

Yapay Zeka ve Hukuk İlişisine Adli Tıp Özelinde Bakış

An Overview of the Relationship Between Artificial Intelligence and Law in Forensic Medicine

Muhammed Burak Görentaş^{1*} , Taner Uçkan² , Faruk Ayata³ , Ayten Dizkırıcı⁴ 

¹ Öğr. Gör., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale Meslek Yüksekokulu, Van, Türkiye

² Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye

³ Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale Meslek Yüksekokulu, Van, Türkiye

⁴ Prof. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Van, Türkiye

* Corresponding author: burakgorentas@yyu.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 01.06.2023
Kabul Tarihi / Accepted: 19.07.2023

Derleme Makalesi/Review Article
DOI: 10.5281/zenodo.8232713

ÖZET

Adli tıp, suçların ve ölüm nedenlerinin belirlenmesi, suçlu profillerinin oluşturulması, delil analizi gibi birçok alanda hukuki süreçleri desteklemek amacıyla tıp ve hukuk bilimlerinin birleştirildiği bir disiplindir ve bir olayın gerçekleştiği yerden delil toplanması, otopsi raporlarının yazılması, kan ve DNA analizleri, patolojik görüntülerin yorumlanması gibi birçok alanda kullanılır. Yapay zeka (YZ) ise, insan zekasının bilgisayar sistemleri aracılığıyla taklit edilmesi ve bu sistemlerin öğrenme, karar verme ve problem çözme gibi yetenekleri kazanmasıdır. YZ, birçok farklı alanda kullanılmaktadır ve son yıllarda adli tıpta da yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Suçlu profillerinin oluşturulması, olay yeri incelemesi, delil analizi gibi görevlerde YZ algoritmaları kullanılarak yargı sürecinde suçlu veya masumluğun hızlı ve doğru şekilde belirlenmesinde kullanılabilir. Ayrıca, patolojik görüntülerin yorumlanması veya otopsi raporlarının yazılması gibi görevlerde de YZ kullanımı, işlemleri hızlandırmanın yanında doğruluğu ve güvenilirliği de artırabilir. YZ, adli tıpta tanı ve teşhis sürecinde kullanılan görüntü işleme, veri analizi, makine öğrenimi ve diğer teknolojileri kullanarak, suç delillerinin analizinde ve yargı sürecinde önemli bir rol oynayabilir. YZ bazlı yazılımlar, parmak izi analizi, DNA analizi, yüz tanıma ve diğer biyometrik analizler kullanılarak, kanıt toplama ve suçluların tespit edilmesi sürecinde kullanılabilir. Sonuç olarak, geleneksel yöntemlerin aksine, YZ algoritmaları daha hızlı ve daha doğru sonuçlar elde etmek için verileri işleyebilir ve analiz edebilirler. Ayrıca, insan hatalarının neden olduğu yanlış teşhis veya yargılama riski de azaltılabilir. Bu nedenle, adli tıp alanında YZ kullanımı önemli bir gelişme olarak kabul edilmektedir. Bu çalışma ile adli tıpta YZ kullanımına yönelik yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmektedir. Bu sayede adli tıp alanında YZ kullanımına dair bir farkındalık oluşturmak amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zeka, Adli Tıp, Hukuk

ABSTRACT

Forensic medicine is a discipline that combines medical and legal sciences to support legal processes in many areas such as determining the causes of crimes and deaths, creating offender profiles, and analyzing evidence. Forensic medicine is used in many fields such as collecting evidence from the scene of an incident, writing autopsy reports, analyzing blood and DNA, and interpreting pathological images. On the other hand, artificial intelligence (AI) is the imitation of human intelligence through computer systems, enabling these systems to learn, make decisions, and solve problems. AI is used in many different fields, and in recent years, it has also been widely used in forensic medicine. The use of AI in forensic medicine can provide faster and more accurate results compared to traditional methods. AI algorithms can be used to obtain fast and accurate results in tasks such as creating offender profiles, examining the crime scene, and analyzing evidence. Additionally, the use of AI in tasks such as interpreting pathological images or writing autopsy reports can increase accuracy and speed up processes. By using image processing, data analysis, machine learning, and other technologies used in the diagnosis and diagnostic process of forensic medicine, AI can play an important role in the analysis of criminal evidence and the judicial process. AI-based software can be used in fingerprint analysis, DNA analysis, facial recognition, and other biometric analyses to collect evidence and identify criminals. Furthermore, AI-based software can also be used in analyzing evidence and determining guilt or innocence in the judicial process. In contrast to traditional methods, AI algorithms can process and analyze data more quickly to obtain faster and more accurate results. Additionally, the risk of misdiagnosis or misjudgment due to human errors can be reduced. Therefore, the use of AI in forensic medicine is considered an important development. This paper provides information about studies on the use of AI in forensic medicine to create awareness of the use of AI in this field.

Keywords: Artificial Intelligence, Forensic Medicine, Law

1.GİRİŞ

Adli tıp, hukuk ve tıp bilimlerini birleştiren bir disiplindir ve ölüm nedenlerini belirlemek, suçlarla ilgili kanıtları analiz etmek ve adli vakalarda hukuki süreçleri desteklemek gibi amaçlar için kullanılır. Yapay zeka (YZ) ise, bilgisayar sistemlerinin insan benzeri zeka yeteneklerine sahip olmasını sağlayan bir teknolojidir.

Adli tıpta yapay zeka kullanımı, hızlı ve doğru sonuçlar sağlayabilen birçok farklı uygulama alanını içerir. Örneğin, YZ, suçlu profillerinin belirlenmesi, olay yeri incelemesi ve delil analizi gibi görevlerde kullanılabilir. Ayrıca, otopsi raporlarının yazılması veya patolojik görüntülerin yorumlanması gibi görevlerde de kullanılabilir.

YZ, adli tıpta kullanıldığında, geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı ve daha doğru sonuçlar sağlayabilir. Ayrıca, veri analizinde insan hatası ve önyargı riskini azaltabilir. Geleneksel adli tıp tanımlama yöntemleri, adli uzmanların tıbbi, biyolojik ve diğer bilgi alanlarından elde ettikleri bilgileri manuel olarak çıkararak kişisel iş deneyimleri ile birleştirerek tanımlama görüşleri sunmalarına dayanmaktadır. Bu yöntemler, sadece zaman alıcı ve büyük çaba gerektirmekle kalmaz aynı zamanda aşılması zor olan öznel faktörlerden de etkilenebilmektedir. Büyük veri çağında, yapay zeka teknolojisinin gelişimi adli tıba yeni fikirler getirmektedir. Son yıllarda, yüz tanıma, yaş ve cinsiyet belirleme, DNA analizi, ölüm sonrası zaman aralığı tahmini, yaralanma ve ölüm nedeni belirleme gibi yapay zeka teknolojilerine dayalı birçok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar, yapay zeka teknolojisinin adli tanımlama problemlerini çözmek için kullanımının uygunluğunu ve

avantajlarını göstermiştir. Zamanın gelişen bir teknolojisi olan yapay zeka, adli tıba yeni bir canlılık getirmiştir, ancak aynı zamanda bazı yeni zorluklar da ortaya çıkarmıştır. Bu zorluklarla bilimsel olarak nasıl başa çıkılacağı ve yapay zeka ile adli tıbbın birlikte geliştiği yeni bir modelin oluşturulması, büyük veri çağında adli tıbbın gelişimi için yeni bir yöne doğru ilerlemektir.

