

ULUSLARARASI 3B YAZICI TEKNOLOJİLERİ  
VE DİJİTAL ENDÜSTRİ DERGİSİ

INTERNATIONAL JOURNAL OF 3D PRINTING  
TECHNOLOGIES AND DIGITAL INDUSTRY

ISSN:2602-3350 (Online)

URL: <https://dergipark.org.tr/ij3dptdi>

# DENİM KUMAŞLARIN GÖRÜNTÜ TAHMİNLEMESİNDE ÜRETİM PARAMETRELERİ VE GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİNİN KULLANILMASI

GENERATING THE PREDICTED IMAGE OF DENIMS  
USING PRODUCTION PARAMETERS AND IMAGE  
PROCESSING TECHNIQUES

**Yazarlar (Authors):** Orbay Çağlayan Şimşek<sup>id</sup>, Emel Kızılkaya Aydoğan<sup>id</sup>, Yılmaz Delice<sup>id</sup>

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):** Şimşek O.Ç., Aydoğan E.K., Delice Y., "Denim Kumaşların Görüntü Tahminlemesinde Üretim Parametreleri ve Görüntü İşleme Tekniklerinin Kullanılması" *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 8(1): 104-113, (2024).

DOI: 10.46519/ij3dptdi.1337641

Araştırma Makale/ Research Article

Erişim Linki: (To link to this article): <https://dergipark.org.tr/en/pub/ij3dptdi/archive>

# DENİM KUMAŞLARIN GÖRÜNTÜ TAHMİNLEMESİNDE ÜRETİM PARAMETRELERİ VE GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİNİN KULLANILMASI

Orbay Çağlayan Şimşek<sup>a,b</sup>, Emel Kızılkaya Aydoğan<sup>c</sup>, Yılmaz Delice<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Erciyes Üniversitesi Araştırma Dekanlığı, TÜRKİYE

<sup>c</sup> Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE

<sup>d</sup> Kayseri Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik, TÜRKİYE

\* Sorumlu Yazar: [orbaysimsek38@gmail.com](mailto:orbaysimsek38@gmail.com)

(Geliş/Received: 04.08.23; Düzeltme/Revised: 14.02.24; Kabul/Accepted: 04.04.24)

## ÖZ

Bu çalışmada, denim kumaşın üretim parametrelerine göre görüntüsünü üretim gerçekleştirilmeden tahmin ederek oluşturmayı amaçlayan bir görüntü model geliştirilmiştir. Tahmin modeli, denim kumaşların üretiminde nihai görünümü etkileyen parametrelerin dikkate alınmasıyla oluşturulmuştur. 100'den fazla kumaşın incelenmesi sonrası seçilen üretim parametreleri, çözgü ipi numarası, atkı ipi numarası, örgü tipi, örgü yönü ve ham atkı sıklığıdır. Önerilen model, bu parametreleri kullanarak gerçekçi denim kumaş görüntüleri oluşturarak üreticilere ve tasarımcılara, spesifik görsel karakterlere sahip kumaşların üretim öncesi tahmini görüntüsünü görme imkânı sağlamaktadır. Üretim parametreleri ve denim kumaşların nihai görüntüsü arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılabilmesi için, ürünlerin mikroskopik ve normal görüntüleri üzerinde incelemeler yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda, kumaşın iç yüzeyini gösteren mikroskopik görüntülerde her sıradaki görünen atkı ipliğinin uzunluğunun, yanında bulunan çözgü ipliğinin uzunluğunun örgü tipi numarası kadar olduğu gözlemlenmiştir. Bu bilgiler ışığında, kumaş görüntüsü için piksel değerleri belirlenerek kumaşın dokuma görüntüsü oluşturulmuştur. Ancak sadece bu bilgileri kullanarak geliştirilen algoritma, gerçek dokuma işleminde bulunan entropiyi göz ardı edeceğinden, gerçekçiliği artırmak amacıyla doğal görüntüler elde etmek için de matematiksel çalışmalar yapılmıştır. Python OpenCV kütüphanesi kullanılarak tarayıcıdan elde edilen normal kumaş görüntüleri üzerinde incelemeler yapılmıştır. Görüntü temizleme ve siyah-beyaz görüntü elde etme işlemleri uygulanmış ve bu siyah-beyaz görüntülerden kumaşlardaki koyu ve açık pikseller tespit edilerek saydırılmıştır. Bu analizler sayesinde atkı ipliklerinin dokuma esnasında çözgü ipliklerinin renginden ne kadar etkilendiği belirlenmiştir. Yapay görüntülerde atkı ipliklerine ait açık renkli pikseller koyulaştırılarak gerçekçi bir denim görüntüsü oluşturulmuştur. Son kullanıcı hatalarının önüne geçilebilmesi için Python kütüphaneleri kullanılarak bir arayüz oluşturulmuştur. Bu arayüz, hatalı veri girişinin önüne geçerek kullanıcının veri girişini tamamladıktan sonra algoritmanın arka planda çalışıp tahmini kumaş görüntüsünü oluşturmasını sağlar. Modelin denenmesi amacıyla bilinen kumaş türleri üzerinde testler yapılmış ve orijinal görüntü ile algoritma tarafından oluşturulan yapay görüntü karşılaştırılarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan çalışmada, matematiksel bir model kullanılarak tahmin edilen kumaş görselleri orijinalleri ile ortalama piksel değeri, koyu renkli piksel sayıları ve açık renkli piksel sayıları bakımından kıyaslanmış ve %90'ın üzerinde bir benzerlik olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Denim, Görüntü İşleme, Görüntü Oluşturma, Tahminleme.

