

## 18. BÖLÜM / CHAPTER 18

# ECZACILIK, ECZACILIK BİLİMLERİ VE İLGİLİ ALANLARDA YAPAY ZEKÂ KULLANIMI

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS USED IN PHARMACY AND PHARMACY RELATED FIELDS

**Beşir Sefa MUMAY\*, Ömrüm ERGÜVEN\*\***

\*Eczacı, Öğrenci, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Teknoloji Doktora Programı, İstanbul, Türkiye

E-mail: besirsefa.mumay@ogr.iu.edu.tr

\*\* Eczacı, Öğrenci, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Teknoloji Doktora Programı, İstanbul, Türkiye

E-mail: omrumomrum81@gmail.com

DOI: 10.26650/B/ET07.2022.0018

### ÖZ

Teknolojinin gelişmesi ile değişen yaşam şartları, her meslek için yeni tanımlamalar gerektirmiştir. Eczacılık, birçok farklı alt disiplini barındıran multidisipliner çalışmaların mümkün olduğu bir alandır. İlk defa 1960'ta tıptan ayrı bir meslek olarak tanımlanan eczacılık mesleği, 1960'tan sonraki her dönemde, çağın gerektirdiği değişikliklere uğramıştır. Majistral ilaçların hazırlandığı eczane laboratuvarları, müstahzar ilaç sayısının artması, ilaç takip sistemi ve Medula sisteminin eczanelere entegre edilmesi gibi örnekler, eczacılık hizmetinin bulunduğu çağa uymasının bir sonucu olarak yorumlanabilir. Günümüzde, teknolojinin getirdiği değişim zorunluluğu da göz önüne alınınca, hiçbir eczacılık hizmeti teknolojidenden bağımsız düşünülemez. Akılcı ilaç kullanımında, hastane eczanesinde, serbest eczanelerde, ilaç geliştirilmesinde ve üretilmesinde kullanılan yapay zekâ (YZ) uygulamaları bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı; güncel veriler ve literatür ışığında, eczacının sorumluluklarını ve eczacılık uygulamalarını genel olarak değerlendirmek; YZ'yi ve YZ'nin özelliklerini açıklayarak eczacılık alanında kullanılan YZ uygulamalarına örnekler sunmaktır.

Endüstri 4.0 dönemi ile birlikte yıkıcı teknolojiler daha çok konuşuldu. İlaçların üretiminden hastaya sunumuna kadar birçok aşamada yıkıcı teknolojilerin kullanılmasıyla birlikte Eczacılık 4.0 kavramı ortaya çıkmıştır. Eczacılık 4.0 döneminde görev yapan eczacıların çağın gereklerini yerine getirebilecek yeterliliklere sahip olmaları, teknolojiyi anlamaları ve bu teknolojiyi mesleklerine fayda sağlayacak şekilde kullanmaları gerekmektedir. Farklı algoritmalarının kullanılması, eczacılığın farklı alanlarına katkı sağlayabilir. Ancak, tüm alanlara katkı sağlanması için eczacı ve eczacılık şarttır.

**Anahtar Kelimeler:** Eczacılık, Eczacılıkta Bilişim, Akılcı ilaç kullanımı, Yapay zekâ

**ABSTRACT**

The changes in living conditions that has occurred with the development of technology has necessitated new definitions for every profession. Pharmacy is a field where multidisciplinary studies with many different sub-disciplines are possible. Pharmacy was defined as a profession distinct from medicine in 1960 for the first time and has undergone changes required by the era in every period after 1960. Examples such as compound laboratories, the increase in the number of commercial drugs, the drug tracking system, and the integration of the Medula Pharmacy System into pharmacies can be interpreted as a result of pharmacy services becoming compatible with the era. Artificial intelligence (AI) applications are known to be used in rational drug use, hospital pharmacies, community pharmacies, and drug development and production. The aim of this paper is to evaluate pharmacists' responsibilities and pharmacy practices in general in the light of current data and the literature and to present examples of AI applications used in the field of pharmacy by explaining AI and its features. Disruptive technologies have been mentioned more with the era of Industry 4.0. The concept of Pharmacy 4.0 has emerged alongside the use of destructive technologies in many pharmaceutical stages, from the production of drugs to their presentation to patients. Pharmacists working in the era of Pharmacy 4.0 should have the qualifications to fulfill the requirements of the age, should understand technology, and should use this technology in a way that will benefit their profession. The use of different algorithms can contribute to different pharmaceutical areas.

**Keywords:** Pharmaceutical science, Rational drug use, Pharmaceutical production, Artificial intelligence, Pharmacist

Günümüzde birçok meslekte ve bilimin birçok alanında olduğu gibi eczacılık alanında da teknolojinin etkileri hissedilmektedir. Teknoloji, eczacılıkta hemen her alanında kullanılsa da bazı alanlarda etkisini daha çok hissettirmektedir:

- Akılcı ilaç kullanımı,
- Tedavi, ilaç ve aşı geliştirme çalışmaları,
- Eczane hizmetleri,
- Hastane eczacılığı,
- Hasta verilerinin toplanması ve saklanması (Donepudi, 2018; Rio-Bermudez et al., 2020; Nelson et al., 2020).

