DERİ VE TEKSTİL SANAYİLERİNDE

DÖNGÜSEL DÖNÜŞÜM

ATIKTAN DEĞERE, MARKADAN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE

EDİTÖRLER:
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ FAZLI AKYÜZ
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ SERAP KOCABIYIK CAŞKURLU

SERÜVEN YAYINEVİ

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Ekim 2025

ISBN • 978-625-5749-11-6

© copyright
Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.
The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing
Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak
Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA
Telefon / Phone: 05437675765
web: www.seruvenyayinevi.com
e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume
Sertifika / Certificate No: 47083

DERİ VE TEKSTİL SANAYİLERİNDE
DÖNGÜSEL DÖNÜŞÜM
ATIKTAN DEĞERE, MARKADAN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE

EKİM 2025

EDİTÖRLER

DR. ÖĞRETİM ÜYESİ FAZLI AKYÜZ
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ SERAP KOCABIYIK CAŞKURLU

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

ÇÖP DEĞİL, CEVHER: DERİ ATIKLARININ SESSİZ İSYANI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR GELECEĞİN İNŞASI

Fazlı AKYÜZ / 7

BÖLÜM 2

SÜRDÜRÜLEBİLİR TEKSTİL ÜRETİMİNDE DOĞAL ATIKLARIN BİYOKOMPOZİT KAPLAMA MADDESİ OLARAK KULLANIMI VE PERFORMANS ANALİZİ

Güler ÖNCÜ / 35

Meruyert KAYGUSUZ / 35

BÖLÜM 3

TÜRK DERİ SEKTÖRÜNDE MARKALAŞMA VE SORUNLARI

Hatice ER / 53

Nuray O. IŞIK EMEKSİZ / 53

BÖLÜM 4

AYAKKABI SAYA MALZEMELERİNDE DÖNGÜSEL DÖNÜŞÜM VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAKLAŞIMLAR

Serap KOCABIYIK ÇAŞKURLU / 71

Betül KIR / 71

Bölüm
1

ÇÖP DEĞİL, CEVHER: DERİ ATIKLARININ SESSİZ İSYANI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR GELECEĞİN İNŞASI

Fazlı AKYÜZ[1]

1 Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, İstanbul/Türkiye, fazli.akyuz@iuc.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-5629-8764

1. GİRİŞ

Söze, Crutzen'in (2002) çarpıcı bir tespitiyle başlamak yerinde olacaktır: "İnsanlık, gezegen üzerindeki etkisinin jeolojik bir çağ —Antroposen— olarak adlandırıldığı bir dönemde, doğayla kurduğu ilişkinin sonuçlarıyla yüzleşmektedir."

Tarih boyunca bir hazine ve miras olarak görülen doğa, özellikle Sanayi Devrimi'nden bu yana, çoğu zaman kapitalist kalkınma arzusunun talebiyle takas edilmiş; bu akıldışı ilişki, gezegenin ekolojik sınırlarını geri dönüşü zor bir biçimde zorlamaktadır. Bu durumun en somut semptomlarından biri, endüstriyel üretimin doğurduğu atıklardır. Gözden çıkarılan, toprağa gömülen ya da atmosfere salınan bu artıklar, sanayinin "unutulmuş çocukları" olarak onlarca yıl boyunca yalnızca bir yük olarak kabul edilmiştir.

Günümüzde bu anlayışa bir son verme çabaları ise giderek güç kazanmaktadır. Artık yalnızca kaynaklarımız değil, onları tüketiş biçimlerimiz ve düşünsel yaklaşımlarımız da tükenme noktasına gelmiştir. Başka bir deyişle, yirmi birinci yüzyılın üçüncü on yılına doğru adım adım ilerlerken, üretim ve tüketim süreçlerinde köklü bir paradigma değişimi yaşanmaktadır. Tüketip atan değil, dönüştürüp yeniden kuran bir sisteme duyulan ihtiyaç kendini dayatmaktadır. Zira doğa, yalnızca maddeyle değil; anlamla da kirlenmektedir.

Yakın zamana kadar hâkim olan ve atığı "yönetilmesi gereken" bir son ürün olarak gören doğrusal ekonomi modeli, bugün yerini döngüsel ekonomi anlayışına bırakmaktadır. Döngüsel ekonomi (DE) veya sürdürülebilir kalkınma kavramı, bileşenlerin yeniden üretimi, onarımı ve iyileştirilmesine odaklanması nedeniyle döngüsel bir malzeme ve enerji akışını içerir (Korhonen ve Snäkin, 2015). Bu anlayışa göre atık, yok edilmesi gereken bir sonuç değil; yeniden düşünülmesi gereken bir başlangıçtır. Çünkü doğada hiçbir şey yok olmaz; yalnızca biçim değiştirir. Biyokütle, bu dönüşümün hem fiziksel hem de düşünsel düzlemdeki sembolüdür. Biyomimikri öncüsü Benyus'un (1997) altını çizdiği gibi: "Doğa atık üretmez; her artık, bir başka sürecin girdisidir." Bu ilke, artık bir yük değil, sistemin devamlılığı için bir fırsat olarak görülen atık kavramının temelini oluşturur. Bu yeni paradigma, Stahel (2016)'in de ifade ettiği gibi, atığın bertaraf edilmesinden ziyade "yeniden değerlendirilmesini" merkezine alan performans ekonomisi modelleriyle desteklenmektedir.

Bu bağlamda biyokütle, yalnızca teknik bir sınıflandırma değil; aynı zamanda bir düşünme biçimi, bir dünyaya bakış tarzı haline gelmiştir. Doğa ile aramızda kaybettiğimiz bağı yeniden kurmadan, insanlığın varoluşsal krizi çözülemez şeklindeki anlayışın farkındalığı toplumlar arasında yayılmaya başlamıştır. Macy (2007)'nin çalışmaları, çevresel çöküşü "insanlığın varoluşsal krizi" çerçevesinde ele alır ve çözümün içsel bir dönüşüm ile —yani doğayla yeniden bağ kurmakla— ilişkili olduğunu savunur. Biyokütle, bu dönüşüm düşüncesinin teknik ve kavramsal karşılığıdır. Yalnızca enerji üretimi için bir

kaynak değil; aynı zamanda sürekliliği, geri kazanımı ve döngüselliği simgeleyen yeni bir endüstriyel zihniyetin taşıyıcısıdır.

Bu dönüşümün somut bir yansımasını, biyokütle potansiyeli yüksek sektörlerden biri olan deri sanayisinde gözlemlemek mümkündür. Deri sanayiinde üretilen katı atıklar, yüksek oranda protein içeriğine sahip biyokütle niteliğindedir. Etleme, tıraşlama, budama ve tabaklama artıkları gibi üretim unsurları, bugüne dek büyük ölçüde ya yok sayılmış ya da doğrudan bertaraf edilmiştir. Oysa bu biyokütle, doğru tekniklerle işlendiğinde biyogaz, biyohidrojen gibi enerji ürünlerinin yanı sıra biyomalzeme ve biyokimyasallara dönüşebilecek stratejik bir potansiyele sahiptir. Deri atığını bir kaynak olarak yeniden düşünmek, yalnızca ekonomik bir fayda değil; aynı zamanda doğayla kurulan bozuk ilişkiyi onarma çabasıdır. Bu çaba, yalnızca ekonomik bir rasyonalizasyon değil; doğanın döngüsüne bir geri dönüş, etik bir telafi girişimi olarak da okunabilir.

Şekil 1. Doğanın direnci: endüstriyel mirasın küllerinden yeşeren sürdürülebilir gelecek

Biyokütle, günümüzde yalnızca yenilenebilir bir kaynak olarak değil, aynı zamanda biyoekonominin temel yapıtaşı olarak değerlendirilmektedir. Sürdürülebilir temini, geniş bulunabilirliği ve erişilebilirliği ile bu özgün kaynak, yalnızca enerji üretiminde değil; biyoürün, biyomalzeme ve biyokimyasallar gibi stratejik alanlarda da temel bir rol üstlenmektedir (Manzanares, 2020). Bu bağlamda biyokütle, doğayla insan eli arasındaki üretken ilişkinin hem sembolü hem de sürdürülebilirliği sağlayacak dönüşümün taşıyıcısıdır.

İnsanlık, giderek karmaşıklaşan iklim krizi, hızlı nüfus artışı ve ekosistemlerin bozulması gibi çok katmanlı tehditler karşısında yeni bir üretim-tüketim paradigmasına ihtiyaç duymaktadır. Bu paradigma, yalnızca ekonomik verimliliği değil; aynı zamanda çevresel dengeyi ve toplumsal sürdürülebilirliği de hedeflemelidir. Döngüsel ekonomi anlayışı, bu noktada biyoekonominin değer zinciriyle bütünleşmiş çalışarak hem kaynakların hem de atıkların yeniden anlamlandırılmasını sağlar. Avrupa Komisyonu tarafından stratejik öncelik olarak benimsenen bu anlayış, Sherwood (2020) ve Leipold ve Petit-Boix (2018) gibi araştırmacıların da vurguladığı üzere, "biyokütlenin döngüsel ekonomideki tüm paydaşlar tarafından değer zinciri boyunca takdir edilmesi" gerekliliğine dayanmaktadır. Bu, yalnızca kaynakların korunması değil; aynı zamanda eski üretim modellerinin aşılması ve doğanın döngüsel işleyişinden ilham alınması anlamına gelir.

Artan dünya nüfusu ve refah beklentisi, et tüketiminde küresel bir artışa yol açmıştır. Bu talep artışı, hayvancılığı yalnızca gıda temini bağlamında değil, aynı zamanda ekonomik yapıların vazgeçilmez bir bileşeni hâline getirmiştir. Ancak bu genişleme, deri ve post üretiminin de artmasına neden olmakta; dolayısıyla tabaklama süreçlerinden kaynaklanan atıkların hacmi ciddi boyutlara ulaşmaktadır (Boario, 2012). Bu durum, insanlığın beslenme ihtiyacı ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki kırılgan dengeyi ve modern sanayi toplumunun temel paradoksunu gözler önüne serer:

"İlerlemenin bedeli, doğanın sessiz feryadıdır."

İşte tam da bu düşünsel ve teknolojik dönüşümün izini sürmeyi amaçlayan bu çalışma, deri sanayi atıklarının biyokütlesinin değerlendirilmesine yönelik paradigmaların nasıl bir evrim geçirdiğini inceleyecektir. Kolajenden üretilen biyomalzemelerden enerji geri kazanımına, toprak iyileştiricilerden değerli kimyasalların sentezine uzanan yeni teknolojik yollar, bu dönüşümün güncel göstergeleri olarak sunulacaktır. Zira bir endüstri, yalnızca ne ürettiğiyle değil; geride bıraktığını nasıl dönüştürdüğüyle de tanımlanır ve gelecekteki yeri bu sayede meşrulaştırılabilir.

Bu bölüm, söz konusu dönüşümün bilimsel, teknolojik ve etik boyutlarını irdeleyerek, deri sanayi katı atıklarının biyokütle olarak yeniden değerlendirilme potansiyelini bütüncül bir çerçevede ele alacaktır.

2. Deri Sanayi Katı Atıkları ve Karakterizasyonu

Endüstriyel uygarlığın ekolojik maliyet defteri kabardıkça, deri sanayii, üretiminin doğasında bulunan çarpıcı bir paradoksla yüzleşir: Bir yanda kadim bir zanaatın devamı, diğer yanda ise ham maddenin neredeyse dörtte üçünü "artık" olarak dışa vuran bir metabolizma. Bu sektör, doğal bir ürünü alır ve onu dayanıklı bir mamule dönüştürürken, arkasında ürünün kendisinden katbekat ağır bir atık izi bırakır. Her bir ton ham deri işlendiğinde, yaklaşık 150-

200 kg nihai ürün elde edilirken, geriye kalan 800-850 kg'a varan kütle, çeşitli katı atık formlarında sistemden dışlanır (Kanagaraj, Velappan, & Babu, 2006; Rafikov, Kadirova, & Jurayeva, 2024). Bu durum, derin bir varoluşsal sorgulamayı zorunlu kılar: Ürettiğinden çok tüketen, varlığını sürdürmek için yok ettiğinden fazlasını dışarı atan bir sistem, doğanın döngüsel düzeni içinde ne kadar süre meşruiyetini koruyabilir? Bu bölüm, işte bu "dışlanmış" kütlelerin kökenlerini, kimliklerini ve yarattıkları ekolojik baskıyı çözümlemeyi; onları bir yük olmaktan çıkarıp bir potansiyel olarak yeniden okumanın imkanlarını aramaktadır.

2.1. Atık Türleri, Kaynakları ve Oluşum Oranları

Deri üretimi, ham maddenin kimliğini adım adım dönüştüren kimyasal ve mekanik bir yolculuktur. Bu yolculukta, her durağın kendine özgü bir "yan ürünü", bir artığı vardır. Bu atıkları anlamak, öncelikle başlangıç noktasını, yani ham derinin kompozisyonunu anlamaktan geçer. 1000 kg sığır ham derisi, ortalama olarak 400 kg su, 280 kg asıl "deri yapıcı madde" olan koryum kollajeni, 200 kg tuz, 60 kg hipodermis (leş), 55 kg epidermis/kıl ve 5 kg kan ile dışkı atığından oluşan karmaşık bir ekosistemdir (Buljan, Reich, & Ludvik, 2000). Üretim hattı, işte bu ekosistemi parçalara ayırır ve her bir bileşen, farklı bir atık akışının hammaddesi haline gelir (Şekil 2).

Kıl, Yün ve Keratin Atıkları: Kıllardan arındırma, yolculuğun ilk duraklarından biridir ve burada doğanın en dayanıklı proteinlerinden biri olan keratinden müteşekkil bir atık akışı ortaya çıkar. Geleneksel olarak yakılarak veya gömülerek "bertaraf edilen" bu atık, aslında enzimatik hidroliz gibi yöntemlerle biyoaktif peptitlere ve değerli amino asitlere dönüştürülebilecek bir hazinedir (Brandelli, 2007; Abraham, Gea, & Sánchez, 2014).

Kireçleme ve Etleme Atıkları (Fleshing Wastes): Beamhouse operasyonlarının ağır toplarıdır. Mekanik olarak sıyrılan yağ ve bağ dokudan oluşan bu atıklar, yüksek protein ve lipid içeriğiyle biyodönüşüm için biçilmiş kaftandır. Hashem ve Nur-A-Tomal (2018)'ın da vurguladığı gibi, bu atıkların kompozit malzeme üretiminde değerlendirilmesi "atıktan zenginliğe" giden yoldur. İşlem başına bir ton deriden yaklaşık 100 kg gibi çarpıcı bir miktarda ortaya çıkarlar (Constantinescu, Zăinescu, Crudu, & Bostaca, 2019) ve toplam katı atığın %56-60'lık dilimini oluşturarak en büyük paya sahiptirler (Kanagaraj vd., 2006; Özgünay, Menteş Çolak, Mutlu & Akyüz, 2007).

Kromlu (Wet-Blue) Atıklar: Krom tabaklamanın gölgesinde ortaya çıkan bu atıklar, şekillendirme aşamalarında (traşlama, budama, perdahlama) üretilir. Deri sanayii katı atıklarının yaklaşık %35-40'ını oluştururlar (Kanagaraj vd.,2006; Özgünay vd.,2007). Onları diğerlerinden ayıran en kritik özellik, deriyi ebedileştirmek için kullanılan, ancak aynı zamanda çevre için sinsi bir tehdit oluşturan trivalan krom (Cr^{3+}) bileşiklerini barındırmalarıdır. Bu, insanın doğayı sabitleme arzusunun yarattığı ikircikli bir mirastır.

Bitmiş Deri Artıkları ve Zımpara Tozu (Buffing Dust): Nihai ürünün şekillendiği, mükemmelleştirildiği aşamalardan arta kalanlardır. Kesim fazlalıkları ve zımpara tozu olarak ortaya çıkan bu atıklar da krom ve diğer işlem kimyasallarını (boyalar, yağlar) taşımaya devam eder.

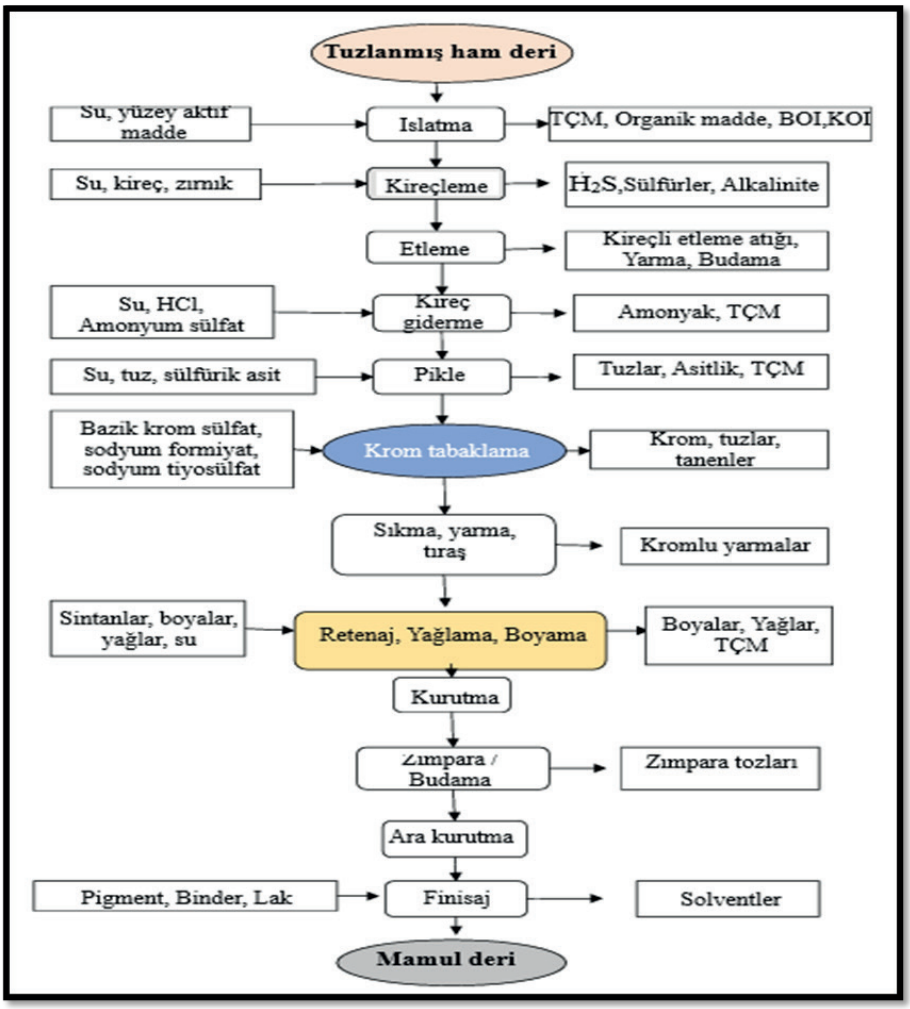
Bu heterojen atık kompozisyonu, küresel ölçekte yılda işlenen 8-9 milyon ton ham deriden, 1.4 milyon tonu aşkın katı atığın doğduğu anlamına gelir (Ayele vd., 2021). Bu rakam, yalnızca nicel bir veri değil, aynı zamanda derinlemesine bir dönüşüm çağrısıdır.

2.2. Kimyasal Karakterizasyon ve Çevresel Etkiler

Deri atıklarının kimliği, onları hem bir tehdit hem de bir fırsat olarak konumlandırır. Bu kimlik, organik ve inorganik bileşenlerin girift bir dansından oluşur.

Organik Fraksiyon: Kayıp Değerin Sessiz Dili: Atığın büyük bölümünü oluşturan bu fraksiyon, başta kollajen ve keratin olmak üzere yapısal proteinlerden müteşekkildir. Kollajen, biyolojik olarak parçalanabilirliği ve biyouyumluluğu ile biyomalzeme, kozmetik, gıda ve ilaç endüstrileri için son derece değerli bir hammaddedir (Londoño vd., 2023; Maistrenko vd., 2022; Yorgancioglu, Basaran, & Sancakli, 2020). Ancak kontrolsüz koşullarda, bu organik zenginlik bir lanete dönüşür; bozunma süreçleri, su kaynaklarındaki oksijeni tüketen, ötrofikasyona yol açan yüksek BOİ ve KOİ değerlerine sebep olur (Yusuf & Agustina, 2023).

İnorganik Fraksiyon ve Kromun Prometheus Ateşi: Sürecin kimyasal mirasçıları atıkta birikir. Bunların en başında, tabaklamayı mümkün kılan ama aynı zamanda onun ekolojik günahını temsil eden krom gelir. Krom, özellikle hegzavalan formda (Cr^{6+}), yüksek derecede mobil, toksik ve kanserojendir. Yanlış bertaraf, trivalan kromun hegzavalana oksitlenmesiyle toprağa ve yeraltı sularına sızarak uzun vadeli bir ekolojik ihanete dönüşebilir (Hedberg, Liden, & Wallinder, 2015; Mizan vd.,2020). Tuzlar, sülfürler, boyalar ve yağlar ise bu kimyasal senfoniyi daha da karmaşık hale getiren diğer unsurlardır (Koparan & Harmankaya, 2024).



Şekil 2. Deri işleme üretim basamaklarından çıkan atıklar (Rai, Kumar, Singhania & Giri., 2025)

2.3. Sürdürülebilir Yönetim ve Biyorafineri Kavramı: Endüstriyel Simya

Deri atıklarının bu ikili karakteri – hem organik zenginlik hem de inorganik tehdit – onlar için doğrusal bir kaderi reddeder. Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Commission, 2019) gibi politikaların da itici güç olduğu bu dönüşümde, **biyorafineri** kavramı, bir kurtuluş reçetesi olarak öne çıkar. Bu yaklaşım, atığı bir "cevher" olarak görür ve onu, doğanın hiçbir şeyi ziyan etmeyen döngüsünü taklit ederek, çoklu ve katma değerli ürünlere dönüştürmeyi hedefler (Cherubini, 2010; Clark & Deswarte, 2015). Bu, bir nevi endüstriyel simyadır.

Atığın içindeki potansiyeli açığa çıkaran dört ana eksen şunlardır:

- **Yüksek Değerli Biyomalzemeler:** Kollajen ve keratinin ekstraksiyonu, jelatin, biyo-yüzey aktif maddeler ve biyomedikal malzemeler gibi yüksek katma değerli ürünlere hayat verir (Yorgancioglu vd.,2020; Demir, Arican, Sancakli, & İşmar, 2021).

- **Enerji Geri Kazanımı:** Yüksek organik içerik, onu biyogaz (Agustini, 2018) veya piroliz yoluyla biyokömür (Wells vd.,2014) ve biyoyakıt üretimi için ideal bir biyokütle yapar. Ancak, bu atıkların enerji yoğunluklarının fosil yakıtlara kıyasla düşük kaldığı unutulmamalıdır (Mordoyan & Braun, 2015).

- **Besin Geri Döngüsü:** Kompostlaştırma yoluyla tarımsal gübreye dönüşerek toprağa can verirler (Hashem, Sahen, Hasan, Payel, & Nur-A-Tomal, 2021).

- **Kromun Telafisi:** Kromun geri kazanılarak yeniden kullanımı hem ekonomik bir kaybı önler hem de çevresel suçluluk duygusunu hafifleten bir telafi mekanizması işlevi görür (Mwondu vd., 2021).

Ancak, sağlam bir biyo-tabanlı ekonomi inşa etmek için teknolojik çözümler tek başına yeterli değildir. Mevcut ve gelecekteki pazar dinamiklerinin derinlemesine analizi, sürdürülebilir tedarik zincirlerinin kurgulanması ve özellikle deri kökenli atıklardan üretilecek biyo-yüzey aktif maddeler gibi yenilikçi ürünler üzerine odaklanmış araştırmalar, bu dönüşümün olmazsa olmazlarıdır.

Sonuç olarak, deri sanayii katı atıklarının karakterizasyonu, onları bir "sorun" olarak kodlayan endüstriyel paradigmayı çözmenin anahtarıdır. Bu atıklar, doğanın döngüsel mantığına yabancılaşmış bir sistemin çıktıları değil; teknolojik zeka ve etik sorumlulukla "okunduğunda" anlam kazanan, kayıp birer değerdir. Onları dönüştürmek, sadece bir kaynak yönetimi başarısı değil, aynı zamanda insanın doğa ile kurduğu tahakküm ilişkisinden, onunla bir diyalog ve işbirliği ilişkisine geçişinin somut bir ifadesidir. Bu, atığın küllerinden yeniden doğmak değil, onun içinde her zaman var olan potansiyeli ilk defa gerçekten *görmektir*.

3. **Deri Sanayi Katı Atıklarının Biyokütle Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılan Başlıca Yöntemler**

Deri sanayi atıklarının sürdürülebilir biçimde değerlendirilmesi, yalnızca tekil bir dönüşüm süreciyle değil, birbirini tamamlayan çok aşamalı ve bütünleşmiş teknolojilerle mümkündür. Bu, doğanın hiçbir şeyi atmayan, her şeyi dönüştüren döngüselliğini taklit eden bir yaklaşımdır. Biyorafineri konsepti, bu felsefenin somut bir ifadesi olarak karşımıza çıkar: Deri atıklarının önce en değerli bileşenleri (kolajen, elastin, jelatin) geri kazanılır; ardından kalan organik fraksiyonlar, enerji ve kimyasal üretimi için bir kaynağa dönüştürülür (Rai vd., 2025). Peki, bu bütünleşik dönüşüm hangi teknolojik araçlarla hayat buluyor?

3.1. Biyolojik ve Termal Dönüşüm Teknolojileri: Ateşin Sanatı

Isı, binlerce yıldır insanın doğayı dönüştürme aracı olmuştur. Bugün, bu kadim güç, deri atıklarını yeniden tanımlamak için kullanılıyor.

3.1.1. Deri Katı Atıklarından Anaerobik Çürütme Yoluyla Biyogaz Üretimi: Döngüsel Enerjinin Sessiz Devrimi

Deri katı atıklarından anaerobik çürütme yoluyla biyogaz üretimi, endüstriyel yan ürünleri yönetirken yenilenebilir enerji üretmek için umut verici bir yaklaşımı temsil etmektedir. Anaerobik çürütme (AD) süreci hem biyogaz verimini hem de kalitesini önemli ölçüde etkileyen belirli koşullar altında optimum şekilde çalışır. Başlıca tabaklama işlemi sırasında üretilen deri katı atığı, biyogaza, özellikle de biyo- yakıt olarak kullanılan biyogazın önemli bir bileşeni olan metana dönüştürülmeye uygun, keratin ve kollajen dahil olmak üzere yüksek düzeyde biyolojik olarak parçalanabilir organik madde içerir (Ferdeş & Constantinescu, 2020; Ayele vd, 2021; Gomes vd, 2020).

Biyogaz üretimini optimize etmek için anaerobik sindirimin gerçekleştiği koşullar kritik öneme sahiptir. Mezofilik sindirim için optimal sıcaklık aralığı genellikle 30°C ile 40°C arasında olup, organik maddeyi parçalayan mikrobiyal aktiviteyi destekler. pH seviyesi de hayati öneme sahiptir; biyogaz üretimi için optimal pH aralıkları genellikle 6.8 ile 7.4 arasındadır (Habib vd., 2024). Çeşitli çalışmalar, hidrotermal veya kimyasal yöntemler gibi ön işlemlerle bu koşulların değiştirilmesinin, mikrobiyal kullanım için organik madde mevcudiyetini artırarak deri atıklarından biyogaz üretimini önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir (Gomes vd, 2020; Rigueto vd., 2020).

Ultrason uygulaması dahil olmak üzere ön işlem teknikleri, biyogaz verimlerinde önemli artışlar göstermiştir ve optimize edilmiş koşullar altında %28.1'e varan iyileşmeler bildirilmiştir (Habib vd., 2024). Bu nedenle, bu parametreleri manipüle etmek yalnızca üretilen biyogaz miktarını en üst düzeye çıkarmakla kalmaz, aynı zamanda gaz içindeki metan içeriğini de artırarak, onun bir yakıt kaynağı olarak değerini artırır.

Deri atıklarının anaerobik sindirimde kullanılması, genellikle diğer organik atıkları (tarımsal atıklar gibi) içeren ortak sindirim uygulamalarıyla sinerjik hale getirilir; bu atıklar tamamlayıcı karbon ve azot içeriği sunar. Yulaf samanı veya gübre gibi ortak substratlar, daha uygun bir karbon/azot (C/N) oranı nedeniyle biyogaz verimlerini iyileştirdiği, potansiyel toksisiteyi azalttığı ve mikrobiyal sağlık ve aktiviteyi desteklediği gösterilmiştir (Simioni vd., 2021; (Rigueto vd., 2020). Deri atıklarının yüksek protein ve yağ içeriği, onu kolayca biyolojik olarak parçalanabilen malzemelerle kombinasyon için mükemmel bir aday yapar ve hem atık arıtma verimliliğini hem de biyogaz üretimini artırır (Ayele vd., 2021; Gomes vd., 2020).

Deri atığı süreçlerini içeren anaerobik sindirimin çıktıları, biyogaz üretiminin ötesine uzanır. Bu süreç, gübre olarak kullanılabilen, besin açısından zengin bir kalıntı olan ve böylece sürdürülebilir tarım uygulamalarıyla uyumlu ve döngüsel bir ekonomi çerçevesine katkıda bulunan digestat üretir (Wrzesińska-Jędrusiak, Czarnecki, Kazimierski, Bandrów, & Szufa., 2023; Ayele vd., 2021; Millers & Pilvere, 2021). Dahası, geriye kalan katı ve sıvı yan ürünler, yağlar veya kimyasal gübreler gibi değerli bileşenleri geri kazanmak için daha ileri işlemlere tabi tutulabilir, böylece tabaklama yan ürünlerinden kaynak kurtarımı maksimize edilir (Rigueto vd., 2020; Wrzesińska-Jędrusiak vd., 2023; Parisi, Nanni & Colonna., 2021).

Özetle, anaerobik sindirim yoluyla kolaylaştırılan deri katı atığından biyogaza geçiş, yenilenebilir enerji üretimi, etkili atık yönetimi ve kaynak geri kazanımı dahil olmak üzere çeşitli faydalar sunar. Süreç koşullarını manipüle etmek, birlikte sindirim stratejilerinden yararlanmak ve atık girdi bileşimlerini optimize etmek, biyogaz verimini önemli ölçüde artırabilir ve deri atığının biyoenerji üretiminde bir kaynak olarak potansiyelini sergileyebilir.

3.1.2. Deri Katı Atıklarının Kompostlanması Yoluyla Organik Gübre Üretimi: Atıktan Yaşama Dönüş

Deri sanayiinin görünmeyen atıkları, doğanın sabırlı elinde yeniden şekil bulabilir. Kompostlama yoluyla organik gübre üretimi, yalnızca bir atık yönetim yöntemi değil; aynı zamanda toprağın, yaşamın ve üretimin yeniden buluştuğu bir çevrimdir. Bu yaklaşım, endüstriyel kalıntıları sürdürülebilir tarımın hammaddesine dönüştürerek, doğa ile sanayi arasındaki dengeyi onarmayı vaat eder.

Tabaklanmış deri atıkları, içerdiği krom ve diğer ağır metaller nedeniyle çevresel açıdan ciddi bir risk taşır. Ancak, doğanın dönüşüm gücünü taklit eden uygun kompostlama teknikleri sayesinde, bu risk verime ve canlılığa dönüşebilir. Uygulanan doğru yöntemlerle, deri kökenli atıklar yalnızca bertaraf edilmekten kurtulmaz; aksine, organik maddece zengin, tarımsal değeri yüksek gübrelere dönüşerek sürdürülebilir kalkınmanın bir parçası hâline gelir. Böylece toprak, yeniden yaşamın taşıyıcısı olur.

Kompostlamanın en zarif biçimlerinden biri olan vermikompostlama, doğanın kendi mühendislerini —solucanları— sürecin merkezine yerleştirir. Bu küçük canlılar, kireç posası ve tıraş atığı gibi deri kaynaklı materyalleri, büyükbaş gübresi gibi organik substratlarla birlikte işleyerek toprağa yeniden kazandırır. Yapılan araştırmalar, bu yöntemin krom içeriğini 2 mg/kg'ın altına kadar düşürdüğünü ve oluşan vermikompostun, toprak besin elementlerinin kullanılabilirliğini belirgin biçimde artırdığını göstermektedir (Al-Mamun, Hossain, Hossain & Sultana, 2023). Böylece, "zehir" doğanın elinde yeniden berekete dönüşür.

Bu dönüşümün merkezinde mikrobiyal yaşam yer alır. Prasadi ve Triwuri (2022), kompostun kalitesinin ve ayrışma hızının, mikrobiyal toplulukların dinamizmine sıkı sıkıya bağlı olduğunu belirtir. Tıpkı insan topluluklarında olduğu gibi, bu görünmez topluluklarda da denge esastır: yeterli oksijen, uygun nem ve sıcaklık koşulları sağlandığında yaşam çoğalır; ayrışma hızlanır. Haroun (2023) ve Rastogi ve arkadaşları (2020) da bu gerçeği destekleyerek, mikrobiyal aktivitenin yönetiminin yüksek kaliteli organik gübre üretiminde kilit bir rol oynadığını vurgular.

Bununla birlikte, son yıllarda biyolojik çeşitliliğin bir başka temsilcisi daha sahneye çıkmıştır: kara asker sineği (BSF) larvaları. Rukmana ve çalışma arkadaşlarının (2024) araştırmaları, bu larvaların deri atıklarını protein açısından zengin hayvan yemine ve besin değeri yüksek organik gübrelere dönüştürebileceğini göstermektedir. Bu çift yönlü süreç, yalnızca atık bertarafını kolaylaştırmakla kalmaz; aynı zamanda toprağın besin döngüsünü zenginleştirerek doğanın üretkenliğini yeniden canlandırır.

Özellikle kromla tabaklanmış derilerde, kompostlama süreci yalnızca biyolojik bir dönüşüm değil, aynı zamanda kimyasal bir arınmadır. Kromun toksik etkilerinin giderilmesi ve bu maddelerin gübre formunda yeniden kazanılması, çevresel açıdan bir tür *arınma ritüeli* gibidir. Bonilla-Espadas ve arkadaşlarının (2024) da belirttiği gibi, bu tür sürdürülebilir arıtım stratejileri, modern deri sanayisinde en iyi uygulamalar arasında yer almalıdır.

Çok sayıda çalışma, kompostlamanın sadece bir atık yönetimi yöntemi değil, aynı zamanda depolama bağımlılığını azaltan ve ekosistem üzerindeki yükü hafifleten bir dönüşüm pratiği olduğunu göstermektedir (Ştefan vd., 2022; Sawaya vd., 2024). Bu süreçte atık, doğaya bir yük olmaktan çıkar; onun döngüsüne dahil olarak yaşamı yeniden üretir.

