

## Biyolojik Alanlarda Yapay Zeka: İnovasyonlar ve Pratik Uygulamalar

Nasrullah CELAYİR<sup>1</sup>, Abdullah ASLAN<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup> Biyoloji-Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Fen Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

<sup>1</sup> ncelayir@firat.edu.tr, <sup>2\*</sup> aaslan@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 27/01/2025;

Kabul/Accepted: 14/03/2025)

**Öz:** Yapay zekanın biyomedikal alandaki kullanımı, son yıllarda büyük bir hızla gelişen ve dönüştürücü potansiyele sahip bir alandır. Bu çalışma, yapay zekanın biyomedikal araştırma ve uygulamalardaki rolünü inceleyerek, sağlık hizmetlerinde yenilikçi çözümler sunma potansiyelini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Yapay zekanın biyomedikal alanda kullanımı, hastalıkların erken teşhisinden, tedavi planlarının oluşturulmasına kadar geniş bir yelpazede etkili olmaktadır. Biyomedikal verilerin analizi ve yorumlanmasında yapay zekanın sunduğu olanaklar, daha hızlı ve doğru teşhisler konulmasını sağlamaktadır. Özellikle makine öğrenimi algoritmaları, büyük veri setlerini analiz ederek, hastalıkların belirtilerini ve patolojik süreçlerini daha iyi anlamamıza yardımcı olmaktadır. Bu sayede, doktorlar ve araştırmacılar, hastalıkların ilerleyişini öngörebilir ve daha etkili tedavi yöntemleri geliştirebilirler. Tıp görüntüleme alanında da yapay zekanın etkisi büyüktür. Görüntü işleme algoritmaları, röntgen, MR (Manyetik Rezonans Görüntüleme) ve CT (Bilgisayarlı tomografi) taramalarındaki anomallikleri tespit etmede yüksek doğruluk oranlarına ulaşarak, radyologların iş yükünü azaltmakta ve teşhis süreçlerini hızlandırmaktadır. Bu teknolojiler, aynı zamanda, cerrahi planlama ve minimal invaziv cerrahilerin gerçekleştirilmesinde de kullanılmaktadır. Özetle bu çalışma yapay zekanın biyomedikal alanda kullanılan güncel teknolojilerini derlemeyi ve bu teknolojilerden ilham alarak yeni ve özgün kullanım alanlarını tespit etmeyi hedefler.

**Anahtar kelimeler:** Yapay zeka, Antibiyotik tasarımı, Sağlık hizmetleri otomasyonu.

## Artificial Intelligence in Biological Fields: Innovations and Practical Applications

**Abstract:** The use of artificial intelligence in the biomedical field is a field that has developed rapidly and has transformative potential in recent years. This study aims to reveal the potential of artificial intelligence to offer innovative solutions in healthcare by examining its role in biomedical research and applications. The use of artificial intelligence in the biomedical field is effective in a wide range of areas from early diagnosis of diseases to the creation of treatment plans. The opportunities offered by artificial intelligence in the analysis and interpretation of biomedical data enable faster and more accurate diagnoses. Machine learning algorithms, in particular, help us better understand the symptoms and pathological processes of diseases by analyzing large data sets. In this way, doctors and researchers can predict the progression of diseases and develop more effective treatment methods. Artificial intelligence also has a great impact on the field of medical imaging. Image processing algorithms reach high accuracy rates in detecting abnormalities in X-ray, MRI (Magnetic Resonance Imaging) and CT (Computed Tomography) scans, reducing the workload of radiologists and accelerating diagnostic processes. These technologies are also used in surgical planning and minimally invasive surgeries. In summary, this study aims to compile current technologies used in the biomedical field of artificial intelligence and to identify new and unique areas of use inspired by these technologies.

**Key words:** Artificial intelligence, Antibiotic design, Healthcare automation.

### 1. Giriş

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin hayata geçmesi, toplumun her alanında veri üretiminin katlanarak artmasına yol açmıştır. Bu devasa veri üretiminin işlenmesi için son dönemlerde revaçta olan yapay zeka teknolojisi kullanılmaktadır. Yapay zeka (AI), insanlarda akıllı davranışlar üreten mekanizmaları analiz ve deşifre eden, daha sonra bu davranışları aynı mekanizmalarla makinelerde yeniden üreten bilgisayar biliminin dalıdır [1]. Yapay zeka, veri madenciliği, modelleme ve makine öğrenmesi tekniklerinin birleşimini kullanarak çalışmaktadır. Makine zekası olarak da adlandırılan yapay zeka, bilgisayar sistemlerinin girdilerden veya geçmiş verilerden öğrenme yeteneği anlamına gelmektedir. Yapay zeka terimi, bir makinenin öğrenme ve problem çözme sırasında insan beyniyle ilişkili bilişsel davranışı taklit etmesi durumunda yaygın olarak kullanılmaktadır [2]. Yapay zekadaki gelişmeler 1943'te başlamış ancak "yapay zeka" terimi 1956'da John McCarthy tarafından Dartmouth'ta düzenlenen bir konferansta oluşturulmuştur [3]. Bununla beraber yapay zekanın genel olarak robotların icadıyla başladığı kabul edilmektedir. Çekçe'de robota olarak yazılan robot kelimesi, edebiyata yazar Karel Capek'in

\* Sorumlu yazar: aaslan@firat.edu.tr. Yazarların ORCID Numarası: <sup>1</sup> 0009-0006-9391-1613, <sup>2</sup> 0000-0002-6243-4221

1921’de yazdığı “RUR” (Rossum’un Evrensel Robotları) adlı oyunuyla kazandırılmıştır. Biyosentetik makinelerin zorla çalıştırıldığı bir fabrikayı simgelemektedir. Geçen yüzyılın ortalarında Isaac Asimov, modern bilimkurguya ait kısa öykülerden oluşan bir koleksiyonda "robot" kelimesini ölümsüzleştirmiştir. Bununla birlikte, insansı bir otomattan ilk söz, Çin’de üçüncü yüzyıla, makine mühendisi Yan Shi’nin Zhou İmparatoru Mu’ya deri, ahşap ve yapay malzemelerden yapılmış insan şekilli mekanik el işi bir figür sunduğu zamana kadar uzanabilmektedir [4].

Diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de Makine öğrenimi konusunda, özellikle II.Dünya Savaşından sonra çeşitli yazılar kaleme alınmıştır. Bu yazarların öncülerinden biri Ord. Prof. Dr. Cahit Arf’tır. Cahit ARF, “MAKİNE DÜŞÜNEBİLİR Mİ VE NASIL DÜŞÜNEBİLİR?” adlı çalışması 1959 yılında yayımlanmıştır. Çalışmada Cahit ARF, düşünme eylemini elle dokunulabilen ve gözle görülebilen, sonuçları farklı etkilerle sahip ve bu sonuçları da ifade edebilmek ile bağdaştırır. Bu düşüncenin neticesinde basit makinelerin bile düşünebildiğini ve muhakeme edebileceğini belirtir. Bu kanıya varmak için insan beyninin işleyişini açıklamıştır. İnsan beynine gelen bazı komutlara karşılık, bazı sonuçlar meydana gelir. Örnek olarak telefon ve saati belirtir. Bu basit makinelerin dilleri farklı olsa da temelde bir komuta karşılık, sonuç çıkarır. Alarmı sabah 4’e kurduğunuzda saatin size ‘uyan’ demesinin bizdeki anlayışı alarm sesidir. Telefon için de benzer komutlar geçerlidir.[5]

Cahit ARF bu örneklerden yola çıkarak makine öğrenmesini insan beyninin işleyişine benzetmeye ve farklılıklarını görmeye odaklanmıştır. Bu odağın sonucunda makine öğrenmesinin, insan gibi düşünebileceğini belirtmiştir. Sayın ARF çalışmasında gelecekteki makine öğrenimi teknolojisine umutla bakarak günümüzde yaygınlaşan yapay zeka teknolojisine yakın bir tanımda bulunmuştur.

Makine öğrenimi, sinir ağları ve derin öğrenme, yapay zekanın alt kümeleridir. Makineler, algoritmalar oluşturmak için veriler aracılığıyla öğrenebilir ve bu şekilde tahmin problemlerini insan yardımı olmadan çözebilmektedirler [3]. Günümüzde yapay zeka, karmaşık zorlukları çözmek için yeni konseptler ve yeni çözümler uygulayan bir mühendislik dalı olarak kabul edilmektedir. Elektronik hız, kapasite ve yazılım programlamada devam eden ilerlemeyle birlikte bilgisayarlar bir gün insanlar kadar akıllı olabilir. Çağdaş sibernetiğin yapay zekanın gelişimine yaptığı önemli katkı göz ardı edilememektedir [4].

## 2. Yapay Zekanın Kullandığı Teknolojiler

Makine Öğrenmesi, Bilgisayarların verileri öğrenmesi ve daha sonra bunları yorumlaması için kullanılan bir teknolojidir [6]. Makine Öğrenmesi, örnekler ve deneyimler yoluyla sağlanan bilgilerdeki kalıpları tespit ederek bir sistemin öğrenmesini veya başka bir deyişle davranışlarını genelleştirmesini sağlayan verileri, analiz etmek için algoritmalar inceleyen ve geliştiren, bilimsel bir disiplindir. Makine Öğrenmesi sistemleri, ortaya çıkabilecek durumları tahmin etmeye dayalı olarak özerk kararlar verebilir, ancak bunu yapmak için büyük miktarda veriye ihtiyaç duymaktadır [7]. Makine öğrenimi halihazırda çeşitli alanlarda ve üretimlerde kullanılıyor. Bilgisayar algoritmalarının, programcılar tarafından oluşturulan belirli talimatlara ve kurallara dayanarak çok büyük miktarda veriyi izleyebildiği ve bunları bilgi ve hizmetlere göre sınıflandırabildiği yaygın olarak bilinmektedir [8].

Makine öğrenimi, bilgisayarların açık programlama olmadan öğrenmesini sağlayan ve büyük miktarda veri ve hedef/hedefler girilmesini içeren bir yapay zeka alt kümesidir, böylece istenen görevi/görevleri gerçekleştirir [9].

Daha ileri bir alt küme, insan beynine göre modellenmiş yapay sinir ağlarını kullanan ve daha karmaşık görevlere izin veren derin öğrenme olarak bilinir. Derin öğrenme teknolojisi, konuşma tanıma, görüntü tanıma, nesne algılama ve diğer birçok alanda son teknolojiyi kullanan yapay zeka modelidir. Derin Öğrenme, özellikle yüksek hacimli ve boyutlu verileri içeren karmaşık görevlerde mükemmeldir. Ancak, geleneksel Makine Öğrenmesi yaklaşımlarından hesaplama bakımından daha zorlayıcıdır ve işleme katmanlarının çoğu insan kullanıcıdan gizli kaldığından, model yorumlanabilirliği ve hesap verebilirliği konusunda yeterli şeffaflığa sahip değildir [10].

