

DENİM ÜRÜN ÜRETİMİNDE SU AYAK İZİ İLE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Nuray Öz CEVİZ¹
Necla TEKTAŞ²

¹Öğr. Gör., Marmara Üniversitesi, nuray.ceviz@marmara.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9670-6176

²Doç. Dr., Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-8190-4532

Ceviz, Nuray Öz ve Tektaş, Necla. "Denim Ürün Üretiminde Su Ayak İzi ile Sürdürülebilirlik". ulakbilge, 76 (2022 Eylül): s. 954-962. doi: 10.7816/ulakbilge-10-76-05

ÖZ

1930'lu yıllarda Amerika'da kullanılmaya başlayan denim kumaş, dayanıklılığı nedeni ile kısa süre içerisinde dünyada yayılmıştır. Günümüzde de tekstil ürünlerinde en çok tercih edilen kumaş türü olarak karşımıza çıkan denim yüzeyler, artık sadece Jean pantolonların üretiminde değil, moda unsuru olarak karşımıza çıkan ev tekstilinden aksesuarlara kadar birçok ürün gamında kullanılmaktadır. Dolayısıyla kullanımı geniş bir yelpazeye yayılan ve tercih edilen bu yüzeylerin sürdürülebilirlik çerçevesinde incelenmesi ve takip edilmesi gerekmektedir. Çünkü üretimi sırasında birçok işlemde geçmektedir. Denimin ana malzemesi olan pamuğun tarladan toplanmasından giyilecek/kullanılacak tekstil ürünü haline gelmesine kadar geçen süreçte doğal su kaynakları oldukça fazla kullanılmaktadır. Suyun yaşamımız ve dünyamız için önemi hepimiz tarafından bilinmesine rağmen, kısıtlı olan su kaynaklarının bilinçli kullanımı açısından yeterli bilinç düzeyi özellikle üretim amaçlı tüketilen su ile ilgili olarak oluşmamıştır. Tekstil ve hazır giyim sektörü de su kaynaklarının kullanımı açısından en çok su kullanan sektörlerin başında gelmektedir. Özellikle denim ürünlerin yıllar içerisinde yayılarak her alanda kullanılır olması ve bu ürünlerin üretimi sırasında harcanan su miktarlarının fazlalığı dikkat edilmesi gereken noktalar arasındadır. Bu çalışma kapsamında denim ürünlerin üretilmesi sürecindeki prosesler, denim ürünün su ayak izi, yeni teknolojiler ve sürdürülebilirlik konuları ele alınmıştır. Geliştirilen teknolojiler su sarfiyatı %95'lere varan oranlarda artırmakla beraber, sektör yeni araştırma ve geliştirme faaliyetlerine açık durumdadır.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, Better Cotton, Denim, Su Ayak İzi, Sürdürülebilirlik.

Makale Bilgisi:

Geliş: 19 Mayıs 2022

Düzeltilme: 9 Haziran 2022

Kabul: 16 Temmuz 2022

Giriş

Mukavim yapısı ve geç kirlenmesi, denim kumaşı en çok tercih edilen kumaş türlerinden biri olarak ortaya çıkarmıştır. Mavi kot kullanımıyla dünya çapında uzun yıllardır varlığını sürdüren bu kumaşlar, gevşek ve bol yapısı ile giyim sektöründe en çok tercih edilen ve çalışılan malzemelerden biridir. Bitki lifleri ile daha çok pamuktan elde edilen denim yüzeyler, ipliklerin bükülmesi ve ring iplik makinesinden geçirilmesi sonucu oluşur. Hem liflerin hem de pamuğun biraraya gelmesiyle oluşturulan bu yapılar, ucuz üretim yollarından biri olmuş ve özellikle bir dönem işçilerin yumuşak hissi sayesinde tercih ettiği giyim ürünleri arasında yerini almıştır. Günümüzde giyim hariç diğer alanlarda da kullanımı yaygınlaşan, tüm tasarım modellerine uyum sağlayan yapısı ve boyanma kolaylığı yanında dayanıklılığı ile kalıcı bir tercih sebebi oluşturmaktadır.

Denim kumaşlar 1930'lu yıllarda Amerikan kovboyları ve İtalyan gemicileri tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Daha önceki dönemlerde ise Amerika kıtası yerlileri tarafından kullanıldığı bilinmektedir. İsmi 1600'lü yıllarda Genovalı gemiciler tarafından kullanılan "Jean" adındaki kumaştan gelmekte olduğu ve Fransız tabiri olan "Denim" sözcüğünün ise Serge De Nimes-Serge (bir dokuma türü), Nimes (Fransa'da bir kasaba) kelime kökleri ile oluştuğu bilinmektedir. 1800'lü yıllarda Amerikalı altın arayıcılarının oldukça mukavemetli, kolaylıkla yıpranmayan kumaşa ihtiyaç duymaları, Leop Strauss'un denim kumaş ticaretini hızlandırmıştır. Ardından Strauss denim ismini daha kolay hatırlanacak şekilde "Levi" olarak değiştirmiştir. En çok kullanılan türü olan pantolonların ise pamuklu denim dokumalara Jacob Davis'in bulduğu dikiş türü ile bakır perçin kullanılarak tutturulan yan ceplerin eklenmesi sonucu ortaya çıktığı bilinmektedir. 1930'lu yıllarda filmlerde kovboyların Jean kumaşları tercih etmesi ilginin artmasını sağlarken, 40'li yıllarda II. Dünya Savaşı'nın patlak vermesi ve Amerikan askerlerinin bu tür kumaş giymesi dünyanın her tarafında tanınmasını sağlamıştır. II. Dünya savaşıdan sonra Wrangler ve Lee firmaları da Levi's gibi dünya çapında yer almaya başlamışlardır. 50'li yıllarda gençler arasında yaygınlaşan denim, senenin ortalarında yayımlanan filmler ile birlikte bütün Amerikan okullarına sıçramıştır. Böylece 60-70'li yıllarda gerek batı ülkeleri gerekse diğer bölgelerde Jean özgür giyim sembolü haine gelmiştir. 1980'li yıllarda Jeans, yüksek moda ürünü giyim tarzı haline geldi. Gucci gibi meşhur markaların üstüne kendi etiketini vurma ile Jean satışları çok süratli bir şekilde arttı. 1990'lı yıllarda kalıcı şekilde moda dünyasında yerini alan denim, 2000'li yıllarda moda dünyasının vazgeçilmez olmuştur.

