

Üniversite Öğrencilerinin COVID-19'a Yakalanma Riski ve Pandeminin Öğrenciler Üzerindeki Etkisinin Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Tahmin Edilmesi

Potential of University Students to Get COVID-19 and the Effect of the Pandemic on Students

Fulya ASLAY¹, Şeyma ÖNDER², Fatma DEMİR³

ÖZ

Bu çalışmada Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi öğrencileri üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak öğrencilerin Covid-19'a yakalanma risklerini tahmin eden bir model geliştirilmiştir ayrıca Covid-19'un öğrenciler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 2022 yılı Mart ayında Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi öğrencilerine bir dijital anket uygulanmıştır. Anket verilerine göre öğrencilerin makine öğrenmesi yöntemlerinden Karar Ağaçları, K-En Yakın Komşu, Destek Vektör Makineleri ve Naive Bayes ile Covid-19'a yakalanma riskleri tahmin edilmiştir ve pandeminin öğrenciler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Tüm tahmin modelleri analizleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Çalışmada oluşturulan tahmin modellerinin başarısını ölçmek için ise R^2 , RMSE ve MAE metrikleri kullanılarak modellerin belirlilik katsayısı ve hata değerleri sunulmuştur. Buna göre destek vektör makineleri ile yapılan tahmin sonucunda R^2 değeri 0,9323 ile öğrencilerin Covid-19'a yakalanma riskleri en başarılı şekilde tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Covid-19, Makine Öğrenmesi, DVM, Karar Ağacı, K-NN.

ABSTRACT

In this study, research was conducted on the students of Erzincan Binali Yıldırım University. A model predicting students' risk of contracting Covid-19 was developed using machine learning methods, and the impact of Covid-19 on students was also investigated. For this purpose, a digital survey was administered to Erzincan Binali Yıldırım University students in March 2022. Based on the survey data, students' risk of contracting Covid-19 was predicted using machine learning methods such as Decision Trees, K-Nearest Neighbors, Support Vector Machines, Naive Bayes and the effects of the pandemic on students were explored. All prediction model analyses were presented comparatively. To measure the success of the prediction models created in the study, determination coefficients (R^2), Root Mean Square Error (RMSE), and Mean Absolute Error (MAE) metrics were used to present the models' determination coefficients and error values. Accordingly, using Support Vector Machines for prediction resulted in an R^2 value of 0.9323, indicating the most successful prediction of students' risk of contracting Covid-19.

Keywords: Covid-19, Machine Learning, SVM, Decision Tree, K-NN.

Bu çalışma 2. ve 3. yazarların yüksek lisans tezinden türetilmiştir. Araştırma için Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Bilimsel Araştırma Etik Kurulunun 24/02/2022 tarih ve 01/02 protokol numaralı etik onayı alınmıştır.

¹Doç. Dr. Fulya ASLAY, Yönetim Bilişim Sistemleri, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, faslay@erzincan.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5212-6017.

²Şeyma ÖNDER, Bilgisayar Mühendisliği, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, seymaonder00@gmail.com, ORCID: 0009-0004-8825-7464.

³Fatma DEMİR, Bilgisayar Mühendisliği, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, fatmademir0900@gmail.com, ORCID: 0009-0001-7884-8082.

İletişim / Corresponding Author:
e-posta/e-mail:

Fulya ASLAY
faslay@erzincan.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 02.07.2023
Kabul Tarihi/Accepted: 23.09.2023

GİRİŞ

2019 yılında ortaya çıkan koronavirüs (Covid-19) pandemi olarak ilan edilen, uzun dönem etkileri süren ve halen sürmekte olan salgın bir hastalıktır. Pandemi süreci toplum yaşamını birçok yönden etkilemiştir. Bu süreçten en olumsuz etkilenen gruplardan biri de üniversite öğrencileridir.¹ Psikososyal, ekonomik ve diğer etkilerinin yanında pandemi, öğrencilerin öğrenim başarılarını da etkilemiştir. Covid-19 salgınının sürekli yayılması, ev karantinaları, sıkı izolasyon önlemleri, eğitimin başlamasındaki gecikmeler, uzaktan eğitim platformlarının kullanımları bu süreçte öğrencileri derinden etkilemiştir. Özellikle eğitiminin uzaktan eğitim şeklinde yürütülmesi öğrencilerin hem akademik hem de sosyal gelişimlerini geriletmiştir.²