Sinir ağları teknolojisi, insan beyninin bilgi işleme tekniğinden esinlenerek geliştirilmiş bir teknolojidir. Veri işleme ve bilgi gösterimi için paralel hesaplamalar yapabilen ‘nöronlar’ adı verilen son derece birbirine bağlı bilgisayar işlemcilerinden oluşan ağlardan oluşurlar. Tarihsel örneklerden öğrenme, doğrusal olmayan verileri analiz etme, kesin olmayan bilgileri işleme ve modelin bağımsız verilere uygulanmasını sağlayan genelleştirme yetenekleri onları tıp alanında çok çekici bir analitik araç haline getirmiştir [11].



Şekil 1. Yapay zeka diyagramı [1].

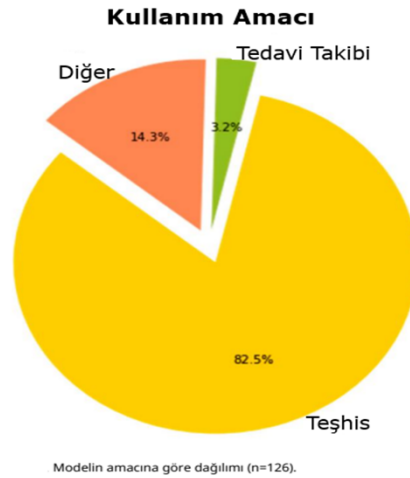
Şekil 1'deki venn şemasında yapay zekanın kullandığı teknolojilerin kronolojik sıralaması verilmektedir. En güncel olanı Derin öğrenme yöntemidir.

Makine öğrenimi, genellikle daha az hesaplama gücü gerektirir ve daha basit veri setleri ile çalışabilir, bu da hızlı ve etkili çözümler sunmasını sağlar. Ancak, karmaşık ve çok boyutlu veri setlerinde performansı sınırlı olabilir. Sinir ağları ve özellikle derin öğrenme, bu karmaşıklığı yönetebilme yetenekleri ile öne çıkar. Derin öğrenme, büyük veri setlerinde üstün performans gösterir ve görüntü tanıma, doğal dil işleme gibi alanlarda çığır açıcı sonuçlar üretir. Ancak, bu süreçler yüksek hesaplama gücü ve büyük miktarda veri gerektirir, bu da maliyetli ve zaman alıcı olabilir [12]. Özetle yapay zekanın kullandığı teknolojiler zamanla değişip gelişmektedir. Bu teknolojilerin günlük hayata entegrasyonu için zamana ihtiyaç vardır. Ancak bazı alanlarda yapay zeka entegrasyonu hali hazırda yapılabilmektedir. Bu alanlar şöyle sıralanabilir:

Yapay zeka finans sektöründe finansal verileri analiz ederek şirketlerin yatırım kararlarını desteklemektedir. Savunma sanayisinde insansız hava araçları ve füze sistemlerinin yönetimi için kullanılmaktadır. Sağlık alanında ise kanser taraması, tıbbi görüntüleme ve tanı koymak için kullanılabilmektedir [12].

### 3. Sağlık Alanında Yapay Zeka Kullanımı

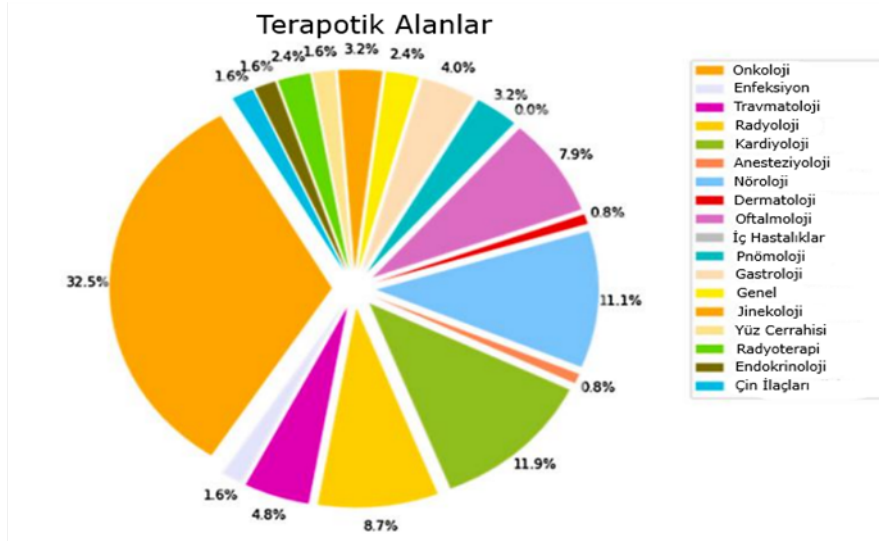
Sağlık alanında olduğu gibi diğer alanlarda da büyük miktardaki verinin uygun şekilde entegrasyonu, analizi ve bu analizlerin değerlendirilmesi, geleneksel istatistiksel araçlarla oldukça zaman alıcı bir süreçtir [13]. Hem zamandan hem de enerjiden tasarruf etmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlarda en güncel olanı yapay zekadır. Tıbbi alanda, yapay zeka tekniklerinin en çok kullanıldığı alanlar görüntü tanısı, biyomedikal ve klinik verilerin analizi ve sınıflandırılmasıdır [1].



Şekil 2. Yapay zeka modellerinin sağlık alanında kullanım amacına göre dağılımı [1].

Şekil 2’de belirtilen daire grafiğine göre teşhis, yapay zekanın kullanım amacına göre en fazla yüzdeye sahiptir. Bunun sebebi öncelikle teşhis verilerinin diğer alanlardaki verilerden daha anlaşılır olmasıdır. Çoğu röntgen ve tomografi görüntüleri titizlik ve dikkatle oluşturulduğu için elde edilen veriler, yapay zeka modeline daha kolay entegre olur.