Giysi üretiminde kullanılan denimler genellikle %100 pamuklu olmakla beraber, günümüzde karışım türleri de tercih edilmektedir. Polyester, keten, bambu, modal, lyocell, viskon ve elastan iplikler bu çerçevede en çok kullanılan iplik türleridir. Yüzeylerin en belirgin özelliği çözümlü ipliklerinin indigo boyalı olmasıdır. Hindistan, Afrika, Endonezya ve Çin'de bulunan indigofora bitkisinden elde edilen ve yaşayan renk olarak adlandırılan indigo boyası günümüzde doğal yöntemlerin yanında sentetik olarak da üretilmektedir. Atkı iplikleri doğal renginde olan bu yapılar 3/1 veya 2/1 çözgü dimi yapıda mavi, lacivert, siyah vb. renklerde boyanmış çözgü ve beyaz atkı ipliklerinden elde edilirler (MEGEP, 2007). İndigo boyama tekniklerine bakıldığında yaygın kullanım ve iyi sonuç verme açısından halat boyama tekniği (Şahin, 2017) kullanılmakla birlikte, slasher boyama, çile, köpük, bobin, levent ve loop boyama teknikleri de kullanılmaktadır. Dolayısıyla giysi üretiminde en çok kullanılan kumaş çeşitleri olarak mavi Jean kumaşı, siyah Jean, elastan Jean, zımparalanmış ve/veya ağartılmış Jean kumaşları tercih edilmekte ve kullanılmaktadır. Ağartma gibi ürünün görünüşü ile ilgili işlemler daha çok yüzey giysi haline getirildikten sonra uygulanmaktadır. Denim dışında bezayağı, saten gibi dokuma türleri ya da jakarlı örme yapıları da kullanılmaktadır. Yüzey oluşturma işlemi tamamlandıktan sonra yakma, merserizasyon, yumuşatma, sanfor gibi terbiye işlemleri ile de kumaş muamele görmektedir (Evi, 2019). Dolayısıyla bu kadar çok işlem gören üründe su tüketimi de oldukça fazladır.

Su Ayak İzi ile Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik, çevreci bir dünya görüşü anlayışı ile doğal kaynakların akılcı bir şekilde kullanılmasını ve çevreye zarar vermeyecek düzenlemelerin ve uygulamaların yapılarak gelecek nesillere daha yaşanılabilir bir dünya bırakılması felsefesi ile ortaya çıkmış bir tanımlamadır. Özellikle ülkemizin lokomotif sektörlerinden olan tekstil ve hazır giyim sanayiinin son yıllarda çevresel zararları tartışılmaya başlanmıştır. Ürünler için gerek doğadan gelen gerekse yapay yollar ile üretilen hammaddelerin ve daha sonra bunların işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıkların çevresel zararları, atıkların minimize edilmesi, ürünlerin yeniden kullanımlarının sağlanması ya da yeni üretim teknolojilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu çerçevede yapılan çalışmalar ivme kazanmış, yeniden kullanım (re-use, upcycle, down-cycle) ve geri dönüşüm (re-cycle) gibi kavramlar ile su ve karbon salınımını azaltacak yeni üretim teknolojilerinin

geliştirildiği görülmektedir (Kadem & Özdemir, 2020). Hazır giyim sanayiinde etkin bir şekilde kullanılan ve modası katlanarak artan denim ürünlerin de çevresel etkisi, sürdürülebilirliğin üçayağına (sosyal, çevresel ve ekonomik) dayalı olarak beş alana ayrılabilir: hammadde kullanımı, su yönetimi, enerji yönetimi, çevre kirliliği ve sosyal sürdürülebilirlik (Wang, 2020). Üretim süreçleri geliştirilirken katma değeri yüksek ürünlerin de oluşturulması bu sektörde inovasyon sayesinde olacak olup (Dornier, 2015), böylece rekabet üstünlüğü de sağlanacaktır denilebilir (Yorgancılar, 2011). Böylece yeni kaynakların geliştirilmesi ile ileri organizasyonlar oluşturmak, mevcut ürünleri değiştirerek daha inovatif ürünler elde etmek veya katma değeri yüksek yeni ürünler geliştirmek (Işık & Kılınç, 2016) ve böylece kullanıcıların da yeni ürün beklenti profilini karşılayacak, ürünleri daha cazip hale getirecektir.

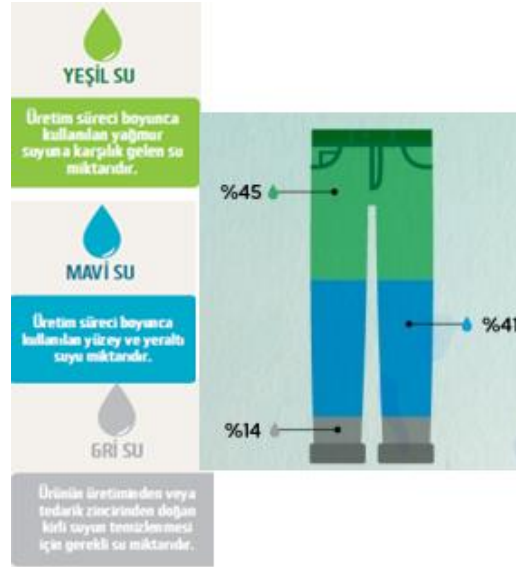
'Su Ayak İzi' terimi, UNESCO Su Eğitimi Akademisi'nde 2002 yılında Arjen Hoekstra tarafından dile getirilmiştir. Bu terim ile bir ürünü üretirken kullanılan saklı su içeriğinin yanında ürünün sanal, harici, gölge ya da gömülü suyu diye adlandırılan ifadeleri benzerlik gösterir. Ürün için harcanan suyun hacmi dışında kullanılan suyun türünü (mavi, yeşil, gri), nerede ve ne zaman kullanıldığını da ortaya koyan çok boyutlu bir ifadedir. Saklı su içeriği diye adlandırılan ve/veya gömülü su da denen içerik ise sadece kullanılan suyun miktarını yani boyutunu göstermektedir. Oysaki kullanılmış olan suyun miktarı kadar zamanı, yeri, türü de önemlidir. Bu doğrultuda bir üreticinin ya da tüketicinin su ayak izinden bahsetmek saklı su içeriğinden bahsetmekten daha doğru bir ifade olacaktır (Alper, 2015). Doğal olarak su ayak izini, birim zamanda tüketilen (buharlaşıma dahil) veya kirlenen su miktarı olarak tanımlamak gerekmektedir. Bu bağlamda su ayak izi su kullanımına yönelik, sistemin işleyişi için çekilen su miktarından ziyade tüketilen su miktarını araştıran farklı bir göstergedir.

