






## HAVLU KUMAŞLARIN PERFORMANS ANALİZLERİNDE “MAKİNE ÖĞRENMESİNİN” KULLANIMI

*Semiha EREN\**   
*Gıyasettin ÖZCAN\*\**   
*Merve ÖZTÜRK\*\*\**   
*Sevil Türkçen GÜNÇ\*\*\*\**   
*Hüseyin Aksel EREN\*\*\*\*\** 

Alınma: 26.04.2024 ; düzeltme: 09.10.2024 ; kabul: 15.10.2024

**Öz:** Tekstil, hammaddeden başlayıp son ürün elde edilene kadar hemen hemen her adımda çıkan ürüne test yapılan bir alandır. Artan dünya nüfusu ile birlikte tekstil sektöründe yeni ürünler üretmek için sürekli araştırma ve analizler yapılmaktadır. Yapılan bu analizlerde büyük bir veri kaynağı oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda da Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan bir havlu firmasından alınan veriler kullanılarak bir veri seti oluşturulmuştur. Veri setinde havlu kumaşlara uygulanan testlerden olan kopma mukavemeti, hidrofilite ve hava geçirgenliği test sonuçları kullanılmıştır. Oluşturulan veri setine uygun makine öğrenmesi regresyon modelleri sunulmuştur. Elde edilen tahmin analiz sonuçlarına göre kopma mukavemeti ve hava geçirgenliği sonuçlarında SVM modeli, hidrofilite sonuçlarında Random Forest en iyi  $R^2$  skor performansı göstermiştir. Bulgular kopma mukavemeti, hidrofilite ve hava geçirgenliği değerlerinin makine öğrenmesi modelleri ile tahmin edilebileceğini sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Makine öğrenmesi, regresyon modelleri, havlu kumaş, yapay zeka

### The Use of 'Machine Learning' in Performance Analysis of Towel Fabrics

**Abstract:** Textile is an area where products are tested at almost every step from raw material to the final product. With the increasing world population, continuous research and analyses are conducted in the textile sector to produce new products. These analyses create a large data source. For this purpose, a dataset has been created using data from a towel company located in the Demirtaş Organized Industrial Zone. Test results such as tensile strength, hydrophilicity, and air permeability applied to towel fabrics were used in the dataset. Machine learning regression models, suitable for the created dataset have been presented. According to the estimation results, the SVM model performed best  $R^2$  score in tensile strength and air permeability results, while Random Forest performed best in hydrophilicity results. The findings suggest that tensile strength, hydrophilicity, and air permeability values can be predicted by machine learning models.

**Keywords:** Machine learning, regression models, terry fabric, artificial intelligence

\* Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, 16059, Görükle, Bursa

\*\* Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, 16059, Görükle, Bursa

\*\*\* Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, 16059, Görükle, Bursa

\*\*\*\* Bursalı Tekstil San. ve Tic. A.Ş., Dosab, Çiğdem 1 Sk. No:14, 16245, Demirtaş, Bursa

\*\*\*\*\* Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, 16059, Görükle, Bursa

