

DOI: 10.17986/blm.1661

Adli Tıp Bülteni 2023;28(3):224-228

# Yapay Zeka ve Adli Bilimler: Yayınların Bibliyometrik Analizi

## Artificial Intelligence and Forensic Sciences: A Bibliometric Analysis of Publications

© Halil İlhan Aydoğdu

Giresun Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adli Tıp Anabilim Dalı, Giresun, Türkiye

### ÖZ

**Amaç:** Adli bilimler özel uzmanlık gerektiren birçok dalı bünyesinde barındıran bir üst yapıdır. Son yıllarda hemen hemen adli bilimlerin tüm alanlarında yapay zeka ve makine öğrenmesi temelli uygulamalar üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Çalışmamızın amacı; yapay zeka ve makine öğrenmesi temelli programların adli bilimlerdeki araştırma/uygulama alanları ile ilgili trendleri belirleyerek konunun geleceği hakkında öngöründe bulunmak ve alanda çalışacak uzmanlara katkı sunmaktır.

**Yöntem:** 02/04/2023 tarihinde Web of Science veri tabanında “artificial intelligence/machine learning” ve “forensic/forensic science” anahtar sözcükleriyle “başlık veya özeti” içerecek şekilde arama yapıldığında 2001 ila 2023 arasındaki 229 sonuca ulaşıldı. Çalışmada basit frekans analizler IBM SPSS 23 paket programı ile yapılırken bibliyometrik analiz için R studio ve Vosviewer (versiyon 1.16.19) programları kullanıldı.

**Bulgular:** Kriterlere uygun 229 yayının olduğu, konu ile ilgili en çok çalışmanın 9 yayımla International Journal of Legal Medicine dergisinde yayınlandığı tespit edildi. En çok yayın yapılan ülkelerin 32 (%13,9) yayını ile Amerika Birleşik Devletleri, 30 (%13,04) yayını ile Çin Halk Cumhuriyeti, 23 (%10) yayını ile Hindistan olduğu tespit edildi. Yayınlarda en sık kullanılan anahtar kelimelerin “artificial intelligence” “deep learning” “machine learning” olduğu görüldü.

**Sonuç:** Bu çalışmada yapılan analiz sonuçları göstermektedir ki; yapay zeka ve makine öğrenmesi temelli sistemler adli bilimlerin birçok alanında son yıllarda gittikçe artan şekilde çalışma konusu olmaktadır. Makine öğrenmesi/yapay zeka programlarının geliştirilmesine paralel olarak adli bilimler/adli tıp pratiğinde bu uygulamaların kullanılması olası görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay zeka, makine öğrenmesi, adli bilimler, bibliyometrik analiz



**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Halil İlhan Aydoğdu, Giresun Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adli Tıp Anabilim Dalı, Giresun, Türkiye  
**E-posta:** ilhanaydogdu@gmail.com  
**ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-5625-673X

**Geliş tarihi/Received:** 22.04.2023  
**Kabul tarihi/Accepted:** 08.06.2023

## ABSTRACT

**Objective:** Forensic science is a superstructure that encompasses many specialized fields that require expertise. In recent years, studies have been conducted on artificial intelligence and machine learning-based applications in almost all areas of forensic science. The aim of our study is to determine the trends related to the research/application areas of artificial intelligence and machine learning-based programs in forensic sciences and to make predictions about the future of the subject, and to contribute to the professionals working in the field.

**Methods:** When the Web of Science database was searched with the keywords “artificial intelligence/machine learning” and “forensic/forensic science” in the title or abstract between 2001-2023, 229 results were obtained. Simple frequency analyses were performed using IBM SPSS 23 software for the study, and R Studio and Vosviewer (version1.16.19) programs were used for bibliometric analysis.

**Results:** It was found that there were 229 publications meeting the criteria, and the most studies on the subject were published in the International Journal of Legal Medicine with 9 publications. The most frequently published countries were the United States with 32 (13.9%) publications, China with 30 (13.04%) publications, and India with 23 (10%) publications. The most commonly used keywords in the publications were “artificial intelligence”, “deep learning” and “machine learning”.

**Conclusion:** The results of this analysis show that artificial intelligence and machine learning-based systems have become increasingly studied in many areas of forensic science in recent years. As machine learning/artificial intelligence programs are developed, it is likely that these applications will be used in forensic science/forensic medicine practice.