Sürdürülebilirliğin kurumsal stratejiye entegre edilmesi ve ayrılmaz bir parçası haline gelmesi gerekmektedir. Bu manada sürdürülebilirliği geniş çaplı ele almak ve tüm konuları ile ana stratejiye birleştirmek "Sürdürülebilirlik Stratejisi" olarak adlandırılabilir. Böylece sürdürülebilirlik ile bağlantılı kurumların içinde ve dışında yer alan temel gelişme ve beklentiler, kurumların stratejilerini oluştururken önemli veri kaynakları olarak değerlendirilmelidir (İMKB, 2021). Zira çevreye olan katkılarının yanı sıra kuruma da global bir rekabet avantajı sağlayan sürdürülebilirlik, az zamanda tasarım uygulamalarında kirliliği azaltmada, üretim süreçlerini geliştirmede ve toksik malzeme kullanımını minimize etmede etkili olmakla birlikte, ürün yaşam döngüsü aşamaları tam olarak anlaşılabilir hale getirebilir (Gürlesel, 2019). Bu durum doğru planlama ve doğru yatırım fırsatları sunarak kurumların çevresel performansını iyileştirmenin yanında kirlilik, atık gibi problemlerde ortaya çıkabilecek sorumluluğunu da azaltarak finansal gücüne de etki edebilir (UİB, 2017). Sonuç olarak büyük işletmeler tedarikçilerinden ya da üreticilerinden belirli bir çevresel performansa sahip olmalarını istemektedir. Sürdürülebilirlik işletmelerin bu anlamda da elini güçlendirmektedir. Bu kapsamda su ayak izi kavramı da üretim sürecinde harcanan dolaylı su kullanımının yanında doğrudan su kullanımını da hesaba katarak hesaplamalar yapmaktadır. Gün geçtikçe önemi anlaşılan su ayak izi kavramı, özellikle özel sektör tarafından şirketlerin tedarik zincirlerinin takibinde kullanılır olmakla birlikte ticari mallar ve ürünlerin özelinde de kullanılmaya başlanmıştır.

Mavi, yeşil ve gri su ayak izi; su ayak izinde su kalitesini ve kullanımını temsil eden üç ana öğedir. Mavi Su Ayak İzi, bir ürünü üretebilmek için ihtiyaç duyulan yeraltı (akifer) ve yüzey tatlı su (nehir, göl) kaynaklarının toplam hacmidir (Alper, 2015). Yeşil su ayak izi hem doğrudan hem de dolaylı olarak kullanılan yağmur suyu hacmini gösterir. Gri su ayak izi ise, su kaynaklarında bulunan doğrudan veya dolaylı olarak karıştırılmış kirleticilerin seyreltme yolu ile sınır değerlere düşürülmesi için gerekli olan tatlı su miktarıdır. Tüm bu veriler birlikte değerlendirilmeli ve böylece kullanılan suyun kaynağı ve tüketimi ile ilgili kapsamlı değerlendirmeler yapılmalıdır. Tüm bunlar çerçevesinde su ayak izinin hesaplanabilmesi için, bir ürünün bir ton üretilmesi ya da bir tarım arazisinde ölçüm yapabilmek için bir hektarlık alanının ekilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla herhangi bir hizmetin 1 TL'si için sarf edilen suyun metreküp (m3) cinsinden hacmi ölçümlenir (Çapar, 2018).

Denim için gerekli olan en önemli hammaddenin, yani pamuğun üretiminde yoğun su kullanılmaktadır. Pamuğun tarladan toplanmasından, işlenerek mamul haline gelmesine kadar olan süreçlerinde yüksek miktarda su kullanılır. Su ayak izi yüksek olan pamuğun, bu izinin %84'lük kısmının mavi su ayak izinden kaynaklandığı görülmektedir. Bu bağlamda yeraltı ve yerüstü su kaynakları pamuk üretimi için en önemli unsur olarak öne çıkmaktadır (Alper, 2015). Çevresel, sosyal ve ekonomik olarak sürdürülebilirliğinin incelenmesi pamuk açısından önem arz etmektedir. Pamuk üretimin tüm süreçleri içerisinde kullanılan suyun yaklaşık %60'ı işleme sırasında kullanılır. Dünya çapında su ayak izi içerisinde, pamuk su ayak izi oranı %3,14'tür. 1 kg pamuklu kumaş üretebilmek için gerekli olan su miktarı ortalama 11.000 lt'dir. Pamuk ile üretilmiş ürünler incelendiğinde, 300 gramlık bir tişörtün 2,5 metreküplük bir su ayak izine sahip olduğu görülmektedir. Bu miktar kullanılan su kaynağı ya da kullanım zamanı parametreleri doğrultusunda

değişiklik gösterebilir. Eğer su kaynağı su kıtlığı yaşanan bir yer ise önlem alınması gerekebilir, aksi takdirde geri dönüşü olmayan sonuçlar doğurabilir (Çapar, 2018). Ayrıca üretim sırasında ve sonrasında oluşan atık suyun temizlenmesi ya da yok edilmesi (gri su ayak izi) en önemli konulardan biridir. Dünyada da uygulanan "İyi Pamuk Uygulamaları" (Better Cotton Initiative) çalışmaları ülkemizde de başlatılarak pamuk üretimi daha etkili hale getirilmeli, yer altı ve yer üstü su kaynakları verimli bir şekilde kullanılarak suyun sürdürülebilirliği sağlanmalıdır.



Şekil 1. Jean üretiminde mavi, yeşil ve gri su kullanımı (Alper, 2015; Çapar, 2018).