Bu derleme yazısında eczacılık bilimi ve yapay zeka (YZ) kavramları anlatılmış, eczacılıkta kullanılan YZ uygulamaları gözden geçirilmiştir. Eczacıların görev ve sorumlulukları, teknoloji çağı bakış açısıyla yorumlanmıştır.

**Eczacıların Sorumlulukları ve Teknoloji**

Eczacı, ülkelere göre değişen 4-8 yıllık eğitimi başarıyla tamamlamış, ilaç hazırlama ve sunma sanatını bilen ve hastasını ilaç kullanımı konusunda eğitebilen kişidir (TİTCK, 2014).

Genellikle eczaneler hastaların ilacı kullanmadan önce en son uğradıkları yerdir ve bu nedenle ilacı kullanmadan önce en son danışacakları kişi eczacılardır. Bu kritik mesleğin mensupları olan eczacıların tıbbı, hastalara ve topluma karşı görev ve sorumlulukları vardır. Eczacıların görev ve sorumluluklarının bazıları bölümleri teknoloji kullanılarak geliştirilebilir ve değiştirilebilir. Akılcı ilaç kullanımı gibi dünya çapında sorunlara, ölümlere ve yüksek maliyetlere neden olan konularda teknolojiden yararlanmak önemlidir.

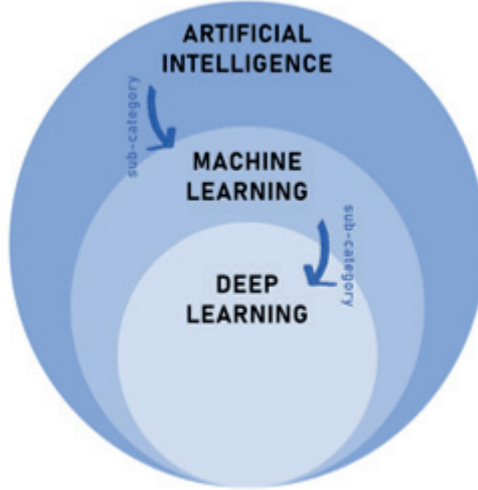
## YAPAY ZEKÂ (YZ)

YZ sistemleri basitçe iki aşamalı bir sistem olarak düşünülebilir: İlk aşamada insan zihninin düşünme ve karar verme mekanizmasını anlar; İkinci aşamada ise bu mekanizmaları otonom olarak tekrarlar. YZ kavramı, “Dijital teknoloji ve/veya insanı taklit etme, etkileşim kurma, öğrenme, uyum sağlama ve deneyimlerini genişleterek uygulama yeteneğine sahip uygulamalar” olarak tanımlanmaktadır (Oxford Insights, 2019). YZ kavramı ilk kez 1950’lerde Turing tarafından gündeme getirilmiş ve bir makinenin insan gibi düşünebilme olasılığı felsefi olarak tartışılmıştır (Turing, 2009).

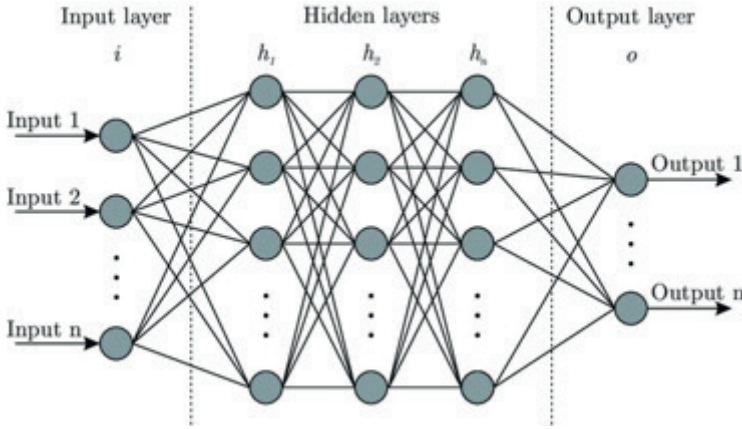
YZ algoritmaları, deneyimleri anlama, sonuçları değerlendirme ve farklı durumlar arasındaki benzerlikleri belirleme yeteneğine sahiptir (Atav, 2020). Literatür taramasında YZ kavramı ile birlikte farklı alt kategorilerin birlikte kullanıldığı görülmüştür. Kabul edilen genel kategorizasyona göre, YZ üç alt kategoride incelenebilir; Kural tabanlı YZ (Uzman Sistemler, Karar Destek Sistemleri vb.), Karar Verici YZ (Genetik Algoritma Kodu, Metin Madenciliği vb.) ve Öğrenen YZ (Yapay Sinir Ağları, Derin Öğrenme vb.) (Kliegr et al., 2021; Shrestha et al., 2019; Dimiduk et al., 2018). YZ’nın alt kategorizasyonuna ilişkin açıklamalar ve detaylar Tablo 1’de verilmiştir.

