

Yapay Sinir Ağları ve Tarım Alanındaki Uygulamaları

Gökay AKKAYA

Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Erzurum (gakkaya@atauni.edu.tr)

Geliş Tarihi : 16.11.2005

ÖZET : Yapay Sinir Ağları (YSA), bir veri girişi sistemidir. Bu sistemdeki kurallar ve ilişkiler tam olarak bilinmemektedir. Bu kuralları ve ilişkileri ortaya çıkarmak için mevcut verilerden hareket edilerek bir veri işleme sistemi ve algoritması geliştirilir. YSA aynı zamanda günümüzde bir çok alanda kullanılmaya başlanan modern sezgisel algoritmalarından biridir. Bu çalışmada YSA metodu anlatılmış ve bu metodun çeşitli tarım alanlarında uygulamaları ele alınmıştır. Amaç, tarım alanında çalışan araştırmacıların ilgisini bu metoda çekmek ve tarımsal problemlerin çözümünde bir alternatif yöntem olarak dikkate alınmasını sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Tarım

Artificial Neural Networks and Their Applications In Agriculture

ABSTRACT : Artificial Neural Networks (ANNs) are input data systems which are developed for the cases in which are starting from the available data to disclose the unknown relationships and the algorithm or data processing system in which rules are not exactly known. ANNs are also among heuristic algorithms that are used in many areas today. In this study, ANN method is explained and its implementation in several agricultural areas is discussed. The goal of this study is to attract the attention of the researchers in agriculture area to this method, and to introduce the method as an alternative for the solution of agricultural problems.

Keywords: Artificial Neural Networks, Agriculture.

GİRİŞ

Çağdaş dünyada programlanmış bilgisayarlar hem olaylar ile ilgili bilgileri toplayabilmekte, olaylar hakkında kararlar verebilmekte hem de olaylar arasındaki ilişkileri öğrenebilmektedir. Matematik formülünün kurulması zor veya imkansız olan ve çözülmesi mümkün olmayan problemler bile sezgisel yöntemler yolu ile bilgisayarlar tarafından çözülebilmektedir. Bilgisayarları bu özellikler ile donatan ve bu yeteneklerinin gelişmesini sağlayan çalışmalar "yapay zeka" çalışmaları olarak bilinmektedir. İlk defa 1950'li yıllarda ortaya atılan yapay zeka terimi zaman içinde oldukça yoğun ilgi görmüş ve 40-50 yıllık bir zaman diliminde hayatın vazgeçilmez parçası olan sistemlerin doğmasına neden olmuştur. YSA, yapay zeka çalışmalarının da ivmesini artırmıştır. Bu teknoloji özellikle makine öğrenmesini sağlayan ve önemli gelişmelerin habercisi bir teknoloji olarak görülmüştür. Aslında sanayi toplumun bitip bilgi toplumunun başlamasına neden olan unsurlardan birisi de YSA olmuştur.

YSA, olayların örneklerine bakmakta ve bu olaylar hakkında genellemeler yapmakta, bilgiler toplamakta ve daha sonra hiç görmediği örnekler ile karşılaştıkça öğrendiği bilgileri kullanarak o örnekler hakkında karar verebilmektedir. (Öztemel, 2003). Bilgisayarların öğrenmesini sağlayan YSA teknolojisinde oldukça hızlı bir gelişme görülmüştür.

Bu teknoloji, kısa zamanda araştırmacıların dikkatlerini üzerine çeken bir bilim dalı olmayı başarmış ve çalışmalar laboratuvarlardan çıkarak günlük hayatın bir parçası haline gelmeye başlamıştır. Son yıllarda tarım alanında da YSA uygulamaları kendini göstermekte ve bu uygulamaların sayısı da gün

geçtikçe hızla artmaktadır. Bu çalışmada da YSA'nın tarımdaki uygulamalarından mahsulün verimlilik miktarının belirlenmesi, bitki hastalıklarının teşhis edilmesi ve iyileştirilmesi, kanalizasyon sularındaki azot miktarının belirlenmesi, yabancı otların mahsullerden ayırt edilmesi, yabancı otların yok edilmesi, bitkilerin sınıflandırılması, tarımda otomasyon çalışmaları, tarımdaki sistem kontrolleri, tarım robotlarının geliştirilmesi, güneş ışınlarındaki radyasyon miktarının saptanması, yerfıstığı yetiştirilmesi, toprağın su geçirgenliğinin ölçülmesi gibi tarımsal konulardan bahsedilerek, bu uygulamaların tarım ve tarım ürünleri üzerindeki etkileri irdelenmeye çalışılmıştır. Çalışmada öncelikle YSA tanıttıldıktan sonra, yukarıda sayılan tarım uygulamalarındaki kullanımı tartışılmıştır.

YAPAY SİNİR AĞLARI

Neden Yapay Sinir Ağları?

YSA'ya olan ilgi son yıllarda büyük bir artış göstermiştir. Mühendislik, tıp, felsefe, psikoloji, tarım gibi alanlarda çalışanlar YSA'yı kendi uzmanlık alanlarına taşıyarak, kendi alanlarında uygulamalarını geliştirmeye başlamışlardır. Bu ilgi teorik ve uygulama alanlarındaki başarılarla daha da pekiştirilmiştir. İnsan zekasına has gibi görünen bazı alanların sayısal olarak ifade edilebileceği ve böylece makinelerin insan zekasına şaşırtıcı derecede benzer yollarla öğrenme ve hatırlama işlerini yapabileceği görülmüştür (Haykin, 1994).

