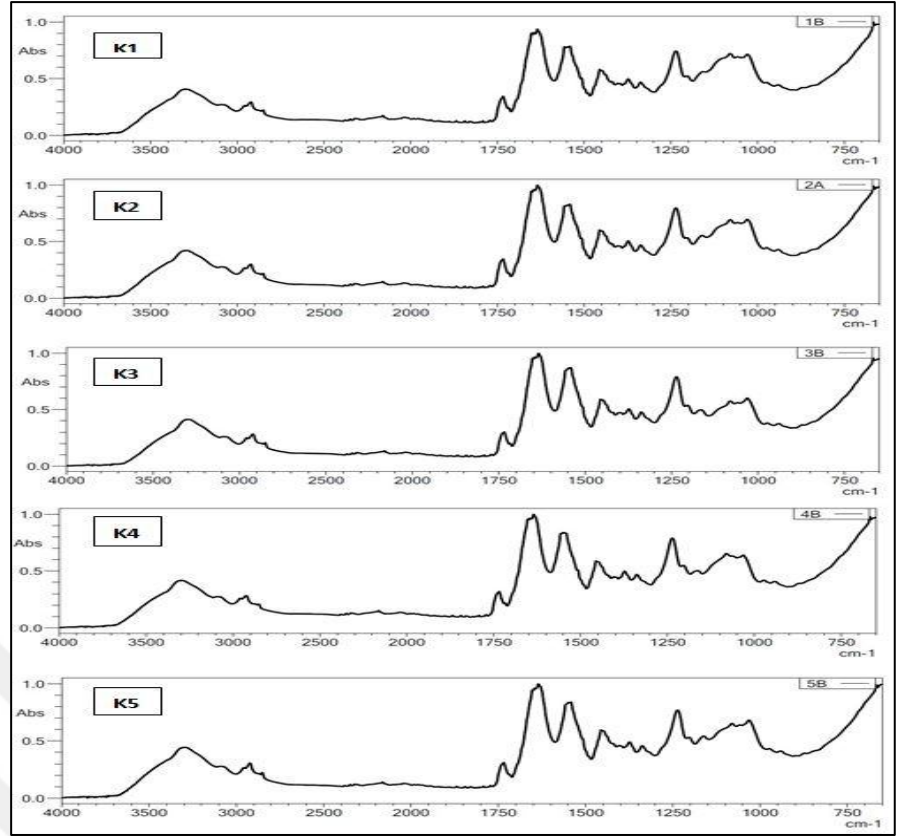
		KALINLIK (mm)	AĞIRLIK (gr)	YOĞUNLUK (gr / cm ³)
Tanen Türü	K1	1,56	9,67	0,618
	K2	1,61	9,89	0,613
	K3	1,47	9,13	0,621
	K4	1,48	9,36	0,629
	K5	1,43	9,31	0,649
Tanen Oranı	K1	1,56	9,67	0,618
	K6	1,56	9,52	0,609
	K7	1,68	10,32	0,615
	K8	1,74	10,68	0,614
Yağlama Maddesi Oranı	K1	1,56	9,67	0,618
	K9	1,56	10,18	0,653
	K10	1,66	9,94	0,598
Bağlayıcı Oranı	K1	1,56	9,67	0,618
	K11	1,61	10,18	0,634
	K12	1,60	10,73	0,672
	K13	1,58	10,69	0,675
Bağlayıcı Türü	K1	1,56	9,67	0,618
	K14	1,60	11,42	0,712
	K15	1,66	9,96	0,598
	K16	1,55	10,19	0,658
Lif Türü	K1	1,56	9,67	0,618
	K17	1,49	9,62	0,644
	K18	1,36	10,11	0,620

5.5 FT-IR Bulguları

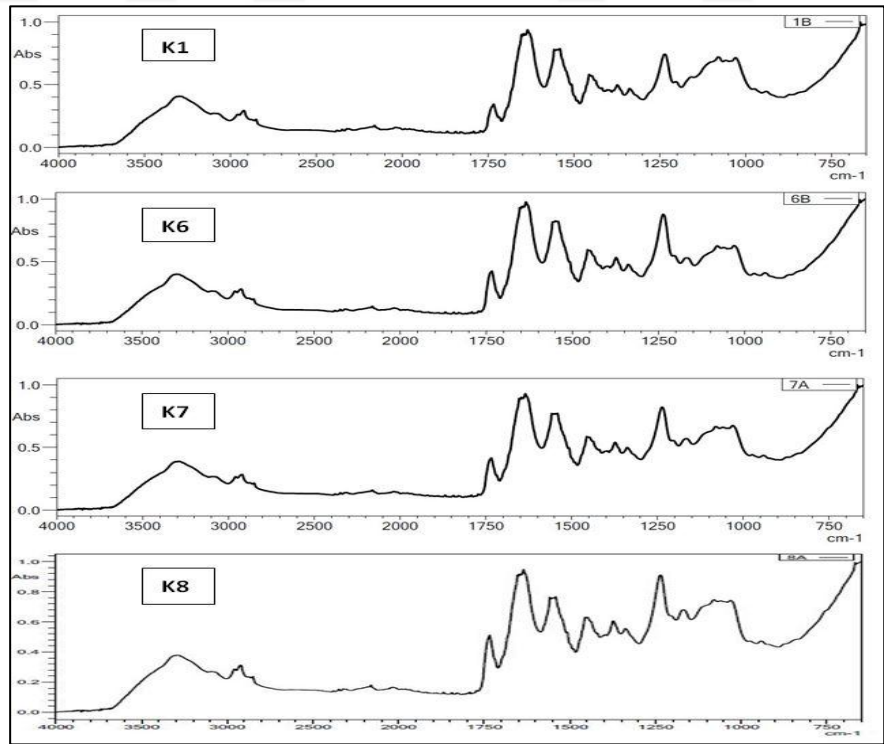
FT-IR spektroskopisi, malzemelerin kimyasal kompozisyonu ve fonksiyonel grupları hakkında detaylı bilgi verdiği için en güçlü spektroskopi tekniklerinden biridir (Al-Saidi et al., 2012).

FT-IR analiz sonuçlarında, kolajen bir doğal protein olduğu için proteinlerin fonksiyonel grupları aranmıştır. Tabaklanmış deri liflerinin kullanıldığı kompozit malzemelere ait spektrumların hepsinde derinin karakteristik fonksiyonel gruplarına rastlanılmıştır. Ham madde miktarları arttıkça absorbanlarda da artış gözlenilmiştir. Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.5 ve Şekil 5.6' da farklı parametrelerin etkisi denenen kompozit malzemelere ait FT-IR spektrumları verilmiştir.

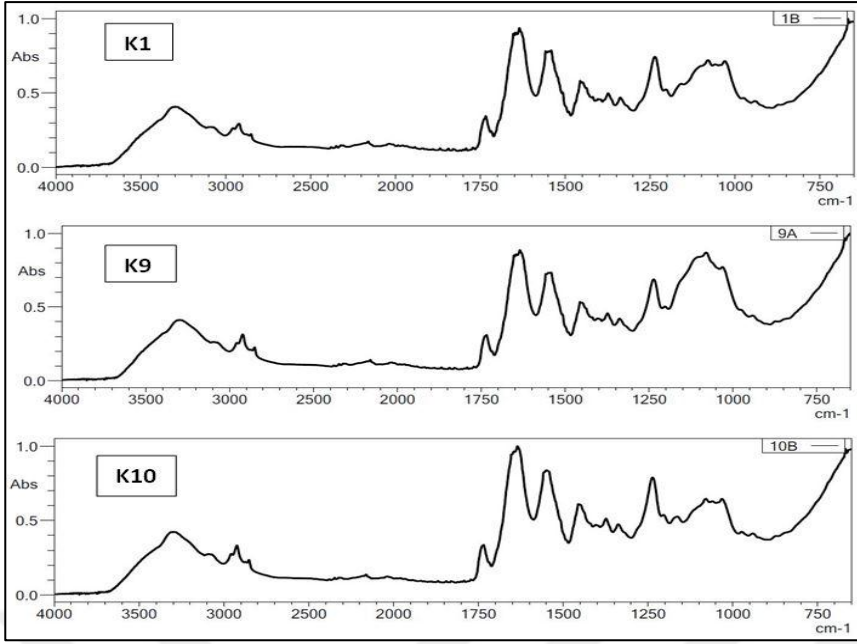
Genellikle proteinlerin FT-IR spektraları, amid I (1700 cm^{-1} , 600 cm^{-1}), amid II (1600 cm^{-1} , 500 cm^{-1}) ve amid III (1300 cm^{-1} - 1200 cm^{-1}) bantları ile açıklanır. Hiçbir muamele görmemiş ham deri, 1650 cm^{-1} dalga sayısında amid I' in C=O gerilmesini, 1540 cm^{-1} dalga sayısında amid II' nin N- H bükülmesini, 1240 cm^{-1} dalga sayısında amid III' ü sergiler. 2930 cm^{-1} ' deki kısa pikler metilen gruplarının asimetric gerilmesi sonucu oluşur. Kolajen spektrası hidroksil grubuna bağlı olarak 3400 cm^{-1} de de geniş bir bant gösterir. 3060 cm^{-1} ve 2950 cm^{-1} civarındaki pikler sırasıyla -CH₃ ve =NH bağlarının asimetric gerilme bantlarıdır. Kromlu tabaklanmış deri lifleri kolajenin karakteristik piklerini gösterir. 1650 cm^{-1} , 1552 cm^{-1} , 1240 cm^{-1} ' deki pikler kolajenin amid I, amid II ve amid III temsil eder. Amid I absorpsiyonu çoğunlukla C=O gerilme titreşimlerinden ve amid II absorpsiyonu ise N-H ve C-N titreşimlerinden kaynaklıdır. 1200 cm^{-1} ' de gözlemlenen karakteristik bant ise krom komplekslerini ifade eder. Krom kompleksindeki sülfat köprüleri $1300\text{-}900\text{ cm}^{-1}$ arasında 4 tane absorpsiyon bandına sahiptir. $1039\text{-}1164\text{ cm}^{-1}$ selülozun karakteristik pikleridir (Santana and Moreno, 1999; Ashokkumar et al., 2010, Ashokkumar et al., 2011; Senthil et al., 2015). Farklı bitkisel kaynaklardan elde edilen tanenler dört güçlü karakteristik bant sergiler: $1615\text{-}1606\text{ cm}^{-1}$ ve $1452\text{-}1446\text{ cm}^{-1}$ ' deki bantlar aromatik halka gerilme titreşimleri, $1211\text{-}1196\text{ cm}^{-1}$ and $1043\text{-}1030\text{ cm}^{-1}$ ' deki bantlar C-O bağının gerilme titreşimleri olarak yorumlanır. Ayrıca tanenler aromatik halkaların iskelet titreşimleri nedeniyle $1518\text{-}1507\text{ cm}^{-1}$ ' de zayıf bir bant daha gösterir (Falcão and Araújo, 2013).