Kural Tabanlı YZ	Uzman Sistemler (US)	Karar mekanizması olarak YZ algoritmalarını kullanan US, “Bilginin işlendikten sonra sonuçla veya makine ile birleştirilmesi” olarak tanımlanmaktadır (Turban et al., 2005; Turban, 1995). US, YZ algoritmalarını kullanarak uzmanlardan elde edilen bilgileri yorumlar ve uzman olmayanlara aktarır. US dört temel bölümden oluşur: veri tabanı, çıkış mekanizması, ileri zincirleme mekanizması ve arayüz (Liao, 2005).
Karar Verici YZ	Veri Madenciliği (VM)	VM, yapılandırılmamış metinden yeni bilgilerin keşfedilmesi ve çıkarılması olarak tanımlanır. Bu alanda yaygın olarak kullanılan bilgisayar destekli metin analizinden farklı olarak, kelime/terim tekrarlarına dayalı bilgi çıkarmak yerine, TM genellikle dilbilgisi gibi diğer metinsel özelliklerden yararlanır ve doğal dil işleme, hesaplamalı dilbilim, derlem dilbilim, makine öğrenmesi ve istatistiksel teknikleri kullanır (Kobayashi et al., 2018).

<b>Öğrenen YZ</b>	<b>Makine Öğrenmesi (MÖ)</b>	MÖ, sunulan verilerden veya önceki çözümlere dayalı olarak elde edilen sonuçlarla kendi kendine öğrenme ve iyileştirme sağlayan bir algoritmadır. Matematiksel ve istatistiksel sonuçlara dayanmaktadır (Dimiduk et al., 2018). Verileri ve deneyimleri değerlendirerek makinelerin çıkarımlarda bulunması ve karar vermesi amaçlanmaktadır (Sevli & Başer, 2020). Bir makineye istenen bilgiyi öğretmenin birden çok yolu vardır. Bunlar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Denetimli öğrenme: Bu yöntemde makineler, hedeflenen sonuçları içeren veriler kullanılarak eğitilir.</li> <li>• Denetimsiz öğrenme: Bu yöntemde ek bir tanım aracına ihtiyaç yoktur. Yalnızca makine, verilerden anlam çıkararak sınıflandırma yapar.</li> <li>• Takviyeli öğrenme: Bu yöntemde ‘Ajan’ kavramı mevcuttur. Ajanın amacı, deneme yanılma yoluyla deneyler yaparak amaca ulaşmaktır. Oyunlaştırma yöntemi ile doğru hamleler için ödül, yanlış hamleler için cezalar olarak öğrenir.</li> </ul>
	<b>Derin Öğrenme (DÖ)</b>	DÖ, MÖ alt kategorisidir. YZ, MÖ ve DÖ kavramları arasındaki ilişki Şekil 1’de gösterilmiştir. DÖ, özellikle görüntülerin tanınması ve yorumlanması için çok kullanışlı bir yöntemdir. Çok sayıda veri girişi vardır ve ayırt edici özellikleri otomatik olarak öğrenir (Pesapane et al., 2018). Derin öğrenme yönteminin en büyük dezavantajı, tüm algoritmaların büyük veriye ihtiyaç duymasındır.
	<b>Yapay Sinir Ağları (YSA)</b>	YSA, biyolojik sinir ağlarını taklit eden sistemlerdir (Lipmann, 1987). YSA verilen örneklerden öğrenerek istenilen görevleri yerine getirir. YSA sistemlerinde girdi, bilgiyi katmandan geçirir ve çıktı olarak yorumlar. Bu sistemlerin yapısı Şekil 2’de (Bre et al., 2018) gösterilmiştir.



**Şekil 1:** YZ (Artificial Intelligence), MÖ (Machine Learning) ve DÖ (Derin Öğrenme) Bağlantısı



Şekil 2: YSA Örneği

## Eczacılıkta Kullanılan Yapay Zekâ Uygulamaları

### 1. Akılcı ilaç kullanımında yapay zekâ

Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) tanımına göre akılcı ilaç kullanımı (AİK), hastaların klinik ihtiyaçlarına uygun, kişisel ihtiyaçlarını karşılayacak dozlarda, yeterli zamanda ve en düşük düzeyde ilaç almalarını sağlayan bir dizi kuraldır (WHO, 2006). Bu tanım doğru ilaç, doğru doz, doğru zaman, doğru hasta, uygun maliyet, doğru takip, doğru bilgi ve dokümantasyon şeklinde uygulamaya konulmaktadır (Toklu et al., 2010). YZ algoritmalarının kullanımı, bu noktada sağlık uzmanlarına yardımcı olarak akılcı ilaç kullanımına katkıda bulunabilir. YZ algoritmalarının AİK konusunda katkıda bulunduğu bazı örnekler bilinmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) bulunan AiCure uygulaması, kullanılan ilacın doğruluğunu ve kullanım zamanının doğruluğunu kontrol etmek için telefon kamerasına bağlı bir YZ algoritmasıyla çalışır. Kamera önce ilacı tanır ve ardından ilacın kullanım zamanı geldiğinde bildirim göndererek kişiyi uyarır (AiCure Company, 2019; Labovitz et al., 2017). Böylelikle hastaya ve sağlık çalışanına doğru zaman ve doğru ilaç başlıklarında yardımcı olur. Başka bir örnekte, YZ algoritmaları aracılığıyla hastanın bilgileri işlenir, kritik doz hesaplaması yapılır ve sağlık çalışanlarının kesin kararlar vermesi desteklenir (Özgüven Öztornacı & Başbakkal, 2020). Böylece doğru doz başlığı sağlanacaktır.

