

ÖRNEK UYGULAMALARIYLA AYAKKABI TASARIM VE ÜRETİMİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK SUSTAINABILITY IN SHOE DESIGN AND PRODUCTION WITH MODEL APPLICATIONS

Betül KIR

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Teknik Bilimler MYO
Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü
betul.kir@iuc.edu.tr
ORCID: 0000-0002-6223-3665

Serap KOCABIYIK ÇAŞKURLU

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Teknik Bilimler MYO
Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü
seko@iuc.edu.tr
ORCID: 0000-0002-4103-3314

ÖZ

Geliş Tarihi:

16.05.2023

Kabul Tarihi:

31.05.2024

Yayın Tarihi:

25.06.2024

Anahtar Kelimeler

Sürdürülebilirlik
Sürdürülebilir
tasarım
Ayakkabı
Ayakkabı tasarımı

Keywords

Sustainability
Sustainable design
Footwear
Footwear design

Küresel ısınma, hava ve su kirliliği, toprak erozyonu, ormanların yok olması, iklim krizi, atıklar ve nüfus artışı etkisiyle üretim ve tüketimin hızlı bir şekilde artış göstermesi dünyanın geleceğini olumsuz etkilemektedir.

Ayakkabı saya ve taban malzemesi olarak kullanılan deri, tekstil ve plastik malzemelerin üretiminden kaynaklanan kirlilik; doğa ile dost, geri dönüştürülebilir malzeme arayış ve araştırmalarını yönlendirmiştir. Çalışma, zorunlu ve yarı dayanıklı tüketim malı olan ayakkabının tasarım aşamasında sürdürülebilirliğin vurgulanması, uygulanma durumunun değerlendirilmesi ve sürdürülebilirliğe örnek çalışma olma amacını taşımaktadır. Araştırma, literatür taraması ve sürdürülebilir malzemelerle üretilen özgün ayakkabı örneklerinin incelenmesi yöntemlerini kapsamaktadır. Sürdürülebilir ayakkabı tasarımında dikkat edilmesi gereken faktörler, sektördeki sürdürülebilir uygulamalar ve örnek tasarımlar, ayakkabı üretiminde sürdürülebilirliğe odaklanarak incelenmiştir.

Çalışmanın bulguları, sürdürülebilir ayakkabı tasarımının çevre dostu malzemelerle mümkün olduğunu ve bu malzemelerin kullanımının tekstil ve deri sektörünün çevresel etkilerini azaltabileceğini ortaya koymaktadır. Ayakkabı üretiminde kaynak kullanımının en aza indirgenmesi, doğru malzeme seçimi ve ürünün uzun ömürlü olması gibi faktörlerin sürdürülebilirlik açısından kritik bir rol oynadığı sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT

The rapid increase in production and consumption with the effect of global warming, air and water pollution, soil erosion, deforestation, climate crisis, waste and population growth adversely affect the future of the world. The pollution caused by the production of leather, textile and plastic materials used as shoe upper and sole materials has led to the search and research for environmentally friendly, recyclable materials. The study aims to emphasize sustainability in the design phase of footwear, which is a compulsory and semi-durable consumer good, to evaluate the implementation status and to be a case study for sustainability. The research covers the methods of literature review and examination of original footwear samples produced with sustainable materials. Factors to be considered in sustainable footwear design, sustainable practices in the industry and designs are examined with a focus on sustainability in footwear production.

The study reveals that sustainable footwear design is possible with environmentally friendly materials and that the use of these materials can reduce the environmental impact of the textile and leather sector. It is concluded that factors such as minimizing resource use in shoe production, proper material selection, and ensuring the longevity of the product play a critical role in sustainability.

DOI: <https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1298105>

Atıf/Cite as: Kır, B., & Kocabıyık-Çaşkurlu, S. (2024). Örnek uygulamalarıyla ayakkabı tasarım ve üretiminde sürdürülebilirlik. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 14(2), 428-446.

Giriş

Doğal kaynakların verimsiz kullanımı ve teknolojik gelişmelerin bilinçsiz uygulamalarıyla çevreye zarar verilmesi sonucunda canlı yaşam alanları kirletilmekte ve yok edilmektedir. Şimdiki zaman, yaşanılmaz hâle gelmekte, gelecek neslin yaşayacağı dünyaya olumsuz koşullar miras bırakılmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramının dünyamızın korunması ve bütün canlılar için yaşanılabilir ortamlar bırakılması bağlamındaki önemi gün geçtikçe meydana çıkmaktadır.

Çevreye olumsuz etkisi büyük olan giyim sektörü; üretim sektörünün hızlı gelişimi, nüfus artışı, moda trendleri, hızlı ve aşırı tüketim sonucu doğayı, çevreyi ve canlı yaşamını zararlı yönde etkilemektedir. Su kullanımında ve çevreyi kirleten sektörler arasında petrolden sonra ikinci sırada moda sektörü yer almaktadır. Dünya genelinde yıllık yaklaşık 92 milyon ton tekstil atığı çıkmaktadır. Hazır giyim ve tekstil sektörü küresel temiz su kirliliğinin yaklaşık %20'sinden ve küresel karbon emisyonunun %10'undan sorumludur (İHKİB, 2021; European Parliament, 2021). Atıkların toplanması, geri dönüşümü, yeni giysiye dönüştürme işlemlerinin yüzdesi çok düşük oranlardadır. Giyim malzemelerinde kullanılan malzemelerin yarısından fazlası plastik içeriklidir. Plastik atık miktarında ambalaj sektöründen sonra tekstil endüstrisi gelmektedir. Okyanus mikroplastik kirliliğinin yaklaşık %9'luk kısmı tekstil ve moda atıklarıdır. Sera gazı emisyonlarının %8'i ayakkabı ve hazır giyim endüstrisinde aittir (TheRoundup, 2023). Çözüm, sürdürülebilirlik kavramının yalnızca sözde kalmayarak tüm sektörlerde uygulamaya geçirilmesinde yatmaktadır.

Sarmaşıklar ve devamında hayvan derileri ile zamanın şartlarına uygun olarak evrilen ayakkabı, sanayi devrimleri ve plastiğin hayatımıza dâhil olması ile çok çeşitli malzemelerin kullanıldığı bir alan hâline gelmiştir. Ayakkabı imalatında gerekli olan malzemelerin üretim süreçlerinde su tüketimi, enerji tüketimi, kullanılan kimyasal maddeler ve emisyon miktarı insan ve çevre sağlığına etkilemektedir. Bu etkilerin oluşumuna sebep olan süreçlerde sürdürülebilirlik boyutları uygulanabilirlik kazanmalı, süreç içerisinde yer edinmelidir.

Ayakkabı sektöründe sürdürülebilirlik, küresel anlamda üretimin çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarıyla optimizasyonunu hedeflemektedir. Ülkelerin iç ve dış pazar arayışları ile rekabet agresif artış göstermektedir. Artan çevresel, sosyal ve ekonomik farkındalıklar, tasarım ve üretim sürecinin de bu hassasiyetlere uyumlaştırılmasını gerektirmektedir. Sektörün üretim kapasitesi ve yerli ham madde imkânı yüksek ihracat getirisi açısından önemlidir. Dünya genelinde beklentileri, ihtiyaçları ve ortak standartları karşılayabilmek yönünden sürdürülebilir tasarım ve üretime uyumlu yapılanma gereklidir.

İnsan ayağının dış ortam etkilerinden korunması için kullanılan ayakkabı; verilmek istenilen imajı güçlendiren, saya ve taban malzemesinden meydana gelen bir ayak giysisidir (Çaşkurlu ve Kır, 2021 s.222). Ayak yapısına uygun, işlevsel, estetik ve moda trendlerine uygun olması ayakkabının öne çıkan özelliklerindedir. Sanayi devrimi, teknolojik gelişme ve yenilikler, yaşanan dönem koşulları ve güncel olayların etkileri ayakkabı üretim malzemelerin çeşitliliğini arttırmıştır. Ayakkabının saya kısmında; büyükbaş ve küçükbaş hayvan derileri, sentetik deri, egzotik deri, tekstil ve plastik malzemeler kullanılmaktadır. Ayakkabı taban malzemesi poliüretan, polivinil klorür, etilen vinil asetat ve benzeri plastik malzemelerden üretilmektedir. Ayakkabının üretim sürecinde genel olarak çözücü bazlı yapıştırıcılar kullanılmaktadır. Su bazlı yapıştırıcı kullanımı ise yaygınlaşmaktadır.

Bu çalışmada, zorunlu ve yarı dayanıklı tüketim malı olan ayakkabının üretim sektöründeki tasarım aşamasında sürdürülebilirliğe dikkat çekmek, uygulanma durumunun değerlendirilmesi, geleceğe ilham vermek ve sürdürülebilirliği teşvik etmek amaçlanmıştır. Ayakkabı tasarım süreci, ayakkabı sektöründe kullanılacak malzemelerin önemi, sektörün sürdürülebilirlik boyutlarına uygulanabilirliği, sürdürülebilir ayakkabı tasarım ve uygulamaları ele alınmıştır. Ayakkabı tasarımı, saya ve taban malzemesi seçimi, malzemelerin kullanım biçimi ve ayakkabı üretiminin belirlenmesinde sürdürülebilirlik yönünden önemli bir başlangıçtır. Çalışmada, çevreye olumsuz etkinin minimize edilmesine örnek olacak malzemelerle yaptığımız ayakkabalara yer verilmiştir.

