

## Yapay Zeka ile Tasarruf Finansmanı Sektörü Firmalarının Sosyal Medya Etkinliklerinin Tahmin Edilmesi

Cengiz SERTKAYA<sup>1\*</sup>, Zekeriya KÖSE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü / Mühendislik Fakültesi, İstanbul Topkapı Üniversitesi, Türkiye

<sup>2</sup>BT Uygulama Çözümleri Bölümü, Eminevim, Türkiye

\*([cengizsertkaya@topkapi.edu.tr](mailto:cengizsertkaya@topkapi.edu.tr)) Başlıca yazarın mail adresi

(Geliş Tarihi: 25 Mart 2023, Kabul Tarihi: 7 Nisan 2023)

(2nd International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2023, April 4 - 6, 2023)

**ATIF/REFERENCE:** Sertkaya, C. & Köse, Z. (2023). Yapay Zeka ile Tasarruf Finansmanı Sektörü Firmalarının Sosyal Medya Etkinliklerinin Tahmin Edilmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(3), 109-114.

**Özet** – İnternet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte küresel ölçekte insanların birbiriyle haberleşmesi ve bilgi paylaşımı sosyal medya aracılığı ile kolaylıkla gerçekleşmektedir. Bu platformlardan Twitter özellikle iş hayatı ve politik konular olmak üzere milyonlarca mesaj ve geri bildirim yazılarak okunduğu çok kullanıcı bir ortam haline gelmiştir. Birçok insanı birarada bulundurması geniş bir kitleye ulaşabilmeyi sağladığı gibi firmaların rekabet gücünü arttırmak için tüketici davranışlarını anlayabilmesi açısından da önemli katkılar sağlamaktadır. Ancak bu ortamdan elde edilen büyük boyutlu verilerin analiz edilmesi klasik yöntemlerle yapılamayacak kadar zordur.

Bu çalışmanın amacı tasarruf finansmanı sektöründe lider firmalardan EminEvim'in Twitter'daki sosyal medya etkinlikleri analiz edilerek, paylaşım yapılması durumunda alınacak etkinin retweet ve beğeni sayısı türünden belirlenmesidir. Bu aşamada Yapay Zeka algoritmalarından Rastgele Orman ve Çok Katmanlı Algılayıcı modelleri oluşturularak eğitim ve test simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde en yüksek başarıyı Rastgele Orman temelli modellerinin elde ettiği ve önerilen sistemin kullanımıyla tasarruf finansmanı sektöründe bulunan firmaların sosyal medyada etkili sonuçlar elde edeceği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler** – Tasarruf Finansmanı, Eminevim, Yapay Zeka, Rastgele Orman, Çok Katmanlı Algılayıcı, Twitter

### I. GİRİŞ

Sosyal medyanın kullanımı son yıllarda muazzam derecede artmıştır[1]. Buna bağlı olarak yapılan paylaşım sayısının fazla oluşu sosyal medyayı çok miktarda verinin toplandığı bir alan haline de getirmiştir[2]. Bu veriler doğrudan kullanıcılar vasıtasıyla oluşturulduğu için insanların bir konu hakkındaki fikirleri, duyguları gibi önemli bilgileri de içermektedir[3]. Bu bilgiler ürün pazarlama, borsalardaki eğilimleri, siyasi düzenin oluşumu gibi insanın tepkileri üzerinden analiz edilebilen birçok durumun da analizini sağlayan önemli bilgi hazinesi

olarak görülmektedir[4]. Sosyal medya platformlarından Twitter'da 200 milyondan fazla aktif kullanıcının bulunduğu bilinmektedir[5]. Önemli bir kitlenin bulunduğu Twitter bu nedenle insana dayalı veri analizlerin yapılmasında tercih edilen bir sosyal medya ortamı olarak öne çıkmaktadır[6].

Literatür çalışmaları incelendiğinde twitter tweetleri üzerinde birçok kayda değer çalışmanın yapıldığı ve önemli sonuçların elde edildiği görülmektedir[7]–[9].

Yapılan bir çalışmada twitter kullanıcı profil özelliklerinin retweet sayısına olan etkileri incelenmiştir. Kullanıcı profil özelliklerinden oluşturulan veriseti üzerinden regrasyon analizi yöntemi ile yapılan tahminlerde 0.99 doğruluk oranıyla başarılı sonuçlar elde edilmiştir[10].

