

Adli tıpta yapay zekânın yeri

Dr. Timur Kaan Gündüz



1980 yılında İstanbul'da doğdu. İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesinden 2003 yılında mezun oldu. 2004 yılında Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumunda adli tıp uzmanlığı eğitimine başladı, 2008 senesinde adli tıp uzmanı oldu. 2008 yılından sonra aynı kurumda çeşitli birimlerde görev yaptı. Halen Adli Tıp Kurumu Adli Bilişim İhtisas Dairesi Başkanı olarak görev yapmaktadır.

Doç. Dr. Yalçın Büyük



1969 yılında Malatya'da doğdu. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi İngilizce Tıp Programından mezun oldu. Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesinde aile hekimliği ihtisasını tamamladı (2001). Aile hekimliği uzmanı olarak Elazığ Ana-Çocuk Sağlığı Merkezinde çalıştı. 2003 yılında Adli Tıp Kurumunda ihtisasını tamamlayarak Adli Tıp Uzmanı olarak 2009 yılına kadar Morg İhtisas Dairesinde çalıştı. 2009 yılında Başkan Yardımcısı olarak idari görevde çalışmaya başladı. Dr. Büyük 2013 yılından beri Adli Tıp Kurumu Başkanı olarak görev yapmaktadır.

Tüm pozitif bilimlerde olduğu gibi adli bilimler alanında da uzun zamandır bilgisayar bilimlerinden faydalanmak süreçlerin hızlanması ve kalitesinin artmasına yardımcı olmaktadır. Popüler kültürde resmedilen halinden oldukça farklı olarak yapay zekâ temelde matematik, istatistik ve bilgisayar bilimlerinin ilgi alanına girmekte iken basit iş akışlarından karmaşık laboratuvar analiz süreçlerine kadar makineler, hayatımızı kolaylaştırmaya, elde edilen sonuçların daha güvenilir, ölçülebilir ve tekrar edilebilir olmasına katkıda bulunmaya başlamıştır. Son yıllarda özellikle adından çokça bahsettiren makine öğrenmesi ve yapay zekâ teknolojileri artan oranda iş süreçlerinde kendilerine yer bulmakta ve gelecekte analiz ve süreç yönetimiyle ilgili olarak geliştirilecek sistemlerin niteliği hakkında yapılan öngörülerini haklı çıkarmaktadır (1). Çok farklı alanlarda kullanım imkânına sahip bu teknolojilerin altında yatan temel mantık, verilerden özellik çıkarma ve bu özelliklerin bir veri seti haline getirilmesi ve eğitilmesi aşamalarını kapsamaktadır. Elde edilen verilerin yeterli bir modele dönüştürülmesi ve nihayetinde bu modelin, kullanılması düşünülen alanda programlanacak yazılımlarda referans olarak kullanılması

ile karar verme, sapmaları eleme, fark edilemeyen nüansları bulma ve ayırım yapabilme yetenekleri elde edilmiş olmaktadır (2). Manuel olarak yapması çok zor ve zaman alan bu süreçlerde makineler oldukça başarılıdır (2, 3).

Adli bilimler alanında yapılan çalışmalara bakıldığında bu algoritmalar; ses analizi, görüntü analizi, kurgu-montaj analizi, parmak izi tespiti, görüntü tanıma (pornografi, silah, uyuşturucu, para vb.), yazı-yazar analizi, yara derecelendirme, ölüm sebebi, narkotik-uyuşturucu analizleri, DNA analizi, balistik incelemeler, ayak izi, sanık profillemesi, adli psikiyatri, boya/mürekkep analizi, imza ve el yazısı analizi, sosyal ağ analizi, intihal, mikroskopik incelemeler, adli antropoloji, dijital yeniden yüzlendirme ve adli tıpta oldukça fazla sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen yüz güldürücü sonuçlar elde edilememiş konu olan "ölüm zamanı/ölümden sonra geçen süre" tespitinde etkileyici sonuçlar vermektedir (4-7). Büyük oranda uzmanın tecrübesine bağlı olup, değerlendirme ve yorumun ön planda olduğu bir çok inceleme alanında (alet izlerinin belirlenmesi, mermi-kovan mukayesesi gibi) her geçen gün geliştirilen bilgisayar destekli görüntü mukayese sistemleriyle "silaha özgü

paternin (kalıbın) tespiti, tanınması" gibi süreçler dijitalleşmektedir. Oluşturulacak makine öğrenmesi algoritmaları bu değerlendirme ve karşılaştırma sürecinde operatörün karar aşamasında hızlı bir yardımcısı olacaktır.