# GENERATING THE PREDICTED IMAGE OF DENIMS USING PRODUCTION PARAMETERS AND IMAGE PROCESSING TECHNIQUES

## ABSTRACT

In this study, an image model has been developed aiming to predict and generate the appearance of denim fabric based on its production parameters without actual production. The prediction model has been created by considering the parameters that affect the final appearance of denim fabric in its production. After examining over 100 fabrics, the selected production parameters include warp yarn count, weft yarn count, weave type, weave direction, and raw weft density. The proposed model utilizes these parameters to generate realistic images of denim fabric, providing manufacturers and designers with the opportunity to visualize the predicted appearance of fabrics with specific visual characteristics before production. To better understand the relationship between production parameters and the final appearance of denim fabric, examinations have been conducted on both microscopic and regular images of the products. As a result of these examinations, it has been observed that the length of each visible weft yarn in the microscopic images representing the fabric's inner surface is equal to the weave type number of the adjacent warp yarn. Based on this information, pixel values have been determined for fabric images to create the woven texture of the fabric. However, an algorithm developed solely based on this information would overlook the entropy present in the actual weaving process. Therefore, mathematical studies have also been conducted to obtain natural images in order to enhance realism. Examinations have been performed on regular fabric images obtained from a scanner using the Python OpenCV library. Image cleaning and conversion to black and white have been applied, and the dark and light pixels in the fabrics have been detected and counted. Through these analyses, it has been determined how much the weft yarns are influenced by the color of the warp yarns during weaving. In artificial images, the light-colored pixels belonging to weft yarns have been darkened to create a realistic denim appearance. To prevent user errors, an interface has been created using Python libraries. This interface prevents erroneous data entry and allows the algorithm to run in the background and generate the predicted fabric image after the user completes the data entry. Tests have been conducted on known fabric types to evaluate the model, and successful results have been obtained by comparing the original images with the artificial images generated by the algorithm. In this study, the fabric images predicted using a mathematical model were compared with the originals in terms of average pixel value, number of dark pixels and number of light pixels, and it was found that there was a similarity of over 90%.

**Keywords:** Denim, Image Processing, Image Generation, Prediction.

## 1. GİRİŞ

Denim kumaşlar giyim sektöründe yaygın olarak kullanılan tekstil malzemesi türleridir. Malzeme temelde pamuk iplikleriyle üretilmekte olup; pamuk iplikler likra, polyester ve keten ipliklerle karıştırılarak da üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Bu malzemeler kumaşın gücünü, esnekliğini ve dayanıklılığını yükseltmek amacıyla eklenmektedir. Denim kumaşlarını üretme süreci, ipliklerin bir araya gelerek dokunması yoluyla gerçekleşmektedir. Bu dokuma işleminde iki tip iplik bulunmaktadır: atkı iplikleri ve çözgü iplikleri. Çözgü ipliği kumaşta dikey olarak uzanan iplik olarak tanımlanırken, yatay olarak uzanan iplikler ise atkı iplikleridir. Çözgü iplikleri kumaşa karakteristik mavi rengini vermek amacıyla boyanırken, atkı ipliklerinde herhangi

bir boyama işlemi bulunmamaktadır. Dokuma prosesi denim kumaşın görüntüsünü etkileyen çok sayıda parametreden oluşmaktadır ve örgü tipi de bu parametrelerden biridir. Örgü tipleri 1/1, 1/2, 1/3 ve benzeri numerik değerlerle ifade edilmektedir. Örneğin; 1/3 şeklinde ifade edilen bir örgü tipi, gözle görülen her atkı ipi için, bu ipin 3 çözgü ipinin altından geçtiğini ifade etmektedir. Uygulanan bu örgü tipleri, kumaşta görüntünün yanı sıra gücünü ve dayanıklılığını da etkileyecek bir dokuma deseni oluşturmaktadır [1-3].

Denim kumaşlar genellikle karakteristik mavi renkleri ile bilinmektedirler ve bu rengin elde edilmesi indigo boyaların kullanımı ile olmaktadır. İndigo boyalar uzun zamandır tekstil endüstrisinde kullanılan bitkisel tabanlı

boyalardır. Denim kumaşlarındaki çözümlü iplikleri genellikle indigo boyalar kullanılarak boyanmaktadır. Mavinin tonları şeklinde boyama yapan indigo boyaların dışında, denim sektöründe kullanılan farklı boyar malzemeler de bulunmaktadır ve bu malzemeler genellikle mavinin dışında geniş yelpazede renklerde elde etmek için kullanılmaktadır. Diğer malzemeler kullanılarak, çözümlü iplikleri istenilen her renkte boyanabilmektedir. Bu da istenilen çıktıya göre denim kumaşın mavi dışında renklerde üretilmesine olanak sağlamaktadır [4-5].

Çözümlü ipliklerinde kullanılacak olan boyarmaddenin seçimi, üretilecek olan denim kumaşın nihai görüntüsünde ciddi bir etkisi bulunmaktadır. Bazı üreticiler eşsiz ve ayırt edici bir görünüm elde edebilmek, ya da pazardaki rakiplerinden ürünlerini farklılaştırmak adına, denim kumaşta en çok tercih edilen indigo boyalardan daha fazla boyar maddeler tercih edebilmektedir [6].

