

DOĞAL AFET RİSK ANALİZİNDE MAKİNE ÖĞRENME YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI HAKKINDA BİR İNCELEME*

Tuba PARLAR

Doç. Dr. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, Türkiye
tparlar@mku.edu.tr

Orcid ID: 0000-0002-8004-6150

Makale Geliş Tarihi: 13/04/2023

Makale Kabul Tarihi: 23/12/2024

Makale Türü: İnceleme Makalesi

Atıf: Parlar, T. (2024). Doğal Afet Risk Analizinde Makine Öğrenme Yöntemlerinin Kullanımı Hakkında Bir İnceleme. *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(54), 183-193.

Öz

Doğanın dengesinin bozulması ile kasırgalar, seller, toprak kaymaları ve kuraklık ön görülemez bir şiddette ve zamanda yaşanmaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak artan bu doğal felaketler, insan sağlığı, ekonomi ve çevreye zarar vererek çok daha sık ve şiddetli biçimde yaşanmaktadır. Doğal afet boyutundaki meteorolojik olayların tahmini ve modellemesinin yanı sıra uydu tabanlı görüntüler üzerinden potansiyel tehlike kaynaklarının belirlenmesi ve risk senaryolarının oluşturulması ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Yapay zekâ yöntemleri birçok disiplinden gelen veriyi anlamlandırarak çözüm üretebilmektedir. Kuraklığın izlenmesi, sel duyarlılık haritalamasının yapılması, toprak kayması riskinin takip edilmesi gibi doğa olayları, meteorolojik olarak sensorlar, simülasyonlar ya da gözlemlerden gelen zamansal ve mekânsal büyük veriyi analiz etmek için makine öğrenme ve derin öğrenme yöntemlerinden yararlanmak giderek daha çok ilgi gören bir araştırma alanı olmaktadır. Bu inceleme, doğal afet riskleri için çeşitli yapay zekâ uygulamaları hakkında bir literatür araştırması sağlamayı amaçlamaktadır. 2017-2022 yılları arasında yayınlanan kuraklık, sel ve toprak erozyonları odaklı makine öğrenme ve derin öğrenme yöntemleri tabanlı risk analiz modellerini kullanan araştırma makaleleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda yapay zekâ tabanlı modellerin, doğal afetlerin tahmininde oldukça önemli bir role sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: derin öğrenme, doğal afet ve tehlikeler, iklim krizi, küresel ısınma, makine öğrenimi

* - Bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

- Bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve / veya yayınlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemektedir.

A REVIEW ABOUT THE USE OF MACHINE LEARNING METHODS IN NATURAL DISASTER RISK ANALYSIS

Abstract

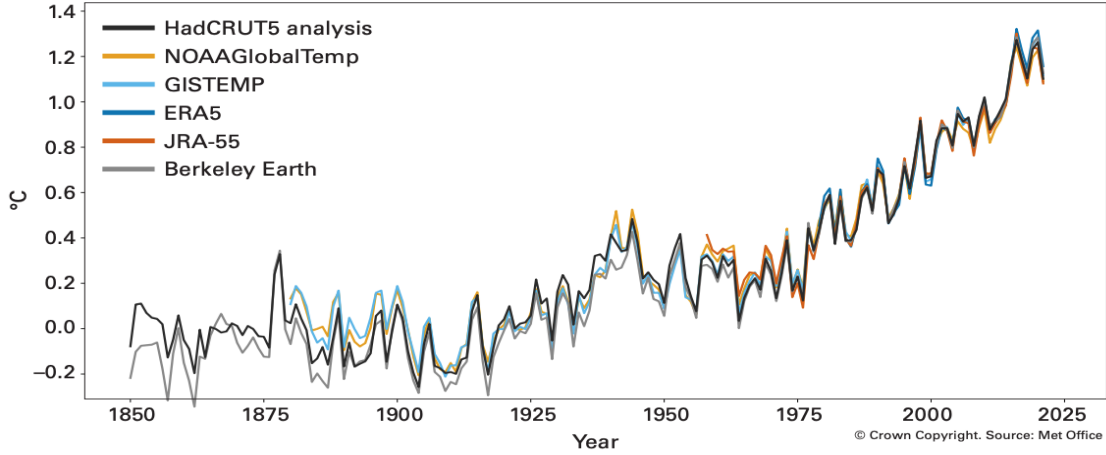
With the disruption of the balance of nature, hurricanes, floods, landslides, and droughts are occurring in unpredictable intensities and times. These natural disasters, which are increasing due to climate change, are causing more frequent and severe damage to human health, the economy, and the environment. Along with the prediction and modeling of meteorological events at the level of natural disasters, many studies are being conducted on the identification of potential hazard sources and the creation of risk scenarios based on satellite-based images. Artificial intelligence methods are able to generate solutions by understanding data from multiple disciplines. Monitoring drought, creating flood susceptibility maps, tracking landslide risks, and other natural events are becoming increasingly popular research areas that utilize machine learning and deep learning methods to analyze the temporal and spatial big data obtained from sensors, simulations, or observations. This study aims to provide a literature search on various artificial intelligence (AI) applications for natural disaster risks. Research articles that use machine learning and deep learning-based risk analysis models focused on drought, floods, and soil erosion, published between 2017-2022, were examined. As a result of the study, it was concluded that AI-based models play a crucial role in predicting natural disasters.