Diğer bir çalışmada tweetlerin beğeni ve retweet alma sayılarını tahmin etmeye yönelik SVM, Naive Bayes, Lojistik Regrasyon gibi birçok makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak modeller önerilmiştir. Ayrıca doğal dil işleme süreçlerinin de dahil edildiği modellerde başarının normal yapay zeka algoritmalarına göre başarılı olduğunu belirtmektedir[11].

Diğer bir çalışmada, değer tabanlı sistemlerin kullanımıyla retweet sayısının tahmininin yapılması üzerinde durulmuştur. Geliştirilen sistemin yüksek performans sergilediği ve başarılı olduğu görülmüştür[12].

İnsanların retweet yapma kararının, duygu tabanlı veriler ile incelenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, retweetlerin duygu durumları ile ilişkisi anlaşılmasına çalışılmıştır[13].

Diğer bir retweet tahmini gerçekleştiren çalışmada, bağlama duyarlı birleştirilmiş matris-tensör çarpanlarına ayırma methodu kullanılmıştır. Methodun uygulanmasında geçmiş verilerin eklenmesiyle başarının daha da arttığı vurgulanmıştır. Gerçek dünya verileri üzerinde uygulanan yöntemin başarılı olduğu belirtilmiştir[14].

Twitter'da yapılan paylaşımların ne kadar popüler olacağı yönünde inceleme yapılmıştır. Bu amaçla tweetlerin karakteristik özellikleri ortaya çıkarılmış ve istatistiki yöntemler ile ağırlık faktörleri hesaplanmıştır. Önerilen yöntem ile %99 oranında başarıyla tweet popülaritesi tahmini yapılmıştır[15].

Diğer bir çalışmada, yapılan tweetlerde kullanılan kelimelerin, birbiri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinden yola çıkarak, maskelenmiş öz-benzerlik yöntemi adını verdikleri teknikle retweet sayısı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Önerilen yöntemin klasik yapay zeka tekniklerine göre başarılı olduğu belirtilmiştir[16].

Bu çalışmada, tasarruf finansmanı sektöründeki firmalarda kullanılmak üzere, sosyal medya ortamlarından Twitter'da yapmış oldukları

paylaşımların alacağı retweet ve beğeni sayılarının tahmini için, veri toplama ve işleme süreçleri hakkında inceleme yapılmış ve yapay zeka temelli model önerilerinde bulunulmuştur.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Modellerin oluşturulmasında öncelikle veriseti üzerinde toplama ve analiz çalışmaları yapılmış olup sonrasında, uygun modellerin seçilmesiyle çalışmaya devam edilmiştir.

### A. Verisetlerinin Oluşturulması

Tasarruf finansmanı sektöründe lider konumunda olan Eminevim firmasının, Twitter sosyal medya hesabında yapılan paylaşımlar toplanarak veri seti oluşturulmak istenmiştir. Bu amaçla, veri toplama aşamasında Twitter üzerinden hızlı ve kesintisiz bir şekilde veriyi elde edebilmek amacıyla Twitter API'sine ihtiyaç duyulmuştur[17]. API bilgileri ile bir veri toplama aracı olan RapidMiner programı Şekil 1'de verilen işlem şemasına göre kullanılmıştır.



Şekil 1. Rapidminer veri toplama işlemi

Eminevim sosyal medya hesabının 2016-2023 yılları arasında paylaşılan tweetleri çekilerek toplam 2487 satır verinin bulunduğu bir veriseti elde edilmiştir. Veriseti içerisinde bulunan özellikler ve açıklamaları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Veriseti özellikleri

No	Özellik	Açıklama
1	Haftanın günü	Paylaşımın yapıldığı hafta günü (Pazartesi, Salı vb)
2	Günün saati	Paylaşımın yapıldığı saat
3	Medya türü	Paylaşımında kullanılan medya türü
4	Medya sayısı	Paylaşımında kullanılan medya sayısı
4	Hashtag adeti	Etiket adeti
5	Metin boyutu	Paylaşımındaki metnin boyutu
6	Retweet sayısı	Paylaşılma sayısı
7	Beğeni sayısı	Paylaşımın beğenilme sayısı

Veriseti içerisindeki 1-5 arası özelliğin yapay zeka modellerine giriş olarak kullanılması, 6-7 arası

özelliklerin de çıkış olarak kullanılması hedeflenmiştir.