Akılcı ilaç kullanımında kullanılan uygulamalar, bazı alt gruplara ayrılarak incelenebilir.

#### • İlaç etkileşimlerini tespit etmede yapay zekâ uygulamaları

İlaç-ilaç ve ilaç-besin etkileşimleri çok risklidir ve ölümcül olabilir. Bir çalışmada, hastanede yatan hastaların %6,7'sinde ilaç-ilaç etkileşimine bağlı ölüm tespit edilmiştir. Aynı

çalışmada, yalnızca ABD’de ilaç etkileşimlerine bağlı ölümlerin maliyetinin yıllık 136 milyar dolar olduğundan bahsedilmiştir (Hardalaç & Kutbay, 2014). Bahsedilen konuda uzman sistemlerin kullanılmasının bazı avantajları vardır:

- 1- İlaçların uyumluluğunun karşılaştırılması,
- 2- Etkin madde kontrolü,
- 3- İlaçla olası yan etkilerin kontrolü,
- 4- İlaç-besin etkileşim kontrolü,
- 5- İlaç prospektüslerinin incelenmesi,
- 6- Yan etkiler ve hastalık belirti kontrolü (Atav, 2020).

Uzman sistemler tarafından değerlendirilen bu veriler, bilgi olarak kullanıcıya sunulur. Hastanın sistemde kullanacağı ilaçları girmesi durumunda, hasta etkin maddelerin ve besin etkileşimlerinin veri tabanları tarafından değerlendirildiği bilgisini görür (Atav, 2020).

SuppX, Türkiye’de kurulan Pharmaino’nun üretim aşamasında olan bir projesidir. SuppX, kişilerin kullandığı ilaçları ve sahip oldukları hastalıkları YZ ile analiz edip önerilerde bulunacak eczane kiosk sistemidir. SuppX’in amacı, besin takviyelerinin ve dermokozmetiklerin akılcı kullanımını sağlamaktır (Pharmaino, 2020).

### • Hasta uyuncunu sağlamada yapay zekâ uygulamaları

Hasta uyuncu, hastanın tedavi konusunda yapılması gerekenlere uymasınıdır. Uyuncu varlığı, ilaç tedavisinden maksimum fayda sağlar. Hasta ile sağlık profesyoneli arasındaki iletişim, hasta uyuncu açısından kritik bir öneme sahiptir. Hasta uyuncu ile akılcı ilaç kullanımı arasında doğrudan bir ilişki vardır (Hardalaç & Kutbay, 2014).

SuperPharmacist, PharmYZno tarafından tasarlanan yazılım aşamasında bir mobil uygulamadır. Hastalara YZ ile kişisel bir tedavi planı sunar ve hastaların ilaçlardan maksimum verim almasını sağlar (Pharmaino, 2020).

### • Akılcı antibiyotik ve antiviral kullanımında yapay zekâ uygulamaları

Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de gereksiz veya yanlış antibiyotik kullanımı yaygın bir sorundur. Antibiyotiklerin yanlış kullanımı, antibiyotik direnci başta olmak üzere birçok sağlık sorununa neden olur (Aydın et al., 2017). Bu sorun, DSÖ tarafından global risk olarak kabul edilmiştir. YZ, antibiyotiklerin ve antivirallerin akılcı kullanımı için kullanılabilir. YZ, antibiyotiklerin ve antivirallerin akılcı kullanımı için kullanılabilir.

FluAI, Yesil Science tarafından pazara sunulan bir mobil uygulamadır. Boğaz ağrısı ve ateş gibi semptomları olan kullanıcılar, anamnez oluşturmak amacıyla soruları cevapladıktan sonra boğazlarının fotoğrafını çekip uygulamaya yüklerler. Verilen fotoğraf ve anamnez YZ tarafından değerlendirilerek kullanıcıya enfeksiyonun bakteriyel veya viral olma potansiyelini yüzde olarak belirtir (Yesil Science, 2020).

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nün Bilgisayar Bilimi ve Yapay Zekâ Laboratuvarı'ndaki araştırmacılar, bir hastanın idrar yolu enfeksiyonunun birinci veya ikinci basamak antibiyotiklerle tedavi edilme olasılığını tahmin eden bir öneri algoritması geliştirdiklerini duyurdular. 10.000'den fazla hastadan alınan verilerle eğitilen modellerinin, klinisyenlerin ikinci basamak antibiyotik kullanımını yüzde 67 oranında azaltmasına izin vereceğini iddia ediyor (Stokes et al., 2020).

