LAZER TEKNOLOJİSİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR DENİM ÜRETİMİNDE EKOLOJİK ÇÖZÜM

LASER TECHNOLOGY: ECOLOGICAL SOLUTION FOR SUSTAINABLE DENİM PRODUCTION

Gülcan Batur[1], Selda Kozbekçi Ayranpınar[2]

[1,2]Doçent, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi
Tekstil ve Moda Tasarım Bölümü

batur.gulcan@gmail.com

Özet: Denim; kadın, erkek, genç, yaşlı her yaş ve cinsiyet grubuna hitap eden giysi ürünlerinden, ev tekstiline hatta aksesuarları da kapsayan çok geniş bir hedef kitleye sahip popüler kültür ürünüdür. Bu nedenle denim üretimi, tekstil endüstrisi içerisinde büyük pazar payına sahip olmuştur. Denim, çözgü ipliği indigo boyalı, atkı ipliği (boyasız) ham, dimi dokuma pamuklu bir kumaştır. Denim kumaşın, iplik halinden ürün haline gelişine kadar sayısız boya, terbiye ve bitim işlemleri uygulanmaktadır. Denim üretimi sürecinde, aşırı enerji tüketimi ve yüksek miktarda temiz su kaynaklarının kullanılması insan ve çevre sağlığını olumsuz etkilemektedir. Ekolojik çevre bilinciyle, dünya da günden güne artan bu sorunun çözümü için sürdürülebilir malzeme ve üretim yöntemlerinin kullanılması ve tercih edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle insan sağlığına ve ekolojik sisteme zararlı kimyasalların çevre dostu maddelerle değiştirilmesi, enerji tüketimi ve atık suyun azaltılması, yeni tasarım ve üretim süreçlerinin oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlam da tekstil mamulünün görünüm, konfor özelliklerinin artırılması ve yaratıcı, özgün tasarımların oluşturulması için uygulanan boya, terbiye, bitim işlemlerine alternatif doğaya dost yöntemler geliştirilmektedir. Bu yöntemlerden biri olan lazer teknolojileri denim sektöründe, hem ekonomik hem de ekolojik, yenilikçi bir çözüm sunmaktadır. Bu bildiri de, ekolojik bir yöntem olarak lazer teknolojisinin, yaş ve kuru olarak tanımlanan geleneksel denim yıkama işlemleriyle farklılıkları ve avantajlarıyla açıklanacaktır. Ayrıca Lazer sistemlerinin sürdürülebilir tekstil üretimine ve tasarımına katkısı ve sağladığı olanaklar ayrıntılı olarak incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, ekoloji, lazer teknolojisi, denim

Abstract: Denim is a popular culture product with a wide target audience, including clothing products, home textiles, and even denim accessories that appeal to women, men, young and old. For this reason, denim production has become a sector with the largest market share in the textile industry.Denim is a warp yarn indigo dyed, weft yarn (without dyed) raw, twill woven cotton fabric. Numerous dyeing, treating and finishing processes are applied to denim yarns to finally obtain the fabric denim product that is in common use. Notably, in the denim production process, excessive energy consumption and the use of high amounts of clean water resources adversely affect human health and environmental wellbeing. With the awareness of the environment, sustainable materials and production methods should be used and preferred to solve and help remedy this ecological problem that is increasing day by day in the world. For this reason, it is of great importance to replace chemicals harmful to human health and the environment with eco-friendly substances, to reduce energy consumption and waste water, and to tailor new design and production processes with these goals in mind.In this context, alternative nature-friendly methods are developed for dyeing, finishing and finishing processes applied to increase the appearance and comfort features of textile products and to create

creative and original designs. One of these methods, laser technologies, offers an economical and ecological, innovative solution in the denim industry.In this paper, the differences and advantages of laser technology as an ecological method with traditional denim washing processes defined as wet and dry will be explained. In addition, the contribution and opportunities provided by laser systems to sustainable textile production and design will be examined in detail.