Sonuç olarak, deri katı atıklarının kompostlanması yoluyla organik gübre üretimi, hem çevresel bir zorunluluk hem de felsefi bir dönüşüm hikâyesidir. Bu yaklaşım, toprağı yeniden canlı kılar, atığı değere dönüştürür ve insanın doğayla kurduğu ilişkiyi onarır. Vermikompostlama, mikrobiyal denge ve biyolojik işbirliğinin birleşimiyle şekillenen bu süreç, "atığın sonu"nu değil, "yaşamın devamı"nı anlatır.

3.1.3. Piroliz ve Gazifikasyon: Atığın Enerjiye Dönüşen Hikâyesi

Deri sanayisinin damarlarında dolaşan her parça, doğanın bir armağanıdır. Ancak bu armağan, çoğu zaman üretimin sonunda atığa dönüşür; görünüşte değersiz, fakat içinde hâlâ yaşamın kimyasal potansiyelini taşıyan bir madde olarak. Piroliz ve gazifikasyon, işte bu görünmeyen değeri yeniden görünür kılan iki çağdaş dönüşüm dilidir — atığın küllerinden enerji doğuran, döngüsel ekonominin sessiz kahramanları.

Deri katı atıkları — *etlemeler, kırpıntılar ve tıraş tozları* — yüksek oranda kolajen ve yağ içerikleriyle, enerji üretimi için uygun substratlar oluştururlar. Bu biyolojik zenginlik, yalnızca endüstriyel bir yük değil, aynı zamanda enerjinin kimyasal olarak saklanmış bir biçimidir. Gazifikasyon, bu potansiyeli serbest bırakarak, organik ve karbonlu bileşikleri karbon monoksit, hidrojen ve karbondioksite dönüştürür; bu karışım, modern enerji terminolojisinde *sentez gazı* olarak adlandırılır.

Yakın tarihli çalışmalar, deri atıklarının gazlaştırma yoluyla yüksek ısıl değere sahip sentez gazına dönüştürülebileceğini göstermiştir. Öyle ki, bu süreçle tabakhane atıklarında gömülü enerjinin yaklaşık %70'i geri kazanılabilmekte, elde edilen gaz elektrik ve ısı üretimi için kullanılabilmektedir (Dudyński vd., 2021; Parisi vd., 2021). Bu yöntem, yakma işleminin doğurduğu çevresel riskleri azaltarak, daha az toksik kalıntılar üretir; doğaya karşı bir kefaret gibidir. Aynı zamanda, sentez gazının üretimi fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltan yenilenebilir bir enerji seçeneği olarak öne çıkar.

Gazifikasyonun kardeşi olan piroliz, oksijenin olmadığı bir atmosferde gerçekleşen bir kimyasal yeniden doğuştur. Organik bileşenlerin ısıl ayrışması sonucu ortaya çıkan biyo-kömür ve biyo-yağ, atığın kaderini kökten değiştirir (Salimi vd., 2022). Deri atıklarından elde edilen biyo-kömür, yüksek yüzey alanı ve elektriksel iletkenliği sayesinde lityum-iyon pillerde anot malzemesi veya katalitik süreçlerde taşıyıcı olarak değerlendirilebilmektedir. Böylece, bir zamanlar çevresel yük olan bir madde, çağdaş teknolojilerin enerji kaynağına dönüşür — atığın *bilimle yeniden doğuşu* denebilir buna.

Üstelik bu dönüşüm yalnızca enerjiyle sınırlı değildir. Biyo-kömür, toprağa geri döndüğünde, doğanın döngüsünü tamamlar; toprak yapısını iyileştirir, karbonu uzun süreli olarak hapseder ve iklim değişikliğinin etkilerini hafifletir (Mwondu vd., 2021). Böylece, deri endüstrisi atıkları bir kez daha doğaya döner — artık kirletici değil, iyileştirici bir formda.

Sonuç olarak, deri katı atıklarının sentez gazı ve biyo-kömüre dönüştürülmesi, yalnızca bir enerji üretim stratejisi değil, bir *endüstriyel dönüşüm felsefesi*dir. Bu süreçler, atığı sorun olmaktan çıkarıp çözümün bir parçası haline getirir. Gazifikasyon ve piroliz teknolojilerindeki ilerlemeler, deri endüstrisini sadece sürdürülebilir kılmakla kalmaz, aynı zamanda onu doğa ile yeniden barıştırır. Çünkü her enerji dönüşümü, aynı zamanda bir farkındalık dönüşümüdür — atığın değeri yeniden keşfedildiğinde, insanın doğaya borcu biraz daha ödenmiş olur.

3.1.4. Hidrotermal Karbonizasyon

Deri tabaklama endüstrisinden kaynaklanan katı atıkların hidrotermal karbonizasyon (HTC) yoluyla dönüştürülmesi, insanlığın doğayla uyum arayışında açılmış yeni bir kapıdır. Bu yöntem, yalnızca atığın kaderini değil, en-

düstrinin geleceğini de dönüştürme potansiyeline sahiptir. Çünkü HTC, deri atıklarının neden olduğu çevresel yükleri hafifletirken, aynı zamanda sanayinin kendi ekosisteminde sürdürülebilir bir varoluş biçimi geliştirmesine olanak tanımaktadır.

Deri tabaklama süreçleri, her yıl yaklaşık 6 milyon ton katı atığın oluşumuna yol açmaktadır. Bu atıklar; tabaklanmış ve tabaklanmamış kolajen, kolajen dışı proteinler ve çeşitli organik kalıntılardan meydana gelir (Jacob, Hassan, Afify, & Gabr., 2021; Yorgancıoğlu, Başaran, Sancaklı., 2020). Bu çeşitlilik Pahem biyokimyasal karmaşıklığı hem de bertaraf güçlüğünü beraberinde getirir. Uygunsuz yönetim, yalnızca üretim alanlarını değil, çevresindeki toprağı ve suyu da sessizce kirletir (Parisi vd., 2021). Tam da bu noktada HTC, atığın yükünü bir kaynağa dönüştürme vaadiyle öne çıkar. Bu süreçte elde edilen biyo-kömür ve biyo-yakıtlar, enerji üretiminden toprak iyileştiricilerine kadar geniş bir uygulama alanına sahiptir (Wrzesińska-Jędrusiak vd., 2023; Bufalo, Molino & Ambrosone, 2020).

HTC, biyokütleyi karbon açısından zengin bir malzemeye dönüştürürken yüksek sıcaklık ve basınçtan yararlanır; böylece hem hacmi hem de toksisitesi azalırken enerji yoğunluğu artar (Wrzesińska-Jędrusiak vd., 2023; Venturelli,Guida, & Levi, 2025). Bu işlem, deri atıklarını yalnızca bir kalıntı olmaktan çıkarıp, toprağın canlı dokusuna yeniden katılan kararlı bir karbon formuna dönüştürür. Ortaya çıkan bu ürün, besin maddelerini tutan, toprağı onaran, yaşam döngüsüne katkı sunan bir materyal niteliğindedir (Kuligowski ve ark., 2023).

Aynı zamanda, döngüsel ekonomi ilkeleri de bu dönüşümün ruhunu şekillendirir. Zira günümüzde artık yalnızca depolama ya da yakma yöntemlerine bel bağlamak değil; atıklardan değerli malzemelerin yeniden kazanımı esastır (Rigueto ve ark., 2020). Deri endüstrisi, HTC teknolojisini benimseyerek çevresel yükümlülüklerini sürdürülebilir kaynaklara dönüştürebilir — yani doğanın dengesine müdahale eden değil, onun döngüsüne katkı sunan bir aktöre evrilebilir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, deri atıklarının HTC yoluyla değerlendirilmesinin anaerobik sindirim sistemlerindeki karbon-azot oranını dengelediğini göstermektedir. Bu denge, biyogaz üretiminde yaşanan verim kayıplarını azaltmakta; deri atıklarını, diğer organik malzemelerle birlikte uygulanabilir bir ortak substrat haline getirmektedir (Simioni ve ark., 2021; Rigueto ve ark., 2020). Böylece hem biyogaz verimi artmakta, hem de tabakhane atıklarının yüksek azot içeriği, çevresel bir risk olmaktan çıkıp enerji üretiminin bir girdisine dönüşmektedir (Bonilla-Espadas ve ark., 2024).

HTC işlemlerinden elde edilen biyo-kömür ise, besin açısından zengin yapısıyla toprağın kalitesini artırır, bitki büyümesini destekler ve doğanın unuttuğu döngüyü tamamlar (Kuligowski ve ark., 2023). Böylece "atık" bir kez

daha yaşamın hammaddesi haline gelir. Ayrıca, bu dönüşüm sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkı sunarken, krom gibi zararlı kimyasalların çevreye sızmasını da önler (Taha, El-Sayed, & Mohamed., 2023).

Sonuç olarak, deri tabaklama endüstrisinden kaynaklanan katı atıkların HTC yoluyla değerlendirilmesi, yalnızca teknik bir süreç değil; doğanın kendini onarma çabasına insan eliyle verilen bir yanıttır. Bu strateji, çevresel kirleticileri azaltırken kaynak geri kazanımını mümkün kılar ve sonunda daha sürdürülebilir bir deri üretim paradigmasının kapılarını aralar. İnsan, doğayı dönüştürürken aslında kendi üretim ahlakını da dönüştürmektedir.

3.2. Biyomalzeme ve Biyokompozit Üretimi

Deri katı atıklarından kolajen ve jelatin eldesi, çevresel sürdürülebilirliği değerli biopolimer üretimiyle birleştiren gelişmekte olan bir alandır. Deri işleme, çevre kirliliğine katkıda bulunan, esas olarak tabaklanmış ve tabaklanmamış derilerden oluşan önemli miktarda atık üretir. Temel bir yapısal protein olan kolajen, deride baskın bir bileşendir ve bu atıkları biopolimer eldesi için zengin kaynaklar haline getirir. Bu makale, deri katı atıklarından kolajen ve jelatin elde etme metodolojilerini tartışacak ve bu biopolimerlerin biyolojik olarak parçalanabilen malzemelerin ve kompozitlerin geliştirilmesindeki potansiyel uygulamalarını araştıracaktır.

Deri atıklarından kolajen elde etme işlemlerinden biri, hidrolizden önce enzimatik işlem uygulamaktır. Bu yöntem, kolajenin yapısal ve fonksiyonel özelliklerini korumasını sağlayarak endüstriyel uygulamalar için uygun hale getirmeye yardımcı olur. Gargano vd., elde edilen kolajeni deri üretiminde dolgu maddesi olarak kullanmanın yalnızca atığı geri dönüştürmekle kalmayıp, aynı zamanda son deri ürününün özelliklerini saflaştırma gerektirmeden iyileştirdiğini ve böylece uygun maliyetli ve sürdürülebilir bir seçenek sunduğunu göstermektedir (Gargano vd., 2023). Bu yaklaşım, üretim sistemlerinde atık malzemelerin yeniden kullanımını teşvik eden döngüsel ekonomi ilkeleriyle uyumludur (Gargano vd., 2023).

Kolajenin önemli bir türevi olan jelatin, özellikle tabaklama işlemi sırasında ortaya çıkan kireçli deri kırpıntılarından olmak üzere deri atıklarından da elde edilebilir. Alemu ve ark., potasyum hidroksit gibi alkali çözeltiler kullanarak jelatin elde etmeyi içeren bir "atıkta servet" yaklaşımı sunarak, aksi takdirde zararlı atıklardan yüksek değerli biyoürünler üretme potansiyelinin altını çizmektedir (Alemu vd., 2023). Jelatin üretimi yalnızca atık azaltımına yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda gıda, ilaç ve biyolojik olarak parçalanabilen malzemelerdeki uygulamalarına olanak tanıyarak sürdürülebilirlik ve kaynak verimliliğinin çeşitli yönlerini ele alır (Parisi vd., 2021).

Kolajen ve jelatin eldesine ek olarak, deri katı atıkları biokompozitlere işlenebilir. Deri atıklarının kompozit malzemelere dönüştürülmesi, çevresel etkiyi

azaltırken mekanik özellikleri iyileştirmek için yanıcı atık liflerinin sentetik polimerlerle harmanlanmasını içerir. Araştırmalar, deri atıklarının doğrusal düşük yoğunluklu polietilen (LLDPE) gibi polimer matrislerine dahil edilmesinin, çeşitli endüstriyel sektörlerde uygulanabilecek elverişli mekanik ve termal özellikler sergileyen biyolojik olarak parçalanabilen kompozitler ürettiğini göstermiştir (Noyon vd., 2022). Ayrıca, deri atıklarının biyo-bazlı polimerlerde dolgu maddesi olarak kullanılması, endüstriyel yan ürünleri değerlendirirken plastik kirliliği krizine yenilikçi bir çözüm sunmaktadır (Torres vd., 2025).

Deri atıklarının kullanımı biokompozitlerin ötesinde çeşitli uygulamalara da uzanır. Örneğin, atık deri nem emici kumaşlar için alt tabaka veya sürdürülebilir inşaat malzemelerinde dolgu maddesi olarak kullanılabilir. Bilimdeki ilerlemeler, derinin doğal liflerle birleştirilmesinin genel çevre dostu ve sürdürülebilirliği artırdığını ve düşük etkili üretim uygulamalarına yönelik devam eden araştırmalarla uyumlu olduğunu göstermiştir (Zhang vd., 2023; Raksaksri vd., 2023). Bu değişim, deri endüstrisinin sıfır atık üretim döngülerine doğru ilerleme ve çevresel ayak izini önemli ölçüde azaltma potansiyelini örneklemektedir.

Dahası, deri katı atıklarının uygunsuz şekilde yönetilmesinin çevresel etkileri önemlidir. Bu tür atıkların birikmesi, tabaklama işlemleri sırasında kullanılan tehlikeli kimyasallar içeren sızıntılar nedeniyle ekosistemlere doğrudan tehdit oluşturmaktadır. Constantinescu ve ark., işlenmemiş deri atıklarının toprak bozulmasına ve yeraltı suyu kirliliğine katkıda bulunduğuna işaret etmiştir (Constantinescu vd., 2020). Bu nedenle, ekstraksiyon metodolojilerini optimize etmek ikili fayda sağlar: depolama alanı hacimlerini azaltmak ve toksik akışı en aza indirmek, sonuçta gelecek nesiller için daha sağlıklı bir ekosistemi teşvik etmek.

Deri katı atıklarından kolajen ve jelatin eldesi, deri endüstrisinin daha sürdürülebilir bir geleceğe doğru dönüşümünde önemli bir rol oynayabilir. Atıkları yüksek değerli biopolimerlere ve biokompozitlere dönüştürerek, deri endüstrisi çevresel zorlukların hafifletilmesine yardımcı olabilirken, ürün değerini ve çeşitli sektörlerdeki uygulanabilirliğini artırabilir. Bu alandaki sürekli araştırma ve inovasyon, deri atıklarının kirletici olmaktan ziyade bir kaynak olarak potansiyelini tam olarak gerçekleştirmek için esastır.

3.3. Biyolojik ve Yeşil Kimya Tabanlı Yaklaşımlar

Deri endüstrisi, özellikle tabaklama süreçlerinde yaygın olarak krom kullanılmasından dolayı önemli çevresel sorunlar yaratmaktadır. Bu durum, etkili bir şekilde işlenmesi ve değerlendirilmesi gereken tehlikeli atıkların oluşmasına neden olmaktadır (Ražić vd, 2022). Yeşil kimya ve biyolojik yöntemler, bu zorlukların üstesinden gelmek için yenilikçi yollar sunmakta ve iki temel araştırma alanını vurgulamaktadır: krom yüklü atıkların biyolojik olarak iyileştirilmesi ve deri katı atıklarının yeniden kullanımı yoluyla biyo-bazlı kimyasalların üretimi.

Mikroorganizma ve bitki kullanan biyo-iyileştirme teknikleri, deri üretimi sırasında oluşan krom atığının çevresel etkisini azaltmak için umut verici çözümler olarak ortaya çıkmıştır. Krom, özellikle hekzavalent formunda (Cr(VI)), oldukça toksiktir ve insan sağlığı ve çevre için risk oluşturmaktadır (Bonilla-Espadas, 2025). Çeşitli çalışmalar, Pseudomonas aeruginosa gibi mikrobiyal türlerin ve belirli fungal suşların, kromu daha az zararlı formlara biyoakümüle etme ve biyotransforme etme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir (Bonilla-Espadas vd, 2024; Belkacemi vd, 2025).

Araştırmalar, mikrobiyal işlemlerin, biyo-süzdürme gibi süreçler kullanılarak kromla tabaklanmış derilerden kaynaklanan katı atıklardan kromu etkili bir şekilde geri kazanabileceğini göstermektedir (Belkacemi vd, 2025). Ayrıca, ısıtma veya kimyasal modifikasyonlar yoluyla ön işlem yöntemleri, kromun çözünürlüğünü artırabilir (Fernández-Rodríguez, Lorea, & González-Gaitano, 2022; Pandey vd, 2024). Bu tür biyolojik süreçler sadece atığı detoksifiye etmekle kalmaz, aynı zamanda deri sektöründe döngüsel bir ekonomiyi teşvik ederek kollajen gibi değerli bileşenlerin geri kazanılmasını da sağlar (Li vd, 2021; Mottalib vd, 2023).

Mikrobiyal stratejilere ek olarak, bitkiler de fitoremediasyonda potansiyel göstermiştir; burada kontamine topraklardan veya sulardan kromu çıkarır ve stabilize ederek ekolojik toksisiteyi daha da azaltırlar (Pandey vd, 2024). Kromun parçalanmasının altında yatan mikrobiyal mekanizmaların aydınlatılması çok önemlidir; bu, hem biyobozunmayı hem de ağır metal direncini kullanan mikrobiyal konsorsiyumlar üzerine yapılan çalışmalarla vurgulanmaktadır (Bonilla-Espadas, 2025).

Deri katı atıklarının değerlendirilmesi, sadece atık yönetiminin ötesine geçerek, biyo-bazlı kimyasalların yenilikçi üretimini de kapsar. Organik maddeler açısından zengin olan deri atıkları, tarım, kozmetik ve malzeme biliminde çeşitli uygulamalar için uygun olan proteinlerin, hidrolizatların ve diğer kimyasal bileşiklerin ekstraksiyonu için fırsatlar sunar (Biškauskaitė, Miškūnaitė, Plavan, & Valeika,, 2024). Örneğin, enzimatik işlemler, deri atıklarının biodizel ve biyolojik olarak parçalanabilen yapıştırıcılar gibi katma değerli ürünlere dönüştürülmesini sağlar ve deride bulunan doğal polimerleri kullanır (Li vd, 2021; Parisi vd., 2021).

Termoplastik nişasta ilavesi gibi gelişmiş teknikler, deri atıklarını dolgu maddesi olarak kullanarak kompozitler oluşturmak için araştırılmıştır ve hem atıkların geri dönüşümünü hem de yeni, fonksiyonel malzemelerin geliştirilmesini teşvik eder (Pompei ve diğerleri, 2020; , Kılıç ve diğerleri, 2020). Dahası, çalışmalar deri atıklarının çeşitli polimer matrislerinin mekanik özelliklerini potansiyel olarak artırabileceğini ve aynı anda dayanıklı malzemeler oluştururken katı atık sorunlarına çözümler sunduğunu göstermiştir (Mottalib vd., 2023; Raksaksri vd., 2023).

Gelişen araştırmalar ayrıca, gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik zorluklarını ele alarak, nutrasötiklerde ve gübrelerde kullanılabilen fonksiyonel proteinler ve peptitler elde etmek için deri atıklarının hidrolizine odaklanmaktadır (Biškauskaitė vd., 2024; Xu vd., 2021). Özellikle, bu biyo-ürünlerin mevcut endüstriyel süreçlere entegrasyonu, atık azaltma ve kaynak geri kazanımının ikili faydalarının altını çizmektedir.

Biyolojik ve yeşil kimya temelli yaklaşımların biyoremediasyon ve deri atıklarından biyo-bazlı kimyasalların üretimine uygulanması, deri endüstrisinde sürdürülebilirliğe doğru dönüşümsel bir değişimi ifade etmektedir. Mikroorganizmaların ve yenilikçi işleme teknolojilerinin yeteneklerinden yararlanarak, krom atıklarıyla ilişkili zararlı çevresel etkileri azaltmak ve aynı zamanda deri katı atıklarının yeniden kullanımını ve değer kazanmasını teşvik etmek mümkündür. Bu çok yönlü yaklaşım, yalnızca daha geniş çevresel hedeflerle uyumlu olmakla kalmıyor, aynı zamanda daha kirletici endüstrilerden birinde sürdürülebilir uygulamalar geliştirerek ekonomiye olumlu katkıda bulunuyor.

Çizelge I: Teknoloji Seçimi ve Uygulanabilirlik Matrisi

Teknoloji	Uygun Atık Türü	Çıktı Ürün	Avantaj	Kısıt
Piroliz	Zımpara tozu, kuru budama	Gaz, yağ, biochar	Yüksek enerji, Cr sabitleme	Nem ihtiyacı
HTC	Kromsuz budama	Karbon malzeme	Düşük sıcaklık, toksisite azaltımı	Yatırım maliyeti
Enzimatik hidroliz	Kolajenli atık	Peptit, jelatin	Yüksek saflık, değerli ürün	Enzim maliyeti
Anaerobik sindirim	Etli dokular	Biyogaz	Düşük teknoloji	Çürütme süresi
Kimyasal modifikasyon	Keratinli atık	Biyoplastik, kompozit	Esnek ürün çeşitliliği	Kimyasal kullanımı
Biyoelektrik	Atık çözeltileri	Elektrik	Karbon-nötr potansiyel	Geliştirme aşamasında

4. Biokütle ile Sürdürülebilirliğin Diğer Boyutları ve Önündeki Engeller

Deri tabaklama endüstrisinden kaynaklanan katı atıkların biyokütleye dönüştürülmesi, sürdürülebilirliği sağlamak, ekonomik fizibiliteyi iyileştirmek ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) ve piyasa dinamikleri yoluyla teknolojik-ekonomik zorlukların üstesinden gelmek için umut vadeden bir yol sunmaktadır.

4.1. Değerlendirme Yoluyla Sürdürülebilirlik

Geleneksel endüstriyel üretim biçimlerinde, hammadde tedarikinden atık bertarafına kadar olan zincirin pek çok halkası doğayı dışsallaştıran bir anla-

yışa dayanmıştır. Ancak bu anlayış, giderek artan çevresel krizler ve kaynak kıtlığı karşısında sürdürülebilirliğini yitirmiştir. Bu bağlamda, deri sanayi gibi biyolojik kaynaklara dayalı sektörlerde, sürdürülebilirlik kavramı artık yalnızca çevresel bir sorumluluk değil, aynı zamanda stratejik bir zorunluluk hâline gelmiştir.

Sürdürülebilir kalkınma, yalnızca kaynakları verimli kullanmak değil, aynı zamanda atığın değerli bir girdiye dönüştürülmesini de kapsar. Deri tabaklama endüstrisi, önemli miktarda katı atık üretmesiyle bilinir ve bu atıklar uygun şekilde yönetilmediği takdirde önemli çevresel tehditler oluşturur. Deri sanayisi bağlamında bu dönüşüm, geri kazanım odaklı biyorafineri yaklaşımlarıyla mümkün kılınmaktadır. Atıkların kolajen, elastin ve yağ gibi biyopolimer kaynakları olarak değerlendirilmesi, birincil üretime olan bağımlılığı azaltmakta; geri kalan kısımlar ise enerji üretimi ya da toprak düzenleyici olarak ekonomiye yeniden kazandırılmaktadır (Rai vd., 2025).

Araştırmalar, deri atıklarının etkili bir şekilde değerlendirilmesinin yalnızca bu çevresel tehlikeleri azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda atıkları değerli ürünlere dönüştürerek döngüsel bir ekonomiye (DE) katkıda bulunduğunu göstermektedir. DE stratejilerinin uygulanması, tabaklama sektöründe atık yönetimi maliyetlerini en aza indirebilir ve emisyonlarla ilgili harcamaları azaltabilir, bu da bu malzemelerin geri dönüştürülmesinin ve yeniden kullanılmasının ekonomik ve ekolojik faydalarını vurgulamaktadır (Wrzesińska-Jędrusiak vd., 2023).

Değerlendirme süreçleri genellikle deri atıklarından yağlar, sıvı yağlar ve proteinler gibi değerli bileşenlerin çıkarılmasını içerir ve bu bileşenler daha sonra kozmetik veya biyoyakıtlar gibi çeşitli endüstrilerde uygulama için yeniden kullanılabilir (Yorgancıoğlu vd., 2020; Maistrenko vd., 2022). Dahası, tabaklanmış deri atıklarının biyolojik olarak parçalanabilen yeniden tabaklama maddeleri üretmek için kullanılması, endüstri içinde sıfır atık operasyonel modeli oluşturma potansiyelini daha da göstermektedir (Bufalo vd., 2020). Değerlendirme stratejilerinin başarılı bir şekilde uygulanması, genel atık çıktısında önemli bir azalmaya ve iyileştirilmiş kaynak geri kazanım oranlarına yol açarak, deri atıklarını yönetmek için daha sürdürülebilir bir sistem yaratır.

4.2. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDÇ) ve Ekonomik Fizibilite

YDÇ, deri endüstrisindeki atık yönetimi stratejileriyle ilişkili çevresel etkileri değerlendirmek için kritik bir araçtır. Bu metodoloji, çeşitli bertaraf ve değerlendirme seçeneklerini değerlendirmek için kapsamlı bir çerçeve sunarak, paydaşların sürdürülebilirlik uygulamalarıyla ilgili verilere dayalı kararlar almasına olanak tanır (Jun vd, 2022; Moutik vd., 2023). Bir Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, deri atığı yönetiminin tüm yaşam döngüsü boyunca, atık oluşumundan nihai bertaraf veya geri dönüşüme kadar temel çevresel etkilerin belirlenmesini sağlar (Boukouvalas vd., 2024).

YDÇ çalışmalarından elde edilen sonuçlar, katı tabaklama atıklarının değerlendirilmesinin tabaklama endüstrisinin ekonomik fizibilitesini önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir. Örneğin, ısıl hidroliz ve tabaklanmış atıktan kromu çıkarmak için membran filtrasyonu gibi dikkatli atık işleme ve geri kazanım teknikleri sayesinde (Kowalik-Klimczak vd., 2022), atığı bir yük olarak değil, bir kaynak olarak kullanmanın ekonomik faydaları açıkça görülmektedir. Analizler, atık bertarafıyla ilişkili maliyetlerin azaldığını ve çoğu durumda, geri kazanılan malzemelerin veya yan ürünlerin satışından yeni gelir akışlarının ortaya çıktığını göstermektedir (Famielec, 2020).

4.3. Pazar Dinamikleri ve Tekno-Ekonomik Zorluklar

Yeniden kullanıma kazandırılmış deri atık ürünleri pazarının dinamikleri, sürdürülebilir ürünlere yönelik tüketici talebi ve verimli atık yönetimi teknolojilerinin mevcudiyeti gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Rukmana vd., 2024). Küresel pazarın sürdürülebilirliğe giderek daha fazla değer vermesiyle birlikte, atık uygulamalarında yenilik yapabilen endüstrilerin rekabet avantajı elde etmesi muhtemeldir. Bununla birlikte, değerlenmiş deri ürünlerinin ana akım pazarlara nüfuz etmesi, etkinleştirici teknolojilere yapılan ilk yatırım ve sağlam geri dönüşüm altyapılarına duyulan ihtiyaç gibi çeşitli tekno-ekonomik engellerin aşılmasını gerektirmektedir (Codreanu vd., 2024).

Ayrıca, deri atığının krom gibi tehlikeli maddelerin varlığı da dahil olmak üzere doğal özellikleri, değerleme çabalarını zorlaştırmaktadır. Gerekli işlem süreçleri genellikle önemli teknolojik ve düzenleyici zorlukları içermekte ve bu da daha küçük işletmeleri atık değerlemesine katılmaktan caydırabilmektedir (Codreanu vd., 2024). Bu nedenle hem teknolojik zorlukların üstesinden gelen hem de atık yönetimi uygulamalarında yeniliği destekleyen elverişli düzenleyici ortamlar yaratan kapsamlı stratejiler geliştirilmelidir.

Deri tabaklama endüstrisinden kaynaklanan katı atıkların biyokütleye dönüştürülmesi, ekonomik fizibilite ve piyasa dinamiklerindeki olumlu değişimle desteklenen, sürdürülebilirliğe yönelik uygulanabilir bir yol sunmaktadır. Yaşam döngüsü değerlendirmesi uygulaması, deri endüstrisinde daha sürdürülebilir uygulamalara geçişin fizibilitesini ve gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu geçişi engelleyebilecek önemli tekno-ekonomik zorluklar olsa da, atık değerlemesinin azaltılmış atık üretimi, artırılmış ekonomik getiri ve azaltılmış çevresel etkiler dahil olmak üzere genel faydaları, daha sürdürülebilir bir deri üretim ekosistemi argümanını güçlendirmektedir.

5. Gelecek Perspektifi ve Politika Önerileri

Deri sanayisinde biyokütle atıklarının sürdürülebilir değerlendirilmesi yönünde atılan her adım, sadece bir çevresel iyileştirme değil; aynı zamanda üretim kültürünün yeniden inşasıdır. Önce atığın bir sorun olmadığını, ardından değerli bir kaynak olduğunu kabul etmek; sonrasında bu kaynağı mal-

zemeye, enerjiye, hatta yeni bir sanayi vizyonuna dönüştürmek… Bu süreç, yalnızca teknik değil aynı zamanda zihinsel bir dönüşümü de gerektirir.

Gelecek, durağan hatlarla değil; esnek, uyarlanabilir ve çok katmanlı sistemlerle inşa edilecek. Bu bağlamda deri sanayi için öngörülen temel yapı, entegre biyorafineri tesisleridir. Bu tesisler; protein, kolajen ve yağ gibi değerli bileşenleri yüksek saflıkta ayrıştırabilecek, kalan atıkları enerjiye dönüştürebilecek ve tüm süreci düşük karbon ayak iziyle yürütebilecek donanıma sahip olmalıdır.

Bu entegrasyon, sadece çevresel değil aynı zamanda ekonomik açıdan da stratejiktir. Örneğin, bir deri işleme tesisinde kurulacak mikro-biyorafineri ünitesi, yıllık bin ton traşlama atığından yaklaşık 200 ton kolajen türevi ve 100 MWh elektrik üretme kapasitesine sahip olabilir. Bu ölçekte bir tesis, hem atığı kaynağa dönüştürür hem de işletmenin enerji ve malzeme ihtiyacının bir kısmını karşılayabilir.

Sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleşmesi için yalnızca teknik altyapı yeterli değildir. Bilimsel bilgi ile kamu politikaları arasındaki köprünün güçlendirilmesi, bu dönüşümün hızlanması için şarttır. Politika yapıcılar; mevzuat oluştururken yalnızca çevresel yükümlülükleri değil, teknolojik fizibiliteyi, ekonomik teşvikleri ve sanayiye sağlanan rehberliği de birlikte ele almalıdır.

Bu noktada şunlar önerilmektedir:

Geri kazanıma dayalı biyorafineri uygulamaları için yeşil yatırım fonları oluşturulmalıdır.

Kolajen, elastin, biochar ve aktif karbon gibi ürünler için ekonomik teşvik sınıflandırmaları yapılmalıdır.

Deri OSB'lerinde "bölgesel entegre dönüşüm merkezleri" kurulmalı ve kümelenme stratejileri ile teknoloji paylaşımı desteklenmelidir.

5.1. Türkiye İçin Stratejik Yol Haritası

Türkiye'de deri sanayi, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin hâkim olduğu bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, dönüşüm politikaları topyekûn değil; yerel ölçekli, kademeli ve esnek bir yapı üzerinden yürütülmelidir. Önerilen adımlar şunlardır:

Sıfır Atık Yönetmeliği kapsamı genişletilerek, deri sanayi özelinde biyokütle bazlı geri kazanım hedefleri tanımlanmalıdır.

Üniversiteler, teknoparklar ve özel sektör iş birliğiyle biyo-temelli malzeme AR-GE platformları kurulmalıdır.

Biyoplastik, doğal tabaklama ajanı, aktif karbon gibi ürünlerin yasal tanımı ve kalite standartları belirlenmelidir.

Pilot projeler için düşük faizli "yeşil teknoloji kredileri" sağlanmalı ve yatırım rehberleri yayınlanmalıdır.

Son olarak, en radikal ama en gerekli değişim, zihinlerde başlamalıdır. Atık, yalnızca bertaraf edilmesi gereken bir kalıntı değil; bir başlangıç noktası, bir potansiyel olarak görülmelidir. Deri sanayi, bu dönüşümün öncüsü olabilir. Çünkü atıklarının içerdiği biyolojik zenginlik, birçok sektöre yön verebilecek kadar çeşitlidir.

Tüm bu çabalar, yalnızca bugünün değil, gelecek kuşakların da yaşam hakkını koruma sorumluluğunun bir parçasıdır. Atığın dilini çözenler, sürdürülebilirliğin de anlamını yeniden yazacaklardır.

6. Sonuç

Deri sanayii katı atıklarının biyokütle olarak değerlendirilmesi, sadece çevresel bir zorunluluk değil, aynı zamanda endüstriyel sürdürülebilirliğin ve ekonomik dayanıklılığın anahtarıdır. Geleneksel doğrusal ekonomi modelinin aksine, döngüsel ekonomi anlayışı, bu atıkları "kaynak" olarak yeniden konumlandırmakta ve biyorafineri yaklaşımları aracılığıyla çok yönlü bir değer zinciri oluşturulmasına olanak tanımaktadır.

Bu çalışmada, deri üretim süreçlerinden kaynaklanan katı atıkların kimyasal ve fiziksel karakterizasyonu incelenmiş; bu atıkların biyogaz, biyokömür, biyomalzeme, biyokompozit ve yenilenebilir kimyasallar gibi yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesine yönelik yenilikçi yöntemler ele alınmıştır. Anaerobik çürütme, piroliz, gazifikasyon, kompostlama ve enzimatik hidroliz gibi teknolojiler, atıkların hem enerji hem de malzeme olarak geri kazanımında etkili bir şekilde kullanılabilmektedir.

Ayrıca, deri atıklarının özellikle krom içeriğinin çevresel risk oluşturması, biyolojik ve yeşil kimya tabanlı iyileştirme yöntemlerini gerekli kılmaktadır. Mikrobiyal ve bitkisel temelli biyoremediasyon teknikleri, kromun zararsız formlara dönüştürülmesi ve geri kazanılmasında umut vaat etmektedir.

Ancak, bu dönüşümün başarıya ulaşması için yalnızca teknolojik altyapı yeterli değildir. Politik destek, ekonomik teşvikler, standartların belirlenmesi ve tedarik zincirlerinin yeniden yapılandırılması kritik öneme sahiptir. Özellikle Türkiye gibi deri üretiminde önemli bir paya sahip ülkeler için, KOBİ'lere yönelik kademeli ve yerel ölçekli dönüşüm modelleri geliştirilmelidir.

