

ONKOLOJİ ALANINDA YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ

ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS IN ONCOLOGY

Betül AKALIN¹, Furkan ALP²¹ Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye² İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, onkoloji alanında yapay zekâ yöntemleri üzerine yapılan güncel 23 makale çalışması irdelenmiştir ve çalışmalarda kullanılan yapay zekâ yöntemleri ve doğruluk payları literatür özet tablosunda yer verilerek yapılacak diğer çalışmalara teorik bir zemin hazırlanması amaçlanmıştır. Yapay zekâ, son on yılda kanser de dâhil olmak üzere çeşitli tıbbi sorunların çözümüne önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. Yapay zekâ kanser araştırmalarının çeşitli alanlarında giderek daha fazla uygulanmaktadır. Günümüzde yapay zekâ metotları hekimlere karar verme, yöneticilere daha etkili hizmet sunmak ve maliyetleri en aza indirme, sağlık çalışanlarının iş yükünü azaltma ve hasta açısından doğruluğu yüksek hata oranı en az olan tedaviyi alma noktasında önemli ayrıcalıklar kazandırmaktadır. Bu derleme, iki kategoride değerlendirilebilir. Birincisi onkoloji alanında sık görülen hastalıklar ve günümüzde yapay zekânın onkoloji alanında kullanımı örneklerle desteklenmiştir. İkinci kategoride ise literatür özet tablosu içerisinde onkoloji alanında yapılan güncel 23 çalışma; yapay zekâ yöntemleri açısından kategorilere ayrılmış ve doğruluk oranları sunulmuştur. Hızla gelişen yapay zekâ teknolojisinin yakın gelecekte kanser alanında büyük bir etkiye sahip olmaya devam edeceği düşünülmektedir. Sonuç olarak, hekimlerin ve araştırmacıların sağlık hizmetlerindeki dijitalleşen yeni çağa ayak uydurmasının multidisipliner çalışma ve eğitim müfredatlarına yapay zekâ eğitim kurslarını dâhil etmeleri, yapay zekâ tabanlı klinik karar destek sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması ile kişiselleştirilmiş tıp, tanı ve tedavi aşamasında zaman kazanılması, hata oranının azaltılması, hasta ve çalışan memnuniyet ile hem maliyet etkin hem de kaliteli hizmet sunumu açısından önemli bir avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Onkoloji, Sağlık, Yapay Zekâ.

ABSTRACT

In this study, 23 current article studies on artificial intelligence methods in the field of oncology were examined and it was aimed to prepare a theoretical basis for other studies to be made by including artificial intelligence methods and accuracy rates used in the studies in the literature summary table. Artificial intelligence has contributed significantly to solving various medical problems, including cancer, over the past decade. Artificial intelligence is being applied more and more in various fields of cancer research. Today, artificial intelligence methods provide physicians with important privileges in making decisions, providing more effective service to managers and minimizing costs, reducing the workload of healthcare professionals, and receiving the treatment with the highest accuracy rate for the patient and the least error rate. This review can be evaluated in two categories. First of all, common diseases in the field of oncology and the use of artificial intelligence in the field of oncology are supported with examples. In the second category, 23 recent studies in the field of oncology in the literature summary table; artificial intelligence methods are divided into categories and accuracy rates are presented. It is thought that the rapidly developing artificial intelligence technology will continue to have a great impact in the field of cancer in the near future. As a result, it is thought that physicians and researchers should include artificial intelligence training courses in their multidisciplinary study and training curricula, keeping pace with the digitalizing new age in healthcare, with the widespread use of artificial intelligence-based clinical decision support systems, personalized medicine, time in diagnosis and treatment, reducing the error rate and it will provide an important advantage in terms of patient and employee satisfaction and both cost-effective and quality service delivery.

Keywords: Artificial Intelligence, Health, Oncology.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Furkan ALP, İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye, furkanalp@aydin.edu.tr

Bu makaleye atıf yapmak için / Cite this article: Akalın B, Alp F. (2022). Onkoloji Alanında Yapay Zeka Yöntemleri. *Gevher Nesibe Journal of Medical & Health Sciences*, 7(18), 81-92. <http://dx.doi.org/10.46648/gnj.387>

GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle yapay zekânın kullanım alanları oldukça yaygın hale gelmiştir. Bu alanlardan en önemlisi şüphesiz sağlık sektörüdür. Sağlık sektöründe teknoloji destekli sistemler olan; klinik karar destek sistemleri, yönetim bilgi sistemleri, uzman sistemler vb. doğru teşhis, doğru tedavi ve doğru bakım noktasında oldukça önemli hale gelmiştir (Akalin, B. 2020:110). Tedavi sonuçlarının hastalığa yönelik giderek daha fazla veri sunabilmesi sayesinde doğru teşhis ve bakım yollarına karar vermede hastaların klinik ve patolojik bulguları daha ayrıntılı incelenebilme olanağı sağlamıştır. Kanıta dayalı bakım noktasında yapay zekâ daha iyi klinik sonuçlar sunmakta, hasta bakım maliyetlerini azaltmakta ve en önemlisi hastalar kanıta dayalı bilgi kaynağı noktasında kuruma yüksek güven ve aidiyet hissetmeye başlamaktadır. Onkolojide yapay zekâ destekli klinik görüntülemeler, kanserli hastaların süreçlerinin takibinin yapılmasında oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaya başlamıştır (Karaçavuş, 2021).

Onkoloji; vücutta var olan tümörlerin oluşumu, nedenleri, tanısı, tedavisi ve kalıtımla ilişkisini inceleyen bilim dalıdır. Bu tümürlü oluşumlar "kanser" adını almaktadır. Kanser, vücut hücrelerinin kontrolsüz bir biçimde çoğalması sonucunda komşu dokuların etkilenerek kaynağını aldığı dokulardan daha uzak yerlere yayılması (metastaz) yoluyla oluşan bir hastalıktır (Fidan & Sarı & Kumrular, 2016). Kanserli hücreleri incelediği gibi kanserli olmayan hücreleri de inceler (Yıldız, 2015). Kanserde risk altında olan bireylerin saptanması ve erken tanı kanserin önlenmesi açısından önemli bir yere sahiptir. Kanserde tanı aşaması ne kadar erken olursa tedavi şansı da artmaktadır. Bu nedenle bireylerin kanser oluşumu açısından ne ölçüde risk altında olduklarını bilmeleri kanseri önlemede önemli bir faktördür. Kanserin nedeni kesin olarak bilinmemekle beraber olası nedenleri değiştirilebilir ve değiştirilemeyen etkenler olarak sınıflandırmak mümkündür (Açıkgöz & Yıldız 2017). Değiştirilemeyen etkenler; yaş, cinsiyet, genetik yatkınlık, etnik yapı, aile öyküsüdür. Değiştirilebilen etkenler ise; sigara ve alkol kullanımı, radyasyondan etkilenme, virüs bakteri gibi biyolojik ajanlar, bilinçsiz, aşırı veya yetersiz beslenme alışkanlıkları, yağlı ve yanmış yağ içeren besinler, gıdalardaki katkı maddeleri ve uzun süre güneş ışığına maruz kalma sayılabilir.

Dünyanın birçok ülkesinde kanser ikinci en sık ölüm nedeni olarak bilinmektedir (Beyhan, 2012). Kanser tanısının konulması birey, bireyin yakınları ve toplum nezdinde önemli psikolojik sorunları ve istihdam oluşumunun engellenmesi gibi büyük kayıpları da beraberinde getirmektedir. Teknolojinin hızlı bir şekilde gelişim göstermesi tedavinin başarısının artırılmasında önemli bir faktördür (Demircan, 2014). Bununla beraber tedavi başarısının artması tedavi maliyetlerinin yükselmesine de neden olabilmektedir. Gelecekte kanser vakalarının artması, tedavi maliyetlerine ciddi boyutta yansıtacağı tahmin edilmektedir. Kansere bağlı oluşan ölümler tüm ölümlerin %13'ünü oluşturmaktadır (Rzayeva, 2019). Bu vakaların %70'i az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde görülmektedir. Onkoloji (kanser) vakalarının kendi içerisinde alt dalları bulunmaktadır; Bunlar, cerrahi onkoloji, medikal onkoloji, radyasyon onkolojisi, pediatrik onkoloji ve jinekolojik onkolojidir. Cerrahi onkoloji; biyopsi işlemi ve tümörün çıkarılması için yapılan ameliyatları içerir. Medikal onkoloji; kemoterapi ilaçları konusunda uzmanlaşan onkoloji alanıdır. Radyasyon onkolojisi; radyoterapi konusunda uzmanlaşan onkoloji alanıdır. Pediatrik onkoloji; çocuklarda meydana gelen kanserin teşhis ve tedavisiyle ilgilenen onkoloji alanıdır. Jinekolojik onkoloji ise; kadın üreme organlarındaki kanserlerin tanı ve tedavisiyle ilgilenen onkoloji alanıdır.