Ürün Tasarımında Sürdürülebilirlik

Tasarım, Uluslararası Endüstriyel Tasarım Dernekleri Konseyi tarafından, *“nesnelere, süreçlere, hizmetlere ve bunların sistemlerinin çok yönlü niteliklerini bütün yaşam döngüleri içerisinde yerleştirmeyi hedefleyen yaratıcı bir faaliyet”* olarak ifade edilmektedir. Tasarım; yaratıcı ve koordinasyon kuran, sorun çözücü, sistemli bir faaliyet olup çok sayıda değişken ve parametreleri kapsayan, önceden olmayan bir şeyin yaratılmasıdır. Tasarımcının görevleri; toplumun

faidasını gözetme (sosyal ahlak), işlevsel, ekonomik, yapısal ve örgütsel ilişkileri keşfetmek ve değerlendirmek, kültürel farklılıkları desteklemek şeklinde tanımlanmaktadır (Mozota, 2005, s.14-15).

Tasarım süreci, işlevsel, yapısal ve simgesel olgu ve sınırlandırmalar arasındaki bütünlüğü sağlayarak ortaya sanatsal el ürünü çıkaran, yönetim ve yaratım sürecinin bütünü olarak kabul edilmektedir. Tasarımda nokta, çizgi, şekil, düzlem, biçim, leke, hacim, mekân, doku, form, renk elemanları, vurgu, uyum, koram, denge gibi tasarım öğelerinden yararlanılmaktadır (Çaşkurlu, Egharloo ve Kır, 2022 s.848). Tasarım ilkeleri tekrar, ritim, denge, armoni (uyum)-kontrast, vurgu, ölçü, oran ve harekettir. Tasarım öğeleri ile tasarım ilkeleri birbiri ile bağlantılıdır. Tasarım yapılırken bir veya birkaç ilke birlikte kullanılabilir. Ürün tasarım hazırlık sürecinde araştırma yapılır, fikir ve konsept belirlenir, ürünün çözümlenmesi geliştirilir ve ürüne en uygun çözümlenme seçimi yapılır. Tasarımın ürünü ifade etmesinin yanı sıra estetik ve fonksiyonellik gibi özelliklere sahip olması beklenir. Aynı zamanda kullanıma uygunluk, kullanılan malzemelerin dayanım ömrünün uzun olması, verimlilik, maliyet ve benzeri konularda denge sağlamalıdır (Mozota, 2005 s.29).

Önümüzdeki yıllarda, sürdürülebilir bir topluma doğru ilerlerken tüm üretim ve tüketim sisteminin radikal bir şekilde yeniden yönlendirilmesi gerekecektir. Çevre yönetiminde kirlilik kontrolü yaklaşımı, önleyici ve temiz üretim stratejilerine doğru değişim göstermektedir. Sürdürülebilir kalkınma anlayışı beraberinde sürdürülebilir tüketim davranışı da getirmektedir. Sürdürülebilir ihtiyacın karşılanmasında tasarımcıların önemli ölçüde payları bulunmaktadır. Çizim yapan ve model üreten kişi olarak bilinen tasarımcılar, tüketici ile üretici arasında köprü görevi üstlenerek sürdürülebilir ürün geliştirme sürecinde yeterli potansiyele sahip ve aynı zamanda disiplinler arası çalışan bireyler olmalıdır (Vezzoli, 2003, s. 3). Tasarımcıya yol gösterici unsurlar, doğa, bilim, teknoloji ve teknik donanımdır. Sürdürülebilirlik boyutlarını tasarımcılar çalışmalarına yansıtabilme bilincine sahip olmalıdır (Turhan, 2011, s. 130). McDonough, Hannover’de yayınladığı Gezegen Hakları Beyannamesi’nde sürdürülebilir tasarımı “*doğanın gelişen yapısının bir parçası olarak çevreye duyarlı ve sorumlu anlatımın kavranması ve hayata geçmesi*” olarak açıklamaktadır (McDonough, 2000, s. 4). Tasarımcıların sürdürülebilir amaçlara yönelik çalışmalara nasıl uyum sağlayacağını ifade edebilmek için Hannover ilkeleri bir dayanak sağlamaktadır. Hannover sürdürülebilir tasarım prensiplerinde; “insan hakları ve çevre sağlığı hakkında destekleyici rolü bulunmak, doğa ve insan arasındaki dayanışmayı desteklemek, tasarım kararlarının sorumluluğunu benimsemek, uzun ömürlü ürünler sağlanması, atık oranını ortadan kaldırmak, güneş enerjisini bilinçli şekilde kullanmak, tasarımın sınırlarını doğayı dikkate alarak belirlemek, insanlar arasındaki dayanışmayı sağlayarak bilgiyi paylaşmak ve gelişimi sürekli olarak aramak” yer almaktadır.

Sürdürülebilir ürün tasarım ile ilgili kavram ve metotlardan biri olan yeşil tasarımın amacı; atığı kaynağında önleme, daha iyi malzeme yönetimi, ürün performansı, ürünün ömrü ve fonksiyonlardaki kaybı minimize etmektir (Gibbons et al., 1992, s.7). Ürünün yaşam döngüsünde çevresel etkilerin ele alındığı sürdürülebilir düşünce prensibi çevre bilimi ilgili tasarım olarak açıklanmaktadır (Zeren ve Nabıkoğlu, 2009, s.461). Ekolojik tasarımda geri dönüştürülebilirlik, dayanıklılık, yeniden kullanılabilirlik, çevreye zararsız malzeme ve bileşen seçimi, yenilenebilir enerji kullanımı, fazla enerji ve malzeme kullanımının azaltılması ve atık minimizasyonu ön plandadır (Niinimäki, 2009 s.127).

Üretim sürecinde sosyal, ekonomik ve çevresel olarak sürdürülebilirliği hedefleyen X için tasarım, çevre için tasarımda en çok tanınan tasarım anlayışıdır (Clark, Kosoris, Hong ve Crul, 2009 s.412). X için tasarım sürecinde; ürünün üretilebilirliği, montajı, demontajı, çevre etkisi, kalitesi, geri dönüşümü, sürdürülebilirliği, güvenilirliği, lojistiği gibi etkenlere bağlı olarak ürün geliştirme çalışmaları söz konusudur (Güleş, Çağlayan ve Paralı, 2012 s.798). Bu teorilerin dışında mimar McDonough ve kimyager Braungart “beşikten mezara” teorisi ile sürdürülebilirlik adına moda ve tekstil ürünlerinin tekrar kullanımını ifade etmektedir. Yaşam döngüsü analizinde açık döngü analizi de olarak bilinen “beşikten mezara” kavramı, geleneksel ekonomi modeli olarak ham maddelerin elde edilmesi, ürünün üretimi ve kullanımı sonrasında bir atık ortaya çıkmasıdır (Günaydın, 2011, s.36). Buna karşın “beşikten beşiğe” kavramı ile bir işlem süreci sonundaki çıktının atık olmaması ve başka bir süreçte kullanılarak değerlendirilmesi söz konusu olup atık üretiminin sıfıra indirilmesi amaçlanmaktadır (Özsoy, 2018, s.24).

Sürdürülebilir tasarım ilkeleri ve düşünce; tasarımcının, üreticinin ve işverenin çevre hassasiyeti sağlamak için ihtiyaç duyduğu bilginin tamamlanması için yerel ve küreselde evrensel ortak değerler taşımaktadır (Gökşen, Güner ve Koçhan, 2017, s.95). Sürdürülebilir tasarım anlayışı öncelikle endüstriyel tasarım alanında gelişim göstermekte olup günümüzde moda tasarımcıları tarafından da benimsenmektedir (Gwilt, 2014 s.77).

Tasarımcılar, çalışmalarında sürdürülebilirliği bütünleştirebilmek için birçok parametreye başvurmuşlardır. 1976 yılında tüketici atıklarının azaltılması, yok edilmesi ve değerlendirilmesi kapsamında “Kaynakların Korunması ve İyileştirilmesi Hareketi” ile tüketimi azaltma (reduce), yeniden kullanım (reuse) ve geri dönüşüm (recycle) olarak 3R kavramı gündeme gelmiştir (Kurtuldu, 2019 s.982). Çalışmaların geliştirilmesi ile 3R kavramı 6R olarak güncellenmiştir. Üretim için kilit unsur olan sürdürülebilirliğin 6R’si olarak adlandırılan stratejiler tasarımların oluşturulmasında yardımcı konumdadır (Nagalingam, Kuik ve Amer, 2011; Metta ve Badurdeen, 2013,s.439).

6R açılımı ve açıklamaları aşağıda yer almaktadır:

- Azaltma – (Reduce) : Üretim öncesinde, üretim esnasında ve sonrasındaki aşamalarda enerji, ham madde ve benzeri kaynakların minimum seviyede kullanımını açıklamaktadır.
- Yeniden kullanım - (Reuse) : Ürünü devamlı olarak kullanılır durumda bulundurabilmek ve ürün kullanım ömrü sonunda malzemelerinin yeniden kullanımını ifade etmektedir.
- Geri dönüşüm – (Recycle) : Atıkların birer kaynak gibi kullanımınıdır. Metal, polyester, kâğıt gibi malzemelerin geri dönüştürülerek tekrar değerlendirilip üretilmesini sağlamaktır.
- Geri kazan/yeniden üretim – (Remanufacture) : Ürün ömrü dolan malzemelerin tekrar kullanımını sağlayabilmek için ürünü tekrar değerlendirmeyi belirtmektedir.
- İyileştir – (Recover) : Kullanılmayacak durumunda veya deforme olan ürünün parçalarının değerlendirmeye alınmasını sağlamaktadır.
- Yeniden tasarım - (Redesign) : Tasarım sonrasında ortaya çıkan ürünün sürdürülebilir olabilmesi amacıyla tasarım fikirlerinin güncellenmesi sürecini açıklamaktadır.