Singapur Ulusal Üniversitesi'ndeki bir ekip IDentif.AI'yi kullanarak, YZ algoritmaları kullanarak Covid-19 tedavisinde kullanılacak antiviral kombinasyonlarını belirledi. Kombinasyonlarda, lopinavir/ritonavir kombinasyonunun Covid-19'a karşı nispeten etkisiz olduğu bulunurken, tek başına remdesivirin yüksek derecede etkili olmadığı bulunmuştur, lopinavir/ritonavir ve remdesivirin kombinasyon halinde alınmasının virüsün replikasyonunu inhibe ettiği bulunmuştur. Deneyler de bu bulguları desteklemiştir (Abdulla et al., 2020).

## 2. Tedavi, ilaç ve aşı geliştirme çalışmaları

Klasik yöntemler kullanılarak yeni bir ilaç geliştirilmesi 12-14 yıl kadar uzun sürebilir ve 2,6 milyar dolara kadar mal olabilir. YZ'nin en büyük avantajlarından biri, ilaç geliştirme için gereken süreyi kısaltması ve dolayısıyla ilaç geliştirmeyle ilişkili maliyetleri azaltmasıdır. İlaç ve aşı geliştirilmesi ihtiyacı, tüm dönemlerde var olacak sürekli bir ihtiyaçtır. YZ'nin böyle bir konuda sağladığı avantajlar umut vericidir.

Bir araştırmada, geniş spektrumlu antibiyotik aktivitesine sahip küçük peptitlerden oluşan bir veritabanı oluşturuldu ve YSA entegre edildi. Bu şekilde, antibiyotik aktivitesini temsil eden siliko modelleri oluşturuldu. Rastgele oluşturulan numuneler incelendiğinde, YZ tarafından tahmin edilen peptitlerin aktivitesinin çok yüksek olduğu gözlemlendi. YZ ile tahmin edilen molekül, hayvan modellerinde test edildiğinde *Staphylococcus aureus* enfeksiyonlarına karşı da etkili olduğu görülmüştür (Vyas et al., 2018).

Aşı geliştirme, ilaç geliştirmenin en zor kısımlarından biridir. YZ yöntemleri ve sistem biyolojisi yaklaşımı, verimliliği artırırken ve geliştirme sürecini hızlandırırken hataları azaltma potansiyeline sahiptir (Oxford Insights, 2019). Birçok bilim insanı, özellikle aşuların ve antivirallerin geliştirilmesinde YZ'den yararlanmaktadır. YZ, virüsü ve yeteneklerini, virü-

lansı ve genomu incelemek için etkili bir araç olarak yardımcı olabilir. Ayrıca virüsün protein yapısını ve diğer kimyasal bileşiklerle etkileşimini tahmin etmeye yardımcı olabilir (Kannan et al., 2020).

BERG, ilaç keşiflerinde YZ kullanan biyoteknoloji tabanlı bir ilaç şirkettir. Şirket, hastalığa neden olan çeşitli biyobelirteçleri bulmak, bunları doğrulamak ve ardından elde edilen verilere göre tedavilere karar vermek için YZ teknolojisini kullanıyor. Şirketin hedefi, ilaç keşif sürecini hızlandırmak ve YZ yardımıyla bir maliyet düşürme elde etmektir (Vyas et al., 2018).

### **3. Eczane eczanesinde kullanılan yapay zekâ uygulamaları**

Sağlık alanındaki büyük sorunlardan biri, eczaneye gelen bir hastanın tüm hastalıklarının değerlendirilmesidir. Makine öğrenimi algoritmaları, hastalıkları ve o hastalık için en uygun ilacı doğru bir şekilde tahmin etmek için kullanılabilir. Eczacı, bilinen ilacı vermek yerine YZ algoritmaları yardımıyla hastaya etkili ilacı sağlayabilir. Ayrıca stok yönetiminde makine öğrenimi algoritmaları ile yönetim sağlanabilir (Donepudi, 2018).

İlaç hazırlamada robotik eczanelerin varlığı, ilaçların karıştırılması, kategorize edilmesi ve işaretlenmesi gibi tüm bu faaliyetleri minimum insan müdahalesi ile gerçekleştirmek için kullanılır. Robotik eczanelerde otomasyon sistemleri bulunmakta ve bu sistemde istenilen özelliğe göre MÖ, DÖ ve Doğal Dil İşleme (DDİ) gibi sistemler kullanılmaktadır (Shekhar, 2019). Robotik sistemlerin avantajları şu şekilde sıralanabilir (Donepudi, 2018):

- Robotik sistemler, herhangi bir insan müdahalesi olmaksızın ve hatasız olarak çok sayıda ilacı doldurabilir ve düzenleyebilir. Bu, operasyonların verimliliğini artırmanın yanı sıra, eczacıların daha fazla katma değerli görevler yapmasını da sağlar.
- Tıbbi dağıtım için hatasız bir ortam yaratır. İnsan doğasında var olan hatalar, robotlarla azaltılabilir.
- Robotik bir eczanede ilaçlar, dağıtım makinelerinde güvenli bir şekilde saklanır. İyi bir güvenlik ile, ilaç hırsızlığı veya hata olasılığı önemli ölçüde azalır.
- Hastaların bekleme süresi azalır. İşlem hacmi ve hızı yüksektir.
- Steril bir ortam sağlar. Robotik eczaneler, steril bir ortamda çalışarak mikroorganizma temasını en aza indirir.