Liretatürde farklı yöntemler kullanılmakla birlikte özellikle yapay zekâ teknikleriyle küresel ölçekte Covid-19 üzerine bir çok çalışma bulunmaktadır.³ Bu çalışmalardan bazıları Covid-19'u teşhis ve tahmin etmek üzere yapay zekâ tekniklerini kullanırken bir kısmı ise hastalığın trendine ve salgının ne zaman biteceğine yönelik tahminlerde bulunmuşlardır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda sunulmaktadır;

Samuel ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Naive Bayes, Linear Regresyon, K-NN yöntemleri ile Covid-19' u tahmin etmiş ve bu yöntemleri karşılaştırmıştır.⁴ Luca önerdiği çalışmada Covid-19 hastalığını otomatik olarak tespit etmek için 85 göğüs röntgeni kullanarak denetimli makine öğrenimi yöntemlerinden k en yakın komşu algoritması ile bir sınıflandırma modeli yapmıştır.⁵ Öztürk ve arkadaşları yaptıkları çalışmada salgının yayılmasını önlemek ve salgından etkilenen hastaları hızlıca tedavi etmek için göğüs X-ray görüntülerini kullanarak Covid-19 vakalarının tespiti için derin öğrenmeye dayalı bir model geliştirmişlerdir.⁶ Banerjee ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Birleşik Krallık'ta YSA yöntemiyle yüksek bir enfeksiyon tespit modeli geliştirmişlerdir.⁷ Özen yaptığı çalışmada makine öğrenimi algoritmalarıyla

Türkiye'de Covid-19'a yakalanan günlük vaka, ağır hasta, vefat ve iyileşen sayısı tahmini yapmıştır.⁸

Wang ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Covid-19 salgınının trendini ve ne zaman biteceğini tahmin etmeye yönelik çalışma yapmışlardır.⁹ Ahmad ve Asad yaptıkları çalışmada Covid-19 salgınının yayılımını önlemek ve kontrol altında tutabilmek için makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemlerini kullanmışlardır.¹⁰

Ayrıca Covid-19'a yakalanan kişilerin mortalite risklerini tahmin etmeye yönelik çalışmalar da bulunmaktadır.¹¹⁻¹³

Bu çalışmada Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi öğrencileri üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Öğrencilerin Covid-19'a yakalanma ihtimallerini tahmin eden bir model geliştirilerek öğrencilerin Covid-19 riskleri belirlenmiştir. Ayrıca Covid-19'un öğrenciler üzerindeki etkisi araştırılarak özellikle cinsiyet farklılığına göre oluşan gelecek kaygısı, eğitim başarısı gibi durumlar ele alınmıştır.

Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi öğrenmeyi sağlayan bir yapay zekâ uygulaması veya alt kümesidir. Yapay zekâda, amaca yönelik tahminde bulunma veya karar verme, makine öğrenmesi yöntemleriyle yapılır. Literatürde kapsamlı makine öğrenimi yöntemleri vardır. Bunlardan bazıları; destek vektör makineleri, lojistik regresyon, lineer regresyon, basit bölmeler, K En yakın komşu, yapay sinir ağları, rastgele orman ve karar ağacıdır.

Karar Ağaçları

Denetimli öğrenme yoluyla sınıflandırma yapan karar ağaçları öncelikle bilinen örneklerle modelin eğitilmesi ve eğitilen model kullanılarak farklı örneklerin sınıflandırılmasıyla gerçekleştirilir.^{14, 15} Bu yöntem, mevcut verilerin sınıflandırılması için sistematik bir ağaç yapısı oluşturmayı amaçlar.¹⁶

Rastgele orman yöntemi, sınıflandırma ve regresyon problemlerinde yaygın olarak kullanılan denetimli makine öğrenmesi yöntemidir. Karar ağaçlarını temel alan bu yöntem, girdi parametreleri arasından rastgele seçilen parametrelerle çok sayıda karar ağacı oluşturmakta ve her birinden sınıflandırma işlemi için oylama yaparak regresyon problemi için tahminlerin ortalamasını alarak en iyi tahmin sonucunu üretmektedir.¹⁷

K En Yakın Komşu Algoritması (K-NN)

K-NN algoritması, örnek tabanlı algoritmalar sınıfında yer alır ve sınıflandırma problemlerinin çözümünde kullanılır. Eğitim süreci için belirli bir uzaklık kriterindeki benzerlikler hesaplanarak en yakın varsayılan k verisi hesaplanır.¹⁸ K-NN algoritmasının performansı, örneklem büyüklüğünden, kullanılan mesafe kriterinden ve k parametresinin seçiminden büyük ölçüde etkilenir.¹⁹ Mesafe ölçüleri Euclid, Minkowski, Cosine ve Chebyshev kullanılarak belirlenebilir. Literatürde en çok tercih edilen Öklid uzaklığıdır.