Bu bilgiler ışığında gerçekleştirilen çalışmada, çözümlü ipliklerinin atkı ipliklerine kıyasla daha koyu renkte oldukları göz önünde bulundurulmuştur. Çünkü denim kumaşlardaki çözümlü iplikleri indigo ya da diğer boyarmaddeler ile boyanırken, atkı iplikleri ise boyanmadan kullanılmaktadır. Görüntüler oluşturulurken denim kumaşların bu özelliklerini temsil edebilmek için çözümlü ipliklerinin oluşturulmasında koyu pikseller tercih edilmiş, atkı iplikleri temsil edilirken ise açık renkli pikseller tercih edilmiştir. Bu tercihler iki farklı iplik türünden oluşan denim kumaşların karakteristik görünümünü yakalamakta faydalı olmuştur.

İpliklerin renkleri dışında, denim kumaşların görünümünde önemli bir rol oynayan diğer faktör ise denim kumaşın dokusudur. Bu doku ise dokuma prosesi sayesinde oluşmaktadır. Dokuma işleminde sıkı ve dayanıklı bir denim kumaş oluşturabilmek için çözümlü ve atkı iplikleri birbirine geçirilmektedir. Bu sebeple, oluşturulan görüntülerde aynı zamanda, ipliklerin birbirine geçmeleriyle şekillenen denim kumaşların dokusu da dikkate alınmıştır. Kumaşların taranarak dijital görüntülerinin elde edilmesi, kumaşların çeşitli özelliklerini analiz etme konusunda önemli ve kullanışlı bir teknik haline gelmiştir. Bu dijital görüntülere görüntü işleme teknikleri uygulanarak kumaş imalatıyla

ilgili parametreler ya da üretim kalitesi tespit edilebilmektedir [7-8].

Bilgisayarlar görselleri numerik matris verileri olarak algılamaktadırlar. Algıladıkları bu matriste, her bir element görsel üzerindeki tek bir pikseli temsil etmektedir. Yatay ve dikey koordinatlardaki element sayıları ise yatay ve dikey piksel sayılarını, dolayısıyla bu görselin çözünürlüğünü belirlemektedir. Günümüzde, görüntüleri analiz etmek, manipüle etmek ya da yapay zeka tabanlı uygulamalarda veri seti oluşturmak için çok sayıda görüntü işleme kütüphanesi bulunmaktadır. Bu kütüphanelerin sıkça kullanılanlarından biri ise OpenCV kütüphanesidir. OpenCV, görüntüleri oluşturan bu matrisleri her bir pikseli oluşturan Kırmızı, Yeşil ve Mavi (RGB) değerleri vasıtasıyla algılamaktadır. Bu RGB değerleri, 0 ila 255 arasında değişen numerik değerlerle gösterilmektedir ve her bir sayı o piksel içerisindeki mavi, yeşil ve kırmızı miktarı hakkında bilgi vermektedir. Görüntü matrisindeki her bir piksele tekabül eden RGB değerlerini analiz ederek bilgisayar her bir pikselin renk ve yoğunluğuna karar vermektedir. Örneğin bu RGB değerleri (0, 0, 0) olduğunda bilgisayar ekranı siyah bir piksel gösterirken, (255, 255, 255) değerlerine sahip olan bir pikselde ise görüntü beyaz renkte olmaktadır [9-11].

Bilgisayarların görüntüleri algılayış biçimleri, görüntü oluşturma ve manipülasyon işlemlerinde de aynı şekilde çalışmaktadır. OpenCV kütüphanesi ilgili görüntüdeki istenilen piksel değerlerinin yerine yenisini yazarak o pikselin rengini değiştirebilmektedir. Bu özellik de araştırmacılar tarafından görüntü iyileştirme, oluşturma gibi faaliyetlerde kullanılabilir. Görüntü oluşturma metodu, girdi verilerinin koşul olarak kullanılmasıyla tahmini bir dijital görüntü oluşturulması şeklinde, yaygın bir biçimde kullanılan bir görüntü işleme yöntemidir. Bu yöntem bilgisayar grafiklerinde kullanılmak üzere yapay bir görüntü oluşturulması ya da sanal ve artırılmış gerçeklik ortamları için gerçekçi görüntüler oluşturulması gibi kullanım alanlarına sahiptir [12-13].

Kumaşların atkı ve çözümlü iplikleri ya da dokuma tipleri gibi özellikler kumaşların taranarak dijital ortama aktarılması ve görüntü işleme yöntemiyle tespit edilebilen

özelliklerdendir. Yüzmeler, ipliklerin kumaştaki diğer ipliklerle geçmemiş uzunluklarıdır ve ipliklere karşılık gelen görüntüdeki pikseller analiz edilerek tespit edilebilirler. Yüzmelerin tespit edilmesiyle, kumaşın örgü tipinin belirlenmesi ve kumaşın dayanımı ve kalitesi konusunda fikir vermesi de mümkün olmaktadır. Görüntü işleme teknikleri aynı zamanda denim kumaşların kalite ve performanslarını belirlemede de kullanılabilir. Dijital görüntüler analiz edilerek kumaşların kırılma noktaları, su emicilikleri, elastik mukavemetleri ve fitilleme oranlarına yönelik bilgileri elde etmek mümkündür. Bu bilgiler de denim kumaşın dayanıklılığı, konforu ve fonksiyonelliği hakkında fikir yürütülmesini sağlamaktadır. Kumaşların kalite ve performanslarının yanı sıra görüntü işleme teknikleri kumaşların yanıcılığını da tespit etmek için kullanılabilir. Bu analizler de kumaşların giyim ya da mobilya gibi farklı kullanım alanlarındaki uygunluklarına dair fikir vermektedir [14-16].