Sürdürülebilir bir tasarım ve üretim sürecinde göz önünde bulundurulması gereken temel eylemleri aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Ateş, Asma ve Süel, 2020, s.100).

- Üretim sürecinde harcanan su ve su kaynakları en aza indirgenmelidir.
- Üretilen yeni ürünler, deforme olduğunda veya kullanım ömrünü doldurduğunda farklı ürünlere dönüştürülebilir olmalıdır.
- Ürünler uzun süre kullanım imkânına sahip olmalıdır.
- Tüketicilerin talepleri tasarım sürecinde göz önünde bulundurulmalıdır.
- Şeffaf bir üretim ve üretim yönetimi olmalıdır.
- Ürünlerin hakkında tüketicilere tamirat temini sağlanmalıdır.
- Üretimde yerel malzeme ve yerel pazarlar öncelikli olmalıdır.

Tasarım sürecinde ürünün yaşam döngüsü dikkate alınarak, malzeme, üretim, tüketim, satış ve kullanım ömrü sonuna kadar her aşamanın önemli olduğu bilinci ile çalışılmalıdır. Tasarım stratejileri; atıkları en aza indirecek tasarım, uzun ömürlü tasarım, yeniden doğuş için tasarım, hızlı tüketim ihtiyacını azaltmak için tasarım ve yeni teknolojileri dikkate alarak yapılan tasarımdır.

1996 yılından itibaren faaliyet gösteren tekstil çevre tasarım grubu (TED), sürdürülebilir ürün geliştirme ve tasarlama sürecinin yönetilebilmesi adına çeşitli stratejiler araştıran ve bu stratejileri moda ve tekstil tasarımcılarına sunan bir topluluktur. Topluluk moda ve tekstilde sürdürülebilirlik anlayışının benimsenebilmesi için çeşitli kısa eğitimler ve danışmanlıklar vermektedir. Tekstil tasarımcıları ve uygulayıcılarına yönelik olan bu grupta akademisyenler, teknisyenler ve öğrenci grupları yer almaktadır (Earley, Goldsworthy ve Vuletich, 2010, s.9). TED, sürdürülebilir ürün tasarımı sürecinde tasarımcılara yönelik 10 farklı strateji açıklamaktadır;

Atıkları minimum seviyeye indirecek tasarım: Bu strateji, üretim aşamasında ve tüketici kullanım sonrası oluşan atıkları en az seviyeye indirmeyi hedeflemektedir. Geri dönüşümü ve sıfır atık konusunu içermektedir. Tüketici tarafından talep edilmeyecek ürünlerin üretilmesinden kaçınılması gerektiğini ifade etmektedir.

Döngüsellik için tasarım: Geri dönüşüm ve yeniden kullanılabilirlik için yapılan tasarım stratejisidir.

Kimyasal etkileri azaltmak için tasarım: Herhangi bir ürünün çevresel etkilerini minimum seviyeye indirmek amacıyla üretimde uygun malzeme seçimi ve süreçleri ile ilgili stratejidir.

Enerji ve su kullanımını azaltmak için tasarım: Ürün yaşam döngüsünün her aşamasında malzemenin imha edilmesi ve/veya yeniden kullanımını, enerji ve su israfını önleme konusu içermektedir.

Temiz/daha iyi teknolojilerle tasarım: Daha az enerji tüketen ve daha akıllı teknolojilerle üretim sistemlerini hedeflemektedir.

Doğal ve eski yöntemlerden esinlenen tasarım: Geçmişteki uygulamalar ve alışkanlıklarla birlikte doğanın incelenmesi, sürdürülebilir tasarım için ilham verici kaynak olduğu belirtilmektedir.

Etik üretim için tasarım: İşçi haklarını destekleyen, etik üretim açıklayan stratejidir.

Tüketim ihtiyacını azaltmaya yönelik tasarım: Strateji, kullanım ömrü uzun olan ürünler yapmak, talep edilen ürünlerin tasarım ve üretimini içerir. Ortak tasarım ve işbirlikçi tüketim gibi alternatif tasarım ve tüketim biçimlerini araştırmakla ilgilidir.

Kullanımı azaltmaya yönelik sistem ve hizmetleri geliştirmek için tasarım: Tamirat, sistem kiralama, onarım paylaşma gibi ürünlerin desteklenmesi veya yeni sistemler üzerinde çalışılması gerektiğini açıklamaktadır.

Aktivist tasarım: Tasarımcının toplumla birlikte olması anlayışı; tasarımcıların, tüketici toplum, yayınlar, bloglar, sergiler, açık erişimler, konferanslar, sosyal medya ile güncel şekilde bir araya gelerek yeni tasarım sürecine nasıl devam etmesi gerektiğine yön verebilmesini açıklamaktadır (Tunç ve Ceylan, 2021, s.274).

Ayakkabı Tasarımı ve Sürdürülebilirlik

Doğal kaynakların verimsiz kullanımı sonucu çevreye verilen zarar artmaktadır. Kaynakların hızlı tüketilmesi, gelecek nesillerin hayatını idame ettiremeyecek durumdadır. Son yıllarda sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları ile bu konuya farkındalık getirilmiştir. Canlı yaşamının bağlı olduğu hava, su, bitki örtüsü ve doğal kaynakların sonsuz olmaması bilinciyle verimli kullanım öne çıkmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramını anlamının ve uygulamanın yolu doğa ile insan arasındaki dengeyi sağlamaktır. Sürdürülebilirlik yaklaşımında sosyo-ekolojik süreç; yatırımların ve teknolojik gelişmelerin, bireylerin ihtiyaç ve isteklerine bağlı olarak günümüz ve gelecekteki dengenin korunması ve ihtiyaç duyulan ortamlarda değişimin sağlanması ile ifade edilmektedir. Sosyo-ekolojik süreçte temiz üretim yaklaşımı, üretim süresince oluşan atıklar, kullanılan enerji ve suyun en aza indirgenerek çevreye zararın minimize edilmesi olarak açıklanmaktadır. Çevreye zararı minimum olan yüksek verimliliğe sahip, atık veya kirlilik oluşturmayan üretim yaklaşımı ise yeşil üretim yaklaşımıdır. İşletmelerin tasarım ve üretim süreçlerinde stratejik plan oluşturmaları, raporlar, ölçümler ve kontrollerle süreçlerin devamlılığını sağlamaları sürdürülebilirlik açısından önemlidir.

1950'li yıllarda ülkemizde küçük ölçekli bir sektör olan ayakkabı sektörü, günümüzde büyük oranda gelişmiştir (Footwear in Türkiye, 2022). Günümüzde sektörün %15'inden fazlasının gelişimi 1980'li yıllarda büyük çaplı makine yatırımları ile tamamlanmıştır. Ayakkabı üretim sektörünün yaklaşık olarak %50'si İstanbul'da bulunmaktadır. Konya, Gaziantep, İzmir, Ankara, Çorum, Manisa ve Hatay ayakkabı üretiminin yapıldığı diğer önemli şehirler arasındadır. Ülkemizin ayakkabı üretim kapasitesinin %25'i geleneksel atölyeler, %30'u çoklu üretim yapma imkânına sahip orta ölçekli atölyelerdir. Büyük ölçekli firmalar teknolojik ekipmanlara sahip olup seri üretimle sektörün %45'lik payına sahiptir. Ayakkabı sektöründe sezon moda trendi ve hedef kitleye uygun tasarımlar yapılmaktadır. Sektörde moda trendleri ve marka firmaların tasarımlarından esinlenilerek hedef pazara uygun ayakkabılar üretilmektedir. Ülkemizde ayakkabı üretimi yapan firmaların bir kısmı üretimini kendi bünyesinde yapmakta, bir kısmı ise fason olarak yaptırmaktadır.

Tasarım, ayakkabı üretim sürecinin ilk aşaması olarak kabul edilmektedir. Sektörde güçlü bir marka olabilmek ve bu markayı sürdürmek ayakkabı tasarımı ile ilgilidir (Luximon, 2013, s.117). Bir konuda tasarım yapmak için o konuyla ilgili bilgi sahibi olunması gerekir. Ayak yapısı ve biyomekaniği, ayakkabı üretim teknikleri ve üretimde kullanılan malzemeler hakkında bilgi sahibi olmak ayakkabı tasarımında önemli temel noktalar arasındadır. Araştırma, inceleme, geliştirme, gerçekleştirme ve değerlendirme ile nitelendirilen tasarım temel sürecinin ortak amacı, tasarlanan ürünün artan bir çıktıya dönüşümü, döngüsel tasarım sürecinin devamlılığının sağlanması ve koleksiyon hazırlanabilmesidir (AU ve AU, 2018, s.7). Moda trendlerine uygun renk, form, aksesuar ve malzemenin belirlendiği ve hedef pazara yönelik yapılan tasarımlar ilkbahar/yaz, sonbahar/kış sezonlarına uygun olarak üretilmektedir. İşletmelerin genellikle araştırma geliştirme bölümünde ayakkabı tasarımları yapılmaktadır. Ayakkabı tasarımının en önemli unsuru uygun ve doğru malzeme seçimidir (Çaşkurlu ve Kır, 2021, s.228).

Tasarımcı araştırmaları sonucunda başlamış olduğu eskiz çalışmalarında ayakkabının genel formunu ve bileşenleri (saya, taban, i taban) bağıntılı olarak göstermektedir. Tasarım zerindeki dikiş tekniği, kumaş, deri, renk, taban gibi detaylar teknik çizimde yer almaktadır. Tasarıma uygun kalıp, taban, taban astarı, ke ve aksesuarlar belirlenir. Tasarımın prototipi moda trendlerine uygun renkler ile elde veya bilgisayar programlarında oluşturulur. Tasarımların hedef kitle, pazar, moda trendlerine uygun olmasının yanında özgün ve işlevsel olması gerekmektedir (aşkurlu, Egharloo ve Kır, 2022, s.848). Tasarım sürecini oluşturan aşamalar ile tasarımcının bu süreç içerisinde izlediği yol ve yaptığı çalışmalar; pazar araştırması, hedef kitle, konsept araştırması, teknik çizimler, malzeme seçimi, üretim planı ve maliyet olarak açıklanmaktadır.

