



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

Uyuşmazlık Mahkemesi Kararlarının Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Sınıflandırılması

Muhammed Burak GÖRENTAŞ^{*1}, Taner UÇKAN², Nuran BAYRAM ARLI³

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programcılığı Bölümü, 65040, Van, Türkiye

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 65040, Van, Türkiye

³ Bursa Uludağ Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, 16059, Bursa, Türkiye

Muhammed Burak GÖRENTAŞ, ORCID No: 0000-0001-8898-9631, Taner UÇKAN, ORCID No: 0000-0001-5385-6775, Nuran BAYRAM ARLI, ORCID No: 0000-0001-5492-184X

*Sorumlu yazar e-posta: burakgorentas@yyu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 04.05.2023
Kabul: 14.07.2023
Online Aralık 2023

DOI:10.53433/yyufbed.1292275

Anahtar Kelimeler

Hukuk,
Makine öğrenmesi,
Sanal yargıç,
Yapay zeka

Öz: Makine öğrenmesi ve doğal dil işleme alanındaki gelişmelerle birlikte her alanda olduğu gibi hukuk alanında da çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Makine öğrenmesi ve doğal dil işleme teknolojileri, hukuk alanındaki yazılı metinlerin otomatik olarak analiz edilmesine ve sınıflandırılmasına yardımcı olmuştur. Bu sayede, avukatların ve yargıçların büyük miktarda yasal metni hızlı bir şekilde okuyup anlamaları mümkün hale gelmiş ayrıca, makine öğrenmesi ve doğal dil işleme teknolojileri, hukuk alanında karar verme sürecinde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojiler, hukuk davalarının sonuçlarını tahmin etmek ve olası sonuçları değerlendirmek için kullanılmış bunun yanı sıra, makine öğrenmesi ve doğal dil işleme teknolojileri, hukuk alanında daha önceki kararların analiz edilmesi ve bu kararlardan öğrenme yapılması için de kullanılmıştır. Bu sayede, benzer davalar için önceden verilmiş kararlar incelenerek yeni davalar için fikir yürütülebilir hale gelmiştir. Bu çalışmada da Uyuşmazlık Mahkemesinin olumsuz görev uyuşmazlığı davalarında vermiş olduğu kararlar adli ve idari olmak üzere iki sınıfa ayrılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Doğal dil işleme yöntemleriyle veri ön işleme ve ardından TF-IDF öznitelik çıkarımı yapılan mahkeme kararları makine diline çevrilmiş ardından makine öğrenmesi algoritmalarından lojistik regresyon, destek vektör makineleri, karar ağaçları ve rassal orman algoritmalarıyla sınıflandırılmıştır. Kullanılan sınıflandırma tekniklerinin performans değerlendirmeleri yapılarak mahkeme kararları %87 oranında doğruluk değerleri ile tahmin edilmiştir. Çalışma sonuçlarının bilim dünyası ile birlikte hukuk aktörleri için de olumlu sonuçları olacağı görülmektedir.

Classification of Decisions of the Court of Jurisdictional Disputes of Türkiye Using Machine Learning Methods

Article Info

Received: 04.05.2023
Accepted: 14.07.2023
Online December 2023

DOI:10.53433/yyufbed.1292275

With the advancements in machine learning and natural language processing, studies have started to be conducted in the field of law, just like in every other field. Machine learning and natural language processing technologies have helped in automatically analyzing and classifying legal texts, enabling lawyers and judges to read and understand large amounts of legal text quickly. Additionally, these technologies have also started to be used in the decision-making process in law. They have been used to predict the outcomes of legal cases and evaluate possible outcomes. Furthermore, machine learning and natural language

Keywords

Artificial intelligence,
Artificial intelligence judge,
Law,
Machine Learning

processing technologies have been used to analyze previous legal decisions and learn from them. This has enabled the analysis of previous decisions to make informed decisions on new cases. In this study, negative jurisdictional dispute cases of the Court of Jurisdictional Disputes of Turkey were divided into two categories: judicial and administrative, and an attempt was made to predict them. The court decisions, after undergoing data preprocessing using natural language processing techniques and feature extraction using TF-IDF, were translated into machine language. They were then classified using machine learning algorithms such as logistic regression, support vector machines, decision trees, and random forest algorithms.. The performance evaluations of the classification techniques used resulted in predicting court decisions with 87% accuracy rates. The study's results are seen to have positive outcomes for the scientific community and legal actors alike.

1. Giriş

Büyük veri ve yapay zeka teknolojileri, hukuk alanında büyük bir etkiye sahiptir. Hukukun birçok farklı alanında bu teknolojilerin kullanımı yaygınlaşmıştır ve hukuk bilimine önemli katkılar sağlamıştır. Öncelikle, hukuk alanında büyük veri ve yapay zeka teknolojileri, hukuki süreçlerin daha etkili ve verimli bir şekilde yürütülmesini sağlamıştır. Büyük veri analitiği, hukukçuların daha kapsamlı verilere erişmelerini ve hukuki kararlarını daha iyi bilgilendirmelerini sağlar. Yapay zeka sistemleri ise hukukçulara hukuki belgeleri, mahkeme kararlarını ve Yargıtay içtihatlarını hızlı bir şekilde analiz etme, dava tahminleri yapma ve hukuki danışmanlık sunma gibi konularda yardımcı olur. Bu da hukuk süreçlerinin daha hızlı ve doğru bir şekilde yürütülmesine olanak tanır. Diğer yandan, hukuk alanında teknolojinin geliştirilmesi ve kullanılması, hukukun kendisi için de önemlidir. Yapay zeka sistemleri ve büyük veri analitiği gibi teknolojiler, hukukun gelişmesine ve dönüşmesine katkıda bulunur. Örneğin, hukukçular ve hukuk araştırmacıları, büyük veri analitiği kullanarak hukuki trendleri, davranışları ve sosyal etkileşimleri analiz edebilir, hukuki politika ve düzenlemelerin geliştirilmesinde daha bilgilendirici kararlar alabilirler. Yapay zeka sistemleri ise hukuki karar alma süreçlerini daha şeffaf ve güvenilir hale getirerek, hukukun adalet ve eşitlik ilkesine uygun olarak işlemesine yardımcı olabilir.

Her dilin kendi içinde farklı bir yapısı bulunmaktadır. Dil içerisinde verinin gürültüsü, çeşitliliği oldukça fazladır. Ayrıca hukuki metinler üzerine de çalışılıyorsa yapay zeka ve hukuk çalışmalarında disiplinler arası işbirliği kaçınılmazdır. Yapay zeka yöntemleri için en önemli konu doğru veri ile çalışmaktır. Hukuk üzerine yapılacak bir çalışmada hukuk biliminden yararlanmak gerekmektedir. Hukuki metinler insanların kullandığı dilden oluşmuştur. Bu doğal dilin bilgisayar tarafından anlaşılması için belirli bir süreçten geçirilmesi gerekmektedir. Bu, doğal dil işleme (DDİ) denilen bilgisayar bilimleri alanına giren bir süreçtir. Bu süreç sonrasında yapay zeka yöntemleri ile metinler üzerinde yapılacak analizler için de istatistik biliminden yararlanılmalıdır.

Bu çalışmada hukuki metinler veri olarak alınmış, ardından doğal dil işleme ve TF-IDF öznitelik çıkarımı süreçlerinden geçirilmiş sonrasında da yapay zeka yöntemleri ile analiz edilmiştir. Bu çalışmayla hem hukuk aktörlerine karar verme sürecinde destek olacak uygulamalarda hem de bir hukuk süjesi olabilecek potansiyele sahip sanal yargıç türü yapay zeka uygulamalarında kullanılacak çeşitli algoritma önerilerinde bulunmak ve bunun olası sonuçları üzerine tartışmak amaçlanmıştır.