Denim kumaş, giyim sektöründe en çok kullanılan tekstil ürünlerinden biridir. Üretim aşamasında kullanılan çeşitli parametreler, kumaşın görünümünü ve özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Bu parametrelerin etkilerini önceden tahmin etmek ve görselleştirmek, tasarımcılar ve üreticiler için önemli bir ihtiyaçtır. Mevcut yöntemler, genellikle fiziksel numuneler üretmeye ve test etmeye dayanır. Bu yöntemler zaman alıcı ve maliyetli olmaktadır. Bu nedenle, sektörde üretim parametrelerine dayalı olarak denim kumaş görüntülerini doğru ve hızlı bir şekilde tahmin edebilecek yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Denim kumaşın üretim parametrelerine göre görüntüsünü daha üretim gerçekleştirilmeden tahmin etmek için geliştirilen bu model uzun vadede, tasarımcıların ve üreticilerin farklı üretim parametrelerinin etkilerini görselleştirmek için fiziksel numuneler üretmeye gerek kalmadan, sanal ortamda denemeler yapabilmelerini sağlayacaktır. Araştırmanın özgünlüğü, üretim parametrelerini ve dokuma işlemini dikkate alan bir modelin ilk kez geliştirilmesinde yatmaktadır. Model, denim kumaş görüntülerini doğru ve gerçekçi bir şekilde tahmin ederek, tasarımcılar ve üreticiler için önemli bir araç sunmaktadır. Çalışmanın sonuçları, giyim

sektöründe büyük bir potansiyele sahiptir. Model, sanal tasarım, ürün görselleştirme ve sanal gerçeklik gibi alanlarda kullanılabilir. Ayrıca, modelin diğer tekstil ürünlerinin görüntülerini tahmin etmek için de uyarlanabileceği düşünülmektedir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada geliştirilen görüntü oluşturma modeli, denim kumaşın üretim parametrelerine göre nihai görünüşünün isabetli bir şekilde tahmin edilmesini amaçlamaktadır. Denim kumaşların üretimi esnasında nihai görselini etkilediği düşünülen parametreler göz önünde bulundurularak tahminleme modeli oluşturulmuştur. Buna göre seçilen üretim parametreleri ise; çözgü ipi numarası, atkı ipi numarası, örgü tipi (2/1, 3/1, ya da 4/1 gibi), örgü yönü (S veya Z) ve ham atkı sıklığı parametreleri olmuştur. Önerilen bu model, ilgili parametreleri kullanarak gerçekçi denim kumaş görüntüleri oluşturmaktadır ve buda, üreticilere ve tasarımcılara spesifik görsel karakterlere sahip kumaşların üretilmeden tahmini görüntüsünü görebilme imkanı sağlayacaktır.

### 2.1. Görüntünün Elde Edilmesi

Denim kumaşlara ait görüntülerin elde edilmesi için iki farklı yöntem kullanılmıştır. Görüntü işleme çalışmalarında elde edilen görüntülerin standart formatta olması ve eşit ortam koşullarında elde edilmesi son derece önemlidir. Bu sebeple denim kumaşların görüntülerinin elde edilme aşamasında standart ortamlardan faydalanılmıştır.

Denim kumaşların normal görüntüleri elde edilirken bir görsel tarayıcı kullanılmış, bu sayede dışarıdan herhangi bir ışık girişi engellenerek görüntülerin aynı standartlarda kayıt altına alınması sağlanmıştır. Mikroskobik denim kumaş görüntülerinde ise tarayıcı sistemi mümkün olmadığından, mikroskop altına konulan numuneler, kapalı ortamda alttan ve üstten eşit şartlarda ışıklandırılarak görüntüler elde edilmiştir. Mikroskobik görüntülerde, görüntü 20 kat büyütülmüştür.

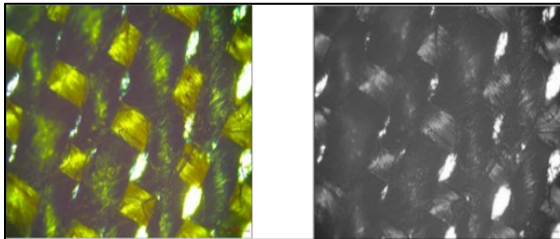
Her ne kadar günümüzde görüntü yakalama teknolojileri gelişmiş olsa da elde edilen bu görüntülerin üzerinde çalışmaya daha elverişli olabilmeleri için görüntü işleme teknikleri kullanılarak iyileştirme çalışmaları yapılmıştır.

Dijital ortama aktarılan görüntüler R, G, B formatında görüntüler olup, bu görüntüler önce gri seviyeli görüntülere, sonrasında ise ikilileştirilmiş görüntü olarak adlandırılan, sadece siyah ve beyazdan oluşan görüntülere dönüştürülmüştür. Görüntüler üzerinde bu çalışmaların yapılması hem incelemeleri kolaylaştıracak hem de görüntülerin boyutlarını düşürecektir.

### Görüntünün Gri Tona Dönüştürülmesi:

Bir görüntüyü oluşturan matriste bulunan RGB değerlerinde her rengi temsil eden ve 0-255 arasında değişen değerlerin birbirinden farklı olması durumu, görüntünün renkli bir görüntü olmasını sağlamaktadır. Gri tonlamalı görsellerde ise bu değerler RGB formatındaki gibi üçlü bir değer olmayıp, tek bir değer ile temsil edilmektedir. Başka bir deyişle, RGB formatında beyaz bir piksel (255, 255, 255) değerlerini alırken, gri tonlamalı bir görselde beyazı tanımlamak için bir tek (255) değeri yeterli olmaktadır.