Bir başka sebep olarak insanların ön yargı ve korkuları söylenebilir. Bu teknoloji henüz başlangıç aşamasında olduğu için hem hastalar hem de doktorların bazı çekinceleri oluşmaktadır. Teşhis alanı diğer alanlara göre nispeten daha fazla hata yapma lüksüne sahiptir. Çünkü doktorlar son kararı yine kendileri verir ve yapay zekayı sadece alternatif olarak kullanabilir. Bunun aksine, üretken modeller molekülleri sıfırdan oluşturur ve moleküler parçaları, istenen özelliğe sahip daha büyük moleküller halinde birleştirir.



Şekil 3. Yapay zekanın tıpta uygulanabilirlik alanlarına göre dağılımı [1].

Şekil 3’de belirtilen daire grafiğine göre onkoloji ve nöroloji alanları diğer alanlara göre daha fazla uygulanabilir. Çünkü bu alanlarda yapılan çalışmalar ve projeler diğer alanlardan çok daha fazladır. Özellikle moleküler biyoloji ve genetik bölümü, kanser ve tümör araştırmaları üzerine oldukça fazla araştırma yapmaktadır.

Yapay zeka, ne kadar veri ve data varsa o kadar doğru kararlar verecektir. Ancak bu alanlarda çalışmak doğrudan insan sağlığını etkilediği için hem yapay zeka modelinin riskleri olabilir hem de etik riskler barındırabilir. Bu modeller radyoloji alanında lezyonların sınıflandırılması, görüntü segmentasyonu veya tıbbi testlerdeki anormalliklerin tespiti gibi görevlerde kullanılmaktadır [14].

#### 4. Yapay Zekanın Yeni Antibiyotikler Tasarlaması ve Doğrulaması

Her yıl dünya çapında antibiyotik direncine bağlı yaklaşık 5 milyon ölümün yaşandığı göz önüne alındığında, hiçbir klinik ajana karşı duyarlılığı bulunmayan dirençli bakteri (Pandrug resistant) türleriyle mücadele etmenin yeni yollarına acilen ihtiyaç duyulmaktadır [15].

Hali hazırda kullanılan yöntemlerin molekülleri tek tek değerlendirmesi gibi önemli bir sınırlaması vardır. Bu da büyük kimyasal alanlar için zaman alıcıdır [16]. Bunun aksine, üretken modeller molekülleri sıfırdan oluşturur ve moleküler parçaları, istenen özelliğe sahip daha büyük moleküller halinde birleştirir.

Bu üretken modellerin klinik anlamda en güncel örneği, Kyle Swanson ve arkadaşları tarafından oluşturulan SyntheMol adlı yapay zeka programıdır. Kyle Swanson, SyntheMol’u kullanarak, bilinen reaktivitelere sahip yaklaşık 132.000 moleküler yapı bloğunu ve 13 iyi doğrulanmış kimyasal sentez reaksiyonunu kullanarak yeni bileşikleri bir araya getirmiştir. Bu yeni bileşikleri 9 saatten daha kısa bir sürede hazırlamıştır. Sentez başarı oranları 3-4 hafta içinde %80’in üzerindedir. Sentezlenen bu bileşikleri klinik ortamda değerlendirmek için Acinetobacter baumannii’yi kullanmışlardır.

Pandrug resistant bakterilerinden biri olan Gram-negatif Acinetobacter baumannii, klinik ortamlarda oldukça külfetlidir ve Dünya Sağlık Örgütü’ne göre kritik bir önceliğe sahiptir. Acinetobacter baumannii idrar yolu

enfeksiyonları, yara enfeksiyonları ve menenjit dahil olmak üzere çok çeşitli enfeksiyonlara neden olan bir patojendir [15].

Kyle Swanson, SyntheMol'u Acinetobacter baumannii'ye karşı antibiyotik aktivitesi olan moleküller tasarlaması için programlamıştır. Üretilen 58 moleküllü sentezleyip deneysel olarak doğrulamıştır. Bunlardan altısı Acinetobacter baumannii'ye ve filogenetik olarak çeşitli diğer bakteriyel patojenlere karşı güçlü aktivite göstermiştir. Daha sonra üretilen bileşikler sentezlemeyi ve biyoaktivitelerini doğrulamayı hedeflemişlerdir. 150 bileşiğin 70'i Enamine şirketinden diğer 80 bileşiği Chemprop şirketinden temin etmişlerdir. Sentezlenen bu 58 molekül, eğitim seti için kullanılan ve aynı tür olan Acinetobacter baumannii ATCC 17978'e karşı büyüme inhibisyonu analizleri gerçekleştirerek doğrulamışlardır. AB17978, dizilenen ilk A. baumannii suşudur. Bu yüzden vereceği reaksiyonları en iyi bilinen suştur.

## 5. Pandemi ile Mücadelede Yapay Zekanın Rolü

COVID-19 virüsünün son derece bulaşıcı olduğu iyi bilinmektedir. COVID-19 gibi salgın durumlarında robotlar, virüs bulaşan hastalara gerekli olanakları sağlayarak temassız bir rol oynayabilmekte ve hasta-doktor arasında aracı görevi görebilmektedir [17].

İhtiyaçları karşılamaya göre çeşitli robot türleri geliştirilmiştir. Silindirik şekilli robotlar, solunum cihazındaki COVID-19 ile enfekte hastaların sıcaklığını, kan basıncını ve oksijen saturasyonunu kontrol etmelerine yardımcı olacak şekilde tasarlanmıştır.