Ayakkabı, retim aşamasından başlayarak, ürün ömrü sonu ve geri dönüşümüne kadar olan süreçte birçok olumsuz etkiye sebep olmaktadır. Geleneksel yöntemler ile ayakkabı üretiminde deri, tekstil, ahşap gibi malzemeler kullanılırken zamanla plastik ve diğer petrokimyasal malzemelerin kullanımı yaygınlaşmıştır (Republic of Türkiye-Ministry of Trade, 2022, s.2). Üretim aşamasında kullanılan malzemeler ve kimyasal maddeler çevreye ve insan sağlığına olumsuz etki etmektedir (Jacques ve Guimaraes, 2012, s.2114). Kullanılan deri, tekstil, sentetik ve plastik malzemeler başlıca evre kirleticilerdendir. Bu kirletici malzemelerin üretimi sera gazılarının artışına neden olmaktadır. Ayakkabı endüstrisinde kullanılan hayvan derilerinin işlentisi sırasında yüksek oranda su tkutilmekte ve işlenti sırasında kullanılan kimyasallar doğayı olumsuz yönde etkilemektedir. Alternatif bir yöntem olarak bitkisel tabaklama daha evre dostudur ve geri dönüşüm sağlanmaktadır (Ferreira, Freitas ve Almedia, 2010, s.2816).

Ayakkabı retiminde taban, saya ve montaj işlemlerinde kullanılan kimyasal malzemelerin farklı ülke veya şehirden temin edilmesi sonucunda yapılan nakliye işlemleri karbon ayak izine etkilemektedir. Ayakkabı retim sürecinde, örneğin saya hazırlanmasında, kullanılan deri veya tekstil malzemelerin kesim işleminden sonra kalan atıklar genel olarak çöpe atılmaktadır. Üretim süreci boyunca çıkan atıkların ve üretimi biten, çeşitli sebeplerle imha edilmesi gereken ayakkabıların bir kısmı yakma yöntemi ile yok edilmektedir. Atıkların ve kullanım dışı ayakkabıların doğada yok olma sürecinde sera gazı açığa çıkmaktadır. Malzemelerden kaynaklı zehirli kimyasallar evre kirliliğine sebep olmaktadır. evre kirliliği yeraltı ve yerüstü kaynaklarına olumsuz etki etmektedir (aşkurlu ve Kır, 2021, s.225). Ayakkabı endüstrisinde, sanayinin gelişimi, üretim artması israfa da sebep olmaktadır. Bu bağlamda israfın önlenmesi için tasarım ve üretim süreçleri ile atıkların yönetiminde bir dizi değişim olmalıdır.

Malzeme ve süreç seçimi, üretim sırasında enerji tüketiminin yanı sıra üretilen atık miktarını da etkilemektedir. Malzeme seçimi ve yeniden kullanım, enerji, emisyonlar, su tüketime, sosyal sorumluluk gibi çok çeşitli boyutları içeren bir kavram olan sürdürülebilirlik için en önemli adımlardan birisi ürün yaşam döngüsünü dikkate almaktır. rn yaşam döngüsü, tasarım öncesinden kullanım ömrünün sonuna kadar bir ürünün yaşamının her aşamasına eşlik eden tüm süreçler ile evre arasında gerçekleşen işlemleri (girdiler ve çıktılar) ifade etmektedir (Ashton, 2018, s.7).

Ayakkabı imalat sanayi kullandıkları malzemeler ve üretim hacmi ile büyük miktarda atık çıkarmaktadır (Fabio, Nadia, Chiara ve Silvia, 2012, s.70). Dünyada her yıl birkaç milyar çift ayakkabı üretilmektedir. Yaklaşık olarak 65 farklı malzemeden oluşan bir çift spor ayakkabı üretimi için 360'a yakın üretim faaliyet adımı gerekmektedir (Cheah et al, 2012, s.17). Tasarımcıların sürdürülebilir tasarım adına sorumlulukları fazladır (Niinimaki, 2009, s.129). %70 oranında bir ürünün srekliği tasarım ile ilişkilidir. Üretim başlangıcı için kullanılan ham madde, birincil malzemeler ve geri dönüşüm ile elde edilen ikincil malzemeler olarak tanımlanmaktadır (Shoe Source Turkey, 2021).

Malzemelerin geri dönüşümü sürdürülebilirliği sağlamak için önemlidir. Ayakkabı satın alımını en aza indirmek, sürdürülebilir ürün tasarımlarına önem vermek, geri dönüşüme odaklanmak ve konuyla ilgili eğitimler verilmesi sürdürülebilir döngü için gereklidir (Rahimifard ve Clegg, 2007, s.4017). Kimyasal süreçler, su ve elektriğin aşırı kullanımı, emisyonlar ve kullanılan tehlikeli maddeler, ayakkabı sektöründe gerekli ham madde üretiminde önemli çevresel sorunların başlıca sebeplerindedir (Eru, 2018, s.116). Taban retiminde kullanılan lastikler, emisyonu etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Polivinil klorür tabanların yakılarak imha edilmesi sonucunda insan sağlığına olumsuz etkileri olan zehirli gazlar ortaya çıkmaktadır. Tabanların imha edilmesinde sera gazı emisyonlarını etkileyen elektrik tüketime ve yakıt kullanımı bulunmaktadır. Saya dikiş makineleri ve kesim makinelerinin çalıştırılmasında kullanılan elektrik, emisyonları etkileyen bir örnektir.

Karbon ayak izini azaltmak için ayakkabı tasarımcılarının yenilik araştırmaları yapması gerekmektedir (Canals et al, 1998, s.205). Büyük şirketler, çevresel sıkıntılar ve endişeler karşısında çevre dostu ayakkabı geliştirmeye odaklanmışlardır. Yeni sürdürülebilir tasarımlar veya var olanlarını değiştirmeye yönelik girişimler bulunmaktadır. Orta ve küçük şirketler temel olarak daha çevreci ayakkabılar üretmektedir. Çevresel olumsuz etkileri azaltmak için anlaşılır ideal süreç geliştirme, üretim ve tüketimin yeniden yapılandırılmasına odaklanılmalıdır. Sürdürülebilirlik boyutundaki adımlar aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir (İTHİB, 2022):

- Karbon ayak izi analizi ve üretim sırasında oluşan plastik atığın geri dönüşümü
- Atık yönetim planı
- "Beşikten beşiğe" dayalı sürdürülebilir ürün geliştirme
- Tüketim sonrası atık yönetimi
- Yenilenebilir malzemeden ayakkabı geliştirme
- Atıkların kullanımı ile geri dönüşüm

Ayakkabı tasarım ve üretim sürecinde TED stratejilerinin benimsenmesi sektörün ve dolayısıyla dünyanın geleceğine etkisi olumlu yönde olacaktır (Circular Design, 2022):

- Tasarım aşamasında saya ve tabanda kullanılacak malzemelerin ideal miktarda düşünülmesi ve devamında bu malzemelerin atıklarının minimum seviyede çıkmasının sağlanması ile malzemelerin geri dönüşümü veya farklı şekilde değerlendirilmesi mümkün olacaktır.
- Sürdürülebilir ayakkabı tasarımında doğal olarak yenilenebilir veya biyolojik olarak parçalanabilen malzemelerin kullanımı önemli bir seçenektir. Bu şekilde ürünlerin üretim sürecinde kimyasal madde kullanımını azaltan, doğal kaynakları daha az tüketen çevre dostu bir yaklaşım sağlanır.
- Kullanım ömrü biten ayakkabıların tüketicilerden geri talep edilmesiyle, kullanım ömrünü dolduran ürünlerin uygun tekniklerle geri dönüşümü sıfır atık konusunu destekleyecektir.
- Ayakkabı üretiminde kullanılan malzemelerin ileri dönüşüm ve geri dönüşümü ile doğru bir orantıda olduğu düşünülerek farklı bir bakış açısı ile tasarım anlayışı geliştirilmelidir. Üretimde geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülmüş malzemeler kullanımı çevresel atık miktarını azaltır.
- Kullanılan kimyasalların etkilerini azaltmak için ayakkabı üretiminde çevreye en az zararlı etkisi olan malzemeler kullanılmalıdır.
- Taban, deri ve tekstillerin yaşam döngüsünün her aşamasında malzemenin imha edilmesi ve/veya yeniden kullanımında enerji ve su kullanım miktarında minimum seviyeler hedeflenmelidir.
- Güncel teknolojiler takip edilerek, en az enerji tüketimini sağlayan akıllı teknoloji üretim sistemleri hedeflenmelidir.
- Geçmiş dönemin izinde, doğanın incelenmesi ve bu bağlamda doğanın ilham verici ve sürdürülebilirliği kaynak olarak kullanılmalıdır.
- Sektördeki işçi haklarının desteklenmesi, işçilere gerekli eğitimlerin, sosyal olanakların ve motivasyonun sağlanması ile etik üretim anlayışı desteklenmelidir.
- Üretilen ürünün kullanım ömrü en uzun olacak şekilde çalışmalar yapılmalıdır.
- Makinelerin tamiri, sistemin kiralanması, onarımı, paylaşma ile mevcut makinelerin desteklenmesi ve mümkün değilse yeni teçhizat kurulumu gerekir.
- Tasarımcılar, tüketici toplum, yayıncılar, bloglar, sergiler, açık erişimler, konferanslar, sosyal medya ile güncel şekilde bir araya gelerek müşteri taleplerine hizmet edecek yeni tasarımlar geliştirmelidir.

