

YAPAY SİNİR AĞLARI VE COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNDEKİ UYGULAMALARI

V. Aslantaş¹, R. Kurban²

¹Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fak., Bilgisayar Müh. Bölümü, Bilgisayar Kuramsal Temeller A.B.D., Kayseri, aslantas@erciyes.edu.tr

²Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fak., Bilgisayar Müh. Bölümü, Bilgisayar Yazılımı A.B.D., Kayseri, rkurban@erciyes.edu.tr

ÖZET

Son yıllarda, yapay sinir ağları pek çok sahada uygulama alanı bulmuştur. Bu çalışmada, literatürdeki coğrafi bilgi sistemleri'nde yapay sinir ağlarının kullanımı ile ilgili çalışmalar derlenmiştir. Yapay sinir ağlarının genel yapısı ve çalışma mimarisi tanıtılmış ve coğrafi bilgi sistemleri ile entegrasyonuna değinilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Modelleme, CBS Birlikte Çalışabilirlik, Yapay Sinir Ağları

ABSTRACT

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND APPLICATIONS IN GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

In recent years, artificial neural networks have been applied in many areas. In this paper, applications of neural networks in geographical information systems are explored. Basic structure and working architecture of artificial neural networks have been introduced and integration to geographical information systems is mentioned.

Keywords: Modelling, Working with GIS, Artificial Neural Networks

1. GİRİŞ

İnsanlığın doğayı araştırma ve taklit etme çabalarının son ürünlerinden bir tanesi yapay sinir ağları (YSA) tekniğidir. YSA, basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şekli simüle edilerek tasarlanan programlama yaklaşımıdır. YSA, giriş ve çıkış olarak adlandırılan iki veri kümesi arasında en uygun ilişkiyi kurarak öğrenme yeteneğine sahip adaptif bir model oluşturmaktadır. Diğer bir ifadeyle, YSA bilinen en iyi eğri uydurma tekniğidir (URL 1).

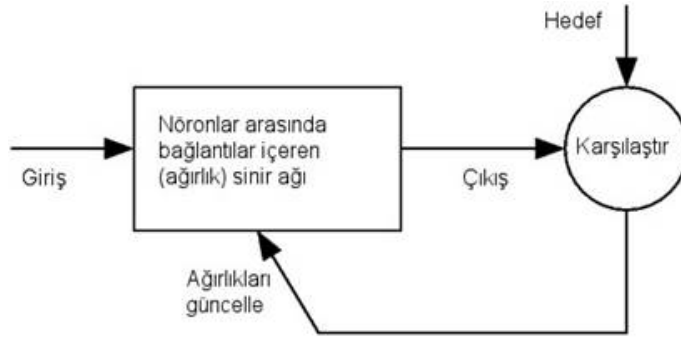
Uzaysal verilerin depolanması, erişimi, analizi ve gösterimi için coğrafi bilgi sistemleri (CBS) çok geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Yang, 2001). Pek çok mühendislik problemi analize odaklanmıştır. Ancak, çoğu zaman ilişkiler dinamik ve kesin değildir (Burrough, 1999).

İnsan beyninin sezgisel sonuç çıkarma işleminin bir simülasyonu olan YSA, uzaysal verilerin analizinde yardımcı bir araç olarak kullanılmaya başlanmıştır. Mantıksal sonuç çıkarma yerine sezgisel sonuç çıkarma mekanizması kullanan YSA, inşaat mühendisliği alanında ırmak akış modelleme (Kisi, 2004) ve agrega betonarme (Topçu, 2007), jeoteknik (Goh, 2007) alanlarında sıklıkla kullanılmıştır.

Bu çalışmada, literatürdeki, coğrafi bilgi sistemlerinde (CBS) yapay sinir ağlarının (YSA) kullanımı ile ilgili çalışmalar derlenmiş ve ilgili araştırmacılara olası gelecek yönelimler hakkında bilgiler verilmiştir.

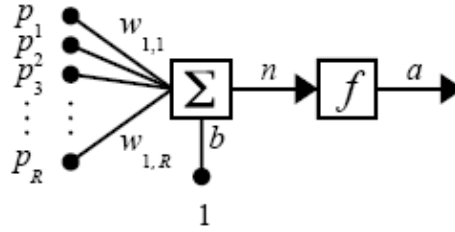
2. YAPAY SİNİR AĞLARI

Beynin üstün özellikleri, bilim adamlarını üzerinde çalışmaya zorlamış ve beyin nörofiziksel yapısından esinlenerek matematiksel modeli çıkarılmaya çalışılmıştır. Beynin bütün davranışlarını tam olarak modelleyebilmek için fiziksel bileşenlerinin doğru olarak modellenmesi gerektiği düşüncesi ile çeşitli yapay hücre ve ağ modelleri geliştirilmiştir (Sağiroğlu, 2003). Böylece Yapay Sinir Ağları (YSA) denen yeni ve günümüz bilgisayarlarının algoritmik hesaplama yönteminden farklı bir bilim alanı ortaya çıkmıştır. Genel anlamda YSA, beyin bir işlevi yerine getirme yöntemini modellemek için tasarlanan bir sistem olarak tanımlanabilir. Şekil 1'de YSA'nın temel çalışma prensibi görülmektedir.