Key words: Sustainability, ecology, laser technology, denim

1.Giriş

21. yüzyıl moda eğilimlerine damgasını vuran ve mavi renkle özdeşleşen; barış, özgürlük ve gençlik sembolü olan denimin serüveni 1850 yılında Amerika'da başlamıştır. Günümüzde denim kumaştan üretilen giysiler cinsiyet, din, dil, ırk, yaş, coğrafi bölge ayırt etmeksizin moda dünyasında evrensel bir fenomen halini almıştır. İndigo boyalı pamuklu denim kumaş, ilk olarak Baviera'lı bir göçmen olan Levi Strauss tarafından altın madenlerinde yük arabalarını koruyucu tente ve çadır bezi olarak üretilmiştir. Bu kumaşların dayanıklılığı ve koyu indigo boyalı olması sebebiyle çabuk kirlenmemesi işçi sınıfının, madencilerin ve zenci kölelerin iş giysisi olarak kısa zamanda yaygınlaşmıştır. 19. Yüzyılın başlarında Hollywood filmlerinde kovboyların ve 1940'lı 1950'li yıllarda gençlik idolleri James Dean, Marlon Brando, Elvis Presley'in sinema ve müzik konserlerinde indigo boyalı Blue Jean'ler giymesi Amerikan gençliğini popüler kültürünün bir parçası haline getirmiştir. Ayrıca, Marilyn Monroe ve Bridget Bardot gibi ünlü film yıldızlarının da Blue Jean giymesi, başlangıçta iş giysisi olan Jean'e dişilik katarak uniseks, bir kimlik kazandırmıştır. 1970'lerde Blue Jean bir moda akımı haline gelerek, kendilerini "Çiçek Çocuklar" olarak adlandıran hippi'lerin vazgeçilmez giysisi haline gelmiştir. 1980 ve 1990"lı yıllarda denim yıkama tekniklerinin uyguladıkları Blue Jean'e Calvin Klein, Armani gibi tasarımcılar koleksiyonlarında geniş yer vermişlerdir. Bu tasarımlar özellikle üzerine bir tür bölgesel ağartma işlemi olan pomza taşıyla yıkama işlemi yapılarak oluşturulan ağartılmış mavi denimler, döneme damgasını vurmuş ve gençliğin sembolü olmuştur. 2000'li yıllarda tekstil boya ve kimya sanayindeki gelişmeler, indigo boyalı denim kumaşa yansımıştır. Denim kumaşa uygulanan enzim yıkama ile kumaşın konfor özelliklerini artıran, farklı yıkama teknikleriyle görsel efekt verilmesine kadar pek çok denim yıkama tekniği uygulanarak üretilmeye başlanmıştır. Dolayısıyla denim moda sektöründe üretimi en fazla ve modern bir gardırobun merkezi bir bileşeni ve vazgeçilmezi olmuştur. Bu nedenle günümüzde denim, tekstil endüstrisinde en büyük pazar payına sahip sektörlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Denim, çözgü ipliği indigo boyalı, atkı ipliği (boyasız) ham, dimi dokuma pamuklu bir kumaştır. Denim kumaşın, ürün haline gelmesi birçok üretim zincirini kapsamaktadır. Denim kumaşın, iplik halinden denim ürün haline gelişine kadar sayısız boya, terbiye ve bitim işlemleri uygulanmaktadır. Bunlar: pamuk çözgü ipliğinin indigo boyarmaddeyle boyanması, dokuma, dikim, konfeksiyon ile mamul haline gelmesidir. Moda trendlerine göre eskitilmiş denim ürünlerin karakteristik görünüme ulaşması için denim kumaşa çeşitli yıkama işlemleri uygulanır. Denim ürün ancak bu yıkama işlemlerden sonra bir ticari meta haline gelmektedir.