Sonuç olarak, deri atıklarının biyokütle olarak değerlendirilmesi, endüstrinin ekolojik ayak izini azaltırken aynı zamanda yeni ekonomik fırsatlar yaratabilir. Bu dönüşüm, atığın "sorun" olmaktan çıkarılıp "kaynak" olarak benimsendiği, doğayla uyumlu ve sürdürülebilir bir üretim kültürünün inşası anlamına gelmektedir. Geleceğin deri endüstrisi, yalnızca ürettiği ürünlerle değil, geride bıraktığı izleri nasıl dönüştürdüğüyle anılacaktır.

KAYNAKÇA

Abdulla-Al-Mamun, M., Hossain, N., Hossain, M. I., & Sultana, R. (2023). Conversion of leather industry solid waste to organic fertilizer by vermicomposting: use for plant growth. Textile & Leather Review, 6, 37-56. https://doi.org/10.31881/tlr.2022.82

Abraham, J., Gea, T., & Sánchez, A. (2014). Substitution of chemical dehairing by proteases from solid-state fermentation of hair wastes. *Journal of Cleaner Production, 74,* 191-198. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.035

Agustini, C. (2018). Oxygen interference in methane generation from biodegradation of solid waste from tanneries. *Progress in Petrochemical Science, 1*(1). https://doi.org/10.31031/pps.2018.01.000504

Alemu, L. G., Tesfaye, T., Babu, K. M., Solomon, B., Teshome, Z., & Ahmed, F. E. (2023). Optimization of gelatine synthesis from lime fleshed hide trim solid waste. Textile & Leather Review, 6, 233-251. https://doi.org/10.31881/tlr.2023.025

Ayele, M., Limeneh, D. Y., Tesfaye, T., Mengie, W., Abuhay, A., Haile, A. & Gelebo, G. G. (2021). A review on utilization routes of the leather industry biomass. Advances in Materials Science and Engineering, 2021(1). https://doi.org/10.1155/2021/1503524

Belkacemi, H., Benhadji, A., Ahmed, M. T., Boudraa, R., Tahraoui, H., & Amrane, A. (2025). Knn and lévy flight-assisted optimization of biological chrome recovery from leather waste via pseudomonas aeruginosa.. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7547175/v1

Benyus, J. M. (1998). Biomimicry: Innovation inspired by nature. New York, NY: HarperCollins.

Biškauskaitė, R., Miškūnaitė, L., Plavan, V., & Valeika, V. (2024). Hydrolysis of used leather and application of hydrolysates. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 73(1), 60-67. https://doi.org/10.3176/proc.2024.1.07

Boario M., Technical Assistance Project for the Upgrading of the Ethiopian Leather and Leather Products Industry, 2012, UNIDO, Vienna, Austria, 1–105. URL: https://www.unido.org/publications/ot/9655024/download

Bonilla-Espadas, M., Zafrilla, B., Lifante-Martínez, I., Camacho, M., Orgilés-Calpena, E., Arán-Aís, F., & Bonete, M. (2024). Selective isolation and identification of microorganisms with dual capabilities: leather biodegradation and heavy metal resistance for industrial applications. Microorganisms, 12(5), 1029. https://doi.org/10.3390/microorganisms12051029

Brandelli, A. (2007). Bacterial keratinases: useful enzymes for bioprocessing agroindustrial wastes and beyond. *Food and Bioprocess Technology, 1*(2), 105-116. https://doi.org/10.1007/s11947-007-0025-y

Bufalo, G., Molino, B., & Ambrosone, L. (2020). Selection of tanned-leather waste in

recovering novel raw material for manufacturing rubber artifacts: towards a zero-waste condition. Applied Sciences, 10(15), 5374. https://doi.org/10.3390/app10155374

Buljan, J., Reich, G., & Ludvik, J. (2000). Mass Balance in Leather Processing. United Nations Industrial Development Organization, US/RAS/92/120, Regional Programme for Pollution Control in the Tanning Industry in South-East Asia. URL: https://www.unido.org/publications/ot/9654228/pdf

Cherubini, F. (2010). The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. *Energy Conversion and Management, 51*(7), 1412-1421.

Clark, J. H., & Deswarte, F. E. I. (2015). The biorefinery concept: An integrated approach. In *Introduction to chemicals from biomass* (2nd ed., pp. 1-29). John Wiley & Sons.

Constantinescu, R., Zăinescu, G., Crudu, M., & Bostaca, G. (2019). Bio-agent de retanare utilizat in procesarea pielior si procedeu de obtinere. *Revista De Chimie, 70*(11), 3878-3880. https://doi.org/10.37358/rc.70.19.11.7663

Crutzen, P. J. (2002). Geology of mankind. Nature, 415(6867), 23.

Demir, A., Arican, F., Sancakli, A., & İşmar, E. (2021). Synthesis and characterization of superabsorbent hydrogels from waste bovine hair via keratin grafted with acrylic acid (aa) and acrylamide (aam). https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-446130/v1

Du, H., Yuan, D., Li, W., Wang, L., Li, Y., Che, L., Tian, W., Salama, E., Ossman, M., & Lin, F. (2025). Efficient removal of toxic organics and reduction of Cr(VI) to Cr(III) from tannery sludge: A comparative study of microwave pyrolysis and conventional pyrolysis. *Separation and Purification Technology, 354*, Article 128736. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.128736

Dudynski, M., Dudyński, K., Kluska, J., Ochnio, M., Kazimierski, P., & Kardaś, D. (2021). Gasification of leather waste for energy production: Laboratory scale and industrial tests. *International Journal of Energy Research*, 45, 18540 - 18553. https://doi.org/10.1002/er.6966.

European Commission. (2019). The European Green Deal (COM(2019) 640 final). Brussels: European Commission.

Fernández-Rodríguez, J., Lorea, B., & González-Gaitano, G. (2022). Biological solubilisation of leather industry waste in anaerobic conditions: effect of chromium (iii) presence, pre-treatments and temperature strategies. International Journal of Molecular Sciences, 23(21), 13647. https://doi.org/10.3390/ijms232113647

Gargano, M., Florio, C., Sannia, G., & Lettera, V. (2023). From leather wastes to leather: enhancement of low quality leather using collagen recovered from leather tanned wastes. Clean Technologies and Environmental Policy, 25(9), 3065-3074. https://doi.org/10.1007/s10098-023-02552-w

Gomes, C. S., Repke, J., & Meyer, M. (2020). Investigation of different pre-treatments of chromium leather shavings to improve biogas production. Journal of Leather Science and Engineering, 2(1). https://doi.org/10.1186/s42825-020-00028-x

Habib, S. S., Torii, S., S, K. M., & Nair, A. C. A. (2024). Optimization of the factors affecting biogas production using the taguchi design of experiment method. Biomass, 4(3), 687-703. https://doi.org/10.3390/biomass4030038

Haroun, M. (2023). Evaluation of the feasibility of utilizing composted sludge from leather industry wastewater in sudan. British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies, 4(3), 1-13. https://doi.org/10.37745/bjmas.2022.0185

Hashem, M. A. ve Nur-A-Tomal, M. S. (2018). Tannery solid waste valorization through composite fabrication: a waste-to-wealth approach. *Environmental Progress & Sustainable Energy, 37*(5), 1722-1726. https://doi.org/10.1002/ep.12860

Hashem, M. A., Sahen, M. S., Hasan, M., Payel, S., & Nur-A-Tomal, M. S. (2021). Tannery liming sludge in compost production: sustainable waste management. *Biomass Conversion and Biorefinery, 13*(10), 9305-9314. https://doi.org/10.1007/s13399-021-01759-5

Hedberg, Y., Liden, C., & Wallinder, I. O. (2015). Chromium released from leather – I: Exposure conditions that govern the release of chromium(III) and chromium(VI). *Contact Dermatitis, 72*(4), 206–215. https://doi.org/10.1111/cod.12329

Jacob, R. H., Hassan, H., Afify, A. M., & Gabr, G. A. (2021). A novel synthesis, chemical characterization and biological activities of metal-leather protein hydrolysate chelates.. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-172783/v1

Jiang, Z., Ding, W., Fan, J., Liao, Y., Remón, J., & Shi, B. (2023). Biomass derived oligosaccharides for potential leather tanning. Collagen & Leather, 5(1), Article 7. https://doi.org/10.1186/s42825-023-00113-x

Koparan, E. T. ve Harmankaya, M. (2024). Evaluation of tannery solid waste management alternatives using life cycle assessment. *Journal of Material Cycles and Waste Management, 26*(1), 234-247.

Korhonen, J., & Snäkin, J.-P. (2015). Quantifying the relationship of resilience and eco-efficiency in complex adaptive energy systems. *Ecological Economics, 120*, 83-92. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.006

Kanagaraj, J., Velappan, K.C., Chandra Babu, N.K, & Sadulla, S.(2006). Solid wastes generation in the leather industry and its utilization for cleanerenvironment-A review. Journal of Scientific & Industrial research.65:541-548

Kazimierski, P., Barczak, B., Turzyński, T., Bandrów, P., Kardaś, D., & Januszewicz, K. (2025). Thermal pathways for sustainable waste management: Leveraging leather tannery waste as a renewable energy source. *Food and Bioproducts Processing*. https://doi.org/10.1016/j.fbp.2025.03.009

Kılıç, E., Tarrés, Q., Delgado-Aguilar, M., Espinach, F. X., Fullana–i–Palmer, P., & Puig, R. (2020). Leather waste to enhance mechanical performance of hi-

gh-density polyethylene. Polymers, 12(9), 2016. https://doi.org/10.3390/polym12092016

Kuligowski, K., Cenian, A., Konkol, I., Świerczek, L., Chojnacka, K., Izydorczyk, G., Skrzypczak, D. & Bandrów, P. (2023). Application of leather waste fractions and their biochars as organic fertilisers for ryegrass growth: agri-environmental aspects and plants response modelling. Energies, 16(9), 3883. https://doi.org/10.3390/en16093883

Leipold S. and Petit-Boix A., The circular economy and the bio-based sector -Perspectives of European and German stakeholders, *Journal of Cleaner Production*. (2018) **201**, 1125–1137, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.019

Li, S., Wang, Y., Xu, S., Xiang, Z., Xu, W., & Shi, B. (2020). Ultradurable Superhydrophobic Natural Rubber-Based Elastomer Enabled by Modified Multiscale Leather Collagen Fibers. *Advanced Materials Interfaces*, 7. https://doi.org/10.1002/admi.202000344.

Li, Y., Sun, D., Jiang, C., Ding, H., & Quan-jie, W. (2021). Preparation of polypeptide surfactants using chromium-containing waste leather: effect of hydrophilic and lipophilic groups. Journal of Surfactants and Detergents, 24(6), 923-931. https://doi.org/10.1002/jsde.12513

Londoño, V. A. G., González, N. M., Roa-Acosta, D. F., Agudelo-Laverde, L. M., Botero, L. A. L. d., & Lellesch, L. M. (2023). Characterization of by-products with high fat content derived from the production of bovine gelatin. F1000Research, 11, 1575. https://doi.org/10.12688/f1000research.128622.2

Macy, J. (2007). World as lover, world as self (2nd ed.). Berkeley, CA: Parallax Press.

Maistrenko, L., Jungin, O., Pikus, P., Pokholenko, I., Gorbatiuk, O., Moshynets, O., ... & Mokrousova, O. (2022). Collagen obtained from leather production waste provides suitable gels for biomedical applications. *Polymers, 14*(21), 4749. https://doi.org/10.3390/polym14214749

Manzanares P., The role of biorefinering research in the development of a modern bioeconomy, Acta Innovations. (2020) 37, no. 37, 47–56, https://doi.org/10.62441/actainnovations.v37i.247

Mazzanti, G., Demichelis, F., Fino, D., & Tommasi, T. (2024). A closed-loop valorization of the waste biomass through two-stage anaerobic digestion and digestate exploitation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114938.

Millers, J. and Pilvere, I. (2021). Possibilities of biogas production from livestock waste in latvia. Economic Science for Rural Development, 55, 424-432. https://doi.org/10.22616/esrd.2021.55.043

Mizan, A., Rahman, M. M., & Akter, S. (2020). Chromium speciation in tannery solid waste and its impact on groundwater. *Environmental Monitoring and Assessment, 192*(11), 689.

Mordoyan, S., & Braun, M. (2015). *Utilization of tannery waste as a solid biofuel*. En-

vironmental Engineering and Management Journal, 14(5), 1201-1206.

Mottalib, M. A., Hossain, M. S., & Sarker, S. (2023). Leachability of hexavalent chromium from chrome-tanned leather shavings in landfill conditions. *Waste Management, 158,* 1-10.

Mwondu, J., Ombui, J., Kironchi, G., & Onyuka, A. (2021). Development of an eco-friendly and sustainable method of dechroming leather wastes. *Textile & Leather Review, 4,* 364-391. https://doi.org/10.31881/tlr.2021.11

Noyon, M. A. R., Dey, T. K., Jamal, M., Rathanasamy, R., Chinnasamy, M., & Uddin, M. E. (2022). Fabrication of lldpe based biodegradable composite incorporated with leather shavings and buffing dust: an approach for waste management. Journal of Applied Polymer Science, 139(47). https://doi.org/10.1002/app.53184

Özgünay, H., Menteş Çolak, S., Mutlu, M. M. & Akyüz, F. (2007). Characterization of leather industry wastes. *Polish Journal of Environmental Studies, 16*(6), 867-873.

Pandey, K., Saharan, B. S., Kumar, R., Jabborova, D., & Duhan, J. S. (2024). Modern-day green strategies for the removal of chromium from wastewater. Journal of Xenobiotics, 14(4), 1670-1696. https://doi.org/10.3390/jox14040089

Parisi, M., Nanni, A., & Colonna, M. (2021). Recycling of chrome-tanned leather and its utilization as polymeric materials and in polymer-based composites: a review. Polymers, 13(3), 429. https://doi.org/10.3390/polym13030429

Pompei, S., Tirillò, J., Sarasini, F., & Santulli, C. (2020). Development of thermoplastic starch (tps) including leather waste fragments. Polymers, 12(8), 1811. https://doi.org/10.3390/polym12081811

Prasadi, O. and Triwuri, N. A. (2022). Study of nutrient potential waste of catfish, cow dung, and ketapang leaves as solid organic fertilizer (pop). Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika), 4(1), 131-138. https://doi.org/10.36378/juatika.v4i1.1699

Priebe, G., & Gutterres, M. (2020). Special Review: Anaerobic Digestion of Leather Industry Wastes – An Alternate Source of Energy. .

Rafikov, A. S., Kadirova, N., & Jurayeva, G. (2024). Modified fibrous mass of leather and paper waste for the production of packaging paper and cardboard. Textile & Leather Review, 7, 915-937. https://doi.org/10.31881/tlr.2024.087

Raksaksri, L., Ruksakulpiwat, Y., & Udomkitpanya, T. (2023). The properties of tannery waste addition as a filler based on two types of polymer matrices: poly(butylene adipate-co-terephthalate) (pbat) and poly(butylene succinate) (pbs). Advances in Polymer Technology, 2023, 1-16. https://doi.org/10.1155/2023/8301108

Rastogi, M., Nandal, M., & Khosla, B. (2020). Microbes as vital additives for solid waste composting. Heliyon, 6(2), e03343. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03343

Ražić, S. E., Kopjar, N., Kašuba, V., Skenderi, Z., Akalović, J., & Hrenović, J. (2022). Evaluation of dna-damaging effects induced by different tanning agents used in the processing of natural leather—pilot study on hepg2 cell line. Molecules, 27(20), 7030. https://doi.org/10.3390/molecules27207030

Rigueto, C. V. T., Rosseto, M., Krein, D. D. C., Ostwald, B. E. P., Massuda, L. Á., Zanella, B. B., … & Dettmer, A. (2020). Alternative uses for tannery wastes: a review of environmental, sustainability, and science. Journal of Leather Science and Engineering, 2(1). https://doi.org/10.1186/s42825-020-00034-z

Rukmana, A. N., Aviasti, A., Amaranti, R., & Septiani, A. (2024). Economic empowerment of micro, small, and medium enterprises (msmes) in the leather industry through black soldier fly (bsf) magot cultivation. KnE Social Sciences. https://doi.org/10.18502/kss.v9i24.16818

Salimi, P., Tieuli, S., Taghavi, S., Venezia, E., Fugattini, S., Lauciello, S., … & Zaccaria, R. P. (2022). Sustainable lithium-ion batteries based on metal-free tannery waste biochar. Green Chemistry, 24(10), 4119-4129. https://doi.org/10.1039/d1gc04772h

Sawaya, R., Halwani, J., Nehme, N., Alawiye, H., & Diab, W. (2024). Assessment of the characteristics of the municipal solid waste compost in lebanon. Journal of Geoscience and Environment Protection, 12(05), 17-39. https://doi.org/10.4236/gep.2024.125002

Sherwood J., The significance of biomass in a circular economy, *Bioresource Technology*. (2020) **300**, 122755, https://doi.org/10.1016/j.biortech.202

Simioni, T., Agustini, C. B., Dettmer, A., & Gutterres, M. (2021). Anaerobic co-digestion of tannery wastes and untreated/pretreated oat straw. BioEnergy Research, 15(1), 589-601. https://doi.org/10.1007/s12155-021-10285-1

Stahel, W. R. (2016). The circular economy. Nature, 531(7595), 435–438.

Ștefan, D. S., Boșomoiu, M., Dăncilă, A. M., & Ștefan, M. (2022). Review of soil quality improvement using biopolymers from leather waste. Polymers, 14(9), 1928. https://doi.org/10.3390/polym14091928

Taha, G. M., El-Sayed, N. H., & Mohamed, O. A. (2023). Utilization of chrome shavings in the production of industrial gelatin. Egyptian Journal of Chemistry, 0(0), 0-0. https://doi.org/10.21608/ejchem.2023.92154.4394

Torres, G. B., Gutiérrez-Aguilar, C. M., Lozada, E. R., Montoya, M., Álvarez, B. E. A., Sánchez, J. C., Carvalho, J.A.J. & Santos, R. J. d. (2025). Application of post-industrial leather waste for the development of sustainable rubber composites. Polymers, 17(2), 190. https://doi.org/10.3390/polym17020190

Xu, N., Xing, Y., Wang, X., Ren, L., & Qiang, T. (2021). Construction of waste-collagen modified superfine fiber substrates based on “click” chemistry: moisture absorption and permeability. Journal of Applied Polymer Science, 139(1). https://doi.org/10.1002/app.51440

Venkatesan, S., Srinivasan, M., & Devarajan, N. (2022). Evaluation of the production

of hydrochar from spent coffee grounds under different operating conditions. *Journal of Water Process Engineering, 49*, Article 103037. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.103037

Venturelli, G., Guida, L., & Levi, M. (2025). Upcycling leather waste through zero-waste hydrolysis for versatile 3d printable composites. Polymers, 17(17), 2366. https://doi.org/10.3390/polym17172366

Wells, H., Sizeland, K., Edmonds, R., Aitkenhead, W., Kappen, P., Glover, C., ... & Haverkamp, R. (2014). Stabilizing chromium from leather waste in biochar. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2*(7), 1864–1870. https://doi.org/10.1021/sc500212r

Wrzesińska-Jędrusiak, E., Czarnecki, M., Kazimierski, P., Bandrów, P., & Szufa, S. (2023). The circular economy in the management of waste from leather processing. Energies, 16(1), 564. https://doi.org/10.3390/en16010564

Yorgancıoğlu, A., Başaran, B., & Sancaklı, A. (2020). Value addition to leather industry wastes and by-products: hydrolyzed collagen and collagen peptides. Waste in Textile and Leather Sectors. https://doi.org/10.5772/intechopen.92699

Yuan, Y., An, Z., Zhang, R., Wei, X., & Lai, B. (2021). Efficiencies and mechanisms of heavy metals adsorption on waste leather-derived high-nitrogen activated carbon. *Journal of Cleaner Production, 293*, 126215. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126215

Yusuf, M. ve Agustina, T. (2023). Characterization of solid waste from tanneries and its potential for biogas production. *Journal of Environmental Management, 325,* 116567.

Zeng, S., Ren, Y., Liu, P., Wang, Q., He, L., & Wang, Q. (2021). Facile fabrication of chrome-tanned leather wastes/natural rubber composite: Mechanochemical de-crosslinking effect on collagen fibers and chrome complexation enabled in-situ compatibilization. *Composites Science and Technology*, 214, 108998. https://doi.org/10.1016/J.COMPSCITECH.2021.108998.

Zhang, X., Sorolla, S., Casas, C., & Dalmases, A. B. (2023). Development of a new collagen gel product for leather finishing. Gels, 9(11), 883. https://doi.org/10.3390/gels9110883

Bölüm
2

SÜRDÜRÜLEBİLİR TEKSTİL ÜRETİMİNDE DOĞAL ATIKLARIN BİYOKOMPOZİT KAPLAMA MADDESİ OLARAK KULLANIMI VE PERFORMANS ANALİZİ

Güler ÖNCÜ[1]
Meruyert KAYGUSUZ[2]

1 Dr. Öğr. Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Isparta/Türkiye, guleroncu@isparta.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3139-4554
2 Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Isparta/Türkiye, meruyertkaygusuz@isparta.edu.tr; ORCID ID: 0000-0003-2176-7094

1. GİRİŞ

Tekstil sektörü, üretim süreçlerinde yüksek düzeyde enerji, su ve kimyasal madde kullanımı gerektiren, dolayısıyla çevresel etkileri oldukça yoğun olan sanayi kollarından biridir [1]. Hızlı moda anlayışının tetiklediği aşırı üretim ve tüketim döngüsü, doğal kaynakların hızla tükenmesine, atık miktarının artmasına ve ekosistem dengesinin bozulmasına neden olmaktadır [2]. Bu durum, tekstil üretiminde sürdürülebilirlik ilkesinin yalnızca bir tercih değil, bir zorunluluk hâline gelmesini beraberinde getirmiştir. Sürdürülebilir tekstil üretimi; kaynakların verimli kullanılması, çevresel etkilerin azaltılması, ürün yaşam döngüsünün uzatılması ve atık yönetiminin etkinleştirilmesi gibi bütüncül yaklaşımları içermektedir.

Tekstilde sürdürülebilirliği sağlamanın başlıca adımı, organik ve doğal malzemelere yönelmektir. Bu bağlamda, sürdürülebilir üretim stratejileri doğrultusunda, yenilenebilir kaynaklara yönelim artmış ve atıkların yeniden değerlendirilmesi önem kazanmıştır. Doğal atık bazlı kompozitler, tekstil yüzeylerinin işlevselliğini artırırken aynı zamanda karbon ayak izini azaltma potansiyeline sahiptir [3]. Gıda endüstrisi, tarım, deniz ürünleri ve ormancılık gibi sektörlerden elde edilen biyolojik kökenli atıklar, uygun yöntemlerle işlenerek tekstil yüzeylerine antibakteriyel etki, UV koruması, alev geciktiricilik ve su iticilik gibi fonksiyonları ekleyebilmektedir. Yapılan çalışmalarda, ligninin tekstil yüzeylerine kaplama olarak uygulanmasıyla UV soğurma ve antibakteriyel özelliklerin sağlandığı, hatta kâğıt-endüstrisi kaynaklı ham ligninin pamuk ve polyesterde antimikrobiyal performans gösterdiği rapor edilmektedir [4-5].

Organik içerikli atıklar, biyolojik olarak parçalanabilir yapıları ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilmeleri bakımından çevre dostu özellikler taşımaktadır. Ayrıca, atıkların katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi hem çevresel yükün azaltılmasına hem de döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanmasına katkı sağlamaktadır [6]. Bu çerçevede, kabuklu deniz ürünleri atıklarından elde edilen kitosan temelli kaplamalar, organik atıkların biyokompozit kaplama olarak değerlendirilmesine örnek teşkil etmektedir. Kitosanla fonksiyonelleştirilen pamuklu kumaşlarda antimikrobiyal özelliğin yanı sıra güç tutuşurluğun elde edilebildiği; bitki özleriyle zenginleştirildiğinde ise biyoaktif ve biyobozunur tekstil yüzeylerinin tasarlanabildiği tespit edilmektedir [7-8]. Tekstil kaplamalarında yalın toksik olmayan ve çok işlevli katmanların geliştirilmesine dönük katman-katman (LbL) gibi yöntemler, biyobazlı bileşenlerin verimli kullanımını mümkün kılarak ölçeklenebilir çözümlere zemin hazırlamaktadır [9].

Bu çalışmada, sürdürülebilir tekstil üretimi çerçevesinde doğal atık bazlı kompozit kaplamaların performans özellikleri literatür verileri doğrultusunda incelenmiştir. Ayrıca, farklı doğal atık türlerinin kompozit malzeme

üretiminde nasıl değerlendirildiği, bu malzemelerin tekstil yüzeylerine uygulanma biçimleri ve elde edilen teknik performans göstergeleri analiz edilmiştir. Böylece çalışmada, doğal atık bazlı kaplama malzemelerinin tekstil sektöründeki potansiyel kullanım alanlarını ortaya koymak ve bu alandaki uygulamaların yaygınlaştırılmasına yönelik akademik bir zemin oluşturmak amaçlanmaktadır.

2. DOĞAL ATIK KAYNAKLI KOMPOZİTLER

Sürdürülebilir malzeme geliştirme süreçlerinde doğal atıkların yeniden değerlendirilmesi, yalnızca çevresel etkilerin azaltılması açısından değil, aynı zamanda yenilikçi ürün geliştirme potansiyeli bakımından da önemli fırsatlar sunmaktadır. Özellikle tekstil yüzeylerinin fonksiyonel özelliklerini artırmak amacıyla kullanılan kompozit kaplamalar, son yıllarda doğal ve biyolojik kökenli atıklar aracılığıyla geliştirilmektedir. Bu bağlamda, farklı endüstriyel alanlardan elde edilen atıkların kompozit sistemlerde takviye malzemesi olarak değerlendirilmesi, çevre dostu çözümler üretmenin yanında katma değeri yüksek ürünlerin elde edilmesine de olanak sağlamaktadır.

2.1 Doğal Atık Türleri

Kompozit kaplama teknolojilerinde son yıllarda sürdürülebilirlik ilkesine dayalı olarak doğal atıkların değerlendirilmesi ön plana çıkmaktadır. Bu yaklaşım hem atık yönetimini iyileştirmekte hem de çevre dostu, düşük maliyetli ve işlevsel kaplama sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Doğal atık kaynakları, kökenlerine göre genel olarak tarımsal, gıda, hayvansal ve mineral bazlı olmak üzere dört ana grupta sınıflandırılabilir (Şekil 1).

Şekil 1. *Doğal atık kaynakları*

Tarımsal atıklar, lif ve nişasta yönünden zengin olup, kompozit malzeme matrislerinde dolgu veya takviye elemanı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır [7]. Bu grupta yer alan buğday, mısır ve pirinç gibi tahılların saman, kabuk ve sap gibi artık kısımları; keten ve kenevir gibi lif bitkilerinin işlenmesi sonucunda ortaya çıkan selülozca zengin lifsel atıklar; muz yaprakları, kahve telvesi ve pamuk çırçır atıkları gibi biyokütle açısından değerli organik kalıntılar öne çıkmaktadır. Bu atıklar, düşük yoğunlukları ve doğal lif içeriği sayesinde hem mekanik dayanımı artırmakta hem de kaplamanın çevresel etkisini azaltmaktadır [7, 8].

Gıda endüstrisi atıkları da polifenoller, pigmentler ve doğal yağlar gibi biyoaktif bileşenler içermeleri nedeniyle kaplama performansını iyileştiren katkı maddeleri olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda narenciye kabukları, zeytin posası, domates ve patates kabukları gibi organik kalıntılar, kompozit formülasyonlara eklenerek antioksidan, antimikrobiyal ve su itici özelliklerin kazandırılmasında kullanılabilmektedir [9].

Hayvansal kökenli atıklar, özellikle kalsiyum karbonat bakımından zengin biyomineraller içerir. Yumurta kabuğu, istiridye ve midye gibi deniz kabukluları, mikronize edilerek kaplama sistemlerinde sertlik, aşınma direnci ve yapısal stabilite sağlayan inorganik dolgu maddeleri olarak işlev görmektedir. Bu biyomineral katkı maddeleri, aynı zamanda kaplamaların yüzey morfolojisini iyileştirmekte ve ısıl dayanımı artırmaktadır [10].

Kaplamada kullanılan mineral bazlı doğal atıklar arasında yer alan volkanik kökenli mikronize pomza, gözenekli yapısı ve hafifliği sayesinde ısı yalıtımı, yüzey pürüzlülüğü ve UV dayanımı gibi özelliklerin geliştirmektedir. Ayrıca, bu tür inorganik atıklar kaplama sistemlerine dayanıklılık kazandırarak uzun ömürlü kullanım avantajı sunmaktadır [11, 12].

Bahsi geçen doğal atıklar, yalnızca çevresel açıdan sürdürülebilir bir çözüm sunmakla kalmayıp, aynı zamanda fonksiyonel özellikleri zenginleştirilmiş kompozit kaplama sistemlerinin tasarlanmasına da olanak tanımaktadır. Böylece, tekstil yüzeylerinden yapı malzemelerine kadar birçok endüstriyel uygulamada performans, çevre dostu yaklaşım ve ekonomik üretim hedefleri bir arada sağlanabilmektedir.

2.2 Kompozit Kaplama Malzemelerin Özellikleri

Doğal atıkların kompozit kaplama malzemesi olarak kullanımı, kaplamaların yalnızca çevresel sürdürülebilirliğini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda teknik performansını da çok yönlü biçimde iyileştirmektedir. Bu tür kompozit sistemler, çevre dostu üretim anlayışını destekleyen düşük yoğunluk, biyobozunurluk, toksik olmayan içerik ve yenilenebilir kaynak kullanımı gibi temel avantajlara sahiptir. Bu sayede, hem üretim sürecinde karbon ayak izi azaltılmakta hem de ürün yaşam döngüsünün sonunda çevreye olan za-

rarlı etkiler minimum düzeye indirilebilmektedir.

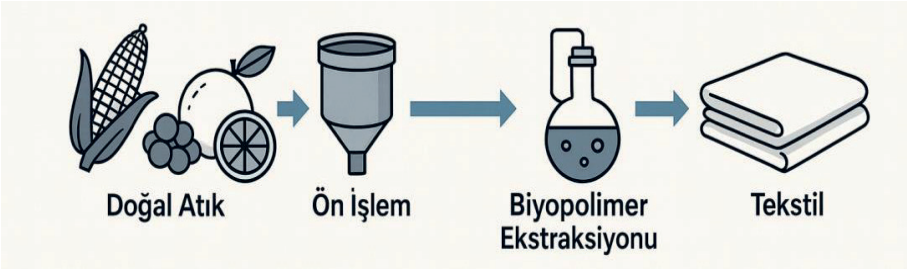
Doğal atıkların yapısında bulunan pigmentler, yağ asitleri, selüloz, lignin ve benzeri biyobazlı bileşenler, kompozit kaplama sistemine fonksiyonel katkılar sağlamaktadır. Örneğin; narenciye kabuğu, zeytin posası gibi gıda atıkları içerisindeki doğal yağlar ve fenolik bileşikler, kaplamaya su itici özellik kazandırmakta ve hidrofobik yüzey oluşumunu desteklemektedir [13]. Benzer şekilde, kahve telvesi veya üzüm posası gibi pigment içeriği yüksek atıklar, kaplamada doğal renk sabitliği ve UV direnci sağlayarak hem görsel hem de kimyasal kararlılığı artırmaktadır [14, 15]. Lifli yapıya sahip tarımsal atıklar (örneğin keten, kenevir, pamuk lifi kalıntıları), kaplama matrisine entegre edildiğinde ise mekanik mukavemeti iyileştirmekte ve termal iletkenliği düşürerek ısı yalıtımı özelliğini güçlendirmektedir [16].

Kompozit kaplamanın nihai performansı üzerinde belirleyici olan diğer faktörler ise, kullanılan doğal atıkların fiziksel ve kimyasal özellikleridir. Özellikle partikül büyüklüğü, şekli, morfolojik yapısı (lifli, pulsu, granül), yüzey enerjisi ve yüzey alanı gibi parametreler; kaplamanın alt yüzeye tutunma kapasitesini, film bütünlüğünü ve yüzey düzgünlüğünü doğrudan etkilemektedir [17]. Daha küçük ve homojen dağılımlı partiküller, matrisle daha iyi bir etkileşim sağlayarak kaplama bütünlüğünü artırmakta; buna karşılık iri ve düzensiz yapılı katkılar mikroyapısal boşluklar oluşturarak mekanik dayanımı zayıflatabilmektedir [18].

Böylece, doğal atıklardan elde edilen biyolojik ve mineral katkıların kompozit kaplama malzemelerinde kullanımı, teknik, estetik ve çevresel açılardan sürdürülebilir üretim sistemlerine geçişi desteklemekte; tekstil, inşaat, ambalaj ve otomotiv gibi birçok sektörde çevreci ve yenilikçi çözümlerin önünü açmaktadır [19-21].

2.3 Matris ve Takviye İlişkileri

Kompozit malzemelerde matris ve takviye arasındaki etkileşim, sistemin bütünsel performansını belirleyen temel unsurlardan biridir (Şekil 2). Bu çalışmada ele alınan doğal atık bazlı sistemlerde genellikle biyopolimerler (örneğin, nişasta bazlı polimerler, kitosan, lignin türevleri, selüloz türevleri) çevre dostu matris olarak kullanılmaktadır [22]. Doğal atıklar ise bu matrisin içerisinde fiziksel veya kimyasal olarak dağıtılan takviye fazı olarak görev yapmaktadır. Matrisin takviye malzemesi ile uyumu, ara yüzey etkileşimleri, çapraz bağlanma düzeyi ve viskoelastik davranışlar, kaplamanın nihai mekanik ve fonksiyonel özelliklerini belirlemektedir [23].

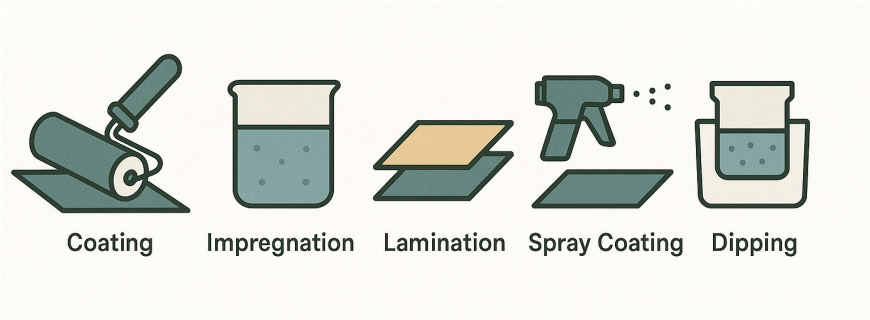


Şekil 2. *Doğal atık bazlı kompozitler ile fonksiyonel tekstil oluşturulması*

Takviye görevi gören atıkların lif, toz, pul ya da mikronize formda kullanılması; matris ile olan bağ kuvvetini ve homojenliğini doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda, kompozit sistemlerde optimum performans elde etmek amacıyla uygun parçacık boyutu seçimi, yüzey işlemleri ve dispersiyon tekniklerinin dikkatle planlanması gerekmektedir. Böylece hem malzeme özellikleri iyileştirilmekte hem de doğal kaynakların verimli kullanımı sağlanmaktadır [24].