Almanya’da bazı eczanelerde kullanılmakta olan Robot Charlie, müşteri karşılama ve satış ile ilgilenmektedir. Müşteriyi ağırlarken doğrudan iletişim kurar ve raflardaki ürünlerle yönlendirir. Eczacı tarafından öğretilen basit bilgiler ve tavsiyeler verebilmektedir. Müşteri daha karmaşık bir sorunla veya reçeteye gelirse, kişiyi eczacıya veya eczane personeline



yönlendirmektedir. Müşterilerden alınan geri bildirimlere göre, Robot Charlie'nin varlığı müşterilerin ve hastaların daha rahat hissetmelerini sağlamaktadır (Stafford et al., 2014).

#### 4. Hastane eczanesinde kullanılan yapay zekâ uygulamaları

##### • Veri toplama ve işleme

Sağlık ve tıbbın dijitalleşmesi, Elektronik Sağlık Kayıtları'nın (ESK) artan kullanılabilirliği, sağlık uzmanlarını ve klinik araştırmacıları, mevcut büyük tıbbi veri tabanlarından yararlanmak için teknolojilerin benimsenmesi gereklidir. ABD'deki hastane eczacılarının %75'inden fazlası, hasta merkezli verileri düzenli olarak belgelemek ve toplamak için veri toplama ve işleme özelliklerini kullanıyor. Bunlar, ilaç güvenliği, ilaç geçmişi ve terapötik sonuçlara ilişkin önemli bilgileri içerir (Rio-Bermudez et al., 2020).

Hastaların ESK'leri, ilaç geçmişi, advers ilaç reaksiyonları, etkileşimler, ilaç hataları ve farmakokinetik dâhil olmak üzere büyük miktarda değerli bilgi içerir. Sonuçlar, DDİ ve makine öğrenimi tekniklerinin bir kombinasyonu ile elde edilir. ESK'deki büyük miktardaki veriden beslenen ve öğrenilen derin öğrenme sınıflandırma yöntemleriyle işlenen bilgiler daha sonra YSA tarafından yapılandırılır. Böylelikle klinik eczacılar hastalar için çok sayıda veriyi rahatlıkla kullanabilir (Rio-Bermudez et al., 2020).

##### • Hastane eczanelerinde ilaç hazırlama ve ilaç dağıtım yöntemlerinde yapay zekâ

Çin'deki bir hastanedeki onkoloji ünitesinde kemoterapi ilaçlarının hazırlanmasında robot eczacılar kullanılıyor. Bu robotlar, eczacıların sitotoksik ilaçlara maruziyetini en aza indirirler ve saatte 10-15 ünite kemoterapi ilacı hazırlayabilir (Zhou et at., 2018). Bu sistemler, Türkiye'de de bazı pilot hastanelerde kullanılmaktadır.

Birleşik Arap Emirlikleri (BAE) ilk robot eczanesini Dubai'deki Rashid Hastanesi'nde açtı. BAE'de, barkoda dayalı bir düğmeye tıklayarak reçeteli ilaçları dağıtmak için ilk kez bir robot kullanılıyor. Bu robot 35.000 ilacı depolayabilir ve bir dakikadan daha kısa bir süre içinde yaklaşık 12 reçete girebilir (Zhou et at., 2018).

#### Sonuç

Hayat değişimlerle doludur. İnsanlar bu değişikliklere direnmeyi seçebilirler veya fırsatların avantajlarını kullanabilirler. Eczaneler de dâhil olmak üzere, sağlık sektörünün tüm alanlarında değişim kaçınılmazdır. Ülke olarak değişimi ve gelişimi yakalamalıyız. 2020-2030 arasındaki 10 yıllık dönemde YZ teknolojilerinin küresel ekonomiye katkısının 15 trilyon ABD doları olacağı tahmin edilmektedir (Wirtz et al., 2018). Bu tahmine yaklaşılsa bile,

önemli ölçüde yüksek miktarlar söz konusu olacaktır. Bu nedenle ülke olarak geride kalmama-  
lı, dışa bağımlı olmamalı, YZ'yi anlamalı, yerli ve milli YZ algoritmalarımızı oluşturmalıyız.

Teknolojinin etkileri eczanenin birçok alanında görülmektedir. İnsanlığın içinde bulundu-  
ğu teknoloji çağında, eczacılığın hiçbir alanı teknolojiden bağımsız düşünülmemelidir. Önü-  
müzdeki 10 yıllık planda eczane 4.0 ve eczacı 4.0 kavramlarının giderek daha fazla önem  
kazanması bekleniyor.