Şekil 1: YSA'nın çalışma yapısı.

YSA, yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile çeşitli şekillerde bağlanmasından oluşur ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenir. Bu elemanlar biyolojik sinir sistemlerinden esinlenerek tasarlanmıştır. Belirli bir fonksiyonu gerçekleştirmek için bir sinir ağı, elemanlar arasındaki bağlantıların (ağırlıkların) değerleri uygun şekilde ayarlanarak eğitilebilir. Şekil 2'de yapay bir nöron görülmektedir. Bir yapay nöron girişler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, transfer fonksiyonu ve çıkış olmak üzere beş kısımdan oluşmaktadır. Beynin bilgi işleme yöntemine uygun olarak YSA, bir öğrenme sürecinden sonra bilgiyi toplama, hücreler arasındaki bağlantı ağırlıkları ile bu bilgiyi saklama ve genelleme yeteneğine sahip paralel dağılmış bir işlemcidir. Öğrenme süreci, arzu edilen amaca ulaşmak için YSA ağırlıklarının yenilenmesini sağlayan öğrenme algoritmalarını ihtiva eder.



Şekil 2: Yapay Nöron Modeli

Burada, R : nöronun giriş sayısı, p : nöronun girişi olan skaler değerleri, w : p girişi ile nöron arasındaki ağırlık değerini, b : nöronun bias değerini, f : transfer fonksiyonunu, a : nöronun çıkışını belirtmektedir. p girişleri önce w ağırlıkları ile çarpılır ve toplanır. Ardından b bias değeri eklenir ve transfer fonksiyonundan geçirilerek a çıkışı hesaplanır. Transfer fonksiyonu doğrusal ya da doğrusal olmayan türevlenebilir bir fonksiyondur. İşte bu basit nöron modelinde, giriş ile çıkış arasında basit bir matematiksel bağıntı kurulmuştur. Fakat nöronun arzu edilen çıkışı verebilmesi için w ve b ağırlık değerlerinin optimum olacak şekilde ayarlanması gerekmektedir. Bu yapının matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir.

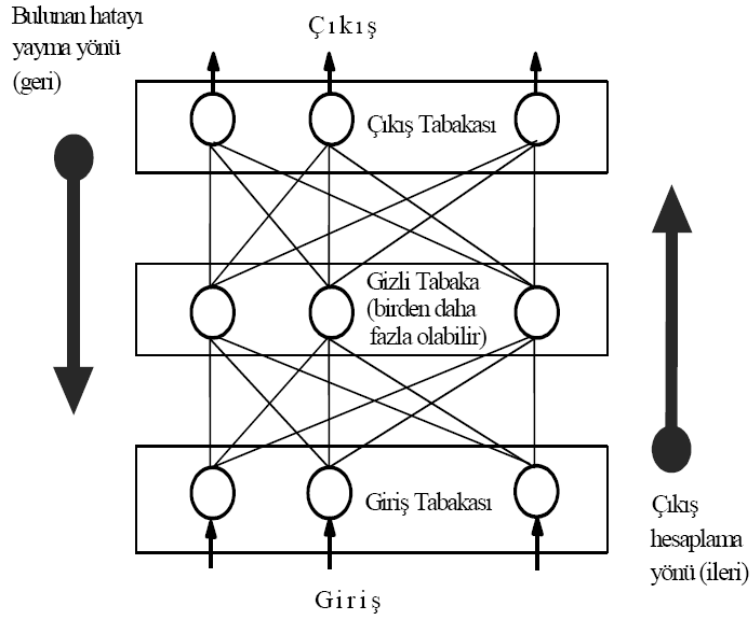
$$a = f\left(\sum_{i=1}^R w_{i,1} p_i + b\right) \quad (1)$$

Yapay sinir ağlarında çok çeşitli ağ yapıları ve modelleri vardır. En çok kullanılan ağ yapılarından birisi çok katmanlı perseptronlardır (ÇKP). Bu ağda bilginin akışı ileri yönlüdür. Öğrenme ve eğitme algoritması olarak genelde türeve dayalı geriye yayılım (back propagation) algoritmaları tercih edilir. Burada, aşağıdaki şekilden de görüleceği üzere nöronlar katmanlar şeklinde organize edilmiştir. Her bir katmanda en az bir nöron bulunur. Bir önceki katmandaki tüm nöronlar bir sonraki katmandaki nöronlara bağlantı içermektedir. Bu şekilde arzu edildiği kadar katman oluşturulabilir. Şekil 3'de ÇKP yapısı görülmektedir.