Denim yıkama işlemleri, yaş ve kuru olmak üzere iki yöntem ile uygulanmaktadır. Yaş yıkama: Denim giysi ürününe çeşitli kimyasal maddeler kullanılarak uygulanan işlemlerdir Bunlar: ön yıkama (haşıl sökme), taş yıkama, enzim yıkama, ağartma yıkama'dır. Kuru yıkama ise; Denim giysiye, istenen kullanılmış görüntüyü vermek için mekanik olarak uygulanan işlemlerdir. Bunlar: zımpara, kumlama, kılçık, reçine, eskitme olarak sıralayabiliriz.

Bir blue Jean pantolonun normal koşullarda üretilmesi için yukarıda belirtilen kuru yaş denim yıkama işlemleri uygulanmaktadır. Bu işlemler sonucunda yaklaşık 4000 litre su harcanmaktadır (URL1). Ancak dünya da denim giysi üretiminde yılda yaklaşık altı milyar kot pantolon üretildiğini, her bir kot pantolon başına 70 litre su, 1kw/saat ve 150 gram kimyasal madde olmak üzere toplamda 420 milyon metreküp su, 6 milyar kw/saat ve 900.000 ton kimyasal madde kullanıldığını belirtilmektedir (URL 2). Bu sayısal veriler doğrultusunda, moda trend ürünü olan Blue Jean üretimi global ölçekte, değerlendirildiğinde hava, su, toprak kirliliğine dolayısıyla çevre ve insan sağlığına vermiş olduğu zararlar yadsınamaz büyüklüktedir. Bu nedenle denim yıkama teknikleri, günümüz teknolojisinde artık geleneksel yöntem olarak ifade edilmektedir. Özellikle denim sektörü ve dünya çapındaki lider denim markalarının yaşadığımız gezegeni korumak, doğal kaynaklara, çevreye ve insan sağlığına duyarlı daha az su ve kimyasal madde kullanarak sürdürülebilen ekolojik yöntem arayışıyla lazer teknolojisini işaret etmektedir.

Ekoloji korunması, çevre ve insan sağlığı sürdürülebilir ve temiz üretim gerçeğinde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 14.12.2011 tarihinde Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği'ni Resmi Gazete' de yayımlamıştır. Bu "tebliğin amacı, tekstil sektörü faaliyetlerinin çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin en aza indirilmesine, çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanması için üretim sırasında suya, havaya ve toprağa verilecek her türlü emisyon, deşarj ve atıkların kontrolü ile hammadde ve enerjinin etkin kullanımına ve temiz üretim teknolojilerinin kullanımına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir". Ayrıca bu tebliğ kapsamında temiz üretim için (MET) "Mevcut En İyi Teknolojiler" in kullanılması ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Denim yıkama sürecinde aşırı miktarda ağartıcı ve kimyasal madde kullanılması, su-enerji tüketimi azaltmak ve önlemek amacıyla lazer ve ozon teknolojisinin araştırılması ve aktif olarak kullanılmasını ifade edilmiştir (URL 3).

2. Lazer Teknolojisi

"Laser" kelimesi, "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" İngilizce bir cümlenin baş harflerinden oluşmaktadır ve Türkçe "Uyarılmış ışınım (Radyasyon) Yayımlanması Yoluyla Işığın Kuvvetlendirilmesi" olarak tercüme edilmektedir. Lazerler, uygun ve aktif ortamda bulunan moleküllerin, atomları ve elektronları uyarması ile çalışırlar (Townes, 2010: 21).

İlk olarak 1917 yılında Einstein tarafından stimüle ışımanın varlığı öne sürülmüş, 1960 yılında Theodore Maiman optik frekensta lazer hareketini gerçekleştirmiş ve yakut lazerinin varlığını kanıtlamıştır. Bu olaydan sonra lazer kullanımında oldukça önemli gelişmeler olmuştur. (URL 4). Lazerin kullanımı 1960 yılına tarihlenmektedir. Günümüzde lazer endüstri, tıp, mühendislik, meteoroloji, hologram, savunma ve uzay teknolojileri, bileşim, otomotiv gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