1.1. Literatür

Yapay zeka, hukuk alanında bir dizi uygulama alanı bulmuştur ve hukukçuların çalışmalarını etkileyecek potansiyele sahiptir. Hukuki araştırma ve belge analitiği, dava sonuçları, mahkeme kararları ve yargıç davranışları gibi hukuk tahminlerinde bulunma, hukuki belgelerin otomatik oluşturulması, hukuki risk değerlendirmesi, kullanıcılara hukuk danışmanlığı hizmetleri sunma, hukuki doğruluk ve etik kontrolleri, otomatik uyuşmazlık çözümü, hukuk güvenliği ve veri koruma, suçlu profillemesi, suç öngörüsü ve suç analitiği gibi alanlarda da yapay zekanın kullanımını artmaktadır.

Her dilin kendi içinde farklı bir yapıya sahip olması, yapay zeka ve hukuk çalışmalarında disiplinler arası iş birliğinin önemini vurgular. Hukuki metinler, karmaşık ve özel bir dil kullanır ve hukuki terminoloji, ifadeler ve yapılar içerir. Bu nedenle, yapay zeka sistemlerinin hukuki metinleri

anlamak ve yorumlamak için dilbilim, DDİ ve hukuk alanlarında uzmanlaşmış bilim insanlarından oluşan disiplinler arası bir yaklaşım gerekmektedir.

Disiplinler arası iş birliği, hukuk ve teknoloji alanları arasındaki karşılıklı etkileşimin arttığı günümüzde daha da önemli hale gelmiştir. Yapay zeka, büyük veri analitiği, makine öğrenimi ve DDİ gibi teknolojiler, hukuk alanında daha etkili ve verimli çözümler sunma potansiyeline sahiptir. Metin sınıflandırma, DDİ alanında kullanılan bir makine öğrenimi yöntemidir. Metin sınıflandırma, bir metnin belirli bir sınıfa veya kategoriye atanması işlemidir. Örneğin, bir e-postanın spam veya spam olmayan olarak sınıflandırılması, bir haber makalesinin spor, politika veya ekonomi gibi kategorilere atanması, bir sosyal medya gönderisinin olumlu, olumsuz veya nötr olarak sınıflandırılması gibi uygulamalar metin sınıflandırma kullanabilir.

Hukuki metinlerle yapılan metin sınıflandırma konusunda birçok çalışma bulunmaktadır. Bu alanda çalışmalar çok günceldir. DDİ ve yapay zekâ yöntemleri ile Anayasa mahkemesi ve Temyiz mahkemeleri kararlarının sonuçlarını tahmin etmeye çalışan çalışmalar (Mumcuoğlu ve ark., 2021) olduğu gibi metin madenciliği uygulamaları ile mobbing içerikli yargı kararlarını inceleyip makine öğrenmesi algoritmaları ile sınıflandırmaya tabi tutan araştırmalar da (Aydın, 2020) bulunmaktadır.

Avrupa İnsan Mahkemesi Kararlarını makine öğrenmesi metotlarını kullanarak tahmin etmeye çalışan (Aletras ve ark., 2016; Liu & Chen, 2017; Visentin ve ark., 2019; Medvedeva ve ark., 2020) ve Amerika Birleşik Devletleri Yüksek Mahkemesi kararlarını makine öğrenmesi yöntemleri ile tahmin eden (Katz ve ark., 2017) çalışmalar da mevcuttur.

Çizelge 1. Hukuki metinler üzerine şu ana kadar yapılan çalışmalarda bulunan sınıflandırma algoritmaları doğruluk ve F1 değerleri

	Karar Ağaçları		Rassal Orman		Loj. Reg.		DVM	
	Doğ.	F1	Doğ.	F1	Doğ.	F1	Doğ.	F1
(Aletras ve ark., 2016)							0.79	
(Liu & Chen, 2017)			0.69		0.71		0.73	
(Katz ve ark., 2017)			0.70	0.69				
(Visentin ve ark., 2019)							0.86	
(Medvedeva ve ark., 2020)							0.75	
(Aydın, 2020)		0.81	0.73	0.73		0.87	0.82	0.80
(Mumcuoğlu ve ark., 2021)	0.61	0.60	0.68	0.67			0.64	0.64

Aletras ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışma da sadece DVM algoritması kullanılmış ve doğruluk değeri 0.79 olarak bulunmuştur. En büyük doğruluk değeri Visentin ve ark. (2019) tarafından yapılan DVM algoritmasıyla yapılan çalışmada 0.86 olarak elde edilmiştir. Aydın (2020) tarafından temyiz kararlarının incelendiği çalışmada ise DVM algoritması sonuçlarına göre doğruluk değeri 0.82, lojistik regresyon algoritması sonuçlarına göre 0.87 F1 değeri elde edilmiştir. Mumcuoğlu ve ark. (2021), Anayasa Mahkemesi kararlarını karar ağaçları, rassal orman ve destek vektör makineleri (DVM) algoritmaları ile analiz etmiş ve en büyük değerleri, rassal orman algoritması analiziyle doğruluk 0.68, F1 skorunu ise 0.67 olarak bulmuşlardır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Yargı erkini Anayasa'nın kendilerine tanıdığı görev ve yetki alanlarıyla sınırlı olarak paylaşan, yüksek mahkemeler arasında yer alan Uyuşmazlık Mahkemesi, Anayasa'nın 158. (1961 Anayasası 142.) maddesiyle görevlendirilmiş, adli ve idari yargı mercileri arasındaki görev ve hüküm uyumsuzluklarını kesin olarak çözmeye yetkili, bağımsız bir yüksek mahkemedir.

Uyuşmazlık Mahkemesi, yargı ayrılığı ilkesinin ortaya çıkardığı görev uyumsuzluklarını çözmek suretiyle kişilerin askıda kalan hak arama hürriyetlerinin gerçekleşmesini sağlayan; hüküm uyumsuzluklarını çözmek suretiyle de hakkın yerine getirilmesini olanaksız kılan hukuki engelleri gideren; yargı erkini paylaşan diğer yüksek mahkemelerden Yargıtay ve Danıştay'ın kararlarını kaldırıp

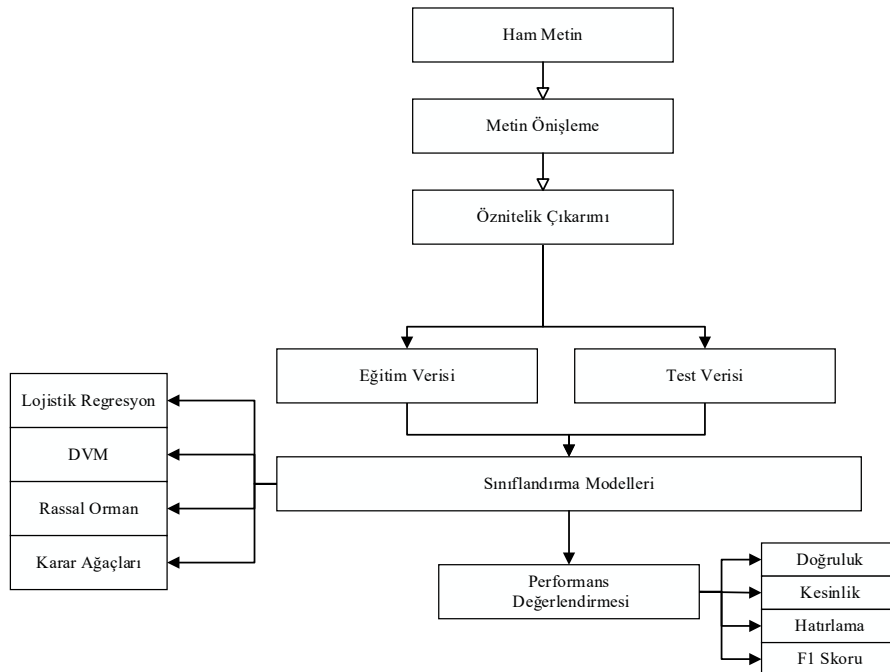
onların yerine hüküm tesis edebilen özel yetkili bir yüksek mahkeme, dolayısıyla, hukukumuzda kesin hükmü ortadan kaldıracı tek yargı organıdır.