Sağlık hizmetlerinde teknolojinin ilerlemesinin birçok faydası olsa da dikkat edilmesi  
gereken bazı durumlar vardır. Hasta hakları ve etik, sağlıkta teknoloji çağında çok önemli  
bir konudur. Hata sayısı azalsa da sıfır olması mümkün değildir. Bir hata durumunda kimin  
sorumlu olacağı belirlenmelidir. Diğer bir dezavantaj, hastaların YZ tabanlı sağlık hizmetini  
yeterince benimsememesidir. YZ'nin kullanılabilirliği kanıtlandıkça bu durum azalacaktır.

## Kaynakça / References

- Abdulla A, Wang B, Qian F, Kee T, Blasiak A, Ong YH, Hooi L, Parekh F, Soriano R, Olinger GG, Keppo J, Hardesty CL, Chow EK, Ho D, Ding X. Project IDentif.AI: Harnessing Artificial Intelligence to Rapidly Optimize Combination Therapy Development for Infectious Disease Intervention. *Advanced Therapeutics*. 2020 Apr;3:2000034. doi: 10.1002/adtp.202000034
- AiCure Company. About AiCure [internet]. USA, AiCure LLC; 2019 Oct [cited 2021 Jan 03]. Available from: [www.aicure.com/company](http://www.aicure.com/company)
- Atav A. İlaçların diğer ilaçlar ile etkileşimlerinin uzman sistem ile belirlenmesi [master thesis]. [İstanbul (Tur-  
key)]: Maltepe University, 2020.
- Aydın M, Koyuncuoğlu CZ, Kılboz MM, Akıcı A. Diş Hekimliğinde Akılcı Antibiyotik Kullanımı. *Turkiye Klinikleri J Dental Sci*. 2017 Aug;23(1):33-47. doi: 10.5336/dentalsci.2015-47189
- Bre F, Gimenez JM, Fachinotti VD. Prediction of wind pressure coefficients on building surfaces using artificial neural networks. *Energy and Buildings*. 2018 Jan;158:1429-1441. doi: 10.1016/j.enbuild.2017.11.045
- Dimiduk DM, Holm EA, Niezgodá SR. Perspectives on the Impact of Machine Learning, Deep Learning, and Artificial Intelligence on Materials, Processes, and Structures Engineering. *Integr Mater Manuf Innov*. 2018 Aug;7:157-172. doi: 10.1007/s40192-018-0117-8
- Donepudi PK. AI and Machine Learning in Retail Pharmacy: Systematic Review of Related Literature. *ABC Journal of Advanced Research*. 2018 Nov;7(2):109-112. doi: 10.18034/abcjar.v7i2.514
- Hardalaç F, Kutbay U. İlaç İlaç Etkileşimlerinin Jordan Elman Ağları Kullanılarak Sınıflandırılması. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 2014 Mar;29(1):149-154. doi: 10.17341/gummfd.87747
- Kannan S, Subbara K, Ali S, Kannan H. The Role of Artificial Intelligence and Machine Learning Techniques: Race for COVID-19 Vaccine. *Arch Clin Infect Dis*. 2020 April;15(2):103232. doi: 10.5812/archcid.103232.
- Kliegr T, Bahnik S, Fürnkranz J. A review of possible effects of cognitive biases on interpretation of rule-based machine learning models. *Artificial Intelligence*. 2021 Jan;295:103458. doi: 10.1016/j.artint.2021.103458
- Kobayashi VB, Mol ST, Berkens HA, Kismihók G, Den Hartog DN. Text Mining in Organizational Research. *Organizational Research Methods*. 2018 Aug;21(3):733-765. doi: 10.1177/1094428117722619
- Labovitz DL, Shafner L, Reyes Gil M, Virmani D, Hanina A. Using Artificial Intelligence to Reduce the Risk

- of Nonadherence in Patients on Anticoagulation Therapy. *Stroke*. 2017 Apr;48(5):1416–1419. doi: 10.1161/STROKEAHA.116.016281
- Liao SH. Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004. *Expert Systems with Applications*. 2005 Jan;28(1):93-103. doi: 10.1016/j.eswa.2004.08.003
- Lipmann RP. An Introduction to Computing with Neural Nets. *IEEE ASSP Magazine*. 1987 Apr;4(2):4-22. doi: 10.1109/MASSP.1987.1165576.
- Nelson SD, Walsh CG, Olsen CA, McLaughlin AJ, LeGrand JR, Schutz N, Lasko TA. Demystifying artificial intelligence in pharmacy. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2020 July;77(19):1556–1570. doi: 10.1093/ajhp/zxaa218
- Oxford Insights, Government Artificial Intelligence Readiness Index [internet], England, Oxford Insights and the International Development Research Centre; 2019 Nov [cited 2021 Jan 11]. Available from: <https://www.oxfordinsights.com/ai-readiness2019>
- Ozğüven Oztornacı B, Başbakkal ZD. İlaç hatalarının önlenmesinde yeni dizayn edilmiş karar destek sistemi örneği: web tabanlı ilaç uygulama ve doz hesaplama programı [internet]. Turkey, Uluslararası Sağlıkta Yapay Zekâ Kongresi Bildiri Kitabı; 2020 Jan [cited 2021 Jan 11]. Available from: [sagliktayapayzeka2020.org](http://sagliktayapayzeka2020.org)
- Pesapane F, Volonté C, Codari M, Sardanelli F. Artificial intelligence as a medical device in radiology: ethical and regulatory issues in Europe and the United States. *Insights into imaging*. 2018 June;9(5):745-753. doi: 10.1007/s13244-018-0645-y
- Pharmaino. About Pharmaino [internet]. Turkey, Pharmaino Science; 2020 Nov [cited 2021 Jan 07]. Available from: [www.pharmaino.com](http://www.pharmaino.com)
- Rio-Bermudez CD, Medrano IH, Yebes L, Poveda JL. Towards A Symbiotic Relationship Between Big Data, Artificial Intelligence, and Hospital Pharmacy. *J of Pharm Policy and Pract*. 2020 Nov;13:75. doi: 10.1186/s40545-020-00276-6
- Sevli O, Başer VG. Covid-19 Salgınına Yönelik Zaman Serisi Verileri ile Prophet Model Kullanarak Makine Öğrenmesi Temelli Vaka Tahminlemesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2020 Aug;19:827-835. doi: 10.31590/ejosat.766623
- Shekhar SS. Artificial Intelligence in Automation. *International Journal of Multidisciplinary*. 2019 June;4(6):14-17. doi: 10.5281/zenodo.3247197
- Shrestha YR, Ben-Menahem SM, von Krogh G. Organizational Decision-Making Structures in the Age of Artificial Intelligence. *California Management Review*. 2019 July;61(4):66-83. doi:10.1177/0008125619862257
- Stafford RQ, MacDonald BA, Jayawardena C, Wegner DM, Broadbent E. Does the robot have a mind? Mind perception and attitudes towards robots predict use of an eldercare robot. *International journal of social robotics*. 2014 Jan;6(1):17-32. doi: 10.1007/s12369-013-0186-y
- Stokes JM, Yang K, Swanson K, Jin W, Cubillos-Ruiz A, Donghia NM, MacNair CR, French S, Carfrae LA, Bloom-Ackermann Z, Tran VM, Chiappino-Pepe A, Badran AH, Andrews LW, Chory EJ, Church GM, Brown ED, Jaakkola TS, Barzilay R, Collins JJ. A Deep Learning Approach to Antibiotic Discovery. *Cell*. 2020 Feb;180(4):688-702. doi: 10.1016/j.cell.2020.01.021
- TİTCK, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu. Eczacılar ve Eczaneler Hakkında Yönetmelik [internet]. Turkey, 28970 Sayılı T.C. Resmi Gazetesi; 2014 Apr [cited 2020 Dec 12]. Available from: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/04/20140412-14.htm>
- Toklu HZ, Akıcı A, Keyer Uysal M, Dülger G. Akılcı ilaç kullanımı sürecinde hasta uyuncuna hekim ve eczacının katkısı. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*. 2010 June;14(3):139-145. doi: 10.2399/tahd.10.139
- Turban E, Aronson JE, Liang TP. *Decision Support System And Intelligent System*, 7th ed., Prentice Hall Inc, New Jersey, 2005. p.300-357.
- Turban E. *Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems*, 4th ed., Prentice Hall Inc, New Jersey, 1995, p435-675.

- Turing AM, 2009. Computing Machinery and Intelligence, In: Parsing the Turing Test, Ed; Epstein R, Roberts G, Beber G, First edition, Springer, Dordrecht, Netherlands, pp; 23-65. doi: 10.1007/978-1-4020-6710-5\_3
- Vyas M, Thakur S, Riyaz B, Bansal KK, Tomar B, Mishra V. Artificial Intelligence: The Beginning of a New Era in Pharmacy Profession. Asian Journal of Pharmaceutics. 2018 June;12(2):72-76. doi: 10.22377/AJP.V12I02.2317
- Wirtz BW, Weyerer JC, Geyer C. Artificial Intelligence and the Public Sector - Applications and Challenges. International Journal of Public Administration. 2018 July;42(7):596-615. doi: 10.1080/01900692.2018.1498103
- World Health Organization (WHO). New tool to enhance role of pharmacists in health care [internet]. Switzerland, WHO; 2006 Nov [cited 2020 Dec 12]. Available from: <https://www.who.int/mediacentre/news/new/2006/nw05/en/#:~:text=The%20role%20of%20the%20pharmacist,of%20researcher%20has%20been%20added>
- Yesil Science, About Yesil Science [internet]. Turkey, Yesil Science A.Ş.; 2020 Feb [cited 2021 Jan 07]. Available from: <https://www.yesilscience.com>
- Zhou F, Wang X, Goh M. Fuzzy extended VIKOR-based mobile robot selection model for hospital pharmacy. International Journal of Advanced Robotic Systems. 2018 Aug;15(4):1729881418787315. doi: 10.1177/1729881418787315