Keywords: *climate crisis, deep learning, global warming, machine learning, natural hazards and disasters*

Giriş

Bilimin ve sanayinin hızla ilerlemesi yaşamımızda kolaylıkları getirirken aynı zamanda insan türünün doğanın dengesini bozan birçok uygulamasını da beraberinde getirmiştir. 1979 yılında yapılan birinci Dünya İklim Konferansı'ndan bu yana Rio, Kyoto, Kopenhag toplantılarında yapılan protokollere ve sözleşmelere rağmen biyosferin dengesini bozan uygulamalara devam edilmiştir (Parlar, 2021). 1989'da Birleşmiş Milletler Genel Kurulu, iklim değişikliğinin insanlığın ortak kaygısı olduğunu kayda geçirmiştir (Şahin, 2020). Dünya Meteoroloji Organizasyonu (World Meteorological Organization-WMO) 2020 yılının, pandemi için alınan önlemlerin getirdiği rahatlama ile sera gazı emisyonlarının azalmasına rağmen tarihteki en sıcak yıllardan biri olduğunu duyururken 2021 raporu ile de 2015 ile 2021 yılları arasındaki yedi yılın, kaydedilen en sıcak yıllar olduğunu belirtmiştir. 2021'de ölçülen küresel ortalama ısının, endüstrileşmenin başlamadığı 19. yüzyıl sonlarındaki ısının 1.11 ± 0.13 °C üzerinde olduğu da raporda belirtilmiştir.

Şekil 1: Küresel Yıllık Ortalama Sıcaklık Farkı

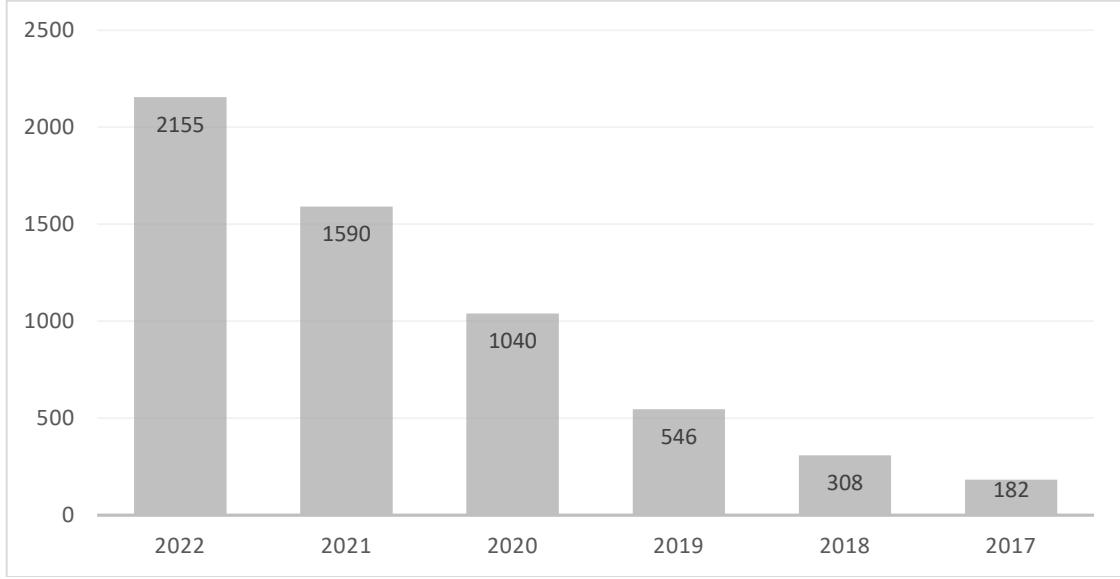


Şekil 1’de 1850-2021 yıllarına dayanan altı veri setine göre endüstri öncesi dönemden günümüze küresel ısı farklılıkları gösterilmiştir. Küresel ortalama deniz seviyesi de son 6 yılda her yıl ortalama 4.4 mm yükselerek 2021’de rekor bir seviyeye ulaşmıştır. WMO 2022 raporuna göre kuraklık Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, İran, Afganistan, Türkiye ve Türkmenistan’da birçok bölgeyi etkilemiştir (WMO, 2022). İnsanın doğaya müdahalesi, doğayı hiçe sayan kâr hırsı okyanuslara, atmosfere, canlılara zarar vermektedir. İklim krizinin etkileri artık geri dönülemez biçimde yaşanmaktadır. Kasırgalar, kuraklık, orman yangınları, toprak erozyonu, seller çok daha yoğun ve sık yaşanmaktadır. 29 Ağustos 2021’de Amerika’nın güney kıyısını 249 km hızla vuran Ida kasırgası en güçlü beşinci kasırga olarak tarihe geçmiştir (BBC, 2021).

Küresel ısınma, iklim değişikliği ya da krizi, sürdürülebilir kaynaklar gibi konularda toplumun bakış açısını anlamak için çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Son dönemde yapılan çalışmalar incelendiğinde yapay zekâ yöntemlerinin birçok farklı alanda olduğu gibi iklim değişikliği, küresel ısınma başlıklı çalışmalarda da katkı sağladığı görülmektedir. Yapay zekâ uygulamalarında makine öğrenme ve derin öğrenme yöntemleri kullanılarak sel, toprak kayması, kuraklık gibi meteorolojik olayların tahmini ve modellenmesi ile ilgili çalışmaların yanı sıra uydu tabanlı görüntülerden de yararlanılarak potansiyel tehlike kaynaklarının belirlenmesi ve risk senaryolarının oluşturulması ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmaktadır.