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun yaşam kalitesi için önemli sektörlerden biri de tekstil sektörüdür. İnovasyon gibi strateji planları ile sektörde hak sahibi olan firmalar pazarda rekabetçi kalabilmek adına yeni strateji planları yapmaktadırlar (Pereira ve diğ., 2022). Sürdürülebilir malzemelerin geliştirilmesi, bilgisayar zekasının kullanımı gibi konular bu planların arasındadır- Bilgisayarın ve buna bağlı olarak gelişen teknolojiler ile herhangi bir konu hakkında yapılan çalışma verilerinin de depolanması söz konusu olmaktadır (Atalay ve Çelik, 2017). Tekstil sektöründe en basit bir ürün üretiminde bile çok değişkenli olan oldukça fazla miktarda veriler oluşturulmaktadır (Yıldırım ve diğ., 2018). Bu veriler, ürün hammaddesinden başlayıp son kullanım ürününe kadar işlenmektedir. Bu sebep ile tekstil sektöründe verilerin işlenmesi ve bu verilerin potansiyel olarak kullanılabilirliği için sürekli bir talebin olduğu görülmektedir (Yıldırım ve diğ., 2018). Yapay zeka çalışmaları bu kapsamda insan beynini model alarak günlük hayatın farklı alanlarında tahmin, sınıflandırma, kümeleme gibi amaçlar için kullanılabilir (Atalay ve Çelik, 2017). Yapay zeka teknikleri ham verilerden farklı özellikler çıkarabilme, verilerden sonuçları tahmin edebilme, hedeflenen parametreleri optimize edebilme, ürün ve süreçlerin anormalliklerini tespit edebilme gibi çeşitli yeteneklere sahiptir (Khan ve Ammar Taqvi, 2023). Yapay zekanın alt dallarından biri olan makine öğrenmesi ile insanların öğrenme şekilleri taklit ederek veri ve algoritmaların kullanımını ve doğruluğu kademeli olarak arttırılır (Ersöz ve Çmar, 2021; Pereira ve diğ., 2022). Bir probleme veya ihtiyaç doğrultusunda izlenecek yolun planlamalarına algoritma denir. Bir sistem bütünü olup, soru ve cevabı arama yönergelerinden oluşur. Oluşturulan algoritmaların her basamağında tecrübe edinilerek sınırsız öğrenme ve sınırsız sonuçlar alınmasına sebep olurlar (Özgür, 2021). Bu sebep ile bir çok makine öğrenmesinde algoritmalar oluşturulmuştur. Bunlardan bazıları; k-en yakın komşu algoritması, basit (naive) Bayes algoritması, karar ağaçları, lojistik regresyon analizi, yapay sinir ağları , lineer regresyon, karar ağacı, rastgele orman gibi algoritmalarıdır (Mahesh, 2020).

Yaşadığımız mekanları giydirmek için kullanılan, tekstil malzemelerinin kullanıldığı ürünlere ev tekstil ürünleri denir (Tekkılıç ve diğ., 2016). Genel olarak yatak ürünleri, oda ve duş perdeleri, döşemelik kumaşlar, halı, perde, battaniye, havlu, bornoz, masa örtüsü, tuvalet ve mutfak bezleri, temizlik bezleri, yorgan, yastık, puf, minderleri kapsayan çok geniş bir yelpazeye sahip olan tekstil grubunu oluşturmaktadır (Senem ve diğ., 2020). Havlu kumaşlar bu ürün gruplarında en fazla paya sahip olan ürün grubunu oluşturmaktadır. Türkiye’de Ticaret Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü’nün 2022 yılında yayınladığı rapora göre havlu ve bornoz grubu bir önceki yılda da olduğu gibi yüzde 29,1 paya sahip iken (ticaret.gov.tr), 2023 Bursa Sanayi ve Ticaret Odası (BTSO) raporuna göre ise havlu kumaş pay oranı %31,3 oranındadır (btso.org.tr).

Havlu kumaşlar üç iplik grubunun dokunması ile oluşturulan dokuma kumaşlardır (Eren ve diğ., 2023). İki farklı çözgü ipliğinin ayrı bir levantten alınarak ve ekstra ipliğin kullanımı ile kumaşın ön ve arka yüzeyinde havlı yapıların oluşturulduğu kumaş yapılarıdır. Bu yapılar yumuşak katman anlamına gelen “Terry” ismi verilmiştir (Özdemir ve Kahyeoğlu, 2022). Aslında havlu kumaşlar hatalı dokuma yolu ile hayatımıza girdiği düşünülen kumaş türüdür (Kalaycı ve diğ., 2023; Yılmaz ve diğ., 2005). Havlu kumaşlardan beklenen özelliklerin başında estetik görünüm, yüksek su emicilik, yüksek yaş mukavemet, yıkanabilirlik, kolay temizleme, yumuşak tutum ve yüksek renk haslığı değerleri gelmektedir (Deniz 2019; Acar 2004). Özellikle iyi su emiciliği özellikleri sebebi ile pamuk lifleri en çok tercih edilen doğal liftir (Kakde ve diğ., 2017; Petruyte ve Baltakyte, 2008). Az oranda olsa da keten, bambu, soya, lyocell, modal, mısır, kenevir, deniz yosunu ve mikro poliester liflerinin de kullanıldığı havlu kumaşlar vardır (Aslan, 2022). Üretim aşamasında kullanılan lif ve iplikler, hav yoğunluğu ve geometrisi, dokuma sonrası kumaşın gördüğü terbiye ve boya işlemleri kumaşın performansına etki eden parametrelerdir (Özbahar 2021).