3. KOMPOZİT KAPLAMANIN TEKSTİL YÜZEYİNE UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Doğal atık bazlı kompozitlerin tekstil yüzeylerine uygulanmasında kullanılan yöntemler (Şekil 3), kaplamanın fiziksel bütünlüğü, tutunma kapasitesi ve nihai ürünün performans özellikleri üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Bu yöntemler; kaplama kalınlığı, dağılım homojenliği, uygulama maliyeti ve üretim süresi gibi teknik parametreler dikkate alınarak seçilmektedir.



Şekil 3. *Tekstil yüzeylerine kompozit uygulama yöntemleri*

Kompozitlerin tekstil yüzeyine uygulama yöntemleri aşağıda özetlenmiştir:

Kaplama (Coating); Kaplama yöntemi, kompozit malzemenin tekstil yüzeyine film tabakası şeklinde uygulanması esasına dayanır. Bu yöntemde

matris ve takviye fazından oluşan karışım, yüzeye aktarma, silindir kaplama, rulo veya döküm teknikleriyle uygulanır. Kaplama yöntemi, su geçirmezlik, UV koruma ve termal yalıtım gibi özelliklerin artırılması amacıyla tercih edilir. Kaplama işlemi sonrası kurutma ve fiksaj süreçleri ile kaplama malzemesinin yüzeyde kalıcılığı sağlanır [25].

Emprenye (Impregnation); Emprenye yöntemi, kompozit çözeltisinin tekstil yapısına nüfuz etmesi esasına dayanır. Genellikle lifli yapıların iç kısmına difüzyon yoluyla etki eden bu yöntem, özellikle gözenekli dokular ve çok katmanlı kumaşlar için uygundur. Emprenye işlemi ile elde edilen sonuçlar, malzemenin emme kapasitesine, viskozitesine ve uygulama sıcaklığına bağlı olarak değişir. Emprenye, düşük yoğunluklu ve hafif uygulamalar için idealdir; özellikle antimikrobiyal, deodorant veya alev geciktirici işlevsellik kazandırmak amacıyla kullanılabilir [26].

Laminasyon (Lamination); Laminasyon, kompozit kaplamanın başka bir tekstil yüzeyi ile katman oluşturacak şekilde birleştirilmesini içerir. Bu yöntemle, doğal atık bazlı kompozitler önceden kaplanmış bir film veya membran hâlinde hazırlanarak kumaşa ısı, basınç veya yapıştırıcı aracılığıyla sabitlenir. Çok katmanlı yapılar oluşturularak hem mekanik dayanım artırılır hem de bariyer özellikleri geliştirilebilir. Laminasyon, teknik tekstil uygulamalarında – özellikle dış giyim, tıbbi tekstiller ve endüstriyel filtrelerde – yaygın olarak kullanılmaktadır [27].

Spray Kaplama ve Elektrostatik Yöntemler; Özellikle düşük viskoziteli kompozit çözeltiler için, püskürtme yöntemleri alternatif bir uygulama biçimi olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntemle yüzeye daha homojen ve kontrollü bir dağılım sağlanabilir. Ayrıca elektrostatik sprey kaplama teknikleri ile kaplama çözeltisinin yüzeye yönlendirilmesi optimize edilebilir. Bu tür yöntemler, minimum malzeme israfı ile ince film tabakaları elde etmek için uygundur [28].

Daldırma (Dip-Coating); Daldırma yöntemi, tekstil yüzeyinin kompozit çözeltisine tamamen batırılması esasına dayanır. Uygulama kolaylığı nedeniyle özellikle laboratuvar ölçekli çalışmalarda tercih edilir. Elde edilen kaplama kalınlığı, daldırma süresi, çekme hızı ve çözeltinin reolojik özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bu yöntem, liflerin tüm yüzeyine nüfuz ederek üç boyutlu bir kaplama elde edilmesini sağlar [29].

Uygulama yönteminin seçiminde, istenen yüzey özellikleri, kumaşın türü (dokuma, örme, nonwoven), kompozit bileşiminin kimyasal yapısı ve kullanım amacı belirleyici faktörlerdir. Her yöntem, farklı avantaj ve sınırlılıklar barındırmakta olup, kaplama çözeltisinin viskozitesi, film oluşumu davranışı ve kuruma/fiksaj koşulları dikkate alınmalıdır. Uygulama tekniği ile elde edilen fonksiyonel özellikler arasında doğrudan bir ilişki olduğundan, süreç parametrelerinin optimize edilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca teks-

til yüzeylerine kompozit uygulamalarında kullanılan bazı ileri veya özel yöntemler daha bulunmaktadır. Bunlara plazma destekli kaplama, mikrokapsülleme yoluyla fonksiyonel kaplama, sol-jel yöntemi, elektro-eğirme tabanlı kompozit uygulamaları, UV veya IR kürlemeli (UV- or IR curing) kaplama sistemleri örnek verilebilir (Şekil 4).

Şekil 4. *Kompozit uygulamalarında kullanılan bazı ileri yöntemler*

4. MEKANİK VE FONKSİYONEL DAVRANIŞLARIN İNCELENMESİ

Doğal atık bazlı kompozit kaplamaların tekstil yüzeylerine uygulanmasıyla, sadece estetik değil, aynı zamanda işlevsel ve koruyucu özelliklerin kazandırılması hedeflenmektedir. Bu tür kaplamaların performansı, kullanılan atık malzemenin türüne, matris sistemiyle olan uyumuna ve uygulama yöntemine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu bölümde, kompozit kaplamaların teknik açıdan değerlendirildiği başlıca performans kriterleri ele alınmaktadır.

4.1 Mekanik Dayanım

Kompozit kaplamaların tekstil yüzeylerinde işlevsellik kazandırma amaçlarından biri, mekanik dayanımı önemli ölçüde artırmaktır. Bu tür kaplama sistemlerinde kullanılan doğal takviye malzemeleri, hem matris fazının iç yapısını desteklemekte hem de tekstil yüzeyiyle bütünleşerek çok katmanlı bir koruyucu bariyer oluşturmaktadır. Doğal atıklardan elde edilen lifsel ya da parçacıklı yapılar, özellikle mikronize edildiklerinde, matrise daha homojen bir şekilde dağılabilmekte ve lif-matris ara yüzeyinde etkin bağlanma sağlayarak yapısal stabiliteyi güçlendirmektedir [30].

Mekanik dayanım parametreleri; yırtılma mukavemeti, aşınma direnci, çekme ve gerilme dayanımı gibi özelliklerle değerlendirilmekte olup, bu performans kriterleri üzerinde hem kaplama bileşiminin hem de uygulama yönteminin doğrudan etkisi bulunmaktadır [31]. Mikronize partiküller, yüksek özgül yüzey alanına sahip olduklarından dolayı polimer matris içerisinde daha iyi dağılmakta ve tekstil lifleri ile daha etkin ara yüzey etkileşimleri geliştirmektedir. Bu sayede, oluşan kompozit yapı darbe, sürtünme veya tekrarlı deformasyonlar karşısında daha kararlı bir davranış sergilemekte ve mekanik zorlanmalara karşı dayanıklılık kazanmaktadır [32].

Kaplamanın tekstil yüzeyine eşit ve tutarlı şekilde uygulanması da mekanik dayanımı belirleyen temel unsurlar arasındadır. Düzgün dağılım gösteren bir kaplama tabakası, yüzeyde noktasal gerilim birikimini önleyerek yırtılma ve çatlamalara karşı koruma sağlar. Bu bağlamda, kaplama malzemesinin viskozitesi, uygulama sıcaklığı ve kuruma süreci gibi parametreler hem yapışma kalitesini hem de nihai dayanım performansını doğrudan etkilemektedir [33].

Ayrıca, doğal içeriklerin fiziksel formu (lif, toz, granül) ve kimyasal özellikleri (hidrofilik/hidrofobik karakter, reaktif gruplar) ile matrisle olan uyumu da dayanım özelliklerinin geliştirilmesinde kritik rol oynamaktadır. Örneğin, selüloz türevli lifler matrisle hidrojen bağı yapabilme özelliğine sahipken, kalsiyum karbonat içerikli mineral katkılar mekanik sertlik ve yüzey mukavemetini artıran dolgu işlevi görmektedir [34, 35].

Doğal atık bazlı kompozit kaplamalar, sadece çevresel sürdürülebilirlik sağlamanın ötesine geçerek tekstil yüzeylerinde mekanik performansı artırmakta; böylece ürünlerin kullanım ömrünü uzatmakta ve farklı uygulama alanlarında daha dayanıklı, işlevsel tekstil malzemelerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

4.2 Su Geçirmezlik ve Hidrofobik Davranış

Kompozit kaplamalar, tekstil ürünlerinde su geçirmezlik sağlama açısından büyük önem taşımaktadır. Organik atıklarda bulunan doğal yağlar, balmumu, lignoselülozik yapılar veya reçine benzeri içerikler, su itici özellik kazandırmak için önemli avantajlar sunmaktadır. Kaplama işlemi sonrasında kumaş yüzeyinde oluşan film tabakası, gözenekli yapının kapanmasını sağlayarak suyun nüfuz etmesini engeller. Bu durum özellikle dış giyim, teknik tekstiller ve koruyucu tekstil ürünlerinde fonksiyonel gereksinimlere cevap verebilecek özellikler kazandırır [36].

4.3 UV Işınlarına Karşı Koruyuculuk

Tekstil ürünlerinin güneş ışığına uzun süre maruz kalması, renk solması, malzeme zayıflaması ve fiziksel yapıda bozulmalara yol açabilmektedir. Doğal atık bazlı kompozitlerin birçoğu, UV absorbe edici organik bileşenler

içermekte olup, bu özellik sayesinde kumaş yüzeyine ek bir koruyucu bariyer kazandırmaktadır. Özellikle narenciye kabukları, çay posası ve üzüm çekirdeği gibi antioksidan içeriği yüksek atık türleri, bazı mineraller UV ışınlarına karşı doğal bir koruma sağlayarak kumaşın ömrünü uzatmaktadır. Kompozit kaplamaların UV geçirgenlik katsayısının düşürülmesi, tekstil ürünlerinin dış ortam koşullarına dayanıklılığını artırmaktadır [37, 38].

4.4 Termal Yalıtım ve Hava Geçirgenliği

Bazı doğal atık türlerinin düşük ısı iletkenlik katsayısına sahip olması, tekstil yüzeylerine uygulandığında termal konfor özelliklerinin geliştirilmesine katkı sağlar. Lif bazlı atıklar, matris içerisinde mikro boşluklar oluşturarak hava tutuculuğu artırmakta, bu da kumaşın sıcak tutma özelliğini desteklemektedir [39]. Bununla birlikte, kaplamanın yoğunluğu ve kalınlığı hava geçirgenliği üzerinde doğrudan etkili olduğundan, uygulama tekniği ve kaplama miktarı dikkatli biçimde optimize edilmelidir. Böylece termal koruma ile nefes alabilirlik arasında denge sağlanabilir [40].

4.5 Biyobozunurluk ve Ekolojik Davranış

Doğal atık bazlı kaplamaların bir diğer önemli avantajı biyobozunur olmalarıdır. Bu özellik, özellikle tek kullanımlık tekstil ürünleri veya kullanım ömrü kısa olan ürünler açısından çevresel fayda sağlamaktadır. Kullanım sonrası doğada kolaylıkla ayrışabilen bu kompozitler hem atık miktarını azaltmakta hem de doğaya zarar vermeyen bir geri dönüşüm süreci sunmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilirlik kriterlerine duyarlı tekstil üretiminde, biyolojik çözünürlüğü yüksek kaplamalar öne çıkan malzeme çözümleri arasında yer almaktadır [41].

5. SÜRDÜRÜLEBİLİR TEKSTİL UYGULAMALARINDA PERFORMANS

Sürdürülebilirlik, günümüzde yalnızca çevresel kaygıları değil; aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik, toplumsal fayda ve kaynakların etkin yönetimini de kapsayan bütüncül bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Tekstil sektöründe sürdürülebilir üretim politikalarının uygulanabilirliği, hammaddeden nihai ürüne kadar olan tüm aşamalarda ekolojik, ekonomik ve sosyal etkilerin göz önünde bulundurulmasını gerektirir. Bu bağlamda, doğal atık bazlı kompozit kaplamalar, çevre dostu ürün geliştirme çabalarının somut örneklerinden biri olarak dikkat çekmektedir.

Doğal atıkların tekstil ürünlerinde kaplama malzemesi olarak kullanılması, atık yönetimi açısından yenilikçi bir çözüm sunmaktadır. Gıda, tarım ve diğer biyolojik süreçlerden ortaya çıkan atıkların doğrudan bertaraf edilmesi yerine endüstriyel bir girdiye dönüştürülmesi, çevresel yükü azaltmakta ve entegre atık yönetimi stratejileri ile uyumlu bir uygulama oluşturmaktadır. Bu süreç hem sera gazı emisyonlarının azaltılmasına hem de doğal kaynak

tüketiminin sınırlandırılmasına katkı sağlar. Ayrıca, biyobozunur kompozitlerin kullanım sonrası doğada çözünmesi, geleneksel petrokimyasal türevli kaplamalara kıyasla çevresel iz bırakmadan döngüye girmesini mümkün kılar [42].

Döngüsel ekonomi yaklaşımı, kaynakların ürün yaşam döngüsü boyunca maksimum verimle kullanılması ve atığın yeniden üretim sürecine dahil edilmesini esas alır [43]. Doğal atık bazlı kompozit sistemler, bu yaklaşımın tekstil sektöründeki uygulanabilirliği açısından güçlü bir örnek oluşturmaktadır. Üretim sürecinde oluşan atıkların geri kazanılarak değerli bir girdiye dönüştürülmesi, yalnızca hammadde bağımlılığını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda yerel atık kaynaklarının değerlendirilmesini teşvik eder. Bu sayede hem ekonomik katma değer sağlanır hem de yerel kalkınma desteklenmiş olur.

Uygulama potansiyeli yüksek olan bu sistemlerin yaygınlaştırılması için, tekstil üreticileri ile malzeme geliştiricileri arasında iş birliği yapılması, çevre dostu malzemelerin standardizasyonunun sağlanması ve ilgili mevzuatlara uygun üretim süreçlerinin oluşturulması önem arz etmektedir. Bu bağlamda, üniversite-sanayi iş birlikleri ve Ar-Ge destekli projeler aracılığıyla biyobazlı kompozit kaplamaların yaygın kullanımı teşvik edilebilir.

Günümüzde doğal atık bazlı kompozit kaplamalar, sürdürülebilir tekstil üretiminde çevresel etkileri azaltmak ve performans özelliklerini artırmak amacıyla önemli yeniliklerle gelişmektedir. Özellikle tekstil endüstrisinde oluşan atıkların, polimer matrislerle birleştirilerek kompozit malzemelere dönüştürülmesi dikkat çekmektedir. Bu dönüşüm sürecinde tekstil lifleri silan bağlayıcı ajanlarla işlenerek matrisle daha güçlü bir bağ kurulması sağlanmakta, böylece elde edilen kaplamaların mekanik dayanımı önemli ölçüde artırılmaktadır [44]. Bunun yanı sıra deniz yosunu gibi tarımsal ve denizsel biyo-atıklardan elde edilen katkı maddeleri, kaplama formülasyonlarına dahil edilerek hem toksik olmayan hem de biyobozunur özelliklere sahip yüzeyler elde edilmektedir [45]. Son yıllarda öne çıkan bir diğer yaklaşım ise biyo-esinlenmeli kaplama adı verilen doğadaki akıllı çözümleri taklit ederek sürdürülebilir, fonksiyonel ve çevreye duyarlı kaplama yüzeyleri tasarlamayı hedefleyen yenilikçi teknolojileridir. Bu teknolojiler doğadaki organizmalardan ilham alınarak geliştirilen kaplama sistemleri ile su geçirmezlik, UV dayanımı ve yüzey mukavemeti gibi işlevlerin kaplanan tekstil yüzeyine kazandırılmasını amaçlamaktadır [46, 47]. Ayrıca, ahşap ve mobilya endüstrisinde ortaya çıkan talaş, lif ve lignoselülozik içerikli atıkların, doğal takviye malzemesi olarak tekstil kaplamalarında kullanımı da yaygınlaşmaktadır [48]. Bu tür atıklar hem kaplama kalınlığını hem de film bütünlüğünü iyileştirirken aynı zamanda malzemenin geri dönüştürülebilirliğini ve yaşam döngüsü sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Tüm bu gelişmeler, atık yönetimi ve yüksek katma değerli ürün geliştirme süreçlerini birleştirerek çevre dostu tekstil yüzey kaplama çözümlerinin önünü açmaktadır.

6. SON GELİŞMELER VE GELECEĞE YÖNELİK EĞİLİMLER

Son yıllarda sürdürülebilir tekstil kaplama teknolojilerinde dikkat çeken gelişmelerden biri, nano-biyo-kompozit malzemelerin tekstil yüzeylerinde kullanımı olmuştur. Nano-biyo-kompozitler; doğal atık bazlı biyo-esaslı matrisler ile nano-boyutlu takviye edici partiküllerin birlikte kullanıldığı çok bileşenli sistemlerdir. Bu yapıların geliştirilmesindeki temel motivasyon hem çevre dostu hem de yüksek performans özellikleri sunan kaplama çözümlerinin elde edilmesidir [49]. Nano-biyo-kompozit kaplamalarda, matrisi genellikle doğal reçineler (ör. lignin, nişasta, pektin, alginat) oluştururken; nano katkılar olarak nano-selüloz, nano-kil, grafen oksit, nano-çinko oksit ve nano-gümüş gibi partiküller tercih edilmektedir [50-53]. Bu nano katkılar, kaplamanın mekanik dayanımını artırmakta, ısı iletimini düzenlemekte, UV koruma ve antibakteriyel özellikler kazandırmakta önemli rol oynamaktadır [54]. Son zamanda yapılan çalışmalar, özellikle nano-selüloz ve nano-kil takviyeli doğal kompozitlerin, su iticilik ve gaz bariyer özelliklerini iyileştirerek tekstil yüzeylerinin fonksiyonel performansını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir [55, 56]. Bu tür nano-biyo-kompozit sistemler, kaplamanın homojenliğini artırarak kumaşın hava geçirgenliği ve esnekliğini olumsuz etkilemeden, çok işlevli özelliklerin kazandırılmasına imkân sağlamaktadır. Ayrıca nano-boyutlu partiküller, kaplama matrisinin liflerle daha güçlü bağlanmasına katkı sunmakta ve kaplama yüzeyinde çatlama, soyulma gibi kusurların önlenmesine yardımcı olmaktadır. İleride nano-biyo-kompozit kaplamaların, sadece teknik tekstillerde değil; tıbbi tekstiller, spor giysileri ve akıllı giyilebilir sistemler gibi yüksek katma değerli alanlarda yaygın kullanım bulması beklenmektedir. Ancak bu teknolojilerin yaygınlaşabilmesi için maliyet-etkin üretim süreçlerinin geliştirilmesi ve toksikolojik güvenliğin detaylı biçimde ortaya konması gerekmektedir.

Geleceğe yönelik belirleyici eğilimler üç başlıkta toplanabilir: döngüsellik-izlenebilirlik, dijitalleştirilmiş formülasyon keşfi ve yerel atık akışlarına dayalı tedarik. Avrupa Birliği'nin Dijital Ürün Pasaportu (DPP) ve ilgili düzenlemeleri tekstilde malzeme kökeni, kimyasal içerik, LCA verisi ve son-kullanım senaryolarının ürün düzeyinde izlenmesini zorunlu kılarak biyo-bazlı kaplamaların kanıt-temelli doğrulanmasını gerektirecektir; sektör rehberleri ve politika raporları 2027–2030 aralığında kademeli yaygınlaşmaya işaret etmektedir [57]. Önümüzdeki çalışmaların odağının, uzun süre dayanıklılık, mikroparçacık salımı ile biyobozunurluk arasındaki denge ve çok işlevli sistemlerde katmanlar arası etkileşimlerin standartlaştırılmış testlerle doğrulanması üzerinde olacağı düşünülmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, doğal atık bazlı kompozit kaplamaların sürdürülebilir tekstil üretiminde nasıl değerlendirilebileceğine ilişkin kapsamlı bir literatür analizi

ve kavramsal çerçeve sunmayı amaçlamıştır. Elde edilen bulgular, tekstil sektöründe çevreye duyarlı malzeme kullanımının yalnızca ekolojik fayda sağlamakla kalmadığını; aynı zamanda teknik performans açısından da rekabetçi çözümler sunduğunu ortaya koymaktadır.

Literatür taramasına dayalı olarak yapılan analizler, farklı sektörlerden elde edilen doğal atıkların çeşitli işleme teknikleriyle kompozit kaplama malzemesi hâline getirilebildiğini ve bu kaplamaların tekstil yüzeylerinde başarılı uygulamalarla yer bulduğunu göstermektedir. Bu malzemeler, mekanik dayanım, su iticilik, UV koruma, termal yalıtım gibi işlevsel özellikler kazandırmakta, aynı zamanda üretim süreçlerinde enerji tüketimi ve çevresel etkiyi azaltmaktadır. Bu yönüyle doğal atık bazlı kaplamalar, sürdürülebilir tekstil üretiminde döngüsel ekonomi ilkelerine hizmet eden önemli bir inovasyon alanı olarak değerlendirilebilir.

Bu doğrultuda aşağıdaki öneriler sunulabilir:

· Tekstil üreticilerinin, biyolojik kaynaklı atıkların yeniden değerlendirilmesine yönelik Ar-Ge çalışmalarına yatırım yapmaları teşvik edilmelidir.

· Üniversite-sanayi iş birlikleri ile laboratuvar ölçekli çalışmaların endüstriyel üretime aktarılabilirliği artırılmalıdır.

· Doğal atık kaynaklarının yerel ölçekte haritalanması ve bu kaynakların verimli kullanımı için bölgesel üretim stratejileri geliştirilmelidir.

· Doğal kompozit kaplamaların performanslarını standardize edecek ulusal ölçekte test protokolleri ve kalite göstergeleri oluşturulmalıdır.

· Biyobozunur ve yenilenebilir içeriklerin kullanımını teşvik eden yasal düzenlemeler ve sertifikasyon sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.

Sonuç olarak, doğal atık bazlı kompozit kaplamalar, sürdürülebilir tekstil üretimi bağlamında çevresel sorumluluğu destekleyen, teknik yeterliliği sağlayan ve döngüsel değer zincirlerine entegre edilebilecek nitelikte yenilikçi malzeme çözümleridir. Bu alandaki bilimsel ve teknolojik çalışmaların artırılması, tekstil sektörünün gelecekteki sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında önemli bir rol oynayacaktır.

KAYNAKLAR

[1] Islam, M. T., Jahan, R., Jahan, M., Howlader, M. S., Islam, R., Islam, M. M., Hossen, Md. S., Kumar, A., Robin, A. H. (2022). Sustainable textile industry: An overview. *Non-Metallic Material Science, 4(2), 15-32.*

[2] Centobelli, P., Abbate, S., Nadeem, S. P., & Garza-Reyes, J. A. (2022). Slowing the fast fashion industry: An all-round perspective. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, 38, 100684.*

[3] Kaygusuz, M. (2024). *Tekstil İçin Potansiyel Lif Kaynağı Olarak Gıda ve Tarımsal Atıklar*. Ed. M. Kaygusuz. Serüven Yayınevi, Ankara, Türkiye.

[4] Ferreira, S., Pais, V., Bessa, J., Cunha, F., Hsia, L. d. A., Mai, E. F., Sborchia, G., & Fangueiro, R. (2025). Lignin-Based Coatings: A Sustainable Approach to Produce Antibacterial Textiles. *International Journal of Molecular Sciences*, *26*(3), 1217. https://doi.org/10.3390/ijms26031217

[5] Chajii, O., Zourif, A., Chemchame, Y., Benbiyi, A., Azoubi, Z., El Guendouzi, M., El Bouari, A. (2025). Nano-engineered lignin from *Rubia tinctorum* L. waste: A breakthrough in sustainable UV-protective textile coatings, Industrial Crops and Products, 227, 120843, https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.120843.

[6] Rana, P., Sethi, S. (2025). Utilising Agro-waste in Textile Industry: Advancing Sustainability with a Year-Round Waste Cycle. *Mater Circ Econ* **7**, 30. https://doi.org/10.1007/s42824-025-00188-3

[7] Dejene, B. K., & Geletaw, T. M. (2024). Development of fully green composites utilizing thermoplastic starch and cellulosic fibers from agro-waste: a critical review. *Polymer-Plastics Technology and Materials, 63(5), 540-569.*

[8] Pacheco, A., Evangelista-Osorio, A., Muchaypiña-Flores, K. G., Marzano-Barreda, L. A., Paredes-Concepción, P., Palacin-Baldeón, H., Dos Santos, M.S.N., Tres, M.V., Zabot, G.L., Olivera-Montenegro, L. (2023). Polymeric materials obtained by extrusion and injection molding from lignocellulosic agroindustrial biomass. *Polymers, 15(20), 4046.*

[9] Fritsch, C., Staebler, A., Happel, A., Cubero Márquez, M. A., Aguiló-Aguayo, I., Abadias, M., Gallur, M., Cigognini, I. M., Montanari, A., López, M. J., Suárez-Estrella, F., Brunton, N., Luengo, E., Sisti, L., Ferri, M., & Belotti, G. (2017). Processing, Valorization and Application of Bio-Waste Derived Compounds from Potato, Tomato, Olive and Cereals: A Review. *Sustainability*, *9*(8), 1492. https://doi.org/10.3390/su9081492

[10] Francis, A. A. (2025). Ecologic and economic motives for transforming calcium-based food wastes into sustainable value-added products: A review. *Environmental Science and Pollution Research, 32(2), 428-451.*

[11] Şapcı, N., & Öncü, G. (2025). Barrier Properties Against UV Radiation of Woven Fabrics Coated With Micronized Pumice. *Fibers and Polymers, 1-9.*

[12] Akçali, K., & Bulut, M. O. (2019). A new finishing process of cotton fabric.

Industria Textila, 70(2), 101-110.

[13] Maraveas, C. (2020). Production of sustainable and biodegradable polymers from agricultural waste. *Polymers, 12(5), 1127.*

[14] Merino, D., Quilez-Molina, A. I., Perotto, G., Bassani, A., Spigno, G., Athanassiou, A. (2022). A second life for fruit and vegetable waste: a review on bioplastic films and coatings for potential food protection applications. *Green Chemistry, 24(12), 4703-4727.*

[15] Jerič, P., Likozar, B., & Novak, U. (2025). Biobased Hydrophobic Solutions for Natural Textiles—Moving Beyond PFAS. *Journal of Composites Science*, *9*(2), 81. https://doi.org/10.3390/jcs9020081

[16] Pawłosik, D., Cebrat, K., & Brzezicki, M. (2025). Exploring Advancements in Bio-Based Composites for Thermal Insulation: A Systematic Review. *Sustainability, 17(3), 1-43.*

[17] Bahrami, A., Soltani, N., Pech-Canul, M. I., Gutiérrez, C. A. (2016). Development of metal-matrix composites from industrial/agricultural waste materials and their derivatives. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 46(2), 143–208*.

[18] Ashebir, D. A., Hendlmeier, A., Dunn, M., Arablouei, R., Lomov, S. V., Di Pietro, A., Nikzad, M. (2024). Detecting multi-scale defects in material extrusion additive manufacturing of fibre-reinforced thermoplastic composites: A review of challenges and advanced non-destructive testing techniques. *Polymers, 16(21), 2986*.

[19] Carvalho, D., Ferreira, N., França, B., Marques, R., Silva, M., Silva, S., Silva, E., Macário, D., Barroso, L., Silva, C. J., Oliveira, C. (2024). Advancing sustainability in the automotive industry: Bioprepregs and fully bio-based composites. *Composites Part C: Open Access, 100459.*

[20] Motaleb, K. A., Pranta, A. D., Karim, F. E., Islam, M. R., Islam, S., & Janutėnienė, J. (2025). Bio-Waste as a Resource for Sustainable Nanocomposites: Strategies and Multifunctional Applications. *Functional Composites and Structures.*

[21] Popescu, C., Dissanayake, H., Mansi, E., & Stancu, A. (2024). Eco Breakthroughs: Sustainable Materials Transforming the Future of Our Planet. *Sustainability, 16(23), 10790.*

[22] Bhardwaj, A., Alam, T., Sharma, V., Alam, M. S., Hamid, H., Deshwal, G. K. (2020). Lignocellulosic agricultural biomass as a biodegradable and eco-friendly alternative for polymer-based food packaging. *Journal of Packaging Technology and Research, 4, 205-216.*

[23] Kumar, A., Mishra, R. K., Verma, K., Aldosari, S. M., Maity, C., Patel, R., Thakur, V. K. (2023). A comprehensive review of various biopolymer composites and their applications: From biocompatibility to self-healing. *Materials Today Sustainability, 23, 100431.*

[24] Mylsamy, B., Shanmugam, S. K. M., Aruchamy, K., Palanisamy, S., Nagarajan,

R., Ayrilmis, N. (2024). A review on natural fiber composites: Polymer matrices, fiber surface treatments, fabrication methods, properties, and applications. *Polymer Engineering & Science, 64(6), 2345-2373.*

[25] Adanur, S. (2008). Structure and mechanics of coated textile fabrics. *In Structure and Mechanics of Textile Fibre Assemblies (pp. 191-216), Woodhead Publishing.*

[26] Yasinskaya, N. N., Murycheva, V. V., Razumeev, K. E. (2020). Impregnation of woven fabrics from chemical yarns during formation of composite textile materials. *Fibre Chemistry, 52(1), 28-33.*

[27] Joshi, M. & Butola, B. S. (2013). Application technologies for coating, lamination and finishing of technical textiles. *In Advances in the dyeing and finishing of technical textiles (pp. 355-411), Woodhead Publishing.*

[28] Jadhav, A., Wang, L., Padhye, R. (2016). Application of electrospray coating technique to impart multifunctionality to textile substrates. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics, 9(4), 201-212.*

[29] Ojstršek, A., Jug, L., Plohl, O. (2022). A review of electro conductive textiles utilizing the dip-coating technique: their functionality, durability and sustainability. *Polymers, 14(21), 4713.*

[30] Sharma, H., Kumar, A., Rana, S., Sahoo, N. G., Jamil, M., Kumar, R., Sharma, S., Li, C., Kumar, A., Eldin, S. M., Abbas, M. (2023). Critical review on advancements on the fiber-reinforced composites: role of fiber/matrix modification on the performance of the fibrous composites. *Journal of Materials Research and Technology, 26, 2975-3002.*

[31] Bulut, Y. & Sülar, V. (2011). Effects of process parameters on mechanical properties of coated fabrics. *International Journal of Clothing Science and Technology, 23(4), 205–221.*

[32] Wu, Q., Liu, C., Li, S., Yan, Y., Yu, S., Huang, L. (2023). Micronized cellulose particles from mechanical treatment and their performance on reinforcing polypropylene composite. *Cellulose, 30(1), 235-246.*

[33] Maity, S., Singha, K., Pandit, P. (2023). Speciality coatings and laminations on textiles". *Smart and Functional Textiles, 151.*

[34] Shaghaleh, H., Xu, X., Wang, S. (2018). Current progress in production of biopolymeric materials based on cellulose, cellulose nanofibers, and cellulose derivatives. *RSC Advances, 8(2), 825-842.*

[35] Leong, Y. W., Bakar, M. A., Ishak, Z. M., Ariffin, A. (2004). Characterization of talc/calcium carbonate filled polypropylene hybrid composites weathered in a natural environment. *Polymer Degradation and Stability, 83(3), 411-422.*

[36] Kadam, V., Chattopadhyay, S. K., Raja, A. S. M., Shakyawar, D. B. (2021). Waste management in coated and laminated textiles". *Waste Management in the Fashion and Textile Industries, 215–231.*

[37] Iravani, S. & Varma, R. S. (2020). Green synthesis, biomedical and biotechno-

logical applications of carbon and graphene quantum dots. A review. *Environmental Chemistry Letters, 18, 703-727.*

[38] Öncü, G. & Şapcı, N. (2023). Protective properties of different fabrics using micronized pumice. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 48(3), 320-325. DOI:10.56042/ijftr.v48i3.6050

[39] Suresh, S., Sudhakara, D., Vinod, B. (2020). Investigation on industrial waste eco-friendly natural fiber-reinforced polymer composites. *Journal of Bio-and Tribo-Corrosion, 6(2), 40.*

[40] Hassan, T., Jamshaid, H., Mishra, R., Khan, M. Q., Petru, M., Novak, J., Choteborsky, R., Hromasova, M. (2020). Acoustic, mechanical and thermal properties of green composites reinforced with natural fibers waste. *Polymers, 12(3), 654.*

[41] Patti, A. & Acierno, D. (2022). Towards the sustainability of the plastic industry through biopolymers: properties and potential applications to the textiles world. *Polymers, 14(4), 692.*

[42] Vieyra, H., Molina-Romero, J. M., Calderón-Nájera, J. D. D., Santana-Díaz, A. (2022). Engineering, recyclable, and biodegradable plastics in the automotive industry: a review. *Polymers, 14(16), 3412.*

[43] Kahoush, M. & Kadi, N. (2022). Towards sustainable textile sector: Fractionation and separation of cotton/polyester fibers from blended textile waste. *Sustainable Materials and Technologies, 34, e00513.*

[44] Mondal, M. I. H., Islam, M. K., Ahmed, F. (2022). Effect of silane coupling agents on cotton fibre finishing. *Journal of Natural Fibers*, 19(13), 5451-5464.

[45] Motaleb, K. A., Pranta, A. D., Karim, F. E., Islam, M. R., Islam, S., Janutėnienė, J. (2025). Bio-Waste as a Resource for Sustainable Nanocomposites: Strategies and Multifunctional Applications. *Functional Composites and Structures*.

[46] Liu, W., Zhang, R., Duan, G., Zhang, L., Li, Y., Yang, L. (2024). Bio-inspired and multifunctional polyphenol-coated textiles. *Advanced Fiber Materials*, 6(4), 952-977.

[47] Attia, N. F., Mohamed, A., Hussein, A., El-Demerdash, A. G. M., & Kandil, S. H. (2022). Bio-inspired one-dimensional based textile fabric coating for integrating high flame retardancy, antibacterial, toxic gases suppression, antiviral and reinforcement properties. *Polymer Degradation and Stability*, 205, 110152.