Dikey olarak dönecek şekilde tasarlanan robot türleri ise hastane içerisinde hareket ederek UV ışınlarıyla hastanenin iç mekanlarını dezenfekte edebilmektedir.

Uçma yeteneğine sahip dronlar (İHA) ise kalabalık içinde semptomlar sergileyen bireyleri belirleyip virüsün bulaşma riskini değerlendirme konusunda ilgili departmanlara veri aktarabilmektedir. Bazı uzaktan kumandalı dron türleri de bulaşıcı örnekleri test amacıyla dış laboratuvarlara taşıyabilmektedir. [18]

## 6. Covid-19 Aşısının Geliştirilmesinde Yapay Zeka Kullanımı

Etkili terapötiklerin ve ilaçların yokluğu, COVID-19 gibi bulaşıcı hastalıkların kontrol edilmesini ve ortadan kaldırılmasını son derece zorlaştırmıştır. Bu zorluğu aşmak için alternatif bir yol olarak yapay zeka kullanılabilir. Yapay zeka, proteinlerin yapısını ve bağlanma yerlerini öğrenerek yeni ilaçların keşfi için alternatif bir yol sunmaktadır [18]. Örneğin, Derin Öğrenme Yöntemi kullanılarak AlphaFold adlı yapay zeka algoritması, COVID-19'a bağlı proteinlerden 3a (yapısal protein), nsp 2, nsp 4 ve nsp 6 (yapısal olmayan proteinler)'nin membran yapılarını başarıyla tahmin edebilmektedir. [19]. Bir başka örnek olarak Arora ve arkadaşları potansiyel COVID-19 aşı adaylarını tahmin etmek için Vaxign-ML isimli makine öğrenmesi algoritmasını kullanmıştır.[20] Kassani ve arkadaşları, COVID-19 enfeksiyonuna uğramış bireylerin halka açık göğüs röntgenlerinin veri setini kullandılar. Bu veri setindeki deneysel sonuçlar, yapay zeka tarafından eğitilen modellerin sınıflandırma doğruluğu açısından %99,00'lık gibi çok yüksek doğruluk oranında tahmin ürettiğini göstermektedir [21].

Barstugan ve arkadaşları, derin öğrenme yöntemini kullanarak otomatik COVID-19 sınıflandırması için Bilgisayarlı Tomografi (BT) görüntülerini analiz ettiler. Sınıflandırma performansını değerlendirmek için duyarlılık, özgüllük, doğruluk, kesinlik ve F puanı metrikleri kullandılar, sınıflandırma doğruluğu %99,68 olarak elde edildi [22].

Yeni COVID-19 mutasyonlarıyla başa çıkma konusunda da Yapay zeka yöntemleri etkili bir rol oynamıştır. Bu, pandeminin seyrini değiştirmek ve gelecekteki tedbirleri planlamak için önemli bilgiler sağlayabilir.

## 7. Covid-19'un Gelişim Sürecinde Görülebilecek Muhtemel Yapay Zeka Eksiklikleri

Yapay zekanın COVID-19 salgınında teşhis aracı olarak kullanımı henüz başlangıç aşamasındadır. Sistemin Derin Öğrenme konusunda eğitilebilmesi için yüksek kaliteli bilgisayarlı tomografi taramalarına ve göğüs röntgeni veri setlerine ihtiyaç vardır.

Ancak pandemi ortamında bu veri setlerini sistematik bir şekilde toplamak oldukça zordur. Daha az radyasyona maruz kalarak yüksek kaliteli fotoğraf toplamak için otomatik görüntü toplama sistemlerinin gerçek zamanlı tanıma güvenilir ve doğru olması gerekir [18]. Teşhis verilerinin paylaşılması için kişilerin iş birliği ve katılımcı kuruluşlara duyulan güven gereklidir. Yapay zeka esas olarak veri odaklı olduğundan, veri setlerinin özgün ve özel olmasını sağlamak kolay olmayabilir [23].

Robota bağlı bazı numune alma yöntemleri, enfekte hastalarla ve sağlık profesyonelleriyle teması uzak tutabilse de hala bir personele ihtiyaç vardır. Bu nedenle bağımsız bir süreç elde etmek için bilgisayarlı görme gibi birçok çalışmanın entegre edilmesi gerekir [18].

13 Mayıs 2024 tarihinde tanıtılan Chat-GPT 4o Yapay zeka modeli bu entegrasyonu sağlama kapasitesine sahiptir. Ekran üzerinden ve dahili kamerası aracılığıyla algıladığı görüntü ve videoları yorumlayabilen Chat-GPT 4o, insan gücü gerektirmeyen numune alma gibi işlemleri gerçekleştirebilir. Birçok durumda güvenilirliğin kesin olması gerekir. Sensör teknolojisi ve robotun altında yatan parçalar geliştirilmelidir. UV dezenfeksiyon robotlarının en belirgin zorlukları mesafe-güç sorunlarıyla ilgilidir. Delik veya boşluk bulunan bazı yerlerde robotla ilaçlama, ulaşılmadığından dolayı işlevsel olmayabilir. UV ışığından açık alanlarda veya gizli yerlerde yararlanılmayacaktır. Dronlar, batarya gücüne bağlı olarak şiddetli yağmur veya aşırı rüzgâr durumlarında uçamamaktadır. Bu durumda uyduya bağlı konumlandırma sistemlerine güvenmektedirler. Fakat hava koşulları bu veri akışını engellediğinde dronlar istenildiği gibi performans veremeyebilirler. [18]

## 8. Crispr-Cas Dizilerini Modelleyerek Son Derece İşlevsel Genom Editörlerinin Tasarımı

*Streptococcus pyogenes*'ten (SpCas9) yaygın olarak elde edilen Cas9 nükleazı gibi tek proteinli CRISPR-Cas efektörleri, basitlikleri, sağlamlıkları ve kompakt formları nedeniyle biyoteknolojide sıklıkla kullanılmaktadır. Mikroplardan elde edilen CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats) tabanlı gen editörleri güçlü olsa da insan hücreleri gibi ortamlarda çalışırken işlevsel değişimler sergileyebilmektedirler [24]. Yapay zeka destekli araçlar, bu kısıtlamaları aşabilecek güçlü bir alternatif olarak görmektedir.