Dokuma kumaşlar ile ilgili mekanik performans özellikleri incelendiğinde çalışmalarda en çok kumaş sıklığı ve dokuma tipinin etkili olduğu vurgulanmıştır (Şekerden ve Çelik, 2010). Kaliteli bir kumaşın gramaja bağlı olduğunu ve sıklığın bir gramaj fonksiyonu olması sebebiyle,

gramajın kaliteyi etkileyen bir faktör olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Tan 1989; Pınarlı 2001). Kumaş sıklığının artması ile kopma mukavemeti ve uzama değerlerini ciddi bir oranda arttırdığını Akçan (2001) tarafından rapor edilmiştir (Akçan 2001). Ancak kumaş sıklığının artması ile de hava geçirgenliğinin azaldığı Frydrych ve diğ. (2000) tarafından tespit edilmiştir. Havlu kumaşlarda kopma mukavemeti sonuçlarında etki eden faktörlerden biri de hav boyu yüksekliğidir. Raw ve Singh (2021) yaptıkları çalışma da hav boyunun artması ile kopma mukavemetinde azalma olacağını rapor etmişlerdir. Buna ek olarak havlu kumaş mukavemetini arttırmak istendiğinde ise atkı sıklığı ve hav iplik sayısının artırılması gerektiği fakat hav boyunun da sabit kalması gerektiği yine Raw ve Singh (2021) tarafından belirtilmiştir. Yıkama işlemleri de mekanik performansı etkileyen parametrelerden biridir. Yıkama esnasında kumaşın maruz kaldığı termal, mekanik ve fiziksel özellikler kumaş performansını etkilemektedir. Yıkama sıcaklığı, kullanılan suyun sertliği gibi parametreler de kumaşın mekanik özelliklerini değiştirebilir (Mavruz ve Oğulata, 2009; Can ve Akaydın, 2012). Hasan ve diğ., (2021) yılında yaptıkları çalışma da kumaş mukavemeti değerleri en düşük sıcaklıkta (35°C) daha yüksek çıktığını gözlemlemişlerdir. Tüm bu faktörlerin yanında kumaşı oluşturan ipliklerin cinsinin karde iplik veya penye iplik olması da mukavemeti etkiler. Penye ipliklerin daha ince olması ve tüylülük oranlarının daha az olmasından dolayı mukavemet değerleri karde ipliklere göre daha yüksektir (Ayan ve Sabır, 2013). Azeem ve diğ. (2018) yaptıkları çalışma da penye iplikten üretilmiş kumaşların mukavemetinin karde iplikten üretilmiş kumaşlara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Azeem ve diğ., 2018).

Bu çalışma da Demirtaş Organize Sanayi (BURSA)'de bulunan bir tekstil firmasından temin edilen farklı özelliklere sahip A ve B serisine ait havlu kumaşların kumaş özellikleri, kopma mukavemeti, hidrofilité, hava geçirgenliği testi sonuçları makine öğrenmesinde farklı algoritmalar kullanılarak analiz edilmiştir. Kopma mukavemeti, hidrofilité, hava geçirgenliği sonuçlarına göre 3 farklı model kullanılmıştır. Bu modeller Random Forest, Support Vector Model ve Elasticnet Modeldir. Farklı algoritmalara ait geliştirilen modellere ait sonuçlar, sonuçlar kısmında tartışılmıştır.

## 2. MATERYAL-METOT

### 2.1. Materyal

Çalışma kapsamında Bursalı Tekstil San. Ve Tic. A.Ş. bünyesinde dokunmuş olan A ve B serisine ait kumaşlar kullanılmıştır. Kumaş özelliklerine ait bilgiler aşağıda paylaşılmıştır.

A serisi: Zemin Ne 20/2, Hav 16/1, Atkı Ne 16/1 (%100 pamuk)

B serisi: Zemin Ne 20/2, Hav 20/1, Atkı Ne 16/1 (%100 pamuk)

### 2.2. Havlu Kumaşlara Yapılan Testler

Kopma mukavemeti testi 5N ön gerilme ve 100 mm/min hızda SHIMADZU Model AG-X-Plus (Kyoto, Japan) cihazında TS EN ISO 2062 standardına göre yapılmıştır. Hidrofilité testleri AATCC-79 standardına göre yapılmıştır. Hava geçirgenliği testi ISO 9237:1995 standardına göre Prowhite Hava Geçirgenliği test cihazında yapılmıştır.