**Keywords:** Artificial intelligence, machine learning, forensic sciences, bibliometric analysis

## GİRİŞ

Adli bilimler özel uzmanlık gerektiren birçok dalı bünyesinde barındıran bir üst yapıdır (1). Bu üst yapı, başta “adli patoloji”, “adli toksikoloji”, “adli genetik” ve “adli psikiyatri” olmak üzere; birçok bilim ve mesleğin “adli” konularını/disiplinlerini (adli arkeoloji, adli diş hekimliği, kriminalistik, tıp hukuku, adli mühendislik, adli hemşirelik, adli fizik, adli trafik, adli belge incelemeleri vb.) içermektedir (2).

Potansiyel suçun ve/veya suçlunun ortaya çıkarılmasında önemli bir bilirkişilik rolü bulunan adli bilimler uygulamalarında uzmanların sıklıkla teknoloji ve bilgisayar temelli programlardan yararlandığı bilinmektedir. Örneğin tarihsel süreçte soy bağıнын tespitinde genetik analizlerin kullanılması ile büyük bir adım atılmış ve gün geçtikçe hata payını en aza indirecek yeni analiz yöntemleri geliştirilmiştir (3). Bunun gibi birçok alanda hızla gelişen teknolojinin kullanımı oldukça yaygındır.

Son yıllarda en dikkat çekici çalışmalardan birisi de hemen hemen adli bilimlerin tüm alanlarında kullanımı araştırılan yapay zeka ve makine öğrenmesi temelli uygulamalardır (4).

Makine öğrenmesi bilgisayarların veri analizi ile algoritmaların ortaya konmasını inceleyen başta istatistik ve matematik bilimlerini kullanan çok disiplinli bir alandır (5).

Adli tıp ve adli bilimler alanlarında son yıllarda postmortem interval belirleme, silah paterni, atış mesafesinin saptanması ve kimliklendirme gibi birçok konuda makine öğrenmesi temelli çalışmalar yapılmaktadır (6).

### Bibliyometrik Analiz

Bibliyometrik analizlerin amacı, bir alandaki araştırmaların niceliksel özelliklerini ölçmek, bu alanda önde gelen araştırmacıları ve kurumları belirlemek, popüler konuları

ve trendleri tespit etmek ve hatta bu alandaki açık araştırma sorularını ortaya koymaktır.

Bu analiz; belirli bir konuda yapılan araştırmaların yıllara göre dağılımını, yayınlarda en çok kullanılan anahtar kelimeleri, dergi ve konferansları belirlemek, en çok atıf alan araştırmaları ve araştırmacıları tanımlamaya yaralamaktadır (7).

Birçok bilim alanında olduğu gibi adli tıp alanında da yayınların trendini ortaya koymak amaçlı bibliyometrik çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin yakın zamanda Zeybek ve ark. (8) tarafından ülkemizde adli tıp ile ilgili uluslararası yayınların bibliyometrik analizi ortaya konmuştur.

Çalışmamızın amacı; yapay zeka ve makine öğrenmesi temelli programların adli bilimlerdeki araştırma/uygulama alanlarını yapılan bilimsel çalışmalar aracılığı ile analiz etmek, güncel çalışmalar ve alt konu başlıkları hakkında bilgi toplamak, en sık uygulama alanlarını yıllara, ülkeye, yazara göre belirleyerek konu ile ilgili trendleri belirleyerek konunun geleceği hakkında öngöründe bulunmak, bu konularda hangi dergilerin ve yazarların öncü olduğunu göstermek ve alanda çalışacak uzmanlara katkı sunmaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

02/04/2023 tarihinde Web of Science veri tabanında “artificial intelligence/machine learning” ve “forensic/forensic science” anahtar sözlükleriyle “başlık veya özeti” içerecek şekilde arama yapıldığında 2001 ila 2023 yılları arasındaki 229 yayına ulaşıldı. Arama kriterlerine uyan yayınlara ait veri seti indirilerek R studio ve Vosviewer programlarında; yayınların yazarları, atıf sayıları, yayınlandıkları dergiler, yazarların ülkeleri ve çalıştıkları kurumları, kullanılan anahtar sözcükler ve özet içerikleri yönünden analiz edildi.

## İstatistiksel Analiz

Basit frekans analizleri IBM SPSS 23 paket programı ile yapıldı ve verilerin dağılımı grafikler ile gösterildi. İncelenen parametrelerin ilişki ağını ortaya koyan bibliyometrik analizler için R studio ve Voswiever (versiyon 1.16.19) programları kullanıldı. Verilerin ilişki ağının görselleştirilmesine yarayan bu programlar aracılığı ile oluşturulan haritalardaki objelerin büyüklüğü verinin tekrarlanma sıklığını, aralardaki çizgilerin kalınlığı ise ilişkinin yoğunluğunu göstermektedir.