[48] Sikhosana, T. S., Malebo, N. J., Mofokeng, T. G., Motloung, M. P., Mochane, M. J. (2025). Sawdust as a Byproduct of Wood Processing: Properties, Applications and a Reinforcing Filler in Hybrid Polymer Composites. *Polymers* (Basel). 7(11):1523. doi: 10.3390/polym17111523.

[49] Shaker, K., Nawab, Y., & Jabbar, M. (2021). Bio-composites: Eco-friendly substitute of glass fiber composites. Handbook of Nanomaterials and Nanocomposites for Energy and Environmental Applications, 151-175.

[50] Khan, A., Malik, S., Ali, N., Bilal, M., Yang, Y., Akhter, M. S., ... & Iqbal, H. M.

(2022). Nanobiosorbents: basic principles, synthesis, and application for contaminants removal. In Nano-Biosorbents for Decontamination of Water, Air, and Soil Pollution (pp. 45-59). Elsevier.

[51] Nahurira, J., Gorfad, R. S., & Mayani, S. V. (2024). A recent overview on agro waste based nano cellulose composite and its environmental application: a short review. Rasayan J. Chem, 17(1), 118-127.

[52] Pal, D., & Kumar, A. (2025). Nanotechnology Revolution: Advancing Wastewater Remediation with Nano Adsorbents. In Nanomaterials in Wastewater Research (pp. 329-354). Springer, Singapore.

[53] Singh Visen, S., Jinger, D., Parihar, M., Tiwari, G., Meena, R. P., Chitara, M. K., & Jatav, S. S. (2024). Development Prospective and Challenges of Nanotechnology in Sustainable Agriculture. In Adapting to Climate Change in Agriculture-Theories and Practices: Approaches for Adapting to Climate Change in Agriculture in India (pp. 239-255). Cham: Springer Nature Switzerland.

[54] Ranjbar, B., & Ranjbar, Z. (2024). Materials Used for Creating Nanoscale Textile Coatings. Nanoscale Textile Coatings for Enhanced Performance, 31-50.

[55] Seydibeyoğlu, M. Ö., Dogru, A., Wang, J., Rencheck, M., Han, Y., Wang, L., ... & Gardner, D. J. (2023). Review on hybrid reinforced polymer matrix composites with nanocellulose, nanomaterials, and other fibers. Polymers, 15(4), 984.

[56] Omran, A. A. B., Mohammed, A. A., Sapuan, S. M., Ilyas, R. A., Asyraf, M. R. M., Rahimian Koloor, S. S., & Petrů, M. (2021). Micro-and nanocellulose in polymer composite materials: A review. Polymers, 13(2), 231.

[57] European Parliament. (2024). Parliament adopts new EU rules to reduce textile and food waste.

Bölüm
3

TÜRK DERİ SEKTÖRÜNDE MARKALAŞMA VE SORUNLARI

Hatice ER[1]
Nuray O. IŞIK EMEKSİZ[2]

1 Dr. Öğr. Üye., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Meslek Yüksekokulu, ORCID ID: 0000-0003-2125-7406
2 Doç. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Meslek Yüksekokulu, ORCID ID: 0000-0003-4749-336X

1. GİRİŞ

Marka, yalnızca bir isim veya sembol değil; tüketici zihninde oluşturulan çağrışımlar bütünü, değer vaadi ve ilişki sermayesidir. Keller'in (1993) geliştirdiği "Müşteri-Temelli Marka Değeri (CBBE)" modeli, marka değerini tüketicilerin marka bilgisine dayalı olarak pazarlamaya verdikleri yanıt farkı üzerinden açıklamaktadır. Buna göre güçlü markalar, farkındalık ve çağrışım temelli bellek mimarisi oluşturarak üstün performans elde eder (Keller, 1993; Keller, 2001).

Kapferer'in "Marka Kimliği Prizması" yaklaşımı, markayı fiziksel özellikler, kişilik, kültür, ilişki, yansıma ve öz-imaj boyutları üzerinden değerlendiren bütüncül bir sistem sunar (Kapferer, 2012). Özellikle moda ve lüks ürün kategorilerinde –örneğin deri ürünlerinde– bu kimlik, zanaatkarlık, kalite, köken hikayesi ve sürdürülebilirlik iddialarıyla güçlenmekte, uzun vadeli farklılaşma sağlamaktadır.

Günümüzde markalaşmayı yeniden tanımlayan başlıca etkenler arasında dijitalleşme ve sürdürülebilirlik baskıları öne çıkmaktadır. Moda endüstrisinin 2025 görünümü, sektörde büyüme beklentilerinin temkinli olduğunu, ancak "ikonik deri ürünleri" gibi dayanıklılık algısı yüksek kategorilerde markaların değerini koruduğunu göstermektedir (McKinsey & Company, 2025). Bu bağlamda, deri sektöründe markalar yalnızca ürün kalitesiyle değil; aynı zamanda etik tedarik zinciri, miras anlatıları ve dijital stratejilerle güç kazanabilmektedir.

Deri ve deri mamulleri, küresel ölçekte yüksek katma değerli moda ve lüks segmentlerin başında gelmektedir. 2023 yılında deri eşyaların küresel ticaret hacmi yaklaşık 92,7 milyar ABD dolarına ulaşmıştır; Çin en büyük ihracatçı, ABD ise en büyük ithalatçı olmuştur (Observatory of Economic Complexity [OEC], 2025). Bu veriler, deri ürünlerinin küresel moda pazarındaki konumunu pekiştirmektedir.

Türkiye özelinde ise sektör, geleneksel işçilik ve modern üretim altyapısının birleşimiyle öne çıkmaktadır. İstanbul Deri ve Deri Mamulleri İhracatçıları Birliği (İDMİB) verilerine göre, ocak–ağustos 2025 döneminde deri ve deri mamulleri ihracatı 986,6 milyon ABD doları, yalnızca ağustos 2025'te ise 137,4 milyon ABD doları olarak gerçekleşmiştir (İDMİB, 2025). Türkiye'nin ihracatı özellikle ayakkabı, saraciye (çantalar, kemerler) ve giyim alt segmentlerinde yoğunlaşmaktadır (İDMİB, 2025).

Bununla birlikte sektör, hammadde bağımlılığı ve kalite standardizasyonu gibi yapısal sorunlarla karşı karşıyadır. Türk Ticaret Bakanlığı'nın 2022 sektör raporunda, deri ve deri mamulleri sanayisinin yüksek rekabet gücüne sahip olduğu, ancak ithal ham madde bağımlılığının maliyet baskılarını artırdığı belirtilmiştir (Ticaret Bakanlığı, 2022). Ayrıca, COVID-19 pandemisi,

enerji maliyetleri ve küresel tedarik zinciri kesintileri sektörde daralmaya yol açmıştır.

Öte yandan, Avrupa Birliği'nin Ormansızlaşmanın Önlenmesi Tüzüğü (EUDR), sığır ve türev ürünler için izlenebilirlik şartı getirmektedir. Bu düzenleme, deri sektöründe markalaşmanın artık yalnızca kalite ve tasarımla değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik ve şeffaflık kriterleriyle de ilişkilendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (European Commission, 2025; Leather Working Group, 2025). Bu bağlamda, deri sektöründe izlenebilirlik ve tedarik zinciri şeffaflığı, markalaşmanın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (Vogue Business, 2023).

2. DERİ SEKTÖRÜNDE MARKALAŞMANIN TEORİK TEMELİ

2.1. Marka Kavramı ve İşlevleri

Marka, tarihsel olarak üreticilerin ürünlerini ayırt edebilmek için kullandıkları isim, sembol veya işaretlerden doğmuş olsa da, günümüzde pazarlamanın en stratejik bileşenlerinden biri haline gelmiştir. Amerikan Pazarlama Derneği (AMA), markayı "bir satıcının mal veya hizmetlerini diğerlerinden ayırt etmeye yarayan isim, terim, tasarım, sembol veya bunların kombinasyonu" olarak tanımlar (AMA, 2025). Ancak modern yaklaşımlar, markanın yalnızca ayırt edicilik değil; güven yaratma, kalite göstergesi olma, değer aktarımı ve tüketici ile uzun vadeli duygusal bağ kurma işlevlerini de kapsadığını vurgular (Keller, 1993; Aaker, 1996).

Markanın işlevleri hem işletme hem de tüketici açısından farklıdır. İşletme için marka, rekabet avantajı, fiyatlama gücü ve müşteri sadakati sağlar. Tüketici içinse marka, belirsizlikleri azaltır, kalite garantisi sunar ve kimlik ifadesine katkıda bulunur (Kapferer, 2012). Özellikle deri ve deri mamulleri gibi yüksek algı değerine sahip ürünlerde marka, tüketicinin kalite algısını doğrudan yönlendiren en önemli göstergelerden biridir.

2.2. Marka Kimliği ve Marka İmajı

Marka kimliği ve marka imajı, teorik olarak birbirini tamamlayan ancak farklı düzlemleri ifade eden iki kavramdır. Marka kimliği, markanın kendisini nasıl tanımladığı; marka imajı ise tüketicinin markayı nasıl algıladığı ile ilgilidir (Kapferer, 2012; Keller, 2001).

Kapferer'in "Marka Kimliği Prizması" modeli, markayı altı boyutta (fiziksel, kişilik, kültür, ilişki, yansıma, öz-imaj) açıklayarak işletmelere stratejik bir yön gösterir. Bu çerçevede deri markaları, malzemenin kalitesi (fiziksel), ustalık (kültür), dayanıklılık (ilişki) ve lüks imajı (yansıma) üzerinden kendi kimliklerini şekillendirmektedir (Kapferer, 2012).

Öte yandan, marka imajı tüketici deneyimi ve algısına bağlıdır. Keller'in marka bilgi modeli, marka imajını marka çağrışımları, anlam ağları ve tüke-

tici belleği bağlamında değerlendirir (Keller, 1993). Deri ürünleri özelinde, örneğin bir "İtalyan deri çantası" imajı; yüksek kalite, el işçiliği ve prestij gibi çağrışımlarla bütünleşmektedir. Türkiye'de ise "Beykoz Kundura" veya "Derimod" gibi markaların imajları, yerel köken ve modern tasarımı birleştiren algılar üzerine inşa edilmiştir.

2.3. Lüks Tüketim ve Marka Değeri Kavramları

Lüks tüketim ürünleri, işlevsellikten ziyade sembolik değer, prestij ve farklılaşma ihtiyacıyla tercih edilmektedir. Deri mamulleri, lüks tüketimin en önemli kategorilerinden biridir. Veblen'in "gösterişçi tüketim" teorisi, lüks markaların toplumsal statü göstergesi olarak işlev gördüğünü açıklamaktadır (Veblen, 2007).

Lüks marka ürünleri, göze hoş gelen, estetik, nadir ve benzersiz olmalıdır, sahibine dikkat çekicilik, ayrıcalık, statü ve prestij getirmelidir, yüksek kaliteli ve ikonik olmalıdır, ulaşılabilir ancak premium fiyatlı olmalıdır (Habiboğlu & Uslu, 2019).

Modern pazarlama literatüründe Aaker'in (1996) marka değeri bileşenleri (marka farkındalığı, algılanan kalite, marka sadakati, marka çağrışımları) ve Keller'in (1993) müşteri-temelli marka değeri modeli, lüks markaların güçlü konumlarını açıklamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin Hermès, Louis Vuitton ve Gucci gibi küresel deri markaları, yalnızca üstün kaliteyle değil, aynı zamanda sınırlı üretim, marka hikayesi ve kültürel sembollerle marka değerlerini artırmaktadır (Kapferer & Bastien, 2009).

Türkiye açısından ise deri mamullerinde lüks markalaşma henüz istenilen ölçekte gelişmemiştir. Ancak son yıllarda Türk markalarının küresel pazarda yer edinme çabaları, marka değerinin sadece ihracat hacmiyle değil, katma değer yaratma potansiyeliyle de ölçülmesi gerektiğini göstermektedir (İDMİB, 2025).

2.4. Moda Endüstrisi ile Deri Sektörünün Kesişim Noktaları

Moda endüstrisi ile deri sektörü arasındaki bağ, hem tarihsel hem de ekonomik açıdan güçlüdür. Deri; çanta, ayakkabı, kemer ve giyim gibi modanın temel ürün kategorilerini oluşturmaktadır. Bu nedenle deri markalarının konumlandırma stratejileri, moda döngülerinden ve küresel trendlerden doğrudan etkilenmektedir (Okonkwo, 2007).

McKinsey & Company Business of Fashion raporları, 2025 itibariyle moda endüstrisinin büyüme beklentilerinde belirsizlik olduğunu, ancak ikonik deri ürünleri gibi kategoriye özgü güçlü markaların portföylerde değerini koruduğunu göstermektedir (McKinsey & Company, 2025a). Ayrıca sürdürülebilirlik baskıları, vegan deri ve alternatif materyallerin moda ekosistemine girmesiyle birlikte, deri markalarının stratejik konumlarını yeniden tanımla-

masına yol açmaktadır (European Commission, 2025; Vogue Business, 2025).

Bu kesişim noktasında, deri sektörü markaları hem geleneksel ustalık ve kaliteyi vurgulamakta, hem de inovatif çözümler (örneğin dijital pazarlama, sürdürülebilir üretim, izlenebilir tedarik zinciri) aracılığıyla moda endüstrisinde rekabet avantajı elde etmektedir. Böylece, deri ve moda arasındaki ilişki, sadece materyal düzeyinde değil; aynı zamanda kültürel kimlik, tüketici davranışı ve değer zinciri boyutlarında bütünleşmektedir.

Aaker'in (1996) marka değeri modeli ve Keller'in (1993) müşteri temelli marka değeri yaklaşımı, bu unsurların bir araya geldiğinde marka sermayesini oluşturduğunu savunur. Marka değerinin unsurları, marka farkındalığı, algılanan kalite, marka sadakati, marka çağrışımları, marka imajı / kimliği, tüketici duygusal bağıdır. Özellikle deri ürünleri kategorisinde marka farkındalığı ve algılanan kalite, tüketici tercihlerinde belirleyici olmaktadır. Sadakat ve duygusal bağ, markaların fiyat dalgalanmalarına karşı dayanıklılık kazanmasını sağlar.

Tablo 1: *Deri Markalarının Moda Endüstrisi ile Etkileşimi*

Boyut	Moda Endüstrisi Bağlantısı	Deri Sektörü Örneği
Materyal	Lüks ürünlerde deri kullanımının sürekliliği	Hermès'in ikonik deri çantaları
Tasarım	Moda trendleri ile uyumlu deri ürün tasarımları	Derimod'un sezon koleksiyonları
Kültürel Anlatı	Markaların köken hikayelerini modaya entegre etmesi	Beykoz Kundura'nın kültürel miras vurgusu
Sürdürülebilirlik	Vegan deri, izlenebilirlik ve etik üretim talepleri	LWG sertifikalı Türk deri üreticileri
Dijitalleşme	E-ticaret, sosyal medya ve influencer iş birlikleri	Gucci'nin dijital koleksiyon lansmanları

Moda endüstrisi ile deri sektörünün kesişiminde beş boyut öne çıkmaktadır: materyal, tasarım, kültürel anlatı, sürdürülebilirlik ve dijitalleşme. Deri ürünleri, hem geleneksel zanaatkarlığın hem de çağdaş moda trendlerinin taşıyıcısıdır. Örneğin Hermès gibi markalar materyal kalitesi üzerinden konumlanırken, Gucci gibi markalar dijitalleşme ile moda-deri entegrasyonunu güçlendirmektedir. Türkiye'de ise Derimod ve Beykoz Kundura gibi markalar, yerel kimlik ve tasarım unsurlarıyla farklılaşmaktadır.

3. DERİ VE DERİ MAMULLERİNDE MARKALAŞMA SÜRECİ

3.1. Marka Oluşturma Stratejileri (Ürün, Fiyat, Dağıtım, Tutundurma)

Marka oluşturma sürecinin en temel ayağı, pazarlamanın 4P stratejisi (ürün, fiyat, dağıtım, tutundurma) çerçevesinde şekillenir. Ürün stratejileri, deri sektöründe en kritik unsurdur. Deri ürünleri, doğal malzemenin kalitesi, işçilik düzeyi ve tasarım farklılığı ile değer kazanır. Örneğin Hermès'in "Bir-

kin" çantası yalnızca bir ürün değil, aynı zamanda marka kimliğini taşıyan bir semboldür (Kapferer & Bastien, 2009). Türkiye'de Derimod veya Desa gibi markalar ise deri kalitesi ile modern tasarımı bir araya getirerek ürün stratejilerini güçlendirmiştir.

Fiyat stratejileri, deri markalarının pazardaki konumunu belirler. Lüks deri markaları genellikle "premium fiyatlandırma" stratejisini kullanırken, orta ölçekli üreticiler rekabetçi fiyat politikalarıyla geniş kitlelere ulaşmaya çalışır. Türkiye'de KOBİ ölçeğindeki deri firmaları, ihracatta fiyat avantajına dayalı rekabet yürütmekte; ancak uzun vadede "fiyat odaklılık" markalaşma açısından sürdürülebilir değildir (İDMİB, 2025).

Dağıtım stratejileri, deri ürünlerinde çok kanallı bir yapıyı gerektirir. Fiziksel mağazalar, lüks alışveriş merkezleri, butik mağazalar ve e-ticaret siteleri, markaların farklı müşteri segmentlerine ulaşmasında kritik rol oynar. Günümüzde e-ticaretin artışı, deri ürünlerinde de marka sadakatini güçlendiren yeni bir alan haline gelmiştir (McKinsey & Company, 2025).

Tutundurma stratejileri ise markanın hikayesini, değerlerini ve ürün farklılıklarını tüketiciye aktarma sürecidir. Moda defileleri, influencer iş birlikleri, sosyal medya kampanyaları ve uluslararası fuarlar (örneğin Milano Lineapelle) deri markalarının tanınırlığını artırmaktadır (Okonkwo, 2007). Ayrıca Türkiye'de sektör fuarları (AYMOD, Leather Fair İstanbul) yerel markaların global görünürlük kazanmasına olanak tanımaktadır.

3.2. Kalite, Tasarım ve Yenilikçilik Faktörleri

Deri sektöründe markalaşmanın kalbinde kalite algısı yer alır. Tüketiciler için derinin türü (örneğin dana, koyun, keçi), tabaklama tekniği (krom, vejetal) ve işçilik düzeyi doğrudan ürünün değerini belirler. Kalite algısı, markanın "güvenilirlik" imajını inşa eden en önemli bileşendir (Aaker, 1996).

Tasarım, markalaşmayı farklılaştıran bir diğer unsurdur. Moda endüstrisi ile entegre çalışan deri markaları, sezona uygun trendler geliştirirken aynı zamanda zamansız (ikonik) parçalar üreterek kalıcı marka değerini güçlendirmektedir. Louis Vuitton'un monogramlı deri ürünleri ya da MCM'in logo baskılı çantaları, tasarımın marka ile özdeşleşmesine iyi birer örnektir (Kapferer, 2012).

Yenilikçilik, hem ürün geliştirmede hem de üretim süreçlerinde önem taşır. Örneğin biyoteknolojik yöntemlerle üretilen laboratuvar derileri (bio-leather) ya da bitkisel bazlı vegan deri alternatifleri (örneğin ananas yaprağı, mantar kökenli materyaller) sektörde hızla önem kazanmaktadır (Vogue Business, 2025). Türkiye'de ise bazı üreticilerin LWG (Leather Working Group) sertifikasyonu alarak çevre dostu tabaklama yöntemleri geliştirmesi, yenilikçiliğin markalaşmadaki rolüne güçlü bir örnektir.

3.3. Coğrafi İşaretler ve Yerel Kimlik ile Markalaşma

Markalaşma sürecinde yerel kimlik ve coğrafi işaretler, özellikle deri gibi kültürel ve tarihsel bağları güçlü sektörlerde stratejik bir farklılaştırma aracıdır. Coğrafi işaretler, ürünün belirli bir yöreye özgü olduğunu garanti eder ve tüketici zihninde "otantiklik" algısını pekiştirir (Belletti vd., 2017).

Türkiye'de deri işçiliği köklü bir geleneğe sahiptir. Osmanlı döneminde Beykoz ve Kazlıçeşme bölgeleri deri üretim merkezleri olarak öne çıkmıştır. Günümüzde "Beykoz Derisi" veya "Gaziantep Yemeni Ayakkabıları" gibi örnekler, coğrafi işaret potansiyeli taşıyan kültürel miras ürünleridir. Bu tür işaretler, yalnızca ürünün ekonomik değerini artırmaz; aynı zamanda yerel istihdam ve kültürel sürdürülebilirliğe de katkıda bulunur (Güler, 1995; Küçükerman, 2020).

Uluslararası pazarda da "Made in Italy" etiketi, deri ürünlerinde kalite garantisi olarak kabul edilmektedir. İtalya'nın Toscana bölgesindeki tabaklama geleneği, yerel kimliğin global bir markaya nasıl dönüştüğünün en güçlü örneğidir (Kapferer & Bastien, 2009). Türkiye'nin de bu modelden ilham alarak yerel deri üretim merkezlerini markalaştırması mümkündür.

3.4. Sürdürülebilirlik ve Etik Değerlerin Markalaşmadaki Rolü

XXI. yüzyılda markalaşmanın en kritik boyutlarından biri sürdürülebilirliktir. Moda ve deri endüstrisi, çevresel etkileri nedeniyle eleştirilere maruz kalmaktadır. Bu nedenle markalar, çevre dostu üretim yöntemleri, karbon ayak izini azaltma ve döngüsel ekonomi stratejileriyle tüketicilere güven vermeye çalışmaktadır (European Commission, 2025).

Etik değerler, özellikle Z kuşağı tüketicilerinde marka tercihlerini güçlü biçimde etkilemektedir. Bu kuşak, markaların hayvan refahı, çalışma koşulları ve tedarik zinciri şeffaflığı konularında açık olmasını talep etmektedir (McKinsey & Company, 2025). Bu bağlamda, deri sektöründe vegan deri alternatiflerinin yükselişi, markaların etik kimliklerini yeniden tanımlamalarını gerektirmektedir.

Avrupa Birliği'nin 2025 itibarıyla yürürlüğe koymaya hazırlandığı Ormansızlaşmanın Önlenmesi Tüzüğü (EUDR), deri tedarik zincirlerinde köken izlenebilirliğini zorunlu kılmaktadır (European Commission, 2025). Bu düzenleme, markaların yalnızca ürün kalitesine değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliğe yatırım yapmasını zorunlu hale getirmiştir.

Türkiye'de de LWG sertifikalı üreticiler ve sürdürülebilir tabaklama yöntemlerini benimseyen işletmeler artmaktadır. Bu tür girişimler, Türk deri markalarının global pazarda rekabet gücünü artırırken, aynı zamanda etik ve çevre dostu markalaşma yolunda güçlü bir avantaj sağlamaktadır (İDMİB, 2025).

Tablo 2. Sürdürülebilirlik ve Etik Boyutlar

Alan	Uygulama	Örnek
Çevre Dostu Üretim	Karbon ayak izinin azaltılması	LWG sertifikalı tabakhaneler
Etik Değerler	Hayvan refahı, adil işgücü	Vegan deri alternatifleri
Tedarik Zinciri Şeffaflığı	EUDR uyumlu izlenebilirlik	AB pazarı için Türk ihracatçıları

4. TÜRK DERİ SEKTÖRÜNDE MARKALAŞMA DİNAMİKLERİ

4.1. Türkiye'nin Deri ve Deri Mamulleri İhracatında Marka Rolü

Türkiye, tarihsel olarak deri işçiliğinde köklü bir geçmişe sahip olup, günümüzde de küresel tedarik zincirinde önemli bir aktör konumundadır. 2025 yılı verilerine göre Türkiye'nin deri ve deri mamulleri ihracatı ocak–ağustos döneminde 986,6 milyon ABD dolarına ulaşmıştır (İDMİB, 2025). Ancak bu ihracat hacmi büyük ölçüde yarı mamul ve fason üretim üzerinden gerçekleşmekte, güçlü bir marka kimliğiyle desteklenmediğinde katma değer sınırlı kalmaktadır.

Tablo 3. İhracatta Markalaşma ve Katma Değer Karşılaştırması

Ülke	Markalı İhracat Payı (%)	Birim Fiyat (USD/kg)
İtalya	70+	45
Türkiye	30-	18
Çin	50	22

Tablo 3' te görüldüğü gibi, markalı ihracat payı açısından İtalya %70+ paya sahiptir, çünkü İtalya, deri sektöründe "Made in Italy" algısını başarıyla küresel marka değerine dönüştürmüştür. Bu nedenle ihracatının çok büyük kısmı markalı ürünler üzerinden gerçekleşmekte, fason üretim oldukça düşüktür. (European Commission, 2025; McKinsey & Company, 2025). Türk deri sektöründe markalı ürün ihracatı %30'un altında kalmaktadır. İhracatın önemli bir bölümü hala yarı mamul veya fason üretim şeklinde gerçekleşmekte, nihai markalı ürün ihracatı da çok düşük kalmaktadır (İDMİB, 2025). Çin, küresel ölçekte üretim gücünü markalaşma ile desteklemeye başlamış, son yıllarda markalı ihracat payını %50 seviyelerine yükseltmiştir (PwC, 2025a).

Tablo 3' e göre birim fiyat karşılaştırmasında; İtalyan deri ürünlerinin birim ihracat fiyatının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, markalaşma sayesinde ürünlerin lüks segmentte konumlandırılması ve tüketicinin marka değeri için daha yüksek fiyat ödemeye istekli olmasıdır (Kapferer & Bastien, 2009). Türkiye'nin ihracatında birim fiyat düşük kalmaktadır. Bu durum, ürünlerin çoğunlukla orta segmente hitap etmesinden ve markalaşma eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Markasız ürünlerin düşük katma değer yaratması, ihracat gelirini sınırlamaktadır (İDMİB, 2025). Çin ise, ölçek ekonomisi ile fiyat avantajını korurken, markalaşmaya yaptığı ya-

tırımlarla birim ihracat fiyatını Türkiye'nin üzerine çıkarmayı başarmıştır (Euromonitor, 2024).

Bu nedenle Türkiye'nin ihracatında markalaşmanın rolü, sadece ticaret hacmi değil; katma değer yaratma ve uluslararası rekabet avantajı sağlama bağlamında kritik bir faktördür.

4.2. Türk Deri Markalarının Dünya Pazarındaki Konumu

Türk deri markalarının dünya pazarındaki konumu, potansiyel ile sınırlılıklar arasında şekillenmektedir. Bir yandan İstanbul, İzmir ve Gaziantep gibi şehirler, güçlü üretim merkezleri olarak öne çıkarken; diğer yandan küresel ölçekte tanınırlığı yüksek marka sayısı oldukça sınırlıdır (İDMİB, 2025).

Örneğin İtalya'nın "Made in Italy" etiketi, deri ürünlerinde bir kalite göstergesi olarak kabul edilirken, Türkiye'de henüz benzer bir uluslararası marka kimliği tam anlamıyla oluşmamıştır. Bunun başlıca nedenleri arasında tasarım eksikliği, markalaşma yatırımlarının yetersizliği, Ar-Ge faaliyetlerine ayrılan kaynakların sınırlılığı ve markaların küresel pazarlama stratejilerinde geride kalması sayılabilir (Okonkwo, 2007).

Bununla birlikte, Türkiye deri sektöründe özellikle ayakkabı ve saraciye segmentlerinde küresel ölçekte büyüme potansiyeline sahiptir. Türk ayakkabı markalarının Orta Doğu, Rusya ve Avrupa pazarlarında bilinirliği artmaktadır. Ayrıca e-ticaretin yükselişi, Türk markalarının küresel tüketiciye daha doğrudan ulaşmasını sağlamaktadır (McKinsey & Company, 2025).

Ancak küresel pazarda kalıcı bir konum elde etmek için marka kimliğinin sürdürülebilirlik, kalite ve kültürel anlatı ile desteklenmesi gerekmektedir. Özellikle Avrupa Birliği'nin Ormansızlaşmayı Önleme Tüzüğü (EUDR) gibi düzenlemeler, Türk deri markalarının global pazarda tutunabilmesi için tedarik zincirinde şeffaflık ve izlenebilirliği zorunlu kılmaktadır (European Commission, 2025).

- **Avrupa**: Orta segment pazar yapısı ve sıkı AB regülasyonlarına uyum gerekliliği nedeniyle yüksek marka görünürlüğü ve kalite standartları talep edilmektedir. Bu nedenle Avrupa pazarı, Türk deri markaları için stratejik ama zorlu bir alandır (European Commission, 2025).

- **Orta Doğu**: Yüksek talep ve hızlı tüketim yapısı vardır; ancak fiyat rekabeti ön plandadır. Bu pazarda markaların farklılaşması için fiyat dışı stratejiler (tasarım, kalite vurgusu) gereklidir (İDMİB, 2025).

- **Rusya & BDT Ülkeleri**: Moda ve deri ürünlerinde büyüyen bir pazar yapısına sahiptir. Marka görünürlüğü orta seviyededir; Türk markaları için yakınlık ve lojistik avantajları söz konusudur (Ticaret Bakanlığı, 2025).

- **ABD**: Şu an için Türk deri markalarının sınırlı görünürlüğe sahip olduğu, ancak e-ticaret ve dijital pazarlama stratejileri sayesinde potansiyel barındırdığı bir pazardır (McKinsey & Company, 2025).

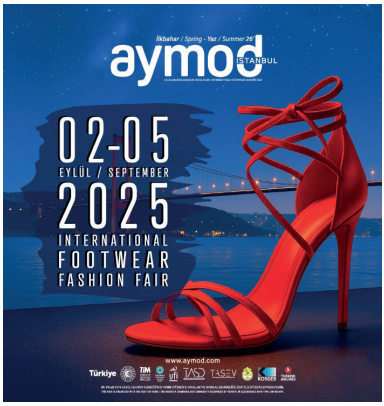
Avrupa pazarı yüksek kalite ve sertifikasyon gerektirirken; Orta Doğu hızlı tüketim ve fiyat rekabetiyle öne çıkmaktadır. Rusya-BDT pazarı büyüme potansiyeli sunarken, ABD pazarı dijitalleşme stratejileriyle markalaşmayı mümkün kılmaktadır. Türk deri markalarının tek tip bir strateji yerine, pazar temelli farklılaştırılmış marka stratejileri geliştirmesi gerektiği görülmektedir.

4.3. Devlet Politikaları, Teşvikler ve Sektörel Stratejiler

Türkiye'de deri sektöründe markalaşma dinamiklerini şekillendiren en önemli unsurlardan biri de, devlet politikaları ve teşviklerdir. Ticaret Bakanlığı'nın 2022 tarihli sektör raporunda, deri ve deri mamulleri sanayisinin yüksek rekabet gücüne sahip olduğu, ancak hammadde yetersizliği ve kalite standardizasyonu sorunlarının markalaşmayı sınırladığı ifade edilmektedir (Ticaret Bakanlığı, 2025).

Markalaşmayı destekleyen en önemli programlardan biri Turquality ve Marka Destek Programıdır. Bu programlar, Türk markalarının uluslararası pazarlarda tanıtımı ve markalaşma süreçlerini desteklemek amacıyla finansal yardım ve danışmanlık sağlamaktadır (Turquality, 2025). Deri sektöründeki birçok firma bu programlardan yararlanarak küresel pazarlarda görünürlük kazanmıştır.

Şekil 1: *Turquality Logosu (URL 1)*



Şekil 2: *Uluslararası Ayakkabı Moda Fuarı Afişi (URL 2)*

Ayrıca, sektörel kümelenme stratejileri de markalaşma açısından kritik rol oynamaktadır. İstanbul Deri Organize Sanayi Bölgesi ve İzmir Deri OSB, üretim, lojistik ve markalaşma süreçlerinde ortak altyapı sunarak firmaların rekabet gücünü artırmaktadır. Bunun yanında, fuarlar ve ihracatçı birlikle-

rinin düzenlediği tanıtım etkinlikleri (örn. AYMOD, Leather Fair İstanbul) markaların uluslararası pazarlarda görünürlüğünü artırmaktadır (İDMİB, 2025).

Devlet politikalarının bir diğer boyutu ise sürdürülebilirlik odaklı regülasyonlara uyum sağlamaktır. Türkiye'nin AB pazarına ihracat bağımlılığı, EUDR gibi düzenlemeler karşısında markaların şeffaflık ve izlenebilirlik konularında devlet desteğini zorunlu kılmaktadır (European Commission, 2025). Bu bağlamda, sektörel stratejilerde çevresel sertifikalar (LWG gibi) ve coğrafi işaretlerin desteklenmesi markalaşma süreçlerinin geleceği açısından kritik görülmektedir.

4.4. Beykoz Kundura, Desa, Derimod vb. gibi Örnekler

Türkiye'de markalaşma sürecinde öne çıkan bazı örnekler, sektörün mevcut potansiyelini ve sınırlılıklarını göstermektedir.

Beykoz Kundura, Osmanlı'dan günümüze uzanan köklü bir sanayi mirasıdır. Bugün yalnızca bir üretim merkezi değil, aynı zamanda kültürel miras odaklı bir marka kimliği oluşturmuştur. Beykoz Kundura'nın markalaşma stratejisi, endüstriyel mirası kültür-sanat etkinlikleriyle birleştirerek hem yerel hem de uluslararası kamuoyunda farklılaşmasını sağlamaktadır (Küçükerman, 2020).

Desa, Türkiye'nin önde gelen deri markalarından biri olup, hem iç pazarda hem de dış pazarda önemli bir konuma sahiptir. Desa'nın stratejisi, yüksek kaliteli deri ürünlerini modern tasarımla buluşturarak global pazarda "Türk deri modası" kimliğini güçlendirmektir.

Derimod, özellikle ayakkabı ve deri ceketleriyle Türkiye'nin en bilinir deri markalarından biridir. Derimod, uzun yıllardır yürüttüğü mağazalaşma stratejisi, reklam kampanyaları ve e-ticaret yatırımlarıyla Türkiye'de markalaşma sürecinin güçlü örneklerinden biri haline gelmiştir.

Bunların yanı sıra, Mehmet Çelik Deri gibi ihracat odaklı KOBİ'ler veya Matraş gibi köklü markalar da Türkiye deri sektöründe markalaşmanın farklı ölçeklerdeki örneklerini sunmaktadır. Bu markaların ortak özelliği, kalite ve işçilik vurgusunu ön plana çıkarmaları, ancak global çapta markalaşma konusunda hala gelişim alanlarının bulunmasıdır.

5. TÜRKİYE'DE DERİ ÜRÜNLERİNDE MARKALAŞMANIN ÖNÜNDEKİ ENGELLER

Türkiye, tarihsel olarak güçlü bir deri işçiliği ve üretim kapasitesine sahip olmasına rağmen, markalaşma açısından sınırlı bir başarı göstermektedir. Günümüzde yalnızca birkaç marka (Desa, Derimod, Matraş, Hotiç, Beykoz Kundura) ulusal ve uluslararası düzeyde öne çıkabilmiştir.