### 2.3. Makine Öğrenmesi

Çalışma kapsamında havlu kumaşlarda, kopma mukavemeti ve hava geçirgenliği testi üzerinde etkisi olan parametreler makine öğrenmesi ile incelenmiştir. Makine öğrenmesi, belli bir sorunu çözmek için geçmiş deneyimleri kullanacak şekilde; örnek verileri kullanan bilgisayar programı yazmak olarak tanımlanmıştır (Alpaydın, 2016). Makine öğrenmesi analiz edilmemiş veriler hakkında faydalı tahminler yapmayı amaçlar. Analiz edilmesi planlanan veriler yordayıcı

özellikler ve yanıt (hedef) olarak tanımlanır. Makine öğrenmesi yordayıcı özellikleri ile yanıt özellik arasında doğru ilişkiyi sağlayan ideal fonksiyon bulmaya çalışır.

### 2.3.1 Model Belirleme

Yapılan testlere etki eden parametreler; gramaj, sıklık, hav boyu, yıkama sıcaklığı, yıkama devri ve iplik cinsi (karde veya penye) olacak şekilde belirlenmiştir. Etki eden parametreler makine öğrenmesinde girdi olarak, kopma mukavemeti ve hava geçirgenliği test sonuçları da çıktı olacak şekilde 3 model geliştirilerek tahminleme yapılmıştır. Geliştirilen modeller Random Forest (Breiman, 2001), Support Vector Model (Boser ve diğ., 1992) ve Elastic net (Zou ve diğ., 2005) Algoritmalarını temel almaktadır.

Makine Öğrenme Algoritma seçimi yapılırken verinin özellikleri ve algoritmaların çalışma metodolojisi dikkate alınmıştır. Etiket özelliği nedeniyle regresyon tabanlı bir algoritmanın elzem olduğu düşünülmüştür. Bu nedenle Elastic net modeli analiz edilmiştir. Verinin boyutu ve özellik sayısı dikkate alınarak hiper parameter tabanlı SVM modeli üzerinde çalışılmıştır. Son olarak Veriden örnekleme yaparak birden fazla karar ağacı oluşturan Rastgele Orman modeli denenmiştir.

### 2.3.2 Makine Öğrenmesi Hazırlık

KopmaMukavemeti, Hidrofilite, HavaGeçirgenliği etiket değerlerinin her birini tahmin etmek için 26 adet veri toplanmıştır. Toplanan verilerin %80'i eğitim amacıyla kullanılmıştır. Makine öğrenmesinde, "eğitim amacı" terimi, bir modelin belirli bir veri seti üzerinde öğrenme sürecini ifade etmektedir. Öğrenme sürecinde model, giriş verilerinden (inputlar) bir çıkış veya hedef değeri tahmin etmeyi öğrenir. Eğitim amacı için kullanılan verilerden geriye kalan veriler model performanslarının analizi amacıyla kullanılmıştır. Programların her zaman aynı sonucu vermesini sağlamak için seed fonksiyonu kullanılmış ve başlangıç seed değeri çalışmanın yapıldığı şehir dikkate alınarak 16 olarak seçilmiştir.

Daha iyi modeller geliştirebilmek amacıyla, her model için 10-fold Cross Validation uygulanmıştır. Cross Validation kullanarak modellerin hata oranı adım adım incelenmekte ve overfitting gibi istenmeyen durumlara karşı önlem alınmaktadır.

### 2.3.3 Elastic net Modeli Geliştirme

R programlama dilinde Elastic.net ile model geliştirilirken ilgili paketler programcıya ayarlama için iki ana parametre sunar. Bunlar parametreler alfa ve lambda olarak tanımlanmaktadır. Bu parametrelerden ilki olan Alfa parametresi, göreceli ceza ağırlığını belirler. Başka bir deyişle öğrenme esnasında ortaya çıkan yanılmanın ne şekilde ceza fonksiyonuna tabi tutulacağını belirlenmesinde kullanılır. Öte yandan, lambda parametresi Regularization parametresi olarak tanımlanır ve düzenlemenin gücünü belirler.

Bu çalışmada doğruluğu arttırmak için farklı alpha ve lamda değerleri denenmiştir. [0,1] arasında sekiz farklı alpha değeri, ve [0.0001,1] arasında 10 farklı lambda değeri denenmiştir. Makine öğrenmesi eğitimi esnasında Elastic net algoritması en iyi alpha ve lambda değerleri model geliştirme esnasında veriye bağlı olarak belirlenmektedir.