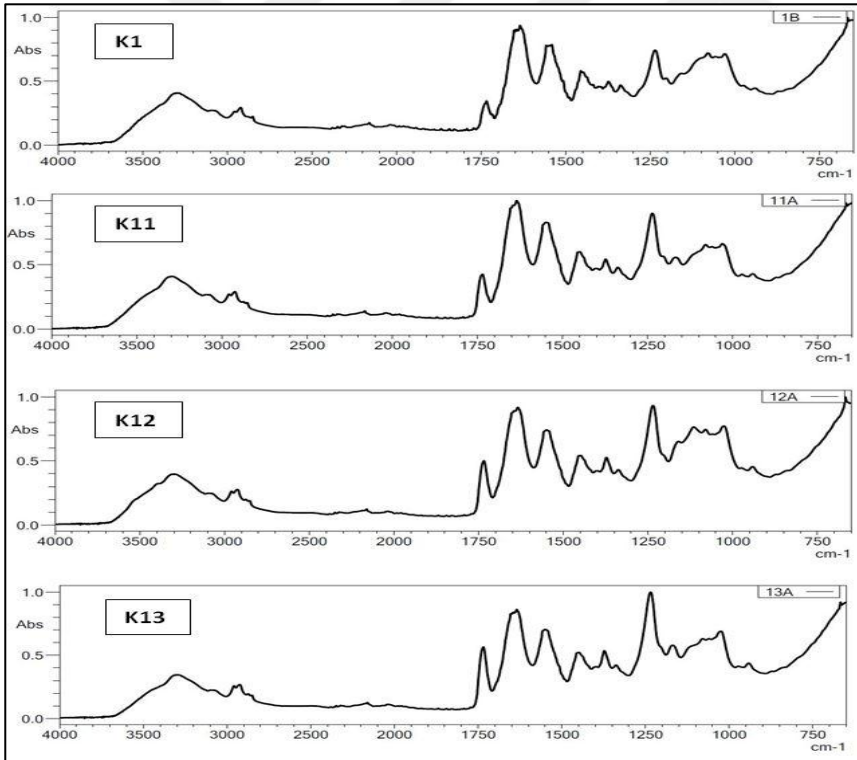
Şekil 5.1. Tanen türü denemelerine ait FT-IR spektrumları



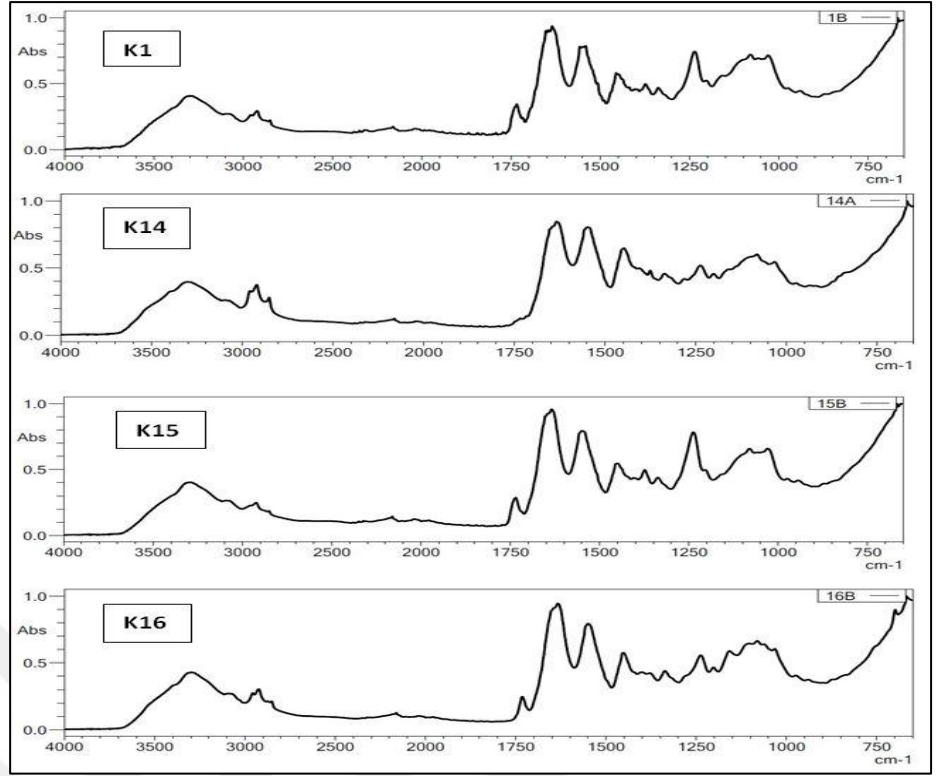
Şekil 5.2. Tanen oranı denemelerine ait FT-IR spektrumları



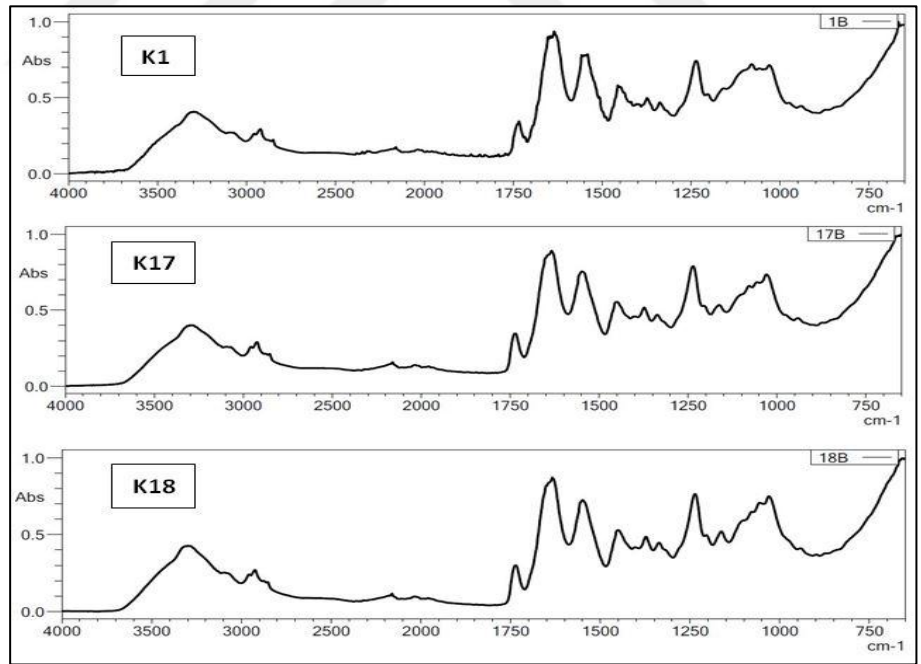
Şekil 5.3. Yağ oranı denemelerine ait FTIR spektrumları