Delil analizi, adli tıp alanında çok önemli bir konudur ve suçlunun kimliğinin belirlenmesi, olayın nasıl gerçekleştiğinin anlaşılması gibi birçok alanda kullanılır. Yapay zeka teknolojileri, delil analizi alanında daha doğru ve hızlı sonuçlar elde etmek için kullanılabilir. Delil analizinde yapay zeka kullanımı aşağıdaki şekillerde olabilir:

1. Ses analizi: Ses analizi, birçok adli tıp davasında kullanılan bir yöntemdir. Yapay zeka algoritmaları, konuşma tanıma ve sese dayalı biyometrik analiz gibi yöntemlerle, kaydedilmiş bir sesin kim tarafından yapıldığını veya hangi duygusal durumda olduğunu belirleyebilir.
2. Görüntü analizi: Yapay zeka algoritmaları, örneğin yüz tanıma, nesne tanıma ve hareket analizi gibi yöntemlerle, güvenlik kamerası görüntülerinden veya diğer video kayıtlarından suçluların kimliklerini belirleyebilir veya olayın nasıl gerçekleştiğine dair önemli ipuçları sağlayabilir.
3. DNA analizi: DNA analizi, adli tıpta çok önemli bir konudur. Yapay zeka algoritmaları, DNA profilleri ve genetik varyasyonların analizi gibi yöntemlerle, suçluların kimliklerinin belirlenmesine yardımcı olabilir veya delillerin karşılaştırılması ve eşleştirilmesi gibi işlemleri hızlandırabilir.
4. Metin analizi: Metin analizi, adli tıpta da yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapay zeka algoritmaları, kelime sıklığı analizi, doğal dil işleme ve duygu analizi gibi yöntemlerle, birçok farklı belge ve mesajdan suçluların kimliklerini veya olayın nasıl gerçekleştiğiyle ilgili önemli ayrıntıları belirleyebilir.

Bu tip kullanımlar için doğal dil ve görüntü işleme gibi veri ön işleme yöntemleriyle beraber makine öğrenmesi, derin öğrenme gibi algoritmalarından yararlanılır.

Bu çalışma ile adli tıpta delil analizinde kullanılan yöntemler ve bunların yapay zeka ile ilişkilerine yönelik genel bir bakış atılması ve böylece adli tıpta kullanılacak yapay zeka yöntemlerine dair farkındalık oluşması amaçlanmaktadır.

2.ARAŞTIRMA ve BULGULAR

2.1.Adli Tıpta Ses Analizi

Adli tıpta ses analizi, suç mahallinde veya diğer yerlerde kaydedilmiş olan ses kayıtlarının incelenmesiyle gerçekleştirilen bir analiz türüdür. Bu analizler genellikle, suç mahallinde işlenen bir suçun veya suçlamaların incelenmesinde kullanılır.

Ses analizi uzmanları, ses kayıtlarındaki konuşma örneklerini inceleyerek, konuşmanın kimin tarafından yapıldığı, konuşmanın içeriği, hangi duyguların ifade edildiği ve hatta konuşmacının kimlik tespiti gibi detayları belirleyebilirler. Adli ses karşılaştırma çalışmalarında, bir adli uzman, sorgulanan kimliği belirsiz bir konuşmacının bir kaydını ve bilinen kimliğe sahip bir veya daha

fazla konuşmacının kayıtlarını analiz eder ve karşılaştırmalı sonuçları inceleyerek, kayıtların aynı konuşmacıya mı yoksa farklı konuşmacılara mı ait olduğu konusunda bir çıkarımda bulunur (Morrison & Zhang, 2023). Adli tıpta ses analizi, özellikle mahkeme davalarında kullanılan bir delil türüdür. Uzmanlar, mahkemelerde verilen ifadelerin doğruluğunu belirlemek için bu teknikleri kullanırlar.

Ses analizi, kişilerin seslerinden tanınması anlamına gelir. Farklı bireyler aynı şekilde ses çıkarmaz çünkü ses yolunun şekilleri, gırtlak boyutları ve diğer ses üretim organlarının parçaları farklıdır. Bu fiziksel farklılıkların yanı sıra, her konuşmacının kendine özgü konuşma tarzı vardır. Bu tarz, belirli bir aksanın kullanımı, ritim, vurgu stili, telaffuz düzeni, kelime seçimi vb. içerir (Kinnunen & Li, 2010). Ses analizi, suçun incelenmesinde ses kayıtlarının otantikliğinin belirlenmesi, kimlik tespiti, suçlunun psikolojik durumunun analizi, suçun detaylarının analizi, şahit ifadelerinin değerlendirilmesi gibi birçok farklı şekilde kullanılabilir.

Ses analizi, yapay zeka teknolojileri ile birlikte kullanıldığında oldukça güçlü bir araç haline gelir. Yapay zeka, büyük veri kümelerinden öğrenme yoluyla ses analizi yapabilir, sesleri tanıyabilir ve anlamlı bilgiler çıkarmak için algoritmalar kullanabilir (Asci vd., 2020; Suppa vd., 2021; Verde vd., 2018).

Yapay zeka teknolojileri ile ses analizinin konuşma tanıma, sinyal işleme, ses tabanlı güvenlik, müzik tanıma gibi birçok uygulama alanı vardır. Bunların yanı sıra, yapay zeka teknolojileri ile ses analizi, tıp, akustik, ses mühendisliği ve daha birçok alanda kullanılabilir.

Adli tıpta ses analizi, yapay zeka teknolojileri kullanılarak gerçekleştirilebilir. Ses analizi, adli tıpta önemli bir araçtır ve özellikle suç sahnelerinde kaydedilmiş olan ses verileri üzerinde çalışılır. Bu veriler, örneğin bir cinayet veya saldırı gibi suçlarda kullanılabilir.

Yapay zeka teknolojileri ile ses analizi, adli tıpta birçok alanda kullanılabilir. Örneğin:

Sese Dayalı Tanıma: Ses analizi, yapay zeka teknolojileri kullanılarak ses tabanlı tanıma ve doğrulama için kullanılabilir. Bu sayede, bir suçlunun sesi, kaydedilmiş bir ses verisinde tanınabilir ve suçun çözülmesine yardımcı olunabilir.

Ses Verilerinin İncelenmesi: Adli tıpta ses analizi, yapay zeka teknolojileri ile kullanılarak, suç sahnelerindeki kaydedilmiş ses verilerinin incelenmesi sağlanabilir. Bu sayede, bir olayın nasıl gerçekleştiği, hangi kişilerin yer aldığı ve hangi aksiyonların gerçekleştirildiği gibi birçok bilgi elde edilebilir.

Ses Kayıtlarının Otomatik Analizi: Ses analizi, yapay zeka teknolojileri kullanılarak, ses kayıtlarının otomatik olarak analiz edilmesi için kullanılabilir. Bu sayede, büyük veri kümeleri hızlı bir şekilde taranabilir ve belirli ses özelliklerine dayalı olarak sınıflandırılabilir.

Sese Dayalı Yüz Tanıma: Yapay zeka teknolojileri ile ses analizi, yüz tanıma teknolojisi ile birleştirilerek kullanılabilir. Bu sayede, suç sahnelerinde kaydedilmiş olan ses ve görüntü verileri birlikte analiz edilerek, suçluların tespit edilmesi sağlanabilir.

Yapay zeka teknolojileri ile adli tıpta ses analizi, doğruluk oranlarını artırır ve adli süreçlerde daha güçlü delil elde edilmesine yardımcı olur. Ancak, bu teknolojilerin kullanımı da bazı etik sorunlar doğurabilir ve doğru kullanılmadığında yanıltıcı sonuçlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle, yapay zeka teknolojilerinin adli tıpta kullanımı, sıkı bir düzenleme ve denetim altında gerçekleştirilmelidir.