Şekil 2: Doğal Afet Risk Analizinde Makine Öğrenme Yöntemleri Kullanımının 2017-2022 Yılları Arasındaki Makale Sayıları (Kaynak: Web Of Science)

Doğal afet risk analizinde makine öğrenme yöntemlerinin kullanımı hakkında bir inceleme



Küresel ısınma ve iklim krizi ile ilgili makine öğrenme, derin öğrenme yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar, dünya yüzeyindeki gözlemler, dronlar, sensörler gibi farklı kaynaklardan gelen büyük miktarda mekânsal ve zamansal verinin hacminde ve çeşitliliğindeki artış ile hız kazanmıştır (Şekil 2). Şekil 2 Web of Science üzerinde yapılan arama sonucu olarak doğal afet risk analizinde makine öğrenimi yöntemlerinin 2017-2022 yılları arasında yapılan araştırmaların hızlı arttığını göstermektedir. Yapay zeka yöntemlerin giderek artan hakimiyeti ortadadır. Bu nedenle, yeni yöntemlerin incelenmesi ve bu yöntemlerin kullanılması ve geliştirilmesindeki eğilimin belirlenmesi önemli olacaktır. Araştırmacılar, toplanan büyük veriyi analiz edip kritik kararlar alırken kullanmak için bu alanda daha çok çalışma yapmaya başlamışlardır.

Bu çalışma ile 2017-2022 yılları arasında doğal afetlerin erken tespitinde makine öğrenme algoritmaları yöntemlerinin kullanılmasının sistematik bir incelemesi gerçekleştirilmiştir. Genel olarak yapılan çalışmalar şu alt başlıklarda gruplandırılmıştır: kuraklık, toprak erozyonu ya da toprak kayması, sel. Bölüm 2’de makine öğrenme yöntemlerine genel bir bakış sunulmaktadır. Bölüm 3’te doğal afet risk analizinde makine öğrenme yöntemlerinin kullanılmasına ilişkin seçilen örnek uygulamalar tanıtılmaktadır. Çalışmamızda, makine öğrenme yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen iklim değişikliği, küresel ısınma, iklim krizi alanında çalışılan makaleler amaçları, kullanılan yöntemler ve sonuçları ile incelenmekte, zorlukları ortaya konmakta ve gelecek çalışmalara öneriler getirilmektedir.

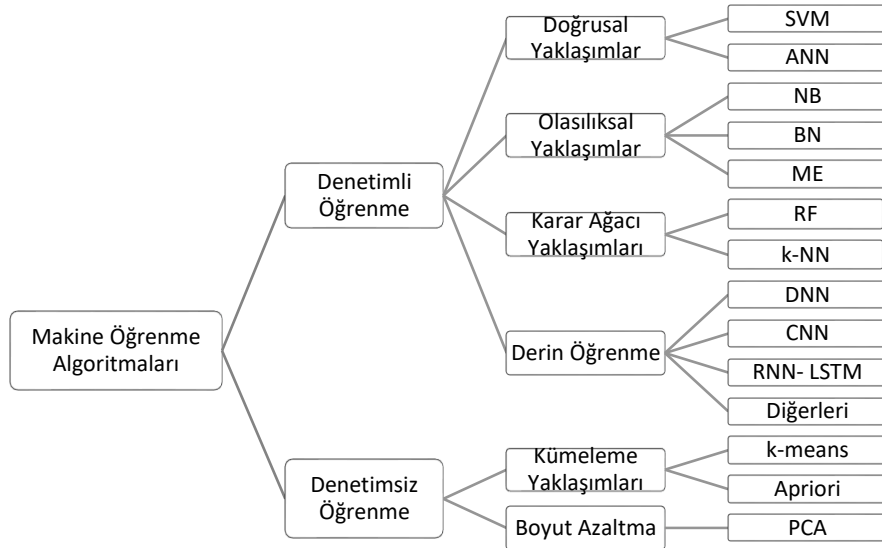
Yöntem

Makine Öğrenme Yöntemleri

Son yıllarda makine öğrenme algoritmaları, küresel iklim değişiklikleri, kuraklık, sel, toprak kayması gibi doğal afetlerin tespiti için toplanan mekânsal, zamansal ve coğrafi verileri analiz etmek ve gelecek tahmininde bulunmak amacıyla yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Araştırmacılar tarafından yapay zekâ şemsiyesi altında yer alan makine öğrenme ve derin öğrenme yöntemlerinden etkin bir şekilde nasıl yararlanılabileceği üzerine çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Makine öğrenme algoritmaları kullanılarak geçmiş verilerden öğrenme ve olası yeni verileri sınıflandırarak tahmin yürütme yapılabilmektedir. İklim değişikliği verilerini yorumlamak ve doğru önlemler almak için yapılan çalışmalarda, özellikle makine öğrenme

yöntemlerine dayalı teknoloji ve mühendislik uygulamalarını hangi alanlarda ve ne tür veriler üzerinde uygulanabileceği önemli bir araştırma alanı olmuştur (Rolnick vd., 2022; Romeiko vd., 2020). Bu bölümde kuraklık, toprak erozyonu/kayması, sel gibi önemli doğa olaylarının izlenmesi, erken tanı sistemlerinin geliştirilmesi çerçevesinde yapılan çalışmalarda kullanılan yapay zeka yöntemleri incelenmiş ve kullanılan yöntemler hakkında genel bilgiler sunulmuştur. Yöntemler genel bilgilerle sunulmuş olup, etkinlik ve doğruluk açısından değerlendirilmiştir. Şekil 3’de de görüldüğü üzere makine öğrenme algoritmaları denetimli ve denetimsiz öğrenme olmak üzere iki kategoride incelenmektedir.