YSA'da kullanılan en temel öğrenme algoritması geriye yayılım (back propagation) algoritmasıdır (Rumelhart, 1986). Ağırlıklar negatif gradyent yönünde güncellenir. Pek çok geriye yayılım algoritması vardır. En temel yapısı şu şekildedir:

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{x}_k - \alpha_k \mathbf{g}_k \quad (2)$$

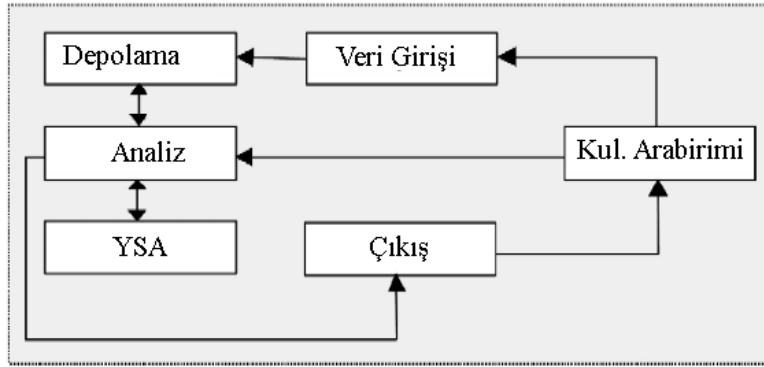
burada, \mathbf{x}_k ağırlık vektörünün k anındaki değerlerini, \mathbf{g}_k k anındaki gradyenti, α_k ise öğrenme oranını temsil etmektedir.



Şekil 3: İleri beslemeli ÇKP ağı.

3. CBS'DE YSA UYGULAMALARI

CBS 1960'larda büyük arazilerin haritalama, planlama ve yönetimi için bir araç ortaya çıkmıştır. Uzaysal verilerin girişi, depolanması, erişimi, güncellenmesi ve analizi için bir araçlar kümesi olarak tanımlanmıştır (Marble, 1984). Yapay zeka tekniklerinin de yardımıyla CBS, karar destek için çok önemli bir araç olmaktadır. Veri analizi basit bir biçimde resimlerin üst üste bindirilmesi ile gerçekleştirilebileceği gibi bulanık sonuç çıkarım ile de yapılabilir. CBS'yi güçlü kılan özelliklerinden birisi de grafik kullanıcı arabirimine sahip olmasıdır. Şekil 4'de CBS'ye entegre edilmiş YSA modeli görülmektedir.



Şekil 4: CBS'ye entegre YSA.

Limanlardaki sedimentolojiyi (toprak birikimi) kestirmek için YSA destekli CBS sisteminde, raster tabanlı CBS'ye bir haritalama aracı olarak YSA eklenmiş ve pek çok tahmin kabiliyeti kazandırmıştır. Önerilen metod mevcut gözlemler içindeki dinamik değişimleri birleştirebilme özelliğine sahiptir. Bu yaklaşım Gotenburg limanındaki sedimentasyonun tahmini için uygulanmıştır (Yang, 2001).

Tropik ormanların yok olmasının uzaysal dağılımının kestirilmesi amacı ile YSA ve CBS tabanlı önerilen yaklaşımda çeşitli yıllara ait Landsat görüntüleri sınıflandırılmış ve sayısal haritalar elde edilerek yollar, yerleşim alanları, orman dağılımları ve seyrekleşmeleri, rakım, eğim ve toprak tipi ile orman yok olması arasında bir ilişki kurulmuştur. Bir ÇKP ile orman yok olma eğilimi açıklayıcı değişkenlerin bir fonksiyonu olarak eğitilmiştir. Elde edilen risk haritası ve gerçek orman yok olması karşılaştırılmış ve YSA'nın bu alanda büyük bir potansiyel barındırdığı ortaya konmuştur (Mas, 2004).