CRISPR araçlarını çeşitlendirmek ve düzenleme yeteneklerini genişletmek için çeşitli platformlarda yeni sistemler üretilmektedir. Bu yeni sistemler, biyoakışkanlarda küçük boyut veya genişletilmiş protein stabilitesi gibi spesifik özellikler için araştırılmıştır [25]. Bu sistemlerin erişimi hedef hücrelerdeki bazal aktivite, PAM seçiciliği, termal optimum ve in vitro biyokimyasal özellikler yüzünden sınırlanmaktadır [26]. Bu sistemler yönlendirilmiş evrim ve yapı güdümlü mutajenez dahil olmak üzere bir dizi protein mühendisliği yaklaşımı kullanarak biyoteknoloji için optimize edilmiştir. Bu mühendislik yaklaşımları yapay zekanın faydalandığı dil modellerinden oluşmaktadır. Bununla birlikte, bu yaklaşımların her ikisi de, ya rasyonel mutajenez için mekanik anlayış biçiminde ya da basit bağlanma etkileşimlerinden daha karmaşık işlevler için elde edilmesi zor olan hesaplamalı tasarım için açık yapısal hipotezlere bağlıdır [24].

Jeffrey ve arkadaşları, yapay zeka ile tasarlanmış programlanabilir bir gen düzenleyiciyle insan genomunun hassas bir şekilde düzenlenmesini sağlamak için biyolojik çeşitlilik konusunda eğitilmiş büyük dil modellerini ilk kez başarılı bir şekilde (LLMs) kullanmışlardır. Dil modelleri, çeşitli protein dizilerinden oluşan geniş setler üzerinde önceden eğitilirken yapıyı ve işlevi temsil etmeyi öğrenir. Bu modellerin daha sonra ince ayarlanması, ailelerinin işlevsel kısıtlamalarına bağlı kalarak dizi alanında önemli ölçüde farklılaşan yeni proteinler üreterek sağlanır [24].

Bu çalışmada yapılan ince ayar SpCas9'un N-terminal segmentini veya C-terminal PAM etkileşimli alanını kullanarak yapılmaktadır. Bu ince ayar sonucunda 200.000 ve 150.000 Cas9 benzeri proteinin üretilmesiyle sonuçlanmıştır. Bu yaklaşım, bilinen herhangi bir doğal proteine göre %31'e kadar daha düşük dizi özdeşliklerine sahip fonksiyonel lizozimlerin tasarımı yoluyla doğrulanmıştır.

Bununla birlikte, bu stratejinin, CRISPR-Cas efektörleri gibi çoklu karmaşık işlevlere sahip protein aileleri için ne kadar iyi performans gösterdiği henüz bilinmiyor [24]. Bu amaçla günümüz itibarıyla, CRISPR ile ilişkili (Cas) proteinler, CRISPR dizileri, tracrRNA'lar ve protospacer bitişik motifleri (PAM'ler) dahil olmak üzere seçilmiş en kapsamlı CRISPR operonları veri kümesini oluşturmak için kapsamlı veri madenciliği gerçekleştirmişlerdir.

Bu araştırma için kullanılan veri seti, 26 terabazlık bir araya getirilmiş genom ve meta-genomlardan çıkarılan bir milyondan fazla CRISPR operonundan seçilmiştir. Bu kaynağa CRISPR-Cas Atlası adını vermişlerdir. 1.246.163 CRISPR-Cas operonunu ortaya çıkarmak için bu CRISPR-Cas Atlasını kullanmışlardır. Çalışma, doğada bulunan CRISPR-Cas aileleri arasından 4,8 kat daha fazla protein kümesi oluşturup Cas9 benzeri efektör proteinler için tek kılavuzlu(single-guide) RNA dizilerini uyararak modeller oluşturmuştur. Üretilen Tip II efektör proteinlerin, bilinen herhangi bir doğal proteinden yüzlerce mutasyon uzakta olmasına rağmen, insan hücrelerinde fonksiyonel gen düzenleyicileri olarak bir araya gelebildiğini göstermişlerdir [24].

Jeffrey, insan hücrelerinde fonksiyonel analiz için 209 Cas9 benzeri protein seçmişlerdir ve üç hedef bölgede geniş bir düzenleme verimliliği yelpazesi gözlemlemişlerdir; bazı Cas9 benzeri proteinler, SpCas9'a eşit veya daha yüksek aktivite göstermiştir. Seçilen Cas9 benzeri proteinlerin daha ileri karakterizasyonu, bazılarının SpCas9'dan daha iyi performans göstermesiyle birlikte, yüksek düzenleme verimliliği ve özgülüğünü ortaya çıkarmıştır.

Bildiğimiz kadarıyla bu, insan genomunun tamamen makine öğrenimi ile tasarlanmış proteinler tarafından başarılı bir şekilde düzenlenmesini temsil etmektedir. Örnek bir editör olan OpenCRISPR-1'i kapsamlı bir şekilde karakterize etmek ve onun yüksek işlevselliğini ve özgüllüğünü öne sürmektedir. OpenCRISPR-1'i araştırma ve ticari uygulamalarda geniş etik kullanıma açık olarak sunulmaktadır.