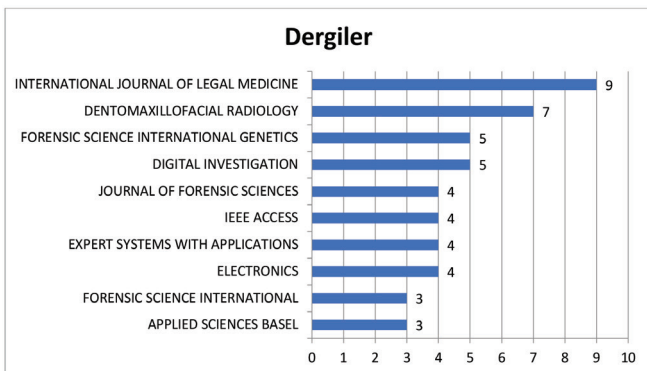
## BULGULAR

Web of Science veri tabanından elde edilen veri setinin analizinde 2001 ve 2023 yılları arasında arama kriterlerine uygun 229 yayın olduğu tespit edildi. Yayınların 2001-2022 yılları arasındaki dağılımı Grafik 1'de gösterilmiştir. 2023 yılının ilk 3 ayında ise 11 yayın olduğu tespit edildi (Grafik 1).

Konu ile ilgili en çok çalışma 9 yayınlı International Journal of Legal Medicine dergisinde, bunu takiben 7 yayınlı Dentomaxillofacial Radiology dergisinde 5'er yayınlı Forensic Science International-Genetics ve Digital Investigation dergilerinde yayınlandığı görüldü. En çok çalışmanın yayınlandığı 10 dergi ve yayın sayıları Grafik 2'de gösterilmiştir. Yayınların 59 ayrı ülkeden hazırlanmış olduğu, en çok yayın yapılan ülkelerin 32 (%13,9) yayın ile Amerika Birleşik Devletleri (ABD), 30 (%13,04) yayın ile Çin Halk Cumhuriyeti, 23 (%10)