Adli tıpta ses analizi ve yapay zeka konularını beraber işleyen birçok akademik çalışma mevcuttur.

Bond & DePaulo, (2006), 206 belge ve 24.483 yargıçtan alınan araştırma sonuçlarını sentezleyerek aldatma kararlarının doğruluğunu analiz etmişler ve insanların işitsel yalanları görsel yalanlara göre yargılamada daha isabetli olduğunu, insanların inanılmaya motive olduklarında aldatıcı göründüklerini ve bireylerin etkileşimde oldukları kişileri dürüst olarak gördüklerini ortaya koymuşlardır.

Fornaciari & Poesio, (2013), İtalyan mahkemelerinde duruşma esnasında kullanılan aldatıcı ifadeleri tespit etmek için stilometrik teknikler kullanılarak elde edilen sonuçları rapor etmişlerdir. Deneylerinde, önceki çalışmalarda kullanılan ancak daha önce yüksek riskli verilere uygulanmayan yöntemleri tekrarlamış ve yeni yöntemleri test etmişlerdir. Veri setinin homojenliği dahil olmak üzere bir dizi değişkenin etkisini de göz önünde bulundurmuşlardır. Sonuç olarak, aldatma tespitinde şans seviyesinin açıkça üzerinde olan doğruluğun gerçek hayattaki verilerle de elde edilebileceğini göstermişlerdir.

Saleem vd., (2020), Adli Konuşmacı Tanıma (Forensic Speaker Recognition -FSR) denilen konuşanın kim olduğunu bulmaya çalışan analiz için yeni bir yöntem sunmuşlardır. Yeni yöntem, kısa ifadelerden aksan ve dil bilgilerinin çıkarılmasına dayanmaktadır. Bunun için farklı temel ve derin öğrenme yöntemleri kullanmışlardır. Temel yöntemler Gauss Karışım Modeli-Evrensel Arka Plan Modeli (GMM-UBM), i-vektör ve Gauss Karışım Modeli-Destek Vektör Makinesi (GMM-SVM) iken derin öğrenme yöntemleri olarak Evrişimli Sinir Ağı (CNN) ve Derin Sinir Ağı (DNN) yöntemlerini kullanmışlardır. %85,4 doğruluk değeri elde ettikleri sonuçlara ulaşmışlardır.

Ekhande vd., (2022), özellikle dijital adli tıp üzerine odaklanmışlardır. Dijital ses ve video analizi alanında çalışan araştırmacılara yol göstermesi amacıyla, CNN'e dayalı adli tıp alanlarındaki son araştırma ve yöntemlerin kapsamlı bir çalışmasını sunmuşlardır. CNN'nin çoğu adli alanda iyi olduğunu kanıtlamışlardır.

Bu örneklerden de görülebileceği gibi, adli tıpta ses analizi ve yapay zeka konuları hakkında birçok akademik çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalar, suçluların tespiti ve adli süreçlerin doğruluğunun artırılması için önemli bir araç olarak kabul edilmektedir.

2.2.Adli Tıpta Metin Analizi

Metin analizi, Doğal dil işleme (DDİ) teknikleri kullanılarak belirli bir metnin içeriğinin anlaşılmasına yardımcı olan bir yöntemdir. Metin madenciliği, doğal dil metinleri gibi yapılandırılmamış büyük metin verilerinden, önceden bilinmeyen, dolaylı ve potansiyel olarak değerli bilgilerin otomatik veya yarı otomatik bir şekilde çıkarılması işlemidir (Dumais, 1998).

Adli tıpta metin analizi, adli olaylarla ilgili belgelerin (raporlar, ifadeler, tanıklık vb.) içeriğinin analiz edilmesini içerir. Adli tıpta metin analizi, adli olayların incelenmesi ve yargı süreçlerinde kullanılması için son derece faydalı bir araçtır. Adli tıpta metin analizi, özellikle olayların kronolojik sıralamasının belirlenmesi, olayın gerçekleştiği yerin belirlenmesi, cinayet, intihar veya kaza gibi olayların incelenmesi gibi sorunları çözmek için kullanılabilir (Pestian vd., 2012; Savova vd., 2010; van Dijk vd., 2021).

Adli tıpta metin analizi yapılırken yapay zeka (YZ) teknolojileri kullanılabilir. YZ, büyük veri kümelerinde otomatik olarak anlamlı bilgi keşfetmek için kullanılan bir dizi teknolojiyi ifade eder. Adli tıp metin analizi yapmak için YZ teknolojileri, belge analizi ve bilgi toplama işlemlerinde kullanılabilir. YZ teknolojileri, adli tıp metin analizinde kullanılarak, suçluluk oranı, suçlu profili,

olayların kronolojisi, görgü tanıklarının ifadeleri gibi farklı konuları değerlendirmek için kullanılabilir (Mujtaba vd., 2016; Yu vd., 2011) .

Suçluluk oranı, suçun işlenmesiyle ilgili delillerin, tanık ifadelerinin ve diğer faktörlerin değerlendirilmesiyle belirlenir. Adli tıpta metin analizi, bu faktörleri belirlemek ve değerlendirmek için kullanılabilir. Örneğin, bir olayla ilgili tüm belgeleri analiz ederek, olayın nasıl meydana geldiği, kimin ne yaptığı ve hangi delillerin kullanıldığı gibi ayrıntıları belirlemek mümkündür.

Suçlu profili, bir suç işleyen kişinin fiziksel, davranışsal ve psikolojik özelliklerini tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Adli tıpta metin analizi, suçlu profili oluşturmak için kullanılabilir. Örneğin, bir suçun işlenmesiyle ilgili tüm belgeleri analiz ederek, olayın nasıl meydana geldiği, hangi delillerin kullanıldığı, hangi ifadelerin daha sık kullanıldığı, suç işlenirken hangi psikolojik faktörlerin etkili olduğu gibi ayrıntıları belirlemek mümkündür.

Adli tıpta metin analizi ve yapay zeka konularını bir arada ele alan birçok akademik çalışma yapılmıştır.

Ramrial vd., (2015), stilometri ve makine öğrenimi tekniklerini kullanarak yazarlık ilişkilendirmesi (intihal) üzerine yaptıkları çalışmada yazıların gerçekliğini tahmin etmek için k-NN ve destek vektör makineleri olmak üzere iki makine öğrenme algoritması kullanmış ve yazarlık atfının %90'ın üzerinde bir doğruluk ürettiğini göstermişlerdir.

Nair vd., (2020), taburcu özetlerinde metin madenciliği yaklaşımları, teknikleri ve araçları üzerine yaptıkları bir araştırmada farklı doğal dil işleme (DDİ) ve makine öğrenimi tekniklerini kamu ve özel hastane raporlarında metin madenciliği teknikleri ile uygulamışlardır. Taburcu özetlerinde sistem mimarilerinin ortak bir taslağını bulmaya çalışmışlardır.