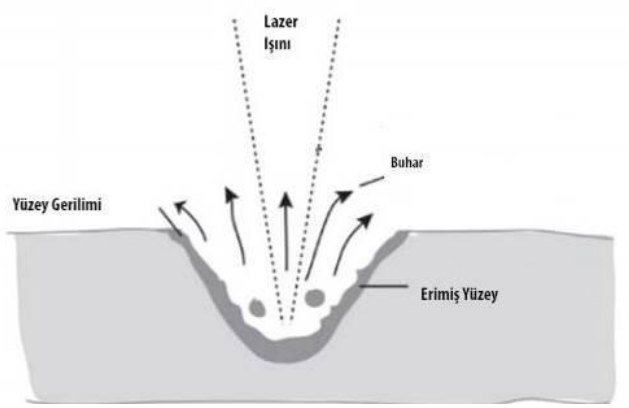
3.Denim Kumaşlarda Co2 Gaz Lazer Kullanımı

Lazer ışının elde edilme yöntemine göre katı, sıvı, gaz ve yarı iletken olarak dört farklı yöntemi bulunmaktadır. Bunlar: katı cisim lazeri, gaz lazeri, sıvı lazeri, yarı iletken lazeri' dir. Lazer çeşitlerinden karbondioksit gaz lazeri, ahşap, cam, seramik, tekstil, kağıt, polimerler, folyo, film ve deri malzemeler üzerinde kesim ve işleme de kullanılmaktadır.

"CO2 gaz lazer sisteminin yüksek yoğunluktaki lazer ışın kaynağını malzeme üzerine serbest bir ışın olarak yönlendirilip mercekler veya aynalar kullanılarak odaklandırılır. Lazer ışını ayna ve lens optiklerine giderek orada odak çapı, görüntü mesafesi ve keskinlik derinliği gibi özellikleri çeşitli işlemlere uyarlanarak ışın birleştirme işlemi sağlanır. Bu da gücü arttırmayı veya azaltmayı sağlar. Lazer ışının yoğunluğu azaltılarak kesme ve oyma yapmadan sadece yüzeyde ısıl işlem uygulamaları yapılabilir. Bu sayede istenilen desen yüzey üzerine aktarılabilir "(Sıkı, Türkel, Benli, 2020: 74).

Tekstil endüstrisinde CO2 gaz lazer uygulamaları tekstil yüzeyini işleme prensibine dayanır. Bunlar lazer işaretleme (marking), kazıma, kesme, delme, yıpratma, (engraving), birleştirme (welding), yakma, gibi farklı fonksiyonlarıyla yıllardır tekstil sektörüne hizmet eden yenilikçi teknolojidir. Lazer işaretleme yönteminde lazer ışını, bilgisayar ortamında hazırlanan tasarım ya da belirlenen soldurma, ağartma, yıpratma efekti ölçeğinde kumaşın yüzeyine aktarılır. Lazer İşaretleme "soldurma prosesi, denim kumaşlarda eskitilmiş görünüm kazandırmak için kullanılan konvansiyonel fiziksel ve kimyasal işlemlerle kıyaslandığında, çok güçlü bir alternatif olarak kabul edilmektedir" (Özgüney, Özçelik, Özkaya, 2009: 133).

Lazer kazıma ise, lazer ışının belirlenen yoğunlukta kumaş yüzeyinde derinliğe kadar kontrollü kesme işlemidir. Bir diğer yöntem ise, lazer birleştirmedir. Bu işlem, lazer ışını ile iki veya daha fazla kumaş tabakasının lazerle kaynağı, birleştirilmesi işlemidir. Lazer sistemlerin tekstil hazır giyim ve deri de dahil olmak üzere hemen hemen tüm malzeme türlerine uygulanır. Tekstil ürünlerinde kullanılan logo, etiket gibi tekstil yan ürünlerinde, uygulanabildiği gibi, modern üretiminde çok geniş uygulama alanına sahiptir (Matnu, 2017:64-65).
Günümüzde lazer teknolojisi eskitilmiş görünümlü denim mamulün su kullanılmadan, yenilikçi çözüm sunmaktadır. Bu teknolojinin temel uygulama prensibi, farklı dalga boyuna sahip lazer ışınlarının denim giysilerdeki indigo boyarmaddesinin yükseltgenip parçalanması esasına dayanan aşındırılarak soldurma efekti elde etme işlemidir (Matnu, 2017: 64) (Şekil 1).