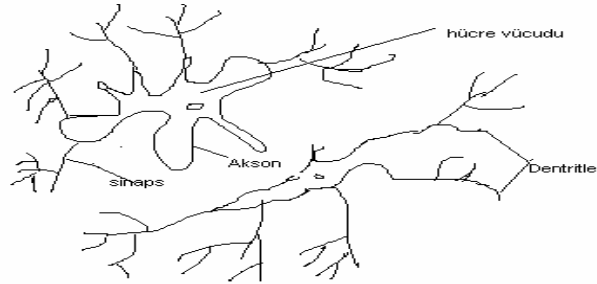
Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Temel Elemanları

Biyolojik Prototip

YSA, çok değişik şekilde gelişme göstermiştir. Görünen bu farklılıklara rağmen aslında mevcut sinir ağları birçok ortak nokta içerir. YSA, biyolojik sinir hücrelerinden esinlenerek düşünülmüştür. Araştırmacılar ağ şeklini ve algoritmasını düşünürken beynin organizasyonunu incelemişlerdir. Ancak beynin çalışma sistemi ile ilgili bilgiler çok sınırlıdır ve bu konuda çalışanlara yol gösterme olanağı çok kısıtlıdır. Bu bakımdan ağ tasarlayıcıları mevcut biyolojik bilgiden daha ileriye gitmeye ve yararlı fonksiyon bulmaya yardımcı olacak kavramlar aramaya başlamışlardır. Birçok durumda bu önemli değişim biyolojik gerçekleri göz ardı eder, beyin sanal olur, ağlar beyin anatomisi ve fonksiyonları hakkında organik olarak uygulanamaz. Bu inceliğe rağmen, biyolojik olarak çok benzemese de, YSA ile beyin arasında yapılan karşılaştırmalarda benzerlikler ortaya koyulabilmektedir. YSA fonksiyonları, insanın algılamasını anımsatır. Bu sebeple benzetme yapılabilmektedir. Fakat bu tür karşılaştırmalara olumlu bakılmamaktadır. Çünkü hayal kırıklığına

uğranılabilecek gerçek dışı bulgular ortaya çıkabilir. İyi analiz edilmeyen her konuda aynı tehlikeyi yaşamak kaçınılmazdır.

İnsan sinir sistemi sinir hücrelerinden oluşur. Beyinde olduğu tahmin edilen 100 milyar sinir hücresinin yaklaşık 1 katrilyon bağlayıcısı vardır. Her sinir hücresi vücuttaki diğer hücrelerle birlikte ortak karakteristik özellikler gösterirler. Fakat beynin haberleşme sistemini oluşturan sinir hücrelerinin görevi sinyal alma, işlem yapma ve elektrokimyasal sinyallerin sinir ağları içinde iletimini sağlamaktır. Şekil-1, tipik biyolojik sinir hücresi çiftinin yapısını göstermektedir. Dentritler, sinyalleri hücre vücudundan sinaps diye adlandırılan birleşme noktasından alırlar. Sinapsların alıcı olan kısımları ile hücre vücudu irtibat halindedir. Burada toplandıklarında bazı girdiler hücreyi etkileme eğilimi gösterir. Hücre, vücudu içinde kümülatif uyarma eşiğini aştığı zaman uyarılır ve aksondan diğer sinir hücrelerine sinyal gönderir. Bu basit fonksiyonel çıkış birçok karmaşıklığı ve kabulleri kapsar. Fakat yine de çoğu YSA bu tür basit karakteristikleri kendisine model alır.

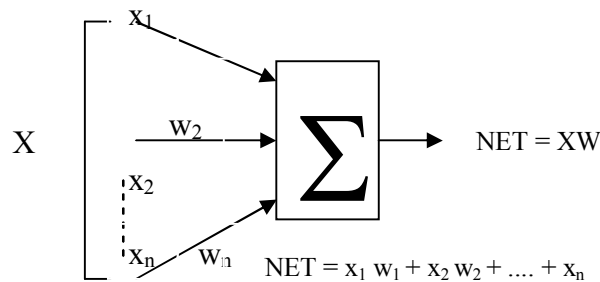


Şekil 1. Biyolojik sinir hücresi

Yapay Sinir Hücresi (Nöron)

Yapay sinir hücresi, biyolojik sinir hücresinin, girdi, işlem ve çıktı karakteristiklerini taklit etmek için tasarlanmıştır. Burada her bir girdi kendi ağırlığı ile

çarpılmakta ve bu çarpımların hepsi toplanmaktadır. Bu toplam, sinir hücresinin aktivasyon seviyesini belirlemek için kullanılır. Şekil-2 bu modeli göstermektedir.



Şekil 2. Yapay sinir hücresi (Haykin, 1994)

Ağ dizileri çok çeşitli olmasına rağmen çoğunluğu şekil-2'deki gösterime dayanır. Burada girdiler seti X_1, X_2, \dots, X_n olarak gösterilip YSA'ya uygulanmıştır. Bu girdiler toplanarak X vektörü oluşturur ve biyolojik sinapslara sinyal olarak gönderilir. Her sinyal bağlı olduğu ağırlık değeri W_1, W_2, \dots, W_n ile çarpılarak Σ işareti ile gösterilen bloğa aktarılır. Her ağırlık tek bir biyolojik sinaptik bağlantının gücünü temsil eder. Burada ağırlıklar kümesinin toplamı W vektörünü oluşturur.