YSA'nın yüksek nonlineerlik içeren ilişkileri modelleme kabiliyeti sayesinde su kalitesinin kestirimi alanında oldukça uygulamaya yapılmıştır. Biyokimyasal oksijen talebi (BOD₅) ve oksijen talebi (DO) su kalitesini belirleyen önemli

göstergelerdir. İlgili suda toplanan bu veriler ile bir ÇKP ağı eğitilerek su kalitesinin doğru bir şekilde kestirimi sağlanabilmektedir. CBS entegrasyonu ile daha güçlü bir karar destek sistemi oluşturulabilmektedir (Jiang, 2006). Uzaktan algılanan resimlerin sınıflandırılması önemli bir problemdir. Resimlerden elde edilen spektral bilgi ve uzaysal kartoğrafik verilerin birleştirilmesi ile arazi kullanım haritaları üretmeye yönelik metodlar geliştirilmiştir. Her bir arazi kullanım sınıfına ait üyelik fonksiyonları içeren iki bulanık harita YSA yardımıyla oluşturulmuştur. Spektral sınıflandırmaya göre daha hassas sonuçlar elde edilmiştir (Mas, 2004).

Uzaysal ve temporal domenlerde uzaktan algılama verisi ile uygun jeofiziksel parametre kestirimi için YSA üzerine kurulu bir CBS sistemleri geliştirilmiştir. Modelin ilgili alanlarda ve mevsimlerde çok diğer yöntemlere göre daha hassas kestirimler yapabildiği, regresyon tabanlı tekniklere göre 2.63 kat daha hızlı olduğu görülmüştür (Arai, 2006).

4. SONUÇ

Pek çok sahada olduğu gibi, CBS alanında da YSA kullanılarak daha hassas sistemler ortaya konmuştur. CBS'de ilişkilerin analizinde YSA oldukça faydalı modeller çıkartabilmektedir. Regresyon tabanlı tekniklere göre daha üstün başarılar ortaya konmuştur. Yine de, YSA ve CBS entegrasyonu alanında yapılan çalışma sayısı nispeten azdır. Diğer taraftan, araştırmacılar daha güçlü CBS sistemleri için adaptif nöral bulanık sonuç çıkarım sistemleri (bulanık sinir ağı) gibi bulanık mantık temelli ilişki kurma modelleri ile entegre CBS yapıları üzerine çalışmalar yapabilirler.

KAYNAKLAR

Arai K., 2006. *Geographic Information System: GIS based Neural Network for Appropriate Parameter Estimation of Geophysical Retrieval Equations with Satellite Remote Sensing Data*, Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2006. IEEE International Conference on, Aug. 2006 1541 - 1544

Burrough P.A., 1999. *GIS and Geostatistics: essential partners for spatial analysis*, Proceedings of the International Symposium on Spatial Data Quality (ISSDQ '99), Hong Kong, pp. 10–20.

Goh A.T.C., Goh S.H., 2007. *Support vector machines: Their use in geotechnical engineering as illustrated using seismic liquefaction data*, Computers and Geotechnics, In Press, July 2007.

Jiang Y. Nan, Z., 2006. *Integration of Artificial Neural Network with GIS in Uncertain Model of River Water Quality*, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2006. IGARSS 2006. IEEE International Conference on, Aug. 2006, 3386-3389

Kisi O., 2004. *River flow modeling using artificial neural networks*, ASCE J. of Hydrol. Eng., 9(1), 60-63.

Marble D.F., Calkins H.W., Peuquet D.J., 1984. *Basic Readings in Geographic Information Systems*. SPAD Systems, Williamsville, NY.

Mas J.F., Puig H., Palacio J.L., Lo'pez A., 2004. *Modelling deforestation using GIS and artificial neural networks*, Environmental Modelling & Software 19, 461–471.

Mas J.F., 2004. *Mapping land use/cover in a tropical coastal area using satellite sensor data, GIS and artificial neural networks*, Estuarine, Coastal and Shelf Science 59, 219-230.

Rumelhart D.E., McClelland J.L., 1986. *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition vol. 1*. MIT Press, Cambridge, MA, pp. 318–362.

Sağiroğlu Ş., Beşdok E., Erler M., 2003. *Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları*, Ufuk Kitabevi.

Topçu İ.B., Sarıdemir M., 2007. *Prediction of mechanical properties of recycled aggregate concretes containing silica fume using artificial neural networks and fuzzy logic*, Computational Materials Science, In Press, August 2007.

URL 1, Teknohaber İnternet Sitesi, *Yapay Sinir Ağları ve MATLAB ile kullanımı*, <http://www.teknohaber.net/makale.php?id=70225>, 20 Ekim 2007.

Yang Y., Rosenbaum M.S., 2001. *Artificial neural networks linked to GIS for determining sedimentology in harbours*, Journal of Petroleum Science and Engineering 29, 213–220.