Şekil 1: Lazer Çalışma Prensibi

Denim kumaş ya da mamul üzerinde dört farklı karbondioksit Co2 Gaz Lazer uygulama yöntemi bulunmaktadır.

1. Geleneksel kimyasal yöntem olan Potasyum permanganat (PP) sprey ağartma efektinin lazer teknolojisiyle uygulanması.
2. Geleneksel denim kuru işlemleri içerisinde yer alan zımparalama tekniğiyle oluşturulan bölgesel ağartma efektinin lazer teknolojisiyle uygulanması.
3.Kumaş yüzeyinde yırtık, kasıtlı yapılmış delikleri, (vintage) eskitilmiş efektlerinin lazer teknolojisiyle uygulanması.
4. Lazer baskı

Dikimi yapılmış denim pantolon üzerine, bıyık" efekt iki şekilde uygulanır. İlki, kimyasal bir işlemdir, potasyum permanganat sprey ile ağartma yöntemidir. edilen efekt ile zımparalama yöntemleri "oluşturur. Bıyık efekti, Blue Jean'in ön yüzeyinde kalça, kasık bölgesinde kullanılmış eski görünüm, kırışık etkiler elde etmek için uygulanmaktadır. (Resim 2)



Şekil 2: Bıyık Efekti Bölgesel Ağartma

Potasyum Permanganat (PP) ile bölgesel ağartma yöntemidir. Potasyum Permanganat, denim üzerinde bölgesel ağartma / apre için kullanılan bir oksitleyici maddedir(URL5).

Geleneksel yöntem ile uygulama prensibi ise, Blue Jean, manken adı verilen, şişme aparatlara giydirilerek, Potasyum permanganat sprey ile manuel olarak kumaş üzerindeki indigo boyarmaddesinin kimyasal aşındırılmasıdır (Şekil 3).



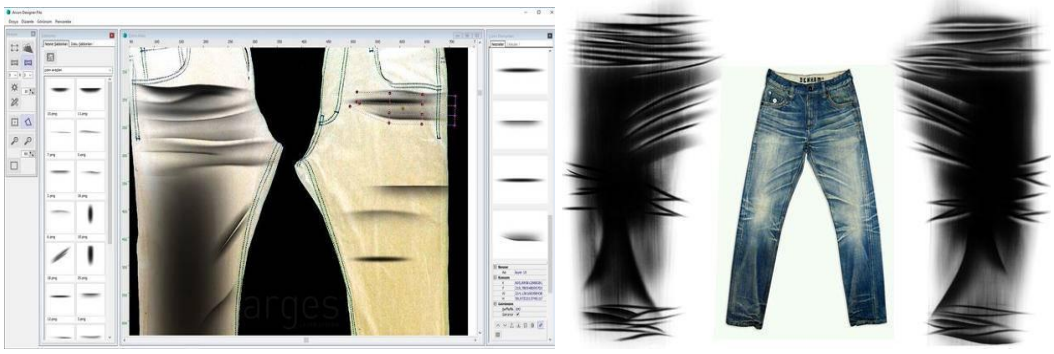
Şekil 3: Potasyum Permanganat sprey



Şekil 4: Kuru İşlem Zımparalama Yöntemi

Potasyum Permanganatın sprey ile oluşturulan eskitme efektleri bilgisayar ortamında hazırlanır ve CO2 gaz lazer makinesine yönlendirilerek ağartılma, soldurma işlemi gerçekleştirilir. Bu kimyasal yöntem uygulamalarında işçi sağlığında, cilt, deri ve göz hastalıkları sebep olmaktadır. İşletmeler de havalandırma ekipmanlarının yetersiz olduğu durumlar da çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır.