Agarwal vd., (2020), sahte haber tespiti için derin öğrenme ve yapay sinir ağlarını kullandıkları çalışmada güvenilir bir sistem kurmayı amaçlamışlardır. Bu çalışmada, yazarlar kelime gömülmesi (GloVe) yöntemini kullanarak metin ön işlemeyle sözcüklerin bir vektör uzayını oluşturmak ve bir dil ilişkisi kurmak için tartışmış ve deney yapmışlardır. Konvolüsyonel sinir ağı ve tekrarlayan sinir ağları mimarisinin bir karışımı olan önerilen model, kelime gömülmesinin modeli tamamlayan bir yararı ile sahte haber tahmini konusunda referans sonuçları elde etmiştir. Tahmin kalitesini sağlamak için çeşitli model parametreleri ayarlanmış ve en iyi sonuçlar için kaydedilmiştir. Diğer varyasyonlar arasında, aşırı öğrenmeyi azaltan atılma katmanının eklenmesinin modelde daha yüksek doğruluk değerleri ürettiği sonucuna ulaşmışlardır.

Deepak vd., (2021), suç sınıflandırması için bilgi merkezli derin bi-lstm sinir ağını içeren hibritleştirilmiş bir yaklaşım sundukları çalışmada Google Haberler ve Twitter'dan toplanan veriler üzerinde farklı suç türlerini sınıflandıran bir Bi-LSTM sinir ağı önerilmişlerdir. Özellik çıkarımı için GloVe kelime gömme işlemleri gerçekleştirmişler ve mevcut yöntemlerden daha iyi doğruluk değerleri elde etmişlerdir.

2.3.Adli Tıpta Görüntü Analizi

Adli tıp alanında, çekilen radyolojik incelemelerin analizi ve sınıflandırılması, yaralanmaların tespiti, yaş ve cinsiyet belirleme, cinsel saldırı görüntülerinin ayrımı, ölüm nedeni ve hatalı uygulama vakalarında sonuçlar arasındaki ilişkinin belirlenmesi, kan lekesi model analizi, adli diş hekimliği, kimlik tespiti, 3 boyutlu yeniden yüzleştirme, örüntü tanıma ve istatistiksel sınıflandırma konularında görüntü analizi yöntemlerinin kullanılması olasıdır. Özellikle adli bilimlerin bazı alt disiplinlerinde, uygulayıcının subjektif değerlendirmesine bağlı olan ve farklı

kullanıcılar tarafından benzer durumlarda farklı sonuçların bildirilebileceği durumlar söz konusu olabilir (Mena, 2011; Jain, 2015). Bu nedenle, makine öğrenmesiyle oluşturulan algoritmalar, kararlarda standartlaşma ve objektivite sağlama konusunda katkı sağlayabilir. Ayrıca teknolojinin gelişimi yüksek riskli otopsi vakalarında Virtopsi kullanımını gündeme getirmiştir. Virtopsi, cesetin kesilmeksizin, ileri teknoloji görüntüleme cihazlarıyla gerçekleştirilen ve sanal bir şekilde yapılan otopsi yöntemidir. Bu yöntemde, kemik yapıların incelenmesi için bir görüntüleme aracı ve yumuşak dokuların tespiti için başka bir görüntüleme aracı kullanılır (İncesu, 2018). Elde edilen veriler dijital ortamlarda uzun süre saklanabilmekte ve istenildiği zaman her türlü inceleme söz konusu olabilmektedir.

Adli tıpta görüntü analizi, adli tıp uzmanlarının bir suç olayının kanıtı olarak sunulan görüntü materyalini incelemelerine ve yorumlamalarına olanak tanıyan bir yöntemdir. Bu görüntü materyali, olay yerinde toplanan fotoğraflar, video kayıtları, CCTV (Closed Circuit Television) kayıtları veya diğer dijital veriler olabilir. Adli tıpta görüntü analizi, özellikle suç mahallindeki detayları, suçun işleniş şeklini ve potansiyel tanıkların kimliklerini belirlemede çok önemlidir. Bu analiz yöntemi, kanıtların doğruluğunu arttırmak ve mahkemelerde kullanılacak güvenilir kanıtlar sağlamak için sıklıkla kullanılır (Saini ve Kaur, 2016; Manaswini vd., 2023).

Chaves vd. (2019) derin öğrenme yöntemleri kullanarak üç popüler yüz tanıma sistemini farklı veri setleri ile test etmişlerdir. Testler sonucunda ön işleme sürecindeki yeniden boyutlandırmanın sistemin hızını arttırdığını ama doğruluk değerini azalttığı ve Dual Face Shot Dedector sisteminin diğer sistemlere oranla daha iyi doğruluk değerine ulaştığı sonucuna varmışlardır.

Sreenu ve Durai (2019) insan yoğunluğunu fazla olduğu bölgelerde yaşanan olaylarda nesne, kişi ve yüz tespitinde derin öğrenme algoritmalarını kullanmışlardır. Analizleri sonucunda klasik video analiz yöntemleri ile derin öğrenme algoritmalarının birlikte kullanılması ile daha iyi sonuçların elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Fernandes vd. (2018) cinsel saldırıların yorumlanmasında kullanılmak üzere derin öğrenme algoritmalarıyla geliştirilmiş bir sistem önermişlerdir. Bu sistem cinsel bölgedeki yaraların tespitinde ve delillerin yorumlanmasında kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada cinsel saldırının tespitindeki klasik yöntemler ile derin öğrenme yöntemlerini karşılaştırmalı olarak vermişlerdir. Testler sonucunda derin öğrenme yönteminin daha verimli çalıştığını belirtmişlerdir.

Glomb vd. (2018) makine öğrenmesi teknikleri kullanarak adli vakanın gerçekleştiği ortamda bulunan kumaş üzerindeki barut kalıntısını tespit eden bir sistem geliştirmişlerdir. Barut kalıntısının tespiti için her ne kadar ikinci bir yöntemin daha kullanılması gerekse de makine öğrenmesi teknikleri ile geliştirilen bu sistemin başarılı sonuçlar ortaya koyduğunu göstermişlerdir.

Thakur ve Rohilla (2020) ImageNet veri seti üzerinde derin öğrenme algoritmaları kullanarak görüntüler üzerinde yapılan sahtecilik işlemlerini ortaya çıkarmayı hedeflemişlerdir. Çalışmaları sonucunda pratik tespit sürecini zor olduğunun ama farklı modelleri birleştirerek sahtecilik işlemlerinin belirlenmesinin mümkün olabileceğini belirtmişlerdir.



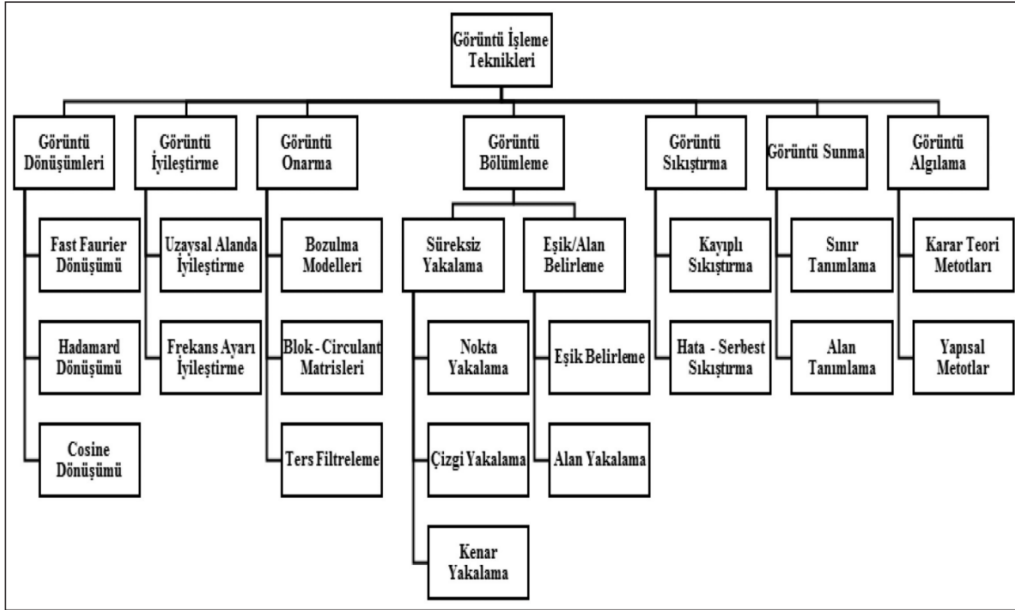
Şekil 1. Görüntü işleme kullanım alanları

Görüntü analizi, bilgisayarlı görüntü işleme teknikleri, yüz tanıma teknolojisi ve diğer ilgili teknolojiler kullanılarak yapılır. Adli tıp uzmanları, bu teknolojileri kullanarak görüntülerdeki ayrıntıları analiz ederler ve sonuçları rapor ederler.