Veriseti özelliklerinin bazıları sayısal olmadığından yapay zeka modellerinde kullanılabilmesi için sayısallaştırılması gerekmektedir[18]. Sayısallaştırılan özellikler, değerleri ve sayısal karşılıkları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Sayısallaştırma işlemi

Özellik	Değeri	Sayısal Değeri
Haftanın günü	Pazartesi	1
	Salı	2
	Çarşamba	3
	Perşembe	4
	Cuma	5
	Cumartesi	6
	Pazar	7
Medya türü	Medya yok	0
	Resim	1
	Hareketli resim	2
	Video	3

Verisetinde özelliklerin değer aralıkları incelenmiştir. Bulgulara göre gürültülü olduğu tespit edilen retweet sayısının, 100 ve üzeri değerleri ile beğeni sayısının 100 ve üzeri değerlerini içeren toplam 28 adet veri silinerek geriye kalan 2459 adet veri ile sonraki süreçlere devam edilmiştir.

Diğer aşamada, özelliklerin değişim aralıkları incelenmiştir ve Tablo 3’te ilgili değer aralıkları gösterilmektedir.

Tablo 3. Veriseti özellik değer aralıkları

No	Özellik	Min	Max
1	Haftanın günü	1	7
2	Günün saati	0	23
3	Medya türü	0	3
4	Medya sayısı	0	4
4	Hashtag adeti	0	7
5	Metin boyutu	17	317
6	Retweet sayısı	0	84
7	Beğeni sayısı	0	92

Özelliklerin değer aralıkları incelendiğinde birbirinden oldukça farklı olduğu görülmektedir. Bu tür durumlarda yapay zeka modellerinin olumsuz etkilenmemesi için normalizasyon işlemine ihtiyaç duyulmaktadır[19]. Bu amaçla Denklem 1’de gösterilen formül uygulanarak özellikler 0-1 arasına normalize edilmiştir.

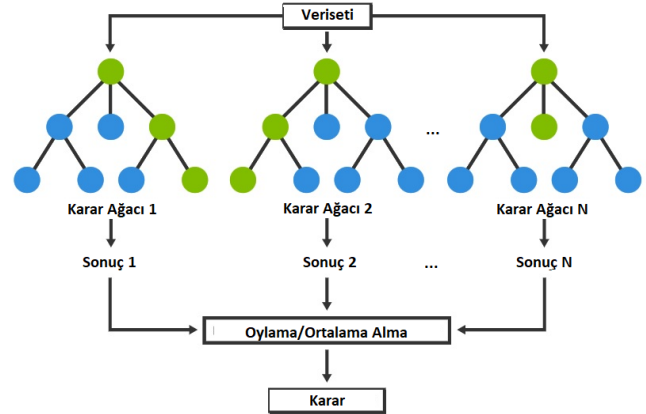
$$X_{nor} = \left( \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \right) \quad (1)$$

Burada  $X_{nor}$ ,  $X_i$  değerinin normalize edilmiş halini,  $X_{min}$  özelliğin minimum,  $X_{max}$  ise maximum değerini ifade etmektedir.

Normalize işleminin ardından, elde edilen son veriseti, yapay zeka modellerinin eğitim ve test süreçlerinde kullanılmak amacıyla çapraz doğrulama yöntemine göre 10 adet folda rastgele şekilde ayrılmıştır. Oluşturulan foldlar her seferinde 8 adet fold eğitimde geriye kalan 2 adeti testte kullanılmak üzere modellere giriş olarak verilmek üzere hazırlanmıştır.

### B. Rastgele Orman Modeli

Rastgele orman(RF) algoritması, temelinde karar ağacını yapısını kullanan ancak daha gelişmiş bir türevi olarak karşımıza çıkan bir yapay zeka algoritmasıdır. Karar ağaçlarının model olarak sunduğu tek bir ağaç yapısının aksine birden fazla alt karar ağacı yapısının oluşturulması prensibine göre çalışmaktadır[20]. Şekil 2’de rastgele orman algoritmasının çalışma adımları temsili olarak gösterilmektedir.