5.1. Marka Kimliği ve Algı Eksikliği

Marka kimliği yalnızca logo ya da ambalaj değildir; tüketicinin zihninde markayı tanımlayan kültürel kodlar, anlatılar ve özgün değerler içerir. Güncel çalışmalar, lüks markalarda "luxury competencies" yani sadece servet temelli ayrıcalıklardan ziyade tasarım, zanaatkarlık, içsel uzmanlık gibi özelliklerin (competencies) ön plana çıktığını savunur (Wang, 2022).

Türkiye'de deri markalarının çoğu, kalite ya da "iyi işçilik" söylemiyle sınırlı kalırken kendine özgü bir kültürel hikaye ya da estetik kimlik inşa edememektedir. Bu da, marka ile tüketici arasında derin bağlar kurulmasını zorlaştırır.

5.2. Tüketici Psikolojisi ve Lüks Algısının Dinamikleri

Lüks tüketim psikolojisi, sadece statü göstergesi talebi değil, aynı zamanda bireyin kendilik değerleri ve dışsal beklentiler arasındaki gerilimlere dayanır (Dubois ve ark., 2021). Bu noktada modern tüketici, sadece "gösteriş" değil, "özgünlük", "etik üretim" ve "sürdürülebilirlik" de arar.

Bu değişim, Veblen'in klasik gösterişçi tüketim yaklaşımını tek başına yeterli olmayan bir hale getirmiştir. Artık tüketiciler, "vicdanlı tüketim" talepleriyle hareket etmektedir (guilt-free consumption), yani ürünün üretim sürecine dair etik bilgiler, çevresel etkiler marka değerini doğrudan etkilemektedir.

5.3. Pazar Analizi, Trend Takibi ve Rekabet Stratejileri Eksikliği

Lüks moda sektörü hızla evrim geçirmektedir. Dijitalleşme, çevrimiçi deneyim, kişiselleştirme, deneyimsel lüks gibi kavramlar öne çıkmaktadır. Türkiye'de deri markalarının büyük kısmı hala statik ürün yaklaşımında kalırken, bu dönüşümlere adapte olamamak bir zayıflık ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca rakip analizinde de zayıflık bulunmaktadır. Markalar benzer segmentlerde aynı anlatıları tekrarlamakta; rasyonel stratejik farklılaşma yapmamaktadır. Bu da, hem iç pazarda hem dış pazarda markaların birbirine karışmasına yol açmaktadır.

5.4. Finansal Riskler ve Yatırım Yetersizlikleri

Marka yaratmak sermaye gerektirir. Reklam, mağaza yatırımı, iletişim kampanyaları, AR-GE, marka yönetimi gibi maliyetler vardır. Türkiye'de deri sektöründeki işletmelerin büyük çoğunluğu KOBİ ölçeğindedir ve sermaye kaynakları sınırlıdır. Destek programları (örneğin Turquality) olsa da, bunların kapsayıcılığı sınırlı kalmaktadır.

Ayrıca döviz kuru dalgalanmaları, hammadde maliyetlerindeki hızlı artışlar, enerji maliyetleri gibi makroekonomik riskler markalaşma yatırımlarını erteler.

5.5. Dağıtım ve Uluslararası Görünürlük Sorunları

Bir marka için küresel görünürlük çok önemlidir.. Türkiye'de birçok deri markası dış pazarlarda mağaza açmak, dağıtım ağı kurmak ve marka promosyonu yapmakta zorlanmaktadır. E-ticaret kapasiteleri sınırlı, lojistik maliyetleri yüksektir.

Öte yandan markalar ile tedarikçiler arasındaki kopukluk da önemli bir sorun olarak vurgulanmaktadır. Türkiye'nin moda tekstil sektörüne ilişkin analizlerde, markaların fabrika süreçlerini denetlemede zayıf kaldığı, kontrolsüz üretim koşullarının imaj risklerine yol açtığına dikkat çekilmektedir. Ayrıca tedarik zinciri denetimleri ve sürdürülebilirlik uyumu konularındaki eksiklikler, marka imajı açısından risk oluşturmaktadır.

5.6. Kültür ve Tüketici Alışkanlıkları

Türkiye'de tüketiciler genellikle fiyat–kalite dengesi odaklıdır. Lüks deri segmentine yönelik talep sınırlı olduğu için firmalar çoğunlukla orta segmente yönelmekte, lüks segmentte yalnızca birkaç marka ayakta kalabilmektedir. Bu eğilim, Türkiye'de tüketici davranışlarının fiyat hassasiyetine dayandığını gösteren raporlarla da desteklenmektedir (PwC, 2025a). Ayrıca Türkiye gibi gelişmekte olan pazarlarda tüketiciler "değer odaklı" alışverişe öncelik vermekte, bu da markalaşma sürecinde lüks algısının gelişmesini zorlaştırmaktadır.

6. SWOT ANALİZİ

Tablo 4. Türk Deri Sektöründe SWOT Analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler	Fırsatlar	Tehditler
• Tarihsel deri işçiliği ve kültürel miras (İDMİB, 2025) • Modern üretim altyapısı ve kaliteli hammadde • AB'ye coğrafi yakınlık, düşük lojistik maliyetler • LWG gibi uluslararası sertifikasyon imkanları (LWG, 2025)	• Markalı ürün ihracat oranının %30'un altında olması (İDMİB, 2025) • Dijitalleşme ve e-ticaret kapasitesinde yetersizlik • KOBİ ölçeğinde sermaye ve yatırım eksikliği • Uluslararası marka bilinirliğinin sınırlı olması (McKinsey & Company, 2025)	• Sürdürülebilir ürünlere artan talep (%9,7 daha fazla ödeme isteği) (PwC, 2025b) • E-ticaret ve dijital kanalların büyümesi • AB pazarına lojistik avantaj (Euromonitor, 2024) • Asya ve Orta Doğu'da artan lüks tüketim talebi	• AB regülasyonları (EUDR) uyum maliyetlerini artırmaktadır (European Commission, 2025) • Çin ve Hindistan gibi düşük maliyetli üretici ülkelerle rekabet • Lüks pazarında kutuplaşma, orta segment markaların güç kaybı (D'arpizio & Levato, 2025) • Tüketicilerin fiyat hassasiyeti (PwC, 2025b)

7. SONUÇ

Türkiye'de deri sektörü, köklü bir üretim geleneğine ve zanaatkarlık mirasına sahip olmasına rağmen markalaşma açısından sınırlı bir gelişim göstermektedir. Üretim kapasitesinin güçlü olmasına karşın, markalı ihracatın düşük seviyede kalması sektörün uluslararası pazarda katma değer elde etmesini engellemektedir. İhracat rakamları, büyük ölçüde yarı mamul ve fason üretim odaklı bir yapıya işaret etmekte; bu durum da birim fiyatların uluslararası rakiplerin gerisinde seyretmesine yol açmaktadır.

Türk deri sektörünün sürdürülebilirlik, dijitalleşme ve kültürel markalaşma alanlarında önemli fırsatlara sahip olduğu görülmektedir. Özellikle genç kuşak tüketicilerin çevre duyarlılığı ve dijital alışkanlıkları, Türk deri markaları için yeni stratejiler geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Teorik açıdan bu çalışma, markalaşmanın yalnızca ticari bir araç değil, aynı zamanda sürdürülebilir rekabet avantajı yaratan stratejik bir unsur olduğunu vurgulamaktadır. Deri sektörü açısından bakıldığında Türkiye örneği, markalaşmanın önündeki engellerin ekonomik faktörlerle sınırlı kalmadığını; kültürel, yapısal ve teknolojik eksikliklerin de etkili olduğunu göstermektedir. Ancak sektörde faaliyet gösteren işletmeler için üç temel sonuç öne çıkmaktadır. İlk olarak, yalnızca kalite vurgusuna dayalı bir marka stratejisinin yetersiz olduğu; bunun yerine kültürel kimlik ve özgün tasarımların marka hikayesine entegre edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. İkinci olarak, sürdürülebilirlik alanında atılacak adımların markaların uluslararası güvenilirliğini artıracağı öngörülmektedir. Son olarak, dijitalleşme ve e-ticaret alanındaki gelişmeler, Türk markalarının doğrudan küresel tüketiciye ulaşmasında kritik bir rol oynamaktadır.

Türkiye'nin deri sektöründe markalaşma yolunda ilerleyebilmesi için bazı politika önerileri geliştirilebilir:

-Devlet desteklerinin genişletilmesi: Marka geliştirme programlarının kapsamı artırılarak sadece büyük ölçekli şirketlere değil, küçük ve orta ölçekli işletmelere de yaygınlaştırılması gerekmektedir.

-Sürdürülebilir üretim yatırımları: Çevre dostu üretim yöntemleri ve uluslararası sertifikalara uyumun teşvik edilmesi, Türk markalarının rekabet gücünü yükseltecektir.

-Dijital dönüşümün hızlandırılması: E-ticaret altyapısının güçlendirilmesi ve dijital pazarlama kampanyaları için finansal desteklerin artırılması, markaların görünürlüğünü artıracaktır.

-Kültürel mirasın markalaşmaya entegrasyonu: Türkiye'nin zanaatkarlık geleneği ve endüstriyel miras alanlarının marka kimliğinin bir parçası haline getirilmesi, farklılaşmayı sağlayacaktır.

-Uluslararası uyum programları: AB'nin getirdiği regülasyonlara uyum sürecinde firmalara teknik danışmanlık, eğitim ve finansman desteği sunulması, sektörün istikrarlı büyümesini destekleyecektir.

Markalı ihracat oranı düşük oldukça, birim fiyat da düşük kalmaktadır. Türkiye'nin ihracat gelirlerini artırabilmesi için, sadece miktar bazlı artışa değil, marka değeri taşıyan ürün ihracatına odaklanması gerekmektedir.

Kısa vadede Turquality ve devlet teşvikleriyle markalaşma yatırımlarının artırılması, uzun vadede Türk deri markalarının küresel pazarda lüks algısı yaratacak stratejilere yönelmesi kaçınılmaz görünmektedir.

Uluslararası markalaşma, günümüzde yalnızca fiziksel mağazalaşmaya bağlı değildir. Dijitalleşme, özellikle e-ticaret, sosyal medya kampanyaları ve dijital koleksiyonlar (NFT'ler, metaverse ürünleri) üzerinden yeni bir alan yaratmıştır. Gucci ve Prada gibi markalar, dijital modaya yatırım yaparak genç kuşak tüketicilerle güçlü bağ kurmaktadır.

Küresel ölçekte markalaşmanın bir diğer stratejisi de uluslararası iş birlikleridir. Lüks moda evleri, sanatçılar, tasarımcılar ve farklı sektörlerle yaptıkları iş birlikleri sayesinde marka bilinirliğini artırmaktadır. Örneğin Louis Vuitton'un sanatçı iş birlikleri veya Adidas x Gucci koleksiyonu, markaların farklı kitlelere ulaşmasını sağlamıştır.

Uluslararası marka stratejileri, deri ürünleri açısından yalnızca üretim kalitesine değil, aynı zamanda farklılaştırılmış marka kimliği, sürdürülebilirlik uyumu, kültürel hikaye anlatımı, dijitalleşme ve iş birlikleri gibi unsurlara dayanmaktadır. Türk deri markalarının küresel pazarda kalıcı bir yer edinebilmesi için, bu stratejileri bütüncül bir vizyonla hayata geçirmesi zorunludur.

KAYNAKLAR

Aaker, D. A. (1996). Building strong brands. Free Press. New York. 144 p.

AMA. (2025). Definition of brand. *American Marketing Association dictionary.* https://www.ama.org/the-definition-of-marketing-what-is-marketing. Erişim tarihi: 01.10.25.

Belletti, G., Marescotti, A., & Touzard, J. M. (2017). Geographical indications, public goods, and sustainable development. *World Development,* 98, 45–57.

D'arpizio, C. & Levato, F. (2025). Decoding th new rhythm of luxury. *Bain & Altagamma Luxury Goods Worldwide Market Study.* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d15k2d11r6t6rl.cloudfront.net/pub/yu4e/scf3r7z4/iwl/tu2/bzr/250619%20-%20Bain-Altagamma%20Luxury%20Study%20-%20Spring%20Update.pdf

Dubois, D., Jung, S., & Ordabayeva, N. (2021). The psychology of luxury consumption. *Current Opinion in Psychology,* 39, 82-87.

European Commission. (2025). Guidance document for Regulation on deforestation-free products (EUDR). Brussels. 43 p. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://environment.ec.europa.eu/document/download/5dc7aa19-e58f-42a3-bbbe- f0eb2e5a1d3a_en?filename=C_2025_2485_F1_ANNEX_EN_V3_P1_4056628.pdf Erişim tarihi: 01.10.25.

Güler, M. (1995). Türk Dericilik Sanayi ve Beykoz Fabrikası. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitimi Fakültesi Dergisi.* 3; 71-75.

Habiboğlu, Ö. & Uslu, A. (2019). Algılanan lüks marka değerinin ve marka itibarının premium fiyat ödeme istekliliği üzerindeki etkisi. *International Journal of Society Researchers.* 14(20). 1680-1699.

İDMİB. (2025). Deri ve deri mamulleri kayıt rakamları - Ağustos 2025. *İstanbul Deri ve Deri Mamulleri İhracatçıları Birliği.* https://www.idmib.org.tr/bilgi-merkezi/istatistikler-raporlar/kategori/aylik-ihracat-kayit-rakamlari-8 Erişim tarihi: 05.10.25.

Kapferer, J. N. (2012). The new strategic brand management. *Kogan Page Publishers*. London. 493 p.

Kapferer, J. N. & Bastien, V. (2009). The luxury strategy: Break the rules of marketing to build luxury brands. *Kogan Page.* London. 416 p.

Keller, K. L. (1993). Conceptualizing, measuring, and managing customer-based brand equity. *Journal of Marketing,* 57(1), 1–22.

Keller, K. L. (2001). Building customer-based brand equity: A blueprint for creating strong brands *(MSI Report 01-107).* 31 p. Marketing Science Institute.

Küçükerman, Ö. (2020). Geleneksel Türk Dericilik Sanayisinden Sanayi Devrimi'ne Geçişin Boğaziçi'ndeki Temsilcisi Beykoz Deri ve Kundura Fabrikası, Beykoz Belediyesi Kültür Yayınları No: 42. 399 s.

Leather Working Group. (2025). EUDR brief & implications for the leather industry July

2023. *LWG Official Report.* https://www.leatherworkinggroup.com/fileadmin/uploads/lwg/EU_Deforestation_Regulation_Briefing_July_2023_.pdf Erişim tarihi: 05.10.25.

Leather Working Group. (2024). Audit & certification standards. *LWG Official Report.*

McKinsey & Company. (2025). The state of fashion 2025. 154 p. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/retail/our%20insights/state%20of%20fashion/2025/the-state-of-fashion-2025-v2.pdf. Erişim tarihi: 05.10.25.

Observatory of Economic Complexity (OEC). (2025). Leather articles (HS-42) — Global trade overview. https://oec.world/en/profile/hs/leather-articles. Erişim tarihi: 01.10.25.

Okonkwo, U. (2007). Luxury fashion branding: Trends, tactics, techniques. *Palgrave Macmillan.* New York. 332 p.

PwC. (2025a) 1. Global consumer insights survey 2023: Turkish market highlights. PwC Türkiye. https://www.pwc.com/gx/en/industries/consumer-markets/consumer-insights-survey.html Erişim tarihi: 05.10.25.

PwC. (2025b) 2. PwC's voice of the global consumer insights survey 2024. PwC Türkiye. Erişim tarihi: 01.10.25.

Ticaret Bakanlığı. (2025). Deri ve deri mamulleri sektör raporu 2022. Ankara: T.C. Ticaret Bakanlığı. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Deri%20ve%20Deri%20Mamulleri%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202022.pdf. Erişim tarihi: 05.10.25.

Turquality. (2025). Marka ve Turquality desteği. T.C. Ticaret Bakanlığı. https://ticaret.gov.tr/destekler/ihracat-destekleri/5973-sayili-ihracat-destekleri-hakkinda-karara-iliskin-genelgeler/marka-ve-turquality-destegi Erişim tarihi: 01.10.25.

Veblen, T. (2007). The theory of the leisure class. Oxford University Press. (Original work published 1899). New York. 304 p.

Vogue Business (2025). Brands wake up to the destructive impact of leather production Deforestation-free leather: Industry initiatives by Bella Webb. https://www.voguebusiness.com/sustainability/brands-wake-up-to-the-destructive-impact-of-leather-production-kering-tapestry-capri-textile-exchange. Erişim tarihi: 06.10.25.

Wang (2022). A conceptual framework of contemporary luxury consumption. *International journal of research in marketing.* Vol. 39 (3). 788-803.

GÖRSEL KAYNAKLAR

URL 1. Turquality Logosu https://www.kapasiteraporu.com/turquality/

URL 2. AYMOD Uluslararası Ayakkabı Moda Fuarı 2026 Afişi https://www.aymod.com/tr/

Bölüm
4

AYAKKABI SAYA MALZEMELERİNDE DÖNGÜSEL DÖNÜŞÜM VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAKLAŞIMLAR

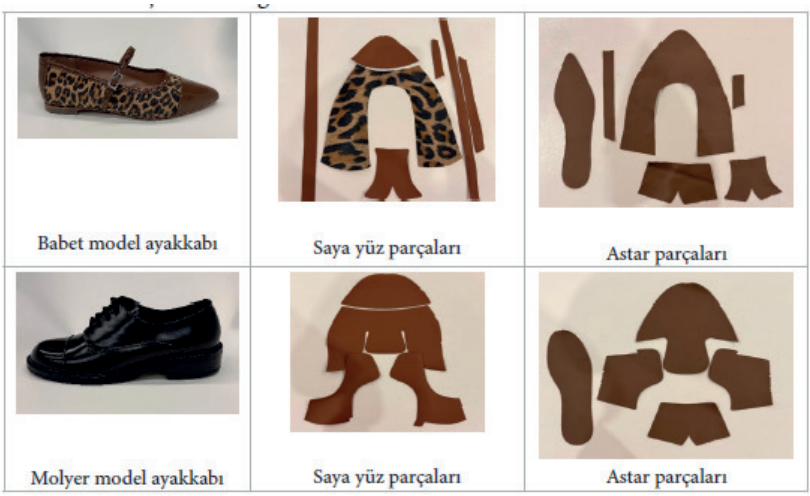
Serap KOCABIYIK ÇAŞKURLU[1]
Betül KIR[2]

1 Dr.Öğr.Üyesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, TBMYO, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, İstanbul, Türkiye
https://orcid.org/0000-0002-4103-3314, serap.kocabiyik@iuc.edu.tr
2 Öğr.Gör., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, TBMYO, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, İstanbul, Türkiye
https://orcid.org/0000-0002-6223-3665, betul.kir@iuc.edu.tr

1.GİRİŞ

Ayakkabı, farklı malzemelerin bir araya gelmesiyle üretilen çok bileşenli bir üründür. İnsanlık tarihi boyunca ayakları dış etkenlerden koruma amacıyla kullanılan ayakkabı, zamanla toplumsal statüyü ve estetik beğeniyi yansıtan bir nesne hâline gelmiştir. İlk ayakkabı örneklerinde hayvan derisi ve basit dokumalar gibi doğal malzemeler kullanılırken, gelişen üretim teknikleriyle birlikte sayanın yapımında çeşitlilik artmıştır. Özellikle deri işçiliğinin gelişimi, sayanın ayakkabı tasarımında temel belirleyici öğe hâline gelmesini sağlamıştır.

Günümüzde üretim, hem geleneksel yöntemlerle el işçiliğine dayalı olarak hem de modern makineler kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Cojocaru, 2018). Üretim süreci tasarım, model hazırlığı (stampa çıkartma), saya kesim ve dikim, montaj, taban birleştirme ve finisaj aşamalarından oluşmaktadır. Ayakkabı temel olarak ayağın üstünü saran saya ve yer ile temas sağlayan tabandan meydana gelmektedir. Saya; yüz ve astardan oluşmakta olup, ayakkabı modeline bağlı olarak gamba, maskaret, ayna, bağcık yatağı, dil, fileto ve çoraplık gibi alt parçalardan meydana gelebilir. Bu parçaların biçimi ve işlevi modele göre farklılık göstermektedir. Estetik görünümün yanı sıra ayağı dış etkenlere karşı koruma işlevi de sağlayan saya, ayakkabının en belirleyici bileşenlerinden biridir. Tarihsel süreçte tamamen el işçiliğiyle hazırlanan saya, günümüzde modern üretimde dikiş makineleri aracılığıyla dikilmektedir. Kullanılan malzemeler de çeşitlenmiş; doğal deri, suni deri, mikrofiberler ve tekstil tabanlı yüzeyler üretimde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca aplike, tel sarma ve nakış gibi süsleme teknikleri çoğunlukla sayanın üzerine uygulanarak ayakkabıya estetik değer katmaktadır. Kadın babet ve erkek molyer model ayakkabıların saya yüz ve astar parçaları örnek olarak Şekil 1.1'de görülmektedir.



Şekil 1.1. Babet ve molyer ayakkabı modellerinin saya yüz ve astar parçaları

Saya malzemeleri, ayakkabının genel dayanıklılığını belirleyen temel bileşenlerden biridir (Meyer, Dietrich, Schulz, & Mondschein, 2021). Ayakkabı saya malzemesi olarak büyükbaş ve küçükbaş hayvan derileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Fantezi ayakkabı sayalarında egzotik deri tercih edilmektedir. Teknolojinin gelişmesi ve çevre bilinci ile günümüzde ayakkabı üretiminde kullanılan malzemelerin çeşitliliği artmıştır. Ayakkabı üretiminde kullanılan malzemeler, dayanıklılık, işlevsellik, estetik kaygılar ve çevresel sürdürülebilirlik gibi çeşitli faktörler doğrultusunda seçilmektedir. Tekstil malzemeleri, sürdürülebilir malzemeler ayakkabı saya malzemesi olarak kullanılan malzemeler arasındadır.

1.1. Doğal Deriler

Arkeolojik bulgular, ayakkabı malzemelerinin büyük ölçüde sığır, koyun, keçi ve at derilerinden üretildiğini ortaya koymaktadır (Schröder, Wagner, Wutke, & Zhang, 2016). Bu durum, deri endüstrisinin temelini oluşturan dericiliğin, esasen besin kaynağı olarak yetiştirilen hayvanlara dayandığını göstermektedir. Geleneksel üretimde en yaygın kullanılan saya malzemesi olan deri, esneklik ve sağlamlık özellikleri sayesinde uzun ömürlü kullanım olanağı sağlamaktadır. Deri, doğal yapısı itibariyle hava geçirgenliği sağlayarak ayak sağlığı açısından önemli bir avantaj sunarken, aşınmaya karşı gösterdiği yüksek direnç nedeniyle de tercih edilmektedir (Kır & Çaşkurlu, 2024). Ayakkabı üretiminde kullanılan deri türleri, dayanıklılık, esneklik, su geçirmezlik ve estetik gibi kriterlere göre belirlenmekte ve sektörde farklı malzeme ihtiyaçlarını karşılamak üzere geniş bir çeşitlilik sunmaktadır.

Ayakkabı üretiminde yaygın olarak büyükbaş ve küçükbaş hayvan derileri kullanılmaktadır. Büyükbaş hayvan derileri arasında sığır, dana, manda, malak, at ve deve derileri yer almaktadır. Özellikle sığır derisi, sağlamlığı ve üretime uygun kalınlığı nedeniyle ayakkabı sektöründe yaygın olarak tercih edilmektedir. İlk çağlardan günümüze kadar kullanılan deri, bozulmadan korunabilen bir forma dönüştürülmesi nedeniyle değerli bir zanaat alanı olarak kabul edilmektedir. İlk insanlar, avladıkları hayvanların derilerinin ve postlarının kendileri için etkili bir koruma sağladığını fark etmiş; bu sayede deri ve ağaçtan sonra yaşamlarını sürdürebilmek için başvurdukları en önemli doğal kaynaklardan biri hâline gelmiştir (Gökçesu, 2002).

Ham derilerin büyük bir bölümü, insanların temel besin ihtiyacını karşılamak amacıyla yetiştirilen hayvanların kesimi sonrasında, yan ürün olarak elde edilmektedir. Küresel ölçekte deri üretimi, sığır (%69) ve koyun (%13), keçi (%11) domuz (%6) ve %1 sürüngen, balık ve kuş gibi hayvanların derilerinden üretilmektedir (Kılınç, 2025). Ham deri üretiminin hayvancılığa bağlı olması hayvancılıkla ilgili gelişmelerin deri sektörünü doğrudan etkilemesine neden olmaktadır.

Ham derinin fiziksel özellikleri, hayvanın anatomik yapısına bağlı olarak bölgeler arasında belirgin farklılıklar göstermektedir. Deri işleme ve özellikle ayakkabı üretiminde, bu bölgeler arası kalite farkı dikkate alınarak uygun yerleşim ve kullanım stratejileri geliştirilmektedir. İşlenmiş bir derinin lif yoğunluğu ve mekanik özellikleri açısından sıralanması sırt, omuz, ön kol, arka kol, boyun ve karın bölgesi şeklindedir (Varghese, Jawahar, & Prince, 2024). Derinin en kaliteli kısmı olan sırt bölgesi işlenme sonrası formunu uzun süre koruyabilme özelliği ile de ön plana çıkmaktadır. Bu bölgede lifler sıkı, düzgün ve homojen bir yapıya sahiptir. Ayakkabının dayanıklılık gerektiren burun, topuk ve dış yüzeyinde kullanılır. Ön ve arka kol bölgeleri, orta kaliteye sahip olup lif yapısı sırt bölgesine göre daha gevşek ve esnektir. Bu nedenle, bu kısımlar ayakkabının hareketli alanları olan yan kısımlar, dil bölgesi ve bilek çevresinde değerlendirilir. Esneklik gerektiren bölgelerde kullanıma uygun olmaları, üretimde fonksiyonel çeşitlilik sağlar. Yan (karın) bölgesi, lif yapısı açısından düzensiz ve gevşek olması nedeniyle dayanıklılık gerektirmeyen parçalarda kullanılmaktadır. Fiziksel gerilim altında kolay deforme olabilme eğilimindedir. Bu bölge, özellikle ayakkabı astarları, dolgu veya dekoratif yüzey altı alanlarında tercih edilmektedir

Deri, öncelikle elde edildiği hayvan türüne göre; ardından uygulanan kimyasal işlemler doğrultusunda kazandığı doku, renk ve form özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır (Özdemir & Kayabaşı , 2007). Bu sınıflandırma, derinin nihai ürüne uygunluğunu belirlemekte; tamamının ya da yalnız belirli bölümlerinin kullanılacağını etkilemektedir. Üretilecek ürünün niteliğine göre farklı deri türleri tercih edilmektedir. Örneğin, kemer yapımında daha sert yapılı deriler tercih edilirken, çanta üretiminde yumuşak dokulu deriler kullanılmaktadır. Ayakkabı üretiminde ise modelin gerektirdiği incelik ve sertliğe göre deri seçimi yapılmaktadır. Deriler, hazırlanış yöntemleri ve yüzey özelliklerine göre özel isimler almaktadır. İnce ve narin yapılı deriler glase ya da süet, parlak yüzeyli deriler rugan, kalın ve dayanıklı olanlar ise vidala olarak adlandırılmaktadır (Kanbay, 1993). Vidala, sığır derilerinin sırça tarafı finisajlı yumuşak tutumlu derilerdir. Yağlı deri (crazy, pull up) cildi mat, kalın derilerdir. Vidalaya göre az su geçirme özelliğine sahiptir. Rugan, büyükbaş ve küçükbaş hayvan derilerinin katran ve bezir yağı ile üst üste cilalanarak kurutulması sonucu elde edilen, parlak ve su geçirmez bir deri türüdür. Vaketa ve vidala deriler ise sert yapıları nedeniyle kışlık bot ve çizmelerde kullanılmaktadır (Teren, 2019). Güderi, yağla sepilenmiş geyik, koyun ya da kuzu derilerinden yapılır; su emici özelliği ile giysi ve eldiven üretiminde tercih edilir (Şekil 1.2).

Şekil 1.2. Sayasında farklı deri çeşitlerinin kullanıldığı ayakkabı örnekleri

Hayvanların derisinden çeşitli işlemlerle elde edilen, doğal kökenli ve organik yapıya sahip bir malzeme olan deri, hayvan postlarının dermis tabakasından üretilen kendine özgü yapı, doku ve kimyasal özellikleriyle dikkat çeker (Kanbay, 1993). Biyolojik olarak deri, organizmayı dış etkilere karşı koruyan ve belirli fizyolojik işlevleri üstlenen canlı bir dokudur. Mikroskobik düzeyde incelendiğinde, büyük oranda kolajen liflerinden oluştuğu gözlemlenir. Bu lifler, genellikle dalgalı, uzun ve kalın demetler şeklinde; birbirine bağlanan, deriye karakteristik esneklik ve dayanıklılık kazandıran karmaşık bir ağ yapısı oluşturmaktadır.

Deri, elde edildiği hayvanın fiziksel boyutlarına bağlı olarak farklı büyüklüklerde tabaka hâlinde bulunur (Thomson, 2006). Derinin büyüklüğü ırkına ve yaşına bağlı olarak 2-5,5 m^2 arasında değişmektedir. Su, yağ, mineral ve tuz gibi bileşenleri bünyesinde barındıran kompleks bir biyolojik yapıdır (Öncü, 1968). Histolojik açıdan değerlendirildiğinde deri; epidermis (üst deri), dermis (corium veya cutis – esas deri) ve hipodermis (subcutis – alt deri) olmak üzere üç ana tabakadan meydana gelir (Thomson, 2006).

Ham deriler, hayvandan yüzüldükten sonra çürümenin önlenmesi ve işlenmeye uygun hale getirilmesi amacıyla çeşitli mekanik ve kimyasal işlemlere tabi tutulur. Deri üretim süreci; temizlik, koruma, işleme ve sonlandırma aşamalarını içeren çok basamaklı bir yapıya sahiptir. Bu süreç temel olarak yumuşatma (rehidrasyon), kıl giderme ve kireçleme, kireç giderme ve sama, yağ alma, piklaj (salamura), tabaklama, nötralizasyon ve retenaj, boyama,

yağlama, kurutma ve bitim işlemleri (finisaj) aşamalarından oluşur (Gülbaş Elmalı & Karakaş, 2017). Tabaklama işlemi ile tanen içeren bitkisel maddelerle (bitkisel tabaklama) veya krom tuzları gibi mineral esaslı maddelerle yapılan mineral tabaklama ile deriye dayanıklılık, esneklik kazandırılır.

Ayakkabılık deri türleri büyükbaş, küçükbaş hayvan derileri, kürklük deriler, egzotik deriler yanı sıra doğal ve sentetik malzemeleri içerir. Hayvan deri işlentisi ile kösele, rugan, süet, nubuk, vaketa, vidala, napa, güderi gibi deri çeşitleri elde edilmektedir. Tilki, sansar, samur, tavşan, sincap, porsuk, karagül, mink, vizon, çinçila gibi hayvan postları kürk yapımında kullanılmaktadır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Ayakkabılık Deri Türleri ve Kullanım Alanları

Deri / Malzeme Türü	**Hayvan / Malzeme Kaynağı**	**Ham Deri Özelliği- Deri Çeşidi**	**Kullanım Alanları**
Büyükbaş hayvan derileri	Sığır, manda, deve, at vb.	Kalın, dayanıklı, geniş yüzey sağlar. Kösele, vaketa, rugan, süet, nubuk vb.	Tabanlık, bot ve çizmelerde saya ve taban
Küçükbaş hayvan derileri	Koyun, keçi	İnce, esnek, yumuşak - Sahtiyan, Meşin, Astarlık, Maroken, Vidala, Napa, Güderi, Süet	Ayakkabı saya malzemesi
Egzotik deriler	Timsah, yılan, devekuşu vb.	Özel desenli, yüksek maliyetli	Lüks ayakkabı sayası ve dekoratif detaylar
Suni deriler (sentetik)	PVC, PU, mikroelyaf	Çeşitli kalınlık ve doku seçenekleri	Ayakkabı çeşitleri (spor ayakkabılar, sandalet, ekonomik ayakkabılar gibi)
Diğer doğal malzemeler	Balık derisi (somon, köpek balığı vb.)	İnce, desenli, çevre dostu	Özel tasarım ve çevre dostu ayakkabı sayası

Deriler, elde edildikleri hayvan türüne bağlı olarak; yüzey yapısı, doku özellikleri, kalınlıkları ve dayanıklılık düzeyleri bakımından önemli ölçüde çeşitlilik göstermektedir. Bu farklılıkların temelini, özellikle kıl köklerinin büyüklüğü, yoğunluğu ve deriye dağılma biçimi oluşturmaktadır. Bu durum derinin karakteristik yüzey dokusunu ve gözenekli-tanecikli görünümünü belirleyici unsurlar arasında yer almaktadır (Neutzlinger, Specialist , & Bacharach, 2012).

1.1.1. Büyükbaş Hayvan Derileri

Sığır çeşitleri (düve, inek, dana, boğa, öküz) ile birlikte manda, at, tay ve deve gibi hayvanların derileri bu sınıfta yer alır. Bu türler içerisinde en yaygın

şekilde yetiştirilen ve derisinden en çok yararlanılan hayvan grubu sığırlardır. Hayvanın ırkı, yaş aralığı ve vücut yapısına bağlı olarak derilerin kalınlık ve dayanıklılığı farklılık göstermektedir. Sığır derileri, kalın ve sağlam yapıları nedeniyle ayakkabı ve saraciye ürünleri için tercih edilmektedir. Sığır derisi özellikle kışlık ayakkabı sayalarında (bot, çizme) ve günlük ayakkabı sayalarında kullanılmaktadır (Şekil 1.3).

Şekil 1.3. Sayası napa deri ayakkabı örnekleri

Deri; tıraşlama ve katmanlara ayırma işlemleri sonrasında giyim ürünlerinde kullanılabilir hâle gelir. Ayrıca, geniş yüzey alanına sahip olması nedeniyle tek bir deriyle bütün bir giysi üretilebilmesi mümkündür. Aynı tabakadan kesilen parçalar sayesinde, elde edilen ürünlerde renk ve doku homojenliği sağlanabilmektedir (Toptaş, 1998).