OpenCV kütüphanesi, RGB bir görüntüyü gri tonlamalı bir görüntüye çevirirken her bir pikseldeki RGB değerlerinin ortalamalarını alarak tek bir değer elde etmekte ve görüntü matrisindeki üçlü verileri elde edilen tek değere dönüştürerek gri tonlamalı görüntü matrisi oluşturmaktadır. Gri tonlamalı görsellerde her pikselde 0 – 255 aralığında 3 ayrı değer yerine tek bir değer muhafaza edildiği için görüntülerin bilgisayar hafızasındaki kapladıkları alan da azalmaktadır.

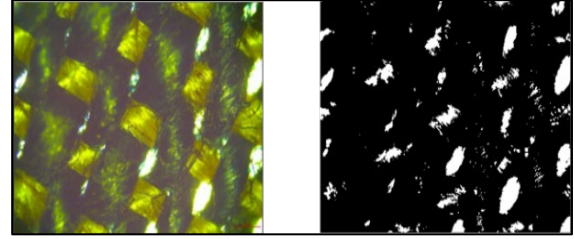


Şekil 1. Renkli ve Gri Tonlamalı Mikroskopik Denim Görüntüsü

### Siyah Beyaz Görüntü Elde Edilmesi:

Görüntü işleme çalışmalarında görüntünün daha iyi analiz edilmesini sağlayabilmek için mevcut görüntü siyah – beyaz hale getirilebilmektedir. Bu işlem gerçekleştirilirken isteğe bağlı bir eşik değeri belirlenmektedir. Belirlenen bu eşik değerinin altında kalan piksellerin RGB değerleri yine isteğe bağlı

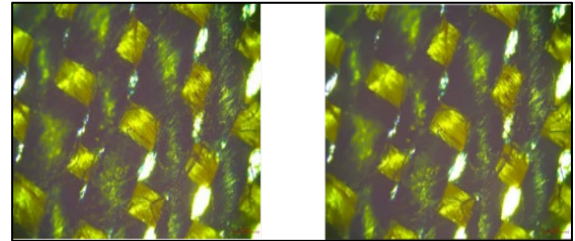
olarak siyah (0) ya da beyaz (255) olarak güncellenmektedir.



Şekil 2. Renkli ve Siyah Beyaz Mikroskopik Denim Görüntüsü

### Gürültülerin Temizlenmesi:

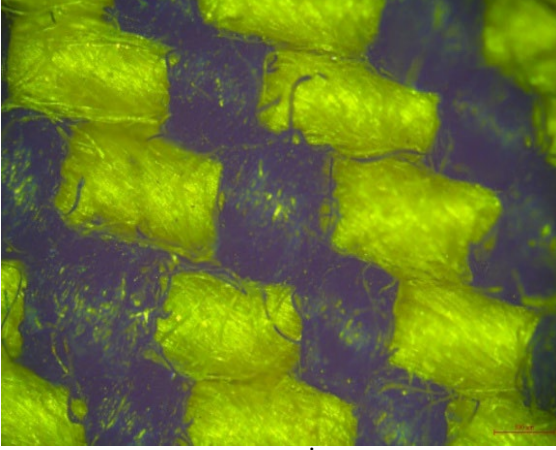
Görüntülerin analizlerinin daha sağlıklı yapılabilmesi için, dijital ortama aktarılan görüntülerin gürültüden arındırılmaları gerekmektedir. OpenCV, gürültü temizleme işlemini yaparken Non-Local Means algoritmasından faydalanmaktadır. Non-local Means algoritması, üzerinde çalıştığı görüntü üzerindeki benzer yamaları (patch) bularak birbiriyle karşılaştırmakta ve benzer yamaların piksellerindeki ortalama değerlerini alarak bütün yamaları aynı değerler olarak güncelleme mantığına dayanmaktadır.



Şekil 3. Orijinal Görüntü ve Gürültüsü Temizlenmiş Görüntü

## 2.2. Üretim Parametrelerinin Görüntü İle İlişkisinin Araştırılması

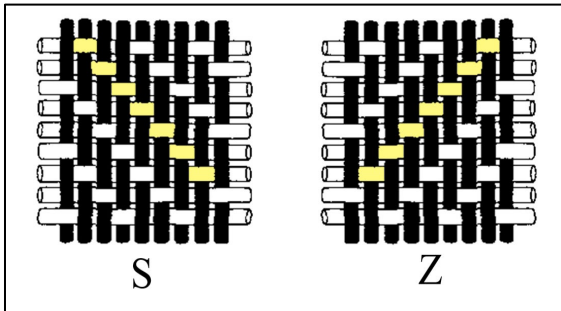
Üretim parametreleri ve denim kumaşların nihai görüntüsü arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılabilmesi adına, ürünlerin mikroskopik ve normal görüntüleri üzerinde incelemeler yapılmıştır. Yapılan bu incelemeler sonucunda özellikle kumaşın iç yüzeyini gösteren mikroskopik görüntülerde görülmüştür ki, her sıradaki görünen atkı ipliğinin uzunluğu, yanında bulunan çözgü ipliğinin uzunluğunun yaklaşık olarak örgü tipi numarası kadar katsayısındadır.



Şekil 4. Denim Kumaş İçten Mikroskopik Görüntüsü

Örnek olarak, 2/1 'lik bir örgü tipine sahip olan bir kumaşın çözgü ipi uzunluğu 10 piksel olarak görünüyorsa, iki çözgü ipi arasında kalan alanda görünen atkı ipliğinde bu uzunluk yaklaşık olarak 30 piksele denk gelmektedir. Bu buluş görsellerin doğru oluşturulabilmesi adına kritik bir tespit olmuştur.