Şekil 5.4. Bağlayıcı oranı denemelerine ait FT-IR spektrumları



Şekil 5.5. Bağlayıcı türü denemelerine ait FT-IR spektrumları



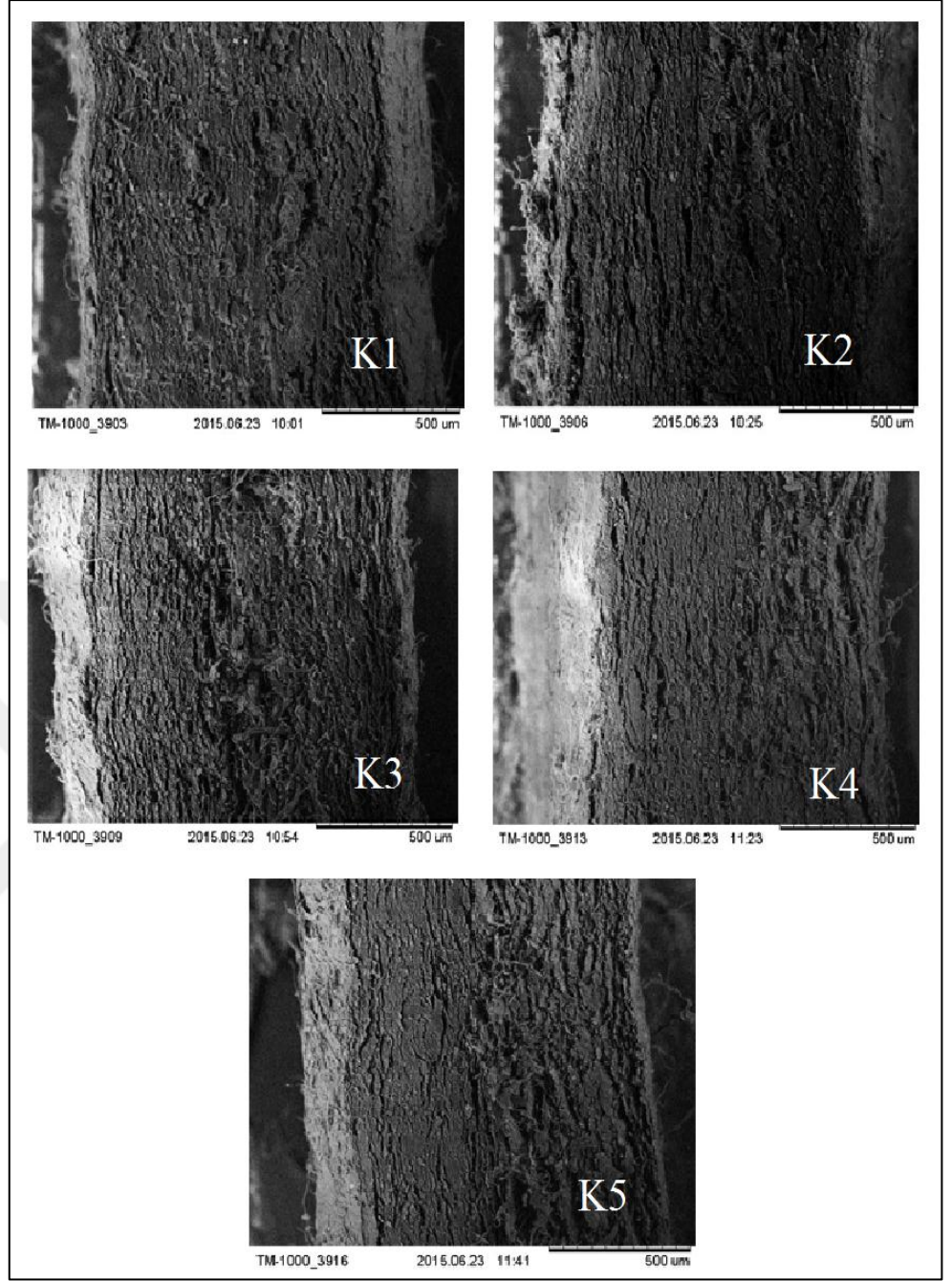
Şekil 5.6. Lif türü denemelerine ait FT-IR spektrumları

5.6 SEM Bulguları

Taramalı elektron mikroskopu (SEM), lif ve polimer arasındaki adezyonun derecesi ve polimer matriks içindeki liflerin dispersiyonunu tespit etmek için son derece önemlidir. Matriks ve doğal lifler arasında iyi bir arayüzey adezyonunun olması uygulanan kuvvetin arayüzey boyunca transferi için gereklidir. Kullanılan polimer ve doğal lifin uyumsuz olması durumunda, lif ve matriks arasında iyi bir etkileşim sağlanamaz. Yapıdaki açıklık ve boşluklar, hidrofilik lifler ve hidrofobik matriks arasında adezyonun hiç olmadığı ya da sınırlı adezyon olduğunun kanıtıdır. Böyle bir durumda lif yüzeyleri temizdir. (Nahat et al., 2013; Ndlovu, 2011).

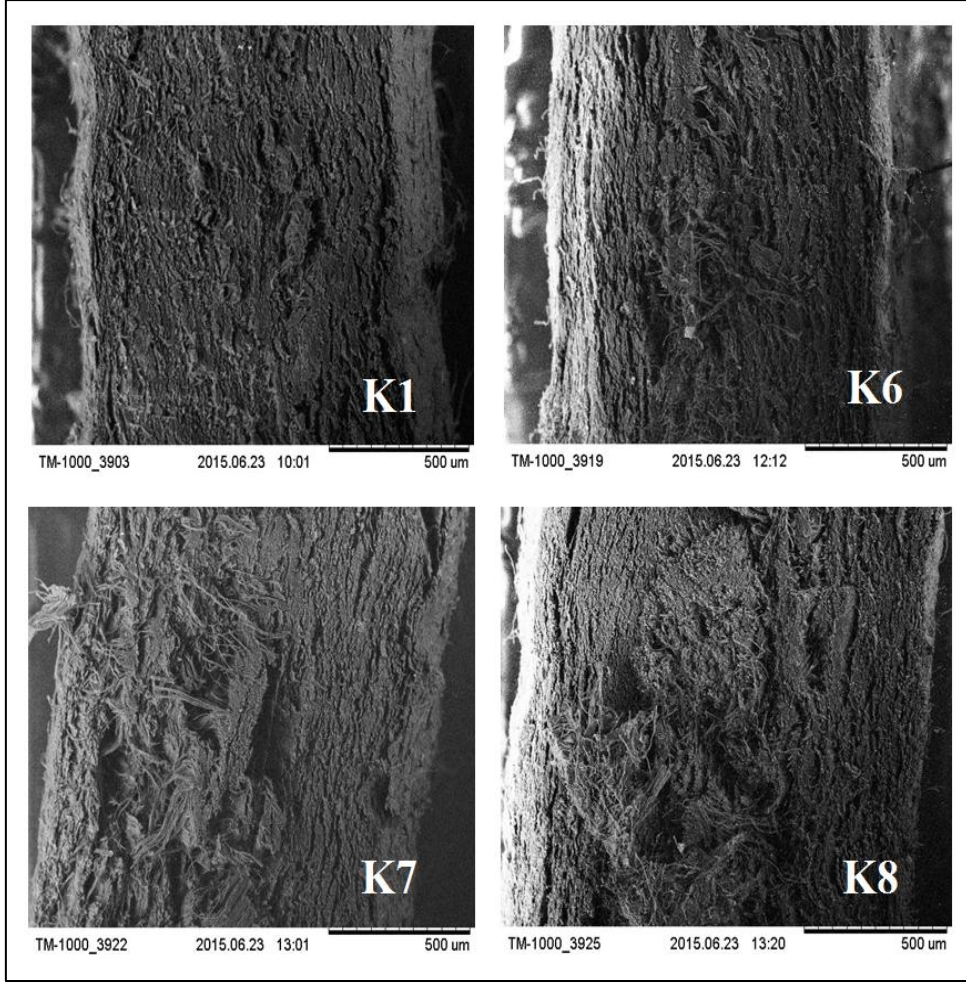
Bu çalışmada kompozit malzeme üzerindeki etkileri araştırılan tanen türü, tanen oranı, yağlama maddesi oranı, bağlayıcı oranı, bağlayıcı türü ve lif türü gibi parametrelerin dendiği örneklerin strüktürel özellikleri ile performansı arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla SEM ile strüktürel olarak elyafın yönelimleri ve örgü ağının oluşturduğu matriksin tanımlanması yapılmıştır. Kompozit malzemelere ait 120 X büyütme kesitten alınmış SEM görüntüleri Şekil 5.7, Şekil 5.8, Şekil 5.9, Şekil 5.10, Şekil 5.11 ve Şekil 5.12' da sırasıyla gösterilmiştir.

SEM görüntüleri incelendiğinde; uçlarından saçaklanma yapmış liflerin birbirine tutunarak oluşturduğu yapı açık bir şekilde görülmüştür. Liflerin bu şekilde yöneliminin malzemenin mekanik ve performans özelliklerini doğrudan etkileyebildiği anlaşılmıştır.



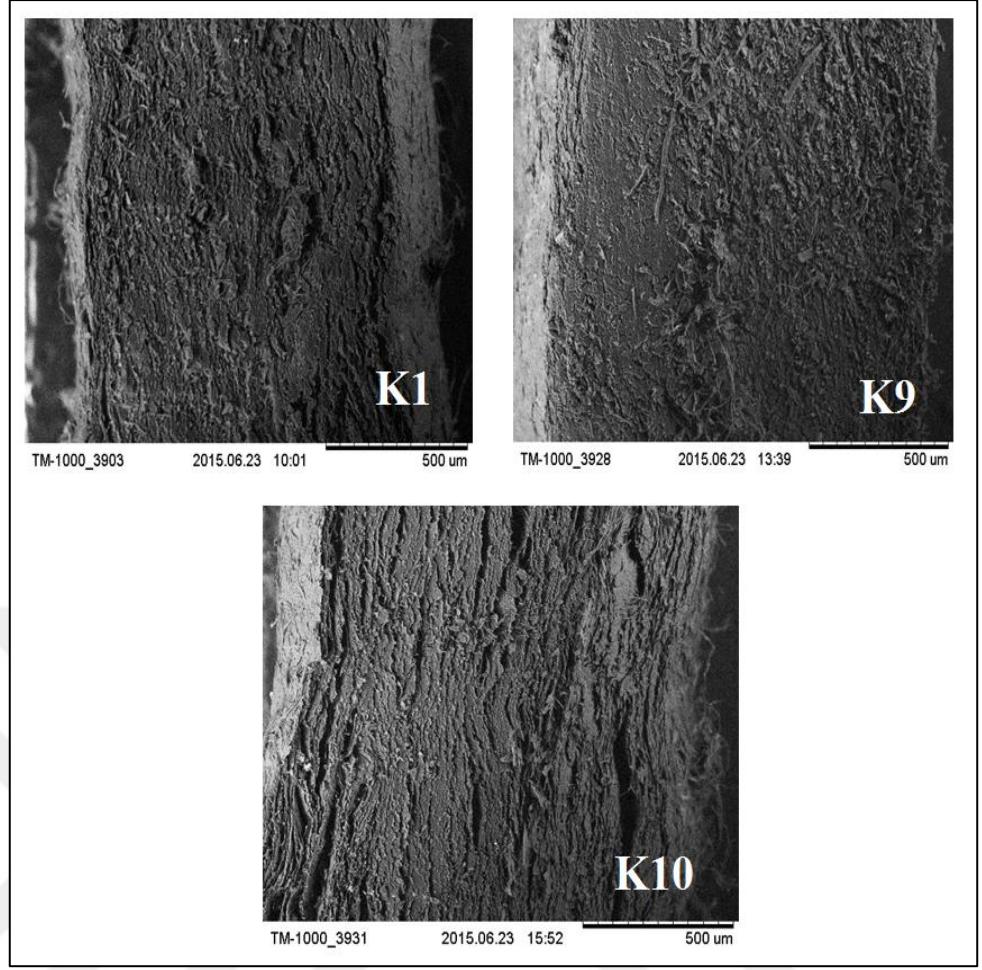
Şekil 5.7. Tanen türüne ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)

Şekil 5.7' de sırasıyla valeyks, mimoza, kestane, tara ve lignin sülfonat tanenleri ile yapılan kompozit malzemelerin SEM görüntüleri gösterilmiştir.