Sığır napa, yüksek kaliteli ve birinci sınıf bir deri türü olup, düzgün ve yumuşak yapısını krom tabaklama işlemi sayesinde kazanır. Genç hayvan derilerinin krom tabaklama ile işlentisi yapılan nubuk deri, sırça yüzeyi zımparalanmış yumuşak bir dokuya sahiptir. Dana süet, et yüzeyine ince ve hafif parlak zımpara işlemi uygulanmış, yumuşak dokulu ve geniş kullanım alanına sahip bir deri türüdür. Dayanıklılığı nubuk deriye göre azdır. Düve derisi, henüz doğum yapmamış genç dişi sığırlardan elde edilir ve yüksek kaliteli, homojen yapıda, ince kolajen liflerine sahiptir. İnek derileri, genellikle doğum yapmış ve yaş almış dişilerden sağlanır. Bu derilerde, özellikle karın ve yan bölgelerde gebeliğe bağlı olarak gevşeme ve genişleme izleri görüldüğü için kalite düşüşü söz konusudur. Dana derisi, genç yaşta kesilen sığırlardan elde edildiği için daha ince ve daha küçük yüzey alanına sahiptir. . Yüzeyde kıllar kısa, ince ve yumuşak şekilde homojen olarak dağılmıştır (Toptaş, 1998, s. 19). Doğal çevresel faktörlerden daha az etkilenmeleri nedeniyle işlenmeleri kolaydır ve uygulanan kimyasal işlemlerle çeşitli renk ve doku efektleri kazandırılabilir. Dana napa, yüksek kaliteli, kromla tabaklanmış, sık dokulu, yumuşak ve esnek bir deridir. Süt danası ve besi danası olmak üzere ikiye ayrılır: süt danası napası ince gözeneklidir, besi danası napası ise daha kaba sırçalıdır.

Boğa derisi, genellikle bir yaşını geçmiş, damızlık olarak yetiştirilen erkek sığırlardan elde edilir; ancak bu tür derilerin dokusu çoğu zaman daha

düşük kalitededir. Öküz derisi ise kısırlaştırılmış, yetişkin erkek sığırlardan sağlanır; yapısı daha sıkı, lifleri daha ince ve sırça yüzeyi daha düzgündür. Bu yönüyle, boğa derisine göre daha kaliteli bir yapı sunar. Manda derileri, kalın ve sert yapılarıyla dikkat çekerken, düşük yağ oranlarıyla da diğer türlerden ayrılır. Genellikle koyu renkte olan bu deriler, kösele üretimi gibi dayanıklılık gerektiren alanlarda değerlendirilir. At ve tay derileri, kendine özgü parlak kıl yapıları sayesinde deri giysi tasarımlarında sıklıkla tercih edilmektedir. Kıl ve renk dağılımının yüzeye eşit şekilde yayılması, giysi üretiminde estetik çeşitlilik sağlamaktadır. Bu derilerin temin edilmesinin zor ve maliyetli oluşu, onları yalnızca giysinin belirli bölümlerinde kullanılabilir kılmaktadır (Teren, 2019).

1.1.2. Küçükbaş Hayvan Derileri

Küçükbaş hayvan grubu, başta koyun, kuzu, keçi ve oğlak gibi evcil türler ile tilki ve domuz gibi bazı yabani türleri içermektedir. Giysi üretimi açısından özellikle koyun ve kuzu derileri yüksek kullanım potansiyeline sahiptir. Bu deriler, uygulanan kimyasal işlemler aracılığıyla farklı fiziksel ve estetik özellikler kazanabilir. Koyun derisinin yapısı; hayvanın cinsi, yaşı ve yetiştirildiği coğrafi bölge gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Üzerindeki yün ve kıl örtüsünden arındırılarak kullanılabileceği gibi, bu örtünün korunarak da değerlendirilmesi mümkündür.

Keçi ve oğlak derileri giysi üretiminde önemli bir yere sahiptir. Bu tür deriler, süet ve nubuk üretimine uygun yapıları sayesinde tercih edilmektedir. Süet ve nubuk deriler, kısa tüyleri ve yüzey yönlerine göre yapılan birleştirmeleri ile ayırt edilir Keçi derileri, koyun derilerine kıyasla daha yüksek yağ oranına sahiptir. Bu özellikleri sayesinde keçi derileri daha yumuşak ve esnek bir yapı kazanır ve ayakkabılık deri üretimine uygundur (Tozun & Çınar, 2020). Şekil 1.4'te sayası nubuk deriden ayakkabı örnekleri görülmektedir.

Şekil 1.4. Nubuk sayalı örnek ayakkabı modelleri

Kuzu napa, henüz yağlanma göstermemiş bir yaşından küçük koyunlardan elde edilen dayanıklı deri türüdür. Koyun napa, krom tabaklama yön-

temiyle işlenmiş, gevşek sırça yüzeye sahip bir deri türüdür. Hayvan yaşlandıkça deri bağ dokusunda yağlanma artması derinin dayanıklılığını olumsuz etkiler. Genç hayvanlardan elde edilen deriler, bu nedenle daha değerli ve dayanıklıdır.

Keçi derilerinin krom tabaklama ile hazırlanmış, sırça tarafı finisajlı yumuşak tutumlu yüzlük glase deriler özellikle eldiven ve kadın ayakkabılarında kullanılır. Keçi napa, sıkı ve tanecikli sırça yapısı sayesinde dayanıklılığı ve kalıcı formu ile ön plana çıkar. Keçi süetleri, et yüzeyinde yapılan ipeksi zımpara işlemi ile gerçek av hayvanı derisine benzer bir doku kazanır. Damar izleri, bu tür derilerin ayırt edici özelliğidir. Sahtiyan derisi, keçi derisinin bitkisel tanenlerle işlenmesiyle elde edilen yumuşak, ince ve cilalı bir deri türüdür (Tozun & Çınar, 2020). Astarlık deriler, koyun ve keçi derilerinin özel yöntemlerle sepilenip, doğal renklerde boyanarak esnek ve perdahlı hâle getirilmesiyle oluşur.

Domuz derileri, küçükbaş hayvanlardan elde edilen deriler arasında en kalın yapıya sahip olanlardandır. Tıknaz vücut yapısı ve kısa bacakları ile karakterize edilen domuzlar, hızlı gelişim ve üremeleri nedeniyle birçok bölgede yetiştirilebilmektedir. Bu da domuz derilerinin maliyetini düşürmektedir. Kıl köklerinin kalınlığı ve derine işlemiş yapısı nedeniyle et yüzeyinden dahi görünürlük gösterebilirler. Domuz derileri, koyun derilerine göre yaklaşık 1,5 kat daha büyük ebatlara sahiptir. Ayakkabı, çanta, giysi ve mobilya sektöründe hem astarlık hem de yüzlük olarak kullanılmaktadır. Domuz napa, kılların sert yapısı nedeniyle sırça yüzeyde belirgin izler bırakır. Bu izler zımparalanarak temizlenip nubuk olarak kullanılabilir. Domuz süetlerinde ise, kılların oluşturduğu tipik delik izleri belirgin bir şekilde gözlemlenir. Bu derilerin özgül ağırlığı, dana, koyun, keçi ve metis süetlerine göre daha yüksektir. Gözenekli yapıları ve düşük mukavemetleri nedeniyle astar malzemesi olarak tercih edilmektedir.

1.1.3. Kürk Deriler

Hayvanların kıl yapısı, yaşadıkları bölgenin iklim koşulları doğrultusunda farklılık göstermekte, ırksal varyasyonlar ve mevsimsel değişkenlikler de bu yapıyı etkilemektedir. Özellikle kış mevsiminde kıllar daha sık ve yoğun bir yapıya ulaşarak, derinin işlenebilirliğini artıran optimum doku karakteristiği kazandırmaktadır. Bu grupta ortalama 130 cm uzunluğundaki tilkilerin yoğun ve uzun kıllardan oluşan kuyruk kısmı, özellikle lüks giysi üretimi için değerlidir. Tüm dünyada farklı bölgelerde yetiştirilebilen tilkiler, farklı kürk renklerine sahip olabilir (Teren, 2019). Tilki kürkleri, yüzüldükten sonra dikkatli bir şekilde gerilerek yüzey alanı artırılır ve işlenmeye hazır hâle getirilir.

Tavşanlar kürk elde edilen diğer hayvanlar arasında yer alır. Farklı renk seçeneklerine sahip olmalarına rağmen, küçük ebatları nedeniyle genellik-

le birleştirilerek geniş yüzeyler elde edilir. Birleştirme işlemi ile sonrasında oluşan dikiş izleri, özel taraklarla yapılan tarama işlemleriyle giderilir. İşlem sırasında kıl yönünün aynı olması büyük önem taşır (Karaca, 2002). Tavşan kürklerinde sıklıkla uygulanan kıl kısaltma işlemleri hem yüzey bütünlüğünü sağlamak hem de yeni doku görünümler elde etmek amacıyla tercih edilmektedir. Ayakkabı sayasında astar olarak veya saya yüzeyinde dekoratif olarak kullanılmaktadır.

Karagül koyununun doğmamış ya da yeni doğmuş yavrularından elde edilen postlar, karakteristik bukle yapıları ile değer kazanır. Vizon, gri ya da koyu gri tonlardaki kürkü ile bilinirken, vaşak açık kahverengi zemin üzerindeki benekli yapısıyla tanınır (Teren, 2019). Vaşak tüyleri, kış aylarında daha da koyulaşır. Leopar kürkü ise kirli sarı zemin üzerinde siyah benekleriyle dikkat çeker. Yavru leopar kürkleri giyim sektöründe kullanılabilirken, erişkinlerin kalın derileri dikiş açısından uygun değildir.

Samur, sarıya çalan kumral renkte, yumuşak ve ince tüy yapısına sahip değerli bir kürk kaynağıdır. Fok ise, en kaliteli kürkler arasında yer alır. Avustralya'ya özgü kangurular postları ve kül rengi kürkleri nedeniyle değerlendirilir (Açıkel & Alkoç, 2024). Kurt kürkü kahverengi ya da gri tonlarında olabilir. Köstebek kürkleri, özellikle etol ve manto yapımında tercih edilir; gri, beyaz ya da sarımsı tonlara sahiptir. Kokarca kürkü ise dayanıklı, siyahımsı kahverengi tonlarda, sert kıl yapısına sahiptir (Güllüdağ, 2024). Çinçila ve su samuru gibi hayvanların kürkleri sınırlı bulunurlukları ve küçük ebatları nedeniyle nadiren kullanılmaktadır (Gürsoy Naskali, 2019).

1.1.4. Egzotik/Sürüngen Hayvan Derileri

Sürüngenlerden elde edilen deriler, çoğunlukla avcılıkla temin edilen yaban hayvanlarına aittir. Bu hayvanların kolajen lif yapısı, kumaş benzeri homojen bir örülme düzenine sahiptir ve bu durum uzama kabiliyetlerini sınırlamaktadır (Özdemir & Kayabaşı , 2007). Sürüngen derileri genel olarak ince, uzun yapıda olup; timsah, kertenkele ve yılan derileri olarak sınıflandırılır. Krokodil deri, yılan ve kertenkele gibi egzotik hayvan derileri, özel tasarım modellerinde kullanılmakta ve fantezi deri kategorisinde değerlendirilmektedir (Şekil 1.5). Kullanım alanlarının kısıtlı olması ve işlenme süreçlerinin zorluğu nedeniyle, bu deriler yüksek fiyatlarla satılmaktadır. Hatasız, kaliteli deri bulmak oldukça nadirdir. Tabaklama ve bitim işlemleri, diğer hayvan derilerine göre daha karmaşık ve zahmetlidir. Yılan derileri, üst yüzeylerinde yer alan renkli pullar sayesinde doğal ve estetik bir görünüm sunar. Bu deriler son derece yumuşak olmakla birlikte, tabaklama sonrası kırılma, büzülme ve aşınmalara karşı oldukça dirençlidir (Harmancıoğlu & Dikmelik, 1993).

a b

Şekil 1.5. Sayası krokodil (a) ve yılan derisinden (b) üretilmiş ayakkabı örnekleri

1.2. Suni Deriler

Ayakkabı üretiminde kullanılan malzemeler, ürünün fonksiyonelliği, maliyeti ve çevresel etkileri açısından belirleyici unsurlar arasında yer almaktadır. Doğal derinin yüksek maliyeti ve çevresel etkileri nedeniyle, sentetik malzemeler ayakkabı endüstrisinde alternatif çözümler olarak ön plana çıkmıştır (Kır, 2022). Bu bağlamda, poliüretan (PU) ve polivinil klorür (PVC) gibi sentetik malzemeler, maliyet etkinliği, hafiflik ve su geçirmezlik gibi avantajları sayesinde üretim süreçlerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Şekil 1.6'de sayası suni deriden üretilmiş ayakkabı örnekleri görülmektedir.

Şekil 1.6. Suni deri ayakkabı örnekleri (Noa, 2025)

Suni deriler, görünüm itibariyle doğal derileri andıran, genellikle suya karşı dayanıklı yapay ürünlerdir. Piyasada farklı isimlerle satılan suni deriler doğal deriye kıyasla dayanıklılığı azdır. Suni deri üretiminde, doğal deri artıkları, çuha, kağıt benzeri malzemeler, kauçuk ve selüloz asetatı gibi bileşenler kullanılmaktadır (Özdemir & Kayabaşı , 2007). Bu malzeme, PU kaplama, PVC kaplama, flok kaplama (yapay süet), PVC+PU kaplama ve mikro fiber suni deri gibi farklı türlerde üretilebilmektedir.

PU ve PVC bazlı malzemeler, doğal derinin sunduğu estetik ve form kabiliyetine benzer özellikler taşımasına karşın, daha düşük üretim maliyetleri ile seri üretime olanak tanımaktadır. Özellikle ayakkabının saya kısmında, dış yüzey kaplamalarında ve destekleyici bileşenlerinde tercih edilmektedir. Ayrıca termoplastik poliüretan (TPU) gibi yüksek performanslı polimerler, dayanıklılık ve elastikiyet açısından gelişmiş özellikler sunarak, spor ve performans ayakkabılarında işlevsel avantajlar sağlamaktadır.

Sentetik malzemelerin bazı fiziksel ve çevresel sınırlamaları bulunmaktadır. Özellikle nefes alabilirlik kapasitesinin doğal malzemelere kıyasla düşük olması, uzun süreli kullanımlarda ayak konforunu olumsuz etkileyebilmektedir (Thornton, 1964). Ayrıca, bu malzemeler doğada biyolojik olarak çözünmeyen yapıları nedeniyle, çevresel sürdürülebilirlik açısından da eleştirilmekte ve çevre kirliliğine katkısı olmaktadır (Muthu & Li, 2021). Sentetik malzemelerin kullanımında sürdürülebilirlik amacıyla özellikle geri dönüştürülmüş poliüretan, geri dönüştürülmüş polyester ve biyolojik olarak çözünebilen sentetik türevler son yıllarda çevreye duyarlı ayakkabı tasarımlarında ön plana çıkmaktadır. Bu malzemeler, hem üretim maliyetlerini düşürmekte hem de karbon ayak izini azaltarak çevresel etkileri sınırlamaktadır (CTCP Portugal, 2016).

Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, sentetik malzemeler doğal deriye kıyasla çok daha verimli ve düşük maliyetli alternatifler sunmaktadır. Bu nedenle, özellikle kitlesel üretime yönelik endüstriyel uygulamalarda tercih edilmektedir. Ancak, çevresel etkilerin göz ardı edilmemesi, üreticilerin maliyet etkinliği ile çevresel sorumluluk arasında bir denge kurmalarını zorunlu kılmaktadır.

Hafif ve dayanıklı yapılarıyla bilinen polipropilen ve poliamid gibi sentetik astar malzemeler, suya dayanıklılık ve hızlı kuruma özellikleri ile dikkat çekmektedir (Hasan, Tamanna, & Haque, 2022). Özellikle spor ayakkabılarda kullanılan bu malzemeler, aşınmaya karşı dirençli olup uzun ömürlü bir kullanım sunmaktadır.

1.3. Tekstil Malzemeleri

Tekstil malzemeleri, ayakkabı üretiminde saya, astar, mostra, ökçe kaplama, aksesuar, tela, takviye malzemeleri ve etiket yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır (Tatàno, ve diğerleri, 2012). Deri ile karşılaştırıldığında, tekstil bazlı ayakkabılar daha düşük maliyetlidir. Dayanıklılık açısından kullanım ömrü sınırlıdır. Özellikle kuru hava koşullarında kullanıma uygun olan bu ayakkabılar, temizlik ve bakım açısından daha fazla özen gerektirmektedir.

Ayakkabı sayalarında kullanılan tekstil yüzeyleri, dokuma, örme veya nonwoven yapıdadır. Kullanım alanına göre gabardin, saten, file gibi kumaşlar tercih edilmektedir. Triko kumaş, spor ayakkabılar ve günlük yürüyüş

ayakkabılarının saya kısmında yer almakta olup, tek parça hâlinde veya modelin belirli bölgelerinde tercih edilmektedir. Grogen malzemesi, süsleme amaçlı olarak ve spor ayakkabılarda arka fileto parçası için uygundur. Dalgıç kumaş, esnek, dayanıklı ve sıkı dokusu nedeniyle, spor ve günlük ayakkabı modellerinin saya yüzeylerinde kullanılmakta ve genellikle astar gerektirmemektedir. Streç kumaş, hafif ve esnek yapısıyla çizme ve botların konç kısmında yer almakta ve astarsız olarak uygulanmaktadır. Gabardin kumaş, sık dokunmuş yapısıyla günlük ve spor ayakkabıların saya ve mostra üretiminde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Yücel, 2006, s. 534). Doğal tekstil malzemeleri arasında yer alan jüt, ter emme özelliği sayesinde spor ayakkabıların saya astarı ve mostra üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca sandalet tabanlarının kenar kısımlarında aksesuar malzemesi olarak da değerlendirilir. Keçe, ısı yalıtımı sağladığı için kışlık bot, çizme ve terliklerin mostralarında yer almaktadır (Kır & Çaşkurlu, 2024).

Kışlık ayakkabılarda polar ve müflon astar gibi sıcak tutma özelliğine sahip malzemeler kullanılmaktadır. Polar astar, havlu kumaş zeminine uygulanan özel işlemlerle her iki yüzeyi tüylendirilerek yumuşak ve dolgun bir yapıya sahip hâle getirilmekte ve kışlık ayakkabılarda sıcak astar olarak tercih edilmektedir. Müflon astar, genellikle uzun tüylü ve suni yün ya da diğer suni liflerden üretilmekte, bot ve çizmelerde saya astarı olarak, terlik modellerinde ise saya parçası olarak yer almaktadır.

Tekstil bazlı saya malzemeleri arasında anorak kumaşı, spor ayakkabılarda ve kar botlarında saya olarak kullanılırken, ince yapısı nedeniyle sünger takviyesi gerektirmektedir. File kumaş, delikli yapısıyla spor ayakkabılar ve yazlık açık modellerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Saten, ince ve zarif yapısı nedeniyle fantezi ayakkabı ve terliklerin sayalarında tercih edilmektedir. Keten kumaş, yazlık ayakkabılarda saya, saya astarı, aksesuar ve ökçe kaplamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kadife kumaş, özellikle aksesuar, ökçe ve platform kaplamalarında, hazır dantel parçaları ise yazlık ayakkabı tasarımlarında dekoratif bir öğe olarak tercih edilmektedir. Günümüzde, paraşüt kumaşı gibi modern tekstil malzemeleri de ayakkabı üretiminde giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır.

Tekstil malzemeleri, ayakkabı üretiminde hem estetik hem de işlevsellik açısından önemli bir yer tutmaktadır. Kullanım alanları ayakkabının türüne, mevsimsel koşullara ve konfor gereksinimlerine bağlı olarak çeşitlenmektedir (Şekil 1.7).

a

b

c

d

Şekil 1.7. Farklı saya malzemelerinden üretilmiş ayakkabı örnekleri (a-triko kumaş, b- file saya, c- streç bot, d- saten saya)

Doğal astar malzemesi olarak hayvan derileri yanı sıra yün, pamuk gibi doğal içerikli malzemeler de kullanılmaktadır. Doğal elyaflar olan pamuk ve yün, yumuşak dokuları ve sıcak tutma özellikleri sayesinde konfor sağlamaktadır (CTCP Portugal, 2016). Pamuklu astarlar nefes alabilirlik açısından avantaj sunarken, yün astarlar ise soğuk havalarda sıcaklık koruma özelliği nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak, bu malzemeler suya karşı düşük direnç gösterdiğinden, nemli ortamlarda verimlilikleri azalabilmektedir.

Antimikrobiyal özellik kazandırılmış lifler, başta medikal tekstiller olmak üzere, toplu kullanım alanlarında hijyenin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak bu tür liflerin, insan mikrobiyotasında dengesizliklere neden olabileceği, bağışıklık sistemi üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği ve her patojen mikroorganizmaya karşı eşit düzeyde etkili olmayabileceği yönünde bilimsel değerlendirmeler mevcuttur. Bu bağlamda, uzun süreli antimikrobiyal etki sağlayan gümüş iyonu içeren lifler gibi gelişmiş çözümler ön plana çıkarken, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ve ekolojik üretim teknikleri günümüz tekstil endüstrisinin öncelikli hedefleri arasında yer almaktadır (Süpüren, Çay, Kanat, & Tarakçıoğlu, 2006). Son yıllarda, hijyenik ve uzun ömürlü kullanım sağlamak amacıyla antimikrobiyal astar malzemeleri geliştirilmiştir. Bu malzemeler, bakteri ve kötü koku oluşumunu önleyerek ayakkabının iç ortamını daha hijyenik hâle getirmektedir. Nanosilver (gümüş nanoparçacık) kaplamalar**,** antimikrobiyal etkiye sahip yaygın malzemeler arasında yer almakta olup, özellikle spor ayakkabılarında kullanılmaktadır (Baidildayeva, Türkoğlu, Ökeer, & Eraç, 2024). Çizelge 1.2'de doğal ve sentetik tekstil malzemeleri, özellikleri ve kullanım alanı görülmektedir.

Çizelge 1.2. Tekstil Saya Malzemeleri

Malzeme	**Malzeme Çeşidi-İçeriği**	**Kullanım Alanı**	**Temel Özellikler**
Tekstil (Doğal)	Pamuk	Saya astarı	Yumuşak, nefes alabilir, nem çekici
Tekstil (Doğal)	Yün	Kışlık saya astarı	Isı yalıtımı, nefes alabilir
Tekstil (Doğal)	İpek	Lüks saya/astar	Hafif, konforlu, nefes alabilir
Tekstil (Sentetik)	Polyester	Saya dış yüzeyi	Hafif, dayanıklı, nem transferi sağlar
Tekstil (Sentetik)	Naylon	Saya dış yüzeyi	Dayanıklı, hafif, nemi dışarı atar
Tekstil (Sentetik)	Spandeks	Saya içi/konç	Yüksek esneklik, form koruyucu
Tekstil (Karışım)	Pamuk-Polyester	Saya ve astar	Yumuşaklık ve dayanıklılığı birleştirir
Tekstil (Karışım)	Pamuk-Spandeks	Saya içi	Esnek ve rahat yapı
Tekstil (Teknik)	Mesh (File)	Saya yüzeyi	Delikli yapı, yüksek hava geçirgenliği
Tekstil (Teknik)	Örme kumaş	Saya komple	Esnek, ayağı saran yapı
Tekstil (Teknik)	3D Örme	Saya	Şekil hafızalı, destekli bölgeler oluşturulabilir
Tekstil (Teknik)	Nano-kaplamalı	Saya	Su ve leke itici
Tekstil (Teknik)	Geri dönüştürülmüş lifler	Saya	Sürdürülebilir, çevre dostu
Sentetik	TPU	Saya çerçevesi	Destekleyici, hafif ve dayanıklı
Sentetik	EVA köpük	Saya takviye	Hafif, esnek destek sağlar
Sentetik	Sentetik deri (PU)	Saya dışı	Deri görünümlü, düşük maliyetli
Sentetik	Plastik aksamlar	Saya içi destek	Burun ve topuk sabitleme

1.4. Sürdürülebilir Ayakkabı Malzemeleri

Günümüzde çevre bilincinin artmasıyla birlikte, sürdürülebilir malzemelerin kullanımı ayakkabı endüstrisinde önemli bir yer edinmiştir. Geleneksel malzemelerin çevresel etkileri göz önüne alındığında, geri dönüştürülmüş ve ekolojik malzemelerin tercih edilmesi, atık üretiminin azaltılması, enerji tüketiminin minimize edilmesi ve doğal kaynakların korunması gibi sürdürülebilir üretim anlayışları ön plana çıkmaktadır (Muthu & Li , 2021).

Sürdürülebilir ayakkabı malzemeleri, çevre dostu üretim süreçleri ile birleştirildiğinde hem kullanıcı konforunu hem de doğal kaynakların korunmasını desteklemektedir. Bu yenilikler, sürdürülebilir moda anlayışının yay-

gınlaşmasına katkı sağlayarak, gelecekte daha çevre dostu üretim süreçlerine yönelmeyi teşvik etmektedir.

Organik pamuk, kimyasal gübreler ve pestisitler kullanılmadan yetiştirilen tekstil malzemesi olarak ayakkabının sayasında kullanılmaktadır. Hafifliği ve nefes alabilirliği sayesinde konforlu bir kullanım sunan organik pamuk, sürdürülebilir moda anlayışına uygun bir malzeme olarak değerlendirilmektedir (Kalkancı, 2017 , s. 18).

Jüt ve kenevir, su tüketimi açısından düşük seviyelerde yetiştirilebilen ve çevre dostu elyaflar arasında yer alan malzemelerdir. Bu elyaflar, hafiflikleri ve yüksek dayanıklılıkları sayesinde ayakkabı üretiminde tercih edilmekte, özellikle yazlık ayakkabı modellerinde sıklıkla kullanılmaktadır (CTCP Portugal, 2016). Doğal kaynakların verimli kullanımı, enerji tasarrufu ve sürdürülebilirlik gibi faktörler göz önünde bulundurulduğunda, ekolojik olarak parçalanabilen ve geri dönüştürülebilen çok amaçlı bir malzeme olarak kenevir kumaşı öne çıkmaktadır (Grégorio, Lichtfouse, Chanet, & Crini, 2020). Şekil 1.8'de sayasında kenevir kumaş kullanılan ayakkabı örneği görülmektedir (Kır & Çaşkurlu, 2024).

Şekil 1.8. Kenevir sayalı ayakkabı

Soya lifi, ilk olarak 20. yüzyılın ortalarında üretime alınmış**,** ancak düşük mukavemete sahip olması nedeniyle üretim sürecinde çeşitli zorluklarla karşılaşılmıştır**.** Bu durum, soya lifi üretiminin zamanla azalmasına neden olmuştur**.** Bununla birlikte, soya fasulyesinin bol ve ekonomik olarak erişilebilir olması**,** bu liflere olan ilgiyi artırmıştır. Soya lifi, doğal liflerin sahip olduğu yüksek boncuklanma değeri gibi avantajlara ek olarak, sentetik liflerde bulunan alev geciktirici ve anti-ultraviyole özellikleri de bünyesinde barındırmaktadır (Ekinci & Sabır, 2018)**.** Şekil 1.9'da sayasında soya lifi kullanılan ayakkabı örneği görülmektedir.

Şekil 1.9. Sayasında soya lifi kullanılan spor ayakkabı (Kaya, 2025)

Polilaktik Asit (PLA), mısır nişastasından elde edilen biyoplastik bir malzeme olup, biyolojik olarak parçalanabilir özelliği ile çevre dostu bir alternatif sunmaktadır. Hafif ve dayanıklı yapısı nedeniyle ayakkabı üretiminde saya yüz ve astar malzemesi olarak kullanılmaktadır (Üner & Koçak , 2012).

Mantar bazlı kompozit malzemeler, hafifliği ve doğal yapısı sayesinde ayakkabı üretiminde sürdürülebilir bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Ayakkabı saya ve tabanlarında kullanılan mantar kompozitleri, estetik ve işlevsellik açısından önemli avantajlar sağlamaktadır (Elayaraj & Kumar, 2024).

Bambu bazlı tekstil malzemeleri, ayakkabı malzemesi olarak pamuklu kumaşlara güçlü bir alternatif sunmaktadır**.** Nem yönetimi ve hava geçirgenliği gibi üstün hijyenik özelliklere sahip olmaları**,** bu malzemelerin ayak konforunu artırma potansiyelini ortaya koymaktadır. Özellikle çocuk ayakkabılarında kullanım açısından, daha sağlıklı ve esnek bir yapı sunarak konvansiyonel malzemelere kıyasla önemli avantajlar sağlayabilir (Katarzyna, Wioleta , Izabela , & Nataliia, 2019)**.**

Lyocell ve modal ipliklerden üretilen ayakkabı saya malzemeleri**,** çevre dostu, biyolojik olarak parçalanabilir ve sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır. Yüksek hava geçirgenliği, nem yönetimi ve aşınma direnci gibi üstün fiziksel özellikleri sayesinde ticari ayakkabı malzemeleriyle rekabet edebilecek performans sergilemektedir. Ayrıca**,** düşük maliyetli ve konforlu bir seçenek olması**,** bu malzemeleri özellikle günlük ayakkabılar için ideal bir alternatif haline getirmektedir (Hariprriya & Kavitha, 2023)**.**

Elma derisi; elma suyu endüstrisinden elde edilen atıkların geri kazanımı, üretim sürecinde minimum su kullanımı ve çevresel etkilerin en aza indirgenmesi gibi faktörler nedeniyle sürdürülebilir ayakkabı saya malzemesi olarak öne çıkmaktadır. Vegan özellik taşıması sürdürülebilir tekstil ve deri endüstrisi açısından önemli bir avantajdır. Esneklik, yumuşaklık ve yüksek dayanıklılık özelliklerine sahip olan elma derisi, yaklaşık olarak yarı yarıya elma atığı ve poliüretan bileşiminden oluşmaktadır. Üretimde kullanılan poliüretan, su ve toprak pH dengesine zarar vermemekte ve ekolojik sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır. Şekil 1.10-a'da sayasında elma derisi kullanılan ayakkabı örneği görülmektedir.

Su yosunundan üretilen dokuma saya, tamamen yenilenebilir ham maddelerden elde edilmekte ve çevre dostu üretim süreçleriyle üretilmektedir. Biyolojik olarak parçalanabilme özelliğine sahip olan bu malzeme, saya yüzeyine hava geçirgenliği ve pürüzsüzlük kazandırarak konforlu bir kullanım sağlamaktadır (Pandit vd., 2020). Şekil 1.10-b'de sayasında su yosunu ipinden dokunmuş ayakkabı örneği görülmektedir.

Balık derileri: Somon balığı derisi geleneksel malzemelere kıyasla önemli çevresel avantajlar sunan sürdürülebilir bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Rahme, 2021). Bu malzemelerin kullanımıyla üretilen ayakkabılar, yenilenebilir kaynaklardan elde edilmeleri ve geri dönüştürülebilir olmaları nedeniyle çevresel ayak izini önemli ölçüde azaltmaktadır Şekil 1.10-c'de görülen ayakkabı modelinin sayası somon balığı derisinden üretilmiştir.

Balon balıkları, sıra dışı deri yapılarıyla dikkat çekmektedir. Bu balıkların derilerinde, geleneksel pulların yerini almış, mineralize tekil dikenler bulunmaktadır. Deriler geleneksel işlemlerden geçirilerek yumuşatılarak işlenebilmektedir.

a-Saya; elma derisi	b-Saya; su yosunu kumaşlı	c-Saya; somon balığı derisi

Şekil 1.10. Sürdürülebilir malzemeli ayakkabı örnekleri (Kır & Çaşkurlu, 2024)

Bu tür sürdürülebilir malzemelerin kullanımı, deri ve tekstil sanayisinde atıkların yeniden değerlendirilmesini teşvik ederek, kaynak verimliliğini artırmakta ve döngüsel dönüşüm sürecine katkı sağlamaktadır. Böylece, atıktan değere ve markadan sürdürülebilirliğe uzanan çevresel bir üretim anlayışı güçlenmektedir.

Sürdürülebilir ve çevre dostu saya malzemelerinin yanı sıra, ayakkabının formunu ve dayanıklılığını belirleyen takviye bileşenleri de üretim sürecinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

2. SAYA TAKVİYE MALZEMELERİ

Ayakkabı imalatında kullanılan destekleyici malzemeler, ürünün hem fiziksel dayanıklılığını artırmakta hem de kullanıcı deneyimini doğrudan etkileyen önemli bir rol üstlenmektedir. Bu malzemelerin belirli teknik nite-

liklere sahip olması, üretim sürecinin kalitesini ve ürünün ömrünü doğrudan belirleyen bir unsurdur. Destekleyici malzemeler, deri yüzeyinin iç kısmına sorunsuz biçimde adapte olabilmeli ve üretim aşamalarında ihtiyaç duyulan ölçülere kolaylıkla göre kesilip uygulanabilir özellikte olmalıdır. Ayrıca, farklı saya malzemeleri ile uyumlu, ön ısıtma işlemi gerektirmeden kalıp formunu alabilecek düzeyde elastikiyet sergilemelidir.

Ayakkabı tasarımında dayanıklılık, konfor ve estetik gibi unsurların bir arada bulunması, kullanıcı ihtiyaçlarına yanıt verebilecek ürünlerin geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle; sağlamlık, uzun ömürlülük ve koruma gibi teknik nitelikler, moda, hafiflik ve kullanıcı rahatlığı gibi beklentilerle dengelenmelidir. Kullanılan her bir ana veya yardımcı malzemenin, bireysel kullanım koşulları ile uyumlu olması büyük önem taşımaktadır (Kır & Çaşkurlu, 2021).

Takviye malzemeleri, özellikle saya ve taban bölgesinde, ürünün formunun korunmasına yönelik kritik roller üstlenmektedir. Bu malzemeler dıştan görünmese de ayakkabının yapısal stabilitesini belirleyen temel bileşenlerdendir. Fort, bombe, tıranta bandı, takviye bantı, ve tela gibi yardımcı malzemeler, sayaya biçim kazandırmakta ve ürünün genel dayanıklılığını güçlendirmektedir (Latham, 1988). Ayakkabıların dayanıklılığını artırmak amacıyla kullanılan destekleyici malzemeler genellikle topuk, burun ve yan kısımlarda yer almaktadır. Yüksek esneklik sağlayan köpükler ve termoplastik elastomerler, yaygın olarak kullanılan takviye malzemeleri arasında yer almaktadır. Bu malzemeler, özellikle spor ayakkabılarda ve iş güvenliği ayakkabılarında destekleyici bir rol üstlenmektedir (Alemany, 2024). Ayakkabı sayasında kullanılan takviye malzemeleri ve kullanıldığı yer ve özellikleri ile ilgili bilgi Çizelge 2.1 ‘de görülmektedir.