Toplam blok kabaca biyolojik hücrenin yapısını gösterir. Ağırlıklı girdilerin cebirsel toplamı NET adı verilen bir çıktı meydana getirir. Bu olay vektör notasyonunda şu şekilde gösterilir:

$$NET = XW \quad (1)$$

Yapay Sinir Ağlarının Yapısı

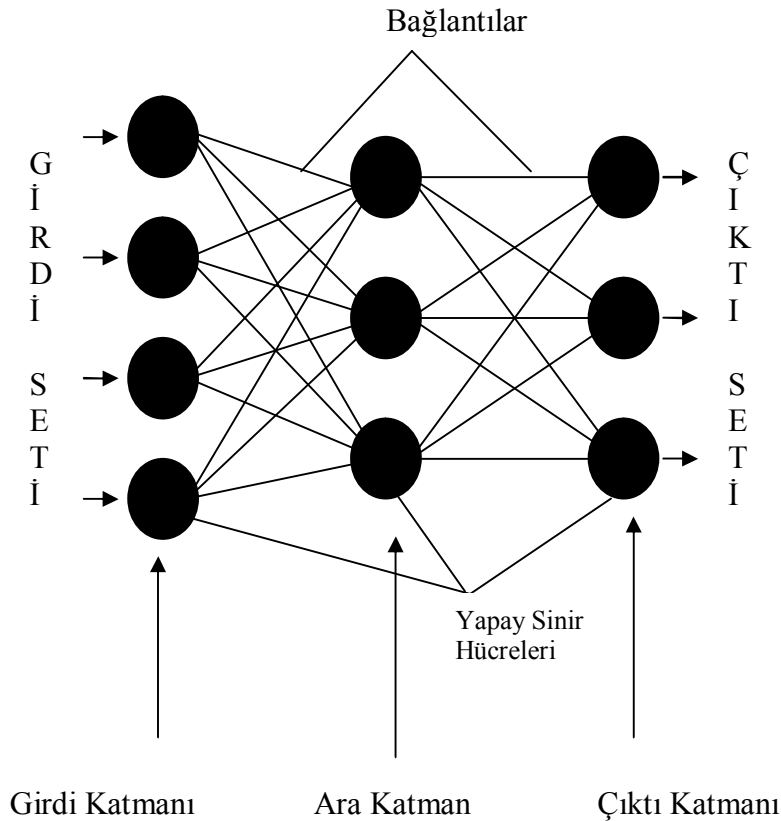
YSA, yapay sinir hücrelerinin bir araya gelmesiyle oluşur. Sinir hücrelerinin bir araya gelmesi rasgele olmaz. Genel olarak hücreler katmanlar halinde ve her katman içinde paralel bir şekilde bir araya gelerek ağı oluştururlar. Bu katmanlar:

- **Girdi Katmanı:** Bu katmandaki yapay sinir hücreleri dış dünyadan bilgileri alarak ara

katmanlara transfer etmekle sorumludurlar. Bazı ağlarda girdi katmanında herhangi bir bilgi işleme olmaz.

- **Ara (Gizli) katmanlar:** Girdi katmanından gelen bilgiler işlenerek çıktı katmanına gönderirler. Bu bilgilerin işlenmesi ara katmanlarda gerçekleştirilir. Bir ağ için birden fazla ara katman olabilir.
- **Çıktı katmanı:** Bu katmandaki yapay sinir hücreleri ara katmandan gelen bilgileri işleyerek ağı girdi katmanından sunulan girdi seti (örnek) için üretilmesi gereken çıktıyı üretirler. Üretilen çıktı dış dünyaya gönderilir.

Bu üç katmanın her birinde bulunan yapay sinir hücreleri ve katmanlar arası ilişkiler Şekil-3'de gösterilmektedir. Şekilde, her katmanda birbirine paralel bir biçimde duran yuvarlaklar yapay sinir hücrelerini ve bu yapay sinir hücrelerini birbirine bağlayan çizgiler ise ağı bağlantılarını göstermektedir. Yapay sinir hücreleri ve bağlantıları bir YSA'yı oluştururlar (Öztemel, 2003).



Şekil 3. Bir yapay sinir ağı örneği (Öztemel, 2003)

YSA kendisine gösterilen örnek veri setleri ile eğitilir. Bu örnek veri setlerinin bir kısmı ile önce öğrenme işlemi gerçekleştirilir. Daha sonra bu örnek veri setlerinin diğer bir kısmıyla da ağı öğrenip öğrenmediği test edilir. Eğer ağ bu testlerde kendisine gösterilen örnekleri tanıyabilmişse ağı eğitilmiştir demektir.

Ara Katman Sayısı ve Yapay Sinir Hücre Sayısının Belirlenmesi

YSA'da herhangi bir problem için kaç tane ara katman ve her ara katmanda kaç tane yapay sinir hücreleri kullanılması gerektiğini belirten bir yöntem şu ana kadar bulunmuş değildir. Bu konudaki çalışmalar deneme yanılma yönteminin etkin olarak kullanıldığını göstermektedir. Ara katman sayısı ve yapay sinir hücreleri sayıları da ağı performansını yakından ilgilendirmektedirler. Tasarımcılar kendi tecrübelerine dayanarak bunları belirler. O nedenle bir problem herhangi bir ağ ile kabul edilebilir hata altında çözüm üretse bile daha iyi bir ağ olur mu diye farklı sayıdaki ara katman ve her ara katmanda farklı sayıda yapay sinir hücreleri ile denemeler yapmak gerekir. Böylece performansı daha yüksek bir ağ bulmak mümkün olabilir. Bazı durumlarda başlangıçta bir ağ oluşturulup zaman içinde büyütülerek veya küçültülerek istenen sinir ağına ulaşılır (Öztemel, 2003).