Çalışmada veri olarak Uyuşmazlık Mahkemesi kararları kullanılmıştır. Uyuşmazlık Mahkemesi kararlarında, sınıflandırma (classification) tekniklerine uyacak şekilde hukuk bölümü kararları, karar sonucu olarak adli yargı-idari yargı ayrımı yapan ve çok sayıda veri bulunduran görev uyuşmazlığı kararları dikkate alınmıştır.

Çalışmada öncelikle kullanılacak verilerin düzenli bir formda elde edilmesi için Python selenium kütüphanesinden faydalanılarak kamuya açık platformdan ilgili verileri çekecek bir web bot uygulaması gerçekleştirilmiştir. İlgili verilerin alınacağı platformda veriler yapılandırılmamış halde bulunmaktadır. Bu yüzden veriler kullanılarak tutarlı ve anlamlı sonuçlar elde edebilmek için öncelikle bu veriler üzerinde çeşitli veri ön işleme adımları uygulanmıştır. Metin ön işleme adımları yapılırken Python kütüphanelerinden faydalanılacağı gibi literatürde daha etkin sonuçların elde edildiği görülen KUSH gibi metin ön işleme yöntemlerinden de faydalanılmıştır (Uçkan & Karıcı, 2020). Makine öğrenimi algoritmaları test verilerine doğru ve anlamlı sonuçlar üretebilmek için önceden tanımlanmış bir dizi veri kullanılarak eğitilmektedir. Ancak DDİ üzerinde çalışmanın en önemli problemlerinden biri makine öğrenme algoritmalarının doğrudan metin verileri üzerinde çalışmamasıdır. Bu problemin çözümü için verilerin matematiksel formda temsil edilmesi gerekmektedir. Verilerin bu formlara dönüştürülmesi için öznelik çıkarımı (Feature Extraction) yöntemlerinden TF-IDF yönteminden faydalanılacaktır. Belirtilen bu adımların tamamlanmasının ardından Doğal Dil İşlemeye uygun makine öğrenmesi algoritmalarından lojistik regresyon, destek vektör makineleri, karar ağaçları ve rassal orman algoritmaları kullanılarak sınıflandırma işlemleri yapılmıştır.

2.2. Yöntem

Metin analitiği, metin ön işleme, makine öğrenimi ve istatistik gibi farklı alanların kullanılarak, yapısal veya yapısal olmayan metin verilerinden anlaşılır bir formatta bilgi elde etme ve makinelerin anlayabileceği bir yapıya dönüştürme süreçlerine Doğal Dil İşleme (DDİ) denir (Tan, 1999). DDİ, bilgisayarların insanların kullandığı doğal dil olan dilin, yani sözlü veya yazılı olarak iletişim kurmak için kullanılan dillerin anlaşılır bir formata dönüştürüldüğü, analiz edildiği ve işlendiği bir bilgi işleme alanıdır. DDİ, metin verilerini anlamak, yorumlamak, çıkarımlar yapmak ve cevaplar üretmek gibi karmaşık dil tabanlı görevleri gerçekleştirme yeteneği sunar.



Şekil 1. Metin sınıflama süreci.

Metin sınıflandırma, bir dizi belgenin bir veya birden fazla kategoriye atanması olarak tanımlanabilir. Metin sınıflandırma, veri madenciliğinin bir alt alanı olarak tanımlanır ve bir belgede bulunan verilerin özelliklerine bakarak, önceden belirlenmiş kategorilerden birine dahil edilip edilmeyeceğini belirleme sürecini içerir (Yıldız ve ark., 2007). Metin sınıflandırma, bir kitabın türü ve yerinin belirlenmesi, e-postaların spam olup olmadığının karar verilmesi, yazarın üslubunun tespit edilmesi, konuşmaların tanınması gibi birçok farklı alanda kullanılan bir tekniktir (Tantuğ, 2016). Metin sınıflandırma uygulamaları, belge erişim ve organizasyonu, e-postaların sınıflandırılması ve istenmeyen e-postaların tespit edilmesi, haber organizasyonu ve filtrelenmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır ve bilgi alma, bilgi çıkarımı, bilgi filtreleme, duyarlılık analizi, öneri sistemleri, bilgi yönetimi, metin özetleme gibi çeşitli görevleri içermektedir.

Metin sınıflandırma sürecinde denetimli makine öğrenimi teknikleri kullanılarak, belirli bir belgenin hangi kategoriye ait olduğunu, kategoriye özgü kelimelere veya terimlere bakarak tespit etmek amaçlanmaktadır (Kadhim, 2019). Metin sınıflandırma süreci, Şekil 1'de gösterildiği gibi, verinin toplanması, metin ön işleme, eğitim ve test verisi olarak ayırma, farklı sınıflandırma teknikleri ve performans değerlendirmesini içeren aşamalar içermektedir.

Metin ön işleme adımları, tokenizasyon, anlamsız sözcük kaldırma (removing stop words), köklendirme (stemming) ve vektör uzayı modeli olarak dört adımdan oluşur. Tokenizasyon, metni parçalara ayırma işlemi iken anlamsız sözcük kaldırma, anlamsız veya az anlam taşıyan kelimelerin kaldırılmasıdır. Köklendirme, kelimelerin köklerini bulma işlemi iken vektör uzayı modeli, metindeki terimleri sayısal vektörlere dönüştüren bir modeldir (Kadhim, 2019).

Öznitelik çıkarımı, metin verilerinden anlamlı ve temsilci özelliklerin çıkarılma sürecidir. Metinler, genellikle karmaşık ve yüksek boyutlu verilerdir ve doğrudan kullanılamayacakları için, öznitelik çıkarımı adımı, metin verilerini daha düşük boyutlu ve daha anlamlı bir temsile dönüştürerek, makine öğrenimi veya diğer analiz yöntemlerine girdi olarak kullanılabilir veri özelliklerini elde etmeyi amaçlar.

Anahtar kelimelere metni temsil etmek üzere terim adı verilmektedir. Metinler terimlerin ağırlıklarından oluşan bir vektör ile temsil edilir. Terimlerin ağırlıklarının hesaplanmasında değişik yöntemler kullanılmaktadır. Terim ağırlıkları metni temsil ettiği ölçüde 0 ile 1 arasında değerler alır. Terim ağırlığının hesaplanması farklı şekillerde yapılmaktadır. İkili ağırlıklandırma denilen yöntemde, herhangi bir terim metinde geçiyorsa 1, geçmiyorsa 0 olarak hesaplanır.

Çizelge 2. Terim örnekleri ve ikili gösterimde belgelere ilişkin vektörler (Tantuğ, 2016)

Metin No	Metin	Terimler	$V = [\text{web, graph, net, page, complex}]$
b_1	web web graph	Web graph	$V_1 = [1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0]$
b_2	graph web net graph net	Graph web net	$V_2 = [1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0]$
b_3	page web complex	Page web complex	$V_3 = [1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1]$

TF-IDF

Ağırlıkların belirlenmesi için kullanılan bir diğer yöntem ise terim sıklığı – belge sıklığının tersi (TS-BST) anlamında (term frequency – inverse document frequency-TF-IDF) yöntemidir.