### 2.3.4 SVM Regresyon Modeli Geliştirme

SVM modelini makine öğrenmesinde kullanmak için farklı metodlar tanımlanmıştır. Bu çalışmada verilerin sınıflandırma imkanı olmaması nedeniyle regresyon modeline uygun SVM metodu tercih edilmek zorundadır. Öte yandan verinin doğrusal olarak ayrılma şansı olmaması Radial Kernel kullanımını cazip kılmaktadır. Bu nedenle seçenklere en uygun olan 'svmRadial' metodu tercih edilmiştir. Bu metodu kullanan SVM modeli, ayarlama amacıyla için c ve sigma parametrelerini sunmaktadır. Yüksek sigma parametre değeri durumunda, karar sınırı yalnızca en yakın noktalara bağlı olacak ve daha uzaktaki noktaları etkili bir şekilde göz ardı edecektir. Öte yandan c parametresi ise cost manasındadır. Cost değerinin küçük olması daha geniş marjı teşvik

eder ancak yanlış sınıflandırmaya daha müsaittir. Eğitim fonksiyonu  $c$  için (0.25, .5, 1) ve sigma için (0.1, 0.01, 0.001) değerleri denemektedir.

### 2.3.5 Random Forest Modeli Geliştirme

Random Forest Algoritması birden fazla karar ağacının konsensüsünü dikkate alarak hata oranını düşürmeye çalışmaktadır. Çalışmada kullanılan Conditional Inference Random Forest modeli olan 'cforest' olarak belirlenmiştir. Hatalı tahmin ya da overfitting ihtimalini azaltmak için Modelin kurgusunda 10-fold cross validation kullanılmıştır.

Random Forest için en önemli parametre üretilecek karar ağacı sayısıdır. Alınacak nihai karar, üretilen ağaçların konsensüs tahminine göre belirlenecektir. Ağaç sayısını belirleyen parametre mtry parametresinin varsayılan değeri tercih edilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Makine Öğrenmesi Deneyleri

Makine Öğrenmesi Deneyleri esnasında R programla dili kullanılmıştır. Deneysel çalışma esnasında standart R paketlerinin yanı sıra caret, kernlab, glmnet, vip paketleri kullanılmıştır. Deneyler 7. Nesil i7 işlemcili bir bilgisayarda yapılmıştır.

Deneysel çalışmada kullanılan etiket özelliğinin regresyon verisi olması nedeniyle performans analizi için kullanılacak temel araçlar RMSE (Root Mean Squared Error), Rsquared (Determination Coefficient), MAE (Mean Absolute Error) olarak bilinmektedir (Hastie ve diğ., 2009). RMSE, bir modelin tahminlerinin doğruluğunu ölçmek için kullanılır ve modelin tahmin ettiği değer ile gerçek değer arasındaki farkların büyüklüğünü açıklar. Rsquared, modelin hedef değişkeni ne kadar iyi tahmin ettiğini gösterir. MAE, bir modelin tahminlerinin ne kadar hatalı olduğunu gösterir ve modelin tahmin ettiği değerlerle gerçek değerler arasındaki farkların mutlak değerlerinin ortalamasını verir. Bu nedenle geliştirilen modellerin performansı modellerle belirlenmiştir.

Deneysel çalışmalarda sırasıyla kopma mukavemet, hidrofilité, hava geçirgenliği değerlerini tahmin etmek doğruluk oranları değerlendirilmiştir. Bu amaçla test veri setleri için deneylerin tahmin başarı oranları değerlendirilmiştir.