Yapay Sinir Ağlarının Özellikleri

YSA, insan sinir sisteminin biyolojik yapısından esinlenmiş bir yapıya sahiptir. Yani, YSA, insan sinir sistemindeki sinir hücrelerinin fonksiyonunu gören temel elemanların modellenmesinden oluşmaktadır. Bu elemanlar insan beyninin anatomisine benzer şekilde organize edilmişlerdir. Bu büyük benzeşmenin yanı sıra, YSA, şartıcı derecede insan beyninin birçok özelliklerini taşırlar. Örneğin, tecrübe ile öğrenirler, daha önce öğrenilen bilgileri genele indirgeyerek yeni çıkarsamalar yaparlar. Bu yeni çıkarsamalardan gereksiz kısımları atarak önemli olan öz kısmını alırlar. Fakat bütün bu fonksiyonel benzeşmelere rağmen, YSA'nın yakın bir gelecekte insan beyninin fonksiyonlarını aynen yerine getirebileceği söylenemez. Bugün bu alanda gelinen nokta, insan zekasının derinlemesine bir incelemesinin, YSA alanında devrim niteliğinde uygulamaları da beraberinde getireceğini göstermektedir.

Öğrenme

YSA, çevreden aldıkları bilgiye cevap olarak gösterdikleri davranışlarını değiştirebilirler. Öğrenme işleminde sinir ağına belli bir girdi verildiği zaman, ağ tutarlı cevaplar üretebilmek için kendi üzerinde değişiklik yapmak durumundadır. YSA'yı eğitebilmek için çeşitli öğretim algoritmaları

geliştirilmiştir. Bu algoritmaların her birinin kendine göre zayıf ve güçlü olduğu noktalar vardır. Burada cevaplanması gereken en önemli iki soru "Bir YSA'ya neler öğretilir?" ve "Öğretim işlemi nasıl olmalıdır?"

Genelleme

Öğretim işlemi bitmiş bir ağ, bir dereceye kadar ona verilen girdilerdeki ufak değişikliklere karşı duyarsız olabilir. Yani sürekli aynı tepkiyi gösterir. Bu yetenek, gerçek dünyadaki, çevreden gelen faktörlerle ufak bozulmalara uğramış girdileri farkedebilmek açısından önemlidir. Bu durum, klasik bilgisayarlarda kullanılan mantığı aşarak; içinde yaşadığımız mükemmel olmayan dünyayı anlayabilmek için geliştirilmiş bir sistemdir. YSA genelleme işini kendi yapılarından dolayı otomatik olarak yaparlar.

Özetleme

Bazı YSA, girilen belli bir girdi dizisinin özünü ayıklama, çıkarma yeteneğine sahiptir. Örneğin, bir sinir ağına girdi olarak "A" harfinin çeşitli bozuk şekillerini verebiliriz. Yeterli öğretilmeden sonra, girilen bozuk bir "A" harfine cevap olarak ağ düzgün bir "A" harfini verebilecektir. Yani bir anlamda ağ, daha önce görmediği, öğrenmediği bir şekli üretmeyi öğrenmiş olacaktır. Burada ideal prototipler çıkarabilmek yeteneği insanın önemli ve yararlı bir özelliğidir ve günümüzde bu özelliğin YSA'da kullanılması gündeme gelmiştir. YSA, elbette, klasik bilgisayarların yapmakta olduğu maaş bordrosu hesaplamak gibi işler için uygun değildir. Fakat bugün klasik bilgisayarların yapmakta zorlandığı veya yapmakta çok sınırlı kaldığı model tanıma, algılama (Pattern-recognition) alanında, YSA'nın geniş bir kullanım alanı mevcuttur (Zurada, 1992).

YAPAY SİNİR AĞLARININ TARIM ALANINDAKİ UYGULAMALARI

YSA'nın bütün alanlarda uygulamaları gözden geçirildiğinde binlerce uygulamanın yapıldığı ve başarılı sonuçların elde edildiği görülebilir. Bu kapsamda, YSA uygulamaları;

- Endüstriyel uygulamalar
 - Finansal uygulamalar
 - Askeri ve savunma uygulamaları
 - Sağlık uygulamaları
 - Tarımsal uygulamalar
- başlıkları altında incelenebilir.

Bu çalışmada YSA'nın tarım alanlarındaki uygulamaları ele alınmaktadır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde tarımsal alanlardaki YSA uygulamalarının doksanlı yıllardan itibaren başladığı ve oldukça yeni olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan bazılarına ilişkin özet bilgiler aşağıda verilmiştir.