Bilgisayarlı görüntü işleme, görüntü verilerini analiz ederek bilgisayar tarafından anlaşılabilir bilgilere dönüştürmek veya görüntüler üzerinde manipülasyon yapmak için kullanılan bir dizi tekniktir. Aşağıda bilgisayarlı görüntü işlemede sıkça kullanılan bazı temel teknikler bulunmaktadır (Ayata, 2020):

- **Görüntü Ön İşleme:** Görüntülerin kalitesini artırmak veya gürültüyü azaltmak için kullanılan tekniklerdir. Bu teknikler arasında parlaklık ayarlama, kontrast düzenleme, renk dönüşümü, keskinleştirme, gürültü filtreleme ve kenar belirleme gibi işlemler yer alır.
- **Görüntü Dönüşümleri:** Görüntülerin farklı alanlarda temsil edilmesini sağlayan dönüşüm teknikleridir. Bunlar arasında Fourier dönüşümü, Hough dönüşümü, Wavelet dönüşümü ve renk uzayı dönüşümleri bulunur.
- **Özellik Çıkarma:** Görüntülerden belirli özellikleri çıkarmak için kullanılan yöntemlerdir. Bu özellikler, kenarlar, köşeler, hatlar, noktalar, yoğunluk histogramları, desenler veya renk özellikleri gibi görüntünün içerdiği bilgileri temsil eder.
- **Nesne Algılama ve Tanıma:** Görüntülerde belirli nesnelerin varlığını algılamak veya tanımak için kullanılan tekniklerdir. Bu teknikler arasında nesne tespiti, yüz tanıma, nesne takibi ve nesne sınıflandırma gibi işlemler bulunur.
- **Görüntü Segmentasyonu:** Görüntüyü farklı bölgelere ayırmak veya nesnelere arka planından ayırmak için kullanılan yöntemlerdir. Bu işlem, görüntünün piksel seviyesinde veya bölge seviyesinde gerçekleştirilebilir.

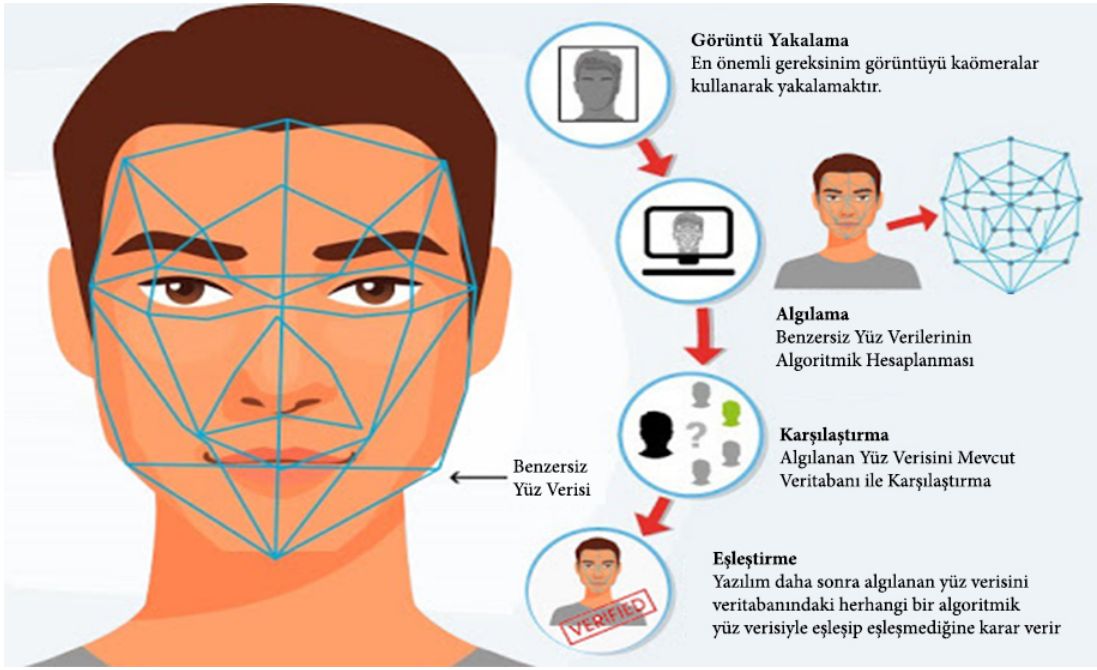
- **Görüntü Birleştirme:** Birden çok görüntüyü birleştirerek yeni bir görüntü oluşturmak için kullanılan tekniklerdir. Örnek olarak panorama görüntü oluşturma veya çoklu pozlama birleştirme işlemleri verilebilir.
- **Modelleme ve İşaret İşleme:** Görüntüler üzerinde matematiksel veya istatistiksel modeller kullanarak analiz yapmak için kullanılan tekniklerdir. Örnek olarak görüntü sıkıştırma, görüntü restorasyonu, görüntü kaynak kodlama gibi işlemler bu kategoriye girer.



Şekil 2. Görüntü işleme teknikleri (Ayata, 2020).

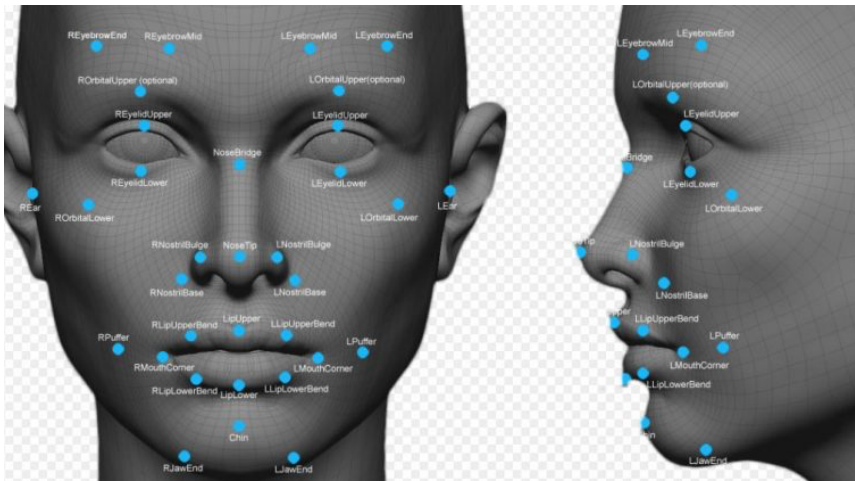
Yüz tanıma teknolojileri, bir görüntü veya videodaki yüzleri tespit etmek, tanımak ve doğrulamak için kullanılan yöntemlerdir. Aşağıda yüz tanıma alanında yaygın olarak kullanılan bazı teknolojiler verilmektedir:

- **Yüz Algılama:** İlk adım olarak, bir görüntü veya videodaki yüzleri tespit etmek için yüz algılama teknikleri kullanılır. Bu teknikler, görüntüdeki yüz bölgelerini tespit etmek için farklı yöntemler ve algoritmalar kullanır. Örnek olarak, Haar özellik tabanlı yöntemler, kaskatlama sınıflandırıcılar veya derin öğrenme tabanlı yöntemler kullanılabilir (Aykurt, 2019).