**Tablo 1. Kopma Mukavemeti Deneyleri**

	Elastic net	SVM	Random Forest
RMSE	80.3064485	149.7420632	71.4467479
R <sup>2</sup>	0.9552739	0.9800073	0.9597168
MAE	70.1042835	126.6209281	68.6237048

**Tablo 2. Hidrofilité Tahmin Deneyleri**

	Elastic net	SVM	Random Forest
RMSE	0.01277727	0.01439364	0.007680545
R <sup>2</sup>	0.91144451	0.94914855	0.949993228
MAE	0.01200659	0.01200794	0.006820075

**Tablo 3. Hava Geçirgenliği Tahmin Deneyleri**

	Elastic net	SVM	Random Forest
RMSE	18.6798844	29.5829370	9.7960282
R <sup>2</sup>	0.8766984	0.9595367	0.9352226
MAE	15.3939790	22.7614543	6.1215250

Yukarıda sunulan Makine öğrenmesi model deney sonuçlarında R<sup>2</sup> değerlerinin sadece birinin 0,87 üzeri olduğu, diğerlerini ise 0.9 üzerinde olduğu görülmektedir. Bu nedenle makine öğrenmesi algoritmalarının başarılı tahminler yaptığı kanaatine varılabilecektir.

### 3.2. Parametre Önem Belirleme

Geliştirilen modellerde input özelliklerinin önemlilik oranı belirlenmiştir. Bu amaçla R'in vip paketi ve vi\_firm( ) fonksiyonundan faydalanılmıştır. Kopma mukavemetinde başarı gösteren SVM modeli için önemlilik skorları Tablo 4'de ki gibi gösterilmiştir. Tabloya göre GSM özelliği kopma mukavemetini belirlemede en önemli faktördür.

**Tablo 4. Kopma mukavemeti importance değerleri**

Variable	Importance
GSM	1.92
Sıklık	1.55
Hav Boyu	0.474
Yıkama Sıcaklığı	0.280
Yıkama Devri	NA
İplik Cinsi	0.280

Hidrofilite deneyinde başarı gösteren Random Forest modeli için önemlilik skorları Tablo 5'deki gibi gösterilmiştir. Tabloya göre sırasıyla iplik cinsi ve yıkama sıcaklığı özellikleri hidrofilite belirlemede en önemli faktördür.

**Tablo 5. Hidrofilite importance değerleri**

Variable	Importance
GSM	0.0000574
Sıklık	0.0000114
Hav Boyu	0.000396
Yıkama Sıcaklığı	0.00418
Yıkama Devri	NA
İplik Cinsi	0.00578

Hava geçirgenliği deneyinde başarı gösteren SVM modeli için önemlilik skorları Tablo 6'daki gibi gösterilmiştir. Tabloya göre sıklık özelliği hava geçirgenliğini belirlemede en önemli faktördür.

**Tablo 6. Hava geçirgenliği importance değerleri**

Variable	Importance
GSM	1.01
Sıklık	1.94
Hav Boyu	0.623
Yıkama Sıcaklığı	0.286
Yıkama Devri	NA
İplik Cinsi	0.286

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada çeşitli kumaş parametreleri ve havlu kumaşlar arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu amaçla üç farklı makine öğrenmesi modeli kullanılarak havlu kumaşlara yapılan kopma mukavemeti, hidrofilite ve hava geçirgenliği sonuçları tahmin edilmiş ve model sonuçları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre havlu kumaşlara yapılan testlerin sonuçları üzerinde etki eden parametre tahmini için kopma mukavemeti ve hava geçirgenliği testinde SVM modeli, hidrofilite testinde ise Random Forest modeli en yüksek performansı göstererek ön plana çıkmıştır. Çalışma sonucunda SVM modelinin diğer modellere göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Ayrıca, firma bünyesinde önceki yıllarda yapılmış olan havlu kumaş deneylerinde bu çalışma da yapılan modeller kullanılarak ilerleyen yıllarda yapılacak testlerde kullanılacak parametre seçiminde uygun önlemlerin alınmasının mümkün olacağı sonucuna varılmıştır.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bursalı Tekstil San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi tarafından desteklenmiş olup, 119C123 No'lu Tübitak 2244 projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadırlar.

#### YAZAR KATKISI

Çalışmanın yazarlarından Semiha EREN çalışmanın kavramsal ve/veya tasarım süreçlerinin belirlenmesi, makale taslağının oluşturulmasında, Gıyasettin ÖZCAN çalışmanın kavramsal ve/veya tasarım süreçlerinin yönetimi, veri analizi ve yönetimi ve fikirsel içeriğinin eleştirel incelenmesinde, Merve ÖZTÜRK veri toplama, veri analizi ve yorumlama ve makale taslağının oluşturulmasında, Sevil TÜRKÇEN GÜNÇ veri toplama, makale taslağının oluşturulmasında, Hüseyin Aksel EREN çalışmanın kavramsal ve/veya tasarım süreçlerinin belirlenmesi, fikirsel içeriğin eleştirel incelenmesinde katkı sağlamışlardır. Çalışmanın son onay ve sorumluluğunu tüm yazarlar üstlenmiştir.