Geleneksel denim kuru işlemleri içerisinde yer alan zımparalama tekniğiyle oluşturulan bıyık efekti bölgesel ağartma, aşındırma yöntemidir (Şekil 4). Uygulama prensibi ise, Blue Jean, manken adı verilen, şişme aparatlara giydirilerek, farklı kalınlıklardaki zımpara kağıtları ile manuel olarak kumaş üzerindeki indigo boyarmaddesinin aşındırılmasıdır.



Şekil 5: Bilgisayar Ortamında Bıyık Efektinin Hazırlanması

CO2 gaz lazer teknolojisiyle bıyık efekti oluşturmada öncelikle, istenilen efekt bilgisayar tasarım programında tasarımı hazırlanarak, lazer makinasına yönlendirilir (Şekil 5). Lazer Işının, denim kumaş üzerindeki uygulanması planlanan tasarıma maruz kalma süresi soldurma etkisi belirlemektedir (Şekil 6).



Şekil 6: Lazer Uygulama Aşaması

Ayrıca, lazer ışının süresi ve şiddeti artırıldığında, kumaş yüzeyinde yırtık, kasıtlı yapılmış delikleri, eskitilmiş efektler (vintage etki) elde edilmektedir (Şekil 7). Lazer yöntemiyle yapılan bu yırtık delik etkiler geleneksel manuel yöntem göre standardizasyonu yüksek, kontrollü, hızlı üretim sağlamaktadır.



Şekil 7: Lazer İle Yıpratma Efekti ve Detayı

Lazer baskı, lazer teknolojisinin kazıma, yakma, işaretleme, aşındırma gibi sağladığı fonksiyonlar kullanılarak uygulanır. Bilgisayar ortamında hazırlanan, logo, yazı, fotoğraf ya da metraj desen tasarımlarının uygulanması işlemidir (Şekil 8). Bu yöntem deri, kumaş, cam, seramik fleksiglas gibi farklı yüzeylere uygulanabilmektedir.



Şekil 8: Lazer İle Desen Oluşturma

Lazer baskı yönteminin denim kumaş üzerinde kullanımında ise, uygulanacak tasarımı bilgisayar ortamında hazırlanır ve lazer makinesine yönlendirilir. Lazer ışını, denim kumaş yüzeyinde boya moleküllerini değiştirerek farklı renk değerlerinden meydana gelen deseni oluşturur. Bu teknik denim metraj kumaş üzerine uygulanabildiği gibi dikimi yapılmış denim ürün üzerine de uygulanabilmektedir (Şekil 9).



Şekil 9: Lazer İle Denim Ürün Üzerinde Desen Oluşturma

Bu bağlamda denim üretiminde lazer teknolojisinin sağlamış olduğu avantaj ve yenilikler büyük önem taşımaktadır. Dünya çapındaki lider firmalar üretimlerinde ekolojik dengenin korunması, çevre ve insan sağlığı ve sürdürülebilir temiz üretim sağlayan lazer ve ozon teknolojilerine yönelmiştir.

21. yüzyıl teknoloji çağında, ileri teknoloji olanakları hakkında donanımlı, yenilikçi, yaratıcı, teknolojiyi aktif kullanabilen eğitimli tasarımcı adaylarının varlığı büyük önem taşımaktadır.

Bu bağlamda Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü ile VAV Teknoloji firması VAV Denim Akademi, arasında sanayi üniversite işbirliğiyle eğitim ve uygulama çalışmaları yapılmıştır. Bu işbirliği pandemi öncesi, üç eğitim yılı bahar ve güz olmak üzere dördüncü sınıf lisans ve lisansüstü öğrencilerini kapsamıştır. Sanayi üniversite işbirliği kapsamında bu öğrencilerin lazer teknoloji ve tasarım uygulamalarını aktif olarak öğrenmesi, uygulaması ve mezun öğrencilerimizin istihdamı amaçlanmıştır.