TS-BST hesabında aşağıdaki iki basit ilke temel alınmaktadır:

Bir belge içerisinde sayıca fazla olan bir terim, belgede sadece bir kez geçen bir diğer terimlere göre daha önemlidir. Buna Terim Sıklığı-TS (term frequency-TF) adı verilir ve aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$TS_{ij} = \frac{n_{ij}}{|b_j|} \quad (1)$$

Bu formülde herhangi bir b_j belgesinde (metninde) t_i teriminin kaç defa geçtiği n_{ij} bilgisidir. $|b_j|$ ise metin içerisindeki toplam (tekrarlı) terim sayısını göstermektedir.

Bir metinde az sayıda olan terimler, belgenin içeriği ile ilgili daha iyi bilgi verir. Bu mantıktan yola çıkılarak Belge Sıklığının Ters-BST (inverse document frequency-IDF) hesaplanır:

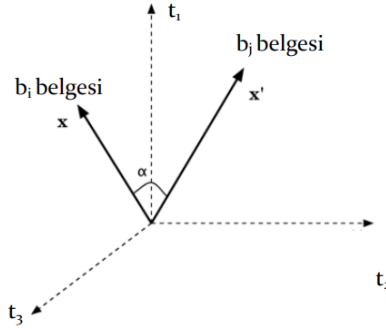
$$BST_{ij} = \log \frac{n}{n_i} \quad (2)$$

Bu formülde n_i sayısı, t_i teriminin geçtiği belge sayısını; n ise kümedeki toplam belge sayısını ifade etmektedir.

Yukarıda açıklanan iki bileşen birleştirilerek bir t_i teriminin b_j belgesi için ağırlığı a_{ij} aşağıdaki biçimde bulunur:

$$a_{ij} = (TS - BST)_{ij} = TS_{ij} \times BST_i \quad (3)$$

Belgeler vektörel biçime dönüştürüldüğünde artık her bir belge vektör uzayı modelinde (vector space model) bir vektör olarak temsil edilmektedir. Bu $|T|$ boyutlu uzayın her bir boyutu bir terimi göstermektedir. Aşağıdaki Şekilde 3 terim içeren bir vektör uzayı modelinde b_i ve b_j belgeleri x ve x' vektörleri ile ifade edilebilmektedir.



Şekil 2. Vektör uzayı modeli.

Ancak burada dikkat edilmesi gereken bir husus vardır. Belgelerde geçen bütün kelimeleri kullanmak uzayın boyutunu çok büyütme ve verilerin bilgisayarla işlenmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle belgeler vektörlere dönüştürülürken, T kümesi daha az sayıda eleman içeren T' kümesine ($|T'| < |T|$) indirgenir. Bu işleme boyut indirgeme (dimensionality reduction) adı verilir.

DDİ teknikleri kullanılarak boyut indirgeme yapılmaktadır. En çok kullanılan yöntem dilde çok sık kullanılan terimleri çıkarma yöntemidir. Kelime köklerinin bulunması da vektör uzayının boyutunu azaltan bir yöntemdir (Peng ve ark., 2004). Türkçe'nin dil yapısı gereği kök bulma (stemming) işlemi yapılmaması metin sınıflamada ciddi problemlere yol açmaktadır.

Sınıflandırma teknikleri

Sınıflandırma tekniklerinde makine öğrenmesi yöntemleri kullanılmaktadır. Makine öğrenmesi, mevcut verilerden yararlanarak bir çıkarım modeli oluşturma işlemidir (Seyyarer ve ark., 2020). DDİ teknikleri ile hazır hale getirilen verilere makine öğrenmesi algoritmaları uygulanır. Literatürde makine öğrenimi teknikleri, olasılıksal modeller vb. kullanılarak birçok metin sınıflandırıcı önerilmiştir. Pek çok yaklaşım önerilmiş olmasına rağmen, otomatik metin sınıflandırması hala önemli bir araştırma alanıdır çünkü öncelikle mevcut otomatik metin sınıflandırıcıların etkinliği kusursuz değildir ve hala iyileştirmeye ihtiyaç duymaktadır (Ikonmakis ve ark., 2005).

Makine öğrenmesi veya yapay zeka tekniklerini kullanmanın ana fikri, verilerden belirli kalıpları öğrenerek süreçleri veya görevleri otomatikleştirmektir. Diğer bir ifade ile makine öğrenmesi terimi, verilerdeki anlamlı kalıpların (örüntü) algılanmasını ifade etmektedir. Makine öğrenmesi kullanılan algoritmalara sağlanan girdiler, elde edilen çıktılar ve bu doğrultuda kullanılan yöntemler

açısından düşünüldüğünde dört alt gruba ayrılmaktadır. Bunlar denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme, yarı-denetimli öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme olarak sıralanabilir (Bayram Arlı ve ark., 2022b).

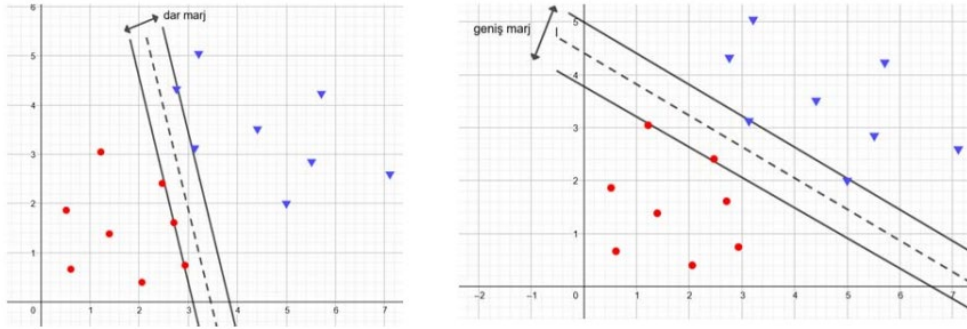
Denetimli öğrenme, veri seti içerisindeki girdiler için çıktı değerleri üreten öğrenme modeli elde edilmesidir. Denetimli öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi için modelin eğitimi aşamasında kullanılacak eğitim veri setindeki girdilere karşılık gelen çıktı değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Denetimli öğrenmede veri kümeleri, verileri sınıflandırmak veya sonuçları doğru bir şekilde tahmin etmek için algoritmaları eğitmek veya denetlemek için tasarlanmıştır. Çoğunlukla tahmin için kullanılan denetimli öğrenme teknikleri, sınıflandırma ve regresyon algoritmalarıdır. Sınıflandırma algoritmaları ile regresyon algoritmaları arasındaki temel fark, regresyon algoritmalarında hedef değişken sürekli değişken, sınıflandırma algoritmalarında ise hedef değişken kategorik değişken olarak ele alınır (Bayram Arlı, 2021). Bu çalışma kapsamında lojistik regresyon, DVM, karar ağaçları ve rassal orman sınıflama algoritmaları kullanılmıştır.

Lojistik regresyon

Kategorik ve iki olası değer alan hedef değişkenlerin analizinde en sık kullanılan tekniklerden biri lojistik regresyon analizidir. Bu analiz, lojistik fonksiyondan yararlanarak hedef değişkenin herhangi bir kategorisine ait olma olasılığını tahmin etmeye çalışır. Lojistik regresyon analizi, hedef değişkenin ölçek türüne ve kategori sayısına göre ikili veya çoklu lojistik regresyon olarak adlandırılır (Gürsakar ve ark., 2022).

