

SAĞLIK BİLİMLERİNDE YAPAY ZEKÂ TABANLI KLİNİK KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

ARTİFİCİAL INTELLIGENCE BASED CLİNICAL DECİSİON SUPPORT SYSTEMS İN HEALTH SCIENCES

Betül AKALIN¹ Ülkü VERANYURT¹

¹ Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Yönetimi, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Sağlık bilimlerinde pek çok yapay zekâ teknolojisi kullanılmaktadır. Yapay zekâ tabanlı klinik karar destek sistemleri sağlık profesyonellerine çeşitli konularda karar vermesine yardımcı olmak için tasarlanmış bilgisayar destekli sistemlerdir. Klinik karar destek sistemleri ile mevcut verilerin depolanması, gerektiğinde geri çağırılması, veriler arasında yeni ilişkiler kurulması yanında klinikte hekime tanı, tedavi, ilaç reçetesi yazma, ilaç etkileşimleri, doz ayarlama, uyarı sistemleri ile pek çok konuda destek sağlamaktadır. Yapay zekâ tabanlı klinik karar destek sistemleri ile hastaya özgü tıbbi verilerin analiz edilerek sağlık hizmeti alma sürecini akılcı ve sağlık profesyonellerine karar verme konusunda destek olmaktadır. Bu derlemede klinik karar destek sistemlerinin tanımı, yapısı, sınıflandırılması gibi kavramsal bilgilerin yanında bu sistemlerin avantajları, dezavantajları, yapay zekâ tabanlı sistemlerde kullanılan yöntemler, çeşitlerine yer verilmiştir. Sınırlı sayıdaki profesyonel insan gücü ve sınırlı kaynakları en doğru şekilde kullanılması, hasta odaklı, kullanıcı dostu yapay zekâ sistemleri çözümleri ile sürdürülebilir sağlık hizmeti açısından ümit vericidir.

Anahtar Kelimeler: Klinik Karar Destek Sistemleri, Sağlık Bilimleri, Yapay Zekâ.

ABSTRACT

Many artificial intelligence technologies are used in health sciences. Artificial intelligence-based clinical decision support systems are computer-aided systems designed to help healthcare professionals make decisions on various issues. With clinical decision support systems, it provides support to physicians in many areas with diagnosis, treatment, drug prescribing, drug interactions, dose adjustment, warning systems, as well as storing existing data, recalling them when necessary, establishing new relationships among data. By analyzing patient-specific medical data with artificial intelligence-based clinical decision support systems, it supports the healthcare professionals in making rational decisions in the healthcare process. In this review, conceptual information such as the definition, structure and classification of clinical decision support systems, as well as the advantages and disadvantages of these systems, the methods used in artificial intelligence-based systems, and their types are included. The most accurate use of limited professional manpower and limited resources is promising in terms of sustainable health care with patient-oriented, user-friendly artificial intelligence systems solutions.

Keywords: Artificial Intelligence, Clinical Decision Support Systems, Health Sciences.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Ülkü VERANYURT, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hediye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Yönetimi, İstanbul, Türkiye **E-mail:** ulkuveranyurt@gmail.com

Bu makaleye atıf yapmak için / Cite this article: Akalın B, Veranyurt Ü. (2022). Sağlık bilimlerinde yapay zekâ tabanlı klinik karar destek sistemleri. *Gevher Nesibe Journal of Medical & Health Sciences*, 7(18), 64-73. <http://dx.doi.org/10.46648/gnj.368>

GİRİŞ

İnsanoğlu var olduğu günden bu yana hayatının çeşitli aşamalarında karar vermek zorundadır. Karar veren kişinin bilgi eksikliği, tecrübe yetersizliği, ön yargıları, mevcut psikolojik ve fizyolojik durumundaki olumsuzluklara bağlı olarak doğru kararlar veremeyebilir. En doğru kararı vermediği durumda hem maddi hem de manevi kayıplara sebep olabilmektedir. En doğru karar verme konusu sağlık bilimlerinde ele alındığında son derece önemli olduğu yadsınmaz.

Karar verme süreci incelendiğinde; karar veren kişinin o konu hakkındaki bilgi düzeyi, tecrübesi, o an ki fiziksel ve psikolojik durumu vb. gibi pek çok faktörün etki ettiği görülmektedir (Aydın, 2011). Karar veren kişinin alanında uzman, bilgi ve tecrübelerinden yararlanarak çıkarım yapabilmesi gerekmektedir. Ancak karmaşık bir sistemde alternatif olasılıkların görülmesi, aralarında bağlantı kurulması, eksik bilgilerin olduğu durumlarda boşluğun doldurulması gibi nedenlerden doğru karar verilmesi zordur (Aydın, 2011). Sağlık bilimlerinde karar alma sürecinde önceden deneyimlenmemiş, bilgi ve beceri kazanılmamış durumlarla karşılaşmasının yanında iş yoğunluğu, dikkatsizlik vb. gibi durumlardan dolayı karar alma süreci hem zor hem de hata toleransı düşüktür.

Günümüzde sağlık bilimleri; ortalama yaşam ömrünün artmasıyla birlikte kronik hastalıklar, evde bakım hizmetleri, salgınlar, kazalar vb. yanında sınırlı kaynaklarla sağlık hizmetlerinde en doğru kararların verilebilmesi için pek çok bilimle ortak çalışmaktadır. Bunların en önemlilerinden biride yapay zekâ tabanlı çalışmalardır. Teknolojinin hız kesmeden her geçen gün gelişimi ile sağlık bilimlerinde yapay zekâ tabanlı teknolojiler kullanılmaya başlamıştır. Sağlık bilimlerinde yapay zekâ teknolojileri kullanılmasının amacı; hasta merkezli, tanı, tedavi, rehabilitasyon ve sağlığın geliştirilmesi süreçlerinde kanıta dayalı tıp uygulamalarını içine alarak sunulan hizmetin güvenilir, kaliteli ve kaynakların doğru kullanılmasını sağlamaktır (Heufelder ve Bridging, 2004).

Yapay zekâ tabanlı uygulamalardan biride Klinik Karar Destek Sistemleridir (KKDS). Yapay zekâ tabanlı KKDS'ler sistemde kayıtlı verileri kullanarak maliyeti azaltmak, kaliteyi yükseltmek ve hastalıkların erken teşhis ve en uygun tedavi yönteminin uygulanabilmesi, hataların giderilmesi için sağlık profesyoneline en doğru kararı vermesi konusunda destek olmaktadır. KKDS'ler ile ilgili yazında pek çok araştırma yapıldığı görülmektedir. Alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde Amerika'da ki Harvard Medical School araştırmacılarının oluşturduğu ve dünyanın pek çok yerindeki üniversite, hastane, sağlık işletmesinin yer aldığı "Clinical Decision Support Systems Consortium" önemli araştırmalar yapmaktadır (Koç, 2013).

Yapay zekâ tabanlı KKDS, sağlık bilimlerindeki süreçlerde sağlık profesyonellerinin en doğru kararı vermesine destek olmak için tasarlanmıştır. Amacı sağlık işletmelerindeki verilerin eksiksiz, doğru zamanda, en hızlı şekilde ve doğru formatta kullanıcıya sunulmasını sağlamaktır (Gonçalves vd. 2020). Bu sistemler bilgisayar tabanlı ve tıbbi verileri aktif kullanan bilgi sistemleridir.

Bu derlemede klinik karar destek sistemlerinin tanımı, yapısı, sınıflandırılması gibi kavramsal bilgilerin yanında bu sistemlerin avantajları, dezavantajları, yapay zekâ tabanlı sistemlerde kullanılan yöntemler, çeşitleri ve son olarak sağlık bilimlerindeki uygulama alanlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

1. KLİNİK KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Günümüzde her geçen gün sağlık hizmetlerine ihtiyacı olan hasta sayısı artmasına rağmen bu hizmeti sağlayacak deneyimli sağlık profesyonellerinin sayısı maalesef sınırlıdır. Deneyimli bir sağlık profesyonelinin bilindiği üzere kolay yetişmemekle birlikte artan iş yükü düşünüldüğünde sağlık hizmetlerinin aksatılmadan yürümesi için yapay zekâ teknolojilerinden yararlanılmaktadır.

Sağlık bilimlerinde elde edilen tıbbi verilerin artması bu verilerin yönetimini zorlaştırmaktadır. Bu verileri kullanacak olan sağlık profesyonellerinin en doğru kararı vermesine destek olmak için KKDS'ler kullanılmaktadır (Hussain vd. 2013). Tanı, tedavi, rehabilitasyon ve sağlığın geliştirilmesi süreçlerinde bilgisayar tabanlı KKDS'ler kullanılmaktadır. Örneğin hekim tanı, tedavi, ilaç dozu ayarlama vb. gibi konularda yardımcı olabileceği gibi klinik hataların önlenmesinde ve hekimin verimliliğin artmasına da destek olmaktadır (Değerlioğlu vd. 2016).

Sağlık profesyonellerinin alanında uzman ve güncel bilgi ve deneyime sahip olması doğru kararlar almasını desteklemektedir. Bunun aksine güncel bilgi ve deneyimden yoksun, alanında uzman olmayan ya da deneyimli olmasına rağmen ağır iş yükünden dolayı dikkati dağınık sağlık çalışanlarının aldığı yanlış kararın yol açacağı geri dönüşü olmayan maddi ve manevi zararlar kaçınılmaz olmaktadır. Bilindiği üzere sağlık bilimlerinde hataya tolerans çok düşüktür ve yapılan hatalar sonucunda

istenmeyen ölümlere bile neden olmaktadır. Sağlıkta her geçen gün artan kronik hastalıklar, salgınlar, kanserler vb. sebeplerden dolayı iş yükü artmakla birlikte sınırlı sayıda insan kaynağı mevcuttur. Hem sınırlı kaynakların doğru kullanılması hem de mesleğe yeni başlayan sağlık çalışanlarına doğru karar verme süreçlerinde destek olacak sistemlerin kullanılması önemlidir (Gonçalves vd. 2020; Mendi, 2016; Uslu vd. 2016).

1.1. Klinik Karar Destek Sistemlerinin Tanımı

1950'li yılların ortalarından günümüze geldiğinde sağlık alanında yapılan karar destek sistemleri KKDS olarak isimlendirilmektedir. KKDS sağlık profesyonellerinin hastalar hakkında karar vermelerine yardımcı olmak için geliştirilmiş bilgisayar tabanlı sistemler olarak tanımlanmaktadır (Çiriş, 2020). KKDS'ler, mevcut hasta verilerinin kullanarak sağlık profesyoneline destek sağlar. KKDS'ler ile uygun alternatifler arasında en doğru kararın verilebilmesi için akıl yürütme özelliği olduğundan dolayı karmaşık verileri analiz eden ve modelleyen bilgisayar programları kullanılır (Persidis ve Persidis, 1991).

KKDS'ler tek başlarına karar veremezler. Sağlık profesyonellerinin karar verme süreçlerine destek olan sistemlerdir (Hersh, 1999). Bu sistemlerin temel amacı sağlık profesyonellerinin karar alma süreçlerine destek olarak en doğru kararı almasına yardımcı olmaktır. İyi tasarlanmış bir KKDS'de verilerin analizi, bilgilerin organize edilerek anlamlı veriler edilmesini sağlayarak alternatif olasılıklar arasından probleme en uygun çözüm önerisini verebilmelidir. Yazında KKDS ile ilgili yapılan araştırmalarda hastalıkları önleyici, sağlığın geliştirilmesine yönelik konularda daha başarılı olduğu görülmektedir (Lyerla, 2008).

1.2. Klinik Karar Destek Sistemlerinin Yapısı

KKDS'ler mevcut verileri kullanarak problemin çözümüne yönelik sağlık profesyonelinin en doğru karar vermesine yardımcı olan bilgisayar tabanlı sistemlerdir. KKDS'lerin yapısı incelendiğinde tıbbi veriler, bilgi ve kural tabanı (çıkartım mekanizması), ile algoritma olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan kural tabanı KKDS'nin temel yapı taşı olarak işlev görmektedir.

Geleneksel bir KKDS, sağlık profesyoneline karar verme sürecinde doğrudan destek olmak için geliştirilen bilgisayar yazılımlarından oluşmaktadır. Günümüzde yapay zekâ yöntemleri kullanılarak geliştirilen KKDS'ler ile hasta verileri sisteme girilerek kişiye özgü değerlendirmeler ve öneriler sunduğu görülmektedir (Gonçalves vd. 2020).

KKDS'leri tasarlanırken bilişim uzmanının yanında alanda uzman sağlık profesyonellerinin olacağı multidisipliner bir ekip oluşturulmalıdır. Bu tasarım sürecinde verilerin elde edilmesi, sisteme yeni verilerin eklenmesi, verilerin çıkarılması, çıkan sonuçların denetlenmesi vb. gibi aşamalarda alanında uzman kişilerden destek alınması gerekmektedir (Aydın, 2011).

KKDS'ler kullanıcıların istekleri, problemlerin çeşitliliği ve teknolojinin gelişmesi vb. gibi sebeplerden yapısal gelişime açık sistemlerdir. Şekil 1'de KKDS'nin yapısal gelişimindeki yapı elemanları gösterilmiştir (Koç vd. 2012). Planlama ve araştırma aşamasında sistem tasarlanırken yeni bilgiler üretir ve analiz eder. Veri tabanındaki veriler güncel ve eksiksiz olması gerekmektedir. Uygulamada ihtiyaç doğrultusunda bilgiyi sunmak, karşılaştırma yapmak için kullanılmalıdır. Gerekli durumlarda bakım yapılmalıdır.



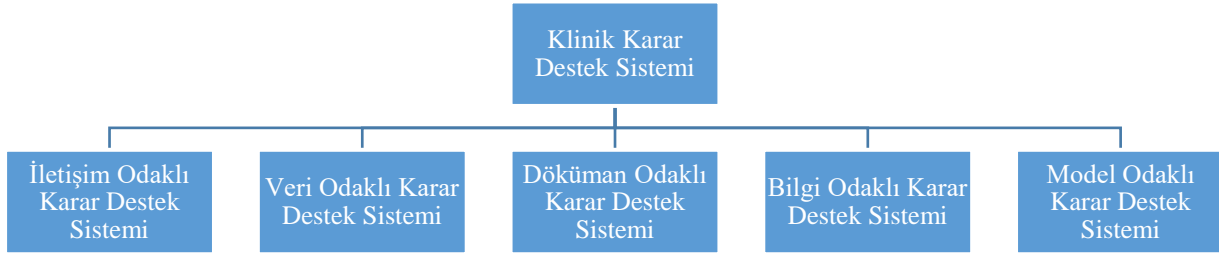
Şekil 1. Klinik Karar Destek Sisteminin Yapısal Gelişimi

1.3. Klinik Karar Destek Sistemlerinin Sınıflandırılması

KKDS'lerin sınıflandırılması ile ilgili yazın incelendiğinde ortak kabul görmüş bir sınıflama yoktur. KKDS'ler kullanım amacına, kullanıcı ilişkisine ve işlevselliğine göre farklılıklar göstermektedir. Genel kullanım amacına göre (Değerlioğlu vd. 2016);

- ✓ İkaz sistemleri,
- ✓ İlaç etkileşim/doz ayarlama sistemleri,
- ✓ Panik değer ve kritik durum bildirim sistemleri,
- ✓ Acil çağrı sistemleri,
- ✓ Tetkik isteme sistemleri,
- ✓ Hata önleme vb. gibi KKDS'ler mevcuttur.

✓ KKDS karar verme sürecine destek olan bilgisayar tabanlı sistemlerdir. KKDS'lerin bu özelliği baz Şekil 2'de gösterildiği gibi 5 başlık altında sınıflandırılmaktadır (Kaplan, 2001).



Şekil 2. Klinik Karar Destek Sistemlerinin Sınıflandırılması

İşlevselliğine göre aktif veya pasif geliştirilen KKDS'ler yer almaktadır. Aktif olarak geliştirilen KKDS, sağlık profesyoneline ilaç etkileşimi, alerji durumu, kritik laboratuvar değerleri vb. gibi konularda anlık uyarı ve önerilerde bulunmaktadır. Pasif bir sistem olarak geliştirilen KKDS'ler ise sağlık profesyonelinin karar vermesi için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyduğu durumlar için ek kaynak ve bilgi tabanlarına ulaşım sağlamaktadırlar (Yılmaz, 2014). Aktif olarak geliştirilen KKDS'ler üç başlık altında incelenmektedir.

1.3.1. Bilgi Yönetiminin Sağlandığı Sistemler

Sağlık işletmelerinde bilgi yönetimi, idari ve tıbbi verilerin depolanması ayrıca bu verilere ihtiyaç duyulduğunda geri çağırılması için geliştirilen sistemlerdir. Bu sistemler sağlık profesyoneline ihtiyacı doğrultusunda verilere erişim sağlamasına rağmen karar verme konusunda yardımcı olamazlar. Sunduğu veriler ile sağlık profesyonelinin kendisinin karar vermesi gerekmektedir (Özata ve Aslan, 2004).

1.3.2. Uyarı ve Dikkatin Bir Alana Odaklandığı Sistemler

Bu sistemler sağlık profesyonellerinin problemleri, tanı, teşhis ve tedavi vb. gibi konularda hatırlamalarına destek olmak için geliştirilmiştir. Bu sistemlerin temel çalışma prensibi mevcut bulunan anormallikleri göstermesidir. Bunun için belirlenmiş standart ile sisteme girilen yanıtların listesini oluşturmaktadır. Buna örnek olarak klinikte hekimin hastasına reçete yazarken ilaç etkileşimi söz konusu olduğunda uyarı vererek hekimin dikkatini çekerek hatalı ilaç yazmasını uyarması olabilir.

1.3.3. Uzman Sistemler

Uzman sistemler belli bir uzmanlık alanında mevcut problemi çözmek amacıyla tasarlanmıştır. Uzman sistemleri, bir uzman veya yetkili kişilerin yorum yapabilmesi ve karar verebilmesini sağlayabilen bilgi tabanlı karar destek sistemleri olarak tanımlayabiliriz (Nabiyev, 2003). Uzman sistemlerin bileşenleri sırasıyla veri tabanı, çıkarım mekanizması, kural editörü ve kullanıcı ara biriminden meydana gelmektedir. İyi tasarlanmış bir uzman sistem belirli bir alanda karmaşık problemleri çözmek için o alandaki uzman gibi; planlama, tasarım, analiz, tanı, kıyaslama, genelleme, öneride bulunma vb. gibi düşünme aşamalarına sahiptir (Allahverdi, 2002).

1.4. Klinik Karar Destek Sistemlerinin Avantajları ve Dezavantajları

Günümüzde pek çok ülkede sağlık işletmelerinde KKDS'ler aktif olarak kullanılmaktadır. Sağlık profesyonelleri tanı, tedavi, reçete, hastalık yönetimi, hastaya ait anormal değerlerle ilgili anlık uyarı vb. gibi konularda KKDS'yi kullanmaktadırlar. Sağlık bilimleri kapsamı oldukça geniştir ve her geçen gün KKDS'nin yeni bir kullanım alanı ortaya çıkmaktadır. KKDS'nin avantajları aşağıda belirtildiği gibidir (Purkuloğlu vd. 2019; Wasylewicz vd., 2020; Castillo ve Kelemen, 2013; Crabb vd., 2020).

✓ Sağlık profesyonellerine tanı, teşhis, tedavi, rehabilitasyon vb. gibi konularda en doğru kararı verme konusunda destek olur (Çiriş vd., 2020).

✓ Sağlık hizmeti sunumunda meydana gelen hataları önlemeye yardımcı olur.

✓ Sınırlı kaynakların en doğru şekilde kullanılması için sağlık profesyoneline alternatif tüm olasılıkları sunar.

✓ Sunulan sağlık hizmetinin kalitesini artırmaya ve maliyetini düşürmeye yardımcı olur.

✓ Klinik ve ilaç uygulama hatalarını önleyerek, tedavi sürecinde yönergeler sunarak etkili tedavi ve hastanede kalış sürelerini azaltmaya yardımcı olur.

✓ Kanıta dayalı öneriler sunduğu için güncel rehberlerin, bakım kılavuzlarına uyumu artırır.

✓ Disiplinler arası iletişimi geliştirerek ortak bir standart oluşturarak hasta memnuniyetini arttırmaya yardımcı olur.

KKDS'nin sağladığı avantajları dışında dezavantajları olduğu durumlar mevcuttur. KKDS'nin dezavantajları aşağıda belirtildiği gibidir (Castillo ve Kelemen, 2013; Yılmaz ve Özdemir, 2015).

✓ İyi tasarlanmamış bir KKDS yanlış kararların verilmesine sebep olabilir.

✓ KKDS tasarlanırken konunun uzmanı sağlık profesyonelleri ile birlikte multidisipliner olmazsa klinikte hatalara yol açabilir.

✓ KKDS kullanımını iyi bir şekilde kullanıcıya öğretilmezse amacı doğrultusunda kullanılmayacak hatta kullanıcılar karar verme aşamasında geleneksel yöntemlere başvurmasına neden olacaktır.

✓ Kullanıcı dostu olarak tasarlanmayan sistemlerin kullanımı zor ve karmaşık olduğu için kullanıcı ön yargı ile yaklaşır, kullanmayacaktır.

✓ Güncel, güvenilir uygulama protokolleri kullanılarak hazırlanmayan sistemler gereksiz ya da hatalı uyarılarda bulunarak kullanıcının ekrana bağımlı bir şekilde çalışmasını sağlayarak zaman kaybına neden olabilir.

2. YAPAY ZEKÂ TABANLI KLİNİK KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Yapay zekâ, insana özgü niteliklerden akıl yürütme, anlam çıkartma, sınıflandırma, genelleme, öğrenme vb. zihinsel süreçlerin bilgisayar veya bilgisayar denetimli makineler olarak tanımlanmaktadır (Koç, 2013). KKDS'ler bilgi tabanlı sistemlerdir ve yapay zekânın bir ürünüdür. KKDS'lerde yapay zekâ teknolojileri kullanılarak alternatifler arasından en doğru kararın alınmasında güvenilirliği ve kanıtlanabilirliği artırılmaktadır (Koç, 2013). Yapay zekâ tabanlı KKDS'ler yeni bir durumla karşılaştığında başarılı ve hızlı bir şekilde cevap verebilme, problemlerin çözümünde bilgiyi doğru şekilde anlama ve kullanma özelliğinden dolayı sağlık profesyonellerine destek olmaktadır. Aynı zamanda belirli sınırlar içerisinde özgün, kişiye özel KKDS örnekleri tasarlanmaktadır. Yapay zekâ tabanlı KKDS ile hastaya özgü tıbbi verilerin analiz edilerek hastanın sağlık hizmeti alma sürecinde yol göstermeye yardımcı olmaktadır (Khoong, 1995).

2.1. Klinik Karar Destek Sistemlerinde Kullanılan Yapay Zekâ Yöntemleri

Sağlık bilimlerinde pek çok yapay zekâ teknoloji kullanılmaktadır. Özellikle uzman sistemler, yapay sinir ağları, bulanık mantık ve genetik algoritmalar kullanılmaktadır. Klinikte problemleri çözmek için uzman sistemler kullanılmaktadır. İyi tasarlanmış uzman sistemi, uzman olduğu konuda planlama, tanı, genelleme, önerilerde bulunabilmelidir. Bulanık mantık ise siyah-beyaz ikilemine karşı grinin çeşitli derecelerinin bilimsel olarak açıklanmasıdır. Burada kullanılan nitelendirmeler net değildir. Bir diğer yapay zekâ yöntemi olan genetik algoritmalar ile karmaşık çok boyutlu arama uzayında en doğru çözüme ulaşmaya çalışılmaktadır. Yapay sinir ağları ise tıpkı insan sinir sistemindeki sinir hücresinden esinlenerek geliştirilmiştir. Yapay sinir hücresi tıpkı insanlardaki gibi öğrenme, hafızaya alma, sınıflandırma ve veriler arasında anlam kurma gibi yeteneklere sahiptir.

2.1.1. Tıbbi Veri Kümelerinin Genel Yapısı

Tıbbi veriler anamnez (hasta öyküsü), laboratuvar ve radyolojik tetkik ve raporları gibi metin, nümerik, görüntü gibi çeşitli verilerden oluşmaktadır. Her geçen gün sağlık bilimlerinde kullanılan teknolojik uygulamalar arttıkça buna bağlı olarak tıbbi verilerde artmaktadır. Çok sayıda ve çeşitte olan bu veriler arasında oldukça önemli veriler olduğu gibi işe yaramayacak nitelikte “gürültü” olarak adlandırılan verilerde mevcuttur (Koç, 2013).

2.1.2. Veri Önışleme

Tıbbi veride bulunan eksik değerler, tutarsız ya da gürültülüler bulunabilmektedir. Verinin kalitesi oldukça önemlidir. Çünkü tasarlanan sisteminin sonuçlarını yani başarısını etkileyebilmektedir. Ham veriden gürültüler, eksik veriler çıkarılmalıdır. Bu işleme veri önışleme adı verilmektedir. Veri ön işleme yaparken veri seti üzerinde (Koç, 2013);

- ✓ Veri temizleme,
- ✓ Veri birleştirme,
- ✓ Veri azaltma,
- ✓ Veri dönüştürme (normalizasyon) vb. gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Yukarıda yapılan işlemler kullanılacak algoritmaya, problem çözme yöntemine ve uygulamacının bakış açısına göre değişiklik göstermektedir. Veri önışleme de yapılan işlemlerin amacı veri setinin başarı oranını arttırmaktır. Veri önışlemesi yapacak kişinin veri setine hâkim olması ve mutlaka konunun uzmanından destek alması önemlidir.

2.2. Sınıflandırma Algoritmaları

Yapay zekâ tabanlı KKDS'lerde pek çok yapay zekâ algoritmaları kullanılmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanları aşağıda belirtilmiştir.

2.2.1. K-En Yakın Komşu Algoritması

K-En Yakın Komşu algoritması (KNN)'nin çalışma prensibi “birbirine yakın olan nesnelere muhtemelen aynı gruba dahildir” şeklindedir. KNN gözetimsiz bir algoritma çeşididir. Komşu sayısını baz alarak, karşılaştırmanın veriye en yakın kaç komşuyla yapılacağını belirler (Veranyurt vd., 2020). Bilgisayar ortamında algoritmayı çalıştırmak için bütün veri kullanılmalıdır. KNN basit bir sınıflandırma algoritması olmakla birlikte denetimli öğrenme metotlarından biri olarak kullanılmaktadır (Akalin, 2020). Parametrik olmayan bir yöntem olduğundan karar sınırının oldukça düzensiz olduğu durumlarda başarılıdır (Veranyurt vd., 2020). KNN çeşitli sınıflandırma problemlerine karşı basit ve etkili çözümler sunmaktadır (Özger ve Amasyalı, 2013).

2.2.2. Naive Bayes Algoritması

Naive Bayes (NB) algoritması basit bir yapısı olmasına rağmen yüksek başarı oranı gösteren algoritmalardan biridir. NB algoritmasının, belirli bir sınıf girdilerin birbirinden bağımsız olarak kabul edilir sınıf koşullu olasılıkları tarafsız etme prensibine dayanmaktadır (Akalin, 2020). Bu algoritma, tıbbi metin dokümanlarının ve hastalıkların teşhisinin sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Algoritmanın çalışma prensibi sınıfı belirlenmiş eğitim verileri üzerinden olasılıkların hesaplanarak olasılık değeri elde edilmesini kapsar. Elde edilen olasılık değerini sisteme girilen veriler üzerinde kullanarak girilen verinin hangi sınıfa ait olduğunu çok hızlı bir şekilde tespit eder.

2.2.3. Karar Ağacı Algoritması

Karar ağacı algoritması yazında en çok tercih edilen algoritmalardan biridir. Sağlık bilimlerinde KKDS ile ilgili uygulamalarda tercih edilmektedir. Karar ağacı algoritması tıpkı bir ağaç gibi karar düğümleri (node), dallar ve yapraklardan meydana gelmektedir (Akalin, 2020). Verilerin sınıflandırılması ağacın kök düğümünden başlar ve yapraklara doğru devam eder. Yapısından dolayı büyük boyutlu veriler daha küçük boyutlu verilere bölünerek gruplandırılır (Sun ve Hui, 2008). Ağacı oluşturmak için pek çok yöntem geliştirilmiştir. Temelinde ise belirli özelliklere sahip, güvenilir ve yeterli sayıda olay örneklerinin olması gerekmektedir. Karar ağacı kullanılan modellerde verinin az olduğu durumlarda

aşırı oranda uyumun oluşma en büyük problemlerden biridir. Karar ağacı algoritması sınıflandırma problemleri, kompleks ve hata içeren büyük veri tabanlarında kullanılır.

2.2.4. Yapay Sinir Ağları

Yapay Sinir Ağları (YSA), insan beyninin sinir yapısını model alarak geliştirilmiştir. Sinir hücresine (nöron) benzer bir yapı gösterir. YSA, önceden öğrenilmiş ya da sınıflandırılmış veri setlerini kullanarak yeni bilgiler üretebilen, karar verebilen, sınıflandırma yapabilen bir bilgisayar sistemi olarak tanımlanabilir. Çok katmanlı YSA yapısı; bilgilerin girildiği girdi katmanı, bir ya da birden fazla yapay sinir hücrelerinden oluşan ara katman ve bir çıktı olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Doğrusal olmayan karmaşık problemlerin çözümü için kullanılmaktadır (Akalin, 2020). Çok katmanlı YSA hata üzerine kurulmuş bir öğrenme metodudur. Tahmin ve tanı gibi problemleri çözmeye kullanılan parametrik olmayan bir YSA'dır.

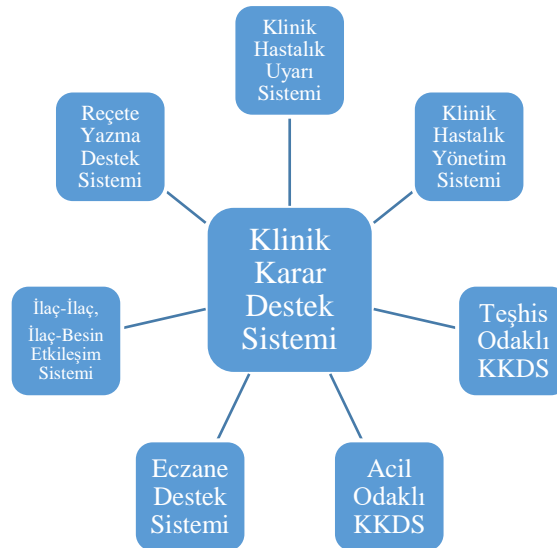
2.2.5. Lojistik Regresyon

Bu yöntem daha ileri düzey regresyon yöntemidir ve sağlık bilimlerinde yaygın kullanımı mevcuttur. Lojistik regresyondaki temel amaç, bağımsız ve bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi modellemektir. Bu yöntemde bir veya daha fazla açıklayıcı değişkenlerle sonuç değişkenlerinin arasındaki ilişkiyi regresyon yöntemleri kullanarak göstermektedir. Lojistik regresyonun özellikle tercih edilmesindeki sebepler aşağıda belirtildiği gibidir (Küsmüş, 2019).

- ✓ Lojistik regresyondaki olasılıkların tamamı pozitifdir, tüm değerler 0-1 arasındaki değerlerdir.
- ✓ Lojistik regresyon parametrelerinin yorumlanması kolaydır.
- ✓ Lojistik regresyon analizleri için pek çok geliştirilmiş bilgisayar programı mevcuttur.
- ✓ Lojistik regresyonda bağımsız değişken sürekli/sürekli olabilir.

2.3. Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Tabanlı Klinik Karar Destek Sistem Çeşitleri ve Kullanıldığı Alanlar

Sağlık bilimlerinde yapay zekâ tabanlı klinik karar destek sistem çeşitleri Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Tabanlı Klinik Karar Destek Sistem Çeşitleri

Aşağıda belirtilen KKDS çeşitlerine ait en sık kullanılan sistem/uygulamalar Tablo 1'de gösterilmektedir (Çiriş vd., 2020; Özata ve Aslan, 2004).

Klinik hastalık uyarı sistemi: Bu sistemler sağlık profesyonellerine teşhis/tanı yöntemlerini hatırlatarak destek olurlar. Hataya ait demografik, eski ve güncel tıbbi verileri üzerinden risk faktörü değerlendirmesi yaparak uyarılarda bulunur.

Klinik hastalık yönetim sistemi: Bu sistemlerin kullanılması için sağlık işletmesinin ileri teknoloji tıbbi cihazlara ve konu ile ilgili eğitilmiş personele ihtiyacı vardır. Diğer sağlık işletmeleri mukayese edildiğinde bu sistemin kullanıldığı işletmeler tıbbi tedavi ve hasta bakımı açısından yüksek kaliteli ve hasta odaklı olması ile dikkat çekmektedir.

Eczane destek sistemi: İlaçların doz ayarlamaları, olası yan etkileri, kullanılmasının önerilmediği durumlar konusunda eczacıya destek olur. Aynı zaman bu sistemde ilaçlara ait genel bilgiler, sipariş verme/alma gibi işlemlerin gerçekleşmesine imkân tanır.

Reçete yazma destek sistemi: Hekimlerin sistem üzerinden reçete yazmasına destek olur. Hastaya ait eski ve güncel kullanılan ilaçların listesinin yanında, hastanın demografik bilgileri, tıbbi bilgilerine de ulaşım imkânı sağladığı için hastaya en uygun reçetenin yazılmasına destek olur. Ayrıca bu sistemler güncel bilgileri derlediği için piyasadan kaldırılan ya da piyasaya yeni sürülen, muadil ilaç kombinasyonları, ilacın içerik maddesi gibi pek çok konuda da hekime bilgi sağlar.

Tablo 1. Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Tabanlı Klinik Karar Destek Sistem Çeşitleri ve Kullanıldığı Alanlar

KKDS Çeşidi	Uygulama Adı	Kullanım Amacı
Klinik Hastalık Yönetim Sistemi	Casemix	Klinik ve finansal verileri birlikte değerlendirilerek maliyet bileşenlerinin ve klinik performansı değerlendirir.
	Oirs (On-line Incident Reporting System)	Medikal risklerin yönetilmesinde kullanılmaktadır.
	CHICA (Child Health Improvement through Computer Automation)	Bebek ve çocukların hastalıklarının yönetimi için kullanılmaktadır.
	Internist (Caduceus)	Hastalıkların tanı ve tedavisine destek sağlar.
	MYCIN	Enfeksiyon hastalıklarının tanı ve tedavi yöntemlerine destek sağlar.
	RO ² SE	Mitral kapak rahatsızlıklarını teşhis edilmesine destek sağlar.
	Smart Forms	Diyabet ve kalp hastalıkları vb gibi hastalıkların yönetimine destek olur.
	HELP, HELP II	Kan sipariş sistemi, antibiyotik kullanım belirleme sistemi, istenen klinik verilerin raporlama sistemi gibi bileşenlerden oluşur.
Acil Odaklı KKDS	POEMS (Post Operative Expert Medical System)	Acil bakım tıbbi uzman bakım sistemi, operasyon sonrası bakım konusunda önerilerde bulunur.
	Leeds Abdominal Ağrı Sistemi	Hastalıkların tanı ve tedavisine destek sağlar.
Teşhis Odaklı KKDS	DxPLAIN	Herhangi bir hastalığın görülme sıklığından, sisteme girilen verilere göre herhangi bir hastalığın görülme olasılığı gibi tahminlemelerde bulunur.
	ISABEL	Genel pratisyen hekimlerin kullandığı pediatrik hastalarda tanı koymaya destek olur.
	Dr CAD (Computer Aided Diagnosis)	Tanı destek sistemidir.
Hemşirelik Bakım Planlarına İlişkin KKDS	Bilgisayarlı Order Sistemi	Hastalara ait ilaç, laboratuvar, radyolojik istemlerin sistem üzerinden takibini sağlar.
	Telefon Triyaj Sistemi	Hemşirelerin bulunduğu çağrı merkezine gelen çağrılarını, tıp uzmanlarının hem fikir olduğu soru seti üzerinden telefonla tıbbi tavsiye bulunulmasına imkân verir.
	Hemşire Bilgisayar Karar Destek Sistemi	Yeni mesleğe başlayan hemşirelerin değerlendirme yapmasında, hasta tepkilerini öngörmeye, erken müdahalelerin sağlanması amacıyla tasarlanmıştır.
	Hemşirelik Süreci Klinik Karar Destek Sistemi	Hemşirelerin hasta bakımı ile ilgili değerlendirmeler yapmasına destek sağlar.
	Ventilatör İlişkili Pnömoniyi (VIP) Önlemek İçin Geliştirilen Klinik Karar Destek Sistemi	Yoğun bakım ünitesinde VIP'i önlemek için oluşturulan kılavuza uyum için doğru zamanda doğru hasta için hatırlatma yapar.
	INTERACT II	Huzurevlerinde hastaların genel durumlarının takip edilerek, gerçekleşen kilo kaybı, ateş vb. gibi değişiklikler olduğunda kullanıcılara uyarı verir.
	Robot Laura	Hastalara ait verileri toplamak, düzenlemek, sonrasında çeşitli istatistiksel hesaplamalar ile risk veya riskin oluşmasını engellemek için kullanıcılara yönergeler verir.
Life-Reader	Hemşirelere hasta bakımı, ilaç-ilaç ya da ilaç-besin etkileşimleri ile ilgili uyarıda bulunur.	
Klinik Hastalık Uyarı Sistemi	Predict-CVD	Vaka veri tabanı ile kardiyovasküler hastalık risk değerlendirmesinde bulunur.
İlaç-İlaç, İlaç-Besin Etkileşim Sistemi	CHRISTINE (Children's Hospital Resource in Selecting Therapy Individualized Expert)	Çocukların demografik, laboratuvar, radyolojik, genetik vb. gibi verilerine göre ilaç önerisi sunar.

İlaç-ilaç, ilaç-besin etkileşim sistemi: Hekim sisteme ilaç istemi için giriş yaptığında birbiri ile etkileşimi ilaçlar olduğunda ilaç etkileşimi uyarısı ile hekime destek olur. Ayrıca hastaya ait klinik ve

genetik verileri dikkate alınarak uygun ilaç önerisinde bulunan sistemlerde geliştirilmiştir. Bazen bazı ilaçlarla bazı besin maddeleri bir araya geldiğinde etkileşime girebilir. Eğer böyle bir durum söz konusu olacak ilaç reçete edildiğinde hekime uyarı vererek besinler ile ilacın vücutta kalma süresi, olası yan etkileri vb. açıklamalar yapmaktadır.

Hemşirelik bakım planlarına ilişkin KKDS: Hemşirelikte verilerin yönetimi ve bakım hizmetinin sunumu süreçlerinde hemşirelere destek olmak amacıyla geliştirilen pek çok karar destek sistemleri mevcuttur. Bu sistemlerin amacı göreve yeni başlayan hemşireleri destek olmak ve rutinde hasta bakımı ile ilgili bir standart oluşturmaktır.

Acil odaklı KKDS: Bu tür sistemler teşhis ve tedavisinin acil olarak yapılması gereken durumlar için geliştirilmiştir. Hata toleransı azdır ve yüksek duyarlılık ve hassasiyet özellikleri kullanılmalıdır. Özellikle apandisit, peptik ülser, safra kesesi ağrısı, pankreas ve ince bağırsak problemleri ile nedeni belli olmayan abdominal ağrıları teşhis etmek için kullanılmaktadır (Musen vd., 2000).

Teşhis odaklı KKDS: Hekimlerin hızlı ve doğru teşhis koymasına destek olan sistemlerdir. Günümüzde pek çok hastalığın teşhisine yönelik KKDS geliştirilmiştir. Bu sistemin genel özellikleri belli bir hastalığa yönelik teşhis yöntemlerinin tespit edilmesini, bununla ilgili hastadan hangi tetkiklerin istenmesi gerektiğini ortaya koyarak hekime yardımcı olur. Özellikle mesleğe yeni başlayan hekimlerin kullanması önerilmektedir (Koç, 2013).

SONUÇ

Yapay zekâ tabanlı KKDS'lerin yaygınlaşması ile birlikte sağlık profesyonellerinin en doğru ve güncel bilgiye hızlı ulaşmalarının yanında sınırlı kaynaklı etkin, hasta odaklı sağlık hizmetinin sunulmasında destek olduğu görülmektedir. Kullanıcı dostu olarak tasarlanan KKDS'nin kullanıcıların kullanımını kolaylaştırmakta, olası tıbbi hataları önlemenin yanında uyarı sistemleri ile anlık bilgilendirmeler yaparak hasta takibini ve hızlı karar vermeyi sağlamaktadır. En doğru tanı ve tedavi önerileri sunarak hastaların hastanedeki yatış sürelerinin azaltılmasına ve dolaylı olarak düşük maliyetli, kaliteli sağlık hizmetinin sunulmasını desteklemektedir. Geleneksel yöntemlerle tanı ya da tedavi edilemeyen hastaların için yapay zekâ tabanlı KKDS ile tek tip tedavi süreci yerine kişiye özgü tedavi süreci oluşturulması, oldukça umut vaat edicidir. Konu ile ilgili gelecekte geliştirilecek sistemlerin mevcut olanlardan daha akılcı, sağlık profesyonellerinin ihtiyaçları doğrultusunda ve kişiye özgü problemlere kanıta dayalı çözüm sunması önerilmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Yazar Katkıları

Plan, tasarım: BA; **Gereç, yöntem ve veri toplama:** ÜV; **Veri analizi ve yorumlar:** BA, ÜV; **Yazma ve düzeltmeler:**BA, ÜV.

Finasman

Bu çalışma sırasında herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKLAR

- Akalın, B. (2020). Sağlık Hizmetleri ve Yönetiminde Yapay Zekâ. İstanbul: Hiper Yayıncılık, 125-132.
- Allahverdi, N. (2002). Uzman sistemler: Bir yapay zekâ uygulaması, Atlas Yayıncılık, İstanbul, 16-20.
- Aydın, N. (2011). The Use of Clinical Decision Support Systems in Nursing. Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi, 8 (3): 59-63.
- Castillo, R. S., Kelemen, A. (2013). Considerations for a successful clinical decision support system. CIN: Computers, Informatics, Nursing, 31(7), 319-326.
- Crabb, D. B., Hurwitz, J. E., Reed, A. C., Smith, Z. J., Martin. E. T., Tyndall, J. A.... Beattie, L. K. (2020). Innovation in resuscitation: A novel clinical decision display system for advance cardiac life support. Am J Emerg Med, S0735-6757, (20) 30149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.03.007>.
- Çiriş Yıldız, C., Başbüyük, M., Yıldırım, D. (2020). Klinik Karar Destek Sistemlerinin Hemşirelikte Kullanımı. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi, 8(2), 483-495. doi:10.33715/inonusaglik.743296.
- Deperlioğlu Ö, Güraksın G. E, Köse U. (2016). Web tabanlı klinik karar destek sistemleri: yapıları ve özellikleri. Akademik Bilişim, Aydın.

- Gonçalves, L. S., Amaro, M. L. M., Romero, A. L. M., Schamne, F. K., Fressatto, J. L., Bezerra, C. W. (2020). Implementation of an Artificial Intelligence Algorithm for sepsis detection. *Rev Bras Enferm*, 73(3). <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0421>.
- Hersh, M.A. (1999). Sustainable decision making: The role of decision support Systems. *IEEE Transactions on Systems, man, and cybernetics-PartC: Applications and Reviews*, 29(3).
- Heufelder, A. (2004). Bridging regional and global perspectives. *Hormone Research in Pediatrics*, 62 Suppl 4:8-14
- Hussain, M, Khattak, A. M, Khan, A., Fatima, I. ve ark. (2013). Cloud based smart CDSS for chronic diseases. *Health Technologies*, 3:153-175.
- Kaplan, B. (2001). Evaluating informatics applications clinical decision support systems literature review. *International Journal of Medical Informatics*, 64, 15–37.
- Khoong, C.M. (1995). Decision support systems, RAND.
- Koç, E., Atılğan Şengül, Y., Uyar Özkaya, A., Gökçe, B. (2012). Klinik Karar Destek Sistemleri Kullanımına Yönelik Bir Araştırma: Acıbadem Hastanesi Örneği. IX. National Medical Informatics Conference, Medical Informatics Association, p.64-74.
- Koç, E. (2013). Yöntem ve Uygulama Açısından Klinik Karar Destek Sistemleri. Okan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 39-46.
- Küsmüş, A. (2019). Kan ve Antropometri Değerlerinden Veri Madenciliği Yöntemleri Kullanılarak Meme Kanseri Tahmini. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, 20-27.
- Lyerla, F. (2008). Design and implementation of a nursing clinical decision support system to promote guideline adherence. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 26(4), 227-233.
- Mendi, B. (2016). Health informatics and current applications. Mendi B. Telemedicine. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, 149-161.
- Musen, M.A., Yuval, S., Shortliffe, E.H. (2000). Clinical Decision-Support Systems. 698-736. www.ie.bgu.ac.il/mdss/ch16.final.pdf.
- Nabiyev, V.V. (2003). Yapay Zekâ. Ankara: Seçkin Yayınları.
- Özata, M, Aslan, Ş. (2004). Klinik karar destek sistemleri ve örnek uygulamalar. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 5(1 (Ek Sayı):11–18.
- Özger, Z.B., Amasyalı, M.F., 2013. Meta Öğrenme ile KNN Parametre Seçimi, IEEE. Publisher, INSPEC Accession Number:13578850.
- Persidis, A. ve Persidis, A. (1991). Medical Expert Systems: An Overview", *Journal of Management in Medicine*, 5(3), Abstract 1991.
- Purkuloğlu, E., Ün, Ü., Yürürdurmaz, F. (2019). Hemşire karar destek sistemleri uygulamaları. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 22(3), 491-514.
- Uslu, D., Toygar, Ş. A., Mansur, F. (2016). Hastane bilgi yönetim sisteminin kullanılabilirliğini belirlemeye yönelik bir araştırma. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 2(3), 45-57.
- Sun, J., Hui L. (2008). Data Mining Method for Listed Companies, Financial Distress Prediction, *Knowledge-Based Systems*, 21, No. 1.
- Veranyurt, Ü. Devenci, A.F. Esen, M.F ve Veranyurt, O. (2020). Makine Öğrenmesi Teknikleriyle Hastalık Sınıflandırması: Random Forest, K-Nearest Neighbour ve Adaboost Algoritmaları Uygulaması. *Usaysad Derg*, 6(2):275-286.
- Wasylewicz, A. T. M., van Grinsven, R. J. B., Bikker, J. M. W., Korsten, E. M., Egberts, T. C. G., Kerskes, M. H. M., Grouls, R.J.E. (2020). CDSS assisted pharmacy intervention reduces feeding tube-related medication errors in hospitalized patients: a focus on medication suitable for feeding tube administration. *J Parenter Enteral Nutr*. Doi: 10.1002/jpen.1869.
- Yılmaz, A.A. (2014). Kanser hastalarının bakımına yönelik klinik karar destek sisteminin uygulanması ve hemşirelerin görüşleri. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Yılmaz, A.A., Özdemir, L. (2015) Development and Implementation of the clinical decision support system for patients with cancer and nurses' experiences regarding the system. *International Journal of Nursing Knowledge*, 28(1), 4-12.