Tekstil sektöründeki yaygın kullanımı ve yapılan gözlemlerde de görüldüğü üzere; örgü yönü parametresi aldığı S ve Z değerlerine göre kumaşa oluşacak olan dokumanın yönünü tayin etmektedir. Şekilde vurgulandığı gibi, dokuma yönü "S" harfinin kıvrım yönünde ilerliyorsa örgü yönü S tipi; dokuma yönü "Z" harfinin kıvrım yönünde ilerliyorsa ise örgü yönü Z tipi olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 5. Örgü Yönleri

Yapılan analizler sonucu elde edilen bu bilgiler ışığında piksel değerleri koyu veya açık olarak belirlenerek kumaş görüntüsü oluşturulmuştur. Oluşturulan bu kumaş görüntüsü her ne kadar dokuma işlemindeki sistemsel renkler doğru şekilde simüle edilse de sadece bu bilgiler

kullanılarak geliştirilen algoritmanın gerçek dokuma işleminde bulunan entropiyi göz ardı edeceğinden, gerçek hayatta olmayacak kadar düzgün ve mekanik bir dokuma görüntüsü verecektir. Ancak gerçek uygulamada bu kadar düzgün bir görüntü elde etmek mümkün olmayıp, kumaşların dokuma esnasında atkı ipliklerinde çözgü ipliklerindeki boyadan kaynaklı renk değişimleri gözlenebilmektedir. Geliştirilen algoritmada bu mekanik görüntü yerine gerçekçiliği artırılmış doğal görüntüler elde etmek adına çalışmalar yapılmıştır.

Tarayıcı ile elde edilen normal kumaş görüntüleri üzerinde Python OpenCV kütüphanesi kullanılarak incelemeler yapılmıştır. Bu incelemelerde 100 farklı denim kumaş görüntüsü üzerinde ilk önce görüntü temizleme, sonrasında ise siyah – beyaz görüntü elde etme işlemleri uygulanmıştır. Siyah ve beyaz görsellerin oluşturulması evresinde her bir denim kumaş görüntüsüne ait ortalama piksel değerleri tespit edilmiş ve bu ortalama değer siyah-beyaz görselin oluşturulması aşamasında ilgili görsele ait eşik değeri olarak alınmıştır. Denimdeki ortalama değerlerin kullanılması, denim görsellerindeki iplik renklerinden bağımsız bir şekilde koyu ve açık piksellerin daha net tespit edilebilmesini sağlamıştır. Bu siyah – beyaz görüntülerden ise kumaşların görüntülerindeki koyu ve açık pikseller tespit edilerek üretim parametrelerine göre kumaşların koyu ve açık pikselleri saydırılmıştır. Bu saydırılan pikseller sonrası kumaşlarda ne kadar koyu ne kadar açık bölgenin bulunduğu tespit edilerek, atkı ipliklerinin ne kadarının dokuma esnasında çözgü ipliklerinin renginden etkilendikleri tespit edilmiştir. Bu analizlerden sonucunda, yapay görüntülerdeki atkı ipliklerine ait açık renkli pikseller randomize bir şekilde koyulaştırılarak görsel, doğala yakın bir denim görüntüsü olarak oluşturulmuştur. Denim kumaşların nihai görüntüsünü tahminlemek amacıyla geliştirilen matematiksel model yapılan bu gözlemlerden yola çıkılarak tamamlanmıştır. Geliştirilen modele ait kaba kod aşağıdaki gibidir:

**input:** Atkı İpi Numarası, Çözgü İpi Numarası, Ham Atkı Sıklığı, Örgü Tipi, Örgü Yönü

$Weft_x \leftarrow 80/\text{Atkı İpi Numarası} \# x\text{-ekseni piksel sayısı atkı ipi numarasına göre belirlenir}$

$Weft_y \leftarrow 80/\text{Atkı İpi Numarası} \# y\text{-ekseni piksel sayısı atkı ipi numarasına göre belirlenir}$

$Warp_y \leftarrow 80/\text{Çözgü İpi Numarası} \# y\text{-ekseni piksel sayısı çözgü ipi numarasına göre belirlenir}$

$Warp_x \leftarrow (80/\text{Çözgü İpi Numarası}) * \text{Örgü Tipi} \# x\text{-ekseni piksel sayısı çözgü ipi numarasına ve örgü tipine göre belirlenir}$

**for**  $i \in \{1, \dots, 3840\}$  **do** # Oluşturulacak görüntünün x eksenindeki toplam piksel sayısı 3840

**for**  $j \in \{1, \dots, 2880\}$  **do** # Oluşturulacak görüntünün x eksenindeki toplam piksel sayısı 2880

**while**  $j < Warp_y$  **do**

**if**  $i < Weft_x$  **do**

                Seçilen pikseli açık renkte çiz

**if** rastgele  $(0,1) * \text{Örgü Tipi} > 1$  **do**

                    pikseli koyu renge çevir

**Else if**  $i < Weft_x + Warp_x$  **do**

                    Seçilen pikseli koyu renkte çiz

**while**  $i > Weft_x + Warp_x$  **and**  $j < Warp_y$  **do**

$Image_{(i)(j)} \leftarrow Image_{(i - (Weft_x + Warp_x))(j)}$

**While**  $j > Warp_y$  **do**

$Image_{(i)(j)} \leftarrow Image_{(i - RawWeftDensity)(j - Warp_y)}$

**if** Weaving Direction == S **do**

    Görüntüyü yatay olarak döndür

### 3. SONUÇLAR

Yukarıda bahsedilen geliştirilen matematiksel modelin kullanıcı tarafından doğru verilerle ve doğru şekilde çalıştırılması amacıyla bir arayüz