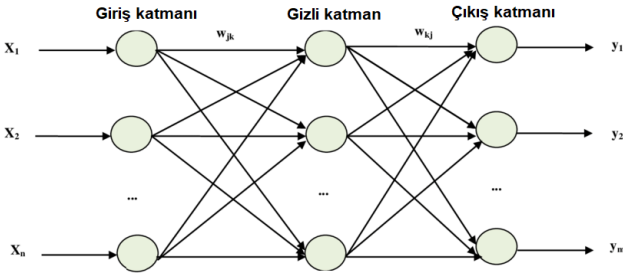


Şekil 2. Rastgele orman algoritmasının çalışma şeması[21]

Rastgele orman algoritması çalıştığında eğitim veriseti üzerinde birbiri arasında ilgisi olmayan çok sayıda alt ağaç oluşturmaktadır. Bu durum klasik karar ağaçları karşısında tek bir çözüm ağacına odaklanma ve aşırı öğrenme sorunlarına takılma ihtimalini ortadan kaldırmaktadır. Oluşan alt ağaçlar yeni gelen veriye karşılık oluşması gereken cevabı ayrı ayrı bulunur ve elde edilen ağaç sonuçları üzerinde oylama veya ortalama alma gibi methodlar ile modelin genel cevabı üretilmektedir[20].

### C. Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli

Tek bir sinir hücresinin yeterli olmadığı, paralel işlem yapan birden fazla sinir hücresinin katmanlı mimari ile çözüm üretme ihtiyacı neticesinde, çok katmanlı sinir hücre modelleri oluşturulmuştur[22]. Çok katmanlı yapılarda giriş katmanındaki bilgiler diğer katmanlara aktarılmakta ve bu katmanlarda işlenmektedir. Katmanın sonucunda üretilen yeni çıktı gerek duyulduğu takdirde başka bir katmana giriş olarak verilmekte ve katman sayısı ihtiyaca göre arttırılabilmektedir. En sonunda çıkış katmanının elde ettiği sonuçlar, modelin çıkışını temsil etmektedir. Eğitim sürecinde eğer çıkış istenen başarıyı elde edemediyse geriye dönük olarak öğrenmeyi temsil eden ara katmanlara ait ağırlıklar değiştirilmektedir[23]. Bu sayede çok katmanlı algılayıcı(MLP) modeller, kendisini daha da geliştirerek problemi en iyi şekilde modelleyen yapıya yaklaşmaktadırlar. Çok katmanlı algılayıcı modelin yapısı Şekil 3'te temsili olarak gösterilmektedir.



Şekil 3. Çok katmanlı algılayıcı yapısı[24]

Yapılan incelemeler neticesinde önerilen sistemde en iyi sonucu veren, 2 adet gizli katman ve her gizli katmanda 10 adet düğüm olmak üzere çok katmanlı algılayıcı modelleri oluşturulmuştur.

## II. SONUÇLAR

Önerilen rastgele orman ve çok katmanlı algılayıcı modelleri, eğitim verisetleri ile çıkış özellikleri olan retweet sayısı (RS) ve beğeni sayısı(BS) bilgilerini çıkışta elde edecek şekilde eğitilmiştir. Eğitim sonrasında gerçekleştirilen test verisetlerinin kullanıldığı test simülasyonları ile modellerin sonuçları gerçek değerler ile karşılaştırılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde ve önerilen modellerin başarısının sayısal ifadesi için Denklem 2'de verilen doğruluk değeri hesaplanmıştır.

$$D = \left( \frac{O_i - E_{ort}}{O_i} \right) * 100 \quad (2)$$

Burada, doğruluk değerini D ifadesi ile, tahmin ve gerçek değer arasındaki farkın ortalaması da  $E_{ort}$  ile gösterilmektedir.

Modellerin simülasyonları sonucunda çıkış özellikleri için doğruluk değerleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Yapay zeka modellerinin test simülasyon sonuçları

	RS Doğruluk (%)		BS Doğruluk (%)	
	RF	MLP	RF	MLP
Fold 1	96.40	95.20	96.19	96.46
Fold 2	96.47	96.03	95.00	86.77
Fold 3	95.98	95.52	95.31	93.79
Fold 4	97.19	96.47	95.35	95.40
Fold 5	96.54	96.01	95.31	92.09
Fold 6	96.54	96.23	95.25	93.93
Fold 7	96.92	96.20	95.72	94.51
Fold 8	97.34	96.63	94.50	74.75
Fold 9	97.01	96.74	96.12	95.80
Fold 10	96.73	96.75	94.95	94.97
Ortalama	<b>96.71</b>	96.18	<b>95.37</b>	91.85