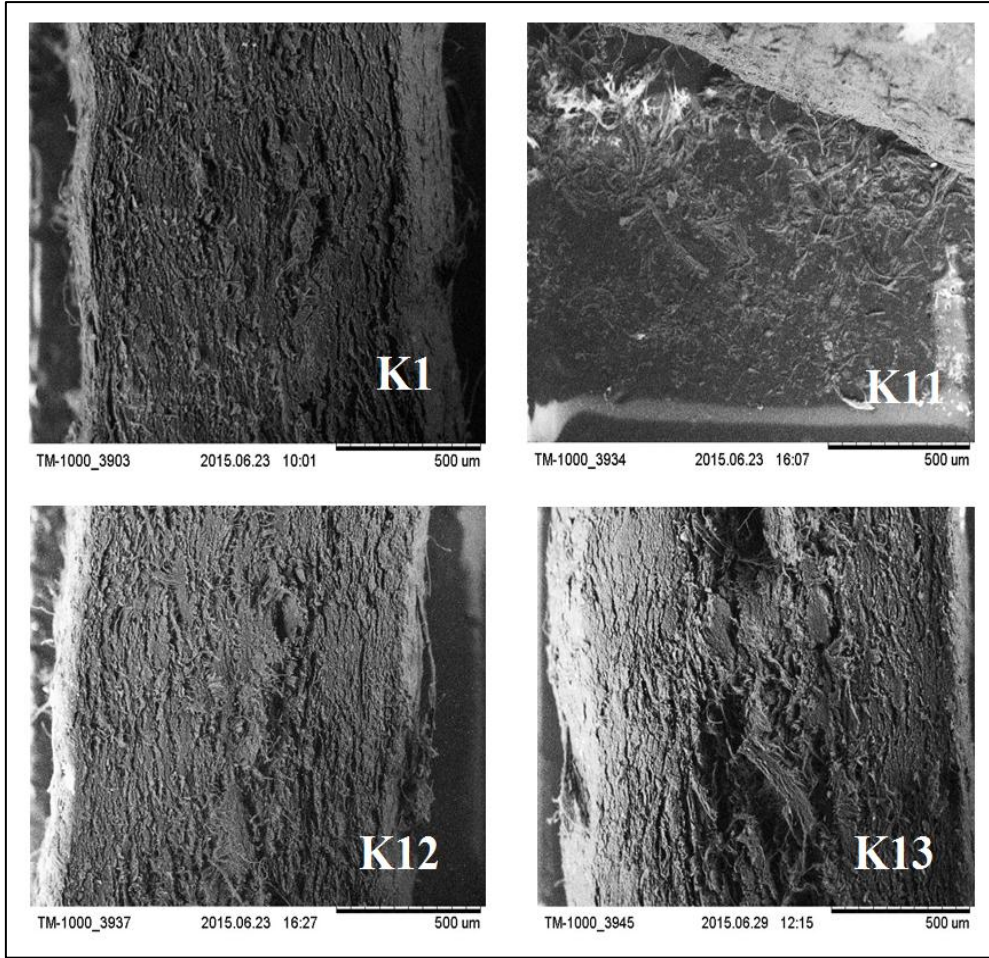
Şekil 5.8. Tanen oranına ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)

Şekil 5.8’ de sırasıyla % 3, % 5, % 10 ve % 15 tanen ile yapılan kompozit malzemelerin SEM görüntüleri gösterilmiştir.



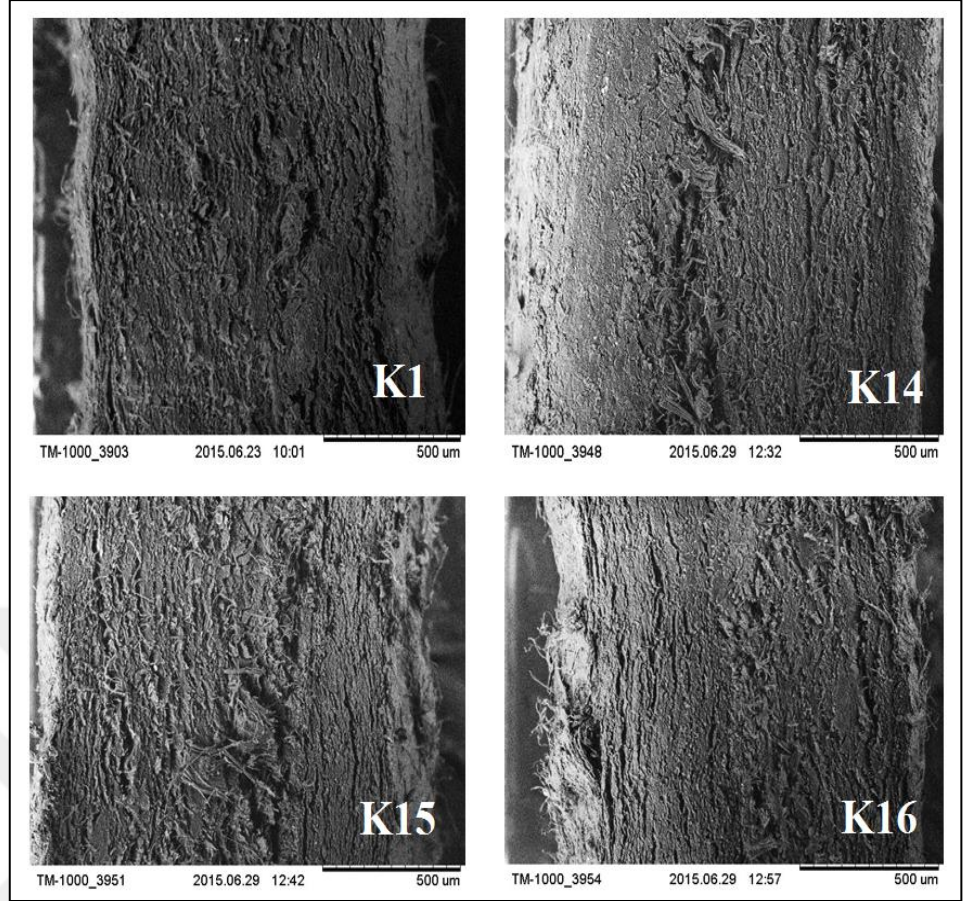
Şekil 5.9. Yağlama maddesi oranına ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)

% 2, % 4 ve % 6 yağlama maddesi kullanılarak yapılan K1, K9 ve K10 numunelerinde liflerin yapı boyunca homejen bir şekilde dağıldığı görülmüştür. K1 numunesi daha pürüzlü bir yapıya sahipken K9 numunesi daha yumuşak bir yapıya sahiptir. K10 numunesinin strüktürüne bakıldığında ise lif ve matriks arasında açıklıklar bulunmaktadır. Çekme mukavemeti, dikiş yırtılma mukavemeti ve fleksometre testlerinde K9 en iyi, K10 en düşük performans göstermiş olup % 4 yağlama maddesinin bu tür kompozit malzemeler için optimum değer olduğu anlaşılmıştır. Bu tests sonuçları ve SEM görüntüleri karşılaştırıldığında strüktür yapısının, ürünün fizikomekaniksel özellikleri üzerinde doğrudan etkisinin olduğu anlaşılmıştır.