Destek vektör makineleri (DVM)

DVM, veri noktalarını bir uzayda gösteren ve sınıflandırma işlemi için, veri noktalarını iki sınıf arasındaki en geniş marjın (margin) bulunması esasına dayanan bir makine öğrenmesi algoritmasıdır (Ayata & Çavuş, 2022). Margin, iki sınıf arasındaki en yakın veri noktaları arasındaki mesafedir. Bu şekilde, DVM, sınıflar arasındaki ayrımı en iyi şekilde sağlamak için bir hiper düzlem (hyperplane) bulmaya çalışır. Ayrıca, sınıfların ayrılması için gerekli olan en uygun hiper düzlemi bulmak için bir optimizasyon problemi olarak formüle edilir (Bugday ve ark., 2023; Yildirim ve ark., 2023).



Şekil 3. Optimal hiperdüzlemin seçimi (Kartal, 2022).

Karar ağaçları

Karar ağaçları sınıflandırma problemlerinde çok tercih edilen algoritmalardandır. Geliştirilme amacı; çok sayıda veri içeren bir kümeyi, bazı teknikler kullanarak alt bölümlere ayırmak için geliştirilmiş bir algoritmadır. Sınıflandırma algoritmaları içinde anlaşılması ve kodlanması en kolay olanlardan biridir (Agrawal ve ark., 1993). Ağacın kök düğümünden başlayarak ve ara düğümler üzerinden gideceği yön belirlenir. Ağaç üzerinde her bir sınıf tek yaprak olarak gösterilmelidir ve bir sınıfa giden sadece tek bir yol vardır. Oluşturulan ağaçta yapraklar arasında bir bağ yoktur. Dallanma işlemi kökten başlar ve yaprak düğüme ulaşıncaya kadar devam eder (Utgoff, 1989). En sık kullanılan karar ağacı algoritmaları ID3, C4.5-C5.0, CART (Classification and Regression Trees) ve CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detector)dir.

Rassal orman

Birden fazla karar ağacını bir araya gelmesi ile oluşan Rassal Orman algoritması ağaç tabanlı bir topluluk öğrenme yaklaşımı şeklinde tanımlanabilir. Bu nedenle, Rassal Orman algoritması karar ağaçlarından daha iyi performans gösterir, karar ağaçlarındaki gibi budanma işlemi yapılmaz. Hem sınıflandırma hem de regresyon problemlerinin çözümünde kullanılır (Bayram Arlı ve ark., 2022a).

Performans değerlendirilmesi

Herhangi bir tekniğin etkinliğini değerlendirmek için kullanılan birkaç farklı ölçüm vardır. Doğruluk (Accuracy), hatırlama (recall), kesinlik (precision) ve F1 ölçüsü yaygın olarak kullanılır (Sadiq & Abdullah, 2012). Doğruluk (Accuracy), uygun şekilde kategorize edilen metinlerin tüm metinlere oranı olarak tanımlanabilir. Hatırlama (recall), uygun şekilde kategorize edilmiş metinlerin o sınıfa ait tüm metinler içindeki oranı olarak tanımlanır. Kesinlik (precision), uygun şekilde kategorize edilmiş metinlerin, sınıfa tanımlanabilen tüm metinler arasındaki oranı olarak belirtilir. F1 ölçüsü de, kesinlik ve geri çağırma için simetrik ortalamaya gösterilebilir. Bu ölçümler, herhangi bir teknik için nihai performans ölçümünü için kullanılır (Kadhim, 2019).

TP (True Positives): Sınıflandırıcı tarafından doğru şekilde etiketlenmiş pozitifler
TN (True Negatives): Sınıflandırıcı tarafından doğru şekilde etiketlenmiş negatifler
FP (False Positives): Yanlışlıkla pozitif olarak etiketlenen negatifler
FN (False Negatives): Yanlışlıkla negatif olarak etiketlenen pozitifler olmak üzere;

Doğruluk (Accuracy): Tanıma oranı olarak söylenebilir.

$$\text{Doğruluk} = \frac{TP + TN}{P + N} \quad (4)$$

Duyarlılık (Sensitivity- recall): Gerçek pozitif oranıdır.

$$\text{Duyarlılık} = \frac{TP}{P} \quad (5)$$

Kesinlik (Precision): tahmin edilen pozitiflerin gerçekte kaçının pozitif olduğunu gösterir.

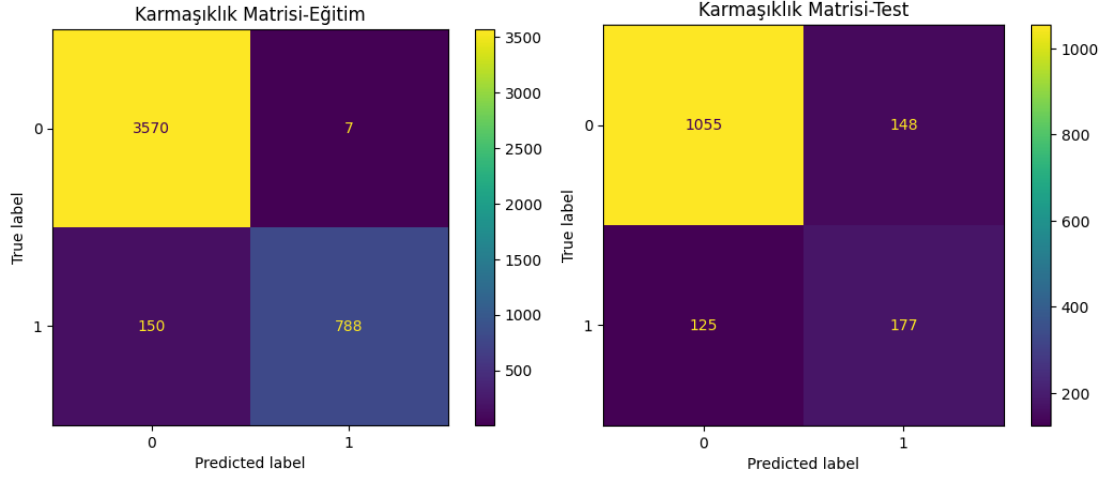
$$\text{Kesinlik} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (6)$$

F1 Skoru (F1-Score, F-measure): Kesinlik ve duyarlılığın harmonik ortalamasıdır.

$$F1 = 2 \times \frac{\text{Kesinlik} \times \text{Duyarlılık}}{\text{Kesinlik} + \text{Duyarlılık}} \quad (7)$$