## III. TARTIŞMA

Bu çalışmada, tasarruf finansmanı sektöründe faaliyet gösteren firmaların mevcut ve potansiyel yeni müşteriler ile biraraya geldiği ve etkileşimde bulunduğu sosyal medyanın önemi vurgulanmıştır. Sosyal medyada etkileşimlerin incelenmesi ve analiz edilmesi bu sektördeki firmalar için hayati önem taşımaktadır. Bu amaçla takipçi kitlesi oldukça fazla olan Twitter sosyal medya platformu üzerinde incelemeler yapılarak, platformun sağladığı bilgiler üzerinden etkileşimin ölçülebileceği özellikler ortaya çıkarılmıştır.

Çalışmada sosyal medyadan veri elde edilmesi konusunda kullanılabilen araçlardan, Rapidminer tanıtılmıştır. Bu araç ile Twitter platformundan tweetler çekilerek, yapay zeka modellerinde kullanılmak üzere veri setleri oluşturulmuştur.

Literatürde farklı birçok alanda kullanılan, başarılı yapay zeka algoritmalarından, rastgele orman ve çok katmanlı algılayıcı algoritmaları

tabanlı modeller, bu çalışma kapsamında oluşturulmuş ve eğitilmişlerdir. Modeller üzerinde gerçekleştirilen test simülasyonları sonucunda çıkış özellikleri retweet ve beğeni sayıları için rastgele orman modellerinin sırasıyla %96.71 ve %95.37 doğruluk değerleri ile en yüksek başarıyı elde ettiği görülmüştür. Elde edilen sonuçlar ışığında önerilen modellerin tasarruf finansmanı sektöründe faaliyet gösteren firmalar için sosyal medyada paylaşım sürecinde, en iyi etkileşimi sağlayabilmek amacıyla kullanılabilir modeller olduğu gösterilmiştir.