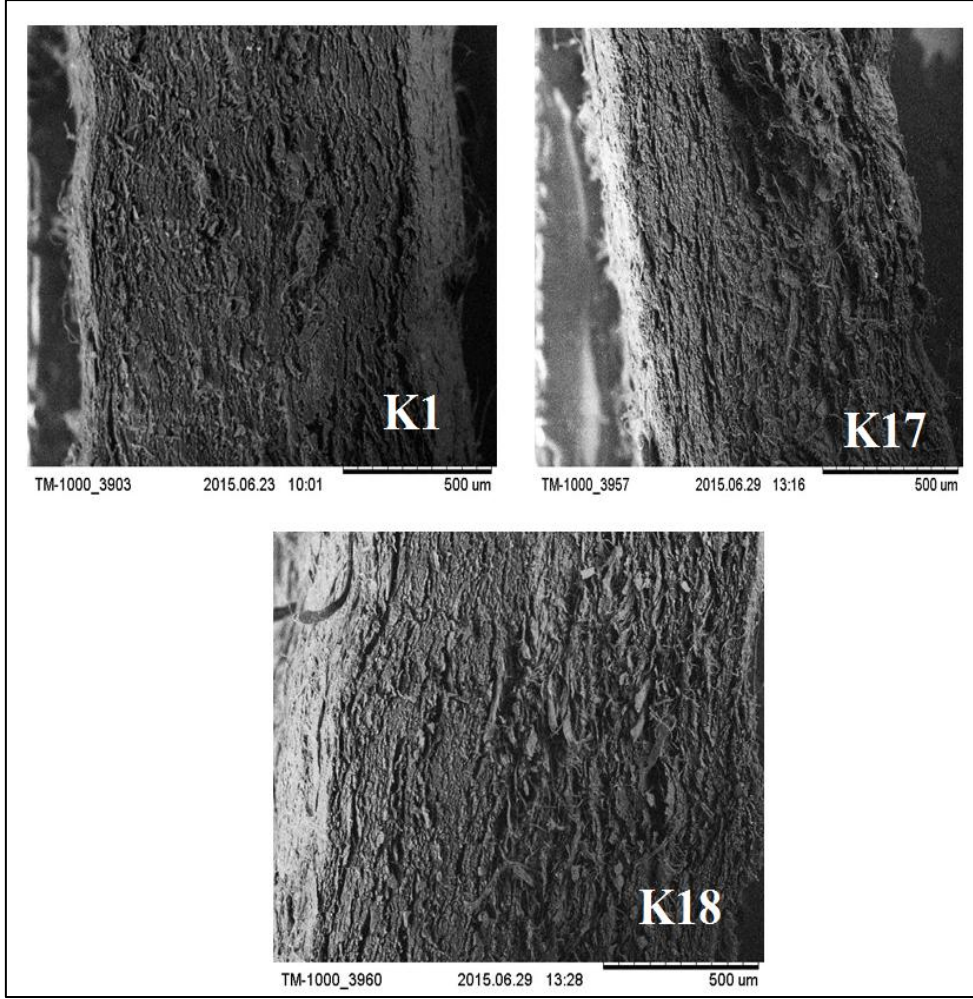
Şekil 5.10 Bağlayıcı oranına ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)

Şekil 5.10' de sırasıyla % 9, % 12, % 15 ve % 18 bağlayıcı ile yapılan kompozit malzemelerin SEM görüntüleri gösterilmiştir.



Şekil 5.11. Bağlayıcı türüne ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)

Şekil 5.11' te sırasıyla akrilik asit esterleri kopolimeri, doğal lateks, PVA ve stiren akrilik ester kopolimeri ile denenilen K1, K14, K15 ve K16 kompozit malzemelerine ait SEM görüntüleri gösterilmektedir. Görüntüler incelendiğinde doğal lateks kullanılan ürün yumuşak ve sıkı bir yapıya sahipken diğer ürünlerin daha pürüzlü ve boşluklu yapıya sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu durum doğal lateks ile yapılan kompozit malzemenin diğerlerine oranla daha iyi fizikomekaniksel özelliklere sahip olduğunu açıklamıştır.



Şekil 5.12. Lif türüne ait SEM görüntüleri (120 X büyütme)

Şekil 5.12’ de deri lifi, deri/kağıt lifi ve deri/selüloz lifi ile yapılan kompozit malzemelerin SEM görüntüleri sırasıyla yer almaktadır.

5.7 Yüzey Pürüzlülüğü Tayini Bulguları

Yüzey dokusunun bir parametresi olan yüzey pürüzlülüğü ya da kısaca pürüzlülük bir malzeme yüzeyinin düzlemsel olmamasıdır ve malzemenin çevresi ile etkileşiminin belirlenmesinde önemli rol oynayan bir özelliktir. Çoğu mühendislik dalında önemli bir değişken olması sebebiyle birçok mühendislik tasarımında yaygın olarak araştırılmaktadır (Turhal et al., 2015). Yüzey pürüzlülüğü hesaplamada Ra, Rz ve Rq değerleri kullanılmıştır. Değerlendirmeler ise ortalama yüzey pürüzlülüğünü ifade eden Ra üzerinden yapılmıştır. Kompozit malzemelerin yüzey pürüzlülük sonuçları 5.5’ de gösterilmiştir.

Tanen türünün yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi araştırılmış ve mimoza ile yapılan kompozitin en pürüzlü yüzeye sahip olduğu görülmüştür. Tara ile yapılan kompozitin ise en pürüzsüz yüzeye sahip olduğu görülmüştür.

% 3, % 5, % 10 ve % 15 tanen kullanılarak yapılan kompozitlerin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) sırasıyla 16.834 μm , 11.760 μm , 14.320 μm ve 12.119 μm olarak bulunmuştur.

Yağlama maddesi oranı % 2' den % 4' e çıktığında yüzey pürüzlülüğünde düşüş gözlenmiştir. % 4' den sonra ise önemli bir artış gözlenmemiştir.

% 9, % 12, % 15 ve % 18 bağlayıcı kullanılan kompozitlerin yüzey pürüzlülük değerleri sırasıyla 16.834 μm , 16.351 μm , 14.651 μm ve 14.620 μm olarak elde edilmiştir.

Akrilik asit esterleri kopolimeri kullanılan kompozitte en yüksek, PVA kullanılan kompozitte ise en düşük yüzey pürüzlülüğü gözlenmiştir. Doğal lateks ve stiren-akrilik ester kopolimeri ile yapılan kompozitler benzer sonuçlar göstermiştir.

Lif türünün denendiği çalışmalarda sadece deri lifi ile yapılan kompozitin yüzey pürüzlülük değeri en yüksek, deri ve kağıt lifi ile yapılan kompozitin en pürüzsüz yüzeye sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.5. Kompozit malzemelere ait yüzey pürüzlülük değerleri

	Ra (µm)	Rq (µm)	Rz (µm)
Tanen Türü			
K1	16.834	20.261	84.156
K2	19.412	24.265	103.766
K3	17.287	21.250	86.537
K4	15.767	19.411	88.100
K5	18.481	22.492	98.547
Tanen Oranı			
K1	16.834	20.261	84.156
K6	11.760	14.641	66.545
K7	14.320	17.663	79.841
K8	12.119	15.101	66.971
Yağlama Maddesi Oranı			
K1	16.834	20.261	84.156
K9	15.419	19.710	87.708
K10	15.928	19.143	78.337
Bağlayıcı Türü			
K1	16.834	20.261	84.156
K11	16.351	20.538	91.233
K12	14.651	17.979	79.828
K13	14.620	18.192	83.047
Bağlayıcı Oranı			
K1	16.834	20.261	84.156
K14	13.761	17.177	74.841
K15	12.599	15.628	71.906
K16	13.604	17.209	78.047
Lif Türü			
K1	16.834	20.261	84.156
K17	10.720	13.267	60.638
K18	13.736	17.221	76.149

6. TARTIŞMA

Büyük sanayilerden kaynaklı katı atıklar toksik içerikleri ve yanlış atık yönetimi gibi nedenlerden dolayı önemli bir çevresel sorun haline gelmiştir (Dhayalan et al., 2007). Deri sanayinden kaynaklı katı atıklar ise toksik ve kanserojenik olan krom içeriğinden dolayı son derece dikkat gerektiren bir güncel bir sorundur. Bu atıkların miktarı göz önünde bulundurulduğunda; üç değerlikli kromun geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması gibi yöntemler yetersiz kalmaktadır. Yakma ve proliz gibi mevcut yöntemler ise zararlı gazların oluşumuna neden olduğundan dolayı çok fazla tercih edilmemektedir. Bu nedenle atıkların çevresel ve sağlık açısından güvenli bir şekilde bertarafı için kompozit malzemelerin üretiminde kullanılması yenilikçi bir yöntem olarak görülmektedir. Schwartz et al. (2001)' e göre çok geniş bir uygulama alanına sahip olan polimerik kompozitler, bitki lifi (Xu et al., 2008) ve deri lifi (Andreopoulos and Tarantili, 2000) gibi çeşitli doğal liflerin polimerlerle kombinasyonu ile kolaylıkla üretilebilmektedir.

Deri atıklarının kompozit malzeme üretiminde kullanımı yoluyla zararsız forma dönüştürme ve atık formundan çıkarma ile muhtemel kullanım alanlarında değerlendirilmesi imkanları deri sanayi açısından temel sürdürülebilirlik yaklaşımlarındandır. Bu yaklaşımın pratik uygulamalara dönüşmesi bu tür malzemelerin yeterli mekanik dayanım ve performans kazandırılması ile mümkün görülmektedir. Derinin en temel bileşeni ve lifli bir protein olan kolajen, deriye tokluk ve elastikiyet kazandırmaktadır. Deri yapısının yaklaşık % 85' i uzunluğu 2,5-5 cm arasında değişen kümeleşmiş kolajen liflerinden meydana gelmektedir ve derinin yırtılma mukavemeti, çekme mukavemeti, uzama ve esneklik gibi fiziksel ve mekaniksel özellikleri bu liflere bağlıdır. Bu özellikler tabaklama işlemi ile de desteklenmektedir. Derinin bu özelliklerinden yola çıkılarak tabaklanmış deri atıkları kompozit malzeme üretiminde kullanılmaktadır (JRB Associates, 1982). Projemizde deri liflerinin kompozit malzemelerde kullanımı kapsamında uygulanabilir yöntemlerle çeşitli alanlarındaki beklentilere uygun özellikler taşıyan malzemelerin üretim imkanları denenmiş ve özellikler üzerine farklı parametrelerin etkisi araştırılmıştır.