Şekil 3. Yüz tanıma sisteminin işleyişi (Anonim, 2023).

- **Yüz Öznitelik Çıkarma:** Yüz tanıma işlemi için, yüzlerin öznitelikleri çıkarılır. Bu öznitelikler, yüzün benzersiz özelliklerini temsil eden sayısal veya sembolik değerlerdir. Öznitelik çıkarma yöntemleri arasında Principal Component Analysis (PCA), Linear Discriminant Analysis (LDA), Local Binary Patterns (LBP) ve Deep Convolutional Neural Networks (CNN) gibi teknikler bulunur (Ayata ve Çavuş, 2021).



Şekil 4. Yüzdeki tanımlayıcı noktalar (Aykurt, 2019)

- **Yüz Eşleştirme:** Yüzlerin tanınması için, kaydedilmiş yüz öznitelikleri ile yeni bir yüz arasında eşleştirme yapılır. Bu eşleştirme işlemi, yüz benzerlik ölçüleri ve karar verme

algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilir. Örnek olarak, Euclidean Distance, Cosine Similarity, Support Vector Machines (SVM) veya Deep Neural Networks (DNN) kullanılabilir (Bayrakdar vd., 2016).

- **3D Yüz Tanıma:** Yüzün 3D yapısını kullanarak tanıma işlemi gerçekleştiren teknolojilerdir. Bu teknolojiler, stereoskopik kamera sistemleri veya lazer tarayıcılar gibi 3D algılama yöntemleri kullanarak yüzün derinlik bilgisini elde eder ve daha doğru tanıma sağlar (Talandova, 2016).
- **Termal Yüz Tanıma:** Termal kamera teknolojisi kullanarak yüzleri tanıma işlemidir. Termal kamera, yüzlerin ısı desenlerini tespit ederek tanımayı gerçekleştirir. Bu yöntem, gece veya düşük ışık koşullarında dahi etkili olabilir (Özdemir ve Saraydemir, 2014).
- **Mobil Yüz Tanıma:** Akıllı telefonlar ve diğer taşınabilir cihazlar için optimize edilmiş yüz tanıma teknolojileridir. Bu teknolojiler, düşük işlemci gücü, sınırlı bellek ve enerji kaynaklarına uyum sağlamak için hafif ve verimli algoritmalar kullanır (Tanrıku, 2019).

2.4. Adli Tıpta DNA Analizi

DNA analizi, kan, tükürük, saç, tırnak, kemik, diş veya diğer biyolojik materyallerden alınan DNA örneklerinin incelenmesiyle yapılır. Bu analizler, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) gibi teknikler kullanılarak DNA'nın çoğaltılması, ayrılması ve analiz edilmesi yoluyla gerçekleştirilir (Burns vd., 1998).

DNA analizi, suçlunun tanımlanmasında ve suçsuzluğun kanıtlanmasında büyük bir rol oynar. Özellikle suçlu veya suçluların kimliğinin belirlenmesi, kanıtın sadece bir kişiye özgü olmasını sağlar. Bu, mahkemelerde kullanılan DNA kanıtlarının güvenilirliğini artırır ve suçluların cezalandırılması veya suçsuz insanların beraat etmesi gibi adil sonuçlar doğurur. Adli tıpta DNA analizi, suç mahalli veya suçlunun vücudundan alınan biyolojik örneklerin DNA profillerinin oluşturulması ve karşılaştırılması yoluyla suçun çözülmesine yardımcı olan bir teknolojidir (Açıkgöz vd., 2002; Doğan Alakoç, 2010).

Adli tıpta DNA analizi, yapay zeka teknolojisi ile de desteklenebilir. Yapay zeka, büyük miktarda veri analizini hızlı ve hassas bir şekilde gerçekleştirebilir, bu da adli tıp uzmanlarına daha doğru sonuçlar sunabilir. Yapay zeka teknolojisi, DNA örnekleri üzerinde yapılan analizler sırasında DNA profillerinin doğru bir şekilde eşleştirilmesine yardımcı olabilir. Bu, suçluların daha hızlı bir şekilde tespit edilmesine ve suçsuz insanların daha hızlı bir şekilde beraat etmesine olanak tanır. Ayrıca, yapay zeka teknolojisi, belirli DNA örneklerinin birbiriyle bağlantılı olup olmadığını tespit edebilir. Bu, seri suçluları veya diğer suçlular arasındaki bağlantıları tespit etmek için kullanılabilir.

DNA örnekleri üzerindeki analizler sırasında DNA profillerinin doğru bir şekilde eşleştirilmesine yardımcı olan kullanıcı tabanlı, yapay sinir ağı, kümeleme, derin öğrenme gibi yapay zeka algoritmaları vardır. Bu algoritmaların her biri, farklı özellikleri nedeniyle belirli durumlarda tercih edilir. Adli tıp uzmanları, birbirleriyle karşılaştırılması gereken DNA örneklerinin özelliklerine göre en uygun algoritmayı seçerler.

Taylor & Powers, (2016) yılında yapay zekanın, DNA'dan elde edilecek verileri yorumlamada kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Elektroferogramlar (EPG), adli tıp laboratuvarlarında günlük suç olaylarında suçluların tespiti için rutin olarak kullanılmaktadır. En sık kullanılan yöntemlerden bir tanesi PCR metodu ile DNA'da belirli bölgelerin (STR) amplifiye edilmesidir. Bu işlem esnasında boyalı olan primerler kullanılmakta ve elektroferogramlarda bu renkler grafik olarak

karşımıza çıkmaktadır. Her bir grafiğin yükseltisi genişliği uzmanlar tarafından yorumlanarak DNA profili ortaya çıkarılmaktadır. EPG verilerinin okunması zaman alıcı olmakla beraber uzmanların deneyimlerine göre farklılık gösterebilmektedir. Dünya genelinde suç oranı düşünüldüğünde laboratuvarlardan alınan verilerin boyutu da yükselmiştir. Bu sebeplerden dolayı son zamanlarda grafiklerin yorumlanması ve DNA profilinin ortaya çıkarılmasında yapay zeka kullanılmaya başlanmıştır. İnsan beyninin işleyişinden ilham alan bu ağlar, büyük veri kümelerini analiz etmede, tıbbi teşhisler gerçekleştirmede, el yazısını tanımlamada, oyun oynamada veya görüntüleri tanımda giderek daha başarılı hale gelmiştir.