Birleşmiş Milletler verilerine göre bir pantolon üretmek için pamuğu yetiştirmek, ürünü üretmek ve ürünü mağazaya hazırlamak dahil 7500 litre su gerekmektedir (Why Fashion Must Turn Off the Taps, t.y.). Su Tema Vakfının verileri de bir Jean pantolon (1kg için) üretmek için 10850 litre su ihtiyacı olduğunu belirtmektedir.

"Reformation" çevre dostu pantolonların bir çifti başına tasarruf ettiği ortalama su miktarı 1468 galon iken sadece bir kot pantolon üretmek için yeterli pamuğu yetiştirmek için yaklaşık 1800 galon su gerekmektedir. Bir yıllık küresel tekstil üretimi (pamuk tarımı dahil) için gereken su miktarı ise 25 milyar galon su (Elle MacArthur Vakfı) kadardır. Dünya Kaynakları Enstitüsü de yalnızca kumaş boyamak için her yıl yaklaşık 1.3 trilyon galon su sarf edildiğini bildirmiştir (TFL, t.y.). Dolayısıyla su kaynaklarının etkin kullanımı Dünya çapında tekstil ve moda endüstrisi düşünüldüğünde muhakkak üzerinde ehemmiyetle durulması ve çalışılması gereken önemli bir etken olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çerçevede markalar çeşitli anlaşma ve atılımlar yaparak geri dönüştürülmüş ürünler, iplikler ve su kullanımını artırmaktadırlar. Örneğin Levi's Çinli tedarikçileri ile iş birliği yaparak %100 geri dönüştürülmüş su kullanarak ürettiği denim pantolon sayısını yılda 100000 adete çıkarmıştır (Levi's, t.y.).

Yeni tasarımlar yapılırken su tasarruf ilkesi ile hareket etmek artık kaçınılmazdır. Örneğin üretim sırasında harcanan suların tekrar kullanılması ve geleneksel yöntemlerden farklı olarak daha az su ihtiyacı olacak alanların tasarlanması, yeni yıkama modelleri ya da terbiye/apre gibi işlemlerin kurgulanması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar ile günümüzde 20'den fazla apreleme tekniği ile daha az su kullanımı uluslararası denim firmaları tarafından kullanılmaktadır. Teknikleri geliştiren firmaların daha yaşanılabilir bir dünya için çalışmalar yapmak ve aynı zamanda da ilham olmak için bu yöntemleri başka firmalar ile paylaştıkları da bilinmektedir. Özellikle bu anlamda öne çıkan Levi's markası 1.8 litreden fazla su tasarruf etmeyi başarmış ve 129 milyon litre fazla suyu 2019-2020 yılları arasında geri dönüştürmeyi başarmıştır. Marka apreleme için kullanılan su miktarının da normal seviyenin %96 altına düşürmüştür. Toplam ürünlerinin %40'tan fazlasını "su ayak izi" kapsamında yeni teknikler ile üreten firma, bu oranı her yıl katlayarak artırmayı hedeflemektedir (Levi's, t.y.).

Denim ürün üretimi birçok aşamayı kapsamaktadır; iplik, kumaş, kumaşın işlenmesi gibi. Denim ürünlerin üretimi hem su hem de enerji ve kullanılan kimyasallar açısından incelendiğinde tekstilde en meşakkatli malzemelerin başında gelmektedir. Doğaya verebileceği tahribat, çevre ve çalışanların sağlığı

açısından özen gösterilmesi gereken bir alan olarak bulunmaktadır. Bu iş akışı boyunca, denim üretimi arıtma tesislerine yüklediği yükler, proseslerde uygulanan kimyasal işlemler ve su tüketimi açısından bu sektörü daha da önemli hale getirmektedir. Özellikle Jean pantolon üretim süreçlerinde indigo boyar maddeleri arıtma tesisleri açısından problem oluşturabilmekte ve çok fazla su sarfıyatı oluşturabilmektedir. İndigo içeren atık sular, çevresel olarak oldukça fazla kirliliğe sebep olabilmektedir. Koagülasyon prosesi de bu tür atık suların arıtımında yaygın bir şekilde kullanılan yöntemdir. Denim yüzeylerin üretim sektöründe de kimyasal koagülasyon prosesi atık su içerisinde bulunan partiküler kirlleticileri gidermek için etkin bir proses olarak karşımıza çıkmakta ve kullanılmaktadır (Solak & Öztürk, 2018).

Damla yıkama teknolojisi de 'Su Ayak İzi' kapsamında su tasarrufu yapabilmek için firmalar tarafında geliştirilen yöntemlerden biridir. Böylece Zara, Levi's, Mavi Jeans gibi markalar su tasarrufu konusunda %95'lere varan oranlarda bir başarı sağlarken aynı zamanda gerekli proseslerde kullanılan kimyasal miktarını da minimize etmektedirler. Damla sistemi ile ürünün yaklaşık 1 bardak su ile yıkanması sağlanmaktadır. Böylece %95 daha az su, %75 daha az kimyasal kullanılmaktadır. Ayrıca geliştirilen ve AR-GE çalışmaları devam eden lazer teknolojileri ile de yıkama, sprey, tint gibi işlemlere alternatifler üretilmektedir. Zira denim ürünler en çok su sarfıyatının yıkama işlemleri sırasında kullanılmaktadır. Farklı efekt ve görüntü için birçok yıkama, yumuşatma vb. işlemlerden geçen denim ürünlerin bu aşamada geliştirilen lazer teknolojisi ile su tasarrufunun %100 seviyesine gelebileceği düşünülmektedir (Erdil, y.t.). Ayrıca protein bazlı geliştirilen kimyasallar ile yıkama ile aynı banyoya eklenen malzemeler de denim ürünlerin temizlenmesi sırasında su tüketimini azaltmaktadır. Bu ürünler çevre kirliliğine sebebiyet veren malzemelerin yerine sürdürülebilir alternatif bir ürün olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca bu ürünlerin herhangi bir nötrleştirme prosesi de gerektirmemesi endüstriyel sürecin azaltılması açısından da son derece önemlidir (Nearchimica, t.y.).