Şekil 3: Makine Öğrenme Algoritmaları



Denetimli öğrenme algoritmaları ile etiketlenmiş veri kullanılarak model eğitilir. Denetimsiz öğrenmede ise etiketlenmiş eğitim verisi yoktur. Algoritmalar ile etiketlenmemiş veri kümesi içindeki örüntüler bulunup hiyerarşik ve kümeleme yaklaşımları ile veriler gruplandırılmaktadır. Destek vektör makineleri (support vector machines-SVM), yapay sinir ağları (artificial neural networks-ANN), Naive Bayes (NB), Bayes Ağları (Bayesian Networks-BN), maksimum entropi (ME), rastgele orman (random forest-RF), k-en yakın komşu (k-nearest neighbour-k-NN) yaygın kullanılan denetimli makine öğrenme algoritmalarıdır. Apriori ve k-ortalama (k-means) gibi algoritmalar da denetimsiz öğrenmede yaygın kullanılan kümeleme yöntemleri iken boyut azaltma için temel bileşenler analizi (principal component analysis-PCA) gibi algoritmalar kullanılmaktadır.

Derin öğrenme yöntemleri, makine öğrenme algoritmalarından yapay sinir ağları katman sayılarının bilgisayarların işlem gücünün gelişmesiyle artırılmasına dayalı geliştirilen bir mimaridir (LeCun vd., 2015). Hesaplamalar, birbiriyle ilişkili nöronlar arasında ağırlıklandırma yapılarak gerçekleştirilmektedir. Derin öğrenme mimarisinde yapay sinir ağları çoklu gizli katmanlardan oluşmaktadır. Büyük verilerdeki örüntüleri çok daha yüksek doğrulukla ve etkin bir biçimde modelleyebilmesi ve tahmin yeteneğiyle birçok araştırmacı için ilgi odağı olurken, bilgisayarlı görü, görüntü tanıma, konuşma tanıma, doğal dil işleme, ilaç keşfi, biyoinformatik, siber güvenlik gibi birçok alanda çeşitli veri analizi sorunlarına çözümler getirmektedir. Derin öğrenme yöntemleri büyük miktarda verinin analizinde bilgisayarların işlem gücünün de artmasıyla giderek daha yaygın hale gelmektedir. Evrişimli yapay siniri ağları (convolutional neural networks-CNN), derin sinir ağları (deep neural networks-DNN), özinyeli sinir ağları

Doğal afet risk analizinde makine öğrenme yöntemlerinin kullanımı hakkında bir inceleme

(recurrent neural networks-RNN) mimarileri yaygın kullanılan derin öğrenme algoritmalarıdır. CNN mimarisinde girilen verilerin sıralaması önemli olmazken RNN mimarisi zaman serisi problemlerinde yani ardışık gelen zamana göre ilerleyen verilerle çok daha başarılı sonuçlar veren bir mimardir. RNN ve uzun kısa vadeli bellek (long short term memory-LSTM) mimarilerinde daha önce ağırlıklandırılan zaman adımlarını unutmaması için modele ek bir hafıza yapısı eklenmektedir. LSTM mimaride RNN mimariden farklı olarak hücre yapısına kapılar eklenmiştir. Katmanların çıktılarının tahmininde belirli katmanların çıktıları kaydedilmekte ve geri besleme olarak modele tekrar verilmektedir (Yu vd., 2019).

Doğal Afet Risk Analizi

İklim değişikliğinin etkileri giderek daha sert ve görünür hale gelmektedir. Sel baskınları, kuraklık, kasırgalar, artan yangınlar, taşkınlar dünya genelinde giderek artmaktadır. Doğanın dengesi bozulmakta buna bağlı olarak da doğal kaynaklar ve dolayısıyla tarım etkilenirken ülkelerin ekonomileri ve gelecek hakkındaki ön görüşleri hızla kötüye gitmektedir. Sel, toprak kayması, kuraklık gibi zararlarının ekonomik ve sosyal boyutları olan meteorolojik olayların tahmini ve modellemesinin yanı sıra uydu tabanlı görüntüler üzerinden potansiyel tehlike kaynaklarının belirlenmesi ve risk senaryolarının oluşturulması ile ilgili çok sayıda çalışma görülmektedir. İklim değişikliği nedeniyle doğal tehlikeler daha sık ve şiddetli bir şekilde yaşanmaktadır. Yaşam alanları sel, erozyon ve fırtınalar gibi öngörülemeyen ani biçimde gelen ölümcül tehditler altında kalmaktadır. Meteorolojik olarak sensörler, simülasyonlar ya da gözlemlerden gelen zamansal ve mekânsal büyük veriyi analiz etmek için makine öğrenme ve derin öğrenme yöntemlerinden yararlanmak giderek daha çok ilgi gören bir araştırma alanı olmaktadır (Rolnick vd., 2022). Doğal felaketlerin artan sıklığı ve öngörülemez şiddeti insan hayatı için büyük risk taşıırken aynı zamanda ekonomik ve çevresel zararları da ülkeleri bu konuda yapılan araştırmaları desteklemeye yönlendirmektedir.

İncelenen Makaleler ve Bulgular

Web of Science veri tabanı kullanılarak 2017-2022 yılları arasında doğal afetlerin erken tespitinde makine öğrenme algoritmaları yöntemlerinin kullanılmasının sistematik bir incelemesi gerçekleştirilmiştir. Tablo 1'de 2017 yılından 2023 yılına kadar doğal afet risk analizinde yapay zekâ yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar incelenerek özetlenmiştir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerine yapılan araştırmalarda meteorolojik ve tarımsal kuraklığın izlenmesi (Ali vd., 2018; Khan vd., 2020; Kumar vd., 2021; Piao vd., 2022; Shen vd., 2017; Shen vd., 2019), sel duyarlılık haritalamasının yapılması (Arabameri vd., 2022; Bui vd., 2020; Prasad vd., 2022; Shafizadeh-Moghadam vd., 2018) ya da toprak kayması riskini takip edilmesi (Gianinetto vd., 2020) hayati önem taşımaktadır.