Taylor vd., (2014) bir elektroferogram içindeki DNA profili yorumlamak için yarı sürekli veya tamamen sürekli yöntemler kullanan son gelişmelerden yararlanmışlardır. Çalışmalarında tecavüze uğramış bir kişinin sürüntü örneklerinden elde edilmiş olan DNA profillerinin ayrıştırılması ve tanımlanması üzerine bir senaryo çizmişlerdir. Elektroferogramda görülen her bir alelin yüksekliği, düşüklüğü, genişliği, başka alel tarafından maskelenip maskelenmediği gibi kriterler göz önüne alınarak programlama yapılmıştır. Kurbanın DNA profilinde görülen alelin maskelenme durumu yani birden fazla alel varlığı ortamda birden fazla birey varlığının ispatı olsada, kaç tane olduğunun karar verilmesinde de zorluklara neden olmaktadır. Araştırmacılar DNA profiline bakarak ortamdaki kişi sayısının belirlenmesinin (sınırlandırılmasının) şart olmadığını, sayı sınırlamasının mahkemeyi de yanıltabileceğini ifade etmişlerdir. Kullandıkları programlardan LR (Likelihood Ratio) ye dayalı MCMC (Markov Chain Monte Carlo) modeli ile profilde kaç bireyin DNA'sının var olduğunu bulmadan veya ispatlamadan, alelin vermiş olduğu bilgiye göre hangi DNA profilinin suçlu olabileceğini matematiksel metodlarla mahkemeye göstermeye çalışmışlardır.

Swaminathan vd., (2015) yılında yapmış oldukları çalışmada, İnsan genomunda bulunan ve STR olarak bilinen tekrarlayan kısa ardışık tekrarlarının adli vakalarda ortamda bulunan birey sayısının tahmin edilmesinde kullanıldığına dikkat çekmişlerdir. STR analizinde sıklıkla kullanılan MAC yönteminin her lokusta gözlenen alel sayısını sayarak, tüm lokuslar üzerinden maksimum değeri alıp ikiye bölerek bir örneğe katkıda bulunabilecek minimum birey sayısını belirlemeye çalıştığını ve katkıda bulunanlar arasında alel paylaşımı olması durumunda bu yöntemin çok verimli olmayacağını ifade etmişlerdir. Katkıda bulunanların sayısını belirlemeye yönelik mevcut yöntemler DNA analizi ile alınan verilerin yüksekliği, allelerin sıklığı gibi karakterleri kullanmaktadır. Araştırmacılar geliştirdikleri bir program (NOClT) ile a posteriori olasılığını (APP) hesaplayarak olay esnasında var olan bireylerin sayısını bulmayı hedeflemişlerdir. Bu program, DNA analizinde alınmış olan sinyal pik yüksekliklerini, popülasyon alel frekanslarını, alel düşüşünü ve PCR esnasında sık görülen arka arkaya gelen aynı nukleotidin tekrarlarını veri olarak dikkate almaktadır. Çalışmalarında 5 katılımcıdan gelen 278 deneysel ve 40 simüle edilmiş DNA profili kullanılmış ve NOClT programının katkıda bulunanların sayısını deneysel numunelerin %83'ünde, simüle edilmiş karışımların %85'inde doğru bir şekilde bulunduğunu ispatlamışlardır.

3.SONUÇ

Hayatın her alanında olduğu gibi hukuk alanında da yapay zeka kullanımı hızla artmaktadır. Yapay zeka, geleneksel yöntemlere göre işlemlerin daha hızlı ve daha doğru yapılması için kullanılabilecek çok iyi bir araçtır. Yapay zeka, hukuk alanında da giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır ve potansiyel olarak birçok avantaj sunmaktadır. İşlemlerin hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi, verimliliği artırabilir ve zaman tasarrufu sağlayabilir. Ayrıca, yapay zeka sistemleri büyük miktarda veriyi analiz edebilir ve hukuki belgeleri tarayarak ilgili bilgilere erişebilir, bu da araştırma süreçlerini kolaylaştırabilir.

Yapay zeka adli tıp alanında da kullanılarak hukukun işlemesine yardımcı olabilir, delillerin analiz edilmesi ve yorumlanması konusunda önemli bir rol oynayabilir.

Ancak, yapay zekanın adli tıpta kullanımıyla ilgili bazı zorluklar da vardır. Veri güvenliği, gizlilik ve etik konuları önemlidir. Ayrıca, yapay zeka sistemlerinin doğruluğu ve güvenilirliği, hukuki değerlendirmelerde ve mahkeme kararlarında kullanılması durumunda dikkate alınması gereken faktörlerdir.

Yapay zeka adli tıpta potansiyel avantajlar sunar, ancak yine de insan uzmanların değerlendirmelerine dayanmalı ve yapay zekanın sonuçlarının doğrulanması ve yorumlanması için insan denetimi gereklidir. Adli tıpta yapay zeka kullanımı, doğru yöntemlerin ve etik kuralların takip edildiği sürece adli süreçleri destekleyebilir ve daha etkin bir şekilde adaletin sağlanmasına katkıda bulunabilir.

KAYNAKÇA

Açıkgöz, N., Hancı, İ. H., & Çakır, A. H. (2002). Olay Yerinden DNA Analizi İçin Biyolojik Örnek Toplama Ve Örneklerin Laboratuara Gönderilme Usulleri. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 51(2), 1. https://doi.org/10.1501/Hukfak_0000000567

Agarwal, A., Mittal, M., Pathak, A., & Goyal, L. M. (2020). Fake News Detection Using a Blend of Neural Networks: An Application of Deep Learning. *SN Computer Science*, 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42979-020-00165-4>

Anonim, (2023). Yüz tanıma sisteminin işleyişi. Web adresi: <https://www.dataprom.com.tr/urunlerimiz/yuz-tanima>. Erişim Tarihi: 16.05.2023.

Asci, F., Costantini, G., Di Leo, P., Zampogna, A., Ruoppolo, G., Berardelli, A., Saggio, G., & Suppa, A. (2020). Machine-Learning Analysis of Voice Samples Recorded through Smartphones: The Combined Effect of Ageing and Gender. *Sensors*, 20(18), 5022. <https://doi.org/10.3390/s20185022>

Ayata, F. ve Çavuş, H., (2022). Yüz Tanıma Sistemlerinde Kullanılan ESA, YGH-DVM ve DSA Algoritmalarının Performans Testleri. *Firat University Journal of Science*, vol.34, no.1, 39-48.

Ayata, F., (2020). [İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Yöntemleriyle Aile Bireylerinde Yüz Tanıma Sistemi](#), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Van. Türkiye.

Aykurt, DC., (2019). Yüzün tanıma algoritmaları ve uygulamaları. Web adresi: <https://iee.omu.edu.tr/yuz-tanima-algoritmaları-ve-uygulamaları/>. Erişim Tarihi:16.05.2023.

Bayrakdar, S., Akgün, D., ve Yücedağ, İ., (2016). Yüz ifadelerinin otomatik analizi üzerine bir literatür çalışması A survey on automatic analysis of facial expressions. *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 20(2): 383–398.

Bond, C. F. J., & DePaulo, B. M. (2006). Accuracy of Deception Judgments. *Personality and Social Psychology Review*, 10(3), 214–234. <https://doi.org/https://doi.org/10.1207/s15327957pspr100>

Burns, M. A., Johnson, B. N., Brahmasandra, S. N., Handique, K., Webster, J. R., Krishnan, M., Sammarco, T. S., Man, P. M., Jones, D., Heldsinger, D., Mastrangelo, C. H., & Burke, D. T. (1998).

An Integrated Nanoliter DNA Analysis Device. *Science*, 282(5388), 484–487.
<https://doi.org/10.1126/science.282.5388.484>

Chaves, D., Fidalgo, E., Alegre, E., Rodriguez, R.A., Martino, F.J. and Azzopardi, G. (2019). Assessment and estimation of face detection performance based on deep learning for forensic applications, *Sensors*, vol. 20, no. 16, pp. 4491.

Deepak, G., Rooban, S., & Santhanavijayan, A. (2021). A knowledge centric hybridized approach for crime classification incorporating deep bi-LSTM neural network. *Multimedia Tools and Applications*, 80, 28061–28085. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11042-021-11050-4>

Doğan Alakoç, Y. (2010). Adli Bilimlerde DNA Analizleri. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 9(2), 1–8.