Pamuk üretiminin de çevreye gerek yeraltı gerek yerüstü su sarfıyatı açısından etkisi büyüktür. Bu çerçevede son yıllarda olumsuz çevresel ve sosyal etkileri azaltmak ve sektörün geleceğini daha güvenilir hale getirmeyi hedefleyen "Better Cotton" uygulamaları geliştirilmiştir. Suyu etkin kullanmak ve suyun herkes tarafından erişebilir olmasını önemseyen ve dolayısıyla çevreyi ve doğayı koruyarak lif kalitesine önem veren ve koruyan bu uygulama ile iyi pamuk üretimin standartlarının oluşturulması ve sürdürülebilir ürün ve ticaretin oluşturulması amaç edinilmiştir (Alper, 2015).

Kullanılan diğer yöntemlerden biri lazer teknolojisidir. Lazer, elektromanyetik radyasyon emisyonuna dayalı bir optik amplifikasyon yardımıyla ışık yayılımı yapan bir cihaz olarak kullanılmaktadır ve yapay olarak hem yoğunlaştırılmış hem de yönlendirilmiş ışık kaynağını oluşturmaktadır (Laser, 2021; Aktaran: Sağırkaya, 2021). Denim ürünlere eskitme efekti vermek için kullanılan bıyık ve zımpara işlemi lazer teknolojileri ile uygulanırken, bu sayede geleneksel yöntemlere göre ortama dağılan indigo parçaları ve pamuk kırpıntılarının çevreye zararlı etkileri de azaltılmış olur. Dolayısıyla yenilikçi ve yaratıcı alternatifler sunması ve moda özelliklerinin yüksek olması lazer teknolojisini tekstil sektörü için de cazibeli hale getirmektedir (Gürcüm & Bulat, 2016).

Denim ürünler için yıkama işlemi ürünün kalite ve görünümünü etkileyen en önemli prosestir. Dolayısıyla farklı yıkama efektleri elde edebilmek ve ürünün moda özelliğini arttırmak amacıyla kullanılan kimyasallar ve malzemeler epeyce farklılık göstermektedir. Bu araçlardan biri de ponza taşıdır. Ponza taşı yıkama sırasında parçalanarak su ve çevre kirliliğe neden olabilmektedir. Bu ürüne alternatif olarak piyasaya sürülen Nearchimica firması tarafından geliştirilen plastik bileşenlerden oluşturulmuş, formsuz plastik toplar hem kimyasallara hem de ısıya dayanıklı olduğu için ponzaya alternatif olarak kullanılabilir (Nearchimica, t.y.).

Denim ürünlere verilen efektler sırasında en sık kullanılan işlemlerden birisi renk açma işlemidir. Bu işlem sırasında genellikle sodyum hipoklorit (NaClO) kullanılmaktadır. Kullanım alanı çok geniş olmakla birlikte saklama koşullarına uyulmazsa sorun çıkarabilir ve klor gazı ortaya çıkarak kolayca bozunur. Kimyasalın uygulanması sırasında malzeme sararma ve çürüme yaşamamak için muhakkak nötrleme işlemi yapılmalıdır (Hamano, 1997). NaClO'ya alternatif olarak kullanılan ozon, hammaddesi oksijen olan bir gazdır. Denim yıkamada geri boyamayı temizlemek için kısa süreli olarak düşük konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Uzun süreli ve yüksek konsantrasyonda kullanımında ise tepkime sonucu ortaya çıkan isatin sülfonik asit sayesinde oluşan sararma ile ağartma işlemi derecelendirilir (Öztürk & Eren, 2010).

Ozon ile yıkama geleneksel yıkama işlemlerine göre daha az kimyasal maddenin kullanılması ve deterjan tüketimi azaltması sebebiyle özellikle kimyasal madde kullanımında tasarruf sağlayan bir teknolojidir. Aynı zamanda proses sırasında kullanılan oda sıcaklığındaki musluk sularının da enerji tasarrufu sağladığı tespit edilmiştir (Rice vd., 2009). Ozon yıkama sisteminin bu avantajlarından dolayı kumaş kullanım süresinin uzamasına da katkı sağladığı düşünülmektedir (Zervent & Küçük, 2021).

Denimin en çok kullanılan elyafı olan pamuğun renklendirilmesi sırasında, elyaf fiksasyonu %60-70

civarında olan sülfür boyarmadde kullanılmaktadır. İndigo boyamada olduğu gibi daha çok halat ve slashler makinelerinde sülfür boyama yapılmaktadır. Ayrıca sülfür boyamanın etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi için en az 2-3 ön terbiye işleminin uygulanması gerekmektedir. Mezarcıöz ve Sırlıbaş (2021), geliştirdikleri yöntem ile ön terbiye işlemleri yapılmadan çok daha kısa bir prosesle modaya uygun efekt alabilen kumaş üretimi sağlamışlardır.

Kullanılan Atıksu Teknolojileri

Tekstil ürünleri gerek üretim sırasında gerek kullanımlarının çokluğu nedeniyle çevre kirliliğinde büyük rol oynamaktadır. Doğal hayatın korunabilmesi, kaynakların sürdürülebilir olmasının gerekliliği gibi durumların yanısıra çevre hukuku ile ilgili yaşanan gelişmeler ve rakiplerin artması firmaların sorumluluğunu da arttırmıştır. Özellikle amaca uygun ve ucuz üretim gerçekleştirirken gerekli su, boya, kimyasal minimize edilmeli ve harcanan enerji ve zaman da azaltılmalıdır. Dolayısıyla gelişen bilinç ve bakış açısının yanında uygulanan proseslerin de verimli hale dönüştürülmesi ve çevreye duyarlı hale getirilmesi gerekmektedir. Son yıllarda kurum ve kuruluşların konvensiyonel proseslerin yanında, Endüstri 4.0 çerçevesinde geliştirdikleri prosesler ve yeni proseslerde elde edilen sonuçlar ile çevresel yüklerdeki azalma, sektörün gelişimini gözler önüne sermektedir.