Kanser tedavisinde kanserin türüne ve yayılımına bağlı olarak farklı birçok yöntem kullanılabilir. Kemoterapi, radyoterapi ve cerrahi yöntemler sıklıkla başvurulan yöntemlerden olmakla birlikte, hormon terapisi gibi farklı yaklaşımlardan da diğer yöntemleri destekleyici olarak yararlanılabilirken, tedavi yöntemleri tek başına veya birlikte de kullanılabilir (Tünel vd., 2012). Kanser tedavilerinde sıklıkla tercih edilen kemoterapinin amacı; vücuttaki normal hücrelere zarar vermeden tümör hücrelerinin, doğal ya da sentetik biyolojik ajanlar, kimyasal ajanlar ve hormonlar kullanılarak kontrolsüzce çoğalmasını engelleyerek, büyümeyi durdurarak sitotoksik (hücre öldürücü) etki elde etmektir. Kanser tanısı alan birey karışıklığı değişikliklerden dolayı kendini fiziksel, sosyal ve ruhsal açıdan tehdit altında hissedebilmektedir. Hastalığa ve tedavi sürecine bağlı olarak yaşanan olumsuzluklar bireylerin öz bakım gücünü etkilemektedir (Yıldırım & Çevik; 2010). Kemoterapide oluşabilecek sorunların bir kısmı önceden tedbir alınarak engellenebilir. Hasta bilgilendirilerek ve öz bakımına destek olunarak hastanın kemoterapiye bağlı yan etkiler ile baş etmesi sağlanabilir. Radyoterapi, kanser hücrelerinin tahrip edilmesi için iyonize ışınların kullanıldığı bir yöntemdir. Küratif radyoterapide kanser hücrelerinin sayılarının azaltılarak kontrol altına alınması hedeflenir. Radyoterapi vücudun belirli bir bölgesine uygulanabildiği gibi tüm vücudu hedef alacak şekilde de uygulanabilmektedir (Friedland vd., 2009). Cerrahi tedavi ise tek başına kullanılabileceği gibi radyoterapi ve kemoterapi ile beraber kullanılan bir yöntemdir (Stokes, 2018). Tanı aşamasında biyopsi amaçlı ve metastazın olmadığı durumlarda kanserli dokunun çıkarılmasında sıklıkla tercih edilmektedir. Diğer dokuların hasar görme ihtimalinin olduğu bazı durumlarda cerrahi öncesi kemoterapi ve radyoterapi ile kitlenin küçültülmesi tercih edilebilmektedir.

Görüldüğü üzere günümüzde yapay zekâ yöntemlerinin kullanım alanları sağlık sektöründe hızla artmaya devam etmektedir. (Yu & Beam & Kohane; 2018). Bu çalışmada, onkoloji alanında yapay zeka yöntemleri üzerine yapılan güncel 23 makale çalışması irdelenmiştir ve çalışmalarda kullanılan yapay zeka yöntemleri ve doğruluk payları literatür özet tablosunda yer verilerek yapılacak diğer çalışmalara yönelik teorik bir zemin hazırlanması amaçlanmıştır.

Tablo 1. Onkoloji Alanındaki Hastalıklar Çerçevesi

Hastalıklar	Hastalık Tanımı
Meme Kanseri	Meme kanseri dünya üzerinde kadınlarda görülebilen en yaygın kanser olarak bilinmektedir. Özellikle 40-44 yaş arasındaki kadınlarda kanserin görülme sıklığı 63.3/100.000'dir (Parlar vd., 2005). Meme kanseri yaşa bağlı olarak artmakta ve en yüksek vakaların menopoz sonrası gelişme gösterdiği görülmektedir.
Akciğer Kanseri	Akciğer kanseri eski zamanlarda sigara ile bağlantılı olarak değerlendirilirken günümüzde ise farklı genetik mutasyonların oluşum gösterdiği kompleks bir kanser çeşidi olarak karşımıza çıkmaktadır. Akciğer kanseri dünyada en yaygın görülen solid tümör oluşumlarının başında gelmektedir ve her sene yaklaşık 1.8 milyon birey akciğer kanserine yakalanmaktadır (Yılmaz, 2018).
Beyin Tümörü	Beyin tümörü, beyin içerisinde yer alan hücrelerin anormal bir şekilde büyümesi sonucu oluşan bir hastalıktır (Oktar, 2011). Beynin iç yüzeyinde oluşan Meningiom, en yaygın olarak görülen kötü huylu tümör oluşumudur.
Mesane Kanseri	Mesane kanseri dünyada en yaygın görülen 10 kanser vakalarından birisidir (Erkekoğlu, 2014).
Mide Kanseri	Mide kanserinin oluşumu genellikle erken aşamada belirti göstermemesi sebebiyle teşhisi zordur (Sun vd., 2018). Belirtiler görüldüğünde bireyler genellikle bu durumu ciddiye almamaktadır. Bu sebeple kanser vücut üzerinde sinsi bir şekilde ilerleyerek olumsuz durumlara sebep olabilmektedir.
Cilt Kanseri	Cilt hücrelerinin anormal bir şekilde büyüyerek gelişim göstermesi cilt kanserini ortaya çıkaran önemli bir durumdur. Bireylerde yaygın olarak güneşe ya da ultraviyole ışınlar maruz kalınan bölgelerde ortaya çıkabilmektedir. Cilt kanserinin oluşumu melanom ve non-melanom cilt kanseri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Dünya üzerinde yıllık olarak 2-3 milyon cilt kanseri tanısı konmaktadır (Lomas, 2012).
Jinekolojik Kanserler	Jinekolojik kanser vakaları genellikle serviks, over, uterus ya da vulvada yer alan hücrelerin anormal bir şekilde büyümesi ile oluşan kanser çeşididir (Güngördük vd., 2017). Jinekolojik kanser türlerinden serviks, over ve endometrium kanseri kadınlarda en yaygın olarak kendini gösteren vakalardır (Yılmaz & Coşkun & Taşkıran; 2016).
Kolorektal Kanserler	Kolon veya rektum bölgesinde oluşan kanser türleri kolorektal kanser olarak tanımlanmaktadır (Levin vd., 2018). Kolorektal kanseri gastrointestinal sistem kanserleri arasında görülebilen en yaygın kanser türüdür. Her sene dünya üzerinde 1 milyon kolorektal kanser tanısı konulmaktadır. Tüm kanser vakalarının %15'ini kolorektal kanser oluşturur.

1. YAPAY ZEKÂ KAVRAMI

Yapay zekâ (AI), son 10 yılda kanser de dâhil olmak üzere çeşitli biyomedikal sorunların çözümüne önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. Yapay zekânın oldukça esnek ve otomatik özellik çıkarımını destekleyen bir alt alanı olan derin öğrenme, hem temel hem de klinik kanser araştırmalarının çeşitli alanlarında giderek daha fazla uygulanmaktadır (Coşkun & Gülleroğlu, 2021). Yapay zekâ sınıflandırması içerisindeki diğer araçlar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 1. Yapay Zekânın Sınıflandırması (Çilhoroz & Işık; 2021)

Makine öğrenimi, bilgisayarların performansını iyileştirmek için matematiksel ve istatistiksel yaklaşımların uygulandığı bir yapay zekâ alt alanıdır (Karataş, 2021).

Derin öğrenme, çok katmanlı yapay sinir ağlarının çalışmasıyla karakterize edilen bir makine öğrenimi alt alanıdır (Dimiduk, 2018). "Derin öğrenme" terimi, çeşitli disiplinlerde mevcut sınıfının en iyisi makine öğrenimi algoritmalarına kıyasla performansta belirgin gelişmeler gösteren bir dizi yeni tekniği ifade eder.