Kanun ve yönetmeliklerde ya da literatürde henüz tanımlanmamış uyuşturucu ve keyif verici maddelerin aslında piyasaya sürülmelerinden sonra geçen bir süre bulunmakta ve bu süre içerisinde yapılan narkotik analizlerde tespit edilse dahi adının konulması süreci uzatabilmektedir. Bunun sebebi analizlerde kullanılan veri tabanlarının bu yeni uyuşturucuları içermemesidir. Ancak yapılan ölçümlerde mevcut verilerle geliştirilen bir makine öğrenmesi algoritmasının kullanılması durumunda, daha kısa sürede bu yeni maddelerin tespit edilmesi ve hatta geriye dönük olarak bu maddelerin taranması, bu arada gözden kaçması muhtemel başkaca maddelerin de tespitinde fayda sağlayacaktır (8, 9). Yapay sinir ağları kullanarak DNA metilasyonundan yaş tespiti, DNA sekans analizinin hızlandırılması, olay yerinden elde edilen biyolojik materyallerin sınıflandırılması gibi birçok alanda çalışmalar yürütülmekte, DNA analizinden elde edilen verilerin anlamlandırılması





Yapay zekâ teknolojileri adli bilişim alanında da halihazırda sıklıkla kullanılmaktadır. Veri içeren delillerdeki metinlerde belli anahtar kelimelerin aranması, indekslenmesi geçmişte ve halen iş akış süreçlerinde işlenen görevlerdendir. Ancak suç türü ile ilgili hangi kelimelerin, hangi cümle yapılarının daha önemli olduğu, organize suç faillerinin ortak özelliklerinin belirlenmesi, davranış kalıplarının (paternlerinin), duygu durumlarının tespiti, bir metnin kimin elinden çıktığının analizinin klasik yöntemlerle yapılması çok fazla zaman almaktadır.

ve önceden tespit edilemeyen ilişki ve öznitelikleri ortaya konulması açısından yapay zekâ uygulamaları önem kazanmaktadır (7, 10, 11).

Şüpheli mektuplar, dava konusu senetler, reddedilen imzalar günümüzde adli belge ve imza inceleme uzmanlarıncaya detaylı analizlere tabi tutulmakta, harflerin birbirleri ile ilişkileri, kalem hareket hızı, yönü, mürekkep ve kâğıdın öznitelikleri, sembollerin kesişmeleri, başlangıç ve bitiş noktaları gibi birçok detay araştırılmaktadır. Bu yorucu ve dikkat gerektiren incelemelerde, verilerin dijital hale çevrilmesi ve öznitelikleri ağırlıklandırılması aynı görüntü karşılaştırmada olduğu gibi istatistiksel sonuçlar elde edilmesini ve tekrar edilebilirliği sağlayacaktır (12-14). Görüntü ve ses verilerinin anlık değişimlerini kayıt cihazları ile tespit etmek mümkün olsa da, şüphelilerle yapılan psikiyatrik görüşmelerde hangi soruya hangi tepkinin verilebileceğini, soruların oluşturduğu stresin kimin üzerinde nasıl etki yaratacağını kestirmek yıllardır yalan makinesi testleri ile ilgili yapılan eleştirilerin odak noktası olmuştur. Ancak günümüzde uygulayıcı bağımlı olan bu testlerin aslında daha objektif ve ölçülebilir analizlerini yapmak makine öğrenmesi algoritmaları ile mümkün olabilmektedir (15).

Yapay zekâ teknolojileri adli bilişim alanında da halihazırda sıklıkla kullanılmaktadır. Veri içeren delillerdeki metinlerde belli anahtar kelimelerin aranması, indekslenmesi geçmişte ve halen iş akış süreçlerinde işlenen görevlerden-

dir (16). Ancak suç türü ile ilgili hangi kelimelerin, hangi cümle yapılarının daha önemli olduğu, organize suç faillerinin ortak özelliklerinin belirlenmesi, davranış kalıplarının paternlerinin, duygu durumlarının tespiti, bir metnin kimin elinden çıktığının analizinin klasik yöntemlerle yapılması çok fazla zaman almaktadır. Milyonlarca doküman içerisinden hangisinin soruşturmaya ışık tutacağını tespit etmek samanlıkta iğne aramaya benzer. Multimedya dosyalarının incelenmesinde kimin ne söylediğini, söyleyenin kim olduğunu, görüntülerin içeriğinde insanların, aranan özel nesnelerin olup olmadığı, birbirleri ile ilgisi olmadığı düşünülen şüphelilerin aslında ne ölçüde sosyal bağlantılı olduğu delillere bakış açımızı değiştirmektedir (17-19).