Şekil10: Denim Deneysel Uygulama Öğrenci Çalışmaları

Yine bu işbirliği kapsamında Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Moda Giyim Tasarımı Anasanat Dalı ve Tekstil Tasarımı Anasanat Dalı öğrencilerinin dahil olduğu bir denim koleksiyon projesi yapılmıştır. Sürdürülebilir çerçevede tasarım ve üretimi yapılan proje uygulamaları “Bir Denim Hikayesi METAMORFOZ” adıyla İzmir’de ilk kez gerçekleşen Dikey Defile ile başta sektör olmak üzere izleyicilere sunulmuştur. Yürütücülüğünü Doç. Selda Kozbekçi Ayranpınar ve Doç. Gülcan Batur’un yaptığı bu projede Roteks, Roka Tekstil ve VAV Denim Akademi paydaş olmuşlardır.

3. Sonuçlar

Denim üretiminin sürdürülebilir yaklaşımla olumsuz çevresel sonuçları azaltmak ve en aza indirmek için bir temiz üretim yöntemi olan CO2 gaz lazer teknolojisinin kullanılması ekolojik bir çözüm olarak kabul edilmekte ve kullanılmaktadır.

Bu sistemlerin avantaj ve yenilikleri şöyle sıralanabilir. Denim ağartma, soldurma işlemlerinde CO2 gaz lazer teknolojisi su kullanmadan, sıfır atık, temiz üretimle çevre dostu ve ekonomik bir süreçtir. Önemi yeterince anlaşılamamış suyun, küresel ısınma ve bilinçsiz su tüketimini engelleyen susuz lazer teknolojisiyle çevre dostu üretimin farkındalığı önem kazanmaktadır ve teknolojinin her geçen gün gelişmesi su tasarrufunu önemseyen, çevreye duyarlı, dönüştürülebilir ve çalışan haklarına dikkat çeken üretimi desteklemektedir. Denim ürün üzerine, uygulanan soldurma efektleri mükemmel, kusursuz tekrarlanabilirlik verimli, yüksek performans ve hızlı üretim sağlamaktadır. Bu sistem bilgisayar kontrollü olduğu için uygulanan tasarımların istenilen form görsel etkiler, dokular

kusursuz bir şekilde uygulanabilmektedir. Bu yöntem otomatik bir sistem olduğu için makinanın kullanımı basit olup, insandan kaynaklanan hata olasılığı oldukça zayıftır. Lazer yöntemleri giderek daha popüler hale gelmekte ve günümüzde tekstil endüstrisinde geleneksel terbiye ve yıkama işlemlerinin yerine alarak uygulanmaktadır.

Bu alanda üretim yapan denim üreticilerine, öncü denim markalarına ve üniversitelere büyük görevler ve sorumluluklar düşmektedir. Denim sektörü ve üniversiteler arasında sağlanacak güç birlikleri, araştırma geliştirme projeleri ileri teknolojinin yaygınlaşmasına, ekolojik dengenin korunmasını, susuz temiz denim üretiminin sürdürülebilir bir geleceğin inşasına büyük ivme kazandıracaktır.

4. Kaynaklar

Dalbaşı E.S., Özçelik G.K., İlleez A.A., (2019). A Research on The Effect of Various Laser Fading Parameters on Physical And Surface Properties of Denim Fabric, Optics and Laser Technology, ElsevierLtd.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0030399219302300-main.pdf
Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2021

Matnu, S. S,(Ed) (2017). Sustainability in Denim, The Textile Institute Book Series, Woodhead Publishing,United Kingdom

Özgüney, A. T., Özçelik G., Özkaya K.,(2009). A Study on Specıfyıng The Effect of Laser Fadıng Process on The Colour And Mechanıcal Propertıes of The Denım Fabrıcs, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Ege Üniversitesi, Tekstil ve Konfeksiyon Uygulama ve Araştırma Merkezi, İzmir
https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/218103 Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2021