Yapay sinir ağları, insan beyni içerisindeki fonksiyonlara dayalı nöronları oluşturur (Ersoy & Karal; 2012). Nöron çevresinden girdiler alır ve bir çıktı üretir. Çıktının sonucu olarak bağlantılı noktalara sinyal iletir. Sinir ağları, girdiler ile çalışarak çıktılar üretir ve zamanla bu yöntemi öğrenir. Böylece doğru sinyalleri üreten bağlantılar güçlenerek yanlış sinyaller engellenmiş olur.

Uzman sistemler, gündelik zamanlarda sağlık profesyonellerine yardımcı olabilmek için uzman bilgi ve becerilerine ve akıl yürütme yöntemlerine sahip sistemleri ifade etmektedir. Doğal dil işleme, makinelerin kullanıldığı, dili anlama, analiz etme ve değerlendirme aşamalarını oluşturmaktadır. Bu yöntemlerin haricinde akıllı erişim uygulamaları, robotik uygulamalar ve otomatik programlama teknikleri kullanılmaktadır.

2. ONKOLOJİ ALANINDA YAPAY ZEKÂ

Yapay zekâ, kanser hastalıklarının otomatik teşhisinde uzman personele yardımcı olmasının yanı sıra kronik sağlık sorunları veya engelleri olan kişilerin kendi semptomlarını değerlendirmelerine imkân vererek bu kişilerin bağımsızlığını ve yaşam kalitesini artırabilecek uygulama alanlarına da sahiptir. Yapay zekânın yüksek potansiyele sahip uygulama alanlarından bir diğeri de hastalık gelişim riskini değerlendirebilecek teknikler kullanarak hastalıkları önleme üzerinedir. Öyle ki günümüzde onkoloji alanında yapay zekâ uygulamalarında birtakım örnekler görülmektedir. Birçok kanser türünün sınıflandırılmasında tümör oluşumlarını otomatik bir şekilde sınıflandırmak için CNN, LDCT, RECIST, CAD, GAN, Destek Vektör Makinesi, Rastgele Orman Yöntemi, Lojistik Regresyon Yöntemi vs. gibi yapay zekâ metotları kullanılmıştır. Bu yöntemlerin tanımlarına aşağıda yer verilmiştir;

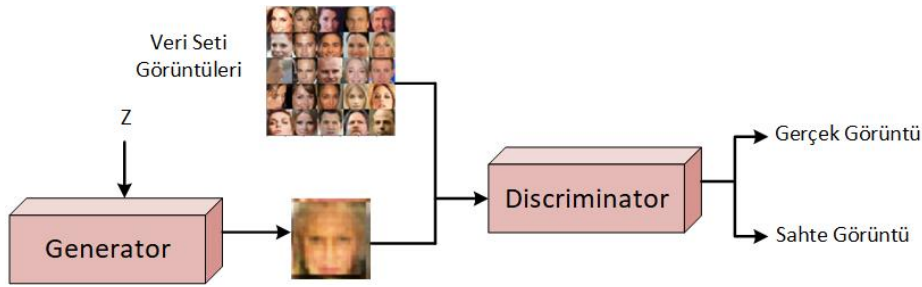
Evrışimli Sinir Ağları (CNN): Evrışimli sinir ağları (CNN) belirlenmiş verileri işleyerek bir sonuç elde etmek amacıyla uygulanan bir makine öğrenmesidir. Verileri sınıflandırma, tespit etme ve analiz etme gibi önemli sonuçları gösterdiğinden oldukça yaygın olarak kullanılan bir modeldir. CNN'ler, mevcut verilerden temsili karmaşık özellikleri öğrenerek, tümör segmentasyon sürecini çok daha basit ve daha doğru hale getirmektedir. CNN'lerin diğer yöntemlere göre en büyük avantajı, kanseri tarama noktasında otomatik olarak tanımlama yeteneklerinin olmasıdır.

Düşük Doz Bilgisayarlı Tomografi: Akciğer Kanseri Görüntüleme (LDCT): Onkoloji alanında kullanılan birtakım yapay zekâ yöntemleri vardır. Bu yöntemler kanserin alanına göre farklılık göstermektedir. En yeni akciğer kanseri görüntüleme (LDCT) tarayıcıları, görüntülerin çok hızlı bir şekilde işlenmesini sağlar. Birleştirilen görüntüler, çok küçük tümörleri bile belirleyebilecek kadar açıktır. Akciğer kanseri görüntüleme (LDCT) tarayıcıları ile akciğer Kanseri daha erken yaşta saptanması sebebiyle hastalığın önüne geçilmesi konusunda önemli adımlar atılmıştır ve tedavi sonucunda sağ kalım oranı sonuçları daha iyi çıkmıştır (Bi vd., 2019).

Solid Tümör Yanıt Değerlendirme Kriterleri (RECIST): Katı tümörlerde yanıt değerlendirme kriterleri (RECIST), kanser hastalarında tümörlerin tedavi sırasında ne zaman iyileştiğini, aynı kaldığını veya kötüleştiğini tanımlayan bir dizi yayınlanmış kuraldır. RECIST spesifikasyonu, ölçülebilir lezyonlar için minimum bir boyut belirler, izlenecek lezyonların sayısını sınırlar ve tek boyutlu ölçümleri standartlaştırır (Yakupoğlu, 2019). Beyin tümörü açısından bakıldığında; bir kanser teşhisi konulduğunda, tedavi protokolüne karar vermek için tümör hacminin analizi çok önemlidir. Özellikle tümör teşhisine benzer şekilde tümör segmentasyonu geleneksel olarak oldukça zaman almakta olduğu tespit edilmiştir. Yapay zekanın bir ürünü olan RECIST (Response Evaluation Criteria in Solid Tumours), radyologlar tarafından tümör boyutunun lineer ölçümü için kullanılan en yaygın yöntemdir.

Bilgisayar Destekli Tanı Programı (CAD): Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde bilgisayarlar algılama işlemi yapabilmekte, uzmanlara yardımcı olabilmektedir. Bu sistemlere Bilgisayar Destekli Tanı (CAD) Sistemleri denilmektedir. Gelişmiş görüntü analizi gerektiren CAD sistemleri verilerin ön işleminden geçirilmesi, öznelik çıkarma, özneliklerin indirgenmesi ve sınıflandırma gibi pek çok adımı içinde barındıran karmaşık bir sürece sahiptir. CAD (Bilgisayar destekli tanı) sistemleri, tıbbi görüntülerin yorumlanmasında doktorlara yardımcı olarak kullanılan sistemlerdir. Dolayısıyla böyle bir sistem, yanlış negatif (FN) ve yanlış pozitif (FP) tahminlerini azaltarak insan bağımlılığını azaltır, tanı oranını yükseltir ve toplam tedavi giderlerini azaltır (Bharati vd., 2006).

Düşman Sinir Ağları (GAN): Düşman Sinir Ağları (GAN), yapay zekâ dünyasında çok fazla potansiyel sunan sinir ağı teknolojisinde bir yapı türüdür (Shimizu & Nakayama; 2020). Düşman Sinir Ağları (GAN), genellikle iki düşman sinir ağına sahiptir. GAN modelleri ve yapıları toplanan veri kümelerinden yeni benzersiz veriler oluşturabilir. Yapılan çalışmalarda birçok farklı GAN modelleri görülmektedir.



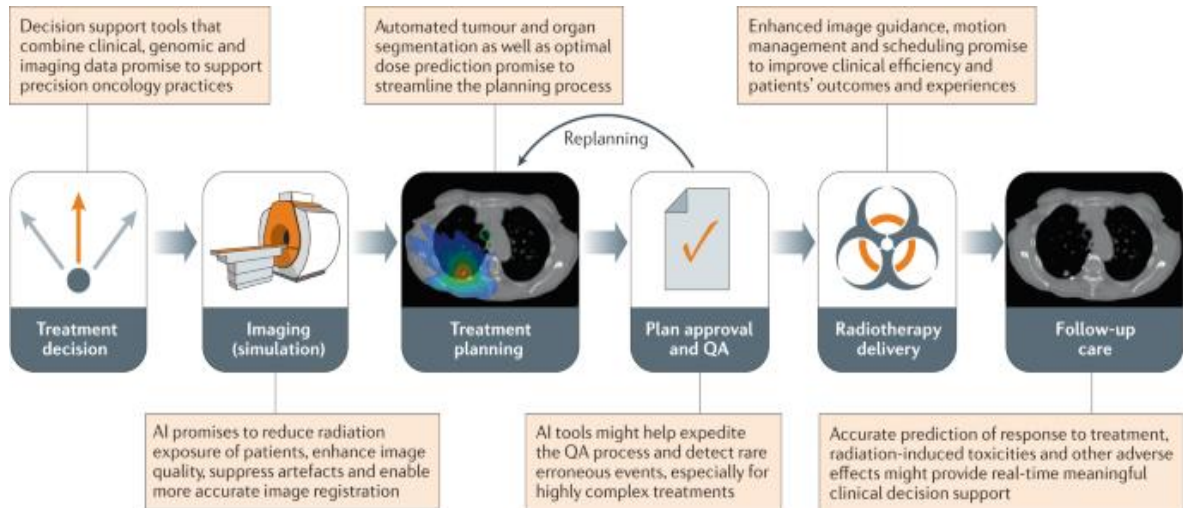
Şekil 2. Düşman Sinir Ağları Şematik Gösterimi (Radford & Metz & Chintala; 2015)