Sürdürülebilir Malzemelerle Ayakkabı Tasarımından Örnekler.

Yenilenebilir ve olumsuz çevresel etkisi en az olan malzemeler, sürdürülebilir malzemelerdir. Üretim sürecinde gerekli olan enerji, su, malzemeler ve kimyasal madde gibi girdilerin en uygun ve en az şekilde kullanımı ürünlerin tasarım aşamasında belirlenebilir. Yeniden kullanılacak ve geri kazanılacak malzemelerle yapılacak tasarımlar sürdürülebilirlik açısından önemli bir konuma sahiptir.

Moda sektöründe, giysi ve giysiyi oluşturan malzemelerin üretimi alanında ekolojik, sürdürülebilir tasarım ve üretimin önemi ve farkındalığı artmaktadır. Alanında öne çıkan marka ve tasarımcılar; üretimde atık kullanımı, geri dönüşüm, sürdürülebilir üretim şekilleri, sosyal açıdan sürdürülebilir üretim yaparak örnek teşkil etmektedir. Stella McCartney sürdürülebilir ve lüks moda dendiğinde akla gelen ilk isimdir. Doğa ve canlılar söz konusu olduğunda etik ilkelere örnek bağlılığının yanı sıra bu konuda teknolojiyi de en ileri seviyede kullanan markaların başında yer almaktadır. 2018 Sonbahar-Kış koleksiyonunda insan sağlığına zarar vermeyen ayakkabılar üretmek amacıyla yapıştırıcı kullanmadan üretilebilecek ayakkabı tasarlamıştır. McCartney ve arkadaşları, ayakkabıyı özel tasarım kancalarla birleştirerek sökülebilir şekilde üretmişlerdir. Ayakkabı, istenildiğinde sökülerek başka malzemelerle tekrar birleştirilebilmektedir. Ayrıca geri dönüştürülmüş plastikler, bitkisel yağlardan üretilen yapıştırıcılar ayakkabı parçalarını birleştirmede kullanılmıştır. Bu yapıştırıcılar güçlü bir yapıştırma için yetersiz olduğunda montajın dikişle desteklendiği açıklanmaktadır. Marka bitki lifleri ve miselyum gibi doğa dostu malzemeleri tercih etmektedir. McCartney, Adidas ve gönüllü kuruluş olan Parley ile okyanuslardan toplanan plastik atıkların geri dönüşümünden elde edilen malzemelerle ayakkabı üretmişlerdir (Şekil 1), (Vogue, 2020; Parley, 2017).



Şekil 1. Geri Dönüştürülmüş Plastik Atıklardan Üretilen Ayakkabı Örneği (Parley, 2017)

Nike, sürdürülebilir malzemeler kullanarak ayakkabı üretimi yanı sıra sürdürülebilir malzemelerden daha sağlam, hafif ve geri dönüştürülebilecek ayakkabı kutuları kullanarak çevresel atık miktarını azaltmaktadır (Eru, 2018 s.177). Reebok markası, sürdürülebilir, doğada biyoçözünürlüğü olan malzemelerle ayakkabı üretmiştir. Pamuk ve ayakkabı tabanında kurutulmuş mısır koçanı kullanmıştır (Şekil 2), (Sıfır Atık, 2018).



Şekil 2. Reebok Marka, Sayısı Pamuk ve Tabanı Mısır Koçanından Ayakkabı (Sıfır Atık, 2018)

Spor giyim markası olan Puma, 2050 hedefleri arasında sentetik deri yerine %100 pamuk kullanımı yer almaktadır (Puma, 2022). Theis ayakkabı markası, zeytin hasat sonrası artıklardan deri üreterek, çocuk ayakkabıları yapmıştır. Yetişkin ayakkabılarında ise yeşil zeytin derisi, kauçuk taban ve sebzeyle tabaklanmış kromsuz astarlar, tabanlar kullanıldığı ifade edilmektedir (Şekil 3a), (Yeşilist, 2018). O2 Monde, ayakkabıların iç tabanlarından yapıştırıcılara ve üst kısımlara kadar her unsurunda en yenilikçi eko-malzeme üreticilerinden alınan sürdürülebilir, bitki bazlı malzemeler kullandığını belirtmektedir (Şekil 3b), (O2 Monde, 2021; Vogue, 2021). Sürdürülebilir malzemelerle üretim örnekleri ve sürdürülebilirlik hedefleri konusunda örnekler çoğaltılabilir. Camper, Rothy's, Timberland, Birkenstock, New Balance, Converse konuyla ilgili örnek çalışmaları ve hedefleri olan markalar arasındadır (Kır, 2022, s.108).



Şekil 3. Bitki Bazlı Malzemelerden Ayakkabı Örnekleri

Markalar, üretim süreci, üretim malzemeleri ve ürünlerin kullanım süreci ve kullanım dışı durumunda olumsuz çevresel etkiyi minimize etmek, tehlikeli kimyasalların salınımını ortadan kaldırmak için tedarikçileriyle birlikte çalışabilecek durumda öncü ve örnek olmalıdır (Greenpeace, 2011).

Çevre Dostu Malzemelerle Sürdürülebilir Ayakkabı Tasarım ve Üretimi: Örnek Uygulama.

Yöntem:

Dünya genelinde sürdürülebilirlik konusunda yapılan çalışmalar yaygınlaşmakta, ülkemizde de tekstil sektöründe bilinçlendirme çalışmaları ön plana çıkmaktadır. Çalışmada, zorunlu ve yarı dayanıklı tüketim malı olan ayakkabının tasarım ve üretim süreçlerinde sürdürülebilirlik uygulamalarını incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, literatür taraması ve sürdürülebilir malzemelerle üretilen özgün ayakkabı örneklerinin incelenmesi yöntemlerini kapsamaktadır. Çalışmanın temel adımları şu şekilde özetlenebilir:

1. **Malzeme Seçimi:** Çevre dostu ve sürdürülebilir malzemelerin araştırılması ve özelliklerinin göz önüne alınmasıyla malzeme seçimi gerçekleştirilmiştir. Saya malzemesi olarak elma derisi, kenevir kumaşı, deniz yosunu ve somon balığı derisi malzemeleri, taban malzemesi olarak ise doğal ve geri dönüşümlü malzemeler, sürdürülebilirlik ana hususu gözetilerek tercih edilmiştir. Elma derisi; Apple Leather Stitch and Trim Ltd.Şti. (İstanbul, Türkiye), kenevir kumaşı; Nilas Ketan (İstanbul, Türkiye), deniz yosunu ipi; SeaCell 500 gram Karsu Tekstil (Kayseri, Türkiye) firmalarından temin edilmiştir. Deniz yosunu ipinin dokuması Erol Önceler Nakış (İstanbul, Türkiye) firması tarafından yapılmıştır. Somon balığı derisi İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Deri Teknolojisi Programı'ndan temin edilmiştir. Taban malzemeleri ise KB Ayakkabı firmasından temin edilmiştir.
2. **Tasarım Aşaması:** Seçilen sürdürülebilir malzemeler kullanılarak özgün ayakkabılar tasarlanmıştır. Bu aşamada ayakkabıların estetiği ve işlevselliği ile birlikte çevresel etkilerine de odaklanılmıştır.
3. **Üretim Süreci:** Tasarımların üretim süreci aşamaları olan malzeme kesimi, dikiş işlemleri, montaj ve finisaj dahil olmak üzere, üretim adımlarında çevresel etki dikkate alınmıştır. Üretim süreci, atık oluşumunun en aza indirilmesi ve solvent bazlı yapıştırıcıların su bazlı alternatiflerle değiştirilmesi dahil olmak üzere çevreye duyarlı teknikleri içermiştir. Tasarımlar için temin edilen malzemelerin üretim sürecinde sürdürülebilirlik hedefleri göz önünde bulundurularak, elma derisinden artan malzeme örgü biçiminde saya malzemesi olarak değerlendirilmiştir. Saya ve montaj işlemlerinde Eco KB Kimyevi Madde İth. İhr. San. Ve Tic. Ltd. Şti. tarafından distribütörlüğü yapılan su bazlı yapıştırıcı kullanılmıştır.
4. **Değerlendirme:** Ayakkabı üretiminde, doğal ve sürdürülebilir elma derisi, kenevir kumaş, deniz yosunu SeaCell ipinden dokunan kumaş ve somon balığı derisinden elde edilen malzemeler saya olarak kullanılmıştır. Taban malzemesi olarak sürdürülebilir olduğu bilinen mantar ve kauçuk kullanılmıştır (Zni & Ar, 2020). Saya dikim işlemi, polyester 60 numara iplik kullanılarak düz dikiş tekniğine göre gerçekleştirilmiştir. Saya ve taban malzemenin montajında su bazlı yapıştırıcı olan Eco KB Primer yüzey hazırlama ve Eco KB Ecostick kullanılmıştır. Saya malzemesi olarak kullanılan malzemelerin

sürdürülebilir olduğu literatürde raporlanmıştır (Palomino & Káradóttir, 2021; Ahmed vd, 2022; Thangavelu & Bala Subramani , 2016).

Sürdürülebilir ayakkabı tasarımının, özellikle çevre dostu malzemelerin kullanımı, atık azaltma stratejilerinin uygulanması ve genel çevresel etkilerle ilgili faydaları bu aşamada tarafımızdan değerlendirilmiştir. Araştırmanın dört iş paketini kapsayan bu metodolojisi, ayakkabı tasarım ve üretimi süreçlerinde sürdürülebilirliğin nasıl entegre edilebileceğine dair değerli bilgiler sunmak ve sektördeki sürdürülebilirlik uygulamalarına ilham vermek amacı taşımaktadır.