Algoritmaya sınıflandırılacak yeni bir veri geldiğinde eğitilmiş veri setindeki k en yakın merkez komşunun sınıf etiketlerine bakılarak sınıf etiketlerinin çoğunluğuna göre yeni veri o kümeyle dahil edilir.²⁰

Destek Vektör Makineleri (DVM)

Regresyon ve sınıflandırma tabanlı problemlerde kullanılan destek vektör

makinelere, iki farklı sınıfı ayıran optimum ayırıcıyı bulmak için mevcut örnek verileri (eğitim seti) kullanan bir tekniktir.^{21, 22} Destek vektör makineleri yöntemi, sınıflandırma problemlerinde doğrusal olmayan düzlemde kullanılması kolay olup yüksek başarı göstermektedir.²³

Naive Bayes

Bayes, olasılık teorisi içinde incelenen bir teoridir. Bayes teoremi, rastgele bir değişkenin olasılık dağılımı içindeki koşullu olasılıklar ile aşırı olasılıklar arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu teorem, stokastik bir süreç sırasında meydana gelen bir A rastgele olayı ile başka bir B rastgele olayı için koşullu olasılıklar ve aşırı olasılıklar arasındaki ilişkidir.^{24, 25}

Değerlendirme Parametreleri

Bu çalışmada tahmin sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan metrikler sırasıyla aşağıdaki denklemlerde verilmiştir. Denklemlerde, O gözlemlenen parametreyi ve P tahmin edilen parametreyi ifade eder.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - O_{ave})(P_i - P_{ave})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - O_{ave}) \sum_{i=1}^n (P_i - P_{ave})}} \quad (1)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |O_i - P_i| \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2} \quad (3)$$

MATERYAL VE METOT

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada yapay zekâ yöntemlerinden makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak Covid-19 pandemi sürecinin Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi öğrencileri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmanın Kapsamı

Çalışma Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'nde öğrenim görmekte olan

lisans seviyesindeki öğrencilere uygulanmıştır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma ile edilen örüntülerin Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi öğrencilerine ait olmasından dolayı çalışma özgün bir çalışmadır ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ancak çalışmada elde edilen bulgular genele yayılamaz.

Araştırmanın Etik Yönü

Araştırma verileri Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Bilimsel Araştırma Etik Kurulunun 24/02/2022 tarih ve 01/02 protokol numaralı etik onayı ile yürütülmüştür. Katılımcılara Google Formlar aracılığı ile dijital ortamda anket uygulanmıştır.

Evren ve Örneklem

Araştırmanın ana kütesini Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'nde 2022 yılında öğrenim gören 18-22 yaş grubundaki öğrenciler oluşturmaktadır. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'nin 2022 yılı toplam öğrenci sayısı 23.618'dir. Çalışmada uygulanacak veri setinin büyüklüğü kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Örneklem büyüklüğü güven aralığı %95 ayrıca e=%5 hata payı ile birlikte n=384 olarak belirlenmiştir. Veriler ön lisans ve lisans seviyesinde okuyan öğrencilerden anket yöntemiyle elde edilmiştir. Dijital ortamda 450 kişiye uygulanan anketten eksik, hatalı ve tutarsız olan veriler çıkarılmıştır. 420 anket uygulamaya alınmıştır.

Verilerin İşlenmesi ve Analizi

Veri analiz edilmeden önce analizlerin daha başarılı olması için veri üzerinde ön işleme ve

temizleme işlem basamakları gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizinde makine öğrenmesi modelleri kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan veri seti eğitim ve test olmak üzere %70 eğitim, %30 test verisi olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışma modelinde aşağıdaki adımlar sırasıyla uygulanmıştır;

- ✓ Eğitim ve test verisi olarak veri seti ikiye ayrılmıştır.
- ✓ Değişkenlerin birbirleriyle olan gizli örüntüleri eğitim verileri üzerinden öğrenilmiştir.
- ✓ Öğrenilen veri seti üzerinden Covid-19 geçirme sayısı ile Covid19 riski tahmin edilmiştir.
- ✓ Tahmin verileri ve gerçek değerleri içeren test verileri karşılaştırılmıştır.
- ✓ Karşılaştırılan veriler doğrultusunda güvenilirlik oranı ve hata değerleri hesaplanarak en başarılı model sunulmuştur.