Mukavemet, çeşitli amaçlar için malzeme seçiminde göz önünde bulundurulmuş önemli bir performans özelliğidir. Tanen türünün kompozit malzemenin çekme testi üzerindeki etkisinin belirlenmesi çalışmalarında; tara ile üretilen kompozit malzemelerin 5,2 N/mm² ile en düşük ve lignin sülfonat ile

yapılan kompozit malzemelerin ise $9,7 \text{ N/mm}^2$ ile en yüksek çekme mukavemetine sahip olduğu belirlenmiştir. Mimoza ile yapılan ürünler en yüksek uzama özellikleri göstermiştir ve % 18,3 uzama sonucu elde edilmiştir. % 3-15 arasında artan tanen miktarı ile $6-11,4 \text{ N/mm}^2$ arasında çekme mukavemeti, % 12,1-17,4 arasında uzama değerleri elde edilmiştir. Yağlama maddesi miktarı arttıkça ürünün uzama özellikleri artsa da çekme mukavemeti açısından % 4 yağlama maddesi oranının optimum olduğu anlaşılmış ve bu oran ile $7,2 \text{ N/mm}^2$ çekme mukavemeti değeri elde edilmiştir. Bağlayıcı oranı % 9' dan % 18'e arttıkça mukavemet ve % uzama değerlerinde artış gözlenmiş, $6-14,9 \text{ N/mm}^2$ arasında çekme mukavemeti, % 12,1-21,2 arasında uzama değerleri elde edilmiştir. Bağlayıcı türü olarak doğal lateksin kullanıldığı kompozit malzemelerde $11,7 \text{ N/mm}^2$ çekme mukavemeti ve % 23,1 uzama ile maksimum sonuçlara ulaşılmıştır. Senthil et al. (2015), doğal latekslerin çevre dostu özelliğinden dolayı kompozit malzemelerin hazırlanmasında kullanıldığını ve kompozit yapımında bu latekslerin diğer partiküllerle kombine edilmesi ile önemli derecede mekanik özelliklerde artış sağlandığını bildirmişlerdir. Bağlayıcı türü olarak PVA kullanılan kompozit malzemelerde doğal lateks kullanılanlara yakın çekme mukavemeti sonucu elde edilmiştir. Aydemir (2014), PVA'nın hidrofilik yapısından dolayı kompozit malzemelerde lifler ile arasındaki uyumun iyi olduğunu ve bu durumun ürünün özelliklerini iyileştirdiğini söylemiştir. Yazar, PVA ile yapılan kompozit malzemelerde PVA'nın mekanik özellikleri ve çekme mukavemetini arttırdığı bazı çalışmalara da atıfta bulunmuştur. Deri lifi ile selüloz ve kağıt liflerinin kombine edilerek kullanılmasının çekme özellikleri üzerinde olumlu etkisinin olduğu görülmüştür. Selüloz lifinin kullanıldığı denemelerde çekme mukavemeti % 25 artarken, % uzamada anlamlı bir artış gözlenmemiştir. Doğal bir polimer olan selüloz, lineer zincirlerden meydana gelen bir polisakkarittir. Lineer zincirler, selülozun makro yapısıyla moleküller arası ve moleküller içi hidrojen bağı oluşturan hidroksil grupları bulundurlar. Selüloz lifleri sarmal mikrofibril yapısından dolayı yüksek mukavemete ve güçlü mekanik özelliklere sahiptirler ve ürüne kazandırdıkları önemli avantajlar nedeniyle kompozit malzemelerde takviye ajanı olarak kullanılırlar (Aydemir, 2014). Kağıt lifinin kullanıldığı denemelerde ise çekme mukavemetinde yaklaşık % 65 ve uzamada yaklaşık % 32 oranında artış gözlenmiştir ve $9,9 \text{ N/mm}^2$ çekme mukavemeti, % 16 uzama değerlerine ulaşılmıştır. Takev et al. (2014), atık kağıtların büyük miktarda odun lifi ve mineral dolgu maddeleri içerdiğinden dolayı takviye ajanı olarak çok iyi bir kaynak olduğunu, atık kağıt lifi kullanılarak yapılan kompozit malzemelerin iyi mekanik özellikler sergilediğini ve kağıt lifi kullanımının kompozitin mukavemet özelliklerini arttırdığını bildirmişlerdir.

Dodwell (1989)' a göre moda ve konforlu ayakkabılar $5,5 \text{ N/mm}^2$, ucuz ve hafif ayakkabılar ise 4 N/mm^2 çekme mukavemetine sahip salpa malzemeler kullanılarak üretilmektedir. Buna göre, çalışmamızdaki mukavemet testi sonuçlarına bakıldığında üretilen kompozit malzemelerin bu tarz ayakkabıların yapımında rahatlıkla kullanılabilmesi anlaşılmıştır. Santana et al. (2002), modifiye edilmiş ve modifiye edilmemiş deri liflerini PVC matriks içinde kullandıkları çalışmada, modifiye edilmemiş liflerle yapılan denemede $3,66 \text{ N/mm}^2$ çekme mukavemeti ve % 35 uzama, modifiye edilmiş liflerle yapılan denemede 11 N/mm^2 çekme mukavemeti ve % 15 uzama değerlerini elde etmişlerdir. Çalışmamızda herhangi bir modifikasyon işlemi yapılmamasına rağmen bu değerlere ulaşılmıştır.

Dikiş yırtılma mukavemeti testine ait bulgular karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde; tanen türünün değiştirildiği denemelerde kestane ile yapılan ürünlerde en yüksek (45,52 N), mimoza ile yapılan ürünlerde en düşük (10,95 N) dikiş yırtılma mukavemeti gözlemlenmiştir. Tanen oranı arttıkça dikiş yırtılma mukavemetinin de arttığı görülmüş ve maksimum 52,48 N dikiş yırtılma mukavemeti sonucu elde edilmiştir. Yağlama maddesi oranının etkisinin denendiği ürünlerde için % 4 oranının en yüksek sonuç verdiği ve bu tür ürünlerde % 4 oranının aşılması gerektiği anlaşılmıştır. Artan bağlayıcı oranıyla ürünlerin dikiş yırtılma mukavemetlerinin de arttığı görülmüştür ve maksimum 59,16 N dikiş yırtılma mukavemeti sonucuna ulaşılmıştır. Akrilik asit esterleri kopolimeri, doğal lateks, PVA, stiren-akrilik ester kopolimeri bağlayıcılarının etkisinin araştırıldığı ürünlerde; doğal lateks ve PVA ile en yüksek sonuçlar elde edilmiştir ve doğal lateks 63,21 N, PVA 52,3 N dikiş yırtılma mukavemeti sonucu göstermiştir. Doğal lateks ve PVA' nın deri lifleriyle daha uyumlu bağlayıcılar olduğu anlaşılmıştır. Lif türünün etkisine bakıldığında, deri lifi ile kağıt lifi kombinasyonu dikiş yırtılma mukavemetinde artışı sağlarken, selüloz lifi düşüşe neden olmuştur.

Harvey (1986), SATRA-LASTRA tarafından geliştirilen standartlar doğrultusunda; ayakkabıların üretiminde kullanılan salpa ürünlerin çekme mukavemetinin yüksek kaliteli için min. $7,7 \text{ N/mm}^2$, düşük kaliteli için min. 4 N/mm^2 , dikiş yırtılma mukavemetinin yüksek kaliteli için min. 68 N, düşük kaliteli için min. 52 N, bükülme dayanımlarının yüksek kaliteli için min. 10.000-100.000 bükülme, düşük kaliteli için min. 1000 bükülme olması gerektiğini bildirmiştir. Dolayısıyla, çalışmamızda üretilen kompozit malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri değerlendirildiğinde bu

malzemelerin yüksek kaliteli ayakkabıların üretimi için uygun olduğu anlaşılmıştır.

FT-IR analizi sonuçlarında, tabaklanmış deri liflerinin kullanıldığı kompozit malzemelere ait spektrumların hepsinde deri proteini olan kolajenin karakteristik fonksiyonel gruplarına rastlanılmıştır. Ham madde türü ve oranı değişiklikleri alınan spektrumlarda açık bir şekilde görülmüş ve bu nedenle kullanılan ham maddelerin yapı içinde diğer bileşenlerle bağ yaptığı düşünülmüştür.

SEM görüntülerinde yapı içindeki liflerin birbirlerine tutunması ve lifler ile matriks arasında oluşan etkileşim açık bir şekilde görülmüştür ve bu durumun kompozit malzemelerin fizikomekaniksel özellikleriyle ilişkili olduğu anlaşılmıştır. Kompozit yapı içinde ürün özelliklerini etkileyen iki tür açıklıkların varlığı görülmüştür. Liflerin matriks içerisinde birbirleri ile etkileşimde olduğu ve arayüzey adhezyonunun iyi olduğu açıklıkların ürün özelliklerinde artışa neden olduğu, ürün yapısında meydana gelen tabaka halinde ayrılmaların meydana getirdiği açıklıkların ürün özelliklerinde düşüğe neden olduğu anlaşılmıştır.