Her devrin modası olan denim ve teknoloji ile şekillenen yeni üretim hatları taleplerin artışı ile hem su tüketiminin hem de atık su miktarının artışına sebep olmaktadır. Firmalara özellikle atık suyun kontrolü aşamasında ciddi sorumluluklar düşmektedir. Denim ürünlerinin mukavemetinin artırılması, boyanın ürüne sabitlenmesi gibi aşamalarda kullanılan boya ve kimyasallar, KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) ve renk değeri yüksek atıksu çıkışına sebep olmaktadır (Solak & Öztürk, 2018). Çıkan atıksuların konvensiyonel olarak arıtma tesislerine gelmesinin ardından, elek ve ızgara yardımcıları ile büyüklüklerine göre taş, iplik, elyaf, yün gibi malzemeler ayrıştırılır. Dengeleme havuzuna alınan atıksulara deşarj işlemi uygulanmadan önce koagülasyon-flokülasyon- kimyasal çöktürme-biyolojik havalandırma- biyolojik çöktürme yapılmaktadır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) değerlerini sağlamak amacıyla, çöktürmeler sonrası ortaya çıkan çamurlar filtre pres işleminin ardından çamur bertarafına gönderilir. Konvensiyonel olan bu proses içinde işlemlerin ardından kimyasal yıkama ile birlikte gelen emzimleri barındırdığından ek prosesler ile daha ileri bir arıtım yapılmasını zorunlu kılar.

Kütleli hacmi büyük debilerde SKKY değerlerini elde edebilmek için kimyasal koagülasyon prosesi ile arıtma alternatif olarak kullanılabilir proseslerdendir. Bu süreçte atıksu içerisinde koloidal halde bulunan kirlleticiler, çeşitli kimyasal maddeler ile biraraya getirilerek floküle edilir ve kirleticilerin giderilmesi işlemi yapılır. Bu kimyasallar alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3$), demir sülfat ($FeSO_4$), Alüminyum klorür ($AlCl_3$), demir klorür ($FeCl_3$) gibi suda çözünabilen maddelerdir. Ayrıca gerekli görüldüğü durumlarda polimer ilavesi de yapılabilmektedir. Elektrokimyasal arıtma yöntemleri ise verimliliği yüksek olmasına rağmen kirleticiler oranları sebebiyle sürdürülebilir çevre açısından kullanımda sıkıntı oluşturabilmektedir. Bu yöntemde su/atıksu ortamında Al, Fe gibi elektrotlar ve bunların bağlandığı DC güç kaynağı ile ortama elektrik akımı verilir ve kirleticilerin biraraya toplanması sağlanır (Solak, 2007). Bu süreçte atıksuyun PH değeri, akımın yoğunluğu ve elektroliz süresi, kullanılan elektrotların türü ve iletkenliği gibi parametreler önemlidir. Yine de kirleticilerin arındırılması için maliyetlerinin düşük olması sebebiyle kimyasal ve elektrokimyasal atıksu teknolojileri kullanılmakta ve işletimi kolay olduğundan tercih edilmektedir. Denim ürün üretiminde özellikle indigo boyar maddelerin getirdiği yükler arıtma tesisleri açısından problem teşkil etmektedir. İndigo mavisinin suda çözünmeyen ketonik grup (C=O) olması, denim üretimi için gereken en temel hammaddenin sorun teşkil etmesini beraberinde getirmektedir. Sodyum ditiyonik alkali çözeltilerde ise, indirgenmiş formu suda çözünabilir ve selüloz fiber ile kimyasal bileşik gösteren löko indigo boyaya (C-OH) dönüşür (Albuquerque vd., 2013; Kunz vd., 2002; Paschoal & Tremiliosi-Filho, 2005). Dolayısıyla indigo içeren atıksular, boyanın liflere tamamen sabitlenmemesi sebebiyle koyu mavi formda karakterize edilmektedir (Kunz vd., 2002; Manu, 2007; Wang vd., 2008). Koagülasyon prosesleri bu tür atıksuların arındırılmasında yaygın olarak tercih edilen bir yöntemdir. Buna karşın çıkış suyunun tekrar kullanılabilmesi için tek başına yeterli bir proses olmadığı görülmektedir. Wang ve ark (2008), yaptıkları bir çalışmada kimyasal koagülasyon sonrası %70 KOİ değeri elde ederken, koagülasyon-hidroliz/asitleme-fenton oksidasyonu proseslerini Hibrit kullandıklarında KOİ değerini %95 olarak belirlemişlerdir (Solak, 2007). Bu çalışma proseslerin ek proseslerle desteklenmesinin gerekliliğini ortaya koyması açısından önemlidir.

Sonuç ve Öneriler

Yüzyıllardır kullanılan ve moda özelliği artarak devam eden denim ürünler Jean pantolonlar olarak hayatımıza girmiş olmakla birlikte gerek dayanıklı yapısı gerekse farklı yıkama teknikleri ile birçok efekti rahatça alabilmesi ve böylece moda ürün olarak her alana uygulanabilmesi sebebiyle en çok kullanılan malzemeler arasında yerini almaktadır. Genellikle hammaddesi pamuk olan bu yüzeylerin eldesi sırasında pamuğun tarlada yetiştirme, toplanma vb. aktivitelerinin ardından pantolon oluncaya kadar geçirdiği iş akışlarında harcanan su miktarı, azalan su kaynakları düşünüldüğünde dikkat edilmesi ve üzerinde durulması gereken önemli konulardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca sadece temiz yer altı ve yer üstü suları kullanılmamakta aynı zamanda üretim sırasında temiz su kaynaklarının kullanımı sonrası kirli ve atık su da oluşmaktadır. Su kaynaklarımızı koruma konusunda kısa zamanda etkili çözümler bulunamaması halinde, gelecekte dünya çapında su kaynaklı kitlesel sorunların çıkması kaçınılmaz görülmektedir. Yapılan araştırmalara göre 2030 yılından itibaren Türkiye'nin de su bakımından sıkıntı yaşayan ülkelerden biri olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle su kaynaklarının verimli ve sürdürülebilir kullanımı çok önemlidir. Bunun da en önemli yolu kaynaklarımızı korumak ve iyi yönetmektir. Tekstilin ana maddesi olan pamuk üretiminde çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilir uygulamaların en kısa sürede uygulanmaya başlanması gerekmektedir. Dolayısıyla denim kumaşın da tekstil sektöründe çok önemli bir konumda olduğu düşünüldüğünde gerek üretim süreçlerinde gerekse kullanımı sonrasında geri dönüştürülmesi ya da geliştirilmesi gereken bir alan olduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında sürdürülebilirliğin önemi çerçevesinde denim ürün üretimindeki yeni gelişmeler ile sektördeki dönüşüme katkıda bulunmak amaç edinilmiştir. Bu konu özellikle su ayak izi kapsamında irdelenmiş ve sektörde su kullanımının azaltılması ile su kaynaklarının ve sektörün sürdürülebilirliği anlatılmıştır.