Teşekkür/Destekleyen Kuruluş

Çalışma sürecinde yürütülen ankete katılım sağlayan Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi öğrencilerine ve gerekli izinleri sağlayan Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'ne teşekkür ederiz.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada öğrencilerin demografik özellikleri ile birlikte Tablo 1'de verilen veri seti içerisindeki parametreler kullanılarak öğrencilerin Covid-19 hastalığına yakalanma riskleri makine öğrenmesi yöntemlerinden karar ağaçları, KNN, SVM ve Naive Bayes algoritmaları ile tahmin edilmiştir.

Üretilen sınıflandırma sonuçları R², MAE ve RMSE değerlendirme kriterlerine kıyaslanarak modellerin doğruluk oranları incelenmiştir. Tüm sınıflandırma modellerinin başarı oranları ile hata oranları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Covid-19 Geçirme Sayısı Tahmin Parametreleri

Veri İsmi	Veri Tipi	Veri Değerleri
Cinsiyet	Nominal	{Kadın, Erkek}
Hastalık Süreci	Kategorik	{Covid Geçirmedim, Ağır, Orta, Hafif, Taşıyıcı}
Spor	Kategorik	{Hiç, Az, Normal, Çok, Aşırı}
Beslenme Ögünü	Kategorik	Çok az, Az, Normal, Fazla
Su tüketimi	Kategorik	Çok az, Az, Normal, Fazla
Meyve Tüketimi	Kategorik	Hiç, Çok az, Az, Normal, Fazla
Uykuya ayrılan zaman	Kategorik	Çok az, Az, Normal, Fazla

Sonuçlar incelendiğinde DVM algoritmasının diğer algoritmalara göre daha yüksek başarı ile tahmin ettiği görülmektedir. Buna göre bir öğrencinin Covid-19 riski $R^2=0,9323$ başarıyla, $MAE=0,0271$ ve $RMSE=0,1645$ hata değerleri ile tespit edilmiştir.

Tablo 2. Değerlendirme Kriterlerine Göre Tahmin Modellerinin Başarı Oranları ve Hata Değerleri

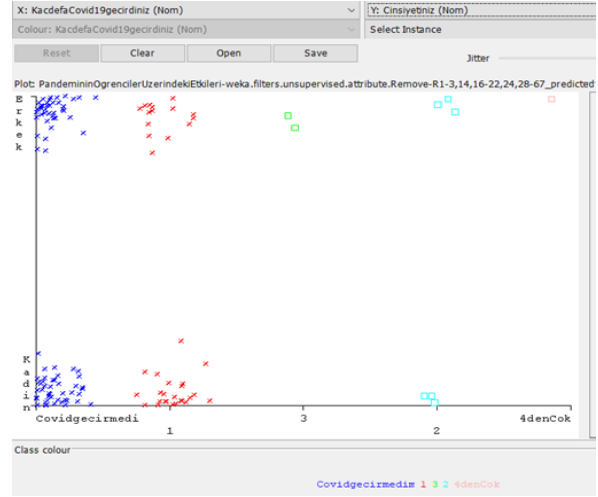
MODEL	R ²	MAE	RMSE
C4.5 (J48)	0,8872	0,0596	0,1815
RF	0,8646	0,0914	0,1992
KNN	0,7669	0,1151	0,2439
DVM	0,9323	0,0271	0,1645
Naïve Bayes	0,9248	0,0538	0,1620

Veriler analiz edildiğinde özellikle cinsiyet ve sporun öğrencilerin Covid-19 geçirme riskleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Kız öğrencilerin erkek öğrencilerden daha çok Covid-19'a yakalanma korkusu yaşadıkları ve kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha çok Covid-19 geçirdikleri görülmektedir.