Destek Vektör Makinesi (SVM): “Destek Vektör Makinesi” (SVM), verilerin sınıflandırılması ya da regresyon analizleri için yaygın olarak kullanılan denetimli bir makine öğrenmesidir (Sevli, 2019). Bu sistemde her bir veri için belirli koordinat değerleri vardır ve bu koordinat değerleri n-boyutlu boşluk kadar noktalar çizilerek sınıflandırılır.

Rastgele Orman Yöntemi: Rastgele orman yöntemi Leo Breiman tarafından 2001 yılında bulunan bir yöntemdir (Ekelik & Altaş; 2019). Bu yöntemin diğer yöntemlerden farkı birden fazla karar ağacının birleşmesi ile oluşmasıdır. Veriler karar ağacına işlendikten sonra tüm tahminlerin ortalaması alınarak en doğru olabilecek bir tahmin metodu üretilir.

Lojistik Regresyon Yöntemi: Lojistik regresyon yönteminde bir bağımlı değişkenin birden çok bağımsız değişken ile arasındaki ilişkinin düzeyini açıklamaya yarayan bir analiz yöntemidir.

Yapay zekâ teknolojisinin kullanıldığı bir diğer önemli alan radyasyon onkolojisidir (Sağiroğlu & Demirezen; 2020). “Görüntüleme” radyasyon alanının büyük bölümünü oluşturmaktadır. Doz hesaplama algoritmaları için BT taramaları genel görüntüleme yapmaya devam etmektedir. Örneğin beyin lezyonlarının tedavisinde MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme) yöntemleri kullanılmaktadır. Buna istinaden beyin tümörlerinin daha hızlı tespit edilmesi ve doğru bir şekilde müdahalenin yapılması için daha iyi bir sistemin geliştirilmesi gerekmektedir (İşeri, 2014). Radyasyon onkolojisi ve meme kanseri alanında çoğunlukla geliştirilen ve uygulanan CAD sistemler, ilgilenilen anormallik türüne göre üç ana başlıkta incelenebilir. Bu yöntemler ise yapısal bozulma tespit yöntemleri, kitle tespit yöntemleri ve mikro kireçlenme yöntemleri olarak sıralanabilir. Bu yöntemlerde CAD sistemi genellikle görüntü iyileştirme, olasılıksal modelleme, çok ölçekli ayrıştırma metotları ve makine öğrenimi kullanılmaktadır. Birçok çalışmada bu metotlardan çok ölçekli ayrıştırma metotları ve makine öğrenmesi metotları kullanılarak görsel arayüze sahip bir yapay zekâ temelli bir yazılım gerçekleştirilmiştir (Şeker & Balık; 2017).



Şekil 3. Radyasyon Tedavisi İş Akışında Yapay Zeka Uygulamaları (Huynh vd., 2020)

Şeklin her adımında beklenen yapay zekâ (AI) uygulamalarının kısa açıklamalarıyla radyasyon tedavisi iş akışına genel bir bakış sağlamaktadır. İş akışı, hastayı radyasyon tedavisi ile tedavi etme kararı ile başlar, akabinde tedavi planlaması için tıbbi görüntülerin alındığı bir simülasyon oluşur. Diğer aşamada hastaya özel tedavi planı oluşturulur ve radyasyon hastaya verilmeden önce plan onay, gözden geçirme ve kalite güvence (QA) önlemlerine tabi tutulur. Son olarak hasta takibe alınır. Görüldüğü üzere yapay zekâ uygulaması, ilgili personelin verimliliğini ve tedavilerin kalitesini artırmakta ve klinik karar vermeye yardımcı olarak iyileştirmek için ek klinik bilgiler ve tedavi yanıtı tahminleri sağlamaktadır. Böylece kanserli hastalar için radyasyon tedavisinin olumlu sonuç verme olasılığı daha yüksek düzeye ulaşabilmektedir.

Radyasyon onkolojisinde yer alan aktörler radyasyon terapisti, radyasyon onkoloğu, sağlık profesyonelleri ve dozimetristlerdir (Huynh vd., 2020); Yapay zeka kullanımı ile radyasyon terapisti, tedavi sunumu ve hastalara geri dönüş noktasında daha avantajlı durumda olması beklenir, radyasyon onkoloğu karar verme süreçlerine yüksek düzeyde odaklanması ve hastalara daha fazla zaman ayırması muhtemeldir, sağlık profesyonelleri kalite süreçlerinin iyileştirilmesi noktasında daha avantajlı bir durumda yer alır ve dozimetristler karmaşık vakalara daha fazla odaklanarak sorunların çözümünde daha etkin durumda olacaklardır.

3. ONKOLOJİ ALANINDA YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ

Son yıllarda kanser oranlarındaki artış ile radyolog ve patoloğların iş yükleri artmaya başlamıştır. Bu yükü azaltmak ve teşhis doğruluğunu artırmak amacıyla makine öğrenimi, derin öğrenme vs. yöntemleri kullanılmaya başlamıştır. Çalışmanın bu kısmında onkoloji alanında yapay zekâ uygulamaları ile ilgili güncel 23 makale çalışmasına yer verilmiştir. Genel olarak yapılan çalışmalara bakıldığında yapay zekâ destekli algoritmaların hastalıkların teşhis ve tedavi edilmesinde doğruluk payını artırdığı ve hata oranını en aza indirdiği tespit edilmiştir (Tablo 2).

TARTIŞMA

Sağlık alanında büyük veri yönetimiyle hastalıkların teşhisi için yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bilim insanları tarafından yakın gelecekte yapay zekâ yazılımlarıyla çalışan bilgisayar programlarına, hastalar hakkındaki tüm muayene ve laboratuvar bulgularını girerek, tanı ve tedavi önerisi alınabilecek aşamaya geleceği öngörülmektedir (Pirim, 2006). Günümüzde yapay zeka metotları sağlık kurumlarında oldukça tercih edilebilen ve tedaviye hekimlere karar verme, yöneticilere daha etkili hizmet sunmak ve maliyetleri en aza indirme, sağlık çalışanlarının iş yükünü azaltma ve hasta açısından doğruluğu yüksek hata oranı en az olan tedaviyi alma noktasında yapılan çalışmalar literatür özet tablosunda özetlenerek gösterilmiştir. Bu çalışma, iki kategoride değerlendirilebilir. Birincisi literatür çalışmalarıdır. Burada onkoloji alanında sık görülen hastalıklar ve günümüzde yapay zekânın onkoloji alanında kullanımı örneklerle desteklenmiştir. İkinci kategoride ise literatür özet tablosu içerisinde onkoloji alanında yapılan 23 çalışma; yapay zeka yöntemleri açısından kategorilere ayrılarak verilmiştir. Bu tablodaki esas nokta, verilen çalışmalar içerisinde yapay zekâ yönteminin ne şekilde kullanıldığı ve doğruluk payının ne olduğu ileride yapılacak çalışmalara yol göstermek açısından özetlenerek gösterilmiştir. Onkoloji alanına entegre edildiğinde literatür özet tablosunda yer alan çalışmalar başta tıp olmak üzere pek çok önemli sorunların çözümünde başarılı bir şekilde kullanılabilir.