En çok tercih edilen tekstil ürünlerinden denim kumaşın sürdürülebilirlik çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Pamuğun tarladaki sulanmasından itibaren başlayarak suyun bilinçli kullanımına yönelik çalışmalar yapılması önceliklidir. Denim kumaşın üretimi sırasında ortaya çıkan atık su da öncelikli çalışmalar arasına alınmalıdır. Tarımda pamuk bitkisine bakıldığında dünya çapında yeşil su ayak izinden ziyade mavi su ayak izinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu çerçevede geliştirilen yeni yazılımlar ve teknolojiler ile bitkiye göre sulama yöntemlerinin seçimi daha verimli ürünlerin eldesini mümkün kılmaktadır. Pamuk bitkisinin mavi ve yeşil su ayak izleri toprak yapısı açısından tespit edilerek yapılacak ekim işlemleri hem ticari hem de sürdürülebilir doğal pamuk üretimi için gereklidir. Ayrıca toplam su tüketiminin %75'inin tarımda kullanıldığını bilinmektedir. Dolayısıyla her tarım bitkisi için hesaplamalar yapılarak sulama politikaları geliştirilmelidir. Better Cotton uygulamaları ile dünyada %14-%23 arası su tasarrufu sağlanmıştır. Ayrıca bu uygulamalar ile tarım ilacı kullanımında da azalmalar görülmüştür. Bu kapsamda çiftçilere yönelik politikalar geliştirilerek bilgilendirme faaliyetlerinin artırılması ve pamuk ekiminin bu bağlamda yapılması sağlanmalıdır.

Mevcut su kaynakları ve konumu düşünüldüğünde Türkiye, Bangladeş, Hindistan ve Çin gibi ülkelere göre avantajlı durumdadır. Konum ve bilgi avantajı ile bu ülkelerden daha fazla müşteri çeken ülkemizde tekstil sektörü her zaman önemle takip edilmesi ve üretim ve akış prosesleri açısından geliştirilmesi gereken bir sektör olarak bulunmaktadır. Ülkemize gösterilen bu talep, aynı zamanda su tüketimi konusunda bilinçli ve ciddi çalışmaların yapılmasını da mecbur kılmaktadır. Bu kapsamda her alanda sürdürülebilirlik faaliyetlerinin geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir. Denim ürünlerde de pamuk, yıkama, üretim ve hatta satış aşamalarında kullanılan suyun "su ayak izi" muhakkak tespit edilmeli, kaynakların etkin kullanımı için azaltılmalı veya geri dönüştürülmelidir. Denim ürünlerinin yaşam döngüsü değerlendirmelerinden, suyu azaltılmış ya da sudan arındırılmış yenilikçi boya işlemlerine, organik pamuk veya Better Cotton uygulamalarına kadar birçok proses hayata geçirilmeli ve ürün yaşam döngüsü içerisinde yerini almalıdır.

Atıksuyun arıtılması sırasında kullanılan geleneksel yöntemlerin yanında Hibrit teknolojilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Elektro-kimyasal yöntemlere ek olarak geliştirilecek teknolojiler ve enerji tasarrufunun sağlanması önemlidir. Aynı zamanda ürünün üretimi sırasında kullanılacak yıkama proseslerine de alternatifler geliştirilmelidir. Bu bağlamda yaptığımız araştırmalar ozon yıkama yöntemlerinin hem kimyasal kullanımı hem de enerji tasarrufu açısından pozitif etki oluşturduğu gözlemlenmektedir. Denimin dünya üzerinde üretilen ve tüketilen en çok hazır giyim ürünlerinden biri olduğu düşünüldüğünde bu sistemlerin ivedilikle organizasyonlara entegre edilmesi ve hem su kirliliği hem de çevresel kirlilik aşamalarında sistemin verdiği zararlar azaltılmalıdır.