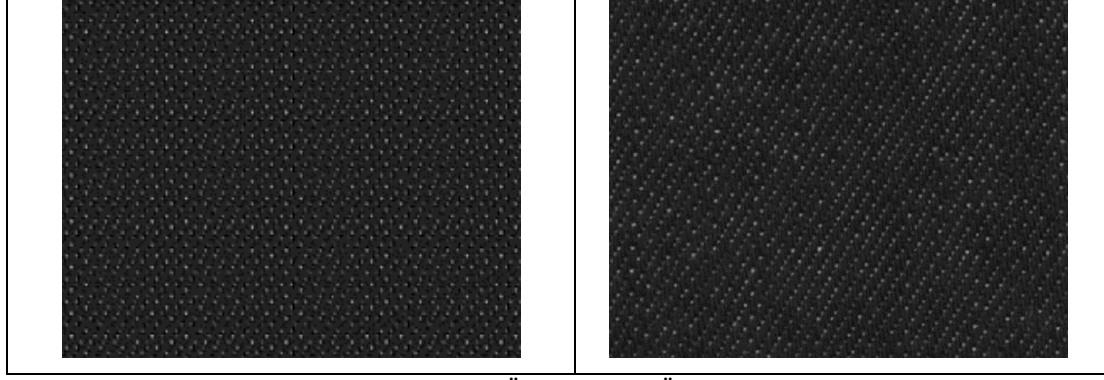
oluşturulmuştur. Oluşturulan arayüz şekil 6'da görülmektedir.

Şekil 6. Algoritmanın Kullanımı İçin Oluşturulan Arayüz



Kullanıcı buradaki veri girişini tamamladıktan sonra arka planda algoritma çalışarak tahmini kumaş görselini oluşturmaktadır. Modelin denenmesi amacıyla bilinen kumaş türleri üzerinde testler gerçekleştirilmiştir. Parametreleri belli olan bir kumaş türünün orijinal görüntüsü ile karşılaştırılmış haline ait bir örnek aşağıdaki şekilde görülmektedir.

Şekil 7’de de görülmektedir ki orijinal görüntüye çok benzer bir şekilde yapay bir görüntü, üretim parametreleri kullanılarak algoritma tarafından oluşturulabilmiştir.



Şekil 7. Atkı: 18 Çözü: 10 Ham Atkı Sıklığı: 20 Örgü Tipi:3/1 Örgü Yönü: Z parametrelerine göre Tahminle Oluşturulan (solda) ve Orijinal Görüntü (sağda) Kıyaslanması

Bu benzerliğin daha objektif bir şekilde tanımlanabilmesi amacıyla, farklı parametreler kullanılarak oluşturulan görsellerdeki koyu ve açık renkli piksel sayıları ile orijinal görsellere ait koyu ve açık renkli piksel sayıları, ayrıca

oluşturulan görsellerdeki ortalama piksel değerleri ile oluşturulan görsellerdeki ortalama piksel değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar Çizelge 1’de görülmektedir:

Çizelge 1. Yapay Görüntü ve Orijinal Görüntü Sayısal Karşılaştırmalar

Parametreler	Yapay Görüntü			Orijinal Görüntü			Benzerlik		
	Ortalama Piksel Değeri	Açık Piksel Sayısı	Koyu Piksel Sayısı	Ortalama Piksel Değeri	Açık Piksel Sayısı	Koyu Piksel Sayısı	Ortalama Piksel Benzerlik	Açık Piksel Benzerlik	Koyu Piksel Benzerlik
Atkı: 18 Çözü: 10 Ham Atkı Sıklığı: 20 Örgü Tipi:3/1 Örgü Yönü: Z	35,96	13256	27377	36,58	14203	26430	% 98,3	% 93,3	% 96,4
Atkı: 10 Çözü: 8 Ham Atkı Sıklığı: 16 Örgü Tipi:3/1 Örgü Yönü: Z	32,02	15720	24913	35,8	16674	23959	% 89,4	% 94,3	% 96,0
Atkı: 8,6 Çözü: 12 Ham Atkı Sıklığı: 19 Örgü Tipi:3/1 Örgü Yönü: Z	30,03	18320	22313	32,57	16923	23710	% 92,2	% 91,7	% 94,1
Atkı: 22 Çözü: 16 Ham Atkı Sıklığı: 19,5 Örgü Tipi:2/1 Örgü Yönü: Z	32,78	18306	22327	34,34	16715	23918	% 95,5	% 90,5	% 93,3
Atkı: 12 Çözü: 9 Ham Atkı Sıklığı: 18 Örgü Tipi:3/1 Örgü Yönü: Z	36,67	15686	24947	35,11	14128	26505	% 95,6	% 89,0	% 94,1

Yapılan çalışma kapsamında, matematiksel bir model oluşturularak, denim kumaşların görüntülerini isabetli bir şekilde tahminleyebilmek mümkün olmuştur. Kıyaslanan görsellerden elde edilen sayısal verilere bakıldığında, oluşturulan yapay görüntülerle orijinal denim görüntüleri arasında görselin ortalama piksel değerlerinde ortalama

%94,2’lik, açık renkli piksellerde ortalama %91,8’lik, koyu renkli piksellerde ise ortalama %94,8’lik bir benzerlik başarısına ulaşılmıştır. Sayısal olarak yapılan bu kıyaslanmanın haricinde denim sektöründen 4 farklı uzman ile oluşturulan görsellerdeki benzerlik ve gerçekçilik görüşülmüş, uzmanlar tarafından da görsellerin benzerlik durumu teyit edilmiştir.