Sonraki çalışmalarda farklı yapay zeka yöntemleri uygulanabilir. Bu modellerden elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, bu çalışmadaki sonuçlar ile karşılaştırılabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] N. Alioğlu, "DUYGUSAL TATMİN ARACI OLARAK SOSYAL MEDYA KULLANIMI ÜZERİNE BİR ALAN ARAŞTIRMASI," Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, vol. 9, no. 2, Oct. 2016, doi: 10.18221/BUJSS.59416.
- [2] A. Kaya, "Bir Araştırma Kaynağı Olarak Arşivlenen Sosyal Medya Verilerinin Kullanımı," Bilgi ve Belge Araştırmaları Dergisi / The Journal of Information and Documentation Studies, no. 16, pp. 49–79, Dec. 2021, doi: 10.26650/bba.2021.16.1008002.
- [3] N. İlhan and D. Sağaltıcı, "Twitter'da Duygu Analizi," Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, vol. 5, no. 2, pp. 146–156, Aug. 2020, doi: 10.46578/HUMDER.772929.
- [4] S. Ozturkcan, M. Cevik, and N. Kasap, "Sosyal Medya Analitiği: Twitter için Büyük Veri Yaklaşımı (Social Media Analytics: Big Data Approach for Twitter)," 20.Ulusal Pazarlama Kongresi, Jun. 2015.
- [5] A. Yıldırım, "Bir Halkla İlişkiler Aracı Olarak Twitter: T.C. Sağlık Bakanlığı Örnek İncelemesi," Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi, vol. 2, no. 4, pp. 234–253, Nov. 2014, doi: 10.19145/GUIFD.88026.
- [6] M. Jenders, G. Kasneci, and F. Naumann, "Analyzing and predicting viral tweets," WWW 2013 Companion - Proceedings of the 22nd International Conference on World Wide Web, pp. 657–664, 2013, doi: 10.1145/2487788.2488017.
- [7] M. Wang, W. Zuo, and Y. Wang, "A multidimensional nonnegative matrix factorization model for retweeting behavior prediction," Math Probl Eng, vol. 2015, pp. 1–10, 2015, doi: 10.1155/2015/936397.
- [8] R. Pfitzner, A. Garas, and F. Schweitzer, "Emotional Divergence Influences Information Spreading in Twitter," in Sixth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media, 2012.
- [9] A. Kanavos, I. Perikos, P. Vikatos, I. Hatzilygeroudis, C. Makris, and A. Tsakalidis, "Modeling ReTweet diffusion using emotional content," IFIP Adv Inf Commun Technol, vol. 436, pp. 101–110, 2014, doi: 10.1007/978-3-662-44654-6\_10.
- [10] S. Sharma and V. Gupta, "Role of twitter user profile features in retweet prediction for big data streams," Multimed Tools Appl, vol. 81, no. 19, pp. 27309–27338, Aug. 2022, doi: 10.1007/S11042-022-12815-1/TABLES/15.
- [11] I. Daga, A. Gupta, R. Vardhan, and P. Mukherjee, "Prediction of Likes and Retweets Using Text Information Retrieval," Procedia Comput Sci, vol. 168, pp. 123–128, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.PROCS.2020.02.273.
- [12] S. Kakar, D. Dhaka, and M. Mehrotra, "Value-based retweet prediction on twitter," Informatica (Slovenia), vol. 45, no. 2, pp. 267–276, Jun. 2021, doi: 10.31449/INF.V45I2.3465.
- [13] S. N. Firdaus, C. Ding, and A. Sadeghian, "Topic specific emotion detection for retweet prediction," International Journal of Machine Learning and Cybernetics, vol. 10, no. 8, pp. 2071–2083, Aug. 2019, doi: 10.1007/S13042-018-0798-5.
- [14] B. Jiang, F. Yi, J. Wu, and Z. Lu, "Retweet Prediction Using Context-Aware Coupled Matrix-Tensor Factorization," Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), vol. 11775 LNAI, pp. 185–196, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-29551-6\_17.
- [15] L. Hong, O. Dan, and B. D. Davison, "Predicting popular messages in Twitter," Proceedings of the 20th International Conference Companion on World Wide Web, WWW 2011, pp. 57–58, 2011, doi: 10.1145/1963192.1963222.
- [16] R. Ma, X. Hu, Q. Zhang, X. Huang, and Y. G. Jiang, "Hot topic-aware retweet prediction with masked self-attentive model," SIGIR 2019 - Proceedings of the 42nd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, pp. 525–534, Jul. 2019, doi: 10.1145/3331184.3331236.
- [17] H. Üniversitesi, B. Ve Belge, Y. Bölümü, D. Öğrencisi, and Ö. Üyesi, "RapidMiner ile Twitter Verilerinin Konu Modellemesi," Bilgi Yönetimi, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, Jun. 2020, doi: 10.33721/BY.641878.
- [18] A. Makalesi, C. Sertkaya, and S. Akçay, "Giysi Endüstrisinde Üretim Performansının Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması," European Journal of Science and Technology, vol. 28, no. 28, pp. 34–39, Nov. 2021, doi: 10.31590/EJOSAT.979656.
- [19] G. Aksu, C. O. Güzeller, and M. T. Eser, "The Effect of the Normalization Method Used in Different Sample Sizes on the Success of Artificial Neural Network Model," International Journal of Assessment Tools in Education, pp. 170–192, Apr. 2019, doi: 10.21449/IJATE.479404.

- [20] L. Breiman, "Random forests," *Mach Learn*, vol. 45, no. 1, pp. 5–32, Oct. 2001, doi: 10.1023/A:1010933404324/METRICS.
- [21] "What is a Random Forest? | TIBCO Software." <https://www.tibco.com/reference-center/what-is-a-random-forest> (accessed Apr. 01, 2023).
- [22] S. K. Pal and S. Mitra, "Multilayer Perceptron, Fuzzy Sets, and Classification," *IEEE Trans Neural Netw*, vol. 3, no. 5, pp. 683–697, 1992, doi: 10.1109/72.159058.
- [23] A. Khotanzad and C. Chung, "Application of multi-layer perceptron neural networks to vision problems," *Neural Comput Appl*, vol. 7, no. 3, pp. 249–259, 1998, doi: 10.1007/BF01414886/METRICS.
- [24] E. Bisong, "The Multilayer Perceptron (MLP)," *Building Machine Learning and Deep Learning Models on Google Cloud Platform*, pp. 401–405, 2019, doi: 10.1007/978-1-4842-4470-8\_31.