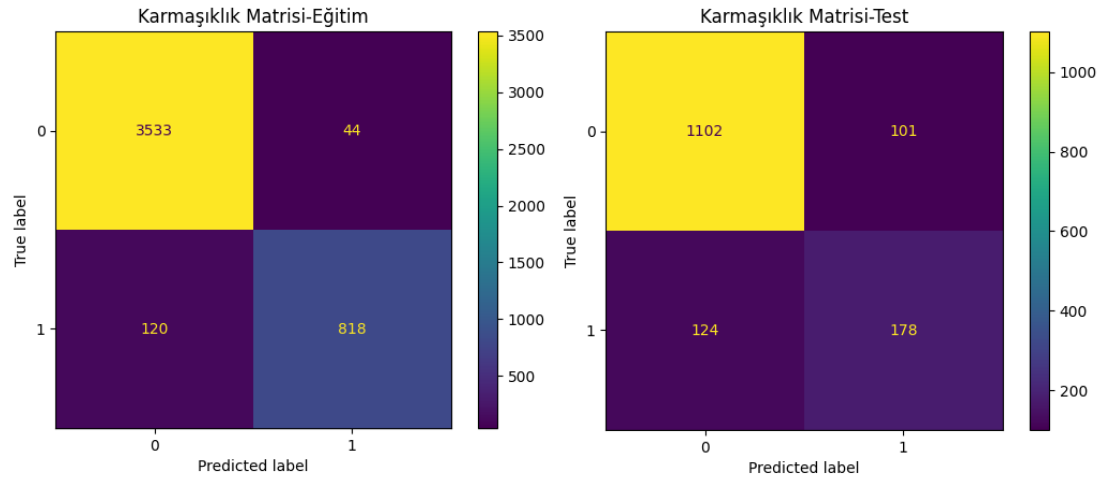
3. Bulgular

Çalışmada kullanılan kararlar Uyuşmazlık Mahkemesinin kendi web sitesinden Python selenium marifetiyle çekilmiştir. Web sitesinde bölüm başlığı altında ceza bölümü, genel kurul kararları ve hukuk bölümü şeklinde 3 seçenek bulunmaktadır. Hukuk bölümünde bulunan ve sınıflandırma teknikleri açısından ideal bir veri seti oluşturan olumsuz görev uyuşmazlığı “adli” ve “idari” kararlarından 6020 adedi analiz için alınmıştır. Sonucu adli veya idari olan kararların en çok kullanıldığı kelimeler aşağıdaki şekillerde gösterildiği gibi bulunmuştur.



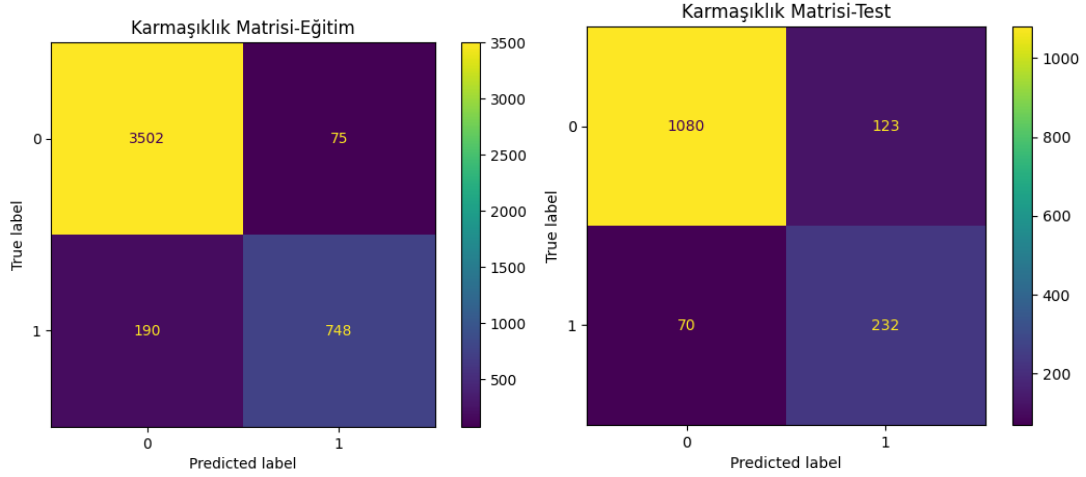
Şekil 6. Karar ağaçları algoritması karmaşıklık matrisi.

Eğitim seti karmaşıklık matrisinde de görüldüğü gibi 3577 tane adli kararın 3570 tanesi, 938 tane idari kararın 788 tanesi doğru tahmin edilmiştir. Test seti karmaşıklık matrisinde de görüldüğü gibi 1203 tane adli kararın 1055 tanesi, 302 tane idari kararın 177 tanesi doğru tahmin edilmiştir.



Şekil 7. Lojistik regresyon algoritması karmaşıklık matrisi.

Eğitim seti karmaşıklık matrisinde de görüldüğü gibi 3577 tane adli kararın 3533 tanesi, 938 tane idari kararın 818 tanesi doğru tahmin edilmiştir. Test seti karmaşıklık matrisinde de görüldüğü gibi 1203 tane adli kararın 1102 tanesi, 302 tane idari kararın 178 tanesi doğru tahmin edilmiştir.



Şekil 8. Destek vektör makineleri algoritması karmaşıklık matrisi.

Eğitim seti karmaşıklık matrisinde de görüldüğü gibi 3577 tane adli kararın 3502 tanesi, 938 tane idari kararın 748 tanesi doğru tahmin edilmiştir. Test seti karmaşıklık matrisinde de görüldüğü gibi 1203 tane adli kararın 1080 tanesi, 302 tane idari kararın 232 tanesi doğru tahmin edilmiştir.

Çizelge 3. Sınıflandırma algoritmaları karşılaştırması

	Doğruluk (Accuracy)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F1-Skoru (F1-Score)
Karar Ağaçları	0.82	0.72	0.73	0.73
Rassal Orman	0.84	0.76	0.70	0.72
Lojistik	0.85	0.77	0.75	0.76
Regresyon				
Destek Vektör Makineleri	0.87	0.80	0.83	0.81

Çizelge 2’de görüldüğü gibi DVM algoritması 0.87 doğruluk, 0.80 kesinlik, 0.83 duyarlılık ve 0.81 F1 skoru ile bütün değerlerde en yüksek çıkmıştır. En düşük doğruluk ve kesinlik değerleri sırasıyla 0.82 ve 0.72 ile karar ağaçları algoritmasında, duyarlılık ve F1 skoru değerlerinde ise sırasıyla 0.70 ve 0.72 ile rassal orman algoritmasında bulunmuştur.

4. Tartışma ve Sonuç

Uyuşmazlık mahkemesi kararları ile modelleme yapılan mevcut bir çalışma bulunmamaktadır. Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi kararları ile modelleme yapılan çalışmalara (Aletras ve ark., 2016; Liu & Chen, 2017; Visentin ve ark., 2019; Medvedeva ve ark., 2020; Mumcuoğlu ve ark., 2021) bakıldığında, çalışmamızda kullandığımız DVM algoritması doğruluk değerlerinin diğer çalışmalardan daha iyi olduğu görülmektedir.

Karar ağaçları ve rassal orman algoritmalarının kullanıldığı diğer çalışmalarda (Aydın, 2020; Mumcuoğlu ve ark., 2021) elde edilen bulgular ile çalışmamızdaki doğruluk ve F1 değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

Lojistik regresyon algoritmalarının kullanıldığı çalışmalarda (Liu & Chen, 2017; Aydın, 2020) elde edilen bulgulara bakıldığında çalışmamızdaki doğruluk değerinin yüksek, F1 değerinin ise düşük olduğu görülmektedir.

Medvedeva ve ark. (2023) tarafından yapılan bu sınıflandırma işleminin mahkeme kararlarını öngörmek ile eşdeğer olduğunu, makine öğrenmesi ile mahkemelerin geçmişte verdiği kararlar üzerinde sistemin eğitilerek gelecekteki mahkeme kararlarını tahmin etmek için kullanılabileceğini, hukuksal analizlerde bulunulabileceğini ve mahkeme kararlarını anlamak için bu algoritmaların kullanılabileceğini söylemektedir.