Çeşitli toprak ve arazi yönetimi şartları altında mahsul verimini tahmin etmek için üç tane uyarlamalı (adaptive) tekniğin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu teknikler, genel doğrusal programlama modelleri, YSA ve regresyon analizleridir. YSA aynı zamanda, duyarlılık analizi yapılması sonucunda mahsul veriminin tahmin edilmesinde umut vadeden sonuçlar ortaya koymuştur. Park vd. (2005), modelin performansını optimum yapmak için bir genetik algoritmadan yararlanmışlardır. Bu genetik algoritmaya 450 eğitim, 100 doğrulama ve 170 test veri seti uygulanmıştır. Bu işlem beş kez tekrar edilmiş, birinci ve ikinci katmanlar için sırasıyla 17 ve 26 adet gizli düğüm oluşturulmuştur. Bu çalışmanın sonucunda üç tekniğin de birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları olduğu görülmüştür. Bu nedenle üç teknik beraber kullanıldıkları zaman daha etkili ve daha güvenilir sonuçlar elde edilmiştir.

Son yıllardaki teknolojik ilerlemeler ışığında, oldukça esnek modelleme metodları, çiftçiliğin gelişmesi ve çeşitli toprak ve ürün parametrelerinin tahmininde bulunmak için, geliştirilmektedir. Son zamanlarda kullanılan bu tahmin etme sistemlerinin en başında gelen metod da YSA'dır. İstatistiksel ve YSA yaklaşımları birlikte bitki indekslerinde verim tahmin etme modellerinde kullanılmışlardır. Bir YSA modeli ile yapılan tahmin, geleneksel olarak yapılan tahminlerden daha iyi (yaklaşık %20) sonuçlar vermiştir. Bu çalışma hububat ürünleri için tarım alanlarının verimlilik sistemlerinin geliştirilmesinde YSA'nın potansiyelini araştırmıştır. (Uno vd., 2005).

Çağımızda bitki hastalıklarının tedavisi için çok fazla kullanılan ilaçlar, maliyetleri yükseltirken aynı zamanda da tarımsal ürünlerdeki zehirli madde seviyesinde tehlikeli boyutlara gelmektedir. Bu nedenle bu ilaçların kullanımının en düşük seviyelere çekilmesi bir zorunluluk içermektedir. Bu bağlamda da hastalıkları daha değişik şekillerde teşhis edilip, iyileştirmek için YSA tabanlı bir algoritma geliştirilmiştir. Burada bir buğday hastalığı olan "yellow rust" için havadan ilaçlama aracı geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada aynı zamanda yeni veri işleme tekniklerinden olan YSA sınıflama için kullanılmış ve iyi sonuçlar elde edilerek bitki hastalıklarının tanımlanmasında bu çalışma teşvik edici bir ilk adım olmuştur (Moshou vd., 2004).

Kanalizasyon sularındaki azot miktarının tahmin edilmesinde de YSA'dan yararlanılmıştır. YSA'nın girdileri, yılın günleri, toplam azot miktarı, günlük yağış miktarı, günlük kar yağışı miktarı, toplam yağış miktarı, en düşük ve en yüksek sıcaklıklardır. Çıktısı ise, dışarıya çıkan atık su miktarı ve bu sudaki her mg'daki azot miktarıdır. Burada hızlı geriye yayılım ağı (Fast back-propagation-FBP) ve kendi kendini organize edebilen radyal temelli fonksiyon (Radial

Basis Function-RBF) olmak üzere iki model YSA geliştirilerek, yeryüzünün alt yüzeylerinden dışarıya çıkan suların ve atık sularındaki azot konsantrasyonunun bir simülasyonu geliştirilmiştir. Kırk aydan fazla süren bir çalışma sonunda, Kanada'da Greenbelt Tarım Araştırma Merkezinde toplanan deneysel veriler, bu iki modelin eğitilmesi ve test edilmesinde kullanılmışlardır. Ayrıca optimum ağ konfigürasyonunu belirlemek ve hataları enküçülemek için bir duyarlılık analizi de yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda gübre için RBF modelinin daha iyi performans gösterdiği görülmüştür. Bu da gübre için sadece azotun kullanılabileceğini değil, aynı zaman atık suların da iyi bir gübre potansiyeli olduğunu göstermektedir (Sharma vd., 2003).

Aitkenhead vd. (2003)yabancı otların mahsullerden ayrılmasında da YSA metodlarından yararlanmışlardır. Bu metodla tarımda, kimyasal olmayan metodlarla mahsullerin yabancı otlardan ayrılmasında bir adım atılmış olmaktadır. Bu çalışmada kendi kendini organize edebilen bir YSA kullanılmıştır. Burada ağ bitkilerin tanıtılması için eğitilmiş ve bu eğitimin sonunda da ağ, kendisine sonradan gösterilen ve daha önce görmediği bitkilerin %75'ini tanımayı başarmıştır

Diğer bir çalışmada, yabancı otları yok etme spray sisteminin geliştirilmesinde de YSA'dan yararlanılmıştır. Böyle bir sistem için gerçek zamanlı olarak görüntü toplama ve işleme sistemine ihtiyaç vardır. Yabancı otların tanımlanması, yoğunlukları dijital kamera kullanılarak kontrolü sağlanmıştır. Bu görüntü işleme için de bir YSA'dan yararlanılmıştır. Bulanık mantık metodu ile birlikte yapılan bu çalışmanın sonucunda yabancı otları yok etme sistemi geliştirilmeye çalışılmıştır (Yang vd., 2003).