#### KAYNAKLAR

1. Acar, D. N. (2004) *Havluların Ve Bornez Konfeksiyon Süreci Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 115s, (2004).
2. Akçan, A. (2001) *Lycra® Lı Dokuma Kumaşların Üretimi Ve Lycralı Dokuma Kumaşlarda Boyut Değişimi*. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyon, Türkiye.

3. Alpaydın, E. (2016). *Machine learning*. MIT Press.
4. Aslan, S. R. (2022). *Likralı Havlu Kumaş Tasarımı Ve Uygulama Alanlarının Araştırılması (Doctoral Dissertation, Bursa Uludağ University (Turkey))*.
5. Atalay, M., & Çelik, E. (2017). *Büyük Veri Analizinde Yapay Zekâ Ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları-Artificial Intelligence And Machine Learning Applications İn Big Data Analysis*. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(22), 155-172. <https://doi.org/10.20875/makusobed.309727>
6. Ayan, H. E., & Sabır, E. C. (2013). *Eğirme Parametrelerinin İplik Kalitesine Etkisi*. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(1), 111-118.
7. Azeem, M., Ahmad, Z., Wiener, J., Fraz, A., Siddique, H. F., & Havalka, A. (2018). *Influence Of Weave Design And Yarn Types On Mechanical And Surface Properties Of Woven Fabric*. *Fibres & Textiles İn Eastern Europe*, (1 (127)), 42-45. <http://dx.doi.org/10.5604%2F01.3001.0010.7795>
8. Boser, B.E.; Guyon, I.M.; Vapnik, V.N. (1992) *A training algorithm for optimal margin classifier*. Proceedings of the 5th ACM Workshop (Pennsylvania, USA). pp. 144–152. <https://doi.org/10.1145/130385.130401>
9. Breiman, L. (2001) *Random forests*. *Mach. Learn.* 45(1), 5–32 <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
10. Can, Y., & Akaydın, M. (2012). *Yıkama İşleminin Pamuklu Bezayağı Kumaşların Boncuklanma Özelliğine Etkileri*. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(4), 170-173. doi: 10.5505/pajes.2013.63935
11. Deniz, A. C. (2019). *Pamuklu Dokuma Havlu Kumaşlarda Boyama Öncesi Kullanılan Enzimlerin Kumaşın Fiziksel Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi* (Master's Thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
12. Eren, S., Öztürk, M., & Türkçen, S. *Pamuklu Dokuma Havlu Kumaşların Ozon Gazı İle Ağartılması*. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 28(2), 631-644. <https://doi.org/10.17482/uumfd.1314750>
13. Ersöz, F., & ÇINAR, Y. (2021). *Veri Madenciliği Ve Makine Öğrenimi Yaklaşımlarının Karşılaştırılması: Tekstil Sektöründe Bir Uygulama*. *Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, (29), 397-414. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1035124>
14. Frydrych, I., Dziworska, G., Matusiak, M., Filipowska, B. (2000) *Aesthetic And Hygienic Properties Of Fabrics Made From Different Cellulose Raw Materials*. *Fibres&Textiles İn Eastern Europe*, Vol: 8, No: 2 (29), Pp: 46-49
15. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. H., & Friedman, J. H. (2009). *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction* (Vol. 2, pp. 1-758). New York: springer.
16. Hasan, M. Z., Asif, A. A. H., Rahaman, M. T., & Akter, S. (2021). *Effect Of Super White Washing Process Temperature And Optical Brightening Agent Concentration On Various Properties Of Stretch Denim Fabric*. *International Journal Of Systems Engineering*, 5(1), 43-  
doi: 10.11648/j.ijse.20210501.16
17. Kakde, M. V., More, H., Magarwadia, B., & Kejkar, V. (2017). *Effect Of Pile Density On Physical Properties Of Terry Towel Fabric*. *International Journal Of Textile Engineering And Progress*, 3(1), 1-3. 50.