Çizelge 4. Önerilen çalışma ile yapılan çalışmaların doğruluk değerleri ve F1 skorları karşılaştırması

	Karar Ağaçları		Rassal Orman		Loj. Reg.		DVM	
	Doğ.	F1	Doğ.	F1	Doğ.	F1	Doğ.	F1
(Aletras ve ark., 2016)							0.79	
(Liu & Chen, 2017)			0.69		0.71		0.73	
(Katz ve ark., 2017)			0.70	0.69				
(Visentin ve ark., 2019)							0.86	
(Medvedeva ve ark., 2020)							0.75	
(Aydın, 2020)		0.81	0.73	0.73		0.87	0.82	0.80
(Mumcuoğlu ve ark., 2021)	0.61	0.60	0.68	0.67			0.64	0.64
Yapılan çalışma	0.82	0.73	0.84	0.72	0.85	0.76	0.87	0.81

Bu tip kararları verebilmek için hukuki bilgiye sahip olmak çok önemlidir. Yüksek yargı kararlarının sınıflandırıldığı bir çalışma yapılırken o mahkemede bulunan dairelerin görev ve yetkilerinin neler olduğu iyi bilinmeli ve buna göre sınıflandırma yapılmalıdır. Nitekim böyle bir çalışmada (Mumcuoğlu ve ark., 2021) Danıştay dairelerinin tüm hepsi alınmış Dava Daire Kurulları ve ilk derece mahkemesi sıfatındaki daire kararlarının sınıflandırılması hakkında bilgi verilmemiştir. Dava Daire Kurulları dairelerin, Dava Daireleri de ilk derece sıfatındaki dairenin kararlarını görüşebilmektedir. Bütün hepsinin kararlarının bir algoritma içine alınması aynı veriyi tekrar kullanmak anlamına gelmektedir. Bu da algoritmanın sağlıklı çalışmasını engelleyen bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Medvedeva ve ark. (2023) çalışmalarında belirttiği gibi anlamlı görevler yürütmek için, teknik becerilere sahip araştırmacıların yanı sıra, anlamlı hukuk sorularının cevaplanmasını sağlamak için hukuk bilimcilerin de dahil olduğu disiplinler arası iş birliklerine ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu sayede, bu yeni ve ilginç alan ileriye doğru hareket edebilir.

Hukuk alanında yapay zeka çalışmalarında önemli konulardan biri olan yasal formalizm ve yasal realizm konusuna (Aletras ve ark., 2016) çalışmasında değinmiştir. Yasal realistlerin hukuki kararlar verilirken rasyonel süreçlerin etkili olmadığı iddiasına karşılık yasal formalistlerin iddia ettiği gibi hukuki kararların sınıflandırılması, yargı kararlarının hukuki modelini sunarak, hukukun rasyonel olarak belirlenebilir olduğunu göstermektedir. Ayrıca Aletras ve ark. (2016)'ın değindiği gibi hukuk alanında yapay zeka çalışmalarında veriye erişim sorunu bulunmaktadır. Bu sorun bilim insanlarının tüm hukuk verileri üzerinde çalışmasına bir engel oluşturmaktadır. Kolayca ulaşılabilecek büyük veri havuzları kurulmalıdır.

Algoritmalar arasındaki performans değerlendirmesi, kullanılan metriklere, veri kümesine, problemin karmaşıklığına ve gereksinimlere bağlı olarak değişebilir. Bu nedenle algoritmaların avantajları ve dezavantajları dikkate alınmalı ve spesifik bir probleme en uygun olanı seçilmelidir.

Bulgularda da görüldüğü gibi performans değerlendirmelerinde en iyi sonucu destek vektör makineleri vermiştir. Destek vektör makinelerinden sonra en iyi sonucu lojistik regresyon analizi vermiştir. Çalışmamızdaki gibi iki kategoriye atama işlemlerinde ikili lojistik regresyon analizinin performansının iyi olduğu görülmüştür.

Rassal orman ve karar ağaçları algoritmaları diğer algoritmalara göre daha geride kalmıştır. Her iki algoritma da ağaç diyagramını kullanmaktadır. Karar ağaçları, basit ve anlaşılır bir model yapısı isteniyorsa tercih edilebilirken, rassal ormanlar daha karmaşık problemlerde, büyük veri kümelerinde ve daha yüksek doğruluk oranlarına ihtiyaç duyulan durumlarda daha etkili olabilir. Rassal ormanlar, aşırı uydurma riskini azaltma ve daha genel sonuçlar elde etme açısından da avantajlıdır. Ancak, karar ağaçları, düşük hesaplama maliyeti ve anlaşılır model yapısı gibi bazı avantajlara sahiptir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara bakıldığında rassal orman algoritmasının karar ağaçları algoritmasına göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Mahkeme kararlarının sınıflandırılması, yapay zeka tarafından mahkeme kararlarının tahmin edilmesi anlamına gelmektedir. Bu da bir anlamda hakim gibi karar veren bir yapay zeka modeli olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsanların hayatına önemli derecede etki edecek "sanal yargıç" türü bu tip uygulamalar için diğer yapay zeka teknik ve algoritmalarının da test edilmesi ve buna göre en doğru algoritmanın seçilmesi gerekmektedir.

Hayatın her alanında olduğu gibi hukuk alanında da yapay zeka insanlara çok yararlı bir araç konumundadır. Çalışmamızda da görüldüğü gibi bir yapay zeka modeli 6020 adet mahkeme kararını bir insana göre çok kısa bir sürede tarayıp, öğrenip sınıflandırma yapabilmıştır. Bu işlem ile uygulamamıza yüklenecek yeni bir mahkeme dosyasının “adli” veya “idari” yargı organından hangisine dahil olacağı tahmin edilebilir. Bu şekilde dava sonuçlarının tahminine yönelik yapay zeka uygulamalarında en önemli faktör hukuki verilerdir. Bu nedenle hukuki verilerin paylaşılması önem arz etmektedir. Ne kadar çok veri paylaşılırsa çalışmalar o kadar doğru sonuç verecektir. Daha çok hukuki veri ile mahkeme kararlarının tahmini ile gelecekte karşımıza çıkacak olan yapay zekaya sahip hâkimin yani “sanal yargıç”ın yolunu açılacaktır. Böyle bir sanal yargıç uygulamasının hukuk dünyasına ve doğal olarak tüm hayatımıza olumlu ve olumsuz sonuçları olacağı tahmin edilmektedir.

İnsanların hayatına yönelik kararlar veren yapay zeka sistemlerinde en çok korkulan önyargılı kararlar veren sistemlerdir. Bir sanal yargıcın önyargılı kararlar vermesi düşüncesi endişe vericidir. Bunun için yapılması gereken veri bilimini kullanarak önyargılı sistemleri doğru karar veren sistemler haline getirmektir.

Anayasamızın 138. maddesinde “Hakimler, görevlerinde bağımsızdırlar; Anayasaya, kanuna ve hukuka uygun olarak vicdani kanaatlerine göre hüküm verirler.” şeklinde belirtildiği gibi hakimler vicdani kanaat kullanırlar. Sanal yargıcın karar verirken vicdani kanaati kullanamaması bir sorundur. Aynı zamanda sanal yargıcın “takdir yetkisini” nasıl kullanacağı da başka bir sorundur.

Sanal yargıç ana karar mekanizması olarak mı kullanılacaktır yoksa yardımcı bir mekanizma mı olacaktır sorusu da yine tartışılması gereken konulardan biridir. Sanal yargıcın yargılama sürecinde diğer hukuki aktörlerle iletişiminin nasıl olacağı da önemlidir. Bunlarla beraber yapay zekanın hızlı karar vermeye yardımcı olması veya sanal yargıcın hızlıca karar vermesi yargının yükünün hafifleteceğinin göstergelerinden biridir. Böylece yargılama süreleri daha da kısalmaktadır.

Sanal yargıcın dış etkenlerden etkilenmemesi bir insana göre daha objektif karar alabileceğine bir işarettir. Yapay zeka sistemlerinin insanlara göre daha az hata yaptıkları bilinmektedir. Hukukta yapay zeka uygulamalarının ve özellikle sanal yargıç uygulamalarının insanlara (insan hakimlere) göre hata yapma oranı araştırılmaya değer bir konudur.