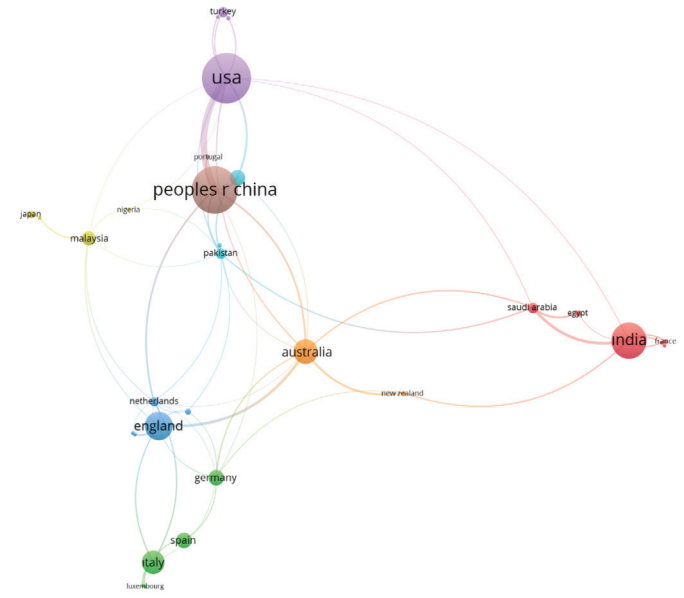
Grafik 1. Yayın sayısı dağılımı



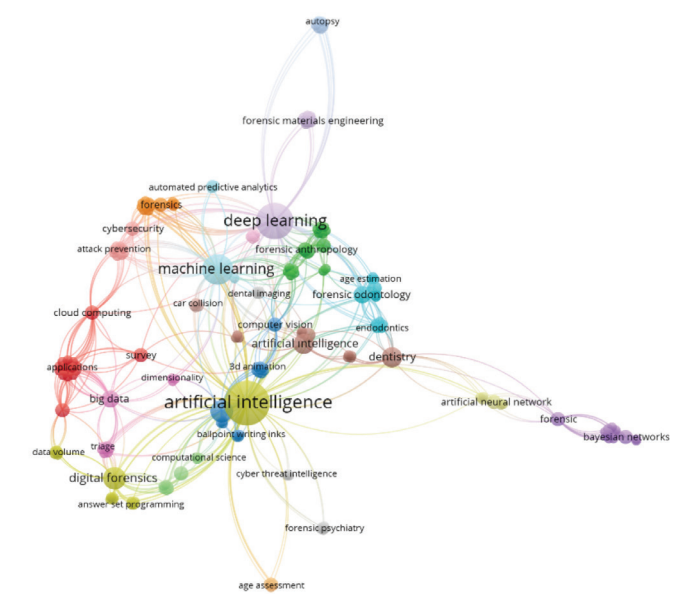
Grafik 2. Dergilerin dağılımı

yayınla Hindistan, 18 (%7,8) yayınlı İngiltere, 16 (%6,9) yayınlı Avustralya, 16 (%6,9) yayınlı İtalya, 10 (%4,3) yayınlı Almanya, 10 (%4,3) yayınlı Güney Kore, 10 (%4,3) yayınlı İspanya, 9 (%3,9) yayınlı Malezya olduğu 7'şer (%3,04) yayınlı Pakistan, Suudi Arabistan, Türkiye, 6'şar (%2,6) yayınlı Rusya ve Japonya olduğu tespit edildi (Şekil 1).

Yayınlarında en sık kullanılan anahtar kelimelerin "artificial intelligence" "deep learning" "machine learning" olduğu görüldü. Anahtar kelimelerin kullanım sıklığı ve birbiri ile olan analizi Şekil 2'de gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre erişim tarihinde yayın tarihinden itibaren yıllık olarak en çok atıf alan 10 çalışma tabloda gösterilmiştir (Tablo 1).



Şekil 1. Çalışmanın yapıldığı ülkelerin dağılım ve ilişkisi



Şekil 2. Anahtar kelimelerin dağılım ve ilişkisi

Tablo 1. En çok atıf alan çalışmalar (yıllık ortalama olarak)

Makale	Yazarlar	Dergi	Yıl	Yıllık ortalama atıf sayısı	Toplam atıf sayısı
Impacts of increasing volume of digital forensic data: A survey and future research challenges	Darren Quick, Kim-Kwang Raymond Choo	Digital Investigation	2014	14,1	141
Artificial intelligence for sex determination of skeletal remains: Application of a deep learning artificial neural network to human skulls	James Bewes et al.	Journal of Forensic and Legal Medicine	2019	8,2	41
Artificial intelligence system for automatic deciduous tooth detection and numbering in panoramic radiographs	Coruh Kılıc M et al.	Dentomaxillofacial Radiology	2021	7,6	23
Cervical vertebral maturation assessment on lateral cephalometric radiographs using artificial intelligence: comparison of machine learning classifier models	Hakan Amasya et al.	Dentomaxillofacial Radiology	2020	5,5	22
Use of Advanced Artificial Intelligence in Forensic Medicine, Forensic Anthropology and Clinical Anatomy	Andrej Thurzo et al.	Healthcare	2021	4,6	14
Digital whole-slide image analysis for automated diatom test in forensic cases of drowning using a convolutional neural network algorithm	Yuanyuan Zhou et al.	Forensic Science International	2019	4,0	20
Virtual Reality and 3D Animation in Forensic Visualization	Minhua Ma, Huiru Zheng, Harjinder Lallie	Forensic Science International	2010	2,4	34
Digital forensics and investigations meet artificial intelligence	Stefania Costantini, Giovanni De Gasperis, Raffaele Olivieri	Annals of Mathematics and Artificial Intelligence	2019	2,4	12
Image forensic signature for content authenticity analysis	Xiaofeng Wang, Jianru Xue, Zhenqiang Zheng, Zhenli Liu, Ning Li	Journal of Visual Communication and Image Representation	2012	2,3	28
Teaching artificial intelligence to read electropherograms	Duncan Taylor, David Powers	Forensic Science International: Genetics	2016	1,50	12

## TARTIŞMA

Belirli bir konudaki yapılmış yayınların sistematik analizinin yapılmasına yarayan bibliyometrik analizler, çalışmaların trendini, yazar, ülke atıf, anahtar kelime dağılımına ilişkin analizler sunmaktadır.