Meteorolojik ve tarımsal kuraklığın izlenmesi bölgesel tarımın sürdürülebilir gelişimi için oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Shen vd. (2017) kapsamlı bir kuraklık izleme modelini rastgele orman makine öğrenme yöntemini kullanarak geliştirmiştir. Derin öğrenme yöntemlerinin başarısını makine öğrenme yöntemleriyle karşılaştırdıkları çalışmalarında önerdikleri model ile meteorolojik kuraklığın izlenmesini %85.6 doğrulukla tahmin etmişlerdir (Shen vd., 2019). Ali vd. (2018) Comm-ELM adını verdikleri makine öğrenme modelini kuraklıktan etkilenen ülkelerden biri olan Pakistan bağlamında geliştirmişlerdir. Çalışmada, Pakistan'ın üç tarım bölgesi için Comm-PSO-ANFIS ve Comm-MLR tabanlı modeller ile karşılaştırılarak değerlendirildiğinde Comm-ELM modeli en yüksek doğrulukla tahminde bulunmuştur.

İklim krizi ile giderek artan kuraklık aynı zamanda orman yangınlarının da önemli etkenlerinden biridir. Piao vd. (2022) tarafından Güney Kore'nin en büyük orman alanı olan Gangwon-do bölgesi yağış indeksleri ve uydu görüntülerine dayanılarak oluşturulan bitki örtüsü

endeksleri kullanılarak bir kuraklık haritası oluşturulmuştur. Sınıflandırma ve regresyon ağaçları (classification and regression trees-CART), rastgele orman ve artırılmış regresyon ağaçları (boosted regression trees-BRT) makine öğrenme algoritmaları ile sınıflandırma yapılmıştır. BRT modeli, orman yangınlarının tahmininde %85 ve kuraklık tahmininde %80 AUC değerleri ile en başarılı sınıflayıcı olmuştur. Araştırmacıların geliştirdiği kuraklık ve orman yangını tehlike uyarı modeli önlem alma ve planlama için umut vadetmektedir.

Tablo 1: Doğal Afet Risk Analizi İçin Makine Öğrenme Yöntemlerinin Kullanıldığı Makaleler

Kaynakça	Katkısı	Yöntem
(Shen vd., 2017)	Kuraklık İzleme Modeli: Çin örneği	Makine Öğrenme: RF
(Ali vd., 2018)	Kuraklık İzleme Modeli: Pakistan örneği	Makine Öğrenme: Comm-ELM
(Shen vd., 2019)	Kuraklık İzleme Modeli: Çin örneği	Derin Öğrenme
(Khan vd., 2020)	Kuraklık İzleme Modeli: Pakistan örneği	Makine Öğrenme Yöntemleri: SVM, ANN, k-NN,
(Kumar vd., 2021)	Kuraklık İzleme Modeli: Hindistan örneği	Makine Öğrenme Yöntemleri: SVM, ANN, RF
(Piao vd., 2022)	Kuraklık ve orman yangını tehlike haritalaması: Güney Kore örneği	Makine Öğrenme: CART, RF, BRT
(Gianinetto vd., 2020)	Toprak Erozyonun Önlenmesi: İtalya örneği	Makine Öğrenme
(Senanayake vd., 2022)	Yağış Tahminleri ile Toprak Erozyonun Önlenmesi: Sri Lanka örneği	Derin Öğrenme: LSTM
(Shafizadeh-Moghadam vd., 2018)	Sel Duyarlılık Haritalaması: İran örneği	Makine Öğrenme: ANN, regresyon ağaçları, ME, genelleştirilmiş doğrusal model, diskriminant analizi
(Bui vd., 2020)	Sel Duyarlılık Haritalaması: Vietnam örneği	Derin öğrenme: DNN
(Prasad vd., 2022)	Sel Duyarlılık Haritalaması: Hindistan örneği	Makine Öğrenme Yöntemleri: RF, k-NN, BLR, AB
(Arabameri vd., 2022)	Sel Duyarlılık Haritalaması: İran örneği	Makine Öğrenme Yöntemleri: SVM, PSO, GA

Kuraklık tahmin modellerinin başarısı, erken uyarı ile olumsuz etkilere karşı önlemlerin alınması bağlamında oldukça önemlidir. Khan vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada toplanan verilerden sınıflandırma başarısına olumlu etkisi olan nitelikler, özylenelemeli nitelik seçimi yöntemi (recurcive feature elimination-RFE) ile seçilip önemsiz nitelikler veri kümesinden

Doğal afet risk analizinde makine öğrenme yöntemlerinin kullanımı hakkında bir inceleme

çıkarılmıştır. Pakistan bölgesindeki kuraklıkların zamansal ve mekânsal özelliklerinin kullanıldığı veriler, SVM yöntemi ile, ANN ve k-NN tabanlı modellere göre daha yüksek doğrulukla sınıflandırılmıştır. Kumar vd. (2021) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, Hindistan genelinde 27 eyalette aşırı yağışlar ve kuraklık üzerine yapılmıştır. Bu çerçevede çeltik verimliliği tahmini üzerine bir model önerilmiştir. SVM, ANN ve RF makine öğrenme algoritmalarının kullanıldığı çalışmada, en başarılı tahmin rastgele orman yöntemi ile elde edilmiştir. Gianinnetto vd. (2020) İtalya Alpleri'nin en büyük vadilerinden biri olan ValCamonica ve Iseo Gölü'ndeki toprak erozyonunun gelecek senaryolarını makine öğrenme yöntemleriyle tahmin eden bir model önermişlerdir. Bunun için çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanmışlardır. Çalışmada erozyon alanlarının genişlemesinin beklendiği öngörülmüş, bu doğrultuda önerilerde bulunulmuştur.