Çizelge 2.1. Sayada kullanılan takviye malzeme çeşitleri

Takviye Türü	**Malzeme**	**Konum**	**Fonksiyon**	**Kullanıldığı Ayakkabı Modelleri**	**Teknik Özellik**
Fort	Termoplastik, selülozik fiber	Topuk	Rijitlik, postüral denge	Güvenlik, spor, klasik	Deformasyon direnci, oturuş dengesi
Bombe	Termoplastik, köpük	Burun	Şekil verme, darbe direnci	Spor, günlük	Isı ile şekil alma, yumuşak yüzey
Takviye bandı	Tela, fitil, ince şerit	Saya çevresi	Dikiş dayanıklılığı	Molyer, bot, çizme	Çekme direnci, yırtılma engelleme
Tela	Sentetik/ pamuk karışımı	Saya içi	Form, düzgünlük	Tüm ayakkabı modelleri	Nem kontrolü, yapısal denge

Ayakkabı montaj işlemleri, hem el işçiliğiyle hem de çeşitli mekanik sistemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Saya montajına geçmeden önceki hazırlık

aşamaları, genellikle regapta olarak adlandırılan bölümde tamamlanır. Bu aşamada ayakkabının saya arka topuk kısmını desteklemek amacıyla fort, ön kısmı için bombe takviye malzemeleri kullanılır (Latham, 1988). Fort ve bombe, ayakkabının formunu koruma ve dayanıklılığını pekiştirme açısından önemli yapısal destek unsurlarıdır. Özellikle bombe, kullanıcı konforunu olumsuz etkilememesi için kalıpla temas eden kalın kısımlarından inceltilerek (tıraşlanarak) şekillendirilir ve saya ile astar arasına uygun biçimde yerleştirilir (Lewin & Bending, 2019).

Bombe türleri, kullanım amaçlarına ve üretim tekniklerine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Ayakkabının burun kısmının şeklini muhafaza ederek yapısal denge sağlayan bu destek elemanları, farklı yapıştırma yöntemleriyle uygulanmaktadır. Isı ile etkinleştirilen yapıştırıcı içeren baskı bombeler yaygın olarak kullanılmaktadır. İnce katmanlı film tipi bombeler, yapışkan maddeyle kaplanmış termoplastik tabakalardan oluşur. Bombe çeşitleri arasında yer alan çelik bombe, yüksek mukavemet gerektiren model tasarımlarında tercih edilir. Özellikle iş güvenliği, bot ve resmi ayakkabı üretiminde kullanılan bombe, ayakkabının burun kısmında yapısal rijitliği artırmak, deformasyona karşı direnç sağlamak ve kullanıcı güvenliğini üst düzeye taşımak amacıyla kullanılmaktadır. Karbon çeliği ya da galvanizli çelik levhaların biçimlendirilmesi ile üretilen çelik bombe, darbe ve sıkışma gibi dışsal kuvvetler karşısında formunu koruyarak ayak parmaklarını mekanik travmalardan korur. Yapısal olarak yüksek sertlik derecesine sahip olan bu bileşenler, ayakkabının burun hattında simetrik formun sürdürülebilirliğini sağlayarak hem estetik hem de işlevsel bir katkı sunar. Uluslararası güvenlik standartlarına uygun olarak üretilen çelik bombeler, EN ISO 20345 gibi normlar kapsamında test edilmektedir (Lewin & Bending, 2019). Termoplastik veya köpük bazlı alternatiflerine kıyasla çok daha rijit ve dayanıklı olan çelik bombeler, özellikle ağır sanayi, inşaat, lojistik ve maden sektöründe çalışan bireylerin maruz kaldığı riskleri azaltmada kritik rol üstlenmektedir (Alemany, 2024).

Fort, ayakkabının arka kısmında, sayanın topuk bölgesine entegre edilen, genellikle termoplastik, selülozik fiber veya benzeri sert malzemelerden imal edilen yapısal destek elemanıdır. Bu bileşen, ayakkabının topuk kısmına rijitlik kazandırarak arka bölgenin formunu korur, topuğun yerleşimini stabilize eder ve kullanıcıya yönelmiş fonksiyonel konfor sağlar (Alemany, 2024). Ergonomik ve biyomekanik açıdan, topuk fortunun rijitlik derecesi ve geometrik formu, ayakkabının arka bölümdeki iç hacmini, oturuş kalitesini ve yürüyüş dinamiklerini doğrudan etkilemektedir. Fort tasarımı ve malzeme seçimi, hem kullanıcı profilinin antropometrik özellikleri hem de ayakkabının kullanım amacı doğrultusunda dikkatle belirlenmelidir.

Ayakkabı üretim sürecinde, saya üzerinde gerçekleştirilen işlemlerin teknik doğrulukla uygulanabilmesi için ara aşamalarda destekleyici uygula-

malardan biri olan takviye bantları, sayanın düzgünlüğünü ve sağlamlığını artırmak adına kritik öneme sahiptir. Ayakkabının montaj sürecine geçmeden önce, sayanın yeterli sağlamlığa ulaşması gereklidir. Takviye bantları; genişliklerine, biçimlerine ve kullanım yerlerine göre farklı türlerde sınıflandırılmaktadır. Kalın yapıda olan bantlar, genellikle saya dikişi sonrasında dikişin esnemesini önlemek amacıyla tercih edilirken; ince şeritler, kıvırma işlemi uygulanacak bölgelere yerleştirilerek kıvrılacak deri parçalarının iç kısmında destekleyici rol oynar. Yuvarlak ve fitil formundaki şeritler modelin tok görünmesini sağlarken montaj aşamasında meydana gelebilecek yırtılmalara karşı direnç oluşturmaktadır. Bu tür bantlar yapıştırıcı ile sabitlenerek uygulanmaktadır.

Saya dikişlerinin dayanıklılığını artırmak ve ürünün uzun ömürlü kullanımını sağlamak amacıyla, deri yüzeyine alttan destek sağlanmakta ve özellikle kapsül barındırmayan tasarımlarda deri yıpranmasının önüne geçilmektedir. Kıvırma işlemlerinin uygulandığı alanlarda sağlamlık artırılarak, çekmeye bağlı yırtılma riski azaltılmakta ve montaj aşamasının güvenliği sağlanmaktadır. Böylece hem yapısal bütünlük korunmakta hem de estetik kalite güvence altına alınmaktadır.

Model özelliklerine göre, ince bantlı saya tasarımlarında estetik görünümün korunması amacıyla takviye uygulamaları dikkatli biçimde gerçekleştirilir. Molyer tipi ayakkabılarda ise bağcık bölgelerinde yırtılma ve deformasyonları engellemek için bantlar destekleyici olarak kullanılır. Saya yüzeyinde gamba uçlarının kaymasını önlemek amacıyla bantlar üstten uygulanarak sabitlenir. Çizme ve bot gibi daha dayanıklı yapılar gerektiren modellerde dikiş bölgeleri, dışsal zorlanmalara karşı takviye edilerek deri esnemesi önlenir. Ayrıca, saya kalıba çekilirken, alt kısımdaki tabanla birleşim bölgesinde yapısal destek sağlanarak montajın mukavemeti artırılır.

Tela gibi malzemeler, şekil verici özelliklerinin yanı sıra çekme, buruşma gibi deformasyonlara karşı koruma sağlar. Derinin yapısal dengesini artırır. Yüzeydeki kalınlık farklılıklarını dengeleyerek su geçirmezlik gibi nitelikleri de destekler. Bu özellikleriyle, tela, takviye bezi ve benzeri malzemeler sadece yardımcı değil, aynı zamanda kaliteyi artırıcı nitelikte temel üretim bileşenleri arasında yer almaktadır (Kır & Çaşkurlu, 2024).

3. SAYA TAMAMLAYICI MALZEMELER ve AKSESUARLAR

Ayakkabı üretiminde estetik ve fonksiyonel gereksinimlere yönelik çeşitli aksesuarların kullanılmaktadır. Ayakkabıların tasarımı, kullanım amacı ve modeline bağlı olarak farklı aksesuarlarla desteklenmektedir (Motawi, 2017). Ayakkabı tasarımında kullanılan aksesuarlar, modelin görsel etkisini artırmak ve estetik bütünlüğünü tamamlamak amacıyla önemli bir rol oynamaktadır. Bu aksesuarlar, genellikle sayanın yüzeyine doğrudan yapıştırılarak veya çeşitli sabitleme yöntemleriyle tutturularak uygulanır.

Ayakkabı aksesuarları, yalnızca fonksiyonel gereksinimleri karşılamak yanı sıra tasarımsal anlamda da önemli bir role sahiptir (Bounds & Feather, 1982). Fermuar, toka, bağcık gibi aksesuarlar ayakkabının estetik değerini artırırken, kullanım konforunu da desteklemektedir (Çizelge 3.1). Teknolojinin ve malzeme biliminin ilerlemesiyle birlikte, bu aksesuarların işlevselliği ve estetik katkıları sürekli olarak geliştirilmektedir.

Çizelge 3.1. Aksesuar tür ve özellikleri

Aksesuar	**Malzeme**	**Konum**	**Fonksiyon**	**Kullanım Alanı**	**Teknik Özellik**
Bağcık	Pamuk, polyester, naylon, polipropilen, lateks	Saya ön yüzeyi	Bağlama, sabitleme, estetik	Spor, klasik, gündelik, çocuk	Yassı ve yuvarlak türleri, esneme direnci, uzunluk çeşitliliği
Fermuar	Metal (pirinç/ alüminyum), plastik (poliamid), tekstil şeritler	Saya yan kısımları / bilek hizası	Açma/ kapama kolaylığı, estetik	Bot, çizme, çocuk, klasik, ortopedik modeller	Metal/plastik diş yapısı, dayanıklılık, hafiflik
Toka	Metal, plastik, deri kaplama	Saya üstü, ayakkabı bağlantı noktaları	Dekoratif ve işlevsel bağlantı elemanı	Klasik ve resmi ayakkabılar	Farklı şekil/renk opsiyonları, görsel çeşitlilik

Ayakkabı bağcıkları, saya yapısında yer alan gambanın ön yüzey parçalarını birbirine sabitlemek amacıyla kullanılan, ip veya şerit biçimindeki işlevsel elemanlardır. Genellikle tekstil ya da sentetik bazlı ipliklerden üretilen bağcıklar, bazı özel modellerde ince deri şeritlerin kesilmesiyle de elde edilebilmektedir. Bağcıklar yalnızca ayakkabının ayağa tam oturmasını sağlamakla kalmaz; aynı zamanda estetik görünümü tamamlayan bir tasarım unsuru olarak da değerlendirilir (Lepi, 2017). Kullanım amacı, ayakkabı tipi ve hedef kullanıcı profiline göre bağcıkların rengi ve uzunluğu değişkenlik gösterir. Bu sayede bağcık, ürünün genel tasarım diliyle görsel ve işlevsel bir uyum içinde olur.

Yapısal olarak bağcıklar yassı ve yuvarlak olmak üzere iki temel türde üretilmektedir. Yassı bağcıklar, geniş yüzey alanı sayesinde daha stabil bir tutuş sağlar ve genellikle spor ya da gündelik ayakkabılarda tercih edilir. Buna karşılık, yuvarlak bağcıklar daha ince yapılıdır ve klasik veya resmi ayakkabı modellerinde kullanılır. Bu bağcıkların uç kısımlarına zaman zaman estetik ve fonksiyonel amaçla aksesuarlar eklenerek geçirme kolaylığı sağlanır ve ürüne stil kazandırılır.

Bağcık üretiminde kullanılan malzemeler arasında pamuk, polyester, naylon, polipropilen ve lateks yer almaktadır. Yassı bağcıklar çoğunlukla pamuk,

polyester veya naylon iplikten üretilirken, yuvarlak bağcıklar için polipropilen ve lateks içeren elastik iplikler tercih edilmektedir. Malzeme seçiminde, bağcığın esneme katsayısı, sürtünme direnci ve kullanım ömrü gibi teknik kriterler belirleyici olmaktadır. Ayrıca, bazı dokuma bağcık türlerinde atkı ve çözgü sıklığı, ürünün esneme oranını doğrudan etkilemektedir. Tasarımsal çeşitliliğin artırılması amacıyla desenli, simli veya iki renkli bağcık türleri de üretilmektedir.

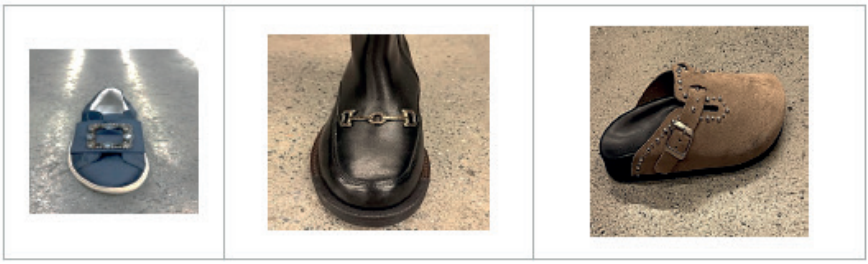
Fermuar**,** karşılıklı olarak yerleştirilmiş iki şerit üzerine sabitlenmiş dişlerin, kayar bir parça (kürsör) aracılığıyla birbirine geçirilmesi ve ayrılması esasına dayalı bir birleştirme sistemidir. Kürsör, hareket ettirildiğinde dişleri birbirine kenetleyerek şeritleri birleştirir; ters yönde hareket ettirildiğinde ise dişleri ayırarak açıklık sağlar. Fermuarlar, ayakkabılarda sıklıkla kullanılan ve kullanım kolaylığı sağlayan önemli aksesuarlar arasında yer almaktadır. Fermuar mekanizması, ayakkabının rahatça giyilip çıkarılmasına olanak tanırken, estetik katkı da sunmaktadır. Metal fermuarlar polyester bazlı fermuarlara göre daha dayanıklıdır. Fermuarların tasarımı, ayakkabının genel estetik algısını şekillendirmekte ve farklı moda anlayışlarına hitap edecek şekilde çeşitlenmektedir. Fermuar; şerit, diş, kürsör, çekme kulbu ile alt ve üst durduruculardan oluşmaktadır (Baharom, Delbressine, Toeters, & Feijs, 2018).

Şeritler, genellikle naylon, polyester veya pamuk gibi tekstil liflerinden üretilmekte olup, esneklik ve dayanıklılık açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Dişler ise uygulama alanına göre farklı malzemelerden imal edilmektedir. Bunlar arasında metal (örneğin pirinç veya alüminyum) ve plastik (özellikle poliamid) öne çıkmaktadır. Metal dişler daha dayanıklı kullanım için tercih edilirken, plastik dişler hafiflik ve üretim kolaylığı sağlamaktadır. Metal dişli fermuarlar; fermuar şeridine sıkıştırılmış metal dişlere sahiptir. Ayakkabıda bot ve kışlık ayakkabı modellerinde kullanılır. Plastik fermuarlar; birbirine kilitlenen şekillendirilmiş plastik dişlere sahiptir ve metal fermuara göre daha hafif olduğu için daha ince derili ayakkabılarda kullanılır. Modele bağlı olarak farklı ayakkabılarda da kullanılmaktadır. Kemik dişli fermuarlar; genellikle mont, kaban, yağmurluk, eşofman gibi giysilerin üretiminde kullanılır. Ayakkabı sektöründe deri ile uyumu olumsuz olduğu için tercih edilmez (SBS Zipper, 2025).

Tokalar, ayakkabı tasarımında hem işlevsel hem de dekoratif bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Özellikle klasik ve resmi ayakkabı modellerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tokaların malzeme ve desen açısından farklı seçenekleri bulunmakta, kişisel zevklere hitap edecek şekilde tasarlanmaktadır. Tarihsel olarak incelendiğinde, Osmanlı ve Avrupa aristokrasisi gibi kültürel yapılarda gösterişli toka tasarımlarının sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Whitehead, 2003).

Tokalar; şekil, boyut, malzeme ve renk bakımından oldukça geniş bir çeşitliliğe sahiptir. Kullanım amacına ve ayakkabının tasarım çizgisine uygun

olarak; büyük ya da küçük ebatlarda, köşeli ya da yuvarlak formda, mat veya parlak yüzeyli tokalar tercih edilebilmektedir (Şekil 3.1). Deri ile kaplanmış, renkli metallerden üretilmiş ya da plastik esaslı tokalar, hem klasik hem de modern modellerde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, dönemin moda anlayışına paralel olarak, saya yüzeyinde **troklu süslemeler** ve **taş detayları** dekoratif aksesuarlar arasında yer almakta; ürünün stil değerini artırmaktadır.



Şekil 3.1. Aksesuarlı ayakkabı örnekleri

4. YARDIMCI SAYA MALZEMELERİ- İPLİKLER VE YAPIŞTIRICILAR

Saya hazırlanmasında ve dikiminde kullanılan malzemeler yapıştırıcılar ve ipliklerdir. İplikler ve yapıştırıcılar, saya üretim sürecinin görünmeyen ancak kritik öneme sahip bileşenleridir. Doğru malzeme seçimi, ayakkabının hem performans hem de estetik bütünlüğünü sağlar. Özellikle sürdürülebilirlik kriterlerinin üretim süreçlerinde giderek daha fazla önem kazanması, yardımcı malzeme tercihlerini de doğrudan etkilemektedir.

Saya üretiminde kullanılan iplikler, saya parçalarının birleştirilmesi yanı sıra ürünün estetik değerini belirleyen önemli detaylardır. Saya bileşenlerinin dikiş yöntemiyle birleştirilmesinde kullanılan ipliklerin türü, mukavemeti, esnekliği ve çevresel koşullara direnci, ayakkabının performansını ve ömrünü doğrudan etkilemektedir. Ayakkabı endüstrisinde yaygın olarak tercih edilen iplik türleri arasında polyester, naylon, pamuk ve yüksek performanslı sentetik elyaflar (örneğin aramid/kevlar) yer almaktadır. Her iplik türü, belirli kullanım amaçlarına yönelik avantaj ve sınırlılıklar taşımaktadır (Akter, Repon, Pranta, & Islam, 2024), (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Sayada kullanılan ip türleri

İplik Türü	Fiziksel Özellikler	Kullanım Alanları
Polyester	Yüksek çekme dayanımı, UV direnci, düşük su emme	Günlük ve spor ayakkabılar
Naylon	Esnek, aşınmaya karşı dirençli, hafif	Outdoor ve iş ayakkabıları
Pamuk	Doğal, nefes alabilir, düşük dayanım	Klasik ayakkabılar
Kevlar®	Yüksek sıcaklık ve darbe direnci	Askeri ve güvenlik ayakkabıları

İpliklerde aranan özellikler arasında, ipliğin çekme kuvveti, dikilebilme özelliği, dikiş sağlamlığı, aşınma dayanımı, uzama ve ısı dayanımı yer almaktadır. İplik kalınlığı saya modeli ve malzemesine göre seçilir. Vidala deri için kalın ip, glase için ise ince kalınlıkta ip tercih edilmektedir. İpliğin rengi saya malzemesine uygun, astar dikiminde malzemenin renginde iplik kullanılırken bazı modellerde saya malzemesi ile iplik rengi farklı olabilmektedir (Kuffon, 2025).

İplik, yalnızca işlevsel değil aynı zamanda tasarımsal bir elemandır. Dikiş renginin saya rengiyle kontrast veya uyumlu seçilmesi, ürünün genel estetik algısını doğrudan etkilemektedir (Tokgöz, 2024). Moda ayakkabılarda kontrast dikiş teknikleri sıklıkla tercih edilirken, klasik ayakkabılarda renk uyumu ön plandadır.

Yapıştırıcılar, saya bileşenlerinin dikişsiz yöntemlerle birleştirilmesini sağlayan kimyasal malzemelerdir. Özellikle deri, suni deri, tekstil ve destek malzemelerinin katmanlar halinde birleştirilmesinde etkin rol oynarlar (Calpena, Arán, M., Palau, & Martínez Sánchez, 2015). Günümüz üretim teknolojilerinde yapıştırıcılar, üretim hızını artırmanın yanı sıra estetik bütünlüğü de korumaya yardımcı olmaktadır (Paiva, Marques, Lucas FM da , Anto´nio, & Ara´n-Ais, 2015).

Ayakkabı üretim sürecinde, saya birleştirme ve taban montajı işlemleri sırasında çeşitli yapıştırıcı türlerinden yararlanılmaktadır (Çizelge 4.2). Bu yapıştırıcılar; polikloropren (neopren) esaslı solvent bazlı sistemler, poliüretan bazlı yapıştırıcılar, su bazlı dispersiyonlar, hot-melt (sıcak eriyik) yapıştırıcılar, doğal kaynaklı (bitkisel) yapıştırıcılar ve lateks bazlı yapıştırıcılar şeklinde sınıflandırılabilir.

Çizelge 4.2. Ayakkabı Üretiminde Kullanılan Yapıştırıcılar ve Özellikleri

Yapıştırıcı Türü	Teknik Özellikler	Avantajlar
Solvent Bazlı	Hızlı kuruma, yüksek yapışma gücü	Yüksek üretim verimliliği
Su Bazlı	Düşük uçucu organik bileşik (VOC) emisyonu, çevre dostu	Sürdürülebilir üretime uygun
Hot-Melt	Isı ile aktive edilir, hızlı yapışma sağlar	Otomatik üretim hatlarına uygun

Su bazlı yapıştırıcılar genellikle saya, taban ve ara bileşenlerin yapıştırılmasında püskürtme yöntemiyle uygulanmaktadır. Poliüretan esaslı yapıştırıcılar ise

çoğunlukla fırça yardımıyla manuel olarak tatbik edilmekte olup, kimyasal içerikleri nedeniyle çevresel ve kişisel sağlık açısından dikkatli kullanılmaları gerekmektedir. Hot-melt yapıştırıcılar, oda sıcaklığında katı halde bulunur; ısıtıldığında sıvı forma geçerek yüzeylere sıcak uygulama yöntemiyle entegre edilir. Yapıştırıcı seçiminde, üretim sürecinin teknik gereklilikleri, uygulanacak malzeme türleri ve sürdürülebilirlik kriterleri belirleyici rol oynamaktadır.

Ayakkabı üretiminde çevre dostu yapıştırıcılara geçiş süreci, sürdürülebilirlik odaklı politikaların bir sonucu olarak hız kazanmıştır. Su bazlı yapıştırıcılar, düşük uçucu organik bileşik (VOC) içermeleri nedeniyle iş güvenliği ve çevre açısından avantaj sağlamaktadır. Ayrıca biyolojik olarak parçalanabilen yapıştırıcılar üzerine yapılan Ar-Ge çalışmaları, sektörde geleceğe yönelik umut vadetmektedir (ISO 14006:2020).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ayakkabı, tarih boyunca işlevselliğin yanı sıra estetik ve statü unsuru olarak önem kazanmış; kullanılan saya malzemeleri ise ayakkabının kimliğini belirleyen en temel bileşenlerden biri olmuştur. Geleneksel el işçiliğinden modern üretim tekniklerine uzanan süreçte saya üretimi büyük bir dönüşüm yaşamıştır. Doğal deri uzun süre başat malzeme konumunu korurken, günümüzde suni deri, mikrofiberler ve tekstil tabanlı yüzeyler üretime dahil olarak malzeme çeşitliliğini artırmıştır. Bu çeşitlilik, tasarım özgürlüğünü geliştirmiş, fonksiyonel özellikler ve maliyetler açısından farklı seçenekler doğurmuştur.

Günümüzde sürdürülebilirlik kaygıları ve çevresel etkiler, saya malzemesi seçiminde temel belirleyici unsurlar hâline gelmektedir. Yenilikçi tekstil yüzeyleri, geri dönüştürülmüş ham maddeler ve ekolojik üretim yöntemleri, gelecekte ayakkabı sektöründe daha geniş bir kullanım alanı bulacaktır. Böylece saya malzemeleri yalnızca estetik ve işlevsel değil, aynı zamanda çevresel ve etik sorumluluk açısından da değerlendirilmektedir.

Öneriler:

✓ Üreticiler, sürdürülebilir ve çevre dostu malzemeleri ürün gamına dahil ederek küresel pazar taleplerine uyum sağlamalı ve marka değerini artırmalıdır.

✓ Üniversiteler ve araştırma kurumları, yeni saya malzemelerinin geliştirilmesi, performans testleri ve sürdürülebilirlik odaklı projelere öncelik vermelidir.

✓ Alan eğitimleri yalnızca estetik ve işlevselliğe değil, aynı zamanda malzeme bilimi, çevresel etkiler ve kullanıcı odaklı tasarım prensiplerine odaklanmalıdır.

Sonuç olarak, ayakkabı saya malzemeleri alanında hem geleneksel bilgi birikiminin korunması hem de modern teknolojilerin sunduğu yeniliklerin benimsenmesi, sektörün sürdürülebilir gelişimi açısından kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda, ayakkabı saya malzemelerinin döngüsel ekonomi ilkeleriyle yeniden tanımlanması, deri ve tekstil endüstrisinde sürdürülebilir dönüşümün anahtarı olacaktır.

KAYNAKÇA

Akter, N., Repon, M., Pranta, A., & Islam, S. (2024). Effect Of Cotton-Polyester Composite Yarn On Thephysico-Mechanical And Comfort Properties Of Woven Fabric. *SPE Polymers*, 557-567.

Alemany, S. (2024). Footwear. *Product fit and sizing*, 339-398.

Baharom, M., Delbressine, F., Toeters, M., & Feijs, L. (2018). The Design Evolution of the Zipper: A Patent Review. *Conference: the 4th International Conference* . Sevilla, Spain.

Baidildayeva, A., Türkoğlu, G., Ökeer, M., & Eraç, B. (2024). Textile-Based Footwear Linings Functionalized with Laurel Oil Microparticles: Antimicrobial Protection. *The 10th International Conference on Advanced Materials and Systems (ICAMS 2024)* (s. 24-29). Bucharest, Romania: Published Online on: Dec 28, 2024 https://doi.org/10.2478/9788367405805-003.

Bounds , P., & Feather, B. (1982). Accessories Make The Difference. *Home Economics Guide University of Missouri, Cooperative Extension Service*, 634.

Calpena, E., Arán, F., M., A., Palau, T., & Martínez Sánchez, M. (2015). Adhesives in the footwear industry. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part L Journal of Materials Design and Applications , 71-79.

Cojocaru, L.-E. (2018). Shoe Making Process: İntegration Between Tradition And İnnovation. Paper Competition on the Technological Innovation in the Leather Machinery Industry.

CTCP Portugal. (2016). *Sustainable Materials and Components for Footwear* . Step to Sustainability Project.

Ekinci, D., & Sabır, E. (2018). Soya ve Pamuk Lifi İçeren Dokusuz Yüzey Kumaşların Hijyen Tekstili Performansının Deneysel İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(4), 165-174. https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.525165

Elayaraj, K., & Kumar, M. (2024). Innovations in Non-Leather Footwear Design and Development. International Journal of Research Publication and Reviews, Vol 5, no 6, pp 5975-5978 June 2024

Gökçesu, Z. (2002). *Deri teknikleri.* İstanbul: Ya-Pa Yayınları.

Grégorio, C., Lichtfouse, E., Chanet, G., & Crini, N. (2020). Traditional and New Applications of Hemp. *Sustainable Agriculture Reviews 42* (s. 37-87). içinde Germany: Springer.

Gülbaş Elmalı, H., & Karakaş, S. (2017). Deri İmalathanelerinde Tabaklama İşlemi Sirasinda Kullanilan Kimyasallarin Deri Yolu İle Temasinda Karşilaşilan Olasi Risklerin İş Sağliği Ve Güvenliği Açisindan Belirlenmesi: Uşak İli Deri (Karma) Organize Sanayide Bir Uygulama. *e-Journal of New World Sciences Academy 12(1)*, s. 37-53.

Haripprriya, S., & Kavitha, D. (2023). Development Of Shoe Upper Wıth Lyocell And

Modal Yarns. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)*, 1-13.

Hasan, M., Tamanna, A., & Haque, M. (2022). Divergence of Upper Materials to Specific Footwear Construction: Seeking a Culture of Sustainable Material Solicitation. *The 9th International Conference on Advanced Materials and Systems*, (s. 475-480, DOI:10.24264/icams-2022.V.1). Bucharest, Romania.

ISO 14006:2020. *Environmental management systems — Guidelines for incorporating ecodesign.* Geneva: International Organization for Standardization.

Kalkancı, M. (2017). Sürdürülebilir Tekstil Üretiminde "Organik Pamuk" ve Önemi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 14-23.

Kanbay, H. (1993). Derinin Öyküsü. *Art Dekorasyon ve Sanat Dergisi (7)*, 82-88.

Katarzyna, Ł., Wioleta , S., Izabela , J., & Nataliia, P. (2019). Examination of Selected Upper Shoe Materials Based on Bamboo Fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 85-90.

Kaya, B. (2025, 06 10). *BantMag.* https://bantmag.com/dergi/no75/surdurulebilir-sneakerin-seyri/ adresinden alındı

Kılınç, K. (2025). Dünyadaki Deri Üretimine Genel Bir Bakış. Teknik Bilimler Dergisi, 15(1), 14-20. https://doi.org/10.35354/tbed.1590771

Kır, B. (2022). *Ülkemiz ayakkabı tasarım ve üretim sektöründe sürdürülebilirlik.* İstanbul: İstanbul Arel Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Moda ve Tekstil Tasarımı Anasanat Dalı.

Kır, B. & Çaşkurlu, S. (2024). Örnek uygulamalarıyla ayakkabı tasarım ve üretiminde sürdürülebilirlik. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi, 14(2), 428-446. https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1298105

Kuffon. (2025, 07 21). https://kuffon.com/turtle-10-numara-renkli-naylon-iplik?srsltid=AfmBOorQsDdAUafvUINk9sFRs7m-veuNSCOvzbIGxr4FkUcb2YCXF-kvS adresinden alındı

Latham, B. (1988). *The Technology of Clothing Manufacture.*

Lepi. (2017). *Lavorazione Calzature.* https://www.impresasicura.org/calzature/completa/media/pdf/LavorazioneCalzature12.pdf adresinden alındı

Lewin, G., & Bending, F. (2019). Makıng. J. Thornton içinde, *Textbook of footwear manufacture.* https://www.thehcc.org/thornton.pdf adresinden alındı.

Meyer, M., Dietrich, S., Schulz, H., & Mondschein, A. (2021). Comparison of the Technical Performance of Leather, Artificial Leather, and Trendy Alternatives. *Coatings*, s. 11, 226. https://doi.org/10.3390/coatings11020226.

Motawi, W. (2017). *Shoe Material Design Guide: The shoe designers complete guide to selecting and specifying footwear materials (How Shoes are Made).* Praxis: Walid Motawi.

Muthu, S., & Li , Y. (2021). Chapter 12 - The environmental impact of footwear and footwear materials. A. Luximon içinde, *Handbook of Footwear Design and Ma-*

nufacture (Second Edition) (s. 305-320). Sawston, Birleşik Krallık: Woodhead Publishing.

Neutzlinger, K., Specialist , M., & Bacharach, J. (2012). *NPS Museum Handbook, Part I.* Preservation: Getting Started, Chapter 3.: https://www.nps.gov/subjects/museums/upload/MHI_Ch3_Preservation_GettingStarted.pdf adresinden alındı

Noa. (2025, 07 20). *Noa Shoes.* https://www.noashoes.com/urun/erkek-ayakkabi-siyah-kahve-lacivert-deri-suni/?v=29b90007cbf9 adresinden alındı

Öncü, C. (1968). Mezbaha mahsulleri teknolojisi 1: dericilik "Temel bilgiler". Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

Özdemir, M., & Kayabaşı , N. (2007). *Geçmişten Günümüze Dericilik.* Ankara: Kültür Ve Turizm Bakanlığı.

Pandit, P., Annaldewar, B., Nautiyal, A., Maiti, S., & Singha, K. (2020). Sustainability in Fashion and Textile. Recycling from Waste in Fashion and Textiles: A Sustainable and Circular Economic Approach (s. 177-198). ABD: Scrivener Publishing LLC.

Paiva, R., Marques, E., Lucas FM da , S., Anto´nio, C., & Ara´n-Ais, F. (2015). Adhesives in the footwear industry. Journal of Materıals Design and Applıcatıons, 5.

Rahme, L. (2021). Fish skin, a sustainable material used from ancient times to today's fashion. roceedings of BICCS 2021 - Biennial International Conference for the Craft Sciences. Special Issue (s. 14-16). İsveç: Camilla Groth, Tina Westerlund, and Gunnar Almevik.

SBS Zipper. (2025, 04 25). https://www.sbs-zipper.com/nylon-zippers/ adresinden alındı

Schröder, O., Wagner, M., Wutke, S., & Zhang, Y. (2016). Ancient DNA identification of domestic animals used for leather objects in Central Asia during the Bronze Age. *The Holocene 26(10)* , s. 1722–1729.

Süpüren, G., Çay, A., Kanat, E., & Tarakçıoğlu, I. (2006). ANTİMİKROBİYAL LİFLER. *Textile and Apparel Cilt 16, Sayı 2*, s. 80 - 89.

Şentürk, F. (2025, 01 05). *Çağlayan Fermuar.* https://www.caglayanaksesuar.com/blog/fermuar-tipleri-nasil-belirlenir-fermuar-hakkinda-hersey.html?srsltid=AfmBOooCvtYiLXgt_jfwKehy7N9ERhfvLcJFrsEj-MZUWxOu0hXklC58 adresinden alındı

Tatàno, F., Acerbi, N., Monterubbiano, C., Pretelli, S., Tombari, L., & Mangani, F. (2012). Shoe manufacturing wastes: Characterisation of properties and recovery options. *Resources, Conservation and Recycling*, 66-75.

Teren, S. (2019). *Deri ürünlerdeki bitim işlemleri ve ayakkabı, saraciye, giysi ürünlerindeki kullanımı.* İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi / Güzel Sanatlar Enstitüsü / Tekstil ve Moda Tasarımı Ana Sanat Dalı / Tekstil ve Moda Tasarımı Sanat Dalı.

Thomson, R. (2006). *The Nature and Properties of Leather, Conservation of Leather and Related Materials.* Routledge, London, New York 1-3.

Thornoton, J. (2009). Textbook of footwear manufacture. https://www.thehcc.org/thornton.pdf adresinden alındı

Thornton, J. (1964). Textbook of footwear manufacture. The National Trade Press.

Tokgöz, S. (2024). İplik Tasarımında İnovasyonun Tekstil ve Moda Tasarımına Katkısı. *Art-e Sanat*, 586 - 604. Cilt: 16 Sayı: 32, 586 - 604, 08.01.2024. https://doi.org/10.21602/sduarte.1366284

Toptaş, A. (1998). *Deride kalite tespiti (tesbiti)* . İstanbul: İstanbul Üniversitesi Dericilik Araştırma Geliştirme ve Eğitim Merkezi, Sade Ofset Matbaacılık.

Tozun, H., & Çınar, N. (2020). Kültürel Miras Bağlaminda Derilerin Fiziksel Özellikleri Ve Ham Derinin İşlenmesi. *Sanat Tarihi Dergisi29/2*, s. 371-397.

Üner , İ., & Koçak , E. (2012). Poli (Laktik Asit)'İn Kullanım Alanları ve NANO Lif Üretimdeki Uygulamaları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 79-88.

Varghese, A., Jawahar, M., & Prince, A. (2024). LeaData a novel reference data of leather images for automatic species identification. *Scientific Reports*, 2045-2322.

Yücel, S., & Tiber, B. (2018). Hazır Giyim Endüstrisinde Sürdürülebilir Moda. Tekstil Ve Mühendis, 1-12.

Whitehead, R. (2003). *Buckles 1250-1800.* Britain: Greenlight. The 18th Century Material Culture Resource Center. adresinden alındı