Bu çalışma son dönemde oldukça popüler bir konu haline gelen yapay zeka ve makine öğrenmesi ile ilgili adli bilimler alanındaki yayınların analizi amacıyla yapılmış olup en dikkat çekici verilerden birisi; yıllara göre dağılımdır. Çalışmamız verileri yayınların özellikle 2020 yılı ve sonrasında artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Yapay zeka ve makine öğrenmesi ile ilgili teknolojik ilerlemeler ile son yıllarda adli bilimler alanında da birçok çalışma yapılmıştır. Yapay zeka ile ilgili tıbbın başka alanlarında yapılan bibliyometrik analizler de çalışmaların son yıllardaki artışını ortaya koymaktadır (9,10). Bu noktada çalışmamızdaki adli bilimler alanı ile ilgili sonucumuz literatürle uyumludur.

Analiz sonucumuz yapılan çalışmalarda öne çıkan ülkelerin ABD Çin Halk Cumhuriyeti ve Hindistan olduğunu göstermektedir. Dünya nüfusunun önemli bir bölümünü oluşturan ve yüksek öğrenim sistemleri oldukça gelişmiş durumda olan bu ülkeler yapay zeka teknolojilerine ciddi yatırım yapmaktadır. Bu nedenle bu ülkelerden çok sayıda bilimsel yayın yapıldığı düşüncesindeyiz.

Şekil 2'de gösterilen anahtar kelimelerin sıklık ve dağılımı incelendiğinde; yoğun olarak yapay zeka, derin öğrenme, makine öğrenmesi kelimelerinin kullanıldığı, bunların yanı sıra özellikle adli bilimler alanı için spesifik olan; yaş tayini, adli psikiyatri, otopsi, adli odontoloji, 3D animasyon, adli antropoloji, siber güvenlik anahtar kelimeleri ile yapılan çalışmaların başı çektiği görüldü. Bu durum; adli bilimler alanında özellikle otopsi bulguları yorumlanması, ölüm sebebi tahmini, kimliklendirme, adli bilişim konularında çalışmaların yoğunlaştığını göstermektedir.

Son yıllarda adli tıp araştırmacıları, yüz tanıma, yaş ve cinsiyet belirleme, DNA analizi, ölüm sonrası aralık tahmini, yaralanma ve ölüm nedeni belirleme gibi yapay zeka teknolojilerine dayalı birçok çalışma yürütölmektedir (11). Kimliklendirme konusunda ve özellikle adli odontoloji alanında yapay zeka ve makine öğrenmesi temelli çalışmalar mevcuttur (12).

Geleneksel yöntemlerdeki sınırlılıkların aşılması, toksikolojik analizler, patolojik değişimlerin yorumu, ölüm zamanı tespiti başta olmak üzere birçok konuda yapay zekanın kilit rol oynayacağı alanlardır (13).

Günümüzde halen adli tıbbın en zorlu konularından birisi olan post mortem interval (PMI) tayini ile ilgili olarak da özellikle mikrobiyomların analizi ve metageomik analizler ile PMI tahmini yapan uygulamalar üzerine çalışmalar bulunmaktadır (14,15).

Bunların yanı sıra yerel yasalara göre uygulamanın ülkeden ülkeye farklılık gösterdiği zihinsel engelli veya akıl hastalığı olan bir kişinin toplumdaki tehlikesini değerlendirmek için adli psikiyatride yapay zeka tabanlı çalışmalar mevcuttur (16). Bu örnekler gibi adli bilimlerin ilgilendiği birçok alanda da çalışmaların varlığı dikkat çekicidir.

### Çalışmanın Kısıtlılıkları

Konu ile ilgili literatüre sadece Web of Science veri tabanından ulaşılması çalışmanın en büyük kısıtlılığıdır.

## SONUÇ

Bu çalışmada yapılan analiz sonuçları göstermektedir ki; yapay zeka ve makine öğrenmesi temelli sistemler adli bilimlerin birçok alanında son yıllarda gittikçe artan şekilde çalışma konusu olmaktadır. Makine öğrenmesi/yapay zeka programlarının geliştirilmesine paralel olarak günlük adli tıp ve adli bilimler pratiğinde bu uygulamaların kullanılması olası görölmektedir. Halen mevcut bilimsel veriler ışığında aydınlatılması güç olan birçok konuda bu uygulamalar sayesinde uzmanlara daha etkili bir analiz imkanı doğacaktır. Ancak halen bu sistemlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Yine de heyecan verici olan gelişmeler ışığında bu çalışmada yapılan bibliyometrik analiz sonuçları çalışmalara dair trendi göstermektedir.

## ETİK

**Etik Kurul Onayı:** Bu çalışma için Giresun Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu'ndan 10.04.2023 tarih 10.04.2023/06 sayı ile izin alınmış olup Helsinki Bildirgesi kriterleri göz önünde bulundurulmuştur.