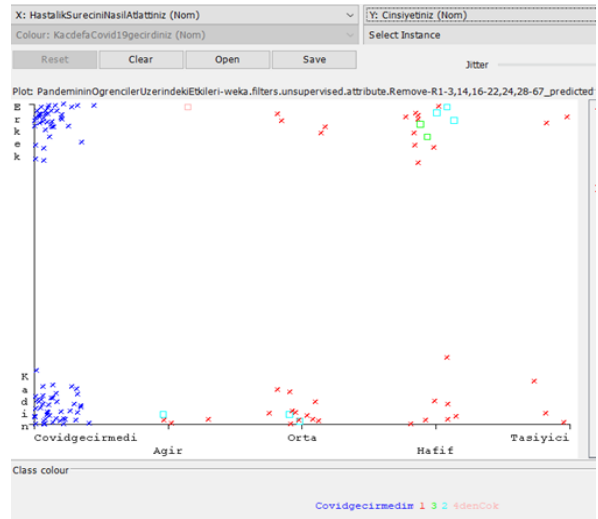
Öğrencilerin gelecek kaygısı yaşayıp yaşamadıkları göz önüne alındığında ise kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha çok kaygı yaşadığı görülmektedir. Şekil 1 öğrencilerin cinsiyeti ile Covid-19 yakalanma sayıları arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Şekil 2 cinsiyete göre Covid-19 hastalığını atlama sürecini göstermektedir. Buna göre erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre hastalık sürecini daha hafif geçirdikleri görülmektedir.

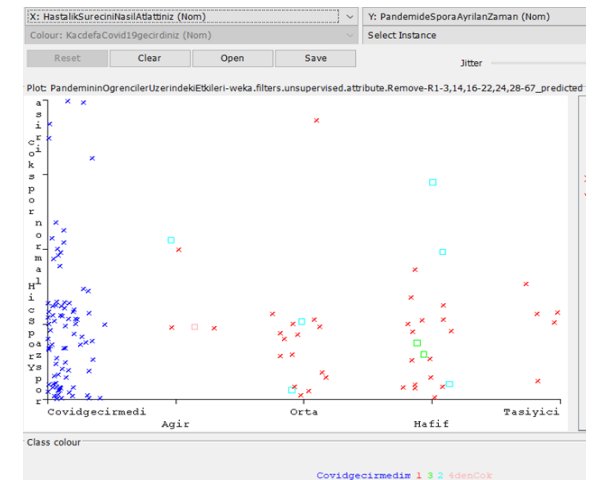
Sporun Covid-19 ile olan ilişkisi incelendiğinde ise spor yapan öğrencilerin daha az spor yapan ya da spor yapmayan öğrencilere göre daha az hasta oldukları ve süreci ve daha iyi atlattıkları Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 1. Covid 19'a Yakalanma Sayısı



Şekil 2. Covid 19'u Atlama Süreci



Şekil 3. Pandemide Spor Yapma ile Hastalığı Atlama Süreci

SONUÇ VE ÖNERİLER

Covid-19 pandemisi olduğu günden bugüne dünyanın her yerinde insanların yaşamlarını ciddi şekilde etkilemiştir. Virüsün yayılmasını kontrol altına almak için küresel çapta birçok önlemler alınmıştır. Bu önlemler içerisinde en etkin yöntemlerden birinin de karantina uygulamaları olduğu söylenebilir. Karantina uygulamaları toplumları psikososyal, ekonomik ve birçok açıdan etkilenmiştir. Başta sağlık sektörü olmak üzere eğitim sektörü ile birlikte daha birçok sektör de pandemiden oldukça etkilenmiştir. Bu süreçte Üniversite öğrencilerinin Covid-19'a yakalanma ve gelecek kaygıları ayrıca uzun bir süre çevrimiçi olarak uzaktan eğitim görmeleri sebebiyle pandeminin öğrenciler üzerinde de derin etkileri olmuştur. Pandemi dönemi belirsizlik süreci olduğundan bu dönemde geleceğe dair kararlar alabilmek ve planlamalar yapabilmek amacıyla tahmin modeli içeren birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, üniversite öğrencilerinin Covid-19 riskini belirleyebilmek ve pandeminin öğrenci üzerindeki etkilerini ortaya koymak için Karar Ağaçları, DVM, K-NN ve Naive Bayes makine öğrenmesi yöntemleri ile karşılaştırmalı bir analiz sunulmuştur. Veri seti olarak 2022 yılı Mart ayında Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi öğrencilerine uygulanan dijital anket verileri kullanılmıştır. Çalışmada oluşturulan tahmin modellerinin