Ani sel baskınları büyük kayıplar yaşatan ölümcül zararlar ile sonuçlanan önemli bir doğal felakettir. İklim değişikliği ve küresel ısınma ile dünya üzerinde durum giderek kötüleşirken sel alanlarının doğru tanımlanması, tahmin edilebilmesi için sele eğilimli bölgelerin haritalanması konusunda çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalardan birçoğunda makine öğrenme yöntemleri kullanılmaktadır (Arabameri vd., 2022; Prasad vd., 2022; Shafizadeh-Moghadam vd., 2018). Bui vd. (2020) parçacık sürü optimizasyonu (particle swarm optimization-PSO) ve derin sinir ağları yöntemlerini bir arada kullandıkları hibrit bir model önermişlerdir. 2018 yılında şiddetli bir sel baskını yaşayan Vietnam'ın kuzey batısındaki dağlık bölgenin topografik bilgileri ile iklim ve hidrolojik değişkenlerin yanı sıra uzaktan algılama endekslerinden yararlanmışlardır. Önerdikleri sel duyarlılık haritalaması modeli PSO, SVM, RF gibi makine öğrenme algoritmalarından çok daha başarılı bir performans göstermiştir.

Prasad vd. (2022) sel duyarlılığı haritalaması için rotation forest, k en yakın komşu (k-NN), boosted regression tree, adabag (AB) makine öğrenme algoritmalarının kombinasyonlarını kullanarak performans analizleri yapmışlardır. Sel baskınlarının çok sık yaşandığı Hindistan'ın orta batı kıyıları için denenen RF ile AB yöntemlerinin birlikte kullanıldığı model ile %94 AUC (area under the curve) ile çok daha yüksek bir doğrulukla tahminde bulunmuştur. Çalışma, benzer coğrafi konumlarda taşkın tehlikesinin haritalanmasının planlanması ve yönetilmesi için katkı sağlamaktadır. Arabameri vd (2022), İran'ın Kaiser bölgesi için sel duyarlılık haritalaması çalışmasında destek vektör makineleri (SVM), parçacık sürü optimizasyonu (PSO) ve genetik algoritma (GA) algoritmalarını ve kombinasyonlarını kullanarak tespit eden bir model önermişlerdir. Çalışmada topografik konumlandırma endeksi, drenaj yoğunluğu, arazi sağlamlık endeksi, akarsuya olan mesafe, arazi sağlamlık endeksi gibi on beş nitelik kullanılmıştır. Performans analizleri sonucunda, PSO-GA kombinasyonu kullanılarak %90 AUC ile en yüksek sınıflandırma performansı elde edilmiştir.

Toprak erozyonunun sebeplerinden biri de yağış yoğunluğunun artmasıdır. Yağış yoğunluğu erken tahmini, kuraklıklarda, sellerde ya da kasırgalarda olduğu gibi önlemlerin alınmasına ve kayıpların daha az olmasına yardımcı olmaktadır. Toprak erozyonu çok sayıda etkene bağlı olarak geliştiğinden doğru tahmin oldukça zordur. Ancak hem risk analizi için hem de tarım planlama süreçlerini iyileştirmek için doğru mekânsal ve zamansal tahmin oldukça önemlidir. Senanayake vd. (2022), çalışmasında toprak erozyonu tehlikesinin yağışa karşı oldukça hassas olduğunu ortaya koyarak yağış eğilimlerinin analizi ile heyelan, sel ve kuraklık tehlikelerindeki zorlukların en aza indirilebileceğini vurgulamaktadır. Çalışmada, Srilanka'nın orta bölümündeki beş ayrı meteoroloji istasyonundan elde edilen 1990 ile 2021 yılları arasındaki veriler kullanılarak bir derin öğrenme modeli geliştirilmiştir. Uzun-kısa vadeli bellek (LSTM) yöntemi kullanılarak geliştirilen model 2000, 2010 ve 2019 için geçmiş toprak erozyonları harita katmanları ile test edilmiş ve doğrulanmıştır. Geliştirilen model sonraki üç yıl için tahmin yapabilmektedir. Bu da ülkelerin ve iklim bilimcilerin planlamalarında oldukça önemli bir destek

anlamına gelmektedir.

Sonuç

Küresel iklim değişikliği nedeniyle karşı karşıya olduğumuz iklim krizi ekonomik, sosyal, toplumsal, çevresel olmak üzere çok boyutlu tehlikeleri de beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle doğal afetlerin ön görülemez şekilde artmasının getirdiği riskler hakkında çeşitli kaynaklardan gelen büyük miktarda zamansal ve mekânsal verinin değerlendirilmesinde kullanılan makine öğrenme ve derin öğrenme yöntemleri incelenmiş ve sonuçları ile sunulmuştur. Günümüzde coğrafi, mekânsal, zamansal, uydu kaynaklı olmak üzere veri kaynaklarının çoğalmasından geleneksel istatistiksel yöntemlerin üstesinden gelemeyeceği büyük veri kavramını ortaya çıkarmıştır. Yapay zekâ algoritmalarındaki gelişmeler bilgisayarların işlem gücünün artması ile çok katmanlı yapay sinir ağlarının teoriden uygulamaya geçmesini sağlamış böylelikle derin öğrenme yaklaşımları da çok sayıda araştırmaya çözüm üretebilmiştir.