18. Kalaycı, E., Ala, D. M., Topçu, H., Tetsuya, S. A. T. O., & Yüksel, İ. K. İ. Z. (2023). *The Effects Of Repeated Laundering And Structural Parameters On The Terry Fabric Preference Of Japanese Consumers And Comparison With Turkish Consumers*. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 38(3), 695-704. <https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.1377727>
19. Khan, N., & Ammar Taqvi, S. A. (2023). *Machine Learning An Intelligent Approach In Process Industries: A Perspective And Overview*. Chembioeng Reviews, 10(2), 195-221. <https://doi.org/10.1002/cben.202200030>
20. MAVRUZ, S., & OĞULATA, R. T. (2009). *Biyoparlatma Uygulanmış Örme Kumaşlara Tekrarlı (Çoklu) Yıkamaların Etkisinin İncelenmesi*. Journal Of Textile & Apparel/Tekstil Ve Konfeksiyon, 19(3).
21. Mahesh, B. (2020). *Machine Learning Algorithms-A Review*. International Journal Of Science And Research (IJSR).[Internet], 9(1), 381-386. <https://doi.org/10.21275/ART20203995>
22. Özbahar, S. (2021). *Farklı Lif Çeşitlerinden Üretilen Havluların Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi* (Master's Thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
23. Özdemir, G., & Kahyeoğlu, T. (2022). *Ev Tekstili Ürününe Yönelik Fonksiyonel Tasarımlar: Bornoz Ve Havlu Tasarımı*. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 21(83), 1293-1304. <https://doi.org/10.17755/esosder.1027557>
24. Özgür, S. B. (2021). *Algoritmalar, Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme Ve Uygulamaları: Beşeri Fayda Üretimini Yazılımlar Tarafından Karşılanması*. Ekonomi Ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 10(1), 1-29.
25. Pereira, F., Carvalho, V., Vasconcelos, R., & Soares, F. (2022). *A Review In The Use Of Artificial Intelligence In Textile Industry*. In Innovations In Mechatronics Engineering (Pp. 377-392). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-79168-1>
26. Petrulyte, S., & Baltakyte, R. (2008). *Investigation Into The Wetting Phenomenon Of Terry Fabrics*. Fibres & Textiles In Eastern Europe, 16(4), 62-66.
27. Pınarlı, A. (2001) *Örme kumaşların Terbiyesi işletme Ve Laboratuar ortamında gerçekleştirilen Terbiye işlemlerinin kumaş yapısına Etkileri* (Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
28. Ram, S. K., & Singh, J. P. (2021). *Tensile Behaviour Of Woven Velour Printed Terry Fabrics*. Indian Journal Of Fibre & Textile Research (IJFTR), 46(1), 29-33. <https://doi.org/10.56042/ijftr.v46i1.31638>
29. Senem, P. A. K., Atılğan, T., & Kanat, S. (2020). *Denizli Ev Tekstili Sektörünün Mevcut Durumunun Analiz*. Tekstil Ve Mühendis, 27(117), 31-40. DOI: 10.7216/1300759920202711704
30. Şekerden, F., & Celik, N. (2010). *Weft Elastane Weaving And Fabric Characteristics*. Textile And Apparel, 20(2), 120-129.
31. Tan, F., (1989) *Dokuma Kumaşların Üretiminde Optimizasyon İçin Bir Bilgisayar Denkleminin Hazırlanması*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, Türkiye.
32. Tekkılıç, E. İ., Soysaldı, A., & Kılıç, Ö. (2016). *Geleneksel Türk Motiflerinin Ev Tekstili Tasarımındaki Uygulama Alanları*. Akademik Sanat, 1(1), 12-19.

33. Yildirim, P., Birant, D., & Alpyildiz, T. (2018). *Data Mining And Machine Learning In Textile Industry*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining And Knowledge Discovery, 8(1), E1228. <https://doi.org/10.1002/widm.1228>
34. Yılmaz, N. D., Powell, N., Durur, G. (2005). *The Technology Of Terry Towel Production*. Journal Of Textile And Apparel, Technology And Management, 4(4), 115-160.
35. Zou, Hui, and Trevor Hastie.(2005) *Regularization and variable selection via the elastic net*.Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology 67.2 301-320. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9868.2005.00527.x>
36. <https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Ev%20Tekstili%20Raporu-2022.pdf>  
Erişim Tarihi: 15.04.2024, Konu:İhracat Verileri
37. <https://www.btso.org.tr/documents/sectoralreport/176.pdf> Erişim Tarihi: 15.04.2024 Konu:  
Havlü kumaşların pay oranı