Çalışma:

Çalışmada sürdürülebilir, çevre dostu, yenilebilir, geri dönüştürülebilir malzemeler kullanımında malzeme miktarı ve çıkabilecek atık miktarını en aza indirecek, atığın değerlendirilebileceği tasarımlar yapılmıştır.

Elma derisi, elma suyu üretim atıklarından elde edilen geri dönüşümlü malzemedir. Elma derisi ile yapılan çalışmanın üretim aşamasında saya malzemelerinin kesiminden kalacak parçaların kullanılabilirliğine örnek olması amacıyla ayakkabı yüz kısmı örgü şeklinde tasarlanmıştır. Taban olarak doğal kauçuk taban tercih edilmiştir. Tasarlanan ayakkabının yüz ve astar stampaları hazırlanmış ve saya malzemesi kesim ve dikim işlemleri tamamlanmıştır (Şekil 4). Montaj ve finisaj işlemleri ile üretim tamamlanmıştır.

Saya malzemesi kenevir kumaşı, taban olarak kenarları jüt çevrili geri dönüşümlü malzeme kullanılarak üretimi yapılan ayakkabı Şekil 5’de görülmektedir. Saya yüzeyinde, ayakkabı burun ve yan yüzeylere pamuklu ipele kenevir yaprakları işlenmiş ve arka topuk kısmına da eklenmiştir. Tasarımla geçmişten geleceğe kenevirin ekolojik açıdan önemi vurgulanmak istenmiştir.

Şekil 6a’da görülen ayakkabının saya malzemesi deniz yosunundan elde edilmiş tekstil malzemesi ve tabanı mantardır. Deniz yosunundan dokunan tekstil üzerine nakışla yosun işlenmiştir. Astar ve bağcık malzemesi olarak elma derisi kullanılmıştır. Saya malzemesi olarak somon balığı derisi kullanılarak üretilen ayakkabı ise Şekil 6b’de görülmektedir. Küçük boyutlu balık derisi ile parçalı ve/veya renkli tasarımlar yapılabilmektedir (Çaşkurlu ve Kır, 2021, s.228).



Şekil 4. Saya Malzemesi Elma Derisi, Taban Malzemesi Doğal Kauçuk Ayakkabı Çalışması



Şekil 5. Saya Malzemesi Kenevirden Üretilen Tekstil Malzemeli Ayakkabı Çalışması



Şekil 6. Deniz Yosunu ve Somon Balığı Derisi ile Tasarım ve Üretimi Yapılan Ayakkabı Örnekleri

Bulgular:

Bu çalışmanın yürütülmesiyle sürdürülebilir ayakkabı tasarımı ve üretimi alanında uzman uygulamacının perspektifinden önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Araştırılan sürdürülebilir malzemelerin fizibilitesini, ekolojik faydalarını ve olası engellerini belirlemek için kapsamlı bir değerlendirme yapılmış, temel bulgular aşağıda özetlenmiştir:

1. **Sürdürülebilirlik ve Malzemelerin Etkin Kullanımı:** Sürdürülebilirlik ve malzemelerin etkin kullanımı açısından, elma derisi; elma suyu endüstrisinden ve elma liflerinden elde edilen atıkların değerlendirilmesi ile çeşitli kalınlık ve dokularda malzemeler olarak üretilebilmektedir. Elma atıklarının geri dönüşüme kazandırılması, üretiminde kullanılan suyun minimum seviyelerde olması, çevreye verilen zararın en az seviyede olması ve vegan özelliği ile sürdürülebilir ayakkabı saya malzemesi olarak kullanılmaktadır. Esnek, yumuşak ve dayanımı yüksek olan elma derisi yarı yarıya elma atığı ve poliüretan malzemeden meydana gelmektedir. Üretiminde kullanılan poliüretan, su ve toprağın pH değişimine neden olmamaktadır (Apple Leather, 2022).

Kenevir kumaşı; doğal kaynakların verimli kullanılması, enerji tasarrufu, sürdürülebilirlik gibi etkenler göz önünde bulundurularak ekolojik ve biyolojik olarak parçalanabilen, geri dönüşümü yapılabilen çok amaçlı bir malzeme olan kenevir bitkisi tercih edilmektedir (Crini vd, 2020), deniz yosunu dokuma saya; tamamen yenilebilir hammaddelerden ekonomik ve çevre dostu üretim süreçlerinde üretilmektedir. Biyolojik olarak parçalanabilmektedir, saya yüzeyinde hava alabilme ve pürüzsüzlük kazandırma özelliklerine sahiptir (Pandit vd, 2020). Somon balığı derisi, geleneksel olan malzemelere göre önemli çevresel avantajlara sahip, sürdürülebilir malzemelere örnek olarak alınabileceği görülmüştür (Rahme, 2021). Bu malzemelerle yapılan ayakkabı üretimi, yenilenebilir kaynaklardan olması veya geri dönüştürülebilir olması nedeniyle ayakkabıların çevresel ayak izini azalttığı açıktır.

2. **Çevresel Etkinin Azaltılması:** Tasarım ve üretim sürecinde atığın azaltılması ve su bazlı yapıştırıcı kullanımı çevresel ayak izinin önemli ölçüde azaltılmasına yol açarak, bu yaklaşımın sektörde sürdürülebilirlik kriterlerinin geliştirilmesinde kritik yol izleyebileceği görülmüştür. Deri üretiminde ve sentetik malzemelerin üretiminde kullanılan su miktarının tüketilmesi şirketler için maliyeti yükseltmektedir. Doğal kaynakların tükenmesinde ise %2,6 paya sebep olmaktadır (Zavodna vd, 2020).
3. **Kullanıcı Tercihlerinde Sürdürülebilirliğin Artan Önemi:** Araştırmaya dayanarak tüketicilerin ürünlerin sürdürülebilirliğine daha fazla dikkat etmeye başladıkları bir trendde çevre dostu ayakkabılara olan talebin artacağı ve bu durumun da ayakkabı endüstrisinde çevresel açıdan sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesini etkileyeceği tespit edilmiştir. Önde gelen ayakkabı tasarımcıları ve markalarının sürdürülebilirlik politikası anlayışı ile de kullanıcı tercihleri sürdürülebilirlik anlayışına evrildiği görülmektedir. Örnek olarak Stella McCartney 2021 güz öncesi koleksiyonunda, %80 sürdürülebilir malzemeler ile hazırlanmış koleksiyonunda yün, balıkçı ağları, baskı kumaş atıkları ve

fabrika atıklarından tasarımlarının üretimini yapmıştır (Vogue, 2021). Adidas markası, Biofabricate konferansında doğal ipek ile üretilen ayakkabı Futurecraft'ın tanıtımını yapmıştır. Futurecraft, doğal ipliklerin üretiminden meydana getirilmiştir ve geleneksel sentetik elyaflara göre %15 daha hafif ve geri dönüşümünde tamamen biyolojik olarak parçalanabilmektedir (Hydebeast, 2016).

4. **Sürdürülebilir Üretim Tekniklerinin Geliştirilmesi:** Çalışma kapsamında yapılan ayakkabı üretimi süreci ile atıkların en aza indirilmesi, enerji ve su tüketiminin azaltılması gibi sürdürülebilir üretim tekniklerinin uygulanabilirliği, ayakkabı sektöründe çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının benimsenmesini kolaylaştırabilir.

Sonuç

Bu çalışma, sürdürülebilir ayakkabı tasarımının önemini vurgulamak ve çeşitli sürdürülebilir malzemelerin kullanımının bu tasarımlar üzerindeki etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sürdürülebilirlik uygulamalarının yaygınlaştırılması için gerekli bilgi ve stratejilerin geliştirilmesine küçük ölçekli atölye ortamında örnek uygulamalar yaparak katkıda bulunmaya çalışılmıştır.

Ayakkabı saya malzemesi olarak elma derisi, kenevir kumaşı, deniz yosunu ve somon balığı derisi, çevre dostu ve geri dönüşebilir taban malzemeleri, sürdürülebilir ayakkabı üretiminde başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Sürdürülebilir malzemelerin kullanımıyla ekolojik farkındalık artırılarak, doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunmasının önemini vurgulanmaktadır.

Tasarım aşamasından üretim süreci bitimine kadar atık miktarını en aza indirme çabaları, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Çevre dostu ve sürdürülebilir malzemelerin ayakkabı tasarımında kullanımı, atık azaltma ve doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunmaktadır. Çalışma, malzeme kullanımını optimize ederek atık miktarını azaltmaya yönelik tasarımların mümkün olduğunu göstermektedir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar, tasarımcılar ve üreticiler için sürdürülebilir malzemeler ve üretim teknikleri konusunda küçük atölye boyutundan daha kompleks üretim bantlarına kadar yol gösterici kavramsallık içerdiği öngörülebilir. Bu bilgiler, sektördeki sürdürülebilir uygulamaların artırılması ve çevresel ayak izinin azaltılması yönünde önemli bir adım olabilir. Sürdürülebilir ayakkabı tasarım ve üretimi, aynı zamanda tüketicilerin artan çevresel bilincine ve sürdürülebilir ürünlere olan talebine yanıt vermektedir. Bu bulgular ışığında, ayakkabı sektöründe sürdürülebilirlik odaklı stratejilerin benimsenmesi, sadece çevresel değil, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik açısından da fayda sağlayabilecektir. Sürdürülebilir ayakkabı tasarım ve üretimi, markaların pazar konumunu bu alanda farkındalık arttıkça daha da güçlendirebileceği ve üretim sanayinin tüketici tercihlerindeki değişime uyum sağlamalarına olanak tanıyabilir.