**Danışman Deđerlendirmesi:** Dış danışmanlarca değerlendirilmiştir.

**Finansal Destek:** Yazar tarafından finansal destek almadığı bildirilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Dođan MB. Problems with the Organization of Forensic Medicine and Non-Forensic Fields in Forensic Sciences in Turkey: Assessment with Two Reports. *The Bulletin of Legal Medicine*. 2022;27(1):66-77. <http://doi.org/10.17986/blm.1531>
- Koç S, Biçer Ü. Adli tıbbın tarihsel gelişimi, Türkiye'deki yapılanması ve sorunları. *Klinik Gelişim*. 2009;22:1-5. [https://klinikgelisim.org.tr/eskisayi/klinik\\_2009\\_22/01.pdf](https://klinikgelisim.org.tr/eskisayi/klinik_2009_22/01.pdf)
- Carracedo A. Forensic genetics: history. In: Siegel JA, Saukko PJ, Houck MM. *Encyclopedia of Forensic Sciences*, 2nd ed. MA, USA: Elsevier, Burlington; 2003. p. 206-210.
- Karie NM, KEBANDE VR, VENTER HS. Diverging deep learning cognitive computing techniques into cyber forensics. *Forensic Sci Int Synerg*. 2019;1:61-67. <http://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2019.03.006>.
- Mitchell TM. *Machine Learning*, 1st nd. New York: McGraw-Hill; 1997. p. 414. <https://www.cin.ufpe.br/~cavmj/Machine%20-%20Learning%20-%20Tom%20Mitchell.pdf>
- Turhan S, Tunç M, Dođu E, Balcı Y. Machine learning in forensic science and forensic medicine: Research on the literature. *J For Med*. 2022;36(1):1-7. <http://doi.org/10.5505/adlitip.2022.56198>
- De Battisti F, Salini S. Robust analysis of bibliometric data. *Statistical Methods and Applications*. 2013;22(2):269-283. <http://doi.org/10.1007/s10260-012-0217-0>
- Zeybek V, Karabađ G, Yavuz MS. Türkiye'den Adli Tıp Alanında Yapılmış Yayınların Bibliyometrik Analizi. *The Bulletin of Legal Medicine*. 2022;27(3):218-224. <http://doi.org/10.17986/blm.1587>
- El-Hajj VG, Gharios M, Edström E, Elmi-Terander A. Artificial Intelligence in Neurosurgery: A Bibliometric Analysis. *World Neurosurg*. 2023;171:152-158. <http://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.12.087>.
- Shen Z, Wu H, Chen Z, Hu J, Pan J, Kong J, et al. The Global Research of Artificial Intelligence on Prostate Cancer: A 22-Year Bibliometric Analysis. *Front Oncol*. 2022;12:843735. <http://doi.org/10.3389/fonc.2022.843735>.
- Fang YT, Lan Q, Xie T, Liu YF, Mei SY, Zhu BF. New Opportunities and Challenges for Forensic Medicine in the Era of Artificial Intelligence Technology. *Fa Yi Xue Za Zhi*. 2020;36(1):77-85. <http://doi.org/10.12116/j.issn.1004-5619.2020.01.016>
- Mohammad N, Ahmad R, Kurniawan A, Mohd Yusof MYP. Applications of contemporary artificial intelligence technology in forensic odontology as primary forensic identifier: A scoping review. *Front Artif Intell*. 2022;5:1049584. <http://doi.org/10.3389/frai.2022.1049584>
- Wankhade TD, Ingale SW, Mohite PM, Bankar NJ. Artificial Intelligence in Forensic Medicine and Toxicology: The Future of Forensic Medicine. *Cureus*. 2022;14(8):e28376. <http://doi.org/10.7759/cureus.28376>
- Wang Z, Zhang F, Wang L, Yuan H, Guan D, Zhao R. Advances in artificial intelligence-based microbiome for PMI estimation. *Front Microbiol*. 2022;13:1034051. <http://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1034051>
- Yuan H, Wang Z, Wang Z, Zhang F, Guan D, Zhao R. Trends in forensic microbiology: From classical methods to deep learning. *Front Microbiol*. 2023;14:1163741. <http://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1163741>
- Kudeikina I, Loseviča M, Gutorova NO. Legal and practical problems of use of artificial intelligence-based robots in forensic psychiatry. *Wiad Lek*. 2021;74(11 cz 2):3042-3047. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35029577/>