Konuşmacı tanıma ve görüntü karşılaştırmada uzun zamandır kullanılan örüntü tanıma teknolojileri kendilerini yavaş yavaş makine öğrenmesi algoritmalarına bırakmaktadır. Yapılan günlük analizlerin dışında eğitilen konuşmacı ve imaj modeli bilinen suçluların tespitini kolaylaştırmakta, suçların tekrarının önlenmesini sağlamakta, yasalar imkan verdiğinde bir üstünlük sağlayacak gibi görünse de, bu teknolojinin bir veri bankası gibi kullanılabilme potansiyeli uzun süredir farklı görüşlere konu olmaktadır (4, 5). Adli histopatolojik incelemelerde hücre şekillerinin, tiplerinin otomatik analiz edilmesi, patolojik koşullar ile sağlıklı yapıların ayırt edilmesi, aynı radyolojide olduğu gibi uzun zamandır bu alanlarda geliştirilmiş yazılımlar sayesinde mümkün olmaktadır.



Piyeslerin taranarak dijital hale getirilmesi meşakkatli bir süreç olsa da, elde edilen veri setlerinin kullanım alanları arttıkça, elde edilen başarılar bu alanda da makinelerin söz sahibi olacağını göstermektedir (20-22).

Adli tıp alanında yaralanmaların türlerinin tespitinde, çekilen radyolojik incelemelerin değerlendirilmesi ve sınıflandırılmasında, yaş ve cinsiyet tespitinde, cinsel saldırı vakalarından elde edilen görüntülerin ayırımında, ölüm sebebi ve malpraktis vakalarında etmenlerle sonuç arasında korelasyon kurulmasında, kan lekesi model analizinde, adli dış hekimliğinde ve kimliklendirmede, 3 boyutlu yeniden yüzleştirme ile diğer örüntü tanıma ve istatistiksel sınıflandırma temelli bütün konularda kullanılması muhtemeldir (23, 24). Özellikle uygulayıcının sübjektif değerlendirmesine bağlı olan ve her bir kullanıcı tarafından farklı değerlendirmeler kaynaklı benzer olgularda farklı sonuçların bildirilmesi ihtimali bulunan adli bilimlerin bazı alt disiplinleri için makine öğrenmesiyle oluşturulacak algoritmalar kararlarda standardizasyon ve objektiviteye katkı sağlayacaktır. COVID-19 pandemisi sürecinde tekrar tartışılmaya başlayan yüksek riskli otopsi olgularında çalışan sağlığı konusu "virtopsi" uygulamasını gündeme taşımıştır. Radyolojik görüntüleme sistemlerinde yaşanan gelişmeler patolojik bulguların daha iyi görüntülenmesine imkan tanımakta, otopsi sayılarının yüksek olduğu merkezlerde oluşturulacak veri havuzu da farklı olgu tiplerinde "virtopsi verilerinden ölüm sebebi" tespitine yönelik algoritmaların geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

Önümüzdeki günlerde adından daha da çok bahsettirecek olan yapay zekâ

teknolojilerinin adli bilimlerde kullanımı elbette beraberinde bazı hukuki ve etik soruları da getirmektedir. Yakın zamanda ilgi alanı olan "deepfake" görüntülerin, olmayan insanlara ait kimliklerin, oluşturulmuş ses kayıtlarının ve özetle yapay zekânın adli bilim alanlarında ne kadar problem oluşturacağı da merak konusu olmakta, yapılan analizlerin ne kadar etik ve güvenli olduğu, ne' itibarıyla bir kapalı kutu olan bu algoritmaların tarafsız ve ön yargısız olduğunun ispatı ve doğal olarak hukuki olarak düzenlenmeler yapılması gündeme gelecektir. Hekimler gibi yapay zekâ algoritmalarını geliştiren yazılım şirketlerinin de malpraktis sigortası yaptırmaya ihtimali çok da uzak görünmemektedir (25, 26).