Bu haliyle geliştirilen model, koyu renkli çözümlükleri ve açık renkli atkılıklüklerini koyu ve açık pikseller olarak oluşturma yeteneğine sahiptir. Bununla birlikte, model üzerinde yapılacak yeni güncellemelere yıkama, iplik boyama süreçleri parametreleri de dahil edilebilecektir. Bu ise piksellerin sadece koyu – açık şekilde değil, denim kumaşın gerçek renginde oluşturulmasını sağlayabilecektir.

#### 4. DEĞERLENDİRMELER

Önerilen yöntemin tekstil endüstrisinde sağlayacağı faydalar, sektörde önemli bir dönüşüm ve gelişim potansiyeli sunmaktadır. Tasarım ve üretim süreçlerindeki verimlilik artışı, öncelikle üretim öncesi fiziksel numunelerin yerini dijital ortamdaki numunelere bırakması, tasarım sürecinin hızlanmasını sağlayacaktır. Üretim parametrelerinin etkilerinin görsel olarak dijital ortamda sunulması, kullanıcıya deneme - yanılma süreçlerinin azaltılması avantajını sağlayacaktır. Bu durum, hem zaman ve kaynak tasarrufu sağlayarak rekabet gücünü artıracak hem de üretim maliyetlerini düşürerek ekonomik açıdan olumlu etki yapacaktır. Çalışma uzun vadede, sürdürülebilirlik ve çevresel faydalar açısından, azalan fiziksel numune üretimiyle hammadde ve enerji tasarrufu sağlanması, atık ve kirliliğin minimize edilmesi ve sürdürülebilir üretim ilkelerine uygun bir çalışma ortamı sunulmasına da katkı sağlayacaktır. Günümüzdeki sürdürülebilir kalkınma amaçları düşünüldüğünde bunun kritik ve önemli bir katkı olduğu aşikardır. Çalışmanın yine uzun vadede pazarlama ve satış alanında yapacağı katkı ise, sanal fuarlarda ve e-ticaret platformlarında 3D görsellerin sunulmasıyla müşteri deneyiminin iyileştirilmesi, artırılmış gerçeklik teknolojisiyle müşterilere ürünleri sanal ortamda deneme imkanı verilmesi ve kişiselleştirilmiş ürün tasarımıyla yeni pazarlama modellerinin geliştirilmesi gibi avantajlar olarak düşünülmektedir. Sonuç olarak, geliştirilen bu model, tekstil endüstrisinde çeşitli alanlarda önemli bir rol oynayabilecek ve sektörün dijitalleşme sürecine sağlam bir adım atmasını sağlayabilecek bir potansiyele sahiptir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından, Orta Anadolu Ticaret ve Sanayi İşletmesi T.A.Ş. ve Erciyes

Üniversitesi iş birliğiyle TÜBİTAK:TEYDEB-1505, 5200006 kodlu proje kapsamında desteklenmiştir.

#### KAYNAKLAR

1. Paul, R., "Denim: manufacture, finishing and applications", Pages 1-3., Elsevier, 2015
2. Raina, M. A., Gloy, Y. S., & Gries, T., "Weaving technologies for manufacturing denim", Pages 159-187., Woodhead Publishing, 2015..
3. Kadi, N., & Karnoub, A., "The effect of warp and weft variables on fabric's shrinkage ratio", J Text Sci Eng, Vol. 5, Issue 1000191, 2015.
4. Çavan, R. B., "Indigo dye and reduction techniques", Pages 37-67., Woodhead Publishing, 2015.
5. Kurban, N. S., & Babaarslan, O., "Süper streç denim kumaşların özelliklerine dair literatür incelemesi", Tekstil ve Mühendis, Cilt 26, Sayı 113, Sayfa 104-115, 2019
6. Paul, R., "Denim and jeans: an overview", Pages 1-11, Elsevier, 2015.
7. Raina, M. A., Gloy, Y. S., & Gries, T., "Weaving technologies for manufacturing denim" Pages 159-187., Woodhead Publishing, 2015
8. Meng, S., Pan, R., Gao, W., Zhou, J., Wang, J., & He, W., "A multi-task and multi-scale convolutional neural network for automatic recognition of woven fabric pattern", Journal of Intelligent Manufacturing, Vol. 32, Issue 4, Pages 1147-1161, 2021.
9. Petrou, M. M., & Petrou, C., "Image processing: the fundamentals", John Wiley & Sons, 2010.
10. Baggio, D. L., "Mastering OpenCV with practical computer vision projects", Packt Publishing Ltd, 2012.
11. Sharath, D. M., Rohan, M. G., Kumar, S. A., & Prathap, C., "Disease Detection in Pomegranate using Image Processing", Pages 994-999., IEEE, 2020.
12. Beyeler, M., "OpenCV with Python blueprints", Packt Publishing Ltd, 2015.
13. Zhao, B., Meng, L., Yin, W., & Sigal, L., "Image generation from layout", 8584-8593., 2019.
14. Yıldız, K., Şenyürek, V. Y., Yıldız, Z., & Özen, M. S., "A new approach to the determination of warp-weft densities in textile fabrics by using an image processing technique", Journal of Engineered

Fibers and Fabrics, Vol. 9, Issue 1, Pages 155892501400900101, 2014.

15. Babaarslan, O., Sarioğlu, E., Çelik, H. İ., & Avcı, M. A., "Denim fabrics woven with dual core-spun yarns", Engineered Fabrics, Pages 19-39, 2018.

16. Midha, V., & Mukhopadhyay, A., "Recent Trends in Traditional and Technical Textiles", 2021.