Yapay zekâ yöntemleri incelendiğinde; evrimsel sinir ağları (CNN) cilt lezyonlarının tanı ve tedavisinde, baş ve boyun kanseri radyomik görüntülerinde ve derin öğrenmenin daha önce çözülemez olduğu düşünülen sorunları CNN algoritması ile verimli bir şekilde çözüme kullanılmaktadır. Akciğer kanseri görüntüleme programı (LDCT) ile özellikle sigara içen bireylerin kansere yakalanma riskinin ve kanser oluşumunun ne düzeyde olduğu araştırılmıştır. Bilgisayar destekli tanı (CAD) yapay zekâ teknolojisinin en yaygın kullanıldığı yöntemlerden biridir. Çalışma onkoloji alanında tıbbi yapay zekâ uygulamalarının mevcut durumunu açıklamak ve verilerin yanlış tespit oranlarını düşürmek için ayrıntılı bir bakış açısı sunmaktadır. Solid Tümör Yanıt Değerlendirme Kriterleri (RECIST) ölçülebilir lezyonlar için minimum bir boyut belirler, izlenecek lezyonların sayısını sınırlar ve tek boyutlu ölçümleri standartlaştırmaktadır. Yapılan çalışmalara bakıldığında beyin tümörünün ölçümüne katkı sağladığı görülmektedir.

Kanser araştırmalarında veri ayrıntı düzeyinin, heterojen ortamlarda yapay zekânın mevcut zorluklarını, sınırlamalarını ve çözümlerini tanıtmak amacıyla Düşman sinir ağları (GAN) yöntemi incelenmiştir ve analizlerde doğruluk oranının yüksek olduğu saptanmıştır. Destek vektör makinesi (DVM) regresyon denklemleri için kullanılan denetimli bir makine öğrenmesidir. Yapılan çalışmalarda kötü huylu cilt kanserini hızlı teşhis ettiği görülmektedir.

Yapay zekâ sağlık sektöründe her açıdan önemli kolaylıklar sağlayarak insan zekâsına kıyasla daha iyi sonuçlar elde edildiği yapılan çalışmaların sonuçlarına bakılarak söylenebilir. Oluşturulan modeller ile oluşabilecek hatalar ve problemler meydana gelmeden ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır. Bu açıdan yapay zekâ sistemi sağlık, mühendislik, işletme ve pazarlama gibi alanlarda kullanılabilir. Yapay zekânın sağlık sektöründe yaygın olarak kullanılmaya başlamasındaki ana etkenlerden birisi maliyet etkin olabilmesidir. Yapılan araştırmalara göre; hastanelerde insan hatası sebebiyle mali kayıpların durumu hastane bütçesinde önemli bir çıktı olarak yer almaktadır (Şener, 2020). Esasında yapay zekâ teknolojisinin tanı ve tedavi aşamasında hata oranını azaltması ve kısa sürede daha fazla hasta ile ilgilenilmesine olanak sağlaması sebebiyle hem maliyet etkin hem de kaliteli hizmet açısından önemli bir avantaj sunmaktadır.

Tablo 2. Literatür Özeti Tablosu

Yapay Zeka Tekniği	Çalışmanın Amacı	Ana Bulgular - Örnekler
Evrişimli Sinir Ağları (CNN)	<p>Onkoloji alanında yapay zeka uygulamasının birçok yeni örneğini açıklamak ve bu uygulamaların günlük hayatta kullanımını artırabilmek için aşılması gereken engellerin neler olduğunu tespit etmek.</p> <p>Diffüzyon ağırlıklı görüntüleme, duyarlılık ağırlıklı görüntüleme, perfüzyon ve geçirgenlik görüntüleme, MR spektroskopisi gibi standart diziler ve daha gelişmiş MRI tekniklerinin bir kombinasyonu kullanılarak beyin tümörlerinin ileri görüntülemesinde yaşanan ilerlemelerini göstermek.</p> <p>İmmünoterapide (örn. yanıt ve advers olay tahmini) ve hedefe yönelik tedavide (örn. İmmüno-onkolojide radyomikler) yapay zekânın artan kullanımı ve gelişimini incelemek.</p> <p>129.450 cilt lezyon görüntülerinin Evrişimli Sinir Ağları (CNN) yoluyla otomatik sınıflandırma yapılması amaçlanarak yapay zekâ yönteminin başarı oranını tespit etmek.</p> <p>Baş ve boyun kanserinde yapay zekâ kullanımı için radyomik alanındaki son gelişmeleri özetlemek ve onkolojik sonuçlar ile tedavi toksisitesi ve patolojik bulgular için tahmin modelleri oluşturmak.</p> <p>Sitopatologlar tarafından manuel olarak yapılan teşhis etme biçiminden esinlenerek derin öğrenmeye dayalı bir çalışma gerçekleştirmek.</p> <p>Cilt kanserine yol açan hücrelerin görüntü verisinden evrişimli sinir ağı yöntemi ile elde edilmiş nümerik veriler, işlemlerden geçirilerek sınıflandırma doğruluğunu analiz etmek.</p> <p>Mamografi görüntüleri analiz edilerek; içnecikli sinir ağı (SNN), derin inanç ağı (DBN), evrişimli sinir ağı (CNN), çok katmanlı sinir ağı (MLNN), yığımlı otomatik kodlayıcılar (SAE) ve yığımlı gürültü giderici otomatik kodlayıcılar (DA) dâhil olmak üzere farklı yapay sinir ağı modellerini açıklamak.</p> <p>Yapay zekanın oluşumu, tıp biliminde kullanım alanları, onkoloji alanında derin öğrenme yöntemleri (CNN) ve akıllı platform olan CURATE.AI uygulamasını açıklamak.</p>	<p>Onkoloji ile ilgili mevcut veri kümelerinin uygulama örnekleri tablo şeklinde gösterilmiştir. Örneğin; Mide kanseri için AIDA-E veri kümesi, göğüs kanseri için BreakHis, BACH, INbreast veri kümeleri, beyin tümörü için BraTS, böbrek kanseri için KiTS veri kümesi, cilt kanseri için LIDC-IDRI veri kümesi ve prostat kanseri için PROMISE12 veri kümesi kullanılmaktadır. Veriler hakkında daha geniş bilgi edinilmesini kolaylaştırmak için web siteleri paylaşılmıştır (Shimizu & Nakayama; 2021).</p> <p>Geniş bir literatür gövdesi, radyomik özelliklerin, tümör histolojik özelliklerinin, belirli moleküler özelliklerin ve hastanın sağ kalımının tahmini dahil olmak üzere beyin tümörlerinin karakterizasyonu için yararlı olduğunu göstermektedir. Bu teknolojilerin uygulanması, daha kesin, kişiselleştirilmiş tümör karakterizasyonu sağlayarak, beyin tümürlü hastaların bakımında tıbbi görüntülemenin temel rolünü daha da ilerletmek için bir öngörü sunmaktadır (Forghani, 2020).</p> <p>Çalışma içerisinde küçük hücreli olmayan akciğer kanseri ve melanomlu hastaların BT görüntülerinden radyomik özellikler çıkarılmıştır. Tek tip olmayan yoğunluk paternleri ve kompakt sınırlar ile daha heterojen bir morfolojik görüntüleme fenotipi sergileyen lezyonlar, immünoterapi yönteminde daha iyi bir yanıt ile ilişkilendirilmiştir (AUC: 0.857) (Bodalal vd., 2021).</p> <p>CNN, dermatologlarla karşılaştırılabilir bir yeterlilik düzeyi ile cilt kanserini sınıflandırabilen bir yapay zeka göstererek, uzmanların yaptığı analizler ile benzer sonuçlar ortaya çıkarmıştır (AUC: %93,33) (Esteve vd., 2017).</p> <p>Sonuçlar incelendiğinde, tahmin etme süreci içerisinde geleneksel radyomik iş akışına kıyasla daha yüksek bir doğruluk üretmiştir (AUC: %80) (Chinnery vd., 2021).</p> <p>Yöntem, radyologların teşhisine benzer sonuçlar elde edebilmiştir. 1937 klinik tiroid ultrason görüntüsü kullanılmış ve sonuç olarak %91,46 doğruluk, %90,63 duyarlılık, % 92,65 özgüllük elde etmişlerdir. Deneysel sonuçlar önerilen yöntemin mevcut sınıflandırma yöntemlerinden daha iyi olduğunu göstermiştir (Aytaç & Iseri & Dandil; 2021).</p> <p>Veri artırma algoritması kullanılarak elde edilen nümerik veri artırılmış ve CNN türü derin sinir ağında %96 sınıflandırma doğruluğu elde edilmiştir (Göreke, 2021).</p> <p>Modellerin performanslarını karşılaştırmak için mevcut çalışmalarda doğruluk ve kesinlik gibi farklı parametreler kullanılmıştır. Genel olarak incelenen 49 çalışmadan elde edilen sonuçlar %90 ve üzeri doğruluk payı göstermiştir. En iyi performansın CNN algoritmasının artık sinir ağı (ResNet)-50 ve ResNet-101 modelleri ile elde edildiği bulunmuştur (Bharati vd., 2020).</p> <p>IBM Watson Oncology, doktorların klinik bilgileri daha iyi yorumlamalarına ve her hastaya özel bireyselleştirilmiş tedavi planlarını belirlemelerine yardımcı olan CURATE.AI adında bir bilişsel bilgi işlem platformu sayılarak kanserde bakım çitasını yükselttiğinden bahsedilmiştir (Londhe & Blasin; 2019).</p>
Bilgisayar Destekli Tanı (CAD)	<p>Yapay zekâ teknolojisinin tarihini ve özellikle onkoloji alanında tıbbi yapay zekâ uygulamalarının mevcut durumunu açıklamak.</p>	<p>Çalışma içerisinde 2020 itibarıyla pratik olarak uygulanan 60'tan fazla yapay zekâ destekli tıbbi cihazın ABD/FDA tarafından onaylanmış araştırma kodu, şirket adı, tanımı, uygulandığı alan, uygulamaya başlanan karar tarihi ve sınıflandırması bir tablo halinde verilmiştir. Çalışma içerisine yer verilen araştırmaların doğruluk oranları ortalama %80 değerini vermiştir (Hammato vd., 2020).</p>