Dumais, S. (1998). Using SVMs for Text Categorization. *IEEE Intelligent Systems Magazine*, 13(4), 18–28.

Ekhande, S., Patil, U., & Kulhalli, K. V. (2022). Review on effectiveness of deep learning approach in digital forensics. *International Journal of Electrical & Computer Engineering (2088-8708)*, 12(5), 5481–5492.

Fernandes, K., Cardoso, J.S. ve Astrup, B.S. (2018). A deep learning approach for the forensic evaluation of sexual assault, *Pattern Analysis and Applications*, vol. 21, pp. 629–640.

Fornaciari, T., & Poesio, M. (2013). Automatic deception detection in Italian court cases. *Artificial Intelligence and Law*, 21, 303–340. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10506-013-9140-4>

Glomb, P., Romaszewski, M., Cholewa, M. ve Domino, K. (2018). Application of hyperspectral imaging and machine learning methods for the detection of gunshot residue patterns, *Forensic Science International*, vol. 290, pp. 227–237.

İncesu, E. (2018). Virtopsi hakkında neler biliyoruz?. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 5 (3), 234-237. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sagakaderg/issue/42849/518183>

Jain A.K. ve Ross A. (2015). Bridging the Gap: from Biometrics to Forensics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370 (1674):20140254.

Kinnunen, T., & Li, H. (2010). An overview of text-independent speaker recognition: From features to supervectors. *Speech Communication*, 52(1), 12–40.
<https://doi.org/10.1016/j.specom.2009.08.009>

Manaswini, D., Ghanta, SSV., Manogna, TL., Kolakalapudi, LNK., Chaitanya, GK. ve Kumar, AD., (2023). A Survey of Forensic Applications using Digital Image Processing: Image Enhancement Case Study, 2023 7th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC), Erode, Hindistan, 2023, s. 696-702, doi: 10.1109/ICCMC56507.2023.10084079.

Mena J. (2011). *Machine Learning Forensics for Law Enforcement, Security, and Intelligence*: CRC Press.

Morrison, G. S., & Zhang, C. (2023). Forensic Voice Comparison: Overview. In *Encyclopedia of Forensic Sciences, Third Edition* (pp. 737–750). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823677-2.00130-6>

Mujtaba, G., Shuib, L., Raj, R. G., Rajandram, R., & Shaikh, K. (2016). Automatic Text Classification of ICD-10 Related CoD from Complex and Free Text Forensic Autopsy Reports. *2016 15th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)*, 1055–1058. <https://doi.org/10.1109/ICMLA.2016.0191>

Nair, P. C., Gupta, D., & Devi, B. I. (2020). A Survey of Text Mining Approaches, Techniques, and Tools on Discharge Summaries. In X. Gao, S. Tiwari, M. Trivedi, & K. Mishra (Eds.), *Advances in Computational Intelligence and Communication Technology* (pp. 331–348). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-15-1275-9_27

Özdemir, A., Saraydemir, O. T. Ş., & Koçer, H., (2014). Termal Görüntülemeye Polarite Değişiminin Yüz Tanıma Performansına Etkisi. 7. Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu. Ankara.

Pestian, J. P., Matykiewicz, P., Linn-Gust, M., South, B., Uzuner, O., Wiebe, J., Cohen, K. B., Hurdle, J., & Brew, C. (2012). Sentiment Analysis of Suicide Notes: A Shared Task. *Biomedical Informatics Insights, 5s1*, BII.S9042. <https://doi.org/10.4137/BII.S9042>

Ramial, H., Panchoo, S., & Pudaruth, S. (2015). Authorship Attribution Using Stylometry and Machine Learning Techniques. In S. Berretti, S. Thampi, & P. Srivastava (Eds.), *Intelligent Systems Technologies and Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing* (pp. 113–125). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-23036-8_10

Saini, K. ve Kaur, S., (2016). Forensic examination of computer-manipulated documents using image processing techniques, *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, Volume 6, Issue 3, Pages 317–322, ISSN 2090-536X, <https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2015.03.001>.

Saleem, S., Subhan, F., Naseer, N., Bais, A., & Imtiaz, A. (2020). Forensic speaker recognition: A new method based on extracting accent and language information from short utterances. *Forensic Science International: Digital Investigation*, 34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2020.300982>

Savova, G. K., Masanz, J. J., Ogren, P. V, Zheng, J., Sohn, S., Kipper-Schuler, K. C., & Chute, C. G. (2010). Mayo clinical Text Analysis and Knowledge Extraction System (cTAKES): architecture, component evaluation and applications. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 17(5), 507–513. <https://doi.org/10.1136/jamia.2009.001560>

Sreenu, G. ve Durai, M.A.S. (2019). Intelligent video surveillance: A review through deep learning techniques for crowd analysis, *J Big Data*, vol. 6, no. 48.

Suppa, A., Ascii, F., Saggio, G., Di Leo, P., Zarezadeh, Z., Ferrazzano, G., Ruoppolo, G., Berardelli, A., & Costantini, G. (2021). Voice Analysis with Machine Learning: One Step Closer to an Objective Diagnosis of Essential Tremor. *Movement Disorders*, 36(6), 1401–1410. <https://doi.org/10.1002/mds.28508>

Swaminathan, H., Grgicak, C. M., Medard, M., & Lun, D. S. (2015). NOC It: A computational method to infer the number of contributors to DNA samples analyzed by STR genotyping. *Forensic Science International: Genetics*, 16, 172–180. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.11.010>

Talandova, H., Kralik, L. ve Adamek, M., (2016). Determination of The Uncertainties and the Physiological Similarities of Family Members by Using the Biometric Device the Broadway 3D. *International Journal of Applied Engineering Research*. 11: 6373- 6375.

Tanrikut, C., (2019). Görüntü işlemede yüz tanıma temel bileşenler analizi ve doğrusal diskriminant analizi yöntemlerinin Android mobil uygulamada karşılaştırılması. Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi. İstanbul. Türkiye.

Taylor, D., Bright, J.-A., & Buckleton, J. (2014). Interpreting forensic DNA profiling evidence without specifying the number of contributors. *Forensic Science International: Genetics*, 13, 269-280. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.08.014>

Taylor, D., & Powers, D. (2016). Teaching artificial intelligence to read electropherograms. *Forensic Science International: Genetics*, 25, 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2016.07.013>

Thakur, R. ve Rohilla, R. (2020). Recent advances in digital image manipulation detection techniques: A brief review, *Forensic Science International*, vol. 312, no. 110311.

van Dijk, W. B., Fiolet, A. T. L., Schuit, E., Sammani, A., Groenhof, T. K. J., van der Graaf, R., de Vries, M. C., Alings, M., Schaap, J., Asselbergs, F. W., Grobbee, D. E., Groenwold, R. H. H., & Mosterd, A. (2021). Text-mining in electronic healthcare records can be used as efficient tool for screening and data collection in cardiovascular trials: a multicenter validation study. *Journal of Clinical Epidemiology*, 132, 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2020.11.014>

Verde, L., De Pietro, G., & Sannino, G. (2018). Voice Disorder Identification by Using Machine Learning Techniques. *IEEE Access*, 6, 16246–16255. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2816338>

Yu, C.-H., Ward, M. W., Morabito, M., & Ding, W. (2011). Crime Forecasting Using Data Mining Techniques. *2011 IEEE 11th International Conference on Data Mining Workshops*, 779–786. <https://doi.org/10.1109/ICDMW.2011.56>