Kendi kendini organize edebilen YSA'larla bitkilerin sınıflandırılması çalışması yapılmıştır. Burada ağın eğitimi süresince elde edilen hatalı bilgiler, yeni bir eğitime algoritması ile tekrar eğitilmişlerdir. Bu metod iyi bir genelleme ve hızlı bir şekilde sonuca ulaşmada başarılı olmuştur. Bu sınıflama metodu mahsullerin ve yabancı otların sınıflandırılmasında da kullanılmıştır. Bu metod, klasik Bayes sınıflandırma metodu ile de karşılaştırılmış ve önerilen metodun daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Moshou vd., 2001).

Tarımda otomasyon araştırmalarında da YSA kullanılmıştır. Bu çalışmalardan biri de Japonya'da tarım araçlarının otomasyonu ile ilgili bir araştırmadır. Tarımda otomasyonla ilgili birçok araştırma, son zamanlarda Japonya Tarımsal Otomasyon Derneği (Japanese Society of Agricultural Machinery -JSAM) yıllık toplantılarında sunulmaktadır. Tek boyutlu bir görüntü algılayıcının geliştirilmesi ile, Japonya'da birçok üniversitede YSA ve Genetik algoritma uygulamaları ile

araştırmalar iyice artmıştır. Bunun sonucunda da birçok araştırma enstitülerinde ve imalatçılarında pratik sistemler geliştirilmeye başlanmıştır. Örnek olarak, Biyolojik-Yönelimli Teknoloji İleri Araştırma Enstitüsü'nde (Bio-oriented Technology Research Advancement Institute-BRAIN) bir robotun ekim yaptığı ve sürücüsüz hava püskürtme makinaları geliştirilmiştir. Tarım bakanlığına bağlı araştırma enstitülerinin birinde yine ekimini robotların yaptığı, otomatik karıştırıcı traktörler ile otomatik pirinç ekme makinesi üretilmiştir. Diğer Asya ülkelerinde de bu metodlarla (YSA, Genetik algoritma, bulanık mantık vb.) üretilen otomasyon tarım aletleri geliştirilmekte ve kullanılmaktadır (Torii, 2000).

Yumurtaların sınıflandırılmasında uzman sistem ve YSA'dan yararlanılmıştır. Burada uzman sistem YSA'nın çıktı değerlerinde ve yumurtaların sınıflandırılmasında nasıl karar verileceğini bulmak için bilgi tabanını kullanmıştır. Öncelikle bu çalışma için bir simülasyon geliştirilmiştir. YSA tarafından kontrolü yapılan yumurtaların dağıtımları rassal bir şekilde simüle edilmiştir. Uzman sistem bu örnek yumurtaların sınıflandırılmasında kullanılmışlardır. Bu simülasyon çalışmasında uzman sistem yumurtaları 5 kategoride sınıflandırmıştır. Bu simülasyon çalışmasının sonucunda, Uzman sistem ve YSA tarafından yapılan yumurta sınıflandırılması ve kontrolünün insanlar tarafından yapılan sınıflandırma ve kontrolünden daha iyi olduğu sonucunun ortaya çıktığı belirtilmiştir (Patel vd., 1998).

Tarımda meydana gelen belirsiz doğrusal olmayan sistemlerin kontrolünde de YSA'dan yararlanılmıştır. Bu sistemlerin kontrolünde kullanılan klasik yazılımlar oldukça geç sonuçlar vermektedir. Kullanılan YSA modeli klasik yöntemlere göre daha hızlı çalışmaktadır. Ama YSA için, istenilen sonuçları almadan önce geniş bir deneysel veri setine ihtiyaç duyulmaktadır. Burada bu veri setini elde etmek için öncelikle iki yazılımdan sonuçlar elde edilmiş ve bunlar YSA'nın eğitime ve test setlerinde kullanılmışlardır. Aynı zamanda bu çalışmadan elde edilen bu setler bioreaktör çalışmalarında da kullanılmıştır (Jarmulak vd., 1997).

Bir zirai mobil robotunun optimal yolunun belirlenmesi için geliştirilen teknikde YSA ve genetik algoritma beraber kullanılmışlardır. Burada YSA zirai mobil robotun hareketlerini yönlendirmek için kullanılmıştır. YSA tarafından bir simülasyonla yolu belirlenen robotun, bu yolu en optimum şekilde nasıl kullanacağına da genetik algoritma ile karar verilmiştir. Bu teknik tarımdaki doğrusal olmayan kontrol problemlerine önemli bir katkı sağlamıştır (Noguchi and Terao, 1997).

Güneş ışınlarındaki radyasyon miktarının hesaplanmasında da YSA'dan faydalanılmıştır. YSA eğitilme ve test aşamalarından geçirilmiştir.

Geliştirilmiş YSA modeli günlük güneş radyasyonunu havanın en düşük ve en yüksek sıcaklığına, günlük yerel yağışa, günlük temiz gökyüzü radyasyonuna, günün uzunluğuna ve yılın gününe bağlı olarak tahmin etmeye imkan verir. Ağın eğitilmesi esnasında 1978 yılından itibaren toplanmış olan veriler kullanılmıştır. Modelin test edilmesi sonucu gerçek radyasyonla kıyaslanabilecek veriler elde edilmiştir (Elizonda vd., 1994).