7. SONUÇ

Deri atıklarının polimerlerle kompozit hale getirilerek yeni malzeme üretimi için değerlendirilmesi amacıyla yönelik çalışılan projemizde dispersiyon üretimi ve serimde etken faktörlerin denenmesiyle ürün özelliklerindeki iyileşmeler araştırılmıştır. Etken faktörler olarak tanen türü ve oranı, yağlama maddesi oranı, bağlayıcı oranı ve türü, lif türü ve dispersiyondaki uygulamalar v.s. olarak değerlendirilmiş ve bunların etkileri belirlenmiştir. Mukavemet ve diğer fizikomekaniksel özelliklerde dispersiyonda kullanılan yardımcı maddelerin önemli olduğu ve bu özelliklerin etken faktörlerin optimizasyonu ile deri özelliklerine benzer mekanik dayanım değerlerine yaklaşabildiği tespit edilmiş, kullanım alanlarına ve istemlere bağlı olarak farklı karakteristiklerde yeni çevreci ve ekonomik ürünlerin üretilebileceği görülmüştür. Bu çalışma deri atıklarının kompozit malzeme üretiminde kullanım olanaklarının değerlendirilerek deri sanayinin katı atık sorununun çözümüne yönelik gelişmelerin önünü açma açısından önemli bir temel araştırma olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Al-Saidi, G. S., Al-Alawi, A., Rahman, M. S. and Guizani, N.,** 2012, Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopic study of extracted gelatin from shaari (*Lithrinus microdon*) skin: effects of extraction conditions, *International Food Research Journal*, 19 (3): 1167-1173 pp.
- Alves Dos Reis, M. and Beleza, V.,** 1991a, Utilization of leather waste: animal feedstuff from chrome shavings, part I., *J. Soc. Leather Technol. Chem.*, 75 (1), 15–19 pp.
- Alves Dos Reis, M. and Beleza, V.,** 1991b, Utilization of leather waste: animal feedstuff from chrome shavings, part II., *J. Soc. Leather Technol. Chem.*, 75 (2), 45–47 pp.
- Ambro' sio, J.D., Lucas, A.A., Otaguro, H. and Costa, L.C.,** 2011, Preparation and characterization of poly (vinyl butyral)-leather fiber composites, *Society of Plastics Engineers*, 776-785 pp.
- Amir, S., Benlboukht, F., Cancian, N., Winterton, P. and Hafidi, M.,** 2008, Physico-chemical analysis of tannery solid waste and structural characterization of its isolated humic acids after composting, *Journal of Hazardous Materials*, 448-455 pp.
- Anupama, P. and Rubina, C.,** 2013, Studies on the generation of biogas from collagen hydrolysate obtained from chrome shavings by alkaline hydrolysis: a greener disposal method, *Research Journal of Recent Sciences*, 2, 234-240 pp.
- Ashokkumar, M., Thanikaivelan, P., Murali, R. and Chandrasekaran, B.,** 2010, Preparation and characterization of composite sheets from collagenous and chromium–collagen complex wastes using polyvinylpyrrolidone: two problems, one solution, *Waste Biomass Valor*, 1, 347–355 pp.
- Ashokkumar, M., Thanikaivelan, P., Krishnaraj, K. and Chandrasekaran, B.,** 2011, Transforming chromium containing collagen wastes into flexible composite sheets using cellulose derivatives: structural, thermal, and mechanical investigations, *Polym. Compos.*, 32, 1009–1017 pp.
- Aydemir, D.,** 2014, The lap joint shear strength of wood materials bonded by cellulose fiber-reinforced polyvinyl acetate, *BioReurces*, 9 (1), 1179-1188 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Babanas, K., Tarantılı, P. A., and Andreopoulos, A. G.,** 2001, Plasticized poly(vinyl chloride) filled with waste leather particles, *Journal of Elastomers and Plastics*, Vol. 33, 72-85 pp.
- Campbell, F.C.,** 2010, Introduction to compositematerials, *Structural Composite Materials*, 1-29 pp.
- Chronska, K. and Przepiorkowska, A.,** 2008, Buffing dust as a filler of carboxylated butadiene-acrylonitrile rubber and butadiene-acrylonitrile rubber, *Journal of Hazardous Materials*, 151 , 348–355 pp.
- Chronska, K. and Przepiorkowska, A.,** 2009, Comparison of the effects of collagen and modified collagen fillers on the properties of XNBR rubber, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 114, 1984-1991 pp.
- Cot, J., Manich, A.M. and Aramon, C.,** 1991. Design of a pilot plant for complete processing of by-products of the tanning industry: preparation of a collagenic material with “zero” chrome content, *J. Am. Leather Chem. Assoc.*, 86 (4), 141–157 pp.
- Coulson, N.S., Kinsley, H. B. and Nunn, J. K.,** 2007, Composite leather material, *United States Patent Application* , US 2007/0184742 A1.
- Covington, A. D.,** 2009, *Tanning Chemistry: The Science of Leather*, 281-419 pp.
- Denz, W. ve Eminoğlu, S.,** 2012, Türkiye’ de sanayiden kaynaklanan tehlikeli atıkların yönetiminin iyileştirilmesi, *Life ‘ Hawaman’ Projesi*, LIFE06 TCY/TR/000292.
- Dodwell, G.,** 1989, Components—guidelines and characteristics, *SATRA Bull*, 208–209.
- El-Sabbagh, S. H. and Mohamed, O. A.,** 2011, Recycling of chrome-tanned leather waste in acrylonitrile butadiene rubber, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 121, 979–988 pp.
- El-Sabbagh, S.H., and Mohamed, O.A.,** 2010, Recycling of chrome tanned leather dust in acrylonitrile butadiene rubber, *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1255, Issue 1, 249 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Erdem, M. ve Özverdi, A.,** 2007, Leaching behavior of chromium in chrome shaving generated in tanning process and its stabilization, *Journal of Hazardous Materials*, 156 , 51–55 pp.
- Falcão, L. and Araújo, M.E.M.,** 2013, Tannins characterization in historic leathers by complementary analytical, techniques ATR-FTIR, UV-Vis and chemical tests, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 14, Issue 6, 2013, 499–508 pp.
- Fathima, N., Rao, R. and Nair, B.U.,** 2012, Tannery solid waste to treat toxic liquid wastes: a new holistic paradigm, *Environmental Engineering Science*, Volume: 29 Issue: 6 Pages: 363-372 pp.
- Ferreira, M.J. and Freitas, F.,** 2010, The effect of leather fibers on the properties of rubber-leather composites, *Journal of Composite Materials*, vol. 44, no. 24, 2801-2817 pp.
- Galatik, A., Duda, J. and Minarik, L.,** 1988, Pressure hydrolysis of leather waste with sodium hydroxide, *Czech. Patent*, CS 252,382.
- Guardini, G.,** 1983, Extraction of proteins and chromium sulfate from chromium- tanned skin wastes, *U.S. Patent*, 4, 483, 829.
- Harvey, A.J.,** 1986, Footwear materials and process technology, *Lasra Publication*.
- Hayes, B.S. and Gammon, L.M.,** 2010, Optical microscopy of fiber-reinforced composites, *ASM International*, 1-10 pp.
- Heidemann, E.,** 1991. Disposal and recycling of chrome-tanned materials, *J. Am. Leather Chem. Assoc*, 86 (9), 331–333 pp.
- Holloway, DF.,** 1978, Recovery and separation of nutritious protein hydrolysate and chromium from chrome leather scrap, *US, Patent* 4,100,154.
- Holmesa, D.F., Grahama, H.K., Trotterb, J.A. and Kadlera, K.E.,** 2001, STEM/TEM studies of collagen fibril assembly, *Micron*, Volume 32, Issue 3, 273–285 pp.
- IL&FS Ecosmart Limited Hyderabad,** 2010, Technical eia guidance manuel for leather/ skin/ hide processing industry, *The Ministrey of Environment and Forest Government of India*.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Imai, T., Okamura, H.,** 1991, Studies on incineration of chrome leather waste, *J. Am. Leather Chem. Assoc.*, 86 (8), 281–294 pp.
- JRB Associates,** 1982, Industrial resource recovery practices: leather and leather products, *SIC 31*.
- Kite, M. and Thomson, R.,** 2006, The chemistry of tanning materials, *Conservation of Leather and Related Materials*, 22-35 pp.
- Kuria, A., Ombui, J., Onyuka, A., Sasia, A., Kipyegon, C., Kaimenyi, P. and Ngugi, A.,** 2016, Quality evaluation of leathers produced by selected vegetable tanning materials from laikipia county, Kenya, *Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, Volume 9, Issue 4, 13-17 pp.
- Lakraflı, H., Tahiri, S., Albizane, A. and El Otmani, M.E.,** 2012, Effect of wet blue chrome shaving and buffing dust of leather industry on the thermal conductivity of cement and plaster based materials, *Construction and Building Materials*, Volume 30, 590–596 pp.
- Lopresto, V., Leone, C. and Iorio, I.,** 2009, New foamy materials by recycling wastes from tannery industry, *World Journal of Engineering*, 6, 615-616 pp.
- Lowe, H. F., and Spindloe, C.,** 2006, White light interferometric profilometry of surface structured glass for high power laser microtargets, Central Laser Facility Annual Report, *Laser Science and Development*, 249-252 pp
- Lucas, A.A., Ambrósio, J. D., Bonse, B. C, and Bettini, S. H. P.,** 2011, Natural fiber polymer composites technology applied to the recovery and protection of tropical forests allied to the recycling of industrial and urban residues, *Advances in Composite Materials - Analysis of Natural and Man-Made Materials*, 163-194 pp.
- Manzo, G. and Fedele, G.,** 1996. Separation by ultrafiltration of the different fractions of the collagenic condensate and study of their tanning properties, *Das Leder*, 7, 66–73 pp.
- Masuelli, M.A.,** 2013, Introduction of fibre-reinforced polymers-polymers and composites: concepts, properties and processes, *INTECH Open Access Publisher*, 3-39 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Mwinyihija, M.**, 2010, Main pollutants and environmental impacts of the tanning industry, *Ecotoxicological Diagnosis in the Tanning Industry*, 17-35 pp
- Nahar, S., Khan, M. A., Khan, R. A., Abdullah, E. C. B., Khan, M. J. H., Islam, R., Karim, F., Rahman, M., Rahman, A., Mahmood, A. A., Deb, A. K. and Nahar, U. H. B.**, 2013, An approach to utilize crust leather scrapes, dumped into the land, for the production of environmental friendly leather composite, *Engineering Journal*, 17 (3), 17-24 pp.
- Ndlovu, S. S.**, 2011, Wood-polymer composites utilizing degraded polyolefins as compatibilizers, *Master Thesis*, Department of Chemistry Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of The Free State (Qwaqwa Campus).
- Nigam, H., Das, M., Chauhan, S., Pandey, P., Swati, P., Yadav, M. and Tiwari, A.**, 2015, Effect of chromium generated by solid waste of tannery and microbial degradation of chromium to reduce its toxicity: A review, *Advances in Applied Science Research*, 6(3), 129-136 pp.
- Ohtsuka, K.**, 1973, Amino acid seasoning produced from scraps obtained from chrome tanned leather, *Japan Patent*, 7,329,145.
- Okamura, H. and Shirai, K.**, 1972, Basic studies on the manufacture of leatherboard from chrome collagen fiber, *JALCA*, 67, 4, 148 pp.
- Ozgunay, H., Colak, S., Mutlu, M.M. and Akyuz, F.**, 2007, Characterization of leather industry wastes, *Polish J. of Environ. Stud.*, Vol. 16, No. 6, 867-873 pp.
- Prayitno, P.**, 2014, Research for producing green garment leather by using vegetable tanning agent, *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik*, Vol 3, No 1, 67-83 pp.
- Przepiorkowska, A., Chronska, K. and Zaborski, M.**, 2007, Chrome tanned leather shavings as a filler of butadiene-acrylonitrile rubber, *J. Hazard Mater.*, 141, 252–257 pp.
- Przepiorkowska, A., Chronska, K., Prochon, M. and Zaborski, M.**, 2006, New possibilities for managing the leather industry wastes, *Przemysl Chemiczny.*, 85, 971–975 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Przepiorkowska, A., Janowska, G., Slusarski, L. and Wolniak, S.,** 2003, Leather powder as an agent for removing environmentally hazardous organic compounds, *J. Soc. Leather Technol. Chem.*, 87, 223–226 pp.
- Przepiorkowska, A., Prochon, M. and Zaborski, M.,** 2004, Use of waste collagen as a filler for rubber compounds, *J. Soc. Leather Technol. Chem.*, 88, 223–227 pp.
- Przepiorkowska, A., Prochon, M., Zaborski, M., Zakowska, Z. and Piotrowska M.,** 2005, Biodegradable protein-containing elastomeric vulcanizates, *Rubber Chem. Technol.*, 78, 868–878 pp.
- Ramaraj, B.,** 2006, Mechanical and thermal properties of abs and leather waste composites, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 101, 3062–3066 pp.
- Sanjuán-Herráez, D., Chabaane, L., Tahiri, S., Pastor, A. and De la Guardia, M.,** 2012, Preliminary results on the use of leather chrome shavings for air passive sampling, *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, Volume 2012 (2012),
- Santana, T. J. M., Torres, A. C. and Lucero, A. M.,** 1998, Extrusion and mechanical characterization of pvc-leather fiber composites, *Polymer Composites*, Vol. 19, No. 4, 431-439 pp.
- Santana, T. J. M. and Moreno, F. V.,** 1999, Graft polymerization of methyl methacrylate onto short leather fibers, *Polymer Bulletin*, 42, 329–336 pp.
- Santana, T.J.M., Vega, M.J.A., Marquez, A., Lucero, A. M. and Moreno, F.V.,** 2002a, Production of leather-like composites using chemically modified short leather fibers. I: chemical modification by emulsion polymerization, *Polymer Composites*, Vol. 23, No. 1, 49-60 pp.
- Santana, T.J.M., Vega, M.J.A., Marquez, A., Moreno, F.V., Richardson, M. O. W. and Machin, J.L.C.,** 2002b, Production of leather-like composites using short leather fibers. II. mechanical characterization, *Polymer Composites*, Vol. 23, No. 6, 991-1002 pp.
- Schubel, P.J., Harper, L.T., Turner, T.U. and Kendall K.N.,** 2004, Surface analysis of “class a” polymer composite substrates for the automotive industry, *4th Asian-Australasian Conference on Composite Materials*, At Sydney, Australia, 521 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Sekar, S., Mohan, R., Ramasastry, M., Das B.N. and Sastry, T.P.,** 2007, Preparation and particle characterization of composite boards using chrome shavings and various binders, *Leather Age*, 19, 86–92 pp.
- Senthil, R., Hemalatha, T., Kumar, B. S., Uma, T. S., Das, B. N. and Sastry, T. P.,** 2015, Recycling of finished leather wastes: a novel approach, *Clean Technologies and Environmental Policy*, 17(1), 187-197 pp.
- Sivaparvathi, M., Suseela, K. and Nanda, S.C.,** 1986, Purification and properties of *Pseudomonas Aeruginosa* protease causing hydrolysis of chrome shavings, *Leather Sci*, 33 (11), 303–307 pp.
- Southam, M.,** 2012, Flexing endurance of insoles, *Satra Bulletin*, 10 pp.
- Sundar, V.J., Raghavarao, J., Muralidharan, C. and Mandal, A. B.,** 2011, Recovery and utilization of chromium- tanned proteinous wastes of leather making: a review , *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 41, 2048–2075 pp.
- Takev, M., Velev, P. and Samichkov, V.,** 2014, Physicomechanical properties of biodegradable composites, based on polypropylene and paper from old newspapers, *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 49, 4, 363-369 pp.
- Taylor, M.M., Diefendorf, E.J., Brown, E.M. and Marmer, W.N.,** 1992a, Characterization of products isolated by enzyme treatment of chromium-containing leather waste, *J. Am. Leather Chem. Assoc.*, 87 (10), 380–388 pp.
- Taylor, M.M., Diefendorf, E.J., Na G.C. and Marmer, W.N.,** 1992b, Enzymatic processing of materials containing chromium and protein, *US Patent*, 5,094,946.
- Taylor, M.M., Diefendorf, E.J. and Na, G.C.,** 1990, Enzymic treatment of chrome shavings, *J. Am. Leather Chem. Assoc.*, 85 (9), 261–282 pp.
- Toushyar, S., Shanks, R. A. and Hodzic, A.,** 2005, The effect of fiber concentration on mechanical and thermal properties of fiber-reinforced polypropylene composites, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 96, 2260–2272 pp.
- TS 4117 EN ISO 2589,** Leather - Physical and mechanical tests - Determination of thickness.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- TS 4119 EN ISO 3376**, Leather – Physical and mechanical tests - Determination of tensile strength and percentage extention.
- TS 4121 EN ISO 2420**, Leather - Physical and mechanical tests - Determination of apparent density.
- TS EN ISO 23910**, Leather - Physical and mechanical tests - Measurement of stitch tear resistance.
- Turhal, Ü. Ç., Aydın, S. Ve Dener, G.**, 2015, Mermer plakalarında görüntü işleme teknikleri ile yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 1, 9-18 s.
- Ulas, G., Yapıcı, B. M. and Yapıcı, A. N.**, (2014), Evaluation of the antimicrobial activity of some commercial vegetable extracts used in tanneries, *Ekoloji*, 23, 92, 45-50 pp.
- Ulcay, Y., Akyol, M. ve Gemci, R.**, 2002, Polimer esaslı lif takviyeli kompozit malzemelerin arabirim mukavemeti üzerine farklı kür metotlarının etkisinin incelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi*, Cilt 7, Sayı 1, 93-116 pp.
- Wemegah, R.**, 2014, Vegetable tanning in bolgatanga: challenges and the way forward, *Arts and Design Studies*, Vol.16, 27-37 pp.
- Yetim, H.**, 2011, Jelatin üretimi, özellikleri ve kullanımı, *1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi*, Ankara, 86-94 pp.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Sevgi Nalbat
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi	01.06.1988
Doğum yeri	Kastamonu
Medeni Hali	Bekar