Sürdürülebilir malzemelerin kullanımı ve atık azaltma stratejileri, moda ve tekstil sektörünün sürdürülebilirlik açısından daha bilinçli ve sorumlu bir yöne evrilebileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, sürdürülebilir ayakkabı tasarım ve üretiminin teşvik edilmesi, sektördeki çevresel etkilerin azaltılması ve gelecek nesiller için daha yaşanabilir bir dünya bırakılması adına hayati önem taşımaktadır. Dünya genelinde ortak standartlara uygun talep ve ihtiyaçları karşılayabilmek yönünden sürdürülebilir tasarım ve üretime uyumlu yapılanma gereklidir.

Öneriler

- Sürdürülebilir ayakkabı tasarımı alanında araştırmalara önem verilmelidir. Farklı sürdürülebilir malzemelerin kullanımı ve bu malzemelerin performansı hakkında daha fazla bilgi toplanmalı, konu dahilinde makale ve bilgi kaynakları hazırlanarak yaygınlaştırılmalıdır.
- Moda ve tekstil endüstrisi uzmanları, tasarımcılar ve üreticiler arasında sürdürülebilirlik konusunda eğitim ve farkındalık artırma çabaları desteklenmelidir. Sürdürülebilir tasarımın giyim endüstrisinde daha fazla benimsenmesi için eğitim programları geliştirilmelidir.
- Sürdürülebilir ayakkabı ve kullanılan malzemelerin üretiminde çevre dostu üretim süreçleri geliştirilmelidir. Üretici firmaların, su ve enerji tüketimi, karbon ayak izi gibi çevresel etki parametrelerini minimize etmeleri gerekmektedir.
- Atıkların azaltılmasına yönelik, kullanım ömrü sona eren ayakkabıların geri dönüşümü veya yeniden kullanımı teşvik edilmelidir.

- Ayakkabı tasarım ve üretimi sürecinde sürdürülebilirlik kapsamında farkındalığın artırılması ve uygulanabilmesi için alanda öne çıkan markaların örnek olması; iş birliği, sürdürülebilirlik çalışmaları ile ilgili eğitimler verilmesi, devlet teşvik ve desteğinin olması önemli ve gereklidir.

Kaynakça

- Ahmed, A., İslam, M., Mahmud, M., Sarker, D., & İslam, M. (2022). Hemp as a potential raw material toward a sustainable world: A review. *Heliyon Volume 13(8), 1-15 Issue 1* <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08753>.
- Ashton, E.G.(2018). Analysis of footwear development from the design perspective: reduction in solid waste generation. *Strategic Design Research Journal*, 11(1), 2-8. doi:10.4013/sdrj.2018.111.01 https://www.researchgate.net/publication/323231235_Analysis_of_footwear_development_from_the_design_perspective_Reduction_in_solid_waste_generation
- Ateş, T., Asma, A. ve Süel, B. (2020). Sürdürülebilir moda üretiminde tasarımcının rolü. *İstanbul Aydın Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi*, 6 (12), 99 - 111. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aydinsanat/issue/62387/839998>
- Au, Y. and Au, J. (2018). Development of innovative high-fashion collection via conceptual design process model. *Journal of Textile Science & Fashion Technology*. 1(2), 1-7. <http://dx.doi.org/10.33552/JTSFT.2018.01.000507>
- Canals, L., Domènech, X., Rieradevall, J. and Fullana-i-Palmer, P. (1998). Application of life cycle assessment to footwear. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 3(4), 203-208. DOI:10.1007/BF02977570 <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02977570>
- Cheah, L., Ciceri, N., Olivetti, E., Matsumura, S., Forterre, D., Roth, R., Kirchain, R. (2012). Manufacturing-focused emissions reductions in footwear production. *Journal of Cleaner Production*. 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.037>
- Circular Design (2022). Centre for Circular Design, The TED, <https://www.circulardesign.org.uk/research/ten/> (Erişim Tarihi: 07.01.2022).
- Clark, G., Kosoris, J., Hong, L., Crul, M. (2009). Design for sustainability: current trends in sustainable product design and development. *Sustainability*. 1(3), 409-424. doi:10.3390/su1030409 <https://www.mdpi.com/2071-1050/1/3/409>
- Crini, G., Lichtfouse, E., Chane, G., & Morin-Crini, N. (2020). Traditional and New Applications of Hemp. G. Crini içinde, *Sustainable Agriculture Reviews 42* (s. 37-87). *Germany: Springer*.
- Çaşkurlu, S. ve Kır, B. (2021, Aralık 14-16). *Ayakkabı tasarımında sürdürülebilir malzemeler* [Sözlü ve yazılı sunum] 2.Uluslararası Zanaattan Sanata Kongre ve Jürili Karma Sergisi, Uşak, s. 222-230.
- Çaşkurlu, S., Egharloo, S. ve Kır, B. (2022). Ayakkabı tasarımında bir İran halı hikâyesi. *Gaziantep University Journal Of Social Sciences*, 21(2), 840-854. <https://doi.org/10.21547/jss.1060396>
- Earley, R., Goldsworthy, K. and Vuletich, C. (2010). Textiles, environment, design (TED): making theory into textiles through sustainable design strategies, pedagogy and collaboration. *Future Textile Environments*. <https://ualresearchonline.arts.ac.uk/id/eprint/4017/>
- Erdönmez, C. (2010). *1900-1950 Yılları arasında batıda kadın ayakkabı modasını etkileyen toplumsal, kültürel faktörler ve kadının konumu* [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü]. Ulusal Tez Merkezi.
- Eru, E. (2018). *Waste management approaches in sports footwear industry through sustainable design innovations*. [Yüksek lisans tezi, İzmir Ekonomi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Endüstriyel Tasarım Bilim Dalı]. Ulusal Tez Merkezi.

- European Parliament (2021). The impact of textile production and waste on the environment, <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20210208STO93327/the-impact-of-textile-production-and-waste-on-the-environment-infographic> (Erişim Tarihi: 01.05.2021).
- Fabio , T., Nadia , A., Chiara, M., Silvia , P. (2012). Shoe manufacturing wastes: Characterisation of properties and recovery options, *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 66-75. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.007>
- Ferreira, M., Freitas, F. and Almedia, M. (2010). The effect of leather fibers on the properties of rubber-leather composites. *Journal of Composite Materials*, 44 (24), 2801-2817. <https://doi.org/10.1177/0021998310369597>
- Footwear in Türkiye, (2022). Republic of Türkiye Ministry of Trade. <https://www.trade.gov.tr/data/5b8fd6d913b8761f041feee0/Footwear.pdf> (Erişim Tarihi: 04.03.2022).
- Gibbons, J.H., Brown, G.E., Stevens, T., Nair, I., Johns, L.S. (1992). *Green Products by Design: Choices for a Cleaner Environment*. (7). U.S.A.:United States Government Printing. <https://ota.fas.org/reports/9221.pdf>
- Gökşen, F., Güner, C. ve Koçhan, A. (2017). Sürdürülebilir kalkınma için ekolojik yapı tasarım kriterleri. *Akademia Disiplinlerarası Bilimsel Araştırmalar Dergisi* 3 (1), 92-107, 2017. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/adbad/issue/32863/337648>
- Greenpeace (2011), Dirty Laundry, <https://www.greenpeace.org/international/publication/7168/dirty-laundry/> (Erişim Tarihi: 04.10.2022).
- Güleş, H., Çağlıyan, V. ve Paralı, A. (2012). X için tasarım metodolojilerinin ürün geliştirme süreçlerinde uygulanabilirliği. *12. Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, İzmir:Gediz Üniversitesi, s. 798.
- Günaydın, G. (2011). *Sürdürülebilirlik kapsamında çevresel ürün bildirelerinin yapı sektöründe uygulanması*. [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Ulusal Tez Merkezi.
- Gwilt, A. (2014). *A practical guide to sustainable fashion*. London: Bloomsbury Publishing.
- Hydebeast (2016). <https://hypebeast.com/2016/11/adidas-futurecraftbiofabric> (Erişim tarihi: 17.11.2016).
- İHKİB (2021). Hazır Giyim ve Moda Sektörü Küresel Atık İstatistikleri, <https://www.ihkib.org.tr/tr/bilgi-bankasi/dunyadan-haberler/hazirgiyim-ve-moda-sektoru-kuresel-atik-istatistikleri/i-4453> (Erişim Tarihi:10.11.2021).
- İTHİB (2022, Mart 8- Haziran 28). *Sürdürülebilirlik Dönüşümü Sertifikalı Eğitim Programı* [Sertifikalı eğitim programı sözlü ve yazılı sunum]. İstanbul.
- Jacques , J. and Guimarães, L. (2012). A study of material composition disclosure practices in green footwear products. *Work*, 41. doi:10.3233/WOR-2012-0438-2101 <https://content.iospress.com/download/work/wor0438?id=work%2Fwor0438> (Erişim tarihi: 02.05.2021)
- Kır, B. (2022). *Ülkemiz ayakkabı tasarım ve üretim sektöründe sürdürülebilirlik* [Yüksek lisans tezi, Arel Üniversitesi /Lisansüstü Eğitim Enstitüsü/Moda ve Tekstil Tasarımı Anasanat Dalı]. Ulusal Tez Merkezi.
- Kurtuldu, E. (2019, Nisan 4-6). *Sürdürülebilir tekstil tasarımında atık yönetimi ve 6r prensibinin uygulanması* [Sözlü ve yazılı sunum]. 3. Uluslararası Uygulamalı Uygulamalı Sosyal Bilimler Kongresi, İzmir, s. 978-988.
- Luximon, A. (2013). Shoe design development. A. Luximon içinde, *Handbook of Footwear Design and Manufacture* (s. 117). Milano: Woodhead Publishing Series in Textiles.
- McDonough, W. (2000). *The Hannover Principles Design for Sustainability*. Hannover, Germany. <https://mcdonough.com/wp-content/uploads/2013/03/Hannover-Principles-1992.pdf>