başarısını ölçmek için ise R^2 , RMSE ve MAE metrikleri kullanılarak modellerin belirlilik katsayısı ve hata değerleri sunulmuştur. Buna göre DVM yönteminin $R^2 = 0,9323$, MAE = 0,0271 ve RMSE = 0,1645 değeri ile diğer uygulanan yöntemlere kıyasla tüm hata metriklerine göre öğrencilerin Covid-19'a yakalanma riskini tahmin etmede daha yüksek performansa sahip olduğu görülmektedir. Çalışmada DVM yöntemi ile elde edilen tahmin başarısı literatürdeki Covid-19 ile ilgili makine öğrenmesi yöntemleri ile yapılan benzer çalışmalar ile kıyaslanmıştır. Çakmak ve arkadaşları karar ağaçları ile %83,5 başarı oranıyla²⁶, Kart ve Başçiftçi, DVM ile %96,7 başarı oranıyla²⁷, Filiz, K-En yakın komşu algoritması ile %84,7 başarı oranıyla²⁸, Bozkurt, DVM ile %92 başarı oranıyla²⁹ tahminlerde bulunmuşlardır. Buna göre benzer çalışmalarla kıyaslandığında bu çalışmadaki tahmin sonuçlarının oldukça başarılı olduğu görülmektedir. Ayrıca özellikle cinsiyet ve spor yapma parametrelerinin öğrencilerin Covid-19'a yakalanma ve hastalığı atlama üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Bu süreçte yaşanan gelecek kaygısının ise öğrencilerde cinsiyete göre değişiklik gösterdiği ve kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha çok kaygı yaşadıkları görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Duman, N. (2019). "Travma Sonrası Büyüme ve Gelişim". Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi, 4 (7), 178-184.
2. Can, E. (2020). "Coronavirüs (Covid-19) Pandemisi ve Pedagojik Yansımaları: Türkiye'de Açık ve Uzaktan Eğitim Uygulamaları". Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, 6 (2), 11-53.
3. Lalmuanawma, S, Hussain, J. and Chhakchhuak, L. (2020). "Applications of Machine Learning and Artificial Intelligence for Covid-19 (SARS-CoV-2) Pandemic: A review". Chaos, Solitons & Fractals, 139, 110059.
4. Samuel, J, Ali, G.G, Rahman, M, Esawi, E. and Samuel Y. (2020). "Covid-19 Public Sentiment Insights and Machine Learning for Tweets Classification". Information, 11 (6), 314.
5. Luca, G. et al. (2020). "GM-CSF Blockade with Mavrilimumab in Severe COVID-19 Pneumonia and Systemic Hyperinflammation: A Single-Centre, Prospective Cohort Study". The Lancet Rheumatology, 2 (8), e465-e473.
6. Öztürk, T, Talo, M, Yıldırım E.A, Baloglu, U.B, Yıldırım, Ö. and Acharya, U.R. (2020). "Automated Detection of COVID-19 Cases using Deep Neural Networks with X-Ray Images". Computers in Biology and Medicine, 121, 103792.
7. Banerjee, A, Ray, S, Vorselaars, B, Kitson, J, Mamalakis, M, Weeks, S. and Mackenzie, L.S. (2020). "Use of Machine Learning and Artificial Intelligence to Predict SARS-CoV-2 Infection from Full Blood Counts in a Population". International Immunopharmacology, 86, 106705.
8. Özen F (2022). Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Türkiye'de Covid-19'a İlişkin Günlük Vaka, Ağır Hasta, Vefat ve İyileşen Sayısı Tahmini. Journal of advanced research in natural and applied sciences, 8(4), 662 - 676.
9. Wang, P, Zheng, X, Li, J. and Zhu, B. (2020). "Prediction of Epidemic Trends in COVID-19 with Logistic Model and Machine Learning Technics". Chaos, Solitons & Fractals, 139, 110058.