## 9. Makale Yazımı ve Yayımlanmasında Yapay Zekanın Rolü

YÖK 2024'te üretken yapay zeka kullanımına dair etik bir rehber yayınladı. Bu rehber göre; yapay zeka, makale yazımında birçok farklı şekilde kullanılabilir:

- Literatür taraması
- Kaynakların düzenlenmesi
- Dilbilgisi ve yazım kontrolü
- Çeviri

Bu işlerin yapay zekaya uygulanması durumunda dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır:

1. Yapay zekaya uygulanan bu işlemlerin araştırmacılar tarafından dikkatli ve özenli bir biçimde gözden geçirilmesi ve hataların düzeltilmesi gerekmektedir.
2. Bağlamsal tutarlılığın sağlanması gereklidir.
3. Yapay zeka sistemlerinin eğitildiği modeller, eğitiminde kullanılan veri kaynakları ve çalışma mantığı tamamen kontrole açık olmamaktadır. Bu nedenle yapay zeka ile üretilen bilginin yanlış veya taraflı olabileceği gerçeği göz ardı edilmemelidir.
4. Ortaya çıkan yapay zeka ürününün (resim, metin, ses, görüntü, karar, kod, sonuç) yasal ve etik açıdan sorumluluğunun alınması gereklidir.

Yapay zeka tarafından üretilmiş görsel, metin, ses vb. kullanımı, bilimsel çalışmalarda açıkça belirtilmiş olsa da etik riskler taşıyabilir. Yapay zeka, bir çalışmanın nihai sorumluluğunu bir araştırmacı gibi üstlenemeyeceği için, bilimsel çalışmalarda yazar olarak yer alamaz. Yapay zekanın kullanım amacı hipotez geliştirme, tartışma, yorumlama ve uygulama gibi üst düzey beceri, deneyim ve uzmanlık gerektiren aşamaları kapsamamalıdır.

- Veri Analizinde Yapay Zeka Kullanımı Etik Açından Uygun Mudur?

Kullanıcının kendi eğittiği modeli veri analizinde kullanması etik açıdan uygundur. Ancak, hazır bir yapay zeka sistemi kullanılıyorsa, veri analizinde kullanılan yöntemlerin etik sorunlara yol açabileceği dikkate alınmalıdır.

- Yapay Zeka Kullanımı Etik Kurula Bildirilmeli Midir?

Etik Kurulu başvurusunda yapay zeka kullanımı hakkında kurula gerekli bilgiler sağlanmalıdır. Bu bağlamda, araştırma protokolünde yapay zekanın kullanım amacı, kapsamı, niteliği hakkında detaylı bilgi verilebilir.

1) Akademik araştırma ve okumalarda zamandan tasarruf etmek amacıyla kullanılacak yapay zeka destekli bir araç olan Bilge 1074 AI (Artificial Intelligence), 18 Temmuz 2024 tarihine kadar deneme erişimine açılmıştır. Bilge 1074, sitesine eklenen bir veya birden fazla araştırma dosyasını saniyeler içerisinde analiz edebilmekte, özetleyebilmekte, sorulara cevap verebilmekte, giriş tartışma ve sonuç bölümlerini sentezleyebilmektedir. Ayrıca makalenin yazım hatalarını bulabilmektedir [27].

2) ChatGPT-4o'nun bir aracı olan Journal Finder, yazılan makalelerin içerik olarak hangi dergilere gönderilebileceğini belirtir. Sisteme yüklenen makaleyi baştan sona tarar. Anahtar kelimeleri verir ve sizden anahtar kelimeleri onaylamasını ister. Onayladıktan sonra makalenizin tahmini etki değerini belirtip makale içeriğine göre dergi isimlerini önerir.

## SONUÇ

Yapay zeka teknolojisinin etkisi, gelecekte daha da genişleyerek hayatın her alanına yayılacaktır. Doğru kullanıldığında insan hayatını kolaylaştıracak ve kalitesini artıracak bir teknoloji olacaktır.

- Verimlilik

Yapay zeka teknolojileri sayesinde, birçok iş süreci hızlandırılarak verimlilik artırılacak ve zamandan tasarruf sağlanacaktır.

- Doğruluk

Yapay zeka sistemleri, hata payını minimuma indirerek daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlar.

- Otomasyon

Yapay zeka teknolojileri, insan faktörünü elimine ederek işin otomatize edilmesine yardımcı olur.

#### Yapay Zeka'nın Barındırdığı Riskler

- Gözetim ve mahremiyet gibi konularda riskler oluşabilir. Seçim döneminde medyada ses getiren siyasi liderlerin sahte videoları yapay zeka ile yapıldı.
- 09.06.2024 tarihinde yapılan AYT sınavında kopya çekilmeye çalışıldı. Aday soruları yapay zekaya okutarak cevaplandıracaktı.
- İşsizlik ve eşitsizliğe neden olabilir.

#### Yapay Zeka'nın Barındırdığı Etik Sorunlar

- Yapay zeka, suçlu olanları doğru tespit etmek için kullanılmalı mı?
- Yapay zeka, insan yerine karar verirse ne olur?
- Yapay zeka ve insan hakları arasında bir bağlantı var mıdır?

#### Bilgi

Bu derleme Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bünyesinde Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisans semineri olarak sunulmuştur.