	Derin makine öğreniminin geniş veri yönetimi tekniklerini kullanan tümör mikro-ortam modellerini doğru bir şekilde değerlendirmek.	Göğüs kanseri taramalarında CAD sistemlerinin kullanımı ile <1 cm ölçülen invaziv kanserlerin tespit oranı artmıştır. (AUC: 95.29). Özel meme kanseri görüntüleyicileriyle birlikte yanlış tespit oranları %31'den %19'a azalmıştır ve kitleler için duyarlılığın %43 ila %85 arasında olduğu tahmin edilmektedir (Malherbe, 2021).
CNN - CAD	Mide kanserini erkenden tespit edebilmek için ME-NBI görüntülerine dayanan bir yapay zekâ destekli CNN bilgisayar destekli teşhis (CAD) sistemi oluşturmak ve yapay zekâ destekli CNN-CAD sisteminin teşhis doğruluğunu değerlendirmek.	Yapay zekâ destekli CNN-CAD sistemi, 2300 test görüntüsünü analiz etmek için 60 saniye gerektirmiştir. CNN'nin genel doğruluğu, duyarlılığı, özgüllüğü, pozitif öngörü değeri ve negatif öngörü değeri sırasıyla %98.7, %98, %100, %100 ve %96.8 olarak gerçekleşmiştir. Özetle; EGC'nin ME-NBI teşhisi için yapay zeka destekli CNN-CAD sistemi, saklanan birçok ME-NBI görüntüsünü kısa bir süre içinde işlemekte ve yüksek bir teşhis kabiliyetine sahip olduğu görülmektedir (AUC: %97.7) (Ueyama vd., 2021).
Yapay Sinir Ağları (ANN)	Risk faktörleri, sistematik tıbbi durum ve klinik-patolojik özelliklere ilişkin verilere dayalı bireylerin ağız kanseri oluşma riskini tahmin etmek.	Yapay zekâ tabanlı tahmin modelini geliştirmek için popüler bir veri madenciliği algoritması olan yapay sinir ağı kullanılmıştır. Modeli geliştirmek için hastalar ile ilişkili toplam 29 değişken kullanılmıştır. ANN'nin ağız kanseri tahmini için doğruluğu (AUC) %78.95 olarak bulunmuştur (Alhazmi vd., 2021).
Düşman Sinir Ağları (GAN)	Kanser araştırmalarında veri ayrıştırma düzeyinin, heterojen ortamlarda yapay zekânın mevcut zorluklarını, sınırlamalarını ve çözümlerini tanıtmak.	Çalışma, uygulamalarındaki mevcut sınırlamaları kanser veri kümelerine özgü heterojen ayrıştırma düzeyi seviyelerine aşabilen yapay zekâ tekniklerinin geliştirilmesine yönelik özel bir ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Düşman Sinir Ağları (GAN) ile, varyasyonel otomatik kodlayıcılar ve transformatör modelleri gibi sinir ağlarına dayalı üretici modeller kullanılarak veri büyütme sağlanabileceği kanıtlanmıştır (Cirillo, 2021).
Bilgisayar Destekli Tanı (CAD), Manyetik rezonans görüntüleme (MRI), Tümör Yanıt Değerlendirmesi (RECIST), Lung Cancer Screening (LDCT)	Yapay zekânın 4 tümör türü (akciğer, beyin, meme ve prostat) üzerinde var olan gelişmelerini açıklamak.	Sonuçlar aşamalı olarak incelendiğinde; düşük doz BT (LDCT) ile taramanın, yüksek riskli, mevcut ve eski sigara içenler arasında genel mortalitede %20'lik önemli bir azalma ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte hastaların yaklaşık %25'i beyin tümörü oluşumu noktasında MRI içerisinde CNS metastazları, taklit eden genişleyen kontrastlanma olarak kendini gösterdiği tespit edilmiştir. Diğer sonuçlara göre; meme kanseri için Bilgisayar Destekli Sistemler (CAD) kullanılmıştır ve 84 meme kanseri tümörü incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda iyileştirme dokuları ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Prostat kanseri açısından çoğunlukla denetimli makine öğrenimine dayanan hesaplama yöntemleri, şüpheli lezyonları tespit etmek ve klinik olarak önemli kanserleri diğerlerinden ayırt etmek için MRI ve ultrason gibi görüntüleme modelleri başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Bi vd., 2019).
XG Boost, Nöral Ağlar, Evrişimli Sinir Ağları (CNN), Tam Evrişimli Sinir Ağları (FCN), Varyasyonlu otomatik kodlayıcılar (VAE), Üretken rakip ağlar (GAN), Derin Q ağları ile pekiştirmeli öğrenme (RL)	Yapay zekânın onkoloji sürecinin her adımında sahip olabileceği etkileri tablo halinde örnekler ile desteklenerek radyasyon tedavisine uygulanması ile ilgili genel bir bakış açısı sunmak.	Radyasyon onkolojisinde yapılan çalışmalar, yapay zekâ metodu, kullanılan metodun tanımı ve radyasyon onkolojisindeki uygulama örnekleri şekil üzerinde gösterilmiştir. Örnek olarak; XG Boost metodu nazofaringeal karsinomlu hastalardan alınan MRG verilerine dayanarak boyun kaslarının radyasyona bağlı fibrozisinin tahmininde, evrişimli sinir ağı (CNN) rahim ağzı kanseri için radyoterapinin rektal toksisitesinin tahmininde, tam evrişimli sinir ağı (FCN) baş ve boyun kanseri için radyoterapi alan hastaların BT görüntülerinde risk altındaki organ segmentasyonunda ve Üretken rakip ağları (GAN) prostat, rektum veya rahim ağzı kanseri olan hastalarda pelvisteki radyasyon dozunun doğru hesaplanmasını sağlamak için yalnızca MRI verilerini kullanarak sentetik BT görüntülerinin üretilmesinde başarılı bir şekilde uygulamalarının yapıldığından bahsedilmiştir. (Huynh vd., 2020).
AI /ML (Makine Öğrenimi)	Makine öğrenimi yaklaşımlarının radyoterapi klinikleriyle sınırlı kalmaması için başarı ölçümü yapılmıştır, aynı zamanda farklı kanser tedavi yöntemleri veya bunların etkililik oranı araştırılmıştır.	BT görüntülerinden çıkarılan özelliklerden ve yapıardan (hedeflenen tümör hacmi ve çevredeki risk altındaki organlar gibi) işaretli mesafe dönüşümünden oluşan makine öğrenimi çerçevesi, önceden seçilmiş 99 tedavi planından oluşan bir kohort kullanılarak eğitilmiştir ve ilave 20 plan üzerinde dâhili olarak doğrulanmıştır. Daha sonra makine öğrenmesi tarafından oluşturulan tedavi planlarının performansını bireyler tarafından oluşturulan planlar ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, makine öğreniminin etkinlikte önemli bir gelişme sağladığını ve medyan tedavi planlama süresini yarıdan fazla azalttığını göstermektedir (118 saatten 47 saate; P < 0.01). Genel doğruluk açısından, makine öğrenimi tarafından oluşturulan planların %89'u klinik olarak kabul edilmiştir (El Naqa, 2021).
Destek Vektör Makinesi, Naïve Bayes, Rastgele Orman, K En Yakın Komşu ve	Her biri 30 adet özellik içeren ve 569 örnekten oluşan Wisconsin Üniversitesi göğüs kanseri veri seti, beş farklı makine öğrenmesi tekniği ile sınıflandırılarak hangi yöntemin en iyi sonuç vereceği test edilmiştir.	Çalışmanın sonucuna göre; modellerin duyarlılıkları karşılaştırıldığında rastgele orman ve lojistik regresyon modellerinin doğru pozitifleri tespit etme oranlarının eşit ve diğer modellerden daha yüksek olduğu görülmektedir (AUC: 98.24) (Sevli, 2019).