Sıkı, C, Türkel, E, Benli, T. (2020). Karbon Lazerle Seramik Yüzeylerde Desen Oluşturma Yöntemleri. Turkish Online Journal of Design Art and Communication, https://dergipark.org.tr/en/pub/tojdac/issue/53514/712518 Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2021

Townes, Charles H. (2010). Laserin Hikayesi Bir Bilimcinin Maceraları,Çev. Kuthan Yelen İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi

İnternet Kaynakları

URL 1: Anaç, K.(2020). Denim Üretiminde Sürdürülebilir Geleceği Çalık Denim İle Konuştuk, OggustoSürdürlebilir Yaşam, https://www.oggusto.com/business/surdurulebilir-denim-ureticisi-calik-denim
Erişim Tarihi: 22 Nisan 2021

URL2: Çevreci Denim üretimi teknolojisi lazer Teknolojisinin sürdürülebilir Faydaları(2020).https://coats.com/tr/Coats-in-Action/When-blue-jeans-turn-green Erişim Tarihi: 21 Mayıs 2021

URL 3: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme Ve Kontrol Tebliği (2011).https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111214-6.htm
Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2021

URL 4: Lazer Kesim Makinesi, Lazer Markalama Makinesi Hakkında Bilgiler, Lazer Nedir? Sec Lazer (2015). https://www.seclazer.com/blog/lazer-nedirErişim Tarihi: 12 Mayıs 2021

URL 5: Denim Proseslerde Sürdürülebilir Çözümler, Cottonworks (2018). https://www.cottonworks.com/topics/turkce/surdurulebilirlik/surdurulebilir-denim -prosesleri Erişim Tarihi: 1 Haziran 2021

Görsel Kaynaklar

Şekil 1: Laser Solma Mekanizmasını Çalışma Prensibi
Dalbaşı E.S., Özçelik G.K., İlleez A.A., (2019). A Research on The Effect of Various Laser Fading Parameters on Physical And Surface Properties of Denim Fabric, Optics and Laser Technology, ElsevierLtd.
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0030399219302300-main.pdf Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2021

Şekil 2: Bıyık Efekti Bölgesel Ağartma
Denim Efektlendirme Yöntemleri
https://docplayer.biz.tr/47627542-Denim-efektlendirme-yontemleri.html
Erişim Tarihi:10 Haziran 2021

Şekil 3: Potasyum Permanganat sprey
Denim Fashion- Washing
https://www.denimfashion.com.tr/denimfashion-production-washing.html
Erişim Tarihi: 10 Haziran 2021

Şekil 4: Kuru İşlem Zımparalama Yöntemi
Kalıplı Zımpara Robotu, Metod Makina ve Tic. Ltd. Şti, https://www.metodmakina.com/kalipli-zimpara-robotu/28/Erişim Tarihi: 1 Haziran 2021

Şekil 5: Bilgisayar Ortamında Bıyık Efektinin Hazırlanması Denim Markalama makinaları, Arges Laser Systems, http://www.best.com.tr/urunler/denim-markalama-makineleri Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2021

Şekil 6: Lazer Uygulama Aşaması
Matrıx Textıle Denim Sistemi
https://aaetum.com/matrix-denim/ Erişim Tarihi: 12 Haziran 2021

Şekil 7: Lazer İle Yıpratma Efekti ve detayı
Lazer İle Yıpratma Efekti Laser Systems, Vav Technology
http://vavtechnology.com/laser-systems/ Erişim Tarihi: 8 Mayıs

Şekil 8: Lazer İle Desen Oluşturma
Laser Systems, Vav Technology , http://vavtechnology.com/laser-systems/, Erişim Tarihi: 8 Mayıs 2021

Şekil 9: Lazer İle Denim Ürün Üzerinde Desen Oluşturma
Lazer, print Denim Jacket, Topshop,
https://www.yoox.com/lt/42825072KT/item#cod10=42825072KT&sizeId=0 Erişim Tarihi: 8 Haziran 2021

Şekil 10: Denim Deneysel Uygulama Öğrenci Çalışmaları
Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Tekstil Tasarımı Anasanat Dalı Arşivi