#### Kaynaklar

- [1] Nogales A, Garcia-Tejedor, A J, Monge, D, Vara J S, & Anton, C. A survey of deep learning models in medical therapeutic areas. *Artif Intell Med* 2021; 112, 102020.
- [2] Gupta, R, Srivastava, D, Sahu, M, Tiwari, S, Ambasta, R K, Kumar, P. Artificial intelligence to deep learning: Machine intelligence approach for drug discovery, *molecular diversity* 2021; 25: 1315-1360.
- [3] Ossowska, A, Kusiak, A, Świetlik D. Artificial intelligence in dentistry-narrative review. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19(6), 3449.
- [4] Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metab Clin Exp* 2017; 69: 36-40.
- [5] Arf C, Makine Düşünebilir Mi ve Nasıl Düşünebilir? Atatürk Üniversitesi – Üniversite Çalışmalarını Muhite Yayma ve Halk Eğitimi Yayınları Konferanslar Serisi No: 1, 1959, Erzurum, s. 91-103
- [6] Janiesch C, Zschech P, Heinrich K, Machine learning and deep learning. *Electron Mark* 2021; 31: 685-695.
- [7] Domingos PM. A few useful things to know about machine learning. *Commun ACM* 2012; 55(10): 78-87.
- [8] Keskinbora K H. Medical ethics considerations on artificial intelligence. *J Clin Neurosci* 2019; 64: 277-282.
- [9] Grech V, Cuschieri S & Eldawlatly A. Artificial intelligence in medicine and research - the good, the bad, and the ugly. *Suudi J Anaesth* 2023; 17(3): 401-406.
- [10] Anastasia A, Robert C. Artificial intelligence, machine learning and deep learning: Potential resources for the infection clinician. *J Infect*, 2023; 87 (4): 287-294.
- [11] Ramesh A N, Kambhampati C, Monson, J R, & Drew, P J. Artificial intelligence in medicine. *Ann R Coll Surg Engl* 2004; 86(5): 334-338.
- [12] Domingos PM. A few useful things to know about machine learning. *Commun ACM* 2012; 55(10): 78-87.
- [13] Yıldırım O, Pławiak P, Tan R S, Acharya U R. Arrhythmia detection using deep convolutional neural network with long duration ecg signals, *Comput Biol Med* 2018; 102: 411-420.
- [14] Zhuge Y, Ning H, Mathen P, Cheng J Y, Krauze A V, Camphausen K, Miller R W. Automated glioma grading on conventional mri images using deep convolutional neural networks. *Med Phys* 2020; 47 (7): 3044-3053.
- [15] Swanson K, Liu G, Catacutan D B, Arnold A, Zou J & Stokes J M. Generative ai for designing and validating easily synthesizable and structurally novel antibiotics, *Nat Mach Intell* 2024; 6(3): 338-353.
- [16] Camille B, Wengong J, Tommi J, Regina B and Klavs F J. Generative models for molecular discovery: Recent advances and challenges. *WIREs Comput Mol Sci* 2022; 12(5), e1608.
- [17] Denecke K and Baudoin C R. A review of Artificial intelligence and robotics in transformed health ecosystems. *Front Med* 2022; 9, 795957.
- [18] Ashique S, Mishra N, Mohanto S, Garg A, Taghizadeh-Hesary F, Gowda B H J, Chellappan D K. Application of artificial intelligence (AI) to control COVID-19 pandemic: Current status and future prospects, *Heliyon* 2024; 10(4), e25754.
- [19] Gulamali F, AlphaFold algorithm predicts COVID-19 protein structures, *InfoQ* 2020, 2 (4).
- [20] Arora I, Kummer A, Zhou H, Gadjeva M, Ma E, Chuang Y, Ong E. mtX-COBRA: Subcellular localization prediction for bacterial proteins. *Comput Biol Med* 2024; 171,108114.
- [21] Kassania S H, Kassanib P H, Wesolowskic M J, Schneidera K A, Detersa R. Automatic detection of coronavirus disease (COVID-19) in X-ray and CT images: A machine learning based approach. *Biocybern Biomed Eng* 2021; 41(3): 867-879.
- [22] Barstugan M, Ozkaya U, Ozturk S. Makine öğrenimi yöntemleriyle BT görüntüleri kullanılarak koronavirüs (COVID-19) sınıflandırması. *arXiv ön baskısı* 2020; 2003.09424 .
- [23] Goodman K, Zandi D, Reis A, Vayena E. Balancing risks and benefits of artificial intelligence in the health sector, *Bull World Health Organ* 2020; 98 (4).



- [24] Ruffolo J A, Nayfach S, Gallagher J, Bhatnagar A, Beazer J, Hussain R, Russ J, Yip J, Hill E, Pacesa M, Meeske A J, Cameron P, Madani A. Design of highly functional genome editors by modeling the universe of Crispr-CAS sequences, *bioRxiv* 2024; (04): 1-35.
- [25] Wei G X, Zhou Y W, Li Z P, Qiu M. Application of artificial intelligence in the diagnosis, treatment, and recurrence prediction of peritoneal carcinomatosis. *Heliyon* 2024; 10(7), e29249.
- [26] Gasiunas G, Young J K, Karvelis T, Kazlauskas D, Urbaitis T, Jasnauskaite M, Grusyte M M, Paulraj S, Wang P H, Hou Z, Siksnys V. A catalogue of biochemically diverse CRISPR-Cas9 orthologs. *Nat Commun* 2020; 11(1), 5512.
- [27] Türkiye Yapay Zeka İnisyatifi.2017.Türkiye.AI-Türkiye Yapay Zeka İnisyatifi. <https://turkiye.ai/portfolio/bilge1074/> (Erişim Tarihi 10.10.2024)