Güneş radyasyonunun YSA ile değerlendirilmesi için Florida, ABD'de başka bir çalışma daha yapılmıştır. Burada YSA üç giriş, altı gizli ve iki çıkış düğümlerinden oluşmaktadır. Girişe günlük maksimum ve minimum sıcaklıklar farkı, karasal radyasyon ve yağış gibi üç veri değeri iletilmektedir. Ağ eğitmek için 1958 yılından 1980 yılına kadar olan veriler kullanılmış, sonuçlar 1981-1987 yılları verileri ile denenmiştir. Deneyler radyasyon tahminin soğuk aylar için daha hassas olduğunu göstermiştir. Yaz aylarında hassaslığın düşmesi gökyüzündeki bulutsuzluğun çok değişken olması ile radyasyonun gün boyunca çok farklı değişiklik göstermesi ile ilgilidir. YSA modelinin analitik yöntemle göre daha hassas sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Williams and Zazueta, 1996).

YSA'nın diğer bir uygulaması ABD'de, soya fasulyesinin çiçeklenmesi ve fizyolojik olgunlaşması tarihlerinin tahmin edilmesinde kullanılmıştır. Bu durumdaki YSA modeli dört giriş düğümünden, üç gizli düğümden ve bir çıkış düğümünden oluşmaktadır. Giriş verileri olarak maksimum ve minimum sıcaklıklar, foto periyodu ve ekinden veya çiçeklenmeden sonra kaçınıcı gün olduğu girilmekte, çıkışta ise ya çiçeklenme günü (tahmin), ya da olgunlaşma günü (tahmin) elde edilmektedir. Ağla yapılan deneyler bu YSA'nın yaklaşık 2-4 gün hata ile tahmin yaptığını göstermiştir (Elizondo vd., 1994).

Yerfıstığı yetiştirilmesinde kullanılan bir YSA, en uygun sulama kararını verebilmek için Georgia-ABD'de kullanılmıştır. Burada giriş verileri olarak yılın günleri, topraktaki su oranı, sıcaklıklar ve benzeri gibi on iki değişken girilmektedir. Çıkış olarak elde edilen veri sulama kararıdır (0 - sulama yok, 1 - sulama yapılımsın). Eğitim 1986 yılı verilerini temel alarak yapılmıştır (McClendon vd., 1996). Yerfıstığı ile ilgili aynı grubun ikinci bir çalışmasında yerfıstığı hasadının aflatoksinle aflatoksin kirletilmesinin değerlendirilmesi yine YSA kullanılarak yapılmıştır. Modelde giriş verileri olarak toprak sıcaklığı, kuraklık süresi, ürünün yaşı ve toplanmış ısı üniteleri gibi dört değişken ele alınmıştır. Toplanmış ısı üniteleri 23 °C den 29 °C ye kadar değişen toprak sıcaklıkları sınırını baz alarak hesaplanmıştır. En hassas sonucun toplanmış ısı değerini 25 °C olarak ve sekiz gizli düğüm

götürüldüğü zaman elde edildiği gözlemlenmiştir (Parmar vd., 1997).

YSA'nın diğer bir uygulaması, toprağın su geçiriciliğini tahmin etmek için Meksika'da yapılmıştır. Toprağın doymazlık akım problemini çözmek için çoğu zaman zorlukla elde edilen toprak verileri gerekmektedir. Problemi YSA ile çözmek için iki katmanlı bir model kullanılmıştır. Sonuçlar lineer regresyon yöntemi ile kıyaslanmış ve hangi durumlarda YSA'nın daha efektif olduğu belirlenmiştir (Tamari vd., 1996).

Yeraltı suları drenaj sisteminin tasarlanması için başka bir YSA uygulaması da, beş giriş verisi (su yolu alanı, günlük yağmur miktarı, günlük buharlaşma miktarı, bir önceki günün su tablosu derinliği ve önceki gün su yolu akımı) ve iki çıkış düğümü (günlük su tablosu derinliği ve su yolu akımı) şeklinde Kanada'da yapılmıştır. Yöntem yonca tarlalarının drenaj sisteminin tasarımı için kullanılmış ve olumlu sonuçlar vermiştir (Yang vd., 1996).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada öncelikle YSA kısaca anlatılmış ve literatür taranarak bu güncel yöntemin tarımda kullanılabilirliği tartışılmıştır. Bunun için bakılan uygulamaların geleneksel yöntemlere göre avantajları vurgulanmaya çalışılmıştır. Bu uygulamalar, YSA'nın matematik olarak modellenmesi mümkün olmayan veya zor olan karmaşık tarım problemlerini çok rahat çözebildiğini göstermiştir. YSA kullanarak tarım problemlerini başarılı bir şekilde çözebilmek için problemin çok iyi modellenmesi gerekmektedir. Bu modelleme, problemi çözebilmek için sadece söz konusu olay ile ilgili örneklerin belirlenip toparlanmasına yardımcı olacaktır. Örneklerin dışında herhangi bir ön bilgiye ihtiyaç yoktur. Örnek bulmak bilgi bulmaktan çok daha kolaydır.

YSA uygulamaları hem pratik hem de maliyet bakımından daha ucuzdur. Sadece örneklerin belirlenmesi ve bir program, problemi çözmek için yeterli olabilmektedir.

YSA'lar zaman bakımından da çok verimli çalışırlar. Örneklerin bulunması, sinir ağlarının oluşturulması, YSA'nın eğitilmesi, gerçek zamanda kullanıma alınması çok kısa bir zaman diliminde mümkün olabilmektedir. Aynı zamanda YSA'nın çalışması da geleneksel sistemlerden daha hızlıdır. YSA yeni bilgilerin ortaya çıkması ve ortamda bazı değişikliklerin olması durumunda yeniden eğitilebilirler. Bazı ağların eğitilmesine de gerek yoktur. Çünkü bu YSA'lar kendi kendilerine öğrenme yapısına sahiptirler. Şöyle ki; hiç karşılaşmadıkları yeni bir örneği kullanarak kendilerini tekrar eğitilebilirler.