Çalışma, derin öğrenmenin hala gelişimin ilk aşamalarında olduğunu ve bu alanda araştırmanın hala ilerlemekte olduğu sonucuna varıyor (Shen vd., 2019, Senanayake vd., 2022, Bui vd., 2020). Öte yandan, RF, SVM gibi yaygın makine öğrenimi yöntemleri halihazırda kullanılmakta ve hibrit yöntemler geliştirilerek daha yüksek performanslı yeni yöntemler ortaya sunulmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre araştırmayla ilişkili olarak birtakım önerilerde bulunulmuştur. Meteorolojik kaynaklardan toplanan büyük verinin yapay zekâ yöntemleriyle analizi ile sel, kuraklık, erozyon gibi doğa olaylarının tahmini zorlukların en aza indirilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir. Doğal afet risk analizi nispeten yeni bir çalışma alanıdır. Başarılı modellerin geliştirilmesi ülkelerin planlama yapması ve önlemler alması açısından kritik önem içereceği öngörülmektedir. Makine öğrenme yöntemleri kullanılarak deprem, kuraklık, sel gibi hayatları derinden etkileyen doğal afetlerin boyutları, riskleri, yapacakları tahribatlar önceden tahmin edilip uyarı ve önlem sistemleri geliştirilerek maddi ve manevi insanlık adına önemli kazanımlar sağlanması mümkündür. Çalışma, gelecek için bu bağlamda küresel ısınma ve iklim krizi alanına makine öğrenme yöntemleri kullanılarak yeni projeler kazandırılmasına dikkat çekmek amacıyla literatüre sunulmuştur.

Kaynakça

- Ali, M., Deo, R. C., Downs, N. J. ve Maraseni, T. (2018). Multi-stage committee based extreme learning machine model incorporating the influence of climate parameters and seasonality on drought forecasting. *Computers and electronics in agriculture*, 152, 149-165.
- Arabameri, A., Seyed Danesh, A., Santosh, M., Cerda, A., Chandra Pal, S., Ghorbanzadeh, O., Roy, P. ve Chowdhuri, I. (2022). Flood susceptibility mapping using meta-heuristic algorithms. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 13(1), 949-974.
- BBC. (2021). *İda Kasırgası: Louisiana'da 1 milyon kişi elektriksiz kaldı*. <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-58380293>
- Bui, Q.-T., Nguyen, Q.-H., Nguyen, X. L., Pham, V. D., Nguyen, H. D. ve Pham, V.-M. (2020). Verification of novel integrations of swarm intelligence algorithms into deep learning neural network for flood susceptibility mapping. *Journal of Hydrology*, 581, 124379.
- Gianinetto, M., Aiello, M., Vezzoli, R., Polinelli, F. N., Rulli, M. C., Chiarelli, D. D., Bocchiola, D., Ravazzani, G. ve Soncini, A. (2020). Future Scenarios of Soil Erosion in the Alps under

Doğal afet risk analizinde makine öğrenme yöntemlerinin kullanımı hakkında bir inceleme

- Climate Change and Land Cover Transformations Simulated with Automatic Machine Learning. *Climate*, 8(2), Article 28. <https://doi.org/10.3390/cli8020028>
- Khan, N., Sachindra, D. A., Shahid, S., Ahmed, K., Shiru, M. S. ve Nawaz, N. (2020). Prediction of droughts over Pakistan using machine learning algorithms. *Advances in Water Resources*, 139, Article 103562. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2020.103562>
- Kumar, N., Poonia, V., Gupta, B. B. ve Goyal, M. K. (2021). A novel framework for risk assessment and resilience of critical infrastructure towards climate change. *Technological Forecasting and Social Change*, 165, Article 120532. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120532>
- LeCun, Y., Bengio, Y. ve Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
- Piao, Y., Lee, D., Park, S., Kim, H. G. ve Jin, Y. H. (2022). Multi-hazard mapping of droughts and forest fires using a multi-layer hazards approach with machine learning algorithms. *Geomatics Natural Hazards & Risk*, 13(1), 2649-2673. <https://doi.org/10.1080/19475705.2022.2128440>
- Prasad, P., Loveson, V. J., Das, B. ve Kotha, M. (2022). Novel ensemble machine learning models in flood susceptibility mapping. *Geocarto International*, 37(16), 4571-4593.
- Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., Ross, A. S., Milojevic-Dupont, N., Jaques, N. ve Waldman-Brown, A. (2022). Tackling climate change with machine learning. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 55(2), 1-96.
- Romeiko, X. X., Guo, Z. J., Pang, Y. L., Lee, E. K. ve Zhang, X. S. (2020). Comparing Machine Learning Approaches for Predicting Spatially Explicit Life Cycle Global Warming and Eutrophication Impacts from Corn Production. *Sustainability*, 12(4), Article 1481. <https://doi.org/10.3390/su12041481>
- Şahin, Ü. (2020). İklim Politikalarında Yeni Dönem: Paris Anlaşması ve Hak Temelli Yaklaşım. *Toplum ve Hekim*, 35(1), 37-45.
- Senanayake, S., Pradhan, B., Alamri, A. ve Park, H. J. (2022). A new application of deep neural network (LSTM) and RUSLE models in soil erosion prediction. *Science of the Total Environment*, 845, Article 157220. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157220>
- Shafizadeh-Moghadam, H., Valavi, R., Shahabi, H., Chapi, K. ve Shirzadi, A. (2018). Novel forecasting approaches using combination of machine learning and statistical models for flood susceptibility mapping. *Journal of environmental management*, 217, 1-11.
- Shen, R., Guo, J., Zhang, J. ve Li, L. (2017). Construction of a drought monitoring model using the random forest based remote sensing. *J. Geo-Inf. Sci*, 19(1), 125-133.
- Shen, R., Huang, A., Li, B. ve Guo, J. (2019). Construction of a drought monitoring model using deep learning based on multi-source remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 79, 48-57.
- WMO. (2022). *State of the Global Climate 2021*. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11178#:~:text=The%20global%20mean%20temperature%20in,seven%20warmest%20years%20on%20record.
- Yu, Y., Si, X., Hu, C. ve Zhang, J. (2019). A review of recurrent neural networks: LSTM cells and network architectures. *Neural computation*, 31(7), 1235-1270.