Kaynaklar

- 1) Carriquiry A, Hofmann H, Tai XH, VanderPlas S. *Machine Learning in Forensic Applications. Significance*. 2019;16 (2):29-35.
- 2) Michie D, Spiegelhalter DJ, Taylor CC. *Machine Learning, Neural and Statistical Classification*. 1994.
- 3) Kearns MJ. *The Computational Complexity of Machine Learning*: MIT press; 1990.
- 4) Padmanabhan J, Johnson Premkumar MJ. *Machine Learning in Automatic Speech Recognition: A Survey. IETE Technical Review*. 2015;32 (4):240-51.
- 5) Zeng J, Zeng J, Qiu X, editors. *Deep Learning Based Forensic Face Verification in Videos*. 2017 *International Conference on Progress in Informatics and Computing (PIC)*; 2017: IEEE.
- 6) Moreira DC, Fecine JM, editors. *A Machine Learning-Based Forensic Discriminator of Pornographic and Bikini Images*. 2018 *International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*; 2018: IEEE.
- 7) Hunter P. *Uncharted Waters: Next Generation Sequencing and Machine Learning Software Allow Forensic Science to Expand into Phenotype Prediction from DNA Samples. EMBO Reports*. 2018;19 (3):e45810.
- 8) Lin H, Luo Y, Sun Q, Deng K, Chen Y, Wang Z, et al. *Determination of Causes of Death via Spectrochemical Analysis of Forensic Autopsies Based Pulmonary Edema Fluid Samples with Deep Learning Algorithm. Journal of biophotonics*. 2020;13 (4):e201960144.

9) Howley T, Madden MG, O'Connell M-L, Ryder AG. *Investigation into the Use of PCA with Machine Learning for the Identification of Narcotics Based on Raman Spectroscopy. AICS'05*. 2005:277.

10) Vidaki A, Ballard D, Aliferi A, Miller TH, Barron LP, Court DS. *DNA Methylation-Based Forensic Age Prediction Using Artificial Neural Networks and Next Generation Sequencing. Forensic Science International: Genetics*. 2017;28:225-36.

11) Aliferi A, Ballard D, Gallidabino MD, Thurtle H, Barron L, Court DS. *DNA Methylation-Based Age Prediction Using Massively Parallel Sequencing Data and Multiple Machine Learning Models. Forensic Science International: Genetics*. 2018;37:215-26.

12) Ramnial H, Panchoo S, Pudaruth S. *Authorship Attribution Using Stylometry and Machine Learning Techniques. Intelligent Systems Technologies and Applications: Springer*; 2016. p. 113-25.

13) Joshi P, Agarwal A, Dhavale A, Suryavanshi R, Kodoliker S. *Handwriting Analysis for Detection of Personality Traits Using Machine Learning Approach. International Journal of Computer Applications*. 2015;130 (15).

14) Impedovo D, Pirlo G. *Dynamic Handwriting Analysis for the Assessment of Neurodegenerative Diseases: a Pattern Recognition Perspective. IEEE Reviews in Biomedical Engineering*. 2018;12:209-20.

15) Orrù G, Monaro M, Conversano C, Gemignani A, Sartori G. *Machine Learning in Psychometrics and Psychological Research. Frontiers in Psychology*. 2020;10:2970.

16) Casey E. *Handbook of Digital Forensics and Investigation: Academic Press*; 2009.

17) Guarino A. *Digital Forensics as a Big Data Challenge. ISSE 2013 Securing Electronic Business Processes: Springer*; 2013. p. 197-203.

18) Qadir AM, Varol A, editors. *The Role of Machine Learning in Digital Forensics. 2020 8th International Symposium on Digital Forensics and Security (ISDFS); 2020: IEEE*.

19) Tallón-Ballesteros AJ, Riquelme JC. *Data Mining Methods Applied to a Digital Forensics Task for Supervised Machine Learning. Computational Intelligence in Digital Forensics: Forensic Investigation and Applications: Springer*; 2014. p. 413-28.

20) Janowczyk A, Madabhushi A. *Deep Learning for Digital Pathology Image Analysis: A Comprehensive Tutorial with Selected Use Cases. Journal of Pathology Informatics*. 2016;7.

21) Saltz J, Gupta R, Hou L, Kurc T, Singh P, Nguyen V, et al. *Spatial Organization and Molecular Correlation of Tumor-Infiltrating Lymphocytes Using Deep Learning on Pathology Images. Cell reports*. 2018;23 (1):181-93. e7.

22) Wang S, Yang DM, Rong R, Zhan X, Xiao G. *Pathology Image Analysis Using Segmentation Deep Learning Algorithms. The American Journal of Pathology*. 2019;189 (9):1686-98.

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

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

25) Anderson M, Anderson SL. *Machine Ethics: Creating an Ethical Intelligent Agent. AI magazine*. 2007;28 (4):15-.

26) Deng B. *Machine Ethics: The Robot's Dilemma. Nature News*. 2015;523 (7558):24.