Kaynaklar

- Albuquerque, L. F., Salgueiro, A. A., Melo, J. D. S., & Chiavone-Filho, O. (2013). Coagulation of indigo blue present in dyeing wastewater using a residual bittern. *Separation and Purification Technology*, 104, 246-249. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2012.12.005>.
- Alper, F. (2015). *Sürdürülebilirlik Kavramı İçerisinde Su Ayak İzi: Tekstil Sektörü Örneği* (Doctoral dissertation, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Çapar, G. (2018). Su Ayak İziniz ne kadar büyük? *Tübitak, Genç Bilim Dergisi*, 3(18).
- Dornier, P. D. (2015). "Technologies Powering Textile Innovation", https://www.itma.com/docs/default-source/downloads/nwtbrochure/itma_nwt_bro.pdf?sfvrsn=2, (Erişim: 13.10.2022).
- Erdil, M. (2017, Kasım 30). *Yeni Trend Su Tasarrufu*, <https://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/yeni-trend-su-tasarrufu-40663841#:~:text=DEN%C4%B0M%C2%20do%C4%9Fru%20hissi%20ve%20renklendirmeyi,bin%20litreye%20kadar%20su%20kullan%C4%B1labiliyor>.
- Eyi, G. (2019). *Pamuk ve elastan karışımı denim kumaşların borik asit, boraks dekahidrat, nano-sio2, triazin ve fosfor bikeşimleri varlığında güç tutuşurluk özelliklerinin incelenmesi* (Master's thesis, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Gürcüm, B.H., & Bulat, F. (2016). Tekstil Tasarımında İnovatif Bir Yaratıcılık Aracı Olarak Lazer Kesim, *İdil*, 6, 28. DOI: 10.7816/idil-06-28-08.
- Gürlesel, C.F. (2019). Türk İhraç Ürünleri Sürdürülebilirlik Kodu, Türkiye İhracatçılar Meclisi Strateji Raporları.
- Hamano, A. (1997). Formation and decomposition of sodium hypochlorite anhydrous salt and its pentahydrate; The formation and decomposition of sodium hypochlorite anhydrous salt and its pentahydrate. *Kayaku Gakkaishi (Journal of the Japan Explosives Society)*, 58. <https://www.osti.gov/etdweb/biblio/599993>.
- Işık, N., & Kılınç, A. G. E. C. (2016). İnovasyon-temelli ekonomi: seçilmiş ülkeler üzerine bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 13-27. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ausbd/issue/26453/278537>.
- İMKB. (2021). Erişim linki: <http://www.imkb.gov.tr/datum/surdurulebilirlik/Rapor.pdf>
- Kadem, F. D., & Özdemir, Ş. (2020). Tüketici Sonrası Geri Dönüştürülen Denim Kumaşların Seçilmiş Konfor Özellikleri Üzerine Bir Çalışma. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(2), 379-388. <https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.792425>.
- Kunz, A., Peralta-Zamora, P., Moraes, S. G. D., & Durán, N. (2002). Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. *Química nova*, 25, 78-82. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000100014>.
- "Laser" [online] <https://www.merriam-webster.com/words-at-play/laser-acronym-light-amplification>. Aktaran "Sağırkaya, F. S. (2021). *Denim'de sürdürülebilir uygulamalar* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Levi's. (2020, Haziran 11). *Water-Less Teknolojisi*, https://www.levis.com.tr/levis_surdurulebilirlik.
- M. Solak, (2007). Elektrokoagülasyon Prosesi ile Mermer İşleme Atıksularının Arıtılması, Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği ABD, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.
- Manu, B. (2007). Physico-chemical treatment of indigo dye wastewater. *Coloration Technology*, 123(3), 197-202. Doi: 10.1111/j.1478-4408.2007.00080.x
- MEGEP. (2007). Erkek Jean Pantolon Üretimi Modülü, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara. 2007.
- Mezarcıöz, S., & Sırlıbaş, S. Denim Kumaşlara Çevre Dostu Ön Terbiyesiz Boyama Metodunun Uygulanması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(4), 1127-1136. <https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.1048384>.
- Nearchimica. (2022, Temmuz 10). <https://www.nearchimica.it/en/>
- Öztürk, D., & Eren, H. A. (2010). Tekstil terbiyesinde ozon kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 15(2). <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uumfd/issue/21675/233269>.
- Paschoal, F. M. M., & Tremiliosi-Filho, G. (2005). Aplicação da tecnologia de eletrofloculação na recuperação do corante indigo blue a partir de efluentes industriais. *Química Nova*, 28, 766-772. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500006>.
- Rice, R. G., DeBrum, M., Hook, J., Cardis, D., & Tapp, C. (2009). Economic and environmental benefits of ozone in ozone laundering systems. *Ozone: science & engineering*, 31(5), 348-356. <https://doi.org/10.1080/01919510903091839>.
- Solak, M., & Öztürk, A. (2018). Endüstriyel Atıksu Arıtımında Kimyasal ve Elektrokimyasal Proseslerin Etkinliğinin Karşılaştırılması: Denim Ürün Üretim Sektörü. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 7(2), 20-35. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/duzceitbd/issue/39375/457555>.

Şahin, B. (2017). Denim Üretimi ve Kalite. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi basılmamış ders notları.

TFL, Erişim Linki: <https://www.thefashionlaw.com/how-many-gallons-of-water-does-it-take-to-make-a-single-pair-of-jeans/>, 2019.

UİB, (2017). *Hazır Giyim Sektöründe Sürdürülebilir Trendler*, Uludağ Hazır Giyim ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği Ar-Ge Ve Pazara Giriş Şubesi, Nisan.

Ünal, B. Z., & Küçük, A. Ozonlama Proses Şartlarının Elastansız Denim Kumaşların Yumuşaklık ve Mukavemet Özelliklerine Etkisinin İrdelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 23(69), 745-754. <https://doi.org/10.21205/deufmd.2021236904>.

Wang, M. (2020). *Development and Evaluation of Digital Denim Technology*. North Carolina State University.

Why Fashion Must Turn Off the Taps, Erişim Linki: <https://www.xerostech.com/updates/why-fashion-must-turn-off-the-taps#:~:text=According%20to%20the%20UN%20one,get%20the%20product%20shop%2Dready.> August 27, 2021

X. Wang, G. Zeng, J. Zhu, (2008). Treatment of jean-wash wastewater by combined coagulation, hydrolysis/acidification and Fenton oxidation, *Journal of Hazardous Materials*, 153, ss. 810-816. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.09.030>.

Yorgancılar, F. N. (2011). Sürdürülebilir Rekabet Anlayışı Olarak Yenilik Yeteneği. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 11(21), 379-426. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/susead/issue/28414/302390>.

Ulakbilge
Sosyal Bilimler Dergisi

SUSTAINABILITY WITH WATER FOOTPRINT IN DENIM PRODUCTION

Nuray Öz Ceviz, Necla Tektaş

ABSTRACT

Introduced in 1930s America, the denim fabric quickly became popular around the globe thanks to its durability. Denim surfaces are still the most preferred type of fabric in textiles today, and used not only in manufacturing of jean pants, but also in a wide range of products from home textile to accessories as a fashion element. Therefore, this widely used and preferred surfaces need to be analyzed and monitored in terms of sustainability. Main reason behind this is the high number of processes these fabrics go through during manufacturing phase. From harvesting the denim's main material, the cotton from the fields to transforming these into a wearable/usable textile product, natural water resources are used extensively in the process. Even though we are all aware of the significance of water for our lives and planet, rational use of limited water resources is far from a reality, especially for the water consumed for production purposes. In terms of using the water resources, the textile and garment industries are among the top consuming sectors. Especially the ever-widening areas of use for denim products over the years and the excess amount of water used in manufacturing of these products are among the issues that need to be addressed. Within the context of this study, processes utilized during the manufacturing of denim products, water footprint of a denim product, new technologies and sustainability were analyzed. While the developed technologies have increased the water consumption up to 95%, the sector seems to be open to new research and development activities.

Keywords: Better Cotton, denim, sustainability, water footprint, wastewater