Extended Abstract

Introduction

The rapid progress of science and industry has brought about conveniences in our lives, but at the same time, it has also brought many practices of the human species that disrupt the balance of nature. Despite the protocols and agreements made at the Rio, Kyoto, and

Copenhagen conferences since the first World Climate Conference in 1979, practices that disrupt the balance of the biosphere have continued (Parlar, 2021). According to the WMO 2022 report, drought has affected many regions in Canada, the United States, Iran, Afghanistan, Turkey, and Turkmenistan (WMO, 2022). Human intervention in nature, profit greed that disregards nature, harms the oceans, the atmosphere, and living beings. The effects of the climate crisis are now being experienced in an irreversible way. Hurricanes, droughts, forest fires, soil erosion, and floods are happening much more intensely and frequently. Many recent studies related to predicting and modeling meteorological events such as floods, landslides, and droughts using machine learning and deep learning methods in artificial intelligence applications, many studies are also conducted on identifying potential hazard sources and creating risk scenarios using satellite-based images. The use of machine learning and deep learning methods has gained importance with the increase in volume and diversity of spatial and temporal data from various sources such as observations on the Earth's surface, drones, and sensors. In this study, the articles on climate change, global warming, and climate crisis, which were conducted using machine learning and deep learning methods between the years 2017-2022, are examined with a specific focus on their objectives, methods, and results. Accordingly, challenges are highlighted, and recommendations are presented for future studies.

Methodology

In recent years, machine learning algorithms have been widely used to analyze spatial, temporal, and geographical data collected for the detection of natural disasters such as global climate change, drought, flood, and landslide, and to make future predictions. Researchers have conducted numerous studies on how to effectively utilize machine learning and deep learning methods under the umbrella of artificial intelligence. In studies on interpreting climate change data and taking appropriate measures, identifying the technology, and engineering applications based on machine learning methods and where and what type of data they can be applied to has become an important research area (Rolnick et al., 2022; Romeiko et al., 2020). Machine learning algorithms are analyzed in two categories: supervised and unsupervised learning. Supervised learning algorithms are trained using labeled data. While unsupervised learning has no labeled training data and is used to identify patterns in the unlabeled dataset and to group the data using hierarchical and clustering approaches. Support vector machines (SVM), artificial neural networks (ANN), Naive Bayes (NB), Bayesian Networks (BN), maximum entropy (ME), random forest (RF), and k-nearest neighbor (k-NN) are commonly used supervised machine learning algorithms. Algorithms such as Apriori and k-means are widely used clustering methods in unsupervised learning, while algorithms such as principal component analysis (PCA) are used for dimensionality reduction. In deep learning architecture, artificial neural networks consist of multiple hidden layers to model and predict patterns in large data sets with higher accuracy and efficiency. Deep learning provides solutions to various data analysis problems in many fields such as computer vision, image recognition, speech recognition, natural language processing, drug discovery, bioinformatics, and cybersecurity. Convolutional neural networks (CNN), deep neural networks (DNN), and recurrent neural networks (RNN) architectures are commonly used deep learning algorithms. In RNN and long short-term memory (LSTM) architectures, an additional memory structure is added to the model to avoid forgetting previously weighted time steps. The outputs of certain layers are saved in the prediction of the layers and feedback to the model (Yu et al., 2019).

Findings

Due to global climate change, the climate crisis we are facing brings multidimensional dangers in terms of economic, social, environmental, and societal aspects. In this study, machine

Doğal afet risk analizinde makine öğrenme yöntemlerinin kullanımı hakkında bir inceleme

learning and deep learning methods used to evaluate large amounts of temporal and spatial data from various sources on the risks brought by the unpredictable increase of natural disasters due to global warming and climate change have been examined and presented with their results. The proliferation of data sources, including geographical, spatial, temporal, and satellite-based data, has led to the emergence of the big data concept, which traditional statistical methods cannot overcome. The developments in artificial intelligence algorithms have enabled the implementation of multi-layered artificial neural networks from theory to practice, and thus, deep learning approaches have been able to provide solutions to numerous studies.

The analysis of large data collected from meteorological sources using artificial intelligence methods will help minimize the difficulties in predicting natural events such as floods, droughts, and erosion. Natural disaster risk analysis is a relatively new field of study. The development of successful models is critical for countries to plan and take measures. This study is presented in the literature to draw attention to the use of machine learning and deep learning methods in the field of global warming and the climate crisis, which is an important issue for the future, and to bring new projects.