- Metta, H. and Badurdeen, F. (2013). Integrating Sustainable Product and Supply Chain Design: Modeling Issues and Challenges. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 60(2):438-446. doi:10.1109/TEM.2012.2206392 <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6336806>
- Nagalingam, S.V., Kuik, S. and Amer, Y. (2011). Assessing product returns and recovery to improve sustainability in manufacturing. *9th ANZAM Operations, Supply Chain and Services Management Symposium*, Melbourne, Australia, s.4.
- Niinimäki, K. (2009). Consumer values and eco-fashion in the future. *Future of the Consumer Society Conference*, Tampere, Finland, 28–29 May 2009, pp.125-134. FFRC eBOOK, ISBN 978-951-564-968-3. M. Koskela, M. Vinnari (Eds.)
- O2 Monde (2021). <https://o2monde.com/pages/our-materials>, Erişim tarihi: 10.01.2022.
- Özsoy, T. (2018). Endüstriyel ekolojiyi anlamak adına endüstriyel ortakyaşarlık örneklerinin incelenmesi. *Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 22-34. <https://dergipark.org.tr/pub/artibilimsosyal/issue/41812/480439>
- Palomino, E., & Káradóttir, K. (2021). A Historical Material Assimilated as an Innovative Sustainable Material for Fashion. In *Fashion: Culture, Commerce, Craft, and Identity* (s. 185-199). Brill.
- 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.
- Parley (2017). Design With Purpose, <https://parley.tv/journal/2017/4/4/design-with-purpose-adidas-by-stella-mccartney-joins-the-movement> (Erişim Tarihi:19.04.2019).
- Puma (2022). <https://about.puma.com/en/sustainability/our-targets>, (Erişim tarihi:15.02.2022).
- Rahimifard, S. and Clegg, A. (2007). Aspects of sustainable design and manufacture. *International Journal of Production Research*, 45 (18-19), 4013-4019. <https://doi.org/10.1080/00207540701608511>
- Ruiz, A. (2023), 17 Most Worrying Textile Waste Statistics & Facts, <https://theroundup.org/textile-waste> (Erişim Tarihi: 10.03.2023).
- Shoe Source Turkey (2021). shoesourceturkey.com/footwear-history-turkey (Erişim Tarihi: 12.02.2021).
- Sıfır Atık (2018). <https://sifratik.co/2018/08/15/reebok-misir-ve-pamuktan-yapilmis-yeni-ayakkabisini-satisa-sundu/> . (Erişim tarihi: 05.01.2021).
- Thangavelu, K., & Bala Subramani, K. (2016). Sustainable Biopolymer Fibers—Production, Properties and Applications. *Sustainable Fibres for Fashion Industry* (s. 109-140). Germany: Springer, Singapur.
- TheRoundup (2023), 17 Most Worrying Textile Waste Statistics & Facts, <https://theroundup.org/textile-waste> (Erişim Tarihi: 10.03.2023).
- Tunç, N.ve Ceylan, Ö. (2021). Moda ve tekstilde sürdürülebilir ürün tasarımı ve ted 10 stratejilerinin uygulanması. *STAR Sanat ve Tasarım Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 272-277. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/stardergisi/issue/66545/1011362>
- Turhan, S. (2011). Sürdürülebilir kalkınmada tasarımcının rolü. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 1(7), 125-139. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sanatvetasarim/issue/20660/220406>
- Vezzoli, C. (2003). A new generation of designers: perspectives for education and training in the field of sustainable design. Experiences and projects at the Politecnico di Milano University. *Journal of Cleaner Production*, 11(1),1-9. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00057-4](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00057-4)
- Vogue (2020). Stella McCartney, <https://www.vogue.com/fashion-shows/pre-fall-2018/stella-mccartney> (Erişim Tarihi: 01.03.2021).

- Yeşilist (2018). <https://www.yesilist.com/zeytin-derisinden-uretilen-ayakkabi-koleksiyonu-thies/>Erişim tarihi: 10.02.2020.
- Zavodna, L., Trejtnarova, L., & Pospisil, J. (2020). A Sustainable Materials For Footwear Industry: Designing Biodegradable Shoes. *Journal of the Faculty of Technics and Technologies, Trakia University*.
- Zeren, D. ve Nabıkoğlu, G. (2009). Sürdürülebilir ürün tasarımında tanım ve yöntemler. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 18 (2), 461. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cusosbil/issue/4382/60151>
- ZNİ , H., & AR, A. (2020, 9 21). Utilization of natural rubber latex as raw materials for rubber shoe outsole. *AIP Publishing*, s. 1-5.

EXTENDED SUMMARY

The rapid increase in production and consumption due to global warming, air and water pollution, soil erosion, deforestation, climate crisis, waste and population growth negatively affect the future of the world. It will be an important step to ensure the balance between nature and human beings for the sustainability of natural resources such as air and water, which are necessary for living life.

The clothing sector, which has a great negative impact on the environment, affects nature, the environment and living life in a harmful way as a result of the rapid development of the production sector, population growth, fashion trends, rapid and excessive consumption. The fashion sector ranks second after petroleum in water use and polluting the environment.

Footwear, which evolved by the conditions of the time with vines and then animal skins, has become a field where a wide variety of materials are used with the industrial revolutions and the inclusion of plastic in our lives. In the production processes of the materials required in shoe manufacturing, water consumption, energy consumption, chemicals used and the amount of emissions affect human and environmental health. In the processes that cause the formation of these effects, sustainability dimensions should gain applicability and take place in the process.

Brands such as Adidas, Reebok, Camper, Puma, Nike, Converse, New Balance, and others engage in shoe production activities utilizing sustainable materials derived from plant fibers and/or waste. This study aims to emphasize sustainability at the design stage within the footwear production sector—a category essential and semi-durable in consumer goods. The objectives include evaluating its implementation, inspiring future initiatives, and fostering sustainability.

The study aims to examine sustainability practices in the design and production processes of footwear, which is an essential and semi-durable consumer good. The research covers the methods of literature review and examination of original footwear samples produced with sustainable materials. The study includes the following steps:

Material Selection: Environmentally friendly and sustainable materials were researched and selected. Apple skin, hemp fabric, seaweed and salmon skin materials as upper materials, natural and recycled materials as sole materials were preferred with sustainability in mind.

Design Phase: Original shoe designs were created using the selected sustainable materials. These designs were evaluated in terms of both visual aesthetics and environmental impact.

Production Process: Environmental impact has been taken into account in the production steps of the designs, including material cutting, stitching, assembly and finishing.

Evaluation: To determine the sustainability of the footwear produced, we have evaluated both the environmental impacts and the characteristics of the materials used.

This methodology, which covers four work packages of the research, aims to provide valuable insights on how sustainability can be integrated into footwear design and production processes and to inspire sustainability practices in the industry. A comprehensive assessment was carried out to determine the feasibility, ecological benefits and potential barriers of the sustainable materials investigated and the key findings are summarized below:

1. **Sustainability and Effective Use of Materials:** In terms of sustainability and effective use of materials, apple skin, hemp fabric, seaweed and salmon skin are examples of sustainable materials that have significant environmental advantages over traditional materials.
2. **Reducing Environmental Impact:** Reducing waste in the design and production process and the use of water-based adhesives lead to a significant reduction in the environmental footprint, and this approach can be seen as a critical pathway in the development of sustainability criteria in the sector.
3. **Increasing Importance of Sustainability in User Preferences:** Based on the research, it was found that in a trend where consumers start to pay more attention to the sustainability of products, the demand for environmentally friendly footwear will increase, which in turn will influence the adoption of environmentally sustainable practices in the footwear industry.
4. **Development of Sustainable Production Techniques:** The applicability of sustainable production techniques such as minimizing waste, reducing energy and water consumption with the shoe production process carried

out within the scope of the study can facilitate the adoption of environmental sustainability practices in the footwear industry.

Efforts to minimize the amount of waste from the design stage to the end of the production process are important in terms of environmental sustainability. . The use of environmentally friendly and sustainable materials in footwear design contributes to waste reduction and conservation of natural resources. The study shows that designs to reduce the amount of waste by optimizing the use of materials are possible.

It can be predicted that the results obtained in the research contain conceptual guidance for designers and manufacturers on sustainable materials and production techniques, from small workshop size to more complex production lines. This information can be an important step towards increasing sustainable practices in the sector and reducing the environmental footprint. Sustainable footwear design and production also responds to consumers' increasing environmental awareness and demand for sustainable products. In light of these findings, the adoption of sustainability-oriented strategies in the footwear sector can benefit not only environmental but also economic sustainability. Sustainable footwear design and production can further strengthen the market position of brands as awareness increases in this area and allow the manufacturing industry to adapt to changes in consumer preferences.

The use of sustainable materials and waste reduction strategies show that the fashion and textile industry can evolve in a more sustainability-conscious and responsible direction.

Education and awareness raising efforts on sustainability among fashion and textile industry professionals, designers and manufacturers should be supported. Training programs should be developed to further the adoption of sustainable design in the apparel industry. Recycling or reuse of end-of-life footwear should be encouraged to reduce waste.

In order to increase awareness and implementation of sustainability in the process of shoe design and production, it is important that prominent brands in the field set an example; cooperation, trainings on sustainability studies, government incentives and support are important. As a result, promoting sustainable footwear design and production is vital for reducing environmental impacts in the sector and leaving a more livable world for future generations.