10. Ahmad, I. and Asad, S.M. (2020). "Predictions of Coronavirus COVID-19 Distinct Cases in Pakistan Through An Artificial Neural Network". *Epidemiology & Infection*, 148 (e222), 1-10.
11. Zheng, Y, Zhu, Y, Ji, M, Wang, R, Liu, X, Zhang, M, Liu, J, Zhang, X, Qib, C.H, Fang, L. and Ma, S. (2020). "A Learning-Based Model to Evaluate Hospitalization Priority in COVID-19 Pandemics". *Patterns*, 1 (6),1-10.
12. Jaskari, J, Myllärinen, J, Leskinen, M, Rad, A.B, Hollmén, J, Andersson, S. and Särkkä, S. (2020). "Machine Learning Methods for Neonatal Mortality and Morbidity Classification". *IEEE Access*, 8, 123347-123358.
13. Moulaei, K, Shanbehzadeh, M, Mohammadi, T.Z. and Kazemi, A.H. (2022). "Comparing Machine Learning Algorithms for Predicting COVID-19 Mortality". *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 22 (2), 1-12.
14. Chen, J, Lian, Y. and Li, Y. (2020). "Real-Time Grain Impurity Sensing for Rice Combine Harvesters Using Image Processing and Decision-Tree Algorithm". *Computers and Electronics in Agriculture*, 175, 105591.
15. Sarkhosh, M, Najafpoor, A.A, Alidadi, H, Shamsara, J, Amiri, H, Andrea, T. and Kariminejad, F. (2021). "Indoor Air Quality Associations with Sick Building Syndrome: An Application of Decision Tree Technology". *Building and Environment*, 188, 107446.
16. Koulinas, G, Paraschos, P. ve Koulouriotis, D. (2020). A decision trees-based knowledge mining approach for controlling a complex production system. *Procedia Manufacturing*, 51, 1439-1445.
17. Wu, C, Fang, C, Wu, X. and Zhu, G. (2020). "Health-Risk Assessment of Arsenic and Groundwater Quality Classification Using Random Forest in The Yanchi Region of Northwest China Expo". *Health*, 12, 761-774.
18. Dudani, S.A. (1976). "The Distance-Weighted K-Nearest-Neighbor Rule". *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, SMC-6 (4), 325-327.
19. Liu, H. and Zhang, S. (2012). "Noisy Data Elimination Using Mutual K-nearest Neighbor for Classification Mining". *Journal of Systems and Software*, 85 (5), 1067-1074.
20. Muja, M. and Lowe, D.G. (2009). "Fast Approximate Nearest Neighbors with Automatic Algorithm Configuration". In *Proceedings of the Fourth International Conference on Computer Vision Theory and Applications*, pp. 331-340.
21. Tamura, H. and Tanno, K. (2008) "Midpoint Validation Method for Support Vector Machines with Margin Adjustment Technique". In *Proceedings of the Third International Conference on Innovative Computing Information and Control*, pp. 492-492.
22. Vapnik, V, Golowich, S.E. and Smola, A.J. (1997). "Support Vector Method for Function Approximation, Regression Estimation, and Signal Processing". *Advances in Neural Information Processing Systems*, 9, 281-287.
23. Hajek, P. (2012). "Forecasting Stock Market Trend Using Prototype Generation Classifiers". *WSEAS Transactions on Systems*, 11 (12), 671-680.
24. Papoulis, A. (1984). "Probability, Random Variables, and Stochastic Processes". New York, USA: McGraw-Hill.
25. Domingos, P. and Pazzani, M. (1997). "Beyond Independence: Conditions for the Optimality of the Simple Bayesian Classifier". *Machine Learning*, 29, 103-130.
26. Çakmak, M.A, Kurt, M.E. ve Çakmak, C. (2022). "Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile Covid-19 Hastalarının Mortalite Risklerinin Hesaplanması". *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 13 (35) , 994-1011.
27. Kart, Ö. ve Başçiftçi, F. (2021). "Makine Öğrenmesi Algoritmalarıyla Akciğer Tomografi Görüntülerinden COVID-19 Tespiti". *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 28, 630-637.
28. Filiz, E. (2022). "Türkiye Covid-19 Günlük Hasta Sayısındaki Değişimin Sınıflandırılmasına Yönelik Tahmininin Destek Vektör Makineleri ve K-En Yakın Komşu Algoritmaları ile Gerçekleştirilmesi". *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12 (1), 370-379.
29. Bozkurt, A. (2021). Veri Madenciliği Yöntemleri ile Tam Kan Sayımı Sonuçlarından Covid-19 Test Sonuçlarının Tahmini. [Yüksek Lisans Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi