

Yapay sinir ağları ve klinik araştırmalarda kullanımı

Yücel Gönül¹, Şahin Ulu², Abdülkadir Bucak², Abdülkadir Bilir¹

Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi ¹Anatomi ve ²Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalları, Afyonkarahisar

Yapay zeka yöntemleri insanların zekice olarak tasvir edilen davranışlarının akıllı cihazlar tarafından modellenmesidir. Yapay sinir ağları (YSA) ile sinir sisteminin çalışma şekli benzerdir. Stimüle edilen sinir hücreleri çeşitli şekillerde birbirlerine bağlanarak bir YSA oluştururlar. YSA'dan istenen ise, insanların düşünme yeteneğini bilgisayarlar aracılığı ile kopyalamak ve belirli ölçüde bilgisayarlara öğrenme yeteneği kazandırabilmektir. YSA'ların çok boyutlu, karmaşık, kesin olmayan, eksik, hata olasılığı yüksek sensör verileri olduğu ve problemleri çözmek için matematiksel modellerin ve algoritmaların bulunmadığı durumlarda yaygın olarak kullanıldıkları görülmektedir. Bu amaçla geliştirilmiş ağlar; muhtemel fonksiyon kestirimleri, sınıflandırma, ilişkilendirme veya örüntü eşleştirme, örüntü tanıma ve optimizasyon gibi fonksiyonları gerçekleştirmektedirler. YSA tıbbi araştırma verileri içinden daha önce fark edilmemiş desenleri saptama, sınıflama, tıbbi aygıtların kontrolü, tıbbi görüntülerin karakteristiklerinin tespit edilmesi gibi pek çok uygulamada aktif olarak kullanılmaktadır. Yapay zeka yöntemlerinin yeterliliği tıbbin neredeyse her alanında araştırılmıştır ve uygulanma potansiyeline sahiptir. Bu çalışmalara örnek olarak; akut apandisit, ateroskleroz ve koroner arter hastalıkları için tanı koyma, apical foramen lokalizasyonu, artrit el ve bilek radyografisi kullanılarak lokalizasyon değerlendirme, osteoporoz riski değerlendirme, yürüme bozukluğu ve baş ağrılarının sınıflandırılması, oral veya orofarenjyal kanser tedavisinde hastalardaki hipernazalitenin değerlendirilmesi ve analizi, farenjyal yüksek çözünürlük manometresinin sınıflandırılması gösterilebilir. Hatalı teşhis riski olan kompleks hastalıkların tanısında faydalı bir araç olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle YSA tekniğinin gereksiz araştırmaları, olumsuz ameliyat oranlarını ve potansiyel olarak ortaya çıkabilecek maliyeti azaltabileceği söylenebilir. YSA araştırmalarının getirileri ve başarıları göz önüne alındığında tıp alanında yeni bir çağ açacağı ve daha gelişmiş tanı ve tedavi yöntemleri için ışık tutacağı kaçınılmaz bir gerçektir.

Anahtar sözcükler: Yapay sinir ağları, yapay zeka, klinik

Artificial neural networks and the use in clinical researchs

Artificial intelligence methods are modeling of humans' behaviors which described as "intelligently" by smart devices. The operating mode of nervous system is imitated by Artificial neural networks (ANN). Stimulated nerve cells constitute ANN by connecting to each other in various forms. Desired from ANN is to copy peoples' thinking ability through computers and to be gained learning ability by computers. It is observed that ANNs are widely used in some situations such as sensor data which is multi-dimensional, complex, imprecise, incomplete and have high error probability and the absence of mathematical models and algorithms to solve these problems. Developed networks for this purpose actualize some functions such as estimation of possible functions, classification, association, pattern matching, pattern recognition and optimization. ANN is actively used in many applications such as detecting patterns which were previously unrecognized from medical research data, classification, medical devices, control and determining characteristics of medical images. The adequacy of artificial intelligence methods were investigated almost in all fields of medicine. The diagnosis of acute appendicitis, atherosclerosis and coroner artery disease, localization of the apical foramen, arthritis, localization assessment using the hand and wrist radiographs, osteoporosis risk assessment, gait disturbances and the classification of headache, analysis to assess hypernasality in patients treated for oral or oropharyngeal cancer, classification of pharyngeal high-resolution manometry can be shown as examples. ANN was shown to be a useful tool to diagnose complex diseases which have misdiagnosis risk. Therefore it can be said that, ANN technique can reduce unnecessary investigations, negative surgery rates and cost which may arise potentially. Considering the benefits and achievements of ANN research, it is an unavoidable fact that, ANN will open a new era in medicine and will shed light on more advanced diagnosis and treatment method.

Keywords: Artificial neural networks, artificial intelligence, clinic

Yazışma Adresi:

Yücel Gönül
Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı,
Afyonkarahisar
E-posta: yucel94@hotmail.com

Giriş

Yapay zeka yöntemleri, insanların zekice olarak tasvir edilen davranışlarının akıllı cihazlar tarafından modellenmesidir. Yapay zeka yöntemlerinden istenen ise, insanların düşünme yeteneğini teknoloji (bilgisayarlar) aracılığı ile kopyalamak ve belirli ölçüde bilgisayarlara öğrenme yeteneği kazandırabilmektir (1). Yapay zeka yöntemlerinin en bilinenleri; Uzman Sistemler, Bulanık Mantık, Sinirsel Bulanık Sistemler, Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Genetik Algoritmalarından oluşur.

Uzman sistemler, kural tabanlı sistemler olarak tarif edilebilir. Uzman sistemlerdeki kurallar, bir uzmanın düşüncesi veya tecrübesi temel alınarak oluşturulmuştur. Bu kurallar insanın sebep-sonuç ilişkisine dayandırılarak karar verme gibi mantıklı bir çıkarım yapmak için kullanılır. Bulanık mantık da kural tabanlı bir sistem olarak görülebilir. Ama burada nitelendirmeler, uzman sistemlerin haricinde, insanların günlük hayatta yaptığı tasvirler gibi kesin değildir. Bulanık mantık, bu sayede günlük hayatta kullanılan kesin olmayan kararlar verilmesini sağlar.

Makale başlığımız olan YSA'lar ise, beynin çok basit bir nöron modelinin benzetimidir. Beynin öğrenme kapasitesi nöronlar ve bunların birbiri ile olan bağlantısına bağlıdır. Bu şekilde kazanılan yapay ağ ile öğrenme olayı modellenir (2,3). YSA tıbbi araştırma verileri içinden daha önce fark edilmemiş desenleri saptama, sınıflama, tıbbi aygıtların kontrolü, tıbbi görüntülerin karakteristiklerinin tespit edilmesi gibi pek çok uygulamada aktif olarak kullanılmaktadır. Yapay zeka yöntemlerinin yeterliliği tıbbin neredeyse her alanında araştırılmıştır ve uygulama potansiyeline sahiptir. Halen gelişmekte olan bu yöntemlerin gerçek klinik ortamlarda uygulanmaya başlanmasından önce daha ileri klinik denemelere ihtiyaç vardır (2).

Yapay zeka yöntemleri

Yapay zeka yöntemlerinin en bilinenleri; Uzman Sistemler, Bulanık Mantık, Sinirsel Bulanık Sistemler, Yapay Sinir

Ağları (YSA) ve Genetik Algoritmalar'dır.

Uzman sistemler (expert systems)

Yapay zekanın en önemli uygulama alanlarından biri uzman sistemlerdir. Bu sistemde, kendi alanında uzman olan kişilerin uzmanlıklarını kullanarak işleyiş sağlanır; yani bir tür bilgisayar tabanlı danışma sistemidir. Uzman sistemleri meydana getirirken, sırasıyla; tanımlama, kavramsallaştırma, formüle etme (yazılım), test etme ve değerlendirme aşamaları takip edilir. Tıp ve biyomedikal ilk tercih edilen sahadır (4,5). Bir uzman sistem; kural tabanı, veri tabanı ve kural çözümleyici olmak üzere üç bölümden oluşur (Şekil 1).

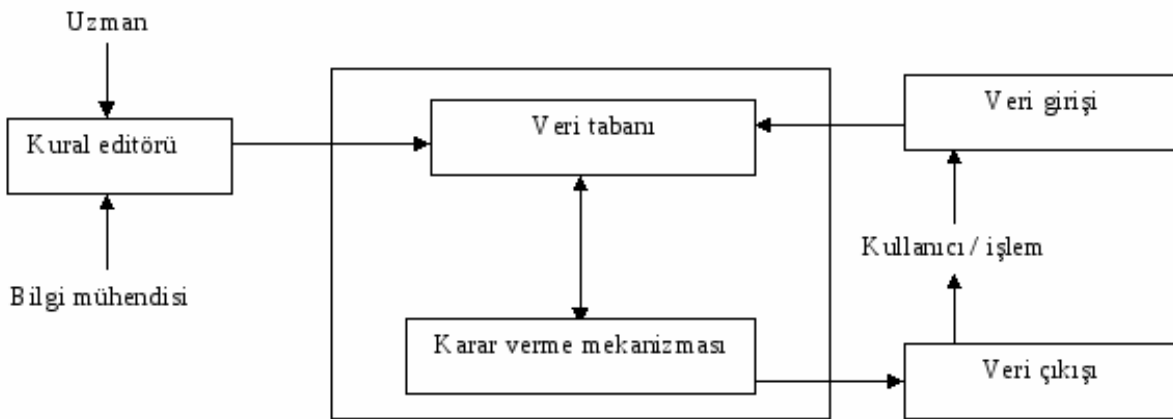
Bulanık mantık (fuzzy logic)

Bulanık mantık programının temel dayanağı; uzman bir sistem operatörünün bilgi, tecrübe, sezgi ve kontrol sonuçlarını veri tabanı olarak meydana getirmektir. İşlemler bilgi ve tecrübeye bağlı kurallarla sağlanır. Bulanık mantıkta deneyimler etkin bir şekilde kullanılır. Bilgisayar tabanlı uygulamalarda kural tabanı, veri tabanı, bulandırıcı, çıkarım ve berraklaştırıcı yazılımlar kullanılır. Şekil 2'de bir bulanık mantık programının şematik yapısı görülmektedir.

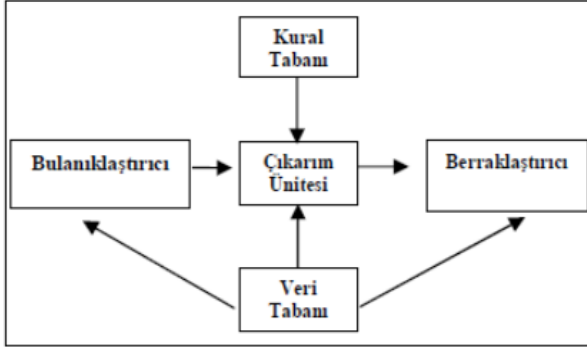
Bulanık mantık, insan zekâsının esnek ve değişken yapısının önemini belirten bir algoritmadır. Veriler değerlendirilerek, neden sonuç ilişkisi içerisinde doğru ve mantıksal bir sonuç bulur. Bu işlem için ilk olarak verilerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu veriler belirli çerçeveler içerisinde kategorize edilerek bulanık kümeler haline getirilir, tüm olası durumlar değerlendirilerek kural tabanı oluşturulur. Bu kurallar bir kontrol algoritması ile değerlendirilerek çıkış bilgisi elde edilir (6).

Sinirsel bulanık sistemler ve NEFCLASS modelin yapısı

Sinirsel bulanık sistemler, sinir ağları ile bulanık sistemle-



Şekil 1: Bir uzman sistemin şematik yapısı görülmektedir.



Şekil 2: Bir bulanık mantık programının şematik yapısı görülmektedir.

rin bir birleşimidir. Bir sinirsel bulanık sistem olan NEFC-LASS, veriden bulanık sistem oluşturan dilsel bir yaklaşım tekniği olup, yerel parametre değişimleri sezgisel (heuristic) veri sürme algoritması ile hesaplanır. NEFCCLASS modelinin temel güdüsü okunabilir bir sınıflayıcı oluşturmak ve yeterliliği sağlamaktır (7). NEFCCLASS sinirsel bulanık sistem; özel üç katmanlı ileri beslemeli bir sinir ağı gibi ilk katman giriş değişkenlerini, gizli katman bulanık kuralları, üçüncü katman ise çıkış değişkenlerini gösterir ve her katman için bir ünite vardır. Şekil 3'te NEFCCLASS modelin yapısı görülmektedir.

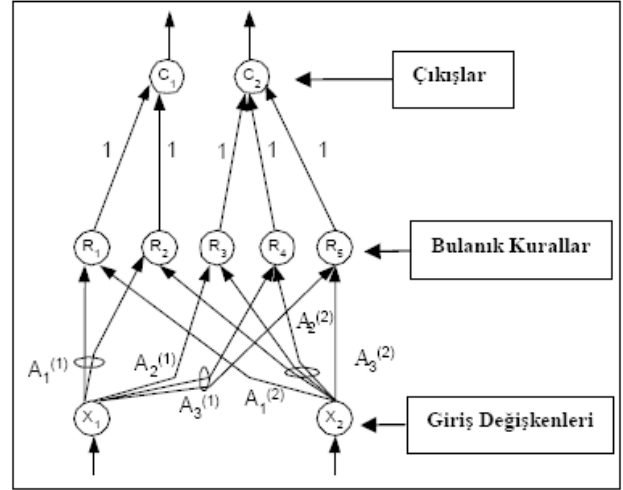
Sinir ağları, insan beynindeki nöronlara benzer şekilde kurulan yapay nöronların, bağlantı geometrisi ile birbirleriyle bağlantı kurdurulması sonucu oluşan sistemlerdir.

Çok katmanlı algılayıcılar ve öğrenme algoritmaları

Çok katmanlı algılayıcı modeli bir giriş, bir veya daha fazla ara ve bir de çıkış katmanından oluşur. Bir katmandaki işlem birimi bir üst katmandaki işlem birimine bağlıdır. Birçok öğretim algoritmasının bu ağı eğitebilir olması, yaygın kullanılmasının nedenlerindedir. Çok katmanlı algılayıcı ağlarında örnekler "giriş katmanı"na uygulanır, "ara katmanlar"da işlenir ve "çıkış katmanı"ndan da sonuçlar bulunur. Belirlenen eğitime algoritmasına göre; ağın çıkışı ile istenen çıkış arasındaki "hata" tekrar geriye doğru yayılarak minimum seviyeye düşünceye kadar ağırlıkları değiştirilir. Anlaşılması kolay ve matematiksel olarak ispatlanabilir olmasından dolayı en çok tercih edilen öğretim algoritmasıdır. Bu algoritma hataları geriye doğru çıkıştan girişe azaltmaya çalışmasından dolayı geri yayılım olarak adlandırılmıştır. Tipik çok katlı geri yayılım ağı; bir giriş tabakası, bir çıkış tabakası ve de en az bir gizli tabakadan oluşur. Sinir ağı bulgularının daha iyi sınıflandırılabilmesi için "Genetik Algoritma ve Sinir Ağı" yöntemi geliştirilmiş ve tıp dahil bir çok alanda başarılı bir şekilde uygulanmıştır (8).

Yapay sinir ağları

YSA sisteminin bağımsız değişkenleri olan girişleri, bağımlı kestirilen değişkenler olan çıkışlar ile ilişkilenen direkt, karmaşık ve doğrusal olmayan modeller oluşturur (9,10).



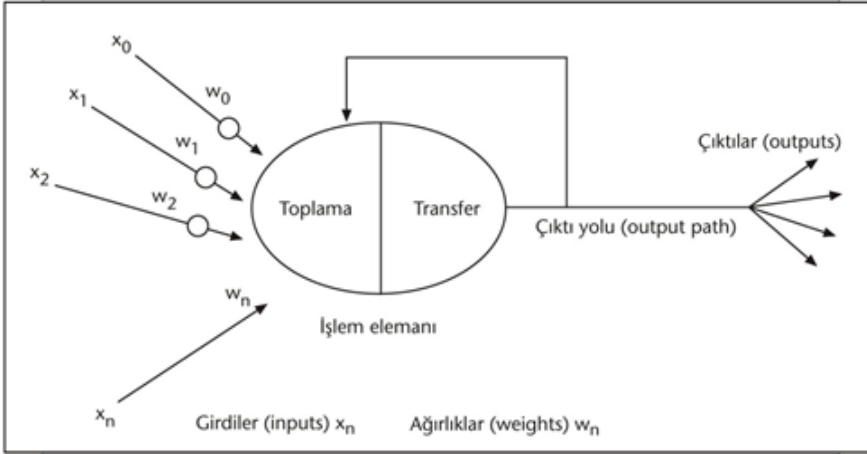
Şekil 3: NEFCCLASS modelin yapısı. R kuralları $A(x)$ ağırlıkları (W) ifade etmektedir.

YSA hesaplama ve bilgi işleme bakımından güçlüdür. YSA bu gücü paralel dağılmış yapısından, öğrenme ve genelleme yeteneğinden alır. Tüm bu özellikler YSA'nın karmaşık problemleri de çözebilme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. YSA'nın temel işlem elemanı olan nöron, doğrusal değildir (Şekil 4).

Bu nedenle hücrelerin birleştirilmesiyle meydana getirilen YSA da doğrusal değildir ve bu özellik bütün ağa yayılmış durumdadır. Bu, özellikle doğrusal olmayan karmaşık problemlerin çözümünde YSA için en önemli araç olmuştur (11).

Giriş katmanı; giriş verilerinin ağıya sunulduğu katmandır. Bu katmandaki nöron sayısı, değişken sayısına eşittir. Gizli katman; ağın temel işlevini gören katmandır ve giriş katmanından aldığı ağırlıklandırılmış veriyi probleme uygun bir fonksiyonla işleyerek bir sonraki katmana iletir. Çıkış katmanı; YSA'nın en uç katmanıdır. Gizli katmandan aldığı veriyi ağın kullandığı fonksiyonla işleyerek çıktısını verir. Bu katmandan elde edilen değerler YSA'nın söz konusu problem için çıkış değerleridir. Bir katmandan bir katmana, aradaki katmanı atlayarak geçebilmek mümkün değildir (12). YSA'lar sinyallerin iletim yönüne bağlı olarak ileri beslemeli ve geri beslemeli şeklinde ikiye ayrılır (Şekil 5).

İleri beslemeli ağlarda sinyal iletimi, bir katmandaki nöronlardan, bir sonraki katmandaki nöronlara doğru yapılır ve aynı katmandaki nöronlar arası bağlantı bulunmaz. Geri beslemeli ağlarda ise, sinyal iletimi iki yönlü (ileri ve geri) olarak da mümkündür ve bir çıkış sinyali, giriş ve çıkış değerlerini dinamik bir şekilde kontrol edebilmektedir. YSA'nın istenilen davranışı gösterebilmesi için amaca uygun olarak ayarlanması, yani eğitilmesi gerekir. YSA, istenilen davranışı gösterecek biçimde problem den edildiği eğitim örneklerini kullanarak, problemi öğrenmelidir. Belirli bir problemi çözmek amacıyla eğitilen



Sekil 4: Basit bir nöron modeli

YSA, problemdeki değişimlere göre tekrar eğitilebilir (13).

YSA, belirli bir problemi öğrendikten sonra eğitim sırasında hiç karşılaşmadığı test örnekleri için de istenilen tepkiyi üretebilir.

Yapay sinir ağları (YSA) tarihçesi

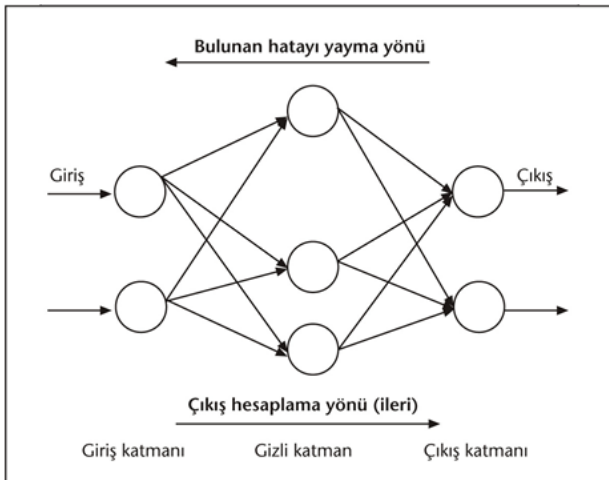
Yapay zeka tekniklerinden birisi olan YSA ile ilgili çalışmalar 20. yy'ın ilk yarısında başlamış ve günümüze kadar büyük bir hızla devam etmiştir. Bu çalışmalarını 1970 öncesi ve sonrası diye iki kısma ayırmak mümkündür. Zira 1970 yılları YSA için bir dönüm noktasını teşkil etmiş, daha önce aşılması imkânsız görünen pek çok problem bu dönemlerde aşılmıştır. İlk yapay sinir ağı modeli 1943 yılında, bir sinir hekimi olan Warren McCulloch ile bir matematikçi olan Walter Pitts tarafından gerçekleştirilmiştir. McCulloch ve Pitts, insan beyninin hesaplama yeteneğinden esinlenerek, elektrik devreleriyle basit bir sinir ağı modellemiştir. 1949 yılında ise Hebb "Organization of Behavior" adlı eserinde öğrenme ile ilgili temel teoriyi ele almıştır. 1957 yılında Frank Rosenblatt'ın Perceptron'u geliştirmesinden sonra, YSA ile ilgili çalışmalar hız ka-

zanmıştır (14). 1959 yılında Bernard Widrow ve Marcian Hoff (Stanford Üniversitesi) ADALINE (Adaptive Linear Neuron) modelini geliştirmişler ve bu model YSA'nın mühendislik uygulamaları için başlangıç kabul edilmiştir. Bu model gerçek dünya problemlerine uygulanan ilk YSA olma özelliğini kazanmıştır. 1970'lerin sonlarına doğru Fukushima, NEOCOGNITRON modelini tanıtmıştır. Bu model, şekil ve örüntü tanıma amaçlı geliştirilmiştir. 1982-1984 yıllarında Hopfield tarafından yayınlanan çalışmalar ile YSA'nın geliştirilebileceği ve çözümü zor problemlere çözüm üretebileceğini göstermiştir. Bu çalışmaların neticesi, Hinton ve ark.'nın geliştirdiği Boltzman Makinesi'nin doğmasına yol açmıştır. 1988 yılında, Broomhead ve Lowe radyal tabanlı fonksiyonlar modelini (Radial Basis Functions RBF) geliştirmişler ve özellikle filtreleme konusunda başarılı sonuçlar elde etmişlerdir (14). Daha sonra Spect, bu ağların daha gelişmiş şekli olan Probabilistik ağlar (PNN) ve Genel Regresyon Ağlarını (GRNN) geliştirmiştir. Bu tarihten günümüze kadar sayısız çalışma ve uygulama geliştirilmiştir.

YSA'ların genel özellikleri

YSA'lar, uygulanan ağ modeline göre değişik karakteristik özellikler göstermelerine karşın, temel birkaç ortak özelliğe sahiptirler.

- Birinci özellik; YSA sistemin paralelliği ve toplamsal işlevin yapısal olarak dağılımlılığıdır (15). Süreç içerisinde nöronlardan her hangi biri işlevini yitirse dahi sistem güven sınırları içerisinde çalışmasına devam edebilir.
- İkinci özellik ise; genelleme yeteneği, diğer bir deyişle ağ yapısının, eğitim esnasında kullanılan nümerik bilgilerden eşleştirmeyi betimleyen kaba özellikleri karşaması ve böylelikle eğitim sırasında kullanılmayan girdiler için de anlamlı yanıtlar üretebilmesidir (16).
- Üçüncü olarak; ağ fonksiyonları non-linear olabilmektedir.



Sekil 5: Geri beslemeli yapay sinir ağı

- Dördüncü özellik ise; sayısal ortamda tasarlanan YSA'nın, donanımsal gerçekleştirilebilirlikleridir.

YSA'nın avantaj ve dezavantajları

Avantajları

- YSA, makine öğrenmesini gerçekleştirebilir.
- Bilgi işleme yöntemleri geleneksel programlamadan farklıdır.
- Bilgiler, ağız tamamında saklanır.
- Örnekleri kullanarak öğrenirler ve daha önce görülmemiş örnekler hakkında bilgi üretebilirler.
- Algılamaya yönelik olaylarda kullanılır.
- Örneği kullanarak öğrenirler ve daha önce görülmemiş örnekler hakkında bilgi üretebilirler.
- Örneği tamamlayabilirler.
- Kendi kendine öğrenebilme ve organize etme yetenekleri vardır.
- Eksik bilgi ile çalışabilmektedirler.
- Hata toleransına sahiptirler.
- Dereceli bozulma (Graceful degradation) gösterirler.
- Dağıtık belleğe sahiptirler.

Dezavantajları

- Ağız davranışlarının açıklanamaması.
- Uygun ağ yapısının belirlenmesinde belli bir kural yoktur.
- Ağız parametre değerlerinin belirlenmesinde belli bir kural yoktur.
- Öğrenilecek problemin ağa gösterimi önemli bir problemdir ve donanım bağımlıdır.
- Ağız eğitiminin ne zaman bitirilmesi gerektiğine ilişkin belli bir yöntem yoktur.

YSA'nın kullanıldığı alanlar

YSA başlıca; Sınıflandırma, Modelleme ve Tahmin uygulamaları olmak üzere, pek çok alanda kullanılmaktadır. Başarılı uygulamalar incelendiğinde, YSA'nın çok boyutlu, gürültülü, karmaşık, kesin olmayan, eksik, kusurlu, hata olasılığı yüksek sensor verilerinin olması ve problemi çözmek için matematiksel modelin ve algoritmaların bulunmadığı, sadece örneklerin var olduğu durumlarda yaygın olarak kullanıldıkları görülmektedir (17). YSA pek çok sektörde değişik uygulama alanları bulmuştur. Bunlardan

bazıları;

Uzay: Uçuş simülasyonları, otomatik pilot uygulamaları, komponentlerin hata denetimleri vs.

Otomotiv: Otomatik yol izleme, rehber, garanti aktivite analizi, yol koşullarına göre sürüş analizi vs.

Bankacılık: Kredi uygulamaları geliştirilmesi, müşteri analizi ve bütçe yatırım tahminleri vs.

Savunma: Silah yönlendirme, hedef seçme, radar, sensör sonar sistemleri, sinyal ve görüntü işleme vs.

Elektronik: Kod sırası öngörüsü, çip bozulma analizi, non-linear modelleme vs.

Eğlence: Animasyonlar, özel efektler, pazarlama öngörüsü vs.

Finans: Kıymet biçme, pazar performans analizi, bütçe kestirimi, hedef belirleme vs.

Sigortacılık: Ürün optimizasyonu, uygulama politikası geliştirme vs.

Üretim: Üretim işlem kontrolü, ürün dizaynı, makina yıpranmalarının tespiti, dayanıklılık analizi, kalite kontrolü, iş çizelgeleri hazırlanması vs.

Robotik: Yörünge kontrol, forklift robotları, görsel sistemler, uzaktan kumandalı sistemler, optimum rota belirleme vs.

Dil: Sözcük tanıma, yazı ve konuşma çevrimi, dil tercüme vs.

Telekomünikasyon: Görüntü ve data karşılaştırma, filtreleme, eko ve gürültü önümlendirilmesi, ses ve görüntü işleme, trafik yoğunluğunun kontrolü ve anahtarlama vs.

Güvenlik: Parmak izi tanıma, kredi kartı hileleri saptama, retina tarama, yüz eşleştirme vs.

Sağlık: Meme kanseri erken teşhis ve tedavisi, EEG, EKG, MR, kalite artırımı, ilaç etkileri analizi, kan analizi sınıflandırma, kalp krizi erken teşhis ve tedavisi vs.

YSA kullanılarak yapılan klinik araştırma örnekleri

Yoldaş ve ark.'nın akut apandisit (AA) tanısında YSA kullanılarak tanı modeli oluşturmak için yaptıkları çalışmada 2009-2010 yılları arasında AA tanısı koyulan 156 hasta (132 doğru, 24 yanlış tanı) ile çalışılmıştır.

Bu çalışmada YSA için kullanılan parametreler ise cinsiyet, ağrı duyarlılığı, ağrı lokalizasyonu, ağrının sağ alt kadranda olması, vücut ısısı, sakinme, bağırsak sesleri, kusma, rebound fenomenidir. Ayrıca WBC (Beyaz küre

sayısı) sayısı da parametrelere eklenmiştir. YSA çalışmasında ise model olarak SPSS 19 yöntemi kullanılmış olup sınıflandırma ise standart modellere karşılaştırılarak oluşturulmuştur. Sonuç olarak ise YSA; teşhis için yararlı bir tekniktir. Özellikle kırsal hastanelerde; çünkü bu yerlerde çoğu zaman ultrasound ve bilgisayarlı tomografi bulunmamaktadır. Daha ileri çalışmalar için optimal tanı modelinin inşa edilmesi için ışık tutmakta ve klinikte pratikte kullanılması konusunda yardımcı olmaktadır (18).

Saghiri ve ark.'nın YSA güvenilirliği için apical foramen lokalizasyon çalışmasında, 19 erkek kadavra arasından yaşları 49-73 arasında değişen 50 tek köklü diş seçilmiştir. Giriş kavitesi hazırlanmış ve çalışma uzunluğu endodontistler tarafından radyolojik olarak kategorize edilmiştir. YSA tarafından da kaidenin apical foramen ile ilişkisi kısa, uzun ve geniş olarak sınıflandırılmıştır. Son olarak, bu yöntem için altın standart olarak görülen steromikroskop ile, YSA ve endodontistlerin sınıflandırdığı dişler kontrol edilmiş ve Freidman ve Wilcoxon testi ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, YSA ve endodontistlerin çalışmaları arasında belirgin farklılıklar bulunmuştur. Endodontoistlerin doğru değerlendirme oranı %76, YSA'nın ki %96 olarak bulunmuş, sonuçlardaki güvenilirlik oranının ise endodontoistler tarafından %64,16-87,54, YSA tarafından ise %90,57-101,43 olarak görülmüştür. Son olarak, Steromikroskop ile yapılan ölçümlerde YSA'nın doğruluk oranının endodontistlere göre daha yüksek bulunmuştur ve ileriki çalışmalar için de ışık tutmuştur (19).

Colak ve ark. tarafından yapılan koroner arter hastalığı (CAD) tahmininde farklı YSA modellerinin kullanılması çalışmasında, YSA için 8 farklı algoritma kullanılmıştır. YSA modelleri geriye dönük vaka kontrol çalışmasında, anjiyografi ile tanısı konmuş 124 koroner arter hastası ve koroner arterleri normal olan 113 kişiden faydalanılmıştır. Bu işlem sırasında 171 kişi YSA eğitimi için, 66 kişi ise test için kullanılmıştır. Değerlendirme kriterleri duyarlılık, özgüllük ve geçerli standart tanımlamalar olarak belirlenmiştir. Eğitim sonuçları %83,65-100, %86,46-100, %74,67-100 iken test sonuçlarında ise %81, %71, %76 bulunmuştur. Sonuç olarak ise geri yayılım dışındaki farklı algoritmalarda ve daha büyük çaplı örneklerde, tahmin performansındaki gelişmesinin neticesinde önerilebilir bir nitelik taşımakta olduğu gözlenilmiştir (20).

Duryea ve ark.'nın yaptığı Artrit hastalarında el ve bilek radyografisi kullanılarak YSA değerlendirilmesi çalışmasında, lokalizasyon olarak belirlenen kısımlar carpometacarpal (CM) eklemlerin 5 tanesi, radiocarpal (RC) eklem ve scaphocapitate (SC) eklemdir. YSA'nın yazılımında kullanılan algoritma ise dijital ve manuel olarak eklemlerin tanıtılması ile eğitilmiştir. Yazılım test edilirken, 50 dijital el grafisi klinik çalışmalardan, 60 tanesi ise artrit araştırması sonucu elde edilen Romatoid artrit (RA) hastalarından seçildi. Eklem lokalizasyonları radyologların

manuel olarak ölçümleri ile karşılaştırıldı. Sonuçlarda ise CM, RC, SC eklemlerindeki başarı oranı normal kişilerde %87-99, RA'li kişilerde ise %81-99 dur. Bu durum artrit hastalığının progresyonun, bilgisayar destekli olarak incelenmesindeki ilk adımdır ve eklemdeki erozyon ve eklem yüzeyindeki aralıkların analiz edilmesi, YSA ile yapılan ileri çalışmalar için rutin bir işlem haline gelebilecektir (21).

Çolak ve ark.'nın aterosklerozun (ATS) tahmini için yapılan YSA çalışmasında, Haziran 2003 ile Kasım 2003 tarihleri arasında radial arterlerinde ateroskleroz saptanan 10 hasta ile saptanmayan 15 hastadan, kesikli ve sürekli değişkenlerden oluşan 20 adet klinik parametre elde edilmiştir. YSA ateroskleroz verileriyle uygulanmıştır. Bu ağın girdileri olarak kullanılan klinik parametreler; yaş, cinsiyet, diyabet, hipertansiyon, sigara içme, geçirilmiş miyokard infarktüsü, vücut kitle indeksi, aile öyküsü ve laboratuvar sonuçlarıdır. YSA analizi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada toplam verilerin %60'ı eğitim için kullanılmıştır. Bu sonuçlara göre eğitim verisinde YSA, ATS hastası olmayanların tamamını, ATS hastalarının ise %66'sını doğru olarak tahmin etmiştir. Toplam ayırısama oranı ise %86.6 olmuştur. İkinci aşamada YSA, test için ayrılan veriler üzerinden uygulanmıştır. Test verisine ait sonuçlara göre YSA, ATS hastalarının %50'sini tahmin edebilmiş, ATS hastası olmayanların ise tamamını doğru olarak tahmin etmiştir. Toplam ayırısama oranı ise %80 bulunmuştur. Sonuç olarak, geliştirilen YSA'nın toplam ayırısama oranı %80 olarak bulunmuştur. YSA'ların aterosklerozun tahmin edilmesinde oldukça yararlı olacağı sonucuna varılabilir. Ancak örnek sayısının az olması göz önünde bulundurulduğunda, daha güvenilir sonuçlar elde edebilmek için örnek sayısının artırılması önerilebilir (22).

Akpola'ın osteoporoz riskinin yapay sinir ağları yöntemi ile saptanması çalışmasında, kullanılan parametreler; kilo (34-161 kg), boy (1.37-1.80 m), yaş (20-96), menapoz yaşıdır (henüz girmemiş-67). Toplam 765 kadından alınan bilgiler (kilo, boy, yaş ve menapoz yaşı) ağın giriş kümesini, DEXA cihazı ile ölçülen kemik mineral yoğunluğu verileri ise ağın hedeflenen çıkış kümesini oluşturmaktadır. Bu çalışmada açıklanan öğrenme ve sınıflama süreci, bayanlarda kemik yoğunluğunun hangi seviyede olduğunun (Risk var / Risk yok) belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Sınıflandırma işlemi için farklı YSA mimarisi kullanılmış ve en başarılı mimari saptanmıştır. Kullanılan mimariler; Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA), LVQ ve SOM (Self Organizing Map) ağlarıdır. Sonuçlarda ise, osteoporoz hastalığının sınıflandırmasında, ÇKA mimarisinin en başarılı mimari olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak; bu yöntemin geliştirilmesi ve başarı oranının artırılması ile risk altında olan grubu sürekli ve daha az maliyetli olarak izleyebilme, meydana geldiğinde tedavi maliyeti çok yüksek değerlere ulaşan bu klinik tablonun

oluşma riskini önceden saptama, risk altındaki insan popülasyonuna koruyucu sağlık hizmetleri sunarak en ucuz maliyetle hastalığın oluşumunu, mevcut ise ilerlemesini önleme imkanı olacaktır (23).

Kuchimov'in YSA aracılığıyla yürüme bozukluğunun sınıflandırılması çalışmasında, sinir ağı dört farklı yürüme şeklini sınıflandırmak için eğitilmiştir. Denetimli öğrenme metodu ve hata geri yayılım algoritması çok katmanlı algılayıcıların eğitilmesi için kullanılmıştır. Algoritma Matlab programlama dili ile uygulama haline getirilmiştir. Bu çalışmada normal yürüme, sağ hemiparezi, sol hemiparezi ve spastik diparezi verileri 6 ve 12 yaşlarında toplam 150 kişiden alınmıştır. Çalışmalar İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Hareket Analizi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Bu çalışmada normal ve üç farklı anormal yürüme şekillerini ayırt etmede ortalama %77 sınıflandırma başarısı elde edilmiştir. Çapraz onaylama ve eğitimi erken durdurma metoduyla daha yüksek başarı elde edilmiş ve %85'e ulaşmıştır. Normal ve anormal yürüme şekillerinin iki grup olarak sınıflandırılmasında %96'ya varan daha yüksek başarıya ulaşılmıştır. Sonuç olarak; mevcut çalışmada yapılan ilerlemelere rağmen daha ileriki gelişmeler için çalışmalara devam edilebileceği, YSA'nın, klinisyenlerin kararlarına destek sağlamak için kullanılabilmesi ve bir çok klinik alanda vazgeçilmez öğelerden biri olabileceği kanısına varılmıştır (24).

Uysal'ın "Tıbbi bilgilerin YSA kullanarak incelenme" çalışmasında Osmangazi Üniversitesi Nöroloji Anabilim Dalı'ndan alınan baş ağrısı verileri, baş ağrılarını sınıflandırmak ve baş ağrısı karakterli hastalıkların teşhis problemini çözmek için kullanılmıştır ve alınan hasta verilerini 4 farklı hastalık türüne ayrılacak şekilde sınıflandırmaktır. Bu hastalık türleri aurasız migren, auralı migren, gerilim tipi baş ağrısı ve aurasız migrenden deforme baş ağrısıdır. Yapay sinir ağlarının bu tip problemleri çözmek için son derece uygun olduğu bilinmektedir. 3 öğreticili ve 1 öğreticisiz yöntemi kapsayan 4 farklı yapay sinir ağı metodu kullanılmıştır. Bunlar perseptron, geri yayılım ağı, vektör nicemleme ağı ve kendini düzenleyen ağıdır. Sonuç olarak; bu çalışmanın sonunda ileriki araştırmalara öncülük edebilecek bir bilgi birikimi ortaya çıkarılmıştır. Hastalık belirtileri indirgenirken mümkün olduğunca eldeki belirtiler ve bunlara ait değer kümeleri en geniş haliyle ifade edilmesine çalışılmış ve geri yayılım ağlarının baş ağrısı hastalıklarını sınıflandırmada en etkili metot olduğu görülmüştür (25).

Sazleniec ve ark. araştırmasında tıbbi amaçlı bilgisayar modelleme uygulaması, zorlu olmasına rağmen, tıbbi bilimlerin daha da geliştirilmesi için umut verici bir yol olduğunu belirtmişlerdir. Kronik otitis media nedeniyle orta kulak cerrahisi sonrası sinir ve k-en yakın komşu (k-NN) işitme modellerinin iyileştirmeleri artıracaklarını tahmin etmişlerdir. Bu çalışmadaki verileri; 150 hastayla alakalı yaş, cinsiyet, ameliyat öncesi odyometrik sonuçlar, kulak

patolojisi ve cerrahi işlem ayrıntılarından oluşmaktadır. Öngörülen (çıkış) değişken ameliyat sonrası işitme eşiği olmuştur. Bu çalışmada geliştirilen en iyi sinir modelleri belirlenen test verileri için %84 doğru tahminler elde ederken K-NN modeli ise sadece %75,8 doğru tahminler üretti (27).

de Bruijn ve ark.'nın yaptığı, oral ya da orofarengial kanser tedavisi görmüş hastalarda hipernasaliteyi değerlendirmek için yapay nöral ağ analizi isimli çalışmada, 51 hasta ve 18 kontrol konuşmacının konuşma kayıtları hipernazalite, telaffuz, anlaşılabilirlik, hasta konuşma rapor sonuçları açısından değerlendirilmiş, nazone konuşmanın özellik analizi konuşmanın tamamındaki 'a' 'i' ve 'u' seslerine göre kurgulanmış, söylevdeki nazone konuşmanın sinir ağı özellik analizinin uygulanabilirliği incelenmiştir.

Araştırmanın sonucunda; hasta ve kontrol grubu arasında nazone konuşmanın "i" ve "a" harfinde en çok anlaşılabilirlikle, "a" harfinde telaffuzda, "i" ve "u" harfinde hipernazalite şeklinde olduğu tahmin edilmiştir. Ağız ya da orofarengik kanseri olan hastalarda nazone konuşmanın özellik analizinin mümkün olduğu, durumu orta ve kötü olanlarda subjektif parametrelerin değiştiği belirlenmiştir (28).

Saylam ve ark.'nın yaptığı, 'Multinodüler guatrda yapay nöral ağ analizi ile kanser riskinin değerlendirilmesi' isimli çalışmada, preoperatif olarak ince iğne aspirasyon biyopsisi (İİAB) sonucunda total troidektomi uygulanmış 411 multinodüler guatr hastası incelenmiş, preoperatif İİAB sonucu şüpheli gelen 116 hasta değerlendirilmiştir. Şüpheli İİAB sonucu olan hastaların preoperatif değerlendirilmesinde düşük risk grubu hastaları ayırmak ve gereksiz tiroidektomiden korumak, aynı zamanda bu hastaları bir ömür ilaç replasmanı yanında, rekürren laringeal sinir paralizisine bağlı ses kısıklığı, solunum sıkıntısı ya da hipoparatroidizme bağlı hipokalsemi gibi olası birçok komplikasyondan da kurtarmak demektir.

Bu hastaların yaş, cinsiyet, ultrasonografideki baskın nodülün büyüklüğü, preoperatif tiroid stimulan hormon (TSH) ve tiroid hormon seviyesi, tiroid hormon tedavisi ile postoperatif kesin histolojik tanıların değerlendirilmesinde; YSA tekniğinin, preoperatif İİAB sonucu şüpheli olan hastalarda malignite büyük oranda saptadığı ve böylece gereksiz tiroidektomiye önlemede hekimlere oldukça yardımcı olabileceği belirtilmiştir (29).

Sonuç olarak; YSA teknolojisinin ilerlemesi ile hayatımızın her alanında vazgeçilmez bir hal almaya başlamıştır. YSA ve bulanık mantık gibi yapay zeka yöntemleri, çeşitli tıbbi uygulama alanlarındaki kompleks klinik verilerin doktorlar tarafından analizi, modellenmesi ve anlaşılması için kullanılacak çok güçlü araçlardır. Halen gelişmekte olan bu yöntemlerin gerçek klinik ortamlarda uygulamaya başlanmasından önce daha ileri klinik denemelerin

yapılmasına ihtiyaç vardır. YSA'nın, sağlık alanındaki çalışmaların getirileri ve başarıları göz önüne alındığında tıp alanında yeni bir çağ açacağı ve daha gelişmiş tanı ve tedavi yöntemleri için ışık tutacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Hatalı teşhis riskli olan kompleks hastalıkların teşhis edilmesinde faydalı bir araç olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle YSA tekniğinin, gereksiz araştırmaları, olumsuz ameliyat oranlarını ve potansiyel olarak ortaya çıkabilecek maliyeti azaltabileceği söylenebilir.

Kaynaklar

1. Moe MC, Westerlund U, Varghese M, et al. Development of neural networks from single stem cells harvested from the adult human brain. *Neurosurgery* 2005;56:1182-90.
2. Serhatlıoğlu S, Hirdalaç F. Yapay zeka teknikleri ve radyolojiye uygulanması. *Fırat Tıp Derg* 2009;14:1-6.
3. Ergezer H, Dikmen M, Ozdemir E. Yapay sinir ağları ve tanıma sistemleri. *Pivolka* 2003;2:14-7.
4. Uzman E. Transcranial doppler işaretlerinin yapay zeka ortamında sınıflandırılması. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi* 2005;69.
5. Leung SC, Fulcher J. Classification of user expertise level by neural networks. *Int J Neural Syst* 1997;8:155-71.
6. Heiss JE, Held CM, Estevez PA, et al. Classification of sleep stages in infants: a neuro fuzzy approach. *Eng Med Biol Mag* 2002;21:147-51.
7. Leung SC, Fulcher J. Classification of user expertise level by neural networks. *Int J Neural Syst* 1997;8:155-71.
8. Heckerling PS, Gerber BS, Tape TG, Wigton RS. Selection of predictor variables for pneumonia using neural networks and genetic algorithms. *Methods Inf Med* 2005;44:89-97.
9. Haykin S. *Neural networks: A comprehensive foundation*. New York: Macmillan College Publishing Company Inc, 1994.
10. Güler İ, Übeyli ED, Çok katmanlı perseptron sinir ağları ile diyabet hastalığının teşhisi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Derg* 2006;21:319-26.
11. Etikan İ, Elbozan CB, Çam ÇF, Erkorkmaz Ü, Yapay sinir ağları yöntemi ve bu yöntem kullanılarak psikiyatrik tanılarının sınıflandırılması. *Tıp Bilim Derg* 2009;29:2.
12. Çetin M, Uğur A, Bayzan Ş. İleri beslemeli yapay sinir ağlarında backpropagation (geriye yayılım) algoritmasının sezgisel yaklaşımı. *Akademik Bilişim Kongresi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Şubat 2006*.
13. Elmas Ç. *Yapay Sinir Ağları*. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2003.
14. Elmas Ç. *Yapay zeka uygulamaları, yapay sinir ağları – Bulanık mantık- Genetik algoritma*, Ankara: Seçkin Yayınevi 2012.
15. Haykin S. *Neural networks: A comprehensive foundation*. New York: Macmillan College Publishing Company Inc, 1994.
16. Efe MÖ, Kaynak O. *Yapay sinir ağları ve uygulamaları*, Boğaziçi Üniversitesi yayınları, İstanbul 2004.
17. Ercan Öztemel. *Yapay sinir ağları*, İstanbul: Papatya Yayıncılık 2003.
18. Yoldaş Ö, Tez M, Karaca T. Artificial neural networks in the diagnosis of acute appendicitis. *Am J Emerg Med* 2012;30:1245-7
19. Saghri MA, Garcia-Godoy F, Gutmann JL, Lotfi M, Asgar K. The reliability of artificial neural network in locating minor apical foramen: a cadaver study. *J Endod*. 2012 Aug;38(8):1130-4.
20. Colak MC, Colak C, Kocatürk H, Sağıroğlu S, Barutçu I. Predicting coronary artery disease using different artificial neural network models. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2008;8:249-54.
21. Duryea J, Zaim S, Wolfe F. Neural network based automated algorithm to identify joint locations on hand/wrist radiographs for arthritis assessment. *Med Phys*. 2002;29:403-11.
22. Çolak C, Çolak MC, Atıcı MA. Ateroskleroz'un tahmini için yapay bir sinir ağı. *Ankara Üniv Tıp Fak Mecm* 2005;58:159-62.
23. Akpolat V. Osteoporoz riskinin yapay sinir ağları yöntemi ile saptanması. *Dicle Tıp Derg* 2009;36:91-7.
24. Kuchimov S. Yapay sinir ağı aracılığıyla yürüme bozukluğu sınıflandırılması. *Boğaziçi Üniversitesi Biyo-medikal Mühendislik Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi* 2006;96.
25. Uysal AK. *Tıbbi bilgilerin yapay sinir ağı kullanarak incelenme çalışması*. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 2005;97.
26. Demirhan A, Kılıç YA, Güler İ. *Tipta yapay zeka uygulamaları*. *Yoğun Bak Derg* 2010;9:31-41.
27. Szaleniec J, Wiatr M, Szaleniec M, et al. Artificial neural network modelling of the results of tympanoplasty in chronic suppurative otitis media patients. *Comput Biol Med* 2013;1:16-22.
28. de Bruijn M, ten Bosch L, Kuik DJ et al. Artificial neural network analysis to assess hypernasality in patients treated for oral or oropharyngeal cancer. *Logoped Phoniatr Vocol* 2011;36:168-74.
29. Saylam B, Keskek M, Ocak S, Akten AO, Tez M. Artificial neural network analysis for evaluating cancer risk in multinodular goiter. *J Res Med Sci* 2013;18:554-7.