Lojistik Regresyon Metotları		
Bölünen Veri Kümesi, Destek Vektör Makinesi, Rastgele Orman ve Lojistik Regresyon	2013 yılında akciğer kanseri üzerine yapılan bir araştırmanın sonuçları makine öğrenmesi yöntemini ölçmek.	Her bir algoritmanın başarısı, karmaşıklık matrisi parametreleri ile hesaplanan doğruluk, duyarlılık ve kesinlik açısından değerlendirilmiştir. Lojistik regresyon% 97 doğrulukla en başarılı performansa sahiptir (Sevli & Pazar; 2020).
Destek Vektör Makineleri (DVM)	MobileNetV2 modelini içeren bir derin öğrenme tabanlı yaklaşım ile dermatoskopik görüntülerden kötü huylu cilt kanserini teşhis etmek.	Destek Vektör Makineleri (DVM) algoritması ile sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Önerilen yöntemle %88.35 sınıflandırma doğruluğu elde edilmiştir (Demir, 2021).
Gradyan Artırma (GA)	Prostat kanseri olan hasta takiplerinde tümörlü/tümörsüz durumu tahmin edilerek makine öğrenmesi algoritmalarının performanslarını karşılaştırmak.	K-En yakın komşular, Rassal ağaçlar, Gradyan artırma, Destek vektör makinesi, Lojistik regresyon, Naive bayes ve Karar ağaçları sınıflandırma algoritmalarının performansı değerlendirilmiştir. Klinik verilerle yapılan çalışmada sıklıkla kullanılan yedi sınıflandırıcı arasında Gradyan artırma algoritması ile %85.37 doğrulukla daha iyi sonuçlar elde edilmiştir (Atasoy & Demiröz; 2021).
CFS – GA – RF	Rahim ağzı kanseri teşhisi için korelasyon temelli özellik seçimi (correlation-based feature selection-CFS), genetik algoritma (genetic algorithm-GA) ve rastgele ormanlar (random forests-RF) tekniklerinden yararlanan yeni bir yöntem önermek.	DeneySEL sonuçlara göre önerilen yöntemin geçmişte yapılan çalışmalara göre daha iyi performans göstermiştir. DeneySEL sonuçlar önerilen yöntemin başarılı olduğunu ve bu kanser türüne erken tanı koyarken doktorlara destek olabileceğini göstermiştir (AUC: 97.41) (Eyüpoğlu, 2020).
CT, MRI, 3D, DBT, Mammography, FFDM	FDA tarafından onaylı olan klinik onkolojideki derin öğrenme uygulamalarını açıklamak ve erişim linklerine yer vermek.	Çalışma içerisinde klinik onkoloji kanser bakımını iyileştirme noktasında hızlı karar verme kabiliyetine sahip uygulamalar örnek olarak verilmiştir; (Kann vd., 2021); Kolonelktal Kanser; Arterys Oncology DL, Siemens AI-Rad Companion, Riverain ClearRead CT. Göğüs Kanser; iCAD ProFound AI, Screenpoint Transpara, Koios DS for Breast. Prostat Kanser; Quantib Prostate, GE PROView, Cortechs NeuroQuant.

*AUC (Accuracy) : Doğruluk Payı

SONUÇ

Onkoloji bilimi yapay zekânın uygulamaları için oldukça önemli bir alandır ve bu konuda yapılan çalışmalar günden güne artmaktadır. Kanserli hastaların genetik ve epigenetik değişkenliklerine de dayanarak kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları onkolojide yerini almaya başlamıştır. Hızla gelişen yapay zekâ teknolojisinin yakın gelecekte kanser alanında büyük bir etkiye sahip olmaya devam edeceği düşünülmektedir. Hekimlerin ve araştırmacıların sağlık hizmetlerindeki dijitalleşen yeni çağa ayak uydurmasının, multidisipliner çalışma ve eğitim müfredatlarına yapay zeka eğitim kurslarını dâhil etmeleri, yapay zeka tabanlı klinik karar destek sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması ile kişiselleştirilmiş tıbbın gelişimi, tanı ve tedavi aşamasında zaman kazanımı, hata oranının azaltılması, hasta ve çalışan memnuniyetinin artırılması sonucu hem maliyet etkin hem de kaliteli hizmet sunumu açısından önemli bir avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Sağlık yöneticilerinin dijitalleşmenin getirdiği yenilikleri ve gelişmeleri takip ederek, destekleyerek verimlilik, memnuniyet ve rekabet avantajı sağlama noktasında farkındalıkları önemli olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, A., & Yıldız, E. A. (2017). Meme kanseri etiyojisi ve risk faktörleri. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 5(1), 45-56.
- Akalm, B., (2020) Sağlık Hizmetleri ve Yönetiminde Yapay Zeka, Hiper Yayın,135-147.
- Alhazmi, A., Alhazmi, Y., Makrami, A., Masmali, A., Salawi, N., Masmali, K., & Patil, S. (2021). Application of artificial intelligence and machine learning for prediction of oral cancer risk. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 50(5), 444-450.
- Atasoy, N. A., & Demiröz A. (2021). Makine Öğrenmesi Algoritmaları Kullanılarak Prostat Kanseri Tümör Oluşumunun İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (29), 87-92.
- Aytaç, Z., Iseri, İ., & Dandıl, B. (2021). Derin Öğrenme Kullanarak Tiroid Kanseri Teşhisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (29), 292-298.
- Beyhan, B. A. G. (2012). Psiko-Onkoloji, Psikososyal Sorunlar ve Ölçüm Yöntemleri. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 4(4), 449-464.
- Bharati, S., Podder, P., & Mondal, M. (2020). Artificial neural network based breast cancer screening: a comprehensive review. *arXiv preprint arXiv:2006.01767*.
- Bi, W. L., Hosny, A., Schabath, M. B., Giger, M. L., Birkbak, N. J., Mehrtash, A., & Aerts, H. J. (2019). Artificial intelligence in cancer imaging: clinical challenges and applications. *CA: a cancer journal for clinicians*, 69(2), 127-157.
- Bodalal, Z., Trebeschi, S., & Beets-Tan, R. G. H. (2021). Radiomics in immuno-oncology. In *Immuno-Oncology and Technology*.
- Chinnery, T., Arifin, A., Tay, K. Y., Leung, A., Nichols, A. C., Palma, D. A., & Lang, P. (2021). Utilizing Artificial Intelligence for Head and Neck Cancer Outcomes Prediction From Imaging. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 72(1), 73-85.
- Cirillo, D., Núñez-Carpintero, I., & Valencia, A. (2021). Artificial intelligence in cancer research: learning at different levels of data granularity. *Molecular Oncology*, 15(4), 817-829.
- Coşkun, F., & Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay Zekanın Tarih İçindeki Gelişimi ve Eğitimde Kullanılması. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 1-20.
- Çilhoroz, Y., & Işık, O. (2021). Yapay Zeka: Sağlık Hizmetlerinden Uygulamalar. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(2), 573-588.
- Demir, F. (2021). Derin Öğrenme Tabanlı Yaklaşımla Kötü Huylu Deri Kanserinin Dermatoskopik Görüntülerden Saptanması. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 33(2), 617-624.
- Demircan, Z. (2014). Kemoterapi Hazırlamada Robotik Teknolojiler ve Hemşirenin Rolü. *Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Hemşirelik E-Dergisi*, 2(1).
- Dimiduk, D. M., Holm, E. A., & Niezgoda, S. R. (2018). Perspectives on the impact of machine learning, deep learning, and artificial intelligence on materials, processes, and structures engineering. *Integrating Materials and Manufacturing Innovation*, 7(3), 157-172.
- Ekelik, H., & Altaş, D. (2019). Dijital Reklam Verilerinden Yararlanarak Potansiyel Konut Alıcılarının Rastgele Orman Yöntemiyle Sınıflandırılması. *Journal Of Research In Economics*, 3(1), 28-45.
- El Naqa, I. (2021). Prospective clinical deployment of machine learning in radiation oncology. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 18(10), 605-606.
- Erkekoğlu, P. Alkilanilinlerin Toksik Etkileri. *Hacettepe University Journal Of The Faculty Of Pharmacy*, (1), 31-46.
- Ersoy, E., & Karal, Ö. (2012). Yapay Sinir Ağları ve İnsan Beyni. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 188-205.

- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *nature*, 542(7639), 115-118.
- Eyüpoğlu, C. (2020). Korelasyon Temelli Özellik Seçimi, Genetik Arama ve Rastgele Ormanlar Tekniklerine Dayanan Yeni Bir Rahim Ağzı Kanseri Teşhis Yöntemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), 263-271.
- Fidan, U., Sarı, İ., & Kumrular, R. K. (2016, October). Classification of skin lesions using ANN. In 2016 Medical Technologies National Congress (TIPTEKNO) (pp. 1-4). IEEE.
- Forghani, R. (2020). Precision digital oncology: emerging role of radiomics-based biomarkers and artificial intelligence for advanced imaging and characterization of brain tumors. *Radiology: Imaging Cancer*, 2(4), e190047.
- Friedland, J. L., Freeman, D. E., Masterson-McGary, M. E., & Spellberg, D. M. (2009). Stereotactic body radiotherapy: an emerging treatment approach for localized prostate cancer. *Technology in cancer research & treatment*, 8(5), 387-392.
- Göreke, V. (2021). Cilt Kanseri Lezyonlarının Sınıflandırılmasında Derin Öğrenme Sınıflandırıcıya Dayalı Bir Yöntem. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 10(1), 30-36.
- Güngördük, K., Kocaer, M., & Gülseren, V. (2017). Jinekolojik Kanselerde Vajinal Mikrobiyomun Rolü. *Türk Jinekolojik Onkoloji Dergisi*, 20(1), 1-8.
- Hamamoto, R., Suvarna, K., Yamada, M., Kobayashi, K., Shinkai, N., Miyake, M., & Kaneko, S. (2020). Application of artificial intelligence technology in oncology: Towards the establishment of precision medicine. *Cancers*, 12(12), 3532.
- Huynh, E., Hosny, A., Guthrie, C., Bitterman, D. S., Petit, S. F., Haas-Kogan, D. A., & Mak, R. H. (2020). Artificial intelligence in radiation oncology. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 17(12), 771-781.
- İşeri İ. (2014). Mamogram Görüntülerinden Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Meme Kanseri Teşhisi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Kann, B. H., Hosny, A., & Aerts, H. J. (2021). Artificial intelligence for clinical oncology. *Cancer Cell*.
- Karaçavuş, S. (2021). Onkolojik Hastalarda Tedavi Yanıtının Değerlendirilmesinde PET: Teknik Standartlar ve Tuzaklar.
- Karataş, S. (2021). Yapay zeka ve açık inovasyon etkileşiminin işletmeler üzerine etkileri (Master's thesis, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Levin, T. R., Corley, D. A., Jensen, C. D., Schottinger, J. E., Quinn, V. P., Zauber, A. G., & Doubeni, C. A. (2018). Effects of organized colorectal cancer screening on cancer incidence and mortality in a large community-based population. *Gastroenterology*, 155(5), 1383-1391.
- Lomas, A. L. B. J., Leonardi-Bee, J., & Bath-Hextall, F. (2012). A systematic review of worldwide incidence of nonmelanoma skin cancer. *British Journal of Dermatology*, 166(5), 1069-1080.
- Londhe, V. Y., & Bhasin, B. (2019). Artificial intelligence and its potential in oncology. *Drug discovery today*, 24(1), 228-232.
- Malherbe, K. (2021). Tumor microenvironment and the role of artificial intelligence in breast cancer detection and prognosis. *The American journal of pathology*.
- Oktar, N. (2011). Meningiomların Biyolojisi. *Türk Nöroşirirji Dergisi*, 21(2), 79-83.
- Parlar, S., Kaydul, N., & Owayolu, N. (2005). Meme Kanseri ve Kendi Kendine Meme Muayenesinin Önemi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(1), 72-83.
- Pirim, A. G. H. (2006). Yapay zekâ. *Journal of Yaşar University*, 1(1), 81-93.
- Radford, A., Metz, L., & Chintala, S. (2015). Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks. *arXiv preprint arXiv:1511.06434*.
- Rzayeva, A. (2019). Küçük hücreli dışı akciğer kanserlerinde mikrodamar dansitesine anjiogenik faktörlerden endoglin, CD31 ve VEGF'nin etkisi (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Sağiroğlu, Ş., & Demirezen, M. (2020). Yapay Zekâ ve Büyük Veri: Teknolojiler, Yaklaşımlar Ve Uygulamalar.
- Sevli, O. (2019). Göğüs Kanseri Teşhisinde Farklı Makine Öğrenmesi Tekniklerinin Performans Karşılaştırması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 176-185.
- Sevli, Ö. Ü. O., & Pazar, M. E. (2020). Akciğer Kanseri Verilerinin Farklı Makine Öğrenmesi Teknikleri İle Sınıflandırılması. *Classification Of Lung Cancer Data With Different Machine Learning Techniques*.
- Shimizu, H., & Nakayama, K. I. (2020). Artificial intelligence in oncology. *Cancer science*, 111(5), 1452.
- Stokes, S. M., Wakeam, E., Swords, D. S., Stringham, J. R., & Varghese Jr, T. K. (2018). Impact of insurance status on receipt of definitive surgical therapy and posttreatment outcomes in early stage lung cancer. *Surgery*, 164(6), 1287-1293.
- Sun, X. J., Shi, J. F., Guo, L. W., Huang, H. Y., Yao, N. L., Gong, J. Y., ... & Dai, M. (2018). Medical expenses of urban Chinese patients with stomach cancer during 2002–2011: a hospital-based multicenter retrospective study. *BMC cancer*, 18(1), 1-13.
- Şeker, A., Diri, B., & Balık, H. H. (2017). Derin öğrenme yöntemleri ve uygulamaları hakkında bir inceleme. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 3(3), 47-64.

- Şener, A. İkinci Basamak Bir Hastanenin Acil Servisinde Dosya Kontrol Yöntemi İle Eksik Kayıt Kaynaklı Hataların Düzeltilmesi. *Sağlıkta Kalite ve Akreditasyon Dergisi*, 3(2), 24-32.
- Tünel, M., Vural, A., Evlice, Y. E., & Tamam, L. (2012). Meme Kanseri Hastalarında Psikiyatrik Sorunlar. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 21(3), 189-219.
- Ueyama, H., Kato, Y., Akazawa, Y., Yatagai, N., Komori, H., Takeda, T., & Tada, T. (2021). Application of artificial intelligence using a convolutional neural network for diagnosis of early gastric cancer based on magnifying endoscopy with narrow-band imaging. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 36(2), 482-489.
- Yakupoğlu, A. (2019). Radyoembolizasyon Tedavisinde Yanıt Değerlendirme: Tuzaklar ve Standardizasyon.
- Yıldırım, A., & Çevik, B. (2010). Diyabetik Ayak Vaka Örneğinde Hemşirelik Gereksinimlerinin Orem Özbakım Kuramına Göre Değerlendirilmesi. 5 Eylül, 205.
- Yıldız, S. (2015). Homeopati ve Kanser Tedavisi. *Türk Journal IntegrMed*, 3(2), 1-6.
- Yılmaz, E., Coşkun, E. İ., & Taşkıran, Ç. (2016). Gebelik Ve Jinekolojik Kanseller. *Türk Jinekolojik Onkoloji Dergisi*, 19(2), 19-28.
- Yılmaz, U. (2018). Akciğer kanserlerinde tedavi yaklaşımları. *Nuclear Medicine Seminary*, 4, 32-38.
- Yu, K. H., Beam, A. L., & Kohane, I. S. (2018). Artificial intelligence in healthcare. *Nature biomedical engineering*, 2(10), 719-731.