Eğitim

Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
---------------	------------------

Lise	Kastamonu Abdurrahmanpaşa Lisesi	2006
Lisans	Ege Üniversitesi Müh. Fak. Deri Mühendisliği Bölümü	2011
Yüksek Lisans	Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Deri Mühendisliği Anabilim Dalı	2011-

Staj Deneyimi

Yıl

Paşam Kimya Deri San. ve Tic. Ltd. Şti, İstanbul	2010
INCDTP- Division Leather and Footwear Research Institute, Bükreş (Romanya)	2014

İş Deneyimi

Yıl

DEROBA Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti, İzmir (Türkiye)- Deri laboratuvar sorumlusu	2011-2012
Unichem Endüstriyel Kimya San. İç ve Dış A.Ş., İzmir (Türkiye)- Kalite Kontrol ve R&D Şefi	2015-2016

Projeler

Yıl

Aytaş Ayakkabı Yan Sanayi Ticaret A.Ş., Denizli (Türkiye)- Danışmanlık- Deri Sanayi Lifli Katı Atıklarının Değerlendirilmesinde Teknolojik Çözümler: Salpa Ürün Özelliklerinin ve Kullanım Alanlarının Geliştirilmesi	2013-2014
Sintan Kimya ve Ticaret Sanayii A.Ş., İzmir (Türkiye)- Danışmanlık - Deri Kimyasallarına Ekolojik Yaklaşımlar: Düşük Serbest Formaldehit İçerikli Yeni Nesil Fenol Kondenzatlarının Üretimi	2014-2015