İnsanoğlu mevcut durumu değiştirecek gelişmelere hep korkuyla yaklaşır. Yeni sanal yargıç fikrine karşı çıkan çok olacaktır. Bu felsefi bir konu olmakla beraber yazılımcıların algoritmalarını geliştirmeleri açısından hukuk aktörlerinden tepkileri-dönütleri almaları çok önemlidir.

Teknolojinin ilerlemesinin önüne geçilemeyecektir. Yapılacak en doğru adım teknolojik gelişmelere ayak uydurmaktır. Bu anlamda yapay zeka teknolojisini bilen, anlayan ve hatta uygulayan hukukçulara ihtiyaç olacaktır. Hukuk fakültelerinde yapay zeka dersleri verilmesi bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Son olarak, çalışmamızda dava tabanlı sistem kullanılmıştır. Kural tabanlı sistem ve kelimelerin semantik anlamları ile ilgilenen çalışmalar yapılması bu alanda yapılacak çalışmalara güç katacaktır.

Kaynakça

- Agrawal, R., Imielinski, T., & Swami, A. (1993). Mining association rules between sets of items in large databases. *Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, 207-216. doi:10.1145/170035.170072
- Aletras, N., Tsarapatsanis, D., Preoțiuc-Pietro, D., & Lampos, V. (2016). Predicting judicial decisions of the European court of human rights: A natural language processing perspective. *PeerJ Computer Science*, 2, e93. doi:10.7717/peerj-cs.93
- Ayata, F., & Çavuş, H. (2022). Yüz tanıma sistemlerinde kullanılan ESA, YGH-DVM ve DSA algoritmalarının performans testleri. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 34(1), 39-48.
- Aydın, Ö. (2020). *Mobbing içerikli yargı kararlarının makine öğrenmesi algoritmaları ile sınıflandırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, Türkiye.
- Bayram Arlı, N. (2021). *Çıkarımsal İstatistik*. Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Bayram Arlı, N., Barca, O., & Görentaş, M. B. (2022). Rassal Orman. İçinde N. Bayram Arlı, S. Gürsakal, & M. Engin (Ed.), *Denetimli Makine Öğrenmesi Algoritmaları R ve Python Uygulamaları* (1. bs, ss. 119-148). Ankara: Nobel.

- Bayram Arlı, N., Gürsakal, S., & Öney Koçoğlu, F. (2022). Denetimli Makine Öğrenmesi Algoritmalarına Giriş. İçinde N. Bayram Arlı, S. Gürsakal, & M. Engin (Ed.), *Denetimli Makine Öğrenmesi Algoritmaları R ve Python Uygulamaları* (1. bs, ss. 1-8). Ankara: Nobel.
- Bugday, M. S., Akcicek, M., Bingol, H., & Yildirim, M. (2023). Automatic diagnosis of ureteral stone and degree of hydronephrosis with proposed convolutional neural network, Relief, and gradient-weighted class activation mapping based deep hybrid model. *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 33(2), 760-769. doi:10.1002/ima.22847
- Gürsakal, S., Barca, O., & Tütüncü, T. E. (2022). Lojistik Regresyon Analizi. İçinde N. Bayram Arlı, S. Gürsakal, & M. Engin (Ed.), *Denetimli Makine Öğrenmesi Algoritmaları R ve Python Uygulamaları* (1. bs, ss. 53-83). Ankara: Nobel.
- Ikonmakis, M., Kotsiantis, S., & Tampakas, V. (2005). Text classification using machine learning techniques. *WSEAS Transactions on Computers*, 4(8), 966-974.
- Kadhim, A. I. (2019). Survey on supervised machine learning techniques for automatic text classification. *Artificial Intelligence Review*, 52(1), 273-292. doi:10.1007/s10462-018-09677-1
- Kartal, E. (2022). Destek Vektör Makineleri - Sınıflandırma. İçinde N. Bayram Arlı, S. Gürsakal, & M. Engin (Ed.), *Denetimli Makine Öğrenmesi Algoritmaları R ve Python Uygulamaları* (1. bs, ss. 171-214). Ankara: Nobel.
- Katz, M. D., Bommarito, M. J., & Blackman, J. (2017). A general approach for predicting the behavior of the Supreme Court of the United States. *PLoS ONE*, 12(4). doi:10.1371/journal.pone.0174698
- Liu, Z., & Chen, H. (2017). A predictive performance comparison of machine learning models for judicial cases. *2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*, 1-6. doi:10.1109/SSCI.2017.8285436
- Medvedeva, M., Vols, M., & Wieling, M. (2020). Using machine learning to predict decisions of the European Court of Human Rights. *Artificial Intelligence and Law*, 28(2), 237-266. doi:10.1007/s10506-019-09255-y
- Medvedeva, M., Wieling, M., & Vols, M. (2023). Rethinking the field of automatic prediction of court decisions. *Artificial Intelligence and Law*, 31(1), 195-212. doi:10.1007/s10506-021-09306-3
- Mumcuoğlu, E., Öztürk, C. E., Ozaktas, H. M., & Koç, A. (2021). Natural language processing in law: Prediction of outcomes in the higher courts of Turkey. *Information Processing and Management*, 58(5), 102684. doi:10.1016/j.ipm.2021.102684
- Peng, F., Schuurmans, D., & Wang, S. (2004). Augmenting naive bayes classifiers with statistical language models. *Information Retrieval*, 7, 317-345. doi:10.1023/B:INRT.0000011209.19643.e2
- Sadiq, A. T., & Abdullah, S. M. (2012). Hybrid intelligent technique for text categorization. *2012 International Conference on Advanced Computer Science Applications and Technologies, ACSAT 2012*, 238-245. doi:10.1109/ACSAT.2012.50
- Seyyarer, E., Ayata, F., Uçkan, T., & Karci, A. (2020). Derin öğrenmede kullanılan optimizasyon algoritmalarının uygulanması ve kıyaslanması. *Computer Science*, 5(2), 90-98.
- Tan, A.-H. (1999). Text Mining: The state of the art and the challenges. *Proceedings of the PAKDD 1999 Workshop on Knowledge Discovery From Advanced Databases*, 8, 65-70.
- Tantuğ, A. C. (2016). Metin sınıflandırma. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 5(2).
- Uçkan, T., & Karci, A. (2020). Extractive multi-document text summarization based on graph independent sets. *Egyptian Informatics Journal*, 21(3), 145-157. doi:10.1016/j.eij.2019.12.002
- Utgoff, P. E. (1989). Incremental induction of decision trees. *Machine Learning*, 4, 161-186. doi:10.1023/A:1022699900025
- Visentin, A., Nardotto, A., & Osullivan, B. (2019). Predicting judicial decisions: A statistically rigorous approach and a new ensemble classifier. *International Conference on Tools with Artificial Intelligence, ICTAI*, 1820-1824. doi:10.1109/ICTAI.2019.00275
- Yıldız, H. K., Gençtav, M., Usta, N., Diri, B., & Amasyalı, M. F. (2007). A new feature extraction method for text classification. *2007 IEEE 15th Signal Processing and Communication Applications*, 1-4. doi:10.1109/SIU.2007.4298870

Yildirim, M., Bingol, H., Cengil, E., Aslan, S., & Baykara, M. (2023). Automatic classification of particles in the urine sediment test with the developed artificial intelligence-based hybrid model. *Diagnostics, 13*(7), 1299. [doi:10.3390/diagnostics13071299](https://doi.org/10.3390/diagnostics13071299)