Son olarak bu çalışmanın amaçlarından birinin de, Türkiye'deki araştırmacıların dikkatini bu

yönteme çekerek, YSA'nın tarımsal alanlardaki problemlerin çözümünde alternatif bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Aitkenhead, M. J., Dalgetty, I. A., Mullins, C. E., McDonald, A. J. S. and Strachan, N. J. S., 2003, "Weed and crop discrimination using image analysis and artificial intelligence methods", *Computers and Electronics in Agriculture*, V: 39(3), p: 157-171.
- Elizondo D., G.Hoogenboom and McClendon R.W.,1994, "Development of a Neural Network Model to Predict Daily Solar Radiation", *Agricultural and Forest Meteorology*, V:71, pp.115-132.
- Elizondo D.A., McClendon R.W. and Hoogenboom G., 1994, "Neural Network Models for Predicting Flowering and Physiological Maturity of Soybean", *Transactions of the ASAE*, Vol.37(3), pp.981-988.
- Haykin, S., 1994, *Neural Networks*, Maxwell-McMillan, Ontario-Canada.
- Jarmulak, J., Spronck P.and Kerckhoff's E. J. H., 1997, "Neural networks in process control: model-based and reinforcement trained controllers", *Computers and Electronics in Agriculture*, V: 18(2-3), p: 149-166.
- McClendon R.W., Hoogenboom G. and Seginer I., 1996, "Optimal Control and Neural Networks Applied to Peanut Irrigation Management", *Transactions of the ASAE*, Vol.39(1) pp.275-279.
- Moshou, D., Bravo, C., West, J., Wahlen, S., McCarney, A. and Ramon, H., 2004, "Automatic detection of 'yellow rust' in wheat using reflectance measurements and neural networks", *Computers and Electronics in Agriculture*, V: 44(3), p: 173-188.
- Moshou, D., Vrinds, E., Ketelaere, B. D., Baerdemaeker, J. D and Ramon, H., 2001, "A neural network based plant classifier", *Computers and Electronics in Agriculture*, V: 31(1), p: 5-16.
- Noguchi N and Terao H., 1997, "Path planning of an agricultural mobile robot by neural network and genetic algorithm", *Computers and Electronics in Agriculture*, V:18(2-3), p: 187-204.
- Öztemel, E., 2003, *Yapay Sinir Ağları*, Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Park, S. J., Hwang, C. S. and Vlek, P., L.,G., 2005, "Comparison of adaptive techniques to predict crop yield response under varying soil and land management conditions", *Agricultural Systems*, V: 85(1), p: 59-81.
- Parmar R.S. vd., 1997, "Estimation of Aflatoxin Contamination in Preharvest Peanuts Using Neural Networks", *Transactions of the ASAE*, Vol.40(3),pp.809-813.
- Patel, V. C., McClendon R. W. and Goodrum J. W., 1998, "Development and evaluation of an expert system for egg sorting", *Computers and Electronics in Agriculture*, V: 20(2), p: 97-116.
- Sharma, V., Negi, S. C., Rudra, R. P. and Yang, S., 2003, "Neural networks for predicting nitrate-nitrogen in drainage water", *Agricultural Water Management*, V: 63(3), p: 169-183.
- Tamari S., Ruiz-Sudrez J.C. and Wösten J.H.M., 1996, "Testing an Artificial Neural Network for Predicting Soil Hydraulic Conductivity", *Proceedings of 6th Intern.Conf. on Computers in Agriculture*, Mexico, pp.912-919.
- Torii, T., 2000, "Research in autonomous agriculture vehicles in Japan", *Computers and Electronics in Agriculture*, V: 25(1-2), p:133-153.
- Uno, Y., Prasher, S. O., Lacroix, R., Goel, P. K., Karimi, Y., Viau, A. and Patel, R. M., 2005, "Artificial neural networks to predict corn yield from Compact Airborne Spectrographic Imager data", *Computers and Electronics in Agriculture*, V: 47(2), p: 149-161.

- Williams D.B. and Zazueta F.S., 1996 "Solar Radiation Estimation via Neural Network", Proceedings of 6th Intern.Conf. on Computers in Agriculture, Mexico, pp.1143-1149.
- Yang C.-C., Lacroix R. and Prasher S.O., 1996, "The Use of Back-Propagation Neural Network for the Simulation and Analyses of Time Series Data in Subsurface Drainage Systems", Proceedings of 6th Intern.Conf. on Computers in Agriculture, Mexico, pp.941-949.
- Yang C.-C., Prasher S.O. and Lacroix R., 1996, Application of Artificial Neural Networks in Subsurface Drainage System, Proceedings of 6th Intern.Conf. on Computers in Agriculture, Mexico, pp.932-940.
- Yang, C.C., Prasher, S. O., Landry, J. A. and Ramaswamy, H. S., 2003, "Development of a herbicide application map using artificial neural networks and fuzzy logic", Agricultural Systems, V: 76(2), p:561-574.
- Zurada, J. M., 1992, Introduction Artificial Neural Systems, West Publishing Company, St. Paul.